

# Een ICT rijke studiewijzer.

Verslag van “onderzoek van onderwijs”

Harmke van der Velde-van Aken  
S9706933

Begeleider:  
Jan van der Veen

## Voorwoord

Dit is het verslag van het afsluitende vak van de opleiding tot eerste graads natuurkunde leraar. Ik wil via deze weg iedereen bedanken die mij geholpen heeft om dit onderzoek te kunnen doen.

Ten eerste wil ik Jan van der Veen bedanken voor de begeleiding. Zonder hem zou ik zover niet gekomen zijn.

Ik wil de leraren natuurkunde van het Montessori college in Hengelo bedanken dat ik mijn studiewijzer daar mocht uitproberen. In het bijzonder wil ik Hinke Bouwman bedanken voor het regelen van toegang tot de elektronische leeromgeving van de school en voor de discussies vooraf.

# Inhoudsopgave

Voorwoord .....	2
Inhoudsopgave .....	3
1 Introductie .....	4
2. Onderzoeksvraag .....	7
3. Methodiek.....	8
4. Opzet .....	9
4.1 Testgroep.....	9
4.2 Onderwerp.....	9
4.3 Natuurkunde methode .....	11
4.4 ICT faciliteiten .....	11
5 Resultaten .....	12
5.1 ICT .....	12
5.2 Opdracht.....	12
5.3 Observatie.....	12
5.2 Proefwerk .....	13
5.3 Enquête.....	14
6 Conclusies .....	16
7 Discussie.....	18
Referenties.....	19
Appendix A Studiewijzer.....	20
Appendix B ICT Applicaties.....	21
Appendix C Opdracht.....	23
Appendix D Proefwerk opgave .....	24
Appendix E Enquête.....	25

# 1 Introductie

Sinds de invoering van het studiehuis en de tweede fase in de bovenbouw is de nadruk van het onderwijs steeds meer gaan liggen bij het zelfstandig leren van de leerlingen. Dit is bedacht om de aansluiting tussen het middelbaar en hoger onderwijs makkelijker te laten verlopen. De leerlingen leren in de periode op de middelbare school om onder begeleiding hun eigen studie te plannen en zelfstandig of in groepsverband opdrachten uit te voeren.

De rol van de leraar is in het studiehuis verschoven naar het begeleiden van leerlingen in dit proces in plaats van het klassikaal lesgeven. Op deze wijze is er ook meer ruimte om leerlingen de stof op verschillende manieren aan te bieden. Er kan dan meer recht gedaan worden aan de verschillen tussen de leerlingen.

Om het zelfstandig leren te begeleiden wordt er gebruik gemaakt van een studiewijzer. Dit geeft leerlingen een leidraad van wat er allemaal gedaan moet worden om alle stof behandeld te hebben. Geerlings noemt een studiewijzer ook wel een “papieren docent”.

In het onderwijs worden ook steeds meer ICT leermiddelen gebruikt. Deze leermiddelen verschillen van een email programma tot simulaties die op een smartbord worden getoond. In algemene onderzoeken, van zowel kennisnet als het Ruud de Moor centrum, over ICT in het onderwijs worden de volgende effecten gevonden:

- Het onderwijs wordt efficiënter;
- Het onderwijs wordt effectiever;
- Het onderwijs wordt aantrekkelijker voor de leerlingen.

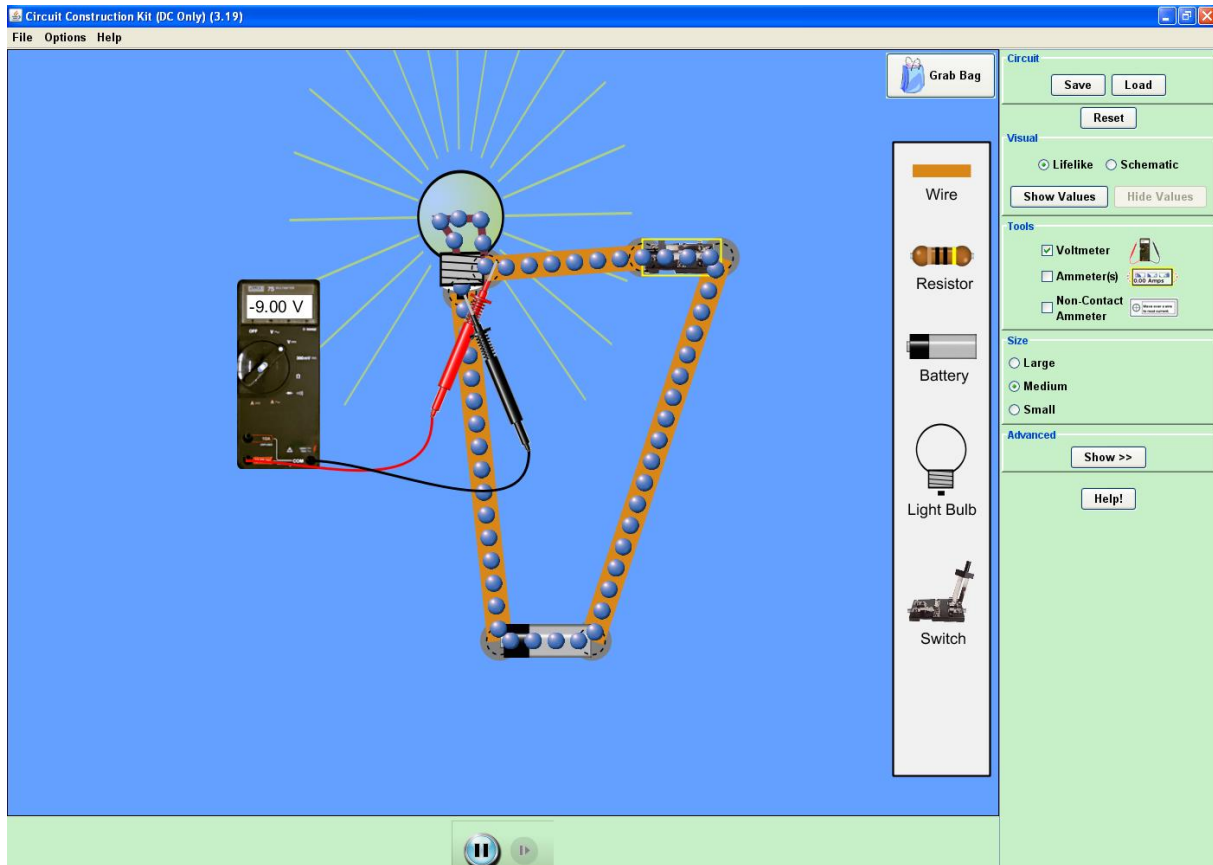
Wel wordt hierbij gezegd dat dit niet alleen toe te schrijven is aan de ICT. Ook wordt er niet specifiek genoemd wat er nu meer efficiënter of effectiever wordt. Als er nieuwe filmpjes of simulaties worden gebruikt is het voor te stellen dat het voor leerlingen aantrekkelijker wordt. Dit zijn vaak virtuele lesmaterialen die leerlingen vaak leuker vinden dan stille beelden of alleen gesproken tekst. Het spreekt veel meer tot de verbeelding van de leerlingen.

Kiboss en Ogunniyi (2005) hebben met hun onderzoek aangetoond dat leerlingen die met een computer-augmented physics program werkten betere resultaten haalden dan hun leeftijdsgenoten die alleen klassikale les kregen.

In de natuurkunde lessen wordt al veel gewerkt met ICT leermiddelen. Een veelvuldig gebruikt middel zijn applets. Door middel van applets kunnen natuurkundige verschijnselen zichtbaar worden gemaakt die tijdens een practicum of demonstratieproef niet te zien zijn. Een voorbeeld hiervan is het zichtbaar maken van elektronen in een stroomkring, zoals weergegeven in Figuur 1.

Als deze applets tijdens het zelfstandig werken gebruikt worden is het wel belangrijk dat er een begeleidende tekst en opdrachten gegeven worden. Om het begrip te vergroten moet er ook veel aandacht besteed worden aan de omschrijving van de begrippen. Anders wordt het voor de leerlingen alleen wat klikken zonder dat er iets geleerd wordt. Klassikaal kan er toelichting gegeven worden door de leraar maar dan is het niet meer interactief. Kirstein en Nordmeier (2007) zeggen ook dat het gebruik van multimedia alleen werkt als de leerlingen er actief mee bezig zijn en niet alleen de stof als passieve toeschouwer voorgeschoteld krijgen. Ook Ingerman et al (2009) laten zien dat applets positief kunnen werken bij het leren van natuurkunde. Zij zeggen wel dat dit voornamelijk komt omdat het weer een andere werkvorm is. De variatie in de werkvormen zorgt hierbij dus voor de bijdrage.

Online zijn er al voor veel onderwerpen applets beschikbaar. Alleen de begeleidende tekst ontbreekt vaak en tijd om dergelijk materiaal te ontwikkelen is bij docenten zelden aanwezig. De Online Leer Omgeving (OLO) van de Twente Academy vormt hierop een uitzondering. De modules van de OLO behandelen de volledige examen stof en bevatten definities voor alle kernbegrippen.



**Figuur 1:** Applet van stroomkring met lopende elektronen. <http://phet.colorado.edu/en/simulation/circuit-construction-kit-dc>

In figuur 2 staat een voorbeeld van een module van de OLO. Hier kun je ook de elektronen zien bewegen als in een applet maar er wordt tegelijkertijd uitgelegd hoe het in zijn werk gaat. Als er een kernbegrip wordt besproken kun je dit ook aanklikken en verschijnt er een ballon met de definitie van het begrip. Ook als je op begrippen klikt onder de uitleg verschijnt er een lijst met alle begrippen uit de module en hun omschrijving. Deze module eindigt ook met een applet waar de leerling zelf instellingen kan doen en een grafiek ontstaat.

Om gebruik te kunnen maken van de OLO moet er wel voldaan worden aan een paar voorwaarden. Bijvoorbeeld de computers moeten uitgerust worden met Flash en Shockwave. Dit is een mogelijk probleem omdat scholengemeenschappen het ICT-beheer uitbesteed kunnen hebben aan een externe partij. Daarnaast moeten leerlingen een wachtwoord aanvragen bij de Twente Academy. Dit laatste hoeft geen probleem te zijn want het gebruik van de OLO is gratis en de wachtwoorden worden automatisch gegenereerd. Indien dit niet de voorkeur heeft is het ook mogelijk om de hyperlink te kopiëren naar bijvoorbeeld een studiewijzer.

Uit een eerste analyse is gebleken dat veel leerlingen de OLO gebruiken specifiek ter voorbereiding op hun eindexamen. Door de modules door te nemen wordt de stof nogmaals op een andere manier uitgelegd dan de leraar of het boek het doen. Dit is op het moment een van de toegevoegde waarden van online leeromgevingen zoals ontwikkeld door de Twente Academy.

The screenshot displays the Twente Academy Online Learning Environment (OLO) interface. The browser window shows the URL <http://tomcat.schoolsite.utwente.nl/olo/#vak62/module715>. The page title is "Online Leeromgeving" and the current page is "Uitleg Spanning, stroom en weerstand bepalen". The main content area features a diagram of a battery connected to an ammeter, with a magnifying glass over the battery. A text box explains that electrons are very small and that a bundle of 1 coulomb consists of 1/4 trillion electrons. Navigation buttons for "vorige" and "volgende" are visible, along with a menu for "Begrijpen", "Meer informatie", "Stel een vraag", and "Oefenopgaven".

Figuur 2: voorbeeld OLO. <http://tomcat.schoolsite.utwente.nl/olo/#vak62/module715>

Dit onderzoek gaat een stap verder door te kijken of online ICT applicaties al in een eerder stadium (dan het eindexamen) het leerproces kan ondersteunen. Het voordeel van het gebruik van ICT applicaties binnen studiewijzers is dat het de zelfwerkzaamheid van leerlingen zou kunnen stimuleren. Daarnaast wordt de stof door de ICT applicaties nogmaals op een andere manier uitgelegd en bovendien kan de stof op ieder geraadpleegd worden. Het risico in het gebruik van ICT applicaties is echter dat leerlingen niet de moeite nemen om het gebruiken. Dit kan leiden tot verspilling van de schaarse middelen die docenten tot hun beschikking hebben. Een gedegen onderzoek naar hoe een dergelijke ICT applicaties dienen aangeboden te worden is daarom uiterst noodzakelijk.

## 2. Onderzoeksvraag

Op basis van de introductie kan de volgende onderzoeksvraag worden geformuleerd:

Kan de integratie van ICT applicaties in een studiewijzer het leerproces in positieve zin ondersteunen?

Deze hoofdvraag kan worden opgesplitst in de onderstaande subvragen:

1. Op welke wijze kan ICT worden geïntegreerd in de studiewijzer?
2. Levert het gebruik van ICT applicatie in de studiewijzer een bijdrage aan het zelfstandig werken?
3. Vinden leerlingen het gemakkelijk en aantrekkelijk om met de ICT applicaties in de studiewijzer te werken?
4. Krijgen de leerlingen beter inhoudelijk begrip door het gebruik van ICT applicaties die in de studiewijzer zijn aangeboden?

### 3. Methodiek

Om het nut van het gebruik van ICT applicaties binnen studiewijzer te onderzoeken is de volgende methodiek gehanteerd:

- Selecteren van ICT applicaties (applets en OLO modules) die aansluiten bij de stof in het boek. Hierbij is gelet op de toegevoegde waarde van de middelen in relatie tot het boek. Daarnaast is er ook goed gekeken naar het didactische aspect. Het materiaal moet voer geven tot nadenken en dus niet direct het antwoord geven op de opgaven.
- De geselecteerde ICT applicatie integreren in de structuur van het boek (bronnen, paragrafen en opgaven). Indien een begeleidende tekst bij het ICT middel ontbreekt en er toch extra informatie nodig is voor het begrip, is een gedetailleerde uitleg toegevoegd. (ICT)

De leerlingen is toegang verleend tot het verzamelde materiaal via de Elektronisch Leeromgeving (ELO) van de school en zijn verzocht om de stof door te nemen. Om te testen of het gebruik van ICT applicaties het leerproces van de leerlingen beïnvloed heeft zijn de volgende acties ondernomen:

- Leerlingen een opdracht laten uitvoeren en inleveren via de Elektronisch Leeromgeving (ELO) van de school. Dit om de leerlingen in een vroeg stadium van de periode bewust laten worden van de beschikbaarheid van ICT applicaties. (Opdracht)
- Lessen bijwonen om te kijken op welke manier er lesgegeven wordt en of er gebruik gemaakt wordt van ICT applicaties. Dit omdat de test groep onderwezen wordt door twee verschillende docenten en eventuele verschillen te kunnen benoemen. (Observatie)
- Een bijdrage leveren aan het proefwerk door middel van het bedenken van een vraag die verband houdt met de ingeleverde opdracht. Dit heeft tot doel om de invloed van ICT applicaties op het begrip van leerlingen te kunnen aan tonen. (Proefwerk)
- Een enquête laten invullen door de leerlingen over hun ervaringen met de geïntroduceerde webapplicatie. (Enquête)

Om tot conclusies te komen zal ik voor de verschillende onderzoeksvragen de bovengenoemde acties gebruiken.

	ICT	Opdracht	Observatie	Proefwerk	Enquete
Op welke wijze kan ICT worden geïntegreerd in de studiewijzer?	X				
Leverd het gebruik van ICT applicatie in de studiewijzer een bijdrage aan het zelfstandig werken?		X	X		
Vinden leerlingen het gemakkelijk en aantrekkelijk om met de ICT applicaties in de studiewijzer te werken?					X
Krijgen de leerlingen beter inhoudelijk begrip door het gebruik van ICT applicaties die in de studiewijzer zijn aangeboden?		X		X	



## 4. Opzet

### 4.1 Testgroep

Voor dit onderzoek is een ICT rijke studiewijzer uitgetoetst in de 4 vwo klassen van het Montessori college Twente in Hengelo. De leerlingen zijn verdeeld over 2 klassen. De ene klas heeft 21 leerlingen en de andere 16. De lessen worden gegeven door 2 verschillende docenten.

In het Montessori onderwijs wordt veel nadruk gelegd op het zelfstandig leren van de leerlingen. De leerlingen hebben hierdoor maar 1 klassikale les voor natuurkunde in de week. Verder is het de bedoeling dat ze de opdrachten maken in de zelfstandige uren. In de zelfstandige uren kunnen de leerlingen bij beide leraren vragen stellen over de stof. Dit komt ook geregeld voor. Hierdoor is er al een mogelijkheid om de stof op een andere manier uitgelegd te krijgen dan van de eigen docent. Het kan echter erg druk zijn in deze uren waardoor de leerlingen de kans niet krijgen om de vraag op dat moment te stellen.

### 4.2 Onderwerp

Het onderwerp waar een ICT rijke studiewijzer bij gemaakt is, is het onderwerp optica. In het bijzonder geometrische optica. Er zijn voor dit onderwerp veel applets te vinden. Dit onderwerp is dus geschikt om de ICT rijke studiewijzer mee uit te testen.

Er zijn ook veel misconcepties bij leerlingen op het gebied van de optica. Meijerink maakt in zijn verslag van onderzoek van onderwijs de volgende onderverdeling naar aanleiding van Galili en Hazan (2000).

#### A. Karakter van licht

- Voortplanting

‘corporeal light’: licht is een tastbaar iets, dat geobserveerd kan worden

- Licht vult de ruimte, als ware het een gas.

- Licht is er momentaan, op hetzelfde moment. Licht heeft een oneindige snelheid.

- Een lichtstraal geeft licht. Je kunt een lichtstraal zien, zonder dat hij op het oog valt.

- Een lichtstraal blijft niet behouden. Hij verdwijnt of wordt gedempt.

‘shadow image’: schaduw is een soort beeld, gescheiden van het object

‘shadow associative’: eigenschappen schaduw hangen (alleen) af van de omgeving

- Een schaduw bestaat op zichzelf en is geen gevolg van de onmogelijkheid van licht om achter het voorwerp te komen. Licht drukt de schaduw op de muur of op de grond. Deze is een soort donkere reflectie van het voorwerp.

- Lichtbron

‘flashlight’: uit elk punt op een lichtbron komt één lichtstraal

- Licht van een lamp verspreidt zich en stopt dan op een bepaalde afstand.

- De maan is een lichtbron, alleen wat minder fel dan de zon.

- Buiging

– Licht kan in een bocht gaan.

## B. Reflectie

- Beeldvorming spiegel

– Bij een vlakke spiegel ligt het beeld in het vlak van de spiegel.

## C. Breking

- Dispersie

– Wit is een kleur.

– Een regenboog bestaat uit zeven aparte kleuren.

– De kleuren van het licht uit een prisma zijn ook weer samen te voegen tot wit licht door een tweede prisma.

- Lenzen

– Een dikkere lens is ook een lens met grotere sterkte.

- Beeldvorming lenzen

‘image holistic’: beeld is tastbaar replica van voorwerp, dat als geheel naar beeldpunt reist  
‘image projection’: punt op voorwerp wordt door één lichtstraal overgebracht naar beeldpunt

– Een voorwerp “reist” als geheel van voorwerpsplaats tot de beeldplaats, zelfs door de lens. Het voorwerp verkleint, vergroot en keert eventueel om tijdens zijn reis naar de beeldplaats (model van een “reizend beeld”).

– Een virtueel beeld kun je niet zien en een reëel beeld wel.

– De afstand tussen de lens en het scherm heeft geen effect op de scherpte van het beeld. Het scherm is overal neer te zetten voor een scherp beeld.

– Het voorwerp moet kleiner zijn dan de lens.

– De vorm van het diafragma bepaalt de vorm van het beeld. En door de lens gedeeltelijk te bedekken verdwijnt ook een deel van de afbeelding.

– Al het licht van een voorwerp wordt in het brandpunt gefocusseerd.

## D. Zien

- Zien algemeen

‘spontaneous vision’: zien gebeurt vanzelf, door de aanwezigheid van het oog

– Een voorwerp heeft geen licht nodig om gezien te kunnen worden. Zien of kijken heeft niets met licht te maken. Het oog “kijkt”. Licht is wel handig want dan zie je meer.

- Accommoderen

– Het oog verandert niet als je van veraf naar dichtbij kijkt. Je ziet altijd scherp, veraf of dichtbij en er is dus geen oogaanpassing nodig.

- Diafragma

– Door het diafragma kleiner te maken wordt ook het beeld kleiner.

- Kleur

‘colour-pigment’: kleur is iets anders dan licht

– Kleur is een eigenschap van een voorwerp en onafhankelijk van de kleur van het opvallende licht en de perceptie van de waarnemer.

– Het mengen van kleuren met lichtbronnen gaat op dezelfde manier als met verf.

– Als een voorwerp belicht wordt met een gekleurde lichtbron, heeft de schaduw dezelfde kleur als de bron.

In het hoofdstuk waar de studiewijzer voor gemaakt is komen deze onderwerpen allemaal voor.

In de opdracht en de vraag van het proefwerk heb ik het onderwerp dispersie genomen. Dit mede omdat dit in de tijd goed uitkwam. Via de andere vragen in het proefwerk, die door Hinke Bouwman gemaakt zijn komen ook de andere aspecten naar voren.

De ICT applicaties die in de studiewijzer op zijn genomen (zie appendix B) behandelen de volgende concepten:

- Spiegeling (b01. Terugkaatsing, b01. Spiegel en 5.1 Terugkaatsing en breking)
- Beeldvorming lenzen (5.3 Beelden tekenen en b13 de pinhole camera)
- Buiging (b03 Kijken in en uit het water en b06 De grenshoek)
- Zien (5.5 Scherp zien)

### **4.3 Natuurkunde methode**

De methode die op het Montessori college gebruikt wordt voor natuurkunde is “Pulsar”. In deze methode is elk hoofdstuk opgebouwd uit paragrafen die op hun beurt weer zijn opgesplitst in bronnen. Elke paragraaf heeft opgaven die in het boek aan het eind van de paragraaf gesteld zijn.

De opbouw van de hoofdstuk nummering is in dit onderzoek gebruikt voor de ICT rijke studiewijzer.

De methode heeft ook in elk hoofdstuk zogenaamde i-puls opgaven. Dit zijn opgave die de leerlingen op het internet kunnen doen. Hier zitten ook applets tussen. Voor dit onderzoek heb ik deze niet gebruikt omdat ze alleen te openen zijn in internet explorer. Als randvoorwaarde had ik meegekregen dat de applicaties via alle internet browsers bekeken konden worden.

### **4.4 ICT faciliteiten**

De leerlingen hebben op school toegang tot ICT faciliteiten in de mediatheek. Er wordt voor de verschillende vakken ook gebruik gemaakt van de elektronische leeromgeving “It’s learning”. Hier worden studiewijzers en opdrachten geplaatst en wordt gecommuniceerd tussen leerling en docent. Deze online leeromgeving is voor dit onderzoek gebruikt om de ICT rijke studiewijzer te introduceren.

## **5 Resultaten**

### **5.1 ICT**

Het is te doen om ICT applicaties in een studiewijzer op te nemen. Ik heb dit gedaan door ze te nummeren naar de paragrafen en bronnen uit het boek. Doordat er al meer ervaring is bij de leerlingen om met de online leeromgeving te werken is dit een goede manier om het als links te brengen. Het zou nog beter zijn als de studiewijzer in zijn geheel online stond en er per week de links bij de opdrachten van die week stonden. Nu was de studiewijzer zelf een PDF versie waarbij er verwezen wordt naar een map op de online leeromgeving (zie appendix A).

### **5.2 Opdracht**

De opdracht die de leerlingen moesten inleveren, was een opdracht over kleurschifting. Dit onderwerp wordt kort genoemd in het boek met niet erg veel voorbeelden. De opdracht staat in appendix C.

In eerste instantie was het voor de leerlingen nog iets onduidelijk wat ze met de opdracht moesten doen omdat deze niet van de eigen leraar afkomstig was. Beide docenten hebben in de les nogmaals gezegd dat de opdracht er stond en of ze de opdracht wilde maken. Van de 37 leerlingen hebben er 25 leerlingen de opdracht gemaakt.

Ik heb de ingeleverde opdrachten nagekeken en zo nodig van commentaar voorzien. Er waren 3 leerlingen die de opdracht onvoldoende hadden gemaakt. Deze leerlingen heb ik via de ELO wat extra feedback en uitleg gegeven.

De berekeningen die bij de opdracht gedaan moesten worden waren goed gemaakt. Een enkeling gebruikte de brekingsformule van een doorzichtige stof naar lucht in plaats van, van lucht naar een doorzichtige stof.

Het was aan de antwoorden te zien dat sommige leerlingen het gezamenlijk hadden gemaakt en andere het alleen hadden gemaakt. De tekst van het antwoord van sommige leerlingen was identiek en 4 leerlingen hadden erbij gezet dat ze het samen gemaakt hadden. Het is wel zo dat de leerlingen waarschijnlijk de ICT applicaties helemaal niet hadden bekeken als er geen opdracht ingeleverd had moeten worden.

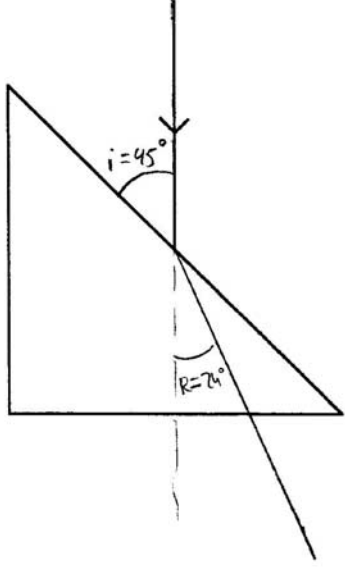
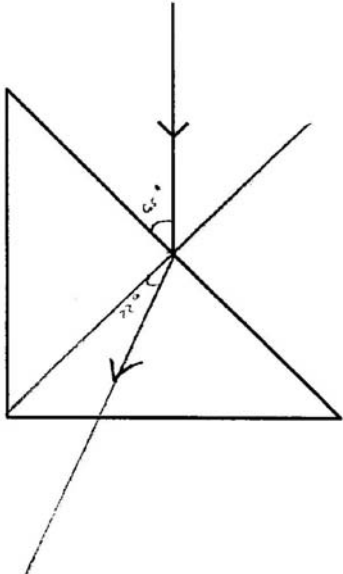
### **5.3 Observatie**

Ik heb bij beide leraren een les bijgewoond en hier gekeken hoe de leerlingen benaderd worden. De lessen worden op een verschillende manier gegeven. De ene leraar geeft het gehele klassikale uur uitleg over de stof met af en toe een oefening. De andere leraar geeft tijdens het klassikale uur eerst uitleg over de stof waarna hij de leerlingen nog tijd geeft om in de les aan de opgaven uit het boek te werken. Op deze manier kan hij iets beter in de gaten houden waar de leerlingen zijn met de stof en ze waar nodig een beetje aan te sporen om toch wat harder te werken aan de opgaven omdat ze erg ver achter lopen. Het zelfstandig werken en de tijd indelen is toch voor veel leerlingen lastig.

## 5.2 Proefwerk

De vragen die ik voor het proefwerk heb gemaakt staan in appendix D. De vragen gaan over breking in het algemeen en kleurschifting in het bijzonder. Een duidelijk voorbeeld van een object waarbij kleurschifting optreedt is een prisma. Dit heb ik als basis genomen voor de opgave. Ik heb dit onderwerp voor de proefwerkopgave gekozen omdat ik de leerlingen een opdracht met een applet heb laten inleveren wat ook over kleurschifting en breking ging.

Wat me opviel bij de proefwerken was dat veel leerlingen moeite hebben met het tekenen van de lichtstraal door het prisma. Er was maar 1 leerling die de lichtstraal 2 keer heeft laten breken. Zowel bij het binnenkomen in het prisma als het uittreden van de lichtstraal. Verder waren er wel een heel aantal leerlingen die de lichtstraal juist laten breken als deze het prisma ingaat. Fouten die ik verder tegenkwam bij deze opgave is dat de hoek wordt uitgerekend alsof deze uit het glas naar lucht gaat. Er wordt dan verondersteld dat de hoek groter is dan de grenshoek en daardoor weerkaatst. Verder is het probleem ook dat de normaal verkeerd getekend wordt. Ook tekenen sommige leerlingen de lichtstraal aan de verkeerde kant van de normaal. Dus aan dezelfde kant als de inkomende lichtstraal.

	
<p>Een verkeerde normaal getekend.</p>	<p>De normaal goed en de eerste breking ook goed getekend en berekend maar niet nog een keer uitgerekend bij het volgende oppervlak.</p>

<p>De verkeerde overgang berekend. Van doorzichtige stof naar lucht waardoor er vanuit gegaan is dat er totale reflectie optreed door de grenshoek.</p>	<p>De lichtstraal niet laten breken door het oppervlak maar laten reflecteren maar wel de juiste breking berekend.</p>

Het verschijnsel dat de lichtstraal in de prisma minstens 2 maal breekt is niet behandeld met de ICT applicaties. Mijn mening is dat de leerlingen dit waarschijnlijk sneller doorhebben als ze dit in een practicum zien. Dan wordt het tastbaarder dan dat het alleen in het boek genoemd wordt. Het zou ook met een ICT applicatie kunnen waarbij het prisma ten opzichte van de lichtstraal gedraaid kan worden. Het fenomeen grenshoek en interne reflectie kan dan meteen ook meegenomen worden.

De vraag of de blauwe lichtstraal meer of minder naar de normaal zou breken en waarom, is door erg veel leerlingen goed beantwoord. Dit is iets wat bij de ICT applicatie goed te zien was. Het kan dus zijn dat de ICT applicatie dit inzicht heeft geboden mede ook omdat vrijwel alle leerlingen de opdracht hadden ingeleverd en er dus in meer of mindere mate mee bezig is geweest.

Voorbeelden van antwoorden op de vraag, “Zal de blauwe lichtstraal meer of minder naar de normaal toe breken als de lichtstraal de prisma ingaat, en waarom?”, zijn:

- Meer, de brekingsindex voor blauw is groter en dus breekt hij zwaarder
- Hij zal er meer naar toe breken, omdat de brekingsindex hoger is.
- Blauw: 1,92 (n); Rood: 1,88 (n); De  $i$  blijft gelijk en  $n$  is bij blauw groter.  $r$  wordt dus kleiner en zal dus meer v/d normaal breken dan de rode lichtstraal.

### 5.3 Enquête

Het verliep erg moeizaam om de leerlingen de enquête in te laten vullen via de ELO. Uiteindelijk hebben 14 leerlingen de enquête ingevuld. Hiervoor heb ik heel wat mailtjes gestuurd.

Dit zijn de resultaten van de enquête:

1	Heb je de extra informatie bekeken?	Ja : 21,4% Nee : 78,6%
2	Hoelang ben je met elke applet of filmpje bezig geweest?	Hieronder samengevat.
3	Was het leuk om met de onderdelen op de ELO te werken?	Gemiddelde: 3.46 Standaarddeviatie: 0.84
4	Was het extra materiaal nuttig voor het leren van de stof?	Gemiddelde: 2.77 Standaarddeviatie: 0.97
5	Welke applet of filmpje vond je het meest handig voor het leren van de stof?	Hieronder samengevat.
6	Welk onderdeel was het leukst om mee te werken?	Hieronder samengevat.
7	Zoek je wel eens informatie voor je natuurkunde op internet?	Ja : 57,1% Nee : 42,9%
8	Heb je nog op of aanmerkingen over hoe de extra informatie beter kan worden geïntegreerd in de lessen?	Hieronder samengevat.

Bijna alle leerlingen die de enquête hebben ingevuld geven aan dat ze het extra materiaal niet of nauwelijks hebben bekeken. Het enige wat ze hebben bekeken is de opdracht die ingeleverd moest worden. Hier hebben ze dan tussen de 5 en 15 minuten naar gekeken.

De ICT applicatie die ze het meest handig en het leukst vonden was over het algemeen de applicatie die ze bekeken hebben voor de opdracht. Een meisje vond de applicaties van de Twente academy het leukst en nuttigst. Dit waren 5.1 Terugkaatsing en breking en 5.5 Scherp zien.

De reactie op de ICT applicaties was dat de leerlingen vonden dat ze er geen tijd voor hebben om het te bekijken. Daarentegen geeft de helft van de leerlingen die de enquête in heeft gevuld wel aan dat ze wel eens informatie voor het van natuurkunde zoeken op internet.

Het overall resultaat van de enquête is dat de leerlingen de ICT applicaties niet nuttig en leuk genoeg vinden om er tijd in te steken. De eerste indruk is dus dat een ICT rijke studiewijzer de leerlingen niet meer motiveert dan een gewone studiewijzer.

## 6 Conclusies en aanbevelingen

Het antwoord op de eerste onderzoeksvraag die ik gesteld heb, ‘*Op welke wijze kan ICT worden geïntegreerd in de studiewijzer?*’, is niet direct te beantwoorden met de resultaten van dit onderzoek. De conclusie die ik kan trekken uit dit onderzoek is dat het koppelen van ICT aan de studiewijzer op de manier waarop het nu gedaan is niet goed werkt. De koppelingen zijn niet zichtbaar genoeg voor de leerlingen en het is niet vanzelfsprekend genoeg om er eens op te klikken.

*Levert het gebruik van ICT applicatie in de studiewijzer een bijdrage aan het zelfstandig werken?* Het zelfstandig werken met de ICT applicaties bleek niet altijd even goed te doen. In een van de enquêtes gaf een leerling ook aan dat ze niet helemaal begreep wat ze met de applicaties kon doen. Met hulp van de docent is het haar daarna wel gelukt. De ICT applicaties zouden waarschijnlijk meer ondersteuning bieden als er opdrachten ingeleverd moeten worden, bijvoorbeeld in de vorm van werkbladen.

*Vinden leerlingen het gemakkelijk en aantrekkelijk om met de ICT applicaties in de studiewijzer te werken?* De leerlingen vinden het niet altijd even gemakkelijk en aantrekkelijk om met de applicaties te werken. Vaak denken ze van tevoren al dat het meer tijd gaat kosten om het huiswerk te maken als ze naar de applicaties gaan kijken. Daarentegen zijn er ook leerlingen die aangeven dat ze zelf ook wel eens informatie op het internet zoeken voor het vak natuurkunde. Ik denk dat dit misschien nog wel meer tijd kost maar dat het in de gedachte van de leerlingen omgekeerd is.

*Krijgen de leerlingen beter inhoudelijk begrip door het gebruik van ICT applicaties die in de studiewijzer zijn aangeboden?* Het begrip van de stof kan zeker wel positief beïnvloed worden door het gebruik van ICT applicaties tijdens de zelfstudie. Het feit dat bijna alle leerlingen op het proefwerk doorhadden dat hoe groter de brekingsindex is hoe meer de lichtstraal naar de normaal toe breekt is volgens mij een aanwijzing dat het werken met de applicatie heeft gewerkt.

Het antwoord van de hoofdvraag, kan de integratie van ICT applicaties in een studiewijzer het leerproces in positieve zin ondersteunen, is niet geheel beantwoord. Dit komt doordat de leerlingen de ICT applicaties vrijwel niet hebben bekeken.

Er zijn wel een aantal aanbevelingen om de applicaties het leerproces meer te laten ondersteunen.

- Het gebruik van de applicaties moet niet vrijblijvend zijn. Koppel er een opdracht aan die ingeleverd moet worden of gebruik de ICT applicaties die de methode aandraagt. Bij de methode Pulsar worden er opdrachten bij gegeven in de vorm van i-puls opdrachten. Hier moet wel de kanttekening bij gezet worden dat deze alleen in internet Explorer werkte en niet in de andere browsers. Bij het uitzoeken van de ICT applicaties voor dit onderzoek is er rekening gehouden met het feit dat het in alle browsers bekeken moest kunnen worden en de i-puls opgaven zijn dus niet gebruikt.
- Koppel de ICT applicaties in de studiewijzer zelf aan de opdrachten en paragrafen in plaats van dit los te zetten in de ELO.



- Leg in de les uit dat de ICT applicaties beschikbaar zijn en demonstreer er desnoods een als daar gelegenheid toe is.
- Voor verder onderzoek in deze richting zou ik aanbevelen om tijdig de leerlingen te interviewen om te zien of ze de applicaties wel gebruiken. Als dit niet het geval is kunnen er met instemming van de docent meer inlever opdrachten geplaatst worden.

## 7 Discussie

In dit onderzoek is de ICT rijke studiewijzer uitgeprobeerd bij het Montessori college. Hier staat zelfstandig leren centraal. Voor mijn gevoel kunnen ICT applicaties de te leren stof dan goed ondersteunen omdat het de stof in een andere werkvorm aanbied.

Mijn indruk die ik heb gekregen tijdens mijn observaties is dat de leerlingen vaak wachten tot het laatste moment om de opgaven te maken. Het feit dat het hun eigen verantwoordelijkheid is om de oefeningen te doen leidt dan vaak tot afstel. Dit is waarschijnlijk ook wat er gebeurd is met de ICT applicaties die zijn aangeboden aan de leerlingen. Het feit dat de leerlingen wel naar de ICT applicatie hebben gekeken die bij de verplichte opdracht zat geeft voor mij aan dat het controleren van gemaakte opgaven de leerlingen wel over de drempel helpt om het te doen.

In mijn eigen school loopbaan hadden we elke dag 2 lessen zelfstandig werken. Dit werd "taakwerk" genoemd. Hierbij kregen we elke week voor elk vak een taak en moesten we de taken als ze af waren aan de docent laten zien en er een paraaf voor krijgen. Mijn persoonlijke ervaring is dat je de opgaven dan wel maakt. Dit zorgt er ook voor dat je minstens 1 maal in de week tijdens zelfstudie bij de docent van het betreffende vak zit.

Het zou kunnen dat een ICT rijke studiewijzer meer succes zou hebben als er regelmatig gekeken zou worden hoever de leerlingen zijn met de huiswerk opgaven. Hiermee kun je misschien ook het vooruitschuiven van de leerlingen doorbreken.

## Referenties

Galili, I. & Hazan, A. (2000). "Learners' knowledge in optics: interpretation, structure and analysis." *International Journal of Science Education*, 22 (1), 57–88.

Geerlings, T. & van der Veen, T. "Lesgeven en zelfstandig leren.", 2008, 12<sup>e</sup> druk, Koninklijke Van Gorkum B.V.

Ingerman, Å., Linder, C. en Marshall, D. (2009). „The learners' experience of variation: following students' trends of learning physics in computer simulation sessions." *Instructional Science*, 37, 273-292.

Kiboss, J. K. and Ogunniyi, M. B. (2005) "Outcomes of first year secondary students in a computer-augmented physics program on measurement", *Learning, Media and Technology*, 30 (3), 313 – 326, doi: 10.1080/17439880500251442

Kirstein, J. & Nordmeier, V. (2007) "Multimedia representation of experiments in physics." *European journal of Physics*, 28, S115-S126, doi:10.1088/0143-0807/28/3/S11

R. Meijerink, "Begrip in kaart - Hoe kan het gebruik van begrippenkaarten het begrip van leerlingen in 3VWO op het gebied van optica verbeteren?", *Afstudeer verslag ELAN 2009*.

"Vier in balans monitor 2009. ICT in het onderwijs de stand van zaken.", Kennisnet.

B. Zwaneveld, H. Rigter, "Over drempels naar meer ict-gebruik in het onderwijs." *Rapport naar aanleiding van het project DigilessenVO in 2009.*, Ruud de Moor Centrum.

Internetsites met ICT applicaties (specifiek gebruikte links staan in appendix B):

Online leeromgeving universiteit twente:

<http://tomcat.schoolsite.utwente.nl/olo/>

Molecular expressions: science, optics and you:

<http://micro.magnet.fsu.edu/optics/tutorials/index.html>

Schooltv beeldbank:

<http://www.schooltv.nl/beeldbank/vo/>

University of Colorado:

<http://phet.colorado.edu/>

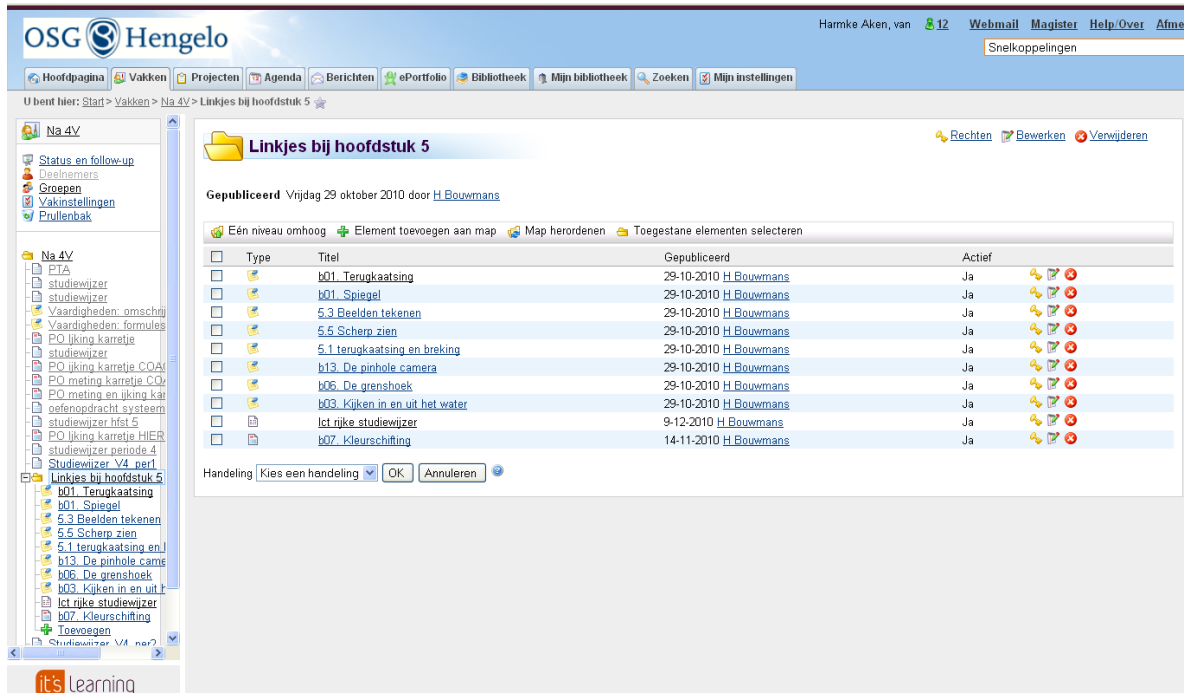
Virtueel practicum lokaal:

<http://virtueelpracticumlokaal.nl/index.html>

## Appendix A Studiewijzer.

PERIODE 2		NATUURKUNDE	VWO 4
WEEKNR.	TIJDENS HET COLLEGEUUR	DE TOTALE LEERSTOF DEZE WEEK	OPMERKINGEN
44	par. 5.1	60 61 62 63 64 65 66 67	<p><b>hulp bij het begrijpen</b></p> <p>Op de elo vind je filmpjes en applets, die je kunnen helpen de theorie te begrijpen. Alle linkjes zijn gekoppeld aan een bron of een paragraaf.</p> <p>Kijk regelmatig op de elo, want er komen nog steeds linkjes bij.</p>
1/11	let op: hoofdstuk 5 i.p.v. hoofdstuk 3	69 70 71 72 75 76 78 79	
45	par. 5.2	1 2 3 4 5 6 7 8 10	
8/11		11 12 13 14 15 16 17 18 19	
46	par. 5.3	20 21 22 23 25 26 27 28 29	
15/11		30 31 32 33 34 35 36 37 38	
47	par. 5.4	39 40 42 43 44 45 46 47 48	
22/11		49 50 51 53 54 55 58 59 60	
48	par 5.5	61 62 63 64 65 66 67 68	
29/11		69 70 71 72 73 74 75 76	
49	begin van nieuw hoofdstuk		
6/12			
50	proefwerk hoofdstuk 5		
13/12			
51		Kerstvakantie	
20/12			
52		Kerstvakantie	
27/12			
1			
3/1			
informatie			

# Appendix B ICT Applicaties



**Figuur 3: Overzicht van de ICT applicaties op de ELO**

## b01. Terugkaatsing

Om te zien wanneer er diffuse terugkaatsing is kun je naar deze [simulatie](#) kijken.

Met het linker schuifje kun je de kleur van het oppervlak bepalen en met het rechter schuifje bepaal je de ruwheid van het oppervlak.

Wat zie je als het oppervlak glad is dus de ruwheid 0?

Wat gebeurt er als er meer hobbels in het oppervlak komen?

(<http://micro.magnet.fsu.edu/primer/java/scienceopticsu/reflection/specular/index.html> )

## b01. Spiegel

In het volgende filmpje wordt uitgelegd wat je nu precies in de spiegel ziet.

[Filmpje](#)

Als je geen geluid hebt staat de tekst ernaast.

([http://www.schooltv.nl/beeldbank/clip/20081204\\_beeldvorming01](http://www.schooltv.nl/beeldbank/clip/20081204_beeldvorming01) )

## 5.3 Beelden tekenen

Om te zien hoe de lichtstralen door de lens gaan kun je de volgende applet uitproberen.

[applet](#)

Kijk ook eens wat er gebeurt als het voorwerp voor het brandpunt geplaatst wordt.

([http://phet.colorado.edu/sims/geometric-optics/geometric-optics\\_nl.html](http://phet.colorado.edu/sims/geometric-optics/geometric-optics_nl.html) )

### 5.5 Scherp zien

Om meer te weten te komen over de werking van het oog klik [hier](#).

(<http://tomcat.schoolsite.utwente.nl/olo/#vak62/module839> )

### 5.1 Terugkaatsing en breking

Om de stof in deze paragraaf nog eens te herhalen en op een andere manier te zien kun je [hier](#) klikken.

Kijk vooral wat er gebeurt in de experimenteer ruimte onder het tabblad breking. Probeer eens uit wat er gebeurt als je verschillende stoffen naast elkaar zet.

(<http://tomcat.schoolsite.utwente.nl/olo/#vak62/module826> )

### b13. De pinhole camera

In [deze](#) animatie krijg je te zien hoe het licht door de pinhole gaat.

([http://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/dutchjava/pinHole\\_nl/pinhole\\_nl.html](http://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/dutchjava/pinHole_nl/pinhole_nl.html) )

### b06. De grenshoek

In de volgende animatie kun je zien welk effect de grenshoek heeft als je onder water bent.

[Animatie.](#)

([http://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/dutchjava/optics\\_nl/pathpart1\\_nl.html](http://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/dutchjava/optics_nl/pathpart1_nl.html) )

### b03 Kijken in en uit het water

Met de volgende animatie kan duidelijk worden wat je ziet als je in of uit het water kijkt.

[Animatie.](#)

([http://virtueelpracticumlokaal.nl/optics\\_nl/pathpart2\\_nl.html](http://virtueelpracticumlokaal.nl/optics_nl/pathpart2_nl.html) )

## Appendix C Opdracht

De volgende opdracht was op de ELO geplaatst en moest ingeleverd worden.

In het boek hebben ze het in bron 7 over kleurschifting. In de volgende applet kun je zien hoe de verschillende kleuren breken op het oppervlak tussen lucht en een andere stof.

### [Applet](#)

In tabel 18A van de Binas staat voor de breking van lucht naar diamant alleen de brekingsindex van geel licht gegeven.

### Opdrachten

1) Bereken met behulp van de applet de brekingsindex voor diamant uit voor rood (688 nm) en violet (433 nm) licht.

Geef ook de berekening en de hoeken die je hebt ingesteld in de applet.

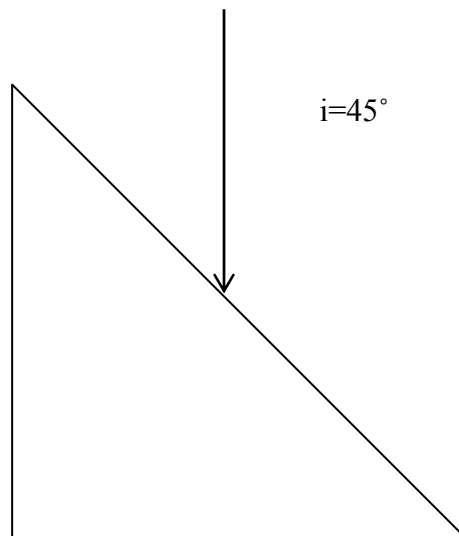
2) Wat is de reden dat wit licht kleurschifting krijgt als het door bijvoorbeeld een prisma gaat?

(<http://micro.magnet.fsu.edu/primer/java/scienceopticsu/refraction/index.html> )

## Appendix D Proefwerk opgave

a) Maarten heeft een prisma van zwaar flintglas en van diamant gekocht. Hij heeft beide in een tas gestopt, maar is vergeten om ze te markeren. Hoe kan hij met behulp van licht bepalen waarvan de prisma's gemaakt zijn?

b) Maarten heeft de prisma van zwaar flintglas kunnen bepalen en laat vervolgens een witte lichtstraal onder een hoek op het oppervlak vallen (zie figuur). Teken het verloop van de rode lichtstraal in de figuur.



c) Zal de blauwe lichtstraal meer of minder naar de normaal breken als de lichtstraal het prisma ingaat, en waarom?

d) Een witte lichtstraal gaat van een doorzichtig stof naar vacuüm onder een invalshoek van  $35^\circ$ , de straal wordt gebroken waarbij het violette ( $\lambda = 434 \text{ nm}$ ) licht een brekingshoek heeft van  $74,50^\circ$  en rode ( $\lambda = 687 \text{ nm}$ ) licht heeft een brekingshoek van  $71,16^\circ$ . Bereken de brekingsindices en bepaal hiermee (met behulp van de binas) het materiaal waaruit de doorzichtige stof bestaat.



## Appendix E Enquête

1

Heb je de extra informatie bekeken?

- Ja
- Nee 2

Hoelang ben je met elke applet of filmpje bezig geweest?



Was het leuk om met de onderdelen op de ELO te werken?

- Leuk    Beetje leuk    Neutraal    Beetje niet leuk    Niet leuk
- Leuk
  - Beetje leuk
  - Neutraal
  - Beetje niet leuk
  - Niet leuk

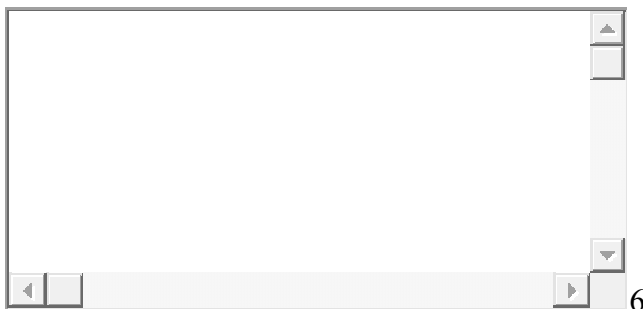
4

Was het extra materiaal nuttig voor het leren van de stof?

- Nuttig    Beetje nuttig    Neutraal    Beetje niet nuttig    Helemaal niet nuttig
- Nuttig
  - Beetje nuttig
  - Neutraal
  - Beetje niet nuttig
  - Helemaal niet nuttig

5

Welke applet of filmpje vond je het meest handig voor het leren van de stof?



Welk onderdeel was het leukst om mee te werken?



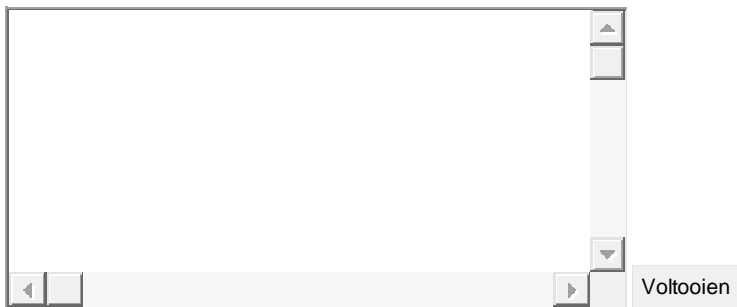
7

Zoek je wel eens informatie voor je natuurkunde op internet?

- Ja
- Nee

8

Heb je nog op of aanmerkingen over hoe de extra informatie beter kan worden geïntegreerd in de lessen?



Voltooien