

Communicatie



COMMUNICATIE

Een lespakket voor klas 3 mavo/havo/vwo

Samenstelling: D. Broer

T. Smildiger

M. de Vries (eindredactie)

Tekeningen : C. Quak

Projekt Natuurkunde en Techniek

Vakgroep Didaktiek Natuurkunde

Afdeling der Technische Natuurkunde

Technische Universiteit Eindhoven

N&T 86-04

COMMUNICATIE

INHOUD

Pag.

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

Basisstof

1. Begrippen uit de natuurkunde: elektriciteit en licht	5
2. Een bericht overbrengen	10
3. De telefoon	16
4. De glasvezelkabel	27
5. Communicatie in de samenleving	34
6. Natuurkunde en techniek	37

Herhaalstof

1. Begrippen uit de natuurkunde	41
2. Een bericht overbrengen	45
3. Telefoon en glasvezelkabel	47

Extra stof

1. Geschiedenis van de tele-communicatie: van semafoor tot satelliet	50
2. Een model van een glasvezel maken	58
3. Proeven met telefoontoestellen	61

Bij dit lespakket is een docentenhandleiding beschikbaar

INLEIDING

In dit lespakket gaat het over communicatie. Door communicatie kunnen mensen met elkaar communiceren. Communiceren is: dingen met elkaar gemeenschappelijk hebben, met elkaar in contact komen, informatie aan elkaar geven. Communicatie is hier: het overbrengen van boodschappen. Soms gaat de informatie één kant op. Denk maar aan de krant of aan de TV.

Vaak gaat de informatie over en weer. Denk daarbij aan de telefoon.

In de techniek zijn veel apparaten ontworpen, waarmee je berichten kunt overbrengen. Door steeds nieuwe apparaten te bedenken konden de mensen over steeds grotere afstanden berichten overbrengen. Je spreekt dan van **tele-communicatie** ('tele' betekent 'ver').

Je leest in dit lespakket over enkele tele-communicatie middelen, die in de techniek zijn ontworpen.

Het gaat om de telegraaf, de telefoon, de glasvezel. Je leest ook over communicatie in de samenleving.

Paragraaf 1 is een overzicht van enkele natuurkundige begrippen, die je eerst moet kennen om het vervolg te kunnen begrijpen. Het gaat om begrippen, die met elektriciteit en licht te maken hebben. Deze begrippen staan er beknopt in, want we gaan ervan uit, dat ze niet nieuw voor je zijn.

In **paragraaf 2** bekijk je hoe je met je kennis uit de natuurkunde technische opstellingen kunt ontwerpen, waarmee je berichten kunt overbrengen.

Paragraaf 3 gaat over een tele-communicatie-middel, waarmee je elke dag te maken hebt: de telefoon. Je leest, waarom de telefoon zo^o ontworpen is als hij er nu uit ziet en werkt.

Een pas uitgevonden manier om het telefoonsignaal over te brengen is met licht, door een glasvezel. Daarover lees je in **paragraaf 4**.

In **paragraaf 5** denk je na over de belangrijke rol van de tele-communicatie en de techniek in je eigen leven: welke goede en minder goede gevolgen heeft de techniek voor de communicatie.

In **paragraaf 6** ga je 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 dingen na de basisstof nog steeds moeilijk vindt, kan de herhaalstof je helpen om het alsnog te begrijpen.

Titels van **herhaalbladen** geven aan over welk onderdeel van de basisstof het betreffende blad gaat.

Onderwerpen, die niet in de basisstof staan, maar die als extraatje leuk zijn om te doen of te weten, vind je in de **extra stof**.

1. BEGRIPPEN UIT DE NATUURKUNDE: ELEKTRICITEIT EN LICHT

Inleiding

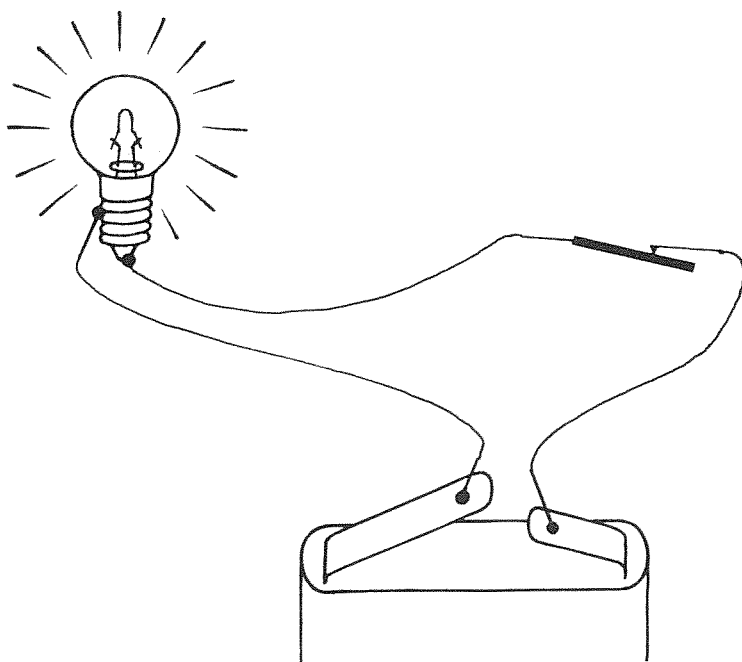
'Communicatie' is een woord dat je regelmatig tegenkomt in de krant en op de TV. Het betekent vaak: 'het overbrengen van berichten'. Dat kun je op een aantal manieren doen. Een paar manieren om een bericht over te brengen zie je in deze lessenserie.

In deze paragraaf zie je enkele natuurkundige begrippen, die met elektriciteit en licht te maken hebben. Die heb je nodig om de volgende paragrafen over communicatie te begrijpen.

Elektrische stroom

Om een elektrische stroom te laten lopen heb je nodig:

- een spanningsbron,
- een gesloten stroomkring. Als de kring open is, loopt er geen stroom. Om een kring te kunnen openen en sluiten neem je meestal een schakelaar in de kring op (zie figuur 1).



Figuur 1. Een stroomkring.

De sterkte van de stroom kun je meten met een ampèremeter.

De stroomsterkte hangt af van:

- de spanning van de spanningsbron. Als je die spanning verhoogt, wordt de stroomsterkte in de kring groter,
- de weerstand van de stroomkring. Als je die weerstand groter maakt, wordt de stroomsterkte kleiner.

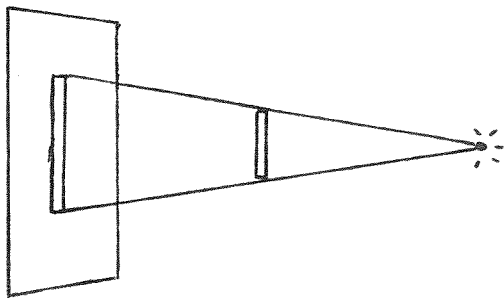
Een elektrische stroom heeft een aantal effecten. Twee daarvan zijn:

- het warmte-effekt: als een stroom door een draad loopt, wordt deze warm,
- het magnetisch effect: als een stroom door een spoel loopt, trekt deze ijzer en nikkel aan, net als een magneet.

Licht

Licht plant zich rechtlijnig voort ('lichtstralen').

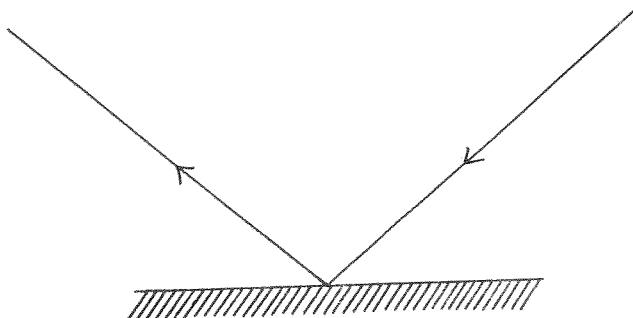
Dat zie je aan de schaduw van voorwerpen. Als je rechte lijnen trekt van de lichtbron via de randen van het voorwerp naar het scherm, kom je bij de rand van de schaduw (zie figuur 2).



Figuur 2. Lichtstralen en een schaduw.

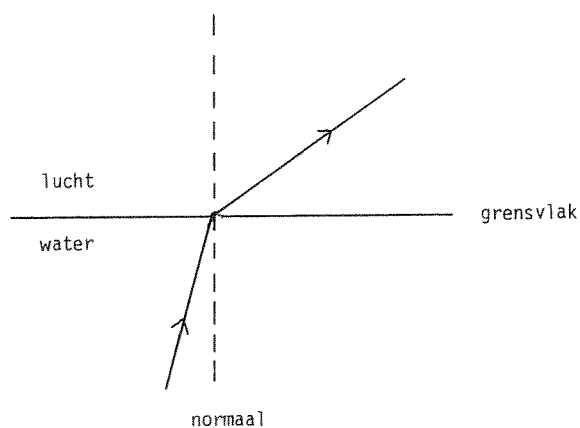
Een lichtstraal kan op een aantal manieren van richting veranderen.

De eerste manier is **terugkaatsing** of **reflektie**. Dan weerkaatst de lichtstraal tegen een spiegelend oppervlak.



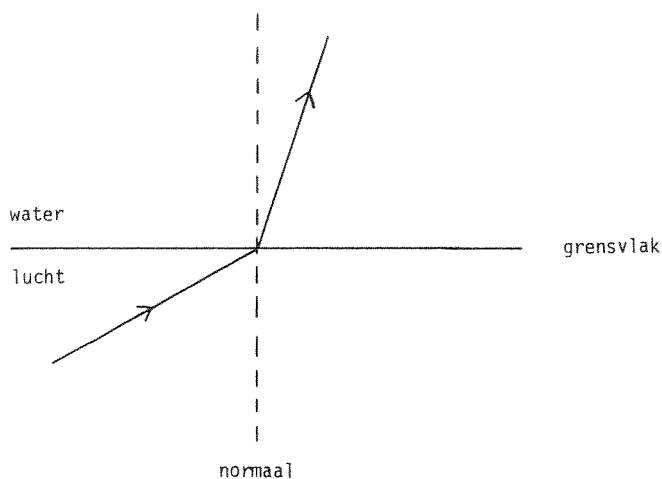
Figuur 3. De lichtstraal wordt teruggekaatst.

Bij de overgang van een stof, bijvoorbeeld glas of water, naar lucht worden de lichtstralen gebroken van de normaal af (de normaal is de denkbeeldige lijn loodrecht op het grensvlak en getrokken door de plaats waar de lichtstraal invalt; zie figuur 4).



Figuur 4a. De lichtstraal wordt van de normaal af gebroken.

Bij de omgekeerde overgang, van lucht naar een stof, bijvoorbeeld glas of water worden de lichtstralen naar de normaal toe gebroken.



Figuur 4b. De lichtstraal wordt naar de normaal toe gebroken.

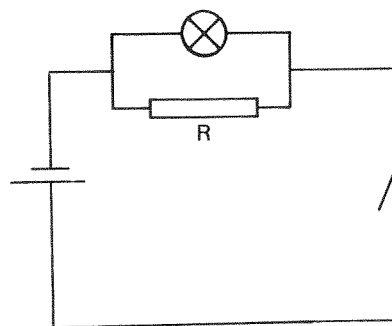
Opgaven

1. Leg uit welke schakeling het schema hiernaast voorstelt.

Welke onderdelen zitten er in ?

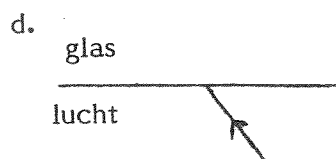
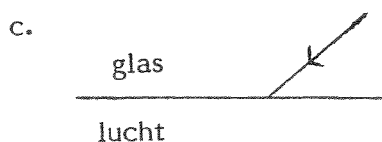
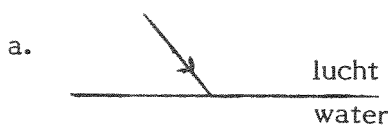
Waar dienen ze voor ?

Loopt er nu een stroom door de kring ?



Figuur 5. Schema van opgave 1.

2. Marjan heeft een lampje aangesloten op een batterij.
Het lampje geeft niet veel licht. Er loopt maar een kleine stroom door.
Wat kan ze doen om meer licht te krijgen ?
Noem twee mogelijkheden.
3. Piet zegt, dat je met behulp van een elektrische stroom een ijzeren voorwerp kunt optillen. Je maakt dan gebruik van één van de effecten van elektrische stroom.
Hoe moet je dat aanpakken ?
4. Welke regels gelden voor de invallende en teruggekaatste lichtstraal bij terugkaatsing tegen een vlakke spiegel.
5. In de vier tekeningen bij deze opgave zie je een lichtstraal, die van de ene stof naar de andere gaat.
Schets hoe de lichtstraal verder gaat.



Figuur 6. Tekeningen bij opgave 5.

6. Hoe kun je verklaren, dat het lijkt alsof een potlood gebroken is als je het schuin in een glaasje water houdt ?

2. EEN BERICHT OVERBRENGEN

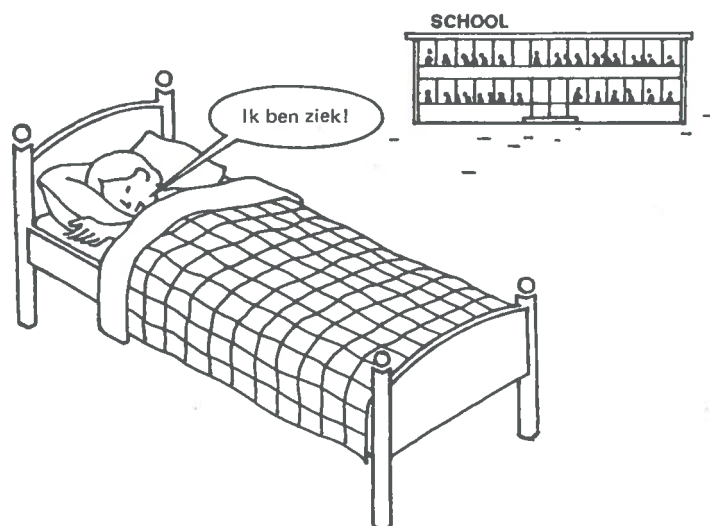
In deze paragraaf onderzoek je in welke stappen je in de techniek iets ontwerpt. In dit geval ontwerp je iets om een bericht over te brengen.

Een belangrijk deel van de techniek houdt zich daarmee bezig: de **tele-communicatie techniek**. Wat dat moeilijke woord inhoudt, zie je in het vervolg.

In het dagelijks leven komt het vaak voor, dat je een bericht wilt overbrengen. Je noemt dat 'communicatie'. Dat woord ben je misschien wel eens tegengekomen in de krant of op de TV.

Een voorbeeld:

's Morgens als je je bed uitkomt voel je je ziek. Maar je wordt op school verwacht. Je moet dus naar school het bericht overbrengen dat je ziek bent. Hoe kun je dat doen ?



Figuur 7. Hoe breng je snel een bericht over ?

Hard roepen ? Een brief schrijven ?

Dat zijn twee manieren om een bericht over te brengen.

Wat is in dit geval het nadeel van die manieren ?

Je wilt een bericht snel en over een grote afstand overbrengen.

Het overbrengen van een bericht over een grote afstand, noem je **tele-communicatie** ('tele' betekent 'ver' en 'communicatie' is het 'gemeenschappelijk maken', het meedelen, het overbrengen van een bericht).

Hoe zouden de mensen vroeger, toen bijvoorbeeld de telefoon en de radio nog niet uitgevonden waren, hun berichten over grote afstanden overgebracht hebben ?

In het vervolg van deze paragraaf ontwerp je een manier waarop dat kan. Je ziet in welke stappen het ontwerpen in de techniek verloopt.

Wat wil je
ontwerpen?

De **eerste stap** bij het ontwerpen is: precies vast te stellen wat je wilt ontwerpen.

In dit geval is dat iets, waarmee je snel een bericht kunt overbrengen over een grote afstand.

Mogelijke
oplossingen
bedenken

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

Daarbij gebruik je wat je weet uit de natuurkunde.

Je weet bijvoorbeeld, dat licht zich snel verplaatst over een grote afstand. Dat geldt ook voor geluid.

In paragraaf 1 ging het over elektriciteit.

Ook een elektrische stroom verplaatst zich snel over grote afstanden. Denk maar aan het omhalen van een schakelaar. Vrijwel meteen loopt er daardoor een stroom door een lampje of apparaat.

Keuze
van een
oplossing

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

In de geschiedenis van de tele-communicatie zie je, dat elk van de oplossingen, die we bedacht hebben wel is gebruikt.

Licht gebruik je als je je bericht omzet in iets zichtbaars zoals bijvoorbeeld een seinvlag of een rooksignaal.

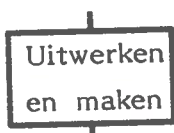
Wat is het nadeel van dit soort oplossingen ?

Werken ze onder alle omstandigheden ?

Geluid is ook wel gebruikt om berichten snel over te brengen over grote afstanden. Primitieve volken brachten vaak berichten over door dat bericht van de ene heuvel naar de volgende over te roepen of met trommelslagen over te brengen.

Wat is het nadeel van zo'n oplossing ?

Licht en geluid hebben nadelen als je er berichten mee wilt overbrengen. Daarom zijn er ook mensen geweest die op een gegeven moment elektriciteit als een betere oplossing kozen.



De **vierde stap** is het uitwerken van de gekozen oplossing.

Je gaat nu verder nadenken over hoe je de gekozen oplossing kunt uitvoeren.

Om een boodschap te kunnen overbrengen moet je eerst iets met die boodschap doen. Als je een brief schrijft moet je de boodschap omzetten in geschreven vorm, in letters.

Als je met behulp van elektriciteit een bericht wilt overbrengen, moet je het bericht omzetten in elektrische stroompjes. Je kunt dan lange en korte stroompjes maken. Voor elke letter kun je een combinatie van korte en lange stroompjes maken.

Zo kun je afspreken dat een 's' wordt voorgesteld door drie korte stroomstootjes achter elkaar.

Het is gebruikelijk om een kort stroompje aan te geven met een punt (.) en een lang stroompje met een streep (-).

Een 's' geef je dan weer als drie korte stroomstootjes dus als drie punten:

. . .

A . -	T -
B . . .	U . . -
C	V . . . -
D . . .	W . . . -
E .	X . . . -
F	Y . . . -
G	Z
H	
I . . .	
J -	1 -
K	2 -
L	3 -
M	4 -
N	5 -
O	6 -
P	7 -
Q	8 -
R	9 -
S	0 -

Iemand heeft voor elke letter en cijfer een combinatie van strepen en punten bedacht, die algemeen gebruikelijk is geworden. In figuur 8 zie je alle combinaties staan.

Figuur 8. De code in strepen en punten.

Weet je wie die combinatie heeft bedacht ?

Schrijf nu zelf het woord 'ziek' in deze strepen en punten.

Nu ga je het bericht in strepen en punten overbrengen met elektrische stroom.

Wat moet je hebben om een stroom te maken ?

Hoe kun je ervoor zorgen, dat er een stroom loopt ?

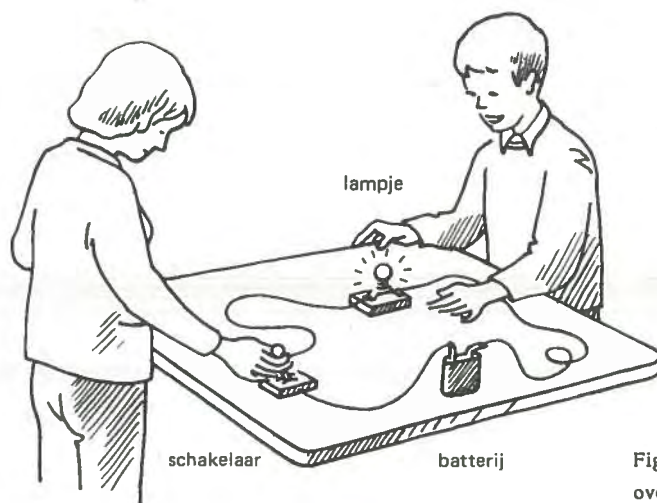
Hoe kun je ervoor zorgen dat je ergens anders kunt zien of er een stroom loopt ?

Met een zaklantaarn-batterij, een lange dunne draad, een lampje en een schakelaar kun je een eenvoudige boodschap van de ene kamer naar de ander overbrengen. Dat is een simpel voorbeeld van tele-communicatie techniek.

Proef 1. Een elektrische schakeling

In figuur 9 zie je een schakeling waarin je stroompjes kunt laten lopen.

Leg uit hoe de schakeling in elkaar zit.



Figuur 9. Een schakeling om berichten over te brengen.

Bouw met z'n tweeën de schakeling.

Laat de een de schakelaar bedienen en de ander bij het lampje gaan zitten. Nu moet de een aan de ander het bericht 'ziek' overbrengen in strepen en punten. Probeer of het lukt.

Maak nu zelf een bericht en breng dat over. (Natuurlijk mag degene bij het lampje van te voren niet weten welk bericht het is.)

Nu heb je zelf een soort 'telegraaf' gemaakt'.

Gebruiken
en nagaan
of de
oplossing
voldoet

De **vijfde stap** in het ontwerpen is het in gebruik nemen en nagaan of de oplossing voldoet.

Het kan dan gebeuren, dat je meteen merkt, dat de oplossing niet voldoet aan je verwachtingen.

Je kunt dan teruggaan in het ontwerpen en een andere mogelijke oplossing kiezen. Je kunt eventueel ook nog andere mogelijke oplossingen bedenken.

Als je jouw telegraaf een tijdje gebruikt zul je merken, dat hij in deze vorm nadelen heeft.

Kun je enkele nadelen bedenken ?

Een nadeel is, dat deze telegraaf het bericht, dat je overgebracht hebt, niet opschrijft. Als je even niet op het lampje let, weet je niet meer wat het bericht was. Je zou willen, dat het bericht op papier kwam te staan, zodat je ook achteraf het bericht kunt lezen.

Bedenk zelf een manier om ervoor te zorgen, dat het apparaat het bericht kan schrijven ('telegraaf' betekent immers 'ver-schrijver').

Denk bijvoorbeeld aan het magnetisch effect van elektrische stroom.

Als je een goede oplossing hebt bedacht, voer die dan uit.

Samenvatting

Tele-communicatie is het overbrengen van berichten over een grote afstand. De techniek heeft zich daarmee bezig gehouden en doet dat nog steeds.

Om een bericht over te brengen moet je het eerst omzetten in bijvoorbeeld strepen en punten. Die kun je dan met een elektrische stroom overbrengen. Als de ontvanger de strepen en punten door de stroom laat schrijven, heb je een telegraaf.

Het ontwerpen van je telegraaf verliep in een aantal stappen:

- eerst stelde je precies vast wat je wilde ontwerpen,
- toen bedacht je een aantal mogelijke oplossingen,
- vervolgens koos je een oplossing,
- die werkte je verder uit en maakte je,
- tenslotte nam je de schakeling in gebruik en beoordeelde je het resultaat.

Opgaven

7. Er is een verschil tussen 'natuurkunde' en techniek'.

Bijvoorbeeld: er loopt alleen een stroom als de kring gesloten is. Dat weet je uit de natuurkunde.

Met behulp van die kennis bedenk je een apparaat waarmee je een bericht in elektrische stroomstootjes overbrengt. Dat behoort bij de techniek.

Geef aan wat in deze paragraaf bij de natuurkunde hoort en wat bij de techniek.

Doe dat als volgt:

maak een lijst met de begrippen, die je in deze paragraaf gezien hebt. Zet bij elk begrip of het bij de natuurkunde hoort of bij de techniek.

8. Zoek op, hoe degene, die de codering voor de letters in strepen en punten bedacht heeft, daarop gekomen is.

Hoe bracht hij de strepen en punten over ?

9. Wordt de telegraaf nog steeds gebruikt ?

Zo ja, waar ?

Zo nee, waarom niet, denk je ?

10. Zoek in een woordenboek op wat daar staat bij 'tele-communicatie'.

11. De uitvinding van de telegraaf (ongeveer 1850) had grote gevolgen voor de samenleving van die tijd.

Bedenk zelf welke gevolgen. Zoek eventueel op wat een encyclopedie of een boek over de geschiedenis van de telegrafie daarover zegt.

3. DE TELEFOON

In de vorige paragraaf heb je gezien dat je een bericht kunt overbrengen door middel van een elektrische stroom.

Het ontwerp, dat je daar gemaakt hebt, was tamelijk eenvoudig.

Er zitten helaas nadelen aan.

Eén nadeel is, dat je eerst het bericht in een code moet omzetten. Dat is een tijdrovend werk. Vooral bij lange berichten. Bovendien maak je daarbij gemakkelijk fouten.

Als je snel met iemand, die ver weg woont, over iets wilt overleggen is dit een omslachtige manier.

Het zou veel beter zijn als je direkt met elkaar kon praten.

Een ander nadeel is, dat je maar met één persoon in verbinding staat. Je zou voor ieder persoon, die je wilt spreken een andere schakeling moeten maken. Dat is niet handig.

Nadat de telegraaf enige tijd in gebruik was geweest, merkten de mensen deze nadelen.

Als je merkt, dat het ontwerp niet voldoet ga je enkele stappen terug in het ontwerpen. Je probeert een andere mogelijke oplossing of bedenkt nieuwe mogelijke oplossingen.

Door dat te doen hebben mensen een nieuw toestel bedacht om snel berichten over te brengen: de **telefoon**.

Met de telefoon kun je praten met verschillende mensen, die je zelf kunt kiezen (het woord 'telefoon' betekent 'ver-spreker').

De ontwerpers en ontwerpsters van de telefoon hebben bij het ontwerpen de volgende problemen moeten oplossen:

1. Het geluid van je stem moet worden omgezet in een elektrische stroom.
Veranderingen in de stem moeten worden omgezet in veranderingen in de sterkte van de stroom (je spreekt wel van 'fluctuaties' in de stroom).
2. De stroom moet door een lange draad gaan zonder daarbij erg verzwakt te worden.

3. Bij de ontvanger moet de veranderende elektrische stroom worden omgezet in geluid, dat overeenkomt met je stem.
4. Je moet een manier bedenken om ervoor te zorgen dat veel mensen met elkaar in contact kunnen komen. Ze moeten zelf kunnen kiezen met wie ze willen spreken.

Deze problemen hebben de ontwerpers en ontwerpsters van de telefoon zó opgelost:

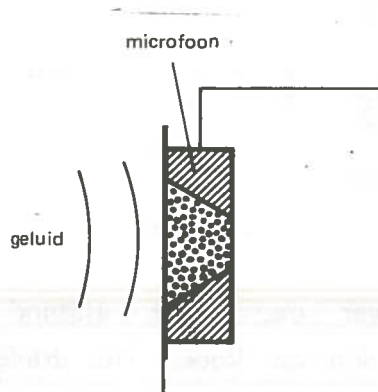
1. Eerst moet je stemgeluid worden omgezet in een elektrische stroom (ook wel elektrisch **signaal** genoemd).

Je gebruikt daarbij weer kennis uit de natuurkunde.

Op welke manieren kun je de sterkte van een stroom in een kring veranderen ? Zoek het eventueel op in paragraaf 1.

De manier, die bij de telefoon is toegepast is: de weerstand veranderen.

In figuur 10 zie je hoe het spreekgedeelte van de telefoonhoorn er van binnen uit ziet.



Figuur 10. Het spreekgedeelte van een telefoonhoorn.

Het bestaat uit een metalen plaatje, dat kan trillen. Daarachter zitten korreltjes van koolstof. Koolstof geleidt de stroom.

Als je tegen het spreekgedeelte van de telefoonhoorn praat, gaat het plaatje trillen.

Wat gebeurt er dan met de korreltjes, die achter het plaatje zitten ?

Als de korreltjes gaan trillen worden ze anders gerangschikt.

Daardoor verandert de totale weerstand van de korreltjes.

Als je dus een stroom door de korreltjes laat lopen verandert de sterkte van de stroom.

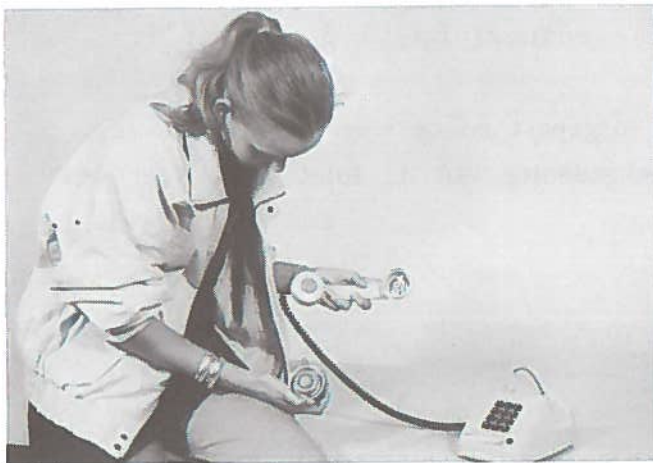
Dit is het principe van de **koolstofmikrofoon**. Er zijn ook andere (en betere) manieren om je stem om te zetten in een veranderende elektrische stroom.

Proef 2. De koolstofmikrofoon

Maak het spreekgedeelte van een telefoonhoorn open.

Wat zie je ?

Waarom kun je niet bij de koolstofkorreltjes komen, denk je ?



Figuur 11. Een telefoonhoorn open maken.

2. Nu moet de veranderende stroom over een grote afstand worden overgebracht. Dat gebeurt met lange draden van koper. Die draden zitten dicht bij elkaar in dikke kabels, die meestal onder de grond lopen en soms boven de grond.

Omdat lange draden veel weerstand hebben en de stroomsterkte erg klein zou worden, zitten er onderweg om de paar kilometer versterkers bij de kabels die de stroom versterken.

Omdat koperdraden tamelijk zwaar en bovendien duur zijn, is er gezocht naar een betere oplossing voor het overbrengen van de stroom. Welke oplossing dat is lees je in paragraaf 4: de glasvezelkabel.

3. Als de veranderende stroom bij de ontvanger komt, moet de stroom weer worden omgezet in het oorspronkelijke geluid.

Om daarvoor iets te bedenken gebruik je iets uit de natuurkunde: het magnetisch effect van elektrische stroom.

Wat houdt dat in ? Zoek het eventueel op in paragraaf 1.

Als er een stroom door een spoel gaat, werkt die als een magneet.

Doe nu de volgende proef.

Proef 3. Het magnetisch effect van elektrische stroom

Maak een eenvoudige spoel door een koperdraad enkele malen om een paar lucifers te wikkelen.

Sluit de spoel aan op een spanningsbron van een paar volt, bijvoorbeeld een zaklantaarn-batterij.

Neem een ijzeren of stalen voorwerpje (bijvoorbeeld een spijker) en houd dat bij de spoel.

Voel je dat de spoel het voorwerp aantrekt ?

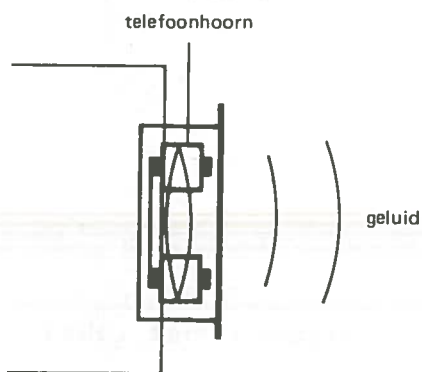
Neem nu een batterij met een grotere spanning.

Wat voel je als je het voorwerp nog steeds bij de spoel houdt ?

Dus: als er een grotere stroom door de spoel loopt, wordt het metalen voorwerp meer aangetrokken.

Dat gebruik je in het luistergedeelte van de telefoonhoorn.

In figuur 12 zie je getekend hoe dat er uit ziet.



Figuur 12. Het luistergedeelte van een telefoonhoorn.

Er is een metalen trilplaatje.

Leg aan de hand van de tekening uit wat er gebeurt als er een veranderende stroom door het spoeltje gaat.

Wat gebeurt er dan met het trilplaatje ?

De lucht bij het trilplaatje gaat meetrillen en dat neem je met je oren waar als geluid.

Doe nu de volgende proef.

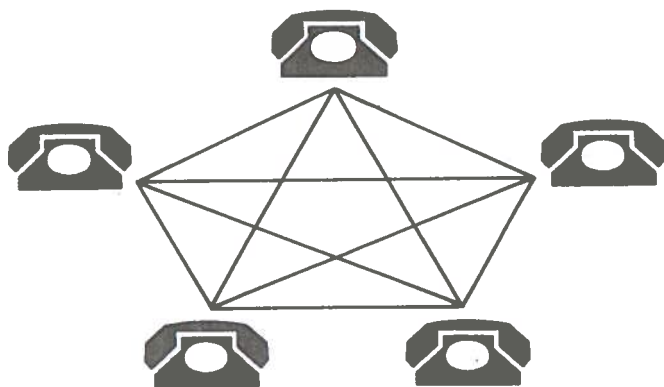
Proef 4. De telefoonhoorn

Maak het luistergedeelte van de telefoonhoorn open.

Wat zie je ?

Als het mag, probeer dan bij het spoeltje te komen (liefst zonder de hoorn kapot te maken).

4. Nu moet je een manier bedenken zodat een groot aantal mensen met elkaar in kontakt kunnen komen.
Een eenvoudig ontwerp is het volgende: verbind alle mensen onderling met een aparte verbinding. Hoe je een verbinding tussen twee toestellen maakt, zie je in extra stof blad 3.
Je krijgt dan zoiets als in figuur 13 is getekend.



Figuur 13. Alle toestellen zijn onderling verbonden.

Hoeveel verbindingen heb je nodig om 3 personen met elkaar te verbinden ?

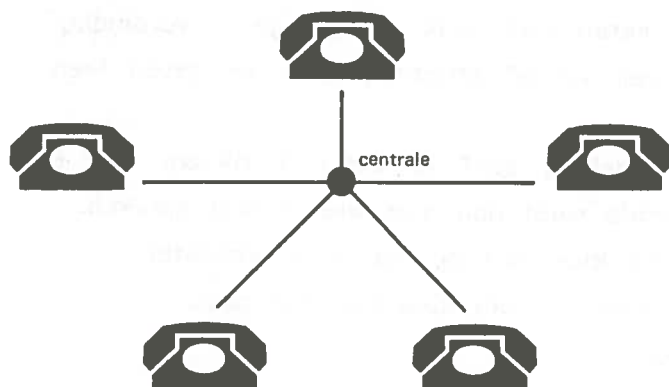
En hoeveel om 5 personen met elkaar te verbinden ?

Kun je het nog uitrekenen voor 10 personen ?

En voor alle gezinnen in Nederland ?

Wat is dus het nadeel van deze oplossing ?

In figuur 14 zie je een andere manier om ervoor te zorgen dat iedereen met elkaar in verbinding kan komen. Je verbindt eerst iedereen met een punt in het midden. Via dat punt kan iedereen de ander bereiken.



Figuur 14. Alle toestellen zijn met elkaar verbonden via een centrale.

Dat punt in het midden is een **centrale**.

Hoeveel verbindingen heb je nu nodig om 3 personen met elkaar te verbinden ?

En 5 personen ?

En 10 personen ?

Wat is het voordeel van het ontwerp met de centrale erbij ?

Nu begrijp je waarom er telefooncentrales zijn in ons land.

Er zijn er meer dan één.

Waarom is het niet goed mogelijk om één centrale voor alle telefoonaansluitingen te maken (er zijn in ons land ongeveer 5 miljoen aansluitingen) ?

Er is dus niet 1 centrale. Er zijn ongeveer 1.300 centrales.

Die staan onderling weer met elkaar in verbinding via grotere centrales.

Distriktscentrales heten die.

Waar is bij jou in de buurt een distriktscentrale ?

4. Tenslotte moet je nog een manier bedenken zodat iedereen kan kiezen met wie zij of hij in verbinding wil komen.

Daarvoor gebruik je weer de elektrische stroom.

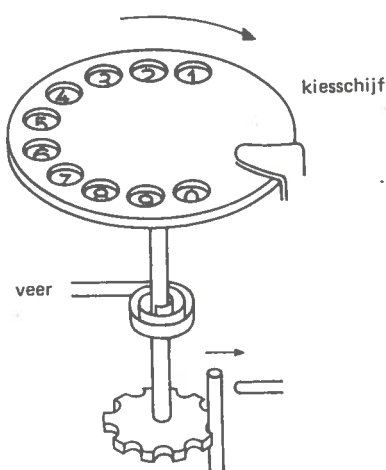
Je geeft ieder telefoontoestel een nummer. Als je nu iemand wilt bellen, moet je aan de centrale laten weten met welk nummer je in verbinding wilt komen. Dat doe je door een aantal stroomstootjes te geven (een aantal 'tikken').

Als je met nummer 364 wil spreken, geef je eerst 3 tikken, dan 6 tikken en dan 4 tikken. De centrale weet dan met wie je wilt spreken.

De stroomstootjes maak je met de kiesschijf op het telefoontoestel.

Als je een losse kiesschijf hebt, kun je mooi zien hoe dat gaat.

In figuur 15 zie je het getekend.



Figuur 15. De werking van de kiesschijf.

Als de kiesschijf een eindje gedraaid is wordt hij door een veer teruggetrokken in de oorspronkelijke stand. Aan de kiesschijf zit een schijf vast met uitsparingen. Tegen die schijf ligt een kontakt-pennetje. Wanneer de kiesschijf terugdraait, wipt dat pennetje een paar keer op en neer tegen de uitsparingen. Daardoor wordt een paar keer kontakt gemaakt en loopt er een aantal keren een stroompje.

Als je een 5 hebt gedraaid, passeren er 5 uitsparingen het pennetje. Daardoor wipt het 5 keer op en neer. Dan loopt er 5 keer een stroompje. Zo wordt de 5, die je gedraaid hebt, omgezet in 5 stroomstootjes, die naar de centrale gaan.

Nu moet de centrale de juiste verbinding maken.

Wat gebeurt er met de stroomstootjes om dat te doen ?

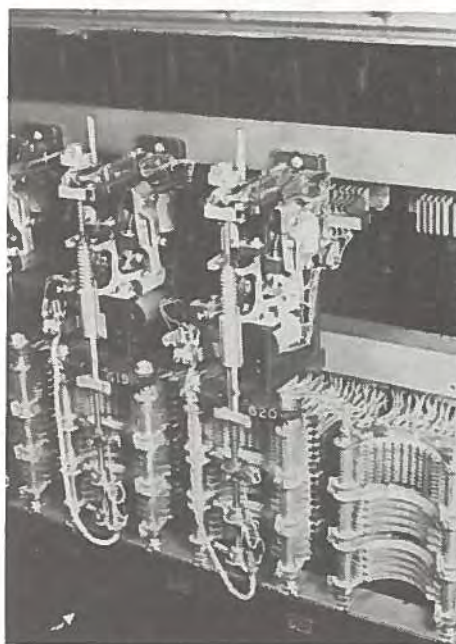
Daarvoor is in de techniek een **stappenschakelaar** ontworpen.

Die werkt zó:

In figuur 16 zie je een klein stukje van de enorme stappenschakelaar in de centrale. Dit stukje zorgt voor het verwerken van één cijfer van het nummer dat je gedraaid hebt.



Figuur 16. Vereenvoudigde voorstelling van een stappenschakelaar.



Figuur 17. Foto van een deel van een stappenschakelaar.

In figuur 17 zie je een foto van een deel van een stappenschakelaar in een centrale.

In de vereenvoudigde voorstelling van figuur 16 zie je dat de schakelaar in 10 standen kan staan: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

Als je een 5 gedraaid hebt moet de schakelaar in stand 5 komen. Dan is het goede contact gemaakt. De 5 stroomstootjes zorgen ervoor dat de schakelaar 5 stapjes omhoog schuift. Hij komt dan in stand 5 te staan. Als je een aantal van deze schakelaars achter elkaar zet (voor elk cijfer van het telefoonnummer één) krijg je uiteindelijk de gewenste verbinding.

Tot nu toe ging het steeds over het type telefoontoestellen, dat je nog vaak in gezinnen tegenkomt. Maar je ziet tegenwoordig ook een ander soort telefoon. Die heeft geen kiesschijf meer, maar druktoetsen. In figuur 18 zie je zo'n nieuw telefoontoestel.



Figuur 18. Een telefoontoestel met drukknoppen.

De werking van zo'n telefoon is anders dan van de telefoon met een kiesschijf.

De kiesschijf werkt met behulp van elektrische stroom en met een bewegend onderdeel. Je noemt dat wel: **elektro-mechanisch**.

Bij de nieuwe telefoontoestellen is er geen onderdeel dat beweegt. Het kiezen gebeurt alleen door middel van de elektrische stroom: **elektronisch**.

Bij de nieuwe telefoontoestellen horen ook nieuwe centrales. De oude stappenschakelaars werken, net als de kiesschijf, elektro-mechanisch. Om de nieuwe, elektronische telefoontoestellen te kunnen gebruiken, zijn nieuwe, elektronische centrales nodig. Die werken veel sneller dan de elektro-mechanische en hebben minder last van storingen.

Samenvatting

In deze paragraaf heb je gezien hoe de telefoon werkt. Je stemgeluid wordt eerst omgezet in een veranderende elektrische stroom in het spreekgedeelte van de telefoonhoorn. In het luistergedeelte wordt deze stroom weer omgezet in geluid.

De stroom gaat door lange draden van koper, die in dikke kabels zijn gebundeld. Onderweg wordt de stroom een aantal keren versterkt.

Alle telefoontoestellen zijn met elkaar verbonden via centrales.

Als je iemand wilt bellen, draai je zijn of haar telefoonnummer met de kiesschijf op het telefoontoestel. Die zet het nummer om in een serie stroomstootjes. In de centrale wordt door die stroomstootjes een reeks schakelaars in de juiste stand gezet. Daardoor komt de goede verbinding tot stand.

Nieuwe telefoontoestellen werken met druktoetsen. Om die toestellen te gebruiken zijn ook nieuwe centrales nodig.

Opgaven

12. Als je niet van de telefoon gebruik maakt, hoeft er geen stroom door het toestel te lopen.

Hoe is er bij het telefoontoestel voor gezorgd dat er geen stroom loopt als je de telefoon niet gebruikt ?

13. De telefoonaansluiting in de muur lijkt op een stopkontakt.

Wat is de overeenkomst tussen deze telefoonaansluiting en een stopkontakt ?

En wat zijn verschillen ?

14. Er zijn tegenwoordig veel verschillende modellen voor telefoontoestellen.
In het ontwerpen van de techniek besteed je ook altijd aandacht aan het uiterlijk van je apparaat. Het moet er mooi uit zien, en goed te bedienen zijn.
Maak een overzicht van alle soorten, die je kunt kopen. Vaak vind je foto's van die toestellen voorin de telefoongids. Je kunt ze ook gaan bekijken in een 'telefoon-winkel'.
Zet bij elk toestel wat er bij het ontwerpen aan gedaan is om het toestel een mooi uiterlijk te geven.
Hoe is er geprobeerd om het bedienen van het toestel aangenaam te maken ?
15. Je hebt aan het slot van de paragraaf iets gelezen over de nieuwe telefoontoestellen met druktoetsen.
Zoek uit hoe die werken: hoe wordt het indrukken van een paar toetsen omgezet in een stand van de schakelaars in de centrale ?
16. Telefoonnummers bestaan altijd uit twee delen: een net-nummer en een abonnee-nummer. Het net-nummer geeft aan in welke plaats het telefoontoestel staat, het abonneenummer geeft aan om welk telefoontoestel in die plaats het gaat. Als je naar een ander land belt, komt er nog een nummer bij: het landnummer.
Zoek uit hoe het net-nummer in elkaar zit en wat dat te maken heeft met centrales en distriktscentrales.
17. Met de komst van de telefoon nam het schrijven van brieven sterk af. Toch zullen er altijd nog wel brieven geschreven worden.
Wat vind jij de voor- en nadelen van brieven schrijven en van telefoneren ?
Kun je bepaalde dingen makkelijker schrijven en andere makkelijker door de telefoon zeggen ?

4. DE GLASVEZELKABEL

In de vorige paragraaf ging het over de werking van de telefoon.

Over het volgende probleem hebben we nog niet voldoende nagedacht: hoe zorg je ervoor dat de elektrische stroom, die van het toestel naar de centrale gaat en verder naar de ontvanger, sterk genoeg blijft ?

In de vorige paragraaf heb je al kunnen lezen dat daarvoor de stroom enkele malen onderweg versterkt moet worden. Dat gebeurt ongeveer om de 2 km. Ook in de centrales wordt het elektrisch signaal versterkt.

Aan deze oplossing zitten bezwaren:

- je hebt veel tussen-versterkers nodig bij lange afstanden,
- elektriciteit is niet ongevaarlijk: kapotte kabels kunnen gaan vonken,
- de voorraad koper raakt op den duur op. Er is veel koper nodig voor het telefoonkabel-net in ons land. De lengte van alle koperkabels voor telefoonverbindingen in Nederland is ongeveer 160.000 kilometer. Daar zit heel wat koper in.

In paragraaf 2 heb je gezien, dat je bij het ontwerpen een aantal mogelijke oplossingen voor je ontwerp-probleem bedenkt en dan de beste oplossing kiest. We kozen toen voor elektriciteit om berichten over te brengen.

Nu zien we, dat die oplossing toch bezwaren heeft.

Als je merkt, dat de gekozen oplossing niet meer voldoet, ga je enkele stappen terug in het ontwerpen. Je kiest dan een andere mogelijke oplossing of bedenkt nieuwe mogelijke oplossingen.

In paragraaf 2 hebben we als andere mogelijke oplossingen bedacht: geluid en licht.

De uitvinder van de telefoon (dat was Graham Bell) heeft er al over gedacht om een soort 'licht-telefoon' te maken. Je leest daarover meer in de extra stof over de geschiedenis van de telecommunicatie: van semafoor tot satelliet.

In de moderne communicatie-techniek is een manier bedacht om een telefoon-signaal over te brengen met licht. Dat gebeurt in een glasvezel.

Hoe kun je met licht een signaal over grote afstand overbrengen ?

Je zou het licht in een soort kabel van glas moeten stoppen, net als de elektrische stroom in een draad. Als dat lukt zijn de nadelen van een koperdraad verholpen. Ga maar na:

- glas heeft de eigenschap dat als het helder is, je nauwelijks lichtsterkte verliest.

Je hoeft het signaal dan onderweg minder vaak te versterken,

- licht kan geen vonken veroorzaken,
- lichtstralen beïnvloeden elkaar niet, al lopen ze vlak langs elkaar heen,
- glas wordt hoofdzakelijk gemaakt uit zand. Dat raakt voorlopig niet op,
- een draad van glas is sterker dan een draad van koper en breekt dus minder snel,
- de soortelijke massa van glas is kleiner dan die van koper. Een kabel van glas is dus lichter dan een even dikke en even lange kabel van koper.

Welke voordelen heeft dat ?

Maar kun je licht wel vervoeren in een kabel van glas ? Als er een bocht in de kabel zit moet het licht ook de bocht om. Maar licht beweegt toch rechtlijnig ?

Hoe kun je dat probleem oplossen ?

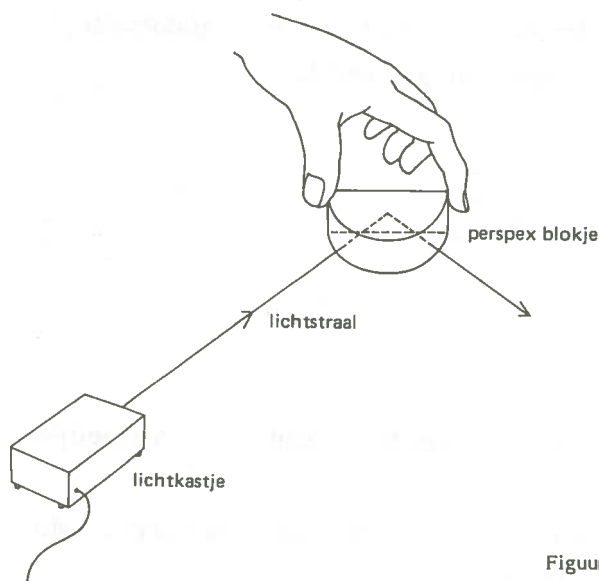
Je zou de wanden van de kabel spiegellend kunnen maken. Dan blijft het licht altijd binnen de kabel. Maar dat is erg duur.

Er is een andere oplossing. Die onderzoek je in de volgende proef.

Proef 5. Terugkaatsing van licht

Neem een lichtkastje, waaruit een smalle bundel licht komt en een stuk perspex in de vorm van een halve cirkel.

Laat de lichtstraal uit het lichtkastje invallen op het stuk perspex, zoals getekend is in figuur 19.



Figuur 19. Proef met stuk perspex.

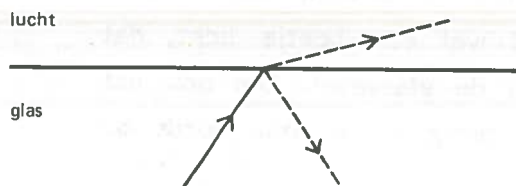
Draai het stuk perspex een beetje in de aangegeven richting. Je ziet, dat een deel van het licht (in het begin maar weinig) teruggekaatst wordt tegen de rand van het perspex. Een ander deel verlaat het perspex, maar wordt daarbij gebroken. Je noemt dat verschijnsel dan ook **breking**. Omdat een gedeelte van het licht wordt teruggekaatst spreek je hier van **gedeeltelijke terugkaatsing**.

Draai het stukje perspex langzaam verder.

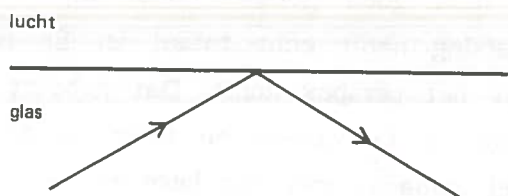
Je ziet, dat er steeds meer licht wordt teruggekaatst en steeds minder gebroken wordt.

Bij een bepaalde hoek wordt al het licht teruggekaatst en wordt niets meer gebroken. In dat geval spreek je van **totale terugkaatsing**.

In figuur 20a en b zie je de gedeeltelijke en totale terugkaatsing getekend.



Figuur 20a. Gedeeltelijke terugkaatsing.



Figuur 20b. Totale terugkaatsing

Dat verschijnsel gebruik je in de glasdraad, die we willen ontwerpen voor het overbrengen van het telefoonsignaal.

In figuur 21 zie je een stuk van zo'n draad. Je noemt het een **glasvezel**.
In extra stof blad 2 maak je een model van een glasvezel.



Figuur 21. Doorsnede van een glasvezel.

Glasvezels zijn erg dun en buigzaam. Bovendien zijn ze nauwelijks breekbaar.

Leg nu zelf aan de hand van figuur 21 uit waarom de lichtstraal in de glasvezel blijft lopen.

Wanneer je dus een elektrisch signaal omzet in een lichtstraal kun je dat vervoeren in een glasvezel.

Bedenk zelf een manier om een elektrische stroom om te zetten in een lichtstraal met veranderende intensiteit. Denk bijvoorbeeld aan een lichtorgel in een diskotheek.

Bedenk ook hoe je aan de andere kant van de kabel van het lichtsignaal weer een elektrisch signaal maakt. Denk bijvoorbeeld aan de lichtmeter op een fototoestel.

Als je heel goed gekeken hebt bij proef 5 heb je gezien, dat 'totale' terugkaatsing nooit echt totaal is. Er is altijd wel een beetje licht, dat toch uit het perspex komt. Dat gebeurt ook in de glasvezel. Om ook dat licht nog op te vangen en weer in de vezel terug te sturen, wordt de glasvezel gemaakt met een **kern** en een **mantel**.

Als er wat licht uit de kern komt, wordt het in de mantel teruggekaatst, weer de kern in (zie figuur 22).



Figuur 22. Kern en mantel van een glasvezel.

Als je veel glasvezels bij elkaar in een kabel stopt, spreek je van een **glasvezel-kabel**. Dat woord ben je misschien wel eens in de krant tegengekomen (zie figuur 23) of je hebt het gehoord op de radio of TV.



'Doorzichtige informatie'- gesprekken via glasvezelkabel

(van een medewerker)

ROTTERDAM Telefoneren via een huisje van glas. Tot voor kort werd dit onuitvoerbaar, of onmogelijk geacht. Toch is het nu zover. De eerste glasvezelverbinding van de PTT-districtelefoniecentrale in Rotterdam-Centrum en de districtelefoniecentrale aan de Waalhaven in Rotterdam-Zuid. Door middel van dit zeer geavanceerde systeem is het nu mogelijk om door een huisje van glas 2000 telefoongesprekken te geleiden. Als het moet kan dit aantal nog worden uitgebreid.

Het nieuwe systeem staat op het principe van signaaloverbrenging via glasvezel. Het signaal gaat door een lichtvezel door een zeer dunne buis. Als het signaal bereikt wordt het weer omgezet in een elektrisch signaal.

Men zou het zich kunnen voorstellen als het bekende buispoststelsel, dat door diverse bedrijven wordt toegepast. Ergens wordt de afzender gewijst, hij vliegt door het buispoststelsel en aan de andere kant wordt de afzender weer geleid. Om het transport zo snel en efficiënt mogelijk te laten verlopen, wordt het te verzenden materiaal tijdelijk verpakt.

Zelf het pakket gaat tijdelijk in een buis en wordt aan het eind ontpakt. Het pakket wordt dan weer geleid. Dit alles gebeurt uiteraard door middel van de computer.

De komst van de computer heeft deze manier van overbrenging noodzakelijk gemaakt. De computer kan nu welig begaan met frequenten, maar dat is niet met cijfers. Zo kunnen in één seconde een miljoen schakelcombinaties worden gemaakt. Niet alleen de telefoon gaat hiervan profiteren, ook vele andere diensten van de PTT, zoals telex, data, facsimile-berichten, videomail, voor vergaderingen, telextext enz. Op het gebied van onderzoek, productie en installatie bestaat een nauwe samenwerking tussen PTT, Philips en de N.R.F.

Het voordeel dat tot zo'n glasvezel leidt is als volgt: een heel kort stukje wordt in een draad zo sterk verhit dat er zich duizenden ultradunne laagjes glas afzetten. Vervolgens wordt de buis zo sterk verhit dat deze over de gehele lengte leegschuimt. Het resultaat is dan een massieve glazen staaf. Opnieuw na verhitte wordt uit de buis geroosterd punt ongeveer 14 km glasvezel getrokken. De dikte is dan 8,3 mm. Deze draad wordt hier beter het lichtsteel genoemd. Om deze draad wordt een kunststof beschermingslaag aangebracht. Hierin worden de optische eigenschappen onderzocht. Het licht gaat hierbij elkaar een niet zo erg moeilijke techniek. Toch zijn er behoorlijk wat moeilijkheden overwonnen. Denk aan de lichtbron die moet juist gaan gebruiken. Het moet er één zijn die, gestuurd door het signaal, vele miljoenen keren per seconde aan en uit gaat. Kan worden waargenomen. De glasvezel moet bovendien voor bijzondere eigenschappen hebben, zoals sterkte, buigzaamheid, vloeit, vloeit, niet alle lichtbronnen, hoevel, tegelijk overgevoerd, tegelijk aankomen, dat is

tekent vervorming van het signaal. De meeste lichtbronnen wijken van de rechte lijn door de buis af, en schieten tegen de wanden aan. Men heeft dit verholpen door de glasvezel uit lagen glas met verschillende eigenschappen op te bouwen. Zo kan de lichtstraal via de wanden sneller voortuit, dan eenzelfde deeltje wat recht door de buis schiet.

Continenten

De glasvezelkabel zal niet alleen dienst gaan doen op het land. Men is ook druk doende om de continenten onderling op deze manier met elkaar te verbinden. Van Europa naar Engeland moet een kabel komen van 120 km lengte. Deze zal dan 12 000 telefoongesprekken gaan vervoeren.

De optische transmissie biedt de mogelijkheid meer informatie over te dragen binnen hetzelfde tijdbeveel. De computer kan de signalen zo snel omzetten, dat er tijd overblijft om andere signalen door te zenden. Dat is een belangrijk gegeven in het licht steen verder ontwikkelende informatietijperk.

Al deze ontwikkelingen maken deel uit van een telecommunicatiesysteem dat d.m.v. koppelingen zal worden samengesteld op een wereldwijd netwerk, het z.g.s. I.S.D.N. (Integrated Services Digital Network). Het aantal diensten zal in komende jaren toenemen. Denk bijvoorbeeld aan telebankieren, telemedicijnen, een elektronisch telefoonboek, het op afstand bedienen van huishoudelijke apparaten, diverse communicatie-diensten, elektronische berichten.

Figuur 23. Een krante-bericht over de glasvezelkabel.

Op een aantal plaatsen in ons land worden al glasvezelkabels in de grond gelegd. Waarschijnlijk zullen steeds meer koperkabels worden vervangen door glasvezelkabels.

Samenvatting

In deze paragraaf heb je gezien, dat je licht kunt overbrengen in een kabel van glas. Je gebruikt dan het verschijnsel totale terugkaatsing.

Wanneer je een veranderende elektrische stroom (het telefoon-signaal) omzet in een veranderend lichtsignaal kun je dat vervoeren in een glasvezel. Aan de andere kant van de glasvezel maak je er dan weer een elektrisch signaal van.

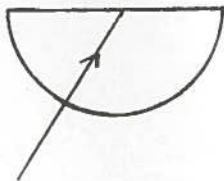
Opgaven

18. In figuur 24a zie je een lichtstraal, die invalt op een stuk perspex.

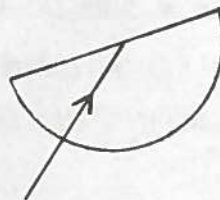
Schets hoe de lichtstraal verder gaat als er sprake is van gedeeltelijke terugkaatsing.

In figuur 24b is het stuk perspex een stukje gedraaid.

Schets hoe de lichtstraat verder gaat als er nu sprake is van totale terugkaatsing.



Figuur 24a. Gedeeltelijke terugkaatsing.



Figuur 24b. Totale terugkaatsing.

19. Als lichtbron voor een glasvezelkabel wordt geen gewoon licht gebruikt, maar licht van een laser (spreek uit: lezer).

Dat licht heeft als eigenschap dat het heel goed in dezelfde rechte richting blijft lopen. Een laser-bundel wordt veel minder snel breed (minder 'verstrooid') dan een gewone lichtbundel.

Een smalle bundel blijft een smalle bundel.

Waarom is dat beter voor een glasvezel ?

Denk daarbij aan wat je bij proef 5 gezien hebt.

20. Zou een telefoondraad van koper, waar een elektrische stroom door gaat, dicht langs een hoogspanningskabel mogen lopen ?

Waarom wel of waarom niet ?

Hoe is dat bij een glasvezel ?

21. Glasvezels worden niet uit één soort glas gemaakt.

Je hebt gelezen, dat glasvezels bestaan uit een kern en een mantel.

De kern is gemaakt van een ander soort glas dan de mantel.

Dat wordt gedaan om lichtstralen, die te schuin op de wand van de glasvezel vallen toch binnen de glasvezel te houden.

Geef in figuur 22 aan hoe de lichtstraal gebroken wordt van kern naar mantel, hoe deze door totale terugkaatsing weer terug komt bij de grens tussen kern en mantel en dan weer de kern in gebroken wordt.

22. Teken in een schema welke overgangen er zijn als je praat tegen het spreekgedeelte van een telefoonhoorn en het signaal via een glasvezel naar de ander toegaat.

Het begin is hieronder al gemaakt:



23. Glasvezels zijn een voorbeeld van een nieuwe ontwikkeling in de techniek.

Toen de telefoon werd uitgevonden en ingevoerd was dat ook een nieuwe ontwikkeling.

Probeer eens te bedenken waarom:

- de telefoon niet eerder dan in 1876 werd uitgevonden,
- waarom de glasvezel niet eerder dan 1960 werd uitgevonden.

5. COMMUNICATIE IN DE SAMENLEVING

In de samenleving is communicatie erg belangrijk.

Mensen willen over en weer veel boodschappen overbrengen over grote afstanden. Je moet daarbij niet alleen denken aan de gezellige praatjes met vrienden en vriendinnen, maar vooral ook aan zakelijke boodschappen. Mensen hebben steeds meer informatie, die ze aan anderen willen doorgeven. Bij communicatie heb je steeds te maken met informatie. Er is tegenwoordig veel informatie.

Het verwerken van informatie hoort ook tot de techniek. Er is een apart vak, dat zich bezig houdt met het verwerken en opslaan van informatie met de computer: de **informatika**.

Er wordt zoveel informatie van allerlei soort verwerkt en opgeslagen, dat men wel zegt, dat we leven in een informatie-maatschappij.

In de techniek zijn verschillende manieren bedacht om informatie over grote afstanden over te brengen. Eén daarvan is de telefoon. Daarover heb je in deze lessenserie kunnen lezen.

Er zijn er nog veel meer.

Zonder deze middelen zou ons leven er anders uitzien.

Het onderdeel van de techniek dat zich bezig houdt met de tele-communicatie is dus belangrijk in de maatschappij.

Door de techniek gaat de communicatie sneller en over steeds grotere afstanden dan voorheen. De wereld is daardoor 'veel kleiner geworden'. Landen, waar je vroeger nooit iets van kon horen of zien, zie je nu op de TV of je voert er telefoongesprekken mee.

Toch zijn er ook slechte gevolgen van de technische communicatie voor onze samenleving als het gaat om communicatie.

Denk eens aan de grote invloed, die de TV op veel mensen heeft.

Bij het toepassen van de techniek moet je dus altijd bedenken wat de gevolgen kunnen zijn en of je die wel wilt.

Hoe belangrijk een goed tele-communicatie-systeem voor een land is, kun je zien aan de getallen in tabel 1. Je ziet daar het aantal telefoons per 100 mensen in verschillende landen.

Tabel 1. Het aantal telefoons per 100 inwoners voor een aantal verschillende landen	
Land	Aantal telefoons per 100 inwoners
Verenigde Staten	84
Engeland	49
Portugal	14
Rusland	9
Brazilië	6
India	0,4
Malawi	0,3

Veel mensen vinden werk in de tele-communicatie. Het is niet moeilijk een lange lijst te maken van technische beroepen, die met tele-communicatie te maken hebben.

De vooropleiding voor veel van die beroepen is de MTS, de studierichting elektrotechniek.

De PTT geeft bovendien zelf opleidingen voor mensen, die daar willen gaan werken.

Opgaven

24. Welke konklusie kun je trekken uit de cijfers in tabel 1 ?
Hoe kan een goed communicatie-systeem helpen bij de opbouw van een land ?
25. Noem behalve de telefoon nog 4 uitvindingen, die in de techniek zijn gedaan voor de tele-communicatie.

26. Noem een aantal positieve gevolgen van de tele-communicatie techniek.
27. De TV heeft een grote invloed op het dagelijks leven.
- a. Wat is het grote verschil tussen enerzijds de TV en anderzijds de telegraaf, de telex en de telefoon ?
 - b. Vind jij dat alle TV-programma's geschikt zijn voor alle mensen, ook bijvoorbeeld voor kleine kinderen ?
 - c. Noem enkele negatieve gevolgen van de tele-communicatie.
28. a. Maak een lijst met minstens 10 technische beroepen, die met de tele-communicatie te maken hebben.
- Zoek ze eventueel op in een beroepengids of vraag je dekaan ernaar.
- b. Zoek van de beroepen ook uit welke opleiding je ervoor nodig hebt.
 - c. Is er bij jou in de buurt een school waar je die opleiding kunt volgen ?

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, en ook met de manier waarop je aan anderen berichten overbrengt.

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 elektrische schakeling om berichten over te brengen.

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.

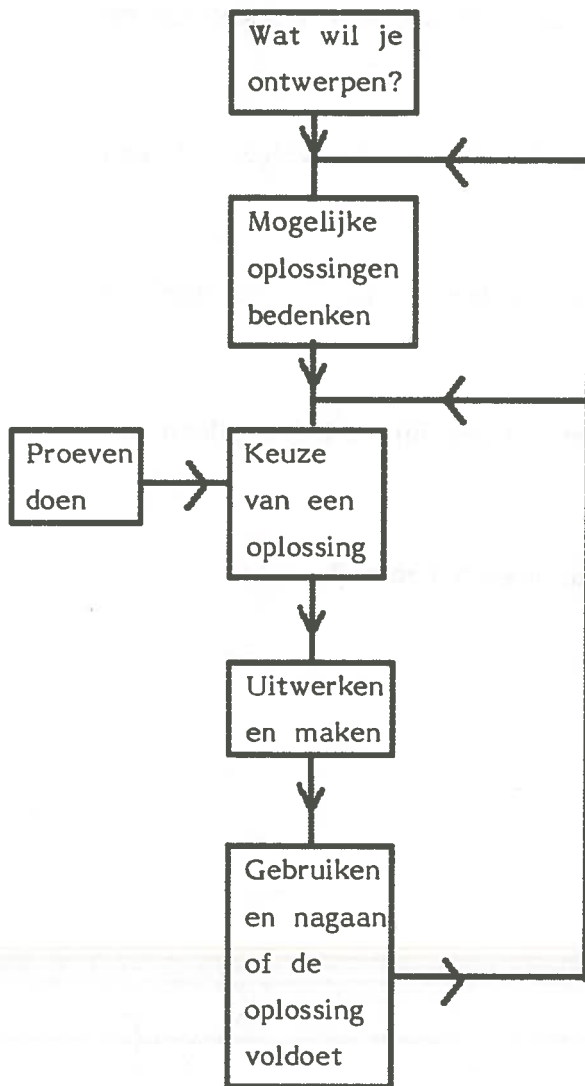
Bij techniek denk je al gauw aan machines en apparaten. Die horen zeker ook bij de techniek. Maar in de eerste plaats gaat het in de techniek om mensen, die dingen bedenken, ontwerpen, maken en gebruiken. Dat zijn machines en apparaten, maar ook een fiets, een pan en schoenen. Als je in de techniek werkt, 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 schakeling ontworpen, waarmee je berichten in code kunt overbrengen. Dat ging in een reeks stappen. In figuur 25 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 25. 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

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

HERHAALSTOF

1. BEGRIPPEN UIT DE NATUURKUNDE

Dit herhaalblad doe je als je moeite hebt met de begrippen uit paragraaf 1. Hier vind je die begrippen nog een keer. Je kunt extra oefenen met de opgaven aan het eind.

In de basisstof zijn twee belangrijke onderdelen van de natuurkunde gebruikt: elektriciteit en licht.

A. Elektriciteit

Als je een gesloten stroomkring maakt van een batterij, een gesloten schakelaar en enkele lampjes, gaat er een stroom lopen.

Dat kun je zien, want de lampjes branden.

Het onderdeel, dat ervoor zorgt, dat de stroom gaat lopen is de batterij. Je noemt zo'n onderdeel een **spanningsbron**.

Als je de kring opent (door de schakelaar open te zetten) loopt er geen stroom meer.

Je kunt de sterkte van de stroom meten met een ampèremeter. Als je die in de kring zet, slaat de wijzer uit. Hoe verder de wijzer uitslaat, hoe meer stroom er loopt.

Doe nu de volgende proef.

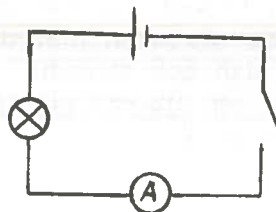
Proef 1

Maak een gesloten kring van een batterij, een schakelaar en een lampje.

Hoe kun je zien dat er stroom loopt ?

Op welke manieren kun je de kring openen ?

Neem nu een ampèremeter in de kring op (zie figuur 26). Lees de stroomsterkte af.



Figuur 26. Een gesloten stroomkring.

Hoeveel stroom er in een kring loopt hangt af van de spanning van de batterij. Een batterij van meer volt (een hogere spanning) levert een grotere stroom in dezelfde kring.

Ook de rest van de schakeling heeft invloed op de sterkte van de stroom. Als je meer lampjes in de kring opneemt, wordt de **weerstand** van de kring groter en loopt er minder stroom.

Dat kun je zien, want de lampjes branden minder fel.

Proef 2

Sluit op een batterij van 4,5 volt eerst 1 lampje van 6 volt aan (dat is: een lampje dat het beste brandt bij een spanning van 6 volt) en daarna twee lampjes achter elkaar.

Wanneer is de stroomsterkte het grootst ?

Hoe zie je dat ?

Kun je dat verklaren ?

Elektrische stroom heeft een aantal effecten.

Eén ervan is het **warmte-effekt**. Als er een stroom door een draadje loopt, wordt de draad warmer. Voel bijvoorbeeld maar eens aan een lampje waar een stroom door loopt.

Een ander effect is het **magnetisch effect**. Als een stroom door een spoel gaat, werkt die als een magneet. Dat zie je in de volgende proef.

Proef 3

Wind een koperdraad 100 keer om een potlood.

Verbind de uiteinden met de polen van een batterij.

Er loopt dan een stroom.

Houdt nu een ijzeren plaatje bij de spoel.

Wat merk je ?

B. Licht

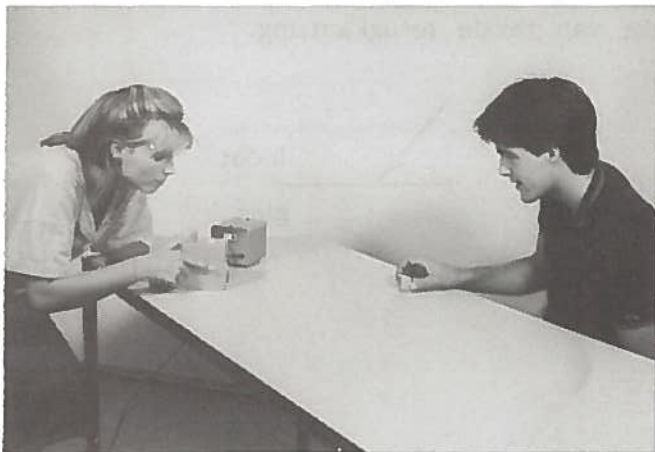
In paragraaf 2 heb je gelezen over de glasvezel. Daarbij werd een boodschap overgebracht door een lichtstraal.

Waarom blijft de lichtstraal in de glasvezel ?

Dat zie je in de volgende proef.

Proef 4

Laat een lichtstraal uit een lichtkastje invallen op een stuk perspex in de vorm van een halve cirkel (zie figuur 27 en ook figuur 19).



Figuur 27. Opstelling van proef 4.

Een deel van het licht wordt teruggekaatst. Een ander deel verlaat het perspex en verandert van richting.

Wat zie je als de lichtstraal het perspex weer verlaat ?

Je noemt dat verschijnsel **breking**.

Als je nu het blokje draait in de richting, die in figuur 19 staat getekend zie je op een gegeven moment iets opvallends.

Wat is dat ?

Je noemt dat verschijnsel **totale terugkaatsing**.

Voorbij een bepaalde hoek wordt de lichtstraal niet gebroken bij het verlaten van het perspex, maar helemaal teruggekaatst, weer het perspex in.

Als je goed kijkt, zie je dat vóór die hoek er altijd wel een beetje licht wordt teruggekaatst. Dan is er sprake van **gedeeltelijke terugkaatsing**.

Opgaven

1. Jan zegt: "Een stroomkring hoeft niet gesloten te zijn om een stroom te laten lopen. Kijk maar naar een schemerlamp. Er loopt maar één draad heen en niets terug".

Heeft Jan gelijk ?

Waarom wel of waarom niet ?

2. Kun je bij de overgang van lucht naar glas totale terugkaatsing verwachten ?

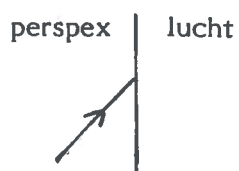
Leg uit waarom wel of waarom niet.

3. In de tekeningen bij deze opgave zie je een aantal situaties, waarin een lichtstraal van de ene stof naar de andere gaat.

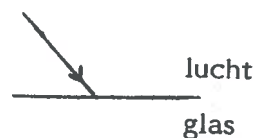
Schets bij alle tekeningen hoe de lichtstraal verder loopt.

Er is in geen van de tekeningen sprake van totale terugkaatsing.

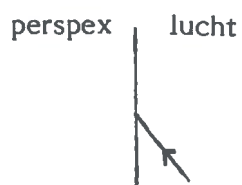
a.



b.



c.



d.



Figuur 28. Breking van een lichtstraal

HERHAALSTOF

2. EEN BERICHT OVERBRENGEN

Paragraaf 2 ging over het ontwerpen van een opstelling, waarmee je een bericht kunt overbrengen. Als je dat moeilijk vond, kan dit herhaalblad je helpen om het beter te begrijpen.

We nemen het volgende voorbeeld:

Je hebt een kamer op zolder. Als je iemand beneden iets wilt zeggen, moet je twee trappen af. Je wilt iets bedenken, zodat je van boven direkt een bericht naar beneden kunt overbrengen zonder dat je helemaal de trappen af moet.

Het ontwerpen begint altijd met te **bedenken wat je precies wilt ontwerpen**. In dit geval is dat: een opstelling, waarmee je snel een boodschap over een grote afstand kunt overbrengen.

De volgende stap is **het bedenken van mogelijke oplossingen**.

Je zou een hele lange toeter kunnen aanleggen, waardoor je kunt praten. Een andere mogelijke oplossing is een plastic fles met de boodschap erin de trappen af laten rollen.

Een derde mogelijk is gebruik maken van elektriciteit. Je weet uit de natuurkunde dat een elektrische stroom zich snel verplaatst.

Vervolgens **kies je de beste oplossing**.

In dit geval is dat de elektriciteit.

Door een lange toeter wordt je stem onverstaanbaar. En een fles rolt wel een rechte trap af, maar niet een hoekje om.

De vierde stap is: **de gekozen oplossing uitwerken en maken**.

Je bedenkt dat je de boodschap eerst in een code moet omzetten. Die code kan de punten- en streepjes-code van paragraaf 2 zijn. Dan moet je de code in stroomstootjes omzetten. Dat kan door een schakelaar te openen en te sluiten. Tenslotte moet de ontvanger zien of er wel of geen stroom loopt. Dat kan met een lampje of met een ampèremeter.

De vijfde stap is **het in gebruik nemen van het apparaat.**

Soms merk je meteen, dat het niet voldoet. Dan kies je een andere mogelijke oplossing of je bedenkt andere mogelijke oplossingen.

In figuur 25 zie je een overzicht van het hele ontwerp-proces.

Opgave

Schrijf alle bovengenoemde stappen op voor het volgende probleem:

je wilt 's nachts een boodschap overbrengen naar een ander, die op een heuveltop staat op enkele kilometers afstand.

Je hebt alleen een zaklantaarn tot je beschikking.

Ontwerp iets, waarmee je met die ander kunt communiceren.

HERHAALSTOF

3. TELEFOON EN GLASVEZELKABEL

In dit lespakket heb je een aantal dingen geleerd over de telefoon en over de glasvezelkabel. Als je dat nog niet zo goed begrepen hebt, kan dit herhaalbad je helpen.

A. de telefoon

Met de telefoon kun je berichten snel en over een grote afstand overbrengen. Bij de telefoon maak je gebruik van elektrische stroom.

Van elektrische stroom weet je dit:

- a. als de weerstand van een stroomkring verandert, verandert de sterkte van de stroom,
- b. als de stroom door een spoel gaat, werkt de spoel als een magneet.

- a. Het eerste gebruik je in het spreekgedeelte van een telefoonhoorn.

In dat spreekgedeelte zitten koolstofkorreltjes. Koolstof geleidt de stroom. Als de korreltjes anders komen te liggen ten opzichte van elkaar, verandert hun totale weerstand.

Door tegen het spreekgedeelte van de telefoonhoorn te spreken worden de korreltjes een beetje door elkaar geschud door de trilling van je stemgeluid. Dan verandert de weerstand van de korreltjes samen en de stroomsterkte verandert. De trilling van je stemgeluid wordt zo omgezet in een veranderende elektrische stroom. De veranderingen in de stroom komen precies overeen met je stem.

- b. In het luistergedeelte van de hoorn wordt de veranderende stroom weer omgezet in een geluidstrilling. Daarbij gebruik je het magnetisch effect van elektrische stroom.

Als een veranderende stroom door een spoel loopt verandert de magnetische werking van de spoel. De aantrekkende kracht wordt afwisselend sterker en minder sterk. Achter de spoel zit een dun metalen plaatje. Omdat de kracht, waarmee dat plaatje door de spoel wordt aangetrokken, kleiner en groter wordt gaat het trillen.

De lucht achter het plaatje gaat meetrillen en dan heb je weer geluid.

B. De glasvezel

Omdat een elektrische stroom in een draad gevoelig is voor storingen gebruik je tegenwoordig ook licht om een telefoonsignaal over te brengen. Dat licht gaat dan door een glasvezel. Dat is een erg dunne draad van glas.

Je zorgt ervoor dat het licht bijna recht de glasvezel ingaat.

Als de lichtstraal bij de wand van de glasvezel komt, wordt hij teruggekaatst tegen de wand. Dat komt niet omdat de wand spiegellend zou zijn. Het heeft te maken met de **totale terugkaatsing** die je in paragraaf 4 en in herhaalblad 1, proef 4, ziet.

Als het licht is teruggekaatst komt het bij de andere wand. Daar wordt het weer teruggekaatst en zo komt het steeds verder in de glasvezel.

Om ervoor te zorgen dat er zo min mogelijk licht verloren gaat, maakt men om de **kern** van de glasdraad heen een dun laagje glas van een andere glassoort. Dat heet de **mantel**.

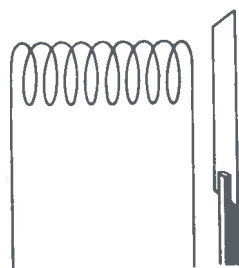
Als je een aantal van die dunne glasdraden in een kabel bij elkaar stopt, noem je het een **glasvezel-kabel**.

Door zo'n kabel kunnen veel telefoongesprekken tegelijk worden overgebracht.

Opgaven

1. Hiernaast zie je een spoeltje en een dun stalen plaatje getekend.

Leg stap voor stap uit wat er gebeurt als je een snel veranderende elektrische stroom door het spoeltje laat gaan.



Figuur 29. Een spoeltje en een stalen plaatje.

2. Kunnen de korreltjes in het spreekgedeelte van een telefoonhoorn ook van plastic gemaakt worden ?

Waarom wel of waarom niet ?

3. Voor het licht in een glasvezel wordt het licht van een **laser** gebruikt.

Het licht van een laser blijft heel precies in één bepaalde richting lopen.

Een lichtbundel van een gewone lamp verspreidt zich veel meer.

Waarom is licht van een laser geschikter voor vervoer in een glasvezel dan gewoon licht ?

Maak je antwoord met een tekening duidelijk.

EXTRA STOF

1. GESCHIEDENIS VAN DE TELE-COMMUNICATIE: VAN SEMAFOOR TOT SATELLIET

In de basisstof heb je een aantal technische apparaten gezien, die berichten kunnen overbrengen. Het overbrengen van boodschappen noem je **communicatie**. Als dat over grote afstanden gaat, spreek je van **tele-communicatie** ('tele' betekent 'ver').

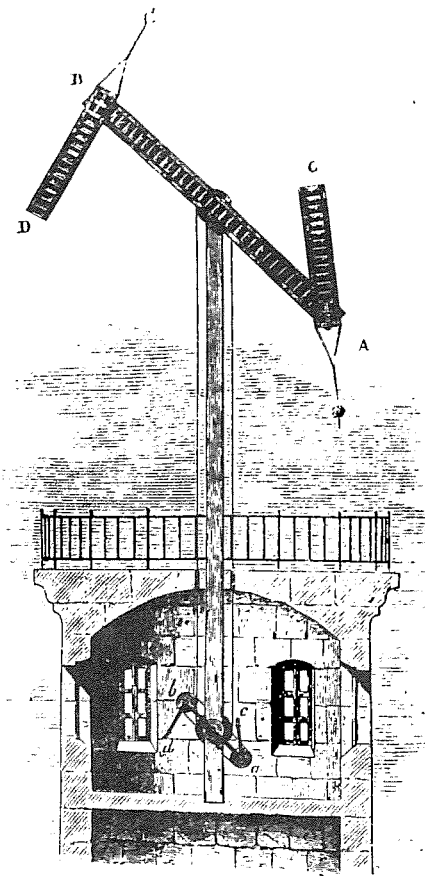
Zoals alle technische uitvindingen zijn ook apparaten voor tele-communicatie (telefoon, radio, TV, enz.) niet van de ene dag op de andere ontstaan. Je hebt gezien, dat je in de techniek eerst een aantal mogelijke oplossingen bedenkt en dan pas een oplossing kiest. Die moet je ook nog eerst helemaal uitwerken voordat je het apparaat kunt maken. Je hebt dat in paragraaf 2 bekeken.

In dit extra stof blad gaat het over de geschiedenis van de tele-communicatie. Je vindt er in opgesomd hoe een aantal uitvindingen zijn gedaan en verbeterd. Uit dit stukje geschiedenis zie je dat er in de techniek vaak tijd nodig is om tot een apparaat te komen.

1. De semafoor

Een oud middel om berichten over te brengen is bedacht door een Franse ingenieur, Claude Chappe. Hij leefde van 1763 tot 1805; dat is dus al bijna twee eeuwen geleden. Hij liet op hoge torens een soort hefbomen maken, die je in verschillende standen kon zetten. Iemand die op een hoge toren stond, zag dan aan de stand van de hefbomen welk bericht werd bedoeld. Door de hefbomen van de volgende toren dan in dezelfde stand te zetten kon hij het bericht weer doorgeven.

Deze uitvinding wordt de **semafoor** genoemd. In figuur 30 zie je een plaatje van een type semafoor, dat vooral in Engeland voorkwam. In 1852 stonden er door heel Frankrijk heen semaforen.



Op deze manier breng je boodschappen over met behulp van licht.

Er is niet veel kennis van de natuurkunde nodig om dit apparaat te bedenken. In deze tijd stond de techniek minder sterk onder de invloed van de natuurkunde dan tegenwoordig.

Met de komst van de telegraaf wordt dat anders.

Figuur 30. Een Engelse semafoor.

2. De telegraaf

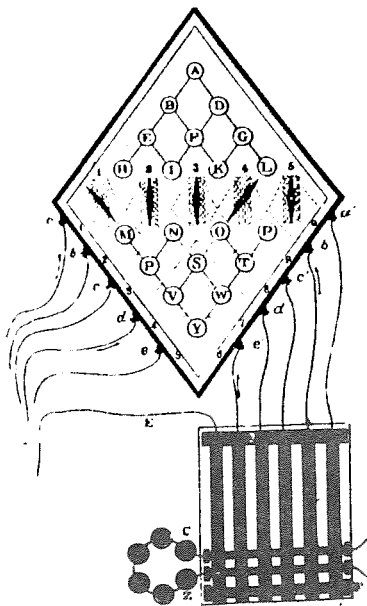
Aan de semafoor zitten nadelen: je kunt maar over bepaalde afstanden berichten doorgeven. Er moeten veel torens zijn als het gaat om grote afstanden. Als het erg mistig is, gaat het helemaal niet.

Om deze technische problemen op te lossen hebben mensen gedacht aan elektriciteit.

Toen de natuurkundigen meer te weten kwamen over elektriciteit, konden ze dat gebruiken in de communicatie. Eén van de eerste toepassingen is de telegraaf.

In 1833 maakten C.F. Gauss en W. Weber een toestel, dat elektrische stroomstootjes overbracht naar een ontvangstapparaat door een draad. Aan de ontvanger zaten magneet-naalden, die uitsloegen als er een stroompje door de draad liep.

Van welk effect van elektrische stroom maak je dan gebruik ?



Figuur 31. Een oude telegraaf.

Eigenlijk was dat apparaat nog geen echte 'telegraaf'. Want '-graaf' betekent 'schrijver' en dit apparaat schreef niets op. Je moest voortdurend goed op de naalden letten. Dat is lastig.

Samuel Morse bedacht het volgende: als je het stroompje laat gaan door een spoel, zal die spoel een metalen schrijfstift aantrekken en die zet dan een puntje op papier. Als je iedere letter voorstelt door een combinatie van strepen en punten kun je die stift een bericht laten opschrijven. Zo bracht Morse in 1837 voor het eerst een bericht over.

Door deze uitvinding konden mensen op grote afstand van elkaar veel sneller berichten overbrengen dan voorheen.

Noem eens een aantal gevolgen voor de samenleving als er beter en sneller contact op grote afstand mogelijk wordt.

Een volgend technisch probleem was: hoe krijg je het bericht op deze manier naar landen aan de andere kant van een zee? Want men wilde bijvoorbeeld van Frankrijk naar Engeland berichten verzenden. Maar een koperdraad kun je niet zo maar in zee leggen. Dan krijg je kortsluiting. Er moest iets bedacht worden om de draden te isoleren. Pas toen dat opgelost was konden draden op de zeebodem gelegd worden.

In 1858 werd de kabel over de Atlantische Oceaan, van Europa naar Amerika, gelegd.

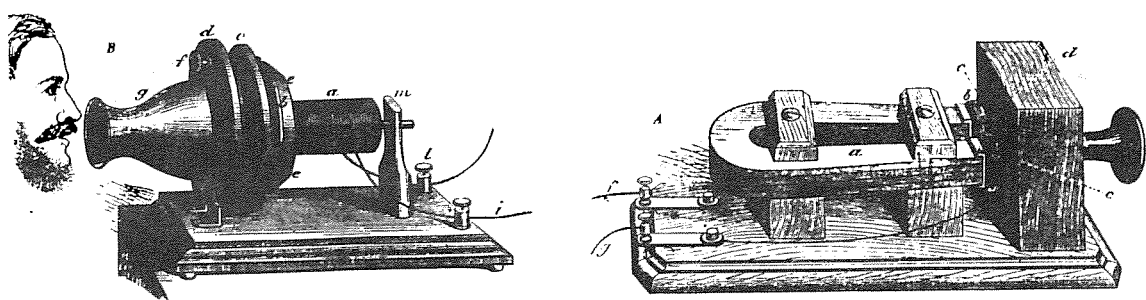
De telegraaf werd een veel gebruikt middel om berichten over te brengen.

Tot 1975 werden nog veel transatlantische gesprekken via een kabel over de bodem van de oceaan gevoerd! Nu gebeurt dat met satellieten.

3. De telefoon.

Toch is het overbrengen van berichten in strepen en punten lang niet ideaal: je zou liever gewoon een stem horen.

In 1876 bedachten twee uitvinders onafhankelijk van elkaar dezelfde oplossing voor dat probleem: de **telefoon** (letterlijk, de 'verre-spreker'). Die mensen waren A.G. Bell en E. Gray. Omdat Bell net iets eerder zijn uitvinding bekend maakte, is hij bekender geworden dan Gray.



Figuur 32. De telefoon van Graham Bell.

Het principe van de telefoon is van het begin af niet veel veranderd. In paragraaf 3 heb je gezien hoe de telefoon werkt.

De eerste kiesschijf kwam pas in 1896 (toen was de telefoon er dus al 20 jaar).

De kiesschijf werd noodzakelijk omdat er steeds meer mensen een telefoon gingen gebruiken, die allemaal met elkaar in kontakt gebracht wilden worden. In paragraaf 3 heb je gezien hoe de kiesschijf werkt.

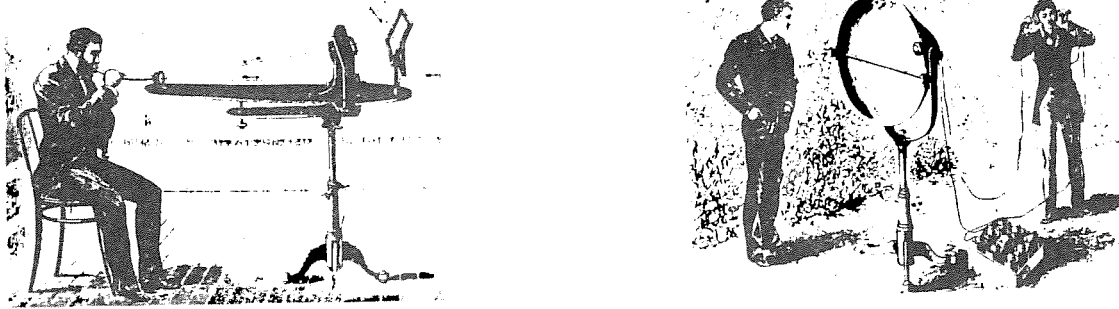
Het tot stand brengen van de verbindingen werd in de centrales gedaan door mensen. Die stopten de draden in de goede aansluitingen, zodat de gewenste verbinding tot stand kwam. Dat had tot gevolg, dat je 's avonds vaak niet meer kon bellen, omdat de mensen van de centrale dan naar huis waren. Denk je dat nu eens in !

Later ontworpen mensen een apparaat, dat de verbindingen automatisch maakt. Over deze **stappenschakelaar** heb je in paragraaf 3 gelezen.

Dat had tot gevolg, dat er veel minder mensen in de centrale werkten.

Vind je dat een positief of een negatief gevolg van de techniek ?

De uitvinder van de telefoon, Bell, dacht er ook al over om het telefoonsignaal met licht over te brengen. Daartoe ontworpen hij een nieuw toestel. Hij noemde het een **fotofoon**.



Figuur 33. De fotofoon van Bell.

Bij zijn fotofoon wordt een spiegeltje in trilling gebracht door ertegen te praten (net als een trilplaatje in een telefoonhoorn). Als je op het spiegeltje een lichtstraal laat invallen, gaat de teruggekaatste straal ook trillen.

De teruggekaatste straal wordt opgevangen bij de ontvanger. Die zet een veranderende lichtstroom om in een veranderende stroom, zoals dat ook gebeurt in een telefoonhoorn.

In figuur 33 zie je de fotofoon van Bell: links het zendgedeelte en rechts het ontvanggedeelte.

De fotofoon is nooit in grote aantallen in gebruik genomen. Het zou duren tot ongeveer 1960 tot weer iemand op het idee kwam om een telefoonsignaal over te brengen met licht. Dat gebeurt in de glasvezel, waarover je in paragraaf 4 gelezen hebt.

4. De radio

Tot nu toe heb je steeds gelezen over berichten, die overgebracht werden in de vorm van een elektrische stroom door een draad. Daarvoor heb je lange draden nodig als je grote afstanden wilt overbruggen.

Er is door technici nagedacht hoe je dat anders zou kunnen doen. Daarbij maakten ze gebruik van de natuurkunde. Een aantal onderzoekers, waaronder mevrouw Curie, hadden inmiddels onderzoek gedaan naar straling (bijvoorbeeld röntgenstraling en licht). Toen bedachten technici dat je ook berichten kunt overbrengen met straling.

Eén van die onderzoekers was Maxwell. Hij ontdekte dat trillende lading straling uitzendt. Je noemt die straling **elektro-magnetische** straling. Licht en Röntgenstraling zijn daar voorbeelden van. Maar ook radio- en televisiegolven. Bij de radio wordt een bericht overgebracht met elektro-magnetische straling.

De eerste proeven om met elektro-magnetische golven berichten over te brengen werden gedaan vanaf de Eiffeltoren in Parijs (in 1898).

Marconi bracht op die manier berichten over met behulp van de code, die Morse had bedacht. Die manier werd en wordt nog steeds op zee toegepast. Vandaar dat je op schepen soms nog een marconist of marconiste hebt.

5. De televisie

Mensen wilden niet alleen geluid overbrengen, maar ook beelden. Dat gebeurt bij de televisie.

Nipkov (hij leefde van 1860 tot 1940) bedacht een manier om het beeld vast te leggen. Hij maakte een schijfje met lensjes, die in een spiraalvorm op de schijf zaten.

Als je een voorwerp voor die schijf zet, en je laat de schijf draaien, zie je het hele beeld in stukjes door de lensjes. Achter de lensjes zitten fotocellen, die het licht, dat van het voorwerp door de lensjes gaat, omzetten in een elektrische stroom. Hoe lichter het stukje beeld vóór de lens, hoe sterker de stroom uit de foto-cel. Het hele beeld wordt zo in stukjes omgezet in een elektrische stroom. De stroom breng je dan over net als bij de radio.

John Baird was de eerste die met behulp van zo'n **Nipkov-schijf** een bruikbare televisie maakte.

Om de straling te kunnen verzenden moesten steeds meer zendmasten worden neergezet. De bekende zender Lopik werd in 1961 in gebruik genomen.

De televisie is erg belangrijk geworden in het dagelijks leven. Niet alleen als ontspanning maar ook voor allerlei andere doeleinden.

6. Satellieten

Wanneer je van de ene zendmast naar de andere een bericht wilt overbrengen, moeten ze niet te ver uit elkaar staan. Je moet direct van de ene mast naar de andere kunnen kijken. De volgende zendmast mag niet achter de horizon verdwijnen. De straling kan immers niet om een hoek buigen, maar plant zich rechtlijnig voort. Om over langere afstanden te kunnen zenden (verder dan de horizon) moet je een soort tussenstation in de lucht hebben, dat beide zendmasten kan 'zien'. Zo'n tussenstation in de lucht is een **satelliet**.

Een satelliet wordt in een baan om de aarde gebracht en blijft om de aarde cirkelen.

Oorspronkelijk werden satellieten alleen gebruikt voor onderzoek in de ruimte. Gauss, die leefde van 1777 tot 1855, toen er nog lang geen radio of TV was, kwam al op het idee om via satellieten (die toen nog niet bestonden) berichten over te zenden.

De eerste satelliet, die gebruikt werd om een bericht over te brengen naar een volgende zendmast, was de Echo I (in 1960).

Eén van de satellieten, die zelf ook kon zenden was de Telstar (in 1962).

Tegenwoordig worden veel satellieten gebruikt om signalen door te geven: radio-, TV- en telefoonsignalen.

Opgaven

1. Hoe werden heel vroeger door primitieve volken berichten over gebracht ?

Was daar veel kennis uit de natuurkunde voor nodig ?

Kun je dat al techniek noemen ?

Waarom wel of waarom niet ?

2. Om de telegraaf te kunnen ontwerpen moesten de mensen eerst meer weten over elektriciteit, speciaal over elektro-magnetisme.

Wat is **elektro-magnetisme** ?

Zoek in een encyclopedie of in een natuurkunde-boek op wie daar onderzoek naar gedaan hebben. Eén persoon wordt al in de tekst van dit extra stof blad genoemd: Maxwell.

3. Bij de PTT (dienst Onderwijskontakten) kun je materiaal aanvragen over de invoering van de telefoon in ons land.

Maak aan de hand van dat materiaal een werkstuk over de geschiedenis van de telefonie in Nederland.

4. Andere mogelijkheden voor werkstukken zijn:

- de radio,
- de TV,
- satellieten.

Er zijn in elke bibliotheek wel boeken te vinden over deze onderwerpen.

Let bij het maken van je werkstuk niet alleen op de technische en natuurkundige kanten, maar ook op de invloed, die de uitvinding van de radio, TV, satelieten op het leven van de mensen kregen.

5. Veel tele-communicatie-middelen, bijvoorbeeld de radar, zijn bedacht in tijd van oorlog. In zo'n tijd is het extra belangrijk om goed en snel kontakt te kunnen hebben op grote afstand.

Vind jij dat de techniek daarvoor gebruikt mag worden ?

Je kunt deze vraag voor jezelf beantwoorden, maar ook in een groepje met anderen bespreken.

EXTRA STOF

2. EEN MODEL VAN EEN GLASVEZEL MAKEN

In dit extra stof blad maak je zelf een model van een glasvezel.

In paragraaf 4 van de basisstof heb je gezien wat het principe van een glasvezel is: een lichtstraal blijft door totale terugkaatsing tegen de wanden opgesloten in een smalle draad van glas.

In dit blad ga je aan de hand van een model na hoe je een bericht met behulp van een lichtstraal door een glasvezel kunt overbrengen.

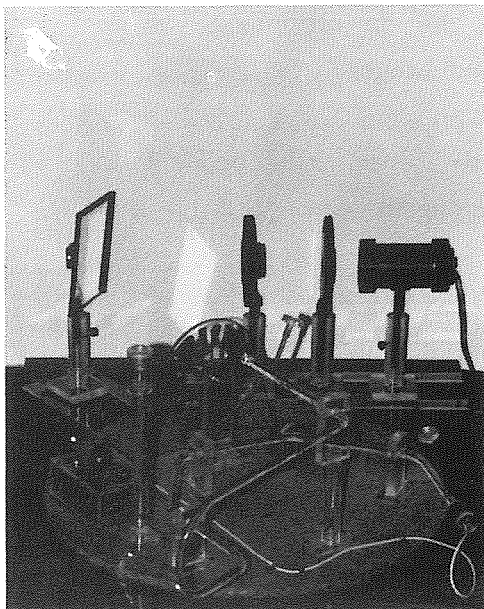
In de techniek wordt veel gewerkt met modellen. Als je bij het uitwerken van je model (stap 4 in het ontwerpen, zie figuur 25), wilt weten of je idee werkt, probeer je dat uit met een model.

Een model is vaak eenvoudiger en goedkoper te maken dan het echte apparaat.

Je vindt in dit blad geen detail-beschrijving van de opstelling. Die kun je vragen aan je lerares of leraar of aan de amanuensis (als die op jouw school aanwezig is).

Het is verstandig de opstelling samen met één van hen te maken. Misschien hebben zij de opstelling al klaar staan. Dan kun je de opstelling meteen gebruiken.

In figuur 34 zie je een overzicht van de opstelling.



Figuur 34. Opstelling met een model van een glasvezel.

In het midden zie je het model van de glasvezel: een holle buis van glas, gevuld met water of anisol (dat is een giftige vloeistof, waarmee je erg voorzichtig moet omgaan). Je kunt de glazen buis van te voren buigen door hem flink te verhitten, zodat het glas zacht wordt. Maak de bochten niet te scherp. Als de bochten te scherp zijn werkt het model niet goed. De uiteinden van de buis sluit je na het vullen af door er een plaatje glas tegenaan te plakken. Let goed op, dat er geen luchtbellens in de buis blijven zitten.

In het model dient de vloeistof in de buis als **kern** en de buis van glas dient als **mantel**.

Als je met een lamp, een spleet en een positieve lens een smalle lichtbundel maakt, kun je die door de hele buis met vloeistof laten gaan.

Zet de lamp, spleet en lens in de volgorde, die je op de foto ziet, voor het ene uiteinde van het model en kijk er aan de andere kant in. Je ziet dan het licht eruit komen.

Nog mooier gaat het met de bundel van een laser. Als je goed kijkt, zie je aan het begin van de buis, vóór de eerste bocht, de lichtstraal tegen de wand terugkaatsen.

Maar kijk er dan aan de andere kant niet in !

Je kunt van laserlicht blind worden.

Je kunt de lichtstraal met je hand afwisselend doorlaten en tegenhouden. Zo kun je een bericht maken met punten en strepen, net als bij de telegraaf van paragraaf 2. Je kunt de boodschap aan het andere eind opvangen met een fotocel of LDR (dat is een lichtgevoelige weerstand). Op de foto zie je, dat het doorlaten en tegenhouden gebeurt door een draaiende schijf, waarop met stukken donker plakband een boodschap in strepen en punten is aangebracht.

Opgaven

1. Zie je in het model ergens licht uit de buis ontsnappen ?
Waar zie je dat het sterkst ?
Kun je dat verklaren (denk aan wat je in paragraaf 4 hebt geleerd over de hoek, waarbij voor het eerst totale terugkaatsing optreedt).
2. Zou je in plaats van een holle buis, gevuld met vloeistof, ook een massieve buis van glas kunnen gebruiken als model ?
Verklaar je antwoord met wat je weet uit paragraaf 4 over totale terugkaatsing.
3. Het model van de glasvezel dat je in dit extra stof blad hebt gemaakt, is een vergroot model van de glasvezel.
Ken je meer voorbeelden van modellen, die in de techniek worden gebruikt, en die groter zijn dan het apparaat zelf ?
Ken je ook voorbeelden van modellen, die juist kleiner zijn dan het apparaat zelf ?

EXTRA STOF

3. PROEVEN MET TELEFOONTOESTELLEN

Dit extra stof blad kun je alleen doen als je school beschikt over oude telefoontoestellen, die de PTT aan scholen verkoopt voor een zacht prijsje.

Behalve twee van zulke toestellen heb je ook nodig:

- een spanningsbron van 75 volt wisselspanning van de PTT,
- een spanningsbron van 6 of 12 volt gelijkspanning.

In het blad lees je hoe je de twee toestellen moet verbinden om met elkaar te kunnen spreken.

Als je geen twee complete telefoontoestellen kunt krijgen, maar wel twee losse hoorns kun je het laatste stuk van dit extra stof blad doen. Daar staat hoe je de twee hoorns met elkaar kan verbinden.

Als het goed is staan op de diverse aansluitingen in het telefoontoestel nummers. De nu volgende beschrijving verwijst steeds naar die nummers.

Als je er niet uit komt, kun je een schema van de totale schakeling aan je leraar of lerares vragen. Dat schema is nogal ingewikkeld. Vraag daarom desnoods hulp aan je leraar of lerares.

Je verbindt de twee toestellen als volgt (de handelingen moet je steeds in beide toestellen verrichten):

- a. haal de verbinding tussen klem 9 en 10 (als die er nog op zit) weg,
- b. maak de groene draad op klem 13 van de vaste toestelbedrading vast,
- c. verplaats de blauwe draad van de kiesschijf van klem 3 naar klem 13.
Als er op klem 4 een groene draad zit, moet je die ook naar klem 13 verplaatsen,
- d. verbind klem 11 van het ene toestel via een aansluitkabel met klem 11 van het andere toestel,
- e. verbind klem 13 van het ene toestel met een aansluitkabel met klem 13 van het andere toestel. Zet op klem 13 van één van beide toestellen een aansluiting naar de spanningsbron van 75 volt wisselspanning
- f. verbind klem 9 van het ene toestel met klem 9 van het andere toestel. Sluit op klem 9 van één van beide toestellen de andere pool van de spanningsbron van 75 volt wisselspanning aan,
- g. verbind klem 10 van het ene toestel met de plus-pool van de spanningsbron van 6 of 12 volt gelijkspanning, verbind klem 10 van het andere toestel met de min-pool van die spanningsbron,

h. sluit de spanningsbron van 75 volt wisselspanning aan op het lichtnet.

Als je alles goed gedaan hebt, zijn de toestellen nu met elkaar verbonden.

Probeer of je een gesprek kunt voeren:

- neem de hoorn van de haak van het ene toestel,
- het andere toestel begint te bellen. Neem de hoorn van de haak,
- praat in de hoorn van het ene toestel en luister in het andere.

In paragraaf 3 heb je gezien, dat de kiesschijf bij elk gedraaid cijfer net zo veel stroomstootjes afgeeft als het cijfer dat je gedraaid hebt.

Draai een cijfer en luister goed of je het palletje onder de kiesschijf hoort ratelen. Als het goed is hoor je het juiste aantal tikken.

Misschien zit er bij de toestellen wel een losse kiesschijf. Dan kun je mooi zien, hoe de kiesschijf er van onderen uitziet.

Klopt het met wat je in paragraaf 3 geleerd hebt ?

Als je geen telefoontoestellen kunt krijgen, maar wel losse telefoonhoorns, kun je die ook met elkaar verbinden.

Dat gaat zo:

Uit de hoorn komen vier draden: een groene, een gele, een blauwe en een rode. Verbindt de groene en de rode draad met elkaar bij elk van de twee hoorns.

Sluit de blauwe draad van de ene hoorn aan op de plus-pool van een batterij van 4,5 volt.

Verbind nu met een twee-aderig snoer de twee hoorns met elkaar. De beide gele draden van de hoorns moeten worden verbonden met elkaar; de blauwe draad van de hoorn zonder batterij moet met de min-pool van de batterij verbonden worden.

Je kunt nu door de twee hoorns een gesprek voeren.

