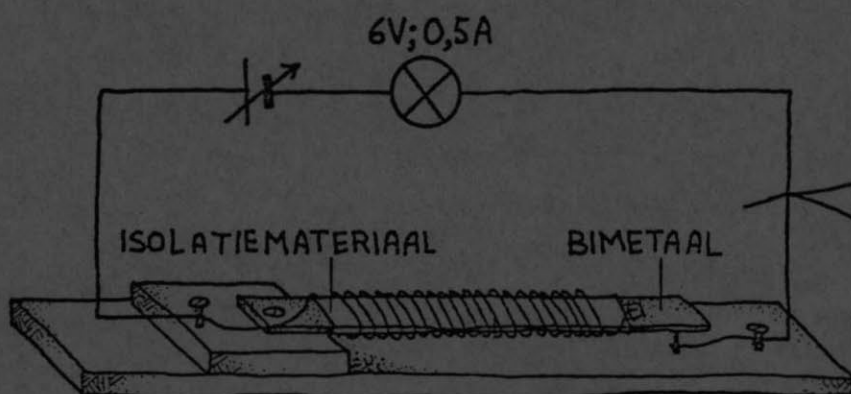


Aantekeningen voor de leraar en apparatuurgids

Schakelen en Regelen

Een lessenserie waarin de leerlingen

- kennismaken met bimetaal, thermo-element, LDR en relais
- met deze onderdelen regelschakelingen maken
- de instelling van deze regelschakelingen verbeteren
- nadenken over het gebruik van regelschakelingen in het dagelijks leven



Experimentele uitgave voor de 3e/4e klas mavo en de 3e klas havo/vwo, samengesteld door de projectgroep PLON, met medewerking van projectleraren.



© 1982 Rijksuniversiteit Utrecht.

Deze aantekeningen voor de leraar maken deel uit van experimenteel lesmateriaal.

Overname of referentie uitsluitend na uitdrukkelijke toestemming van de medewerkers van het PLON, Lab. Vaste Stof, Postbus 80.008, 3508 TA Utrecht.

Schakelen en Regelen

INHOUD

Voorwoord	3
Verantwoording	4
1. Het thema "Schakelen en Regelen"	4
2. Natuurkunde, techniek en maatschappij	5
3. De ontstaansgeschiedenis van "Schakelen en Regelen"	6
4. "Schakelen en Regelen" en de beoordiging van vaardigheden	6
Het lesmateriaal	8
1. Het themaboek	8
2. Apparatuur en werkmateriaal	8
Het lessenplan	9
1. Een lessenplan voor PLON-mavoscholen en havo-vwo-scholen	9
2. Een lessenplan voor 3 mavo met regulier examen	11
Didactische aanwijzingen	13
1. De oriëntatie	13
2. Het basisdeel	13
3. Het theoriedeel	14
4. De onderzoeken	15
5. De rapportages	16
6. De leesteksten	17
Boeken en AV-media	18
Lerarenvragenlijst	19
Bijlagen	25
D1 Correctie op leestekst 2	25
D2 Lessenplan Chr. S.G. Jan van Arkel	26
D3 Een proefwerk voor 3 havo	27
D4 Enkele schoolonderzoekopgaven	31
D5 Enkele screenings-practicumopgaven	38
D6 Beoordelingsnormen voor een rapportage	44
D7 Ideeën voor open opdrachten	46
D8 Vraagstukken uit PLON-mavo-examens	48
D9 Elektriciteit en magnetisme in reguliere en PLON-examens	55
I1 Houd de dief	58
Apparatuurgids	61

Deze "Aantekeningen voor de leraar" kan worden besteld bij:

BV Uitgeverij NIB
Postbus 144
3700 AC Zeist
Tel. 03404-21624.

De prijs is f 7,50

VOORWOORD

Dit boek geeft Aanwijzingen voor de Leraar (AVOL) en bevat de apparatuurgids bij het PLON-thema Schakelen en Regelen.

Het bevat de achtergronden van waaruit dit thema ontwikkeld is; er staan didactische aanwijzingen waarin de ervaringen van circa 5 jaar werken met dit thema op diverse proefscholen verwerkt zijn.

Wij blijven graag op de hoogte van nieuwe ervaringen met het thema zodat we, als dit thema in de definitieve versie gaat verschijnen, kunnen reviseren op basis van die gegevens.

Daarom vragen we u uw ervaringen aan ons door te geven. U kunt daarbij gebruik maken van de lerarenvragenlijst op blz. 21.

We hopen, dat u met veel plezier met uw leerlingen aan dit thema zult werken en dat deze AVOL u daarbij van dienst kan zijn.

Het PLON-team,
Lab. Vaste Stof
Rijksuniversiteit Utrecht
Postbus 80.008
3508 TA Utrecht.

October 1982.

VERANTWOORDING

1. HET THEMA "SCHAKELN EN REGELEN"

Het thema "Schakelen en Regelen" is geschreven voor 4 mavo en kan ook in 3 mavo en 3 havo-vwo gebruikt worden. Het gaat over regelschakelingen uit het dagelijks leven.

PLON-leerlingen komen in verschillende thema's van de tweede en derde klas elektrische schakelingen tegen. In de "Eerste Verkenning in de Natuurkunde" maken ze schakelingen met lampjes en een puzzelschakeling. In "Mensen en Metalen" en "Werken met Water" maken ze meetschakelingen waarmee ze de geleidende eigenschappen van vaste stoffen en vloeistoffen kunnen ontdekken.

In de derde klas is een apart instructieboekje "Elektrische Schakelingen" gemaakt, omdat bij evaluatie van verschillende thema's bleek, dat de leerlingen wel steeds schakelingen moesten maken, maar daarin geen systeem zagen. Daarom is gekozen de vaardigheid van het maken van schakelingen apart met de leerlingen te oefenen, zodat in de thema's de volledige nadruk kon komen te liggen op de functie van de schakelingen.

In "Geluid Weergeven" staan schakelingen met de functie: het omzetten van geluid in elektrische trillingen en omgekeerd. Bovendien komt de elektro-magnetische inductie aan de orde.

In "Energie Thuis" worden schakelingen gemaakt om lampen in huis te laten branden en die schakelingen te beveiligen. Bovendien komt het vermogen van een elektrische stroom aan de orde, met name voor verwarmingsdoeleinden. "Verwarmen en Isoleren" gaat daarin vooral kwantitatief verder naar rendementsbepaling en verbetering.

In het thema "Schakelen en Regelen" ligt de volle nadruk op het maken van eenvoudige regelschakelingen uit het dagelijks leven of schakelingen die tot de verbeelding van de leerling spreken. Hoewel de meeste regelschakelingen tal van elektronische componenten bevatten, zoals dioden, transistoren, condensatoren, geïntegreerde schakelingen en chips hebben wij er niet voor gekozen die in dit thema te behandelen. De werking van die onderdelen is te moeilijk voor de leerlingen waarvoor dit thema is bedoeld. We hebben ervoor gekozen regelschakelingen aan te bieden die de volgende componenten bevatten: (naast spanningsbronnen, aansluitdraden, lampjes) het bimetaal, het thermo-element, elektromagneet, de LDR en het relais. Voor de instelling van de schakelingen zijn soms ook (ohmse) weerstanden en spanningsdelers van belang.

Het bimetaal laat een andere kant van uitzetting zien dan de leerlingen al in Brugge en Verwarmen en Isoleren ervaren hebben. Het bimetaal kan gebruikt worden om stroom aan- en uit te schakelen. Het thermo-element vindt in combinatie met de magnetische sluitklep een belangrijke toepassing in huis in de beveiliging van geiser en CV-ketel. In combinatie met het bimetaal kan ook de thermostatische regeling van het CV-systeem begrepen worden. De LDR geeft in combinatie met het relais de mogelijkheid om regelschakelingen te bouwen die op veranderingen in lichtintensiteit reageren, zoals rookmelders en mistwaarschuwing.

VERANTWOORDING

Het relais met bimetaal geeft mogelijkheden voor brandalarm en knipperlicht.

Kortom de schakelelementen die in dit thema worden aangedragen, geven de mogelijkheid om tot de verbeelding sprekende en in de praktijk ook voorkomende schakelingen te maken.

Eén onderdeel van de schakelingen uit dit thema neemt traditioneel de belangrijkste plaats in: de "gewone" weerstand. In dit thema krijgt deze slechts de nadruk in het theoriegedeelte dat in feite een herhaling en een kleine uitbreiding van het boekje Elektrische Schakelingen inhoudt. De gewone weerstand heeft een wat aparte plaats, omdat die geen schakelende functie heeft, maar instel-functie: hetzij om de grootte van de warmte-ontwikkeling in een draad in te stellen, zoals bij het knipperlicht van onderzoek 4, hetzij om bijvoorbeeld een mistwaarschuwing regelbaar te maken. Veelal zijn het dan ook regelbare weerstanden of spanningsdelers, waarbij niet zozeer de preciese grootte (die met de wet van Ohm te bepalen is), maar de orde van grootte belangrijk is. Door te proberen kan de gewenste weerstand daarbij gevonden worden. Dat is ook de reden waarom de toepassing van de wet van Ohm in dit thema niet erg op de voorgrond treedt. Vooral om redenen van "traditie" is de wet van Ohm in het PLON-programma opgenomen, maar het is de vraag in hoeverre preciese berekeningen ermee in de dagelijkse praktijk van het bouwen en omgaan met schakelingen op dit niveau noodzakelijk zijn.

2. NATUURKUNDE, TECHNIEK EN MAATSCHAPPIJ

"Schakelen en Regelen" is een duidelijk voorbeeld van een technisch thema binnen de PLON-leergang. Het is evenwel ook duidelijk dat voor het begrijpen van de schakelonderdelen een aantal aspecten uit de natuurkunde nodig zijn, die de leerling al op heel andere gebieden is tegengekomen (uitzetting in "Bruggen", elektromagnetisme en weerstand in "Een eerste Verkenning" en "Geluid Weergeven", spanningsbron in "Elektrische Schakelingen" enz.) en die direct uit de natuurkunde komen.

De functies die regelschakelingen in de maatschappij hebben, worden in dit thema slechts terloops genoemd. Toch spreken ze de leerling erg aan. Bij een demonstratie voor bijvoorbeeld de brandmelder legde een leerlinge het verband tussen de schakeling en de mogelijkheid dat de brandwacht 's nachts gewoon naar bed gaat, omdat de brandmelder hem 's nachts wel wakker zal bellen. Voor de leerlingen is de relatie tussen de natuurkunde, de techniek en de samenleving dus een heel vanzelfsprekende.

VERANTWOORDING

3. DE ONTSTAANSGESCHIEDENIS VAN "SCHAKELEN EN REGELEN"

Het thema is ontstaan uit een vroeger PLON-thema "De Centrale Verwarming". Uit evaluatie-onderzoek bleek, dat het aantal aspecten van dat thema te groot was (de verwarming van water en het transport van energie samen met het regelgedeelte van de CV). Dat was een reden om te besluiten die twee onderdelen te scheiden in "Schakelen en Regelen" en "Verwarmen en Isoleren", met als gevolg dat beide onderwerpen ook uitgebreid konden worden. In "Schakelen en Regelen" hebben zo ook de LDR en het relais een plaats kunnen vinden.

De beide elementen kunnen na het behandelen van deze twee thema's samengevoegd worden tot een compleet model van een CV-systeem, waarvoor u in de apparatuurgids aanwijzingen vindt.

4. "SCHAKELEN EN REGELEN" EN DE BEOORDELING VAN VAARDIGHEDEN

De structuur van het thema is dezelfde als vele andere PLON-thema's ("Verwarmen en Isoleren", "Verkeer en Veiligheid", "Zien Bewegen" ..). Dat garandeert de mogelijkheid van een grote variatie van werkvormen, wat de leerlingen een interessant en afwisselende lessenreeks biedt. Het werken aan dit thema veronderstelt, dat de leerlingen op een zelfstandige manier met het practicummateriaal omgaan, het zelf pakken en opruimen en eventueel onderdelen zelf kopen of thuis maken. De leerlingen zijn gewend om in groepen aan opdrachten te werken en de ervaringen ermee met de klas uit te wisselen. Dit thema is uitstekend geschikt om, met name bij gebruik in 4 mavo, te evalueren hoever de leerlingen een aantal vaardigheden in de loop van de leergang ontwikkeld hebben. Voorbeelden daarvan zouden kunnen zijn:

- leren aan elkaar: het houden van rapportages
- leren van elkaar: het leren van elkaars rapportages
- zelfstandigheid : zowel bij het omgaan met lesmateriaal als het zoeken naar informatie
- groepswerk : taakverdeling, samenwerking.

Deze aspecten kunnen bijvoorbeeld worden getoetst met de methode van de continu-beoordeling. Deze staat uitgewerkt in de PLON-uitgave: toetsing van praktische vaardigheden in proefwerk of schoolonderzoek, dat bij het PLON besteld kan worden.

VERANTWOORDING

- practicumvaardigheden:
min of meer geïsoleerde practicumvaardigheden kunnen met een vijf-minutenpracticum "gescreend" worden. Zie bijlage D5 en de vorengenoemde publicatie
- onderzoeksvaardigheden:
die kunnen aan bod komen bij de vorengenoemde continue beoordeling. Bij de "open opdracht" ligt nog sterker de nadruk op het zelfstandig opzetten, uitvoeren en rapporteren van een onderzoek. Zie voor enkele ideeën over open opdrachten bij "Schakelen en Regelen" bijlage D7
- waarnemings- en analysevaardigheden:
bijvoorbeeld het aflezen van meters, het waarnemen van schakeltijden en dergelijke en daarnaast het verklaren van bepaalde effecten (bijvoorbeeld de verandering van de frekwentie van een knipperlicht) kan worden getoetst in een demonstratiepracticum.

HET LESMATERIAAL

1. HET THEMABOEK

Voor het thema "Schakelen en Regelen" is voor de leerlingen een themaboek beschikbaar.

Dit boek kan worden besteld bij:

BV Uitgeverij NIB
Postbus 144
3700 AC Zeist
Tel. 03404-21524.

Het boek is bestemd voor alle leerlingen.

2. APPARATUUR EN WERKMATERIAAL

Practicum- en werkmateriaal moet door de school zelf worden verzorgd. In de apparatuu rgids vindt u een overzicht van het practicummateriaal per thema. Voor een jaar-overzichtslijst kunt u zich richten tot het PLON.

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen basis (B) materiaal (dat is datgene wat nodig is om minimum doelen te bereiken) en extra (E) materiaal (onder andere ten behoeve van keuze-opdrachten).

Een school die met PLON gaat werken, wordt aangeraden het eerste jaar alleen het basismateriaal aan te schaffen. Het extra-materiaal kan in de jaren daarna aangeschaft worden. De keuze-mogelijkheden die in het eerste jaar beperkt zijn, kunnen zo in latere jaren uitgebreid worden. Het voordeel daarvan is ook, dat de leraar dan meer ervaring heeft met de organisatie van het practicummateriaal in de klas.

Voor aanschaf van practicummateriaal kunt u zich richten tot diverse firma's. Met Breukhoven BV te Rotterdam heeft PLON een samenwerkings-overeenkomst, waarbij Breukhoven BV de levering van PLON-apparatuur op zich neemt.

Deze heeft apparatuur voor de tweede klas vanaf 1982 beschikbaar.

Voor de derde en vierde klas zo spoedig mogelijk daarna.

Voor inlichtingen daarover:

Breukhoven BV
Mathenesserlaan 400
Postbus 6044
3002 AA Rotterdam
Tel. 010-767688.

Voor overleg en advies (bijvoorbeeld gefaseerde aanschaf) kunt u op het PLON Wim Kamphuis of Ad van Gameren bellen (tel. 030-532718 en 532717).

HET LESSENPLAN

"Schakelen en Regelen" is geschreven voor circa 16 lessen in 4 mavo-
klassen die werken naar het PLON-mavo-examen. Het kan ook gebruikt
worden als keuze-thema in 3-havo/vwo.
In de AVOL "Elektrische Schakelingen" staat een lessenplan uitgewerkt,
waarin dat instructieboekje wordt uitgebreid met een aantal keuze-
onderzoeken uit "Schakelen en Regelen".
Mavoscholen die naar het reguliere examen toe moeten werken, wordt
aangeraden "Schakelen en Regelen" in de derde klas te doen. Zie voor
een lessenplan daarvoor blz. 11 e.v.

1. EEN LESSENPLAN VOOR PLON-MAVO-SCHOLEN EN HAVO-VWO-SCHOLEN, DIE HET THEMA GEHEEL DOEN

In mavo-4 komt het thema na "Verwarmen en Isoleren" en wordt gevolgd
door "Machines en Energie", zoals blijkt uit het themaplan voor de
vierde klas.

Jaarprogramma PLON 4-mavo	Aantal lessen
Krachten	7
Verkeer en Veiligheid	18
NAS/Stoppen of Doorrijden	7
Verwarmen en Isoleren	16
Schakelen en Regelen	16
Machines en Energie	14
NAS/Kerwapens en/of Veiligheid	7
Repeteerthema en examenboek	20
	<u>105</u>
	===

In 3-havo/vwo (bij drie lesuren in de week) kan het thema goed aan-
sluiten bij "Elektrische Schakelingen".

Een voorbeeld lessenplan is:

HET LESSENPLAN

les	het gaat over	er is nodig	werkvorm
oriëntatie 1	- maatschappelijke functie van regelschakelingen		- klasseggesprek/ groepsopdrachten
basisdeel 1-5	- thermo-element - LDR - relais - bimetaal	- basisdeel S+R - practicum apparatuur	- circuspracticum
samenvatting	- de schakel-elementen: functies en werking	- bord en krijt	- klasseggesprek
theorie 6-10	- wet van Ohm - serie en parallel - de weerstand van een draad - spanningsdeler - vermogen	- theoriedeel S+R - herhaling: Elektrische Schakelingen - practicumapparatuur	- klasseggesprek - groepswork - uitleg en samenvatting door de leraar
onderzoeken 11-13	- regelschakelingen maken, doorzien en de werking en de (maatschappelijke) functie ervan kunnen uitleggen	- onderzoeksdeel S+R - leesteksten - practicumapparatuur	- groepswork
rapportages 14-15	- de onderzoeken		- groepsdemonstratie
toets 16	- basisdeel, theoriedeel en een onderzoek - eventueel practicumopdracht	- een deel gezamenlijke opgave - een deel opgaven per onderzoeksgroep (eventueel als huiswerk)	- vraagstukken individueel maken als voorbereiding op so/cse

HET LESSENPLAN

2. EEN LESSENPLAN VOOR 3 MAVO MET REGULIER EXAMEN:"ELEKTRISCHE SCHAKELINGEN" EN "SCHAKELN EN REGELEN"

Mavoscholen die niet aan het PLON-examen mogen meedoen, kunnen "Schakelen en Regelen" in de derde klas behandelen in aansluiting op "Elektrische Schakelingen"; in plaats van "Geluid Weergeven".

Die wijziging heeft een aantal redenen:

1. "Geluid Weergeven" bevat veel onderwerpen die niet in het reguliere programma voorkomen. Alleen elektro-magnetische inductie wel, maar geïsoleerd van een context lijkt ons dat beter in 4 mavo (in het boek "Examen Doer!").
2. "Schakelen en Regelen" geeft veel voorbeelden van zinvolle schakelingen op een tamelijk kwalitatieve manier, die voor leerlingen in de derde klas nog wel te begrijpen is en zeker interessant is, ook voor de leerlingen die niet met natuurkunde verder gaan.
3. Door "Schakelen en Regelen" uit de vierde klas weg te halen, ontstaat daar ruimte voor de noodzakelijke examentraining voor het reguliere examen.

Voor mavoscholen die met PLON-materiaal naar het reguliere examen werken, kan het themaplan voor het derde jaar er als volgt uitzien:

Jaarprogramma 3-mavo regulier	Aantal lessen
Bruggen	10
Zien Bewegen	16
Elektrische Schakelingen	8
Schakelen en Regelen	14
NAS/Water voor Tanzania	6
Verwarmen en Isoleren	16
	<u>70</u>
	==

In grote lijnen kan hetzelfde lessenplan voor "Schakelen en Regelen" als in mavo-4 gebruikt worden, zij het met wat andere accenten:

- a. blz. 6 van het themaboek:
wat extra vraagstukken over de lineaire uitzettingscoëfficiënt, omdat die (kwantitatief) wel tot het reguliere, niet tot het PLON-examen behoort (kan ook in de vierde klas)
- b. omdat "Elektrische Schakelingen" niet voor het thema gedaan wordt, kan het theoriedeel aanzienlijk worden ingekort: hoofdstuk 1 en 2 kunnen worden weggelaten of slechts kort even in de herinnering worden teruggeroepen
- c. de tijdwinst daarvan kan besteed worden aan een wat uitgebreidere behandeling van "Elektrische Schakelingen" (8 in plaats van 6 lessen), temeer daar de paragrafen 8.6 en 8.7 ook tot de stof van het reguliere mavo-examen behoren.

HET LESSENPLAN

Het lessenplan komt er nu als volgt uit te zien:

- | | | |
|----|---|------------|
| 1. | het instructieboekje "Elektrische Schakelingen"
(zie voor verdere detaillering de AVOL "Elektrische Schakelingen") | 8 lessen |
| 2. | het thema "Schakelen en Regelen": | 14 lessen: |
| | a. oriëntatie en basisdeel | 5 lessen |
| | b. theorie (hoofdstuk 3 en 4 en theorie deel) | 3 lessen |
| | c. onderzoeken | 3 lessen |
| | d. rapportage en proefwerk | 3 lessen |

(Zie voor verdere detaillering het lessenplan voor 4 mavo).

DIDACTISCHE AANWIJZINGEN

1. DE ORIENTATIE

De activiteit oriëntatie is bedoeld om de leerlingen te laten zien waar ze in het dagelijks leven met regelschakelingen te maken hebben.

Het waarom van het bestuderen van die schakelingen kan gemotiveerd worden:

- door te wijzen op het juiste gebruik van de schakelingen, bijvoorbeeld het voldoende lang indrukken van de knop bij de keukengeiser, ervoor zorgen dat de kamerthermostaat van de centrale verwarming niet in de zon hangt, bij LDR schakelingen (bijvoorbeeld in een lift) niets in de lichtbaan plaatsen
- door een beroep te doen op de nieuwsgierigheid van de leerlingen: waarom werkt dat zo?
- door te wijzen op de toekomst, op mogelijke gebruiken in huis en in het beroep.

Er kan de opdracht gegeven worden verschillende regelschakelingen in huis, in het verkeer enz. in groepjes op te sporen. Bij de klas-sikale bespreking kan dan een onderscheid gemaakt worden, bijvoorbeeld in mechanische schakelingen, elektro-mechanische en elektronische. Er kan gemotiveerd worden (onder andere vanuit de moeilijkheidsgraad en de natuurkunde die er aan te pas komt), dat dit thema zich beperkt tot elektro-mechanische schakelingen.

Een andere mogelijke indeling kan gemaakt worden naar het maatschappelijke nut van de schakelingen:

- (vooral) veiligheid (onder andere waakvlambeveiliging, brandalarm)
- gemak (onder andere thermostaat)
- behaaglijkheid (onder andere warmteversneller)
- zuinigheid op het gebied van energiegebruik (geen voorbeeld aanwezig).

2. HET BASISDEEL

In het basisdeel wordt een rondgang gemaakt langs de (nieuwe) schakel-elementen: thermo-element, LDR, relais en bimetaal. (Daaraan zouden toegevoegd kunnen worden uit het theoriedeel de regelbare weerstand, de spanningsdeler en warmte-ontwikkeling in een weerstand. Met die onderdelen kunnen de schakelingen op de juiste instelling afgeregeld worden).

Omdat de drie hoofdstukken van het basisdeel naast elkaar gedaan kunnen worden en omdat een school vaak over slechts één of twee opstellingen van elk onderdeel beschikt, is het heel praktisch dit basisdeel in groepjes te laten doen die elk in een andere volgorde langs de opstellingen gaat.

DIDACTISCHE AANWIJZINGEN

De opstellingen kunnen zijn:

1. Bimetaal, kamerthermostaat, knipperlicht.
2. Thermokoppel, waakvlambeveiliging.
3. LDR en relais. Als dat zo uitkomt, zouden deze twee als aparte opstelling gebruikt kunnen worden.

De leerlingen zullen voor elke opstelling een les nodig hebben, waarbij ze de theoretische opdrachten thuis kunnen maken. Er is dan nog een uitlooples die gebruikt kan worden om de opdrachten gezamenlijk te bespreken en om in een klasseggesprek de werking en de functie van verschillende schakelelementen op een rij te zetten.

LET OP!

Opdracht 5 kunnen de leerlingen niet maken als ze de soortelijke weerstand (uit de extra stof van Elektrische Schakelingen) niet bestudeerd hebben!

Sommige leraren vinden, dat de stof van onderzoek 1 bij de basisstof zou moeten behoren.

3. HET THEORIEDEEL

Het theoriedeel is enerzijds een herhaling van, anderzijds een uitbreiding van het boekje "Elektrische Schakelingen": de proeven 1, 1A, 2, 2A en 3 zijn herhalingsproeven die weggelaten kunnen worden als "Elektrische Schakelingen" juist vóór "Schakelen en Regelen" is behandeld, maar ze kunnen ook als oefening gebruikt worden voor wie serie, parallel en de wet van Ohm nog eens wil zien.

Hoofdstuk 4 is hetzelfde als paragraaf 8.4 uit "Elektrische Schakelingen" en kan dus eventueel weggelaten worden of alleen met woorden in de herinnering teruggeroepen worden.

Het hoofdstuk 3 is nieuw en het hoofdstuk 4 is een herhaling uit "Energie Thuis/Verwarmen en Isoleren". Indien "Schakelen en Regelen" vóór die thema's wordt behandeld, kan van dit hoofdstuk volstaan worden met proef 9. De rest van de proeven en opdrachten kunnen in aansluiting op "Verwarmen en Isoleren" gedaan worden of in een repeteerperiode terugkomen.

In het algemeen kan gezegd worden, dat de opdrachten waarbij het ontwikkelde vermogen in een draad moet worden gecombineerd met de weerstand ervan, speciaal bij serie- en parallel geschakelde weerstanden (opdracht 7, 8, 10) erg moeilijk zijn, omdat eerst de soort schakeling herkend moet worden voordat de formule er op losgelaten kan worden: typische voorbeelden van kwalitatieve probleemsituaties die moeilijker zijn dan de kwantitatieve!

DIDACTISCHE AANWIJZINGEN

De werkvormen die bij dit gedeelte gebruikt kunnen worden, zijn circuspracticum, klassikaal practicum (allemaal tegelijk dezelfde proef), maar voor herhaling zou ook een demonstratie door de leraar geschikt zijn.

4. DE ONDERZOEKEN

De verschillende onderzoeken hebben elk een eigen aard. Het zou goed zijn bij het adviseren van de leerlingen, om een bepaald onderzoek te kiezen rekening te houden met de aard van het onderzoek:

- onderzoek 1: bouwen en snappen van de thermostaat staat centraal. Mogelijke uitbreiding: zelf een schakeling maken om de ketelwatertemperatuur te bewaken
- 2: meer onderzoeksmatig van aard: temperatuursschommelingen verkleinen. Als "Verwarmen en Isoleren" nog niet gedaan is, kunnen onderdelen van dit onderzoek (bijvoorbeeld opdracht 7) problemen geven
- 3: bouwen van een ingewikkelde schakeling, die verklaren; nieuwe schakeling ontwerpen en/of gevoeligheid onderzoeken: eist veel inventiviteit
- 4: opdracht 2 weglaten als $P = V \times I$ niet behandeld is. Veel leerlingen, vooral de technisch gerichte, zullen proef 2 ook liever eerst proefondervindelijk beantwoorden in plaats van theoretisch, zoals gesuggered wordt. Die aanpak kan zeker ook gewaardeerd worden
- 5: vooral proef 2 eist veel van de inventiviteit van de leerlingen. Een suggestie van de leraar zal noodzakelijk zijn als de groep bij die proef blijft steken. Opdracht 1 is belangrijk, omdat die het kritisch vermogen van de leerling test in relatie tot het inzicht rond parallelweerstand. Veel leerlingen zullen die vraag eerst praktisch onderzoeken en juist daarbij gaan begrijpen waarom een bepaalde regelweerstand de beste is. Als ze het niet begrijpen: suggereren om een ampèremeter op te nemen! Als geheel is dit een moeilijk onderzoek dat een flink (kwalitatief) inzicht in parallelschakelingen vereist en bovendien inzicht in de werking van een LDR
- 6: voor onderzoek 6 geldt in grote lijnen wat van onderzoek 5 is gezegd
- 7: is een heel open onderzoek. Leerlingen kunnen een oplossing op het spoor komen door naar de werking van die brandbeveiligingsinstallaties te vragen in een bedrijf of warehouse.

DIDACTISCHE AANWIJZINGEN

Het aantal onderzoeken is uit te breiden met open onderzoeken die de leerlingen zelf kunnen verzinnen of die door de leraar gesuggereerd kunnen worden.

Met name bij gebruik in de derde klas kan het voor leerlingen die in de vierde klas geen natuurkunde kiezen, wel eens moeilijk zijn om zelf een schakeling te maken, laat staan zelf te verbeteren of te ontwerpen. Voor suggesties zie bijlage D7.

5. DE RAPPORTAGES

Er zijn verschillende onderzoeken die gedeelten bevatten die op één van de PLON-mavo-examens gevraagd zijn (zie bijlage D8).

Het is dus van belang, dat ze dan ook echt van elkaar leren.

Maar bij rapportages treden vaak twee belangrijke problemen op:

1. de rapporterende leerlingen vertellen dingen die fysisch onjuist zijn
2. de luisterende leerlingen hebben geen duidelijkheid wat zij van een rapportage moeten kennen.

Vaak zal de leraar 1) oplossen door tijdens de rapportage in te grijpen als het fout gaat en/of na een rapportage een samenvatting geven.

Een dergelijk soort oplossing heeft tot gevolg, dat een afbreuk wordt gedaan aan het idee "leren van elkaar", zodat toch de leraar uiteindelijk de stof aanreikt.

Soms leidt het ertoe, dat de leerlingen niet meer opletten tijdens een rapportage, zodat het nut van de rapportages minimaal wordt en de leraar er over gaat denken ze geheel weg te laten (en dat ook doet).

Mogelijke oplossingen voor dit probleem zijn:

1. een duidelijke rapportage-instructie aan de leerlingen mee te geven (voorbeeld: de drie vragen van de demonstratiebladen "Werken met Water")
2. een duidelijke luisteropdracht mee te geven aan de klas (dat kan bijvoorbeeld ook een inbreng van de klas in de cijferbeoordeling tot gevolg hebben)
3. duidelijke eisen stellen aan de rapportage (zie bijvoorbeeld bijlage D6)
4. bij een (desondanks) foute fysische uitleg de klas de fout laten zoeken.

Een voorbeeld zou kunnen zijn: een groep die onderzoek 1 doet, krijgt (onder andere) de opdracht de schematische tekening zo uit te leggen, dat de klas daarna opgave 6 van PLON-mavo-examen tweede tijdvak 1980 (zie bijlage D8) kunnen maken.

De klas krijgt de opdracht speciaal te letten op hoe de gasstroom geregeld wordt.

DIDACTISCHE AANWIJZINGEN

6. DE LEESTEKSTEN

Voor verschillende leesteksten is in het themaboek aangegeven waar de leerling ze kan gebruiken.

leestekst 1	bij basisdeel hoofdstuk 1 en onderzoek 1 en 2
leestekst 2	bij onderzoek 2. Let op! In bijlage D1 worden enkele storende fouten in deze leestekst gecorrigeerd
leestekst 3	bij het theoriedeel
leestekst 4	bij basisdeel hoofdstuk 2
leestekst 5	bij het theoriedeel.

BOEKEN EN AUDIO-VISUELE MEDIA

SAMENWERKING MET HET NBLC EN HET NIAM

In samenwerking met het PLON heeft het NBLC lijsten gemaakt met boeken, dia's, films, tijdschriften artikelen en dergelijke, die bruikbaar zijn als aanvulling op de thema's.

Inlichtingen bij:

Het Nederlands Bibliotheek- en Lectoriumcentrum
t.a.v. M. Bartling
Taco Scheltemastraat 5
Postbus 93054
2509 AB Den Haag
tel. 070-264351.

Verdere informatie en de adressen vindt u in de AVOL's "Een Eerste Verkenning" en "Bruggen".

In samenwerking met het NIAM heeft PLON-proefschoolleraar Theo Boks een aantal films uitgezocht bij verschillende thema's.
Er zijn bij het NIAM en bij het TFC geen films, die speciaal bij dit thema van belang zijn.

Twee mogelijke films zijn: Osmundi, NIAM 3096/TFC 120121
Faraday, NIAM 1570.

Beide films behandelen het verband tussen elektriciteit en magnetisme in een historisch perspectief. Voor de inhoud zie de AVOL "Geluid Weergeven".

LERARENVRAGENLIJST

We zijn benieuwd naar uw ervaringen met het thema "Schakelen en Regelen".
Uw opmerkingen, commentaar en ervaringen kunnen wij mogelijk verwerken
in de volgende versie van deze AVOL.

Wij zouden het daarom erg op prijs stellen als u ons onderstaande vragenlijst ingevuld zou willen toesturen naar het PLON

Lab. Vaste Stof
t.a.v. Ton van der Valk
Postbus 80.008
3508 TA UTRECHT

Leest u de vragenlijst eerst even in grote lijnen door, dan krijgt u een
indruk hoe u de lijst "economisch" kunt invullen, terwijl u toch uw
enthousiasme en uw kritiek kwijt kunt.

OVER DE LERAAR EN DE SCHOOL

Naam leraar

Naam school

Leservaring natuurkunde: . . jaar, waarvan . . jaar met PLON

In welke klassen hebt u met het thema "Schakelen en Regelen" les gegeven?
(leerjaar/schooltype)

Hoeveel leerlingen waren dit in totaal? leerlingen

Hoeveel natuurkunde-uren hebt u per week per klas beschikbaar?
.

ALGEMENE VRAGEN OVER HET ONDERWIJS

Hoe kwam u "Schakelen en Regelen" op het spoor?
Proefschoon/ volgschoon/anders, nl.

.
.

LERARENVRAGENLIJST

Kent u andere PLON-thema's ja/nee

Welke thema's of onderwerpen hebt u vóór en ná "Schakelen en Regelen" behandeld? Hoe vond u de aansluiting daarmee?

.

.

OVER "SCHAKELEN EN REGELEN"

Had u een amanuensis om u te helpen? ja/nee

Hoeveel tijd heeft u zelf besteed aan de technische voorbereiding (de proeven) en dergelijke uur.

Hoeveel tijd heeft u zelf besteed aan de inhoudelijke voorbereiding (lessenplan, proeven, etc.) uur.

Opmerkingen hierover:

.

.

Wilt u hieronder uw lessenplan voor "Schakelen en Regelen" weergeven?

.

.

.

.

.

.

.

.

.

LERARENVRAGENLIJST

Heeft u toetsen/proefwerken gegeven?

ja/nee

Zo ja, dan zouden wij het op prijs stellen als u (een copie) van de opgaven bijsluit.

Heeft u materiaal bijgemaakt, in welke vorm dan ook?

ja/nee

Zo ja, dan zouden wij het op prijs stellen als u een copie daarvan bijsluit.

KRITIEK OP HET MATERIAAL

Hieronder kunt u uw positieve en negatieve opmerkingen over de afzonderlijke delen van het materiaal kwijt (te lang, te kort, weglaten, inkorten, te moeilijk, voorstellen voor verbetering, etc.).

Themaboek basisdeel

.
.
.
.
.
.

Themaboek theoriedeel

.
.
.
.
.

LERARENVRAGENLIJST

Themaboek onderzoeksdeel

.

.

.

.

.

Themaboek leesteksten

.

.

.

.

.

De apparatuurgids

.

.

.

De AVOL

.

.

.

LERARENVRAGENLIJST

KRITIEK OP HET TOTAALCONCEPT

Welke leerstof was te moeilijk?

.....
.....

Welke leerstof was te makkelijk?

.....
.....

Welke leerstof moet vervallen?

.....

Waarom moet ze vervallen?

.....

Welke leerstof moet worden toegevoegd?

.....

Waarom?

.....

Welke onderdelen van het lessenplan uit de AVOL (blz. 9 e.v.) zou u willen veranderen?

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

LERARENVRAGENLIJST

Noemt u a.u.b. drie bijzondere voordelen van "Schakelen en Regelen"

.....

.....

.....

Noemt u a.u.b. drie bijzondere nadelen van "Schakelen en Regelen"

.....

.....

.....

Gaat u "Schakelen en Regelen" volgend jaar weer gebruiken? ja/nee

Dr.E.Zwijnenberg
Nic.Beetskade 40
1817 EB ALKMAAR
Tel.072 - 125682

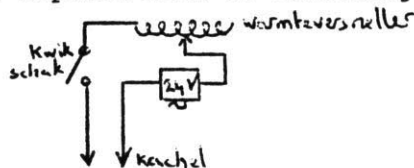
Alkmaar, 24 oktober 1981

PLON,
Lab.Vaste Stof
Postbus 80008
3508 TA UTRECHT

Mijne Heren,

Deze week ontving ik van uitg.Nib de experimentele uitgave "SCHAKELEN en REGELEN". Volgens mij komen daarin op blz. 54 twee ernstige fouten voor:

In het schema op blz. 54 staat de warmteversneller constant op 24 V! Dat is bepaald niet de bedoeling. Het schema moet zijn:



Het warmteversnellingselementje staat dus in serie met de kwikschakelaar en met de elektromagnetische gasklep. Men spreekt niet voor niets over een "tweedraads-thermostaat". Aangezien de weerstand van het warmteversnellingsweerstandje kleiner is dan die van de gasklep, wordt de stroom I vrijwel alleen bepaald door de weerstand van de gasklep. Het in het warmteversnellingselementje ontwikkelde vermogen is derhalve $P=I^2R$, waarbij R de weerstand van het elementje. Dit brengt mij op de tweede fout op blz.54:

Er staat: "Een kortere weerstandsdraad warmt het bimetaal sneller op." Dat moet dus zijn: een langere weerstandsdraad! Bij de constructie van mijn thermostaat van Honeywell is dat ook duidelijk te zien. Op dat elementje staat: "longer", en als men de looper in die richting beweegt, wordt de weerstand kleiner. Dus de warmteontwikkeling kleiner, dus het opwarmen van het bimetaal langzamer, dus langere aan/uit perioden. Op het elementje van mijn thermostaat staat ook nog een schaalverdeling ¹⁾ die betrekking heeft op de stroom die naar de gasklep loopt. Je kunt goed zien dat als die stroom groter is, dat je het elementje een kleinere weerstandswaarde moet geven (om toch eenzelfde $P=I^2R$ te houden). Je kunt zelfs zien¹⁾ dat men een poging doet om R dan kwadratisch te laten afnemen: het isolatiemateriaal waarop het weerstandsdraad zit gewikkeld loopt taps toe. Enfin, dat is voor Uw publicatie allemaal niet van belang. Waar het omgaat is: tekening veranderen, en "sneller" veranderen in "langzamer", of "korte" in "langere".

Wellicht kunt U een en ander nog in een erratum verwerken, want nu worden de leerlingen wel behoorlijk in verwarring gebracht.

Met vriendelijke groeten,

hoogachtend,

¹⁾ Ook op de foto op blz. 54 zichtbaar

Les 1 t/m 4.

In één les doen de 11 één van de volgende onderzoeken in de vorm van een circuspraktikum:

- onderzoek 1
- onderzoek 2
- onderzoek 3 (LDR, blz. 13 t/m 16)
- onderzoek 3 (relais, blz. 17 t/m 19)

De 11 dienen elk onderzoek te hebben gedaan. De onderzoeken staan klaar in 3-voud. Wijs de 11 erop, dat ze eerst de doe-opdrachten doen en daarna de reken-opdrachten maken.

Huiswerk:

Na les 1: opdrachten evt. afmaken, theorie hfst. 1 leren.

les 2: opdrachten afmaken, theorie hfst. 2 leren en de opdrachten daaruit maken.

les 3: opdrachten afmaken, theorie hfst. 3 leren.

les 4: opdrachten afmaken, theorie hfst. 4 leren en de opdrachten daaruit maken.

Voor het bestuderen van het theoriedeel is het soms verstandig ES er op na te slaan.

Les 5.

Basisdeel nabespreken. De rekenopdrachten hieruit nakijken. Deze moeten op een transparent staan.

Theoriedeel nabespreken. De opdrachten nakijken. Deze moeten op een transparant staan.

Huiswerk: Theorie hfst. 5 leren.

Les 6 t/m 9.

Uitvoeren van een keuze-onderzoek. Beschikbaar zijn:

- onderzoek 1 in 2-voud
- onderzoek 2 in 1-voud
- onderzoek 3 + 4 in 3-voud
- onderzoek 5 in 2-voud
- onderzoek 6 in 2-voud
- onderzoek 7 (erg open opdracht) in 1-voud

Huiswerk: Na les 6: leestekst 1, werken aan het verslag.

Na les 7: leestekst 2 en 5, werken aan het verslag.

Na les 8: leestekst 4, werken aan het verslag.

Afronding: Zakelijk verslag (alleen antwoorden op vragen en opdrachten uit de tekst). Telt mee als overhoring (2 p.w.)

NAAM:

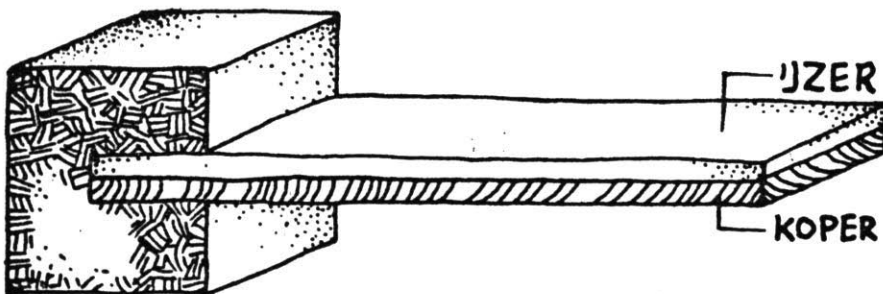
KLAS:

Schrijf achter elk antwoord de eenheid.
Berekeningen op dit blaadje erbij schrijven.
Veel succes.

1. Voor koper is de lineaire uitzettingscoëfficiënt $1,7 \times 10^{-5}/K$.
Dat betekent dat een staaf koper van één meter lang bij $1^{\circ}C$ temperatuurverhoging $1,7 \times 10^{-5}m$ uitzet.
Voor ijzer is de lineaire uitzettingscoëfficiënt $1,2 \times 10^{-5}/K$.
- a. Bereken hoeveel mm een ijzeren staaf van 2 meter lengte uitzet bij verwarming van $20^{\circ}C$ tot $70^{\circ}C$.

.....
.....

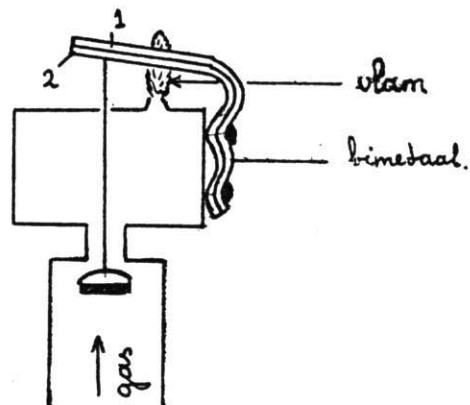
b.



Dit bimetaal van ijzer en koper buigt bij temperatuurverhoging naar boven/beneden.

- c. In een gasgeiser wordt een bimetaal gebruikt als beveiliging:

Metaal 1 is het metaal met de grootste/kleinste lineaire uitzettingscoëfficiënt.



- d. In een kamerthermostaat zorgt een spiraalvormig bimetaal en een kwikschakelaar voor het contact.

In de volgende situatie zal de c.v. ketel branden:

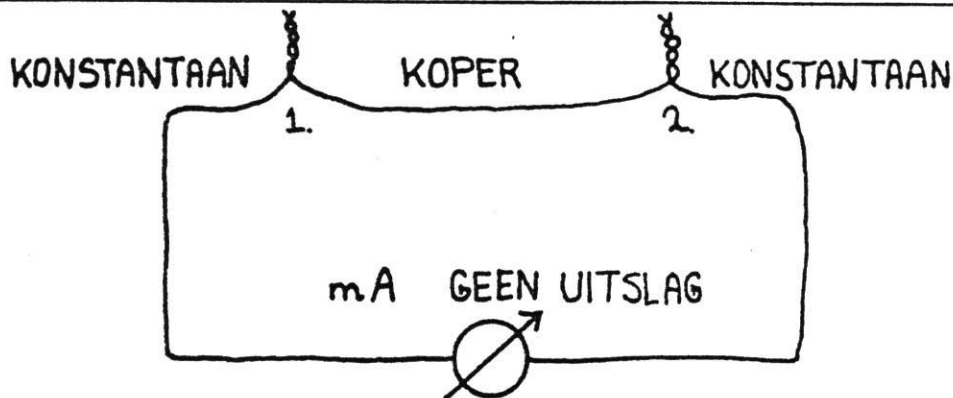


Beschrijf wat er nu achtereenvolgens gebeurt met de temperatuur in de kamer, het bimetaal, de kwikschakelaar en de c.v. ketel.

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

BIJLAGE D3

2.



Als je een brandende lucifer onder las één houdt slaat de ampèremeter uit naar rechts.

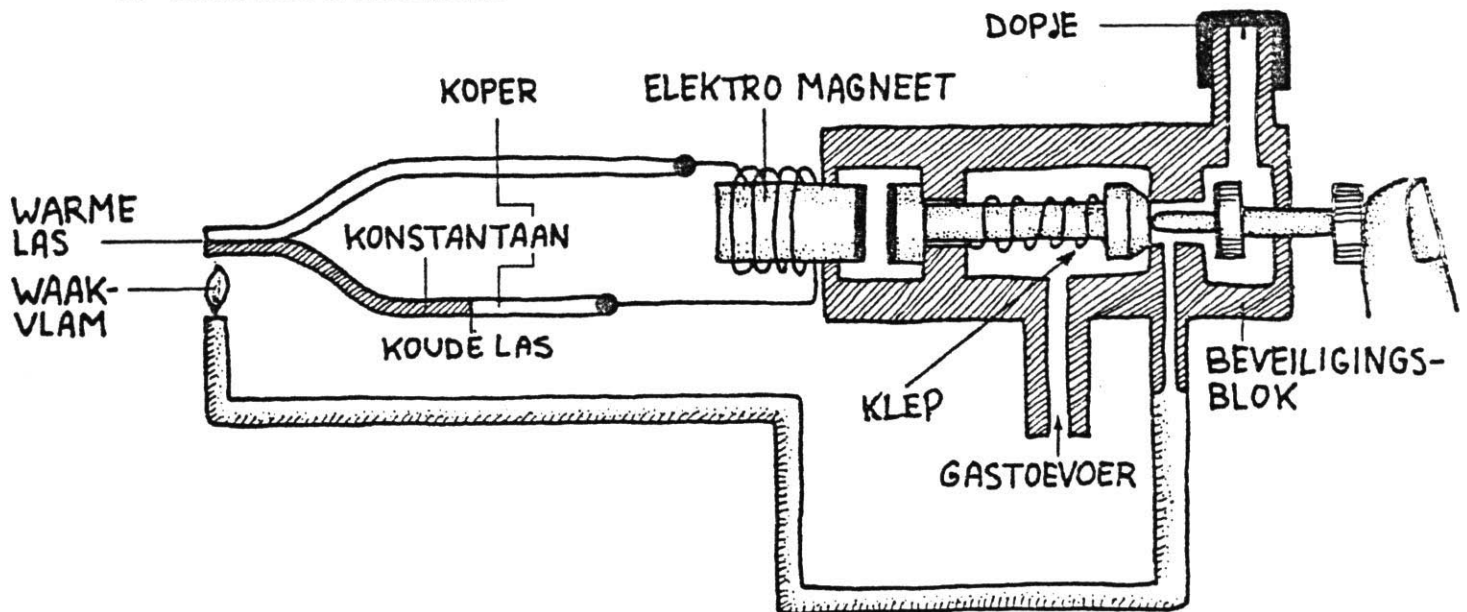
- a. Wat gebeurt er met de uitslag van de ampèremeter als je de lucifer onder las twee houdt?

.....

- b. Wat gebeurt er met de uitslag van de ampèremeter als je las één en las twee evenveel verhit?

.....

- c. Waakvlambeveiliging:



Leg de werking van deze waakvlambeveiliging uit. Gebruik hierbij de woorden: thermokoppel, elektromagneet, klep, gastoevoer, waakvlam.

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

3. De soortelijke weerstand van messing is $6 \times 10^{-8} \Omega \text{m}$.

Bereken de weerstand van een messingdraad van één meter lang en een doorsnede van $0,01 \text{ mm}^2$.

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

4. Lichtsterkte kan je meten met een belichtingsmeter.

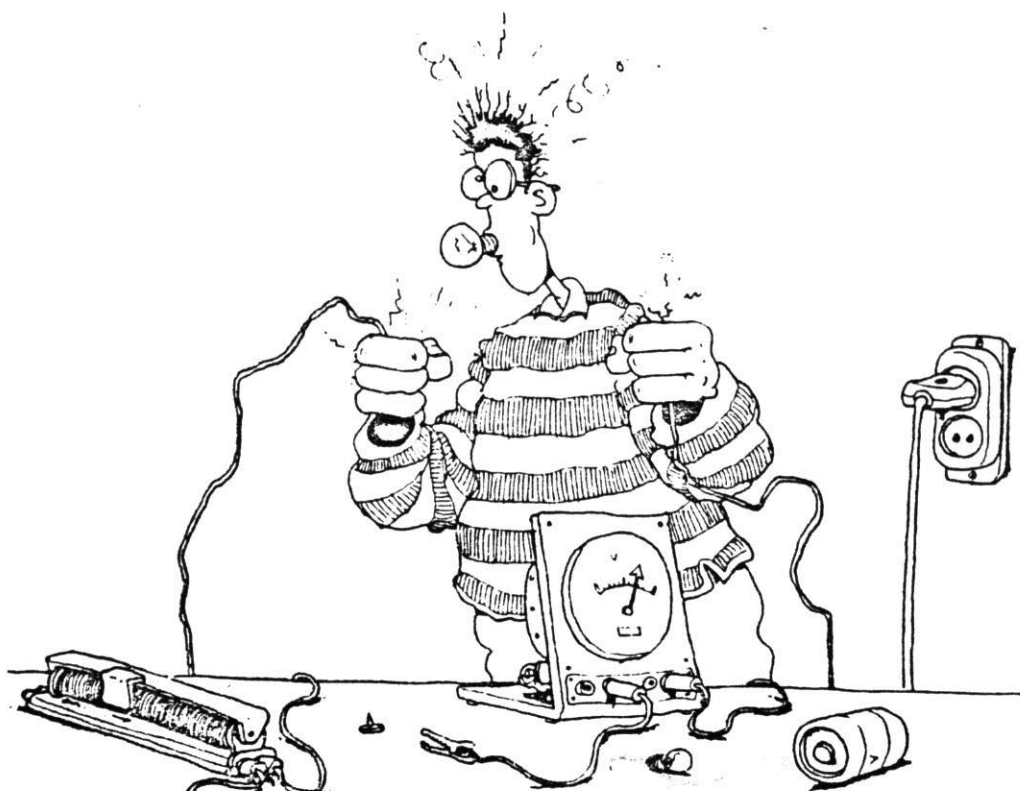
In een bepaald type zit een batterijtje en een LDR.

— Leg uit hoe dit type belichtingsmeter werkt.

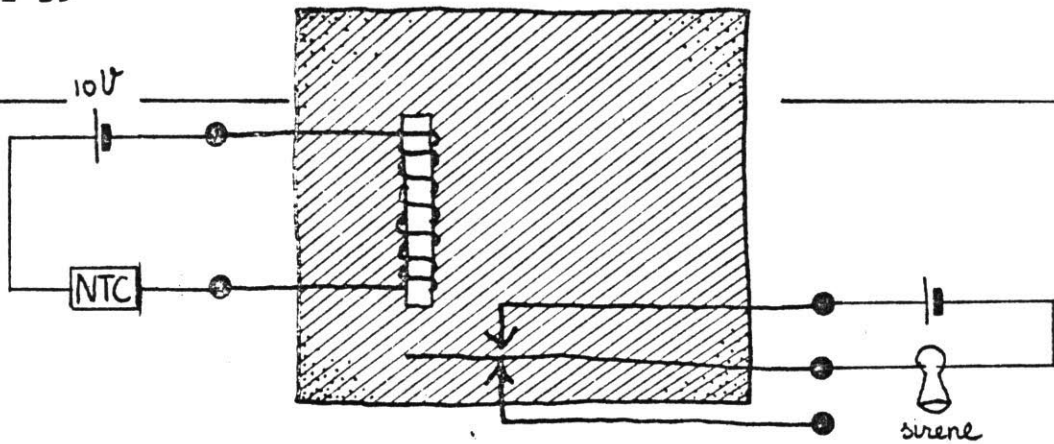
— Maak hierbij gebruik van een schematische tekening.

.....tekening:

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



5.



Je ziet hier een schema van een brandbeveiliging. Hierin wordt gebruik gemaakt van een relais en een NTC (warmtegevoelige weerstand).

a. Op het relais staat: 6 Volt, 600Ω.

Bereken bij welke stroom dit relais schakelt.

.....

.....

.....

b. Bereken de totale weerstand (van spoel en NTC) als het relais schakelt.

.....

.....

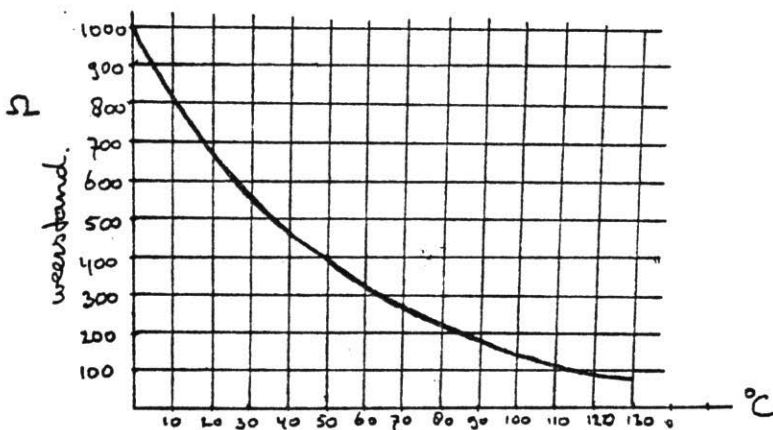
.....

c. Hoe groot is dan de weerstand van de NTC?

.....

.....

d. Hier zie je een grafiek van de weerstand van de NTC uitgezet tegen de temperatuur:



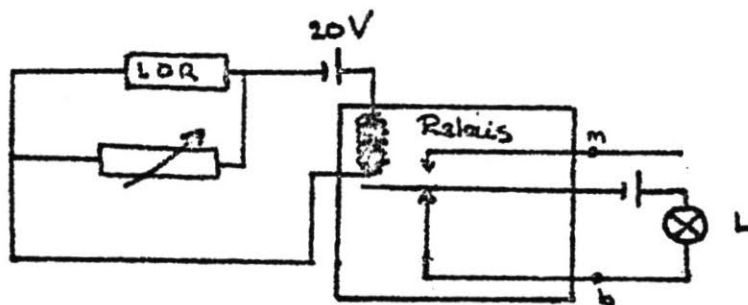
Bij welke temperatuur schakelt het relais, waardoor de sirene gaat werken?

.....

.....

- ① Sjaak krijgt opdracht om de elektrische weerstand van een stuk ijzerdraad te bepalen
- Welke apparatuur heeft Sjaak nodig?
 - Laat d.m.v. een tekening zijn proefopstelling zien.
 - Als 1 meter ijzer draad van 0.1 mm^2 een weerstand van $1,2 \Omega$ heeft, bereken dan de weerstand van een stuk ijzerdraad van 5 meter en 2 mm^2

2



figuur 2.

In figuur 2. zie je een LDR parallel geschakeld met een regelbare weerstand.

- Bij een stroom van 50 mA schakelt het relais. Als er een stroom van 10 mA door de LDR gaat hoe groot moet dan de weerstand van de regelbare weerstand zijn om de relais te laten schakelen?
 - Bedenk zelf een praktisch voorbeeld waarbij je de opstelling in figuur 2. zou kunnen gebruiken.
 - Wat kan je m.b.v. de regelbare weerstand in je voorbeeld van b. regelen of variëren? Geef 'n verklaring!
- 3 Een leerling gaat de weerstand van een lampje bepalen met behulp van de opstelling in fig. 3.

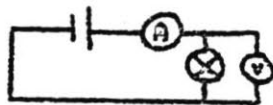
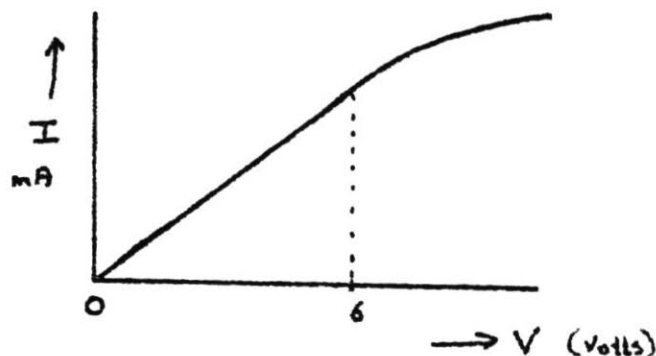


fig. 3

de meetresultaten vind je in nevenstaande grafiek.



- Wat kan je zeggen over de weerstand van het lampje tussen 0 en 6 V?
- Verklaar het verloop van de grafiek bij een spanning groter dan 6 V.

BIJLAGE D4

- ④ Je krijgt zo 'dadelijk 2 koolstofweerstand te zien. Met behulp van onderstaande tabel moet je de weerstand gaan bepalen!

KLEUREN WEERSTANDEN

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
										1 ^e RING
										2 ^e RING
										3 ^e RING (AANTAL NULLEN)
ZWART	BRUIN	ROOD	ORANJE	GEEL	GROEN	BLAUW	PAARS	GRYS	WIT	4 ^e Ring: goud 1% zilver 5% bruin 10%

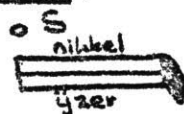
- ⑤ Op een lamp staat 12 V en 24 W
- Wat betekenen deze getallen
 - Hoe groot is de weerstand van deze lamp
 - Hoe groot is de stroomsterkte bij een spanning van 12V.
- We sluiten nu de lamp aan op een spanningsbron van 6 V
- Wat is nu de stroomsterkte.
 - Wat is nu de weerstand.
 - Hoe groot is nu het vermogen van de lamp.



- ⑥ In figuur 6 zijn vier bimetaal strips afgebeeld.
- Beredeneer m.b.v. onderstaande gegevens welke strip(s) geschikt is (zijn) om met S contact te maken als de temperatuur stijgt.
 - Welke strip is het meest geschikt om bij kleine temperatuurstijgingen contact te maken.

Gegeven: lin. uitzettingscoef.

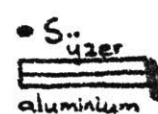
ijzer	1,2
nikkel	1,3
aluminium	2,4



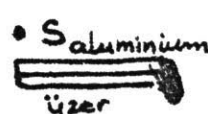
(a)



(b)



(c)



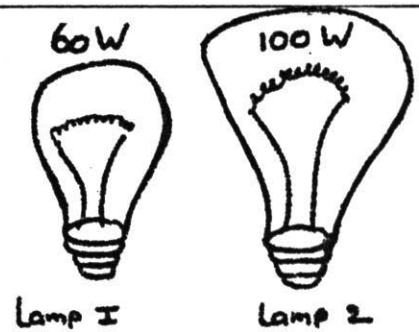
(d)

figuur 6.

- 7 Hiernaast zijn twee verschillende gloeilampen afgebeeld.
Hans en Wim beginnen een gesprek hierover.

Hans zegt: lamp 1 moet een langere gloeidraad hebben

Wim zegt: Dat hoeft niet zo te zijn!



gegeven: beide gloeilampen zijn van wolfram gemaakt!

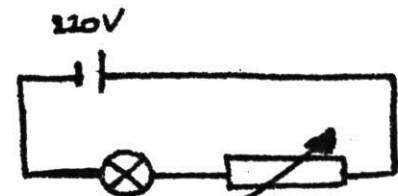
- Welk argument zou Hans kunnen hebben?
- Welk argument zou Wim kunnen hebben gehad?

- 8a Maak zelf een opstelling voor een knipperlicht installatie geef daarbij een lijst van benodigdheden en een korte beschrijving van de werkwijze.

- Geef twee dingen aan die je zou kunnen veranderen in je opstelling opdat het lampje sneller zal gaan knipperen. Geef hierbij ook een verklaring.
- Wat zal er gebeuren als je het lampje vervangt door een lampje met een grotere weerstand? Verklaar!

- 9 Met de schakeling van figuur 9. kan de lichtopbrengst van de lamp worden geregeld met een regelbare weerstand.

We stellen de regelbare weerstand zo in dat de stroomsterkte door de lamp $0,3 \text{ A}$ is de weerstand van de lamp is dan 480Ω



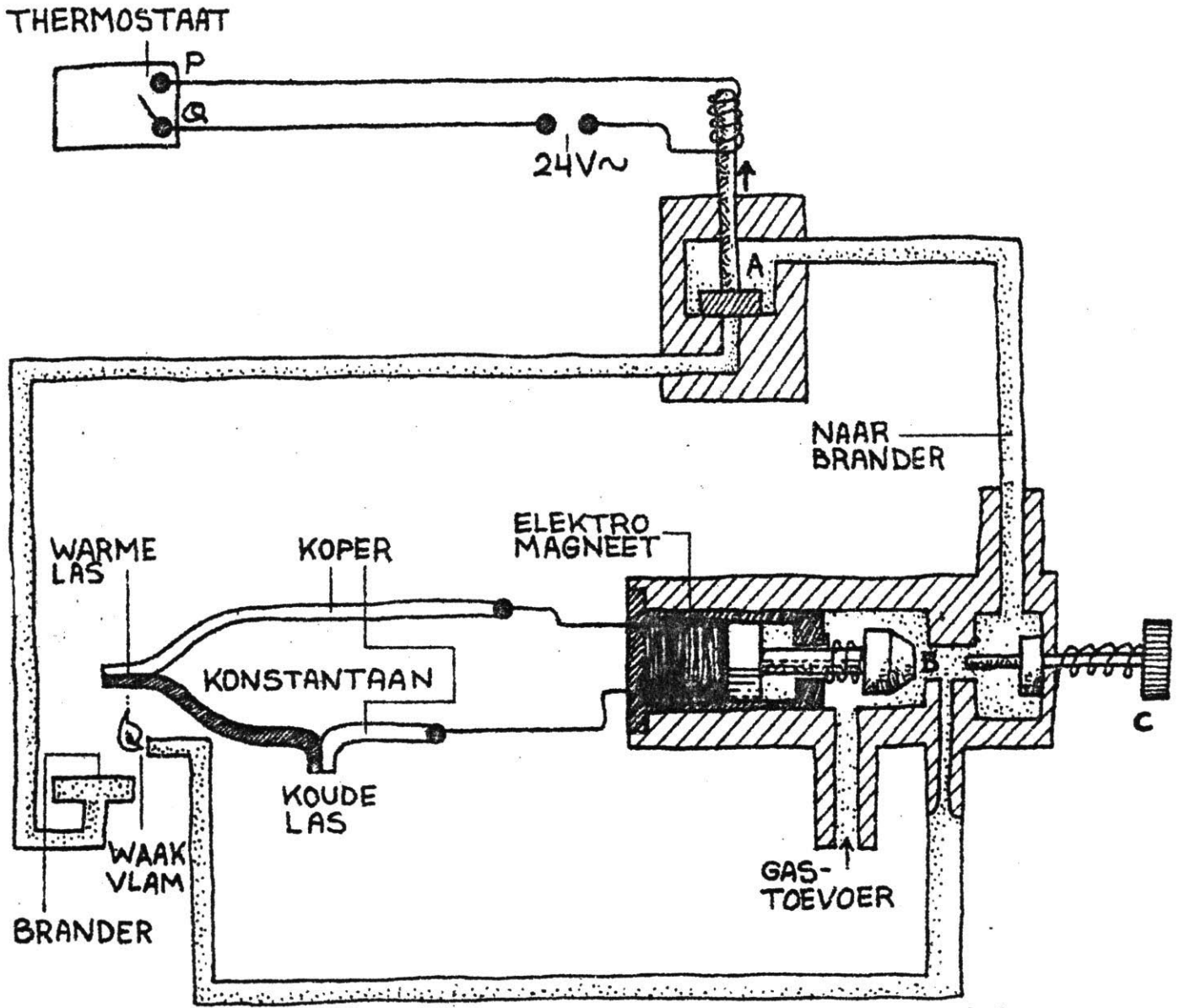
figuur 9.

- Bereken de waarde van de regelbare weerstand.
- Bereken het opgenomen vermogen van de lamp.

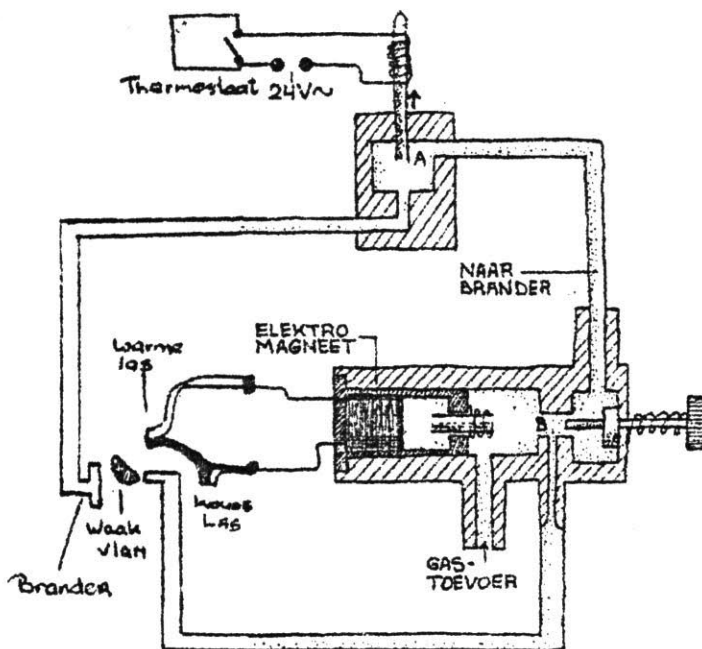
- 10 In figuur 10 zie je het schema van het regelsysteem van de brander van de ketel van een centrale verwarming.

- Wat is de functie van de thermostaat?
- De waakvlam brandt, de thermostaat staat op 20 graden ingesteld, als de kamertemperatuur 18 graden is, beschrijf dan m.b.v. figuur 10 a. wat er gebeurt teken in fig. 10 a. de stand van de kleppen en de richting van de gas-stroom.
- De kamerlucht heeft nu een temperatuur van 20 graden bereikt. De thermostaat zal zorgen dat de brander uitgaat. Toch zal de kamertemperatuur nog oplopen. Verklaar dit verschijnsel.
- De bij c. gesignaleerde temp. schommelingen worden in de praktijk verminderd door een zogenaamde warmteversneller.
Waar wordt dit apparaat geschakeld en hoe werkt het?
- Nu gaat de waakvlam uit. Beschrijf m.b.v. fig. 10 b. wat er gebeurt en teken in fig. 10 b. de stand van de kleppen en de pijlen van de gasstroom.

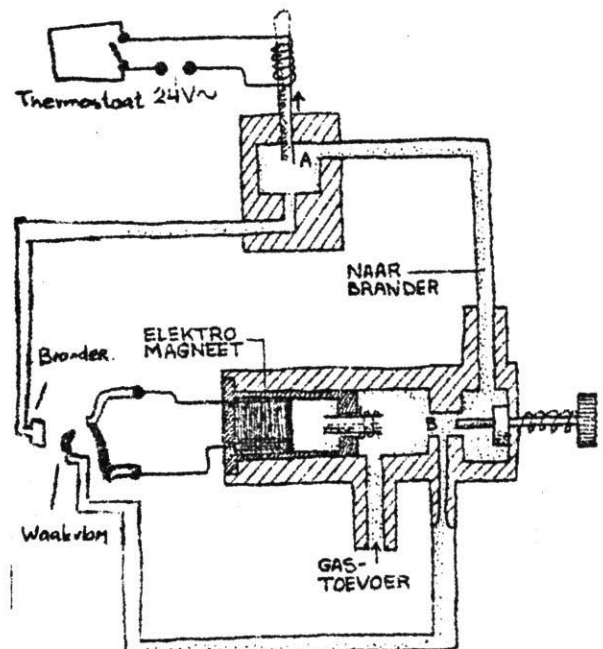
BIJLAGE D4



Figuur 10.



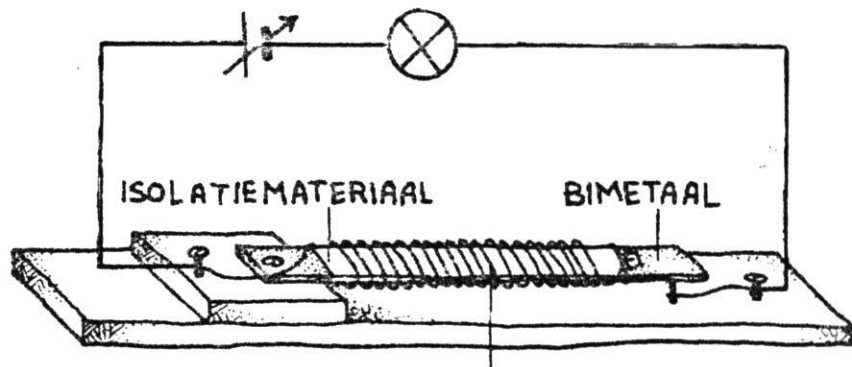
Figuur 10 a.



Figuur 10 b.

11. Het Knipperlicht

a Leg uit hoe het knipperlicht werkt



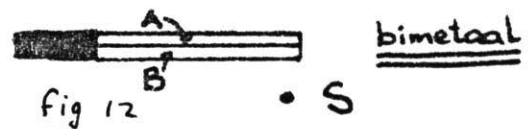
b Waarom is er isolatie materiaal gebruikt in de opstelling van hierboven?

c Geef 3 manieren aan waardoor je de frequentie van het knipperlicht kan vergroten, licht je antwoord toe!

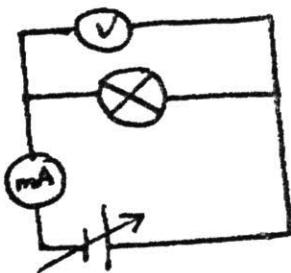
12. In deze opdracht moet je het materiaal voor het maken van een bimetaal zelf bepalen m.b.v. de bijgeleverde tabel

Je moet er zorg voor dragen dat het bimetaal na verwarmen contact maakt met S

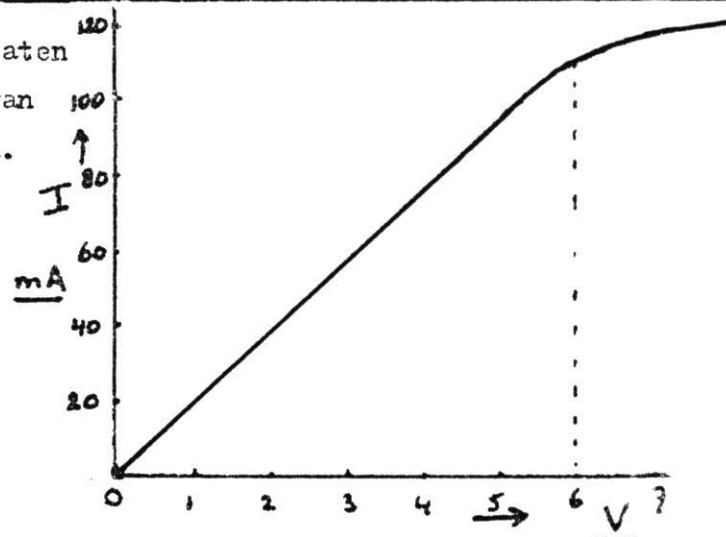
- Ik neem voor - A
- B



13. In de grafiek van figuur 13 a staan de resultaten uitgezet van een meting aan de opstelling van figuur 13 b. De spanning is telkens opgevoerd.



figuur 13 b.



figuur 13 a.

BIJLAGE D4

a Bereken de weerstand van het lampje tussen 0 en 6 Volt

b Als de spanning groter wordt dan 6V vertoont de grafiek een kromming, probeer dit verloop te verklaren

14.

Het relais van figuur 14 schakelt met het maakcontact als er een stroom loopt van 50 mA in de eerste stroomkring.

a Als de LDR een stroom doorlaat van 30 mA bereken dan wat de weerstandswaarde van R moet zijn zodat de relais gaat schakelen.

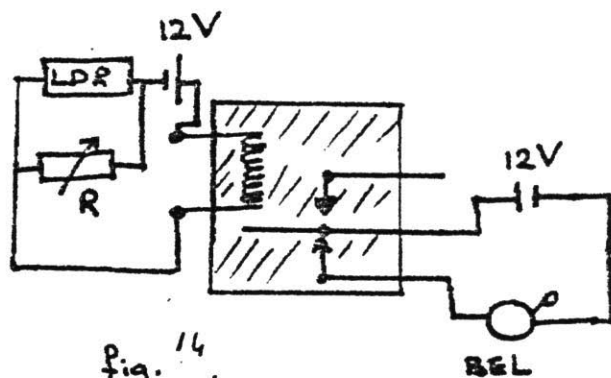


fig. 14

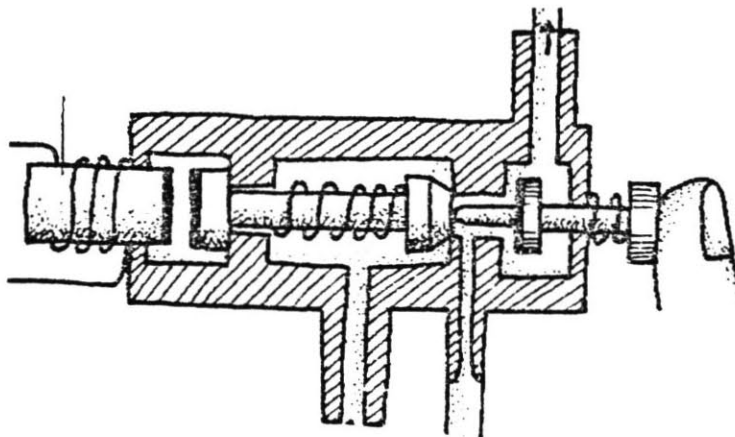
b We gaan de opstelling van figuur 14 gebruiken als ROCKMELDER. Stel nu dat je de variabele weerstand R groter wordt wat gebeurt er dan met de gevoeligheid van de rockmelder? Verklaar je antwoord!!

15. In onderstaande figuur staat het gasblok afgebeeld, wat we gebruiken om een opstelling te maken van een C.V. regelsysteem.

a Maak zelf deze opstelling compleet door in onderstaande figuur de volgende elementen te tekenen met hun aansluitingen:

1. gasklep 2. thermostaat 3. thermokoppel 4. de waakvlam 5. de brander voor de ketel.

b Beschrijf wat er gebeurt als de waakvlam plotseling uitgaat terwijl de C.V. in werking is



Hieronder staan enkele screeningspracticumopgaven die door het PLON ontwikkeld zijn. Meer voorbeelden vindt u in de PLON-publicatie "Toetsing van praktische vaardigheden in proefwerk of schoolonderzoek".

9.

ELEKTRISCHE SCHAKELINGEN/SCHAKELEN EN REGELEN.

NAAM:

. Bouw met het beschikbare materiaal een thermokoppel.

☐

a. Maak een schets van het door jou gemaakte thermokoppel. Zet de namen van de gebruikte materialen er in de schets bij: welk deel is van constantaan en welk deel van koper?

Schets thermokoppel:

☐

b. Sluit een milliampèremeter aan op het thermokoppel. Geef aan wat je moet doen om het thermokoppel stroom te laten leveren. Je mag daarbij de kaars gebruiken.

☐

c. Lees de grootste uitslag van de milliampèremeter af.

aanwijzing milli-
ampèremeter

Blaas de kaarsvlam uit en lever het door jou gemaakte thermokoppel in bij je leraar.

AVOL bij:

Proef 9.

a. Opstelling:

Gegeven: koperdraad
constantaandraad
schaar of tang
milliampère-meter (1 mA)
kaars met lucifers

b. Extra voorzieningen:

"Lever je thermo-koppel bij de leraar in"

De leraar moet steeds controleren of dat gebeurd is.

c. Eigen metingen van de leraar:

Meet zelf ook de grootste uitslag: het gaat om de orde van grootte.
Bekijk ongeveer de grenzen: hoog in de vlam of laag in de vlam.

d. Doel van de proef:

- het maken van een thermo koppel
- het aantonen van de werking ervan.

e. Beoordeling:

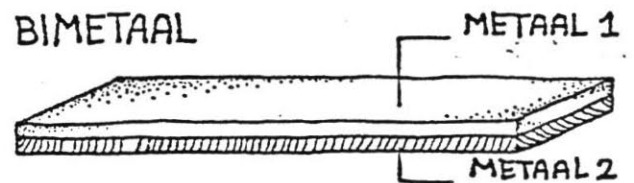
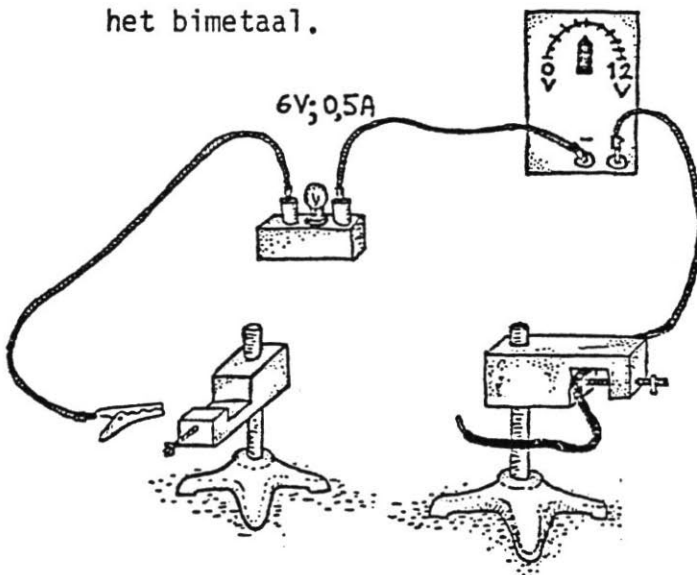
- a. 5 punten
- b. 4 punten
- c. 1 punt

10.

ELEKTRISCHE SCHAKELINGEN/SCHAKELLEN EN REGELEN.

NAAM: _____

In de getekende opstelling ontbreekt het bimetaal.



- ☐ a. Verwarm het bimetaal in de kaarsvlam. Schets hoe het bimetaal er na verwarmen uit ziet. Geef in de schets aan wat metaal 1 en wat metaal 2 is.

Schets van het bimetaal na verwarmen:

- ☐ b. Je wilt de hierboven getekende opstelling gebruiken om met behulp van het bimetaal een brandalarm te maken. Teken in de opstelling hierboven het bimetaal zó, dat bij temperatuurstijging van het bimetaal het lampje gaat branden. Geef bij het door jou getekende bimetaal aan wat metaal 1 en wat metaal 2 is.

AVOL bij:

Proef 10

a. Opstelling:

De leerlingen krijgen een bimetaal en de getekende opstelling.
Ze krijgen ook een brander met lucifers.

b. Extra voorzieningen:

Op het bimetaal aangeven: metaal 1 en metaal 2.

De spanningsbron fixeren.

"Verander niets aan de schakeling behalve het bimetaal"

c. Eigen metingen van de leraar:

Ga na naar welke kant het bimetaal krom trekt bij verwarming.

Ga na of de opstelling niet te makkelijk ontregeld raakt.

d. Doel van de proef:

Het instellen van het bimetaal.

Het regelen van een schakeling (brandalarm).

e. Beoordeling:

a. 3 punten.

b. 7 punten.

11.ELEKTRISCHE SCHAKELINGEN/SCHAKELEN EN REGELEN.

NAAM: _____

Je hebt de beschikking over een spanningsbron van 6V, een lampje van 6V/0,05 A, een LDR en een zaklantaarn.

☐

- a. Maak een schakeling waarin het lampje gaat branden als je de LDR met de zaklantaarn belicht. Teken het schakelschema van je opstelling.

schakelschema:

☐

- b. Brandt het lampje niet, zwak of voluit als je de LDR niet belicht?

het lampje brandt

☐☐

- c. Brandt het lampje niet, zwak of voluit als je de LDR wel belicht?

het lampje brandt

☐

Breek de door jou gemaakte schakeling weer af.

AVOL bij:

Proef 11.

a. Opstelling:

De genoemde onderdelen en wat snoertjes moeten aanwezig zijn.

b. Extra voorzieningen:

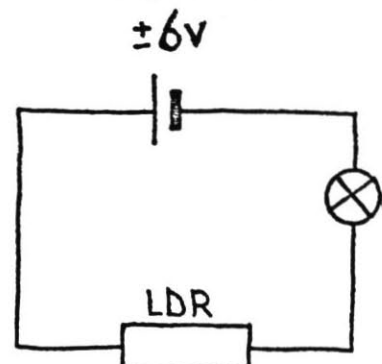
Spanningsbron fixeren

Aangeven wat de LDR is

Eventueel een zwart doekje om het licht op de LDR weg te nemen.

c. Eigen meting door de leraar:

De volgende schakeling kan gemaakt worden:



Het lampje is uit als de LDR onbelicht of zwak belicht is. Het lampje brandt (maar niet voluit als de LDR met de zaklantaarn belicht wordt). Controleer dat.

d. Doel van de proef:

Regelschakelingen met een LDR maken.

e. Beoordeling:

De vragen b en c dienen om te controleren of de juiste schakeling is gemaakt.

Onderdeel a.: 5 punten.

Onderdeel b + c samen: 5 punten.

1. Introductie:

- a. Wordt de doelstelling van de proef goed uiteengezet.
- b. Wordt duidelijk gemaakt, hoe de taakverdeling is.
- c. Worden de ondervonden problemen verteld.
(ziekte, tijdnood, pech, meters kapot)
- d. Is er een nieuw onderzoek aan toegevoegd. Is er eigen werk bij.
- e. Wordt verteld, hoe men aan informatie, materiaal, lectuur is gekomen.

2. Inhoud.:

- a. Heeft men het doel bereikt.
- b. Zijn de gevonden resultaten duidelijk.
- c. Hoe is het nieuwe onderzoek aangepakt.
- d. Worden er goede conclusies getrokken.
- e. Is men eerlijk in het geven van de resultaten, ook al kloppen de gegevens niet helemaal.
- f. Kan men aangeven waar vermoedelijk fouten zijn gemaakt.

3. Uitvoering:

- a. Hoe wordt de proef gedaan. (totaal, droog, zonder materiaal)
- b. Gebruikt men tekeningen, tabellen, gemaakte spullen, meegebrachte voorwerpen)
- c. Spreekt men duidelijk, leest men niet teveel op.
- d. Wordt de klas erbij betrokken.
(ll als proefkonijn gebruiken)
- e. Kan iedereen alles zien.
- f. Komt iedereen van de groep aan bod.

3. Samenwerking.

Wordt eerlijk verteld, hoedeze was, waar problemen lagen en hoe men het onderzoek vond.

4. Beantwoording van vragen.

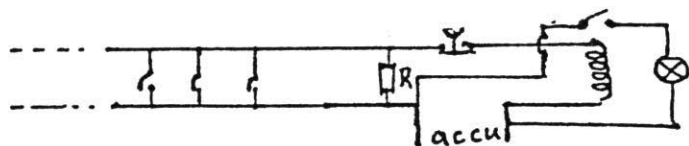
- a. Blijkt uit de beantwoording, dat de zaak begrepen is.
- b. Krijgt iedereen van de groep de gelegenheid te antwoorden.
- c. Is men helder en duidelijk.

Ideeën voor open opdrachten bij "Schakelen en Regelen" (ook als onderdeel voor een schoolonderzoek) zouden kunnen zijn:

- onderzoek het gebruik van regelsystemen in huis, bijvoorbeeld thermostaat en tijdsinstelling van elektrische kookplaten, ovens (eventueel bezoek aan handelaar)
- hoe slaat een (oude) pick-up af?
- onderzoek regelschakelingen in auto's (knipperlicht, controlelampjes van contactsleutel en dergelijke)
- oude historische schakelsystemen (meestal mechanisch), bijvoorbeeld van Leonardo da Vinci (onder andere de hodometer, zie bijvoorbeeld de uitvindingen van Leonardo da Vinci, Charles Gibbs-Smith, uitg. de Haan, 1978), klokken en dergelijke
- pneumatische regelsystemen (zie onder andere "Leven in Lucht", thema-boek pag. 54)
- moderne schakelsystemen met elektronische componenten
- ontwerp zelf een schakeling voor een stoplicht
- ontwerp een regelschakeling voor een zonnecollector: de pomp moet afslaan als het water in de zonnecollector afkoelt in plaats van opwarmt.

Proefschoolleraar Jan Roelofs (Maasveld Mavo, Blerick) gebruikt de volgende open opdrachten:

1. Een (bijna) wasautomaat: Na een "start" wordt automatisch een blik voor 3/4 deel met water gevuld, het water wordt vervolgens verwarmd tot 60°C en als teken van triomf gaat dan een lampje branden.
Materiaal: Luchtdrukschakelaar, magn. waterklep (24 V), 30-60-90°C thermostaat verwarmingselementje (24 V, 4 A) en een langzaam draaiende schijf waarop een programma geplakt kan worden.
2. Het ontwerpen van een stopsignaalschakeling voor in een bus.
Op veel plaatsen kunnen passagiers de rode waarschuwinglamp "aan" maken. De lamp blijft branden totdat de chauffeur op een knop duwt.

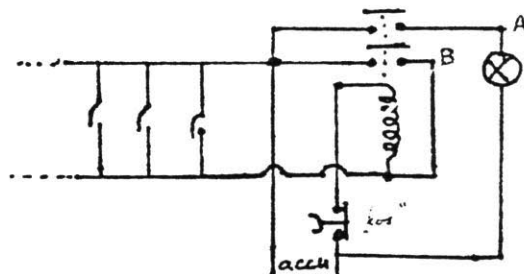


A met een enkelvoudig relais

Bepaal I_{houd} en $I_{\text{bekrachtiging}}$

Bepaal $R_{\text{min.}}$ en $R_{\text{max.}}$

$$\text{Neem } R = \frac{R_{\text{min.}} + R_{\text{max.}}}{2}$$



B met een samengesteld relais

(Bovenstaande schakelaar kan zelfs weg; dan A of B aansluiten).

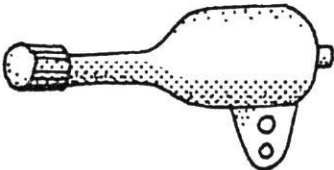
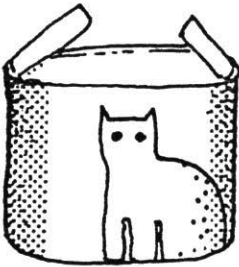
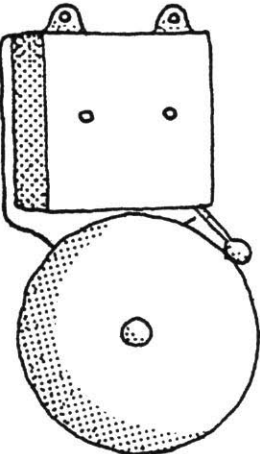
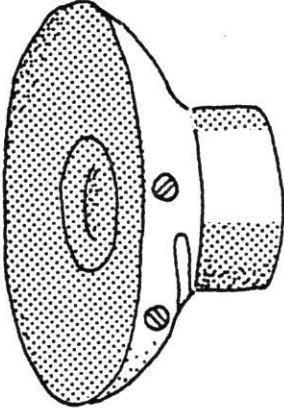
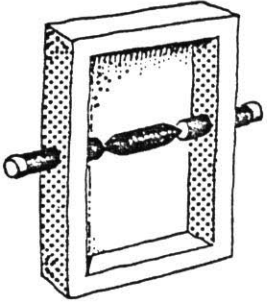
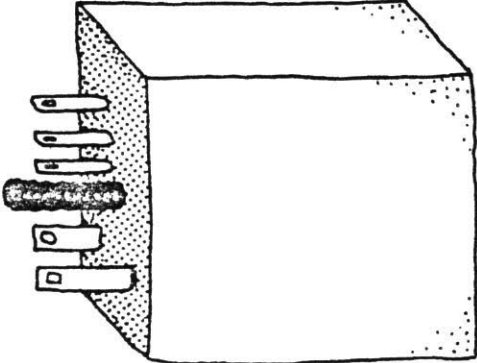
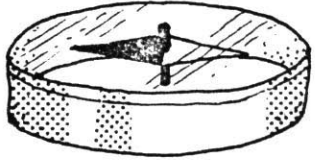
3. De warmteversneller (een temp.-tijd recorder is nodig).

- A Het temp. verloop en $P_{\text{gem.}}$ bij uitgeschakelde warmteversneller
- B Het temp. verloop en $P_{\text{gem.}}$ bij een klein-ingeschakelde warmteversneller
- C Het temp. verloop en $P_{\text{gem.}}$ bij een iets groter ingeschakelde warmteversneller.

1. KAPOT DUS WEGGOOIEN ?

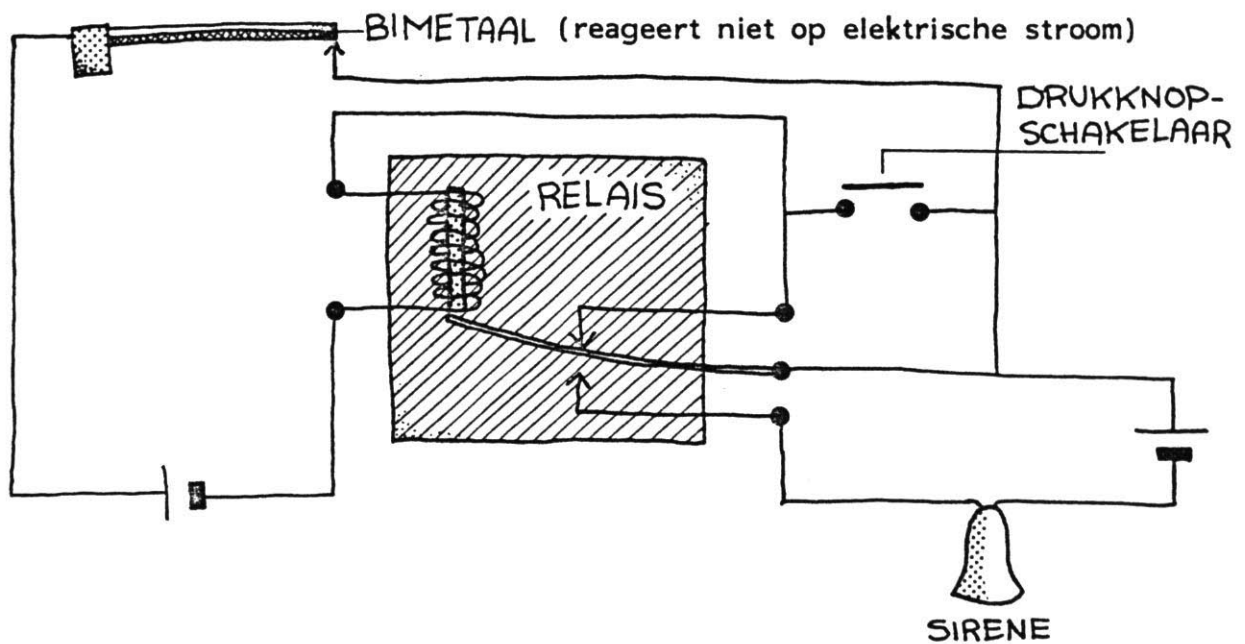
Als je een magneet wilt hebben, dan kun je die vaak krijgen door hem uit een toestel te slopen. In welke van de hieronder getekende toestellen kun je een permanente magneet vinden als je het toestel sloopt ?

Geef deze toestellen aan door een kruisje te zetten in het hokje.

		
A ☐ dynamo	B ☐ batterij	
		
C ☐ huisbel	D ☐ luidspreker	E ☐ koolmicrofoon
		
F ☐ stroomschakelaar (= relais)	G ☐ kompas	

4. EEN BRANDALARM-INSTALLATIE

Hieronder zie je een schema van een brandalarm.
De vragen gaan over de werking van dit alarm.



Je duwt de drukknop-schakelaar even in en laat hem dan weer los. Het midden-contact komt daardoor in de getekende stand te staan.

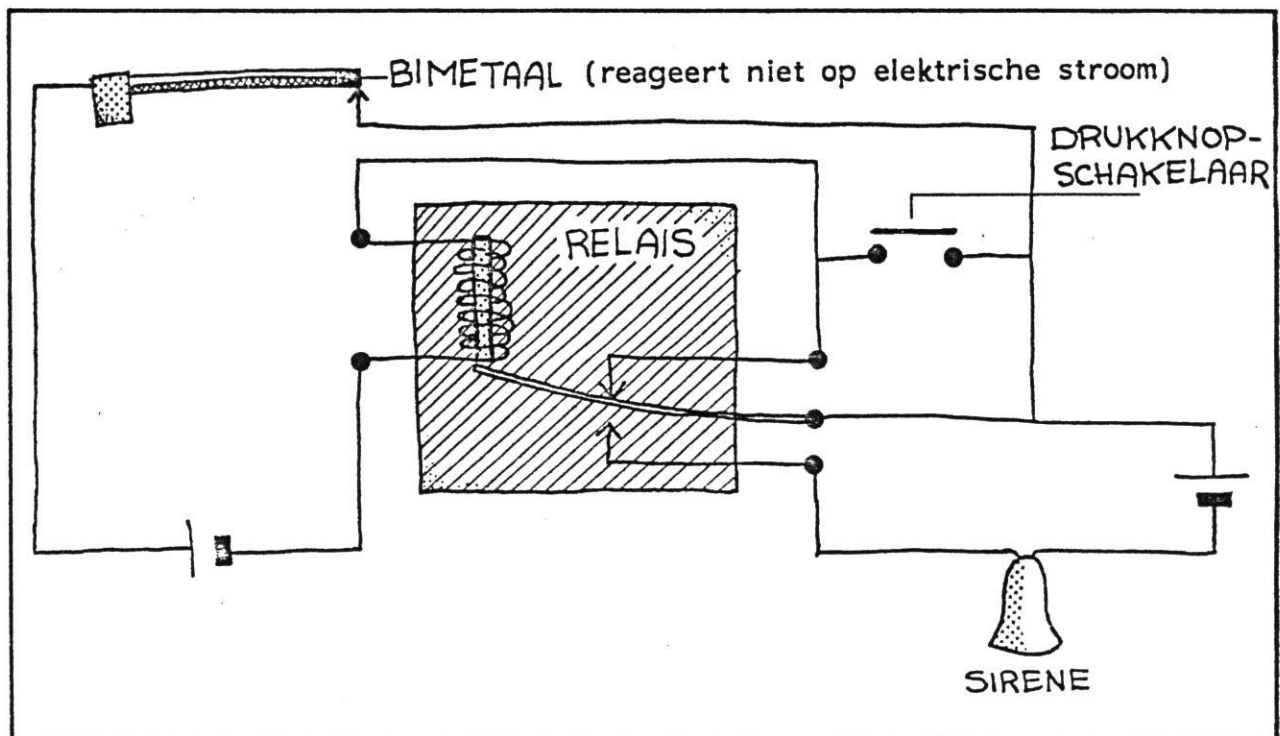
- Geef in het schema (liefst met een andere kleur) de stroomkring aan waarin de stroom nu loopt.
- Je houdt een brandende lucifer bij het bimetaal. De sirene gaat loeien. Leg uit waarom de sirene gaat loeien.

BIJLAGE D8

- c) Ook als het bimetaal niet meer verwarmd wordt, blijft de sirene loeien. Verklaar dat.

- d) Door de drukknopschakelaar weer in te drukken, houdt de sirene op. Geef ook daarvoor een verklaring.

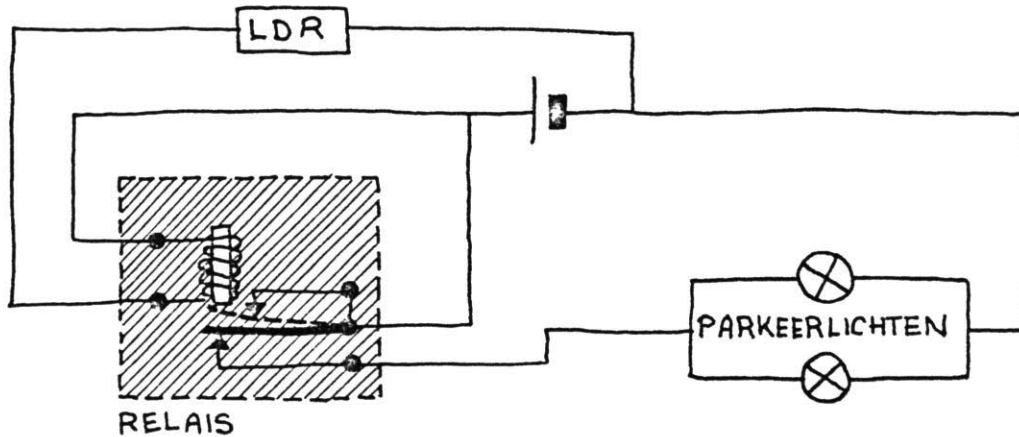
Het schema hieronder kun je gebruiken om vraag a te beantwoorden als je in het andere schema een (teken)fout hebt gemaakt.



4. PARKEERLICHT

De hieronder getekende schakeling is gemaakt om de parkeerlichten van een auto automatisch aan te doen als het buiten donker wordt.

Hierbij wordt een LDR gebruikt om een relais te schakelen.



- a) Als het donker is, staat het relais in de getekende gestippelde stand (doorhalen wat niet juist is).

Nu heeft deze automobilist nog een wens: een schakelaar waarmee de lichten aangezet kunnen worden als het buiten nog licht is.

- b) Teken in bovenstaande installatie deze schakelaar

BIJLAGE D8

5. IJZERDRAAD OF NIET ?

De draad naar het achterlicht van de fiets van Jan is kapot en moet worden vervangen. Hij vindt in de schuur nog een stuk (geïsoleerd) ijzerdraad, en besluit dit te gebruiken.

Zijn vriend Piet zegt echter: "Je moet koperdraad gebruiken, want de weerstand van ijzer is te groot. Met die ijzerdraad brandt je achterlicht bijna niet."

Gegevens: Op het lampje staat: 6 V - 0,05 A .

Er is 3 meter draad nodig met een doorsnede van $0,5 \text{ mm}^2$.

1 meter ijzerdraad met een doorsnede van $0,5 \text{ mm}^2$ heeft een weerstand van $0,220 \Omega$.

1 meter koperdraad met een doorsnede van $0,5 \text{ mm}^2$ heeft een weerstand van $0,034 \Omega$.

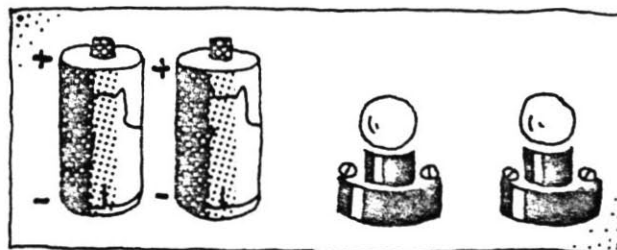
Piet heeft dus gelijk als hij zegt dat de weerstand van ijzerdraad groter is dan de weerstand van koperdraad.

Heeft Piet ook gelijk als hij zegt dat het achterlicht bijna niet brandt ?

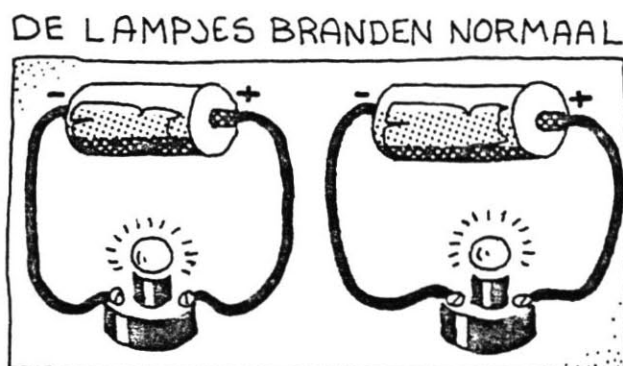
Licht je antwoord toe. Maak daarbij gebruik van de gegevens uit de tabel.

6. EEN ONJUISTE SCHAKELING

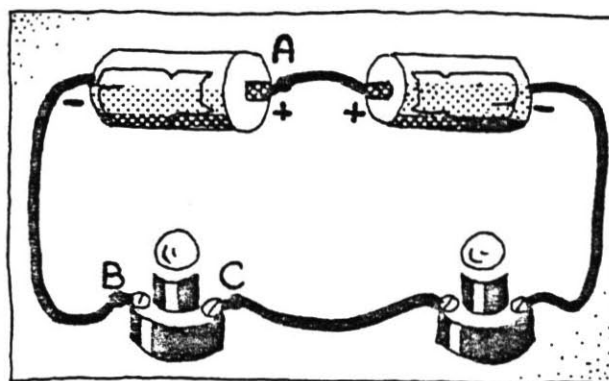
Jan heeft twee dezelfde batterijen en twee dezelfde lampjes.



Als één lampje wordt aangesloten op een batterij, dan brandt dat lampje normaal.



Jan wil nu twee lampjes en twee batterijen in één schakeling gebruiken. Hij bouwt de schakeling die hiernaast is getekend. Helaas, geen der lampjes brandt.



Jan ziet niet dat hij één van de batterijen zou moeten omdraaien.

Hij gaat nu proberen of een extra verbindingssnoer helpt.

Jan maakt met een extra snoer even een verbinding tussen de punten A en B. Op het moment van de verbinding ziet Jan het volgende:

- beide lampjes branden nu wél, én
- beide lampjes branden nu zwakker dan normaal.

BIJLAGE D8

a) Schrijf hieronder op hoe het komt dat beide lampjes nu wel branden.

b) Schrijf hieronder op hoe het komt dat beide lampjes zwakker dan normaal branden.

c) Als Jan de punten A en C had verbonden in plaats van A en B, wat zou hij dan gezien hebben ?

Kruis het juiste antwoord aan.

- A. ☐ Geen der lampjes brandt.
- B. ☐ Beide lampjes branden zwakker dan normaal.
- C. ☐ Beide lampjes branden normaal.
- D. ☐ Beide lampjes branden feller dan normaal.
- E. ☐ Slechts één lampje brandt, zwakker dan normaal.
- F. ☐ Slechts één lampje brandt, feller dan normaal.
- G. ☐ Slechts één lampje brandt normaal

Hieronder staan de onderwerpen uit de groep Elektriciteit en Magnetisme van de reguliere en de PLON-examenlijst naast elkaar. Daarnaast staan de PLON-thema's waarin de betreffende onderwerpen voorkomen. De onderwerpen uit het reguliere examen die in de PLON-thema's ontbreken, zullen in een extra instructieboek "Examen Doen" voor de vierde klas een plaats krijgen.

(Afkortingen van PLON-thema's):

E.S.	Elektrische Schakelingen
S en R	Schakelen en Regelen
V en I	Verwarmen en Isoleren
G.W.	Geluid Weergeven
E.Th.	Energie Thuis.

ELEKTRICITEIT EN MAGNETISME

<u>Reguliere examenlijst</u>	<u>PLON-examenlijst</u>	<u>Staat in</u>
1. Isolatoren en geleiders	Isolatoren en geleiders	E.S.; S en R
2. Positieve en negatieve lading	Positieve en negatieve lading in metalen	E.S.; S en R
3. Elektrische spanningsbronnen	Elektrische spanningsbronnen	div. thema's
4. Eigenschappen van elektrische stromen: richting, sterkte, warmte-ontwikkeling, chemische werking, magnetische werking	Eigenschappen van elektrische stromen: richting, sterkte, warmte-ontwikkeling, chemische werking, magnetische werking	div. thema's
5. Lineair verband tussen spanning en stroomsterkte bij metalen geleiders van constante temperatuur; Wet van Ohm	Verband tussen spanning en stroomsterkte bij geleiders van constante temperatuur	E.S.; S en R
6. Elektrische weerstand	Elektrische weerstand, $V = I \times R$	E.S.; S en R
7. Afhankelijkheid van de weerstand van een draad van lengte, oppervlak van de doorsnede, soort materiaal en temperatuur (afhankelijkheid temperatuur kwalitatief); soortelijke weerstand	Afhankelijkheid van de weerstand van een draad van lengte, oppervlak van de doorsnede, soort materiaal en temperatuur (kwalitatief) -----	E.S.; S en R (extra stof in E.S.)

BIJLAGE D⁹

8. Serie- en parallelschakeling van weerstanden; vervangingsweerstand	Serieschakeling van weerstanden; parallelschakeling van weerstanden	E.S.; S en R;
9. Spanningsdeler (potentiometer)	Spanningsdeler (potentiometer)	S en R
10. Stroommeter, spanningsmeting door meting van stroomsterkte; weerstandsmeting met stroom- en spanningsmeter	Stroommeter, spanningsmeter; weerstandsmeting met stroom- en spanningsmeter	E.S.; S en R
11. Energie en vermogen van een elektrische stroom; warmte-ontwikkeling door een elektrische stroom; Wet van Joule	Energie en vermogen van een elektrische stroom; vermogensmeting met behulp van spannings- en stroommeter; energiemeting met behulp van de kWh-meter	E.Th.; V en I
12. Kortsluiting en overbelasting	Kortsluiting, overbelasting, smeltveiligheid (zekering); functies van randaarde	E.Th.
13. Krachten tussen elektrisch geladen voorwerpen	-	
14. Elektrische influentie	-	
15. Elektrisch veld	-	
16. Magneten	Magneten	div. thema's
17. Magnetische influentie	Magnetische influentie	G.W.
18. Magnetische velden van rechte en stroomdraden en spoelen	-	
19. Elektromagneet, invloed van de kern, relais, interruptor	Elektromagneet (invloed van de kern, het aantal windingen bij gegeven lengte en de stroomsterkte op de sterkte van de elektromagneet), relais, interruptor	
20. Verband tussen de richting van de stroom en het magnetische veld (bijvoorbeeld kurketrekkerregel)		

21. Elektromagnetische inductie	Magnetisch veld, elektro- magnetische inductie	G.W.
22. Beginsel van de wissel- stroomdynamo	Beginsel van de wissel- stroomdynamo; beginsel van de elektromotor	G.W.
23. Ideale transformator	Ideale transformator	G.W.
24. -	Principe microfoon (elek- tro-magnetische en kool- microfoon), principe luidspreker (elektro-mag- netisch)	G.W.
25. -	Frekwentiekarakteristiek (microfoon, luidspreker)	G.W.
26. -	Regelsystemen (tempera- tuurschakeling met bime- talen, temperatuurschake- lingen met thermo-elemen- ten, lichtschakelingen met LDR's).	S en R

Van weerstand tot inbraakalarm

Houd de dief!

De wet van Ohm zegt dat de verhouding van spanning en stroomsterkte konstant is. Deze konstante verhouding wordt weerstand genoemd.

Is deze verhouding inderdaad wel zo konstant? Of anders gezegd: zijn spanning en stroom altijd wel evenredig?

Misschien heb je wel gehoord dat weerstand temperatuurafhankelijk is. Als op een lampje staat 6 V-0,5 A dan volgt hieruit dat de weerstand van de gloeidraad 12Ω is. Dit geldt alleen maar bij normaal gebruik, dus bij zeer hete gloeidraad.

Als je $1\frac{1}{2}$ V spanning op het lampje zet, gloeit de draad niet meer, omdat de stroom te klein is geworden. Maar als gevolg hiervan is ook de temperatuur lager geworden en daarmee de weerstand. De stroom blijkt daardoor groter dan de normaal verwachte 0,1 A. Het omgekeerde komt ook voor: de weerstand wordt lager bij hogere temperatuur.

In het eerste geval spreekt men van een temperatuur-gevoelige weerstand met positieve coëfficiënt, in het tweede geval van een met negatieve. Je kunt deze afwijking van de wet van Ohm als een ongemak zien; je kunt het ook opvatten als een kans tot nieuwe onderzoeken met onvermoede toepassingen.

De temperatuur-coëfficiënt wordt aangegeven als bijv. $+25 \cdot 10^{-6}$ per graad, hetgeen betekent dat een weerstand die normaal 1000Ω is, nu per graad $1000 \times 25 \cdot 10^{-6} = 0,025 \Omega$ toeneemt.

Deze waarde geldt meestal slechts binnen een bepaald gebied. Er zijn speciale weerstanden gemaakt met grote temperatuurcoëfficiënten.

Hier een toepassing:

Sluit een voor dat doel geschikte weerstand met positieve coëfficiënt in serie met een toestel aan op een spanningsbron. De weerstand beschermt tegen overspanning en kortsluiting.

Als de spanning iets stijgt, wordt de stroom iets hoger en daardoor ook de weerstand.

Bij kortsluiting in het toestel stijgt de stroomsterkte, daarmee de temperatuur in de weerstand, die daardoor groter wordt, zodat de stroom beperkt blijft.

De verhitting van de weerstand wordt in dit geval veroorzaakt door de stroomdoorgang. Slechts een deel

van de toepassingen is hierop gebaseerd. In vele gevallen is de omgevingstemperatuur maatgevend.

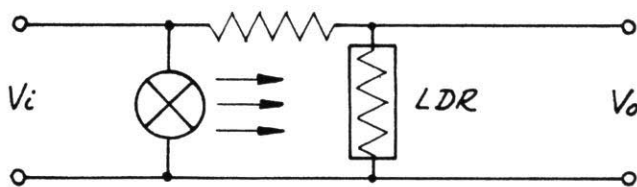
Zo zijn er ook weerstanden, waarvan de grootte afhankelijk is van de verlichtingssterkte; ze heten lichtgevoelige weerstanden. Als regel geldt hier: hoe groter de verlichtingssterkte, hoe kleiner de weerstand.

De toepassingen lijken hier nog interessanter.

Een paar voorbeelden volgen nu. (LDR = light dependent resistor)

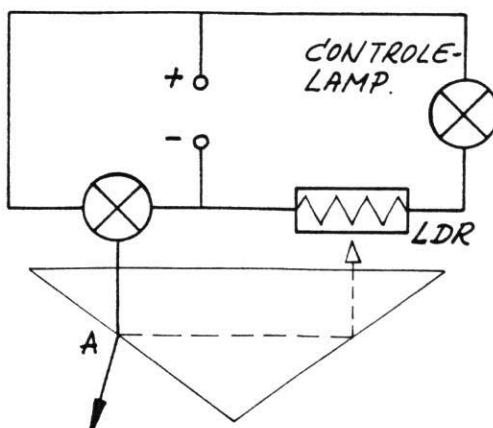
a. *spanningsstabilisatie* (figuur 1)

Als V stijgt, neemt de verlichtingssterkte toe, de weerstand van LDR wordt kleiner en V_0 kan gelijk blijven.



b. *niveauctrole* (figuur 2)

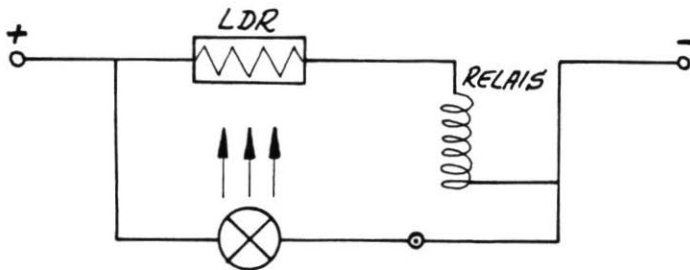
Een prisma bevindt zich in een vloeistof. Het licht bij A wordt vrijwel geheel gebroken en niet teruggekaatst.



door ir. Henk Mulder

c. knipperlicht (figuur 3)

Als de LDR belicht wordt, wordt deze 'laagohmig' en het relais opent de paralleltak waarin de lamp zit, zodat de belichting ophoudt, de LDR 'hoogohmig' wordt, het relais loslaat enz....



d. passagecontrole

Een lichtstraal is gericht op een LDR die is opgenomen in een elektrische schakeling.

Wanneer er iets of iemand passeert, valt het licht even weg, waardoor de weerstand veranderd wordt en een telapparaat de passage noteert.

e. helderheid- en contrastregeling

Met een LDR kun je helderheid en contrast bij het televisiebeeld automatisch bijstellen als het omringen- de licht in de ruimte verandert.

Zo te zien heeft de LDR veel weg van een fotocel, zeker in zijn toepassingen (maar de LDR is wel een beetje goedkoper).

In de EE bouwdoos die Philips in de handel brengt vind je interessante toepassingen van de LDR.

Hier volgen er enkele:

- Je kunt een wekker maken, die alleen maar afgaat als de zon schijnt!
- Je kunt een diefstalalarm maken, dat een geluidssignaal geeft, als er licht op de LDR valt. Deze reageert al op heel weinig licht (omgekeerd is een schakeling te maken, waarbij een geluidssignaal een licht doet ontbranden; zo iets heet een akoestisch relais).
- Je kunt het ook als inbraakalarm gebruiken: de alarmtoon blijft klinken, totdat een geheime hersteltoets wordt ingedrukt.
- Zo kun je controleren of in de kamer licht gemaakt is, ook al is dit uren geleden.
- Je kunt de LDR ook gebruiken voor allerlei regeltechnieken zoals automatisch in te stellen straat- en parkeerlichten, automatisch te openen deuren van liften, winkels en garages. Een beschrijving van deze schakelingen vind je in de handleiding, die bij de doos hoort.

Als je meer van mechanieken houdt, kun je een combinatie maken met de bouwdoos ME o.a. voor allerlei voertuigen.

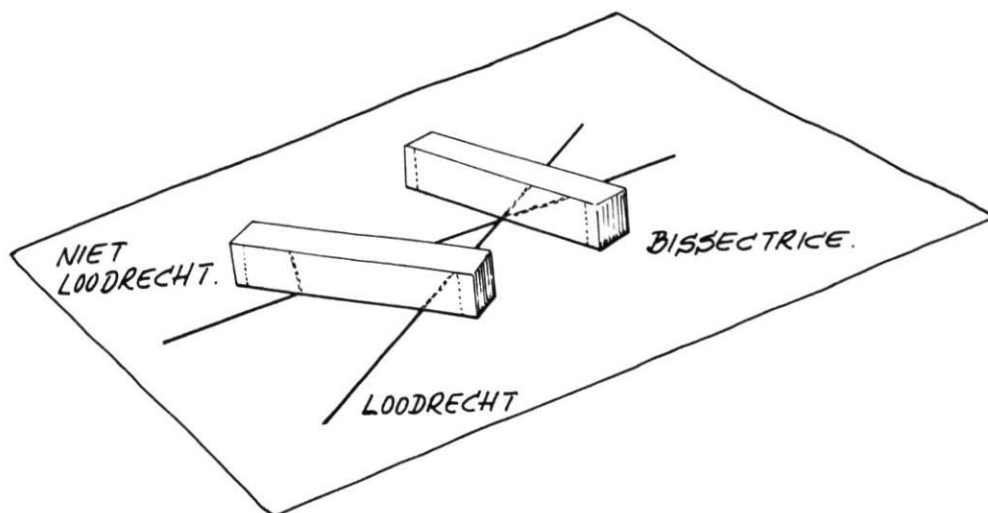
Op deze voertuigen kun je dan de genoemde regelschakelingen monteren.

Als zo'n karretje rijdt is het door roepen tot stilstand te brengen! Rijdt het karretje onder een donkere tafel door, dan kunnen de lichten automatisch ontstoken worden. (Fig. 4).

Je ziet: de LDR is een ware tovenaars.

Bedenk zelf maar nieuwe truc's die je ermee uit kunt halen.

Zie je kans nog meer meetkundige constructies met een spiegeltje uit te voeren?

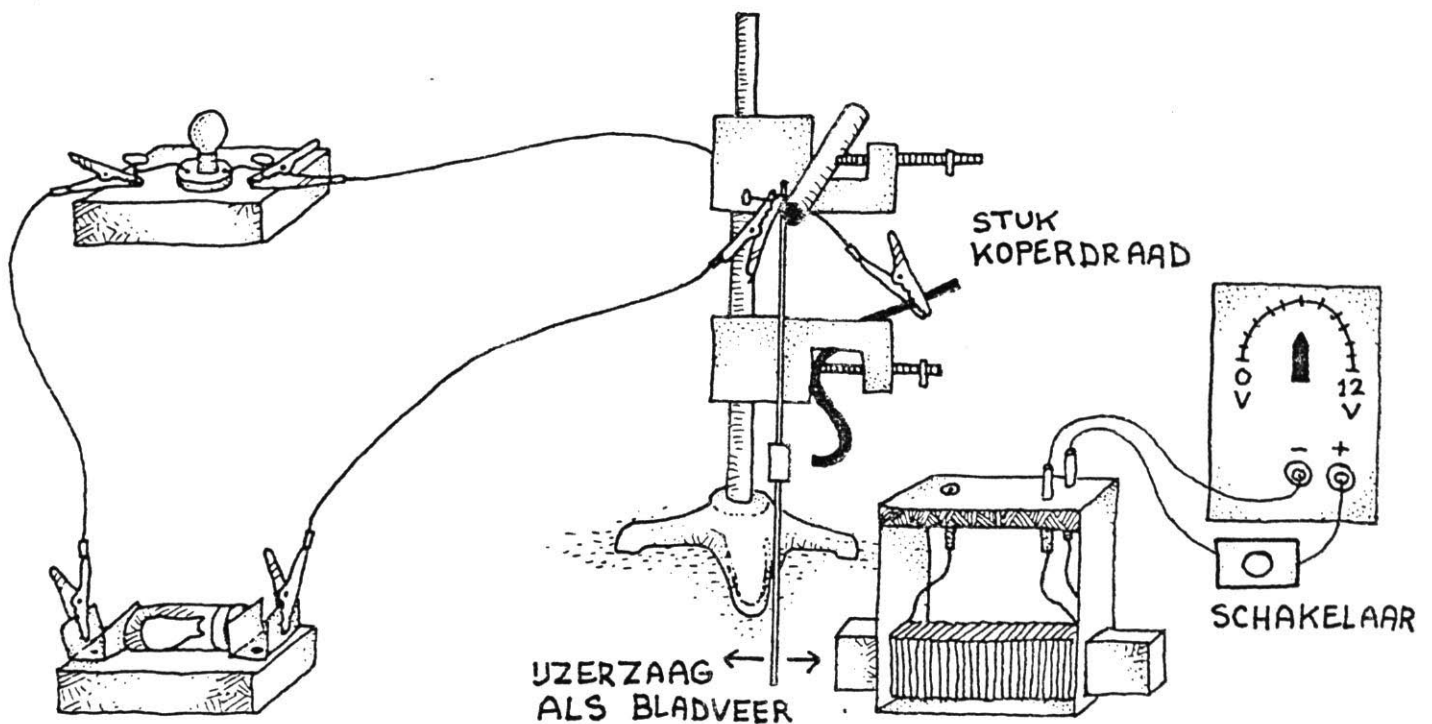


APPARATUURGIDS

INHOUD

Inleiding	63
Benodigdheden per proef en onderzoek	65
Bijzonderheden	73
Werkbeschrijvingen	74
Materiaaloverzicht	76
Adressen	78

SCHAKELN EN REGELEN



Deze inleiding geeft informatie over de vorm en de inhoud van de apparatuur-gids.

Deze gids bestaat uit vier delen:

1. benodigdheden per proef en onderzoek;
2. materiaaloverzicht ten behoeve van aanschaf, organisatie en berging;
3. bijzonderheden, bijvoorbeeld werktekeningen, bouwbeschrijvingen en wie levert;
4. adressen van leveranciers.

1. Benodigdheden per proef en onderzoek

Dit overzicht bestaat uit twee kolommen. De linker kolom bevat aanwijzingen voor de proeven. In de rechter kolom staan de benodigde materialen en apparatuur.

Iedere proef wordt apart weergegeven. Voor de proef staat een verwijsnummer (...). Het verwijsnummer is van belang voor de overzichtslijsten. Daarmee wordt het materiaal teruggekoppeld naar de proeven, zodat onmiddellijk vastgesteld kan worden hoe vaak en waar het materiaal in de diverse proeven gebruikt wordt.

Voor het verwijsnummer wordt soms een (B) geplaatst, (B) betekent basisproef. Deze proef behoort tot het basis-lessenplan zoals deze wordt voorgesteld in de AVOL. Alle andere proeven worden als extra beschouwd.

In de linker kolom wordt tevens aangegeven:

- de plaats van de proef in het thema-boek
- de werkvorm
- korte samenvatting van leerdoelen en leerlingactiviteiten in relatie met de aard van de benodigdheden die in de rechterkolom staan
- foto's en/of tekeningen indien deze ter verduidelijking nodig zijn.

In de rechter kolom staan per proef de benodigdheden.

Indien nodig wordt door het ! teken de leraar opmerkzaam gemaakt voor proefjes die extra aandacht en voorbereiding vragen en verwijst tevens naar de Bijzonderhedenlijst.

Aanwijzingen die van speciaal belang zijn, worden in de betreffende kolom omkaderd; in de linker kolom in het belang van de les; in de rechterkolom met betrekking tot de proef.

Tussen de regels staan vaak kleine tips en alternatieven vermeld.

INLEIDING

2. Materiaal-overzicht ten behoeve van aanschaf, organisatie en berging

Deze lijst is onderverdeeld in rubrieken:

- specifieke apparatuur en materiaal
- meten en wegen
- algemene hulpmiddelen zoals statiefmateriaal e.d.
- gereedschappen e.d.
- chemicaliën e.d.
- verbruiksmateriaal, zoals papier e.d., lijm, potjes, blikken, waarmee leerlingen zelf apparaten kunnen maken.

Het materiaaloverzicht geeft informatie over basis-aantallen materiaal en apparatuur en ook de extra's. Verder de geschatte kosten die er aan verbonden zijn.

Door de verwijfsnummers te vermelden is terug te vinden in welke proeven een bepaald materiaal of apparaat wordt gebruikt.

3. Bijzonderheden

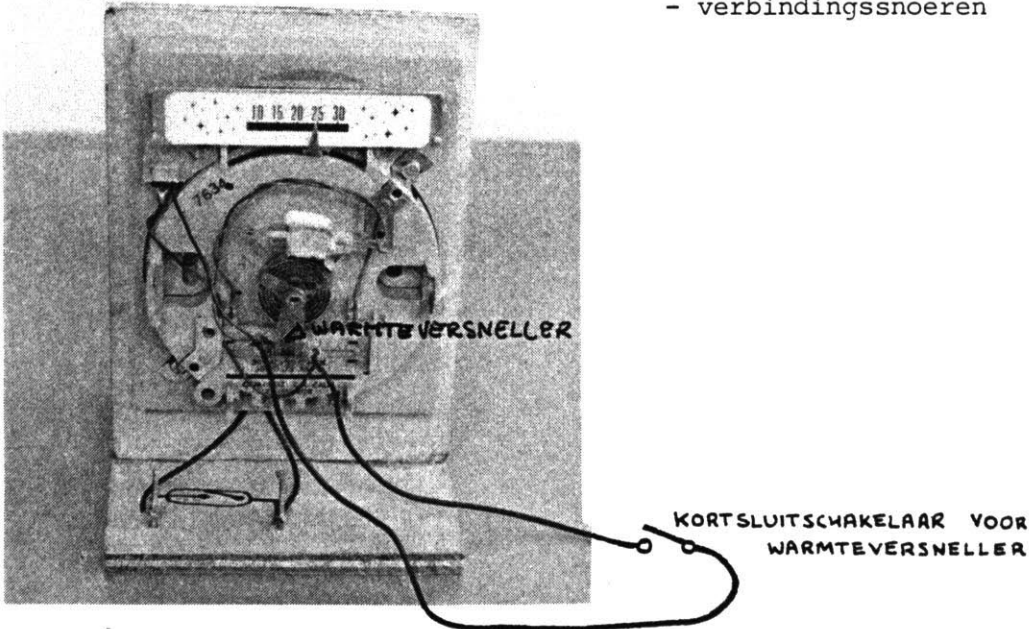
Bij de bijzonderheden vinden we verdere aanwijzingen over een onderdeel uit de benodigdheden. Bijzonderheden kunnen uiteen lopen van werktekeningen tot bouwbeschrijvingen, alternatieven e.d.

Verder worden ook aanwijzingen gegeven over leveranciers en bestelnummers van bepaalde onderdelen.

4. Adressen

De adressenlijst bevat hoofdzakelijk adressen van leveranciers van leer- en hulpmiddelen voor de natuurwetenschappen. Handig is het om zelf een lijstje samen te stellen van bedrijven, winkels in de omgeving van de school waar het verbruiksmateriaal e.d. verkrijgbaar is.

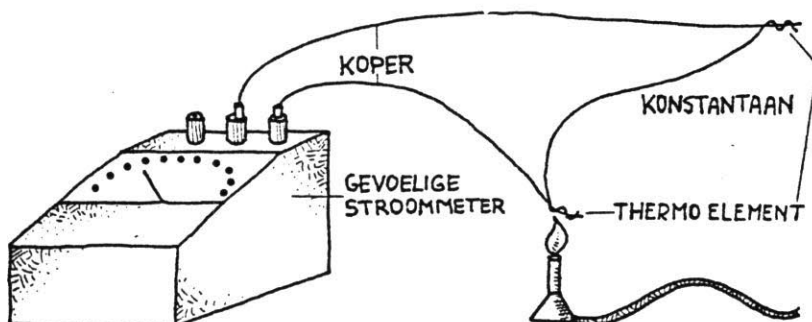
BENODIGDHEDEN
per proef en onderzoek

verwijs nummer	Beschrijving proef of onderzoek	benodigdheden
B 1	PROEF 1, blz. 5 Bimetaal bestuderen en in een schakeling gebruiken	! - bimetaal - lampje in fitting 6V, 0,5A - voedingsapparaat - blokjes hout - elastiek - lucifers of föhn - verbindingssnoeren
B 2	PROEF 2, blz. 7 Bestuderen en schakelen van een kamerthermostaat	! - kamerthermostaat - lampje in fitting - voedingsapparaat - föhn - schakelaar - verbindingssnoeren
		
B 3	PROEF 3, blz. 8 Nabouwen van het knipperlicht met bimetaal en weerstandsdraad	! - bimetaal ! - weerstandsdraad konstantaan 0,2 mm Ø - houten plankjes - 2 lampjes in fittingen 6V, 0,5A - schroeven - voedingsapparaat - verbindingssnoeren

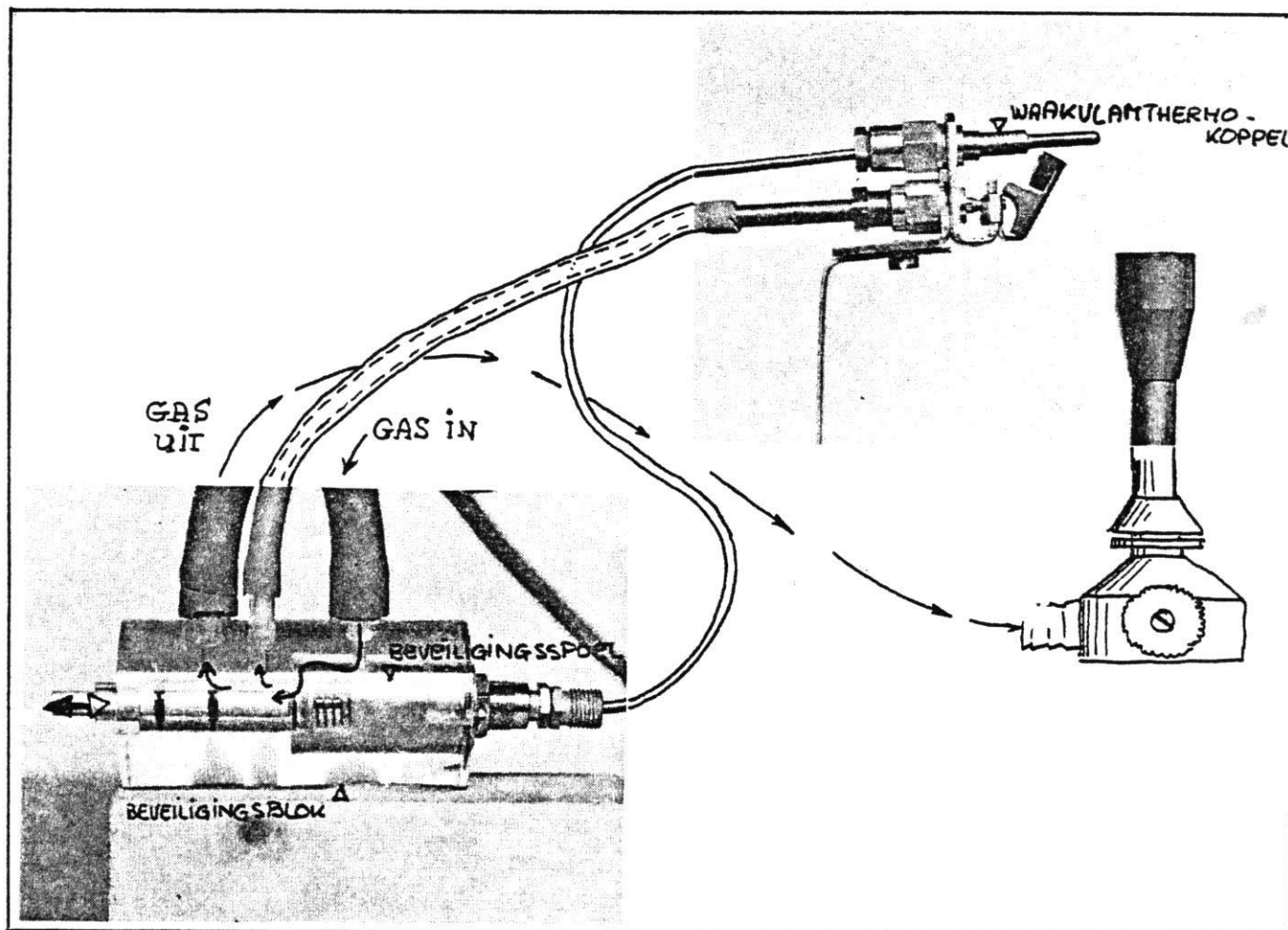
BENODIGDHEDEN

per proef en onderzoek

verwijs nummer	Beschrijving proef of onderzoek	benodigdheden
B 4	PROEF 4, blz. 8 Een thermokoppel maken en beproeven.	! - koperdraad 0,2 mm Ø of ijzer 0,2 mm Ø ! - konstantaandraad 0,2 mm Ø - stroommeter (1 mA, volle uitslag stand) - bunsenbrander of kaars



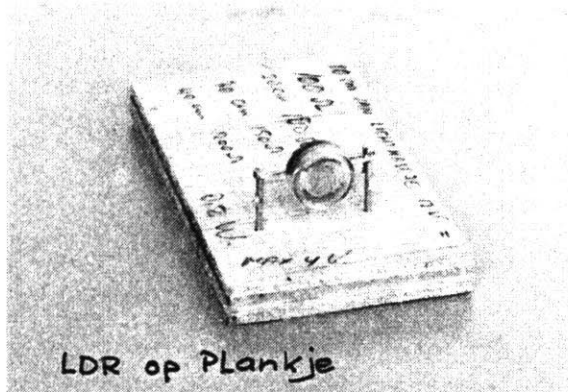
B 5	PROEF 5, blz. 11 Werking van een waakvlambeveiliging bestuderen.	- perspex waakvlambeveiligingsblok - waakvlamthermo-koppel met thermoelektrische beveiligingsspoel
-----	---	---



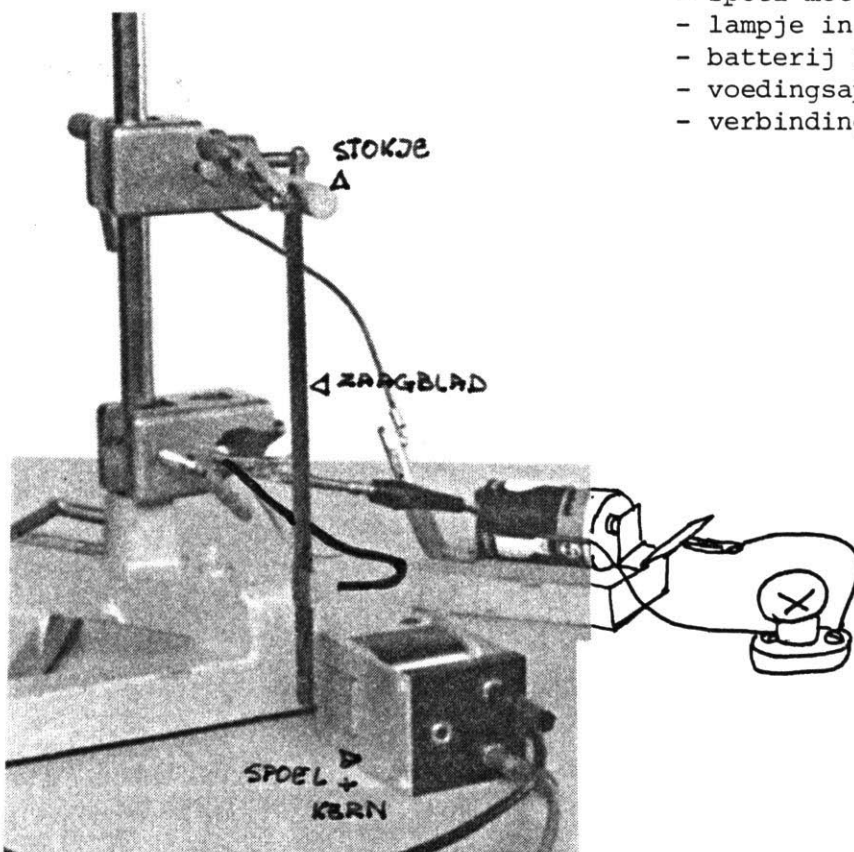
BENODIGDHEDEN
per proef en onderzoek

verwijs nummer	Beschrijving proef of onderzoek	benodigdheden
B 6	PROEF 6, blz. 15 Weerstand bepalen van een LDR bij licht en donker.	- twee batterijen van 1,5 V ! - LDR - spanningsmeter - stroommeter mA - verbindingssnoeren

B 7	PROEF 7, blz. 16 Een LDR als lichtdetektor schakelen.	- batterijen of voedingsapparaat 6V ! - LDR - lampje in fitting 6V, 0,05A - verbindingssnoeren
-----	--	---

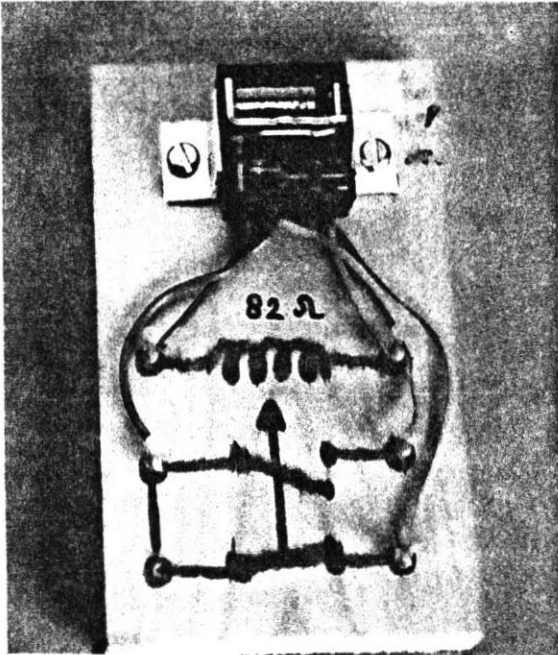


B 8	PROEF 8, blz. 17 Een stroomschakelaar maken.	- zaagblad aan stokje met spijker - statiefmateriaal - spoel met kern - lampje in fitting 1,5V - batterij 1,5V - voedingsapparaat - verbindingssnoeren
-----	---	--



BENODIGDHEDEN

per proef en onderzoek

verwijs nummer	Beschrijving proef of onderzoek	benodigdheden
B 9	PROEF 9, blz. 18 Een schakeling met een relais maken.	! - relais - stroommeter mA - spanningsmeter - voedingsapparaat - verbindingssnoeren
		
B 10	PROEF 10, blz. 19	! - LDR - relais - voedingsapparaat - lampje 6V - voedingsapparaat
11	PROEF 1 en 1a, blz. 23 Het verband tussen weerstand en stroom herontdekken.	- lampje 6V. 0,05A - lampje 6V. 0,5A - stroommeter mA - voedingsapparaat/batterij - fitting - weerstand 25 Ohm - weerstand 50 Ohm - verbindingssnoeren - krokodilklemmen

BENODIGDHEDEN
per proef en onderzoek

verwijs nummer	Beschrijving proef of onderzoek	benodigdheden
12	PROEF 2 en 2a, blz. 23 en 24 Het verband tussen weerstand en spanning herontdekken.	- voedingsapparaat/batterij - lampje 6V. 0,05A - lampje 6V. 0,5A - fitting - weerstand 25 Ohm - weerstand 50 Ohm - spanningsmeter V - verbindingssnoeren - krokodilklemmen
13	PROEF 3, blz. 24 Een weerstand meten.	- schakelaar - stroommeter mA - spanningsmeter V ! - dradenbord - voedingsapparaat/batterij - verbindingssnoeren
14	PROEF 4, blz. 26 Weerstand van draden berekenen.	! - dradenbord - voedingsapparaat (var.) - stroommeter mA - spanningsmeter V - verbindingssnoeren
		
15	PROEF 5, blz. 27 Regelbare weerstand.	- weerstandsdraad of ! - dradenbord - voedingsapparaat of - batterij 6V - lampje in fitting 6V, 0,05A - verbindingssnoeren

BENODIGDHEDEN

per proef en onderzoek

verwijs nummer	Beschrijving proef of onderzoek	benodigdheden
16	PROEF 6, blz. 27 Weerstandsdraad als spanningsdeler gebruiken.	- weerstandsdraad of ! - dradenbord - spanningsmeter V - voedingsapparaat of - batterij 6V - verbindingssnoeren
17	PROEF 7, blz. 28 Verdeling van de spanning over koolstofweerstand en uitrekenen.	- koolweerstand, 2 stuks van 300 Ohm, 1 stuk van 100, 200, 400, 500, 180 en 320 Ohm - voedingsapparaat of batterij van 6V - spanningsmeter V - verbindingssnoeren - krokodilklampen
18	PROEF 8, blz. 29 De potentiometer op twee manieren leren schakelen.	- potentiometer - lampje in fitting - batterij of voedingsapparaat - spanningsmeter V - verbindingssnoeren - krokodilklampen
19	PROEF 9, blz. 30 Warmteontwikkeling bij weerstand constateren.	- plukje staalwol - stroommeter A - voedingsapparaat (var.) - soldeertin (draad) - verbindingssnoeren - krokodilklampen
B 20	ONDERZOEK 1, blz. 35 C.V. regelsysteem. Waakvlambeveiliging en temperatuur- regeling.	! - kamerthermostaat ! - waakvlambeveiligingsblok (perspex) ! - thermokoppel met thermoelectrische beveiligingsspoel - teclubrander met driepoot ! - electromagneetklep ! - trafo 24V - verbindingssnoeren

BENODIGDHEDEN
per proef en onderzoek

verwijs nummer	Beschrijving proef of onderzoek	benodigdheden
B 21	ONDERZOEK 2, blz. 37 Temperatuurschommelingen verkleinen.	! - verwarmingsspiraal, 1m nichroom 0,2 mm ! - kamerthermostaat - kartonnen doos ca. 30x25x25 cm ! - trafo 24V - stroommeter mA - spanningsmeter V - 2 thermometers - schakelaar - verbindingssnoeren
B 22	ONDERZOEK 3, blz. 42 Brandalarm. Het relais leren gebruiken in een schakeling.	! - relais - bimetaal schakelaar - batterij met - lampje in fitting - batterij of voedingsapparaat voor relais - drukknopschakelaar ! - electromagneet klep ! - trafo 24V - verbindingssnoeren
23	ONDERZOEK 4, blz. 43 Knipperlicht. Knipperlicht schakeling maken met regelbare knippertijd.	- regelbare weerstand ! - bimetaal met ! - verwarmingsspiraal 0,2 mm Ø nichroom of konstantaan - lampje in fitting 6V, 0,5A - voedingsapparaat of batterij 6V - verbindingssnoeren
24	ONDERZOEK 5, blz. 44 Automatische mistwaarschuwing. Mistschakeling maken met behulp van relais en LDR.	- voedingsapparaat 12V ! - LDR - lichtkastje met evenwijdige licht- bundel ! - relais - batterij met bijbehorend - lampje in fitting - potentiometer 1000 Ohm - verbindingssnoeren

BENODIGDHEDEN

per proef en onderzoek

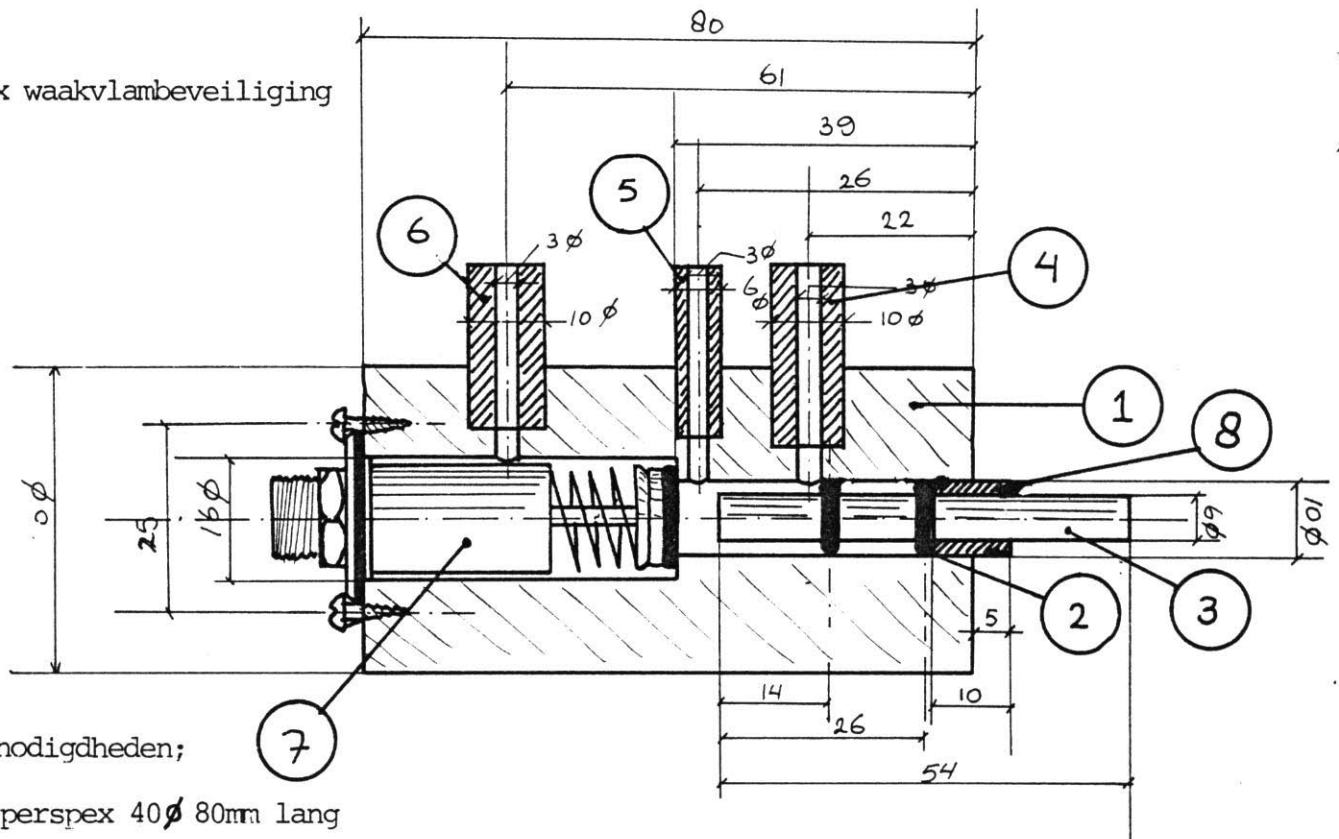
verwijs nummer	Beschrijving proef of onderzoek	benodigdheden
25	ONDERZOEK 6, blz. 47 Rookmelder en brandalarm. Rookmelder en brandalarm maken met behulp van LDR en relais.	- voedingsapparaat 12V - LDR - lichtkastje met evenwijdige licht- bundel - relais - bel met bijbehorende - batterij - drukknopschakelaar - potentieometers, 1000 Ohm, 100 Ohm - verbindingssnoeren
26	ONDERZOEK 7, blz. 50 Brandbeveiligingssysteem. Eigen schakeling ontwerpen met betrekking tot brandbeveiliging.	- zie onderzoek 6 ! - electromagneet klep

BIJZONDERHEDEN

verwijs nummer	ARTIKEL	SPECIFICATIE OF NR	FIRMA evt. OPMERKINGEN
2,20,21	kamerthermostaat	ITT CAM-STAT TM 18 H-208 30V. AC:DC 0,15 - 0,75 Amp.	Centrale verwarmingshandel bijv. SNIKKERS B.V. Technische Unie
5,20	perspex waarvlam beveiliging	perspex body	zie werktekening evt. verkrijgbaar bij PLON
5,20	waakvlam thermokoppel met	Q 309 Honeywell	Centrale verwarmingshandel bijv. Snickers B.V.
5,20	thermoelektrische beveiligingsspoel	45.002 776-016 Honeywell	Centrale verwarmingshandel
6,7,10 24,25,26	LDR	Philips 75/300 - 1M Ω	Elektronikahandel of PLON
9,10,24, 25,26	Relais	Siemens V23027,30V	Elektronikahandel of PLON
div.	Dradenbord		zie bouwbeschrijving
20,22	Elektromagneet-klep	K8262 C ₂ 24V $\sim$ 50 hertz	Econosto
20,22	Trafo 24V $\sim$	Honeywell 7A Type Tr 7-2	Centrale verwarmingshandel bijv. Snickers B.V.

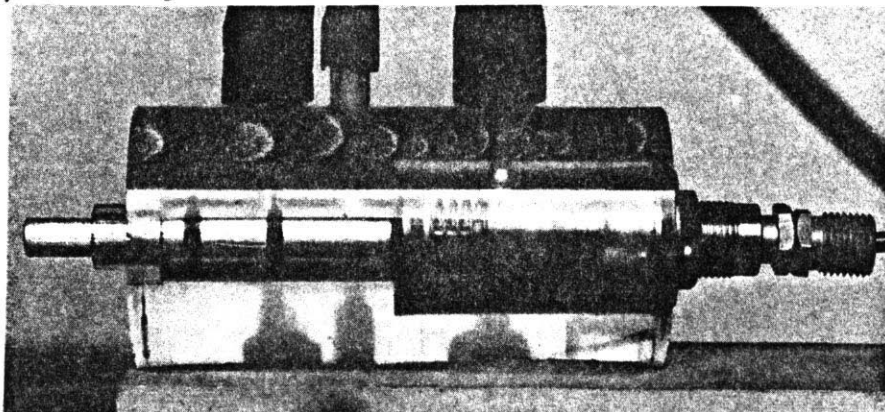
WERKBESCHRIJVINGEN

Perspex waakvlambeveiliging

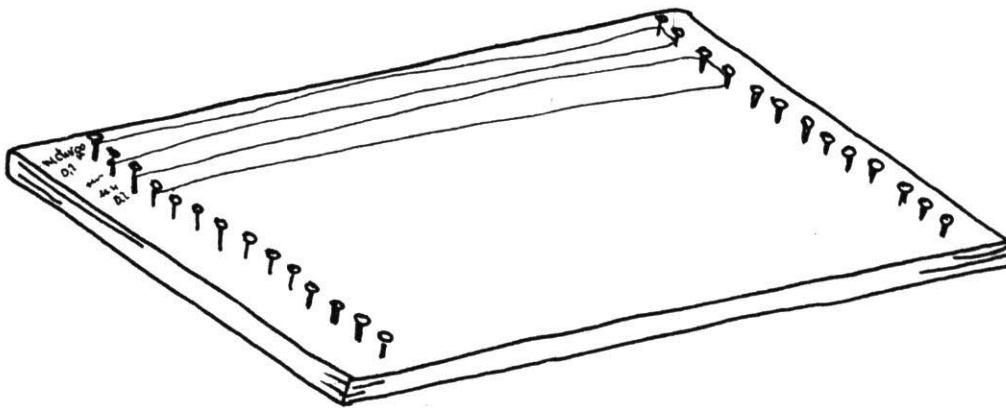


Benodigdheden;

1. perspex 40 ϕ 80mm lang
2. rubber ringen
3. staafmateriaal 6 54mm lang met twee groeven voor rubber-
ringen
4. perspex 10 ϕ 24mm lang
5. perspex 6 ϕ 22mm lang
6. perspex 10 ϕ 22mm lang
7. thermo elektrische beveiligingsspoel
8. perspex buis 10x2 ϕ 10mm lang



dradenbord



multiplex plaat 400x600, 14mm dik
spijkers waarop vast gesoldeerd
draad bestaande uit; .

4 x 1mtr. nichroom 0,2mm
1 x 1mtr. nichroom 0,4mm
1 x 1mtr. konstantaan 0,2mm
1 x 1 mtr. ijzerdraad
1 x 1mtr. koperdraad 0,2mm
1 x 1mtr. koperdraad kaal gemaakt elektriciteitsdraad.

MATERIAALOVERZICHT

	aantal basis	extra	verwijs nummer	kosten basis	extra	Opmerkingen
SPECIFIEKE APPARATUUR						
bimetaal	2	1	1,3,22,23	10,-	5,-	
kamethermostaat	2	1	2,20,21	60,-	30,-	
waakvlambeveiligingsblok	2	1	5,20	20,-	10,-	PLON f10,- per stuk
waakvlamthermokoppel etc.	2	1	5,20	40,-	20,-	
thermoelektr. beveiligings- spoel	2	1	5,20	62,-	31,-	
LDR	2	1	6,7,24,25, 26	5,-	2,50	
relais	2	1	9,10,22,24 25,26	18,-	9,-	
dradenbord		1				
multiplex 40x60 cm		1	div.			
koolweerstand: 300 Ω		2	17		0,50	
100 Ω		1	17		0,25	
200 Ω		1	17		0,25	
400 Ω		1	17		0,25	
500 Ω		1	17		0,25	
180 Ω		1	17		0,25	
320 Ω		1	17		0,25	
potentiometer 1k Ω		2	18,25		2,-	
100 Ω		1	18,25		2,-	
elektromagneetklep	1		20,22	45,-		
trafo 24 V $\sim$	2		20,21,22	60,-		
verwarmingsspiraal	1		21			
drukknopschakelaar			2,22,25			
lichtkastje (evenwijdig bundel)	1		24			lamp met lens
föhn	1		1,2			lenen
METEN EN WEGEN						
voedingsapparaat	3	2	div.			
stroommeter MA	4	1	div.			
spanningsmeter V =	3	1	div.			
thermometer 0-100 °C	1		21			

MATERIAALOVERZICHT

	aantal basis	extra	verwijs nummer	kosten basis	extra	opmerkingen
GEREEDSCHAP	geen					
ALGEMEEN HULPMATERIAAL						zie bijzonderhedenlijst
fittings E10	4		div.	3,-		
lampjes 6V 0,5A	4		div.	2,-		
weerstandsdraad						
konstantaan 0,2 mm/mtr	5		div.			
nichroom 0,2 mm/mtr	5		div.			
koper 0,2 mm/mtr	5		div.			
nichroom 0,4 mm/mtr	5		div.			
ijzerdraad	5		div.			
koperdraad 2,5 ² /mtr	5		div.			
bunsenbrander/driepoot	1					
statiefmateriaal			div.			
spoel met kern			8			
soldeertin			19			
regelbare weerstand						
verbindingssnoeren			div.			
CHEMICALIEN	geen					
VERBRUIKSMATERIALEN						
hout			1			hout afval
elastiek doos	1		1	0,50		
plankjes			3			hout afval
schroeven (doosje)	1		3	2,-		
kaars (doosje)	1		4	1,50		
batterijen 1,5V	4		6	10,-		
zaagblad	1		8			
spijkers doos	1		8	2,-		
stokje (rond hout)			8			afval (bamboe)
batterij 6V	3		div.	5,-		voedingsapparaat
staalwol (pakje)	1		19	1,-		
grote doos	1		23			

ADRESSEN

Met de firma Breukhoven is een samenwerkingsovereenkomst betreffende de levering van een compleet pakket PLON-materiaal.

Informatie hierover bij:

Breukhoven BV
Mathenesserlaan 400
3023 HD Rotterdam
Postbus 6044
3002 AA Rotterdam
Tel. 010-767688.

Depex B.V.
(nat. instr. Phywe)
Dorpsstraat 85
3732 HH De Bilt
Postbus 27
3730 AA De Bilt
tel. 030-763111

Emaf B.V.
(gasmeters, gerevideerd)
Nijverheidsstr. 3a-b
3071 GA Rotterdam
tel. 010-855266

Griffin Europa B.V.
(nat. instr.)
Rudonk 18
4824 AJ Breda
Postbus 1121
4801 BC Breda
tel. 076-412080

Harris
(nat. instr.)
(zie Breukhoven)

I.P.C.
(kwh-meter, gerevideerd)
De Grootkade 2
1052 LP Amsterdam
tel. 020-842325

Leybold-Nederland
(nat. en scheik. instr.)
Ohmweg 12
3442 AA Woerden
Postbus 90
3440 AB Woerden
tel. 03480-14145

Malmberg
(nat. instr. + Banativ)
Leeghwaterlaan 16
5223 BA Den Bosch
Postbus 233
5201 AE Den Bosch
tel. 073-215565

Econosto
Admiraliteitskade 75
Postbus 4060
3006 AB Rotterdam
tel. 010-141500

Meterfabriek Dordrecht
(gasmeters, nieuw)
Lijnbaan 12
3311 RL Dordrecht
tel. 078-186066

Merkelbach Fysica B.V.
(nat. instr. + Kröncke)
Gildeweg 18
3771 NB Barneveld
tel. 03420-16406

Model Engeneering B.V.
(waterpompjes PSN)
Bangert 23
1689 CJ Zwaag (N.H.)
tel. 02292-1577

Nooitgedagt en Zn. B.V.
(gereedschappen)
Eegracht 12
8651 EG IJlst
Postbus 1
8650 AA IJlst
tel. 05155-1441

Phywe (zie Depex)

Snijkers Handel MIJ. B.V.
Hfd. Kantoor:
Industriestraat 2
Postbus 5750
3290 AB Strijen
tel. 01854-2400
Voor depots:
zie RIB boek

Radio Twente
(recordermotortjes)
Stille Veerkade 11-13
2512 BE Den Haag
tel. 070-469200

Technowa B.V.
(nat. instr. unilab. e.d.)
Industrieweg 35
1512 NE Wormerveer
tel. 075-285767

Technische Unie
(metalen, draad e.d.)
in iedere grote stad