

De geest van Minnaert in de klas

Rupert Genseberger

Woudschoten Natuurkunde Conferentie
Noordwijkerhout, 11-12 december 2015

Inhoud workshop

- Minnaert: verschijnselen EN beschrijving
- Actief taalgebruik bij science vakken
 - Noodzaak
 - Voorbeelden
- Wat belemmert aandacht voor taal?
- Hoe die belemmeringen te overwinnen?
- Aan het werk!

verschijnselen EN beschrijving

Minnaert: Zonnebeeldjes

Uit begin H1:

Licht en Schaduw

- Beeldend
- Gevoelens
- Exact
- Verzorgde taal

LICHT EN SCHADUW

1. Zonnebeeldjes

*O Zon! Wanneer je glijdt door 't loof der hoge linden,
Dan maak je lichte vlekken op de grond,
Zo mooi, dat ik er niet op trappen durf.*

E. Rostand.

In de schaduw van een groep bomen zien we op de grond een aantal lichtvlekken, onregelmatig verspreid, sommige klein, sommige groot, maar alle mooi gelijkvormig elliptisch. Houd vóór een daarvan een potlood: de verbindingslijn potlood-schaduw geeft u aan, van waar de lichtstralen komen die het vlekje op de grond vormen: natuurlijk is dit zonlicht dat door een of andere opening van de boomkruin dringt; ons oog ziet hier en daar een verblindende lichtschijs tussen de bladeren.

Het verrassende is nu, dat al die beeldjes dezelfde vorm hebben; het is toch niet mogelijk dat die reten en spleten alle toevallig zo mooi gelijkvormig en rond zijn! Vang een beeldje op, op een stuk papier dat bedrukt is met de stralen schaduwen, want het is nu niet

Tekeningen
van de situatie

Ook hierbij:

- Beeldend
- Exact
- Verzorgde
tekening

Minnaert kende
de verschijnselen.

Onze leerlingen niet!
Wat kunnen we dan
van hen verwachten?

- Beeldend?
- Gevoelens?
- Exact?
- Verzorgd?

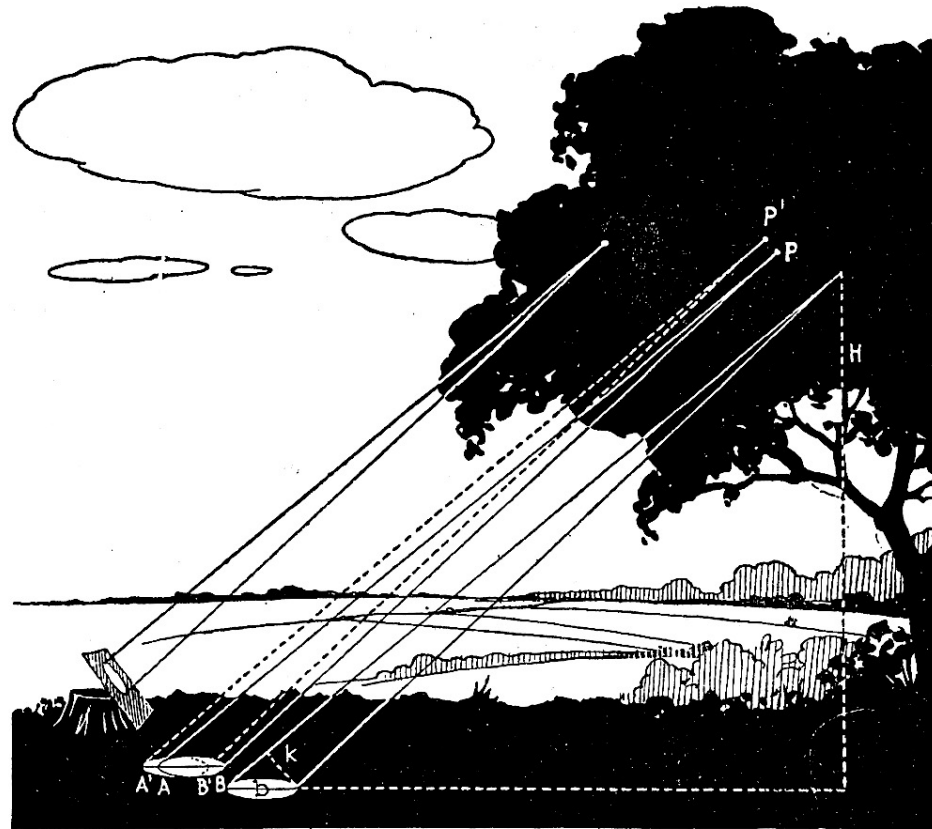


Fig. 1. Zonnestrallen dringen door het dichte gebladerte.

als 1 cm op een afstand van 108 cm, of als 10 cm op een afstand 1080 cm (fig. 2). Evenzo moet dus de middellijn van een scherp zonnebeeldje het 108e gedeelte zijn van zijn afstand tot de opening;

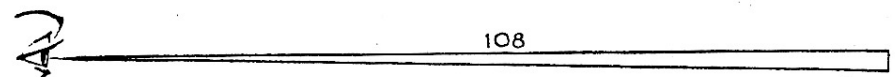
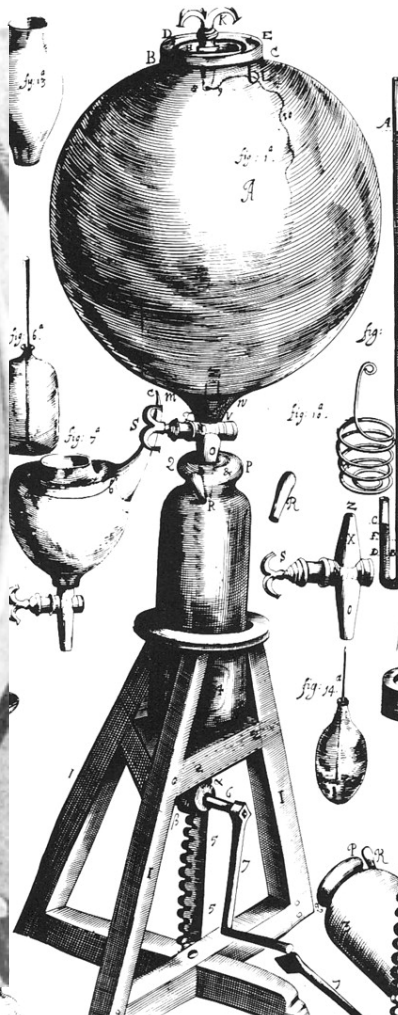


Fig. 2. We zien de zonneshijf onder een hoek van $\frac{1}{108}$ radiaal.

Wat in de les?


- Voor leerlingen is bij natuurkunde veel nieuw
 - Woorden zoeken om ervaring/beleving te beschrijven
 - Verbinden gebeurtenis met ervaringshorizon (Husserl)
 - Gebeurtenis krijgt zin voor hen => meer dan incident
- Martin Wagenschein (1896 – 1988)
 - Voorloper constructivisme, onderzoekend leren, ...
 - 3 fasen in ‘verwerken’
 - ‘Stamelen’
 - ‘Straattaal’ / ‘twillertaal’
 - ‘Vaktaal’: lopende zinnen, redeneringen
- Onderzoekers én leerlingen
 - Gelegenheid tot verwerken: praten én schrijven
 - Stimuleert betrokkenheid en creativiteit

Boyle (1627 – 1691)
Touching The Spring of the
Air and its Effects (1660)



NEW 1846
EXPERIMENTS
Physico-Mechanicall,
Touching
The SPRING of the AIR,
and its EFFECTS,
(Made, for the most part, in a New
PNEUMATICAL ENGINE)
Written by way of LETTER
To the Right Honorable Charles,
Lord Vicount of Dungarvan,
Eldest Son to the EARL of CORKE.

By the Honorable *Robert Boyle* Esq;



August OXFORD:
Printed by H: Hall, Printer to the University,
for Tho: Robinson. 1660.

67

Boyle in de les



Docent is gehandicapt: kent 'Wet van Boyle' =>

- 'Controleer wet': heeft nog geen betekenis voor leerlingen
- eigen taal/vragen leerlingen afgekapt

Voor leerlingen is 'onderzoek lucht' nieuw, net als voor Boyle

- Kan nieuwsgierigheid prikkelen => Laten verkennen
wat komt er bij je op, waar denk je aan, wat uitzoeken?
- Laat leerlingen dat uitdrukken, in eigen taal, vanuit eigen ervaringen
'Veerkrachtig'? 'Net als bij een kussen/dekbed'?
- Eigen taal en eigen ervaring leerling leveren ideeën => creativiteit
- Differentiatie:
 - iedere leerling op eigen manier
 - Vanuit eigen ervaring en kennis



De taal van de natuurkunde

- Woorden met meerdere betekenissen
 - volume, veer, spanning, kracht, energie, uitzetten, oplossen, koken, druk, ...
- Denk – en redeneerwijzen
 - natuurwet, onderzoeken, ...
- In taalrepertoire opnemen:
 - Bij natuurkunde, kan niet bij Nederlands
 - Leren kennen in de ‘andere’ betekenis
 - Vertrouwd worden: gebruiken/oefenen in natuurwetenschappelijke context

Waarom zo weinig taal in de les?

- Docenten
 - ‘Vol programma’
 - ‘Wordt niet op examen gevraagd’
 - ‘Leerlingen doen het niet’
- Leerlingen
 - ‘Vreemd’
 - ‘Telt niet mee’
 - ‘Ik begrijp het wel’
 - Bang om fouten te maken
- Schoolcultuur conserveert houding
 - sectie afspraken
 - beoordelen
- Opvattingen over ‘vak’ en ‘leren’

Hoe meer aandacht voor taal?

- Willen leerlingen wel praten en schrijven over science?
- Ja, mits ...
 - Ze het als zinvol beschouwen
 - Inhoudelijk en/of beoordeling
 - Ze een veilige sfeer ervaren
 - Van docent én leerlingen
 - De docent er aandacht aan besteedt
 - Waardering
 - Een functie in de les
 - Een structuur het ondersteunt
- Voorbeelden uit de praktijk

Een kring, scheidt voorwaarde klasgesprek



Zelf doen en praten



Uitwerkingen in schrift

DRINKWATER UIT ZEEWATER

We hebben eerst een half uur in de kring gepraat over wat we vandaag gingen doen: van zee water drinkwater maken. Je hebt er namelijk bij nodig, B.v. een erlemeyer, een tedubrander. Omdat we niet zoveel tijd meer over hebben ga ik beginnen.

Inmiddels staat alles klaar en de tedubrander staat al te branden onder de grote erlemeyer waar het zee water in zit. Na 5 min. staat de thermometer al op 53 graden. Je ziet nu in het zee water heel veel bubbeltjes. Zo ziet alles eruit: (ONDERAAN DE BILDZIJ)

Op het einde doen we het water wat nu een beetje te drinken is in een binnje en: proeven maar! Ik vond het niet te lekker.

DIT ALLES HEET "DE DESTILATIE-OPSTELLING"

(het was ook niet het normale drinkwater)

VERKLEINDE TEBUBRANDE

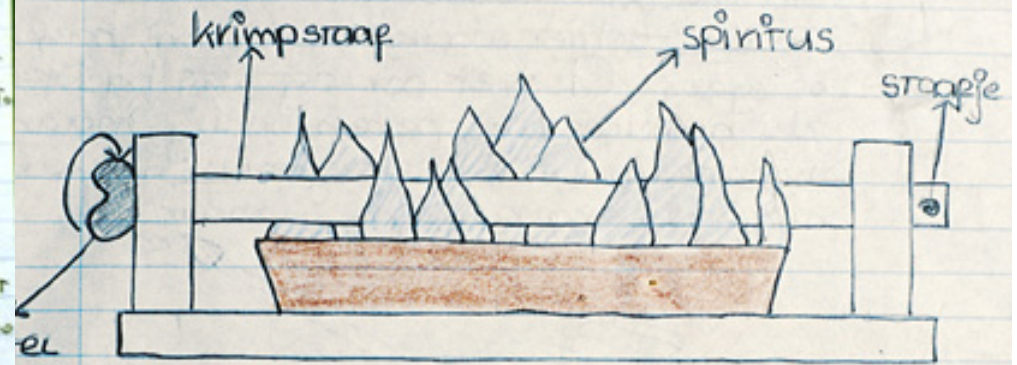
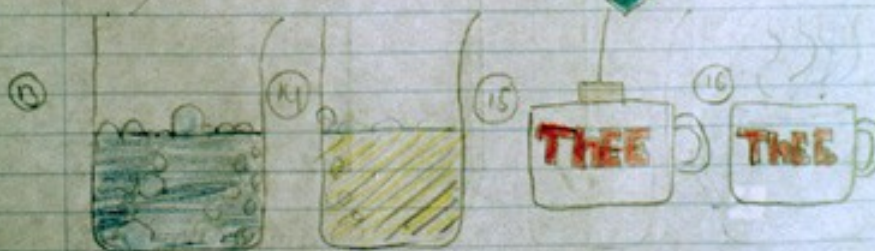
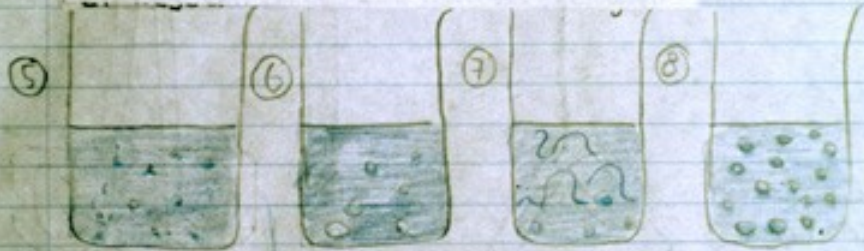
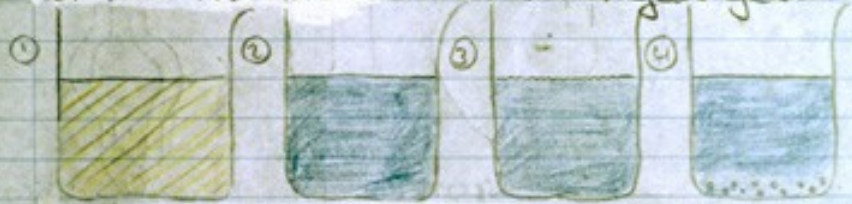
maar anderen vonden het lekker.

SCHOONWATERSCHOONWATER???

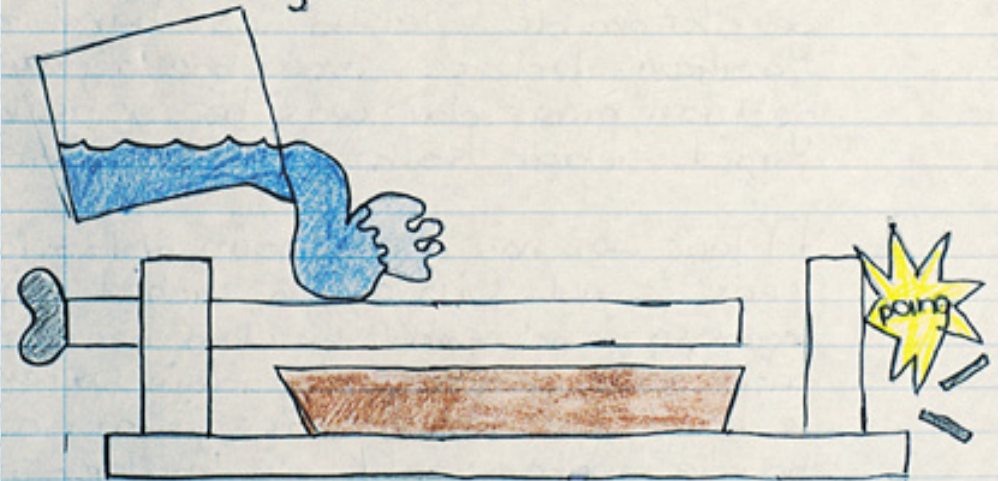
✓ branden.

In deze les gaan we water verwarmen tot het kookt. En we gaan opschrijven wat er gebeurt van het moment dat je de brander onder de driepoot zet, tot het water kookt.

De brander steek je met een gele vlam aan, dan maak je een blauwe vlam en zet hem laag. Je zet de brander onder de driepoot en zet hem hoog. Dan kijk je wat er met het water in het beker glas gebeurt.



De krimpstaaf zit heel sterk vast. Als je de krimpstaaf verhit gaat hij uit zetten, en dan kan je de stentel weer een stukje aan draaien.



Als je de krimpstaaf heel snel wilt ver-
~~kitten~~ door er water over te gooien breekt
 het staafje. Want de staaf wil krimpen
 maar het staafje houdt dat tegen en dan
 knapt het staafje.

Stimuleren van actief taalgebruik

Eerste lessen: vertellen en schrijven hoort erbij!

Onderwerp: Leren gebruiken brander

- Bang voor vuur => leren omgaan met vuur
 - Kaars op eigen tafel, zelf aansteken, tekening vlam
 - Samen (buiten) GROOT VUUR maken
 - Schrijf verhaal over iets wat je met vuur hebt meegemaakt
 - Brander: schrijf gebruiksaanwijzing
- Zoek naar wat leerlingen echt beweegt
- Creëer sfeer in de klas
 - Gezamenlijke ervaring => hierover praten we
 - Besteed aandacht aan wat de leerlingen zeggen/schrijven
 - Schrijf voor een 'publiek'
 - Gesprek en verslag krijgt rol in de klas

Taal en vuur

- Woorden in klas geassocieerd met 'verwarmen'
bewegen, dalen, doorgeven, elektriciteit, geleiden, geluid maken, gloeien, heet, kleur verandering, knappen, koken, krimpen, lassen, licht, lucht, nattig, ontploffen, opstijgen, opwarmen, pijn, ploffen, reizen, rijzen, roken, schroeien, smelten, smeulen, snelheid, spetteren, springen, spuiten, stinken, stralen, stromen, uitzetten, verbranden, verdampen, verdwijnen, verkleuren, verkleinen, verminderen, verschroeien, vervuiling, vuur, warm worden, warmte geven.
- Dit zijn slechts de Nederlandse woorden!
- Leerlingen aan het woord: verrijking taal

Zelf aan het werk!

- Bespreek in je groepje het volgende:
 - Bedenk / kies samen een voorbeeld om actief taalgebruik in je les te bevorderen
 - Tegen welke problemen verwacht je op te lopen?
 - Wat doe je om die problemen te overwinnen?

Meer praten en schrijven bij science?

- **Stimuleer** leerlingen te praten en te schrijven in de les
- **Structuur** om dat te ondersteunen
 - Opstelling tijdens gesprek
 - Vaste momenten voor schrijven,
 - Schrift, goede verzorging
- **Aandacht** voor gesprek en tekst
 - Docent geeft waardering
 - Functie in de klas en de les
- **Gebruik de verschillen** tussen leerlingen
 - Levert rijkdom aan taal en ideeën
- **Waardeer** individuele vooruitgang leerlingen
- **Spreek er met je collega's over**
 - Niet gemakkelijk, onderlinge steun nodig

Lessen over Modellen waarin leerlingen zelf veel praten en schrijven

NVOX artikelen door Hein Bruijnesteijn

- Onderbouw (3^e jaar)
 - Vijf lessen deeltjes NVOX mei t/m december 2014
- Bovenbouw (4^e jaar)
 - Zes lessen elektriciteit- atoombouw NVOX april 2014 t/m februari 2015

Deeltjes, de Oude Grieken

“Jullie zijn leerlingen van een Grieks gymnasium, we zijn 2500 jaar terug in de tijd, vergeet alles wat je over deeltjes hebt geleerd. Ik ben vandaag Empedocles en geef jullie les, we zitten buiten, onder de olijfbomen, in Griekenland is het vaak mooi weer, de zon is al ver over zijn hoogste stand heen, het is tijd om te filosoferen, vrij na te denken over de bouw van de materie, ... ik ... Empedocles ... heb kennis genomen van door anderen genoemde elementen van de oerstof en ik stel deze elementen gelijk aan elkaar en kom zo tot de leer van de vier elementen: aarde, water, lucht en vuur, ze verschillen in eigenschappen, zijn onveranderbaar en kunnen in verschillende verhoudingen gemengd worden tot alle materie om ons heen.” Zo begon de docent de vorige les. Dat was de eerste les van het hoofdstuk *Deeltjes* in een derde klas havo-vwo op een brede scholengemeenschap in een buitenwijk van Amsterdam. Op het bord kwamen de eigenschappen erbij.

Aarde en Water, ... “en licht ... eh, ik bedoel zon ... eh ... *Vuur,*” vulde een groepslid aan. Een ander groepje had het over recyclen, de elementen blijven bestaan, dus je kunt alles recyclen. Er werd uitgebreid over andere voorbeelden gebrainstormd en gediscussieerd.



Tot slot moesten ze in hun schrift twee voorbeelden naar keuze noteren. Aan het eind van de les werd het weer een les in het heden: “Tot 400 jaar geleden bleef deze leer van de vier elementen bestaan, het huiswerk

Melle, wat heb jij?”

“Moderne techniek ... een mobieltje.”

“Kan dat niet branden ... komt plastic niet uit olie ... uit de aarde ... en de metalen?”

“Eh ... wifi?”

“Ja-a ... ik zet het op het bord ... uranium? ... nee, komt uit uraniumerts ... ooo, de straling ... ja, ook op het bord ... muziek luisteren?”

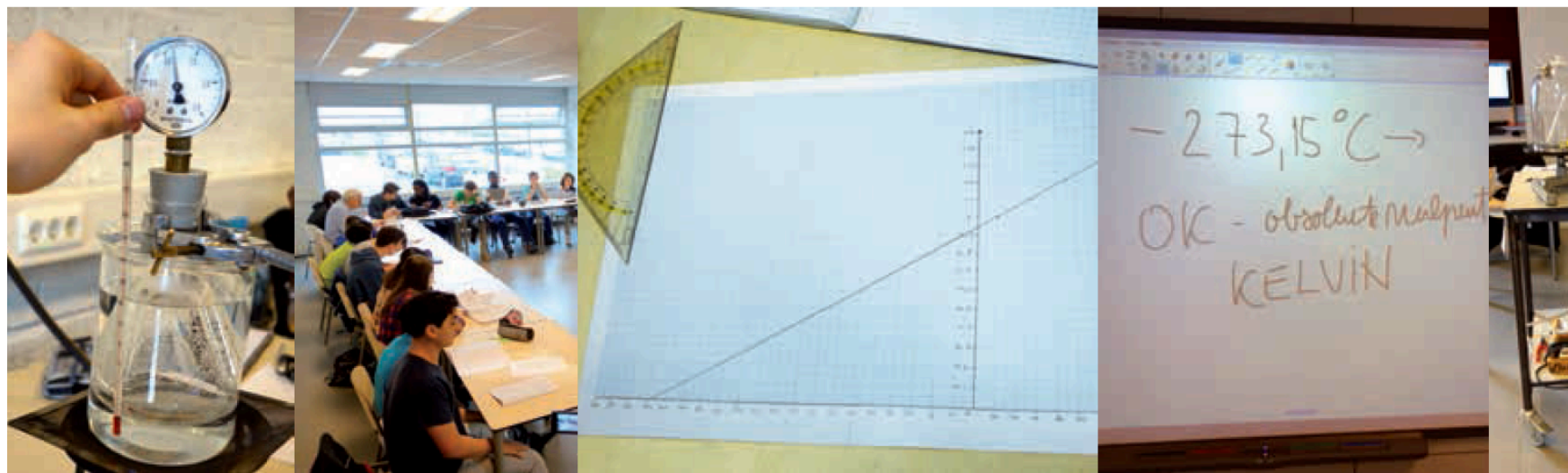
... ja oké, geluid ... wat is een overeenkomst bij wifi, straling en geluid? ... juist ja, je kunt het niet vastpakken, het zijn geen voorwerpen ... je kunt het wel meten ... maar het zijn immateriële dingen!”

“Meester, als je water verdampt wordt het lucht, elementen konden toch niet veranderen?”



Een onderbouwles

Deeltjes (5, de laatste): de bolletjes bewegen niet



De 3 HV had de vorige les een historisch experiment uitgevoerd, de lucht in een afgesloten erlenmeyer met een waterbad tot 90 °C verhit en om de vijf graden de druk gemeten. Daarna werden de metingen in een grafiek gezet en wel zo dat er geëxtrapoleerd kon worden tot een druk van 0

Hoofdschuddend loopt hij naar het bord en doet nog een keer voor hoe je tussen de waarnemingen interpoleert en dan rechtlijnig naar 0 bar extrapoleert. Sommigen kwamen in de buurt van -273, anderen weken wat meer af. Hij staat bij Melle:

“Jij hebt maar drie waarnemingen in de grafiek

voorgesteld. Vandaar dat men nu op die schaal met 0 K begint en 0 °C hetzelfde is als 273 K. De Leidse natuurkundige Kamerlingh Onnes lukte het ongeveer honderd jaar geleden om vloeibaar helium te maken en daarmee een temperatuur van 0,9 K te bereiken, bijna het absolute nulpunt.

meer bij ... °C?

"...het water kookt bij ze-ven-tien-gra-den-cel-si-us...
noteer dit alles!"



thermometer meegenomen ..."

Hij zet een thermometer in een bekeerglas bij de ballon onder de stolp. De leerlingen voorspellen dat er niets bijzonders gaat gebeuren, maar een leerling zegt:
"Het gaat kouder worden."
"Waarom?"

bewegen ..."

"Eh ... klinkt logisch ... Nikki?"
"Er zijn geen bolletjes meer die van buiten tegen de ballon aan botsen, maar wel bolletjes erin die tegen de ballonwand botsen ... dus hij rekt uit."
"Oké, het resultaat van deze proef is goed te

model nog even na. Na een paar minuten giet hij het bekeerglas halfvol met water, vult een dikke reageerbuis geheel met water en plaatst die met behulp van een grote bak met water, kost wat moeite, omgekeerd in het bekeerglas. Thermometer erbij en onder de stolp. Hij kijkt vertwijfeld naar de klok, eerst laten

Elektriciteit (1), reuzen en midgets

Het is maandagmiddag, het vijfde uur. De 4-vwo-groep natuurkunde van deze brede scholengemeenschap in een buitenwijk van Amsterdam is niet zo groot. Veel ouders sturen hun getalenteerde kinderen naar de havo/vwo's of gymnasia in de stad.

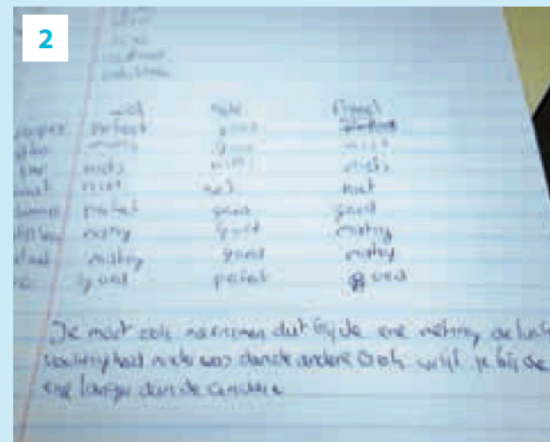
Ze komen nogal rumoerig binnen. Al zijn ze de nerds van de school, het zijn nog wel pubers. Door het aanschuiven van de tafels tot een carré om de tafel van de docent neemt het geluidsniveau nog wat toe.

Een meisje vraagt de docent of ze haar telefoon mag opladen en neemt een wandcontactdoos in gebruik. De anderen, nog steeds kwetterend, pakken van de practicumkar een statief met een verwarmingselement, een houten bak met spullen en gaan zitten.



De docent gaat rustig achter zijn tafel zitten en

combinaties na opwrijven papiersnippers aantrekken.

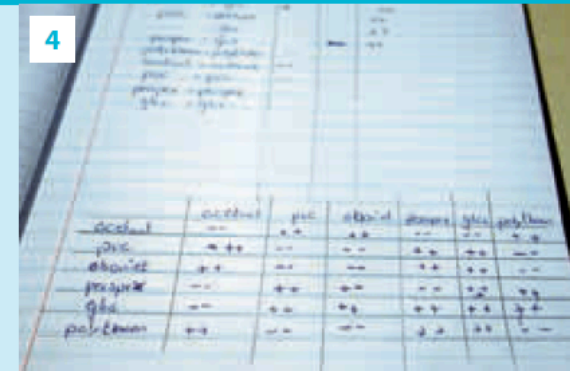


In de les daarna werd een opgewreven staaf in een haak gehangen en dan benaderd door een andere opgewreven staaf. Trekken ze elkaar aan of stoten ze elkaar af? Dat werd de kwestie ... ontdekten de leerlingen.

"Jullie hebben de vorige lessen metingen gedaan, proefjes gedaan ... staven opgewreven ... eh ... wat is eigenlijk statisch?"

"Als iets geladen is!"

"Nou, een batterij is ook geladen ... hoe zagen we of een staaf statisch was ... juist, als een voorwerp papiersnippers aantrekt noemen we dat statisch ... schrijf dat op!"



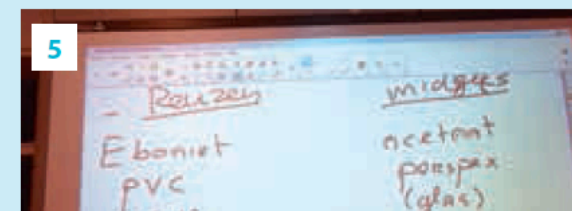
"Kijk naar je tabel en denk even na ... welke conclusie kunnen we uit deze metingen trekken?"

Na ongeveer een halve minuut geeft hij Junior het woord: "Je hebt aantrek-statisch en afstoot-statisch ..."

Zijn buurman: "Nee, we noemen het plus en min en die trekken elkaar aan."

"We hebben het nog geen namen gegeven, daar gaan we het straks over hebben ... nu even het volgende ... bij afstoten of aantrekken gaat het altijd over twee staven ... kijk maar in je tabel ... probeer nu allemaal de zes staven in twee groepen te verdelen ... overleg met je buur ... noteer in je schrift."

Hij loopt rond, zie het resultaat, bespreekt dat hier en daar met een tweetal, loopt naar het digibord en noteert de grootste gemene deler:



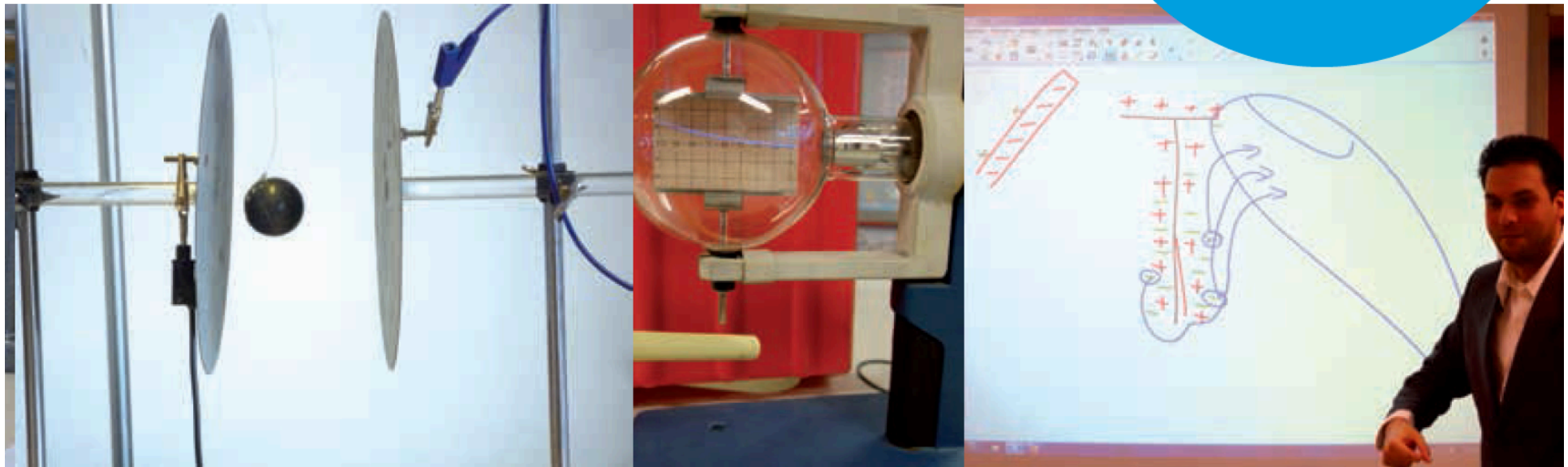
Een bovenbouwles

Elektriciteit (6 en slot): Reuzen en midgets worden



minnen en plussen

En nu kwamen ze het lokaal binnen, voor de overgang naar de natuurkunde van het boek



Terugblik

A. Meer kijk gekregen op:

- Actief taalgebruik bij science vakken
 - Noodzaak
 - Voorbeelden
- Wat belemmert aandacht voor taal?
- Hoe die belemmeringen te overwinnen?

B. Ga je er iets mee doen in je les?