

TER INZAGE

NIET MEENEMEN

Aantekeningen voor de leraar en apparatuurgids

Zien Bewegen

(inclusief KLEUR EN LICHT)

Een lessenserie waarin leerlingen



- ontdekken hoe een lens voor het afbeelden van voorwerpen zorgt, en aan welke fysische wetten die beeldvorming is onderworpen.
- kennis maken met de toepassing van beeldvorming door lenzen in een foto- of filmcamera en in (of voor) het oog.
- ervaren hoe foto's of filmopnamen gebruikt kunnen worden voor het registreren van bewegingen.

Experimentele uitgave voor de derde klas mavo, havo en vwo.

Samengesteld door de projectgroep PLON, met medewerking van projectleraren.



© 1983 Rijksuniversiteit Utrecht

Deze aanwijzingen voor de leraar maken deel uit van experimenteel lesmateriaal. Overname of referentie uitsluitend na toestemming van de medewerkers van het PLON, Lab. Vaste Stof, postbus 80.008, 3508 TA Utrecht.

INHOUD

	Blz.
Voorwoord	3
Verantwoording	
1. Achtergronden en uitgangspunten	4
2. De plaats van "Zien Bewegen" in het PLON-curriculum	4
3. De "andere" natuurkunde in "Zien Bewegen"	6
Het lesmateriaal	
1. Het themaboek	7
2. Apparatuur en werkmateriaal	7
Didaktische opzet	
1. De leerstofperiode	8
2. Het keuze-onderzoek	8
3. De afronding	9
4. De structuur in beeld	9
Lessenplan	
1. Een lessenplan voor 19 lesuren	10
2. Nadere invulling van het lessenplan voor 19 lesuren	11
2.1 Inleiding op het thema	11
2.2 Inleiding op proeven en theorie over afbeelden	12
2.3 Proeven en theorie over afbeelden	12
2.4 Afronden van het onderwerp "afbeelden"	12
2.5 Fototoestel, beweging en scherpte	12
2.6 Bewegingen vastleggen, snelheid	12
2.7 Keuze maken uit de onderzoeken	13
2.8 Onderzoeken, verslaggeving en/of rapportage	13
2.9 Proefwerk	13
3. Bezuinigen	14
3.1 Inkortingsmogelijkheden	14
3.2 Verkorte lessenplannen	15
3.3 Lessenplan 3-MAVO-PLON/regulier	16
4. Uitbreidingsmogelijkheden	17
5. Een andere aanpak?	17
Didaktische aanwijzingen	
1. Aanrommelen en werkvragen stellen	18
2. Experimenteer-problemen	19
3. Formules als rekenregels	20
4. Bewegingen analyseren	28
5. De keuze-onderzoeken	30
Doelen voor leerlingen	31
Doelen voor de leraar	32
Boeken en audio-visuele media	33
Lerarenvragenlijst	39

INHOUD

	Blz.
Bijlagen	
D1 Beeldvorming en onnauwkeurigheid	45
D2 Lichtstralen en "puntvormige lichtbronnen"	47
D3 Optica in het PLON-examenprogramma	49
D4 Proefwerkopgaven	53
D5 Praktische "proefwerk"-opdrachten	62
D6 Uitwerking lessenplan-variant 2	66
D7 Dia/geluid-project	68
I1 Fosfenen	76
AV1 Audio-visuele materialen bij "Zien Bewegen"	77
Apparatuurgids "Zien Bewegen" en "Kleur en Licht"	80

Deze "Aantekeningen voor de leerkracht" kan worden besteld bij
BV Uitgeverij NIB
Postbus 144
3700 AC Zeist
Tel. 03404 - 21624
De prijs is f 10,=

VOORWOORD

U bent betrokken bij het PLON-experiment; fijn dat u meedoet! We hopen, dat u deze aantekeningen voor leraren interessant zult vinden en dat zij u helpen bij het voorbereiden en geven van uw lessen "Zien Bewegen". Deze AVOL is zowel bestemd voor hen, die "Zien Bewegen" voor de eerste keer geven, als voor hen, die er al ervaring mee hebben.

De AVOL geeft informatie over de didactische opzet van het thema "Zien Bewegen" en bespreekt de verschillende fasen van het lesplan. In de bijlagen zijn voorbeelden van toetsen en dergelijke opgenomen. Een lijst met films maakt het gemakkelijker het thema audio-visueel aan te kleden. Het laatste deel is een gids voor de apparatuur en bevat ook details over de proeven.

Op blz. 39 is een vragenlijst opgenomen. U kunt uw enthousiasme en kritiek daarin kwijt. We stellen het zeer op prijs als u die lijst wilt invullen en opsturen.

Deze AVOL is op een aantal plaatsen herschreven of aangevuld ten opzichte van de AVOL uit 1981.

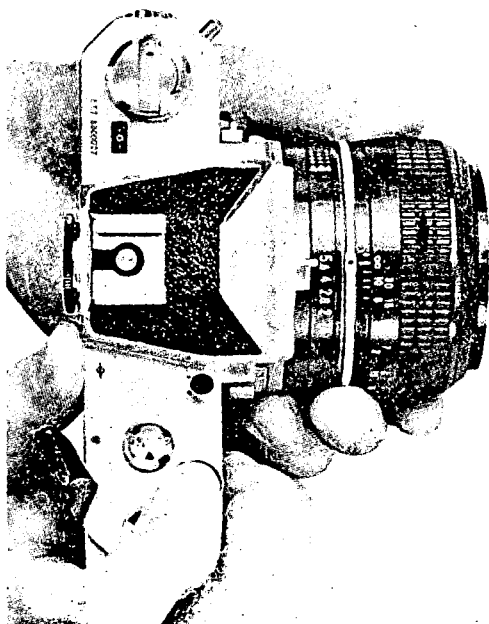
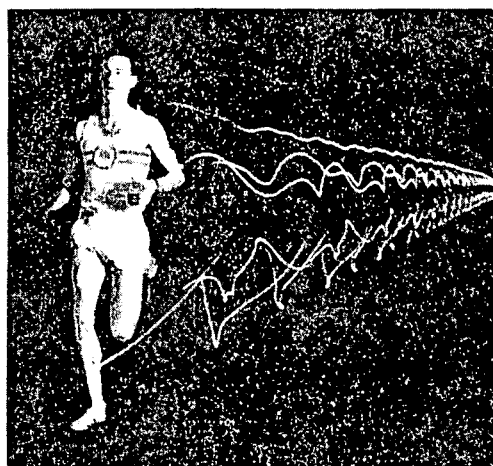
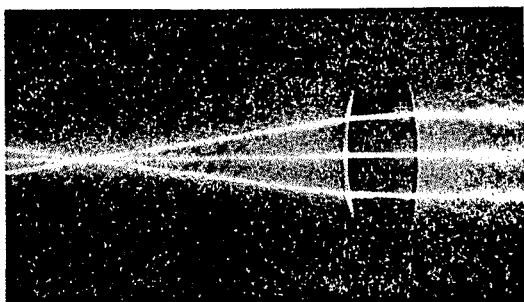
Het PLON-team
Lab. Vaste stof
Rijksuniversiteit Utrecht
Postbus 80.008
3508 TA UTRECHT

Januari 1983

VERANTWOORDING

1. ACHTERGRONDEN EN UITGANGSPUNTEN

De ordening van de leerstof in het thema "Zien Bewegen" berust op de koppeling van "zien" en "bewegen". Het "zien" heeft betrekking op lichtbundels, lenzen en afbeeldingen, met de "toepassing" daarvan in onder andere het oog en de camera. De camera is een hulpmiddel bij het vastleggen van bewegingen (stroboscopische opnamen, film enz.) De koppeling tussen natuurkunde-inhouden (de optica) en de toepassing daarvan (de camera in dit geval), geeft een relatie met de leefomgeving van de leerlingen. De koppeling is niet vrijblijvend. De toepassingen worden gezien als een onderdeel van de natuurkunde-leerstof.



2. DE PLAATS VAN "ZIEN BEWEGEN" IN HET PLON-CURRICULUM

Het thema is bedoeld voor gebruik in de derde klas mavo, havo en vwo. Het omvat als natuurkunde-leerstof onder andere "het afbeelden met bolle lenzen" en "snelheid". Op de optica wordt later in het curriculum niet teruggekomen; het begrip "snelheid" komt terug in het thema "Verkeer en Veiligheid".

VERANTWOORDING

In het kader zijn de jaarprogramma's voor de derde klas mavo en de derde klas havo/vwo weergegeven. Het jaarprogramma 3-mavo geldt voor die scholen die toestemming hebben om deel te nemen aan het experimentele PLON-mavo-eindexamen. Het jaarprogramma 3-mavo-PLON/regulier geldt voor die scholen die in het tweede, derde en voor een deel in het vierde leerjaar wel met PLON-thema's werken, maar die gedwongen zijn deel te nemen aan het reguliere mavo-eindexamen. In het "jaarplan 3-mavo" en in het "jaarplan 3-havo/vwo" wordt uitgebreider ingegaan op de mogelijke jaarprogramma's in het derde leerjaar en de plaats van het thema "Zien Bewegen" daarin. Deze jaarplannen zijn verkrijgbaar bij het PLON.

JAARPROGRAMMA 3-MAVO ¹⁾		JAARPROGRAMMA 3-HAVO/VWO ¹⁾		
<u>Thema</u>	<u>Aantal lessen</u>	<u>Thema</u>	<u>Aantal lessen</u>	<u>Uitbreidingsmogelijkheden⁴⁾</u>
Bruggen	10	Bruggen	10	Instructieboek Krachten
Instructieboek Elektrische Schakelingen	6	Instructieboek Elektrische schakelingen	10	Schakelen en Regelen
Zien Bewegen ²⁾	10, 12, 14	Zien Bewegen ²⁾	10, 12, 14	Kleur en Licht
Geluid Weergeven ²⁾	16, 14, 12	Geluid Weergeven ²⁾	16, 14, 12	{ NAS ³⁾ Verwarmen en Isoleren
NAS/Water voor Tanzania	6	Energie Thuis	10	
Energie Thuis	16	NAS ³⁾	8	
NAS/Energie in de Toekomst				
	64		64	
	==		==	

JAARPROGRAMMA 3-MAVO-PLON/regulier	
<u>Thema</u>	<u>Aantal lessen</u>
Bruggen	10
Zien Bewegen	16
Instructieboek Elek- trische Schakelingen	8
Schakelen en Regelen	14
NAS/Water voor Tanzania	6
Verwarmen en Isoleren	16

- 1) Dit jaarprogramma is gebaseerd op twee lessen per week.
- 2) Het aantal lessen bij met name deze thema's hangt af van een aantal keuzen die de leraar maakt met betrekking tot het doen van bepaalde basiscdelen, het laten uitvoeren van keuze-onderzoeken, enz.; zie daarvoor de AVOL's van de betreffende thema's.
- 3) Keuze uit de vier deelthema's "Natuurkunde en Samenleving".
- 4) Bij een urenaantal van drie lessen per week in 3-havo/vwo; zie "jaarplan 3-havo/vwo".

VERANTWOORDING

Het jaarprogramma in het derde leerjaar komt uit op een totaal van 64 lesuren. Dat is voor twee lesuren per week in het derde leerjaar een redelijk aantal.

Om op dat aantal uit te komen zijn echter een aantal keuzes nodig, met name bij de thema's "Zien Bewegen" en "Geluid Weergeven". De keuzes bij het opstellen van een lessenplan van het thema "Zien Bewegen" vindt u in het hoofdstuk "lessenplan" in deze AVOL.

3. DE "ANDERE" NATUURKUNDE IN "ZIEN BEWEGEN"

De theorie van het afbeelden wordt zoveel mogelijk besproken vanuit de "bundeltheorie". Steeds worden de leerlingen erop gewezen hoe de hele bundel bijdraagt tot de beeldvorming. Door deze benadering hopen we dat de leerlingen begrijpen hoe een beeld tot stand komt, ook als bijvoorbeeld een deel van de lens wordt afgedekt en ze de "bijzondere lichtbundels" (ten behoeve van de beeldconstructie) niet meer kunnen tekenen. Enige achtergrondinformatie hierover vindt u in de bijlagen D1 en D2. In bijlage D3 is het onderdeel "optica" uit het "PLON-examenprogramma" weergegeven. Daaruit zijn de leerstofdoelen wat de fysica betreft af te lezen.

HET LESMATERIAAL

1. HET THEMABOEK

Het themaboek "Zien Bewegen" (evenals het als uitbreidingsmogelijkheid voor de derde klas havo/vwo aangegeven boekje "Kleur en Licht") kan worden besteld bij:

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

Het themaboek is bestemd voor alle leerlingen.

2. APPARATUUR EN WERKMATERIAAL

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

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

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

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

Deze heeft apparatuur voor de tweede klas vanaf 1982 beschikbaar.

Voor de derde en vierde klas zo spoedig mogelijk daarna.

Voor inlichtingen daarover:

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

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

DIDACTISCHE OPZET

In het thema "Zien Bewegen" zijn drie delen te onderscheiden: de leerstofperiode, het keuze-onderzoek en de afronding.

1. DE LEERSTOFPERIODE

In de leerstofperiode staat, na een korte oriëntatie op het thema en de werkwijzen, het basisdeel van "Zien Bewegen" centraal. Dit basisdeel omvat

- proeven en theorie over afbeelden (hoofdstuk 1 en 2)
- de werking van en het werken met het fototoestel (hoofdstuk 3)
- het vastleggen van bewegingen en bepalen van snelheden met behulp van foto's, filmstroken en stroboscopische foto's (hoofdstuk 4)
- oefeningen (proeven en opdrachten) over afbeelden en snelheid (hoofdstuk 5)

De proeven van hoofdstuk 1 worden klassikaal doorgewerkt. Een circuspraktikum lijkt, als gevolg van de opbouw van de leerstof, niet mogelijk. De theorie van hoofdstuk 2 bij de proeven die in de klas gedaan zijn, kan als huiswerk worden opgegeven.

Het basisdeel biedt nauwelijks mogelijkheden tot differentiatie. Door de omvang van dit basisdeel, en het grote aantal proeven in hoofdstuk 1 ervan, zal de leerstofperiode beslag leggen op een niet onaanzienlijk deel van het aantal beschikbare lessen. Mogelijke oplossingen daarvoor vindt u in het hoofdstuk "lessenplan" van deze AVOL.

2. HET KEUZE-ONDERZOEK

In het vervolgdeel van "Zien Bewegen" kunnen groepjes leerlingen een keuze maken uit een aantal wat uitgebreidere onderzoeken:

inhoud vervolgdeel

Onderzoek 1:	Een kijker maken
Onderzoek 2:	Een microscoop maken
Onderzoek 3:	Projecteren
Onderzoek 4:	Het oog
Onderzoek 5:	Brillen
Onderzoek 6:	Foto's afdrukken
Onderzoek 7:	Betere foto's maken
Onderzoek 8:	Stroboscopische foto's maken
Onderzoek 9:	Werken met stroboscopische foto's
Onderzoek 10:	Werken met films
Onderzoek 11:	Snelheden meten in het verkeer

DIDACTISCHE OPZET

De keuze-onderzoeken bouwen voort op de leerstof van het basisdeel. Vanuit dit oogpunt bezien is de leerstofperiode een (uitgebreide) oriëntatie op de onderzoekskeuze van de leerlingen uit het vervolgdeel. De keuze-onderzoeken 1 t/m 5 sluiten aan op hoofdstuk 1 en 2 van het basisdeel (proeven en theorie over afbeelden). Keuze-onderzoek 6 en 7 sluiten aan op hoofdstuk 3 van het basisdeel (het fototoestel). De rest van de keuze-onderzoeken sluit aan op hoofdstuk 4 (vastleggen van bewegingen).

In de leesteksten is bij een aantal keuze-onderzoeken extra (achtergrond) informatie te vinden. In het basis- en vervolgdeel wordt regelmatig naar de leesteksten verwezen; de leesteksten horen er dus echt bij.

Het grote aantal keuze-onderzoeken maakt differentiatie naar belangstelling mogelijk:

- het gebruik van lenzen in verschillende situaties (kijker, microscoop, diaprojector, oog, bril)
- fotografie (foto's maken, afdrukken)
- bewegingen analyseren
- snelheden meten in het verkeer (buiten het leslokaal!)

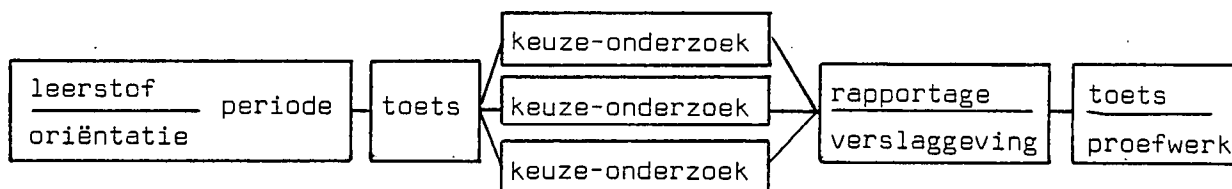
Daarnaast is er differentiatie naar leerling-activiteiten, omdat de onderzoeken vaak op verschillende manieren aangepakt kunnen worden: knutselend (stroboscopische foto's maken, een kijker maken), onderzoekend/theoretisch (stroboscopische foto's analyseren, de werking van een microscoop uitzoeken), praktisch (foto's maken en afdrukken), lezend (leesteksten), enz.

De periode van het keuze-onderzoek kan afgesloten worden met verslaggeving en/of rapportage/demonstratie door de leerlingen.

3. DE AFRONDING

Het werken aan het thema "Zien Bewegen" kan afgesloten worden door een proefwerk, met daarin opgenomen (keuze)vragen naar aanleiding van de verschillende keuze-onderzoeken die door groepen in de klas zijn uitgevoerd (en eventueel aan de klas als geheel zijn gerapporteerd). Het valt ook te overwegen om het werken aan het basisdeel af te sluiten met een proefwerk of toets (en dan een afsluitend proefwerk achterwege te laten).

4. DE STRUCTUUR IN BEELD



HET LESSENPLAN

Een behandeling die het thema "Zien Bewegen" volledig recht doet, zou een 19-tal lessen van 50 minuten vergen. Daarom geven we hieronder een lessenplan, gebaseerd op die 19 lessen. Volgens het jaarprogramma zijn er echter maar 10 tot 14 lessen voor dit thema uitgetrokken. Het preciese aantal beschikbare lessen is afhankelijk van keuzes, die bij het thema "Geluid Weergeven" gemaakt werden (zie daarvoor de AVOL "Geluid Weergeven"). Het lijkt verstandig de te maken keuzes bij de thema's "Zien Bewegen" en "Geluid Weergeven" in relatie tot elkaar te zien. Na de weergave van het 19-lessenplan zullen we dan ook proberen aan te geven hoe de lessenplannen voor een aanzienlijk kleiner aantal beschikbare lessen er uit zien. Dat met de inkorting van het werken aan "Zien Bewegen" enige afbreuk gedaan wordt aan de bedoelingen van het thema (en de PLON-leergang als geheel) valt helaas niet te ontkennen.

1. EEN LESSENPLAN VOOR 19 LESUREN

onder-deel	tijdsduur in uren	omschrijving
1	$\frac{1}{2}$	inleiding op het thema
2	$\frac{1}{2}$	inleiding op proeven en theorie over afbeelden
3	6	proeven en theorie over afbeelden
4	1	afronden van het onderwerp "afbeelden"
5	2	fototoestel, beweging en scherpte
6	3	bewegingen vastleggen, snelheid
7	$\frac{1}{2}$	keuze maken uit de onderzoeken
8	$4\frac{1}{2}$	onderzoeken, verslaggeving en/of rapportage
9	1	proefwerk, proefwerk bespreken
totaal	19	

HET LESSENPLAN

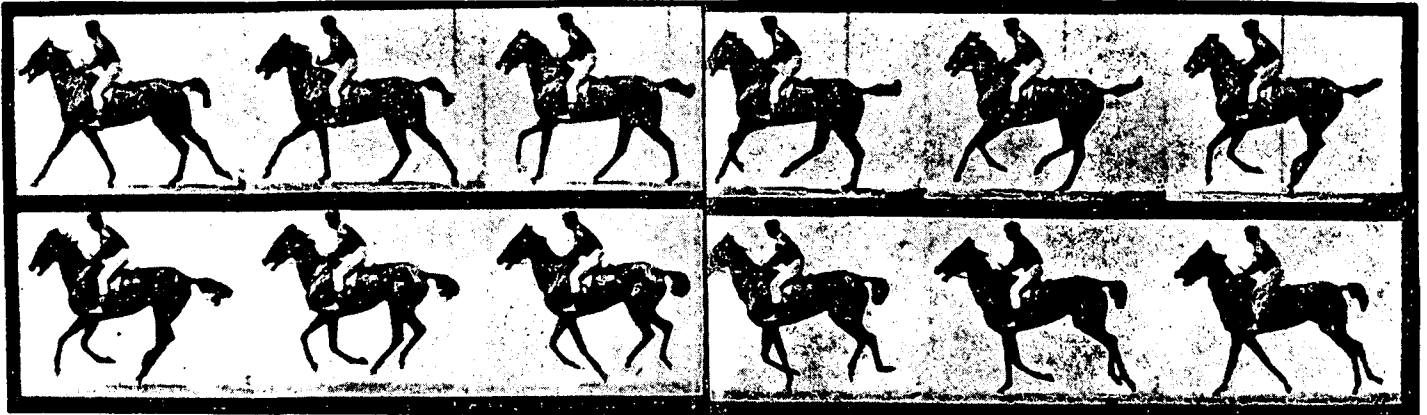
2. NADERE INVULLING VAN HET LESSENPLAN VOOR 19 LESSEN

2.1 Inleiding op het thema

- Bespreken van een aantal punten, bijvoorbeeld aan de hand van de volgende vragen:
 - waar gaat het thema over?
 - welk verband heeft "bewegen" met "zien"?
 - hoe lang zijn we er mee bezig?

- Vertonen van de film "Het onthullend oog" (zie het hoofdstuk "Boeken en audio-visuele middelen" in deze AVOL).

De film toont historische opnamen, bijvoorbeeld van het paard uit de wondertrommel (zie foto's op blz. 43 onderaan) en van de springende kat (zie foto's op blz. 57 bovenaan). In de film laten ze ook zien dat je het paard en de kat ziet bewegen als je de opnamen snel na elkaar laat zien.



- Na een korte bespreking van de film toewerken naar probleemstellingen voor dit thema:
 - hoe maken ze zo'n film?
Filmcamera/fotocamera maakt met een lens een afbeelding op een film:
 - afbeelden met lenzen: hoofdstuk 1 en 2
 - werking fotocamera : hoofdstuk 3
 - gebruik fototoestel en filmcamera om bewegingen vast te leggen : hoofdstuk 4
 - hoe gaat het projecteren in z'n werk?
Projectielens maakt afbeelding van filmstrook op de muur of op het scherm:
 - afbeelden met lenzen: hoofdstuk 1 en 2
 - filmprojector : paragraaf 4.6 (en onderzoek 3, leestekst 3)

HET LESSENPLAN

2.2 Inleiding op proeven en theorie over afbeelden

- Inhoud en werkwijze van de 6 à 7 lessen die volgen doorspreken met de klas
- Organisatie doorspreken (veel verduisteren)
- Functie-materiaal doorspreken (bijvoorbeeld: wat gebruik je in de klas, wat is huiswerk, wat is verplicht, enz.)

2.3 Proeven en theorie over afbeelden

De proeven van hoofdstuk 1 worden klassikaal doorgewerkt. Het practicummateriaal is in veelvoud nodig. Circuspracticum lijkt niet mogelijk. De theorie bij de onderzoeken die in de klas gedaan zijn kan als huiswerk worden opgegeven. Hetzelfde geldt voor de oefeningen, eventueel alleen voor de liefhebbers. Het is zeker niet de bedoeling dat alle leerlingen alle proeven en opdrachten van hoofdstuk 5 doorwerken!

Werkwijzer voor hoofdstuk 5:

opdracht 1 hoort bij	onderzoek 2 en par. 2.2
opdracht 2	onderzoek 3, 5 en par. 2.3 en 2.4
proef 1 t/m 4	onderzoek 5 (proef 16) en par. 2.6
proef 5 t/m 8	onderzoek 5 (proef 17) en par. 2.4 (rekenen aan afstanden)
opdracht 3 t/m 6	onderzoek 6 en par. 2.5
opdracht 7 t/m 11	oefenen met vergroting en lenzen- formule in de context van het fo- totoestel

2.4 Afronden van het onderwerp "afbeelden"

Samenvatten van de theorie van hoofdstuk 2. Eventueel problemen bespreken die leerlingen hebben met opgaven uit hoofdstuk 5.

Huiswerk: fototoestellen meenemen, zo mogelijk met handleiding.

2.5 Fototoestel, beweging en scherpte

Klassikaal probleem stellen aan de hand van de foto's van blz. 28 en 29 uit het leerlingenboek. Functie van de onderdelen van een fototoestel nagaan met behulp van de handleiding van het toestel of de proeven en opdrachten van hoofdstuk 3. Daarvoor is het handig als er minstens één fototoestel per groep is. Een groep, die de werking van het fototoestel nagaat met de handleiding bij het toestel, moet nog wel par. 3.7 bekijken als overgang naar het volgende hoofdstuk.

2.6 Bewegingen vastleggen, snelheid

- Klassikale bespreking van snelheid
- Opdrachten over snelheid maken en bespreken (hoofdstuk 4, opdracht 1 t/m 11 en de opdrachten van hoofdstuk 5.2) Het is niet de bedoe-

HET LESSENPLAN

ling dat alle leerlingen alle opdrachten van 5.2 maken).

- Proeven 1 en 2 van par. 4.6. In plaats van proef 2 kan ook de opdracht van de binnenkaft achter worden uitgevoerd.
- Bespreking van het principe van stroboscopische foto's. Meer stroboscopische foto's en suggesties voor het uitwerken daarvan staan op blz. 84 tot en met 93 van het leerlingenboek. Kies vast zo'n opdracht uit als u met par. 4.7 wilt laten werken of een betere indruk van dat vervolgonderzoek wilt geven.
- Bespreking par. 4.8.
- De film die genoemd werd bij onderdeel 1 van dit lessenplan past ook bij dit hoofdstuk.

2.7 Keuze maken uit de onderzoeken

- Afspraken maken over werkwijze, afronding en eisen
- Geef eventueel van te voren als huiswerk op om de mogelijke onderzoeken door te lezen. Dan kost het maken van een keuze tijdens de les minder tijd. In verband met de beperkte duur van de periode van keuze-onderzoek zal er door de leerlingen ook binnen een gekozen onderzoek in een aantal gevallen nog een keer een keuze gedaan moeten worden.

2.8 Onderzoeken, verslaggeving en/of rapportage

4½ les voor onderzoeken en verslaggeving of rapportage is niet ruim. Als de verslaggeving niet alleen voor de groep zelf en de leraar is, moet minstens 1 les besteed worden aan klassikale bespreking.

Wat mogelijkheden:

- Elke groep maakt een verslag en levert dat in bij (en bespreekt het met) de leraar. Elke groep krijgt bij het proefwerk een eigen vraag, zodat dit gedeelte niet "los komt te hangen".
 - Elke groep maakt een kort verslagje. De leraar vermenigvuldigt dit, eventueel aangevuld met eigen opmerkingen, voor de rest van de klas. Elke groep zorgt er zonnodig voor dat bij de bespreking op de laatste les een gebruikte opstelling of gemaakt produkt klaar staat (bijvoorbeeld een telescoop, een model van een oog, een stroboscopische foto).
- Op het proefwerk kan over de verslagjes gevraagd worden.
- U laat slechts één groep rapporteren. De andere groepen komen bij een ander thema wel weer aan bod.

Wat betreft onderzoek 9 (werken met stroboscopische foto's) nog de volgende opmerking. In de 4e klas mavo hebben stroboscopische foto's een functie in het thema "Verkeer en Veiligheid" bij het analyseren van botsingsverschijnselen. Het op z'n minst rapporteren over dit onderzoek kan daardoor zinnig zijn.

2.9 Proefwerk

Hierover zijn in het voorgaande al enkele opmerkingen gemaakt:

- toets/proefwerk als afronding van de leerstofperiode
- proefwerk als afronding van het thema met een gemeenschappelijk

HET LESSENPLAN

deel en een deel met vragen die gaan over de keuze-onderzoeken (en alleen maar beantwoord hoeven te worden door de groep leerlingen die het betreffende keuze-onderzoek heeft uitgevoerd).

- idem met vragen over de verslagjes (die door alle leerlingen beantwoord (moeten) kunnen worden).
- (eventueel) een "proefwerk" in de vorm van een practicum-opdracht.

In bijlage D4 vindt u een aantal ideeën voor proefwerkvragen en in bijlage D5 voorbeelden van een praktische "proefwerk-opdracht". Er zijn er ongetwijfeld nog veel meer te verzinnen.

3. BEZUINIGEN

is nooit leuk. De beperkte tijd voor een thema als "Zien Bewegen" wordt onder andere veroorzaakt door het opnemen van een tweetal "Natuurkunde en Samenlevings"-deelthema's ("Water voor Tanzania" en "Energie in de Toekomst") in het jaarprogramma voor de 3e klas, thema's die zeker ook van belang zijn voor die leerlingen, voor wie de natuurkunde in de 3e klas eindonderwijs is. Want het gaat hier om deelthema's die een bredere kijk geven op de rol van de natuurkunde en de techniek in de samenleving en hun eigen functioneren daarin. Voor een uitgebreidere verantwoording van het opnemen van een deel van het thema "Natuurkunde in de Samenleving" verwijzen we naar de afzonderlijke AVOL's van de betreffende deelthema's. Voor de bezuinigingen op het thema "Zien Bewegen" komt dus iets anders zinvols in de plaats.

3.1 Inkortingsmogelijkheden

Wat betreft de bezuinigingen op de tijdsduur van het werken aan "Zien Bewegen" zien we de volgende mogelijkheden:

- het weglaten van onderdelen als het vastleggen van bewegingen (filmcamera, stroboscopische foto's, snelheid). Het thema wordt daarmee beperkt tot het optica deel (thema "zien"). Besparing: 3 lessen. In de 4e klas mavo zal dan bij "Verkeer en Veiligheid" extra aandacht besteed moeten worden aan "snelheid".
- inkorten (wat betreft de tijdsduur) van het basisdeel van "Zien Bewegen". Via een (afgewogen) afwisseling van leerlingen-proeven, uitleg en demonstraties door de leerkracht valt mogelijk wat te bezuinigen op de 9 lessen die hiervoor zijn uitgetrokken in het eerder vermelde lessenplan.
- het laten vervallen van de keuze-onderzoeken. Besparing: 5 lessen. Dit ziet eruit als een nogal rigoureuze ingreep in het licht van de PLON-doelstellingen. De pijn kan hier iets verzacht worden door na het werken aan het basisdeel van het volgende thema in de 3e klas ("Geluid Weergeven") de leerlingen te laten kiezen uit de keuze-onderzoeken van zowel "Zien Bewegen" als "Geluid Weergeven". Voor de meer in de optica geïnteresseerde leerlingen blijft dan toch de mogelijkheid van het uitvoeren van een onderzoek op dat terrein mogelijk.

Door combinaties van bezuinigingsmaatregelen valt natuurlijk een nog grotere beperking van het werken aan "Zien Bewegen" te bereiken.

HET LESSENPLAN

3.2 Verkorte lessenplannen

In deze paragraaf geven wij een viertal lessenplan-varianten, gebaseerd op respectievelijk 14, 12 en 10 lesuren (zoals aangegeven in het jaarprogramma van het derde leerjaar).

Uit deze lessenplan-varianten blijkt dat een belangrijke keuze die gemaakt zou kunnen worden het laten vervallen van de periode van keuze-onderzoek is.

onderdeel	tijdsduur in lesuren				omschrijving
1	$\frac{1}{2}$	}	$\frac{1}{2}$	}	inleiding op het thema
2	$\frac{1}{2}$				inleiding op proeven en theorie over afbeelden
3	6				proeven en theorie over afbeelden
4	1	}	$5\frac{1}{2}$	}	afronden van het onderwerp "afbeelden"
5	2				fototoestel, beweging en scherpte
6	3				bewegingen vastleggen, snelheid
7	-	-	-	$\frac{1}{2}$	keuze maken uit de onderzoeken
8	-	-	-	$4\frac{1}{2}$	onderzoeken, verslaggeving en/of rapportage
9	1	1	1	1	proefwerk
totaal	14	12	10	14	
variant	1	2	3	4	

Bij de eerste drie lessenplan-varianten is de koppeling tussen "zien" en "bewegen" via de camera (het uitgangspunt van het thema) gehandhaafd, maar is de periode van keuze-onderzoek geschrapt.

Bij lessenplan-variant 1 levert het schrappen van de periode van keuze-onderzoek een besparing van 5 lesuren op het eerder uitgewerkte lessenplan van 19 lesuren.

Bij lessenplan-variant 2 (12 lesuren) is er daarnaast wat minder tijd ingeruimd voor de onderdelen 1 t/m 4 van het lessenplan. In de inleiding op het thema zal daardoor bijvoorbeeld geen ruimte meer zijn voor de gesuggereerde film. Verder is een beperking van

HET LESSENPLAN

het volledig zelfstandig werken van de leerlingen nodig: leerlingproeven worden afgewisseld met demonstraties en uitleg door de leerkracht (een suggestie hiervoor vindt u in bijlage D6; deze suggestie is ook bruikbaar in de lessenplan-varianten 3 en 4). In lessenplan-variant 3 wordt bovendien weinig aandacht besteed aan het vastleggen van bewegingen en snelheid. De ene les, die daarvoor nog beschikbaar is, kan besteed worden aan de introductie van het begrip "snelheid", het maken van een stroboscopische foto (demonstratie) en het bepalen van snelheid uit twee opeenvolgende foto's en een stroboscopische foto (oefening). Een gevolg van deze inkorting is, dat in het kader van het 4-mavo-thema "Verkeer en Veiligheid" extra aandacht besteed zal moeten worden aan het werken met het begrip "snelheid" en het analyseren/interpreteren van stroboscopische foto's/filmopnamen.

Bij lessenplan-variant 4 is de koppeling tussen "zien" en "bewegen" losgelaten door alleen het optica-deel van het thema in het lessenplan op te nemen. Daardoor ontstaat er weer ruimte voor de periode van keuze-onderzoeken. De lessenplan-variant die dan ontstaat neemt 14 lessen in beslag. Een kortere variant lijkt bij deze keuze niet mogelijk.

Het zal duidelijk zijn dat bij deze variant niet meer alle keuze-onderzoeken uit "Zien Bewegen" voor de keuze in aanmerking komen. En ook hier geldt dat bij het 4-mavo-thema "Verkeer en Veiligheid" extra aandacht nodig is voor het begrip snelheid en het analyseren/interpreteren van stroboscopische foto's/filmopnamen.

3.3 *Lessenplan 3-mavo-PLON-regulier*

In het jaarprogramma voor scholen die met PLON-materiaal werken, maar moeten deelnemen aan het reguliere mavo-eindexamen, zijn voor "Zien Bewegen" 16 lessen uitgetrokken. Er kan dan een keuze gemaakt worden uit één van de twee lessenplan-varianten die uitkomen op een totaal van 16 lessen.

De twee extra lessen bieden wat speelruimte, zodat te overwegen valt om die onderwerpen, die in "Zien Bewegen" geen of weinig aandacht krijgen, maar wel in het reguliere examenprogramma voorkomen, op een geschikt moment in het lessenplan te integreren. Het gaat daarbij om de volgende onderwerpen (zie ook bijlage D3):

- terugkaatsing (spiegelend en diffuus), absorptie; wetten van terugkaatsing; beeldvorming en beeldconstructie van virtuele beelden (bij reëel voorwerp) bij een vlakke spiegel.
- constructie van een virtueel beeld bij een bolle lens ($v < f$); lineaire vergroting en het gebruik van de "lenzenformule" bij een reëel voorwerp en een virtueel beeld.

Deze onderwerpen zullen echter ook in het instructieboek "Examen Doen" ondergebracht worden, zodat u er voor kunt kiezen deze onderwerpen pas in 4-mavo aan de orde te laten komen.

HET LESSENPLAN

4. UITBREIDINGSMOGELIJKHEDEN

Het doet wat cynisch aan om na de ingrijpende bezuinigingen aan te geven welke uitbreidingsmogelijkheden er zijn. Bij drie lessen per week in de derde klas is die ruimte er echter.

Het zal duidelijk zijn dat de uitbreidingsmogelijkheden groter zijn dan de te realiseren bezuinigingen. Daarom geven we slechts een paar van de mogelijke suggesties:

- uitbreiden van de periode van keuze-onderzoek en verslaggeving/
rapportage
- gebruik van het boekje "Kleur en Licht" bij "Zien Bewegen"
- het werken aan een "dia/geluid-project"

Een verslag van een dergelijk project (SG Oost-Betuwe, Bemmell) vindt u in bijlage D7.

5. EEN ANDERE AANPAK?

Het werken aan "Zien Bewegen" volgens het weergegeven lessenplan is nogal sterk "leerstofgericht". Eerst alle optica met zijn regels, begrippen, formules en dan pas iets praktisch als het fototoestel. Het is mogelijk om een meer open aanpak van het thema te realiseren. U kunt dan bijvoorbeeld groepjes leerlingen laten uitgaan van vragen als "hoe werkt een fototoestel (of het oog)", "hoe maak je goed belichte en scherpe foto's". Bij het beantwoorden van dat soort vragen zullen een aantal onderwerpen, proeven, begrippen en wetten uit het basisdeel "vanzelf" binnen de groepen aan de orde (moeten) komen. Via leerlingrapportages kunnen dan verbanden gelegd worden tussen de werking van een fototoestel (afbeeldingen met behulp van een lens), wat kun je met een fototoestel doen (bewegingen analyseren) en het maken van bijvoorbeeld scherpe foto's (bewegingsonscherpte, afstand-instelling/lenzenformule, sluitertijd, enz.).

Een dergelijke aanpak vraagt enige voorbereiding (in elk geval het formuleren van de startvragen) en een grondige kennis van het lesmateriaal om leerlingen bij problemen de juiste verwijzingen te geven. Wilt u dat de leerlingen de leerstofdoelen (zie bijlage D3) bij het afronden van dit thema bereikt hebben, dan zal een vrij intensieve begeleiding van de groepen nodig zijn en een zekere mate van "sturing" daarbij toch niet kunnen ontbreken.

DIDACTISCHE AANWIJZINGEN

1. AANROMMELEN EN WERKVRAGEN STELLEN

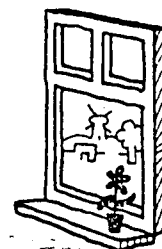
Gezien de beperkte hoeveelheid tijd die er voor het thema "Zien Bewegen" volgens het voorgestelde jaarprogramma beschikbaar is, lijken er weinig mogelijkheden te zijn om bij dit thema uitgebreid aandacht te besteden aan een voortzetting van de in het thema "Bruggen" vanuit het tweede leerjaar opgepakte lijn van werkvrAGEN stellen. De in het hoofdstuk "Lessenplan" weergegeven verkorte lessenplannen wekken de niet onterechte indruk van een overwegend "instructiekarakter" van het werken aan het thema "Zien Bewegen". In het licht van de gemaakte keuzes in het jaarprogramma voor het derde leerjaar is dat vrijwel onvermijdelijk.

Toch zijn er binnen de beperkte tijd voor het thema "Zien Bewegen" nog wel enkele mogelijkheden voor het inpassen van activiteiten als "aanrommelen" en "werkvrAGEN stellen" (zie de AVOL "Werken met Water" voor een uitgebreide bespreking van dit soort activiteiten).

Na een korte oriëntatie op beeldvorming met behulp van een lens (bijv. proef 1 op blz. 5 van het themaboek) zouden leerlingen in

Proef 1: de buitenwereld afbeelden

1. Maak de opstelling die hiernaast is getekend.
2. Maak een scherp plaatje op het scherm of de muur.
3. Beweeg de lens van het scherm af.
Hoe verandert het plaatje?
4. Hoe verandert wat je ziet, als je de lens naar het scherm toe beweegt?



groepen een aantal brilleglazen (met verschillende brandpuntsafstanden en vorm) kunnen onderzoeken met de (open) opdracht: "Probeer zoveel mogelijk verschillen in de lenzen te ontdekken (en schrijf die op)". Vanuit dat aanrommelen zouden de leerlingen kunnen proberen werkvrAGEN te formuleren als "Wat gebeurt er met de grootte van het beeld als ik de afstand tussen voorwerp en lens groter/kleiner maak", "Wat gebeurt er met de plaats van het beeld als ik de afstand tussen voorwerp en lens groter/kleiner maak" of "Wat gebeurt er met het beeld als ik de lens gedeeltelijk afscherm".

Dit soort vragen kunnen onder andere leiden tot een gericht onderzoek naar het verband tussen voorwerp- en beeldafstand (bij een lens), tussen beeld- en brandpuntsafstand (bij verschillende lenzen en vaste voorwerpafstand), tussen de grootte van het beeld en de voorwerpafstand (bij één lens, waardoor ook de beeldafstand verandert), enz. De proeven 13, 14 en 15 op blz. 10/11 van het themaboek structureren deze activiteiten.

DIDACTISCHE AANWIJZINGEN

De voorwerpaafstand is de afstand tussen het voorwerp (hier het lampje) en de lens.
De beeldafstand is de afstand tussen het beeld (op het scherm) en de lens.

Opstelling proef 13, 14 en 15

Proef 13: vergroten

1. Beeld een lamp scherp af op een scherm.
2. Zet daarna het voorwerp dichterbij de lens. Het beeld wordt dan onscherp.
3. Maak weer een scherp beeld door het scherm te verplaatsen.
Is het beeld groter of kleiner dan het was bij 1?
4. Maak het beeld groter door het voorwerp te verschuiven. Maak het beeld scherp door het scherm te verschuiven. Gebruik eventueel de muur als scherm.
5. Hoe ver staat het lampje van de lens als het beeld zo groot mogelijk is?
6. Zet het lampje dichterbij de lens dan in punt 5. Je kunt nu geen scherp beeld meer vinden.

Proef 14: verkleinen

1. Beeld een lampje scherp af.
2. Zet het voorwerp verder van de lens. Het beeld wordt dan onscherp.
3. Maak weer een scherp beeld door het scherm te verplaatsen.
Is het beeld groter of kleiner dan bij 1?
4. Hoever staat het scherm nu van de lens?
5. Vergelijk de afstand uit punt 4 met de afstand die je vond bij punt 5 van de vorige proef.
6. Hoe ver staat het lampje voor de lens, als het beeld zo klein mogelijk is?

Proef 15: voorwerp en beeld omwisselen

1. Plaats het scherm en het lampje ongeveer op 50 cm afstand van elkaar.
2. Zet de lens er zo tussen dat je een scherp beeld hebt.
3. Meet in deze situatie de voorwerpaafstand en de beeldafstand.
4. Zoek nu een tweede plaats voor de lens waarbij je een scherp beeld hebt.
Meet weer voorwerp- en beeldafstand.

Hoewel deze aanpak meer tijd vraagt dan in het lessenplan beschikbaar is, kan het toch de moeite waard zijn om te zien of leerlingen in staat zijn om in deze verzameling grootheden enige ordening te ontdekken. Zo'n experiment zal dan wel ten koste gaan van andere onderdelen uit het lessenplan voor "Zien Bewegen".

2. EXPERIMENTEER-PROBLEMEN

Er zijn een tweetal problemen die bij het experimenteren met lenzen regelmatig de kop opsteken. Bij de begeleiding van in groepen werkende leerlingen is het verstandig attent te zijn op het opduiken van deze problemen.

DIDACTISCHE AANWIJZINGEN

● *Het zoeken naar een scherp beeld*

Vorm- en kleurfouten van lenzen zorgen voor onscherpe afbeeldingen (ook als het beeld "scherp" is). Bij metingen die bedoeld zijn als een controle van de "lenzenformule" en de "vergrotingsformule" gaat het dan om *scherp waarnemen* en het *optimaliseren* van het beeld op scherpte. De ervaring leert dat leerlingen de techniek van optimaliseren in dit soort situaties (bijv. heen en weer schuiven van het scherm of de lens) niet uit zichzelf toepassen (en dat mag je ook niet van ze verwachten). Ze moeten er dus op geattendeerd worden. Een middel om de nauwkeurigheid van de metingen te vergroten is het diafragmeren van de lens, hoewel de daardoor afnemende lichtsterkte van het beeld de waarneming weer wat lastiger maakt.

● *De onderlinge afhankelijkheid van een aantal variabelen.*

Om bijvoorbeeld een groter, scherp beeld te krijgen moet de voorwerp-afstand verkleind worden, maar dit heeft gevolgen voor de beeldafstand en dus voor de plaats van het scherm. In dit soort situaties raken leerlingen nogal eens in verwarring: Ze kunnen bijv. "het beeld niet meer vinden" (doordat de beeldafstand erg groot geworden is, of doordat er door het veranderen van de voorwerpafstand bij een bolle lens een virtueel beeld ontstaan is). Met behulp van een inzicht in het kwalitatieve verband tussen de verschillende variabelen bij één gegeven lens (volgend uit proef 13 en 14 op blz. 10/11 van het themaboek) kan de "oplossing" van het probleem door de leerlingen bedacht worden ("Als de voorwerpafstand kleiner geworden is, dan moet de beeldafstand ..."). Dit soort "oplossingsgedrag" hanteren de leerlingen niet uit zichzelf. Ook hierop moeten ze dus geattendeerd worden. Bovendien "vergeten" zij vaak duidelijke conclusies te trekken wat betreft het kwalitatieve verband tussen de verschillende variabelen bij één lens uit hun waarnemingen bij de eerder genoemde proeven 13 en 14. Ook dit is dus een aandachtspunt bij het begeleiden van de leerlingen.

3. FORMULES ALS REKENREGELS

In het thema "Zien Bewegen" komen drie relaties voor:

- de "lenzenformule" ($\frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$)
- de "vergrotingsformule" ($N = \frac{\text{afm.beeld}}{\text{afm.voorwerp}} = \frac{b}{v}$)
- de (definitie van) "snelheid" ($v = \frac{s}{t}$)

Vanuit de activiteiten in de eerste paragrafen in het thema "Zien Bewegen" hebben de leerlingen wel enig idee van de kwalitatieve relaties tussen v , b , f en N (proef 13, 14, 15 op blz. 10/11 van het themaboek).

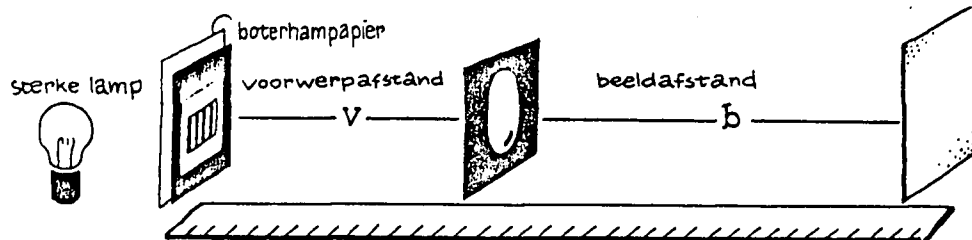
In de proeven 16 en 17 (blz. 12 van het themaboek) worden metingen gebruikt om de gegeven "lenzenformule" en "vergrotingsformule" te *controleren*.

DIDACTISCHE AANWIJZINGEN



Proef 16: de vergroting meten

Om de uitkomsten van deze proef goed in getallen vast te kunnen leggen, moet je nauwkeurig meten. Vandaar de meetlat in de opstelling.



1. Beeld de dia scherp af op het scherm. Meet de voorwerpafstand, de beeldafstand, de lengte van het voorwerp en de lengte van het beeld. Verzamel je metingen in een tabel.

v	b	LENGTE VOORWERP	LENGTE BEELD	VERGROTING	b/v	$\frac{1}{v} + \frac{1}{b}$ (ZIE PROEF 17)

2. Bereken de vergroting en de verhouding beeldafstand/voorwerpafstand. Zet ze in de tabel.
3. Herhaal de metingen en berekeningen voor 3 andere voorwerpafstanden.
4. Vergelijk de kolom b/v en de kolom vergroting.

Proef 17: de lenzenformule

1. Bereken voor elk van de vier metingen uit proef 16 $\frac{1}{v} + \frac{1}{b}$ en vul die in de tabel in.
2. Bepaal de brandpuntafstand van de lens uit proef 16. Voor brandpuntafstand mag je de letter f gebruiken. Bereken nu $\frac{1}{f}$.
3. Vergelijk de kolom $\frac{1}{v} + \frac{1}{b}$ met $\frac{1}{f}$.
4. Zet de lens op een vaste plaats. Waar moet je het voorwerp en waar het scherm zetten zodat het scherpe beeld even groot is als het voorwerp.

Het verband dat je in proef 17 punt 3 hebt gecontroleerd is de lenzenformule.

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

De "afleiding" van de "lenzenformule" uit de meetresultaten is een voor de leerlingen onmogelijke zaak, vandaar de keuze voor een experimentele controle. In wat mindere mate geldt dit ook voor de "vergrotingsformule". Het voert te ver om de wiskundige afleiding van de "vergrotingsformule" tot de voor *alle* leerlingen verplichte kennis te rekenen. Maar deze afleiding is wel het moment om een formule iets meer te laten zijn dan een door metingen gecontroleerde rekenregel.

DIDACTISCHE AANWIJZINGEN

Je kunt de vergroting op twee manieren berekenen: (proef 16, blz. 12)

$$\text{vergroting} = \frac{\text{beeldafstand}}{\text{voorwerpaafstand}}$$

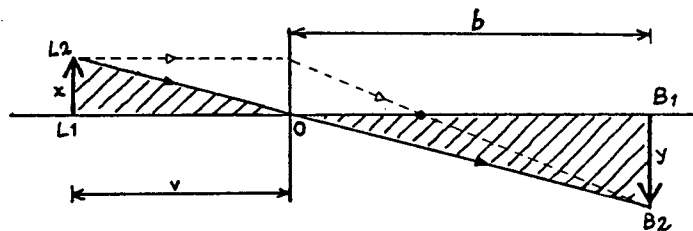
of

$$\text{vergroting} = \frac{\text{lengte (of breedte) beeld}}{\text{lengte (of breedte) voorwerp}} = \frac{b}{v}$$

Je kunt met deze regels oefenen in proef 1, 2, 3 en 4 op blz. 49 en 50.

Met een tekening kun je inzien waarom de vergroting gelijk is aan $\frac{b}{v}$.

We tekenen een voorwerp dat vergroot wordt afgebeeld.



Omdat één van de bundels (door het middelpunt van de lens O) rechtdoor gaat, krijg je twee gelijkvormige driehoeken nl. L_1L_2O en B_1B_2O .

En dan weet je dat

$$\frac{y}{x} = \frac{b}{v}$$

Dus:

$$\text{vergroting} = \frac{\text{de grootte van het beeld}}{\text{de grootte van het voorwerp}} = \frac{y}{x} = \frac{b}{v}$$

De formules worden dus in feite gepresenteerd als rekenregels en het is de bedoeling, dat ze door de leerlingen ook als zodanig gehanteerd worden.

Zowel de "lenzenformule" als de "vergrotingsformule" leveren in de praktijk nogal wat problemen op, zij het om verschillende redenen.

• de "lenzenformule"

Hierbij gaat het voornamelijk om "rekenproblemen", hoewel het wijdverspreide gebruik van elektronische rekenmachines daar toch een afdoende oplossing voor zou kunnen bieden (?). De vereiste bewerkingen zijn echter iets complexer dan simpel optellen, aftrekken, vermenigvuldigen of delen. Het lijkt daarom verstandig om apart aandacht te besteden aan het werken met de "lenzenformule" op de rekenmachine, bijvoorbeeld door de leerlingen de opdracht te geven een "programma" te schrijven voor lenzenformule-berekeningen.

DIDACTISCHE AANWIJZINGEN

"PROGRAMMA" lenzenformule-berekeningen	voorbeeld
● gevraagde vaststellen	$b = ?$
● gegevens vaststellen	$v = 8,0 \text{ cm} / f = 5,0 \text{ cm}$
● "lenzenformule" opschrijven in aangepaste vorm	$\frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{v}$
● gegevens invullen	$\frac{1}{b} = \frac{1}{5,0} - \frac{1}{8,0}$
● reken-operatie uitvoeren (afhankelijk van het type rekenmachine):	
$\boxed{5,0} \boxed{1/x} \boxed{-} \boxed{8,0} \boxed{1/x} \boxed{=}$	(tussenresultaat) $\frac{1}{b} = 0,075$
$\boxed{1/x}$	(eindresultaat) $b = 13,3$
● antwoord opschrijven	$b = 13,3 \text{ cm}$

Mochten de leerlingen (nog) niet beschikken over een rekenmachine, dan kan toch hetzelfde "programma" bij de berekeningen gehanteerd worden (dus inversies berekenen in plaats van gelijknamig maken van noemers).

● de "vergrotingsformule"

Het blijkt voor veel leerlingen moeilijk te zijn om in te zien of ze de vergroting moeten berekenen met $N = \frac{\text{afm.beeld}}{\text{afm.voorwerp}}$ of met $N = \frac{b}{v}$

Een soortgelijk probleem duikt later weer op in bijvoorbeeld het 4-mavo-thema "Verkeer en Veiligheid" bij de twee bewegingswetten. De aanpak is vrij simpel, maar het blijkt nodig om leerlingen hierop toch te attenderen. Uitgangspunt is "werken vanuit het gevraagde", in dit geval de vergroting.

"PROGRAMMA" vergrotingsformule-berekeningen	
● gevraagde vaststellen (vergroting)	vergroting N
● gegevens vaststellen	
● formules opschrijven waarin gevraagde voorkomt	$N = \frac{\text{afm.beeld}}{\text{afm.voorwerp}} ; N = \frac{b}{v}$
● gegevens invullen in (alle opgeschreven) formules	
● nagaan welke van de formules "compleet" is (op het gevraagde na)	
● formule kiezen en rekenoperatie uitvoeren	
● antwoord opschrijven	

Dit lijkt wel wat veel werk, maar na zo'n systematisch begin zullen leerlingen na verloop van tijd "vanzelf" stappen gaan overslaan en bijvoorbeeld direct de formule selecteren die op een bepaald geval van toepassing is.

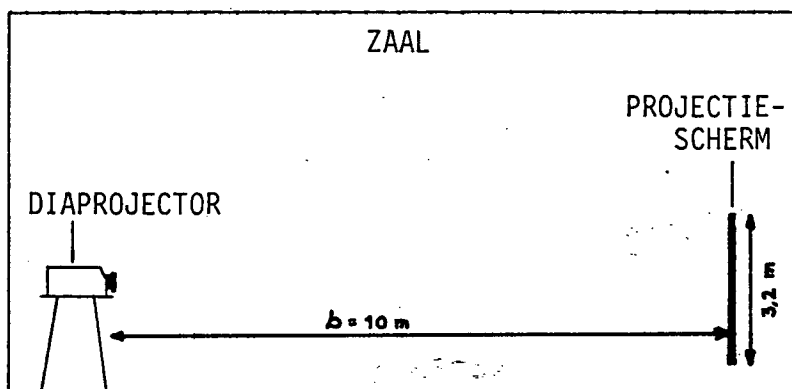
● combineren van formules

Het komt voor dat de hiervoor weergegeven aanpak geen resultaten oplevert: de formule(s) waarin de gevraagde grootte voorkomt blijft

DIDACTISCHE AANWIJZINGEN

na invulling van de gegevens incompleet. Schijnbaar ontbreken er "gegevens". Die "gegevens" zullen dan met behulp van de wél beschikbare gegevens en een andere formule uitgerekend moeten worden. Dit leidt tot een uitbreiding van de hiervoor weergegeven "programma's" voor berekeningen met optica-formules. We zullen deze uitbreiding illustreren aan de hand van een voorbeeld-opgave.

In een zaaltje moeten dia's geprojecteerd worden. Er zijn een aantal diaprojectorlenzen beschikbaar met verschillende brandpuntsafstanden. In deze opgave reken je uit hoe groot de brandpuntsafstand van de lens moet zijn om een dia te projecteren, zodanig dat het beeld het hele projectiescherm vult.



Gebruik bij je berekening de volgende gegevens:

- de beeldafstand (b) is 10 m
- het projectiescherm is 3,2 m hoog
- de dia is 2,6 mm hoog

Bereken de brandpuntsafstand van de benodigde lens.
Schrijf je berekening op.

Bij de oplossing van dit vraagstuk gaan we weer uit van het gevraagde: de brandpuntsafstand (f). Gegeven zijn de beeldafstand (b) en de afmeting van het beeld (het projectiescherm) en van het voorwerp (de dia).

De leerling moet nu in zijn geheugen zoeken naar alle formules waarin de brandpuntsafstand voorkomt. Dat is er maar één, namelijk de "lenzenformule". Opschrijven van en gegevens invullen in de "lenzenformule" leidt tot de conclusie dat deze niet tot een antwoord leidt,

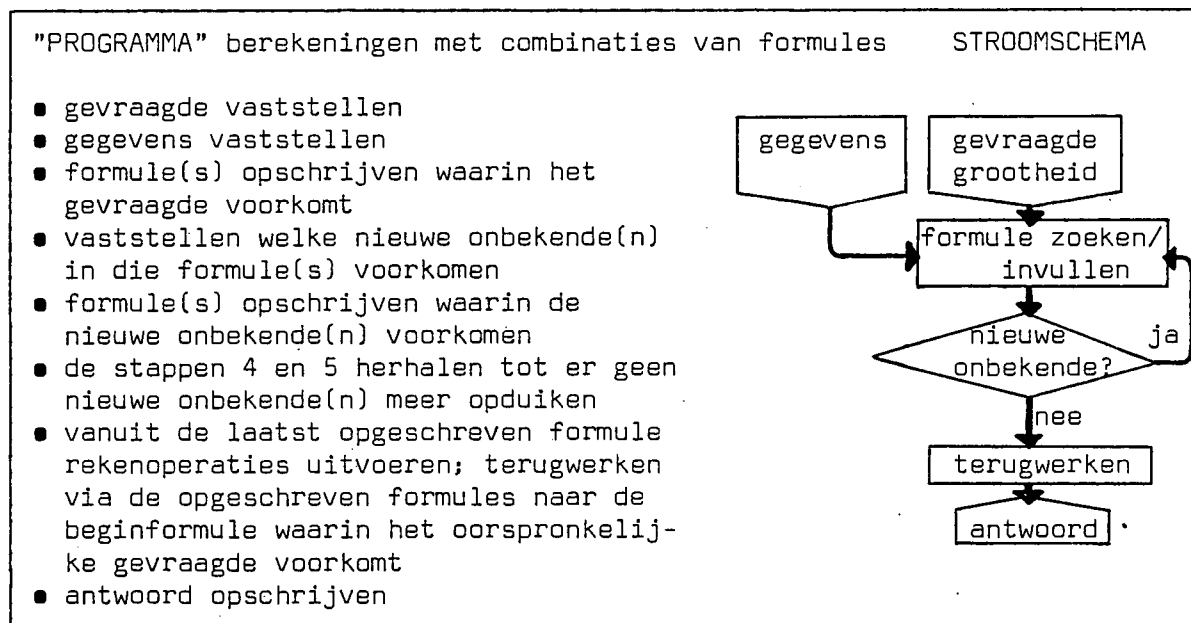
DIDACTISCHE AANWIJZINGEN

want de voorwerpafstand (v) is niet gegeven. In deze situatie is v de nieuwe, gevraagde grootte. Dan begint het proces opnieuw: de leerling moet in zijn geheugen zoeken naar alle formules waarin de voorwerpafstand voorkomt. De "lenzenformule" komt niet meer in aanmerking (want daar staat de uiteindelijk te berekenen brandpuntsafstand in); blijft over de "vergrotingsformule" $N = b/v$. Invullen van de gegevens levert weinig op: Hoe groot is N ? Opnieuw: welke formule(s) ken je waarin N voorkomt (met uitzondering van de formule die we al "gebruikt" hebben? De vergroting kan berekend worden uit $N = \text{afmeting beeld} / \text{afmeting voorwerp}$. Die gegevens zijn wel bekend. De vergroting kan dus met deze formule uitgerekend worden. En nu is het verder een kwestie van "terugwerken". Nu N bekend is kunnen we v uitrekenen, en met de bekende v is f uit te rekenen. In een schema ziet dit er als volgt uit:

klad	gevraagde		nieuwe onbekende(n)
	$f \leftarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b}$	\leftarrow	v
	$v \leftarrow N = \frac{b}{v}$	\leftarrow	N
	$N \leftarrow N = \frac{\text{afmeting beeld}}{\text{afmeting voorwerp}}$	\leftarrow	geen
net	• vergroting berekenen	$N = \frac{\text{afm.beeld}}{\text{afm.voorwerp}} = \frac{3,2}{0,0026} = 1,2 \cdot 10^3$	
	• voorwerpafstand berekenen	$N = \frac{b}{v} \rightarrow 1,2 \cdot 10^3 = \frac{10}{v} \rightarrow v = \frac{10}{1,2 \cdot 10^3} = 8,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}$	
	• brandpuntsafstand berekenen	$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{8,3 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{10} \rightarrow \frac{1}{f} = 1,2 \cdot 10^2 \rightarrow f = 8,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}$	
	• antwoord	de brandpuntsafstand van de benodigde lens is 8,3 mm.	

DIDACTISCHE AANWIJZINGEN

Deze oplossingsmethode werkt volgens het volgende "programma":



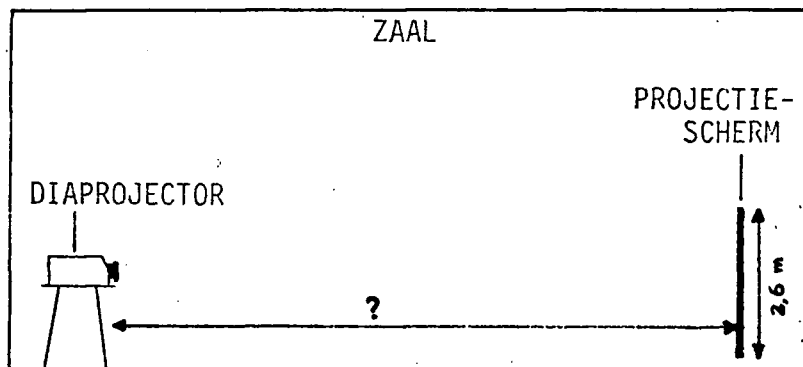
Het zal overigens niet vaak voorkomen dat een leerling gevraagd wordt drie formules met elkaar te combineren om tot een eindantwoord te komen. In het PLON-mavo-examen zal in een enkel geval eens een combinatie van twee formules voorkomen (bijvoorbeeld bij rendementsberekeningen in het kader van het thema "Machines en Energie"). In het havo/vwo-bovenbouw-onderwijs komen dit soort operaties echter vaker voor. Het lijkt daarom nuttig de leerlingen vertrouwd te maken met deze manier van "probleem oplossen". Het thema "Zien Bewegen" biedt daarvoor, als het om rekenen met formules gaat, de mogelijkheid.

Het laatst weergegeven "programma" voor berekeningen met combinaties van formules is het meest compleet en bevat dus elementen uit de ervoor weergegeven "programma's". Als er tijdens de lessen aandacht besteed wordt aan het opbouwen van deze "probleemoplossings-vaardigheid", dan lijkt het verstandig leerlingen eerst met problemen te confronteren die opgelost kunnen worden met de beide eerste "programma's" en daarna pas met het laatste, complete programma. Een bezwaar tegen het opbouwen van deze "probleemoplossings-vaardigheid" in het kader van het thema "Zien Bewegen" is, dat de nadruk in het begin van het derde leerjaar nogal sterk komt te liggen op het rekenen met formules (en dan nog niet eens de meest simpele). Dit formeel, abstract en systematisch denken zal voor veel (?) leerlingen te hoog gegrepen zijn op dit moment in het curriculum.

Overigens: het kan nog lastiger gemaakt worden. Het is niet zo moeilijk om optica-vraagstukken te bedenken waarbij twee vergelijkingen met twee onbekenden ontstaan. De oplossing is dan alleen te vinden uit het substitueren van de ene vergelijking in de andere. Hieronder staat een voorbeeld-opgave waarbij dat het geval is.

DIDACTISCHE AANWIJZINGEN

In een zaal moeten dia's geprojecteerd worden. In deze opgave reken je uit hoever de diaprojector van het projectiescherm moet staan om een dia te projecteren, zodanig dat het beeld het hele projectiescherm vult.



Gebruik bij je berekening de volgende gegevens:

- het projectiescherm is 2,6 m hoog
- de dia is 2,6 mm hoog
- de brandpuntsafstand van de diaprojector is 4,0 cm.

Bereken de benodigde afstand tussen diaprojector en projectiescherm (de beeldafstand). Schrijf je berekening op.

Dergelijke problemen lijken ons in het derde leerjaar, gezien de aard van de vergelijkingen die in elkaar ingevuld moeten worden, in elk geval te hoog gegrepen, ook voor havo/vwo.

• *vraagoplossingsstrategieën*

De hiervoor weergegeven "vraagoplossingsstrategieën" kunnen een leerling steun bieden bij het oplossen van (reken)vraagstukken, *maar niet meer dan dat!* De weergegeven oplossingsstrategieën zijn niet alleen zaligmakend, ook niet bij rekenvraagstukken. Het probleem "welke formule te kiezen" is vaak ook een kwestie van de "verborgen gegevens" niet goed kunnen vertalen naar "formule-gegevens". Een voorbeeld waarbij dat probleem kan optreden is opdracht 9 op blz. 52 van het themaboek.

DIDACTISCHE AANWIJZINGEN

Opdracht 9:

Je wilt een vogel fotograferen. De vogel zit 24 m van je lens. Om een zo goed mogelijke foto te maken, moet het beeld het hele negatief vullen. De vogel is 24 cm hoog.

Hoe groot moet de vergroting zijn?

Hoe groot moet de beeldafstand zijn?

Bereken de brandpuntafstand van de lens die nodig is.



Is het maken van zo'n foto op deze manier wel mogelijk?

De "vertalingen" die een leerling moet maken zijn achtereenvolgens:

- "De vogel zit 24 m van je lens" → $v = 24 \text{ m}$.
- "... moet het beeld het hele negatief vullen." → afmeting beeld (van de vogel) = afmeting negatief = 24 mm (als we er van uitgaan dat het een kleinbeeldcamera is).
- "De vogel is 24 cm hoog". → afmeting voorwerp = 24 cm.

Deze "vertalingen" naar "formule-gegevens" vormen het *startprobleem* (gegevens opschrijven). De oplossing van dit startprobleem vraagt om aandachtig, kritisch lezen met het rijtje van voor de oplossing relevante grootheden in het achterhoofd (v , b , f , N , afmeting voorwerp en beeld).

Dit voorbeeld laat zien dat er binnen de afzonderlijke stappen van de hiervoor globaal beschreven oplossingsstrategieën ook nog weer deelstrategieën bestaan (bijv. het vertalen van gegevens met de relevante grootheden in het achterhoofd). Daardoor kan elke stap in het oplossingsproces voor de leerling een knelpunt zijn.

Oplossingsstrategieën ¹⁾ bieden de leerling steun, geven een "oplossings-recept". Maar dat betekent niet dat het "voorgeschreven geneesmiddel" automatisch werkt in alle gevallen.

4. BEWEGINGEN ANALYSEREN

Bij het berekenen van snelheden van bewegende voorwerpen uit twee na elkaar genomen foto's (of stroboscopische foto's) zijn er een aantal oplossings-strategieën.

¹⁾ Meer informatie over oplossings-strategieën vindt u in Faraday 49 (5) p. 157 t/m 164, okt. 1980, Faraday 49 (6), p. 197 t/m 202, dec. 1980 en Faraday 50 (1), p. 5 t/m 8, feb. 1981.

DIDACTISCHE AANWIJZINGEN

Opdracht 5:

De onderstaande foto's werden na elkaar genomen met een tussentijd van 2 seconden.
Bereken de snelheid van de fietser met de fietstassen. Zijn fiets is 1,80 m lang.



Opdracht 5 van blz. 55 van het themaboek bijvoorbeeld kan op de volgende manieren uitgevoerd worden:

- De fiets verplaatst zich over 5 x zijn eigen lengte ($106/21 \approx 5$); de afgelegde weg is dus $5 \times 1,80 = 9$ m en de snelheid 4,5 m/s. Deze methode is vrij inzichtelijk, maar levert voor de leerlingen problemen op als de verplaatsing niet gelijk is aan een geheel aantal malen de afmeting van de fiets.
- De verplaatsing is ook uit te rekenen met een matrix. Het nadeel van deze methode is, dat de bij de matrix horende rekenregel vrij ondoorzichtig is. Maar deze methode is wel snel en nauwkeurig.

	foto	werkelijkheid
afstand	106 mm	...
fiets	21 mm	1,80 m

Uit deze matrix volgt de "rekenregel": $\frac{106}{21} = \frac{x}{1,80} \rightarrow x = 9,1$ m.

- Een derde methode voor het bepalen van de verplaatsing van de fietser is het bepalen van de schaal van de foto:
2,1 cm in de foto is 1,80 m in werkelijkheid, dus
1 cm in de foto is $\frac{1,80}{2,1} = 0,86$ m in werkelijkheid.

De werkelijke verplaatsing bereken je dan door de opgemeten verplaatsing in de foto (10,6 cm) te vermenigvuldigen met de schaalwaarde (0,86 m): de afstand is $10,6 \times 0,86 = 9,1$ m.

Deze methode trekt de rekenregel bij de matrix in twee delen uit elkaar en is daardoor wat inzichtelijker. De methode heeft met name

DIDACTISCHE AANWIJZINGEN

voordelen als uit twee foto's meer dan één snelheid bepaald moet worden.

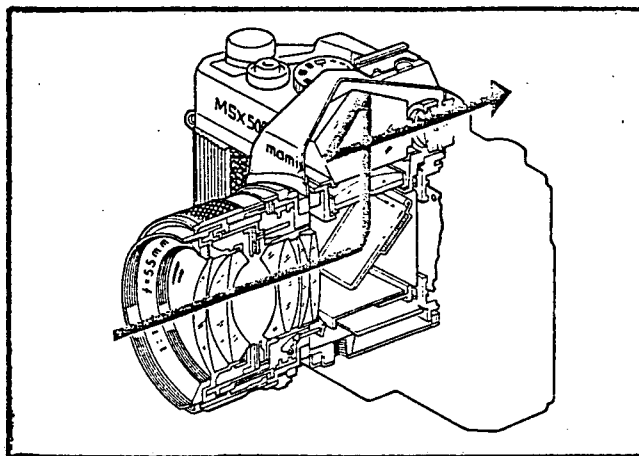
5. DE KEUZE-ONDERZOEKEN

Met uitzondering van de keuze-onderzoeken 9 en 11 ("werken met stroboscopische foto's" en "snelheden in het verkeer") lijken de keuze-onderzoeken meer op "veredelde opdrachten" dan op "onderzoeken".

Zo'n rustpunt voor de leerlingen hoeft op zich niet erg te zijn, maar het basisdeel van "Zien Bewegen" heeft ook al een nogal gesloten, instruerend karakter. Het kan daarom zijn dat er bij de keuze-onderzoeken van "Zien Bewegen" (voor zover er in het gekozen lessensplan ruimte is voor keuze-onderzoeken) behoefte is aan meer open onderzoek (bijvoorbeeld om de lijn van open onderzoek vanuit de tweede klas door te trekken in de derde). Voorbeelden van meer open onderzoeken zijn bijvoorbeeld:

- onderzoek hoe een dia-projector in elkaar zit; kijk wat er verandert als je één van de lenzen (bijvoorbeeld de condensor-lens) weghaalt of als je een andere projectie-lens kiest (en probeer je waarnemingen te verklaren met de kennis die je hebt over lenzen en beeldvorming).
- onderzoek hoe je bij een spiegelreflex-camera een rechtopstaand beeld in de zoeker krijgt.

Voor dit laatste onderzoek is een (oude) spiegelreflex-camera nodig, documentatie over dit soort camera's en een onderzoek naar het verschijnsel "totale terugkaatsing".



DOELEN VOOR LEERLINGEN

Het is de bedoeling dat leerlingen *tijdens* "Zien Bewegen":

- met eenvoudige opstellingen proefjes doen rond verschijnselen als beeldvorming met behulp van (bolle) lenzen en daarbij ervaren dat het verkrijgen van "scherpe" beelden vaak een zaak van optimaliseren is
- ervaren dat die beeldvorming onderworpen is aan een aantal "regels"
- zien op welke manier van die verschijnselen en regels gebruik gemaakt wordt in apparatuur waarmee beelden vastgelegd en geprojecteerd kunnen worden en hoe deze apparatuur gebruikt kan worden om bewegingen vast te leggen (met de mogelijkheid om deze bewegingen achteraf te analyseren)
- een eigen onderzoek kiezen en uitvoeren, afhankelijk van hun belangstelling
- ervaring opdoen in het rapporteren over de resultaten van hun werken aan hun eigen onderzoek.

En verder:

- met plezier en met elkaar actief bezig zijn.

Het is de bedoeling dat leerlingen *na* "Zien Bewegen":

- zich een bepaald minimum aan fysische en technische leerstof en vaardigheden (zie bijlage D3) hebben eigen gemaakt, en die leerstof en vaardigheden kunnen toepassen op bekende of minder bekende problemen in een context van het fotograferen van (al of niet bewegende) voorwerpen en het projecteren van beelden
- voldoende vaardigheid hebben gekregen in het omgaan met een apparaat als een fototoestel.

DOELEN VOOR DE LERAAR

Het is de bedoeling dat de leraar *tijdens* "Zien Bewegen":

- op een afwisselende wijze de gekozen leerstof en practicumopdrachten en keuze-onderzoeken plant, bespreekt en behandelt, waarbij "de natuurkunde" staat in een voor leerlingen herkenbare context
- bijhoudt of bij laat houden wat elke leerling / elk groepje doet in de lestijd en of daarbij voortgang geboekt wordt (afgemeten aan de hiervoor genoemde doelen voor de leerlingen)
- de leerlingen stimuleert en begeleidt bij het kiezen en uitvoeren van eigen onderzoekjes en hen laat merken dat hij belangstelling heeft voor het verloop daarvan
- de leerlingen stimuleert bij het rapporteren over hun eigen leerervaringen.

En verder:

- met plezier met de leerlingen werkt.

Het is de bedoeling dat de leraar *na* "Zien Bewegen":

- zin heeft om met de natuurkundelessen verder te gaan
- van alle leerlingen een indruk heeft waar het de opgedane kennis, de manier van werken, initiatief en gedrag in de groep betreft, en deze indruk op een voor de school en de leerlingen bevredigende manier in een "eindoordeel" kan uitdrukken
- een paar voorbeelden kan beschrijven van momenten / klassesituaties waarin hij naar eigen indruk goed functioneerde en van situaties waarin hij achteraf bezien anders had willen functioneren.

BOEKEN EN AUDIOVISUELE MEDIA

FILMS, DIA'S E.D.

In bijlage AV1 vindt u een lijst met filmstroken, films, dia's e.d. over licht.

SAMENWERKING MET HET NBLC EN HET NIAM

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

Inlichtingen bij Het Nederlands Bibliotheek- en Lectuur Centrum
t.a.v. M. Bartling
Taco Scheltemastraat 5
Postbus 93054
2509 AB Den Haag
Tel. 070 - 264351

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

In samenwerking met het NIAM heeft PLON-proefschoolleraar Theo Boks een aantal films uitgezocht bij verschillende thema's. Op blz. 34 vindt u zijn lijsten voor het thema "Zien Bewegen" en het boekje "Kleur en Licht", waarin hij korte omschrijvingen en gebruikssuggesties geeft van enkele toepasselijke films.

INLEIDING

Bij elk PLON-thema is een lijst gemaakt van mogelijk te gebruiken films en/of videobanden, die te verkrijgen zijn bij:

NIAM

Sweelinckplein 33
2502 JK Den Haag
Tel. 070 - 600924

TFC

Arnhemsestraatweg 17
6881 NB Velp (Gld.)
Tel. 085 - 629188

De nummers voor de titels zijn die van het NIAM, staat er achter de titel de opmerking - video - dan betekent dit dat de film ook op video beschikbaar is. De nummers van het TFC zijn achter de titels vermeld.

De volgorde waarin de films/videobanden staan vermeld geven een voorkeur voor het gebruik aan: hierbij dient opgemerkt te worden dat de keuze bij het nastreven van bepaalde doeleinden niet automatisch op de eerste films/banden hoeft te vallen.

BOEKEN EN AUDIOVISUELE MEDIA

Voor de 3^e klas:

ZIEN BEWEGEN

3148	Het wonder van het licht	(video)	TFC	120104
3092	Het onthullend licht	(video)	TFC	111056
1777	Lenzen van water			
	Lenzen		TFC	5543
	Licht		TFC	5018
	Grondprincipes van reflectie		TFC	5544
	Refractie		TFC	5542
3150	De halogeen-gloeilamp	(video)	TFC	120556
	Natrium en kwiklampen		TFC	120558
	de "TL"-fluorescentielamp		TFC	120557

3148 Het wonder van het licht TFC 120104
16 mm film-kleur-geluid-15 min.-19..

Inhoud: Licht maakt de wereld om ons heen zichtbaar, geeft alle voorwerpen kleur en vorm. Het witte zonlicht is uit vele kleuren samengesteld, wat goed te zien is bij de zonsondergang. De mens heeft kunstmatige lichtbronnen ontwikkeld voor "na" zonsondergang. De eisen en toepassingen van de kunstmatige lichtbronnen komen in beeld. De productie van de diverse soorten lampen wordt hierbij getoond.

Toepassing: De film is een goede inleiding op het thema-deel "zien". Het is een algemeen sfeerbeeld voor dit thema.

3092 Het onthullend oog TFC 111056
16 mm film-zw/w-geluid-19 min.-1963

Inhoud: Bij wetenschappelijk onderzoek wordt gebruik gemaakt van de filmcamera om versnelde en vertraagde opnamen te maken. Deze film toont opnamen van bewegingen die men gewoonlijk nooit kan gadeslaan.

Toepassing: De film is goed te gebruiken bij de overgang van het deel "zien" naar het deel "bewegen". De inhoud van de film komt overeen met de principes die in hoofdstuk 4 - bewegingen vastleggen - worden genoemd. De film is ook te gebruiken als inleiding op het thema als geheel.

1777 Lenzen van water
16 mm film-kleur-geluid-12 min.-1976

Inhoud: zie de AVOL van "Een Eerste Verkenning"

Toepassing: hoofdstuk 1, onderzoek 6 - lichtbundels -...

Lenzen TFC 5543
16 mm film-zw/w-geluid-10 min.-19..

Inhoud: De bolle lens wordt beschouwd als een verzameling van prisma's. De beeldvorming van de bolle lens wordt getoond met behulp van de "constructie-stralen". De toepassing van verschillende voorwerp-/beeldafstanden wordt getoond met hun invloed op de grootte van het beeld. De invloed van de kromming van de lens komt ter sprake. De begrippen

BOEKEN EN AUDIOVISUELE MEDIA

reëel en virtueel worden gebruikt, met hun toepassingen. Hierna wordt de holle lens overeenkomstig behandeld.

Toepassing: hoofdstuk 1 en 2, afbeeldingen onderzoeken met behulp van de theorie.

Licht

TFC 5018

16 mm film-kleur-geluid-17 min.-19..

Inhoud: De film geeft een "kunstzinnige" impressie over het licht. De vele toepassingen van kunstlicht worden fraai getoond.

Toepassing: De film past goed bij het onderdeel licht, maar past niet speciaal bij een bepaald onderdeel hiervan. De film is goed.

Grondprincipes van reflectie

TFC 5544

16 mm film-zw/w-geluid-9 min.-19..

Inhoud: Licht is onzichtbaar, het plant zich in een rechte lijn voort. De vorming van schaduwen met zonsverduistering en maansverduistering worden getoond met hun ontstaansgrond.

Reflectie: hoek van inval en hoek van terugkaatsing.

Toepassing: Geschikt als extra informatie als u meer aandacht wilt besteden aan het begrip "breking". Gebruik de film dan samen met de film "refractie".

Refractie

TFC 5542

16 mm film-zw/w-geluid-6 min.-19..

Inhoud: De breking van het licht wordt getoond bij een recht blok, bij prisma's en bij de overgang water-lucht. De breking wordt simpel duidelijk gemaakt met een proefje met wielen door het zand.

Tenslotte wordt de werking van de periscoop en de prisma-kijker uitgelegd.

Toepassing: Samen met de film "Grondprincipes van reflectie".

De volgende drie films zijn bij dit thema te gebruiken vanwege de kunstmatige lichtbron - de lamp - in zijn vele verschijningsvormen.

3150 De halogeen-gloeilamp

TFC 120556

16 mm film-kleur-geluid-8 min.-1970

Inhoud: De film legt eerst in animatie-techniek uit waardoor de bekende gloeilamp zwart brandt en waardoor de halogeen-gloeilamp dit niet doet. Een proef toont de juistheid van deze bewering. De resultaten van de lamp zijn opzienbarend. Het inwendige volume van de halogeenlamp is iets meer dan 1% van dat van de traditionele gloeilamp. De lamp geeft meer licht en heeft een langere levensduur. Een impressie van het productieproces wijst tevens op de research en de know-how die leidt tot de ontwikkeling van dit soort lampen. We zien verder enkele toepassingen van de halogeenlamp.

Natrium en kwiklampen

TFC 120558

16 mm film-kleur-geluid-8 min.-19..

Inhoud: In animatie-techniek wordt uitgelegd hoe in een gasontladingsbuis licht ontstaat. Afwisselend wordt de fabricage van natrium- en

BOEKEN EN AUDIOVISUELE MEDIA

kwiklampen getoond, montage van elektroden, inbrengen van resp. natrium en kwik, het toevoegen van het hulpgas argon en het aanbrengen van de beschermende buitenballon. Met een reeks van toepassingen wordt het gebruik van de beide lampen gedemonstreerd.

De "TL"-fluorescentielamp

TFC 120557

16 mm film-kleur-geluid-8 min.-19..

Inhoud: In animatie-techniek zien we hoe in een TL-buislamp straling ontstaat en hoe deze straling d.m.v. de fluorescentielaag op de buis wordt omgezet in zichtbaar licht. Het fluorescentiepoeder bepaalt de hoeveelheid licht en de kleurkwaliteit van het licht. Nauwkeurig worden de samenstellende delen van het poeder gemengd, gemalen, gefilterd en gebakken. Hierna zien we de fabricage van de TL-buislamp. Een gevarieerde reeks toepassingen illustreert waar en wanneer het best een TL-buislamp als lichtbron gebruikt kan worden.

KLEUR EN LICHT

1823	Kijken naar kleur		
1619	Kleurentelevisie	(video)	TFC 190536
3148	Het wonder van het licht	(video)	TFC 120104
1710	Kleur		TFC 150055
1030	De ontdekking van de edelgassen	(video)	TFC 120566
3175	Pigmenten	(video)	TFC 119001
3137	De geschiedenis van de verf	(video)	TFC 111117
3150	De halogeen-gloeilamp	(video)	TFC 120556
	Natrium en kwiklampen		TFC 120558
	De "TL"-fluorescentielamp		TFC 120557

1823 Kijken naar kleur

16 mm film-kleur-geluid-11 min.-1977

Inhoud: Met behulp van enkele eenvoudige proeven wordt aangetoond hoe wit licht uiteengehaald kan worden in verschillende kleuren. Met de "basis"-kleuren rood, groen en blauw worden allerlei andere kleuren gemaakt. De praktische toepassing van deze manier van kleurmengen vinden we bij het beeldscherm van de kleurentelevisie.

Toepassing: De film is te gebruiken als een algemene inleiding op dit thema.

1619 Kleurentelevisie

TFC 190536

16 mm film-kleur-geluid-16 min.- 1967

Inhoud: Elke kleur is samen te stellen en op te splitsen in de drie grondkleuren. Optische splitsing van het licht in de camera in een rood, een groen en een blauw beeld leveren de drie signalenvoor de drie camerabuizen. Het beeld kan worden overgebracht met de "kabel" en/of draadloos. De beeldbuis is een schaduwmaskerbuis. In de beeldbuis bevinden zich in de hals drie elektronenkanonnen. Deze drie kanonnen zorgen voor een kleurenbeeld.

Toepassing: Het is een mooi voorbeeld van het mengen van de drie grondkleuren tot één kleur. Nadere informatie bij leestekst 1 -kleuren.

BOEKEN EN AUDIOVISUELE MEDIA

- 3148 Het wonder van het licht TFC 120104
16 mm film-kleur-geluid-15 min.-19..
Inhoud: zie "Zien Bewegen"
Toepassing: De film is zowel als inleiding of afsluiting van het thema te gebruiken; het aspect licht krijgt in de film veel aandacht.
- 1710 Kleur TFC 150055
16 mm film-kleur-geluid-16 min.-1973
Inhoud: De film kijkt naar kleuren, gekoppeld aan het dagelijks leven. Men gaat in op de kleurencirkel, kleursoort, verzadiging, helderheid en de invloed van kleur in het algemeen. Na enkele flitsen van het bezig zijn met kleur volgen beelden van de toepassing in de samenleving. De film van het TFC duurt 22 min. en gaat meer in op de ontwikkeling van de verf en de kleurprocédés.
Toepassing: Bij leestekst 3 (waar blijft het licht) en bij onderzoek 2 (welke kleuren kaatsen voorwerpen terug).
- 1030 De ontdekking van edelgassen TFC 120566
16 mm film-kleur-geluid-20 min.-1962
Inhoud: De film toont een aantal experimenten waarbij onbekende gassen via de spectraal-analyse in het periodiek-systeem worden geplaatst. Het wetenschappelijk werk van ontdekkers als Ramsay en Rayleigh hebben onze kennis op het gebied van de edelgassen vergroot. De film eindigt met de toepassingen van deze edelgassen in de wetenschap en in de industrie.
Toepassing: De stof van de film valt buiten het mavo-programma; de film geeft echter een leuk beeld van onderzoeksmethoden waarbij kleuren een belangrijke rol spelen.
- 3175 Pigmenten TFC 119001
16 mm film-kleur-geluid-18 min.-1975
Inhoud: Kleur bestaat bij de gratie van licht. Het zonlicht bestaat uit alle kleuren die tezamen wit geven. De volgende begrippen komen hierna ter sprake: buiging, spreiding, absorptie, subtractieve en additieve menging. Trucopnamen laten zien hoe pigmenten zich gedragen en met behulp van laboratoriumproeven worden de door pigmenten beïnvloede eigenschappen als vloeibaarheid van lak en resistentie tegen verkleuren aangetoond.
Toepassing: Algemene informatie over "kleuren".
- 3137 De geschiedenis van de verf TFC 111117
16 mm film-kleur-geluid-26 min.-1967
Inhoud: In de geschiedenis van de mensheid hebben kleuren altijd een belangrijke rol gespeeld. Primitieve volkeren beschilderden hun lichaam voor ze ten strijde trokken of voor het bijwonen van feesten. In de oudste beschavingen werden kleuren gebruikt voor de verfraaiing van de behuizingen. Men ontdekte dat verf te gebruiken is als expresiemiddel en als bescherming tegen weersinvloeden. De film volgt de ontwikkeling van het gebruik van verf.
Toepassing: Algemene informatie over kleuren.

BOEKEN EN AUDIOVISUELE MEDIA

De volgende drie films over lampen kunnen worden gebruikt als aanvulling bij de onderzoekjes over verlichting in de meest ruime zin.

3150 De halogeen-gloeilamp TFC 120556
16 mm film-kleur-geluid-8 min.-1970

Inhoud: zie "Zien Bewegen".

Natrium en kwiklampen TFC 120558
16 mm film-kleur-geluid-8 min.-19..

Inhoud: zie "Zien Bewegen".

De "TL"-fluorescentielamp TFC 120557
16 mm film-kleur-geluid-8 min.-19..

Inhoud: zie "Zien Bewegen".

0

LERARENVRAGENLIJST

We zijn benieuwd naar uw ervaringen met het thema "Zien Bewegen".
Uw opmerkingen, commentaar en ervaringen kunnen wij mogelijk ver-
werken in de volgende versie van deze AVOL.

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

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

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

OVER DE LERAAR EN DE SCHOOL

Naam leraar _____

Naam school _____ Plaats _____

Leservaring natuurkunde: ____ jaar, waarvan ____ jaar met PLON

In welke klassen hebt u met het thema "Zien Bewegen" les gegeven

(leerjaar/schooltype) _____

Hoeveel leerlingen waren dit in totaal? _____ leerlingen

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

ALGEMENE VRAGEN OVER HET ONDERWIJS

Hoe kwam u "Zien Bewegen" op het spoor?

proefschoon/volgschoon/anders, n.l. _____

LERARENVRAGENLIJST

Kent u andere PLON-thema's?

ja/nee

Opmerkingen hierover: _____

OVER "ZIEN BEWEGEN"

Had u een amanuensis om u te helpen?

ja/nee

Hoeveel tijd heeft u zelf besteed aan de technische voorbereiding
(de proeven e.d.)? _____ uur.

Hoeveel tijd heeft u zelf besteed aan de inhoudelijke voorberei-
ding (lessenplan, proeven, etc.)? _____ uur.

Opmerkingen hierover: _____

Wilt u hieronder uw lessenplan voor "Zien Bewegen" weergeven?

LERARENVRAGENLIJST

Heeft u toetsen/proefwerken gegeven? ja/nee

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

Heeft u materiaal bijgemaakt; in welke vorm dan ook? ja/nee

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

KRITIEK OP HET MATERIAAL

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

Themaboek basisdeel: _____

Themaboek vervolgdeel: _____

Themaboek leesteksten: _____

LERARENVRAGENLIJST

De apparatuurgids: _____

De avol: _____

KRITIEK OP HET TOTAALCONCEPT

Welke leerstof was te moeilijk? _____

Welke leerstof was te makkelijk? _____

Welke leerstof moet vervallen? _____

Waarom moet ze vervallen? _____

Welke leerstof moet worden toegevoegd? _____

Waarom? _____

Welke onderdelen van het lessenplan uit de avol (blz. 10) zou u

willen veranderen? _____

LERARENVRAGENLIJST

Noemt u a.u.b. drie bijzondere voordelen van "Zien Bewegen"

Noemt u a.u.b. drie bijzondere nadelen van "Zien Bewegen"

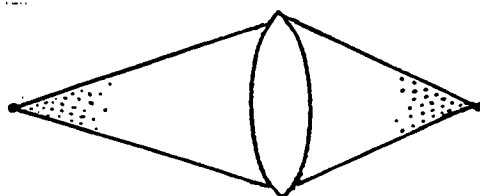
Gaat u "Zien Bewegen" volgend jaar weer gebruiken? ja/nee

BIJLAGE D 1

BEELDVORMING EN ONNAUWKEURIGHEID

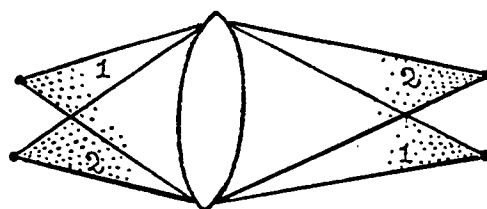
Beeldvorming

Elke lichtbron of lichtgevend voorwerp kun je opgebouwd denken uit een oneindig aantal lichtgevende punten. Van elk punt uit gaat een lichtbundel (zogenaamde homocentrische lichtbundel), in tegenstelling tot de bundel die uit b.v. een schijnwerper komt). Bij afbeelding door een lens wordt één zo'n lichtpunt afgebeeld in één ander punt.



Voor een geheel voorwerp wordt elk punt van dat voorwerp door de lens in een ander punt afgebeeld. Wanneer je weet hoe één of twee punten worden afgebeeld, kun je ook begrijpen hoe een hele dia wordt afgebeeld.

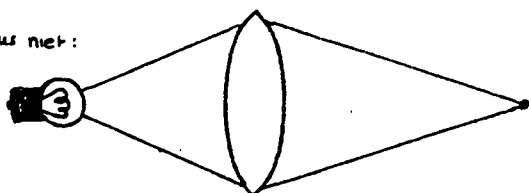
Hierboven staat heel in het kort beschreven hoe je beeldvorming kunt opvatten. Aangezien punten niet bestaan, kun je deze opvatting nooit zichtbaar maken; homocentrische bundels kun je niet zichtbaar maken omdat een lichtbron altijd een uitgebreidheid heeft (zie ook bijlage D2).



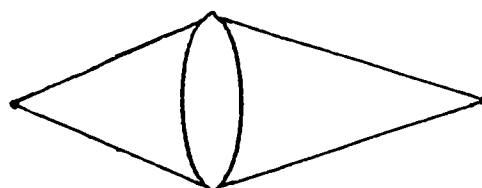
In dit thema wordt toch geprobeerd dit verklarende model voor beeldvorming zichtbaar te maken. Penlight lampjes fungeren als puntvormige lichtbronnen. Vandaar dat ze in schematische tekeningen steeds als punten worden getekend, zodat er ook homocentrische bundels kunnen worden getekend.

Het is daarom goed om in de eerste drie paragrafen vooral met verkleinde beelden te werken: de afbeelding van het lampje lijkt dan meer op een punt, dan bij een vergrote afbeelding. Het lijkt niet verstandig om met de leerlingen in te gaan op deze voorstellingswijze. Voor hun mag een beeld opgebouwd worden uit "penlight punten" als waren het echte punten. Zij moeten in tekening dus ook steeds zo'n lampje als punt tekenen.

dus niet:



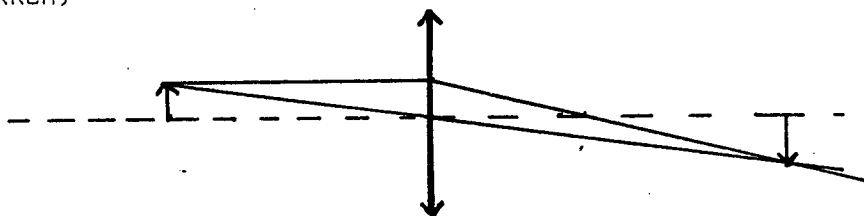
wel:



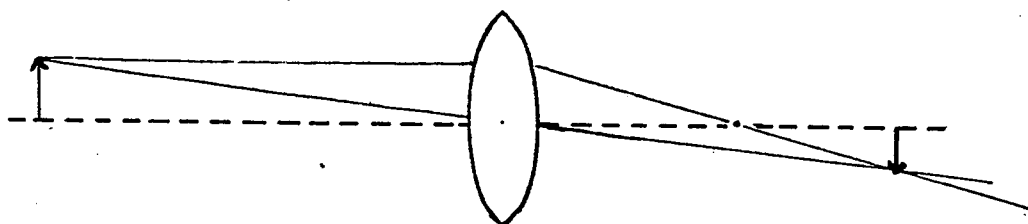
BIJLAGE D 1

Onnauwkeurigheid

In de geometrische optica worden lenzen opgevat als lijnen (platte vlakken)



Voor zo'n voorstelling geldt de lenzenwet. voor een echte lens



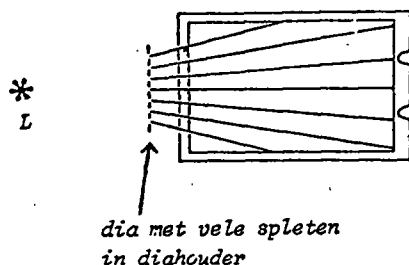
geldt de lenzenwet niet meer zo precies. Vandaar dat als een beeld op een vlak scherm wordt geprojecteerd, het beeld vaak alleen in het midden scherp is. Hoe vlakker de lens hoe beter het model overeenstemt met de werkelijkheid.

In dit thema worden de lenzen als echte lenzen voorgesteld, waarbij de lenzenwet experimenteel wordt afgeleid. Het modelkarakter van de geometrische optica hoeft voor de leerlingen niet geheel duidelijk gemaakt te worden. We vinden wel dat de nauwkeurigheid van de voorspellingen besproken moet worden: als met de lenzenwet een beeldafstand wordt berekend, moet die in de praktijk nagemeten worden en er moet op gewezen worden dat gemeten en berekende waarde een verschil vertonen. De theorie is blijkbaar niet helemaal goed, maar toch bruikbaar.

BIJLAGE D 2

LICHTSTRALEN EN "PUNTVORMIGE LICHTBRONNEN"

Uit: "Geometrische Optica" van Frederik en Middendorp

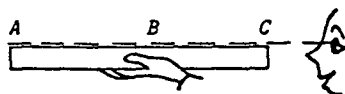


• De rechtlijnige voortplanting van licht.

Bouw nevenstaande opstelling. Zet de spleten van de dia vertikaal. Zet de tafel met het stuk wit karton eerst vertikaal en draai de lamp zo, dat de verticale schaduwen scherp zijn. Leg nu de tafel neer met de lage kant aan de lampzijde. Op het witte karton worden wederom de schaduwen der zwarte delen van de dia zichtbaar. Je kunt ook zeggen, dat de lichtbundels zichtbaar worden, die ongestoord door de spleten gaan.

Leg een liniaal langs één der bundeltjes. Iemand zegt: "Je controleert niet of het licht zich rechtlijnig voortplant, maar je onderzoekt of je liniaal recht is."

Hoe wordt n.l. geconstateerd of de liniaal recht is?



Is de liniaal wel recht?

Je kijkt er in de lengterichting langs en je houdt de liniaal zó, dat de punten A en C samenvallen. Dan onderzoek je of ieder ander punt b.v. B, ook daarmee samenvalt. Is dat zo, dan noem je de liniaal recht. Je hebt de "rechtheid" van de liniaal vergeleken met de "rechtheid van de lichtstraal, die van A via C in je oog viel. Noem je een liniaal recht, dan doe je dat omdat je hem vergeleken hebt met de lichtstraal, die je als het top-punt van rechtheid hebt opgevat. Wat vind je van deze redenering? Kun je een ander middel bedenken om te onderzoeken of een liniaal recht is, waarbij je je niet op de rechtlijnige voortplanting van het licht hoeft te beroepen? Als je dat lukt kun je zeggen: uit onze proef blijkt (binnen de meet-nauwkeurigheid) dat een lichtbundel even recht is als b.v. een draaiingsas.

BIJLAGE D 2

- Lichtstralen en "puntvormige lichtbronnen": begrippen, géén aanwijsbare dingen.

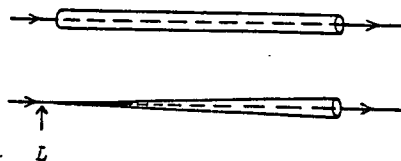
Lichtstralen.

In de taal van de natuurkundigen, zoals ook in de spreektaal, worden aan aanwijsbare dingen, verzamelingen van dingen, aan verschijnselen of gebeurtenissen namen gegeven. Men zegt: deze spiegel, deze lens, die lichtbundel, maar ook spiegels, lenzen, bundels, magneten, snaren. Verschijnselen krijgen namen: trillingen, schaduwvorming, aantrekking, verstrooiing, enz. Men geeft echter ook namen aan begrippen. Deze zijn echter niet in de wereld der dingen en verschijnselen direkt aanwijsbaar of demonstreerbaar. Zo'n begrip is b.v. wat we aanduiden met de naam "lichtstraal". Bij proef 4 zagen wij vrij smalle lichtbundels. De as van zo'n bundeltje noemen we een lichtstraal. Het zou niemand lukken je een enkele lichtstraal te laten zien. Op zijn best zou je een uiterst smalle bundel te zien krijgen. Zo'n bundeltje is, althans in gedachten, te verdelen in zeer veel nóg smallere bundeltjes, ieder met zijn eigen as. Zo komt men er toe te zeggen, dat een lichtbundel "bestaat" uit vele lichtstralen.

De lichtstraal blijft altijd verborgen als men de werkelijkheid beschouwt, maar dit begrip duikt op in de redeneringen, die de verschijnselen verklaren of beschrijven.

Puntvormige lichtbronnen.

Iets dergelijks is te zeggen over het begrip lichtpunt, lichtend punt of puntvormige lichtbron. Een lichtend punt is géén aanwijsbaar ding. Dingen die licht uitzenden hebben altijd een uitgebreidheid. De gloeidraad b.v. van onze gloeilamp heeft vele windingen met een bepaalde dikte. Men wijst een klein oppervlakje van de gloeidraad aan en neemt aan, dat het licht zich van daaruit voortplant alsof het uit één enkel punt kwam.



De as van een kegelvormige of cilindervormige lichtbundel noemen we een lichtstraal.



stukje van de gloeidraad van het lampje.

BIJLAGE D 3

OPTICA IN HET "PLON-EXAMENPROGRAMMA"

huidige examenlijst	PLON-examenlijst	veranderingen met x aangegeven
1. rechte lijnige uitbreiding van het licht	rechtlijnig uitbreiding van het licht	
2. evenwijdige, divergerende en convergerende bundels	evenwijdige, divergeren- de en convergerende bundels	
3. reëel en virtueel beeld	reëel en virtueel beeld	
4. terugkaatsing (spiegelend en diffuus) absorptie	terugkaatsing (spiege- lend en diffuus), ab- sorptie, doorlating	x
5. wetten van terugkaatsing	wetten van terugkaatsing	
6. vlakke spiegel; beeldvor- ming en beeldconstructie bij een reëel voorwerp	vlakke spiegel; beeldvor- ming en beeldconstructie bij een reëel voorwerp	
7. breking (kwalitatief)	breking (kwalitatief)	
8. divergerend vermogen van een holle lens	divergerend vermogen van een holle lens	
9. convergerend vermogen van een bolle lens	convergerend vermogen van een bolle lens	
10. bolle lens: beeldconstruc- tie bij een reëel voor- werp	bolle lens: beeldcon- structie bij een reëel voorwerp en een reëel beeld	x
11. $\frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ (alleen experimentele afleiding)	$\frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ (alleen experimentele afleiding)	
12. lineaire vergroting (geen combinaties van len- zen en/of spiegels)	lineaire vergroting (voor één positieve lens bij een reëel beeld en een reëel voorwerp)	x
13. fototoestel (in eenvou- digste vorm met afstand- instelling en diafragma, geen scherptediepte) dia- projector	fototoestel (in eenvou- digste vorm met afstand- instelling en diafragma, geen scherptediepte), dia- projector	

BIJLAGE D 3

TOELICHTING OP DE PLON-EXAMENLIJST

1. Rechthoekige uitbreiding van het licht

Behandeld wordt dat een bundelbegrenzing recht is. Dit komt overeen met de rechthoekige uitbreiding van licht.

2. Evenwijdige, divergerende

Geen verandering ten opzichte van de huidige examenlijst.

3. Reëel en virtueel beeld

In het thema "Zien Bewegen" wordt de beeldvorming bij een bolle lens behandeld, omdat het uiteindelijk gaat om het vastleggen van bewegingen met fototoestel of filmcamera. Het gaat dan over reële beelden. De spiegel wordt behandeld omdat de leerling deze vaak tegenkomt en omdat het principe van beeldvorming er goed aan kan worden geïllustreerd.

Reëel beeld wordt dus alleen behandeld bij bolle lenzen en virtueel beeld wordt (alleen) behandeld bij spiegels.

Leerlingen leren daarbij dat in het algemeen een convergerende uit-tredende bundel een reëel beeld geeft en een divergerende uittredende bundel een virtueel beeld geeft.

Beeldconstructies kunnen ze echter alleen maken bij een reëel voorwerp en een reëel beeld bij een bolle lens en een reëel voorwerp en virtueel beeld bij een vlakke spiegel.

4. Terugkaatsing (spiegelend en diffuus)

Geen verandering

5. Wetten van terugkaatsing

De wetten worden vooral gebruikt bij het verklaren van het ontstaan van het virtuele beeld bij de vlakke spiegel.

6. Vlakke spiegel

Geen verandering

7. Breking (kwalitatief)

In het thema "Werken met Water" zien leerlingen in een keuze-onderwerp dat een potlood in water geknikt is, en ze horen dat dit komt omdat het licht aan het wateroppervlak "knikt".

BIJLAGE D 3

Later, in de 3e klas in "Zien Bewegen" leren ze hoe lichtstralen/ lichtbundels aan lenzen breken en hoe daardoor een lens een convergerende of divergerende werking heeft.

8/9. Divergerend vermogen.....
Convergerend vermogen

Leerlingen leren dat een bolle lens zorgt voor een scherp reëel beeld van (reële) voorwerpen, in het geval van gebruik van de lens in een camera, diaprojector en dergelijke.
Zij leren ook dat dit komt door de eigenschap van de positieve lens dat deze een divergent intredende bundel kan convergeren. Van een holle lens leren de leerlingen (alleen) dat deze een divergerende werking heeft.

10. Bolle lens; beeldconstructie

In "Zien Bewegen" gaat het vooral om het vastleggen van een reëel beeld op de fotografische plaat. Ook gaat het om scherp afbeelden van een voorwerp. Leerlingen kunnen dus een reëel beeld construeren als een reëel voorwerp gegeven is. Een virtuele beeldconstructie kunnen ze niet maken. Wel weten ze (zie onderwerp 3 van deze groep) dat een uitredende divergerende bundel een virtueel beeld zal geven.

11. $\frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$

Ook hier geldt dat het gaat om reële beelden en reële voorwerpen bij bolle lenzen. Wel weten leerlingen dat een negatieve beeldafstand betekent dat het beeld virtueel is.

12. Lineaire vergroting

Ook hier weer alleen de vergroting bij een reëel beeld en een reëel voorwerp (zie onderwerp 10 van deze groep).
Leerlingen kunnen vergrotingen bij projectie met behulp van een diaprojector of bij afbeeldingen met behulp van een camera uitrekenen.

13. Fototoestel

In "Zien Bewegen" wordt veel aandacht besteed aan het (scherp) opnemen en weergeven van bewegende voorwerpen. De bewegingen worden (bij of na) het weergeven geanalyseerd. Het fototoestel wordt daartoe met een stroboscoop uitgerust en aan de zo gemaakte foto wordt een bewegingsanalyse gedaan. Met een filmtostel wordt vanzelf de beweging in stapjes weergegeven, zodat analyse van de beweging meteen mogelijk is.

BIJLAGE D 3

Met de principes van de beeldvorming ontdekken de leerlingen hoe ze scherpe foto's kunnen maken en wanneer ze bepaalde handelingen moeten verrichten. Ook de scherpte-diepte wordt met de principes van beeldvorming besproken.

Door het overvol zijn van het examenprogramma is besloten om dit onderwerp niet te veranderen en het aan leraren over te laten om in hun eigen cursus meer of minder aandacht te besteden aan zaken als scherptediepte, sluitertijd, principe filmcamera en filmprojector.

1. Van twee gloeilampjes worden door een lens de gloeidraden *A* en *B* afgebeeld op een scherm. In de bovenste figuur is de plaats van de gloeidraden, de plaats van de lens en de plaats van het scherm getekend. De onderste figuur is een schema van de situatie.

- a. Het gloeidraadje *A* is in de getekende stand scherp op het scherm afgebeeld.

Bereken uit de gegevens van de figuur de brandpuntsafstand van de gebruikte lens.

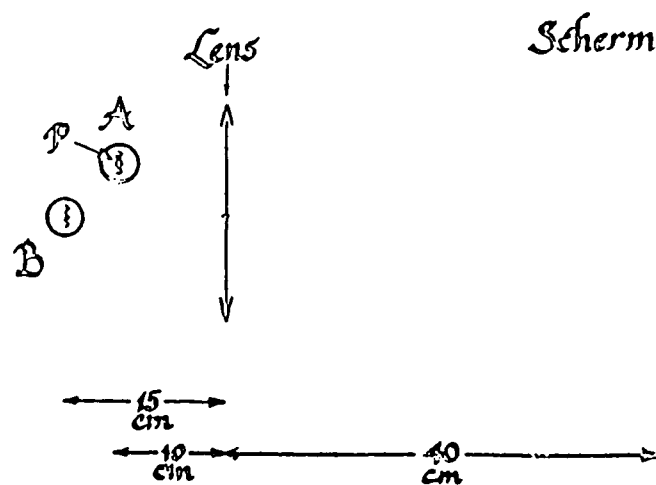
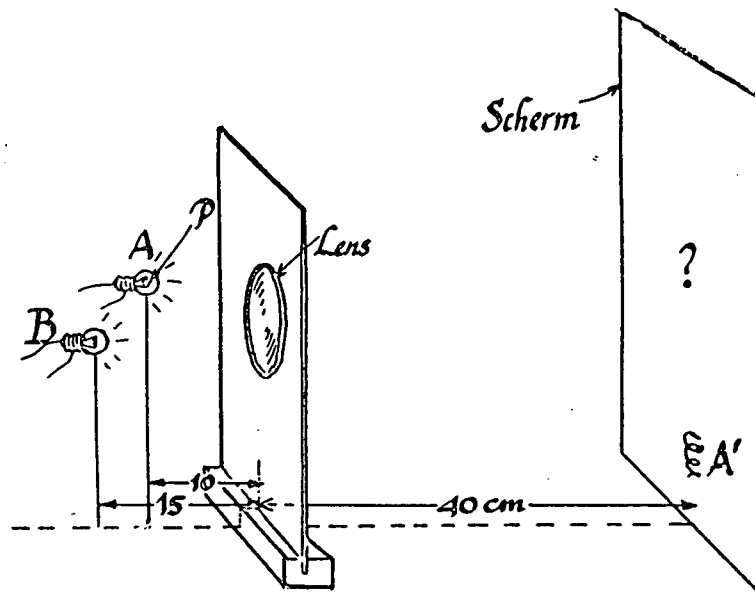
- b. Schets in de onderste figuur de lichtbundel die uit punt *P* van de gloeidraad *A* komt, door de lens gaat en op het scherm terecht komt.

- c. In de getekende situatie wordt de gloeidraad van lampje *B* onscherp afgebeeld. Om deze gloeidraad scherp af te beelden kun je het scherm verschuiven.

Beredeneer naar welke kant je het scherm moet verschuiven om van de gloeidraad *B* een scherp beeld op het scherm te krijgen.

- d. In vraag c werd de gloeidraad van *B* scherper afgebeeld door het scherm te verschuiven.

Geef een heel andere manier om *B* scherper af te beelden, waarbij het scherm, de lens en het lampje op hun oorspronkelijke plaats blijven.



PROEFWERKVRAGEN

BIJLAGE D 4

2. Jan wil een scherpe foto van zijn zus maken.
Zijn toestel heeft een lens met een brandpuntsafstand van 5,0 cm.
Zijn zus staat 3 meter voor de lens.

a. De afstand van de lens tot de film moet nu

A. precies 5 cm zijn.

B. meer dan 5 cm zijn.

C. minder dan 5 cm zijn.

☐ A
☐ B
☐ C

b. Hij vervangt de lens door een andere, waarvan de brandpuntsafstand 3,5 cm is en stelt weer zo in dat een scherp beeld ontstaat. Hij krijgt nu vergeleken met de eerste foto

A. een grotere afbeelding van zijn zus.

B. een kleinere afbeelding van zijn zus.

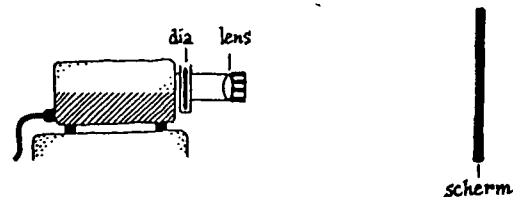
C. een even grote afbeelding van zijn zus.

☐ A
☐ B
☐ C

c. Beredeneer met welke van de twee lenzen Jan zoveel mogelijk van de omgeving op één foto kan vastleggen?

d. Hij wil zowel van zijn zus als van de boom, die een meter achter zijn zus staat een scherpe afbeelding op de film krijgen. Leg uit (desgewenst toegelicht met een tekening) dat hij daartoe de diafragma-opening kleiner moet maken.

3.



De lens van een diaprojektor heeft een brandpuntsafstand van 80 mm.

De diaprojektor wordt zo ingesteld dat bij een afstand van 1,60 m tussen lens en scherm een scherp beeld op het scherm komt.

a. Bereken de afstand tussen dia en lens in deze opstelling (afgerond op mm).

b. Bereken de grootte van het beeld. Het plaatje op de dia is 4 cm lang en 4 cm breed.

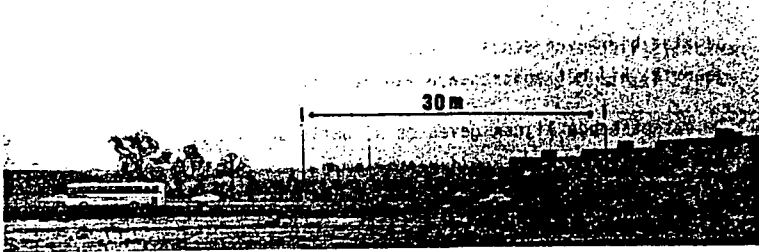
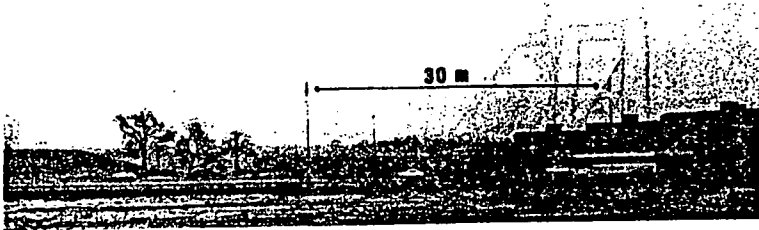
4.



Iemand probeert met een lens, die een brandpuntsafstand heeft van 20 cm, een scherp beeld van een wolk te ontwerpen op een stuk papier.

Beredeneer, waarom hij de lens 20 cm van het papier moet houden om een scherp beeld van de wolk te krijgen.

5.



Bovenstaande foto's zijn 2 seconde na elkaar gemaakt. Daarmee is te controleren of het verkeer de maximum snelheid van 80 km/h overschrijdt.

Onderzoek of de bus te hard rijdt. Schrijf je konklusie op en de manier waarop je tot die konklusie bent gekomen.

6. Met een vergrotingstoestel maakt men van foto-negatieven afdrukken op foto-papier.

Bestudeer de tekening hiernaast. De afstand van het negatief tot de lens is 9 cm.

Als de afbeelding op het foto-papier (zie onderaan deze bladzijde) scherp is, is de afstand van de lens tot het foto-papier 45 cm.

- a. Teken en arceer de lichtbundel, die uit het punt P op het negatief via de lens naar het foto-papier gaat.

- b. Bereken de brandpuntsafstand van de lens.

Het negatief is 6 cm lang en 6 cm breed.

- c. Bereken de afmetingen van de afbeelding op het foto-papier.

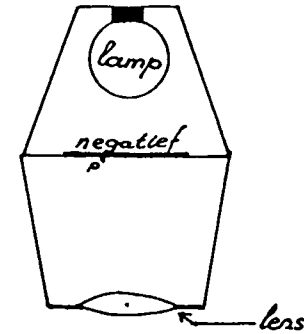
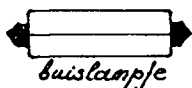


foto-papier

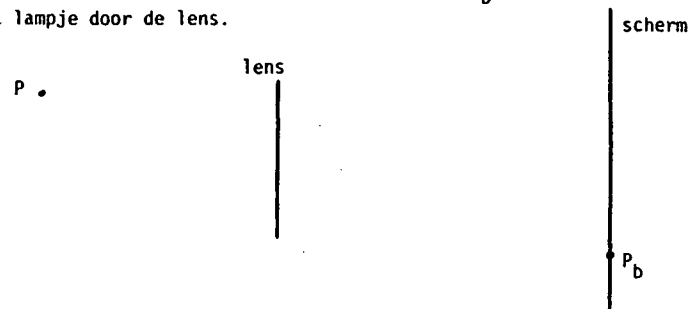
7. Je krijgt de opdracht om de doorsnede van het gloeidraadje van een buislampje te bepalen.

Je komt op het idee om met een bolle lens een beeld van het gloeidraadje op een scherm te maken en met behulp van die opstelling de dikte van het gloeidraadje te bepalen.

Vertel en/of teken hoe je dat zou doen, en welke metingen en berekeningen je dan zou moeten uitvoeren.



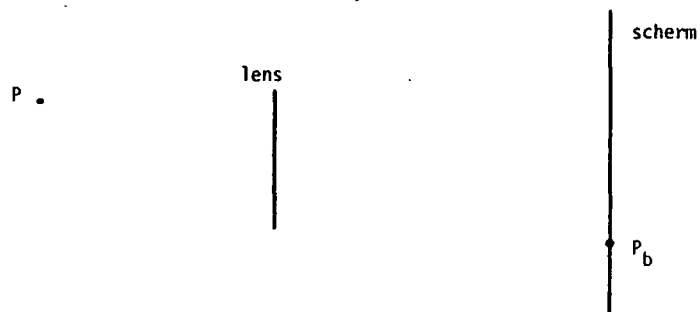
8. In de figuur hieronder stelt P een lampje voor en P_b de scherpe afbeelding van het lampje door de lens.



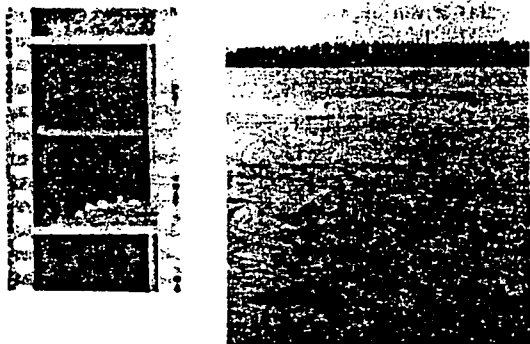
- a. Teken in de figuur hierboven de gehele lichtbundel die van P door de lens naar P_b gaat.

- b. Bereken de brandpuntsafstand van de lens. Alle gegevens die je daarvoor nodig hebt, kun je door meting uit de figuur halen.

- c. Bepaal door tekenen, in de figuur hieronder, de ligging van een brandpunt.



9. Om de breedte van een rivier te bepalen is vanaf de ene oever een foto gemaakt van een paal die op de andere oever staat. Ter illustratie is het negatief en een afdruk ervan afgedrukt. De brandpuntsafstand van de lens in het fototoestel is 50 mm.



- a. Licht kort toe dat bij het maken van deze foto de afstand van de lens tot het negatief (de beeldafstand) ongeveer 50 mm (de brandpuntsafstand van de lens) was.

.....

.....

.....

De palen langs de rivier zijn 5.07 meter hoog. Op het negatief is het beeld van de paal aan de overkant 2 mm lang.

- b. Bereken uit de vergroting van de paal hoe breed de rivier is. Je mag daarbij doen alsof de afstand van de lens tot het negatief precies 50 mm was.

.....

.....

.....

- c. Bereken hoe groot de afstand van het negatief tot de lens precies moet zijn om een paal op 50 m. afstand scherp te fotograferen.

.....

.....

- d. Leg uit of het nu eerlijk was of niet, om bij de berekening b. te doen alsof het negatief precies in het brandpunt staat.

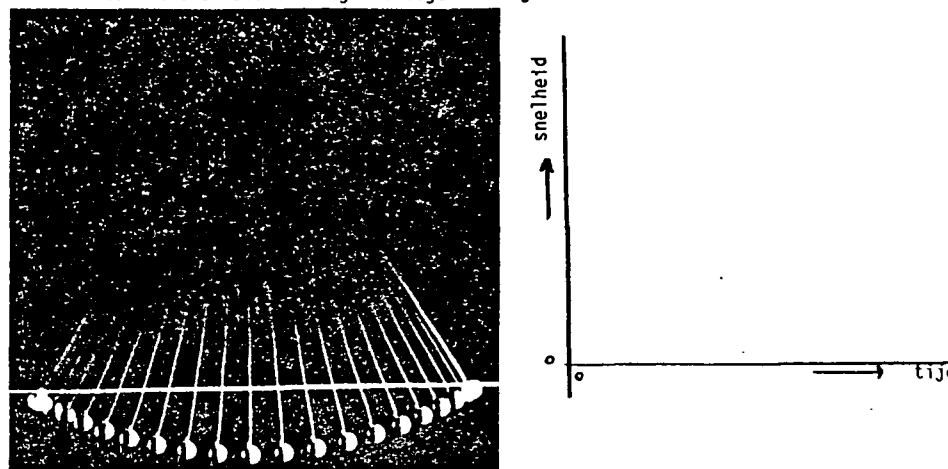
.....

.....

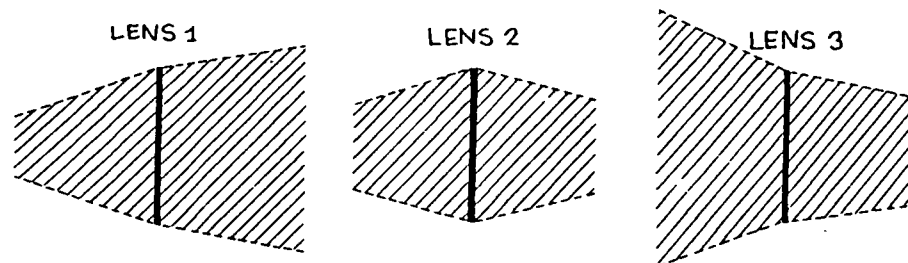
.....

10. Hieronder is een stroboscopische foto afgedrukt van een kogel die slingert aan een touw. De beweging is van links naar rechts op de foto.

Schets een grafiek van deze beweging in onderstaand diagram, waarin de grootte van de snelheid is uitgezet tegen de tijd.



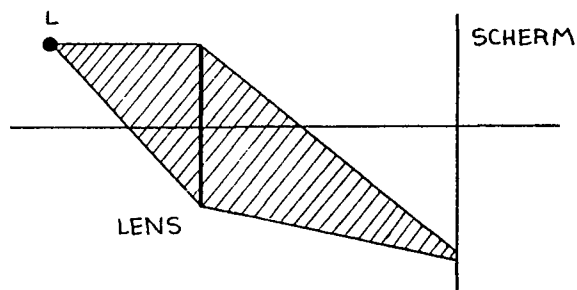
11. Uit het verloop van een lichtbundel door een lens kan je afleiden of de lens positief of negatief is. In onderstaande tekening zijn drie lichtbundels getekend, die door drie verschillende lenzen gaan.



Geef voor elke uitspraak aan of deze juist of onjuist is:

- | | | |
|----------|-----------------------|---|
| lens I | is een positieve lens | <input type="checkbox"/> juist / <input type="checkbox"/> onjuist |
| lens II | is een positieve lens | <input type="checkbox"/> juist / <input type="checkbox"/> onjuist |
| lens III | is een positieve lens | <input type="checkbox"/> juist / <input type="checkbox"/> onjuist |

12. In de hieronder getekende opstelling wordt een wazig beeld van een lampje op een scherm achter de lens gevormd zoals je in de tekening kan zien.



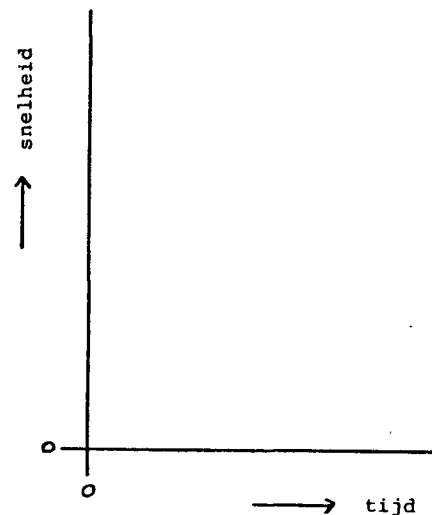
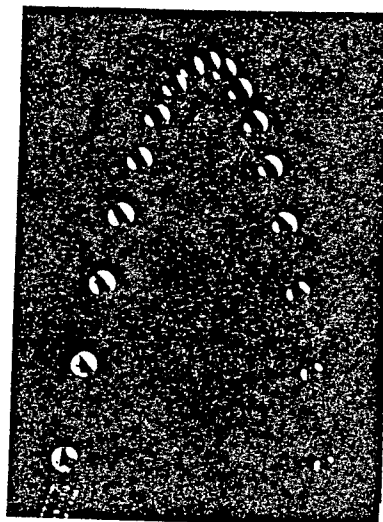
Je wilt het lampje wel scherp op het scherm afbeelden.
Nu kan je:

- I op dezelfde plaats een lens met een kleinere brandpuntsafstand nemen.
II de oorspronkelijke lens naar het scherm toebewegen.

Wat zal helpen?

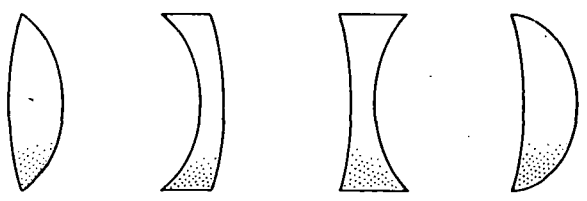
- | | |
|---------------------|----------------------------|
| A. I en II | <input type="checkbox"/> A |
| B. I wel en II niet | <input type="checkbox"/> B |
| C. I niet en II wel | <input type="checkbox"/> C |
| D. I en II niet | <input type="checkbox"/> D |

13. Hieronder is een stroboscopische foto afgedrukt van een bal, die schuin de lucht wordt ingegooid. De beweging is van links naar rechts op de foto. Schets een grafiek van de beweging in onderstaand diagram, waarin de grootte van de snelheid is uitgezet tegen de tijd.



14. Op een weg geldt een snelheidsbeperking van 70 km per uur. Een groep leerlingen meet de tijd die één passerende auto doet over een afstand van 50 m. Die tijd is 2,8 s. Bereken of deze auto de snelheidsbeperking overtrad.

15. Hieronder zijn de doorsneden getekend van vier lenzen.
 Schrijf onder elke lens of het een positieve of een negatieve lens is.



16. André krijgt een lens, met de opdracht:
 "Onderzoek, met een experiment (en niet aan de vorm zoals in vraag 4!) of de lens negatief of positief is".

Beschrijf, eventueel met behulp van een tekening, wat voor een experiment hij kan uitvoeren.

.....

.....

.....

17. Hieronder zie je twee foto's van een fietsend meisje.
 Op beide foto's is het meisje onscherp afgebeeld



foto 1



foto 2

Kruis voor iedere foto mogelijke oorzaken uit het rijtje hieronder aan, waarom de foto onscherp is. (Je mag meer dan één mogelijkheid aankruisen).

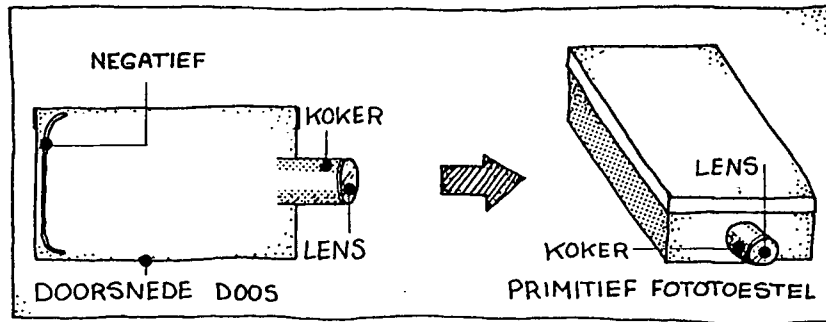
	foto 1	foto 2
A. de sluitertijd (= belichtingstijd) is te <u>lang</u> geweest	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> A
B. de sluitertijd (= belichtingstijd) is te <u>kort</u> geweest	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> B
C. de diafragmaopening is te <u>groot</u> geweest	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> C
D. de diafragmaopening is te <u>klein</u> geweest	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> D
E. de afstandinstelling is niet goed geweest	<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> E

18. Een leraar biologie wil dia's vertonen in de aula van de school.
 Op school zijn echter 2 diaprojectoren aanwezig. Op de éne projector staat $f = 120 \text{ mm}$ en op de andere staat $f = 150 \text{ mm}$.
 De aula is 18 m lang. Het scherm is 4 m breed, en de breedte van de dia's is 3,5 cm. De diap projector moet achter in de aula opgesteld worden.
 Laat zien welke diap projector in dit geval het best gebruikt kan worden.

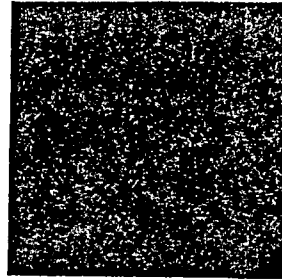
.....

.....

19. EEN ZELFGEMAAKT FOTOTOESTEL



Met deze juiste afstandsinstelling maakte Jan een negatief. De beste afdruk van dat negatief (dat is dus de foto) zie je hieronder.



b) Beschrijf wat Jan had moeten doen om een goed negatief te maken.

Jan heeft een (primitief) fototoestel gemaakt van een oude doos, een koker en een lens.

De lens zit in een koker om de afstand te kunnen instellen.

De lens heeft een brandpuntsafstand van 12,5 cm.

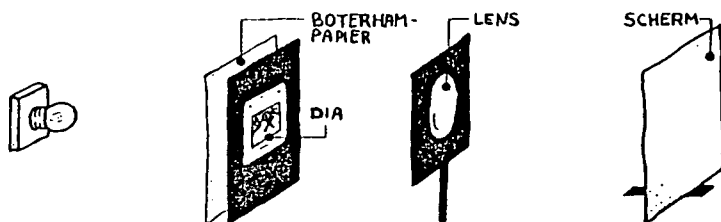
Jan wil een foto maken van een (geparkeerde) auto op 3,20 meter afstand van de lens.

a) Bereken de juiste afstand tussen de lens en het negatief, die Jan moet instellen.

Schrijf je berekening op.

20. EEN GROTER BEELD EN TOCH SCHERP

Een groepje leerlingen heeft deze opstelling nemaakt om een dia te projecteren.

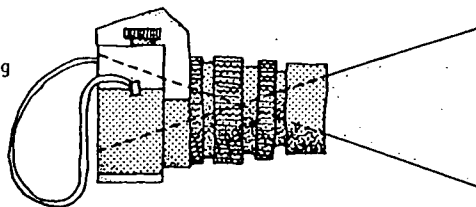


Nadat de leerlingen een mooi scherp beeld verkregen hebben, willen ze een *groter* beeld krijgen. Ze schuiven het scherm verder van de lens. Ze zien dat het beeld inderdaad groter wordt, maar dat het beeld ook onscherp wordt.

Wat moeten ze aan *deze opstelling* veranderen om dat grotere beeld tóch scherp te krijgen? Ze mogen geen dingen aan de opstelling toevoegen. Licht je antwoord toe.

21. EEN "GROOT-HOEK-LENS"

Karin wil een muurschildering op haar kamer fotograferen. Ze kan voor dit doel een spiegel-reflex-camera lenen. Op zo'n camera kunnen lenzen worden geschroefd met



verschillende brandpuntsafstanden. Met de lens die op de camera zit als ze hem leent, kan ze niet de hele muurschildering op de foto krijgen. Op die lens staat: $f = 50 \text{ mm}$.

Als Karin nu een andere lens gaat lenen, moet ze er dan een vragen met:

- A ☐ een grotere brandpuntsafstand ?
B ☐ een kleinere brandpuntsafstand ?

Kruis je keuze aan.

Licht je antwoord toe.

Je mag ook een tekening bij de toelichting maken, als je dat gemakkelijk vindt.

Toelichting:

BIJLAGE D 5

PRAKTISCHE "PROEFWERK"-OPDRACHTEN

De hieronder weergegeven praktische "proefwerk"-opdrachten zijn gemaakt (en gebruikt) door Huib van Horssen (Chr. Mavo, De Lier) en Theo Boks (Edith Stein College, Den Haag).

Mocht je meer apparatuur of andere hulpmiddelen bij een experiment nodig hebben, dan kun je dat komen vragen!

- 1a. Je krijgt twee (verschillende) lenzen; een positieve- en een negatieve lens. De lenzen zijn gemerkt: P en Q.
Verder heb je een lamp en een (papieren) scherpje.
Bepaal welke de positieve- en welke de negatieve lens is.
Beschrijf hoe je dit experiment hebt uitgevoerd en waarom je dit zo hebt gedaan.
- b. Je krijgt twee verschillende positieve lenzen. De lenzen zijn gemerkt: R en S. Verder gebruik je de lamp en het scherpje weer. Bepaal welke lens het sterkst is.
Beschrijf hoe je dit experiment hebt uitgevoerd en waarom je dit zo hebt gedaan.
2. Je hebt de beschikking over een positieve lens, een lampje, een lineaal en een beeldscherm.
 - a. Bepaal aan de hand van drie metingen en berekeningen met de lenzenformule de brandpuntsafstand van deze lens.
 - b. Geef je metingen weer in een tabel. Laat twee volledige berekeningen zien. Controleer met een derde berekening als er een verschil tussen de eerste twee berekeningen is.
3. Maak een scherpe afbeelding van de gloeispiraal van een lamp op een scherm.
Schuif de lens 2 à 3 cm dichterbij de lamp.
Er ontstaat nu een onscherpe afbeelding.
 - a. Laat door middel van een tekening zien, hoe je het scherm zou moeten verplaatsen om opnieuw een scherp beeld te verkrijgen.
 - b. Het scherm is echter niet verplaatsbaar. Zonder de plaats van de lamp, lens en scherm te veranderen is het toch mogelijk een scherpe afbeelding te maken. Maak deze scherpe afbeelding.
Beschrijf nauwkeurig wat je doet en wat je ziet.
Geef een uitleg, hoe het komt, dat een scherpe afbeelding kan ontstaan.



Prakticum - Natuurkunde.

Klas: Mavo 3.

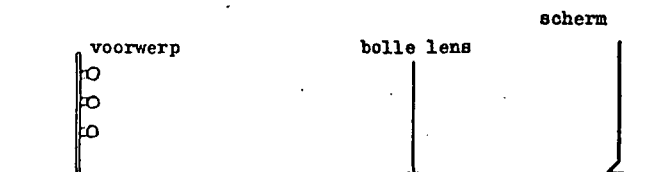
Kiken - Plon unit 3.3.

Naam:

Doel van de proef:

1. Het ontwerpen van een "scherp" beeld op een scherm met een bolle (positieve) lens.
2. Het berekenen van de brandpuntsafstand van de bolle lens uit de voorwerpsafstand en de beeldafstand.

Opstelling van de proef:



Benodigheden:

- 1) voorwerp - plankje met lampjes.
- 2) statief met klem.
- 3) voedingskast met snoertjes.
- 4) bolle lens - twee verschillende.
- 5) scherm.
- 6) liniaal. (1 meter)

Uitvoering van de proef:

Neem de eerste bolle lens en ontwerp een "scherp" beeld van de lampjes op het scherm.

Meet de voorwerpsafstand en de beeldafstand en vul die in, in de tabel hieronder.

Zoek een tweede stand op waarbij een "scherp" beeld ontstaat.

Schrijf ook deze gegevens op in de tabel.

Herhaal dezelfde proef voor de tweede lens.

Tabel:

lens	voorwerpsafstand in cm	beeldafstand in cm
1		
1		
2		
2		

Hoe luidt de lenzenformule ?

(78/79)

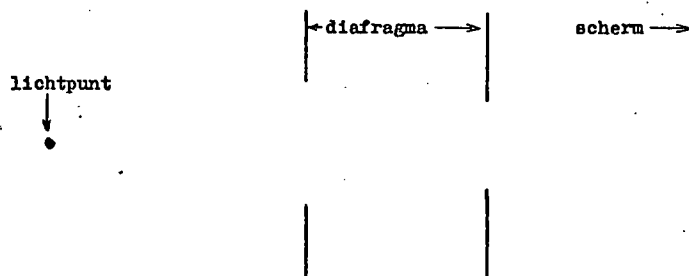


Bereken met de lenzenformule de brandpuntsafstand van lens 1.

Bereken met de lenzenformule de brandpuntsafstand van lens 2.

Hoe weet je of een lens een bolle lens is ?

Teken de stralengang door de beide diafragma's naar het scherm.



(78/79)

B

Practicum - Natuurkunde.

Klas: Mavo - 3.

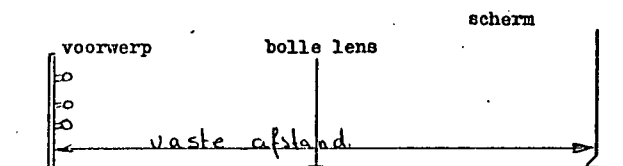
Kijken - Plon unit 3.3.

Naam:

Doel van de proef:

1. Het ontwerpen van een "scherp" beeld op een scherm, met een vaste afstand tussen beeld en voorwerp.
2. Berekening van de brandpuntsafstand.

Opstelling van de proef:



Benodigheden:

- 1) voorwerp - plankje met lampjes.
- 2) statief met klem.
- 3) voedingskast met snoertjes.
- 4) bolle (positieve) lens - twee verschillende.
- 5) scherm.
- 6) liniaal. (1 meter)

Uitvoering van de proef.

Zet het voorwerp en het scherm op een afstand van 70 cm uit elkaar. (afstand $v + b = 70$ cm)

Ontwerp nu met lens 1 een scherp beeld op het scherm. Meet de voorwerpsafstand en de beeldafstand en schrijf ze op in de onderstaande tabel.

Herhaal de proef met de tweede lens.

Vergoot nu de afstand tussen het voorwerp en het scherm tot 90 cm en ontwerp weer een scherp beeld met de eerste lens en daarna met de tweede lens. (afstand $v + b = 90$ cm) Noteer ook deze gegevens in de tabel.

tabel: voorwerpsafstand in cm beeldafstand in cm

$v + b$ lens 1

70 cm lens 2

$v + b$ lens 1

90 cm lens 2

Hoe luidt de lenzenformule ?

% . 0 . % .

B

Bereken met de lenzenformule de brandpuntsafstand van lens 1.

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

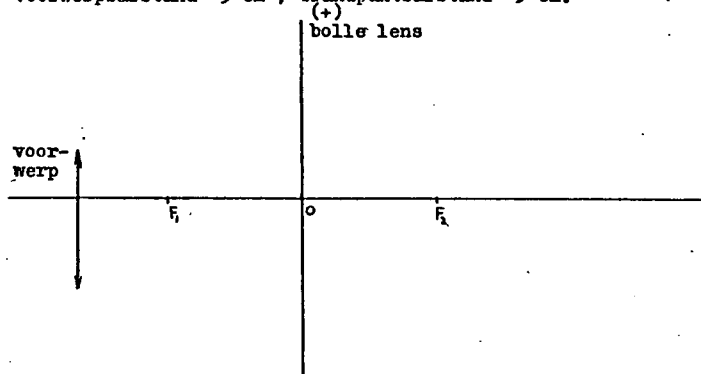
Bereken met de lenzenformule de brandpuntsafstand van lens 2.

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

Hoe weet je of een lens een "bolle" lens is ?

.....
.....

Teken het beeld van het onderstaande voorwerp.
voorwerpsafstand 5 cm ; brandpuntsafstand 3 cm.



BILAGE D 5

Prakticum - Natuurkunde.

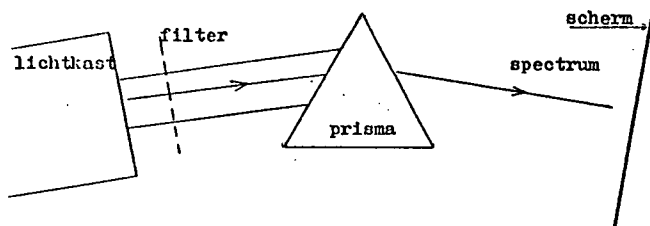
Klas: Mavo - 3.

Kleur en Licht - Plon unit 3.5. Naam:

Doel van de proef:

1. Het ontwerpen van een kleurenspectrum met een prisma.
2. Het nagaan van de invloed van een filter op de kleuren van het kleurenspectrum.

Opstelling van de proef:



Benodigheden:

- 1) lichtkastje.
- 2) voedingskast.
- 3) prisma - twee stuks gelijk.
- 4) scherm.
- 5) filters - rood/groen/blauw.

Uitvoering van de proef:

Stuur een bundel wit licht door het prisma, bekijk het resultaat hiervan op het scherm. Maak de bundel ongeveer 1 cm breed. Uit welke kleuren bestaat het spectrum?

.....

.....

Maak een tekening van de lichtbundel, die uit het prisma komt en geef duidelijk de kleurverdeling aan.



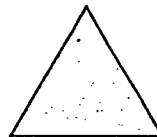
C

Herhaal de proef, maar stuur de bundel wit licht nu eerst door het rode filter.

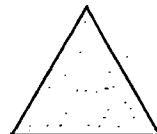
Maak een tekening van de lichtbundel, die uit het prisma komt en geef duidelijk de kleurverdeling aan.



Doet het zelfde met het groene filter.



Doet de proef nu met het blauwe filter.



Verklaar het ontstaan van het kleurenspectrum uit het witte licht dat op het prisma valt.

.....

.....

.....

.....

BIJLAGE D 6

UITWERKING LESSENPLAN-VARIANT 2 (CSG Jan van Arkel)

Les 1. Introductie van het thema.

Boeken uitdelen.

Uitvoeren van proef 1, 2, 3, 4 van onderzoek 1.

Huiswerk: leren hfdst. 2.1.

Les 2. Demonstreren proef 5 en 6 van onderzoek 2.

De leerlingen voeren proef 7, 8, 9, en 10 uit.

Huiswerk: leren hfdst. 2.2 en maken van 5.1 opdracht 1 en 2.

Les 3. Uitvoeren proef 11 en 12 van onderzoek 3 en proef 13 van onderzoek 4.

Huiswerk: leren hfdst. 2.3.

lezen hfdst. 2.4.

Les 4. Uitvoeren proef 14 en 15 van onderzoek 4.

Als er tijd over is proef 16 van onderzoek 5.

Huiswerk: leren hfdst. 2.4.

lezen hfdst. 2.6.

Les 5. Uitvoeren proef 16, 17 en 18 van onderzoek 5.

Huiswerk: leren hfdst. 2.6.

Les 6. Uitvoeren proef 19, 20 en 21 van onderzoek 6.

Huiswerk: leren hfdst. 2.5.

maken van 5.1 opdracht 3, 4, 5 en 6.

Les 7. Onderwijs-leergesprek en demonstratie n.a.v. proef 1, 2, 4, 5 en 6 van hfdst. 3.

Huiswerk: maken opdracht 1 t/m 4 van hfdst. 3.4 en opdracht
7 van 5.1.

leestekst 7.

BIJLAGE D 6

Les 8. Onderwijs-leergesprek n.a.v. proef 7.

Maken opdracht 5 t/m 10 van hfdst. 3.

Huiswerk: maken van 5.1 opdracht 8 en 9.
leestekst 8.

Les 9. Groepsgewijs par. 4.1 en 4.2 doorwerken.

Huiswerk: maken van 5.2 opdracht 2 en 3.
par. 4.3.
leestekst 13.

Les 10. Groepsgewijs par. 4.4 en 4.5 doorwerken.

Huiswerk: maken van 5.2 opdracht 5 en 6.
proef 1 van 4.6.

Les 11. Demonstratie van de stroboscoop (4.7). Eventueel stroboscopische foto's maken.

Groepsgewijs doorwerken 4.8.

Huiswerk: maken van 5.2 opdracht 7, 11 en 12.

Les 12. Proefwerk.

BIJLAGE D 7

DIA/GELUID-PROJECT

1. Gegevens : Scholengemeenschap "Oost-Betuwe" (Lhno, Mavo, Havo, Ath.)
van Ambestraat 1,
6680 AA Bommel.
tel. 08811- 1683.

kontaktpersoon:
Edward Wolfs,
Weezenhof 32- 70,
6536 GL Nijmegen.
tel. 080 - 448835.

2. De groepen : de groepen die aan het project hebben meegewerkt,
zijn twee 3e klassen Havo.
Elke klas, bestaande uit 24 leerlingen, is in 2
groepen verdeeld.
In totaal hebben dus 4 groepen meegedaan.
Begeleiders waren: Edward Wolfs (docent natuurkunde)
en Theo van Engen (T.O.A.)

3. Het project: het project heeft 3 $\frac{1}{2}$ week in beslag genomen en
duurde van 8 maart tot en met 30 maart 1982.
Er werden 2 lesuren per week aan het project
gewerkt, d.w.z. in totaal 7 lesuren. Dit aantal is
wat laag (beter: + 10 lessen).
We hebben toch hiervoor gekozen, ondanks de snelle
sluitingsdatum (1 april 1982), omdat deelname en
vooral een kritische beoordeling van ons project
voor ons belangrijker was om zodoende zelf verder
te komen, dan afzien van deelname en het project
"rustiger en vollediger" uit te voeren.
Bovendien verplichtten we ons zodoende meteen om een
en ander zo duidelijk mogelijk te beschrijven.

4. Doelstel-
lingen: allereerst wil ik, in het kort, proberen duidelijk te
maken hoe "ons natuurkunde-onderwijs" eruit ziet en
wat een aantal belangrijke doelstellingen voor ons
zijn. U krijgt daarmee hopelijk een beeld vanuit
wat voor achtergrond wij (docent + leerlingen)
met dit project starten en welke plaats de audio-
visuele middelen en dit project in ons onderwijs-
leerprogramma heeft.
Daarna zal ik de doelstellingen van dit project
formuleren.

In onze onderwijsleersituatie maken wij gebruik van
PLON-materiaal (Project-Leerplan-Ontwikkeling-Natuur-
kunde). Het natuurkunde-onderwijs aan de sg. "Oost-
Betuwe" wil een actieve bijdrage leveren aan de groei
naar volwassenheid van het opgroeiende kind.
Hierbij speciaal toegespitst op de door de school
gekozen wijze, namelijk actief inspeland op verschil-

BIJLAGE D 7

len in belangstelling, aanleg, toekomstplannen en gericht op de veranderende samenleving, de sociale verbanden binnen de klas, de onderzoeksdrijf en de grote ruimte voor verschillen in uitvoering van de individuele leerling.

Als het onderwijs actief moet inspelen op de verschillen tussen leerlingen, betekent dit enerzijds afwisselende werkvormen en anderzijds een klasseklimaat en -organisatie, waarin zelfstandig leren wordt ontwikkeld.

Het onderwijs zal moeten aansluiten bij de manier van denken en leren die leerlingen buiten de school gebruiken en die ze in relatie met hun intellectuele, emotionele en sociale ontwikkeling in het onderwijs meebrengen. Dat betekent o.a. dat de leerstof wordt aangeboden in een voor de leerling herkenbare sociale of persoonlijke context zodat handelen in en begrijpen van die context mogelijk wordt.

Dit komt onder meer tot uiting in groepswork, het met de klas (of groep) plannen van lessen, het aan de klas rapporteren van onderzoeksresultaten, het maken van tentoonstellingen, het in de leeractiviteiten betrekken van personen en situaties buiten de school. Het betekent o.a. ook dat het (natuurkunde-)onderwijs ruimte moet bieden voor het leren samenwerken in wisselende groepen, leren eigen werkplanningen op te stellen, leren je eigen werk te beoordelen, leren je een mening te vormen en die te verdedigen.

Het betekent bovendien, dat leerstof aan de orde kan komen, die niet rechtstreeks tot het vak behoort, maar er in een bepaalde context verband mee houdt. We streven ernaar leerstof aan te bieden die rechtstreeks toepasbaar is in het dagelijks leven en die de leerlingen helpt zelfstandig te oordelen en te handelen in hun directe omgeving.

We proberen het onderwijs zó in te richten, dat het uitnodigt om te leren door zelf te denken en te doen. Dit betekent dat de leerlingen worden aangemoedigd

leren door met persoonlijke betrokkenheid te onderzoeken, te discussiëren, informatie op te zoeken in boeken, te demonstreren en te rapporteren.

Deze eisen maken het nodig dat onderwijstijd wordt besteed aan praktische- en onderzoeksvaardigheden.

Er is dan ook veel gelegenheid om eigen probleemstellingen uit te werken waaraan via eigen onderzoek kan worden gewerkt. Deze manier van werken bevordert de motivatie, betrokkenheid, zelfstandigheid en creativiteit bij de leerling.

Het natuurkunde-onderwijs is (daarom) verdeeld in een aantal thema's (projecten), waaronder het thema "Zien" en het thema "Geluid weergeven".

In plaats van een eigen vervolgonderzoek bij elk thema, heb ik, + 4 jaar geleden, voor het eerst gekozen voor 1 (combinatie-)project:

"Diasering (of film) + geluid".

BIJLAGE D 7

Bijvoorbeeld: tijdens het thema "zien" komen, naar aanleiding van proefjes, aan bod: licht, schaduw, spiegelen, breking, lenzen, lenzenformule, vergroting, diafragma, scherpte - diepte, gebruik van foto's bij snelheidsmetingen (stroboscopische foto's e.d.) enz.

Een aantal belangrijke doelstellingen die horen bij het project "Diaserie + geluid" zijn:

1. de leerlingen zelf met deze apparaten (foto-toestel, eventueel filmcamera) laten werken. Ze komen dan veel van de hiervoor genoemde begrippen (zie: Bijvoorbeeld) in praktische situaties tegen.
2. de leerlingen laten leren (ervaren) in een grotere groep (+ 10 à 12 leerlingen) dan ze tot dan toe gewend waren te laten werken. Het vereist een erg goede onderlinge coördinatie en er moet speciaal gelet worden op goede afspraken.
3. de leerlingen laten leren nu eens niet in woorden, maar vooral in beelden (+ beetje tekst) een verhaal te maken om anderen iets duidelijk te maken.
4. de leerlingen vrijwel helemaal hun gang te laten gaan. De opdracht is erg open, de werkvorm is erg open. Alleen tijd en geld is beperkt.

5. Uitvoering: ik wil proberen de volgens mij belangrijkste momenten van elke les, te beschrijven.

- op het eind van de les, voorafgaand aan les 1. heb ik de "opdracht" geformuleerd, kort aangegeven wat de bedoeling is en eventuele vragen hierover beantwoord.

Opdracht:

"De klas wordt vanaf volgende les (les 1) in 2 groepen gesplitst. Elke groep (12 leerlingen) krijgt de opdracht een diaserie met geluid te maken over een onderwerp dat je aan de hand van beelden gaat bekijken, onderzoeken en aan anderen doorgeven (uitleggen). Het onderwerp, wat de groep zelf mag kiezen, moet "iets" met natuurkunde te maken hebben (onder "iets" versta ik: als je, als groep, mij duidelijk kunt maken dat jullie onderwerp met natuurkunde te maken heeft, is het akkoord!) Op een cassettebandje moet je de bijbehorende tekst inspreken. Bovendien moet een zgn. "reportersgroep" een kort beeld (dia's)-verslag maken van alle belangrijke gebeurtenissen tijdens de komende onderzoeksperiode. Je mag er in totaal 7 lessen aan werken".

Als huiswerk kregen de leerlingen de opdracht mee dat iedereen 1 of 2 van zulke onderwerpen moest bedenken en opschrijven.

BIJLAGE D 7

les 1.:

de klas is volkomen willekeurig (m.u.v. het feit dat de aantallen jongens en meisjes over elke groep gelijk verdeeld moesten zijn) verdeeld.

Elke groep ging in deze les in de eigen groep elkaars ideeën bespreken en heeft een onderwerp gekozen.

Na kort met mij besproken te hebben met hun onderwerp met natuurkunde te maken had, ging men verder. De 4 groepen hadden op het eind van les 1. het onderwerp bepaald. 3 van de 4 groepen hadden in les 1. ook al een soort taakverdeling opgesteld. Eén groep kwam hier niet aan toe, omdat zij moeite hadden naar elkaar te luisteren en naar elkaars voorstellen te luisteren. In deze groep was er in het begin ook een duidelijke scheiding in de soorten onderwerpen aan wilden beginnen (veel technische onderwerpen) en de onderwerpen waar de meisjes aan wilden beginnen (meer maatschappelijk gericht). Zij hebben daarom de hele les nodig gehad om tot een keuze te komen die voor iedereen aanvaardbaar was.

Dus: in les 1: met wie werk je ?

wat ga je doen ? (onderwerp / taak)

De gekozen onderwerpen zijn:

- Drijven en Zinken
- Bewegen van Water
- Energie
- Brandbeveiliging.

Opdracht voor thuis: hoe ga je het aanpakken ? (bedenk grofweg het verhaal).

Tot slot van les 1 zijn er nog enkele vragen besproken:

- hoeveel fototoestellen krijgt elke groep ?
- is de tijd niet te kort ?

les 2.:

In het begin van deze les hebben enkele leerlingen van elke groep kort (+ 2 minuten) aan de hele klas verteld wat er de vorige les gebeurd was in (door) hun groep.

Daarna is iedere groep weer zelfstandig verder gegaan. Ook de ene groep (zie les 1) die nog geen taakverdeling had besproken, hebben in deze les hun achterstand flink ingelopen. Iedere groep heeft "het verhaal" besproken én ook voor het grootste deel bepaald waar en hoe ze het best (+ snelst) aan de gewenste informatie konden komen.

Bovendien werd ook voor een groot deel bepaald welke beelden ze zeker nodig zouden hebben voor hun "verhaal"

Opvallend is dat nu de taakverdeling meer karakter krijgt en dat de meeste groepen tot allerlei afspraken komen.

Het luisteren naar elkaar gaat steeds beter.

BIJLAGE D 7

Men raakt meer en meer geconcentreerd en gericht op het gekozen onderwerp.

Dus in les 2.: wat hebben de anderen gedaan ?
steeds meer duidelijkheid en gericht-
heid op het onderwerp en de aanpak.

Op het eind van les 2 is er "plenair" afgesproken dat in het vervolg (de noodzaak werd door haast iedere groep opgemerkt!) op het eind van elke les de laatste 5 minuten niet alleen besteed worden aan opruimen, maar ook aan een korte bespreking in (door) de groep van:

- wat hebben we deze les gedaan ?
- wat willen we volgende les doen ?
- wie zorgt waar voor ?

les 3. :

Elke groep ging in het begin van de les bij elkaar zitten en gingen meteen aan het werk. De ene groep had al veel informatie verzameld (bijvoorbeeld: enkele leerlingen waren met hun ouders voor hun onderwerp speciaal naar Kalkar gereden), een andere groep had maar weinig.

Er werd in het algemeen doorgepraat over "het verhaal" en de bijbehorende beelden.

Ikzelf heb in dit lesuur de fotografen apart genomen en hen de fototoestellen uitgelegd, waarna zij wat met de toestellen zijn gaan oefenen.

Eén groep was zelfs al zo ver dat allerlei sub-groepjes aan het werk gingen: één sub-groepje dat alle informatie doorleest en het belangrijkste er uit licht, één sub-groepje dat afspraken zit te maken wie waar naar toe gaan voor specifieke informatie, één sub-groepje dat bezig is met knutselen en tekeningen maken die later nodig zullen zijn om dia's van te maken, enz.

Op het eind van deze les ging één van de groepen vanzelf de 3 vragen even doornemen (wat gedaan ? wat gaan we doen ? wie zorgt waar voor ?)

De andere groepen moesten er alleen even aan herinnerd worden.

les 4 + 5 + 6.:

In alle groepen ontstaan "vanzelf" sub-groepjes, ieder met een eigen taak.

Leerlingen raken meer en meer geboeid door en geconcentreerd op hun onderwerp of een onderdeel daaruit. Ze beginnen snel aan het begin van de les en stoppen meestal pas na duidelijk de laatste 5 minuten aangegeven te hebben.

Ook veranderingen in hun taak wordt meer en meer in onderling overleg vastgesteld.

Ze raken steeds meer op elkaar ingespeeld:

kwam het in les 3 of 4 nog wel eens voor dat bijna een hele groep erbij kwam staan als er dia's gemaakt

BIJLAGE D 7

werden, nu zijn vrijwel alleen de "fotografen" bezig, soms met de tekenaars van het vel erbij. Ook het verhaal krijgt meer en meer vorm door de steeds grotere hoeveelheid informatie. Het blijkt erg moeilijk het verhaal zoveel mogelijk beperkt te houden tot de beelden. Het liefst wil men zoveel mogelijk vertellen bij de gemaakte dia's.

Enkele groepen hebben, op eigen initiatief, contact opgenomen met hun leraar Nederlands, om hun "verhaal" te laten nakijken en becommentariëren.

Vrijwel elke groep was in het begin van les 6 klaar met het maken van de dia's, vrijwel helemaal klaar met het "verhaal" + het verhaal bij het beeldverslag. In les 6 werd, nadat alle diarolletjes zijn opgestuurd naar de ontwikkelcentrale, dan ook vrijwel alle tijd besteed aan het bespreken in de groep van de afwerking:

- hoe kun je een dia inramen ?
- wie heeft een cassette-recorder, waar je het cassettebandje mee in kunt spreken ?
- de aanschaf van 1 cassette-bandje ?
- wat voor muziek moet gebruikt worden als achtergrondmuziek bij de stem op het cassettebandje ?

Nadat op het eind van les 6 duidelijke afspraken waren gemaakt wie waarvoor zou zorgen kwam de vraag: "maar als nou eens een heel belangrijke dia uit het verhaal niet goed gefotografeerd is ?" We hebben toen afgesproken dat dit verslag zou worden afgewerkt, ondanks het feit dat het project nog net niet helemaal klaar was.

les 7.:

In deze les kwam 1 groep klaar met hun definitieve versie van hun verhaal + verhaal van de verslagbeelden. 1 groep had al een voorlopige versie gemaakt van hun verhaal, ingesproken en al op hun cassettebandje. Zij merkten bijvoorbeeld dat de soort muziek wel paste, maar dat het geen achtergrondmuziek was, maar véél te hard was opgenomen. De stemmen waren niet goed te verstaan. De andere 2 groepen hadden hun verhaal klaar, maakten afspraken i.v.m. het opnemen van het cassettebandje en gingen oefenen met een cassette-recorder van school i.v.m. rustig en duidelijk inspreken.

Eind van les 7: korte evaluatie met de groepen:

Echt jammer dat de dia's nog niet binnen zijn, want we kunnen ze nu elke dag binnen krijgen. De leerlingen vinden het erg spannend om hun beelden te zien. Ze vonden het erg gezellig ("we moesten vaker zoiets doen ! ")

BIJLAGE D 7

Ze vonden dat er bijna steeds erg hard gewerkt is, dat iedereen goed heeft meegewerkt en dat ze van een aantal leerlingen nieuwe eigenschappen hebben leren kennen (enkele fotografen en tekenaars + - essen) Ze vonden het in het begin het moeilijkst. Bovendien vonden ze dat ze te weinig tijd hadden (dat vind ikzelf ook, maar 1 april !)

6. Gebruikt : 4 fototoestellen: Praktika TL 2
+ 10 diarolletjes ORWO 21 DIN (kleur)
+ 140 diaraampjes
4 cassettebandjes en cassette recorders van enkele leerlingen zelf

Opmerking: In het bijzonder wil ik hier de Gelderse Leergangen te Nijmegen bedanken voor het gebruik dat we mochten maken van 4 van hun fototoestellen.

7. Evaluatie : Ik ben blij dat we, ondanks de tijdnood, er toch aan begonnen zijn. Na een beginperiode, waarin de leerlingen zoveel nieuwe zaken (grote groep, welk onderwerp, sub-groepjes + onderlinge taken en afspraken, gespecialiseerde handelingen: fotograferen + tekenen + uittreksels maken, speciale reportersgroep enz.) tegenkwamen, waarin ze zo sterk op zichzelf waren aangewezen, waarin ze gingen zoeken "wat" ze wilden en "hoe" ze het aan wilden pakken, liep het "ineens" (nou ja, ineens....) Ze raakten steeds meer op elkaar aangewezen, ze deden steeds meer samen en werden steeds enthousiaster. We zullen in de eerste week van april dit project helemaal afronden en aan elkaar presenteren! Ik heb er zelf met veel plezier aan gewerkt, ook aan het uitschrijven van dit verslag. Ik hoop en verwacht dat dit project(-je), wat uitgebreider dan nu, ook de volgende schooljaren doorgang kan vinden. En ieder jaar verandert er weer wat en en ieder jaar leer je ook als docent weer bij. Ik wil hier zeker niet vergeten: de rol als begeleider en als zeer kundig technisch onderwijs assistent van Dhr. Theo van Engen. Zonder zo'n medewerking is zo'n project eigenlijk niet alleen te doen.

Ik hoop dat U, ondanks het feit dat het inramen en erbij inspreken van de bijbehorende tekst nog niet is afgerond, voldoende idee hebt van onze bedoelingen en mogelijkheden.

Het zal U ongetwijfeld duidelijk zijn dat dit verslag zeker niet alles beschrijft. Op het gebied van natuurkunde is er ook veel gebeurd, al lijkt dat misschien niet zo. In hun onderwerpen zaten veel fysische aspecten, bij het fotograferen, bij de geluidsopnames, enz. kwamen veel fysische zaken en begrippen aan de orde. Ik merkte hoe ze daar mee omgingen en mee worstelden en leerde daar zelf erg veel van!

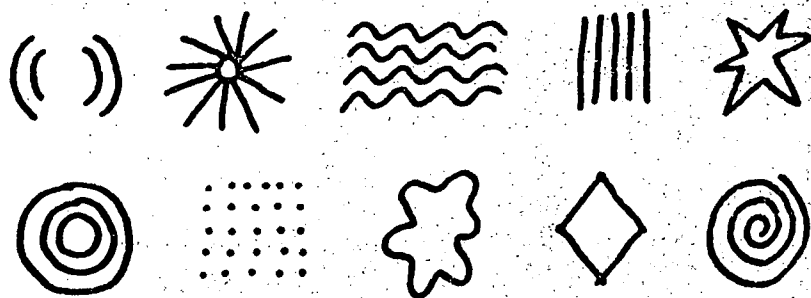
BIJLAGE D 7

Natuurlijk hopen we dat dit verslag U nieuwsgierig heeft gemaakt en dat U zich op de hoogte wilt stellen van het gemaakte materiaal.

Edward Wolfs.

SIGNALEMENT

Fosfenen



Om te kunnen zien is licht nodig dat ons vanuit de omgeving bereikt. Over deze constatering zal vermoedelijk niemand vallen. Aardig is echter dat gewaarwordingen die met licht en zelfs met vormen te maken hebben ook op andere manieren kunnen ontstaan. Men noemt

dergelijke sensaties *fosfenen*. Tegen de achtergrond van de hemel zien we vlekjes, draden en lichtgevende punten die te maken hebben met dode cellen en kristallen die in het oogvocht zweven, en in een donkere ruimte zijn vaak pastelkleurige wolken te zien.

Het uitoefenen van mechanisch geweld kan bij het opwekken van fosfenen van pas komen. Druk met de toppen van de wijsvingers zachtjes tegen de oogleden ter hoogte van de neuswortel. Er wordt dan aan de andere kant (lichtstralen kruisen in het oog) een gekleurd balletjes gezien dat in de „verkeerde” richting beweegt.

Bij krachtig duwen licht het complete gezichtsveld na een seconde of tien op, doorspekt met lichtflitsen en brillende figuren zoals sterren, golven en concentrische cirkels. Sommige Indiase goeroe's maken domme westerlingen op deze manier wijs dat zij „het licht” zien, terwijl het netvlies slechts door drukverhoging wordt geteisterd en daardoor erg actief wordt. Fosfenen treden vaak op bij peuters die gewaarwordingen toeschrijven aan objecten in de lucht. Diezelfde sensaties kunnen verkeersvliegers en astronauten

in een eenvormige omgeving parten spelen, en dat geldt in zekere zin ook voor de alcoholist die tijdens het delier fosfenen voor beestjes aanziet. Soms staan deze gewaarwordingen in verband met ingewikkelde processen. Bij langdurige gevangenschap in donkere kerken construeren mensen op grond van fosfenen allerlei visioenen. Bovendien wordt beweerd dat de optische hallucinaties van schizofrenen vaak berusten op een ongecontroleerde fantasie waarbij het fosfeen alweer dient als basismateriaal.

Ten slotte heeft men overzichtskaarten van fosfenen gemaakt (zie de figuur) die zijn vergeleken met grottekeningen. Volgens sommigen is de overeenkomst vaak treffend. Wij zouden dezelfde fosfenen zien als de mens van weleer die deze in de kunst uitbeelde.

BIJLAGE AV 1

AUDIOVISUELE MATERIALEN BIJ "ZIEN BEWEGEN"

Filmstroken

Eigenschappen van licht I

Polyvisie, Hilversum, bestelnummer: K 540

Voorwaarden: aanschaf

24 beelden - kleur - kleinbeeld. Handleiding

Eigenschappen van licht II

Polyvisie, Hilversum, bestelnummer: K 541

Voorwaarden: aanschaf

21 beelden - kleur - kleinbeeld. Handleiding

Licht en arbeidsprestatie.

A.V.M., Driebergen, bestelnummer: 4301

Voorwaarden: aanschaf

26 beelden - zwart/wit - kleinbeeld. Handleiding

Films (8 mm super, cassettefilm, stom)

Bild am ebenen Spiegel

N.I.A.M., Den Haag, bestelnummer: 8F 43

Voorwaarden: aanschaf

2 min. - kleur. Handleiding

Inleiding tot het begrip 'virtueel beeld' bij een vlakke spiegel.

Bild der Lochkamera

N.I.A.M., Den Haag, bestelnummer: 8F 42

Voorwaarden: aanschaf

2 min. - kleur. Handleiding

Inleiding tot de begrippen 'lichtbundel' en 'reëel beeld'.

Brechung an ebenen Flächen

N.I.A.M., Den Haag, bestelnummer: 8F 44

Voorwaarden: aanschaf

2,5 min. - kleur. Handleiding

Samenvatting van de belangrijkste verschijnselen bij de breking van lichtstralen aan een vlak oppervlak.

Eigenschaften des Hohlspiegels

N.I.A.M., Den Haag, bestelnummer: 8F 45

Voorwaarden: aanschaf

2,5 min. - kleur. Handleiding

Verklaring van deze eigenschap aan de hand van aanschouwelijke beelden.

Der Fresnelsche Winkelspiegel

N.I.A.M., Den Haag, bestelnummer: 8F 22

Voorwaarden: aanschaf

3 min. - zwart/wit. Handleiding

Aanschouwelijke voorstelling van de interferentie bij de hoekspiegel van Fresnee.

Lichtgeschwindigkeit - Foucault

N.I.A.M., Den Haag, bestelnummer: 8F 278

Voorwaarden: aanschaf

5 min. - kleur. Handleiding

Films (16 mm, geluid)

Licht

T.F.C., Velp (Philips), bestelnummer: 120 839

Voorwaarden: retourvracht

17 min. - kleur - opt.

Kommentaar: Nederlands

Een film over het verschijnsel licht en de vele toepassingen daarvan.

Licht I: Grondprincipes en reflectie

T.F.C., Velp (G.B.I.), bestelnummer: 5540

Voorwaarden: huur plus verzendkosten

9 min. - zwart/wit - opt.

Kommentaar: Nederlands

'Licht is onzichtbaar'; licht zet zich voort in rechte lijnen; vorming van schaduwen; eclipsen (met enige interessante opnamen naar de werkelijkheid); de wet van terugkaatsing; beelden in vlakke spiegels beeldomkering.

Licht II: Bolvormige spiegels

T.F.C., Velp (G.B.I.), bestelnummer: 5541

Voorwaarden: huur plus verzendkosten

11 min. - zwart/wit - opt.

Kommentaar: Nederlands

Holle en bolle spiegels; definitief; beeldvorming; reële en virtuele beelden; toepassingen; demonstratie via caustische lijnen.

Licht III: Refractie

T.F.C., Velp (G.B.I.), bestelnummer: 5542

Voorwaarden: huur plus verzendkosten

6 min. - zwart/wit - opt.

Kommentaar: Nederlands

Refractie door een blok met evenwijdige zijden; de beroemde proef met zand en wielen; breking door een prisma; breking water/lucht: totale terugkaatsing; recht-hoekige prisma's; periscoop; verrekijkers.

Licht IV: Lenzen

T.F.C., Velp (G.B.I.), bestelnummer: 5543

Voorwaarden: huur plus verzendkosten

10 min. - zwart/wit - opt.

Kommentaar: Nederlands

Bolle lens als verzameling van een aantal prisma's; beeldvorming door bolle lens; toepassingen van de verschillende opstellingen object/beeld; invloed van grotere kromming; holle lens; beeldvorming door holle lens.

Het wonder van het licht

T.F.C., Velp (Philips), bestelnummer: 120 104

Voorwaarden: alleen retourvracht

15 min. - kleur - opt.

Kommentaar: Nederlands

Licht maakt de wereld om ons heen zichtbaar, geeft alle dingen vorm en kleur. Het witte zonlicht, dat uit vele kleuren is samengesteld, is een wonderlijk verschijnsel. Kunstlicht in vele vormen en variëteiten staat tot onze beschikking

BIJLAGE AV 1

LICHT

Films (16 mm, geluid) vervolg

Het wonder van het licht

N.I.A.M., Den Haag, bestelnummer: 3148

Voorwaarden: abonnement

15 min. - kleur - opt. Handleiding

Niveau: 11-14 jaar

Kommentaar: Nederlands

Voor beschrijving zie voorgaande film.

Transparant

Modulatie en demodulatie van het licht

Wolters-Noordhoff, Groningen (IVAC), bestelnummer: 7007-56

Voorwaarden: aanschaf

1 blad - kleur.

Films (8 mm super, cassettefilm, stom)

Eigenschappen der Sammellinse

N.I.A.M., Den Haag, bestelnummer: 8F 46

Voorwaarden: aanschaf

3½ min. - kleur. Handleiding

Der Fresnelsche Winkelspiegel

N.I.A.M., Den Haag, bestelnummer: 8F 22

Voorwaarden: aanschaf

3 min. - zwart/wit. Handleiding

Aanschouwelijke voorstelling van de interferentie bij de hoekspiegel van Fresnel.

Newtonsche Ringe

N.I.A.M., Den Haag, bestelnummer: 8F 38

Voorwaarden: aanschaf

2 min. - zwart/wit. Handleiding

Uitbeelding van de technische toepassing van de Newtonse ringen bij het controleren van lenzen.

Virtuelle Bilder von Linsen

N.I.A.M., Den Haag, bestelnummer: 8F 47

Voorwaarden: aanschaf

2 min. - kleur. Handleiding

Vergelijking van de virtuele beelden bij convexe en bij concave lenzen.

Film (8 mm super, lusfilm, stom)

Microscooptechnieken: gebruik van microscoop

Projectiecentrum Rotterdam (MacMillan), bestelnummer: 81-0879

Voorwaarden: aanschaf

5 min. - kleur. Handleiding

Films (16 mm, geluid)

Antoni van Leeuwenhoek

N.I.A.M., Den Haag, bestelnummer: 1019

Voorwaarden: abonnement

20 min. - zwart/wit - opt. Handleiding

Niveau: 11 jaar en ouder

Kommentaar: Nederlands

Beta ray spectrometer

I.F.S., Rijswijk (US-AEC)

Voorwaarden: alleen verzendkosten

7 min. - kleur - opt.

Kommentaar: Engels

De film verklaart door middel van animatie en reële opnamen de principes en de werking van de Betastralen-spectrometer.

Harnessing the rainbow

I.F.S., Rijswijk (US-AEC)

Voorwaarden: alleen verzendkosten

29 min. - zwart/wit - opt.

Kommentaar: Engels

Het gebruik van spectroscopie in een kernenergielaboratorium wordt geïllustreerd met een complete opstelling van instrumenten, van de eenvoudige tot de meest geavanceerde lichtspectrografen.

Licht II: Bolvormige spiegels

T.F.C., Velp (G.B.I.), bestelnummer: 5541

Voorwaarden: huur plus verzendkosten

11 min. - zwart/wit - opt.

Kommentaar: Nederlands

Holle en bolle spiegels; definities; beeldvorming; reële en virtuele beelden; toepassingen; demonstratie via caustische lijnen.

Licht III: Refractie

T.F.C., Velp (G.B.I.), bestelnummer: 5542

Voorwaarden: huur plus verzendkosten

6 min. - zwart/wit - opt.

Kommentaar: Nederlands

Refractie door een blok met evenwijdige zijden; de beroemde proef met zand en wielen; breking door een prisma; breking water/lucht; totale terugkaatsing; rechthoekige prisma's; periscoop; verrekijkers.

Licht IV: Lenzen

T.F.C., Velp (G.B.I.), bestelnummer: 5543

Voorwaarden: huur plus verzendkosten

10 min. - zwart/wit - opt.

Kommentaar: Nederlands

Bolle lens als verzameling van een aantal prisma's; beeldvorming door bolle lens; toepassingen van de verschillende opstellingen object/beeld; invloed van grotere kromming; holle lens; beeldvorming door holle lens.

Het meten met lichtgolven

T.F.C., Velp (U.S.O.E.), bestelnummer: 6269

Voorwaarden: huur plus verzendkosten

15 min. - zwart/wit - opt.

Kommentaar: Nederlands

Met behulp van zogenaamd plan-glas is het mogelijk gebieden om verschillen tussen de standaardmaat en de maat van het werkstuk te meten. Er wordt dan gebruik gemaakt van de eigenschappen van het monochromatische heliumlicht, waarbij interferentiestrepen optreden.

Le plus grand microscope électronique du monde

I.F.S., Rijswijk (Film de France)

Voorwaarden: huur plus verzendkosten

22 min. - kleur - opt.

Kommentaar: Frans

De grootste elektronische mikroskoop ter wereld.

Films (16 mm, geluid) vervolg

Sehen und erkennen

R.V.D., Den Haag (Ambassade van Duitsland), bestelnummer: CW 397

Voorwaarden: adm. en verzendkosten

26 min. - zwart/wit - opt.

Kommentaar: Duits

De optische industrie heeft een grote rol gespeeld bij de ontdekkingen in de hemelruimte, evenals bij de ontwikkeling van de medische wetenschappen.

Terra incognita

T.F.C., Velp (Philips), bestelnummer: 120 019

Voorwaarden: alleen retourvracht

29 min. - zwart/wit - opt.

Kommentaar: Nederlands

De geschiedenis van de microscopie. De ontwikkeling en de werking van het lenzenstelsel van de lichtmicroscopie worden met behulp van diagrammen uiteengezet. Daarna wordt de elektronenmicroscopie getoond.

AANVULLINGEN:

Spelen met spiegels

NIAM nr 1776

geluid, kleur, 10 min., 10 jaar en ouder, natuurkunde, wereldoriëntatie.

Als we een voorwerp voor een vlakke spiegel zetten, dan zien we zijn spiegelbeeld. Voorwerp en beeld lijken erg op elkaar, maar toch zijn er bepaalde verschillen te zien. Wat zijn die verschillen? Wat gebeurt er bij spiegelen? Wat verandert er aan de plaats van het spiegelbeeld als we de plaats van het voorwerp veranderen?

Met behulp van een aantal experimenten wordt op deze vragen het antwoord ontdekt.

Lenzen van water

NIAM nr 1777

geluid, kleur, 12 min., 10 jaar en ouder, natuurkunde, wereldoriëntatie.

In de ons omringende natuur zijn prachtige lenzen te vinden; je moet er alleen een goed oog voor hebben om ze te zien. In de eerste minuten van de film worden enkele van die natuurlijke lenzen getoond. In een dauwdruppel zien we het beeld van de omringende omgeving: omgekeerd, verkleind en vertekend, maar duidelijk herkenbaar. Een glas gevuld met water is ook een lens. Met behulp van een aantal eenvoudige experimenten wordt bekeken wat glazen van verschillende vorm, gevuld met water, doen met het doorvallende licht.

Het onthullend oog

Shell

Sh 56 / zwart-wit /

19 min. / 1960

Vele wetenschappelijke verschijnselen, die door de snelheid of de gecompliceerdheid van hun beweging niet door het menselijk oog worden waargenomen, kunnen door de filmcamera worden onthuld.

ADRESSEN:

Technisch Filmcentrum, Arnhemsestraatweg 17, 6881 NB Velp
(tel. 085-629188)

NIAM, Postbus 63426, 2502 JK Den Haag (tel. 070-600924)

Shell Nederland Filmcentrale, Arnhemsestraatweg 17, 6881 NB Velp
(tel. 085-629189)

Rijksvoorlichtingsdienst, Anna Pauwlonastraat 76, Den Haag
(tel. 070-614181)

APPARATUURGIDS

INHOUD	Blz.
Inleiding	81
● ZIEN BEWEGEN	
Benodigdheden per proef en onderzoek	83
Bijzonderheden	94
Werkbeschrijvingen	95
Materiaaloverzicht	96
● KLEUR EN LICHT	
Benodigdheden per proef en onderzoek	100
Bijzonderheden	102
Werkbeschrijvingen	103
Materiaaloverzicht	104
Waar verkrijgbaar	105

INLEIDING

Deze inleiding geeft informatie over de vorm en de inhoud van de apparatuurgids.

Deze gids bestaat uit vier delen:

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

1. Benodigdheden per proef en onderzoek

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

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

Voor het verwijsnummer wordt soms een B geplaatst.

B betekent dat de proef behoort tot het basislessenplan en beslist moet worden gedaan. Alle andere proeven worden als extra beschouwd.

In de linker kolom wordt tevens aangegeven:

- de plaats van de proef in het thema-boek;
- de werkvorm, bijvoorbeeld leerlingenproef, knutselproef e.d.;
- korte samenvatting van leerdoelen en leerlingactiviteiten in relatie met de aard van de benodigdheden die in de rechter kolom staan;
- foto's en/of tekeningen indien deze ter verduidelijking nodig zijn.

In de rechter kolom staan per proef de benodigdheden.

Indien nodig wordt door het ! teken de leraar opmerkzaam gemaakt voor een bijzonderheid bij dit onderdeel en verwijst daarvoor door naar de Bijzonderheden.

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

Tussen de regels staan vaak kleine tips en alternatieven vermeld.

2. Materiaaloverzicht, ten behoeve van aanschaf, organisatie en berging

Deze lijst is onderverdeeld in zeven rubrieken:

- specifieke apparatuur en materiaal;
- audiovisuele media;

INLEIDING

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

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

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

3. Bijzonderheden

Bij de bijzonderheden vinden we verdere aanwijzingen over een onderdeel uit de benodigdheden. Bijzonderheden kunnen uiteen lopen van werktekeningen tot bouwbeschrijvingen, alternatieven e.d. Verder worden ook aanwijzingen gegeven over leveranciers en bestelnummers van bepaalde onderdelen.

4. Adressen

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

BENODIGDHEDEN
PER PROEF EN ONDERZOEK

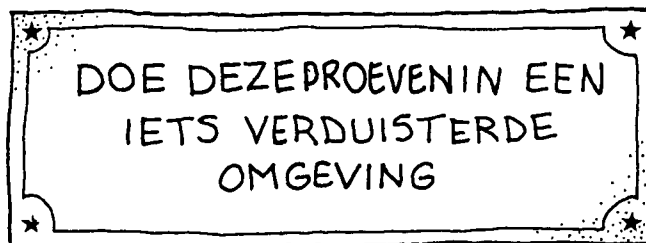
verwijs-
nummer

beschrijving

benodigdheden

BASISDEEL

Hoofdstuk 1. Afbeeldingen onderzoeken

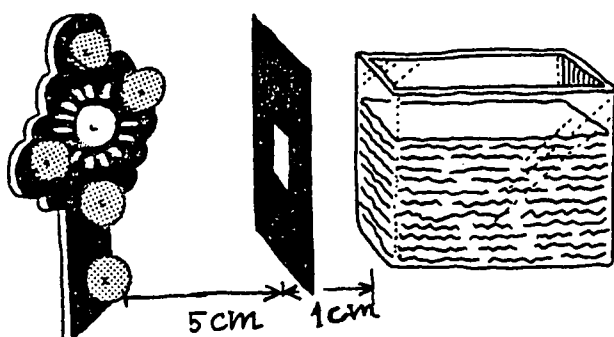


ONDERZOEK 1

- | | | |
|-------|--|--|
| B (1) | PROEF 1 <i>leerlingenproef</i>
De buitenwereld afbeelden op een wit vlak met behulp van een lens | <ul style="list-style-type: none">- bolle lens $f = + 300$ mm- scherm of een witte muur- statiefmateriaal |
| B (2) | PROEF 2 <i>leerlingenproef</i>
Idem proef 1, maar nu met een andere lens | <ul style="list-style-type: none">- bolle lens $f = + 150$ mm- scherm of een witte muur- statiefmateriaal |
| B (3) | PROEF 3 <i>leerlingenproef</i>
Het effect van diafragmeren bekijken | <ul style="list-style-type: none">- bolle lens $f = + 150$ mm
of $f = + 300$ mm- diafragma van karton of metaal- statiefmateriaal- scherm of een witte muur |
| B (4) | PROEF 4 <i>leerlingenproef</i>
De lampjesboom scherp op het scherm afbeelden | <ul style="list-style-type: none">- lampjesboom- voedingsapparaat of batterij- bolle lens $f = + 100$ mm- meetlat- scherm of een witte muur |

ONDERZOEK 2

- | | | |
|-------|--|---|
| B (5) | PROEF 5 <i>leerlingenproef</i>
Een lichtbundel zichtbaar maken | <ul style="list-style-type: none">- aquarium met fluoresceïne-oplossing of rookkamer (doos)- zwart kartonnen scherm met gat van 2×2 cm- lampjesboom of lichtkastje- voedingsapparaat of batterij |
|-------|--|---|

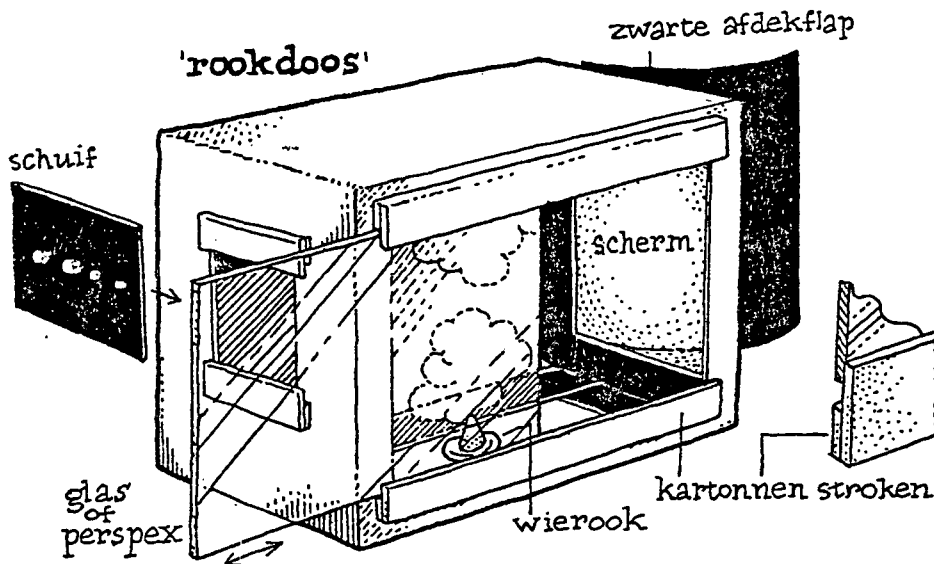


Door het aquarium of de rookkamer van achteren en van boven af te dekken met zwart karton wordt de bundel beter zichtbaar

BENODIGDHEDEN
PER PROEF EN ONDERZOEK

- B (6) PROEF 6 *leerlingenproef*
Een evenwijdige lichtbundel
maken

- aquarium met fluorescine-oplossing of rookkamer (doos)
- zwart kartonnen scherm met gat van 2x2 cm
- lampjesboom of lichtkastje
- voedingsapparaat of batterij



- B (7) PROEF 7 *leerlingenproef*
Een lichtbundel zichtbaar
maken met behulp van een
vertikaal wit scherm

- lampjesboom of lichtkastje
- voedingsapparaat of batterij
- zwart kartonnen scherm met gat van 2x2 cm
- wit scherm

- B (8) PROEF 8 *leerlingenproef*
Een lichtbundel zichtbaar
maken op een bijna horizon-
taal gehouden wit vel papier

- lenslampje of lichtkastje
- voedingsapparaat of batterij
- wit vel papier

- B (9) PROEF 9 *leerlingenproef*
De lichtbundels zichtbaar
maken aan beide zijden van
een bolle lens

- lampjesboom of lichtkastje
- voedingsapparaat of batterij
- bolle lens bv $f = \pm 100 \text{ mm}$
- wit scherm
- wit papier

BENODIGDHEDEN
PER PROEF EN ONDERZOEK

- B (10) PROEF 10 *leerlingenproef*
De lichtbundel zichtbaar
maken aan beide zijden van
een holle lens
- ONDERZOEK 3
- B (11) PROEF 11 *leerlingenproef*
Nagaan hoe de lichtbundels
lopen voor en na het scherm
- B (12) PROEF 12 *leerlingenproef*
Dia afbeelden op een scherm
- ONDERZOEK 4
- B (13) PROEF 13 *leerlingenproef*
Een lampje vergroot afbeelden
op een scherm
- B (14) PROEF 14 *leerlingenproef*
Een lampje verkleind afbeelden
op een scherm
- B (15) PROEF 15 *leerlingenproef*
Voorwerp en beeld omwisselen
- :
- holle lens $f = - 100$ mm
 - lampjesboom
 - voedingskastje of
batterij
 - wit papier
- :
- lampjesboom
 - voedingskastje of
batterij
 - wit scherm
 - bolle lens $f = + 150$ mm
 - wit papier
 - statiefmateriaal
- :
- lichtkastje
 - voedingsapparaat of
batterij
 - bolle lens bv $f = + 50$ mm
 - wit scherm
 - statiefmateriaal
 - dia
 - zwart karton/boterham-
papier
 - meetlint
- :
- wit scherm of witte muur
 - bolle lens bv $f = 100$ mm
 - lampje in houder
 - voedingsapparaat of
batterij
 - meetlint
- :
- wit scherm of witte muur
 - bolle lens bv $f = 50$ mm
 - lampje in houder
 - voedingsapparaat of
batterij
 - meetlint
- :
- wit scherm of witte muur
 - bolle lens bv $f = 50$ mm
 - lampje in houder
 - voedingsapparaat of
batterij
 - meetlint

BENODIGDHEDEN
PER PROEF EN ONDERZOEK

ONDERZOEK 5

B (16) PROEF 16 *leerlingenproef*

De vergroting nauwkeurig op-
meten

- sterke lamp - evt bureau-
lamp
- meetlint
- dia
- bolle lens bv $f = 100$ mm
- wit scherm

B (17) PROEF 17 *leerlingenproef*

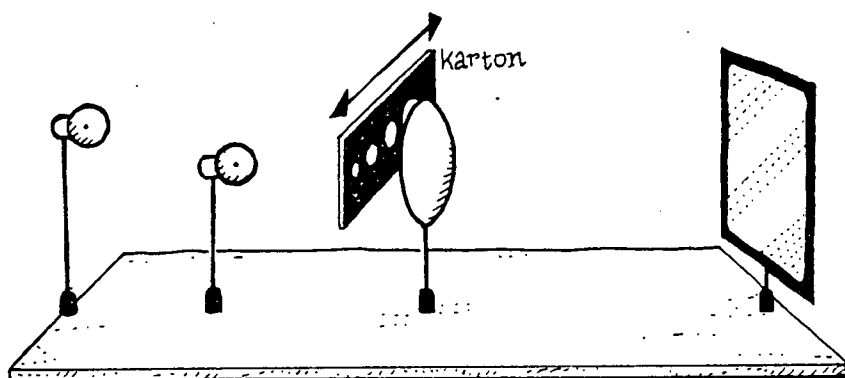
De lenzenformule controleren
met de gegevens uit proef 16

-

B (18) PROEF 18 *leerlingenproef*

Een onscherp beeld scherp
maken met behulp van diafragma

- twee lampjes in houder
- voedingsapparaat of
batterij
- bolle lens bv $f = 100$ mm
- wit scherm
- zwart karton met ver-
schillende diafragma-
openingen



ONDERZOEK 6

(19) PROEF 19 *leerlingenproef*

Een evenwijdige bundel splitsen

- platte perspex bolle lens
- lichtkastje met evenwijdige
lichtbundel of lamp op
grote afstand
- tralie met 5 spleten (dia)
- voedingsapparaat of batterij
- wit papier

(20) PROEF 20 *leerlingenproef*

Een divergerende lichtbundel
opsplitsen

- lampje op statief
- voedingsapparaat of batterij
- tralie met 5 spleten
- platte perspex bolle lens
- wit papier

(21) PROEF 21 *leerlingenproef*

Twee lichtbundels nagaan

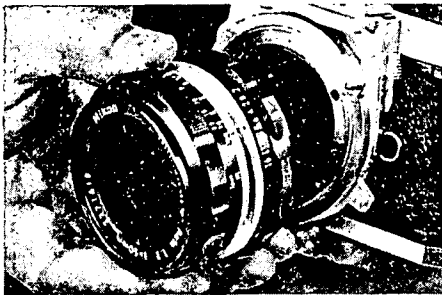
- lampje op statief
- voedingsapparaat of batterij
- tralie met 5 spleten
- platte perspex bolle lens
- wit papier

BENODIGDHEDEN
PER PROEF EN ONDERZOEK

Hoofdstuk 2. Theorie over afbeelden

Hoofdstuk 3. Het fototoestel

- | | | |
|------|--|---|
| (22) | PROEF 1 <i>leerlingenproef</i>
De sluiters en de sluitertijd van
een camera bekijken | - fotocamera met instelbare
sluitertijd |
| (23) | PROEF 2 <i>leerlingenproef</i>
Het diafragma van een camera
bekijken | - fotocamera met instelbaar
diafragma |
| (24) | PROEF 3 <i>leerlingenproef</i>
Het diafragma bekijken | - fotocamera met een sluiters-
tijd instelling B en een
verstelbaar diafragma |
| (25) | PROEF 4 <i>leerlingenproef</i>
Het diafragma bekijken | - fotocamera met een afneem-
baar objectief |



- | | | |
|------|---|--|
| (26) | PROEF 5 <i>leerlingenproef</i>
Nagaan waar de film bij een foto-
camera zit | - fotocamera |
| (27) | PROEF 6 <i>leerlingenproef</i>
Nagaan waar de zoeker van een
fotocamera zit | - fotocamera |
| (28) | PROEF 7 <i>leerlingenproef</i>
Afstandsinstelling van een foto-
camera bekijken | - fotocamera met afstands-
instelling |

BENODIGDHEDEN
PER PROEF EN ONDERZOEK

Hoofdstuk 4. Bewegingen vastleggen

- | | | |
|------|--|--|
| (29) | PROEF 1 <i>leerlingenkrutselfproef</i>
De traagheid van het oog ontdekken | - wit karton
- touwtje
- schaar |
| (30) | PROEF 2 <i>leerlingenkrutselfproef</i>
Zelf een wondertrommel maken | ! - bouwplaat
- lijm
- stokje
- spijker
- karton |

Hoofdstuk 5. Oefenen

- | | | |
|--------|--|--|
| B (31) | PROEF 1 <i>leerlingenproef</i>
Dia scherp afbeelden | - bolle lens bv $f = 100$ mm
- voedingsapparaat of
batterij
- dia
- lamp in lamphouder
- statiefmateriaal
- witte muur of scherm
- meetlint |
| B (32) | PROEF 2 <i>leerlingenproef</i>
De lenzenformule controleren door
een dia 10x vergroot te projecteren | - bolle lens $f = 100$ mm
- voedingsapparaat of
batterij
- dia
- lamp in lamphouder
- statiefmateriaal
- witte muur of scherm
- meetlint |
| B (33) | PROEF 3 <i>leerlingenproef</i>
Lenzenformule controleren | - idem proef 1 |
| B (34) | PROEF 4 <i>leerlingenproef</i>
Lenzenformule controleren | - idem proef 1 |
| B (35) | PROEF 5 <i>leerlingenproef</i>
Lenzenformule controleren | - idem proef 1 |
| B (36) | PROEF 6 <i>leerlingenproef</i>
Lenzenformule controleren | - bureaulamp
- bolle lens $f = 100$ m
- wit scherm
- meetlint |
| B (37) | PROEF 7 <i>leerlingenproef</i>
Lenzenformule controleren | - bureaulamp
- dia
- bolle lens $f = 100$ m
- meetlint |

BENODIGDHEDEN
PER PROEF EN ONDERZOEK

- (38) PROEF 8 *leerlingenproef*
Lenzenformule controleren bij
een diap projector

- diap projector
- scherm
- meetlint

VERVOLGDEEL

ONDERZOEK 1. Een kijker maken

- B (39) PROEF 1 *leerlingenproef*
Een verrekijker maken

- bolle lens $f = + 50$ mm
- bolle lens $f = + 100$ mm
- statiefmateriaal
- wit scherpje

- B (40) PROEF 2 *leerlingenknutselproef*
Zelf een verrekijker maken

- bolle lens bv $f = 50$ mm
- bolle lens bv $f = 150$ mm
- karton
- plakband
- schaar

ONDERZOEK 2. Een microscoop maken

- (41) PROEF 1 *leerlingenproef*
De lens als loop gebruiken

- bolle lens bv $f = 80$ mm

- (42) PROEF 2 *leerlingenknutselproef*
Zelf een loop maken van water

- metaaldraad
- bakje met water

- (43) PROEF 3 *leerlingenknutselproef*
Zelf een luciferdoosje-loop
maken

- leeg luciferdoosje
- glazen kogeltje (knikkertje)
- lijm/plakband
- schaar
- twee plaatjes doorzichtig
plastic

- (44) PROEF 4 *leerlingenproef*
Optica bij een microscoop bekijken

- microscoop

ONDERZOEK 3. Projecteren

- (45) PROEF 1 *leerlingenproef*
De lenzenformule controleren aan
een diap projector

- diap projector - evt
een filmprojector
- meetlint
- scherm

- (46) PROEF 2 *leerlingenproef*
Verder onderzoek aan de diap projector

- idem proef 1

BENODIGDHEDEN
PER PROEF EN ONDERZOEK

- | | | |
|--------------------------|---|---|
| (47) | PROEF 3 <i>leerlingenproef</i>
Controleren lenzenformule en vergro-
ting bij een diaprojector | - idem proef 1 |
| (48) | PROEF 4 <i>leerlingenproef</i>
Onderzoek aan de lichtsterkte van
een diaprojector | - idem proef 2 |
| (49) | PROEF 5 <i>leerlingenproef</i>
Onderzoek aan filmprojector | - filmprojector |
| (50) | EXTRA PROEF <i>leerlingenproef</i>
Onderzoek aan zoomlenzen | - dia- of filmprojector
met zoomlens |
|
ONDERZOEK 4. Het oog | | |
| (51) | PROEF 1 <i>leerlingenproef</i>
Onderzoek aan de pupil | |
| (52) | PROEF 2 <i>leerlingenproef</i>
Onderzoek aan het netvlies (de blinde
vlek) | |
| (53) | PROEF 3 <i>leerlingenproef</i>
Onderzoek aan de oogspieren (accomo-
deren) | |
| (54) | PROEF 4 <i>leerlingenproef</i>
Onderzoek aan de bouw van het oog | - oogmodel (biologisch model) |
| (55) | PROEF 5 <i>leerlingenproef</i>
Onderzoek naar zien in schemerdonker | |
|
ONDERZOEK 5. Brillen | | |
| B (56) | PROEF 1 <i>leerlingenproef</i>
Ogen controleren op bijziendheid,
oudziendheid en verziendheid | |
| B (57) | PROEF 2 <i>leerlingenproef</i>
Onderzoek naar astigmatisme | - bekersglas met water
- ruitjespapier |
| (58) | PROEF 3 <i>leerlingenproef</i>
Beeldvorming in het oog nabootsen | - oogmodel (glazen kolf met
drie lenzen) |

BENODIGDHEDEN
PER PROEF EN ONDERZOEK

B (59) PROEF 4 *leerlingenproef*
Een verziend oog met een "bril"
corrigeren

- lampje in lamp-houder
- voedingsapparaat of
batterij
- wit scherm
- bolle lens bv $f = 100$ mm
- statiefmateriaal
- bolle lens bv $f = 50$ mm

B (60) PROEF 5 *leerlingenproef*

- idem proef 4, maar nu met
holle lens bv $f = 100$ mm

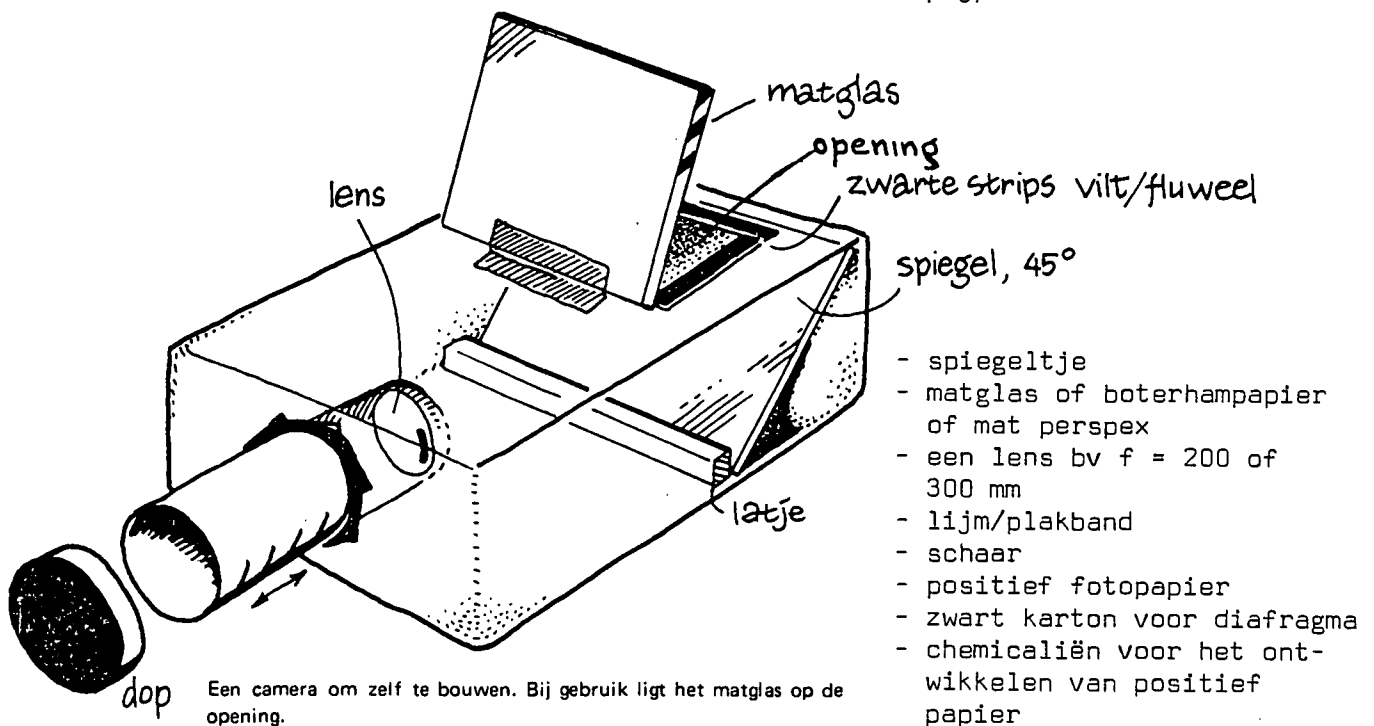
ONDERZOEK 6. Foto's afdrukken

(61) PROEF 1 *leerlingenproef*
Een proefstrook maken

- donkere kamer
- chemicaliën voor het ont-
wickelen van positief
papier
- foto positief papier
- lampje in houder (afge-
schermd)
- voedingsapparaat of
batterij

(62) PROEF 2 *leerlingenknutselproef*
Zelf een fotocamera maken

- doos (schoenendoos)
- 2 kokers die in elkaar
schuiven bv wc-rol en pvc-
pijp



BENODIGDHEDEN
PER PROEF EN ONDERZOEK

(63) PROEF 3 *leerlingenproef*

Een vergroting maken met een zelf-
gemaakte vergroter

- een negatief
- positief papier
- chemicaliën voor het ont-
wickelen van positief
papier
- lamp in lamphouder
- voedingsapparaat
- lens $f = + 150$ mm
- wit scherm
- statiefmateriaal

(64) PROEF 4 *leerlingenproef*

Een fotogram maken (contactafdruk)

- positief papier
- een groot negatief
bv 6x6 of diverse voor-
werpen
- chemicaliën voor het ont-
wickelen van positief
papier
- lamp in lamphouder
- voedingsapparaat of
batterij

ONDERZOEK 7 Betere foto's maken

(65) *leerlingenproef*

Eigen fototoestel en producten
daarvan beoordelen

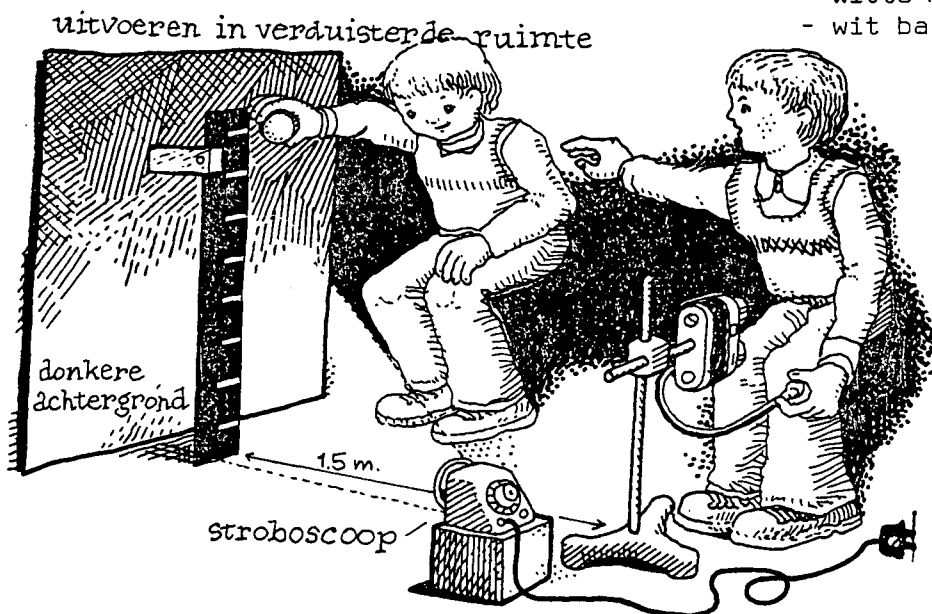
- leerlingen fototoestellen
laten meenemen
- zelfgemaakte foto's of
dia's

ONDERZOEK 8 Stroboscopische foto's maken

B (66) PROEF 1 *leerlingenproef*

Stroboscopische foto's maken met
een lichtstroboscoop

- lichtstroboscoop
- fotocamera met B-sluiters
- donkere achtergrond met
witte maatverdeling
- wit balletje



BENODIGDHEDEN
PER PROEF EN ONDERZOEK

- B (67) PROEF 2 *leerlingenproef* ! - draaiende camera-sluiters
 Stroboscopische foto's maken met - camera met B-sluiters
 draaiende camera-sluiters - wit balletje
 - verlichting op balletje
 evt diaprojector)
 - donkere achtergrond met
 witte maatverdeling

ONDERZOEK 9 Werken met stroboscopische foto's

- B (68) *leerlingenopdrachten*

ONDERZOEK 10 Werken met films

- (69) *leerlingenopdrachten* ! - Plon-filmstroken
 Bewegingen analyseren met behulp van
 filmstroken

ONDERZOEK 11 Snelheid meten in het verkeer

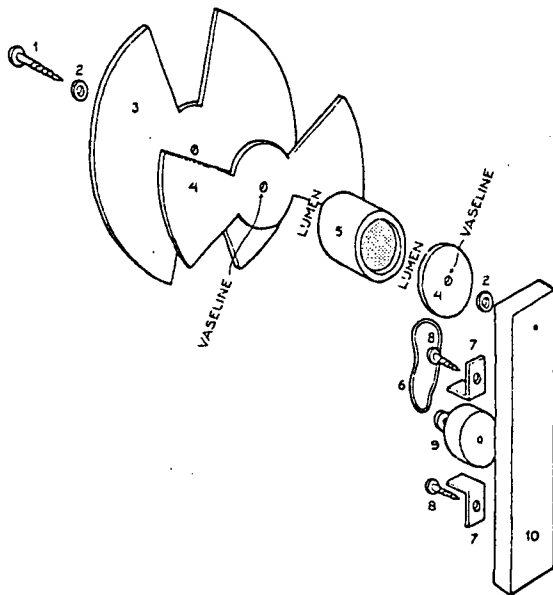
- B (70) PROEF 1 *leerlingenproef* - stopwatch
 Snelheid van verschillende vervoer- - meetlint
 middelen opnemen
- B (71) PROEF 2 *leerlingenproef* - brommer of fiets met
 Een snelheidsmeter iken snelheidsmeter
 - stopwatch
 - meetlint
- B (72) PROEF 3 *leerlingenproef* - stopwatch
 De snelheid van (bejaarde) voet- - meetlint
 gangers opnemen
- B (73) PROEF 4 *leerlingenproef* - stopwatch
 De snelheid van een trein opnemen
 buiten en in de trein
- B (74) PROEF 5 *leerlingenproef* - horloge
 De gemiddelde trajectsnelheid van - stopwatch
 een rijdende bus opnemen
- B (75) PROEF 6 *leerlingenproef* - stopwatch
 Snelheid van een fietser bepalen - fiets
 aan de hand van het aantal omwente-
 lingen van de pedalen

BIJZONDERHEDEN

verwijsnummer	apparaat	specificatie bestel- of typenummers	opmerkingen
67	draaiende camerasluis	-	zie werkbeschrijvingen
69	plon-filmstroken	momenteel wordt samen met het NIAM ge- werkt aan nieuwe filmstroken. Gedacht wordt aan een 16 mm film met fragmenten van verschillende bewegingen bv het groeien van een plant, de snelheid van een slak, een vaartuig of een vogel. Bij deze film zullen dia's worden ge- leverd met verschillende opnamen uit deze fragmenten. We hopen deze film met de dia's begin schooljaar 1982/1983 beschikbaar te hebben. Intussen zijn bij het PLON, zolang de voorraad strekt, nog steeds de oude S8 filmstroken beschikbaar (f 30,--)	
30	bouwplaat		verkrijgbaar bij het PLON

WERKBESCHRIJVINGEN

DRAAIENDE CAMERASLUITER



Figuur 4 Bouwtekening draaiende camera-sluiters.
1. houtschroef 5,5 cm lang; 2. ringen; 3. dik karton, ϕ 18 cm (met een punaise vast maken aan nr. 4); 4. triplex 5 mm dik; 5. P.V.C. vul-verloopring 40/50; 6. elastiekje voor drijfriem; 7. metalen stripjes om het motortje mee vast te zetten; 8. parker schroefjes; 9. gelijkstroombmotortje; 10. houten lat 1,5 x 4 x 30 cm; zwarte verf.



Opstelling voor het maken van stroboscopische foto's

MATERIAALOVERZICHT

	aantal		verwijs- nummer	kosten		opmerkingen en eventuele alternatieven
	basis	extra		basis	extra	
SPECIFIEKE APPARATUUR						
diverse lenzen						
f + 300 mm	5		1,3,62	50,--		
f + 150 mm	5		2,3,11,40, 63	50,--		
f + 100 mm	5		diverse	50,--		
f - 100 mm	5		10,60	50,--		
f + 50 mm	5		12,14,15			
			39,40,59, 60	50,--		
lampjesboom	5		4,5,6,7, 9,10	20,--		zelf maken - zie werktekening -
voedings- apparaat	5		diverse	2000,--		evt. batterijen
lichtkastje	5		8,9,12,13, 14,15,35, 37	350,--		
dia	5		12,16,31, 32,33,34	-		lenen
bureaulamp	5		16,36,37	-		alternatief of lenen
platte pers- pex bolle lens		5	19,20		50,--	
zwarte dia met 5 spleten			19,20,21			zelf maken
lampje in statief (lamp- houder)	5		diverse	30,--		zelfgemaakt alternatief fitting die aan statief staaf kan worden geklemd
fotocamera's	x	x	22,23,24, 25,26,27, 28,66,67	-		leerlingen mee laten nemen
diaprojector	1	1	38,45,46, 47,48	-	-	lenen school
microscoop		1	44		-	lenen biologie

MATERIAALOVERZICHT

	aantal		verwijs- nummer	kosten		opmerkingen en eventuele alternatieven
	basis	extra		basis	extra	
filmprojector		1	49,50		-	lenen biologie
oogmodel (bolkolf met lenzen)		1	58		20,--	zelf maken!
oogmodel (biologisch)		1	54			lenen biologie
lichtstrobos- coop	1		66	550,--		
draaiende camera- sluiter		1	67	-		zelf maken - zie werktekening -
METEN EN WEGEN						
meetlat (vol 2 mtr)	5		diverse	25,--		
meetlint (10 mtr)	1		70,71,72	20,--		
stopwatch	1		70,71,72, 73,74			kijkshop
ALGEMEEN HULP- MATERIAAL						
statief- materiaal	x	x	diverse	125,--		evt. rookkamer of plastic bak
aquariumbak	5		5,6			
bekerglas 100 ml		1	42		3,--	
bekerglas 600 ml	1		57	5,--		
GEREEDSCHAP						
schaar	1		29,40,43, 62	7,50		

MATERIAALOVERZICHT

	aantal		verwijs- nummer	kosten		opmerkingen en eventuele alternatieven
	basis	extra		basis	extra	
VERBRUIKS- MATERIAAL						
scherm (wit karton)	x	x	diverse	10,--		evt. witte muur
zwart karton o.a. voor diafragma	x	x	3,5,6,7, 12,18,62	10,--		
wit papier	x	x	diverse	-	-	
boterhampapier (rol)	x	x	12	6,--		
touw (rol)		x	29		3,--	
lijm (tube)		1	30,43		3,--	
stokje		x	30		-	houtafval
spijkers (doosje)		1	30		2,--	
plakband (rol)	1		40,43	2,--		
luciferdoosjes		x	42		-	leerlingen meenemen
glazen kogel- tje (knikker)		5	43		-	
doorzichtig plastic plaat 1 mm dik		x	43		-	klein stuk bv 10x10 cm
ruitjespapier (vel)	1		57			
fotopapier positief (pak)	1		61,62,63, 64		25,--	
wit balletje (tennis)	1		67	4,--		
batterijen	x	x	diverse	-	-	

MATERIAALOVERZICHT

CHEMICALIEN

Positief
fotopapier-
ontwikkelaar
stopbad
fixeer

AV SOFTWARE

Plon-film-
stroken

aantal		verwijs- nummer	kosten		opmerkingen en eventuele alternatieven
basis	extra		basis	extra	
	x	61,62,63, 64		10,--	
	x	61,72,63, 64		10,--	
	x	61,62,63, 64		10,--	
	1	69		30,--	zie bijzonderhedenlijst

BENODIGDHEDEN
PER PROEF EN ONDERZOEK

verwijs- nummer	beschrijving	benodigdheden
<u>BASISDEEL</u>		
(1)	PROEF 1 leerlingenproef Wit licht opsplitsen in kleuren	<ul style="list-style-type: none">- lichtkastje- prisma 2x- wit scherm of muur- voedingsapparaat of batterij! - traliespectroscoop! - kleurenfilters! - lampjes met kleurenfilters (opdracht 8)
(2)	PROEF 2 leerlingenproef Verlichtingssterkte meten	<ul style="list-style-type: none">! - luxmeter eventueel belichtingsmeter of alternatief

VERVOLGDEEL

	Hoofdstuk 1. Uit welke kleuren is lamplicht samengesteld?	
(3)	LEERLINGVERVOLGAKTIVITEIT	! - traliespectroscoop
	Hoofdstuk 2. Welke kleuren kaatsen voorwerpen terug?	
(4)	LEERLINGVERVOLGAKTIVITEIT	! - traliespectroscoop
	Hoofdstuk 3. Hoe werkt een geelfilter?	
(5)	LEERLINGVERVOLGAKTIVITEIT	- geelfilter
	Hoofdstuk 4. Hangt in het lokaal de juiste verlichting?	
(6)	LEERLINGVERVOLGAKTIVITEIT	- luxmeter, evnt. belichtingsmeter
	Hoofdstuk 5. Waarvoor dienen armaturen?	
(7)	LEERLINGVERVOLGAKTIVITEIT	<ul style="list-style-type: none">- lampen met verschillende armaturen- lux of belichtingsmeter
	Hoofdstuk 6. Een manier om meer licht te krijgen?	
(8)	LEERLINGVERVOLGAKTIVITEIT	<ul style="list-style-type: none">- lampen met verschillende armaturen- lux- of belichtingsmeter- aluminiumfolie

BENODIGDHEDEN
PER PROEF EN ONDERZOEK

Hoofdstuk 7. Hoe ziet de wereld er in rood licht uit?

- (9) LEERLINGVERVOLGAKTIVITEIT - rode lamp

Hoofdstuk 8. Is de lichtsterkte in een kamer afhankelijk van de kleur van de muren?

- (10) LEERLINGVERVOLGAKTIVITEIT - zaklamp
- belichtingsmeter

Hoofdstuk 9. Wie van je medeleerlingen is kleurenblind?

- (11) LEERLINGENAKTIVITEIT - testboek kleuren-
blindheid

Hoofdstuk 10. Hoe werken tl-lampen?

LEERLINGENLEESTEKST

Hoofdstuk 11. Zijn er goede en slechte lampen?

LEERLINGENLEESTEKST

Hoofdstuk 12. Hoe werkt de luxmeter?

LEERLINGENLEESTEKST

Hoofdstuk 13. Kun je zelf een regenboog maken?

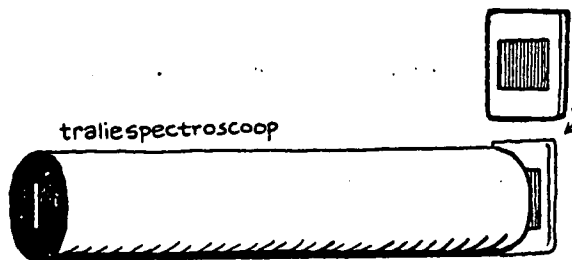
- (12) LEERLINGENVERVOLGAKTIVITEIT - bol
- kolf
- zwart karton
- lichtkastje
- voedingsapparaat
- wit scherm

BIJZONDERHEDEN

verwijsnummer	apparaat	specificatie bestel- of typenummers	opmerkingen
1,3,4	tralie voor spectroscoop		bestellen bij D.J.O. Staringstraat 3 Nijmegen 080-229549 postgiro 3205942 f 2,65 per stuk - zie werktekening
1	kleurenfilter	groen XGB-440-010L rood XGB-440-030F blauw XGB-440-050W geel XGB-440-070Q	Griffin Europa
2	luxmeter		alternatief - zie werkbeschrijvingen

WERKBESCHRIJVINGEN

TRALIESPECTROSCOOP



- koker + 75 cm lang
- twee deksels
- aluminiumfolie

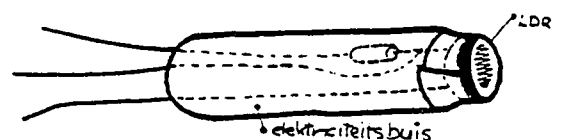
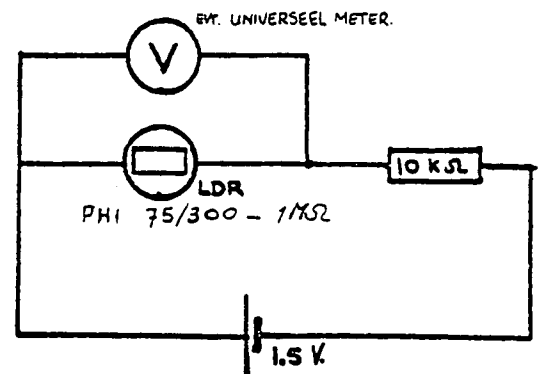
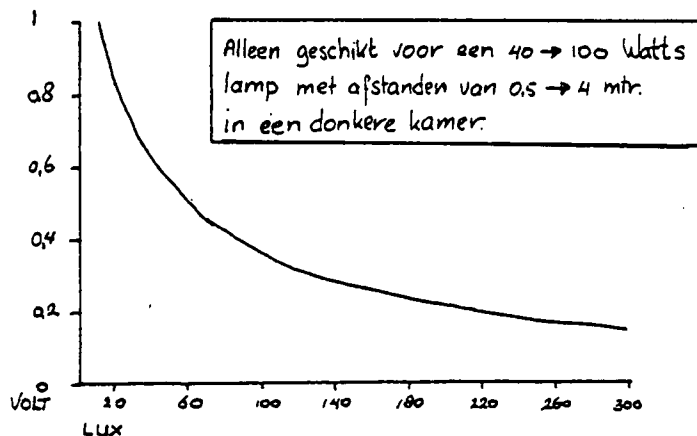
De koker heeft aan de ene zijde een deksel met een opening van 1 mm breed, 40 mm lang en aan de andere zijde een deksel met een opening zo groot dat de tralie dia er net op past. De beide deksels evt. aan de buitenzijde met aluminiumfolie beplakken (glimmende kant buiten)

ALTERNATIEVE LUX- OF LICHTMETER

Je kunt een eenvoudige lichtmeter maken met een lichtgevoelige weerstand, een 10k weerstand en een batterij. de spanning over de LDR wordt gemeten.

Om nu het aantal lux te weten nemen we het grafiek.

De LDR en de weerstand zijn op het PLON verkrijgbaar.



MATERIAALOVERZICHT

	aantal		verwijs- nummer	kosten		opmerkingen en even- tuele alternatieven
	basis	extra		basis	extra	
<div>SPECIFIEKE APPARATUUR</div>						
lichtkastje		1	1, 12		f 350,--	
prisma		2	1		f 150,--	
voedingsapparaat		1	1,12		f 450,--	
set kleuren- filters (vel)		1	1		f 60,--	
lampjes met kleurenfilters (set)		1	1, 10		f 20,--	
luxmeter		1,2,6, 7,8			-	zie alternatief
traliespectroscop		1	1,2,3,		-	zie alternatief
geelfilter		1	5		-	lenen
rode lamp		1	9		f 5,--	
zaklamp		1	10		f 6,--	
testboek kleurenblindheid						lenen biologie
<div>ALGEMEEN HULPMATERIAAL</div>						
bolkolf		1	12			
<div>VERBRUIKS MATERIAAL</div>						
WIT KARTON (vel)		1	1,12			
aluminiumfolie (vel)		1	8			
zwart karton (vel)		1	12			

WAAR VERKRIJGBAAR

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

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

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

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

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

Harris
(nat. instr.)
(zie Breukhoven)

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

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

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

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

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

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

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

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

Phywe (zie Depex)

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

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

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

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