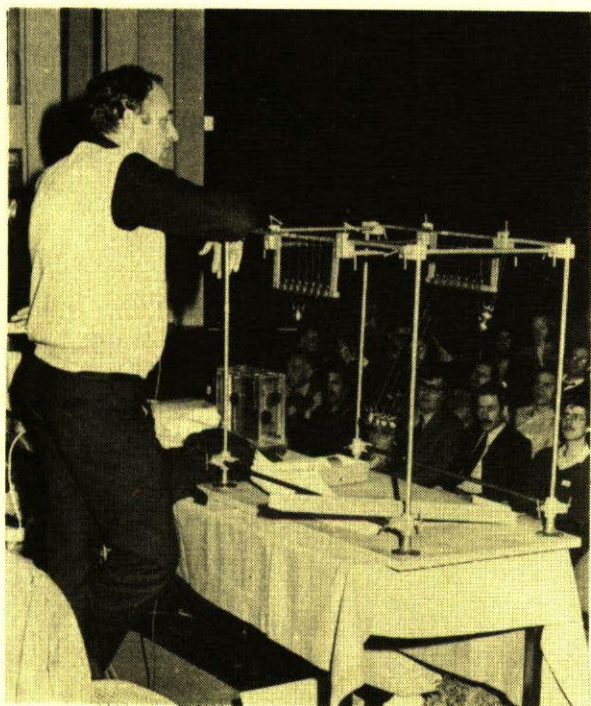
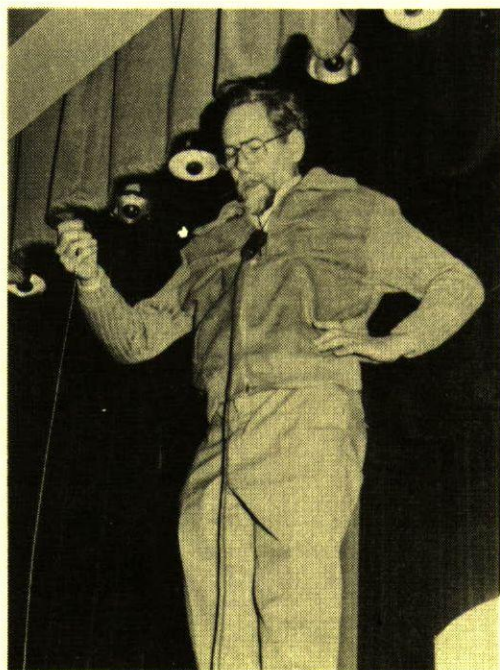
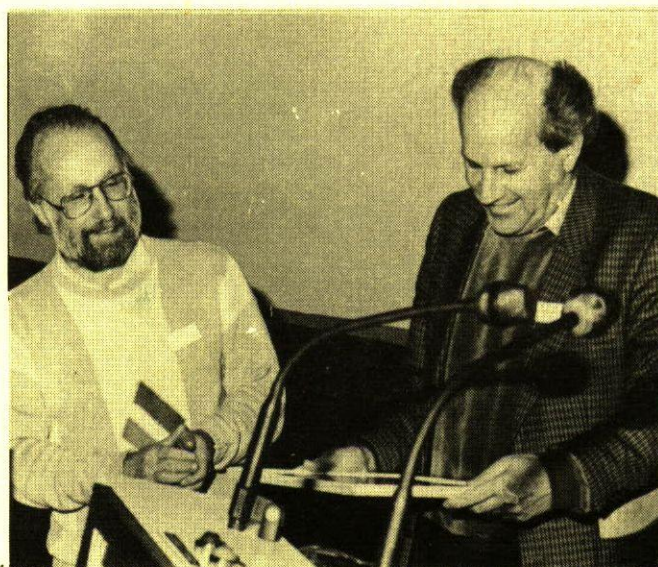


Hoe betrek ik mijn leerlingen beter bij de natuurkunde les?



werkgroep
natuurkunde
didactiek



'woudschoten'
1984

WERKGROEP NATUURKUNDE-DIDACTIEK

Laboratorium voor Vaste Stof
Princetonplein 1
3584 CC Utrecht
Tel.: 030-531179

Bestuur:

voorzitter	Th.Wubbels
secretaris	I.Frederik
penningmeester	A.J.C.D.Holvast
leden	A.A.M.Agterberg
	J.W.Lackamp
	P.J. de Vries
	R.v.d.Hoogen
	P.J.Wippoo

voorwoord

Alweer een jaar 'Woudschoten' didactiek conferenties. Gericht op het vakmanschap van de onderwijsgevende. Hoe betrek ik mijn leerlingen beter bij de natuurkundeles? Welke stimulerende middelen staan mij ter beschikking teneinde de leerlingen te motiveren?

Een nieuwe traditie lijkt het evaluatieverslag te worden. Het wordt tijdens de conferentie gemaakt op grond van interviews. Zo weten we direct na de conferentie dat velen tevreden waren over 'Woudschoten 1984'. Veelzijdig en interessant voor de onderwijspraktijk van alledag, was het oordeel. Veel deelnemers waren er ook. Ik signaleer in toenemende mate belangstelling vanuit tweede- en derdegraads onderwijsveld. Zo'n brede belangstelling voor natuurkunde didactiek komt brede sectoren van het natuurkunde onderwijs ten goede, stimuleert uitwisseling van gezichtspunten. Dank dus voor Uw komst. Een goede opkomst betekent een levensvatbare conferentie.

Al vele malen konden wij lezingen met gezichtspunten vanuit een ander vakgebied beluisteren. Komt bij die trend nu ook de anderstalige als gastspreker? Of een jaarlijks cabaret? De reacties op deze programma-onderdelen waren in ieder geval positief en als bestuur trekken we daar natuurlijk onze conclusies uit.

We kunnen U echter niet garanderen dat elk jaar twee bestuursleden zoveel verdiensten hebben dat zij tot erelid benoemd worden. Zoiets komt slechts bij hoge uitzondering voor.

Hans Créton en Herman Hooymayers, gefeliciteerd met jullie benoeming en nog bedankt voor je stimulerende werk.

Heel veel dank zijn wij verschuldigd aan degenen die op een of andere wijze bijdroegen aan het succes van de conferentie. Lezinghouders, werkgroepbegeleiders, marktmensen, cabaretiers, fotograaf, evaluatoren en zeer vele anderen achter de schermen. Er werd weer bergen werk verzet.

Ook Jenny en Thea zijn onmisbaar voor onze conferentie. Vooraf verrichten zij onder grote tijdsdruk veel organisatorisch werk. Tijdens de conferentie maken zij ons snel wegwijs. Na afloop zijn zij bij het omvangrijke verslagmaak werk betrokken. Ook jullie bedankt.

Tot volgend jaar,

Ineke Frederik.

programma



vrijdag 14 december 1984

- 13.30 - 14.40 ontvangst deelnemers
- 14.40 - 14.50 opening van de conferentie door de voorzitter van de Werkgroep Natuurkunde-Didaktiek Dr.Th.Wubbels
- 14.50 - 15.00 informatie over de conferentie door de conferentievoorzitter Drs.H.F. van Aalst, voorzitter APVO-II

binnenkomst laatkomers

- 15.00 - 15.50 lezing "Waarom heb ik succes of waarom faal ik op school - twee vragen met motivationele implicaties" door Dr.Th. Bergen, Katholieke Universiteit Nijmegen
- 15.50 - 16.20 thee
- 16.20 - 17.10 lezing "Natuurkunde rondom Kerst en Nieuwjaar" door Drs.M.Van Woerkom, Pius X kollege te Almelo
- 17.10 - 17.20 informatie over de subgroepen en de markt
- 17.20 - 17.50 aperitief
- 17.50 - 19.15 diner
- 19.30 - 21.00 SUBGROEPEN
- vanaf 20.45 markt
- om 21.15 bar open
- 21.30 cabaret "Mid Life Crisis"

zaterdag 15 december 1984

- 8.00 - 9.00 ontbijt
- 9.00 - 9.50 lezing "Veelzijdige natuurkunde, panacee of paardemiddel?" door Drs.H.Eykelhof, Projekt Leerpakket Ontwikkeling Natuurkunde Rijksuniversiteit Utrecht
- 9.50 - 10.40 lezing "Motivation in physics - where is the personal element?" door Dr. Joan Solomon, SISCON - in Schools Project, University of Oxford, Engeland
- 10.40 - 11.05 koffie
- 11.05 - 12.30 SUBGROEPEN
- 12.30 - 13.45 lunch
- 13.45 - 14.35 lezing "Mogen leerlingen leren?" door Drs.J.Schipper, medewerker Algemeen Pedagogisch Studiecentrum, Amsterdam
- 14.35 - 15.05 thee
- 15.05 - 15.50 demonstraties
- 15.50 - 16.00 sluiting

ereleden



R.L. Krans

Tot vrijdag 14 december 1984 had de Werkgroep Natuurkunde Didactiek slechts aan drie personen het erelidmaatschap toegekend: de heren Krans, Lignac en Steller.

Vanaf 14 december zijn er twee namen toegevoegd aan dit illustre gezelschap.

Herman Hooymayers werd benoemd tot erelid op grond van zijn verdiensten voor de ontwikkeling van de Natuurkunde Didactiek in Nederland in het algemeen en voor zijn werk ten behoeve van de Werkgroep Natuurkunde Didactiek in het bijzonder.

Herman is 16 jaar bestuurslid van de werkgroep geweest, 2 jaar als penningmeester en 14 jaar als voorzitter en drijvende kracht achter de werkgroep en haar conferenties.

Hans Créton werd benoemd tot erelid op grond van zijn verdiensten voor de Werkgroep Natuurkunde Didactiek in het bijzonder vanwege het door hem gevoerde beheer over de penningen.

Hans trad in 1969 als penningmeester toe tot het werkgroepbestuur. Om dit pas na 14 jaar weer te verlaten. Behalve als penningmeester maakte hij zich achter de schermen verdienstelijk bij het organiseren van de jaarlijkse 'Woudschoten' conferentie en verzorgde de bewustwording van het belang van algemeen didactische aspecten van het natuurkunde-onderwijs.



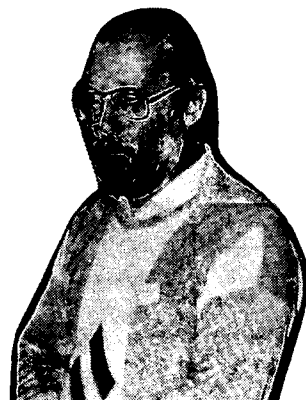
W.P.J. Lignac



J. Ph. Steller



H.P. Hooymayers



H.A. Créton

Inhoud

algemeen

Voorwoord	1
Programma	2
Ereleden	3
Inhoud	4

deel 1 : plenaire bijeenkomsten

"Waarom heb ik succes of waarom faal ik op school"	Dr.Th.Bergen	7
"Natuurkunde rondom kerst en nieuwjaar"	Drs.M.van Woerkom	29
"Veelzijdige natuurkunde: panacee of paardemiddel"	Drs.H.Eijkelhof	69
"Motivation - where is the personal element?"	Dr. Joan Solomon	79
"Mogen leerlingen leren?"	Drs.J.Schipper	87
Demonstraties		95

deel 2 : werkgroepen

1. Natuurkunde: meisjes en leerstijlen: M.Man in 't Veld		105
2. Het praktikum-schoolonderzoek kan ook leuk zijn: G.Verkerk		111
3. Taak-motivatie, een zichzelf in stand houdend systeem: Th.C.M.Bergen		113
4. Sport en natuurkunde: J.Swager		125
5. Uitdagende mechanica problemen voor 4 vwo: T. van der Valk en M.Pieters		127
6. Electronische componenten en functies: D.Krijgsman en E.Holl		133
7. Meten met de microcomputer: M. van der Veen en B. van Lenthe		135
8. Een blik op het project eerste fase v.o.: P.Heijting en H. 't Hooft		139
9. Eindexamenopgaven, ook een stimulerend middel?: P.Hogenbirk		141
10. Zomaar wat aardige dingen voor in de klas: J.M.Beltman		145
11. Hoe werkt dat nou eigenlijk?: H.Coenen		147
12. Smaakmakers: H.Biezeveld en L.Mathôt		149
13. De ZX-spectrum in het natuurkunde onderwijs: L.F.Wuite		155
14. ITO-natuurkunde proeven...de beste motivatiepillen: J.Leisink		159
15. Het project: Natuurkunde en Techniek: M. de Vries		161
16. Niet-rolbevestigend lesmateriaal: S.Udo en A.Altink		167
17. Microcomputers: motiverend voor leerlingen?: T.Ellermeijer en H.Veit		171
18. De ontwikkeling van een leerpakket voor de bovenbouw van havo en vwo: een randvoorwaarde voor een grote betrokkenheid van leerlingen: A.Miedema		173
19. Begripontwikkeling binnen het onderwerp elektriciteit: P.Licht		175
20. De microcomputer in het natuurkunde praktikum: A.J.Korthof		183
21. Napraten met Joan Solomon		185
22. De natuurkunde olympiade een uitdaging voor elke leerling: H.Jordens		187

deel 3 :

De markt	191
Midlife cabaret	193
Evaluatie	195
Deelnemerslijst	203

deel 1:
*plenaire
bijeenkomsten*



lezing

*waarom heb ik succes of
waarom faal ik op school?*

Twee vragen met motivationele implicaties?



theo c.m. bergen

1. INLEIDING

De vragen waarom heb ik succes of waarom faal ik op school kunnen zowel door leerlingen als docenten worden gesteld. De antwoorden op de vragen kunnen van invloed zijn op de motivatie van leerlingen, maar ook op die van docenten.

In deze voordracht wil ik beide aspecten aan de orde laten komen. Ik zal eerst de opvatting van motivatie als een zichzelf in stand houdend proces beschrijven vanuit het perspectief van leerlingen. Daarna wil ik nagaan in hoeverre deze opvatting van motivatie ook gebruikt kan worden om de motivatie van docenten voor hun taken tijdens hun beroepsuitoefening te analyseren. Vanwege het feit dat mijn gehoor uit docenten bestaat, moet het mogelijk zijn om de bruikbaarheid c.q. houdbaarheid van deze analyse te toetsen.

Tijdens hun werk met leerlingen constateren docenten, dat de waarde-oriëntaties van een groot aantal leerlingen met betrekking tot de leefgebieden arbeid, scholing en vrije tijd op gespannen voet blijken te staan met de waarden en opvattingen van ouders en docenten, die veelal vanuit hun positie de gevestigde waarden van onze samenleving met alle twijfels die zij daarbij eventueel hebben, willen overdragen. Docenten ervaren deze spanning bij leerlingen in hun dagelijks werk via de motivatie van de leerlingen voor hun taken tijdens de les. In onderwijsbladen wordt regelmatig gewezen op de teruglopende motivatie van leerlingen.

Men heeft de stellige indruk, dat de aandacht tijdens de les en de zorg voor het huiswerk duidelijk afnemen. Een aantal leerlingen beperkt zich tot het voor de overgang of examen verplichte minimum. Soms wordt op een nieuw type leerling gewezen. De nieuwe leerling is druk, kan zich slecht concentreren, is niet ijverig, toont weinig interesse en heeft geen doorzettingsvermogen. Tegelijkertijd betrappen veel docenten zichzelf op gevoelens van onzekerheid en machteloosheid. Zij merken dat hun arbeidsvreugde en wellicht ook hun eigen motivatie vermindert om de problemen die zij tijdens hun beroepsuitoefening ervaren aan te pakken.

Wanneer we het in het dagelijks taalgebruik over motivatie hebben, dan bedoelen wij zoiets als "bereid zijn om je voor iets in te zetten; zin in iets hebben, belangstelling hebben en bij jezelf belangstelling ervoor wekken". Uitgaande van deze beschrijving zijn er in onze scholen zeker leerlingen aan te wijzen die niet gemotiveerd zijn voor hun werk op school. Bij het zoeken naar oorzaken van de afnemende motivatie van leerlingen wordt vaak een onderscheid gemaakt naar drie niveau's, n.l. oorzaken van demotivatie, die liggen op maatschappelijk niveau, op het niveau van de schoolorganisatie en op klassenniveau. Deze drie niveau's staan niet los van elkaar, maar beïnvloeden elkaar. Hiermee wordt bedoeld, dat zij ieder afzonderlijk of in combinatie met elkaar stimulerend of remmend kunnen werken op de motivatie van de leerlingen.

Wanneer wij het hebben over oorzaken op maatschappelijk niveau, dan worden daarmee veranderingen in de samenleving bedoeld, die hun effect hebben op het onderwijs. In dit verband wordt wel gesproken van een mentaliteitsverandering. Werkte men voor kort minder voor een maatschappelijke positie omdat de welvaartsstaat veel garanties gaf, de huidige ontwikkelingen in de samenleving maakt het voor veel gekwalificeerde jongeren uiterst moeilijk om zich een maatschappelijke positie te verwerven. De aanvankelijke koppeling die bestond tussen scholing en maatschappelijke positie is niet meer vanzelfsprekend, hetgeen de prikkel voor sommige jongeren om nu te werken voor later vermindert.

Als een van de oorzaken op het niveau van de schoolorganisatie wordt vaak gesteld, dat grote scholengemeenschappen bij zowel leraren als leerlingen leiden tot klachten over massaliteit, anonimiteit, vervreemding en dalende motivatie van de leerlingen. Uit een onlangs verricht onderzoek blijkt echter, dat deze veronderstelde relatie er niet zonder meer is. De maatregelen die een school neemt om de betrokkenheid van de leerlingen bij het schoolgebeuren te vergroten, zijn belangrijker dan de grootte van de school.

Bovendien blijkt het lesrooster van de leerlingen, n.l. de duur van de les (meestal 50 minuten) en de vaak willekeurige volgorde van vakken heel gemakkelijk te kunnen leiden tot een onnodige versnippering van de aandacht van leerlingen en tot een niet efficiënt gebruik van de beschikbare lestijd.

De factoren op schoolorganisatieniveau bepalen voor een gedeelte hoe in een klassesituatie docenten met hun leerlingen kunnen omgaan. Zo lijkt het mij bijna onmogelijk voor een docent die aan 20 klassen slechts 1 uur in de week les geeft, met de leerlingen een vertrouwensband op te bouwen en te onderhouden, terwijl een vertrouwensband juist belangrijk is voor de motivatie van de leerlingen en een tegenwicht kan bieden voor de vaak geconstateerde faalangst van de leerlingen.

Met betrekking tot de factoren op klasniveau, gaat het vooral over de manier waarop docenten en leerlingen tijdens de les met elkaar omgaan. Wanneer docenten de motivatie van hun leerlingen willen verbeteren, dan zijn er een groot aantal suggesties te doen die de leermotivatie beïnvloeden.

Ik zal ingaan op een motivatie-theorie, die - zo leert de ervaring - de motivatieproblematiek van leerlingen tijdens de les op een inzichtelijke manier beschrijft.

Ik laat dus op dit moment de invloed van het maatschappelijke niveau en van het niveau van de schoolorganisatie op de motivatie van leerlingen achterwege.

2. Motivatie opgevat als een cirkelproces

Als wij het handelingsverloop van een taak of opdracht in de school analyseren, dat zijn in de tijd een drietal fasen te onderscheiden, n.l.:

1. de fase die aan de taak of opdracht vooraf gaat en die tot een doelstelling leidt.
2. de fase van de taakuitvoering.
3. de fase waarin de evaluatie van het resultaat plaatsvindt.

Als leerlingen met taken geconfronteerd worden, hebben zij daarbij een aantal gedachten en gevoelens, die betrekking hebben op vragen van het volgende type: hoe goed ben ik in dit soort taken, hoe interessant vind ik het, hoe belangrijk is deze taak voor mij persoonlijk en in welke mate voel ik mij voor de taak uitgedaagd. Deze afwegingen leiden tot een doelstelling en de daarbij behorende inspanning om het beoogde doel te bereiken.

Kenmerkend voor de taakuitvoering zijn de intensiteit waarmee aan de taak gewerkt wordt en de hoeveelheid werkelijk bestede tijd die de leerling erin stopt. Tijdens de taakuitvoering kunnen leerlingen zich gehinderd voelen door ervaringen van spanning en angst, waardoor zij minder goed kunnen werken en het resultaat beneden hun mogelijkheden blijft.

Bij de evaluatie van het resultaat spelen vooral gevoelens van trots, tevredenheid en eigenwaarde bij een succes en gevoelens van beschaamdheid en teleurstelling bij mislukking een rol. Daarnaast zijn verwachtingen van succes en mislukking van belang voor soortgelijke taken in de toekomst.

Deze afwegingsprocessen van leerlingen tijdens taken worden beïnvloed door de factoren waaraan zij hun successen en mislukkingen toeschrijven.

De fasen in het handelingsverloop van een taak kunnen samengevat worden in een model van motivatie waarin vijf hoofdcomponenten onderscheiden worden, n.l.

- het stellen van doelen;
- het verkrijgen van informatie over de geleverde prestaties;
- het toeschrijven van de resultaten;
- de affectieve waardering voor het resultaat;
- de verwachting voor toekomstige soortgelijke taken.

Op deze vijf componenten van motivatie zal ik nu ingaan, omdat ze behulpzaam zijn bij het analyseren van gemotiveerd en ongemotiveerd gedrag en omdat door het inzicht in de samenhang van deze 5 componenten een bijdrage geleverd kan worden aan het antwoord op de vraag: Hoe betrek ik mijn leerlingen bij de les?

2.1 Het stellen van doelen

Het is voor de motivatie van personen van belang, dat zij zelf doelen kunnen stellen en kunnen aangeven, wat zij willen bereiken. In het onderwijs is er voor leerlingen betrekkelijk weinig ruimte om zelf doelen te stellen. De meeste doelen in het onderwijs worden immers buiten de leerling om vastgesteld. Het leerplan en de exameneisen liggen overigens ook voor de docent voor het grootste deel vast. Wel hebben de leerlingen vaker invloed op de wijze waarop zij samen met hun docenten de vastgestelde doelen bereiken. Voor de motivatie van de leerlingen wordt het dan belangrijk, dat zij zich achter de doelen stellen die zij moeten bereiken. Zij moeten zich dus in feite de doelen van de school eigen maken.

Bij het stellen van doelen is van belang, wie de doelen tijdens het onderwijsleerproces vaststelt. Op de tweede plaats is van belang welke standaard van evaluatie er gebruikt wordt. Een standaard van evaluatie geeft aan aan welke criteria het werk van de leerlingen moet voldoen, wil het doel bereikt zijn. Hierbij is het onderscheid tussen een interne en een externe standaard van evaluatie van belang. Van een interne standaard is sprake, als het doel wordt afgestemd op de capaciteiten van de individuele leerling, b.v. door uit te gaan van vroegere prestaties bij soortgelijke taken en de volgende prestatie te bekijken in het licht van de voorafgaande. Zowel docenten als leerlingen kunnen bij het stellen van doelen een interne standaard gebruiken.

Wij spreken van een externe standaard als de prestatie van de leerling aan bepaalde eisen moet voldoen, ongeacht de capaciteiten. Een leerling moet b.v. voor een herkansing een 7 halen om te kunnen slagen. Zowel docenten als leerlingen kunnen bij het stellen van doelen een externe standaard gebruiken. Uiteraard is het niet alleen van belang, dat leerlingen zelf invloed kunnen uitoefenen op wat zij willen en hoe goed zij een taak willen doen, maar ook dat zij zicht krijgen op hun eigen mogelijkheden. Leerlingen moeten leren

hun doelen af te stemmen op hun eigen capaciteiten of, met andere woorden gezegd, leerlingen moeten leren realistische doelen te stellen. Vanuit het oogpunt van het bevorderen van motivatie is het belangrijk dat leerlingen meer dan tot nu toe gebruikelijk is in het onderwijs de gelegenheid krijgen om zelf doelen te stellen en interne standaarden van evaluatie te hanteren.

Indien leerlingen zelf hun doelen en standaarden kunnen bepalen, is het mogelijk dat zij, gezien hun mogelijkheden, te lage doelen stellen. Zij bereiken dan het gestelde doel wel, maar het resultaat hebben zij niet zozeer te danken aan hun eigen inspanning, maar meer aan de geringe moeilijkheidsgraad van de taak, waarvoor zij gekozen hebben. Te gemakkelijke doelen die door leerlingen bereikt worden, leveren hen weinig bevrediging en gevoelens van trots op.

Er zijn ook leerlingen die hun doelen juist te hoog stellen in relatie tot hun mogelijkheden. Een leerling kan het behalen van b.v. een hoog punt voor een proefwerk zeer belangrijk vinden om zijn of haar ouders niet teleur te stellen. De capaciteiten van de leerling kunnen echter niet voldoende zijn om dit resultaat ook te halen. De leerling stelt zichzelf dan een onrealistisch hoog doel, waardoor de mogelijkheid aanwezig is om een eventueel falen toe te schrijven aan de moeilijkheid of zwaarte van de opdracht en niet aan de persoonlijke inzet.

Het gevaar van het stellen van onrealistische doelen (doelen die dus te moeilijk of te gemakkelijk zijn voor leerlingen) is dat de leerlingen de oorzaken van succes of mislukking niet bij zichzelf zoeken. Te moeilijke doelen geven slechts een kleine kans op succes en dus een grotere kans op falen, hetgeen aanleiding geeft tot vermijdingsgedrag bij leerlingen.

Kenmerk van gemotiveerde leerlingen is dat zij realistische doelen stellen. Als docenten de motivatie van hun leerlingen willen bevorderen, dan is een van de aangrijpingspunten het doelstellingengedrag van de leerlingen. Voor leerlingen moet duidelijk zijn, dat er een relatie is tussen het stellen van realistische doelen en de realisering van deze doelen door

eigen inspanning. Om dit te realiseren kunnen vormen van differentiatie worden toegepast.

2.2 Het verkrijgen van informatie over de geleverde prestaties

In recente opvattingen over motivatie wordt veel belang gehecht aan de manier waarop leerlingen informatie over hun eigen werk interpreteren en evalueren. Daarbij valt op, dat gemotiveerde leerlingen een voorkeur hebben voor taaksituaties die hun informatie geven over hun eigen capaciteiten. Ongemotiveerde leerlingen hebben de neiging om taaksituaties waarin zij geïnfomeerd kunnen worden over hun resultaten, juist te vermijden.

Deze informatie over het resultaat die zowel tijdens als na de taakuitvoering plaatsvindt, wordt ook wel feedback genoemd. De functie van feedback is dat leerlingen worden geïnformeerd over hun sterke en zwakke punten van hun werk. Leerlingen krijgen deze informatie op meerdere manieren. Zo wordt voor veel leerlingen tijdens de taakuitvoering duidelijk wat ze wel en wat ze niet kennen of kunnen. Toch blijken veel leerlingen geen goed idee te hebben over hoe zij hun werk hebben gemaakt. Er zijn leerlingen, die denken dat zij hun werk slechter hebben gemaakt dan later blijkt en er zijn ook leerlingen die denken dat zij hun werk beter hebben gemaakt dan later het geval blijkt te zijn.

Het niet goed kunnen inschatten van de eigen prestaties komt enerzijds voort uit onzekerheid bij leerlingen, maar ook omdat zij zij niet geleerd hebben om van informatie gebruik te maken. Het is echter ook goed mogelijk dat de evaluatiecriteria die hun docenten gebruiken voor leerlingen niet duidelijk zijn.

In het onderwijs gaat het verkrijgen van informatie over geleverde prestaties bijna altijd gepaard met het uitspreken van een oordeel of evaluatie over de prestatie. In deze zin werkt feedback als een bevestiging voor leerlingen. Leerlingen worden op school voortdurend geconfronteerd met hun resultaten en ervaren hoe zij het gedaan hebben. Zij worden

in hun resultaten bevestigd, hetzij positief, hetzij negatief. Als docenten informatie geven aan hun leerlingen, dan hanteren zij normen om het werk te beoordelen. Bij de beoordeling zijn normoriënteringen van belang, n.l.:

- een sociale normoriëntering, en
- een individuele normoriëntering.

Bij een sociale normoriëntering zet de docent het werk van de leerling af tegen de prestaties van de groep of tegen het niveau dat op dit moment bereikt moet zijn. Bij een individuele normoriëntering wordt het resultaat afgezet tegen eerdere prestaties van de leerling.

Bij een sociale normoriëntering is sprake van een goede prestatie als het resultaat boven het groepsgemiddelde ligt. Bij een individuele normoriëntering is er sprake van een goede prestatie als het resultaat gelijk of beter is dan een vroegere prestatie. Vooral zwakke leerlingen hebben baat bij een individuele normoriëntering, omdat hun relatieve vooruitgang beloond wordt, hetgeen van belang is voor hun motivatie.

Bij het geven van bevestiging is ook van belang het aspect waarop de bevestiging gericht is. De bevestiging kan gericht zijn op de persoon of op de taak. Vervolgens kan de persoonsgerichte of taakgerichte bevestiging zowel positief als negatief zijn. Het onderscheid in positief of negatief heeft betrekking op het aanmoedigen of afbreken van het vertoonde gedrag.

We kunnen dus vier soorten bevestiging onderscheiden:

1. positieve taakgerichte bevestiging: oké, goed, prima, voldoende;
2. negatieve taakgerichte bevestiging: fout, onvoldoende, opnieuw;
3. positieve persoonsgerichte bevestiging: knap van jou, jij bent goed;
4. negatieve persoonsgerichte bevestiging: sufferd, wat stom van je, domkop.

De bevestiging van docenten is van groot belang voor de beeldvorming die de leerlingen van zichzelf voor hun taken op school ontwikkelen. Veel negatieve bevestiging werkt

nadelig op het zelfvertrouwen van leerlingen. Veel docenten zullen het belang van positieve bevestiging onderschrijven, in hun eigen onderwijs passen zij daarentegen toch negatieve persoonsgerichte bevestiging toe. Vooral voor leerlingen die bang zijn om te mislukken is een goede bevestigingsstrategie van docenten van belang. Door zo een goede strategie kan het negatieve beeld dat leerlingen van zichzelf hebben, worden bijgesteld. Een goede bevestigingsstrategie kenmerkt zich door de volgende punten:

- Geef frequente en intensieve bevestiging. Met frequente bevestiging bedoelen wij dat tijdens het onderwijs de leerlingen regelmatig worden geïnformeerd over hun prestaties. Met intensiteit bedoelen wij dat de bevestiging de leerlingen iets zegt. Vooral voor jonge kinderen is dit belangrijk. Naarmate het leerproces vordert, kan de frequentie en intensiteit minder worden.
- Geef bevestiging onmiddellijk na de taakuitvoering. Dit is uiteraard niet in alle onderwijsleersituaties te realiseren, wel is het dan van belang om b.v. het werk van leerlingen zo snel mogelijk na te kijken en terug te geven.
- Geef specifieke bevestiging. Het verdient aanbeveling de bevestigingsboodschap uit te leggen. De leerlingen moeten duidelijke aanwijzingen krijgen voor toekomstige handelingen. Indien b.v. leerlingen alleen maar een cijfer te horen krijgen, dan is dat uiteraard wel bevestiging, maar het voldoet niet aan de eis van specificiteit, omdat de bevestiging te globaal is.
- Wees bedacht op "ego-bedreigende" bevestiging. In zijn algemeenheid kan worden gezegd, dat negatieve persoonsgerichte bevestiging vermeden moet worden, omdat de leerling als persoon wordt gedevalueerd. Als een leerling iets niet goed doet, dient hem of haar dit meegedeeld te worden. Het is echter aan te bevelen inhoudelijke negatieve informatie op een zakelijke en taakgerichte wijze aan te bieden, waardoor geen inbreuk wordt gemaakt op de persoon van de leerling.

2.3 Het toeschrijven van resultaten

In recente opvattingen over motivatie van leerlingen wordt veel belang gehecht aan de manier waarop leerlingen hun resultaten toeschrijven. Bij het toeschrijven van het resultaat gaat het erom aan welke oorzaken de leerling een behaald resultaat toeschrijft. De vraag die hier van belang is, luidt: hoe verklaren leerlingen hun succes of mislukking, of, anders geformuleerd: waarom heb ik succes of waarom faal ik?

Men onderscheidt vaak vier factoren waaraan succes of mislukking kan worden toegeschreven. Deze factoren zijn:

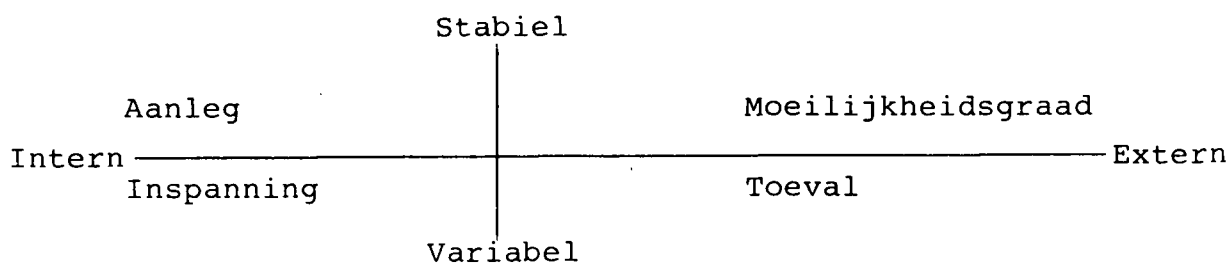
- aanleg
- inspanning
- moeilijkheidsgraad van de taak
- toeval.

De factoren aanleg en inspanning zijn te beschouwen als kenmerken of handelingen van de leerling zelf. We spreken daarom van interne factoren.

De factoren moeilijkheidsgraad van de taak en toeval staan relatief los van de leerling. We spreken daarom van externe factoren.

Behalve dat deze factoren in te delen zijn in intern en extern, is er ook een indeling te maken naar stabiele en variabele factoren. Onder stabiele factoren verstaan wij aanleg en moeilijkheidsgraad van de taak. Wij noemen deze factoren stabiel omdat zij nauwelijks variëren in de tijd. De factoren inspanning en toeval noemen wij variabel, omdat zij in hoge mate kunnen variëren in de tijd.

Schematisch kunnen wij de vier factoren als volgt weergeven:



Aanleg is dus een interne stabiele factor, d.w.z. een kenmerk van de leerling die relatief onveranderbaar is.

Inspanning is dus een interne variabele factor, d.w.z. een kenmerk van de leerling waarover de leerling zelf controle heeft.

Moeilijkheidsgraad van de taak is dus een externe stabiele factor, d.w.z. een factor buiten de leerling die weinig of niet verandert bij gelijksoortige taken.

Toeval is dus een externe variabele factor, d.w.z. een factor buiten de leerling, die in hoge mate varieert en waarover de leerling geen controle heeft.

Van belang is, dat er eigenlijk maar één factor is, waarop leerlingen zelf invloed kunnen uitoefenen en dat is de factor inspanning.

Het is opmerkelijk, dat leerlingen sterk verschillen in de manier waarop zij hun successen en mislukkingen voor hun taken op school toeschrijven.

Gemotiveerde leerlingen hebben de neiging om hun successen toe te schrijven aan hun aanleg en inzet. Mislukkingen schrijven zij daarentegen bij voorkeur toe aan te weinig inspanning. Dit betekent, dat zij het idee hebben dat door meer inzet te leveren zij invloed kunnen uitoefenen op de resultaten voor toekomstige taken.

Ongemotiveerde leerlingen hebben een veel ongunstiger toeschrijvingspatroon. Zij hebben de neiging om hun successen toe te schrijven aan externe factoren, n.l. aan gemakkelijheid van de taak en het geluk dat zij hebben. Hierdoor verminderen zij hun gevoel, dat zij over hun eigen succes controle hebben. In het geval dat leerlingen hun succes aan geluk toeschrijven, is het helemaal onzeker of een volgende keer wel weer succes geboekt kan worden, immers, geluk is per definitie variabel.

Als ongemotiveerde leerlingen met een mislukking worden geconfronteerd, dan hebben zij de neiging hun mislukking toe te schrijven aan hun geringe aanleg. Het gevolg is, dat de verbetering van de resultaten in hun ogen dan ook meestal niet mogelijk is. Deze interne afwegingsprocessen hebben dus invloed op het feitelijke gedrag van leerlingen. In

veel motivatie-onderzoek wordt dan ook geprobeerd leerlingen zoveel mogelijk te laten ervaren, dat zij eigen veroorzakers zijn van hun resultaten en dat zij hun successen beleven als een gevolg van eigen inspanningen. De betekenis van persoonlijke controle neemt een centrale plaats in in de motivatie-theorie, omdat blijkt dat tussen gemotiveerde leerlingen en ongemotiveerde leerlingen een verschil bestaat in de mate waarin zij persoonlijke verantwoordelijkheid ervaren voor hun resultaten. De persoonlijke verantwoordelijkheid voor het eigen leren blijkt van groot belang te zijn voor schoolsucces. De wijze van toeschrijven heeft dus motivationele implicaties voor het gedrag. Motivatie wordt vanuit dit perspectief gedefinieerd als het vermogen om succes te beleven als veroorzaakt door eigen inspanning.

2.4 De affectieve waardering voor het resultaat

Er zijn motivatie-theorieën die sterk de nadruk leggen op de gevoelens die personen ervaren tijdens taaksituaties. De motor voor gemotiveerd gedrag is in deze opvatting het verkrijgen van zoveel mogelijk positieve gevoelens van eigen waarde en tevredenheid en het vermijden van zoveel mogelijk negatieve gevoelens van teleurstelling en ontevredenheid. Gemotiveerde leerlingen gedragen zich tijdens taaksituaties zodanig, dat zij veel positieve gevoelens ervaren. Ongemotiveerde leerlingen daarentegen ontwikkelen gedragingen waardoor zij weinig positieve gevoelens ervaren, bovendien proberen zij taaksituaties te vermijden waarvan zij verwachten, dat die hen negatieve gevoelens zullen opleveren.

Wanneer het resultaat als een succes beleefd wordt, roept het succes vooral positieve gevoelens van eigen waarde en tevredenheid op, als de oorzaken van het succes toegeschreven worden aan de interne factoren aanleg en inspanning. De gevoelens van eigen waarde en tevredenheid zijn minder intens als het succes aan externe factoren, n.l. de moeilijkheidsgraad van de taak (de taak is gemakkelijk) en aan toeval (geluk) worden toegeschreven.

De gevoelens van eigen waarde en tevredenheid kunnen beschouwd worden als een innerlijke beloning voor de leerlingen.

Het ervaren van een resultaat als een mislukking roept vooral gevoelens van beschaamdheid en teleurstelling op als de oorzaken van de mislukking worden toegeschreven aan de interne factoren aanleg en inspanning. Deze gevoelens zijn minder intens als de mislukking aan externe factoren, n.l. de moeilijkheidsgraad van de taak (de taak is te moeilijk) en toeval (pech) worden toegeschreven.

De gevoelens van beschaamdheid en teleurstelling kunnen worden beschouwd als een interne bestraffing voor de leerling. In de onderzoeksliteratuur worden interessante verschillen gevonden in de toeschrijvingspatronen van gemotiveerde en ongemotiveerde leerlingen die van betekenis zijn voor de affectbeleving. De gunstige toeschrijvingspatronen van gemotiveerde leerlingen zorgen ervoor, dat zij bij succes veel intenser positieve gevoelens ervaren. Dit komt, omdat zij het succes vooral toeschrijven aan interne factoren. Bij een mislukking ervaren zij weliswaar negatieve gevoelens, omdat zij geneigd zijn de mislukking toe te schrijven aan te weinig inzet. Inzet is weliswaar een interne factor, maar wel een factor die leerlingen onder eigen controle hebben. Bij ongemotiveerde leerlingen is het toeschrijvingspatroon veel ongunstiger. Bij een succes ervaren zij relatief weinig intensieve positieve gevoelens, omdat zij geneigd zijn dit toe te schrijven aan externe factoren. Bij een mislukking ervaren zij veel negatieve gevoelens, omdat zij geneigd zijn dit vooral toe te schrijven aan de gebrekkige eigen aanleg, een interne factor, waarover leerlingen geen controle hebben.

In klassesituaties is het van belang, dat leerlingen de gelegenheid krijgen om hun gevoelens te uiten. Dit kan hen helpen om hun gevoelens te verwerken. Bovendien krijgt de docent een indruk hoe leerlingen hun taken in een lessituatie ervaren. Ook docenten kunnen hun tevredenheid of ontevredenheid met de resultaten aan de leerlingen laten blijken. De leerlingen ervaren hierdoor wat wel en wat niet gewaardeerd wordt door hun leraren.

De meeste eigen waarde en tevredenheid ervaren dus die leerlingen die een door hen zelf gesteld realistisch doel bereiken, het

resultaat als een succes ervaren en het succes toeschrijven aan de eigen inzet. De meeste beschaamdheid en teleurstelling ervaren de leerlingen die een door hen zelf gesteld realistisch doel niet bereiken, het resultaat als een persoonlijke mislukking beschouwen en de mislukking toeschrijven aan hun gebrekkige aanleg.

2.5 De verwachting voor toekomstige soortgelijke taken

Op grond van vroegere ervaringen ontwikkelen zich bij leerlingen verwachtingen voor toekomstige soortgelijke taken. Deze verwachtingen beïnvloeden op hun beurt weer het doelstellingengedrag, waarmee de cirkel gesloten is. Leerlingen met een lage motivatie hebben vaak het idee ontwikkeld, dat zij een bepaald vak niet kunnen. Zij houden dit idee zelf in stand en zien elke negatieve verwachting die uitkomt als een bevestiging. De negatieve verwachting werkt verlamdend op de inzet en krijgt daardoor iets van een zichzelf waarmakende voorspelling.

Leerlingen die daarentegen regelmatig succes behalen, verwachten voor zichzelf opnieuw een succes. Ook docenten verwachten van leerlingen die regelmatig goede resultaten behalen een goed resultaat en van leerlingen die onvoldoende resultaten behalen een onvoldoende resultaat. Door dit soort mechanismen worden succes- of misluktingsverwachtingen van leerlingen bestendigd en waargemaakt.

Het klassieke voorbeeld van de zichzelf waarmakende voorspelling heeft betrekking op een geldbank. Er duiken geruchten op dat een bloeiende bank failliet zal gaan en dat gebeurt ook, omdat de meeste rekeninghouders snel hun geld van de bank opvragen. De voorspelling van het faillissement was er de oorzaak van dat de bank ook inderdaad failliet ging.

Een ander voorbeeld, dat direct op het onderwijs betrekking heeft, is dat volgens een bepaalde opvatting de zwarte Amerikanen dommer zijn dan de blanke Amerikanen. De volgende stap is, dat het dan ook niet veel zin heeft om veel geld te steken in het onderwijs aan zwarte Amerikanen om dit onderwijs te verbeteren. Het resultaat is, dat de zwarte bevolking ook

minder goed geschoold is dan de blanke bevolking. Het resultaat wordt opgevoerd als bewijs voor de juistheid van de aanvankelijke stelling. Analoge voorbeelden zijn de verschillen die te constateren zijn op grond van sociaal milieu en op grond van sexe.

Uit observatie-onderzoek blijkt, dat leerlingen waarvan de docenten lage verwachtingen hebben, minder denktijd krijgen om vragen te beantwoorden, meer bekritiseerd worden dan leerlingen waarvan docenten hoge verwachtingen hebben. Vooral docenten die de neiging hebben leerlingen vroegtijdig te etiketteren als bijvoorbeeld lui, ongemotiveerd, niet geconcentreerd en dom staan bloot aan het waarmaken van een onjuiste definitie, waardoor zij zichzelf kansen ontnemen om invloed uit te oefenen op het ongewenste gedrag van de leerlingen.

Ook bij verwachtingen spelen toeschrijvingen naar aanleiding van succes en mislukking een rol. Wanneer een leerling een resultaat verklaart door aanleg en de moeilijkheidsgraad van de taak, dan zal voor een toekomstige soortgelijke taak eenzelfde resultaat verwacht worden, omdat hij/zij toeschrijft aan stabiele factoren. Wanneer een leerling daarentegen het resultaat toeschrijft aan inzet en toeval, dan volgt daaruit dat in de toekomst bij een gelijksoortige taak met een mogelijk ander resultaat rekening gehouden moet worden, omdat hij/zij toeschrijft aan variabele factoren. Het moet aan leerlingen duidelijk gemaakt worden, dat in geval van mislukking toeschrijven aan de aanleg en/of aan de moeilijkheidsgraad van de taak weinig ruimte laat voor een verbetering in de toekomst. Vooral leerlingen met veel faalangst hebben er behoefte aan, dat docenten positieve verwachtingen hebben over hun toekomstige resultaten, hetgeen voor hen betekent, dat als zij zich inzetten een voldoende resultaat bereikt kan worden. Van belang is wel op te merken, dat reële verwachtingen moeten worden aangereikt, dit zijn verwachtingen die aangepast zijn aan wat leerlingen met de benodigde inzet werkelijk kunnen presteren.

Ik heb een poging ondernomen om de motivatie van leerlingen voor hun taken op school vanuit de opvatting van motivatie als een zichzelf in stand houdend proces te beschrijven. De beschrijving van dit proces in de vijf componenten speelt zich bij de leerlingen zelf af, het is dus een intern proces. Zo een beschrijving heeft meer waarde voor de praktijk van het onderwijs naarmate gedragingen van gemotiveerd en ongemotiveerd gedrag bij leerlingen door docenten zelf herkend worden.

Indien gemotiveerd en ongemotiveerd gedrag herkend wordt, is de volgende stap om strategieën te ontwikkelen om gemotiveerd gedrag van leerlingen in stand te houden en ongemotiveerd gedrag van leerlingen te beïnvloeden. Het thema van het congres "hoe betrek ik mijn leerlingen bij de les" komt dan zeer nadrukkelijk in beeld.

De vraag is echter: waar halen docenten dag in dag uit hun motivatie vandaan om de leerlingen bij hun les te betrekken. Is wellicht de opvatting van motivatie als een zichzelf in stand houdend systeem ook bruikbaar om de motivatie van docenten tijdens hun beroepsuitoefening te beschrijven? Ik heb de indruk, dat dit kan, omdat ook docenten zich net als leerlingen in een taaksituatie bevinden. Ik wil een component van het motivatiesysteem in deze richting uitbouwen, n.l. het toeschrijven van problemen aan oorzakelijke factoren die docenten ervaren tijdens hun beroepsuitoefening. De vraag wordt dus nu: Waarom heb ik als docent succes of waarom faal ik?

3. Docenten en hun toeschrijvingen

Het beroep van docent heeft uiteraard ook kenmerken van een taaksituatie waarop succes en falen van toepassing is. Docenten hebben het idee, dat zij veel inspanningen moeten leveren, veel docenten voelen zich 's avonds behoorlijk moe, soms ervaren zij in hun werk successen, dan weer mislukkingen. Ook het werk van docenten wordt op de een of andere wijze vaak in functie van de leerlingresultaten en door middel van waarderingen van collega's, leerlingen en ouders geëvalueerd.

Een probleem bij de toeschrijvingen van docenten is, dat hun successen c.q. mislukkingen beïnvloed worden door de leerling, met andere woorden: de controle van docenten over het resultaat van hun werk ligt slechts gedeeltelijk bij henzelf. Men wijst erop dat het verschijnsel van externe toeschrijvingen van docenten kan leiden tot interpersoonlijke conflicten in docent-leerling relaties. In deze relaties hebben docenten de neiging de oorzaken van de zwakke prestaties bij de leerlingen te leggen, bijvoorbeeld bij de zwakke intelligentie, de slechte werkinstelling en het ouderlijk milieu van de leerling. Leerlingen daarentegen geven hun docenten de schuld als zij onvoldoende prestaties behalen en geven dan bijvoorbeeld als oorzaak aan, dat hun docenten onduidelijk uitleggen, saai lesgeven over oninteressante stof en geen orde kunnen houden. Nog afgezien van de juistheid van deze toeschrijvingen maken deze externe toeschrijvingen duidelijk, dat zij voor beide partijen functioneren als defensieve toeschrijvingen, vooral omdat bij goede resultaten de tendens bij zowel docenten als leerlingen aanwezig is om de behaalde successen aan de eigen bekwaamheid c.q. inspanning (dus in ieder geval aan eigenschappen van zichzelf) toe te schrijven. Vanuit theoretisch standpunt is dit verschijnsel zeer interessant, omdat hieraan het klassieke probleem van de handelende persoon en de observator ten grondslag ligt. In het onderwijs zijn docenten te beschouwen als observatoren van het gedrag en de resultaten van leerlingen. Observatoren hebben de neiging om het falen

van de handelende persoon toe te schrijven aan de kenmerken en de eigenschappen van die handelende persoon. Handelende personen (in ons geval de leerlingen) hebben daarentegen de neiging om hun falen aan factoren in de omgeving toe te schrijven, terwijl één van de belangrijkste omgevingsfactoren voor leerlingen hun docenten zijn. Het ligt o.i. voor de hand, dat mede door dit mechanisme het verschijnsel van de externe toeschrijvingen in het onderwijs versterkt wordt. Docenten moeten er dus op bedacht zijn, dat zij vanuit hun positie als observator de neiging hebben om de oorzaken van falen bij de persoon van de leerling te leggen. Van de andere kant is het zo dat in de beroepssituatie van de docent met name bij leerlingen elementen aan te wijzen zijn, die problematisch zijn en waarbij docenten zich terecht machteloos voelen.

Ook vanuit informatie-theoretisch standpunt ligt het voor docenten voor de hand om de oorzaken van lage prestaties bij leerlingen te leggen. Immers, als een docent lesgeeft, aan ongeveer 30 leerlingen en 20 leerlingen snappen de uitleg en presteren redelijk, dan ligt het vanuit het standpunt van de docent voor de hand om de onvoldoende prestaties van de 10 andere leerlingen aan de eigenschappen van die leerlingen toe te schrijven.

In de literatuur is er volop discussie over de vraag wanneer externe toeschrijvingen van docenten terecht zijn en wanneer zij als defensie van docenten beschouwd moeten worden. Ook in eigen onderzoek ben ik gestoten op het verschijnsel "externe toeschrijvingen van docenten". In een schriftelijke inventariseringsprocedure, waarbij docenten gevraagd werd op te schrijven welke problemen zij tijdens hun beroepsuitoefening ervaren, bleek dat de tendens aanwezig was om de oorzaken van de problemen te leggen bij het onderwijsbeleid, de schoolorganisatie, toevallige omstandigheden en de leerlingen. Relatief weinig bleek uit de formulering, dat de oorzaken van de problemen bij de docent zelf werd gelegd. Bij wijze van illustratie geef ik vijf probleemsituaties weer:

- De leerlingen die ik lesgeef, zijn erg druk, de klassen groot en het lokaal klein voor een praktijkvak en onoverzichtelijk. Het lokaal is hoog, waardoor je stemgeluid zwak overkomt. Ik krijg ze nooit langer dan 10 minuten stil.
- De leerlingen zijn ongemotiveerd en nauwelijks te bewegen tot positief meedoen op het 7^e uur of eind van de week.
- Door de slechte economische situatie dreigt de school voor een groeiend aantal leerlingen een bewaarschool te worden: men zit er enkel om voorlopig onder de pannen te zijn. Leraar krijgt de last van werkloosheid op zijn schouders.
- Een leerling die in de problemen zit, komt aarzelend bij me voor een gesprek, waarvoor ik geen tijd kan vinden op dat moment.
- Ik geef les aan een klas en de leerlingen zijn niet gemotiveerd.

Als docenten de oorzaken van probleemsituaties buiten zichzelf ervaren, dan betekent dit, dat zij zich hulpeloos en machteloos gaan voelen in deze situaties, waardoor hun motivatie om door meer inzet en inspanning de problemen bij leerlingen aan te pakken, afneemt.

Stelt u zich eens een docent voor, die de vijfde probleemsituatie als volgt formuleert: "Ik geef les aan een klas en ik kan de leerlingen maar moeilijk interesseren voor de leerstof". Een docent die de situatie zo beleeft, ziet zichzelf als medeveroorzaker van het probleem en heeft hierdoor in principe ook invloed op het probleem. Zo'n docent is eerder geneigd om initiatieven te ontplooien die het probleem kunnen verminderen. Een docent die het mislukken van de les uitsluitend toeschrijft aan de ongeïnteresseerdheid van de leerlingen, is in deze gedachtengang minder bereid om de eigen aanpak ter discussie te stellen.

Het toeschrijven van problemen tijdens de beroepsuitoefening aan externe factoren is voor een professionele beroepsbeoefenaar een uiterst onbevredigende situatie. De vraag die in feite beantwoord moet worden, is: in welke mate gebruiken docenten terecht externe toeschrijvingen en in welke mate is dit niet terecht?

Het ontkennen en bagatelliseren van de problemen die docenten tijdens de beroepsuitoefening ervaren, betekent in feite dat docenten zich beter moeten bekwamen in en zich beter moeten inzetten voor het oplossen van deze problemen. In de ogen van anderen ligt de oorzaak van het niet oplossen of onbevredigend omgaan met leerlingproblemen dan bij docenten. Deze opvatting manoeuvreert professionele beroepsbeoefenaren in een niet benijdenswaardige positie. Als de externe toeschrijvingen terecht zijn en er is aan de problematiek ook vanuit het onderwijsbeleid en de schoolorganisatie niets te doen, dan blijft er voor docenten weinig anders over dan dat zijn leren om met gevoelens van machteloosheid, die zij tijdens hun beroepsuitoefening ervaren, om te gaan. Misschien berusten docenten op den duur hierin, omdat de praktijk van alledag hen hiertoe dwingt.

Het probleem dat zich dan opdringt, is de vraag of leerlingen er wel mee gebaat zijn, als hun docenten de opvatting hebben, dat aan een aantal problemen van leerlingen, zoals demotivatie, desinteresses, orde, leer- en persoonlijke problemen, weinig te doen valt, omdat het voor docenten externe oorzaken zijn waarop zij geen invloed hebben. De paradox zit hem in het gegeven, dat er van docenten (bijvoorbeeld door leerlingen en hun ouders) wel verwacht wordt, dat zij hierop invloed hebben, omdat het een graadmeter is voor de mate waarin een docent succesvol is.

De wijze waarop docenten hun problemen met leerlingen in de klas beleven, de toeschrijvingen die zij maken, zijn van betekenis voor de beroepsmotivatie van de docent. Deze beroepsmotivatie wordt niet alleen door toeschrijvingen beïnvloed, maar ook door factoren als de jaren ervaring, de sexe en het vak dat de docent geeft.

Ik kom nu weer dicht bij het congres-thema "Hoe betrek ik mijn leerlingen bij de natuurkundeles?". U zult begrijpen uit wat ik naar voren heb gebracht, dat ik de formulering vanuit motivationeel standpunt uitstekend vindt. Immers, de docent zelf wil door eigen initiatief zijn of haar bekwaamheden

vergroten om leerlingen beter te laten werken. Ik hoop dan ook, dat u mede door deze conferentie er in slaagt om uw leerlingen de volgende week, maar ook na de kerstvakantie beter bij de les te betrekken. Als het u niet lukt, dan kunt u twee kanten uit. Ofwel u wijst externe ofwel interne oorzaken aan.

De implicaties voor uw eigen motivatie om leerlingen bij de les te betrekken, zijn hoop ik nu duidelijk voor u. Indien dit niet het geval is, plaatst u mij ook voor een toeschrijvingsprobleem. Hoe terecht mijn externe toeschrijvingen zijn, weet ik niet. Voor geïnteresseerden onder u verzorg ik nog een werkgroep, tijdens de werkgroep is gelegenheid om op onduidelijkheden en/of vragen verder in te gaan.

Dr. Theo C.M. Bergen

discussie



Frans van der Loo:

Bij lesgeven staan er drie dingen centraal: de leerstof, de werkvorm en de eigen inbreng van de leerling. Ik heb moeite met het vastkoppelen van de drie dingen aan jouw verhaal. Bevat het model ze alle drie? Als ik mijn leerlingen beter bij de les wil betrekken moet ik dan beginnen bij de leerstof, de werkvorm of bij de eigen inbreng van de leerlingen?

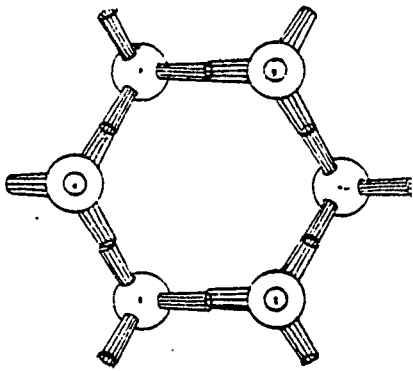
Theo Bergen:

Het is niet "of-of-of" maar "en-en-en". Als deze beschrijving valide is, kun je als docent in alle drie de aspecten ingrijpen. Dat is niet realistisch, maar als begeleider kun je wel met docenten aan één van de aspecten werken. Bij het onderzoek vonden de docenten dat heel interessant om te doen, al was de invloed op de motivatie van de leerlingen niet zo duidelijk. Het model is ook geen panacee, maar alleen een aanzet.

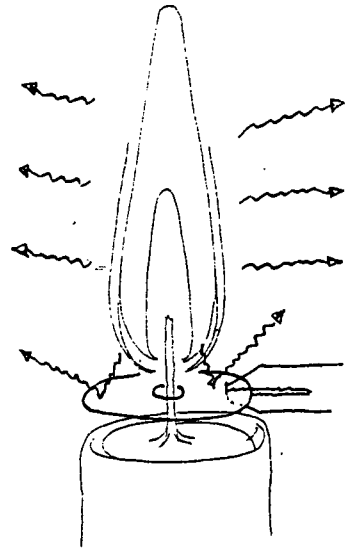
lezing

natuurkunde rondom kerstmis en nieuwjaar

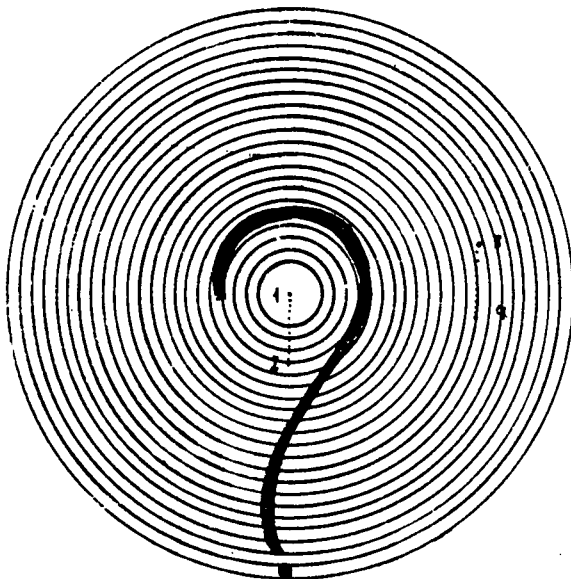
maarten
van woerkom



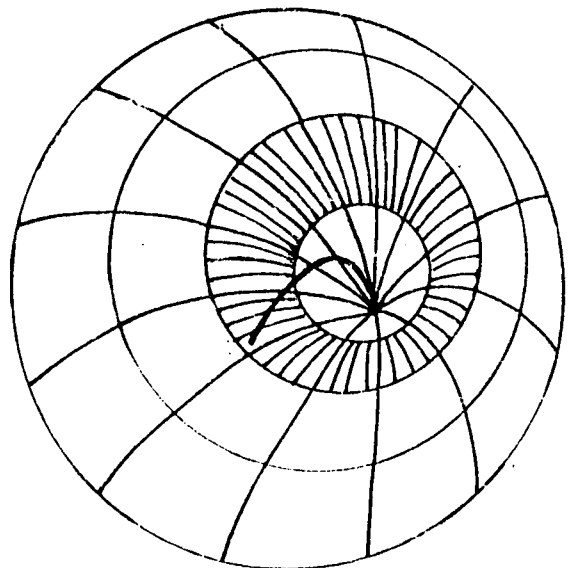
SNEEUW



DE KAARS



ENGELSHAAR



VUURWERK

NATUURKUNDE RONDOM KERSTMIS EN NIEUWJAAR

Inleiding.

In deze voordracht komen een aantal heel verschillende onderwerpen aan de orde. Op het eerste gezicht hebben ze weinig met elkaar te maken. Maar naar mijn idee bezitten ze weldegelijk een gemeenschappelijke noemer.

Ten eerste koos ik ze uit omdat zij zich juist tegen deze tijd, vlak voor of direkt na de Kerstvakantie, lenen voor behandeling in de klas. Juist dan bezitten zij een zekere aktualiteit.

Ten tweede zijn het onderwerpen waaraan in eerste instantie nou eens niet gerekend hoeft te worden. Wel moet men goed waarnemen en eventueel tekenen en fotograferen.

Ten derde zijn het voorbeelden van verschijnselen waarin een leerling niet direkt natuurkunde ziet. Maar het frappeert heel sterk dat er zoveel natuurkundigs aan vastzit. Zij lenen zich voor een uitvoerige en vaak onverwachte en veelzijdige toepassing van allerlei heel oude maar ook van nieuwe natuurkunde.

Ten vierde zijn alle onderwerpen op dezelfde manier tot stand gekomen. De afgelopen jaren koos ik in november steeds een nieuw onderwerp, 'huiselijk' van aard, verdiepte me erin en presenteerde het in de klas. In alle klassen, van de tweede tot en met de zesde! In de hogere klassen ging ik natuurlijk wel een stapje verder. Voor mij waren de onderwerpen zeldzaam motiverend. Omdat ze allen schijnbaar zo eenvoudig zijn. Maar de schijn bedriegt natuurlijk. Gaandeweg kwamen er steeds nieuwe mysteries bij. Maar ook werden een aantal aspecten mij toch allengs duidelijk.

Voor de leerlingen was het motiverend omdat de natuurkunde waarvan zij al enkele kleinigheden weten in onverwachte 'allegaagse' verschijnselen toepassing vindt en verklaringen biedt. Maar het meest motiveerde het de leerlingen omdat zij zagen dat hun leraar ook aan het ontdekken was en verbaasd was!

Uiteraard zijn er ontzaggelijk veel van zulke verschijnselen te vinden. En is geen enkele ervan in een kwartiertje grondig te bespreken. In de klas hebt U voor elk ervan wel een of twee uur nodig. Misschien vindt U mijn korte behandeling wel veel te oppervlakkig.

Maar wellicht wordt U geprikkeld om deze onderwerpen nader te overdenken en uit te werken. Wellicht ook kunt U daarbij mijn notities en tekeningen gebruiken. Als mijn keuze U voor een enkele van Uw lessen stimuleert dan heb ik een bijdrage kunnen leveren aan deze hopelijk motiverende Woudschotenkonferentie.



SNEEUW

Voor elke leerling is het een sensatie als het sneeuwt of als het gesneeuwd heeft. Iedereen raakt er opgewonden door; er valt nu veel te beleven, sneeuwballen gooien, sleeën, inzepen enz. In mijn klassen reageer ik er altijd op.

Waarom is sneeuw wit? Is sneeuw wel wit?

Een sneeuwkrystal onder de mikroskoop is doorschijnend als water. Ik pak mijn boek met duizenden foto's van sneeuwkrystalen en vertoon diverse soorten. (Lit. 4)

Hier wil ik twee heel verschillende aspecten van sneeuw bespreken: . de zeskantige structuur van de sneeuwkrystalen,
. de sneeuwpatronen op daken van huizen.

Beide aspecten zijn uitvoerig in de klassen aan de orde geweest.

Waarom is het sneeuwkrystal zeskantig?

Dat is de centrale vraag in het boekje van Johannes Kepler, getiteld: A New Year's Gift - On the Six-Cornered Snowflake.

Het antwoord op bovenstaande vraag schijnt heel lastig te zijn. Ik heb er al heel wat mensen over aan het hoofd gezeurd. De hoogleraar waarbij ik afstudeerde in de theoretische natuurkunde, een vaste stof fysikus, die zich diepgaand met kristalvormen bezig houdt, gaf me een heel apart antwoord: 'Ik zeg niet tegen u wat ik ervan denk, want anders zou u misschien denken dat ik weet hoe het zit!'

Op een ander instituut vroeg ik er een dendrietoloog naar. Die heeft me er het een en ander over verteld. Ik zal het gedeeltelijk navertellen.

In Natuur en Techniek heeft een schitterend artikel gestaan genaamd "Ijskrystalen in de atmosfeer". Een deel van het antwoord is er zeker in te vinden. De auteur van het artikel heb ik onlangs nog eens naar details erover gevraagd. Jammer genoeg echter moest hij mij toch bepaalde antwoorden schuldig blijven!

Twee dingen vertel ik erover in de klas.

1. de hexagonale kristalstructuur van ijs
2. de hexagonale uitwendige aangroei van kristallen.

1. De hexagonale structuur van het ijs-kristal

In de meeste leerboeken voor natuurkunde zijn plaatjes opgenomen van het ijskristal vanuit twee richtingen bekeken:

met de kijkrichting in de hexagonale kanalen (de c-as) of loodrecht daarop (één van de drie a-assen).

De plaatjes zijn moeilijk te interpreteren.

Vandaar dat het ruimtelijke model dat de scheikunde-collega's gebruiken heel verhelderend werkt.

Hier wil ik een aantal plaatjes tonen die wellicht een aanvulling zijn. In zekere zin ga ik het kristal eerst in lagen en vlakken ontleden. Daarna ga ik het kristal weer opbouwen met steeds twee vlakken die een laag vormen en ik stapel daarna de lagen op elkaar.



Deze bolletjes met vier poten stellen een compleet watermolekuul voor: het zuurstofatoom met twee waterstofatomen.

Zo'n watermolekuul heeft om een of andere reden een tetraëdrische structuur, vandaar die vier pootjes.

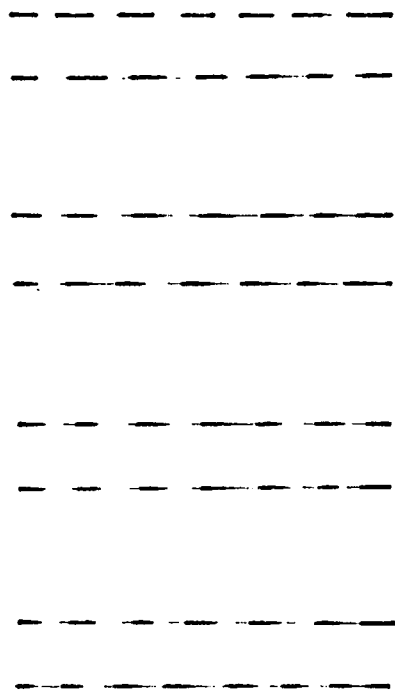
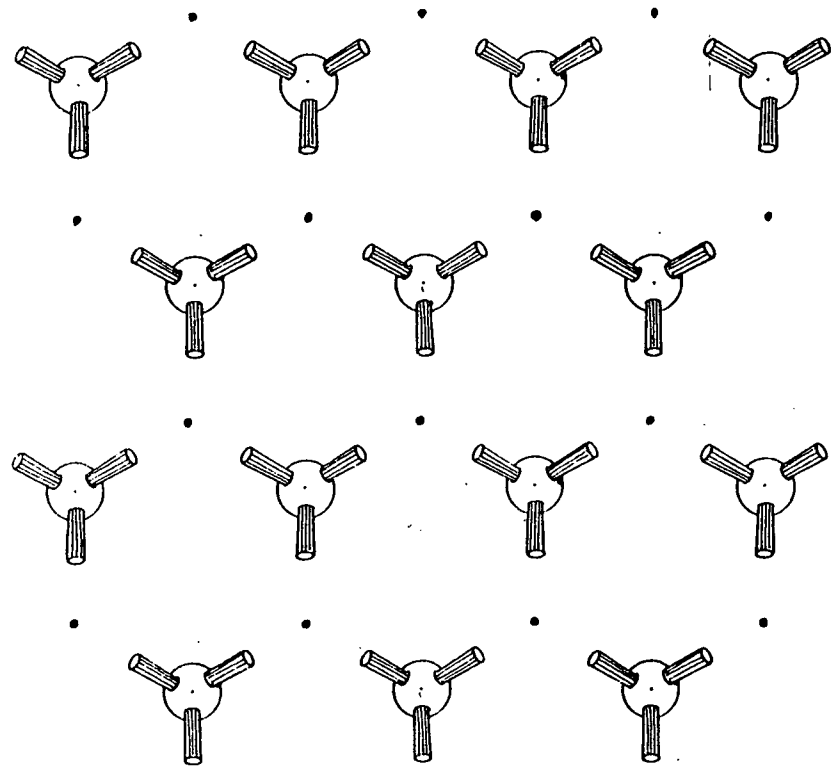
In stand A staan drie pootjes schuin naar beneden, en één omhoog. In stand B staan drie pootjes schuin omhoog, en één naar beneden. (Dat laatste pootje is nu onzichtbaar, want het is verscholen achter het bolletje).

In fig. 1a kijk je op een heel vlak vol met bolletjes in stand B. Ze zijn op speciale wijze gegroepeerd; zodanig dat drie naar elkaar toewijzende pootjes een molekuul in stand A georiënteerd kunnen binden. Dit vlak heet vlak 1.

In fig. 1b is weergegeven hoe je vlak 1 van opzij ziet, dus kijkend in het vlak. Je ziet lijn 1.

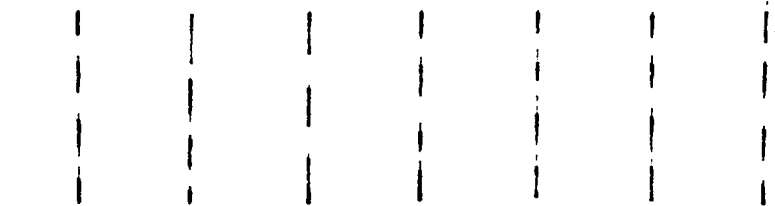
In fig. 2a kijk je op een heel vlak met bolletjes in stand A. Dit vlak heet vlak 2.

In fig. 2b zie je vlak 2 weer van opzij, je kijkt in het vlak. Je ziet lijn 2.



figuur 1a vlak 1

figuur 2a vlak 2

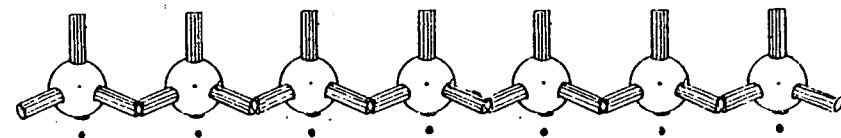
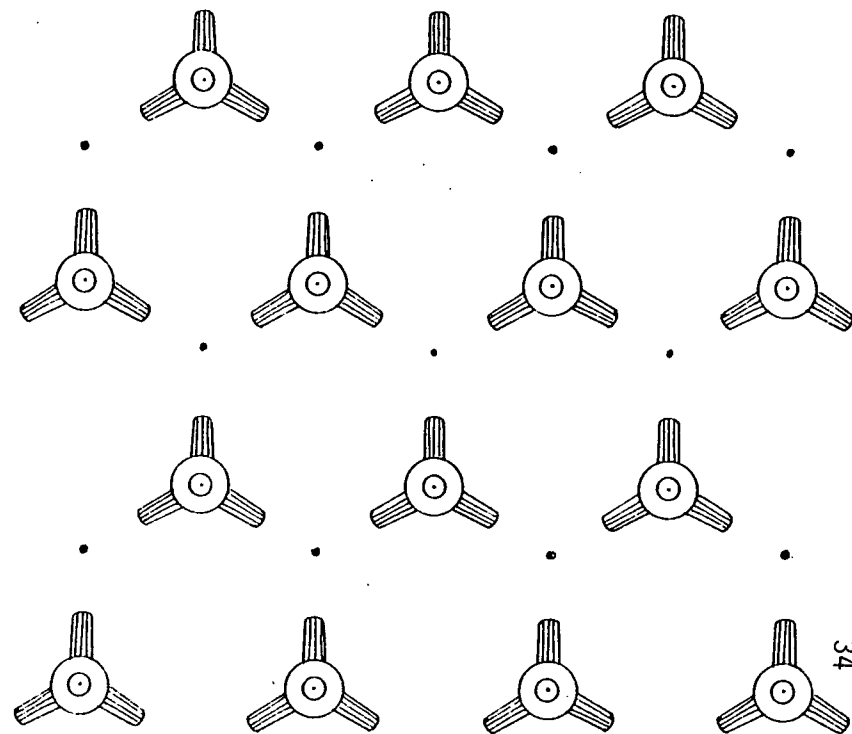


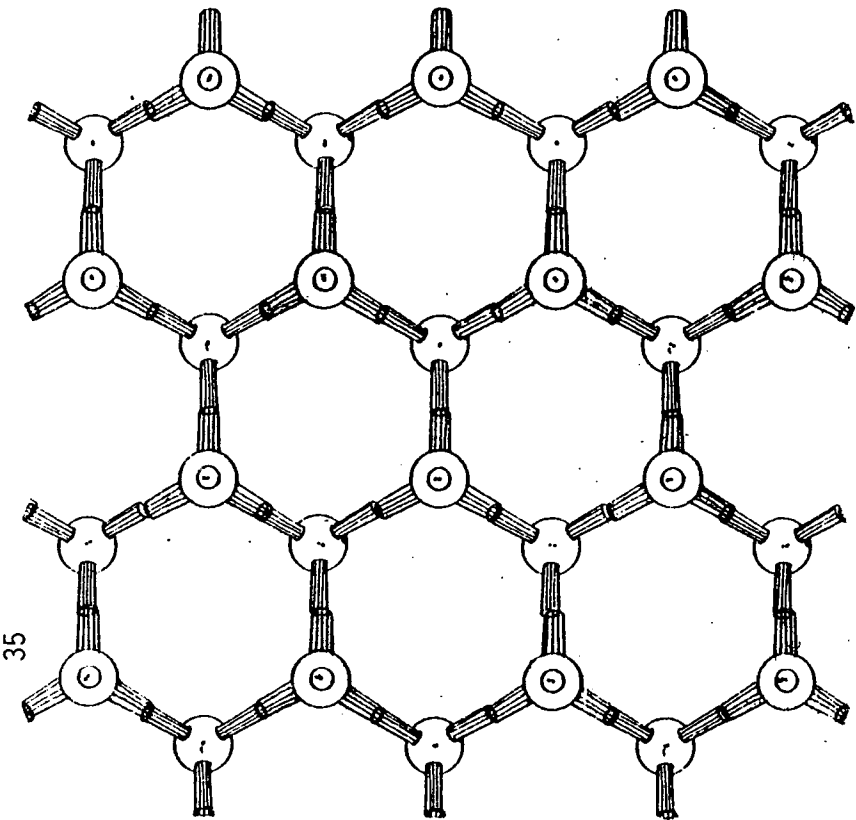
figuur 1b

figuur 2b
lijn 2



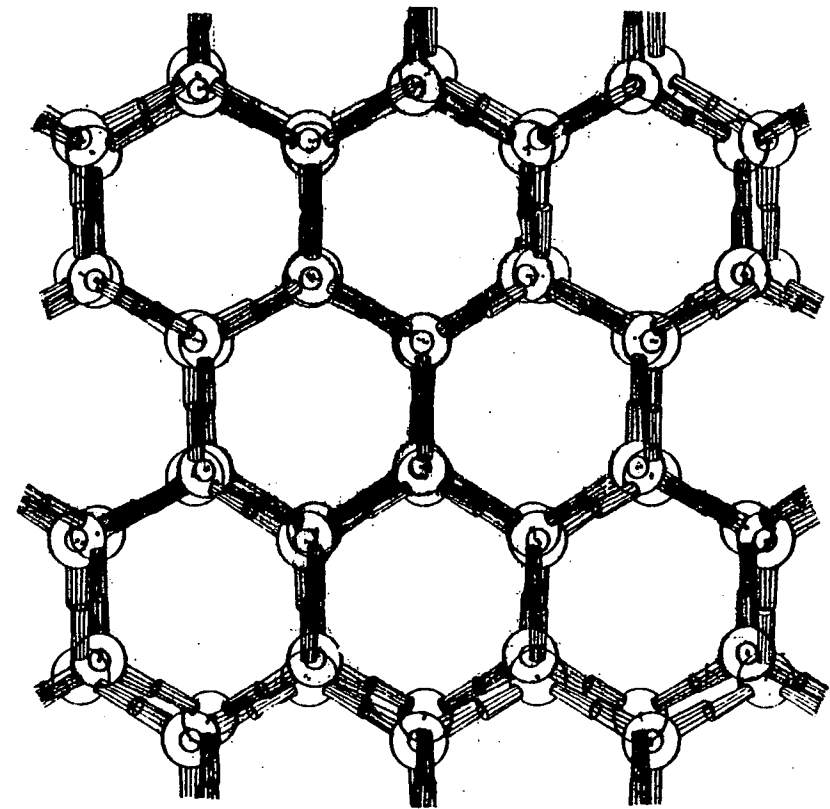
lijn 1



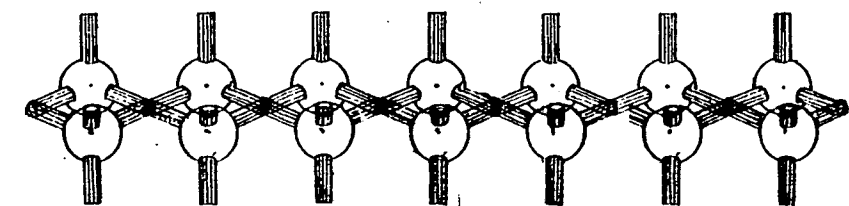


35

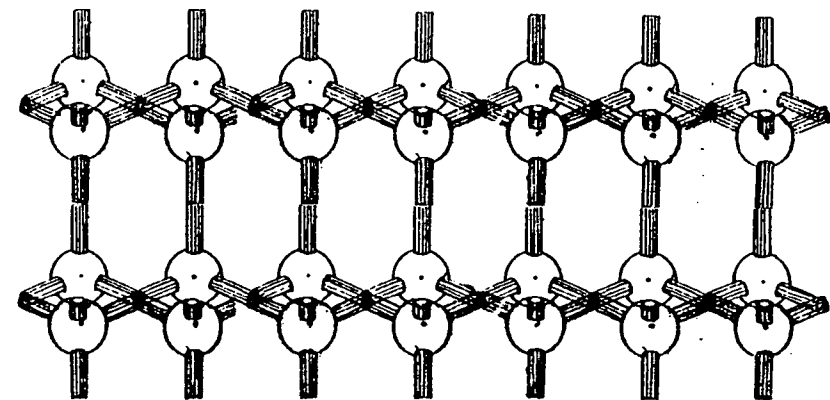
figuur 3a
laag 1



figuur 4a
twee lagen



figuur 3b
laag 1



figuur 4b
twee lagen

In fig. 3a is vlak 2 neergelegd op vlak 1: alle korresponderende pootjes stellen nu bindingen voor. Aldus is een ijslaag ontstaan, laag 1. Het is een vlak met een zadelstructuur; immers een rijtje A-molekulen ligt hoger dan het naburige rijtje B-molekulen.

Fig. 3b toont weer een blik van opzij.

De zo gevormde ijslaag heeft aan de boven- en aan de onderkant uitstekende pootjes. Op deze pootjes past precies een tweede ijslaag. Zie fig. 4b.

In fig. 4a is die tweede ijslaag enigszins vergroot weergegeven.

Het is heel grappig om met transparanten van deze figuren te spelen. Probeert u er maar de diamant-structuur mee te maken!

Het is mij gebleken dat deze figuren de ijsstructuur heel bespreekbaar maakt voor de leerlingen.

2. De aangroei van dendrieten aan een ijskristal

Fig. 5a stelt een koude ruimte voor met voor ijs oververzadigde waterdamp met bijvoorbeeld een maximale dampspanning zoals die bij 0°C hoort.

Wanneer er nu een 'put' voor waterdamp in aangebracht wordt, zoals in fig. 5b is aangegeven, dan zal de dampspanning rondom die put lager worden en er ontstaat in die ruimte een gradiënt in de dampspanning. De cirkels stellen dampspannings-isobaren voor. De binnenste cirkel hoort bij de laagste dampspanning.

Ten gevolge van de gradiënt zal waterdamp naar het centrum stromen: de sterkste stroming bij de grootste gradiënt, dus waar de isobaren het dichtst opeen liggen: fig. 5c.

De put voor waterdamp is in de atmosfeer een vrieskern.

Dat kan een stofje zijn, een elementair kristalletje met een geschikte structuur, het liefst een elementair ijskristalletje of ijssplintertje.

Vanwege de oververzadiging zal de dampstroom naar het elementaire kristal groter zijn dan de dampstroom er vanaf (zie fig. 6a).

Het kristal zal aangroeien en er ontstaat de geschetste gradiënt. Maar de hoekpunten zullen verder in het gebied steken van rijkere oververzadiging. De hoekpunten zullen dus door een grotere dampstroom bereikt worden.

Het verhaal geldt in versterkte vorm voor de eenmaal gevormde dendriet: die zullen snel sterk uitgroeien (zie fig. 6b).

Het is mij in dit eenvoudige beeld geenszins duidelijk waarom een tweede generatie dendrieten ontstaat! In fig. 6c ziet u een plaatje van een sneeuwkrystal. Het is afkomstig uit Lit. 2.

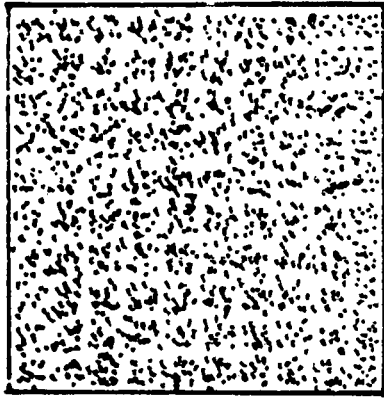
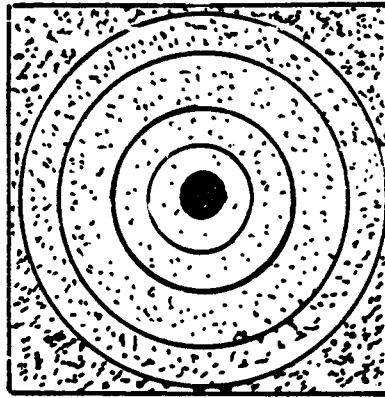
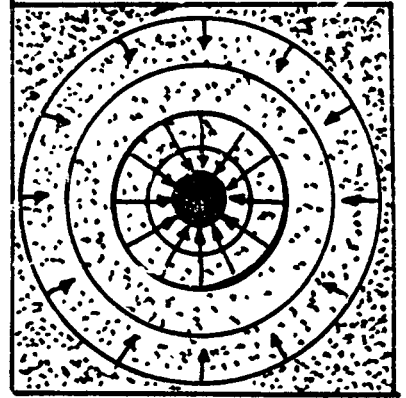


figure 5a



5b



5c

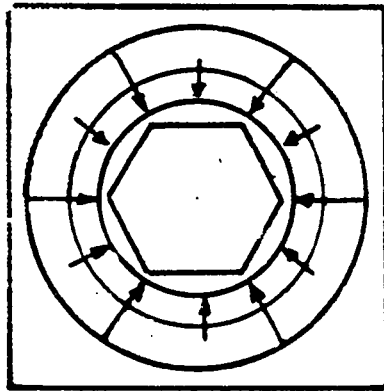
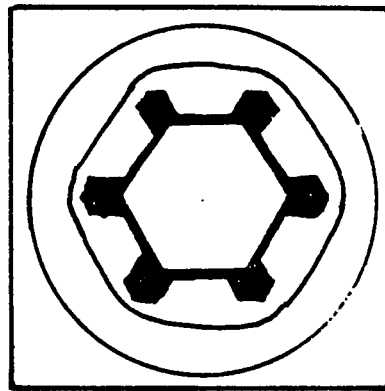
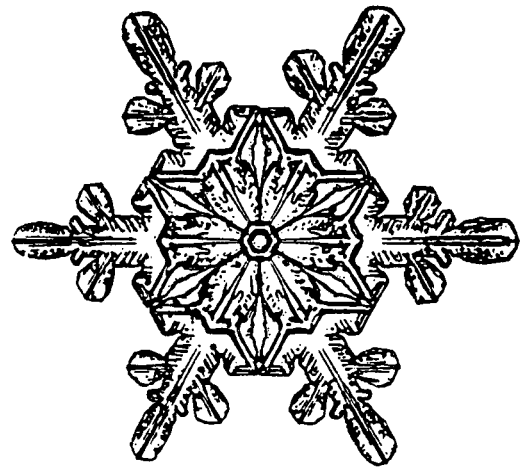


figure 6a



6b



6c

Thermische patronen op daken

Er is sneeuw gevallen en het ziet ernaar uit dat die enige tijd blijft liggen. Zeker op de daken van de huizen.

Dan krijgen de leerlingen van mij een huiswerk-opdracht die ze heel lang zal heugen!

Ze moeten namelijk het dak van hun overburen tekenen, met de sneeuwlaag erop. En wel gedurende enkele dagen achter elkaar, tot de sneeuw verdwenen is.

Nu is het tekenen van een dak nogal lastig voor de meeste leerlingen. Ze moeten dat wel voorgedaan krijgen.

Of de leraar tekenen moet meedoen!

Op het bord teken ik enkele daken. Met een krijtje in zijn lengterichting strijkend langs het bord breng ik witte sneeuw aan.

Dan ga ik met een spons op het bord die plaatsen achtereenvolgens schoonvegen waar sneeuw wegsmelt in de loop van de tijd. Het eind van het verhaal is een schoon bord.

Wanneer zonneshijn en wind even vergeten worden dan zal de sneeuw in het algemeen smelten ten gevolge van warmtelekken in het dak.

Omdat de temperatuur in de nok van het dak meestal het hoogste is zal daar de sneeuw het eerst verdwijnen. Behalve bij de daklijst die oversteekt buiten de muren. Ook rondom een schoorsteen is de sneeuw snel verdwenen.

Bij een blok van vier huizen zie je bijna altijd heel markante verschillen tussen de huizen onderling.

- bij het ene huis verwarmt men bijvoorbeeld een zolderkamer, bij de andere huizen niet;
- in een van de huizen is een extra kast op zolder gebouwd;
- een van de eigenaren heeft de zolder geïsoleerd, de anderen niet. Zonder isolatie smelt de sneeuw tussen de balken het eerst, de balken hebben enig isolatie-vermogen. Met isolatie zie je dat de sneeuw juist op de plaats van de balken het eerst smelt. Blijkbaar heeft de glaswol een groter isolerend vermogen dan de houten balken. Overigens begint het smelten weer bovenaan het eerst.
- boven de spouwmuren tussen de woningen is steeds een smeltstrookje te zien.

Wanneer de zon wél meedoet, wordt het ingewikkelder.

- sommige plaatsen van het dak liggen voortdurend in de schaduw van een dakkapel of zoiets; terwijl de zon andere plaatsen van

het dak wel gedurende een deel van de dag beschijnt.

- de dakrand die over een zuid-muur steekt raakt z'n sneeuw juist vlug kwijt: langs de voorgevel stijgt warme lucht op die de dakrand, aan de bovenkant het eerst, verwarmt.

Daken van boerderijen en schuren zijn ook heel interessant. Een van de tekeningen die ik van leerlingen te zien kreeg was van een dak van een boerderij; woonhuis en deel. Op een merkwaardig lage plaats op het dak van de deel was in een hoekje de sneeuw verdwenen. Mijn konklusie was dat er een kalf geboren was. Bij navraag bleek dat juist te zijn!

Literatuur

1. Kepler, Johannes, 1966. The six-cornered snowflake. Oxford at the Clarendon Press.
2. Hage, J.C.H. van der, 1977. IJskristallen in de atmosfeer. Natuur en Techniek, 45 (1977) blz. 166-177.
3. Barlett, Albert A., 1976. Thermal patterns in the snow, I, II. The Physics Teacher, 14 (1976) blz. 14-18; 86-90.
4. Bentley, W.A. and Humphreys, W.J. Snow Crystals. Dover Publications Inc., New York.

VUURWERK

Echt groots is het vuurwerkspektakel dat op nieuwjaarsnacht te zien is.

Elke leerling en zijn ouders zien het en de meesten doen er aan mee.

Bij navraag in al mijn klassen bleken veel mensen er foto's en dia's van gemaakt te hebben; van vuurpijlen, vuurpotten, draaiende pijlen, van wat al niet!

Een van de prachtigste dia's van een leerling uit de 4e klas laat ik u zien: een fascinerend patroon van 'parabolen'.

U hebt niet veel fantasie nodig om op allerlei vragen te komen.

Om er enkele te noemen:

- . ontplofte het vuurwerk op het hoogste punt van de baan?
- . was er wind? uit welke richting?
- . was er wrijving? hoe kun je dat dan zien?
- . waarom zijn de lichtsporen in het hoogste punt vaak het helderst?
- . kun je zien welke banen naar voren gericht zijn?
- . hoe lang gloeiden de sterretjes?
- . kun je zien hoe de kop van de pijl gekonstrueerd moest zijn?

Natuurlijk zijn veel van de vragen vaak heel moeilijk te beantwoorden.

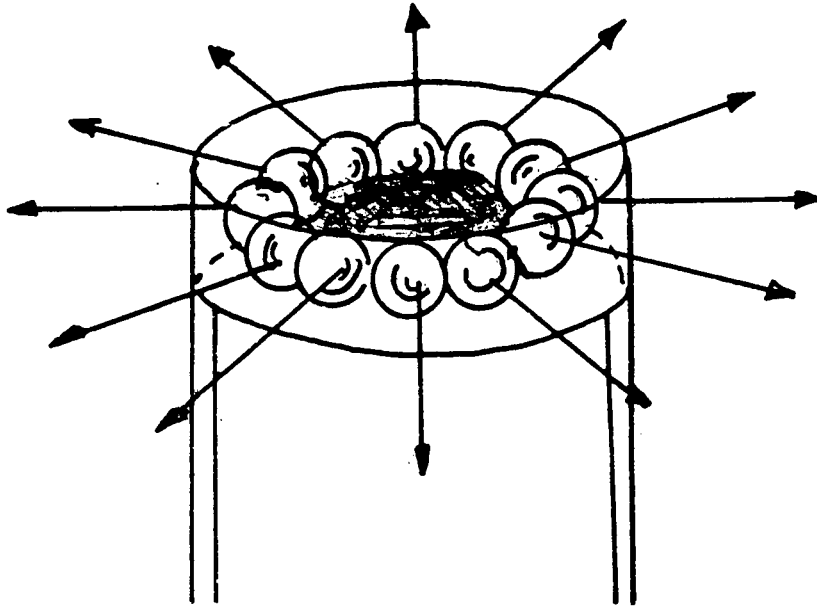
Maar ik stel me hier ten doel één soort vuurwerk nader te analyseren en er de bijbehorende banen van te konstrueren.

Het bedoelde vuurwerk staat heel mooi afgebeeld op een foto in Archimedes, 14e jaargang, blz. 100. Daarvan toon ik u een dia.

Het gaat me om de paraplu-vormige figuren die temidden van allerlei andere sporen te zien zijn.

Deze paraplu heb ik de leerlingen laten construeren in de 4e klas, als toepassing van de zojuist geleerde kogelbanen en in de 5e en 6e klas als herhaling. Het was in een van de laatste lessen voor de Kerstvakantie. Naar ons idee een van de mooiste lessen in de mechanika, in het tekenen en in het waarnemen.

Na de vakantie mocht ik nog allerlei tekeningen en foto's bewonderen!

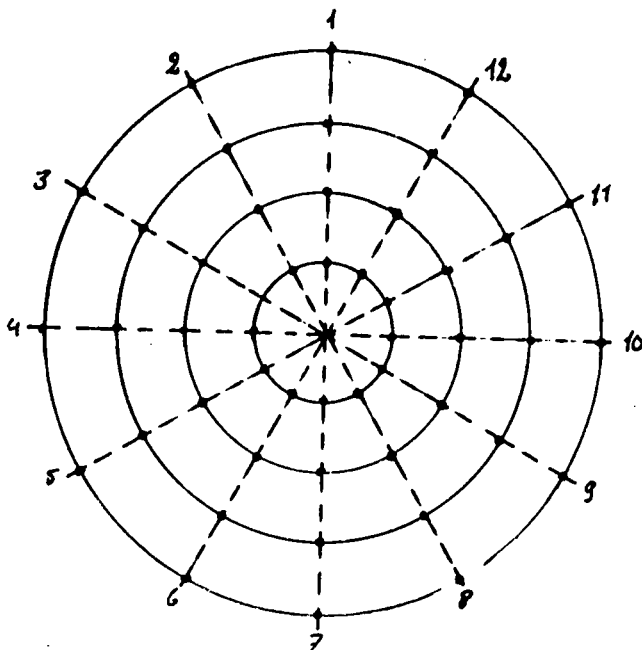


drijftraket

lantaarn:

- bovenplaat
- sterretjes
+ kruid
+ ontploflading
- onderplaat

figuur 1



figuur 2

De siervuurwerkpijl, bouw en ontploffing

De kop van de pijl, die hopelijk pas hoog in de lucht ontploft, heet de lantaarn. Er zijn geweldig veel vormen in omloop, rond of plat, meervoudige ladingen, allerlei kleuren enz.

In fig. 1 staat een platte lantaarn getekend. Met twaalf sterretjes, heel regelmatig gegroepeerd, tussen een boven- en ondervlak. Door stofkruit overdekt, zodat ze allemaal tegelijk heel snel kunnen ontbranden.

Midden tussen deze sterretjes zit een ontploflading. Deze wordt op een juist moment vanuit de drijfkraket ontstoken. Door de ontploffing vliegen de ontbrandende sterretjes door de dunne kartonnen wand naar buiten.

In mijn tekening is de optasting zo regelmatig dat de sterretjes in een cirkel liggen rondom hun zwaartepunt. In geval er geen wrijving is en de wind er dus ook geen vat op heeft blijven ze na de ontploffing ook steeds op een aldoor grotere cirkel liggen. Zie fig. 2.

Een van de aannames is natuurlijk dat de sterretjes gelijke massa hebben.

Aan de wet van behoud van impuls is in ieder geval voldaan!

(Heel andere, asymmetrische, ontploffingen voldoen natuurlijk ook aan de wet van behoud van impuls).

Alvorens u de konstruktie van de sterretjes-banen te demonstreren eerst een komputer-simulatie van de banen. De numerieke procedures zijn door B. Wuite geprogrammeerd en uitgevoerd op een ZX-Spectrum machine. De baangegevens zijn voor een vijftal gevallen opgeslagen in het geheugen, na ongeveer 36 uur rekentijd.

Deze gevallen kozen wij uit:

1. Snelheid van de lantaarn bij ontploffing 0, sterretjes-cirkel horizontaal, geen wrijving.
2. Snelheid van de lantaarn bij ontploffing vertikaal omhoog, dus sterretjescirkel horizontaal, geen wrijving. (Alle sterretjes bevonden zich voortdurend in een horizontaal vlak).
3. Snelheid van de lantaarn bij ontploffing schuin omhoog, dus stand van sterretjes-vlak ook scheef
 - a. geen wrijving
 - b. wel wrijving
 - c. met tegenwind, dus ook wrijving

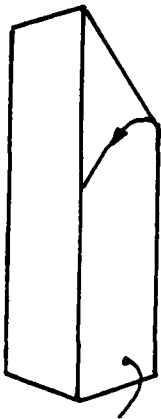
Er zijn aan al deze banen heel wat details te zien, die leerzaam zijn.

Konstruktie van de banen

Hier wil ik beschrijven hoe een eenvoudige konstruktie-tekening gemaakt kan worden door de leerlingen. Voor de tekening heeft de leerling een 5 mm-ruitjes-blad nodig en een passer. Het kost één lesuur om alles netjes uit te werken.

Eerst maak ik een perspektief-tekening. Het is niet de bedoeling dat alle leerlingen die maken, daarvoor is het maken van zo'n tekening te lastig. Een enkele liefhebber doet het misschien thuis. Maar de perspektief-tekening is een inleiding tot de eenvoudige konstrukties voor de leerlingen.

De perspektief-tekening is nodig want de siervuurwerkpijl die ik beschouw ontploft op grote hoogte, terwijl de waarnemer vanaf de grond naar boven kijkt.



vlak waarin het zwaartepunt beweegt

Eigenlijk zou een koördinatenstelsel met assen getekend moeten worden in een figuur zoals hiernaast. Maar ook dat is wat te ingewikkeld om voor te doen. Vandaar dat ik een heel vereenvoudigde perspektief neem!

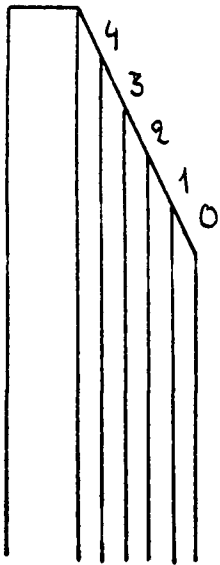
In de figuren 3 staan de lijnen 0, 1, 2, 3, 4 getekend waarop het voorwerp zich achtereenvolgens bevindt t.g.v. een eenparige horizontale beweging.

Fig. 3a: van onderen gezien; fig. 3b van opzij gezien.

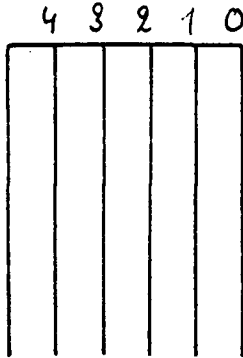
In de figuren 4 staan de lijnen 0, 1, 2, 3, 4 getekend waarop het voorwerp zich achtereenvolgens bevindt t.g.v. een vrije val, dus t.g.v. een eenparige versnelling.

Fig. 4a: weer van onderen gezien; fig. 4b weer van opzij gezien.

In fig. 5 staat het koördinatenstelsel voor een horizontale worp: dus een combinatie van de figuren 3 en 4. Als u van de figuren 3 en 4 elk een transparant maakt, kunt u ze op elkaar projekteeren. Wanneer u op het bord projekteert, kunt u op het bord de bijbehorende parabool heel mooi intekenen!

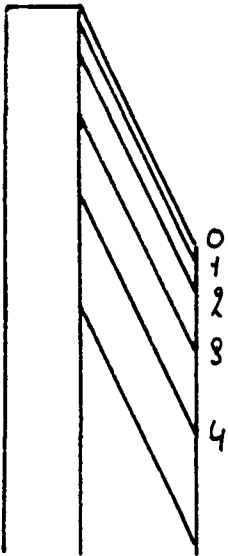


figuur 3a

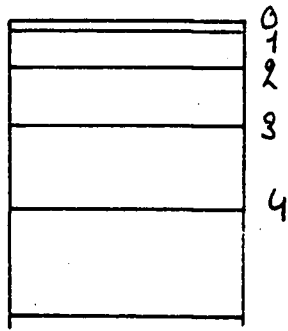


figuur 3b

eenparige beweging

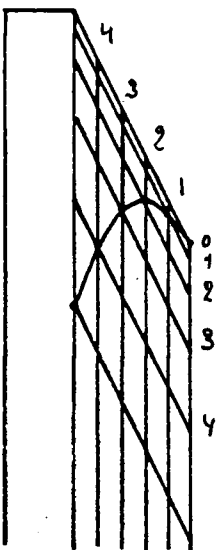


figuur 4a

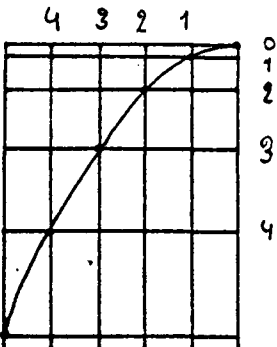


figuur 4b

vrije val



figuur 5a



figuur 5b

horizontale worp

In de nu volgende banen-konstruktie laat ik de lantaarn ontploffen in het hoogste punt van de baan, en wel met een horizontale beginsnelheid. Dan is de sterretjes-cirkel vertikaal. Want anders moeten er straks allemaal veel ingewikkelder ellipsen getekend worden i.p.v. cirkels.

Ik vergeet de wrijving van de lucht, een ernstige nalatigheid!

De in fig. 5 ingetekende parabool is de baan van de vuurpijl, indien deze niet zou ontploffen. (U kunt natuurlijk eenvoudig de horizontale beginsnelheid variëren).

Nu ontploft de lantaarn echter in punt O. Het gevolg is dat de punten 0, 1, 2, 3 en 4 nog slechts de (massa-)middelpunten zijn van de sterretjes-cirkels. Eenparig groter wordende cirkels.

In fig. 6a zijn ze getekend. Op de cirkels is de plaats van de sterretjes weergegeven.

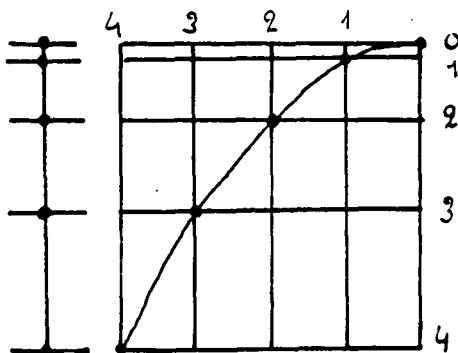
Nu moeten de korresponderende punten nog verbonden worden. Het resultaat is in fig. 6b weergegeven. Trouwens ook nog de zwaartepuntsbaan.

Naar mijn gevoel verrassend hoe deze wellicht overgesimplificeerde konstruktie een herkenbaar resultaat oplevert. Het lijkt sprekend op de u getoonde Archimedes-dia.

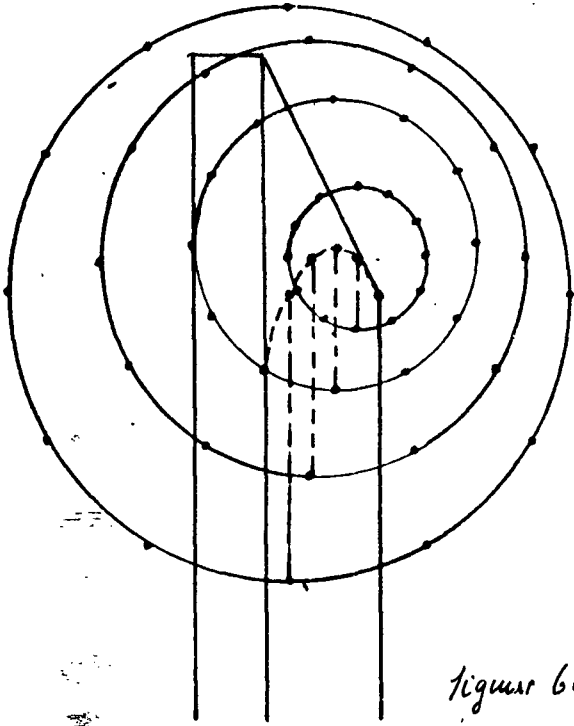
Tot zover de demonstratie voor de leerling.

Nu moet hij zelf aan het werk. En wel met een vereenvoudigde zienswijze: de leerling-waarnemer bevindt zich op gelijke hoogte met het ontploffende vuurwerk. En dan nog zijn er maar twee standpunten eenvoudig:

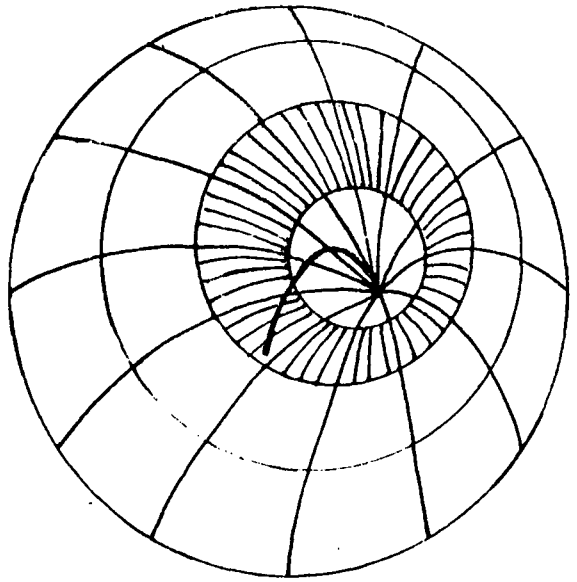
- . De horizontale snelheidsvektor van de vuurpijl is naar een leerling-waarnemer 1 gericht.
- De sterretjes-cirkels worden nu ook echt als cirkels gezien.
- . Een leerling-waarnemer kijkt van opzij tegen de snelheidsvektor aan. Een sterretjes-cirkel wordt nu in projectie gezien, dus als diameter van die cirkel.



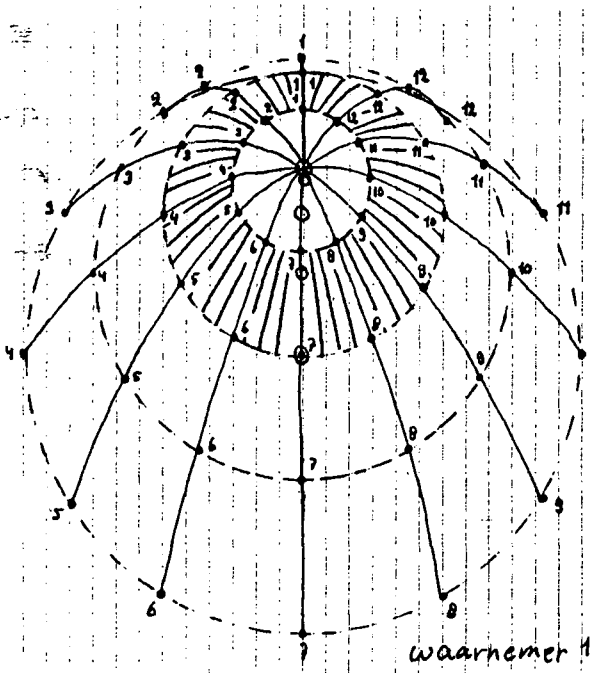
waarnemer 1 waarnemer 2



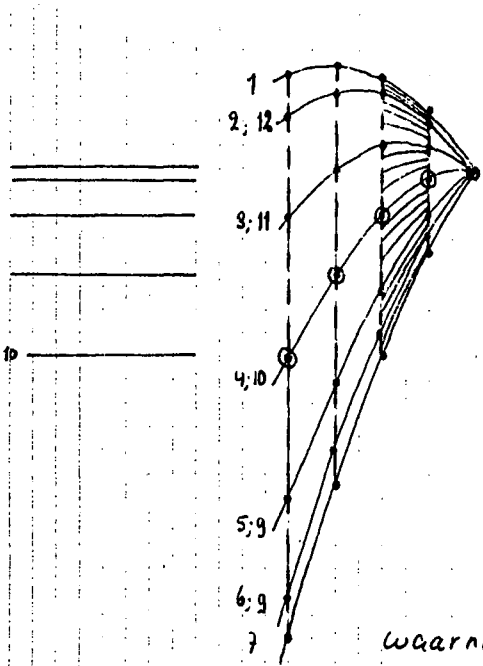
figuur 6a



figuur 6b



figuur 6c



waarne mer 2

figuur 6d

In fig. 6c zijn de cirkels ingetekend, de sterretjes-plaatsen aangegeven en de korresponderende punten verbonden. U ziet nu weer de waaier van parabolen ontstaan.

Merk op dat parabool 3 het verlengde is van parabool 8 enz.

In fig. 6d zijn de diameters ingetekend en is de figuur anderszins afgemaakt.

Bij mij in de klas werkten de leerlingen in groepjes van twee: de ene was waarnemer 1, de ander waarnemer 2.

Over het resultaat van deze leerzame en prachtige exercitie waren leraar en leerlingen heel tevreden!

ENGELENHAAR

Wanneer men in een kerstboom rondom de (elektrische) kaarsjes wolkjes engelenhaar drappeert, is een heel opvallend verschijnsel waar te nemen.

Het lijkt of er een hele verzameling oplichtende cirkeltjes te zien is. De middelpunten ervan vallen samen met de kaars. Die cirkeltjes zijn opgebouwd uit heel veel lijnstukjes. Het mooiste is het te zien als je het engelenhaar boven de kaars houdt: dan zie je weliswaar minder cirkelfragmentjes, maar de cirkeltjes zijn gaver.

Ook het fotograferen levert mooiere resultaten op als je het verschijnsel van bovenaf opneemt.

De illusie heldere, lichtgevende cirkels te zien noem ik verder het cirkel-schijnsel.

Waarom zie je cirkels? En zie je wel cirkels?

Waarom geen radiaal patroon, lijntjes uitgaande van de kaars? Zoals lichtzuilen op het golvend wateroppervlak beschenen door een straatlantaarn?

Waarom bewegen de cirkels met de waarnemer mee?

Waarom worden de cirkels geen ovalen als je het engelenhaar uiteentrekt?

Waarom zie je geen cirkels als je het engelenhaar achter de kaars houdt?

Hoe wordt engelenhaar gemaakt?

Ik kan bijna geen literatuur vinden over engelenhaar.

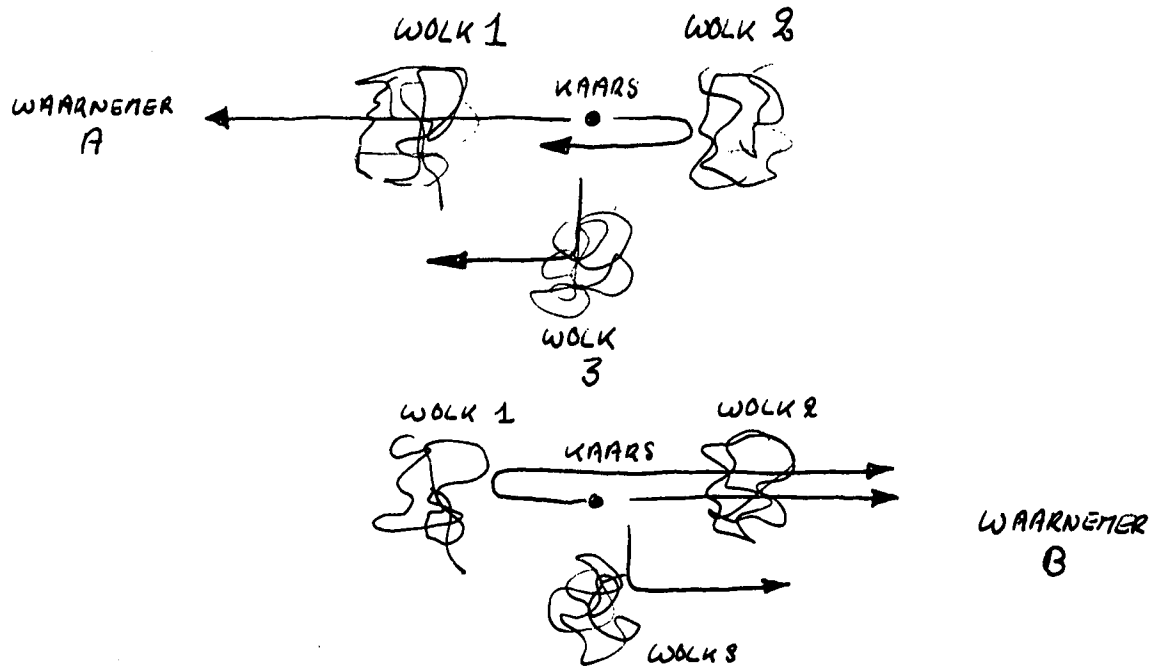
In Minnaert staat er een enkele regel aan gewijd (Lit. 1).

In Lit. 2 wordt het ook even genoemd.

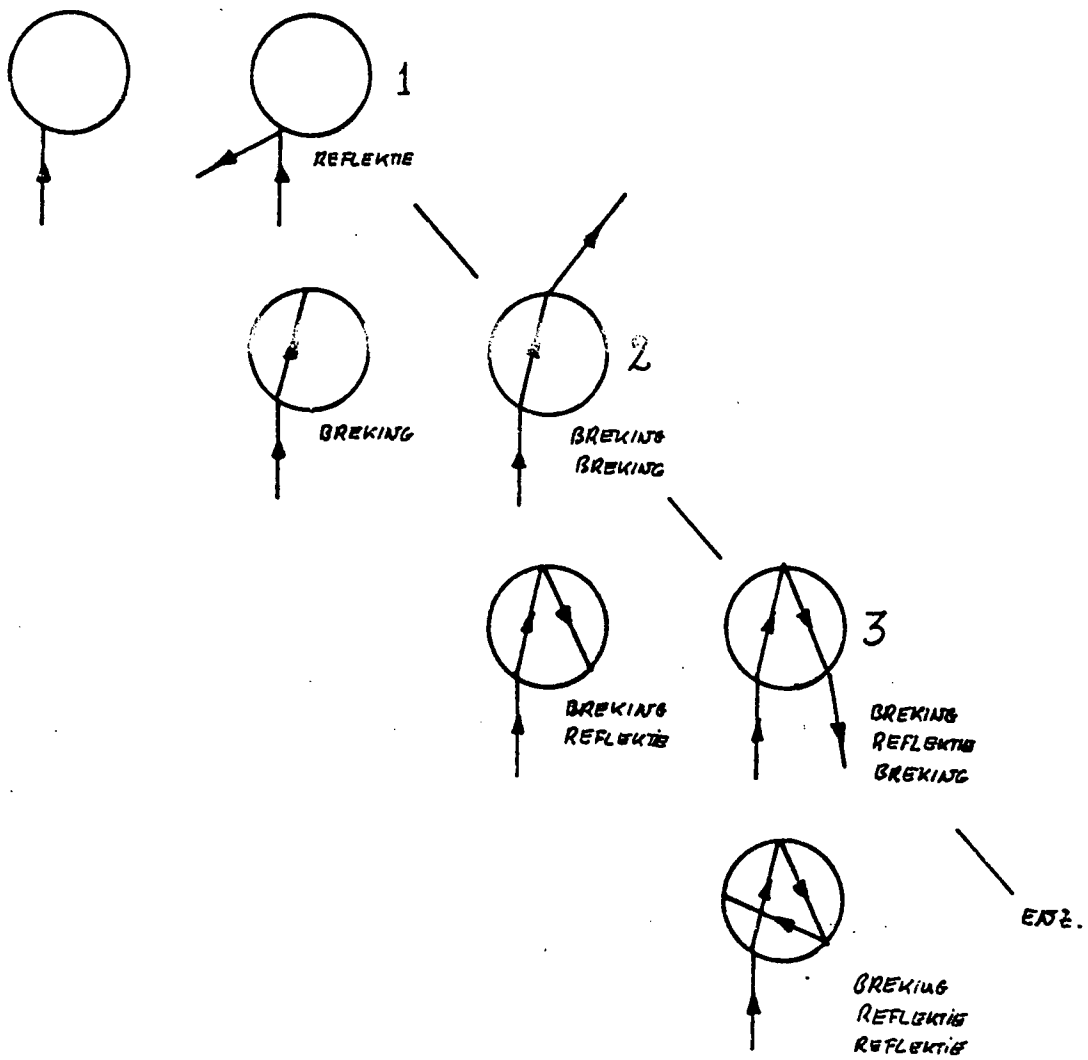
Beide bronnen spreken over reflectie. Mijn indruk is evenwel dat brekingsverschijnselen een hoofdrol spelen, maar dat reflectie ook mee doet.

Een fysikus die ik ernaar vroeg dacht enige tijd na en zei: Het enige dat ik van engelenhaar weet is dat mijn moeder me vroeger zei dat ik engelenhaar had!

Het is de vraag of zij toen het genoemde cirkel-schijnsel waarnam of iets anders.



figuur 1



figuur 2

Nadere beschrijving van het cirkel-schijnsel

Zie fig. 1. Om een kaars zijn drie wolkjes engelenhaar gegroepeerd: wolk 1, wolk 2 en wolk 3.

Voor waarnemer A bevindt zich wolk 1 vòòr de kaars, wolk 2 erachter en wolk 3 ernaast.

Hij ziet in wolk 1 heldere, lichtgevende 'cirkels', opgebouwd uit kleine lijnstukjes. Die cirkels hebben hun middelpunten op de as kaars-waarnemer. Enkel die speciale engelenhaartjes vallen op, terwijl andere nauwelijks te zien zijn.

In wolk 2 valt niets bijzonders op, er zijn geen bevoorrechte engelenhaartjes. Van een cirkel-schijnsel is geen sprake.

In wolk 3 is heel zwak nog iets te zien van opvallende engelenhaartjes, weer in cirkelvormige patronen, met de kaars als middelpunt.

Voor waarnemer B bevindt wolk 1 zich nu achter de kaars, wolk 2 ervoor en wolk 3 ernaast.

Hij ziet een beeld analoog aan dat van waarnemer A, alleen hebben wolk 1 en 2 hun rol verwisseld!

(De engelenhaartjes die waarnemer A goed ziet, ziet B juist niet meer!)

Reflektie en breking bij de cilinder-lens

Engelenhaar is gemaakt van glas. Eén haar is een zeer dunne glazen cilinder. De diameter is in de orde van driehonderdste millimeter. De doorsnede loodrecht op de lengte-as van de cilinder is een cirkel. Als licht op een glazen 'cirkel' valt doet zich een veelheid aan verschijnselen voor: (zie fig. 2).

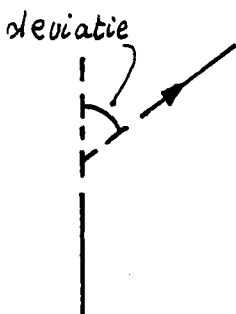
1. Externe reflectie

(denk aan een kerstbal; dit is een interessant objekt omdat een kerstbal werkt als een 'topological synthesizer' d.w.z. er kan een beeld in worden waargenomen van nagenoeg de hele omringende ruimte. Zie lit. 4).

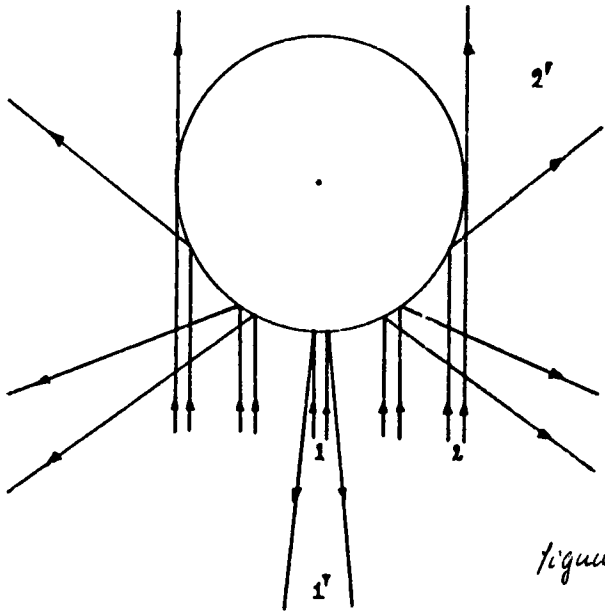
2. Breking naar binnen en weer naar buiten (denk aan de positieve lens).

3. Breking naar binnen, interne reflectie, en breking naar buiten. (Denk aan de verklaring van de regenboog).

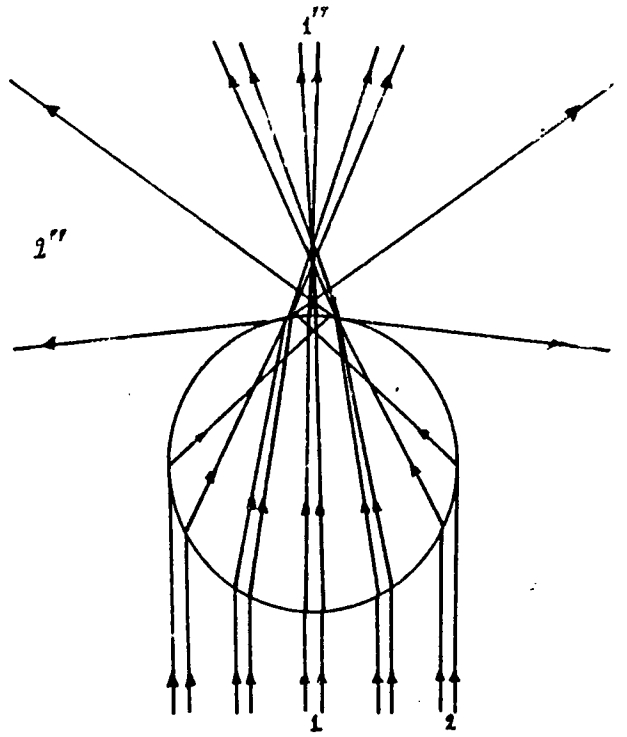
4. Breking naar binnen, meerdere interne reflecties, en breking naar buiten.



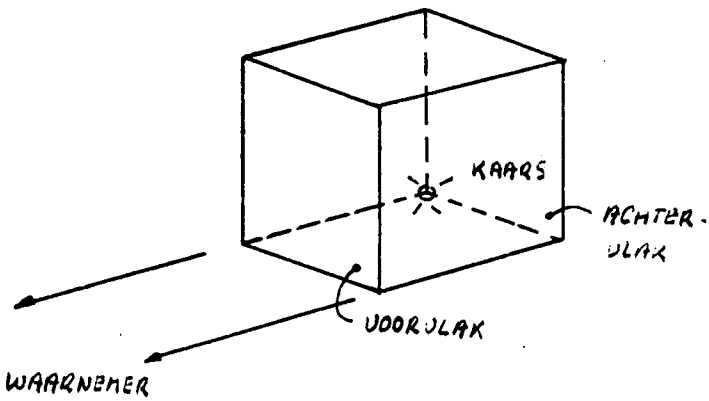
Onder deviatie versta ik hier: de hoek tussen de oorspronkelijke richting van de lichtstraal en de richting van de straal na reflectie of breking.



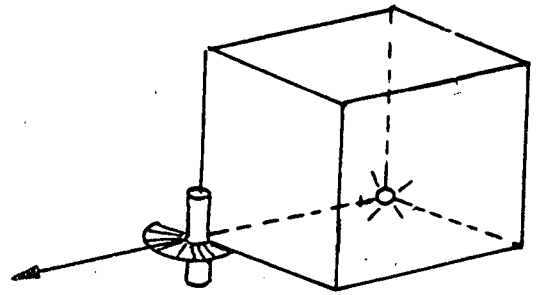
figuur 3a



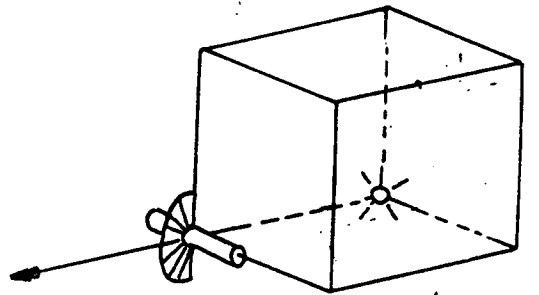
figuur 3b



figuur 4



figuur 5a



figuur 5b

In de figuren 3a en 3b is in meer detail getekend wat er met een aantal bundels lichtstralen die op de (cilinder)lens vallen gebeurt t.g.v. reflectie en (tweemaal) breking. De andere mogelijkheden zijn hier van geen belang.

Lichtbundel 1 valt nagenoeg loodrecht in en splitst in twee bundels: een die reflecteert, 1', en een die na twee maal breking doorgaat, 1''.

Lichtbundel 2 valt schierend in en splitst in 2' en 2''.

De deviatie van 1' is ongeveer 180° , van 2'' ongeveer 90° , maar de deviatie van 2' en 1'' zijn veel kleiner, bijna 0° .

De verhouding van de intensiteiten van 1' en 1 is heel klein: bij loodrechte inval gaat bijna alle licht gebroken verder.

De verhouding 2'' en 2 is ook heel klein: hij scherende inval wordt bijna alle licht weerspiegeld!

Resultaat:

De lichtbundels die de kleinste deviatie ondergaan behouden de grootste intensiteit.

Bij engelenhaar blijken deviaties tot ongeveer 90° nog opvallend bij te dragen tot het cirkel-schijnsel.

Ik geef dat hiernaast in een tekeningetje weer.



Waarom zijn er cirkels te zien?

Het symbool
dat licht



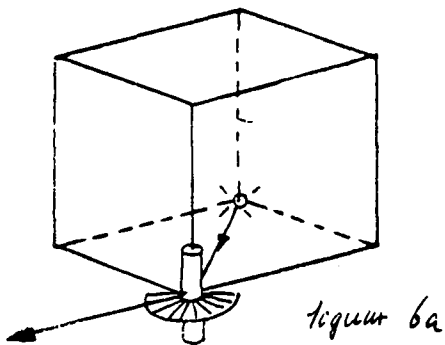
is een gevolg van de konklusie
dat op een engelenhaartje valt

voornamelijk rechtdoor gaat. Daarbij is slechts gekeken naar licht dat invalt in het vlak loodrecht op de lengterichting van het engelenhaartje.

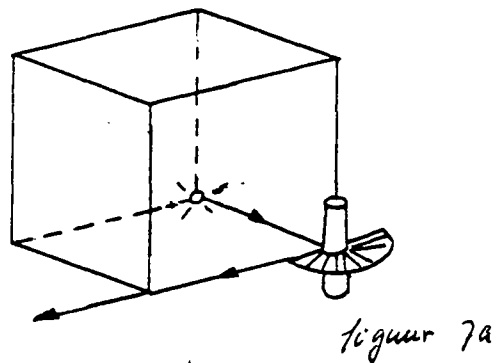
Nu passeren enkele posities en standen van het engelenhaar de revue. Om ons ruimtelijk te oriënteren maak ik gebruik van een oriëntatie-kubus: fig. 4.

Links onderin het achtervlak bevindt zich de (voorlopig) puntvormige kaars. De waarnemer stelt zich vóór de kubus op. Zie fig. 5a en b. Een engelenhaartje wordt doorsneden door de as kaars-waarnemer en het ligt in het voorvlak. Blijkbaar bereikt onder deze voorwaarde, onafhankelijk van de oriëntatie in dat voorvlak, intens licht de waarnemer.

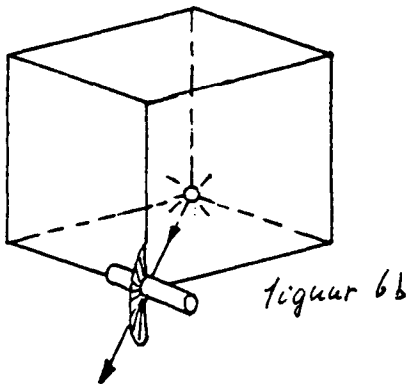
Zie fig. 6a. Een engelenhaartje op deze plaats zal slechts in deze oriëntatie enig licht naar de waarnemer zenden.



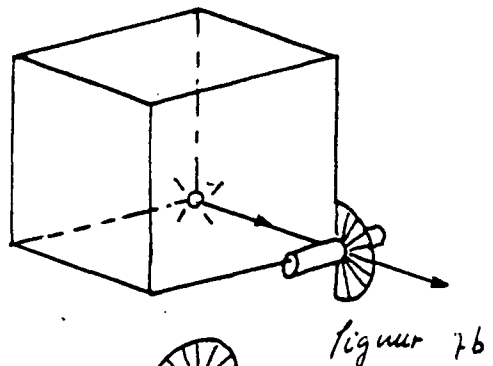
figuur 6a



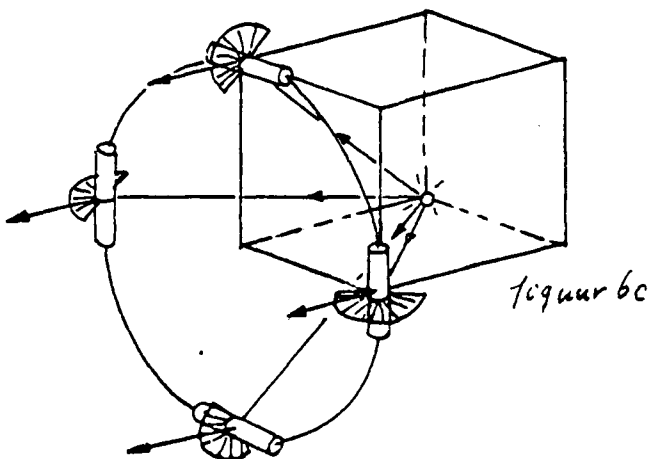
figuur 7a



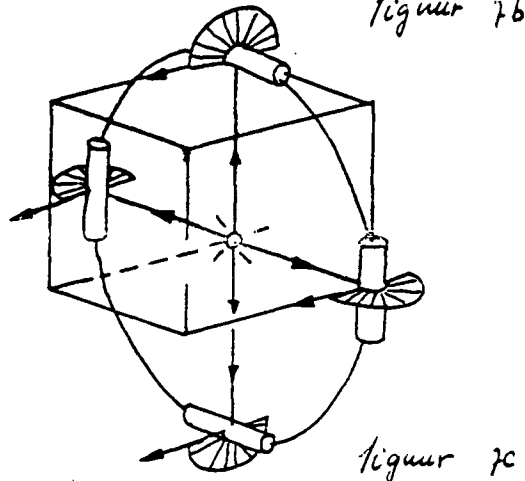
figuur 6b



figuur 7b



figuur 6c

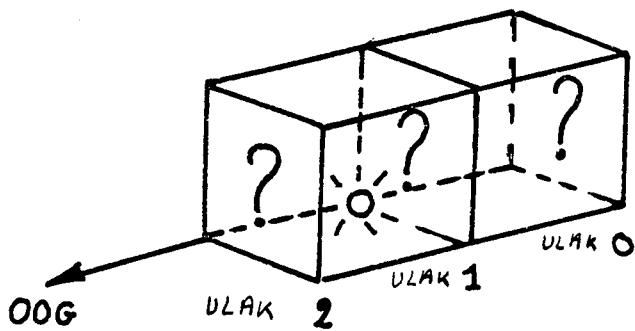


figuur 7c

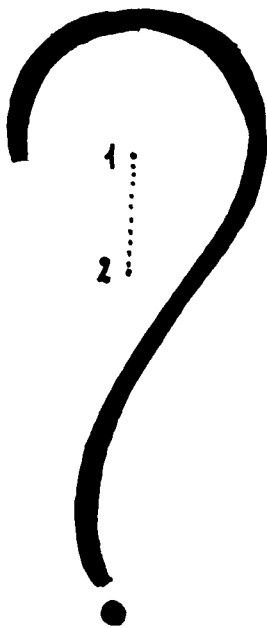
Zie fig. 6b. Dit plaatje is een grove vereenvoudiging van de werkelijkheid. Een nauwkeurige analyse van de stralengang is in dit geval heel lastig en voor de leerling oninteressant. Maar wel juist is het gemis aan enige lichtstraal naar het oog van de waarnemer!

Zie fig. 6c. Hier is een cirkel getekend in het (uitgebreide) voorvlak van de kubus. Het is een generalisatie van fig. 6a: als een engelenhaartje raakt aan deze cirkel draagt het in het raakpunt bij aan het cirkel-schijnsel.

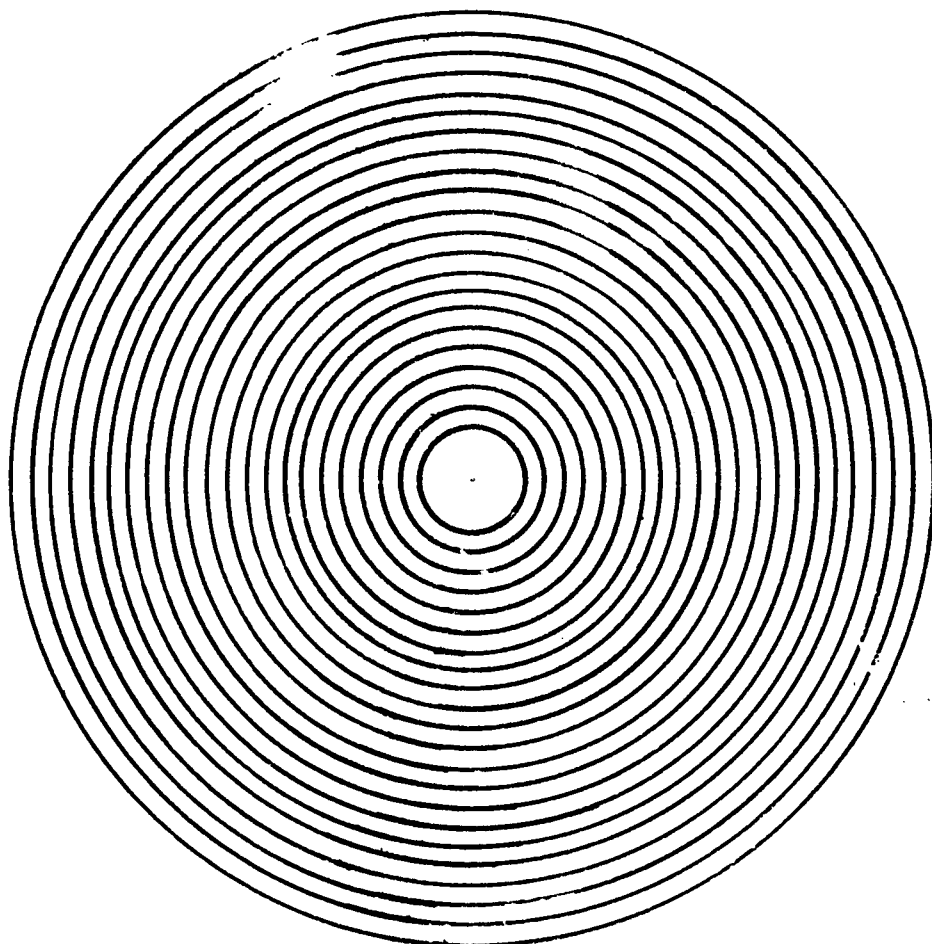
De figuren 7a, b en c zijn analoog aan de figuren 6a, b en c. Het engelenhaar bevindt zich nu niet in het voorvlak maar in het achtervlak. Omdat het licht dat bijdraagt aan het cirkel-schijnsel nu een deviatie van 90° moet ondergaan is het slechts heel zwak.



figuur 8



figuur 9a



figuur 9b

Laten we nu de beschouwing veralgemenen door op de eerste plaats een engelenhaartje van een willekeurige vorm te nemen en door op de tweede plaats een lijnvormige lichtbron te nemen, zoals de kaars (dus niet een puntvormige bron).

Als willekeurig gevormd engelenhaartje neem ik er een in de vorm van een vraagteken, "?".

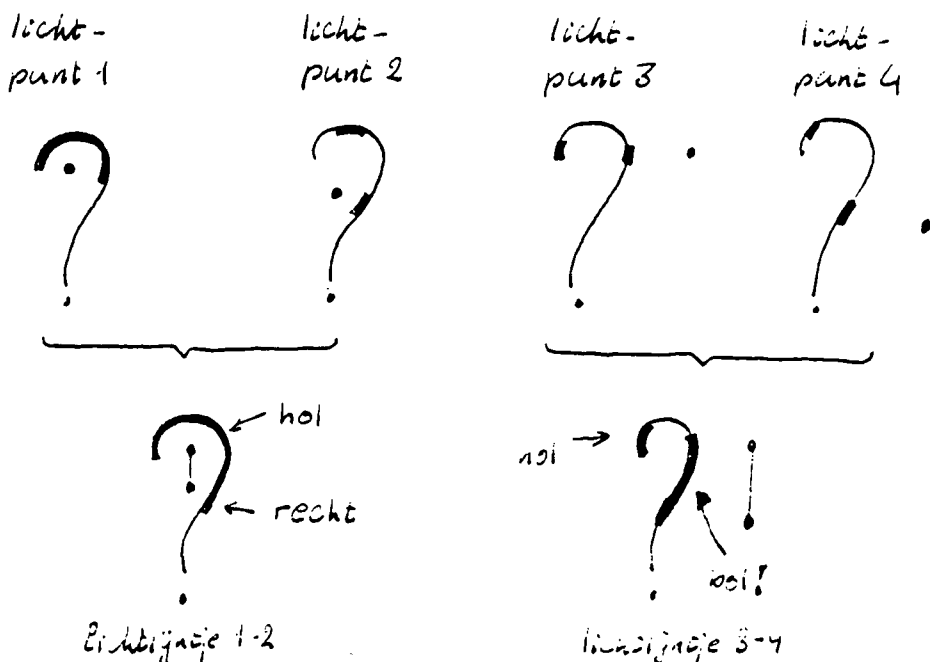
Zie fig. 3. We behoeven niet te kijken naar het vraagteken in vlak O. Of het ? in vlak 1 of 2 ligt is niet van belang voor de volgende redenering.

Welk deel van het ? zal bijdragen tot het cirkelschijnsel?

Zie fig. 9a en 9b. Dat zullen die delen zijn die raken aan cirkels, cirkels met middelpunten op de as kaars-waarnemer.

Om zulke delen op te sporen maakte ik een transparant van een verzameling concentrische cirkels: fig. 9b.

Dit cirkel-transparant leg ik op fig. 9a, dus op het ?-vormige engelenhaartje. Eerst met het middelpunt op punt 1, dan met middelpunt op punt 2, enz. Het is nu vlug te zien welk deel van het ? raakt aan cirkels. In onderstaande figuur is met een verdikking aangegeven welke delen dat zijn. Deze stukjes lichten op. Als de lichtbron lijnvormig is, bijvoorbeeld zo groot als lijntje 1-2, of lijntje 3-4, moet je als volgt handelen. Leg het middelpunt van de cirkels eerst op punt 1 en verschuif het middelpunt dan over lijntje 1-2 naar 2. Kijk welke delen van het ? beurtelings raken aan de cirkels. Een zelfde werkwijze geldt uiteraard voor het lichtlijntje 3-4.



Het vreemde is dat bij niet-puntvormige lichtbronnen niet alleen holle stukjes engelenhaar meedoen maar ook rechte stukjes en zelfs bolle stukjes.

Wanneer je een bosje engelenhaar voor de kaars houdt en nauwkeurig toeziet is het frappant hoe weinig cirkelfragmentjes delen zijn van de bedoelde concentrische cirkels! Er zijn er zelfs bijna geen. Alleen als de bron puntvormig is zie je echte cirkelstukjes. Het zijn er echter heel weinig, want ook al zijn er heel veel haartjes, er zijn er maar weinig die zo mooi georiënteerd zijn, dat ze meedoen aan het cirkel-schijnsel.

Je ziet dat bijvoorbeeld als je van boven af neerkijkt op een kaars, waarboven je wat engelenhaar houdt. (Laat het niet smelten!)

Samenvatting

Licht dat van een enkel engelenhaartje afkomstig is (na reflectie of breking) is het meest intens als de deviatie het geringst is. De intensiteit bij kleine deviaties is echter zo groot, dat het engelenhaartje licht lijkt te geven als een mini-TL-buisje.

Een engelenhaartje dat bijdraagt aan het cirkel-schijnsel moet een speciale positie en een speciale oriëntatie hebben, d.w.z.

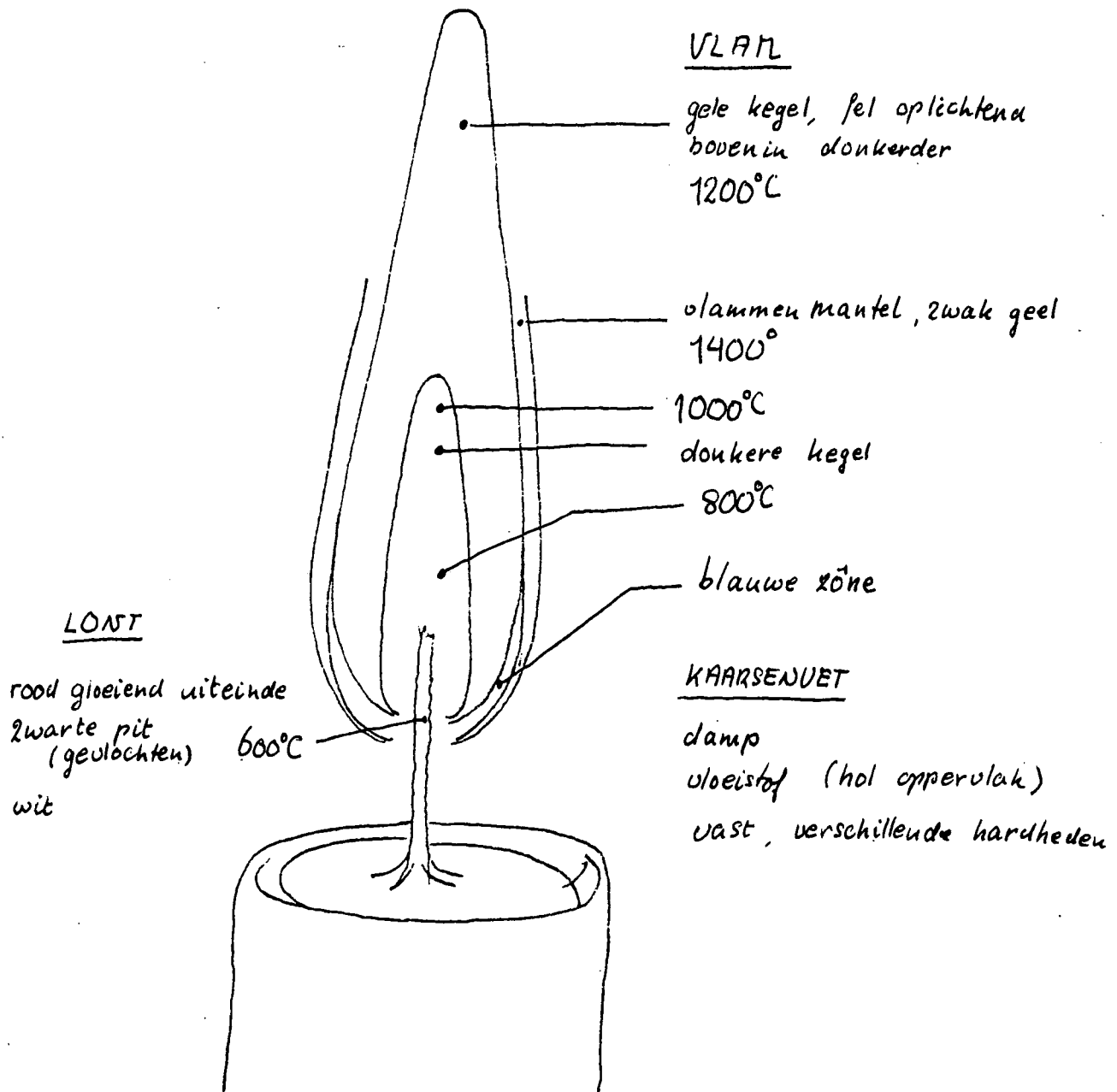
1. Het moet gelegen zijn in een vlak vòòr de kaars dat loodrecht staat op de as kaars-waarnemer.

2. Het haartje moet zo georiënteerd zijn dat het raakpunten heeft aan een cirkel met middelpunt op de as kaars-waarnemer.

In 2,5 gram engelenhaar bevinden zich ongeveer 10.000 minuskule haartjes van elk \pm 10 μ m. Aan genoemde speciale voorwaarden kunnen best enkele engelenhaartjes voldoen!

Literatuur

1. M. Minnaert. De natuurkunde van het vrije veld, deel I, hoofdstuk 1.
2. N.T.v.N. 39, (1973), blz. 1. Foto engelenhaar bij nieuwjaarswens.
3. Baghuis, L. en Hagedoorn, H. Reflectie aan lijnen-patronen. N.T.v.N. 40, (1974), blz. 20-22.
4. Berry, M.V. Reflections on a Christmas-tree bauble. Phys. Ed. 7, (1972), blz. 1-6.

LOFT

rood gloeiend uiteinde
zwarte pit
(gevolochten)
wit

600°C

VLAM

gele kegel, fel oplichtend
bovenin donkerder
 1200°C

vlammen mantel, zwak geel
 1400°

1000°C

donkere kegel

800°C

blauwe zone

KAARSENVUET

damp

vloeistof (hol oppervlak)

vast, verschillende hardheden

verschillende kleuren en temperaturen
wijzen op verschillende chemische reacties.

figuur 1

(De figuren 1 en 3 zijn bijna 'letterlijk' overgenomen
uit het artikel Lit.2)

DE KAARS

In 1860 hield Faraday zijn beroemd geworden Christmas performances voor een jeugdig publiek in the Royal Institution: the chemical history of a candle. Van deze demonstraties is een mooi boekje uitgegeven. Een zeldzaam motiverend verhaal! Lit.1.

Enkele jaren geleden verscheen in Scientific American een fraai overzichtsartikel over de kaars. Lit.2

In alle klassen van onderbouw en bovenbouw heb ik een les besteed aan de kaars vlak voor de Kerstvakantie. In de hogere klassen de wat ingewikkelder verschijnselen, in de lagere klassen de meer eenvoudige. Hier wil ik u even een aantal natuurkundige en scheikundige aspecten rond het fenomeen kaars uiteenzetten. Het is mij gebleken dat leerlingen de behandeling van de kaars erg op prijs stellen en ook het samenbrengen van natuurkundige en scheikundige verschijnselen weten te waarderen. Thuis blijken ze er vaak aandachtig op door te gaan. U zult bovendien telkens weer nieuwe dingen van ze te horen krijgen. Iedereen weet er het zijne van.

Er zijn veel oude vragen, met oude antwoorden. Maar ook rijzen veel vragen die nog beantwoord moeten worden. Enkele voorbeelden:

Waarom vraagt iemand een kaarsje voor hem op te steken voor een tentamen?

Brandt een kaars in het space-lab dat in zijn baan om de aarde draait?

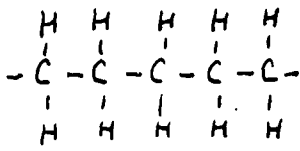
In moderne natuurkundeboeken komt u de kaars alleen nog tegen vanwege de eenheid candela. Deze heeft echter nog maar weinig te maken met een doodgewone kaars!

Beschrijving van de kaars en zijn vlam

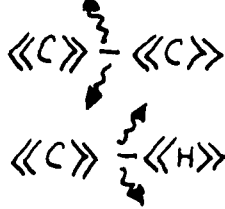
De steel van een kaars is van onderen hard en van boven zacht. Blijkbaar is de vaste stof via een smelttraject van vast naar vloeibaar aan het smelten. In een badje, omgeven door een dijkje bevindt zich gesmolten kaarsvet. Deze vloeistof wordt door de capillaire werking van de lont opgezogen en in de vlam verdampt. Aldus zijn de drie fasen vertegenwoordigd!

De lont is aan het uiteinde, aan de rand van de vlam, roodgloeiend. Hij is daar in de lucht aan het verbranden. En wel asloos. De lont blijft precies op de goede lengte. Niet te lang, niet te kort. In de vlam is de lont zwart, onder de vlam wit.

Van de vlam valt de gele lichtgevende grote kegel 't meest op. Bovenin is die gele kegel donkerder. De temperatuur bedraagt 1200°.



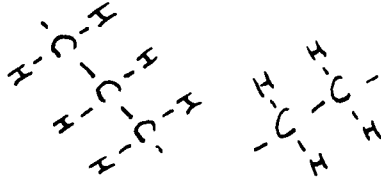
→ vibratie-overgangen



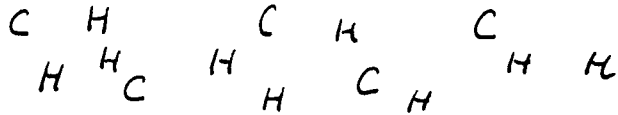
banden emissie spectrum

(blauwachtig)

→ kraken



→ volledig kraken



→ samen-klonteren gloeien



continu emissie spectrum

(geel)

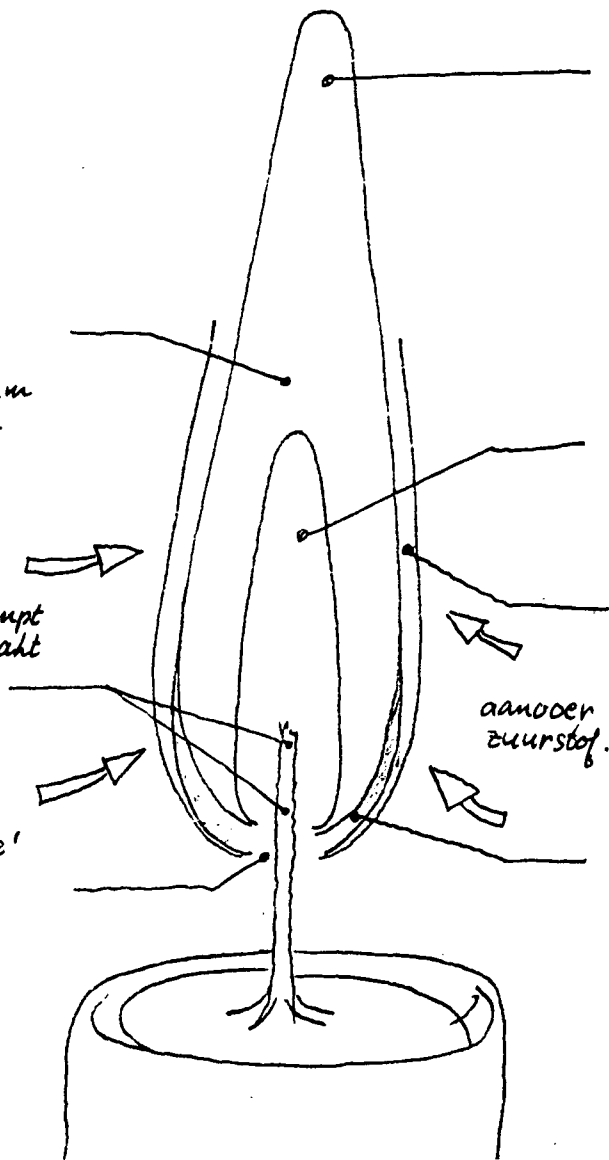
figuur 2

— verbrandingsproducten: voornamelijk H_2O en CO_2

koolstofdeeltjes gaan gloeien: continu spectrum GEEL LICHT

vluchtig verdampert en wordt gekraakt

kleine 'dode' ruimte



koolstofdeeltjes verbranden

vorming van koolstofdeeltjes

scheikundige reacties met zuurstof

aandoer zuurstof

reactie-gebied met C-C en C-H emissies BLAUWACHTIG LICHT banden-spectrum

figuur 3

Binnen en onder deze gele kegel is een donkere kegel waarneembaar. De temperatuur kan van 800° tot 1000° oplopen. Onderaan de vlam zie je een blauwe schaalvormige zône. De vlam is aan de zijkanten omgeven door een zwak gele vlammenmantel. Daarin is de temperatuur het hoogst: 1400° C.

Dit alles staat in fig. 1 schematisch weergegeven.

Het licht van de vlam en enige scheikundige bijzonderheden

1. In fig. 2 en fig. 3 staan enige scheikundige bijzonderheden afgebeeld. De lange C_nH_m -delen van het verdampte kaarsvet zijn door de warmte heftig gaan trillen. Daarbij zullen vibratie-overgangen plaatsvinden tussen de C-C en de C-H bindingen. Dit geeft een molekulair-banden-emissie-spektrum, voornamelijk in het blauwe deel van het spektrum en resulteert in de blauwe kleur aan de onderkant van de vlam.

2. Wanneer de trillingen al te heftig worden breken de bindingen: het molekuul wordt gekraakt. Dit kraken blijft voortduren totdat er losse koolstofatomen ontstaan. Deze klonteren weer samen tot minuskule roetdeeltjes: dat gebeurt bovenin de donkere kegel. Als u op die plaats de vlam stoort, door er een lepel of zo in te houden, slaat die roet neer.

Kan de vlam ongestoord branden dan gaan de roetdeeltjes fel opgloeien in de daardoor gele kegel: aldaar wordt een kontinu spektrum uitgezonden.

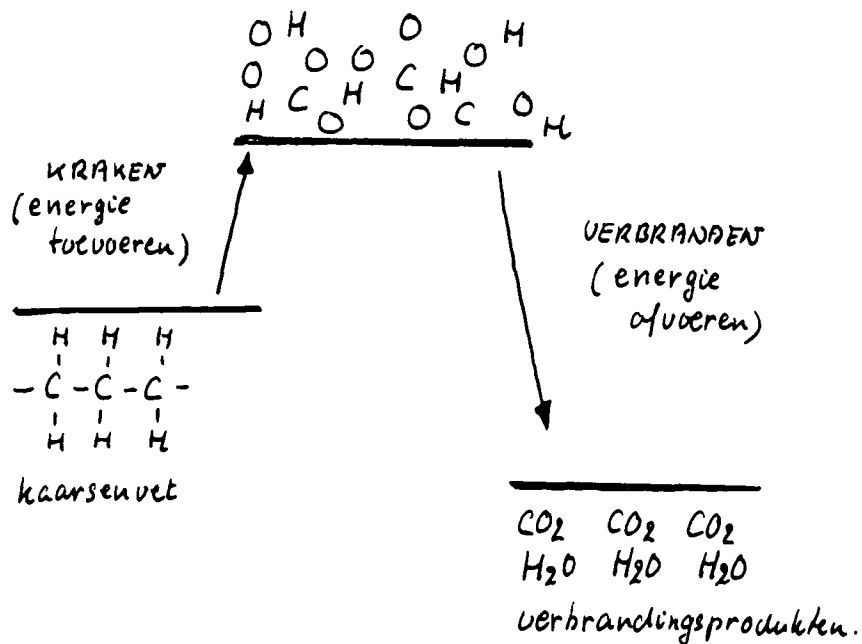
De roetdeeltjes gaan vervolgens volledig verbranden in het bovenste deel van de vlam. Boven de vlam zijn de verbrandingsprodukten CO_2 en H_2O te vinden.



"schaduw" bij verlichting door Na-lamp

3. Ook is er nog op eenvoudige wijze de gele natrium-emissie-lijn terug te vinden; kijkt u maar door een zakspektroskoop naar de vlam. Als de vlam in een donkere ruimte wordt belicht met een natriumlamp, dan ziet u van de vlam geen 'schaduw', maar net boven de uit de vlam stekende lontpunt ziet u een zwart veegje: het natriumlicht dat van de lamp afkomstig is, werd geabsorbeerd; u ziet dus de omkering van de natrium-lijn. Inderdaad blijkt de lont met Na-zouten geprepareerd te zijn.

Aansteken, branden en uitblazen van de kaars

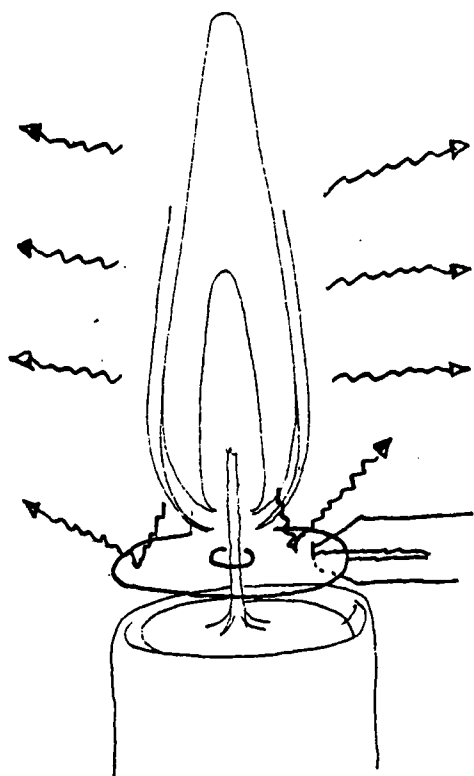


Aan het kaarsvet-molekuul moet warmte worden toegevoerd om het te ontleden, kraken. In het tekeningetje is alleen het C_nH_m -deel van het molekuul weergegeven.

Deze warmte is aanvankelijk van de lucifer afkomstig: de kaars moet immers worden aangestoken. Als de kaars eenmaal brandt zorgt de vlam van de kaars voor de warmte. Want als de C- en H-atomen bij het verbrandingsproces nieuwe bindingen aangaan komt er energie vrij. En wel meer dan er in het kraakproces verbruikt wordt. Vandaar dat de kaars zichzelf brandend houdt én licht en warmte geeft.

Ik denk dat het uitblazen van de kaars betekent: reactiewarmte afvoeren en daarmee het kraakproces stoppen.

Het smelten en stollen van kaarsvet



Als men een kaars aansteekt, begint het kaarsvet vlak bij de lont het eerst te smelten. Na enige tijd is een badje van gesmolten kaarsvet ontstaan. De benodigde warmte is natuurlijk niet door stroming toegevoerd maar door straling. Wanneer u die straling laat weerspiegelen zal het kaarsvet niet verder smelten. De vloeistof zal gaan stollen en de kaars gaat uit.

Dat weerspiegelen bereikte ik door een klein metalen plaatje waarin een gaatje zit, vastgehouden door een tangetje, snel over de lont te schuiven. De vlam blijft nog even aan maar dooft na een enkele minuut.

Bij het stollen van het kaarsvet komt er weer warmte vrij. Ik meen dat als volgt te kunnen laten merken

Ga met het topje van de wijsvinger door het badje gesmolten kaarsvet. Het vloeistofkapje van vet overdekt nu het topje. Dat voelt warm aan. Na een paar tellen echter wordt het echt heet: het kaarsvet stolt. Het aldus gevormde vaste kapje voorzichtig loswrikken van de vinger en van binnen bekijken: u ziet een mooie vingerafdruk. Verklaar de druipliënten en de verdikking ervan aan de onderkant!

Stroming in het gesmolten kaarsvet

Het gesmolten kaarsvet ligt geenszins rustig in het badje. Het oppervlak ervan heeft een holle vorm bij de lont, vanwege de adhesie tussen kaarsvet en lont. Ook bij het dijkje is de vloeistof-oppervlakte hol vanwege de cohesie tussen het gesmolten en nog vaste kaarsvet (of heet dat adhesie, die aantrekking tussen molekulen van dezelfde soort in twee verschillende fases?)

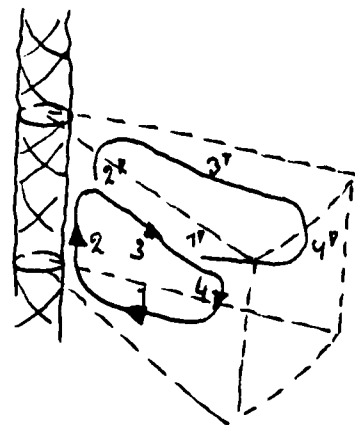
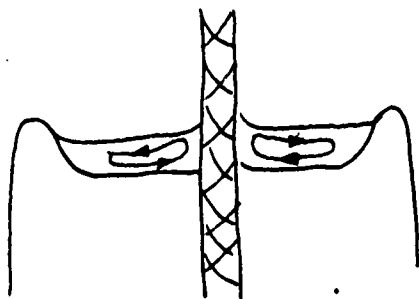
Gesmolten kaarsvet is tamelijk doorzichtig. Stroming erin moet dan ook zichtbaar gemaakt worden door kleine goed zichtbare deeltjes aan het kaarsvet toe te voegen.

Heel eenvoudig gaat dat door de achterkant van een tweede kaars in de vlam te houden. De vlam doet een paar druppels smelten van kaars twee. In die druppels bevinden zich echter roetdeeltjes van de vlam (de volledige verbranding in de vlam werd nl. even verstoord).

Als nu die verontreinigde druppels in het badje geplonst zijn is het stromingspatroon prachtig te zien.

- Onderin, 1-1', stroomt de vloeistof samen en gaat daardoor steeds sneller;
- bij de lont, 2-2', stroomt de vloeistof door de geringere dichtheid omhoog;
- aan het oppervlak kan de vloeistof weer in bredere banen, 3-3', terugstromen,
- en tenslotte, bij 4-4', daalt de vloeistof en keert weer terug.

De snelheid van stromen is bij de lont verbazend groot. (De onderstroom is langzamer dan de bovenstroom op dezelfde afstand van de lont. Blijkbaar is bij de onderstroom een dikkere laag betrokken. Dit nu lijkt me het gevolg van het verschil in viskositeit van de vloeistof. Hoe koeler, hoe stroperiger).



De opzuigende werking van de lont

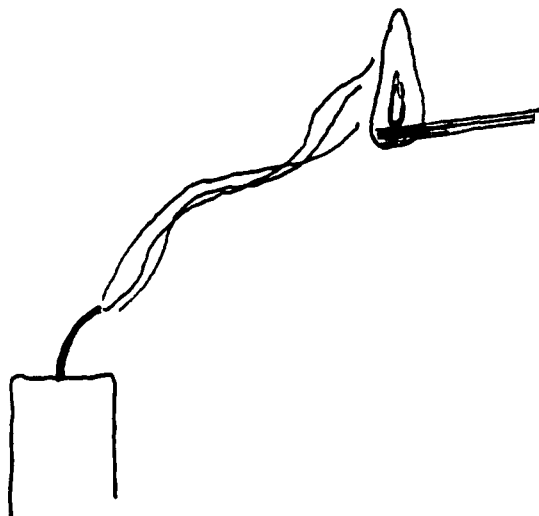
De lont van de kaars zuigt het gesmolten kaarsvet op. Dit als gevolg van de capillaire werking van de lontvezels, d.w.z. door de aantrekkende kracht tussen de molekulen van het kaarsvet en de lont.

De massa van een kaars met een lengte van 15 cm is bijvoorbeeld 50 gram. De kaars brandt over een lengte van 1 cm op per half uur.

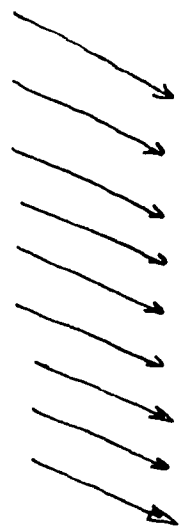
Dus: $50 / 15 \times 1800 = 1/600$ gram per seconde = 0,002 gram/sek.

De hele lengte van de vrije lont doet mee. Immers, knip je er een stukje af, dan brandt de kaars met een kleinere blauwe vlam; er is blijkbaar een kleinere toevoer van kaarsvet.

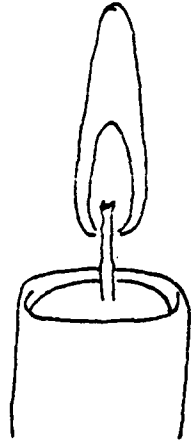
Ook zonder vlam zuigt de lont de vloeistof op. Want als de kaars net uitgeblazen is, dan stijgt er van de top van de lont een witte walm kaarsvetdamp op. Deze damp is nog flink brandbaar. Dit kun je zien als je een brandende lucifer in die walm houdt, bijv. op een afstand van vijf tot tien centimeter boven de lont. Het hele dampsliertje vat vlam en de kaars gaat weer aan.



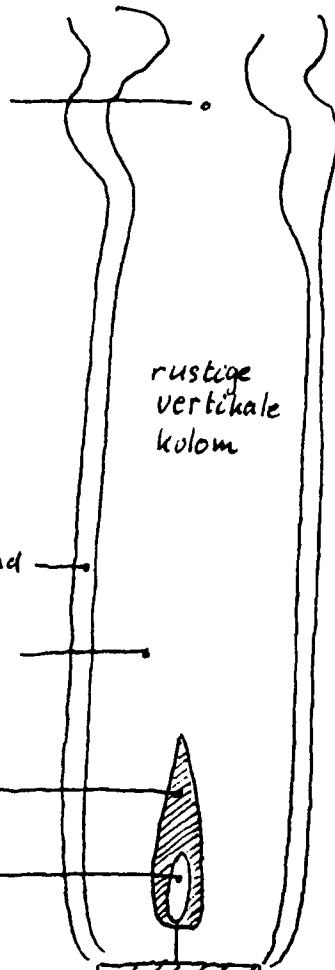
(In een kaarsenstandaard stonden bij mij drie kaarsen op een rijtje. Toen ik de voorste uitblies ging het witte walmsliertje toevallig door de vlam van de tweede kaars. De walm werkte als 'lont': de eerste kaars sprong weer aan!)



FER ZONLICHT
(liest niet met
een lamp)



65
turbulent



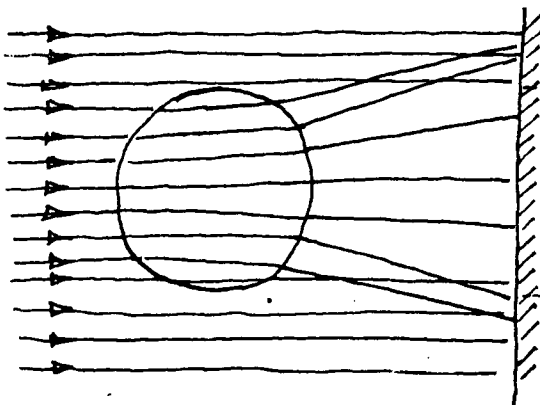
lichte rand
beetje donker
donker
licht

wit scherm

schaduw
van kaars

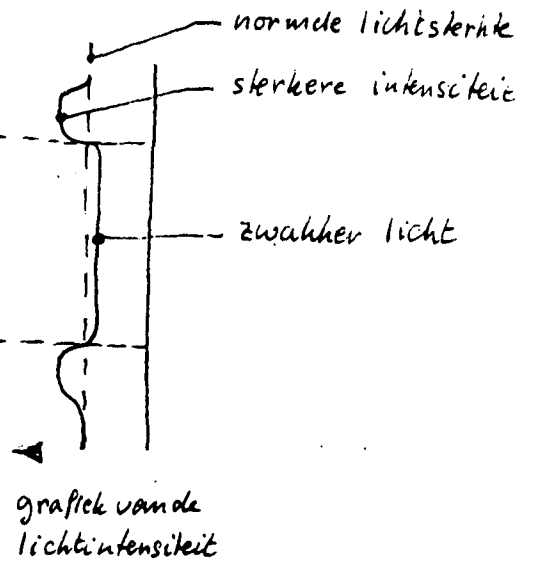
figuur 4a

ZON-
LICHT



doorsnede
door opstijgende
lichtkolom
(negatieve lens)

wit
scherm



figuur 4b

Stroming van de lucht rondom de kaars en de vlam

Plaats een brandende kaars in het felle zonlicht en zet een wit scherm op ongeveer 30 cm erachter. Dan is het volgende te zien (zie fig. 4a):

- de schaduw van de kaars en de lont
- de 'schaduw' van de vlam;
de donkere kegel van de vlam is licht op het scherm; de lichtgevende gele zône van de vlam is donker; blijkbaar absorberen de koolstofdeeltjes het zonlicht
- een ongeveer vijf cm brede kolom, blijkbaar veroorzaakt door de opstijgende gassen en lucht. Deze kolom is donkerder dan het rechtstreeks beschenen scherm. De kolom wordt echter omzoomd door een lichte rand.

De verklaring voor het zichtbaar zijn van de luchtkolom is als volgt:

De hete lucht is ijler dan de omringende lucht.

De brekingsindex van deze hete lucht is kleiner dan die van de lucht van kamertemperatuur. De luchtkolom is dus een negatieve cilinder-lens. Een ruwe verklaring hiervoor wordt zichtbaar in fig. 4b.

Na twintig tot veertig centimeter gestegen te zijn wordt de stroming, door afkoeling van de lucht, turbulent.

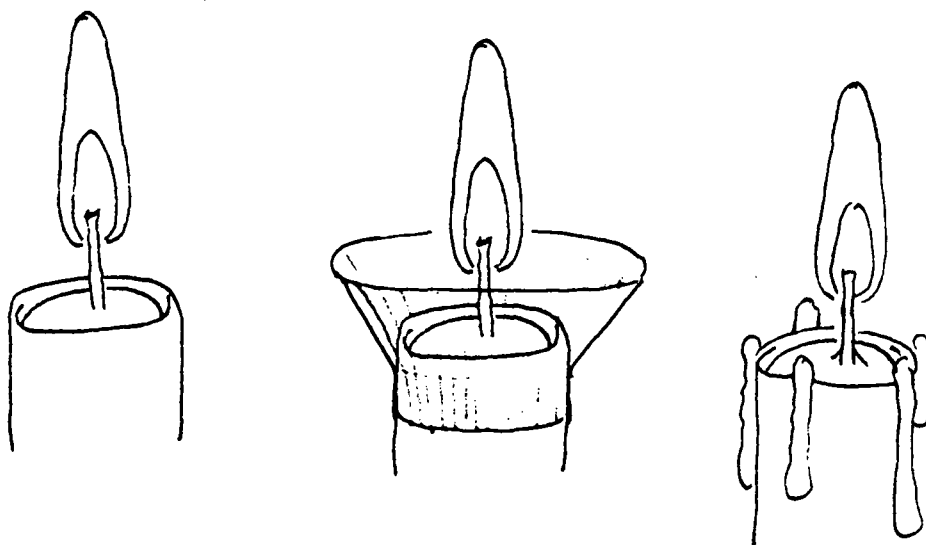
- de aanstromende lucht onder de vlam is niet te zien; die is immers nog van dezelfde (optische) dichtheid als de omgevingslucht

De lucht die langs de bovenkant van de kaars stroomt voorkomt dat de kaars gaat druipen. De van onder aangezogen lucht stroomt namelijk langs de rand van de kaars en koelt deze. Vandaar dat aan die rand een dijkje blijft bestaan waarin het badje blijft opgesloten.

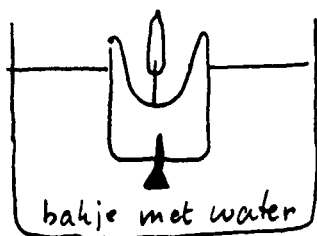
De rand van de kaars wordt blijkbaar voldoende afgekoeld door de aangezogen lucht, dat het dijkje blijft bestaan.

Wanneer de lucht niet meer langs de rand kan stromen, bijvoorbeeld omdat een kapje (van karton gemaakt) rondom de bovenkant van de kaars wordt aangebracht, verdwijnt het dijkje en gaat de kaars druipen.

Als de kaars druipslierten heeft en het kapje wordt weggehaald, smelten de slierten het laatst. Ze gaan boven de rand uitsteken: de koele lucht, die nu weer langs de bovenkant van de kaars kan stromen, voorkomt lange tijd het smelten van deze kaarsvet-slierten.



Een devotiekaarsje (of theelichtje) dat brandt in een bakje, dat het kaarsje helemaal omhult, smelt volledig.



Een kaars die, verzwaard met een spijker in water wordt neergelaten, krijgt een merkwaardig hoog dijkje. De mate van afkoeling door het omringende water is groter dan wanneer de kaars door lucht wordt omgeven.

Literatuur

1. Faraday, Michael, 1962. The Chemical History of a Candle. Collier Books, New York
2. Walker, J. 1978. The physics and chemistry underlying the infinite charm of a candle flame. Scientific American, 238, (april 1978), blz. 154-162.
3. Gruijter, J.J. de e.a. De kaars, Moller Instituut, Tilburg.

*veelzijdige natuurkunde:
in de bovenbouw
panacee of paardemiddel?*

harrie eijkelhof



Vele ouders, docenten en andere bij het onderwijs betrokkenen maken zich zorgen over verschijnselen die wijzen op een toenemende demotivatie van leerlingen. Voorbeelden van dit soort verschijnselen zijn een hoge graad van schoolverzuim, een geringe studiebereidheid en het voortijdig verlaten van de school. De demotivatie van leerlingen heeft ook invloed op het arbeidsgenoege van docenten en dat staat de laatste tijd door een aantal overheidsmaatregelen toch al onder druk.

Het thema van deze conferentie - hoe betrek je leerlingen beter bij de natuurkundeles - vind ik dan ook goed gekozen. Toch is die vraag natuurlijk niet nieuw. Al heel lang gebruiken leraren allerlei middelen om hun leerlingen bij de les te betrekken. Veelbeproefde middelen zijn:

- a. opvallen: iets overwachts doen aan het begin van een les, grappen vertellen, beetje overdrijven;
- b. beloningen uitdelen: verhalen over vroeger vertellen, practicum doen, hoge cijfers geven;
- c. dreigementen uiten: beloningen inhouden, met nadruk wijzen op het examen;
- d. goed uitleggen (last but not least).

Geen van deze middelen vind ik onoirbaar, al gaat naar c. mijn voorkeur niet uit. Vaak werken deze middelen ook wel, althans op korte termijn, bijvoorbeeld binnen een les.

Op langere termijn hebben ze echter een aantal consequenties die niet zo gunstig zijn:

- het maakt leerlingen afhankelijk van de docent; ik vraag me af of dat wel gewenst is voor 16 tot 18-jarige leerlingen, o.a. met het oog op vervolgstudies;
- het maakt de docent doodmoe: zo strijden om de aandacht van leerlingen kost veel energie, zeker met drukke kinderen, grotere klassen en door externe prikkels verweerde leerlingen;
- voor veel leerlingen, met name ook meisjes, blijft natuurkunde een ontoegankelijk vak, waar leerlingen aan werken voor het examen en niet omdat ze er verder veel aan hebben; slechts bij enkelen wordt levenslange interesse gewekt.

Kortom deze middelen maakt leerlingen welwillend (soms), maar niet echt betrokken. Er wordt te zwaar geleund op manieren die de externe motivatie bevorderen. Beter lijkt het me te zoeken naar manieren die bij meer leerlingen (ook meisjes) ware interesse opwekken, door ze intern te motiveren. Met zo'n vak als natuurkunde moet dat toch kunnen. Hoe dan?

In de nieuwe Van Daele wordt betrokkenheid geassocieerd met iets dat je aangaat. Dat wil zeggen enig belang voor de betrokkene heeft. Ik bepleit een aantal manieren om ware betrokkenheid bij leerlingen te wekken:

- A. Door inhouden op bruikbaarheid voor leerlingen te selecteren. Criterium is dus dat een leerling er wat mee kan, er wat aan heeft: natuurkunde voor dagelijks gebruik. Enkele voorbeelden: het interpreteren van weersatellietfoto's, kiezen van manieren om energie te besparen, het nut van een bliksemafleider begrijpen, oogafwijkingen begrijpen, gehoorstoornissen herkennen, muziekinstrumenten beoordelen, eisen aan audio-apparatuur kunnen stellen, sportsituaties kunnen analyseren, een andere kijk op bruggen krijgen. Het geeft leerlingen een zekere controle over hun omgeving en dat kan zich uiten in een andere kijk, in een beter begrip hoe iets werkt of in iets kunnen doen.
- B. Door emoties op te roepen bij leerlingen, bijvoorbeeld door het kiezen van interessante vraagstellingen waar geen simpel antwoord op mogelijk is, door leerlingen te verrassen, te verbazen, te verwonderen over complexiteit en eenvoud, over het hele kleine en het hele grote, over verwantschappen, over de menselijkheid van natuurkundigen, kortom door niet alleen aan de rationele kanten van het vak aandacht te besteden maar ook aan de gevoelsmatige. Dat kan zowel betekenen enige onzekerheid en verontrusting, als verrukking, als een beetje genieten van wat er te beleven valt bij de bestudering van het menselijk lichaam, de natuur, de techniek, en de fysische patronen.
- C. Een derde manier heeft te maken met de beeldvorming van het vak natuurkunde. Even een vergelijking. Van mensen krijg ik pas een goed beeld als ik ze in verschillende omstandigheden meemaak: hoe ze zich gedragen op hun werk, in de naaste familiekring, bij vrienden, op feesten, op vakantie, als ze blij zijn of verdrietig, boos of enthousiast. Een nog beter beeld krijg ik als ik iets van hun ontwikkeling te weten kom: wat ze hebben meegemaakt, hoe ze veranderd zijn, wat ze willen bereiken in het leven. Hoe meer ik van ze weet des te meer ze me gaan boeien, hoe moeilijker het wordt ze af te doen met een simpel: "o die, die is zus en zo."
- Naar mijn overtuiging en ervaring geldt voor natuurkunde *mutatis mutandis* iets vergelijkbaars. Het is jammer dat veel leerlingen maar een heel beperkt deel van het vak natuurkunde te zien krijgen: vaak alleen de vastgestelde feiten, de ontdekte wetten en de uitgedachte verklaringen, als historische feiten gepresenteerd, zonder enige context. Voor sommigen is dat boeiend, voor velen niet. Ik pleit er voor leerlingen in de loop van het bovenbouw-curriculum met de vele kanten van het vak natuurkunde kennis te laten maken. Dat kan door een groot aantal verschillende toepassingsgebieden van de natuurkunde de revue te laten passeren: meteorologie, akoestiek, verlichting, bliksemonderzoek, botsingsonderzoek, nieuwe energiebronnen, gezondheidszorg, defensie, nieuwe satellieten. Maar ook door aandacht te schenken aan de historische ontwikkeling, hoe men vroeger dacht en werkte, vergeleken met nu. Bijvoorbeeld het denken over materie door de eeuwen heen, van de atomen van Democritus tot de quarks van de huidige hoge-energie-fysici.
- D. Een veel geciteerde uitspraak is: de beste werkvorm is een variatie van werkvormen. Ik ben het daar mee eens, maar niet alleen vanwege de afwisseling. Ook omdat ik het belangrijk vind dat leerlingen beleven dat je op veel verschillende manieren met natuurkunde bezig kunt zijn: actief en passief, alleen en met anderen, praktische en theoretisch, kwalitatief en kwantitatief.

- E. Voor de meeste mensen geldt dat als ze zelf wat mogen doen, zelf iets mogen maken, zelf mogen kiezen, zelf tempo en diepgang mogen bepalen, ergens iets van zichzelf in mogen leggen, dan wordt het iets van henzelf, maakt het enthousiast, verlegen en trots, stoppen ze er veel tijd in en gaan ze minder snel opzij voor moeilijkheden. Op deze waardevolle menselijke trek moeten we zuinig zijn. Je vindt hem bij jonge kinderen, kunstenaars, wetenschappers, leerpakketontwikkelaars, leraren en, als je heel goed kijkt, ook bij 16-18 jarige leerlingen. Dit op eigen wijze met natuurkunde bezig kunnen zijn vraagt om voldoende keuzeruimte voor leerlingen (onderwerp, werkvorm en leerweg) en voor leraren (een beetje ruimte om enthousiast het eigen stokpaard te berijden).

Bovenstaande punten (bruikbaarheid, emoties raken, vele kanten van natuurkunde, variatie in werkvormen, zelf kunnen kiezen) vat ik samen met 'veelzijdig natuurkundeonderwijs'.

De goede kanten van het op deze wijze betrekken van leerlingen bij de natuurkundelessen zijn m.i.:

- voor meer leerlingen wordt natuurkunde een zinvol en boeiend vak;
- de lessen worden afwisselender;
- natuurkunde wordt niet makkelijker maar wel meer de moeite waard voor leerlingen om zich in te zetten;
- het maakt leerlingen minder afhankelijk van de docent: hun motivatie wordt van extern intern, ze drijven meer op eigen interesse en de fascinerende kanten van het vak;
- voor de docenten betekent het nog steeds moe worden maar, denk ik, met meer voldoening en meer gemotiveerd om je als docent te verdiepen in de vele aspecten van natuurkunde.

Is veelzijdige natuurkunde daarmee een wondermiddel, een panacee voor alle kwalen van de demotivatie? Laten we dan eerst maar eens kijken naar de keerzijde van de medaille. Het streven naar veelzijdigheid kan namelijk ook leiden tot doorslaan naar de andere kant. Dat zou betekenen dat natuurkundeonderwijs zou bestaan uit een aaneenschakeling van korte, als los zand aan elkaar hangende onderwerpen: een soort actualiteitenprogramma zoals onze omroepen vaak op radio en TV presenteren. Een snuffje van dit, een snuffje van dat, alles erg oppervlakkig en haastig. Dat bedoel ik dus niet. Hoe kun je dat voorkomen? Wellicht door op het volgende te letten:

- a. aansluiten bij leefwereld en maatschappelijke ontwikkelingen betekent niet een reproductie van het dagelijks leven; de school moet accepteren dat ze geen monopolie meer heeft ten aanzien van nieuwe kennis maar zou zich meer moeten richten op de achtergronden, op inzicht in processen en verbanden, op datgene dat buitenschools moeilijk te vinden is; geen herhaling dus, maar verrijking;
- b. het is niet de verantwoordelijkheid van het natuurkundeonderwijs om maatschappelijke vraagstukken in al hun facetten te behandelen; dat betekent bijvoorbeeld dat het gehele energievraagstuk te breed is voor de natuurkundelessen; niet dat de niet-fysische aspecten niet ter sprake mogen komen maar wel met mate en zoveel mogelijk in samenhang met datgene wat specifiek vanuit natuurkundig oogpunt aan de orde komt; veelzijdige natuurkunde betekent dus niet alzijdige natuurkunde;

- c. in een onsamenhangend curriculum kan een redelijke opbouw van begrippen en vaardigheden in de knel komen, ondergesneeuwd onder de vele belangwekkende onderwerpen die aan de orde worden gesteld; dat is het kind met het badwater weggooien en betekent dat met name de voorbereiding op verdere studie wordt veronachtzaamd. Dan wordt veelzijdige natuurkunde een paardemiddel, waarbij de patient aan de overdosis bezwijkt.

Kortom ik denk dat onze leerlingen gebaat zijn bij een veelzijdig curriculum maar dat niet elk veelzijdig curriculum een goed curriculum is.

Veelzijdigheid is dus geen doel op zich maar een bijdrage aan doelen van het natuurkundeonderwijs die m.i. evenwichtig moeten worden nagestreefd. Wat zijn dan die specifieke doelen van het natuurkundeonderwijs:

1. Het moet kennis opleveren die voor leerlingen bruikbaar is in hun persoonlijk en maatschappelijk leven.
2. Het moet een realistisch beeld geven van het vak, dus van natuurkunde als wetenschap: de ontwikkeling door de eeuwen heen, denk- en werkwijzen, toepassingen in andere wetenschappen en technologie, enkele fronten in de moderne natuurkunde.
3. Het moet een bijdrage leveren aan de eventuele verdere studie van de leerling; naast kennis en inzicht van/in basisbegrippen en hun relaties betekent dat ook onderzoek kunnen doen, problemen kunnen oplossen, over natuurkunde kunnen praten en schrijven en zelfstandig nieuwe natuurkundige kennis kunnen verwerven. Dus niet alleen kennis en inzicht, ook vaardigheden zijn belangrijk.

De grote kunst is een goede balans te vinden tussen deze doelen. Veel curricula leggen m.i. te eenzijdig de nadruk op (een gedeelte van) een of twee van deze doelen. Dat geldt voor het traditionele natuurkundeonderwijs, maar ook voor vernieuwingsprojecten als PSSC en Project Physics.

Sommigen van U zullen zich wellicht afvragen of de trend van dit verhaal ook internationaal wel te bespeuren valt of dat we ons daarmee in een uitzonderingspositie zouden manoevreren. Ik kan U wat dat betreft geruststellen, of verontrusten al naar gelang Uw opvattingen. Er bestaat grote verwantschap tussen het natuurkundeonderwijs in vele landen, de tekenen van eenzijdigheid worden op veel plaatsen gesignaleerd en men probeert in diverse landen om daar veranderingen in te brengen, met name in Canada (1) en Engeland (2), maar ook in China (3) en de Verenigde Staten (4).

Ik realiseer me heel goed dat veelzijdig natuurkundeonderwijs niet iets is dat van vandaag op morgen kan worden gerealiseerd. Enerzijds omdat een aantal randvoorwaarden ongunstig is: ik denk daarbij aan examenprogramma's die hier (nog) niet op geschreven zijn. Anderzijds omdat er nog niet veel ervaring bestaat met veelzijdige natuurkunde; het kost nogal wat tijd om je in te lezen op nieuwe natuurkunde en technologie en op nieuwe didactische inzichten. Het einddoel is dus voor velen nog ver weg maar zeker niet onbereikbaar. Enkele aanbevelingen:

- A. De WEN zou programma's voor HAVO en VWO moeten formuleren die een verbreding van doelen bevorderen; te denken valt aan het opnemen van een variatie van toepassingsgebieden, aan keuzeruimte voor leraren en leerlingen in het programma en aan aandacht voor het

beeld van natuurkunde; wat mij betreft mag dat tot accentverschillen leiden voor HAVO en VWO.

- B. Individuele docenten en secties zouden een plan op kunnen stellen om geleidelijk aan nieuwe inhouden en werkvormen te introduceren in de natuurkundelessen. Uiteraard na zich te hebben afgevraagd hoe veelzijdig hun natuurkundeonderwijs is en hoe men het eigenlijk zou willen.

Het kan daarbij helpen om eens grondig te kijken naar het lesmateriaal voor de HAVO-bovenbouw van het PLON (tien thema's) en van het VWO-bovenbouwproject (thema's en blokken). U vindt daarin niet hoe het moet, maar wel vele tientallen voorbeelden van mogelijkheden hoe het kan.

Ik nader het einde van mijn voordracht. De laatste jaren ben ik zelf steeds meer onder de indruk gekomen van de vele mogelijkheden die het natuurkundeonderwijs biedt om bijdragen te leveren aan de vorming van leerlingen, in persoonlijk, maatschappelijk en natuurwetenschappelijk opzicht.

Ik hoop dat velen van U er de komen jaren uit willen halen wat er in zit, ten bate van Uw leerlingen en van Uzelf.

Noten

1. Door de Science Council of Canada zijn een aantal rapporten gepubliceerd die een verbreding van doelen van het scienceonderwijs bepleiten, bijv. Science for Every Student, Educating Canadians for Tomorrow's World (Report 36). Bij de ACL0-N (tel. 053-324731) is een brochure verkrijgbaar met meer informatie over de publicaties van de Science Council of Canada.
2. Het beleidsdocument van de Britse Association for Science Education (ASE) uit 1981, genaamd Education through Science, signaleert de eenzijdigheid van het science-onderwijs.
In een recente publicatie van de gezamenlijke Engelse Examination Boards wordt verder een aantal doelen geformuleerd die voor alle science curricula tot en met 0-level (ongeveer onze HAVO) worden aanbevolen (zie bijlage 1).
3. In Shanghai wordt bijvoorbeeld van 26-30 december a.s. een conferentie gehouden onder de titel Science Education and Modern Living, georganiseerd door de Science Teachers Association van Shanghai en Hongkong.
4. In de V.S. heeft de National Science Teacher Association (NSTA) in 1982 een beleidsdocument gepubliceerd onder de veelzeggende titel 'Science-Technology-Society: Science Education for the 1980's'.

GCE AND CSE BOARDS' JOINT COUNCIL FOR 16+ NATIONAL CRITERIA

RECOMMENDED STATEMENT OF 16+ NATIONAL CRITERIA FOR SCIENCE

Educational Aims

The aims set out below describe the educational purposes of following a course in Science suitable for both boys and girls within the ability range of the target group for the 16+ examination. Some of these aims are reflected in assessment objectives; others are not because they cannot readily be translated into measurable objectives. All, however, are essential aims for any Science course. Examination syllabuses and systems of assessment in Science at 16+ must be constructed to enable, and should be designed to encourage, schools and colleges to provide courses which will seek to achieve these aims.

The aims are not listed in an order of priority.

It should be noted that

- (a) the aims are intended to indicate the educational purposes of studying science at this level (science being, by definition in this context, experimentally based);
- (b) unlike the criteria for Biology, Chemistry and Physics in which specific references are made to these separate subjects, the following criteria do not readily stand in isolation and must be read in the context of the whole of this report;
- (c) these Educational Aims (and the Assessment Objectives) are an essential minimum set that is mandatory and basic to all Science syllabuses.

The Educational Aims are set out below (with independent numbering).

1. To provide the opportunity for pupils through practical studies in science to obtain sufficient understanding knowledge
 - 1.1 to become well-informed and hence confident citizens in a technological world;
 - 1.2 to realise the usefulness, and limitations of scientific method and its applications in other disciplines and in everyday life;

- 1.3 to be suitably prepared should they intend to continue beyond the 16+ level with more specialised studies in pure sciences, in applied sciences, or science-dependent vocational courses;
- 1.4 to have a suitable course should they cease to study science beyond this level.
2. To develop abilities and skills that
 - 2.1 are appropriate to the study and practice of science;
 - 2.2 are useful for everyday life and encourage safe practice.
3. To stimulate
 - 3.1 curiosity about science, enquiry into science, interest in science, enjoyment of science;
 - 3.2 interest in, and concern for, due consideration and care of the environment.
4. To promote an awareness that
 - 4.1 the study and practice of science are cooperative and cumulative activities and are subject to social economic, technological, ethical and cultural influences and limitations;
 - 4.2 the applications of science in everyday life may be both beneficial and detrimental in the context of the individual, the community and the environment.

discussie

Bonebakker:

Impliciet worden hoge eisen gesteld aan docenten wat betreft manier van werken, voorbereiding, tijd. Wat moet er naar jouw mening veranderen op het gebied van rechtspositie en faciliteiten als je je voorstelt dat werkelijk een grote groep leraren op jouw manier gaat werken?

Harrie E.:

Er wordt terecht geklaagd over de maatregelen van de bewindslieden: 26/29, taakuren, klassegrootte. Het gevaar bestaat dat je dan het perspectief uit het oog verliest. Ga ook niet denken: ik doe maar even alles wat ik in mijn lezing noemde. Het moet geleidelijk aan. Natuurlijk is een volledige betrekking van 29 uur onwaarschijnlijk hoog. Maar dat moet ons er niet van weerhouden de doelen in het oog te houden. Een andere bedreiging is de ontkoppeling van Centraal Schriftelijk Examen en Schoolonderzoek. Gelukkig wordt het verzet daartegen breed gedragen, o.a. door de Onderwijsraad.

Walstra:

Stel je zit in een sectie die alles wil en kan; je maakt een 5 à 10 jaren plan. Je werkt eraan en dan verschijnt ineens een andere commissie die een heel andere kant uit wil. Wat te doen?

Harrie E.:

Als je naar het rapport van de WEN over mavo-natuurkunde kijkt en wat uit het veld komt, kun je je voorstellen wat vrij algemeen gewenst wordt. Bijvoorbeeld elektronica. Ook al zal dit niet voor alle toepassingsgebieden gelden, toch is het de moeite waard hier iets aan te doen. Mocht het uiteindelijk niet gekozen worden, dan geeft dat toch niet? Je kunt er altijd mee doorgaan.

Raat:

In een bijzin zei je dat Havo-bovenbouw heel anders moet zijn dan VWO-bovenbouw. Mij lijkt dat er slechts een gradueel verschil moet zijn. Kijk naar de te verwachten ontwikkeling van het onderwijs in de komende jaren. Ik zou bepleiten dat je één curriculum maakt en dan verschillende accenten legt, of - liever nog - een vorm van stapeling.

Harrie E.:

Daar ben ik het gedeeltelijk mee eens. Vergelijk met wiskunde op VWO: daar had je wiskunde-I en II, dat wordt nu -A en -B. Op dit moment is bij natuurkunde de samenhang te groot. Er zijn vervolgoopleidingen op de Havo die heel verschillende eisen stellen. Bijvoorbeeld: HTS en PABO. Ik hoop dat een HTS natuurkunde op het hoogste niveau zal eisen als het Nieuwe Lyceum er komt. En dat er aan de rampzalige situatie een einde komt waarin heel veel onderwijzers geen natuurkunde hebben gehad omdat de PABO geen natuurkunde eist. In de toekomst zou daar het tweede niveau voor natuurkunde verlangd kunnen worden.

Ik ben het niet eens met dat idee van stapelen: voor een groot deel moet in de vierde en vijfde klas gelijk-op gewerkt worden. In de zesde klas kan dan de verschuiving komen naar eerste en naar tweede niveau.

azing _____

motivation, where is the personal element?

*John
Solomon*



What is science like?

Very recently I came across a set of opinions about science lessons written by a class of eleven year old British pupils who had just started school science. They had been asked by their teacher to write to the editor of an imaginary newspaper and tell about their impressions. The set of answers are a delight to read. Not only are the children spontaneous and frank in their opinions; it is clear that very many of them are enjoying science enormously, even if it is seen to have occasional drawbacks!

"Dear Editor,

I think science is really good because you find out things in it. My favourite experiment was boiling water and testing the water every minute to see how hot it is. There is one thing I do not like and that is sitting next to a girl."

"Dear Editor,

I am writing to tell you about what I think of science. I think it is great fun. I like the bunsen experiments best, but I am not too keen on the writing part, but we have to do it."

The rest of the opinions reiterate many of the same ideas - doing experiments is good, writing about them is not. These are children of average ability and several of them state clearly that they prefer science to other subjects because the practical work is a release from the normal round of writing.

What happens next in British school science is easy enough to predict from these reports and can be found embedded in the cold statistics of such research papers as The Year of Erosion (Hadden and Johnson 1983). By the end of the first or second year of secondary schooling the honeymoon period is over. Science stands revealed as a serious subject which has to be both written about and learnt. The time spent in those glorious experiments with Bunsen burners had diminished, or has lost its pristine appeal, or both.

It is not very clear what should be deduced from this well-documented "cooling off" in the attitudes of young children towards science. It may be that we reduce too soon the amount of practical work we allow them to do. Quite possibly their tastes also change. Many teachers would even stand by some of this changed perspective about science and maintain that science is not to be viewed as a game, a relaxation from more serious work, but as a discipline in its own right. Their objective, they would argue, is to introduce children to the deep nature of science through the learning of its theories.

Learning science itself is a fine objective, but what do our pupils learn of perceive about the *nature of science*? Such a hard question needs to be asked just because the initial enthusiasm for science is often sadly replaced by apathy or even dislike on the part of many students. Data collected by P.Gardner (1984) shows that this trend is world-wide but, again, offers no explanation for its existence. All that research has to offer is a few tentative suggestions about a related but different question - What sort of pupils choose to study science?

Who studies science?

Clearly this is a psychological question and one that can only be studied within an educational system, like the British one, where students are allowed some freedom in their choice of subjects. This happens first at age 13 - 14, sometime during Grade 8, the third year of secondary school. It is now commonplace to comment on the possibility that the onset of puberty might affect this choice. This was the orientation taken by J.Head (1980) when he used a theory of adolescence as well as empirical evidence to argue that it was predominately boys achieving only very slow progress towards a confident self image who chose science. His tests demonstrated that these were the boys who felt most comfortable in an authoritative environment with little room for the expression of personal or eccentric opinion. It is interesting to find that the same tests administered to girl students did not reveal the same characteristics amongst those showing a preference for science.

Although not intended for this purpose it is easy to argue from such results that these boys, who seemed happier when relying on authoritative guidance, saw exactly this characteristic in school science.

The next set of empirical results to which I shall refer was produced by a study of the comparative personal profiles of boys and girls choosing to study science at age 16 (Collings and Smithers 1984). This elegant and comprehensive work took into consideration some 35 possible characteristics and, by discriminant analysis, showed that the function which most sharply differentiated the students choosing science from those choosing non-science subject was "person orientation". Science students were more likely to agree with sentences like

"I am more interested in thing than people" or

"I would rather learn about a country's geography than its people".

It was the non-scientists who agreed more strongly with sentiments like

"I enjoy talking with friends about personal matters".

Such results could be taken to concur, in a broad sense, with those of Head. Certainly the personal element is that least likely to be seen, by a hesitant adolescent, as an area where the authority and guidance of a teacher can be confidently relied upon to supply the uniquely right answer.

But this paper produced another result which was even more striking. Although the discriminant coefficient for the personal factor in the science to non-science grouping was the strongest single element at -0.561 , the value for this same element in discriminating between the total of all girl and boy students was higher still at $+0.904$. It seems that the natural tendency of girls to concentrate on personal characteristics is at odds with the choice criteria for science. Put another way, and with less caution, we might guess from these data that not only is science often chosen for its non-personal appeal, but that this perception of it is not at all likely to be appealing to girls and may well be the reason why so few of them choose to study it.

How does science seem to students?

So far I have quoted research results as though it was through reading these that I was led to the conclusion that science is perceived as impersonal and authoritative to a degree that can be discouraging to many pupils. This was not the case. It was, on the contrary, the experience of teaching that has provided the basis of my belief. Anecdotes, however, are rarely convincing. Fortunately there have been two episodes during my teaching career when I have attempted to monitor classroom impressions - while trialling the SISCON (Science In a Social CONtext) materials, and when collecting materials for a thesis on children's learning about energy. There were occasions during both these episodes when I recorded events which turned out to shed unexpected light on students' perceptions of science.

The first of these occurred during discussion with a mixed group of 17 year old pupils of above average ability. The subject was the possible effects that microelectronics might have upon education in the future. We were considering the impact of a watch-sized personal computer which might be worn continuously and used within school and also for competitive public examinations. While some of the physics students were suggesting that this might make school lessons totally unnecessary, two non-science literature students dismissed the idea scornfully with the comment "It's different in English lessons because we are asked for our opinions".

Not only would the availability of factual information have no bearing on their school lessons, there was also tacit agreement that this freedom to make personal comment differentiated science study from literature study. Not one of the science students present saw anything to disagree with in this point of view: I was, apparently, the only one to feel either shock or surprise!

The other school incident was very different. It occurred during a monitored energy course that I was giving to some classes of 14 year old students who had chosen to study a physics option. Midway through his course when heat, energy conservation, and simple engines had been studied I set the following questions for homework:

"A power station has to pump out 600 kg of warm water, 20°C above the temperature of the surroundings, every minute.

Calculate (a) the mass of warm water pumped out per second,
 (b) the loss of energy per second in this water.
 (Take the specific heat capacity of water as 4000 J/kg K.)

How do you think this waste energy might best be used?

The results of the first part of this question was very much as any practising teacher would expect. Some of the less able pupils faced even the simple calculation needed in part (a) with an inability to decide whether to multiply or divide by 60. The second calculation caught out even more of these "unmathematical" children. Such a lack of success was obviously depressing and there was a clear trend towards leaving out the third part of the question after having omitted or failing on the first two parts. The higher ability children romped through the first two questions with ease. So far there were no surprises. What was curious was the small group, comprising 21% of the top ability class, who demonstrated numerical fluency and success in the first two questions, but gave *no answer at all* to the last, social question about the use to which the warm water might be put. Clearly this was a very different kind of question and the prefix "What do you think.." marked it out as one in which the personal opinion of the pupils was being called for. Not one of the less able children omitted this part of their homework if they had succeeded in the first part; indeed they often gave full and thoughtful answers.

No doubt this finding could be interpreted in a number of different ways. Our purpose here is to derive what information we can about these students' perception of science. In this context we might infer that some children, who had won their way into the top stream for science lessons by a facility for understanding what the teacher expected of them, had received the impression that physics was not about personal opinions (like the older pupils who discussed the use of computers) and had therefore disdained the last part of the question quite deliberately.

Is there a message for science teachers?

If the evidence and its interpretation as presented in the first part of this paper is found to be convincing, it seems possible that teachers might want to change the image of science that their teaching conveys. Motivation is clearly an individual factor; it is the result of some feature in the study which speaks strongly to the child and fires her or him with enthusiasm. For a few this may be the appeal of an intellectual mission to search for the laws of nature. Far more children have interests nearer to their own lives. A school science that appears to be remote from the personal may well hold little appeal for the average child.

There might be teachers who would want to assert that science itself is *fundamentally concerned with the human predicament*. They could claim this because they genuinely felt that the force of science is so prominent in the human realm, and also so clearly derived from it, that a personal evaluative element becomes an essential component of the nature of science.

Such teachers could then argue for a strongly personal stance in the learning of school science. Modern philosophy of science, such as the work of Feyerabend (1975), could be used to support even the most extreme relativist position about the nature of scientific knowledge. In such a spirit teachers might even encourage pupils to give their own opinions on the whole spectrum of scientific ideas. Some educationalists (eg Pope 1981) give the impression of adding their authority to just such an extreme theoretical position.

The more cautious position clings to a belief in a secure position for received scientific knowledge within school lessons. Teachers in this category may see learning science as a socialisation of their students into the domain of scientific knowledge which is itself validated by social processes within the scientific community (Ziman 1968). They will not ask their pupils to give opinions about scientific knowledge but might well feel impelled to illustrate their teaching with examples of the applications of scientific knowledge.

That point of view allows children to perceive a connection between science and the human condition, but one that may be so rigidly imposed that there is still little room for personal evaluation. Often it amounts to little more than the addition of social "facts" to scientific "facts"; and the nett result can be more a glorification of science as it is than any change in the complexion of education.

In conclusion I would like to suggest a third pathway towards motivation in science education. In keeping with the tenor of this paper this too is a personal perspective. My motivation in its presentation is neither epistemological, nor is it scientific. Instead it is based upon views about education of the *whole child*.

Everyone would agree that a complete education should encourage the self expression of the child's ideas as well as her or his introduction to more remote worlds of new knowledge. There should be elements of evaluation or feeling as well as of learning and cognition. Both sides of the school students' character need to be stimulated and nurtured if a well balanced adult is to emerge. The only disagreement is about how this should be done.

The usual method, at least in Britain, is to give lessons in some subjects such as art, literature or social studies to develop the "right side of the brain" and others, like mathematics and science, to stimulate "the left side". It is exactly this educational recipe which has produced the severely impersonal image of science which was noted in earlier sections of this paper.

I would even challenge this schism within education at a deeper level. The object of an "all round" education is surely not to produce pupils who can react with abstract thought in one problem area, and with personal evaluation in another. Real life problems span both areas and require that we *both reason logically, and use social appraisal*. Applying these two different skills so as to reinforce each other may well be the pinnacle of human achievement. It is certain that we will not encourage its growth unless we provide learning situations in which both can operate.

Such thinking urges us to leave room for children to give their own diverse opinions about social issues even while they are learning to understand and use new scientific theories. In my own lessons, when I have acted upon these beliefs, it has seemed to me that my students have relished being consulted about their views on topical events. They seem to have enjoyed their lessons more for this broader approach. In particular, those who have not found the formal aspects of science very appealing are pleased to see that other more divergent and personal work is also valued within the rather bleak territory of the school laboratory.

REFERENCES

- Collings, J. and Smithers, A. (1984) Person Orientation and Science Choice. *European Journal of Science Education* (6) p. 55-65.
- Feyerabend, P. (1975) *Against Method* Pub Verso.
- Gardner, P. (1984) *Summary and Cross-evaluation of National Reports*. Paper given at the conference on "Interests in Science and Technology Education". IPN. Kiel.
- Hadden R.A. and Johnson A.H. (1983) Secondary school pupils' attitudes to science. The year of erosion. *European Journal of Science Education* (5). p. 309-318.
- Head, J. (1980) A Model to Link Personality Characteristics to a Preference for Science. *European Journal of Science Education* (2) p. 295-300.
- Pope, M. (1982) Personal Construction of Formal Knowledge. *Interchange* Vol. 13(4) p. 3-15.
- Solomon, J. (1983) *Science in a Social Context* Pub. Basil Blackwell and ASE.
- Solomon, J. (1983) *Learning about Energy* Unpublished Ph.D. thesis. Chelsea College. University of London.
- Ziman, J. (1968) *Public Knowledge* Pub. Cambridge University Press.

discussie

De Koning:

Hoeveel filosofie zit er in het curriculum?

J.S.:

Filosofie is niet relevant voor het natuurkundig betoog.

Wijsbegeerte in de wetenschappelijke zin gaat het cognitieve niveau van de leerlingen te boven.

Een andere kant is de ontwikkeling van het denken. Sommigen vinden dat verkeerde vóór-ideeën (preconceptions) via discussie kunnen worden vervangen door betere. Dat is onzin.

Leerlingen moeten zo snel en direct mogelijk wetenschappelijk leren denken. Een goed voorbeeld voor een onderwerp is energie.

Misschien is een filosofische benadering op zijn plaats bij een beschouwing over goede experimenten waar niet altijd goede eenduidige antwoorden uitkomen.

P.Licht:

In hoeverre is er ruimte in een curriculum voor de persoonlijke opvattingen van leerlingen en docenten?

Hoe zit het met de persoonlijke keus van de leraar, b.v. bij onderwerpen als energie of bewapening?

J.S.:

Sommigen zeggen: de leraar moet neutraal zijn. Dat is onzin.

Probeer wel de politiek erbuiten te houden maar realiseer je dat de leerlingen je toch doorzien.

Geef persoonlijke opvattingen in het proefwerk of het examen een kans anders komen ze in de klas nooit aan de orde.

B.v. Stel bij de behandeling van de kerncentrale wel de vraag over de verwerking van het afval aan de orde. Geef voor elke oplossing 2 punten en voor de toelichting 5 punten.

M.Römgens:

Kinderen willen geen "social studies" in natuurkunde. Hoe kun je dat veranderen?

J.S.:

Kinderen denken niet in verbanden. Het aanbrengen van veranderingen hierin is een moeizaam en traag proces.

mogen leerlingen leren?

j. schipper
mavo-project



Ik sta hier met enige aarzeling, maar vooral ook, ná alle voorgaande sprekers en spreeksters.

Die aarzeling komt hieruit voort, dat ik vind, dat ons onderwijs niet goed is, maar dat ik ook niet precies kan zeggen, hoe het beter moet. Ik heb daar wel enige ideeën over en ze ook in eigen praktijk gebracht. Daarover zal ik wat vertellen.

Vroeger was ik natuurkunde leraar, nu ben ik onderwijsbegeleider en betrokken bij de vakbegeleidingsgroep natuurkunde in het mavo project. Al 8 jaar lang probeert deze groep het natuurkunde-onderwijs, op de mavo, te verbeteren. Met deze groep hebben we geprobeerd onderwijsproblemen te beschrijven en daarvoor (deel)oplossingen te vinden.

Het mavo project houdt volgend jaar op. Dit is dus onze laatste kans iets van onze opvattingen naar voren te brengen. Vorige conferenties hebben we dat in subgroepen gedaan, maar daar was niet zoveel belangstelling voor, dus probeer ik het maar eens plenair.

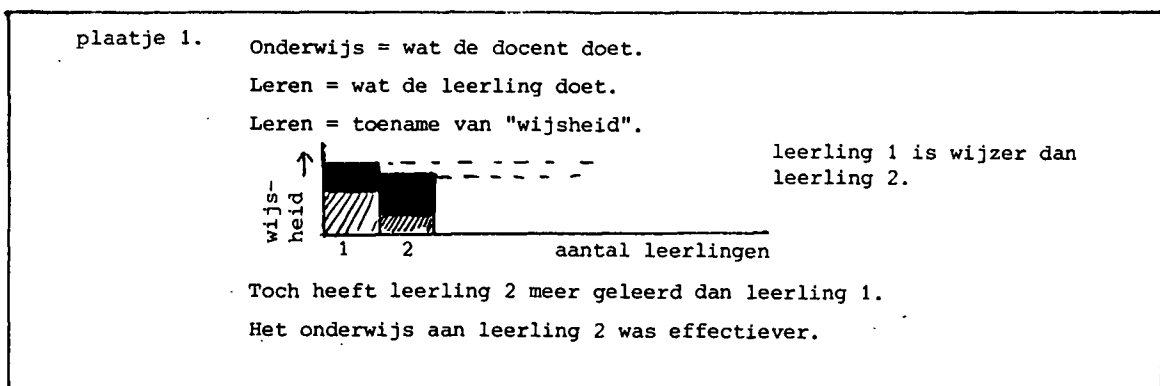
"Mavo" en "mavo-project" klinkt wellicht niet uitdagend genoeg. Mijn voordracht zal ik af en toe larderen met uitspraken en citaten van Guus Keijer uit het boekje "het geminachte kind" uit 1980.

Guus Kuijer zegt dingen, waar ik het wel mee eens ben, maar die ik zelf zo nooit zou durven zeggen. Daarom citeer ik maar.

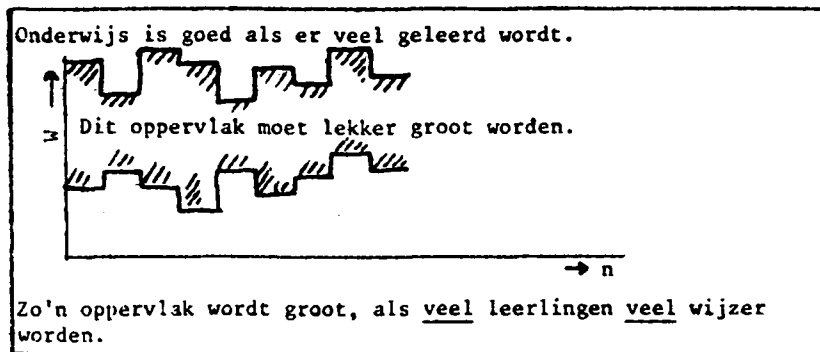
Mogen leerlingen leren?

1. Leren en onderwijzen

Leren is iets, dat leerlingen doen. Onderwijzen is wat leraren doen. Als er goed wordt onderwezen, wordt er door leerlingen veel geleerd. Veel leren uit zich in toename van wijsheid van leerlingen. Ik laat dat zien aan de hand van twee plaatjes:



Plaatje 2.



Je kunt op twee manieren winst halen: per leerling meer leren, of: meer leerlingen laten leren.

De gunstigste uitgangssituatie voor effectief onderwijs lijkt een volle klas met ontwetende leerlingen.

De vraag is, of wij meer leerlingen tot leren kunnen brengen.

Hoe zit dat eigenlijk bij natuurkunde?

Hoeveel leerlingen zijn voor ons vak gemotiveerd?

Om een beeld te geven heb ik enige getallen opgezet, uit een willekeurig jaar:

VWO : uitval/afstroom: 35%

Van de overblijvenden kiest 50% natuurkunde, dat is dus 33%.

Dat wil zeggen: 2/3 van de leerlingen houdt met natuurkunde op.

MAVO : uitval/afstroom: 18%

Van de blijvers kiest 30% natuurkunde.

Dat wil zeggen: 3/4 kiest geen natuurkunde!

Hoe ligt dat bij de andere vakken?

Welke vakken kiezen de mavo-leerlingen?

Ne	100%
Eng	90%
Du	56%
Bio	54%
Wisk	50%
Ak	44%
Gesch	40%
Sk	40%
Ec	35%
Natk	30%
Frans	24%

Laten we engels en nederlands buiten beschouwing, dan kan een mavo-leerling 4 vakken kiezen uit 9.

Wanneer natuurkunde even aantrekkelijk zou zijn als de rest, zou 44% van de leerlingen natuurkunde kiezen.

Conclusies: We zijn uit de markt verdrongen.

We hebben ons uit de markt geprijsd. We doen leerlingen te kort.

Ons vak is belangrijk en boeiend genoeg. Te vergelijken met aardrijkskunde! Mijn zorg is dan ook vooral hoe het aantal leerlingen, dat van natuurkunde leert te vergroten. Die zorg is voor mij veel belangrijker dan bijvoorbeeld het "niveau" van examenopgaven. Hoe maken we ons lesgeven aantrekkelijker voor leerlingen? Ik wil niet bij de pakken neer zitten met de dooddoener: "Ze kunnen het niet". Ik geloof dat we heel wat kunnen doen om hun animo te vergroten.

Laten we dat eens proberen!

Ik lees bij Guus Kuijer:

"De onwetendheid

Er zijn maar weinig dieren die zich aan vuur branden zonder te verbranden. Het zal alleen bij uitzondering gebeuren. Mijn hond heeft een heilig ontzag voor vuur, hij blijft er meters bij uit de buurt, zonder dat hij zich ooit heeft gebrand. Hij wéét van het gevaar van het vuur zonder dat hij er ervaring mee heeft. Het dier is 'wetend'. De mens is onwetend. Hij weet althans zeer veel minder dan het dier. Hij weet niet van het gevaar van vuur, hij kan zich branden zonder als insect te verbranden en kan daardoor het vuur leren beheersen.

Onwetendheid is kenmerkend voor de mens. Het dier verhoudt zich tot de mens als een wetende tot een onwetende."

en even verder:

"Het 'ik weet het niet, ik moet het dus onderzoeken' kan een levenslange houding blijven, want het wel weten blijft nietig ten opzichte van het kolossale niet-weten.

Het ouderwetse cliché over mannen, 'het zijn net kinderen', slaat mijns inziens op die onwetende levenshouding. Het is in die houding waarin mannen een band hadden met hun kinderen en misschien nog wel hebben zo hier en daar, want onwetendheid is avontuur, ontdekkingslust, ondernemingszin.

Maar er is iets misgegaan met het avontuur. Het avontuur is afgeschafte als te riskant, zoals al het kinderlijke te riskant is. De volwassene is het kind tegemoet gaan treden als de wetende."

Het wordt interessant, nu iets wat ik zelf zo niet zou durven zeggen:

"Het onderwijs, ontstaan uit de middeleeuwse kerk, is haar middeleeuwse karakter evenmin te boven gekomen en wordt nu tot haar verbazing, vooral bij het voortgezet onderwijs, geconfronteerd met volslagen onverschillige leerlingen.

De school is altijd anti-kind geweest, heeft leren altijd verward met weten en de vernieuwingspogingen zijn marginaal gebleven en zullen dat blijven zolang de school de mens opvat als een wetend wezen.

Hoe de school erin geslaagd is van het leergierige kind een onverschillige cijfertjesjager te maken, is de treurige geschiedenis van de systematische verachting van het kinderlijke. In ons hart weten we allemaal dat hoe 'modern' de school zich ook voordoet, het kastijdingsapparaten zijn

waar de kinderlijkheid weggeramd wordt, weggestraft, begraven onder een dodelijk en definitief weten.

Wij weten dat de school eerder zou moeten lijken op een jungle, een boerderij, een laboratorium, een labyrint, dan op een kantoorgebouw en toch lijken alle scholen op het laatste.

Wij beseffen dat negenennegentig procent van de 'leerstof' die eigenlijk 'weetstof' zou moeten heten, onzinnige ballast is, uit mensonterende prietpraat bestaat."

Ja ik heb het niet zelf gezegd, het zijn de woorden van een leek. Misschien denken die weggevluchte leerlingen er ook een beetje zo over. Kuijer maakt onderscheid tussen "weetstof" en "leerstof" en zegt: "onwetendheid is avontuur, ontdekkingslust, onderwijszin."

2. Leren en weten

- Ik geloof dat Kuijer wel gelijk heeft.
Verwarren wij leren niet met weten?
Accepteren wij van leerlingen, dat ze onwetend zijn, maken wij onze leerlingen duidelijk dat we het fijn vinden, als ze iets niet weten?
Mogen ze fouten maken?
Als ik mijn oud-leerlingen nog wel eens tegenkom, dan willen ze wel toegeven, dat ze niet vaak vragen stelden. Het zou hun onwetendheid maar prijsgeven. Zo dwingen wij kinderen vaak tot een "doen alsof".
- Over leerboeken en weetboeken. Uit het verslag van een studiedag van de adviesgroep leermiddelen, vallen mij een paar dingen op: Een leerboek wordt een methode genoemd. Dat zou ik niet gauw doen, de methode bedenk ik zelf! En uit het onderzoek van een uitgever onder docenten blijkt dat deze de voorkeur geven aan een leerboek, waarin de leerstof goed gestructureerd is opgenomen.
Kuijer zou dat een weetboek noemen. Ik denk wel eens, dat wij de leerlingen met docenten-boeken opscheppen.
In het mavo project hebben we leerboeken uitgegeven: "natuurkunde met leerlingen". Daar hebben we bewust een concentrische aanpak in aangebracht. Het eerste deel, van de tweede klas bevat geen theorie.
Onze overweging was: bedenk eerst je eigen natuurkunde, de grote mensen natuurkunde komt later wel.
Veel docenten nemen ons het ontbreken van theorie kwalijk. Wij hebben voor hen dan een handige oplossing: We wijzen naar het derde deel, daar staat wel alles in.
Onderwijs geven met een weetboek, is net als bridgen met alle kaarten open.

Ik vergelijk onderwijs ook wel eens met sexuele opvoeding:

- . Wees alert op alle vragen die ze stellen.
 - . Vertel hen niet meer dan waar ze op dat moment aan toe zijn (verraad niet alles) en:
 - . ze leren nog het meest en het liefste van elkaar.
- Onderwijs is bedoeld om het leerproces gaande te houden, dat is onze zorg.
De taak van leerlingen is leren, toch zijn onze toetsen vaak gericht op weten.

In het mavo project hebben we gezocht naar toetsen, die het leren bevorderen en minder het "weten" benadrukken. Ik kan daar nu niet uitgebreid op ingaan, maar u moet dan denken aan toetsen, die op zich een (nieuw) onderzoek zijn; aan vragen, die meerdere antwoorden mogelijk maken, aan toetsen, waar eigen aantekeningen bij gebruikt mogen worden, e.d.

- Overigens, dit voor diegenen onder u, die mij al langer kennen: Op de centrale examens wordt te veel nadruk gelegd op veel weten. De kwaliteit van het onderwijs, door de leraar, poogt men daar te bewaken door het meten van weten van leerlingen. Door tijdnoed gedwongen wordt onderwijzen dan vaak: "beleren" en en iedereen weet hoe vervelend dat is.

Kuier nog eens:

"Volwassenen zouden zich met hun kinderen veel vaker in situaties moeten begeven waarin beiden onwetend zijn. Onderwijzers zouden moeten leren het avontuur op te zoeken, de inspecteurs zouden alleen mogen letten op het mensonterende verschijnsel verveling dat voor kinderen dagelijkse kost is."

Ik hoor Maarten van Woerkom gisteren nog zeggen: "De leerlingen vonden het leuk, ze merkten, dat ik zelf ook steeds nieuwe dingen ontdekte."

3. Onwetendheid is avontuur, ontdekkingslust, ondernemingszin

Wat daagt leerlingen uit?

Ik weet het niet. Toen mijn zoon Gerben zes jaar was, werd zijn leven een tijdje beïnvloed door een duizendrol. Dat ging als volgt. Van A4-tjes knipte hij reepjes, plakte die achter elkaar, zodat hij een lange strook kreeg, waarop hij de getallen van 1 tot 1000 opschreef. Zo'n duizendrol was een heel karwei, verricht met een overgave, mijns inziens een betere zaak waardig. Gerben vond het echter heel de moeite waard. Toen ik enige weken na het voltooiën deze duizendrol in een plakboek wilde plakken, was Gerben hem allang weer vergeten. Gerben, inmiddels 12 jaar, meegenomen naar het N.I.N.T., is meer geïnteresseerd in apparaten die bewegen en lawaai maken, of aan auto's zitten, dan in mijn "gespeelde" verwondering over de natuurkundige raadselen. Welk onderwijs leerlingen uitdaagt is moeilijk te zeggen. Wat ik wel kan doen, u vertellen wat ik zelf geprobeerd heb. Ik maak daarbij onderscheid tussen onderbouw en bovenbouw.

De Onderbouw

Toen ik les begon te geven, nam ik met mijn oudere collega mondelinge tentamens af aan de H.B.S.b kandidaten. We kwamen toen tot de conclusie, dat deze leerlingen natuurkunde niet beleefden, maar probeerden de inhoud van hun boeken, (de oude Schweers en van Vianen) weer te geven. Dat moest anders. We gingen het onderwijs anders aanpakken. We besloten in een klas les te gaan geven, zonder boek, dan konden ze dat in ieder geval niet meer uit hun hoofd leren. We lieten de leerlingen een statief pakken, een verstelbaar touwtje en wat loden blokjes, die aan het touwtje kon hangen.

Zonder veel inleiding vroeg ik hen die slinger te onderzoeken. "Ga na, of je er verstandige dingen over kunt zeggen."

In het begin probeerden ze van alles, ze maakten lange slingers, gooiden ze hoog op e.d., ze probeerden van alles uit.

Na verloop van enige tijd zag ik enige leerlingen op hun horloge kijken en tijd opnemen. Ik wees hen op de mogelijkheid van stopwatches. Dan was het toch nog lastig voor hen. Ze probeerden de tijd op te nemen van één enkele slinger, of sommigen van een halve.

Na zo'n eerste les waren de voornaamste onderzoeksmogelijkheden verkend en werden plannen gemaakt voor verder onderzoek.

Enige lessen verder waren ze met trillende veren bezig, daarbij moest gewogen worden. Mijn collega en ik verschaften hen elastiekjes om de blokjes te vergelijken met standaard gewichten.

Dat ging uiteraard mis en de leerlingen waren dolblij toen we bedachten dat je dat met uittrekkende veren kon doen. Dat was eens handig, zo'n rechtevenredigheid! Zo bedachten mijn collega en ik steeds weer situaties, waarbij leerlingen in problemen gebracht werden en er ook weer uitkwamen. We hebben dat de hele onderbouw vol kunnen houden. Tot en met licht en elektriciteit.

Onderwijs geven zonder boek, stimuleert te zoeken naar een samenhang zoals leerlingen die ervaren. Het brengt met zich mee, dat leraren sturen en manipuleren.

Het kan leraren stimuleren tot spelen, een beetje voor de gek houden, uitdagen.

Spelen kunnen natuurkunde docenten wel, dat blijkt wel uit de vele proefjes die ze bedenken, dat vraagt ook veel energie. Waarom proberen we niet eens met leerlingen te spelen?

Daar houden ze van. Wat kan u weerhouden?

. Dat ze met ons gaan spelen?

. Dat ze niet, of niet genoeg, leren?

Ik geef toe, het vraagt vertrouwen in elkaar. Als je dat geeft, krijg je het ook, mijn ervaringen waren positief. Wat voor leerlingen geldt, geldt ook voor ons. Iets minder zekerheid geeft wat meer avontuur en dat is heel motiverend. Je zou het zelf-ontdekkend onderwijzen kunnen noemen.

De Bovenbouw

In de bovenbouw lag minder de nadruk op avontuur maar meer op ondernemingszin. Leerlingen moeten de verantwoordelijkheid voor hun leertaak op zich kunnen nemen. Het gaat om 5 en 6 atheneum, 2 jaar, ongeveer 240 lessen aan het eind daarvan moeten leerlingen examen doen.

Ik gaf de leerlingen een overzicht van de leerstof, deelde de onderwerpen in over twee jaar, gaf aan, welke leerdoelen er per onderwerp gehaald moesten worden, verwees daarbij naar proeven, naar hoofdstukken in leerboeken en voegde bijvoorbeeld repetities toe. Dat overzicht sprak ik met hen door en wees daarbij op de samenhang tussen de onderwerpen en voor zover aanwezig, op de logische volgorde.

De uitkomsten liggen vast, maar hoe die te bereiken, daar konden ze invloed op uitoefenen.

Belangrijk onderdeel waren de toetsen. Per onderwerp waren de leerdoelen omschreven en waren voorbeeldrepetitie vragen toegevoegd.

De toetsen bestonden uit vragen, die nagenoeg hetzelfde waren als de voorbeelden.

Als leerlingen zich serieus voorbereidden, gebeurde er op de toetsen weinig verrassends! Wanneer desondanks de toets onvoldoende werd gemaakt, gaf ik de gelegenheid tot herkansen. Zo'n herkansing viel buiten lestijd, onder toezicht van een toevallig aanwezige leraar of amanuensis. Herkansen kwam niet veel voor en er werd door leerlingen zelden misbruik van gemaakt.

Door duidelijkheid en inzicht geven in de leertaak, door de uitkomsten serieus te nemen en voorspelbaar te maken, krijgen leerlingen vat op hun taak en zijn bereid die op zich te nemen. Ze merken, dat hun werken invloed heeft op de resultaten en beschouwen mij als hulp daarbij.

Hun leren is niet op de eerste plaats mijn zorg. Ze pakken dat ook op: als de planning in gedrang kwam, maakten zij zich zorgen.

Zo'n planning werd dan in overleg bijgesteld. Dat vraagt geven en nemen, een soort onderhandelen met de klas. Dat geeft de mogelijkheid, dat betrokkenen, leraar en leerlingen hun belangen naar voren brengen, leidend tot aanvaarde oplossingen.

Is die invloed van leerlingen zo belangrijk? Ja, ik meen dat het de essentie is voor de taakbetrokkenheid van leerlingen.

Tot slot nog een opmerking over de bovenbouw.

In het algemeen stond ik leerlingen toe om korte aantekeningen en formules, die ze moeilijk onthouden konden, op repetities en schoolonderzoeken mee te brengen. Dit voorkwam dat ze de formules stomweg uit het hoofd gingen leren.

Mijn zorg was, dat ze op het CSE dan misschien in de problemen zouden komen. Dit bleek echter niet het geval, ze hadden in die lange voorbereidingstijd wel gezorgd, over voldoende parate kennis te beschikken. Tot zover de bovenbouw.

Ik heb een verhaal gehouden om u uit te nodigen meer invloed aan leerlingen toe te staan. In de onderbouw, door het leerboek terug te dringen, in de bovenbouw door een meerjaren planning te maken in de uitvoering rekening te houden met leerlingenbelangen en de uitkomsten, leerstofeisen, voorspelbaar te maken. Daardoor sta je iets van je autonomie als leraar af, je levert wat van je zekerheid in, je wordt meer betrokken. Als docent wordt je medespeler in plaats van toeziend regisseur. Voor vele docenten is dat een vernieuwing.

Maar het is wel een vernieuwing, waarbij je zelf uit kunt maken, hoe ver je wilt gaan. Het is bovendien een vernieuwing waar je niets en niemand bij nodig hebt. Daarbij kan samenzwering met collega's uiteraard wel stimuleren. Misschien dat op een volgende Woudschoten-conferentie aandacht kan komen voor de rol, die wij docenten spelen in het onderwijs/leerproces. Hoe zetten we onszelf in als leermiddel?

De vraag:

"Mogen leerlingen leren?" (of moeten ze weten)

heeft een parallel:

"Durven docenten onderwijzen, spelen" (of blijven ze beleren).

motivatie

henk
mulder



Met enige schroom, wilde ik U, dames en heren, enkele gedachten toevertrouwen rond het toverwoord motivatie. Wat motiveert een eekhoorn om denneappels te zoeken, een hert om over een hek te springen, een leraar om naar een Woudschotenconferentie te komen, een leerling om de wet van Ohm uit het hoofd te leren?

Motiveren betekent: in beweging zetten. Mobiel is beweeglijk. Nog mooier automobiel: ik zet mezelf in beweging! Velerlei zaken zijn hierbij van invloed.

Voor een leerling kan het de atmosfeer in het klaslokaal zijn, zijn lichamelijke conditie, de toestand thuis..... maar ongetwijfeld, in overwegende mate, de leraar. Van ons hangt het af!

Als we zelf met een balengevoel, zo van: "laat Deetman maar les geven" het lokaal betreden, zal de oogst verwaarloosbaar zijn. Geen boer betreedt met zo'n gevoel zijn akker.

We hoeven niet bepaald vindingrijk te zijn om manieren te bedenken om in ons werk tekort te schieten.

Misschien is het in onze werkruimte doorgaans een danige wanorde met een recht randje, wellicht vindt U zichzelf bepaald onhandig, een slecht ding voor een experimenterende fysicus, of zijn Uw proefwerken zo onduidelijk dat zelfs Uw collega er moeite mee heeft, verzijn maar, of misschien (en in deze zaal komt dat natuurlijk niet voor) zijn onze lessen ongelooflijk saai.

Volgens mij is dit laatste voor jonge leerlingen, die bovendien per dag tot zes uur zitten veroordeeld zijn, het meest funest. Er worden nogal wat slaapverwekkende lessen gegeven. Een enkele blik door de ruit van een lokaal is voldoende om te zien hoe gefascineerd de jongelui lijfelijk aanwezig zijn.

Wie ontwikkelt een saaiheidsmeter en definiëert een eenheid, want zolang we die dingen nog niet hebben, is er voor ons natuurkundigen nog geen greep op dit merkwaardige natuurverschijnsel.

Maar in alle ernst, een leerling heeft hier maar één antwoord op: ongeïnteresseerdheid!

Het minste wat ze van ons kunnen verwachten is dat we de zaken die we presenteren zelf voldoende de moeite waard vinden, ja zelfs spannend. En dat moet dan tot uiting komen in ons omgaan met natuurkunde. Het moet blijken uit ons gebaar, onze dynamiek.

Lessen moeten niet alleen spannend zijn, maar ook ontspannend. Een pittig kruid daarbij is de humor, maar dat is wel iets anders dan cynisme.

Speelt een leraar niet vaak de rol van de hofnar?

Je kunt de waarheid zeggen, mits de koning, in dit geval de leerling,

lacht. Daarbij ontstaat een werkklimaat, waarin effectief communiceren mogelijk is. Goede humor is even belangrijk als scherpzinnige grafieken.

Een andere weg tot motivatie is jongelui serieus nemen, speciaal in het wetenschappelijke vlak. We moeten niet over hen spreken als kinderen; het is beter ze als volwassenen te behandelen en daarmee ook als verantwoordelijk. Vergeet U niet: vele streven ons in enkele jaren in kennis en vaardigheid voorbij. Ik elk lokaal zitten wel leerlingen met meer talent dan we zelf hebben.

We zouden, zeker in de hogere klassen, het accent moeten leggen op collegialiteit. Als ze het gevoel hebben mede betrokken te zijn in het wereldwijde net van onderzoekers schuift het probleem van motivatie op de achtergrond. Maar, daar hebben we het weer, voelen we onszelf wel als dusdanig?

Tussen leraren en leerlingen is geen essentieel verschil, slechts een gradueel. Zij zijn toevallig wat later geboren dan wij!

Het lijkt het beste dit aan een voorbeeld toe te lichten. Een gymleraar, belangrijk volk in de school, ontdekt in een brugklas een knulletje dat hem een geheim toevertrouwt: hij wil sterrekundige worden. De leraar spreekt er mij over aan in de koffiepauze.

Ik maak met de jongen een afspraak: woensdag half vier in het natuurkundelokaal. Glunderend staat hij al voor de deur. Hoe was het ook al weer: het probleem is niet hoe ze te motiveren maar hoe ze gemotiveerd te houden. Of zeggen dat we geen tijd hebben. Ons gesprek toen duurde tien minuten. Hij zegt dat hij een sterrekijker wil bouwen. Heb je lenzen? Nee! Ik adviseer hem zijn familie en de stad af te stropen op zoek naar lenzen.

Volgende week, zelfde plaats, zelfde tijd. Nu komt hij binnen met een zak vol glaswerk. Er is zelfs een scherf bij van een oude carbiedlantaarn. Ik vertel hem dat bolle lenzen in het midden dik zijn en holle juist dun. Hij neemt alles weer mee en gaat thuis catalogiseren.

Volgende week: twee dozen, één met bolle en één met holle lenzen. Ik zeg: laat die holle maar thuis, daar doe je niks mee. Maar nu moet je eens opletten.

Ik zet een kaarsvlammetje achter in het lokaal en laat hem het beeldpunt zien (vergeet niet: hij is een brugklasser). Grote verrassing op zijn snuit. Het spel is begonnen. Meetlat erbij en brandpuntsafstand opmeten. Hij weer naar huis met de opdracht: meet al je bolle lenzen op.

Maar de volgende week kwam voor mij de grote verrassing! Elk bol glas steekt keurig in een aparte enveloppe en daar staat op $f=7$, $f=20$ en zo verder.

Wat betekent die f vraag ik hem. Wel brandpuntsafstand. Waar heb je dat vandaan? Wel uit een boek. Deze vent heeft blijkbaar na drie bijlessen van elk tien minuten mij althans niet meer nodig. Hoe lang nog voor hij mij voorbij gestreefd is?

Toen hebben we de zwakste en de sterkste lens achter elkaar gezet op een afstand gelijk aan de som van de beide brandpuntsafstanden, keken erdoor naar een schoorsteen boven de huizen aan de overkant en zagen zowaar een vergroot beeld. Dat is nou een sterrekijker.

Toen is hij weken weggebleven. Hij knikte naar mij op het schoolterrein alsof we oude kennissen waren. Op zekere dag was de kijker klaar. Toen hoorde ik drie jaar niets meer van hem tot ik hem als grote knul in de vijfde klas kreeg. Hij knikte vaak als hij vond dat ik iets in de les goed uitlegde en als ik het niet helemaal vertrouwde keek ik naar hem om te weten of mijn verhaal niet al te vermetel was.

Maar als het over de dampkring van Venus ging, kreeg hij het woord en luisterde ik alleen of hij geen aperte onzin verkocht. Hij was mij duidelijk voorbij.

Als ik met enige emotie collega's dergelijke verhalen vertel, zeggen ze: ik heb zulke lui nooit in de klas. Dat kan toch niet waar zijn. U zult zeggen: aan zulke lui heb je een makkie. Maar vergis U niet: ze kunnen knap lastig zijn. Gebruik ze in de klas als het zout in de pap. Ik had er één die assisteerde tijdens het practicum samen met de amanuensis. Wellicht is het U bekend, maar dit soort leerlingen zijn de meest verwaarloosde in de schoolbevolking. Ons onderwijs richt zich op de gemiddelden: de zwakke vallen af en de sterke zoeken het maar uit, die komen er toch wel zeggen we. Bij de rapportbespreking slaan we ze gewoon over!

Worden sterk gemotiveerde leerlingen als dusdanig geboren of kan men ze ook opkweken?

U heeft vast wel het eerste nummer van deze jaargang van het tijdschrift Archimedes gelezen. Waarom zet U dit blad toch niet gewoon op de boekenlijst voor hen die natuurkunde in hun pakket gekozen hebben?

Hebt U daar ook het verhaal over de specht gelezen?

Ik loop in het bos en hoor de specht tegen de boom rammelen. Mijn fysische afwijking komt boven en ik vraag me af: hoe lang duurt een roffel en hoeveel tikken zitten daarin? Die vraag achtervolgt me vele dagen. Ik vertel erover in de klas. Mijn collega's zeggen: zo kom je met de stof niet klaar. Ik zoek twee jongelui uit en daag ze uit aan een onderzoek te beginnen. Ik probeer mijn waar aan de man te brengen door te zeggen dat het onderzoek in de plaats kan komen van drie standaardproeven die voor het komend schoolonderzoek vereist worden. Ik waarschuw overigens dat de arbeidstijd vast wel het vijfvoudige wordt van die drie standaardproefjes. Ze hebben er hun complete herfstvakantie ingestoken. Sindsdien zijn die beide jongelui fysisch volwassen geworden. Ze gaan met grafieken en formules om als met normaal gereedschap. We groeten elkaar als collega's.

U wilt weten in hoeverre deze voorbeelden maatgevend zijn voor de massa's waaraan we dagelijks lesgeven?

Dat is een moeilijk punt: ik kan alleen individuen motiveren en geen massa's. Hoewel: massa's bestaan uit individuen. Je moet jongelui daarvoor aan kunnen kijken. Persoonlijke gesprekken, vaak buiten het klaslokaal, zijn mijn beste momenten uit de onderwijspraktijk.

Erg belangrijk voor jonge mensen is de uitdaging, het element spel.

In datzelfde bekende blad vond U het verhaal van de kabelbaan over de rivier de Ourthe in de Ardennen.

Op onze bergkampen hebben we altijd een technische dag. Werken met katrollen, een schoepenraddynamo in de beek.

Waarom bedrijven we niet meer fysica buiten het klaslokaal in de vrije natuur?

In Brescia wordt elk jaar een natuurwetenschappelijk kamp gehouden voor jongelui uit heel Europa. Waarom hebben we zoiets in Nederland niet? Ideeën genoeg: foto's maken en ter plaatse ontwikkelen, geluidssnelheid meten, afstanden bepalen, chemisch onderzoek aan lucht en water. En als de avond valt is het de tijd voor de amateurastronomen. Wellicht zien ze voor het eerst de ring van Saturnus.

Er zijn in het land nogal wat clubs voor jonge onderzoekers. Waar zijn de scholen waar zoiets in de vrije tijd gebeurt? Motivatie zal alleen lukken bij jongeren als er ouderen in hun omgeving zijn die er zélf in geloven.

Telkens wordt er weer beroep gedaan op onze creativiteit en initiatief.

De technisch-onderwijs-assistent is daarbij een centrale figuur. Beter één zwakke leraar in een team van vijf dan één ongemotiveerde amanuensis in de school. Wie het met zijn leraar niet getroffen heeft, krijgt volgend jaar wel weer een andere, maar de invloed van een slecht bezette amanuensispost werkt door in heel de school, jaar in jaar uit.

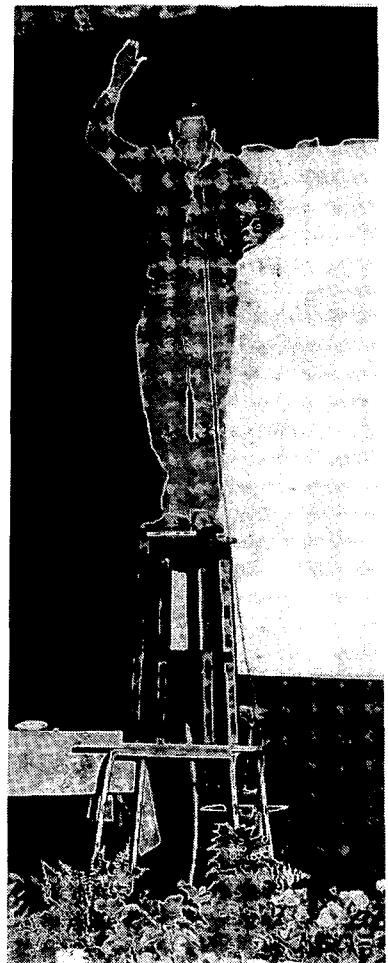
Voor jongelui blijft het enthousiasme van de ouderen altijd van meer belang dan de zogenaamde vakbekwaamheid, geconcretiseerd in diploma's en salarisverhogingen.

Ondanks veel goede bedoelingen, tenslotte, hebben we altijd te maken met een belangrijk natuurverschijnsel, resonantie.

Elke leerling is een stemvork met zijn eigen frequentie. Zingt niet elk vogeltje zoals dat gebekt is?

En zou dat dan ook niet voor de leraar mogen gelden?

Ook hij heeft een eigen frequentie en geeft les op zijn golflengte. En als de eigen frequenties sterk verschillen zal er van resonantie weinig terecht komen. De leerling verdient volgend jaar dan een andere leraar. Het mooiste zou zijn als hij daarbij zelf mocht kiezen. Misschien wordt dit ooit wel eens als een elementair recht in het onderwijs erkent.



vallen op proef

Als we met enig succes metingen willen doen aan de valbeweging, zullen we, zoals Galilei dat destijds deed, valproeven moeten doen vanaf grotere hoogten. Galilei gebruikte daarvoor de bekende scheve toren van Pisa.

Of we moeten de beschikking hebben over een erg nauwkeurige klok, die bijvoorbeeld honderdsten van een seconde kan meten.

Beide zaken hebben we thuis niet gemakkelijk bij de hand.

Tóch kunnen we met een vrij eenvoudig apparaatje het eenparig versnelde karakter van de valbeweging testen.

door ir. Henk Mulder

Valkoord

Neem een touwtje van ongeveer 3,5 meter lengte. Zet het aan de onderkant met een knoop en een spijkertje op een plankje vast. Bind telkens 80 cm vanaf het onderste punt een moer op het touw met een knoop vast (fig. 1). Zorg dat de totale lengte 3,20 m wordt.

Houd dan het touw verticaal omhoog, met het plankje op de grond. Laat de zaak dan maar los. We krijgen dan een tikken in een versneld tempo te horen als gevolg van het versnellingseffect bij de valbeweging.

Gelijkmatig tikken

We willen de afstanden tussen de moeren nu zó maken, dat het tikken met keurige gelijke tussenpozen geschiedt. Daartoe moeten we de afstanden, omhoog gaande, steeds groter kiezen.

Maak de onderste op 20 cm van het plankje, de volgende 60 cm hoger, de

dan volgende 100 cm hoger en tenslotte de laatste 140 cm hoger. De bovenste komt dan weer op 320 cm van het grondplankje (fig. 2). Strek het touw nu maar weer, met het plankje op de grond. Laat het boven-eind los.

Als de afstanden gemaakt zijn zoals boven is aangegeven, dan krijgen we nu een gelijkmatig tikken te horen. De tussenpozen worden precies gelijk. Het gaat allemaal wel een beetje vlug, want de hele serie is binnen één seconde beneden. Toch is de gelijkmatigheid goed te horen. Oefen een paar keer. Vergelijk beide valkoorden nog maar eens.

Het eerste voorwerp komt na 0,2 seconde beneden en elk volgend voorwerp komt 0,2 seconde later. De laatste moer komt dan 0,8 seconde na het loslaten van het touweinde op de plank.

Kwadrate wet

Volgens de valwetten valt een voorwerp in twee maal zo lange tijd over een vier maal zo grote afstand. En in een drie maal zo lange tijd over een

negen keer zo grote afstand. Als de tijd vier keer zo groot wordt, dan wordt de afstand zestien keer zo groot. Dat is de bekende kwadrate wet.

In 0,2 s valt een moer over 20 cm. De

tweede moer die van vier keer zo grote hoogte komt, valt dus precies in een dubbele tijd, enz.

Het zal nu duidelijk zijn waarom de opgegeven maten gekozen zijn.

Immers $20 : 80 : 180 : 320 = 1 : 4 : 9 : 16$

Even hard

Zo is het tikken dan gelijkmatig geworden.

Maar er is nóg een ongemak. Er is nóg iets dat het proefje verstoort.

De tijdsverschillen zijn nu wel gelijk, maar de tikken worden steeds harder, naarmate de moeren van grotere hoogte naar beneden komen.

We willen er nu nog voor zorgen dat de vier vallende voorwerpen bij het botsen op de grond ook telkens evenveel lawaai produceren.

Lawaai heeft te maken met bewegingsenergie. Bewegingsenergie is evenredig met de grootte van de botsende massa, en ook met het kwadraat van de snelheid ervan.

Gelet op deze regel, laten we nu de massa's verder omhooggaande ook steeds verder afnemen. De onderste massa stellen we op 144 gram; de volgende die met dubbele snelheid gaat botsen, maken we vier keer zo klein en dus 36 g. De dan volgende negen keer zo klein en daarom 9 g.

Hoe komen we aan die gewichten?

Daarvoor kunnen we spijkertjes gebruiken.

Volgens het bovenstaande recept dus bosjes van 9, 16, 36 en 144 stuks. Dat wordt wel een beetje veel. Maar we zouden alle getallen best door eenzelfde factor mogen delen om hetzelfde effect over te houden. Deel alle getallen door 9. We krijgen dan bij benadering de verzameling 1, 2, 4 en 16. En dat is uitstekend met spijkertjes van dezelfde grootte klaar te krijgen.

Maak de bosjes klaar door ze te omplakken met tape en zet ze weer op het touw vast.

Als we dat allemaal keurig geregeld hebben, zal bij het uitvoeren van de valproef nu niet alleen het tikken mooi gelijkmatig worden, maar zal bovendien de botsing van de bos van 16 spijkertjes evenveel lawaai maken als van die bovenste ene!

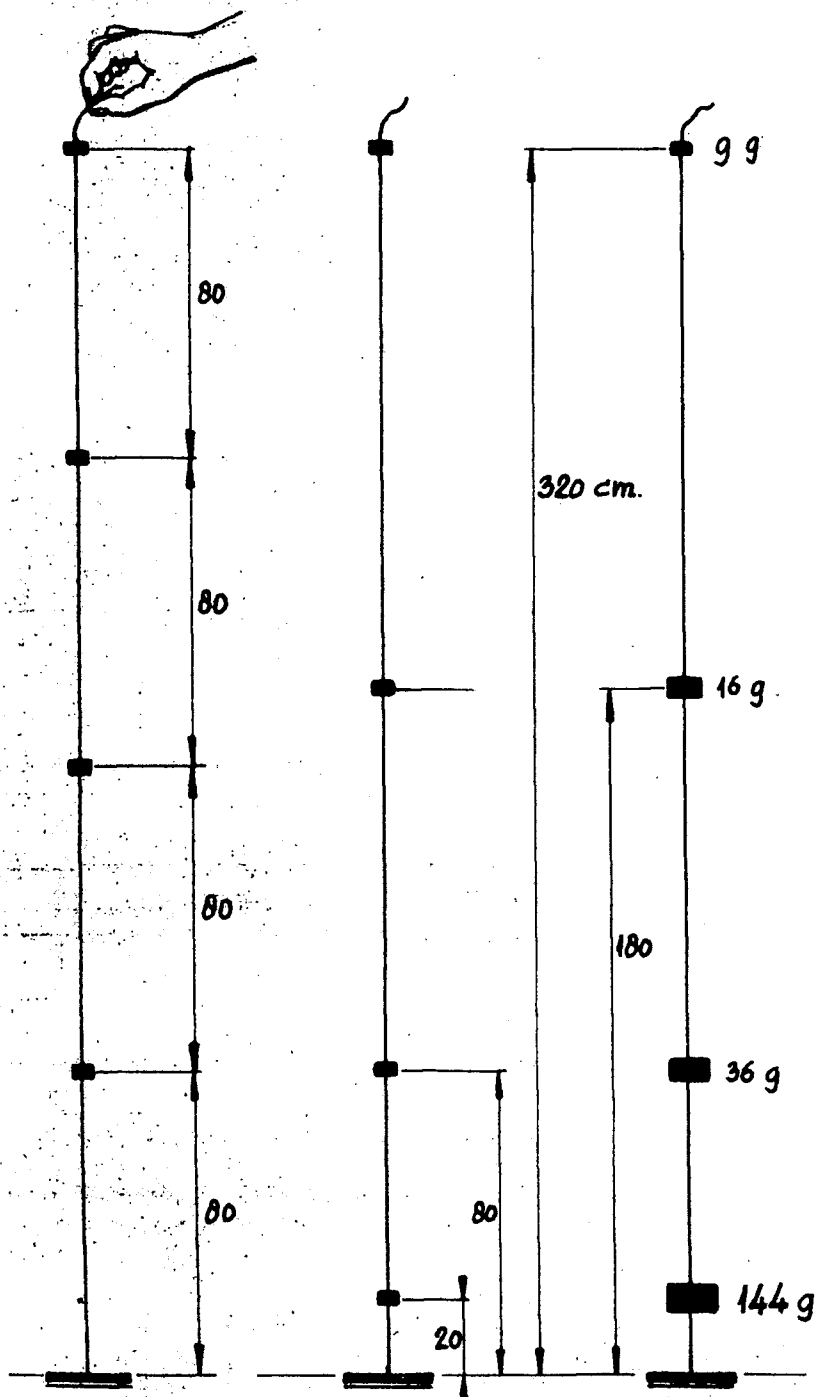


FIG. 1.

FIG. 2.

FIG. 3.

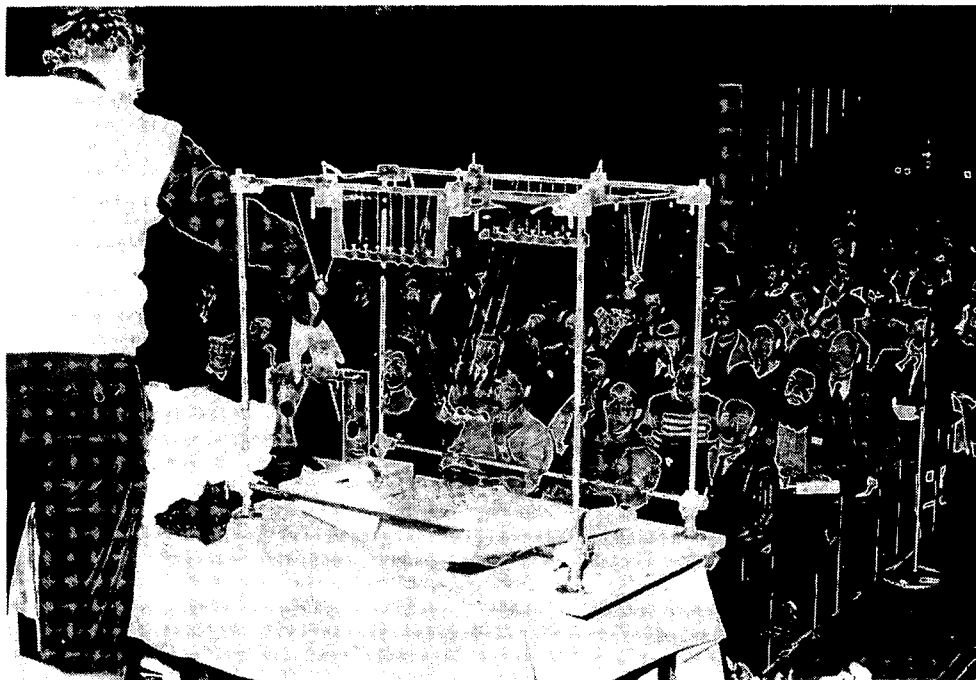
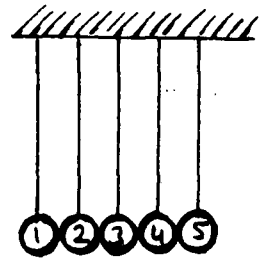
*gerrit verkerk
the*

Proef 1 De botsende kogels

Deze alom bekende proef met meestal vijf identieke kogels, die op een rijtje tegen elkaar aan hangen wordt gebruikt om de wet van behoud van energie en/of de wet van behoud van impuls te demonstreren. Echter het proces kan met een eenvoudiger "wet" beschreven worden nl "de kogeltjes kunnen tellen".

Het is interessant om nav deze proef het onderscheid aan te geven tussen een wet in onze samenleving en een natuurwet. Wij dienen ons aan de Wet te houden en overtreding wordt gestraft: wij zijn fout. Echter als de natuur een wet overtreedt, dan is niet de natuur fout, maar de wet fout ofwel wij zijn wéér fout.

We kunnen de eenvoudige wet toetsen door kogeltjes 1 en 2 te vervangen door één kogel met de dubbele massa. De gevonden wet blijkt niet meer op te gaan en we moeten terugvallen op de reeds eerder genoemde getoetste natuurwetten. Uitwerking daarvan levert: kogel 5 gaat na de botsing weg met snelheid $\frac{4}{3}v$, kogel 4 met $\frac{1}{3}v$ en kogel 3 met $\frac{4}{27}v$ terwijl de kogel met massa $2m$ met snelheid $\frac{1}{27}v$ doorgaat (v is de snelheid van de zware kogel net vóór de botsing). De proef levert ook duidelijkheid over het botsingsproces!

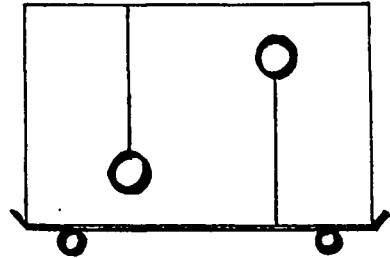


Proef 2 De trage bollen

In een afgesloten bak met water bevinden zich twee bollen. Eén bol ($\epsilon_{\text{bol}} > \epsilon_{\text{water}}$) hangt aan een touwtje omlaag, de ander zit aan een touw aan de bodem ($\epsilon_{\text{bol}} < \epsilon_{\text{water}}$)

We zetten de bak op een karretje en geven een duwtje (versnelling) naar rechts. Bol 1 gaat even naar links en bol 2 naar rechts. Geven we het karretje een duwtje naar links dan bewegen de bollen net andersom.

De hoek die de touwtjes met de vertikaal maken is steeds voor beide bollen dezelfde. De verklaring van de proef is analoog aan die van de proef met de ballonnen zoals beschreven in Faraday 49 no. 5 (1980).

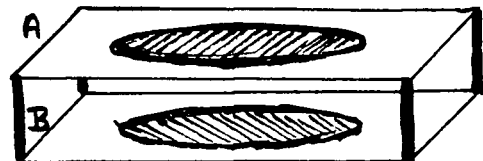


Proef 3 Spelen met polaroids

Twee grote platen polaroid zijn bevestigd in metalen raampjes A en B, die op afstand van 5 à 10 cm van elkaar worden gehouden door 4 spijltjes

De plaat van A is draaibaar gemaakt. Het geheel past op de overheadprojector. Nadat de polaroids gekruist tov elkaar zijn ingesteld wordt tussen de platen achtereenvolgens gebracht:

- een derde polaroidplaatje, dit rond-draaien
- dubbelbrekend materiaal, ook rond-draaien
- plastic lineaal en voorwerpen van doorzichtig plastic die men buigt, ook rond-draaien.
- een doorzichtig plastic boterhamzakje wat men tussen de platen kapottrekt.
- een glasplaat waarop stroken doorzichtig plakband over elkaar heen geplakt zijn, ook rond-draaien en bovendien de polaroid van A draaien.
- enz. enz..



Deze proeven sluiten goed aan op de behandeling van de golfoptika en zijn voor leerlingen erg verrassend. Een simpele uitleg is mogelijk.

Grote platen polaroid zijn te koop bij de Engelse firma Polarizer. (Verkoopkantoor in Zaandam tel. 072-121553 en vertegenwoordigd in Nederland door Tamson-Zoetermeer).

deel 2 :
werkgroepen







natuurkunde, meisjes en leerstijlen

mugda man in 't veld

Verskil in leerprestaties van jongens en meisjes op de basisschool

Meisjes leveren betere prestaties dan jongens, maar dit verschil vermindert als de leerlingen ouder worden. Boven de leeftijd van 11 jaar slaat dit verschil zelfs om in het voordeel van jongens voorzover het betreft hoofdrekenen en ruimtelijk inzicht. Meisjes zijn op 12 jarige leeftijd nog altijd beter in spelling. Er is geen verschil geconstateerd bij cijferen en algebra (verbale oplossingsmethoden).

Groot verschil in het keuzegedrag van meisjes en jongens in het voortgezet onderwijs

Neem bijvoorbeeld de volgende cijfers:

percentage jongens/meisjes met natuurkunde in hun pakket in 1982:

	jongens	meisjes
MAVO 4	57	14
HAVO 5	49	14
VWO 6	64	29

Verklaringen voor deze verschillen zijn te geven op grond van:

1. biologische factoren;
2. persoonlijke kenmerken (psychologische factoren);
3. socialisatie (wisselwerking moeder - kind, pubertijd).

Van deze drie is socialisatie verreweg de meest invloedrijke factor. Het beschrijven van de actuele situatie in termen van persoonlijke kenmerken is echter een geschikte manier om meer inzicht te krijgen in de bestaande verschillen. Hier zullen we ons nu verder mee bezig houden, om te proberen of we daaruit aanwijzingen kunnen afleiden over de aanpak van ons onderwijs.

Wat zijn cognitieve stijlen, ook wel leerstijlen*) genoemd?

Mensen zijn geneigd tot min of meer vaste patronen in hun aanpak van problemen en taken. Gaat het hierbij om leertaken, dan kan men spreken van cognitieve stijlen. Cognitieve stijlen zijn modellen om te beschrijven hoe een persoon zich kennis verwerft.

* In het kader van deze werkgroepbijeenkomsten maken we geen onderscheid tussen cognitieve stijl en leerstijl.

Voorbeeld 1: Veldafhankelijkheid - veldonafhankelijkheid.

Veldonafhankelijkheid blijkt uit het vermogen van iemand om dingen waar te nemen, zonder daarbij beïnvloed te worden door de gelijktijdig waarneembare omgeving.

Voorbeeld 2: Convergentie - divergentie.

Convergentie blijkt uit de mate waarin iemand gericht is op één bepaalde oplossing en daarbij te werk gaat via logische stappen.

Divergentie blijkt uit de mate waarin iemand ingaat op de verscheidenheid aan mogelijkheden, die een situatie biedt.

Waarom aandacht voor leerstijlen als het gaat om meisjes en onderwijs

Er bestaan aanwijzingen op grond van onderzoek:

- dat er verband is tussen leerstijl en studie/beroepskeuze;
- dat er verband bestaat tussen sexe en leerstijl;
- dat er verband bestaat tussen afstemming docerstijl en leerstijl enerzijds en waardering van leerling en docent voor elkaar anderzijds;
- dat afstemming van het onderwijs op de leerstijl van een leerling leidt tot betere prestaties;
- dat onderwijs invloed heeft op de leerstijl van een leerling.

Aspecten van de situatie in het huidige onderwijs

- leraren hebben voorkeur voor hun eigen leerstijl en stemmen de aanpak van hun onderwijs daarop af.
- leraren wis- en natuurkunde zijn gemiddeld veldonafhankelijk, analytisch, zaakgericht, werken graag individueel en verwachten dat ook van hun leerlingen;
- veel meisjes zijn veldafhankelijk en hebben daarom behoefte aan een meer persoonlijke uitnodigende sfeer, regelmatige controle op hun werk en ze werken graag samen;
- de leerstijl van leerlingen ligt niet volkomen vast. Tot aan het zeventiende jaar zijn verschuivingen merkbaar naar een meer reflectieve, analytische manier van leren. Het onderwijs kan dit helpen bevorderen.

Zijn we zelf geneigd tot een bepaalde leerstijl?

Om iets over onze eigen leerstijlen te weten te komen zijn er tijdens de werkgroepbijeenkomst twee korte tests uitgevoerd.

Test 1 gaat over veldafhankelijkheid en veldonafhankelijkheid.

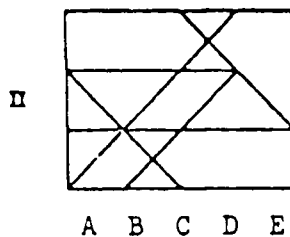
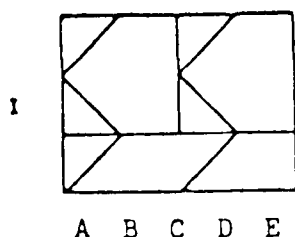
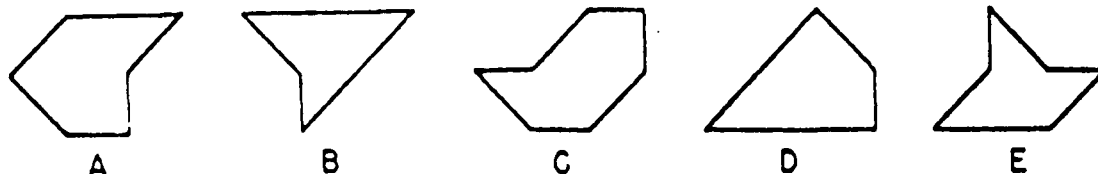
Iemand die veldafhankelijk is zal meer moeite hebben om in een complex patroon één bepaald figuur terug te vinden, dan iemand, die veldonafhankelijk is.

De test meet dit d.m.v. opdrachten zoals hieronder is weergegeven.

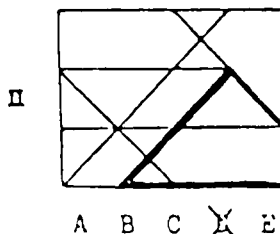
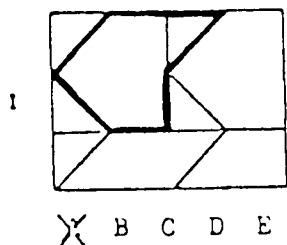
Voorbeeldopgave test 1:

Geef aan welke van deze vijf figuren ook voorkomt in het daaronderstaande patroon.

(Er staat slechts één figuur in een patroon, deze figuur staat rechtop en heeft dezelfde grootte als een van de vijf gegeven figuren).



De afbeeldingen hieronder laten zien hoe de figuren in de patronen liggen. Figuur A ligt in het eerste en figuur D in het tweede



Test 2 gaat over divergent en convergent denken.

Iemand die divergent denkt zal meer geneigd zijn om al doende van allerlei nieuwe invallen gebruik te maken, en iemand die convergent denkt zal eerder streven naar een eindresultaat dat duidelijk voor ogen staat.

De test bestaat dan ook uit de opdracht "Maak zoveel mogelijk ruimtelijke figuren (met behulp van het voor U liggende materiaal: vouwblaadjes, scharen en lijm). De score van deze test wordt bepaald door vast te stellen waarop iemand let bij de uitvoering van deze opdracht.

Bijvoorbeeld:

Een convergent denkend mens let bij een opdracht zoals deze meer op mooiheid, abstracte vormen, één kleur, één techniek, maakt een geheel of een serie en bijt zich vast in een (zichzelf) gesteld probleem.

Een divergent denkend mens let meer op variatie, nieuwe vormen, concrete vormen, dynamiek, veel kleuren, veel technieken, maakt losse voorwerpen en komt al doende tot nieuwe ideeën.

Sommige deelnemers herkenden duidelijk een stijl van werken, die bij hen past. Anderen konden zich niet bij één leerstijl indelen. Er bleef weinig tijd over voor discussie. Eén vraag komt echter duidelijk naar voren: als we praten over verschillende leerstijlen van leerlingen, praten we dan ook over verschillen tussen jongens en meisjes? Anders gezegd: heeft het zin om je aandacht als docent te richten op verschillen tussen leerlingen, als je erop uit bent om meer meisjes met succes natuurkunde-onderwijs te laten volgen? Het antwoord op deze vraag kan zijn: door je aandacht als docent te richten op de leerstijlen van individuele leerlingen en door leerlingen te laten zien, hoe je op verschillende manieren kunt leren bij het vak natuurkunde krijgen de leerlingen een betere en in veel gevallen een positievere kijk op hun mogelijke aanleg voor het vak natuurkunde. Het resultaat kan zijn:

1. dat leerlingen leren om de leerstof te verwerken op een manier, die past bij hun voorkeur voor een bepaalde leerstijl;
2. dat leerlingen leren om verschillende leerwegen te volgen om daardoor zich te ontwikkelen op een breder gebied t.a.v. leerstijlen.

Adviezen voor de praktijk van het onderwijs:

1. Varieer instructiemethode t.a.v.
 - werkvorm
 - materiaal.
2. Laat leerlingen samenwerken, maar dwing niet iedereen daartoe.
3. Geef opdrachten met suggesties voor verschillende wijzen van aanpak.
4. Help leerlingen om zelf te bepalen, hoe ze het beste leren.
5. Gebruik naast leesteksten ook audiovisueel materiaal.
6. Leerlingen moeten ook leren om op verschillende wijzen te leren/studeren.
7. Docenten moeten op de hoogte zijn van de cognitieve stijl van hun leerlingen, om rekening te kunnen houden met hun behoeften aan bijvoorbeeld externe evaluatie en aan een uitnodigende sfeer.
8. Bouw vooral voort op de sterke punten van een leerling.

Het programma voor deze werkgroep bijeenkomst beruiste op een bewerking van de werkgroepbijeenkomst "Leerstijlen", die Erika van Gemert, Sjef van Gisbergen, Hans Pouw en Gerdientje Visser verzorgden op de studiedat "Vrouwen en Wiskunde", oktober 1984.

Meer informatie over leerstijlen is te vinden in:

1. Broekman, H. Wat bepaalt ons handelen? Euclides, mei 1984.
2. Broekman, H. Leerstijlaspecten; veld(on)afhankelijkheid I, Euclides, 1984.
3. Broekman, H. Leerstijlaspecten; veld(on)afhankelijkheid II, Euclides, oktober 1984.
4. Geensen, Prof.dr.M. Over cognitieve stijl
 - I Algemeen (22)
 - II Consequenties voor onderwijs (24)
 - III Pask en Scott: Serialists and Holists (28)
 - IV Reflectiviteit versus impulsiviteit (29)
 memo's uit 1980/1984, P.D.I., Utrecht
5. Geensen, Prof.dr.M. Over sexe-verschillen de (school)prestaties;
6. Geensen, Prof.dr.M. Ideeën uit en vooronderzoek betreffende sexe-rolproblematiek (39), memo's 1980/1984, P.D.I., Utrecht.

7. Head, J. Sex differences in Adolescent Personality Development and the implication for Science Education. Contribution Second Gasat Conference, Oslo.
8. Claxton, C.S. and Ralston, Y. Learning Styles: Their impact on Teaching and Administration. AAHE-ERK/Higher Education Research Report No. 10, 1978.



het praktikum-schoolonderzoek kan ook leuk zijn

gerrit verkerk
the



Door ongeveer 50 deelnemers is op vrijdagavond en zaterdagmorgen met grote betrokkenheid gepraat over vele aspecten van het experiment in het kader van het schoolonderzoek.

In een inleiding is aandacht besteed aan de plaats en de rol van proefnemingen in de ontwikkeling van de natuurkunde met vaak kontraverses tussen de "theoretici" en de "experimentelen". Zo haalt van Musschenbroek als experimentator fel uit naar de theoretici wanneer hij zegt:

... en alleen let op de verschijnselen der Natuur, haar met nauwkeurigheid en moeite nagaande, als ook mijnen tijd in menigvuldige proeven besteedende; maar niet zit op mijnen kamer wat herssenschimmen te maken, noch zoek te harrewarren over de verschijnselen uyt losse onderstellingen

In het fysisch onderzoek werken momenteel de experimentelen en de theoretici broederlijk samen.

In het sekondaire onderwijs heeft lange tijd het onderwijs in de klassieke de boventoon gevoerd. Faraday, een bekend Engels natuurwetenschapper uit de eerste helft van de 19^e eeuw heeft bij herhaling pleidooien gehouden voor verbetering van het onderwijs in de natuurwetenschappen. Hij zegt:

science is een actief, levend vak, géén leervak.

en

science onderwijs, waarin het experiment een belangrijke plaats inneemt, ontwikkelt zelfkritiek en eigen meningsvorming

De leerstof voor HBS-B werd in de jaren zestig als volgt omschreven:

De proefondervindelijke natuurkunde, waaronder begrepen de beginselen van de mechanica en de belangrijkste toepassingen. De kandidaat moet bekend zijn met de elementaire natuurkundige verschijnselen en wetten. Hij moet in staat zijn deze in wiskundige vorm te formuleren en eenvoudige vraagstukken op te lossen.

Het "proefondervindelijke" kreeg bij het eindexamen en dus ook in het onderwijs minder aandacht dan de "wiskundige formulering". Er was meer sprake van rekenwerk dan van proefbeschrijving, proefinterpretatie, fysische redenering. De eindexamens voor het vwo en ook voor havo vertoonden wat dit betreft een duidelijke verbetering. Ook de invoering van het schoolonderzoek in 1971 heeft nieuwe mogelijkheden geopend om het praktikum in het natuurkunde-onderwijs te stimuleren. Er is veel geëxperimenteerd om praktikum in het schoolonderzoek op te nemen.

Maar ondanks de verplichting dat praktikum een onderdeel van het schoolonderzoek dient te zijn (vanaf 1982) wordt toch op veel scholen nog te weinig praktikum in de bovenbouw gedaan. De belangrijkste belemmeringen zijn:

- Het examenprogramma is te omvangrijk, men heeft geen tijd in de lessen,
- Men heeft zelf te weinig tijd om praktikum op te zetten, materiaal te ontwikkelen.

Maar als praktikum niet alleen maar middel, illustratie, belangstelling wekkend, een werkvorm is, maar ook doel, inherent aan het vak - want in de natuurkunde worden theorieën d.m.v. het experiment getoetst en n.a.v. het experiment gevormd - dan behoort je het aspekt van experimenteren in het onderwijs op te nemen en ook te toetsen. Dat laatste kan en moet zelfs in het schoolonderzoek.

Leerlingen staan in het algemeen erg positief tov praktikum en vinden het terecht dat ook deze aspekten van het natuurkundeonderwijs getoetst worden. Naast het verslag zijn er vele andere meer of minder originele methoden om het praktikum te beoordelen die de leerlingen erg waarderen. Ondanks het feit dat de cijfers voor een verslag subjektief en weinig diskriminerend zijn is men in de subgroep toch van mening dat het maken van verslagen bij het praktikum past, dat ze nagekeken behoren te worden en dat de cijfers moeten meetellen. Zeer veel deelnemers in de subgroep werken met praktikumtoetsen hetzij van het CITO, hetzij zelf gemaakt om op redelijk objektieve wijze het praktikum in het kader van het schoolonderzoek te beoordelen. Aanbevolen wordt om deze vorm van toetsen niet te beperken tot het schoolonderzoek. Ook in de pré-eindexamenklassen en zelfs in de onderbouw kan praktikum getoetst worden gedurende een geheel lesuur of kan een korte praktikumtoets een onderdeel van een repetitie zijn. In het algemeen kan men zich vinden in een eenvoudig model van een praktikumtoets die bestaat uit de uitvoering van het experiment en de uitwerking, waarbij gewerkt wordt met onderdelen waarin men afzonderlijke vaardigheden toetst. Maar om de individuele uitvoeringsvaardigheden te kunnen beoordelen is het noodzakelijk om over voldoende beoordelaars te beschikken. Pas dan is het mogelijk om het experimenteren een redelijk gewicht toe te kennen.

Om een praktikumtoets (vergelijkbaar met een repetitie- of eindexamenopgave) te kunnen maken heeft men een idee nodig voor een experiment met voldoende experimenteermogelijkheden.

Heeft men een idee of zelfs een voorbeeldtoets dan kan men deze naar eigen inzicht herformuleren en gebruiken. Enkele voorbeelden worden besproken:

- Een thermokoppel.

De thermospanning kan men berekenen als men de thermostroom (met mA-meter) meet en als men de weerstand van de thermokoppeldraden en de stroommeter bepaalt. (zie verslag Woudschotenkonferentie 1979).

- De viskositeit van water.

De viskositeit van water als functie van de temperatuur kan men bepalen met een eenvoudige opstelling bestaande uit twee plastiek bekertjes en een rietje (zie Faraday 52 blz. 90 (1983)).

- De birietthermometer.

Twee met plakband aan elkaar bevestigde rietjes trekken krom wanneer men door elk water van verschillende temperatuur laat stromen. Er is een "eenvoudig" verband tussen de doorbuiging en het temperatuurverschil. (zie stageverslag REA Bouwens, THE, vakgroep didaktiek natuurkunde)

- De zinkende dobber

Een cilindervormige glazen buis met schaalverdeling, aan één zijde afgesloten met een rubber vlies met een klein gaatje wordt vertikaal neergelaten in een bak met water (zie stageverslag REA Bouwens, THE, vakgroep didaktiek natuurkunde)

Verder kan men veel voorbeeldtoetsen en ideeën vinden in het proefschrift van G.Verkerk "Het praktikum in het schoolonderzoek natuurkunde" uitgegeven bij Van Walraven, Apeldoorn.

taak-motivatie, een zichzelf in stand houdend systeem

theo c.m. bergen
kun



Aan de hand van taken (zie het bijgevoegde materiaal) is aan de deelnemers duidelijk gemaakt hoe motivatie opgevat als een zichzelf in stand houdend systeem functioneert.

De waarderingsopdracht leverde discussie op over de haalbaarheid van het toepassen in het onderwijs van een meer interne evaluatienorm en een externe evaluatienorm.

Op basis van de eigen ervaringen met deze taaksituaties werden het doelstellingengedrag, de uitvoering, de bevestiging, de toeschrijving, de affectbeleving en de verwachting geïllustreerd. Daarnaast werd steeds geprobeerd om de ervaringen door te trekken naar de school-situatie.

Met name de ervaringen van falen maakten aan de deelnemers duidelijk, dat de motor voor motivatie succes is. Daarnaast werd duidelijk dat mensen strategieën ontwikkelen om met falen om te gaan. Nagegaan werd welke strategieën leerlingen in het onderwijs ontwikkelen als zij falen en of docenten invloed kunnen uitoefenen op ongunstige strategieën van leerlingen.

Uit de nabespreking bleek, dat de deelnemers de activiteiten als verhelderend hebben ervaren.

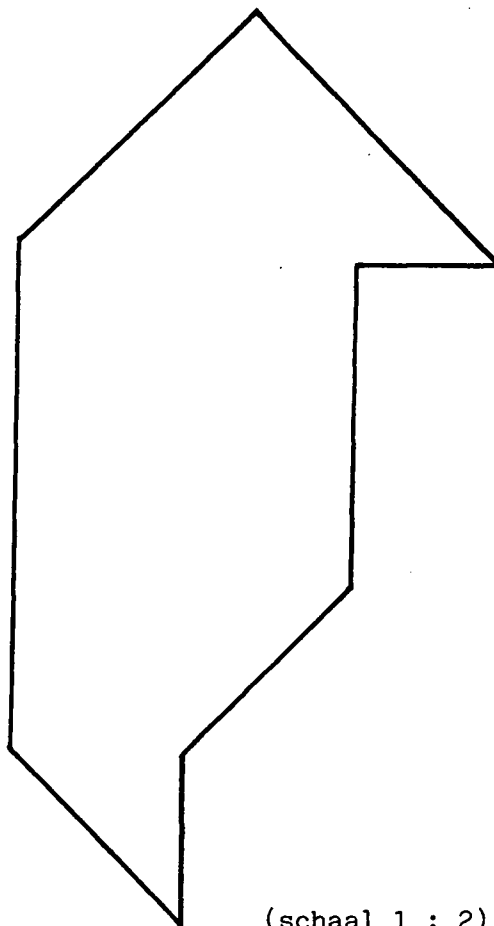
Taaksituaties.

Oefenronde.

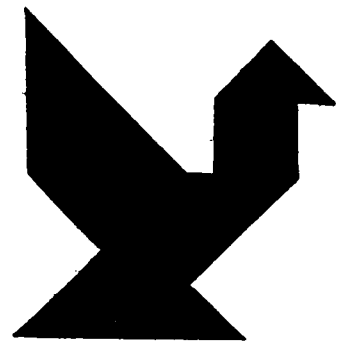
De oefenronde:

De deelnemers proberen binnen 5 minuten het geprojecteerde tangram-figuur te maken met de zeven stukjes.

Na 2½ minuut wordt aangegeven dat de tijd voor de helft verstreken is.



(schaal 1 : 2)



Conditie 1 (zonder hulplijnen).

Beantwoord voordat je begint de volgende 5 vragen.

1. Hoe belangrijk vind je het voor jezelf om aan deze taak te werken?

Ik vind het

belangrijk	tamelijk belangrijk	weet niet	tamelijk onbelangrijk	onbelangrijk
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

om aan deze taak te werken.

2. Hoe leuk vind je het voor jezelf om aan deze taak te werken?

Ik vind het

leuk	tamelijk leuk	weet niet	tamelijk vervelend	vervelend
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

om aan deze taak te werken.

3. Hoe goed vind je, dat je bent in dit soort taken?

Ik vind dat ik

goed	tamelijk goed	weet niet	tamelijk slecht	slecht
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ben in dit soort taken.

4. Heb je wel eens eerder aan dit soort taken gewerkt?

Ik heb

heel vaak	vaak	wel eens	bijna nooit	nooit
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

aan dit soort taken gewerkt.

5. Verwacht je dat je deze taak in 5 minuten kunt oplossen?

Ik verwacht dat ik deze taak

wel	waarschijn- lijk wel	waarschijn- lijk niet	niet
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

op kan lossen in 5 minuten.

Na de taakuitvoering.

Heb je de oplossing gevonden?

ja

nee

Wat vind je van je resultaat? ik vind mijn resultaat

een succes enigszins een succes enigszins een mislukking een mislukking

————— ————— —————

Als je je resultaat een succes of enigszins een succes vindt, kun je dan aangeven waardoor dit komt?

Ik denk dat dit voor mij een succes geworden is, omdat

dat klopt zeker dat klopt misschien wel weet niet dat klopt misschien niet dat klopt zeker niet

Ik wat geluk gehad heb

————— ————— ————— —————

Ik mij er goed voor heb ingezet

————— ————— ————— —————

Deze taak voor mij gemakkelijk is

————— ————— ————— —————

Ik in dit soort taken tamelijk goed ben

————— ————— ————— —————

Als je je resultaat een mislukking of enigszins een mislukking vindt, kun je dan aangeven waardoor dit komt?

Ik denk dat het voor mij een mislukking geworden is, omdat

dat klopt zeker dat klopt misschien wel weet niet dat klopt misschien niet dat klopt zeker niet

Ik wat pech gehad heb

————— ————— ————— —————

Ik mij er niet goed genoeg voor heb ingezet

————— ————— ————— —————

Deze taak voor mij moeilijk is

————— ————— ————— —————

Ik in dit soort taken tamelijk slecht ben

————— ————— ————— —————

Wat vind je van je resultaat?

Over het resultaat dat ik gehaald heb, ben ik

niet tevreden nauwelijks tevreden weet niet tamelijk tevreden heel tevreden

— — — —

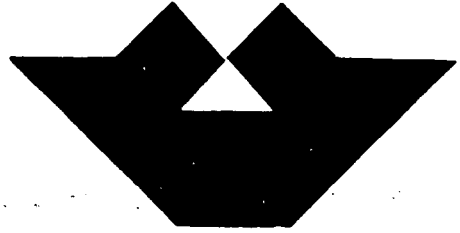
Als je nog eens aan zo een soort taak zou werken, wat verwacht je dan?

Als ik nog eens aan zo een soort taak zou werken, dan verwacht ik

zeker waarschijnlijk wel waarschijnlijk niet zeker niet

— — —

dat het mij zal lukken.



Conditie 2 (met hulp).

Voor de taakuitvoering:

Verwacht je dat je deze taak in 5 minuten kan oplossen, met de hulp die je kiest?

Ik verwacht

zeker wel waarschijnlijk wel waarschijnlijk niet zeker niet

— — —

dat ik deze taak in 5 minuten kan oplossen.

De hulp die ik gekozen heb is

hulplijnen

1 2 3 4 5 6
 — — — — —

Na de taakuitvoering.

Heb je de oplossing gevonden?

ja nee

Wat vind je van je resultaat? ik vind mijn resultaat

een succes enigszins een succes enigszins een mislukking een mislukking

————— ————— —————

Als je je resultaat een succes of enigszins een succes vindt, kun je dan aangeven waardoor dit komt?

Ik denk dat dit voor mij een succes geworden is, omdat

	dat klopt zeker	dat klopt misschien wel	weet niet	dat klopt misschien niet	dat klopt zeker niet
Ik wat geluk gehad heb	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ik mij er goed voor heb ingezet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Deze taak voor mij gemakkelijk is	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ik in dit soort taken tamelijk goed ben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Als je je resultaat een mislukking of enigszins een mislukking vindt, kun je dan aangeven waardoor dit komt?

Ik denk dat het voor mij een mislukking geworden is, omdat

	dat klopt zeker	dat klopt misschien wel	weet niet	dat klopt misschien niet	dat klopt zeker niet
Ik wat pech gehad heb	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ik mij er niet goed genoeg voor heb ingezet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Deze taak voor mij moeilijk is	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ik in dit soort taken tamelijk slecht ben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wat vind je van je resultaat?

Over het resultaat dat ik gehaald heb, ben ik

niet tevreden nauwelijks weet tamelijk heel
 tevreden niet tevreden tevreden

— — — —

Als je nog eens aan zo een soort taak zou werken, wat verwacht je dan?

Als ik nog eens aan zo een soort taak zou werken, dan verwacht ik

zeker waarschijnlijk waarschijnlijk zeker
 wel niet niet

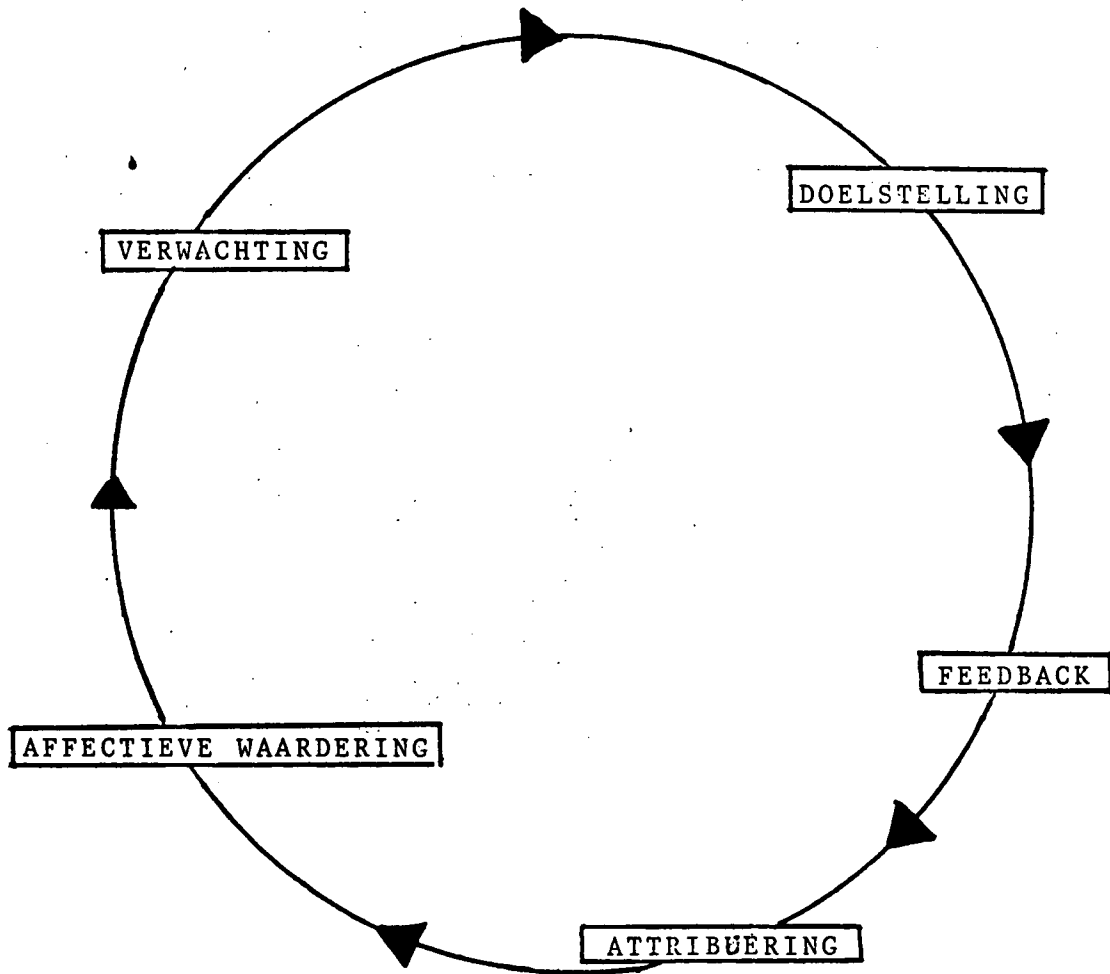
— — —

dat het mij zal lukken.

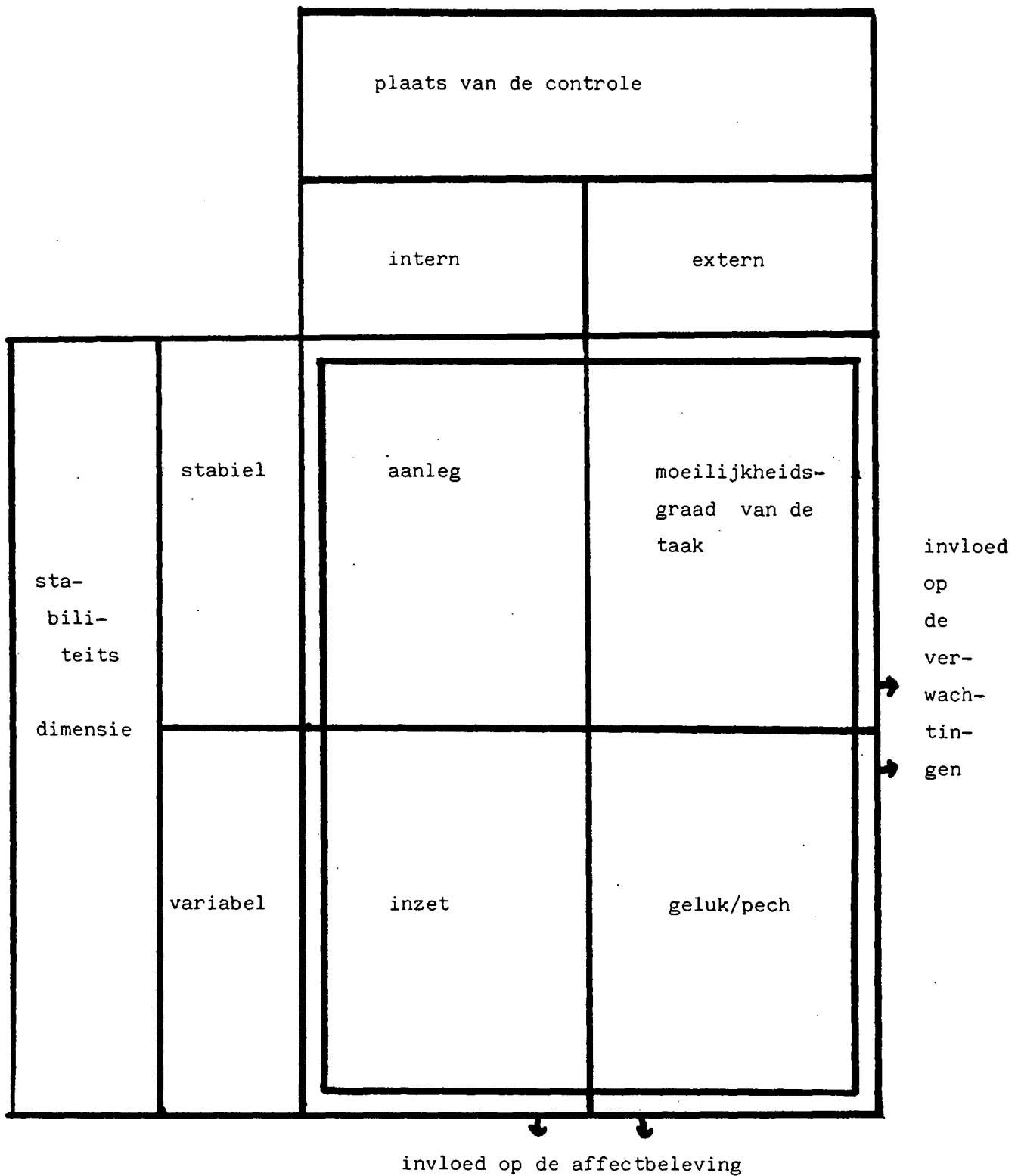
De 5 kenmerken van taaksituaties.

- 1) Het handelen kan tot een objectiveerbaar resultaat voeren.
- 2) Het resultaat kan beoordeeld worden naar maatstaven van kwaliteit en kwantiteit.
- 3) Het handelen kan tot een succes of een mislukking leiden.
Hierbij moet worden aangetekend, dat de taak niet te moeilijk, maar ook niet te gemakkelijk mag zijn.
- 4) De handeling die verricht moet worden, vereist een bepaalde graad van vaardigheid. Afhankelijk van de vaardigheid die de persoon bezit, kan hetzelfde resultaat door de een als een succes en door de ander als een mislukking beleefd worden.
- 5) Hoe meer de situatie gelegenheid geeft om het resultaat aan eigen inspanning toe te schrijven, des te meer wordt het resultaat als een prestatie ervaren.

De 5 basiscomponenten uit het motivatieproces.



SCHEMATISCH OVERZICHT van de vier belangrijke aspecten, waaraan slagen of falen toegeschreven kan worden.



Waarderingsopdracht

Een doorsnee klas maakt maandelijks schoolvorderingentoetsen waarin de stof wordt getoetst die de betreffende maand is behandeld. Over de resultaten worden cijfers gegeven. De toets is zo gekonstrueerd dat het klassegemiddelde rond 5,5 ligt.

Negen leerlingen bereikten op de laatste drie toetsen de hieronder aangegeven resultaten. De leerstof van de drie toetsen kan als gelijkwaardig worden beschouwd en is vergelijkbaar met elkaar.

Waardeer voor elke leerling het resultaat op toets 3.

Als je het resultaat een goede prestatie vindt dan kun je dat aangeven met pluspunten.

Als je het resultaat een slechte prestatie vindt dan kun je dat aangeven met minpunten.

De mate waarin je het resultaat een goede prestatie vindt geef je aan d.m.v. een tot vijf pluspunten (++...). De mate waarin je het resultaat een slechte prestatie vindt geef je aan d.m.v. een tot vijf minpunten (--...).

Geef per resultaat alleen pluspunten af alleen minpunten. Als je een resultaat goed noch slecht vindt dan geef je geen plus- of minpunten. Stel je voor dat de resultaten betrekking hebben op het vak dat je zelf geeft.

Het kan zijn dat je bij sommige leerlingen onzeker bent over de 'juiste' manier van waarden. Van belang is dat je aangeeft hoe je zelf het resultaat waardeert.

		behaalde punten								
		toets 1	toets 2	toets 3						
leerl.	1	8,5	8,0	7,5						
	2	7,5	7,5	7,5						
	3	6,5	7,0	7,5						
	4	6,5	6,0	5,5						
	5	5,5	5,5	5,5						
	6	4,5	5,0	5,5						
	7	4,5	4,0	3,5						
	8	3,5	3,5	3,5						
	9	2,5	3,0	3,5						



sport en natuurkunde

johan swager

1. Heb je wel eens een pink-panter in je handen gehad, zo'n kneedbaar poppetje, die je elke gewenste lichaamsstand kunt meegeven? Probeer eens een houding van een sporter na te bootsen en vraag aan een kennis welke sport je uitbeeldt. Je zult al snel merken dat je aan het denken wordt gezet. Waarom houdt een hoogspringer zijn handen en een been zo hoog mogelijk bij de afzet? Welke houding neemt hij aan als hij over de lat gaat en waarom doet hij dat? En verder denkend: spring je hoger als je sneller komt aanlopen? Speel dit spel een kwartier en je zult wekenlang blijven rondlopen met de tic overdreven bewust naar houdingen te kijken en je telkens vragen te stellen naar de zin daarvan.
2. Deze tic aan de leerlingen meegeven, is zo ongeveer de bedoeling van de oriëntatie van het 5-vwo thema SPORT, een onderdeel van het vwo-bovenbouwproject. De *centrale vraagstelling* in dit thema luidt: "Hoe kun je met natuurkundige begrippen, houdingen en bewegingen van het menselijk lichaam in de sport beter leren begrijpen?" Goed leren kijken en analyseren in fysische termen komen ter sprake. In samenspraak met je leerlingen zou je zelf een deel van dit analyse-schema kunnen afleiden:

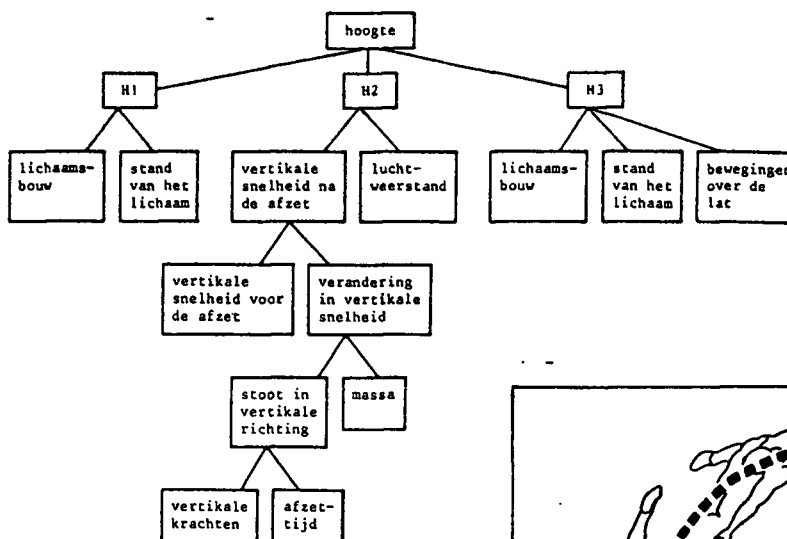


fig. 1.2 Belangrijke factoren bij het hoogspringen.

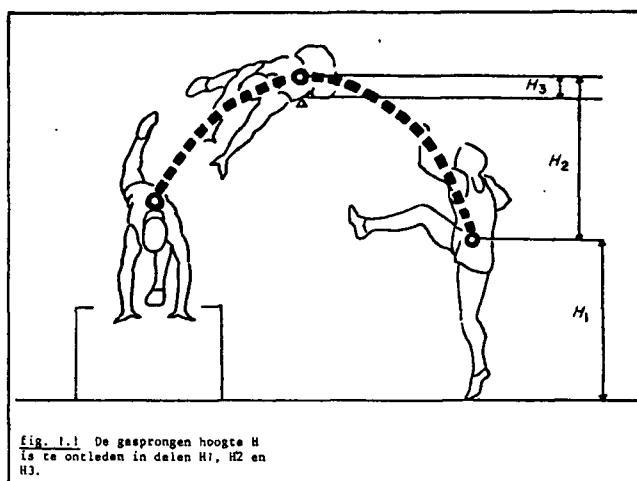


fig. 1.1 De gesprongen hoogte H is te ontleden in delen H_1 , H_2 en H_3 .

3. Het thema bevat hoofdstukken over:
- basisbegrippen als translatie en rotatie;
 - evenwicht bewaren: over evenwicht als een passief en een actief gebeuren, over stabiliteit, lichaamszwaartepunt en de manipulatie daarvan en over hoe je nu hoogspringers beter begrijpt;
 - analyse van worpen: het analyse-schema, kogelstoten als een reeks van hefbomen, verbetering in de 'techniek' en de fysica daarachter;
 - krachten in het menselijk lichaam: de grootte van spierkrachten en reactiekrachten (bijv. van het bot op het gewicht) in levensechte situaties (tillen, gewichtheffen).
4. Van de reguliere examenstof komt vooral de statica aan bod. De wijze waarop deze 'statica' functioneert in het thema verschilt echter nogal van de gebruikelijke wijze. In de gewone statica staat alles stil; heffen momenten elkaar altijd op; ga je ervan uit dat er evenwicht *is*; en is de ligging van het zwaartepunt onafhankelijk van de stand van het lichaam. In de 'sport-statica' beweegt alles; veroorzaakt een moment een rotatie; is evenwicht iets wat je *bewaart*; en verschuift het lichaamsgewicht als je van houding verandert.
5. Het zou interessant zijn eens na te gaan of de leerlingen ook werkelijk (in hun beeldvorming/begripsvorming) andere begrippen gevormd hebben. Als dat zo zou zijn, dan is duidelijk gemaakt dat de context waarin een begrip functioneert een inkleuring geeft aan zo'n begrip; een verschuiving in interpretatie, die voor leerlingen zelfs zo groot zou kunnen zijn dat een *ander* begrip is aangebracht in hun ogen. In het voorbeeld zou dit bijvoorbeeld het geval kunnen zijn met 'passief evenwicht' ten opzichte van 'actief evenwicht' en met 'zwaartepunt van een star lichaam' ten opzichte van 'lichaamszwaartepunt (van de mens)?
Wie doet een poging?

werkgroep 5:

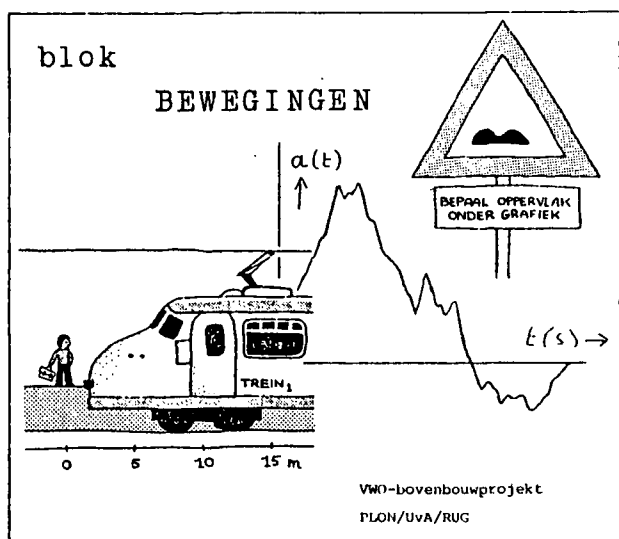
uitdagende mechanica problemen voor 4 vwo

ton van der valke
maarten pieters



PLON UVA RUG

vwo bovenbouw
natuurkunde projekt



Een lessenserie over de mechanica van de vierde klas, vanuit reële situaties bekeken.

De mechanicaproblemen die in de werkgroep aan de orde kwamen, maken deel uit van het "Blok Bewegingen" dat geschreven is voor 4 VWO-bovenbouwproject.

A. DEELNEMERS AAN HET PROJECT

Een groep van rond de dertig leraren maakt in samenwerking met medewerkers van de universiteiten een curriculum VWO voor klas 4, 5 en 6. Er zijn nu vier proefscholen die het hele vierde klas materiaal uitproberen; drie van de vier testen eveneens in de vijfde klas het materiaal uit. Een experimenteel eindexamenprogramma is aangevraagd. Daarnaast is er een snel groeiende groep scholen die één of meer thema's in de klas gebruiken.

B. HET MATERIAAL

Over enkele maanden (voorjaar '85) is de vijfde klas gereed. Aan de zesde klas wordt gewerkt. Docentenhandleidingen zijn gemaakt of in voorbereiding.

Het curriculum bevat THEMA'S en BLOKKEN;

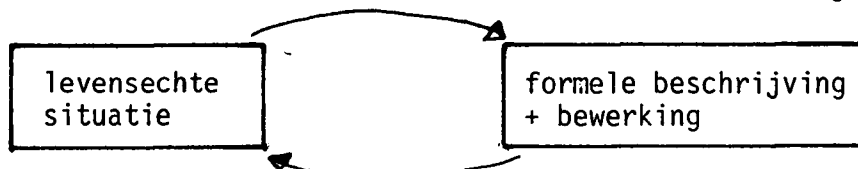
In een THEMA staat een vraag centraal uit de techniek, wetenschap, dagelijkse omgeving of de samenleving.

In een BLOK staat een vraag centraal uit de vakdiscipline. Begrippen die eerst alleen binnen de context van het thema aan de orde zijn gekomen, worden hier "gegeneraliseerd".

OVERZICHT VAN HET EXPERIMENTELE CURRICULUM

<u>4e klas</u>	<u>5e klas</u>	<u>6e klas</u>
Lijfwerk	Sport	Satellieten
Muziek	Elektromotoren	Blok Elektromagnetische Straling
Verkeer	Blok Arbeid	Hoe ontwikkelt de wetenschap zich?
Blok Bewegingen	Rond 1900	Open onderzoek
Het Weer	Automatisering	Blok Repeteren voor het Examen
Energie	Blok Veld en Potentiaal	
	Ioniserende Straling	
	Blok Deeltjesmodellen	
	Keuze-onderwerpen	

Dit project behandelt (evenals het PLON-HAVO-bovenbouwproject) de natuurkunde in thema's, maar voegt op gezette tijden zo'n "blok" in. Daarin wordt een deel van de in de thema's behandelde leerstof verdiept en in een formeel-wiskundig kader gezet (dus "systematische" in plaats van "thematische" natuurkunde en worden de leerlingen geoefend in de vertaling van een levensechte situatie naar een formele beschrijving:



In een blok gaan leerlingen ook probleemoplossen oefenen rond levens-echte situaties. Er staan dus niet alleen opgaven in die het gebruik van bepaalde formules oefenen.

Hieronder staat het contrast met de traditionele natuurkunde verscherpt weergegeven:

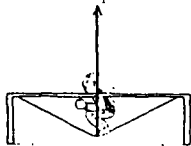
- * traditioneel gelden de eenparige en de eenparig versnelde rechtlijnige beweging als de basisbewegingen, en daar wordt mee geoefend; andere bewegingen zijn ingewikkeld en krijgen weinig aandacht.
- * in het blok bewegingen geldt de ingewikkelde beweging als de basisbeweging; het is de kunst, (bijv. door meting) een tabel of grafiek van zo'n beweging te bemachtigen.

BEDOELINGEN VAN HET BLOK BEWEGINGEN

Het blok BEWEGINGEN is geschreven voor de vierde klas VWO. Het sluit nauw aan bij het PLON-IIAVO/VWO-thema VERKEER.

Het blok BEWEGINGEN heeft de volgende bedoelingen:

- Verbanden leggen tussen de begrippen verplaatsing, snelheid, versnelling en kracht, aan de hand van *reële situaties*;
- Het *verdiepen* van die begrippen naar hun wiskundige vorm, naar het vektorkarakter ervan, en naar willekeurige bewegingen. Zoveel mogelijk wordt aangesloten bij de HEWET-wiskunde;
- Het *verbreden* van deze begrippen naar vele, aan de realiteit ontleende, situaties;
- Het leren kiezen van bij een bepaalde probleemstelling passende *vereenvoudigingen*;
- Het leren *oplossen van problemen* uit de praktijk met begrippen en methodes uit de mechanika.



Probleem 3.5 TRAMPOLINESPRINGEN

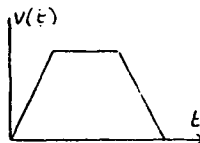
OPBOUW VAN HET BLOK BEWEGINGEN

- *hoofdstuk 1* is een korte oriëntatie op de komende activiteiten.
- In *hoofdstuk 2* ("verplaatsing, tijd, snelheid") komen, aan de hand van de beweging van treinen, de algebraïsche en grafische beschrijvingen van bewegingen naast elkaar aan bod. Elke paragraaf bevat een aantal verwerkingsopdrachten. Tot de theorie behoren het differentieren van $v(t)$ -functies en het bepalen van de afgelegde afstand uit een v, t -grafiek. Aan het eind van het hoofdstuk lossen de leerlingen zelfstandig of in groepen, problemen op in nieuwe, reële situaties. Enkele titels van de "problemen" zijn: keuze van een lift; achtervolging van een antilope, snelheid van lopende banden. Daarbij moeten zij zelf (of samen) bedenken hoe het probleem aangepakt kan worden. In een bijlage zijn "hulpvragen" bij elk probleem opgenomen; daarin wordt impliciet een zekere systematiek van probleemoplossen gesuggereerd.



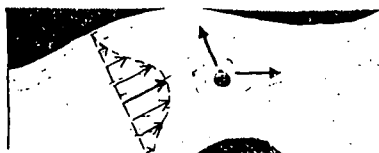
Probleem 2.3

lift	v_{\max} in m/s
I	1,0
II	2,0
III	2,5
IV	3,5



►► Welke lift is voor welk aantal verdiepingen het meest geschikt?

- In *hoofdstuk 3* ("versnelling") wordt, sterk naar analogie met de snelheidsfunctie $v(t)$ uit het vorige hoofdstuk, de versnellingsfunctie $a(t)$ geïntroduceerd en daaraan gekoppeld de krachtfunctie $F(L)$. De *konstante* versnelling is een benadering die vaak handig is, maar soms informatie "weggooit" (denk aan het comfort in een trein of lift). Aan het eind van dit hoofdstuk volgt weer een serie problemen (bijv. versnelling bij de sprint, bij trampolinespringen, bij een raket).
- In *hoofdstuk 4* ("Richtingen beschrijven") komt een nieuw aspect van de begrippen naar voren: de *richting*. In allerlei 2-dimensionale situaties moeten de leerlingen snelheden en versnellingen opmeten en berekenen. Ook dit laatste hoofdstuk sluit af met "problemen": afzetkracht bij hoogspringen, afdrijven op een rivier, e.a.



Probleem 4.1 RIVIER-OVERZWEEMEN



Probleem 4.3 HOOGSPRINGEN

De *lerarenhandleiding* bij BEWEGINGEN bevat o.a. een verantwoording, een mogelijk lessenplan, uitgebreide opmerkingen per hoofdstuk, en mogelijke uitwerkingen van problemen.

HET BLOK BEWEGINGEN IN DE KLAS, IN COMBINATIE MET VERKEER

De gehele VWO-bovenbouw cursus wordt op vier proefscholen gebruikt, in bovenstaande volgorde. Daarnaast worden losse thema's op scholen uitgeprobeerd.

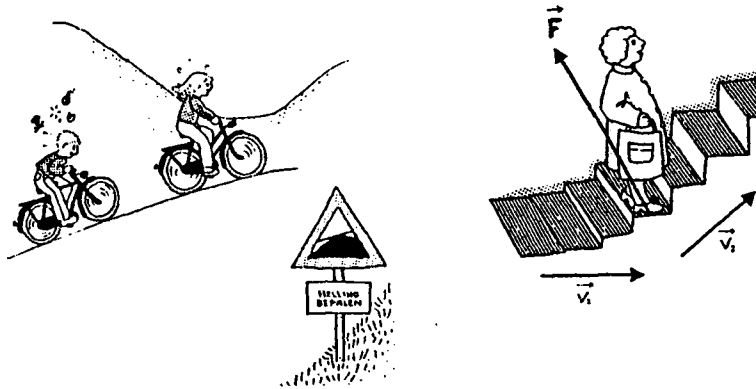
De combinatie thema VERKEER met blok BEWEGINGEN is op een aantal scholen, die verder met een gebruikelijke methode werken, aan het begin van de 4e klas VWO gebruikt. Daarbij zijn zowel een aantal sterke punten als probleempunten naar voren gekomen.

Sterke punten:

- Het werken met reële contexten spreekt aan en is motiverend. Met name het oplossen van de problemen valt goed bij de leerlingen.
- Er is een goede aansluiting bij het nieuwe wiskunde-programma.
- Na VERKEER en BEWEGINGEN worden de basisbegrippen en -relaties, zoals de wetten van Newton, goed beheerst. Elementaire begripsfouten lijken minder voor te komen dan bij een meer traditionele cursus.
- De vierde klas-mechanica kan in kortere tijd behandeld worden: ca. 40 lessen.
- Er worden veel mogelijkheden tot variatie geboden, zowel in werkvormen en methode van behandelen als een differentiatie naar interesse en niveau in de keuzeonderdelen.

Probleempunten:

- Het blok is experimenteel materiaal in de eerste versie: er zijn nog geen leservaringen in verwerkt. Deze wijzen niet in de richting van ingrijpende wijziging, maar wel van een betere afwerking/uitbalancering.
 - De combinatie is niet geschreven voor het begin van de 4e klas: er worden eisen gesteld t.a.v. vaardigheden van leerlingen (als meetplan maken, rapporteren, en zelfstandig werken in groepen) die eerst in de 4e klas aangeleerd zouden moeten worden.
 - Het kost de leraar en de leerlingen moeite en tijd om te wennen aan de "andere didactiek" in VERKEER en BEWEGINGEN.
 - VERKEER en BEWEGINGEN zijn niet geschreven vanuit het huidige examenprogramma. De leraar moet keuzen maken over aanvullingen, accenten en weglatingen.
- Het verdient aanbeveling om contact met het VWO-bovenbouw-project op te nemen als je overweegt VERKEER en/of het blok in de klas te doen, en profijt te trekken van de ervaringen op diverse scholen.



De leerlingen moeten aan de hand van het voorgelegde probleem kiezen welke vereenvoudiging zinvol is in de gegeven situatie.

Voorbeeld: de beweging van een trein

- de reiziger die in een bepaalde tijd een bepaalde afstand wil overbruggen, is niet in alle details geïnteresseerd, als Δt maar niet te groot is voor deze Δs (anders reist hij evt. per auto); de vereenvoudiging tot eenparige beweging voldoet goed;
- de dienstregelingmaker moet rekening houden met de versnellingen en vertragingen en met de maximumsnelheid; de vereenvoudiging van eenparig versnelde (vertraagde) beweging bij optrekken en afremmen voldoet daarbij goed;

- de reiziger die eenmaal zit, wil comfortabel reizen, zonder schokken; een constante snelheid is dan ideaal, maar een constante versnelling (mits a niet al te groot) gaat ook goed; schokken zijn echter vervelend. Voor het comfort is het daarom nodig rekening te houden met de 'ruk' = da/dt . Die moet tot max. $1,5 \text{ m/s}^3$ beperkt blijven. Door een verdere vereenvoudiging zou je precies de relevante informatie weggooien.

Bij de nabespreking in de klas ligt de nadruk op het uitwisselen en vergelijken van oplossingsstrategieën.

Het blok Bewegingen volgt in het voorgestelde curriculum op het thema Verkeer en is op 4 proefscholen als onderdeel van het gehele VWO-projectcurriculum uitgeprobeerd; daarnaast ook op een zestal niet-gebonden scholen.

De ervaringen waren bemoedigend. De oefenproblemen worden door docenten en leerlingen als de meest aantrekkelijke vondst van het blok geprezen. De leerlingen vonden het blok wel lastiger dan de meeste thema's, vooral waar de algebra-achtige benadering van kinetische grootheden opduikt. Werken met grafieken ging daarbij wel wat makkelijker dan met functies. Sommige van de oefenproblemen bleken erg makkelijk: echt "onderduiken" in een formule-fase was dan te omzeilen. Waar dit echter niet lukte, kwamen veel leerlingen er niet helemaal uit zonder hulp van elkaar, van de hulpvragen achterin en van de docent.

Ook in een repetitie heeft een dergelijke probleem gestaan, volgens dezelfde opzet. De vraag was gesplitst in een a-vraag: beschrijf je strategie, en een b-vraag: "voer je plan uit en bereken het antwoord". Bij de b-vraag konden ze een blad met hulpvragen krijgen, maar wel na inlevering van het a-antwoord en één punt van het cijfer. Dat blad werd door niemand gevraagd. "Het kost je een punt en je hebt nog het antwoord niet!"

In de werkgroep is aan enkele van de problemen gewerkt. Oplossingsstrategieën waren uiteraard snel gevonden. De uitwisseling leverde enkele voorbeelden van verschillen in aanpak op, zij het geen opvallend grote. Discussie ontstond vooral over de interpretatie van de gegevens, over de schattingen of annames die men zelf aan de gegevens moest toevoegen en over de rol van enkele hulpvragen.

Tot slot van dit verslag enkele vragen die door de deelnemers gesteld werden.

- Kan deze manier van werken ook het op HAVO gebruikt worden? Het blok als geheel is veel formeler dan we van HAVO-leerlingen willen eisen; enkele van de oefenproblemen kunnen echter waarschijnlijk wel gebruikt worden.
- Kunnen alle leerlingen dit wel volgen? (vgl. traditionele mechanica). De stof gaat sommigen te hoog; de problemen werken wel motiverend. Zijn er ook, die compleet afhaken? Toen het eind 4-VWO behandeld werd, waren er een paar die nergens meer hun tanden in zetten; vóór de pakketkeuze geplaatst, zal de combinatie Verkeer-Blok-Bewegingen wel wat serieuzer als test voor geschiktheid beschouwd worden (zo wordt het wel een beetje aangekondigd nl. dit practicum-formalisme-tandem).

- Gebruiken ze óók de traditionele formules in de problemen minder dan in traditionele opgaven. Vaak grijpt men naar het middel van de grafiek.
- Kunnen ze de gewone examenvragen wel aan?
Ervaring in probleem-oplossen is ook daarbij zeer welkom. Traditionele opgaven zijn meestal in subvragen verdeeld en daardoor weer iets makkelijker. Het "vraagstuk" is de leerlingen overigens ook niet bekend.
- Is het nakijken van zo'n repetitie niet een subjectieve zaak? Normeren is lastiger. Je moet al nakijkend een jurisprudentie opbouwen. Veel varianten narekenen.
- Wordt klakkeloos "hokjes tellen" nu de nieuwe truc?
Dat risico loop je. Een leerling moet zich echter wel realiseren, wat een hokje voorstelt: een ingebouwde dimensiecontrole dus. Het oppervlak onder een s-t-diagram berekenen blijkt dan verspilde moeite. ("Leren ze grafieken ook gewoon aflezen?").

electronische componenten en functies

dick krijsman
egbert holl



De bijeenkomsten trokken respectievelijk 6 en 7 deelnemers. De tweede groep bleek bij navraag vooral geïnteresseerde beginners op het gebied van 'elektronica voorbij het rijksleerplan' te bevatten.

In de inleiding werden de bedoelingen en de opzet van het PLON-havobovenbouw thema 'elektronica' toegelicht aan de hand van de themavragen en een thema-overzicht.

Vragen:

- hoe worden een aantal functies gerealiseerd op het gebied van elektronische communicatie, informatieverwerking en automatisering;
- hoe beïnvloeden wetenschap, techniek en samenleving elkaar bij de ontwikkeling van de elektronica;
- welke effecten kan de ontwikkeling van de elektronica hebben op onze toekomstige samenleving.

SCHEMA			
HOOFDSTUKKEN	COMMUNICATIE	INFORMATIEVERWERKING	AUTOMATISERING
1. oriëntatie 1 les disc/lenen	verschil elektronica ←→ elektriciteitsleer korte impressie van de hoofdstukken		
2. el. tot 1950 2 lessen studie	van vaste stof diode tot transistor	van relais tot buisencomputer	
3. el. componenten 7 lessen practicum met enige tempo differentiatie	gelijkrichting en AM-demodulatie* met diode		brandalarm-lichtschakelaar met NTC/LDR transistor vertraagde werking met condensator
4. transistor tot chip 2 lessen par. practicum 1 les uitwisseling		klok-*, tel-* en geheugenfunctie*; via poorten tot binair optellen*	
5. chip opbouw/prod. 2 lessen video + studie	massafabricage miniaturisatie	wisselwerking ↔	prijs + betaalbare toepassingen
6. el. systemen 2 lessen onder- zoek 1 les uitwisseling	AM-zonder*; FM digitale communicatie* glasvezel	computeropbouw; in- en uitvoer- technieken streepjescode als vb.	meten met ADC regelen met stappen- motor*
7. el. revolutie 1 les afrondende disc	wat zien we in het koffiedik van de toekomst? meer vrije tijd of werkloosheid? informatie- of vermaakwaterval - wie worden meester en wie slaaf van het groeïende aanbod? samenleving kwetsbaarder voor sabotage/storingen?		

Vervolgens werden de proeven met ster* gedemonstreerd waarbij we behalve goede voedingen ook tijd te kort kwamen. De eerste werkgroep werd daarom met een kwartier verlengd.

meten met de microcomputer

menno van der veen
bert van lenthe

Overzicht

Uitlegging + verspreiding + demonstratie van proef voor bepaling oppervlaktesnelheid watergolven (zie "interface-demonstratie").

Discussie over de noodzaak van micro in natuurkunde. Stemming verdeeld. Vooral simulatie wordt erg gewaardeerd.

Lijst van mogelijke proefjes in HAVO-VWO (zie voorstellen computerproeven natuurkunde VWO-HAVO).

Er is behoefte aan eenvoudige hulpelektronica. In sneltreinvaart is besproken hoe op-amps te gebruiken zijn, welke formules e.d. Dit was niet geprogrammeerd in deze workshops, maar bleek noodzakelijk.

Informatie over sensoren, ijkingen en aansluitingen. Deze info is gewoon verstrekt. Over stellingen is nauwelijks (eigenlijk voortdurend tussendoor) apart gesproken.



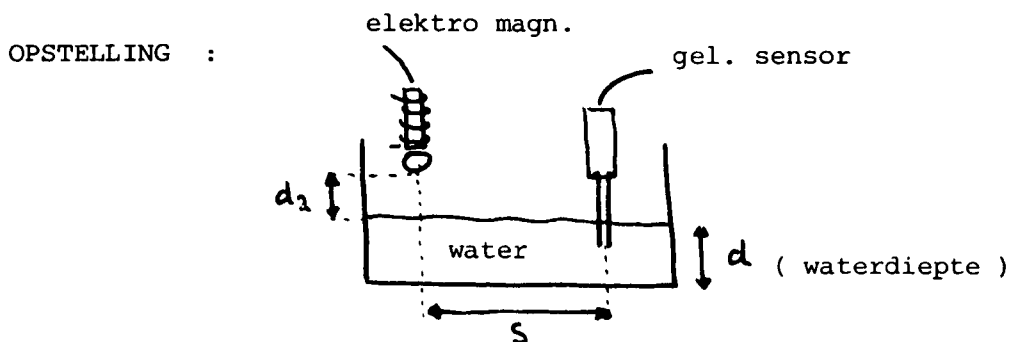
Informatie betreffende INTERFACE-DEMONSTRATIE

DOELSTELLING: twee variabelen (waterdiepte en golfsnelheid) in hun onderlinge relatie onderzoeken.

PROBLEEM : meting van de VOORTPLANTINGSSNELHEID van oppervlakte golven bij water als functie van de water-DIEPTE.

METHODE :- meten m.b.v. een micro

- puls 1 (uit micro) laat voorwerp in water vallen waardoor een oppervlaktegolf ontstaat
- puls 1 start een tijdteller in de micro
- een geleide sensor staat op enige afstand van het vallend voorwerp
- de oppervlaktegolf komt bij de geleide-sensor aan, waardoor deze dieper in het water komt
- de zo ontstane toename van de geleiding wordt in een lusprogramma gedetecteerd en de tijdteller stopt met lopen
- de micro verricht enig rekenwerk en de golfsnelheid verschijnt op het scherm



- de tijd die de kogel nodig heeft om te vallen over de afstand d_2 wordt in het programma van de totale tellertijd afgetrokken.

MICRO-TAAL : BASIC , de tijdteller en de controlelus voor de geleidesensor zijn in machinetaal geprogrammeerd (i.v.m. de benodigde meetsnelheid)

GEBRUIKTE

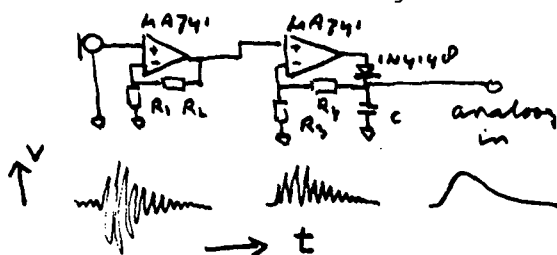
APPARATUUR : micro : P2000
 interface : SINTECH
 elektromagn.: SINTECH
 gel. sensor : SINTECH

MECHANICA:

1. bepaling g : elektromagneet laat kogel los die door lichtbundel valt.
kan redelijk met basic mits de valafstand niet te klein is.
- 2 bepaling v : bij airtrack kunnen 8 fotodiodes worden geplaatst aangesloten op de digitale ingangen. Op 8 plaatsen kan zo de snelheid (of gemiddelde snelheid) worden gemeten en berekend.
- 3 cirkelbew. : inkepingen maken in draaiënd wiel met fotodiodes en lampje er bij. rotatiesnelheden zijn zo te bepalen. Bij Basic mag het wiel niet te snel draaiën. De hoeksnelheid als functie van tijd kan zo gemeten worden.
- 4 energie : Massa via katrol verbonden aan potentiometer. Uitgangsspanning van deze potentiometer is maat voor U_{pot} . Ukin kan weer met fotodiodes worden gemeten. In verband met wrijving is het gebruik van grote massa's noodzakelijk.

GOLVEN EN TRILLINGEN:

- 1 toongen. : per geheugenplaats kan een getal tussen 0 en 256 worden ingevoerd. door een serie geheugenplaatsen in een lus uit te lezen kan men zelf herhalende golfvormen vaststellen, evenals de frequentie door de lusloopsnelheid te variëren.
- 2 meting v : in vloeistof - zie demonstratieproef
in lucht: puls (digitaal) geven aan ultrasoon zender, op enige afstand opvangen met ultrasoon detector. Micro meet tijd tussen zenden en ontvangstpuls. Hieruit volgt v
- galmtijd : microfoon signaal versterken en gelijkrichten, grootte uitgangsspanning in geheugen opslaan via poka. Puls geven in de ruimte (handklap), meet signaal leest ondertussen in geheugen. Na inlees van elke geheugenplaats waarde de 20. log nemen voor omzetting in dB. Dan tijd bepalen voor afname 60 dB = T_{galm} .



$$A_1 = \frac{R_2}{R_1} + 1$$

$$A_2 = \frac{R_4}{R_3} + 1$$

c experimenteel bepalen.

b.v. $R_2 = 100k$ $R_1 = 1k$

$R_4 = R_3 = 10k$

$C = 1\mu F$

GASSEN:

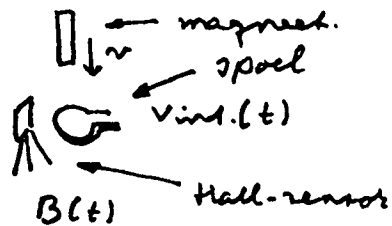
- P.V.T : P meten met druksensor: zie begeleidende info
T meten met temperatuursensor, Cintech, thermokoppel
V veranderen met behulp van water en motortje van Cintech.
Met enige fantasie valt hier wel iets leuks te brouwen

ELEKTRICITEIT :

- V, I, R : met behulp van schuntweerstand kan analoge ingang V of I meten. Toevoeging van snelle omschakelaar maakt tijdmeting van V en I mogelijk, dus bijvoorbeeld bepaling van R als functie van t.
- E-V-veld : potentiaalverdeling maken over grafiet-papier. Potentiaal meten met analoge ingang (hoog-ingangsimpedantie-voorversterker nodig), evenals positiebepaling van meetpunt. Computerprogramma rekent equipotentiaalvlakken uit.
- V-bron : Versterking van analogo uitgangssignaal en sturing naar vermogens emittervolger. Hierdoor ontstaat stuurbare V-bron door micro.

INDUCTIE :

- geheugenscoop :dat ding schijnt iedereen te ontwikkelen.Wij ook,dus dat laten we hier verder maar achterwege
- inductieproef 1 :neem spoeltje,sluit aan op analoge ingang,magneet valt er door en via geheugenscoopprogramma wordt Vind. als functie van tijd g registreerd
- inductieproef 2 :zie inductieproef 1,echter extra toevoegen: Hall-sensor .
Zie extra info van sensoren.
De Hall-sensor registreert het momentane B-veld.De spoel geeft de momentane inductiespanning af.
Met behulp van deze twee metingen en $V_{ind} = - d(FLUX)/dt$ kan onderlinge samenhang aangetoond worden.





een blik op het project eerste fase v.o.

*pim heijting
henk 't hooft*

Het projectaanbod

Al geruime tijd worden nieuwe ontwikkelingen in het voortgezet onderwijs ondersteund door projecten als:

MAVO-project

ISG integratieproject scholengemeenschappen

BOVO basisonderwijs-voortgezet onderwijs

Middenschool

Opzet is nu dat er meer samenhang tussen deze projecten komt. Landelijke Pedagogische Centra (LPC's) en Initiële Opleidingen (vooral de NLO's) zijn bezig een samenhangend aanbod te ontwikkelen.

Ook al is er nog weinig te zeggen over de toekomstige vorm van de eerste fase van het voortgezet onderwijs:

- integraal 3-jarig (V.Ba.0)
- twee gelijkwaardige stromen
 - vierjarig (MAVO-LBO) en
 - driejarig (onderbouw HAVO/VWO)

-.....

wel lijkt de richting van:

- onderwijs aan meer heterogene groepen
 - onderwijs met een minder selectief karakter
- definitief te zijn ingeslagen.

Het Project Eerste Fase Voortgezet Onderwijs, dat zijn wortels vindt in het MAVO-project, moet scholen gaan ondersteunen die in die richting werken.

Er wordt nu op een groot aantal gebieden materiaal ontwikkeld. Het gaat daarbij om zaken als:

- afstemming schoollijn-vakkenlijn
- cursussen speciaal voor functionarissen als
 - schoolleiders
 - dekanen
 - brugklascoördinatoren
- thema's (nieuwe leergebieden als algemene technieken en burgerinformatica, maar ook nieuwe onderwijsvormen als projectonderwijs en speciale aandachtsgebieden als onderwijs aan allochtonen)
- vakcursussen.

De vakcursussen

Voor 14 vakken uit de eerste fase van het voortgezet onderwijs worden nu cursussen samengesteld. Een medewerker van de LPC's, van de NLO's en twee kaderdocenten van het MAVO-project vormen een kwartet. Zij zijn in eerste instantie verantwoordelijk voor de cursusinhoud.

De cursussen gaan in september 1985 van start; kennen 24 bijeenkomsten verspreid over 2 jaren.

Systematisch wordt aandacht besteed aan werkvormen, beoordeling en begeleiding, leerstofkeuze.

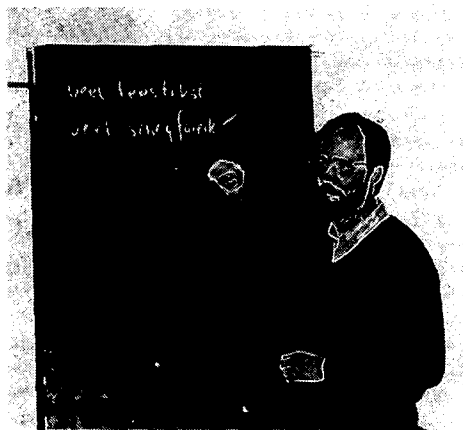
Het belangrijkste kenmerk van deze cursussen is niet kennisoverdracht of het aanleren van vaardigheden, maar de eerste richtingwijzer is aan de hand van lesmateriaal, leerlingenwerk en uitwisseling van ervaringen aan het werk te gaan.

Leidraad is daarbij dat het project aan waarde wint als er bij alle vakken aan dezelfde onderwerpen gewerkt wordt. Centraal staat daarbij dan onderwijs aan heterogene groepen en onderwijs met een minder selectief karakter.



eindexamenopgaven, ook een stimulerend middel?

pieter hogenbirk



Om verschillen te bespreken tussen de reguliere HAVO-examenopgaven en experimentele examenopgaven in het kader van het PLON-experiment, bestudeerden de deelnemers aan deze subgroep twee PLON-opgaven uit het examenjaar 1984, 1e en 2e tijdvak.

Een inventarisatie van de verschillen leverde het volgende op:

- veel leestekst in de opgaven;
- veel schrijfwerk gevraagd (beredeneer-vragen);
- beschrijving van een experiment gevraagd (een "creatief inzicht"-vraag);
- een opgave begint met een probleem, dat aan het einde ook echt wordt opgelost en niet alleen deelvragen van dat probleem;
- opgaven gebaseerd op citaten en kranteknipsels;
- andere contexten van de opgave;
- één van de opgaveonderdelen gaat over een wetenschappelijk controversieel onderwerp.

Vervolgens werd er gediscussieerd over een wensenlijstje met betrekking tot examenopgaven. Aan het einde van de werkgroep hebben de deelnemers een ja- of nee-sticker bij elk van de wensen geplakt. Dat is er zo uitgekomen:

- I Er moet in het examenprogramma meer ruimte komen voor nieuwe natuurkunde
(toel.: dit zal onvermijdelijk ten koste gaan van andere onderwerpen)

ja 7 nee 1

- II Er moet in elk examen een zo groot mogelijke spreiding zijn over de leerstofonderwerpen, vaardigheden, denkactiviteiten en natuurkundige context (wetenschap, techniek, natuur, maatschappij, leefwereld, schoolexperimenten)

ja 15 nee 2

- III Bij HAVO-examens gaat 50% van de opgave(-onderdelen) over bekende situaties.

(toel.: die moeten dan omschreven zijn in een examenprogramma)

ja 5 nee 8

- IV Een opgave begint met een duidelijk omschreven probleem of probleemstelling, waaraan in de opgave ook gewerkt wordt

ja 13

- V Een examen dient voor ongeveer de helft uit korte opgaven te bestaan
(toel.: korte opgaven bestaan uit 1, 2 of max. 3 onderdelen)

ja 12 nee 10

- VI Ook getoetst moeten worden vaardigheden als

- experiment-opzet geven
informatieverwerking ja 7 nee 11
- beargumenteren

Het was een constructieve werkgroep. Iemand vroeg zich af of een discussie over de vorm van examenopgaven niet breder moet worden gevoerd.

Het radioactieve gas radon komt niet alleen in de atmosfeer voor, maar ook in onze dagelijkse woonomgeving. Het gas is afkomstig uit bepaalde bouwmaterialen.

Hieronder vind je een fragment uit een tijdschriftartikel over de mogelijke risico's van het radongas. Lees dat fragment door.

- Radon is één van de tussenproducten in de uranium-vervalreeks. Dit is een natuurlijke reeks van chemische elementen, die achtervolgens door radioactief verval uit elkaar ontstaan, te beginnen met uranium-238 en eindigend bij lood-206. In deze vervalreeks ontstaat radon-222 uit
- 10 radium-226, een metaalelement met ongeveer dezelfde eigenschappen als calcium. De radonatomen ontstaan in de aardkorst door verval van radium. Het radongas kan uit
 - 15 het materiaal waarin het ontstaat is ontsnappen en in de atmosfeer terecht komen. De gemiddelde radonactiviteit in de lucht is ongeveer 0,07 pico-Curie per
 - 20 liter. In kustgebieden komen lagere activiteiten voor, omdat de radonproductie boven zee een factor 10 à 100 lager is dan boven landgebieden. Binnenshuis is veelal een hogere radonactiviteit aanwezig (0,1 à 1 pico-Curie per liter), doordat in de constructiematerialen radium voorkomt, speciaal in beton. De vervalproducten van de radonisotopen hechten zich aan de stofdeeltjes in de lucht en kunnen worden ingeademd. Een niet te verwaarlozen hoeveelheid activiteit blijft achter in de longen, waardoor deze aan een dosis in de orde van grootte van 30 à 100 mrem per jaar bloot staan. In principe kan hierdoor
 - 40 leukkanker ontstaan.

Met 'vervalproducten van de radonisotopen' (regel 30 en 31) worden vooral ^{218}Po en ^{214}Po bedoeld.

a. Laat met behulp van vervalsreacties zien hoe deze isotopen uit het radon kunnen ontstaan.

De dosis waarover gesproken wordt (regel 38) hangt ondermeer af van de concentratie radon in de lucht. Om hoeveel radon-atomen per liter lucht het gaat, kun je berekenen. Voor de activiteit A_t van een hoeveelheid radioactief materiaal op tijdstip t geldt:

$$A_t = \frac{0,693}{t_{\frac{1}{2}}} \cdot N_t \quad \text{waarin } t_{\frac{1}{2}} \text{ de halveringstijd in s}$$

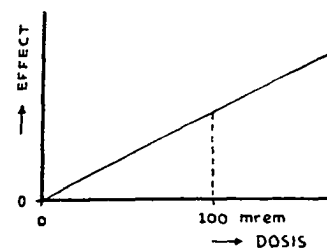
N_t het aantal deeltjes van het materiaal op tijdstip t

De activiteit wordt vaak uitgedrukt in Curie (1 Curie = $3,7 \cdot 10^{10}$ desintegraties/s).

b. Bereken het gemiddelde aantal radon-atomen per liter lucht bij een activiteit van 0,1 pico-Curie (regel 26 en 27).

De dosis waarover gesproken wordt (regel 38), beschouwt men algemeen als een lage dosis.

In welke mate dergelijke lage stralingsdoses effect hebben (dat wil zeggen: longkanker veroorzaken), is nog onderwerp van wetenschappelijke studies en discussies. In onderstaand diagram is een grafiek getekend van een verband tussen stralingsdosis en effect: de dosis-effect-relatie (figuur D1). De getekende grafiek is lineair.



figuur D1.
Dosis-effect-relatie voor lage stralingsdoses.

Niet alle deskundigen zijn het echter over deze relatie eens. Lees daarover een kort fragment uit het Tussenrapport van de Stuurgroep Maatschappelijke Discussie Energiebeleid, waarin ook twee minderheidsstandpunten worden beschreven.

- | | |
|---|--|
| <p>Op basis van alle bestaande gegevens over het ontstaan van kanker door straling heeft de wetenschappelijke commissie van de</p> <p>5 Verenigde Naties (UNSCEAR) berekend dat bij jaarlijkse bestraling van een miljoen mensen over het hele lichaam met een dosis van 1000 mrem, 50 à 200 sterfgevallen</p> <p>10 per jaar door kanker zouden ontstaan. Op dezelfde basis kan men berekenen dat als gevolg van de natuurlijke straling, met een gemiddeld niveau van ongeveer 100</p> <p>15 mrem per jaar, in Nederland per jaar 75 à 300 mensen aan kanker overlijden. In Nederland overleden in 1980 ruim 30.000 mensen aan kanker ten gevolge van aller</p> <p>20 lei oorzaken. Evenzo kan men de</p> | <p>effecten van kunstmatige straling van allerlei bronnen berekenen. Een verdubbeling van het totale stralingsniveau ten gevolge van</p> <p>25 medische en industriële toepassingen zou volgens deze berekeningen tot twee maal zoveel gevallen van kanker leiden, dus 150 à 600 per jaar.</p> <p>30 Niet iedereen is het met deze berekening eens. Een minderheid van de deskundigen meent, dat het risico van een kleine dosis straling ernstiger is dan wat de VN-commissie vindt.</p> <p>35 Een andere minderheid van de deskundigen denkt, dat een dergelijke kleine dosis straling (dus 100 mrem of minder) in het geheel geen</p> <p>40 kanker kan veroorzaken.</p> |
|---|--|

- c. Schets in de diagrammen op het bijgevoegde antwoordblad de twee dosis-effect-relaties, die overeenkomen met elk van de twee minderheidsstandpunten. Geef aan welke grafiek bij welk minderheidsstandpunt hoort.
- d. Noem drie redenen waarom wetenschappelijk onderzoek naar de dosis-effect-relatie bij de mens zo moeilijk is uit te voeren.

Einde van het PLON-gedeelte van het examen.
Vergeet niet van het landelijk examen de opgaven 2 en 3 te maken.

A. GLOEILAMPEN

Nog steeds worden gloeilampen verbeterd. Dat kan onder andere door de levensduur te verlengen en door het lichtrendement op te voeren. In deze opgave zullen we zien, dat rendementsverhoging ten koste kan gaan van de levensduur.

Opvoeren van het lichtrendement is mogelijk door een hogere temperatuur van de gloeidraad te kiezen.

Je bepaalt nu eerst hoe hoog die temperatuur is bij een gangbare lamp. Als voorbeeld nemen we een gloeilamp van 220 V / 100 W.

a. Bereken met deze gegevens de weerstand van de gloeidraad van deze lamp.

De gloeidraad van deze lamp heeft een doorsnede van $6,0 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2$ en een lengte van 1,1 m (de draad is dubbel gespiraliseerd: daardoor lijkt hij korter). De weerstand per meter van de wolfram gloeidraad is bekend, en wordt voor verschillende temperaturen gegeven als functie van de doorsnede in figuur A1.

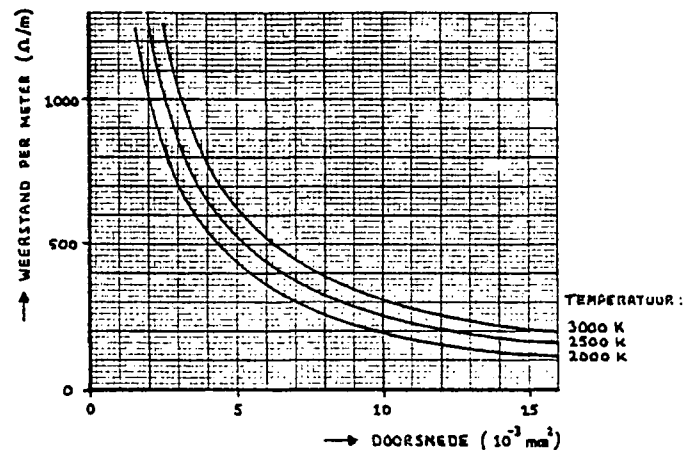


Fig. A1
Weerstand per meter van de wolfram gloeidraad als functie van de doorsnede bij een aantal waarden van de temperatuur.

b. Toon aan dat de temperatuur van de gloeidraad van deze lamp 2500 K bedraagt.

Onder het lichtrendement van een gloeilamp verstaan we het door de gloeilamp in de vorm van *zichtbaar* licht uitgezonden vermogen per watt toegevoerd elektrisch vermogen.

In de loop der tijden heeft men al zodanige veranderingen in de constructie van gloeilampen aangebracht, dat slechts een te verwaarlozen gedeelte van de toegevoerde energie verloren gaat door warmtegeleiding of door gascirculatie. Praktisch alle toegevoerde energie wordt omgezet in stralingsenergie. Op theoretische gronden kan men aantonen, dat deze stralingsenergie verdeeld is over de verschillende golflengten als getekend in figuur A2.

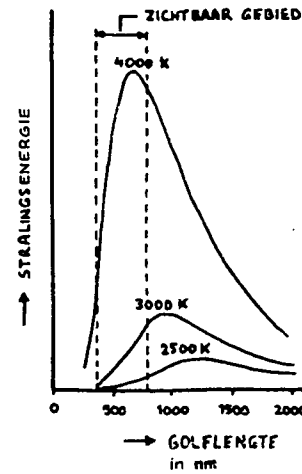


Fig. A2
Verdeling van de uitgezonden stralingsenergie over de verschillende golflengten bij een aantal waarden van de temperatuur van de gloeidraad.

Het oppervlak onder een kromme in figuur A2 is een maat voor de totaal uitgezonden stralingsenergie bij de aangegeven temperatuur.

- c. Bereken met behulp van figuur A2, dat een gloeilamp een hoger lichtrendement zal hebben naarmate de temperatuur van de gloeidraad hoger is.
- d. Beschrijf hoe je experimenteel kunt controleren of het lichtrendement van een gloeilamp stijgt, als de temperatuur van de gloeidraad toeneemt. Geef aan:
- welke apparaten je gebruikt en welke metingen je moet verrichten;
 - op welke manier je de temperatuur van de gloeidraad varieert (zonder die temperatuur precies te meten).

We bekijken vervolgens het effect van een temperatuurverhoging op de levensduur van een gloeidraad. Men gaat er van uit dat de verdamping van de gloeidraad er de hoofdoorzaak van is, dat een gloeilamp stuk gaat.

- e. Beargumenteer waarom een gloeidraad die op een hogere temperatuur gloeit, eerder stuk zal gaan dan een gloeidraad met een lagere temperatuur.

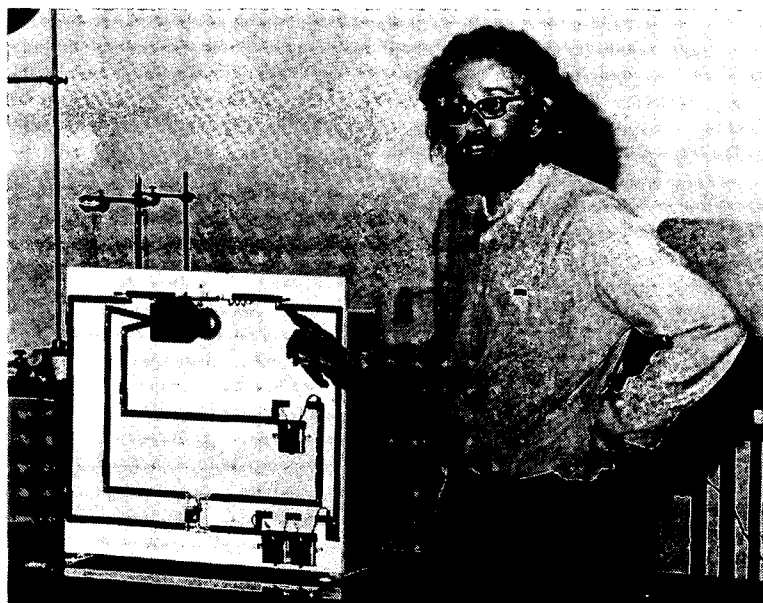
In de praktijk zal men een compromis moeten vinden tussen hoog lichtrendement (hoge gloeidraadtemperatuur) en lange levensduur (lage gloeidraadtemperatuur). Het is mogelijk om een gloeilamp voor f 1,50 in de winkel te brengen met een gemiddelde levensduur van 1000 branduren en een energiegebruik van 0,10 kWh per branduur.

Als de fabrikant een lamp zou maken met een lagere gloeidraadtemperatuur en met eenzelfde lichtopbrengst, dan zou het energiegebruik van die lamp 0,12 kWh per branduur zijn. De prijs van de gloeilamp zou hierdoor niet veranderen. De gemiddelde levensduur zou echter toenemen tot 2000 branduren. De elektriciteitsprijs is momenteel f 0,28 per kWh.

- f. Ga door berekening na welke lamp op den duur het voordeligst is.

Zomaar wat aardige dingen voor in de klas

*j.m. beltman
kun*



In deze subgroep worden wat losse, pretentieloze zaken (demonstraties, klasse activiteiten, computerprogramma's, etc.) getoond, die een ding gemeenschappelijk hebben: ze zijn aardig om te doen voor leerlingen en docent(e).

De te tonen zaken zijn ontwikkeld door medewerkers en studenten aan de afdeling didactiek natuurkunde van de Katholieke Universiteit Nijmegen.

Overzicht items (onder voorbehoud):

1. Stephen Gray's ontdekking van het onderscheid geleider/isolator. Franklin's 'electrische materie'-hypothese. (Demonstraties)
2. Onderzoek aan een model luchtschip (PSO)
3. Het Beeckman constructieprogramma (Computerprogramma om banen van onderwerp in krachtveld te construeren)
4. De eerste draadloze telegraaf (Demonstratie)
5. Achttiende eeuws onderzoek aan waterwielen; een station op weg naar het energieconcept. (Demonstratie)
6. Een lichtfeest. (Klasse activiteit voor laatste les voor Kerstmis; onderbouw)



Subgroep 11

hoe werkt dat nou eigenlijk?

herman coenen
thd

In deze werkgroep hebben we een aantal "minileerpakketten over techniek" bekeken en besproken, die ontwikkeld zijn aan de TH Delft door de groep natuurkunde-didactiek.

Er werd het een en ander uiteengezet over het doel, de opzet, de uitvoering en het gebruik ervan in het algemeen. Van een paar voorbeelden (aardlekschakelaar, piëzo-aansteker) werd de werking gedemonstreerd, en van één voorbeeld (snelkookpan) werd de leerlingentekst uitvoerig doorgesproken. Hierbij werden er van de kant van de deelnemers aan de werkgroep een groot aantal bruikbare suggesties gedaan.

Waarom "minileerpakketten over techniek"?

Het doel van deze leerpakketten is om de leerlingen meer inzicht te geven in de manier waarop natuurkundige verschijnselen en eigenschappen toegepast worden in allerlei toestellen en apparaten waar ze in het dagelijkse leven regelmatig mee in aanraking komen.

Dit "inzicht geven" kan vanuit verschillende gezichtspunten worden gedaan:

- je kunt leerlingen laten nagaan wat er allemaal voor fysica inzit bij het gebruik van apparaten (dit wordt met name gerealiseerd bij het koffiezetapparaat en de snelkookpan);
- je kunt leerlingen een duidelijk beeld geven hoe in de techniek slimme oplossingen bedacht worden voor praktische problemen (dit gebeurt o.a. bij de aardlekschakelaar), en hoe je daarbij gebruik maakt van natuurkundige verschijnselen;
- je kunt ook een onderdeel uit de natuurkunde-theorie laten bestuderen aan de hand van een toestel waarvan de werking berust op de toepassing van die theorie; op deze manier is de snelkookpan te gebruiken om bij leerlingen de verschijnselen en wetten van de verzadigde damp bij te brengen; dit gebeurt dan niet abstract, maar in een voor de leerling zinvolle context.

Wat omvat een dergelijk minileerpakket?

In de meest volledige vorm omvat een minileerpakket de volgende onderdelen:

1. aan apparatuur:
het toestel waar het over gaat in zijn originele uitvoering, liefst nog demontabel, zodat de leerling de werking van de onderdelen kan nagaan en er metingen aan kan verrichten. Is het apparaat niet te demonteren, of raakt het daarbij voorgoed defect, dan omvat het leerpakket een nagebouwd model, waar wel metingen aan zijn uit te voeren.
Niet tot de eigenlijke apparatuur behorend, maar wel noodzakelijk voor het werken met deze leerpakketten is de gebruikelijke randapparatuur voor metingen. Hierbij gaan we uit van toestellen en

hulpstukken die tot de standaarduitrusting van een school behoren; scoop, stroom- en spanningsmeters, toongenerator, barometer, thermometers, e.d.

2. aan teksten:

2.1 een leerlingentekst, die te gebruiken is als practicum-instructie, d.w.z. zo geschreven dat de leerling de metingen e.d. kan uitvoeren aan de hand van de gegeven opdrachten.

Deze tekst is een voorbeeldtekst: iedere leraar die een pakket gebruikt zal wel even moeten nagaan of de instructie past bij het specifieke apparaat dat hij gebruikt, samen met zijn eigen rand-apparatuur.

De leerlingentekst omvat ook, waar nodig, theoriebladen (b.v. bij de piëzo-aansteker), of verwijzingen naar de theorie in het leerboek of in andere literatuur. Daarnaast komen er nog opdrachten voor die betrekking hebben op de werking van het apparaat, functies van de onderdelen en verwerking van de meetresultaten.

2.2 een leraren-tekst met een aanduiding van de gebruiksmogelijkheid: voor welk schooltype en welke klas is het bedoeld, welke voorkeur is nodig, hoeveel tijd vraagt het ongeveer. Verder geeft het een opsomming van de vereiste apparatuur, aanwijzingen voor opstelling en metingen, verkoopadressen en/of tips voor zelfbouw van het model of onderdelen ervan.

Daarnaast geeft het lerarendeel nog wat aanwijzingen die voor de uitvoering ervan door de leerlingen van belang zijn.

Hoe kun je het gebruiken?

Er zijn verschillende mogelijkheden:

- de sterk gestructureerde instructie maakt het mogelijk dat leerlingen het op eigen krachten kunnen uitvoeren als een practicumproef, b.v. in de bovenbouw VWO of HAVO.
De benodigde tijd is, afhankelijk van het pakket, één of twee lesuren. Tijdwinst in de les is te bereiken door de leerlingen thuis bepaalde delen van de tekst vooraf te laten doornemen (b.v. de theorie) of achteraf te laten uitvoeren (uitwerken meetresultaten, beantwoorden van de theorievragen).
- sommige pakketten kunnen in het practicumschoolonderzoek worden gebruikt, op dezelfde wijze als hierboven is omschreven, maar dan moet de gehele leerlingeninstructie in de klas worden uitgevoerd en uitgewerkt.
- het kan ook aan geïnteresseerde leerlingen gegeven worden die het leuk vinden om buiten de eigenlijke leerstof nog iets extra's te bestuderen (het komt nog steeds voor!).

Inlichtingen:

Wie nog nadere informatie wil, of wil weten welke minileerpakketten over techniek momenteel te verkrijgen of in ontwikkeling zijn, kan contact opnemen met de groep natuurkunde-didactiek van de T.H. Delft, en wel met R.P. Beunder (010-781979) of H.P.L. Coenen (015-784666) of b.g.g. toestel 785995.



smaakmakers

Hubert Biezeveld
Louis Mathot

We hebben een stuk of wat (60 bleek later) proeven en proefjes laten zien, die we bij elkaar gescharreld hebben uit bladen als The Physics Teacher en School Science Review en uit TV-programma's als Kopf um Kopf. Verder zaten er varianten bij die we zelf in de loop der tijd verzonnen hebben.

Een flink deel van de proeven uit de onderdelen mechanica, trillingen en elektriciteit is verwerkt in deel 1 van 'Scoop'. De proeven zullen we hier alleen kort aanduiden.

Mechanica

Ga eens een speelgoedzaak binnen en verbaas je erover hoeveel daar bruikbaar is voor demonstratie en practicum:

- een propellerkar voor $F = ma$ kun je maken met treintjes uit de speelgoedzaak en moter + propeller uit een hobbyzaak; kosten motor + propeller ca. f 15,-;
- vliegwielautootjes zijn ook zeer geschikt voor $F = ma$ (Tonka);
- bij de Hema kun je vliegtuigjes kopen die aan een draad vanaf het plafond ronddraaien: $F = m\omega^2 r$;
- een papieren vliegtuigje dat horizontaal of verticaal rondvliegt;
- duikelaars voor statica;
- een tolletje met hoog toerental;
- ballonnen die rechte banen beschrijven of ronddraaien met steeds hogere frequentie;
- pistolen die plastic pijltjes afschieten, waarmee je aan de kogelbaan kunt meten; de resultaten zijn zeer goed reproduceerbaar.

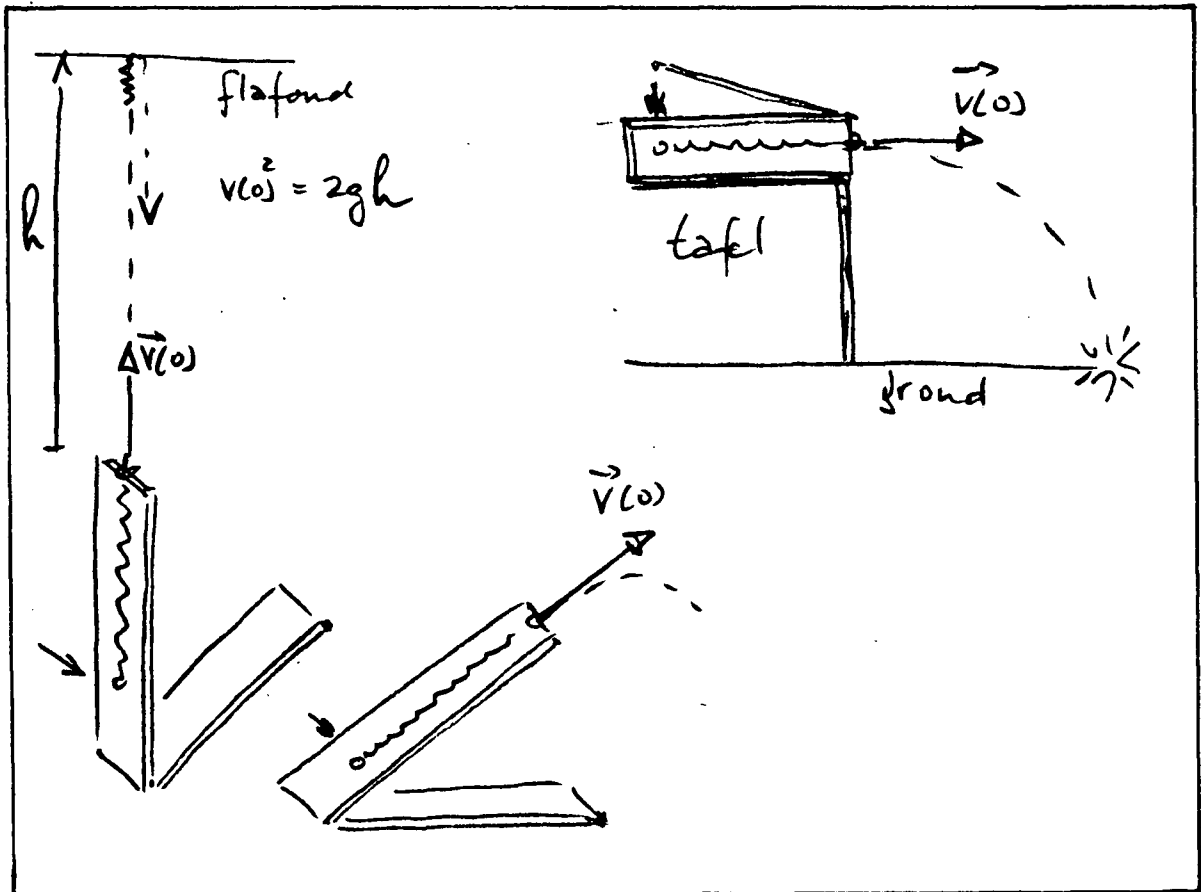
Zet eens een kaarsje op een draaiende pick-up. Let op de stand van de vlam. Zet de kaars wel in een glas, zodat de vlam geen wind vangt.

Met kegels van papier en karton kun je de twist Aristoteles/Galileï beslechten.

Uit The Physics Teacher (WAAROM LEZEN ZO WEINIG MENSEN IN NEDERLAND DAT BLAD? NEEM EEN ABONNEMENT!) komt dit lanceerplatform voor veren.

De veerenergie wordt vrijwel uitsluitend omgezet in kinetische energie van de veer zelf.

Bij het eerste schot span je de veer zó ver, dat hij net het plafond haalt. Bij de volgende lanceringen rek je de veer evenver uit en schiet je horitonzaal vanaf een tafel of schuin onder 45° . Zeer reproduceerbaar en geschikt voor practicum.



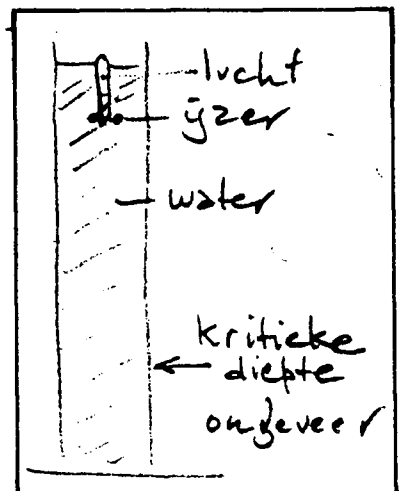
Vloeistoffen en gassen

Gebruik gootsteenontstoppers in plaats van Maagdenburger halve bollen.

Met behulp van plastic injectiespuiten en manometers van ca. f 15,= zijn proeven over de gaswetten zeer goed uit te voeren.

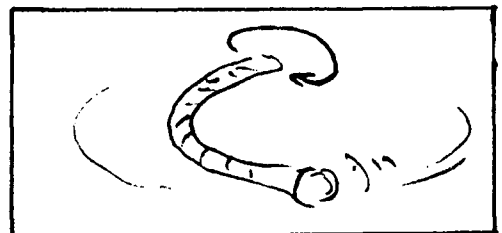
Een carteniaanse duiker: in een lange perspex buis, (ca. 1 m) gevuld met water, lieten we een reageerbuis op de kop zakken. Het buisje was verzaamd met een ijzeren band, zodat hij net niet helemaal kopje onder ging. Als je de buis met een magneet een eind naar beneden haalt, gaat hij vervolgens weer omhoog, tenzij je een kritiek punt gepasseerd bent, want dan zakt hij naar de bodem.

Een superbalpen: een melkfles gevuld met water en afgesloten door een pingpongbal kun je als balpen gebruiken op het bord.



Trillingen

In speelgoedzaken zijn de mooiste fluitjes te koop en ook een plastic buis die bij rondzwaaien resonanties laat horen.



- Met houtje touwtje materiaal zijn gemakkelijk allerlei resonanties te vertonen.

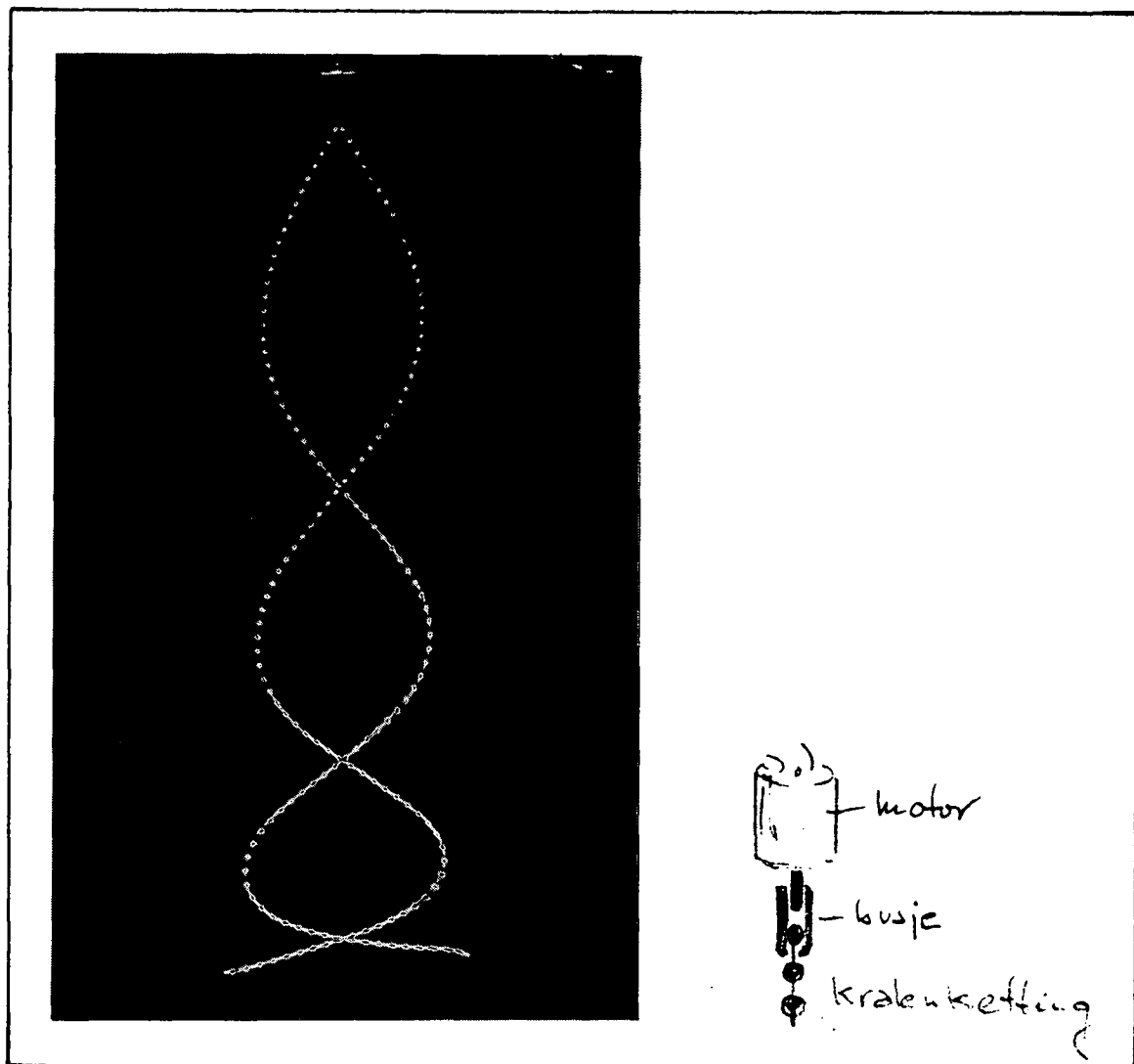
Plenair werd getoond hoe je acoustisch de fouriercomponenten van een geluid kunt aantonen.

Eveneens plenair werd getoond hoe een aluminiumstaaf in resonantie kan worden gebracht. Gebruik een staaf van 2 m, \varnothing 1 cm en houd die in de knopen vast.

De knopen liggen op 22,5%; 13,2% en 9,4% van het eind.

Voor rolgordijnen worden kralenkettingen gebruikt waarmee je een staande golf kunt maken zoals hier is afgebeeld.

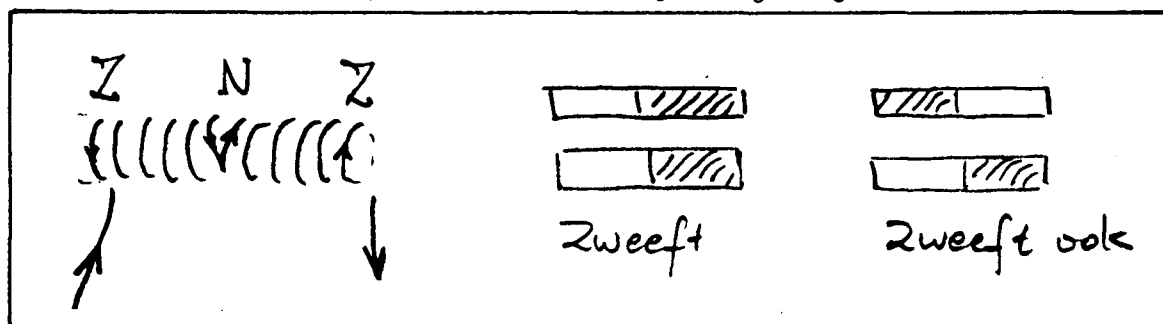
Tip voor montage: je moet de ketting niet tegen de as aan plakken, maar met een busje in het verlengde van de as aanbrengen.



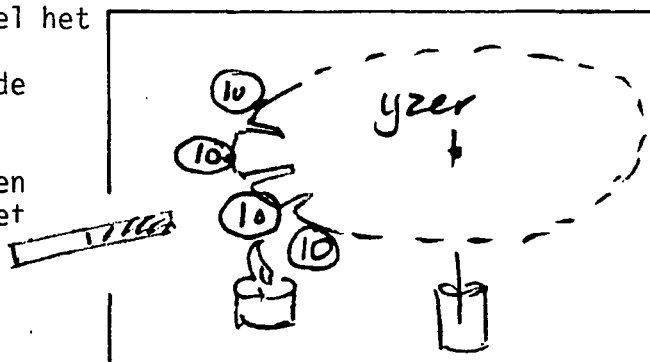
Magnetisme

Het recept om oude magneten op te lappen komt uit The School Science Review.

Je kunt er ook een 'monopool' mee maken, althans zo lijkt het op het eerste gezicht. Wikkel een spoel op de getekende manier en steek daar achtereenvolgens twee staafmagneten in. Die zullen in beide standen boven elkaar in zweven, zodat ze niet zijdelings wegschieten.



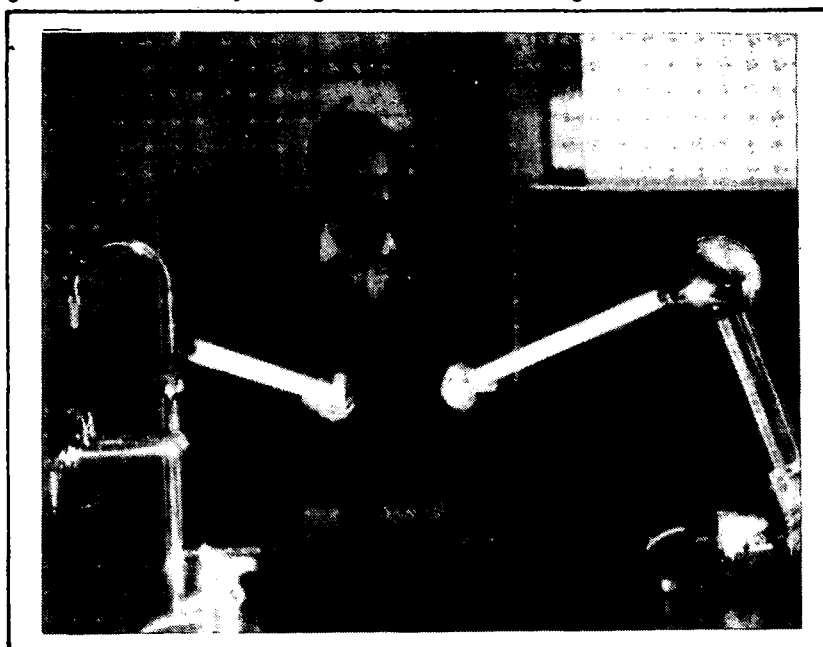
Een 'curiemotor': soldeer met zilver een twintigtal dubbeltjes op een ijzeren wiel met zaagsneden. Stel het wiel horizontaal draaibaar op. Plaats een magneet bij één van de dubbeltjes en zet een spiritusvlammetje onder dat dubbeltje. Na enige tijd is het nikkel boven de curietemperatuur en schiet het wiel door, zodat er een koud dubbeltje bij de magneet is.



Elektrostatica

We zaten in de kersttijd, zodat allerlei versierspul te koop was. Strooi wat glitter uit in de buurt van de graafgenerator. Ook vakjes van aluminium - uit de keuken - op de kap van de generator geven een fraai effect.

Gebruik - in navolging van Tesla - je eigen lichaam als geleider voor TL-buizen.



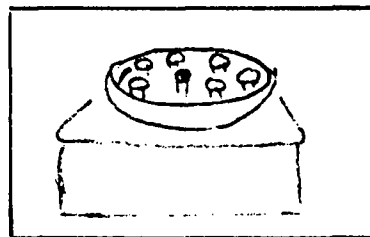
Elektriciteit

- wandelen van gekleurde ionen;
- de eigenschappen van een kerstboomlampje dat - doorgebrand - toch de keten niet verbreekt;
- een ijzerdraad die boven water gloeit;
- een ketting waarvan de schakels om en om gloeien.

Verder lieten we een lampje boven een black-box branden; totdat de spoel daarin doorbrandde en we bijna voortijdig de zaal moesten verlaten. Het lampje was aangesloten op een losse spoel die samen met de verborgen spoel een transformator vormde.

Atoom- en kernfysica

Het atoommodel van Thomson is na te bootsen door clickets op kleine stukjes elektriciteitsbuis te lijmen en ze dan te laten drijven in water. Met een draaiende magneet onder de bak water breng je het atoom 'tot leven'.

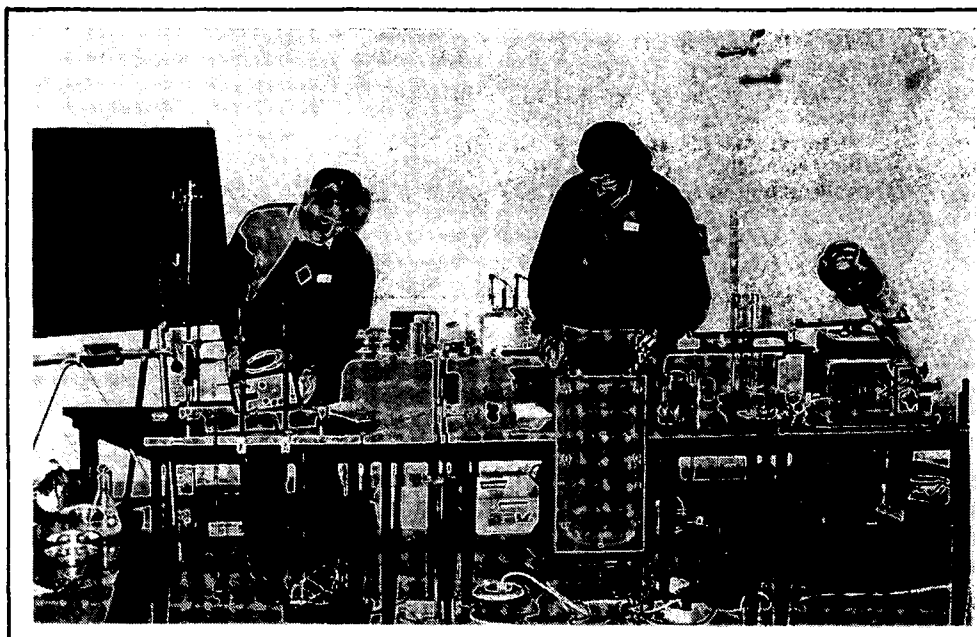


Een gloeikousje van campinggaz - in iedere kampeerwinkel te koop - is een alfastraler die een geigerteller 'vrolijk' laat ratelen.

Black light

Je kunt in elektriciteitszaken zwarte TL-buizen kopen, waar alleen UV uitkomt (f 35,=). Zwaai een wit bolletje aan een touw boven je hoofd rond. Je ziet dan dat de lamp op wisselspanning brandt. Allerlei stoffen die bij gewoon licht kleurloos of wit lijken, hebben in UV opeens de meest fantastische kleuren. Je kunt bijvoorbeeld met een flueorescerende stift je gezicht opmaken. In gewoon licht merk je er niets van, maar in UV loop je er dan zeer bizar bij. Witte correctie-inkt op wit papier is opeens zwart; silly putty wordt fel geel.

En als klapstuk: een glas tonic ziet eruit als puur vergif en je verbaast je erover dat iemand een slok ervan overleeft.



New magnets for old

J. I. Parkin, Swanshurst School, Birmingham

Some time ago Messrs Griffin and George marketed a pulse magnetizer for remagnetizing magnets which had become weak through use. I understand that this device was withdrawn due to low sales. Faced with a number of 'tired' magnets, I decided to attempt to construct a magnetizer.

My design, if such a word can be applied, can claim little basic originality. I understand from a conversation with an exhibitor at the 1978 ASE Annual meeting that others have produced similar designs.

The basic principle is to charge a capacitor from a high voltage supply and then discharge it abruptly through a solenoid (see Figure 1).

THE CAPACITOR

The device used was an electrolytic capacitor of about $800 \mu\text{F}$ at 350 V; it was obtained from an old colour television, but any value from about $500 \mu\text{F}$ would probably be adequate. The capacitor has to supply a very heavy discharge current, so a 'Photoflash' type (for electronic flash use) would be likely to last longer.

THE COIL

A rough calculation showed that a coil of about 100 turns of wire would give the required magnetizing effect when wound on a 25 mm former some 8 to 10 cm long. The coil was wound with 18 swg (1.219 mm diameter) insulated wire.

THE SWITCH

This is subjected to severe burning by the spark at the moment of making contact. In the end a very simple design was chosen (see Figure 2). A phosphor-bronze strip is screwed down at one end and curved up. An insulating rod forces it down onto another screw head. The spring must be fairly strong as it has to break any spot weld which may form.

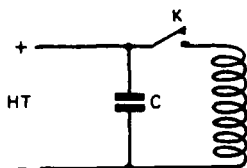


Figure 1

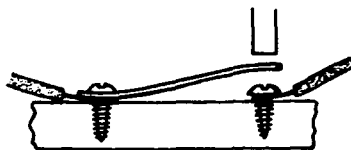


Figure 2

POWER SUPPLY

The prototype was powered from the 300 V supply from a power supply. An integral power supply would be a possibility.

SAFETY

The charged capacitor is potentially LETHAL and the circuit must be in an insulated or earthed enclosure. A bleeder resistor across the capacitor must be able to discharge it with a reasonable time constant.

It is possible that inductive overshoot might damage the capacitor by applying a reverse voltage to it. To prevent this and also offer protection against inadvertent misconnection a semiconductor diode of high voltage rating and capable of carrying a large forward current surge is connected across the capacitor.

A resistor in the supply lead limits the charging current to a reasonable value and prevents 'blowing' of fuses in the power supply.

If an external power supply is used, the supply leads, when disconnected, will have a p.d. of some 300 V across them. It is advisable to discharge the capacitor by pressing the operating button several times over a period of several minutes.

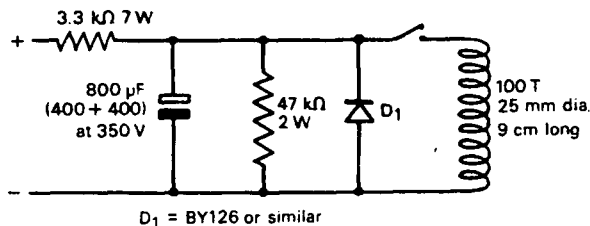


Figure 3

CONCLUSION

It is hoped that the ideas presented here may be of use in resurrecting the aged magnets which seem to gather dust in the darker corners of physics laboratories.

ACKNOWLEDGEMENT

Thanks are due to Miss R. Hay of the Upper Sixth for help in the preparation of this manuscript.

bijlage bij werkroep 12

School science review 60, no 211
dec 1978

de α -spectrum in het natuurkunde onderwijs

I.f. wuite



In de natuurkundeles kan een computer o.a. zinvol gebruikt worden vanwege de grafische mogelijkheden. Een van de eerste toepassingsgebieden is dan ook het simuleren van bepaalde processen.

Bij ons op school is een programma ontwikkeld dat het radio-actief verval nabootst. Radio-actieve kernen (*) vervallen tot een andere kern (.). Dit verval wordt geregistreerd door een G-M-telbuis (piep). Op het scherm wordt tijdens het verval de grafiek van N (aantal nog niet vervallen kernen) als functie van de tijd (in h:m:s, en de halfwaarde-tijd) bijgehouden. Tenslotte kan ook nog de "gemiddelde" vervalsgrafiek op het scherm getekend worden. In de hier afgedrukte figuur is dat laatste niet gebeurd.

Een ander programma simuleert lopende, terugkaatsende en staande transversale golven in een koord. De beweging van de golf door het koord kan worden vertraagd of stilgezet, zodat bijpassende uitleg gegeven kan worden.

De grafische mogelijkheden komen ook bij de weergave van resultaten van experimenten naar voren. Om de meetgegevens in te lezen gebruiken wij het goedkope maar goede I-pack interface van DCP electronics, te verkrijgen bij Griffin. Met enige aanvullende elektronische schakelingen kunnen verschillende experimenten zinvol via de computer uitgelezen worden:

1. Valproef.

Een magneet hangt in een stroomspoel. Het omhalen van een schakelaar schakelt de stroom in de spoel uit, waardoor de valbeweging begint, en start tevens het tellen van de computer. Dit tellen stopt als de magneet een plankje treft en daarmee een schakelaar treft.

De valtijd verschijnt in grote letters op het scherm.

Door de magneet onderweg door een gesloten spoel te laten gaan kan de invloed van de inductiestroom op de valtijd worden nagegaan.

2. Botsingen op een luchtkussenbaan.

Langs een luchtkussenbaan staan twee lampjes waarvan het licht op twee lichtcellen valt. De lichtcellen zijn met het interface verbonden. De twee voertuigen op de baan onderbreken de lichtstraal met een vaantje van gegeven lengte bij het passeren van zo'n cel, de computer meet de tijd gedurende welke dit het geval is.

De doorgangstijden verschijnen groot op het scherm. De leerlingen moeten nu zelf de impulswet controleren en berekenen hoeveel kinetische energie bij een botsing verlopen gaat.

3. Frequentiebepaling.

Van b.v. een geluidssignaal wordt de frequentie bepaald. Het signaal wordt eerst versterkt, omgezet in een blokgolf en vervolgens aan een binaire teller toegevoerd. De stand van deze teller wordt via het interface door de computer ingelezen. Frequenties tot ver boven 100 kHz kunnen worden bepaald.

4. Geluidsregistratie.

Gedurende korte tijd (21 ms) wordt het geluid dat een microfoon opvangt, na versterking, door de AD-converter van het interface ingelezen ($12 \cdot 10^3$ metingen per s). Deze metingen worden grafiek getoond (gemeten spanning als functie van de tijd). Dit gebruik als geheugenscoop is uiteraard bij meer experimenten zinvol.

5. Thermozuil.

De gelijkspanning afkomstig van een thermozuil wordt eerst versterkt en dan aan de AD-converter toegevoerd. De thermospanning wordt als functie van de tijd op het scherm geplott. Zinnvolle toepassing b.v. bij demonstraties over infrarode straling.

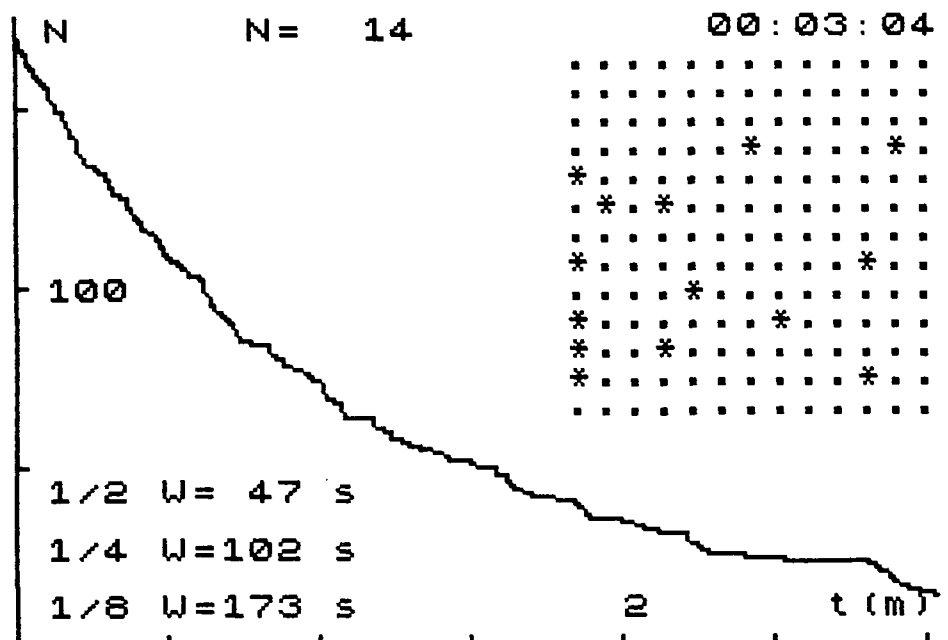
6. Adiabetische expansie en compressie van een gas. I.p.v. de thermo-
zuil nu een enkel thermokoppel in een afgesloten injectiespuit.

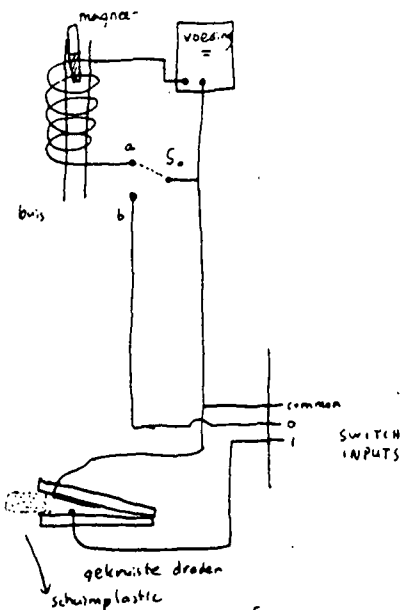
7. Smelten en stollen van lood.

Lood met wat borax (tegen oxydatie) een smeltkroes. In het lood is een thermokoppel ingesmolten. De thermospanning wordt als functie van de tijd geplott. Op hetzelfde scherm verschijnt nu de smeltkromme (bij het verwarmen) als de stolkromme (bij het afkoelen).

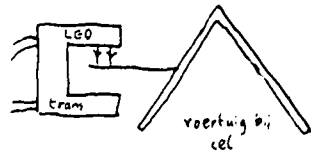
Een boekje met de programma's en de benodigde elektronische schakelingen is verkrijgbaar bij:

L.F.Wuite
Steynstraat 36
7551 GL Hengelo (0).

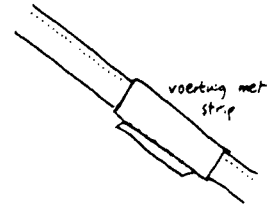




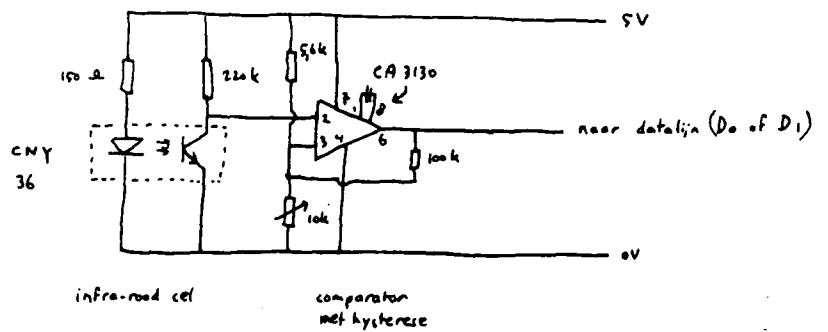
figuur 3



figuur 4



Infrarood cel op computer aangesloten



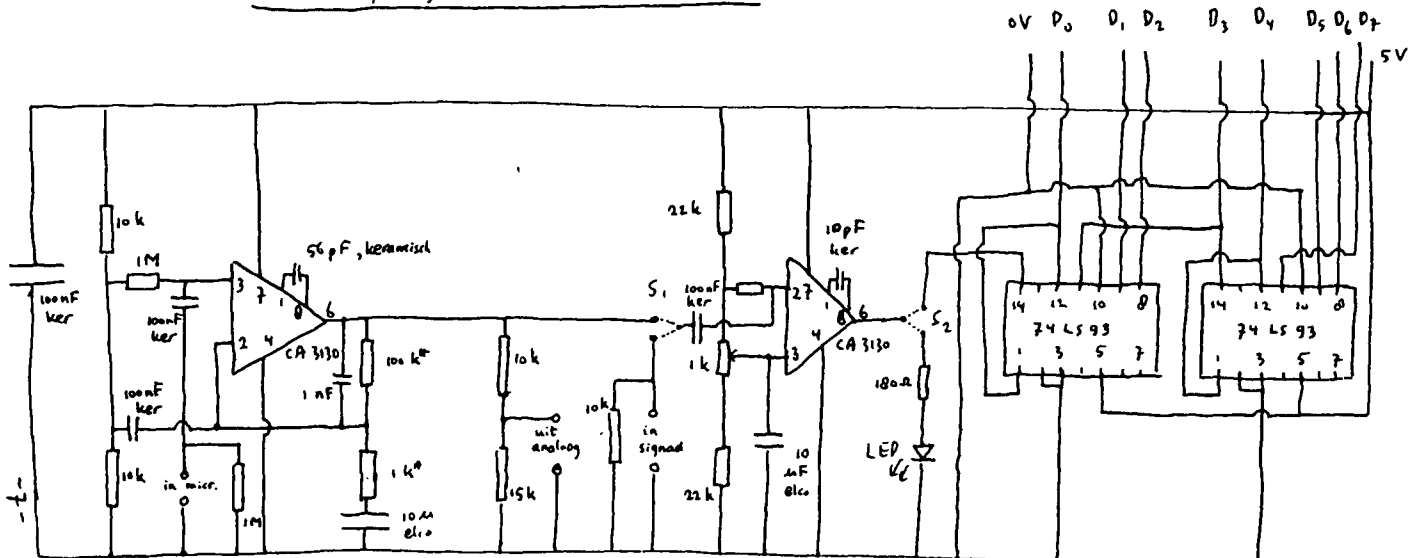
infra-rood cel

comparator met hysteresis

variabele waarde zo instellen dat spanning op uitgang CA 3130 (6) = 5V als lichtstraal niet onderbroken is en = 0V als lichtstraal wel onderbroken is.

figuur 5

100x wisselspanningsversterker + 8 bits teller



* : 1%

100x geluidsversterker voor b.v. luidspreker als microfoon of kristal microfoon

voor analoge inkomend geluidssignaal

pot. meter zo instellen dat zwakke microfoon signalen teller niet activeren

figuur 6

controle lampje of microfoon signaal teller zal activeren. (LED mag tijdens proef niet ingeschakeld staan, alleen vooraf).

*ito natuurkunde proeven ... de beste
motivatie pillen !*

*jan leisink
lts*



ITO-leerlingen zijn door alle onderwijszeven gevallen en meestal met een dikke onvoldoende onderaan de onderwijsladder terecht gekomen. Les geven op een ITO-school is eigenlijk, leerlingen toch maar weer proberen te motiveren, die ladder te beklimmen. Ik geef op de ITO-school "St. Jozef" natuurkunde vanaf 1968. In die periode heb ik ook 5 jaar natuurkunde aan een avondmavo gegeven. De ruime ervaring met wat men noemt "moeilijke leerlingen" heeft voor mij enkele zaken wat betreft de didactiek van het vak natuurkunde zeer duidelijk gemaakt.

Zeer veel onderwerpen, die ongelukkigerwijs (traditie?) in de beginfase van het natuurkunde-onderwijs worden gegeven hebben alleen als resultaat een reactiekracht, die de meeste motivatie voorgoed doet verdwijnen. Het wordt leerlingen na een jaar natuurkunde al gauw duidelijk, dat dit vak moeilijk is, niet eigentijds en "dat je er niks aan hebt". Wij laten ze dit ervaren, door allerlei berekeningen i.v.m. de dichtheid van vaste stoffen, het verschil tussen de begrippen kracht en druk, de wetten van Pascal, Boyle en anderen. Het resultaat van het eerste jaar natuurkunde is meestal een neerwaartse kracht op de motivatie en dat kan Archimedes nooit zo bedoeld hebben.

Stel dat we een nieuwe bromfiets gaan kopen en de rijwielhandelaar vertelt ons, dat we er voorlopig nog niet op kunnen rijden, omdat we eerst wat mechanica moeten bestuderen i.v.m. de remweg en ook nog de algemene gaswet, omdat een fietsband in de zon kan knappen en het onderwerp licht, omdat we anders niets begrijpen van de reflector in de koplamp en ook nog.....

Ik weet zeker dat we de brommer ergens anders gaan halen!

Toch hebben de meeste natuurkunde-methodes veel overeenkomsten met de hierboven beschreven rijwielhandelaar. Er is een groot verschil, zo'n rijwielhandelaar bestaat niet. Natuurkunde wordt wel vaak zo bedreven. Nadat alle onderdelen in een door boekenschrijvers vooral logische en moeilijkheden voorkomende leergang zijn aangeleerd, komt aan het einde van de rit langzaam de motor op gang.

Een onderwerp bij uitstek om leerlingen te motiveren is Elektronica! Maar dan wel beginnen bij echt werkende schakelingen! Eerst het resultaat. Elektronica beheerst ons dagelijks leven voor een groot deel. In het voortgezet onderwijs is het hooguit hier en daar een toetje. Wel leren we alle leerlingen de wet van Ohm, serie en parallel-schakelingen en de

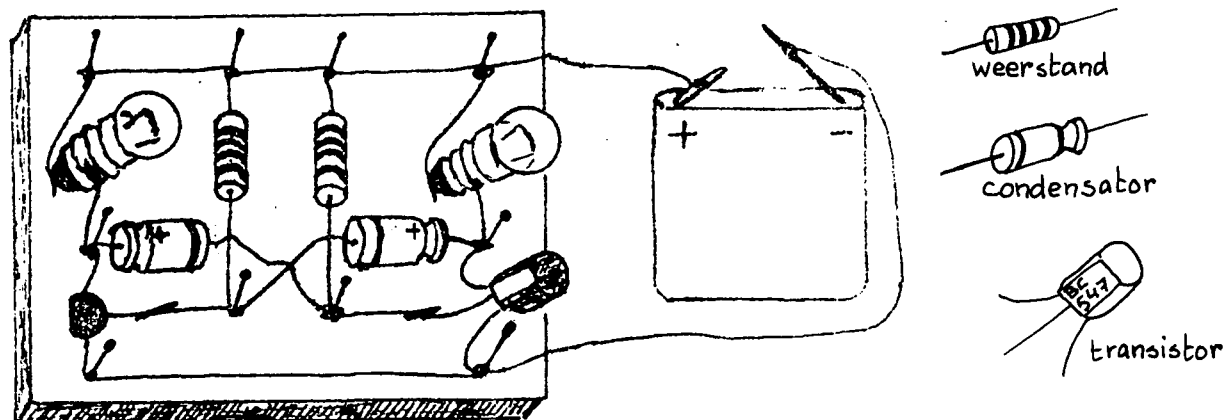
soortelijke weerstand van konstantaan, dat blijkbaar nooit in de juiste lengte en dikte aanwezig schijnt te zijn. Wel laten we de leerlingen berekenen hoe lang het duurt om 500 gram water aan de kook te brengen met een dompelaar waarvan de weerstand 160 ohm is.

Toch is het een feit, dat de meeste mensen op gas koken en weerstanden voornamelijk van die kleine gekleurde dingen zijn, die ze tegenkomen in hun kapotte bandrecorder. Waarom begint het onderwerp geluid vaak met de slinger, terwijl tegenwoordig meer muziek uit een elektrische gitaar schijnt te komen.

Het onderwerp elektronica boeit leerlingen en biedt veel aanknopingspunten tot andere natuurkundige zaken.

In de werkgroep heb ik laten zien, dat het met eenvoudige hulpmiddelen beoefend kan worden. Het is een onderwerp, dat erg motiveert, omdat je er buiten school ook iets mee kunt doen.

NEEM ZELF DE PROEF OP DE SOM!



Geef Uw leerlingen dit tekeningetje om een knipperlicht te maken.

De transistors heten BC 547.

Voor de condensators nemen we 100 μ F.

De weerstanden zoeken Uw leerlingen zelf maar uit.

Zelf hebben we natuurlijk een werkend voorbeeld in het natuurkunde-lokaal. Daarin hebben we weerstanden gekozen van 4,7 kilo-ohm. Zo'n weerstand heeft de kleuren geel, paars, rood en goud. Als lampje heeft U in het demonstratie-model een achterlicht van de fiets.

Wedden, dat de leerlingen met problemen aankomen. Er zijn er vast een stel die een "Voorlicht-lampje" hadden gebruikt. Dit is dan het moment om iets te leren over stroomsterkte en de gevolgen die dit helaas had voor de transistor.

Misschien kunnen we ook eens een LED aansluiten in plaats van het lampje. Maar ja, zonder de wet van ohm kom je dan al gauw in de problemen, omdat al gauw blijkt dat een LED van teveel stroom kapot gaat.

Laten we ook eens met de waarde van de condensatoren gaan experimenteren. Als we deze dingen klein genoeg nemen en een oortelefoon aansluiten in plaats van een van de lampjes, blijkt dat er ook nog muziek uit deze schakeling komt.

het project :

natuurkunde en techniek

*mark de vries
the*



In deze werkgroep is verslag gedaan van ervaringen bij het attitude-onderzoek van het project "Natuurkunde en Techniek", waarbij nagegaan wordt hoe leerlingen denken over techniek.

Het project Natuurkunde en Techniek

Doel van het project "Natuurkunde en Techniek" is het komen tot aanbevelingen voor een apart vak "techniek" voor 12-15 jarigen.

De aanbevelingen zullen gebaseerd worden op:

- onderzoek naar wat deskundigen uit de techniek en het onderwijs onder het begrip "techniek" verstaan;
- onderzoek naar het beeld en de houding tegenover techniek van leerlingen (het attitude-onderzoek);
- de evaluatie van enkele voorbeeld-lespakketten voor het vak natuurkunde, waarbij elementen uit de techniek een belangrijke rol spelen.

Daarbij wordt kennis genomen van het werk en contact gezocht met anderen, die op hetzelfde terrein werken aan onderzoek en/of curriculum-ontwikkeling.

Het attitude-onderzoek

Het attitude-onderzoek heeft als doel het geven van een globale beschrijving van het beeld dat leerlingen hebben van techniek en hun houding ertegenover. Het onderzoek beperkt zich in eerste instantie tot leerlingen van tweedeklassen MAVO, HAVO en VWO.

Er wordt speciaal gelet op de verschillen tussen meisjes en jongens en tussen MAVO- en HAVO/VWO-leerlingen.

Het onderzoek verloopt in de volgende stappen:

1. Om kennis te maken met de denkwereld en het spraakgebruik van de leerlingen zijn aan 12 leerlingen interviews afgenomen met enkele algemene vragen over techniek. Daarnaast is door 48 leerlingen een lijst met open vragen van ongeveer dezelfde inhoud beantwoord. Voor een selectie van antwoorden op elk van de vragen van de interviews en de openvragen-lijst verwijs ik naar blz. 1 en 2 van de bijlage bij dit verslag.
2. Op grond van de vorige fase zijn 82 uitspraken opgesteld, met daaraan toegevoegd 5 antwoordmogelijkheden (helemaal mee eens helemaal niet mee eens). De zo ontstane vragenlijst is door 258 leerlingen van 11 scholen beantwoord. Enkele resultaten zijn te vinden op blz. 3 van de bijlage. De getallen achter de uitspraken zijn percentages van gekozen alternatieven.

3. Na statistische verwerking van de proefversie van de attitudelijst zijn van de 82 items er 78 geselecteerd en is daarmee een definitieve versie vastgesteld. Deze versie wordt door ongeveer 3.000 leerlingen ingevuld.
Na verwerking hiervan zullen conclusies getrokken worden m.b.t. de gestelde onderzoeksvragen.
4. Als de lijst voldoet is uitbreiding naar andere klassen en schooltypen mogelijk. Ook wordt de lijst in een aantal andere landen afgenomen als voorstudie op een internationaal opgezet onderzoek.

SELEKTIE VAN ANTWOORDEN UIT DE INTERVIEWS "NATUURKUNDE EN TECHNIEK"

- waaraan denk je bij het woord "techniek" ?

hoe een motor in elkaar zit (jongen, 14 jr, 2 havo)

computers (verschillende leerlingen)

elektriciteit (meisje, 14 jr, 2 havo)

de techniek waarmee je iets doet (meisje, 14 jr, havo)

iets repareren (meisje, 14 jr, 2 mavo)

machines en computers en techniek bij tekenen, maar dat is wat

anders (meisje, 13 jr, 2 mavo)

draaiende dingen (jongen, 12 jr, 2 havo)

modernisering van fabrieken; iets waar weinig mensen aan hoeven

te werken (jongen, 14 jr, 2 havo)

technologie ? Nooit van gehoord ! (jongen, 13 jr, 2 havo)

- interesseer je je voor techniek ?

ja, hoe schepen en vliegtuigen in elkaar zitten (jongen, 13 jr, 2 havo)

apparaten van binnen bekijken is interessant (meisje, 13 jr, 2 mavo)

ja, ik kijk altijd mee als mijn vader een tractor repareert (meisje,
13 jr, 2 mavo)

ja, ik lees de autoblaadjes van mijn broer (meisje, 14 jr, 2 havo)

ja, ik kijk naar Wondere Wereld over de T.V., over horloges,

satellieten, de nieuwste auto's (jongen, 14 jr, 2 havo)

- zou je later een technisch beroep willen hebben ?

bijna alle beroepen hebben met techniek te maken (jongen, 13 jr, 2 havo)

nee, het interesseert me niet genoeg (jongen, 15 jr, 2 havo)

nee, ik wil reisleidster worden (meisje, 14 jr, 2 havo)

nee, zeker niet zoiets als automonteur: dat is mannenwerk (meisje,
14 jr, 2 mavo)

nee, repareren is meer voor mannen weggelegd (meisje, 13 jr, 2 havo)

- is techniek moeilijk ?

het is meestal erg ingewikkeld, maar voetbaltechniek is wél te
begrijpen (jongen, 13 jr, 2 havo)

chips zijn moeilijk te begrijpen; stoom is makkelijk, maar dat is
geen techniek (jongen, 14 jr, 2 havo)

je hebt wel simpele dingen, maar ik kan nu niets bedenken (jongen,
15 jr, 2 mavo)

lijkt me moeilijk met al die slangetjes en randaarde; je hebt veel
moeilijke begrippen (meisje, 14 jr, 2 mavo)

ik denk niet dat ik er iets van snap met die computer, al die
draadjes en weet ik veel wat er in zit (meisje, 13 jr, 2 havo)

- hoor je op school wel eens iets over techniek ?

alleen bij sport (jongen, 13 jr, 2 mavo)

ja, bij tekenen (jongen, 13 jr, 2 havo)

bij natuurkunde: de slinger (meisje, 14 jr, 2 mavo)

van de leraren niet, wel van vriendjes (jongen, 14 jr, 2 havo)

- wat vind je goed en wat slecht aan techniek ?

het is goed voor de economie, er worden meer technische apparaten
ontwikkeld om aan het buitenland te verkopen (jongen, 14 jr, havo)
we komen door de techniek meer te weten en technische apparaten kunnen
ontspanning geven (meisje, 14 jr, 2 mavo)

de mens is veeleisender geworden en techniek is slecht voor het milieu
(meisje, 14 jr, 2 mavo)

er komen minder banen als er geautomatiseerd wordt (meisje 14 jr, 2 havo)
goed: anders sta je steeds af te wassen, nu heb je een afwasmachine
(meisje, 13 jr, 2 mavo)

slecht: kruisraketten;

je kunt met techniek de vervuiling verdoezelen (zwarte rook wit
maken (jongen, 14 jr, 2 havo)

SELEKTIE VAN ANTWOORDEN UIT DE OPEN-VRAGEN-LIJST "NATUURKUNDE EN TECHNIEK"

- welke betekenissen van het woord techniek ken je ?
iets wat door de mens gemaakt is en wat meestal een hulp is (jongen, 2 vwo)
kennis van motoren en mechaniekjes (jongen, 2 vwo)
technische apparaten (jongen, 2 mavo)
hoe iets moeilijks in elkaar zit (meisje, 2 vwo)
ontwerpen in de industrie (meisje, 2 vwo)
hoe je iets doet (verschillende leerlingen)
niets ingevuld: merendeel van de mavo-meisjes en ongeveer de helft van de mavo-jongens.
- geef wat voorbeelden van techniek waarmee je dagelijks in aanraking komt.
meest genoemd: radio, T.V., computer, wasmachine.
minder vaak: fiets, auto, brommer (vooral jongens, vwo)
broodrooster, koelkast (vooral meisjes)
soms: kraan, boor, telefoon, lift
- wat doe je in je vrije tijd aan techniek ?
vooral jongens: aan de brommer sleutelen, met de computer spelen.
jongens en meisjes: radio luisteren, T.V. kijken.
- Zou je later een technisch beroep willen hebben ?
meisjes mavo: 20 % jongens mavo: 60 %
meisjes vwo: 25 % jongens vwo: 60 %
redenen voor ja: leuk en interessant, beroep van de toekomst.
redenen voor nee: te ingewikkeld, interesseert me niet, dan moet je elke dag hetzelfde werk doen, het is meer voor jongens.
- wat hoor je er op school over ?
80 % van de leerlingen: bij natuurkunde.
vooral meisjes : bij tekenen, handvaardigheid.

- is techniek belangrijk of onbelangrijk voor de maatschappij ?
bijna niemand schrijft dat het onbelangrijk is, slechts 1 jongen schrijft:
daar bemoei ik me niet mee.
Andere antwoorden:
alles draait om computers en ingewikkelde apparaten (jongen, 2 vwo)
het is nodig om veel te kunnen produceren (jongen, vwo)
er worden banen door geschapen, er is luxe en vooruitgang (jongen, mavo)
mensen worden dichter bij elkaar gebracht (meisje, vwo)
je moet weer niet al te veel techniek hebben (meisje, vwo)
je komt meer te weten (meisje, vwo)
je hebt apparaten nodig en die zijn meestal technisch (meisje, mavo)
anders kan er niets gebeuren als er iets kapot is (meisje, mavo)
- wat vind je goed en wat slecht aan techniek ?
het is bevorderlijk voor de economie (jongen, vwo)
bevordert welzijn (jongen, vwo)
alles gaat vlugger dan vroeger (jongen, vwo)
het is goed voor de wetenschap (meisje, vwo)
je hoeft zelf minder te doen (meisje, mavo)
er zijn minder banen (verschillende leerlingen)
welvaart verslechtert (jongen, mavo)
de mens wordt er lui van (meisje, vwo)
milieuverontreiniging (meisje, vwo)
kernwapens (verschillende leerlingen)
misschien gaat het allemaal wel te snel (meisje, vwo)
- wat zou je op school willen leren over techniek ?
computer (verschillende leerlingen)
repareren (meisje, mavo)
hoe apparaten in elkaar zitten (jongen, mavo)
hoe iets uitgevonden wordt (jongen, mavo)
dingen met elektriciteit (verschillende leerlingen)
ik wil geen techniek op school (jongen, vwo)
- overige opmerkingen van leerlingen:
60 % van de mavo-leerlingen: moeilijke vragen !
wat houdt techniek eigenlijk in ? (jongen, vwo)

SELEKTIE VAN ITEMS EN RESULTATEN UIT DE PROEFVERSIE VAN DE ATTITUDE-LIJST

Item	helemaal		weet		helemaal		gem.
	eens	eens	niet	oneens	oneens	gem.	
	1	2	3	4	5		
36. Ik denk weinig na over techniek.	19	31	14	25	10	2,77	
66. Techniek heeft altijd met elektriciteit te maken.	3	7	21	41	28	3,84	
28. Honderd jaar geleden bestond er geen techniek.	5	7	31	29	27	3,67	
52. Bij techniek leer je apparaten in elkaar zetten.	11	46	27	12	3	2,50	
20. Alle huishoudelijke apparaten zijn technisch.	10	27	18	28	17	3,14	
51. Op school hoor je weinig over techniek.	14	42	20	19	4	2,57	
44. Ik weet niet wat het woord techniek eigenlijk inhoudt.	11	21	11	38	19	3,34	
82. Ik vind dit soort vragen over techniek moeilijk.	16	18	12	36	18	3,21	
42. Als er op school een hobbyclub over techniek kwam, werd ik zeker lid.	7	9	39	29	16	3,39	
19. Voor leerlingen van mijn leeftijd is techniek niet interessant.	2	5	19	35	39	4,04	
62. Ik vind het leuk om thuis zelf iets te repareren.	35	42	10	9	4	2,05	
13. Met techniek heb je in het dagelijks leven weinig te maken.	4	8	11	44	34	3,96	
45. De mensen hebben techniek beslist nodig.	18	47	23	10	2	2,30	
38. Als je niets van techniek weet, loop je achter.	9	22	22	29	18	3,25	
10. Techniek is goed voor de economie.	17	28	47	7	1	2,48	
53. Ik vind techniek een beetje eng.	21	8	15	30	46	4,12	
56. Door de techniek zijn de mensen steeds veeleisender geworden.	19	35	39	5	2	2,35	
78. Techniek is alleen voor geleerden.	2	1	6	34	58	4,47	
27. Om iets van techniek te weten moet je eerst een moeilijke studie volgen.	7	10	32	37	14	3,41	
15. Techniek is te moeilijk voor mij.	2	6	33	35	24	3,71	

Item	helemaal		weet		helemaal		gem.
	eens	eens	niet	oneens	oneens	gem.	
	1	2	3	4	5		
6. Techniek is niets voor meisjes.	5	0	4	24	66	4,46	
61. Techniek is voor meisjes net zo makkelijk of moeilijk als voor jongens.	58	25	9	4	4	1,70	
31. Het is een goede zaak als meisjes leren stekkers aan snoeren te zetten.	37	35	15	9	4	2,09	
77. Ik ken niet veel technische beroepen.	4	17	17	41	20	3,56	
67. Als je in de techniek werkt doe je elke dag hetzelfde werk.	2	4	19	40	35	4,04	
48. Het lijkt me leuk om in de techniek te werken.	14	22	44	12	8	2,78	
18. Bij techniek moet je dingen zelf ontwerpen.	4	16	49	26	5	3,11	
5. Bezig zijn met techniek is creatief.	10	36	38	13	3	2,63	
9. Zelf problemen oplossen is belangrijk in de techniek.	16	38	39	6	1	2,39	

aantal leerlingen: 258.

niet-rolbevestigend lesmateriaal

suzanne udo
annita alting
the

Inleiding

Een van de bijdragen die het MENT-project wil leveren aan het reduceren van de achterstand die meisjes en vrouwen hebben in het onderwijs in natuurkunde en techniek is het ontwikkelen van onderwijsleerpakketten. In veel schoolboeken komen de traditionele rolpatronen voor. Wij gaan er vanuit dat van boeken waarin voortdurend een verouderd beeld van rolopvattingen wordt geschilderd een negatieve invloed uitgaat op het zelfbeeld van meisjesleerlingen.

Dit is een van de redenen waarom binnen MENT voorbeeld-onderwijsleerpakketten worden ontwikkeld. Het pakket 'Elektriciteit in en om het huis' is in eerste versie in 1982 ontwikkeld. Het is daarna gebruikt op 7 scholen*. In 1984 is de herziene versie verschenen, welke nu voor evaluatie doeleinden wordt gebruikt op 3 scholen. Het ligt in de bedoeling dat naar aanleiding van gegevens uit de huidige evaluatie het pakket opnieuw wordt herzien om dan samen met de andere voorbeeld-onderwijsleerpakketten 'Geluid' en 'Energie in ons lichaam' geëvalueerd worden.

Criteria

Uit onderzoek** is gebleken dat leerlingen meer gemotiveerd worden voor natuurkunde als de positieve maatschappelijke betekenis voor het onderwerp en de relatie met de 'maatschappij, het dagelijks leven' meer naar voren komen. Dit geldt vooral voor meisjes. Als motiverend geldt eveneens het meer naar voren komen van biologische of medische aspecten.

Het onderhavige lespakket is geschreven volgens de volgende criteria

1. Er moet een relatie bestaan tussen het lesmateriaal en de ervaringswereld van leerlingen;
2. Er moet sprake zijn van een betere rolverdeling in het lesmateriaal. Dat wil zeggen vrouwen zowel als mannen in actieve en helpende posities in tekst en plaatjes;

* Mathieu Dumont: Beter natuurkunde-onderwijs voor meisjes?
MENT 83-02 Eindhoven.

** Ormerod, Pupils' attitude to the Social implications of Science, 1979

3. Het curriculum moet geen specifiek meisjes curriculum zijn;
4. Natuurkunde moet aantrekkelijk zijn voor jongens en meisjes;
5. Elk pakket mag 6 à 10 lessen omvatten.

Het is niet de bedoeling een nieuwe leerplan te schrijven, maar slechts een aantal praktische uitwerkingen te geven aan deze criteria.

Het onderwijsleerpakket 'Elektriciteit in en om het huis'

Het huidige pakket bevat 6 delen namelijk

- Deel 1 Elektrische energie en elektrisch vermogen
- " 2 Hoe besteden we thuis elektriciteit
 - " 3 Wat kost elektrische energie
 - " 4 Besparen op elektrische energie
 - " 5 Elektriciteit en veiligheid
 - " 6 Practicumopdrachten

De evaluatie

Het pakket wordt op 3 scholen uitgetest. De gegevens van deze praktische evaluatie zullen half februari 1985 bekend zijn. De evaluatie van tekst en illustraties is weergegeven in de twee volgende tabellen. De eerste twee kolommen geven gemiddelde en standaard deviatie van 14 onderwijs methoden. (deze cijfers komen uit 1982 *).

* Mathieu Dumont: Beter natuurkunde-onderwijs voor meisjes?
MENT 83-02 Eindhoven

	gemiddelde van 14 methodes	standaard- deviatie	Elektriciteit in en om het huis
Gem. aantal ill. per 110 blz	147,7	64,8	68,0
percentage ill. met personen	13,2	11,1	40,0
" " " man	9,0	8,7	3,8
" " " vrouw	1,3	1,5	23,0
" " " beide	0,9	0,9	3,8
" " " onb. sekse	2,0	1,9	9,6
" " " allen hand	4,6	3,7	0

Tekst over 50 blz.

aantal mannen in experiment	6,0	3,4	0
" " anders	6,2	3,4	3
" vrouwen in experiment	0,1	0,3	1
" " anders	1,1	1,4	5

Hier is kwantitatief weergegeven hoe er inhoud gegeven is aan criterium 2. Het lijkt in eerste instantie dat bij het MENT-pakket is doorgeschoten naar de andere kant, maar bij het doorbladeren van het pakket valt dit niet op. Pas bij het 'turven' komt dit eruit.

In de discussie werd vooral ingegaan op het relatieve belang van het lesmateriaal.

Men had het idee dat de invloed van plaatjes sterk overschat werd; de rol van de docent is veel groter in de vorming van een attitude bij de leerlingen tegenover dit vak.

Dit laatste erkent het MENT-project ten volle, maar ook lesmateriaal heeft invloed. De plaatjes zijn maar één facet, maar wat belangrijker is, is dat in de lessen de relatie tussen natuurkunde en het dagelijks leven gelegd wordt.

Deze opmerking lokte een levendige discussie uit over in hoeverre techniek slechts een illustratie van de natuurkunde behoort te zijn, dan wel een belangrijk onderdeel daarvan vormt, te weten één van de belangrijke linken tussen de academische natuurkunde en het dagelijks leven.

Zoals enigszins zichtbaar was in het besproken voorbeeld lesmateriaal kiest het MENT-project voor de laatste stelling, met als achtergrond dat abstracties van de werkelijkheid vooral voor veel meisjes onder de leerlingen niet aantrekkelijk zijn. Hier werd een mogelijke tegenstrijdigheid

gesignaleerd: in een wereld waar sekse-rollen in bestaan, creëer je een afstand tussen de belevingswereld en het lesmateriaal indien je sekserol stereotypen weglaat. Het MENT-project kiest toch voor het weglaten en soms doorbreken van stereotypen aangezien wel gebleken is dat het huidige vrouwbeeld meisjes niet tot het zich serieus bezighouden met natuurkunde aanzet. Er zal binnenkort een verslag verschijnen van Ton Speekenbrink over het gebruik van het voorbeeld-lesmateriaal in 3 3-havo/athn. klassen.

Evenals het lesmateriaal is dat opvraagbaar bij het MENT-project
TH Eindhoven, Postbus 513, 5600 MB EINDHOVEN, Tel. 040 - 47 30 95

Annita Alting
Ton Speekenbrink
Suzanne Udo



microcomputers : motiverend voor leerlingen ?

ton elermeyer
harald veit
u.v.a.

Het project 'Toepassing van micro-computers bij natuurkunde-experimenten' van de U.v.A. heeft tot nog toe een aantal experimenten ontwikkeld, o.a.:

- een spirometerproef, waarmee een aantal longvolumina kunnen worden bepaald;
- een meetmethode van de registratie van botsingen van karretjes op een luchtkussenbaan;
- een storage-scoop pakket;
- een audiogramproef, waarmee de gehoordrempels kunnen worden bepaald en worden verwerkt tot audiogrammen.

Gepresenteerd zijn de registratie van botsingen, het storage-scoop pakket en de audiogramproef. De proef voor de besturing van een robot-arm m.b.v. de 'computing' bouwdoos van Fischer Technik was helaas nog niet gereed.

In de subgroep zijn de toepassingsmogelijkheden besproken en bediscussieerd.

Zeker de storage-scoop mogelijkheden lijken direct bruikbaar te zijn in het huidige onderwijs. De audiogramproef biedt de mogelijkheid een echt onderzoek met vergelijkbare nauwkeurigheid uit de medisch-fysische sector uit te voeren.

Ook kwam naar voren dat de toegankelijkheid van de experimenten van de geïnteresseerde leraren mede vanwege de benodigde hardware vooralsnog een probleem vormt.



de ontwikkeling van een leerpakket voor de bovenbouw van havo en vwo : een randvoorwaarde voor een grote betrokkenheid van leerlingen

a. miedema

v.u.-adam

Er zijn verschillende manieren om de betrokkenheid van leerlingen bij de (natuurkunde)lessen te vergroten:

- door aansprekende inhouden aan te bieden (taalgebruik; aansluitend bij de alledaagse leefwereld en meer aandacht voor maatschappelijke en technische ontwikkeling);
- door het variëren van werkvormen (doceren-demonstreren, groepswork, individueel work);
- door het gebruik van leer- en hulpmiddelen (video, films, diaserie, artikelen uit kranten en tijdschriften, modellen);
- het creëren van een goede werksfeer;
- enz.

Hoewel de onderwijsgevende een centrale rol vervult waar het gaat om het verhogen van de betrokkenheid van leerlingen, zijn goede onderwijsleerpakketten een noodzakelijke randvoorwaarde.

Een aantal docenten van de vereniging DBK-na werkt al enkele jaren samen aan de realisering van een leerpakket (binnen het huidige eindexamenprogramma) waardoor de leraar het gereedschap krijgt om leerlingen meer te betrekken bij de natuurkundeles. Het materiaal voor klas 4 en 5 HAVO is in eerste versie vrijwel gereed.

In de keuzegroep zal achtereenvolgens aan de orde komen de opzet en uitgangspunten, de globale inhoud en de gebruiksmogelijkheden. In het tweede deel zal door een gebruiker worden ingegaan op de ervaringen in de klas.





begripsontwikkeling

*binnen het onderwerp
elektriciteit*

*pieter licht
rua*

Inleiding

Zowel nationaal als internationaal wordt door vakdidactici veel aandacht besteed aan de ontwikkeling van fysische begrippen bij leerlingen/studenten in verschillende deelgebieden van de fysica. Met name het onderzoek naar begrippen uit de mechanica heeft al veel gegevens opgeleverd over de ideeën van leerlingen/studenten in de context van de mechanica-problemen. Het blijkt dat velen sterk gewortelde intuïtieve concepten hanteren, die ook na het mechanica-onderwijs nog worden gehanteerd. Deze concepten wijken vaak af van de in het onderwijs nagestreefde en kunnen voor een belangrijk deel gebaseerd worden op ervaringen of taalgebruik uit het dagelijks leven.

Tamelijk recent is ook onderzoek gestart op het deelgebied elektriciteit. Ik zal vooral aandacht besteden aan de resultaten van dit onderzoek en globaal aangeven wat ik zelf wil gaan doen op dit terrein.

Het verhaal is als volgt opgebouwd:

1. de aard van de problemen bij leerlingen; enkele toetsgegevens uit het DBK-project; hierover wordt niet gerapporteerd vanwege de beperkte ruimte die voor deze rapportage beschikbaar is;
2. wat doen anderen eraan?
3. voorstel voor een strategie (of: wat kan mijn bijdrage zijn?)
4. de mogelijke bijdrage van deze strategie aan een verbetering van de motivatie.

1. De aard van de problemen bij leerlingen

In het volgende ga ik vooral in op de aard van de problemen en minder op de percentages leerlingen/studenten bij wie deze problemen zich voordoen. Vooraf kan echter wel gesteld worden dat we ons niet bezighouden met 'pathologische gevallen', maar dat alle beschreven problemen bij een niet te verwaarlozen percentage leerlingen/studenten voorkomen.

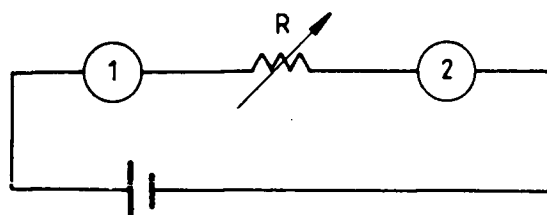
A. Leerlingen/studenten hanteren geen adequaat model voor de elektrische stroom (liever: ladingstroom) in eenvoudige schakelingen. Een overzicht van veel gehanteerde modellen ziet er aldus uit:

<u>Naam</u>	<u>Omschrijving</u>
1. unipolair model	de batterij geeft stroom aan de lamp door één draad (stroom is hetzelfde als energie).
2. botsende stromenmodel	er is een + en een -stroom, die in de lamp tegen elkaar botsen (gedurende dit botsingsproces komt energie vrij).

- | | |
|------------------------------|---|
| 3. consumptiemodel | de stroom wordt opgebruikt bij elke component. Het is mogelijk dat er onvoldoende stroom is voor de 'laatste' component in een schakeling. |
| 4. gesloten consumptie-model | de stroom loopt rond in de schakeling, waarbij alle componenten worden bereikt. Er wordt in elke component stroom verbruikt. |
| 5. constante stroom-model | de batterij levert een constante hoeveelheid stroom, ongeacht de schakeling die er op is aangesloten. De stroom wordt altijd gelijkmatig verdeeld over de takken in een parallelschakeling. |
| 6. ohmse model | de stroom is afhankelijk van de verschijningsvorm van de schakeling en blijft behouden. De stroom begint overal tegelijk, zodra het circuit wordt gesloten. De energie wordt via de stroom getransporteerd. |

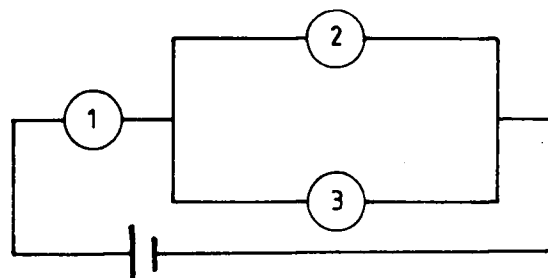
Het door leerlingen gehanteerde model blijkt niet een constant gegeven te zijn, maar het kan variëren met het aangeboden probleem. Het is wel zo dat één bepaald model regelmatig gehanteerd wordt dan andere.

- B. Leerlingen en studenten redeneren sequentieel. Wat wordt hiermee bedoeld? Bekijk onderstaand schakelschema:



1 en 2 zijn identieke lampjes, R een variabele weerstand.

In een Belgisch-Franse onderzoekspopulatie van universitaire studenten zegt 52% dat lampje 1 met constante felheid blijft branden als R toeneemt, terwijl de felheid van lampje 2 afneemt. In een Nederlandse groep is dat 20%. Er wordt lokaal geredeneerd; men ziet de schakeling niet als geheel. Veranderingen in de schakeling 'stroomafwaarts' hebben 'stroomopwaarts' geen invloed. Het beeld wordt ook in de Nederlandse situatie somberder als we kijken naar de volgende schakeling



1, 2 en 3 zijn identieke lampjes

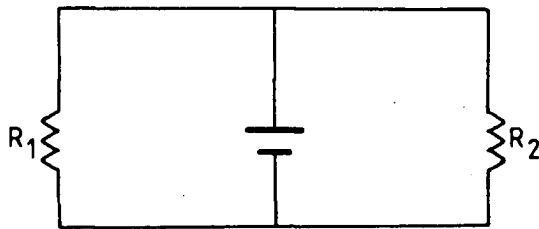
Probleem: we draaien lampje 3 uit de fitting. Wat gebeurt er met de felheid waarmee de lampjes 1 en 2 branden?

In de Nederlandse groep van eerstejaars natuurkundestudenten geeft 33% de juiste voorspelling en de juiste verklaring (afgezien van rekenfouten).

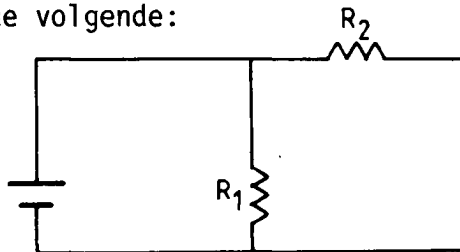
Een veel (41%) gebruikte redenering is: met lampje 1 gebeurt niets en lampje 2 gaat feller branden. Immers alle stroom gaat nu door de tak met lampje 2. Bij berekeningen neemt het merendeel de stroom als ingang. Omdat je echter bij gebruik van de formule $P = V \cdot I$ ook iets moet weten over V , komt in tweede instantie bij een aantal studenten de grootheid spanning aan de orde.

Dit onderdeel samenvattend, concludeer ik:

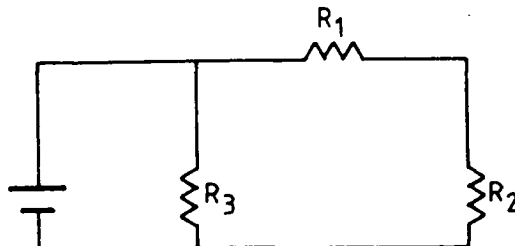
- a. veel fouten zijn terug te voeren tot sequentieel redeneren;
 - b. er bestaat een sterke geneigdheid om het begrip stroom te hanteren in verklaringen, hetgeen het sequentieel redeneren in de hand werkt;
 - c. als leerlingen/studenten het begrip spanning al gebruiken, dan alleen in combinatie met stroom om een uitspraak te doen over de felheid van lampjes.
- C. Leerlingen/studenten zijn niet in staat de juiste formules te hanteren in echte schakelingen of schakelschema's op papier.
 Hoewel velen zich de formules wel herinneren, kunnen ze deze niet koppelen aan actuele situaties in een schakeling. In een Amerikaans onderzoek onder studenten gebruikt meer dan 50% formules om iets te kunnen zeggen over de relatieve felheid van lampjes in serie- en parallelschakelingen. De uitkomsten bleken af te hangen van de gebruikte formules, zoals $P = V \cdot I$, $P = I^2/R$.
- D. Leerlingen/studenten halen de verschillende concepten door elkaar.
 Stroom, spanning, energie, vermogen worden allemaal 'op één hoop geveegd' en betekenen eigenlijk hetzelfde.
 In een gecombineerd Frans-Duits onderzoek onder 15-jarigen bleek vòòr het onderwijs 83% en nà het onderwijs 81% van de leerlingen stroom en energie door elkaar te gebruiken (overigens zonder dat in het onderwijs speciale aandacht was besteed aan dit onderscheid). Vòòr het onderwijs geeft 66% aan dat stroom en spanning altijd samen optreden en nà het onderwijs is dat 60%. In eigen interviews onder 13 leerlingen verspreid van brugklas t/m 5 VWO (met natuurkunde) wist geen van de leerlingen het verschil tussen stroom en spanning aan te geven.
- E. Leerlingen/studenten kunnen niet omgaan met schakelschema's in de vertaling van actuele circuits naar schema's en omgekeerd.
 Op hun niveau hebben veel leerlingen moeite met het herkennen van schakelingen of onderdelen van schakelingen.
 Zo herkent slechts 60% van de leerlingen dit als een parallelschakeling van twee weerstanden:



minder dan 50% de volgende:



en slechts 20% weet de volgende schakeling correct te omschrijven:



De meesten gebruiken de geometrische karakteristieken van een schakeling om te kunnen zeggen of iets parallel of serieel is geschakeld. Zo staan R_3 en R_2 in bovenstaande tekening parallel en is de positie van R_1 onduidelijk, waarschijnlijk in serie met R_3 en R_2 .

2. Wat doen anderen eraan?

In het volgende wil ik een globaal overzicht geven van pogingen van anderen (onderzoekers/docenten) om de geconstateerde problemen te lijf te gaan.

In telegramstijl valt hierover het volgende te zeggen:

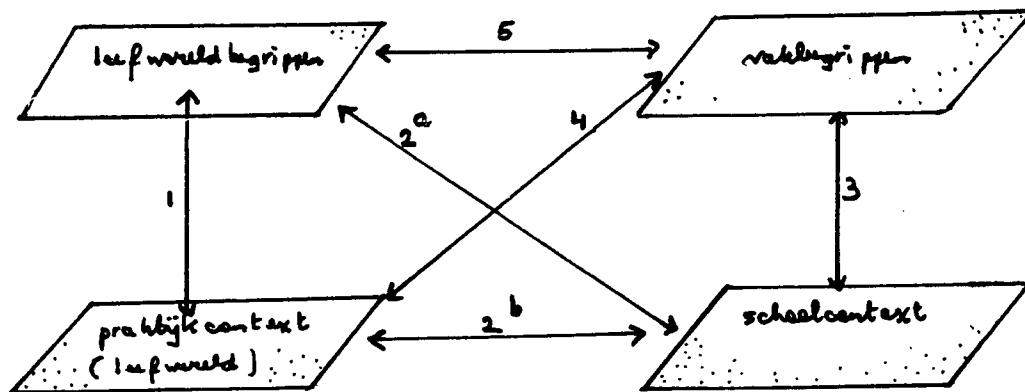
- veel praktische oefening in combinatie met het geven van een verklaring in termen stroom, spanning en weerstand;
- gebruik maken van een cognitieve conflictsituatie. Na het voorstellen van de gehanteerde modellen in de klas m.b.v. een inleidend experiment worden de leerlingen geconfronteerd met een nieuw experiment dat in conflict is met het door hen gehanteerde model. Na discussies in kleine groepjes en een onderwijsleergesprek met de totale klas komt men stap voor stap tot het nagestreefde fysisch model;
- gebruik maken van een waterstroommodel. In praktijk blijkt dat leerlingen met waterstroom dezelfde problemen hebben als met ladingstroom. Een Duits onderzoek maakt om die reden melding van 12 lessen over het waterstroommodel en het niet toekomen aan ladingstroom;
- meer aandacht voor eigen taalgebruik. Maak geen gebruik meer van termen als elektrische stroom, statische en bewegende elektriciteit. Je geeft met deze termen namelijk niet aan wat er stilstaat of stroomt, zoals bij waterstroom, luchtstroom, lavastroom. Het verdient de voorkeur gebruik te maken van termen als statische en bewegende lading. De laatste wordt dan ladingstroom genoemd.

- Daarnaast is er sprake van een energiestroom in de schakeling;
- e. een andere introductie van begrippen:
 - e.1 stel het begrip lading centraal;
 - e.2 stel het begrip spanning centraal;
 - e.1 is uitgewerkt door Melvin Steinberg (V.S.). Ik hoop daar in een later stadium over te kunnen rapporteren.
 - e.2 is uitgewerkt door een groep in Israël. Tot de 6e à 7e les verliep alles goed. Toen werd het begrip stroom geïntroduceerd en maakten de leerlingen weer dezelfde fouten als in het onderwijs waarin spanning niet centraal staat in het begin.
- Dit onderdeel samenvattend concludeer ik dat er een aantal veelbelovende ontwikkelingen zijn. Maar men moet niet verwachten dat een oplossing uit de bus komt die aan alle gesignaleerde problemen het hoofd kan bieden. Dat geldt natuurlijk ook voor mijn eigen bijdrage.

3. Voorstel voor een strategie (of: wat kan mijn bijdrage zijn?)

De door leerlingen/studenten gehanteerde concepten zijn voor een belangrijk deel te localiseren in een kennisdomein dat ik in navolging van Joan Solomon zou willen omschrijven als het leefwerelddomein. Dit domein van leefwereldkennis heeft in sociaal opzicht grote waarde en wordt door communicatie met anderen telkens versterkt. Gezien het karakter van deze kennis is het op zijn zachtst gezegd onverstandig om in onderzoek en ontwikkeling van onderwijs te streven naar het uitroeien van deze kennis. Een reëler doel zou zijn van leerlingen te vragen dat ze in staat zijn te denken en te opereren in twee verschillende kennisdomeinen, die ze enerzijds uit elkaar kunnen houden en anderzijds met elkaar kunnen verbinden. Het tweede domein is het symbolisch domein dat een ander kennissysteem oplevert om de werkelijkheid te interpreteren. Vooral in opleidingssituaties worden we met dat andere, in ons geval fysische, kennissysteem geconfronteerd. Een probleem is nu dat we in het onderwijs onvoldoende aandacht besteden aan de verschillen en de relaties tussen beide domeinen en we veelal tevreden zijn met een oplossing voor een probleem met behulp van concepten uit het symbolische domein. De ervaring leert dat het merendeel van de leerlingen reeds na vier maanden deze concepten niet meer op de juiste wijze weet te hanteren en alleen gebruik kan maken van de aanwezige, in de tussentijd vaak versterkte, leefwereldkennis. In het symbolische domein is de tamelijk losse wijze waarop we gewoonlijk onze ervaringen categoriseren niet gepast. Dit leidt ertoe dat problemen in het symbolische domein worden genegeerd, terwijl ervaringen uit de werkelijkheid onze aandacht wegtrekken van het symbolische niveau naar het gebruik van kennis van alledag. Het gemak om tussen de twee domeinen heen en weer te springen is dus niet symmetrisch.

Het is mijn bedoeling om te komen tot de ontwikkeling van lesmateriaal, dat, in ieder geval bij de behandeling van een aantal kernbegrippen uit de elektriciteitsleer, wordt opgebouwd rond de volgende strategie:



Hierin kunnen de volgende stappen onderscheiden worden:

1. expliciteren van de aanwezige leefwereldbegrippen vanuit één of meer relevante praktijksituaties;
2. a) confrontatie van de leefwereldbegrippen met situaties in een schoolcontext (dit is b.v. een demonstratie of een leerlingproef), die samenhangen met de gekozen praktijksituaties;
2. b) duidelijk moet worden waarom de schoolsituatie als vereenvoudigde en/of aangepaste praktijksituatie model staat voor het te onderzoeken probleem;
3. in een situatie van begripsnood, vanwege het conceptuele conflict uit punt 2a worden nieuwe begrippen/principes geïntroduceerd, die in eerste instantie een verklaring geven voor de aangereikte schoolsituaties;
4. de aangeboden vakbegrippen moeten echter ook een verklaring inhouden van de praktijksituaties, waar alles mee begonnen is;
5. evaluatie van het conceptuele conflict door de vakbegrippen nogmaals te confronteren met de leefwereldbegrippen.

Parallel aan en ter ondersteuning van deze ontwikkeling spitst het onderzoek zich toe op het testen van de volgende hypothesen en het beantwoorden van de volgende vragen:

hypothese 1: Na verloop van tijd zullen leerlingen bij het verklaren van verschijnselen de voorkeur geven aan het hanteren van leefwereldkennis in plaats van symbolische kennis, als deze laatste in de tussentijd niet wordt versterkt.

hypothese 2: Het is moeilijker om regelmatig flexibel van het ene domein naar het andere domein over te springen dan continu in één domein te opereren en dit is indicatief voor een hoger niveau van begrip.

Als beide hypothesen kunnen worden bevestigd en daarmee een ondersteuning zouden betekenen van een Engels onderzoek op het gebied van energie (omzettingen), richt het vervolg van het onderzoek zich op de vraag welke onderwijsleersituaties het springen tussen beide domeinen kunnen bevorderen en/of de verschillen tussen beide domeinen voor de leerlingen kunnen verhelderen. Dit leidt tot de volgende vragen:

vraag 1: welke praktijk- en schoolsituaties zijn goed inpasbaar binnen bovenomschreven strategie?

vraag 2: welke presentatievorm (individueel, kleine groepen, klassikaal) is het meest geschikt voor stap 1 uit de strategie?

Beide vragen worden eerst beantwoord voor de begrippen (lading)stroom, spanning en weerstand. In een later stadium kan dit wellicht worden uitgebreid naar elektromagnetische verschijnselen.

Vooralsnog ben ik bezig een analysemethode te ontwikkelen om het springen tussen beide domeinen consistent te kunnen beschrijven. Pas als dit is afgerond kan ik de toetsing van de hypothesen en het beantwoorden van de vragen ter hand nemen.

Ik hoop met dit onderzoek een bijdrage te kunnen leveren aan de discussie over het gebruik van contexten in het natuurkunde-onderwijs.

4. De mogelijke bijdrage van deze strategie aan een verbetering van de motivatie

Tussen cognitieve en affectieve processen tijdens het uitvoeren van leertaken bestaat een sterk verband. Ik ben geneigd deze kant van de attitudevorming te benadrukken en daarmee het accent te leggen op een verbetering van de onderwijsleersituatie door veranderingen aan te brengen in de inhoud en opbouw van de uit te voeren taak.

Naar mijn mening kan de voorgestelde strategie leiden tot een verbetering van de motivatie, omdat:

- a. de opbouw van kennis en vaardigheden aansluit bij de aanwezige bagage;
- b. het vakonderwijs geplaatst moet worden in een context die relevant is voor de praktijk;
- c. leerlingen zelf ideeën kunnen aandragen en experimenten kunnen doen;
- d. expliciet aandacht wordt besteed aan de leerzaamheidswaarde van de leertaak. Wat hebben we geleerd en wat hebben we eraan in de praktijk- en de schoolcontext?

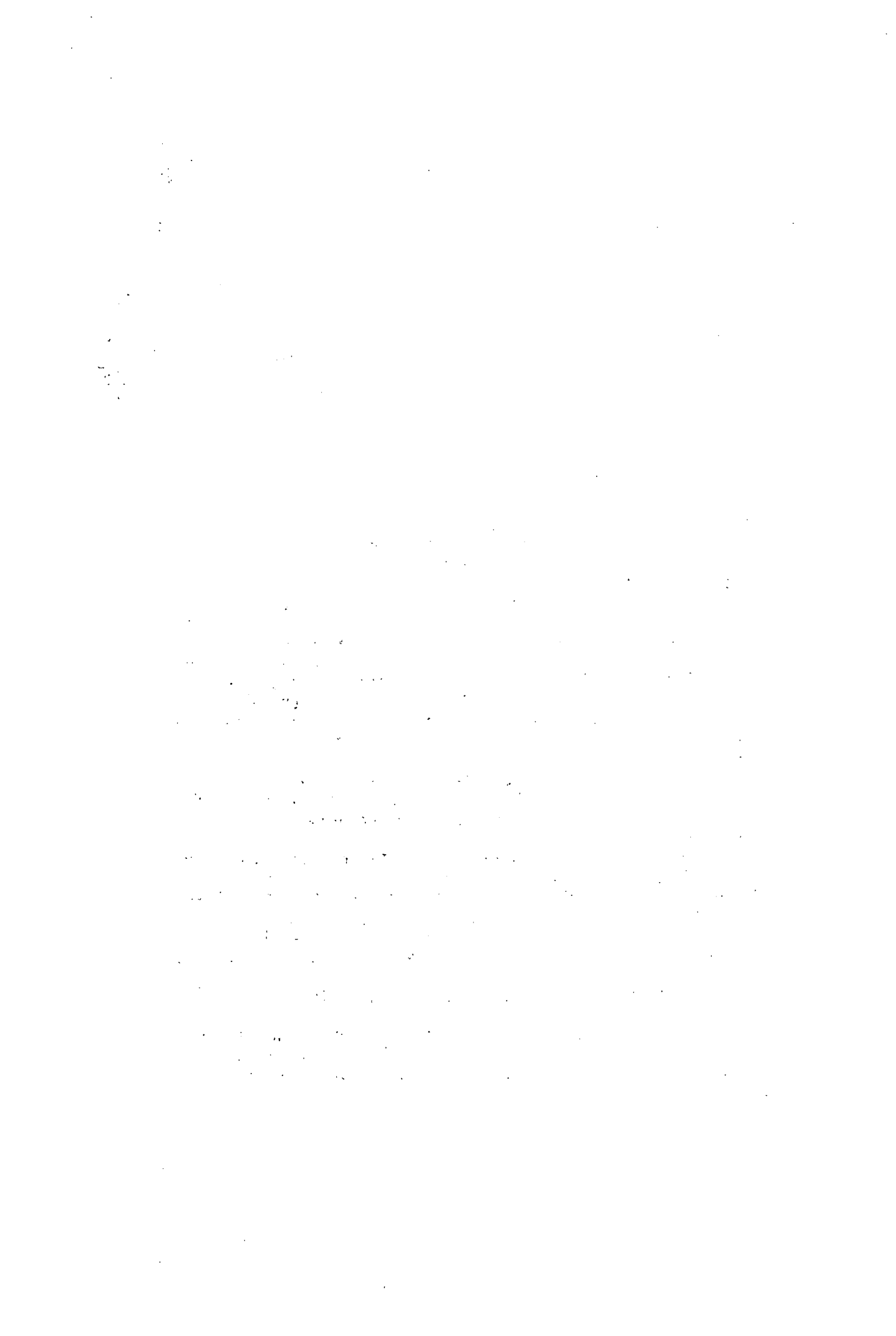
de microcomputer in het natuurkunde praktikum

a.j.korthof



De subgroep zal uit drie gedeelten bestaan:

1. Demonstratie van twee proeven: (op Commodore)
 - a. Een computer gestuurd experiment.
De computer stuurt een pomp die een leeg lopend vat probeert vol te pompen met water. Het vloeistofniveau wordt steeds door de computer ingelezen om de pompsterkte te kunnen bijregelen om het gewenste niveau te bereiken. Dit is een voorbeeld van een regelsysteem met terugkoppeling. De traagheid van de pomp kan software-matig ingesteld worden. Wij onderzoeken experimenteel welke factoren invloed hebben op het regelgedrag. Deze proef kan gebruikt worden als model voor de verwarming van een woning.
 - b. De computer als geavanceerd meetinstrument.
Boven een luchtkussenbaan zijn een groot aantal Hall-sensoren geplaatst, die reageren op een magneetje aan een karretje.
De computer berekent en een plotter tekent zeer nauwkeurig s-t, v-t, a-t diagrammen, in verschillende kleuren.
2. Hoe kom ik aan een interface die ik nu juist nodig heb? (zelf maken?) Problemen bij het maken van een interface voor allerlei natuurkundige experimenten worden toegelicht met voorbeelden en er wordt ingegaan op eenvoudige electronicakennis die hierbij nuttig is.
3. Wat wil ik eigenlijk met de computer. (en NIET wat kan ik ermee)
Na hier wat met elkaar over gepraat te hebben willen wij proberen aan de hand van een aantal voorbeelden samen tot een aantal criteria te komen waaraan zinvol computer gebruik moet voldoen.



napraten met joan solomon



Gespreksleider: Harrie Eijkelhof

Bij het onderzoek naar leerlingkarakteristieken van degenen die 'science' kiezen, worden lange vragenlijsten gebruikt. Voor bijna alle kenmerken leverde dit niet-significante verschillen op, behalve voor de categorie 'personal element'. Meisjes kiezen op grond daarvan geen science; het vak bevat te weinig 'personal elements'.

Geen natuurwetenschap kiezen op 14-jarige leeftijd is vaak doorslaggevend voor je mogelijkheden later. Er is bijna geen weg terug. Maak je in de gevoelige periode zoals de puberteit is een verkeerde keuze, dan betekent dat onherroepelijk een jaar overdoen. Een weinig aantrekkelijk alternatief. Op grond hiervan zou het beter zijn als Engelse kinderen wat minder keuzevrijheid hadden, aldus Joan. Ze pleit voor een brede, algemeen vormende scholing. Beroeps carrières in de toekomst zijn zoveel korter dan voorheen, dan mensen tijdens die carrière enkele malen herschoold zullen moeten worden.

Specialistische beroepsgerichte vakken op school vormen een slechte investering; een brede algemene vorming is wenselijker.

'Computer science' in Engeland is een ramp geworden, volgens Joan. Het geeft een buitengewoon onevenwichtige vorming aan leerlingen. Ook general science is om andere redenen niet zo'n groot succes. Misschien levert 'balanced science', wat nu ter discussie staat, meer voorstanders op.

Welke natuurkundige inhoud moet je dan kiezen om meer ruimte voor persoonlijke opvattingen te maken? Meer mogelijkheden voor identificatie met de vakinhoud? Joan beveelt aan om de inkleuring van natuurkunde te veranderen. Bij Newton kan verkeerswetgeving, maximum snelheid, veiligheidsgordels aan de orde komen en een discussie volgen over persoonlijke vrijheid in zit opzicht. Keuzes en gevolgen van roken en niet-roken. Natuurkunde van sport.

De manier waarop wij als fysici het vak leerden en ons ertoe aangetrokken voelden, stoot het gemiddelde kind af. Het leerpad is te smal. En bedenk ook eens dat sommige van onze vakdoelen zó hoog geprezen zijn dat het eerder vrome wensen dan haalbare zaken zijn. We moeten kinderen niet afschrikken door onze hoge eisen en ons strenge goed-fout regime. Zorg dat ons vakinhoudelijke pad niet te beangstigend is. Zorg ook dat er binnen het schoolvak ruimte is voor persoonlijke meningen. Welke persoonlijke mening kun je dan hebben over de wet van Ohm? Wat moet je doen om dit soort dingen in de klas te brengen? 't Zit niet automatisch in de vakinhoud opgesloten beweert Hans Poörthuis. Nu raakt Uw verslaggeefster de draad kwijt. De discussie wordt algemeen. Zonder open klasseklimaat, geen 'evaluative opinions'? Geeft 'proeven doen' meer ruimte voor persoonlijke opvattingen? Dat blijft een open vraag. In ieder geval kunnen experimenten minder streng goed of fout gemaakt worden. Bekijk de experimenten eens door de ogen van leerlingen...

Verslag: Ineke Frederik.

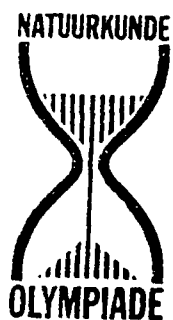


de natuurkunde olympiade een uitdaging voor elke leerling

*hans jordens
rug*

Gedurende drie jaar hebben we nu ervaringen opgedaan in het organiseren van de nederlandse natuurkunde olympiade. Wat oorspronkelijk uitsluitend bedoeld was om te komen tot een selectie voor de internationale olympiade, is uitgegroeid tot een gebeuren waarbij het voor de samenstellers een uitdaging is geworden om in de grootst mogelijke vrijheid leerlingen een grote variatie aan toetsvragen (zowel theoretisch als experimenteel) voor te leggen. Daardoor kan de natuurkunde olympiade in principe elke leerling aanspreken: originaliteit is belangrijker dan een grote hoeveelheid kennis en vaardigheid.

In de subgroep zult U kennis maken met opgaven die zowel wat betreft de inhoud als wat betreft de vraagtechniek, zich onderscheiden van de 'traditionele' behandeling van de leerstof. Tevens kunt U werken aan een aantal experimenten die tijdens de olympiades als toets zijn gebruikt. Voor de deelnemers aan de subgroep zijn de verzamelde opgaven en uitwerkingen van de afgelopen drie jaar beschikbaar.

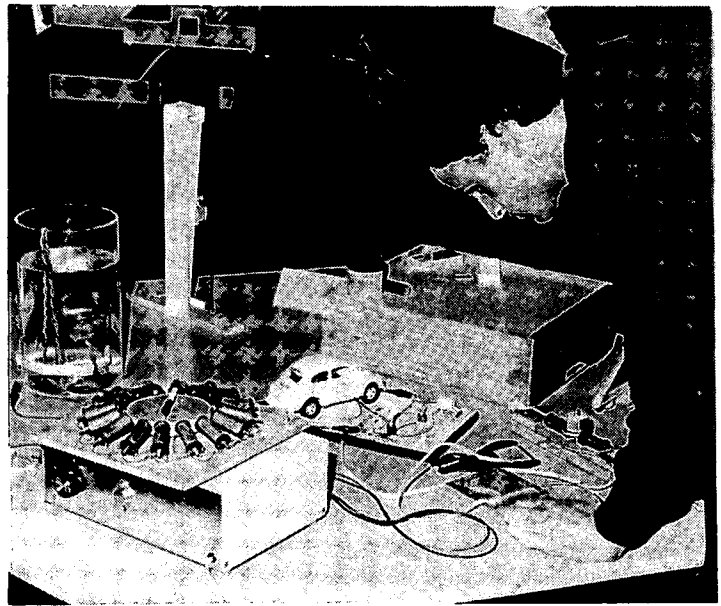


deel 3 :
diversen





DE MARKT



en de wandelgangen



te koop of te geef?



buitenlandse belangstelling

MARKT



proeven...
ja leuk!



zo hoor ik alles

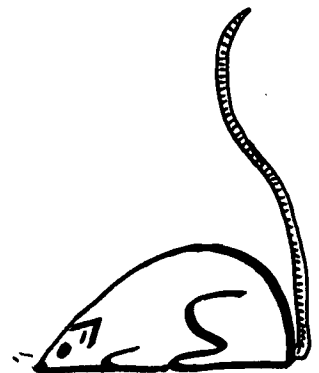


uitgeverij WC

cabaret



MIDLIFE





'Hoe piepjonge muisjes met het enquêteformulier rondgingen'

ria van den hoogen
ronald westra
peter verberkt

1. Inleiding

Aan het eind van dit verslag willen we nog een indruk geven van de mening van de congresgangers over deze conferentie. In de wandelgangen en aangrenzende ruimten hebben we, kort en lang, gesprekjes gevoerd met de deelnemers, hun uitspraken vindt U hier samengevat per conferentiedeel.

2. Algemene indruk

Dit was een Woudschotenconferentie met veel activiteiten, o.a. 5 lezingen, 21 werkgroepen, een uitgebreide markt, cabaret en demonstraties van proeven. Ook was dit een conferentie met heel veel deelnemers, zo'n 340, een nieuw record. Als motivatie om naar deze conferentie te komen geven de deelnemers aan: interessant thema, het ontmoeten van collega's en bekenden en de mogelijkheid voor het opdoen van nieuwe ideeën.

Bij het thema van deze conferentie vonden de meeste deelnemers dat de balans tussen theoretisch didactisch en praktisch toepasbaar goed gevonden was, met inspirerende plenaire verhalen, die zeer verschillend van karakter waren.

Voor het informeel ontmoeten van collega's was er dit jaar wat meer tijd rond het eten, maar nog steeds te weinig voor gezellig natafelen. Vrijdagavond liep de bar weer vol, dit maal tot in de kleine uurtjes. Sommige deelnemers maakten 's avonds of zaterdagmorgen nog gebruik van het feit dat Noordwijkerhout aan zee ligt en dat het goed weer was om een strandwandeling te maken.

Nieuwe ideeën waren in de lezingen en werkgroepen te beluisteren, ook direct toe te passen in de decemberlessen.

Algemeen stelde men vast dat de conferentie ook dit jaar weer informatief, motiverend, prettig van sfeer en goed georganiseerd was, of, zoals een deelnemer het formuleerde de Woudschotenconferentie "draagt bij tot het clair obscur van de decembermaand".

3. De lezingen

(1) Dr.Th.Bergens: "Waarom heb ik succes of waarom faal ik op school - twee vragen met motivationele implicaties"

Deze openingslezing werd door velen als "zeer theoretisch" ervaren. ("Wellicht goed voor collega-wetenschappers"). Het gebodene werd in het algemeen gezien als "intrappen van een open deur", waarmee men trachtte aan te geven dat men bekend was met de materie (in deze lezing schema-

tisch ingedeeld"). Mede door de wat statische presentatie werd de kreet "saaie voordracht" veel gehoord. Men kon de aandacht er maar moeilijk bijhouden. Werd de lezing als "weinig praktijk-gericht" gezien, in de door Bergen verzorgde subgroep kon men door middel van praktische oefeningen concreet met de informatie uit de lezing aan de gang gaan. Deze subgroep verduidelijkt "wat je ermee kunt in de klas".

(2) Drs.M.van Woerkom: "Natuurkunde rondom Kerst en Nieuwjaar"

De reacties op deze voordracht waren unaniem enthousiast. In een vlotte, levendige verteltrant behandelde van Woerkom de natuurkunde van sneeuw, de kaars, engelenhaar en vuurwerk. Hij verstrekte nog een tip voor de verzorging van practicummateriaal: "In deze zak zit ongeveer 5 kilometer engelenhaar, 3 kwartjes bij de Hema". De praktische toepasbaarheid van genoemde onderwerpen kwam geheel overeen met de verwachting van de meeste Woudschoten-deelnemers. Na afloop was de inhoud van deze voordracht op papier te verkrijgen, zodat men het gebodene meteen in de les kon gaan gebruiken. Dat van Woerkom's activiteiten zeer gewaardeerd werden, mag blijken uit het feit dat alle beschikbare voordrachtexemplaren in een mum van tijd verdwenen waren.

(3) Drs.H.Eijkelhof: "Veelzijdige natuurkunde in de bovenbouw, panacee of paardemiddel?"

Ook dit werd weer een inspirerend verhaal gevonden. Heel anders dan de voorgaande lezingen, maar wel nauw aansluitend bij het thema van de conferentie. Met name werd gekeken hoe voor de leerlingen van de bovenbouw het vak natuurkunde op een meer aantrekkelijke en nuttige manier gepresenteerd kon worden. De mensen die al bekend waren met het PLON herkenden hierin een samenvatting van de PLON-uitgangspunten in de bovenbouw. Enkele voor de bovenbouw geschikte thema's werden met behulp van dia's toegelicht. Zowel presentatie als inhoud nodigden mensen uit om goed wakker te worden.

(4) Dr.J.Solomon: "Motivation in physics - where is the personal element?"

Wat mensen als erg positief ervoeren was het gemak waar ze mee sprak, en het enthousiasme dat ze daardoor wist over te dragen. In de lezing werd een verrassende en heldere kijk geboden op manieren waarop men zijn leerlingen beter bij het natuurkunde-onderwijs kan betrekken. Het schrijven van een opstel "Hoe vind ik natuurkunde?" zal voor de meeste natuurkundigen nogal vreemd overkomen, het blijkt echter wel dat het nooit-vermoede denkbeelden aan het licht kan brengen. Zo zal ook voor onze eigen leerlingen ongetwijfeld gelden dat: "they like to light Bunsen-burney more than anything else!" Het feit dat deze voordracht in het Engels werd gehouden werd niet bezwaarlijk gevonden. Haar Oxford-Engels was duidelijk begrijpbaar en goed te volgen. Na een geslaagde voordracht als deze vond men dat best vaker buitenlandse sprekers uitgenodigd mochten worden voor een lezing. We zijn niet alleen in Nederland bezig met de didactiek van natuurkunde, in het buitenland is een groot potentieel beschikbaar aan interessante bijdragen, en didactici die ons kunnen confronteren met andere invalshoeken op het onderwijs.



(5) Drs.J.Schipper: "Mogen leerlingen leren?"

Tijdens het eerste gedeelte van deze lezing kwamen veel reacties uit de zaal. De uitspraken over "leerlingen laten leren" en over "leren en weten" waarbij de spreker o.a. uit "Het geminachte kind" van Guus Kuyer citeerde, kwamen uitdagend over.

De mogelijke uitwerking van deze filosofie in het onderwijs kwam minder overtuigend uit de verf vond men.

In de discussie ging men in op de haalbaarheid van deze uitgangspunten in de dagelijkse praktijk.

4. De subgroepen

Dit jaar had men de keuze uit 21 subgroepen. Voor velen was het moeilijk om hieruit een selectie te maken, "omdat er meerdere subgroepen waren die ik graag had willen bezoeken". Er werd ook dit jaar weer gepleit voor een extra ronde, eventueel ten koste van één of meer lezingen.

De meeste bezoekers waren tevreden over de door hen gevolgde subgroepen, in een aantal gevallen werd de voorinformatie nogal onduidelijk gevonden.

De discussie met collega's en het verkrijgen van praktijk-gerichte informatie werd als zeer positief ervaren, evenals het uitdelen van schriftelijk materiaal in vele groepen. Eer zeer hoge waardering scoorden de subgroepen van Biezeveld/Mathot en Leisink.



*Leisink's bijdrage
werd geapprecieerd*



5. De Markt

De ITO-leraar Leisink was zo populair dat hij 3x op de deelnemerslijst stond.

Zijn bijdrage werd zeer geapprecieerd. In een veelvoud van vernuftige apparaten werden verschillende natuurkundige principes verduidelijkt. Het meest tot de verbeelding sprak ongetwijfeld een parabolische schotel, waarmee nog op grote afstanden gesprekken konden worden afgeluisterd.

Onder andere werd oud en nieuw materiaal van PLON gepresenteerd en een rotatie-experiment van Bas van Poppel.

Verder trokken ook de uitgevers en de producenten van practicummateriaal veel bezoekers, die niet altijd over voldoende financiën beschikten om tot aanschaf over te gaan.



*Ook zij...
waren er.*

6. Demonstraties

Tot groot genoegen van eenieder werd de conferentie afgesloten met demonstraties van een aantal proeven.

Een enkeling schreef na afloop in onbegrensde euforie de woorden "De knutselaars zijn weer terug!" op het evaluatiebord, of sloeg dat op de proeven van Leisink?

7. Wensen voor de toekomst

De deelnemers legden vrij unaniem de nadruk op het feit dat de Woudschotenconferentie voor hen veel praktische toepasbase informatie zou moeten bevatten.

Wel veelzijdig blijven, met voor ieder wat wils, was het advies. Thema's waar een brede invulling bij mogelijk is, worden aantrekkelijk gevonden. Voor een meer theoretische benadering van aspecten van de natuurkunde didactiek is deze conferentie toch kort, "voor het verwerken van theorie is er weinig tijd en dan raak je het snel weer kwijt".

De werkgroepen die aansluiten bij een lezing hebben daar wel een goede functie in, graag erbij houden dus.

Zoals ieder jaar werd er gevraagd naar de gelegenheid om meer werkgroepen te volgen.

Verder stonden er nog reacties op de flappen, die hierna in het verslag opgenomen zijn.

*Slotwoord door de
voorzitter van de werkgroep*



GRAAG UW REAKTIES OP
DEZE KONFERENTIE

4 x subgroepen "

verhouding subgroepen - lezingen
zo houden

Prima conferentie!

Natuurkunde is het technisch onderwijs

Plenaire discussie bevorderen!

Absolute hoogte punten:

MEE EENS!!!

}	1 ^o Jan Leisink ITO Nijmegen 100 bonuspunten
	2 ^o Van Woerkom (Almelo) 90 id.

Voor subgroepen meer gelegenheid bieden (b.v. 4x 1 $\frac{1}{2}$).

Volgend jaar bij leven en welzijn kom ik weer

!!!

ALLEEN JOAN
IS AL f60.- WAARD!

DE KNUTSELAARS ZYN GELUKKIG WEER TERUG

volgend jaar:

Onderwijsversnuiting: wat heeft het opgeleverd?

beste voordracht: Joan
bocieudste onderwerp:
Theo Bergen.

Mier subgr.
minder lezingen (plenair)

HEEFT U SUGGESTIES VOOR

VOLGEND JAAR ?

toetsing (m.c. examens ??)

DISKUSSIE W.E.N. IDEEËN
HAVO / VWO

Ibo | mavo | vbo | eerste fase

MEER aandacht voor ibo/lbo en mavo (onderbouw) en m.t.s

↓
+ H.T.S.

KAN ALLEEN ALS 2x
ZOVEEL DEELNEMERS
BERED ZIJN EEN SUB-
GROEP TE VERZORGEN

Meer tijd voor subgroepen
b.v. 4x subgroepen

op de markt meer materiaal van scholen
en minder van uitgevers

Volgend jaar s.v.p. weer een cabaret

(weil weer andere & "leukere mensen dieren)

doet u het
dan zelf eens

C.P. Snow : The two cultures.

Waarom de ideologisch tegenstelling tussen
literaire en natuurwetenschappelijke cultuur ?

Dit heeft helemaal
niet. Minder subgroepen
probleem.

Plaats centraler in het land

wordt tijd !!

COMPUTER ZINVOL INSCHAKELEN

mogelijkheden ?
moeilijkheden ?
ervaringen ?

Titel: ONDERWIJS EN OPVOEDING -

MOGELIJKHEDEN EN ONMOGELIJKHEDEN