

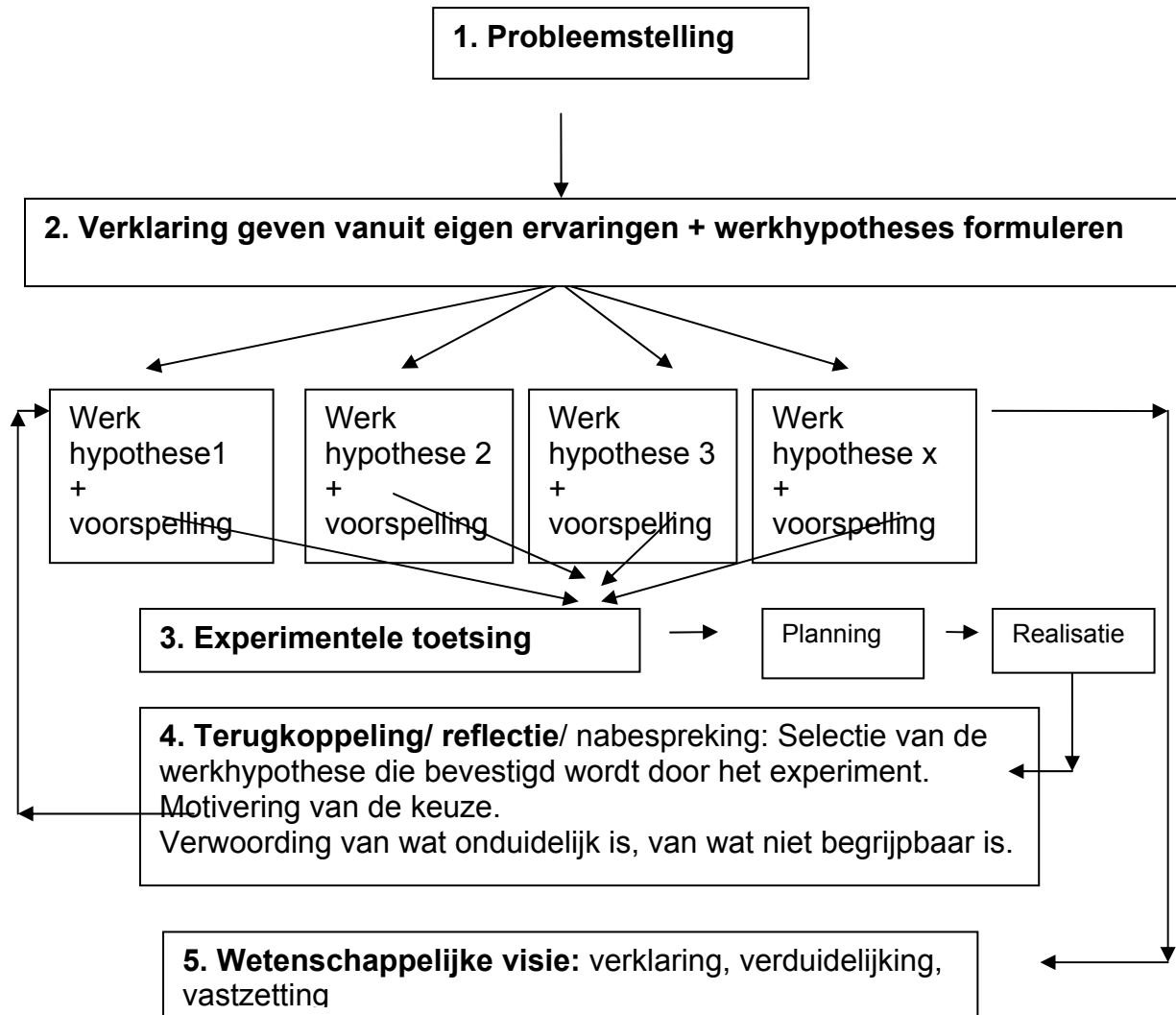
Bronnen

- 'Making sense of secondary science' Rosalind Driver Ann Squires Peter Rushworth Valerie Wood –Robinson ISBN 0-415-09767-3
- Conceptual Physics 10th edition Paul G. Hewitt ISBN 0-321-31532-4
- Practicing physics Paul G. Hewitt ISBN 0-8053-9198-3
- Media Workbook Abigail Reid Mechtenberg ISBN 0-8053-9376-5
- Conceptual physics 9th edition Paul Robinson ISBN 0-321-05205-6
- De syllabus misconcepten met teksten van John De Poorter (Arteveldehogeschool), Christel Balck (KaHo St.Lieven) en Marc Debusschere (Diocesane Pedagogische Begeleidingsdienst Bisdom Gent) met financiële steun van Wetenschapsbeleid. Het opzet is het stimuleren van het gebruik van deze didactische techniek. Deze tekst wordt gratis verspreid en beoogt geen enkel commercieel doel.
- Naar een oorspronkelijk idee van Brenda Keogh en Stuart Naylor.
- De uitgeverij Wolters Plantijn voor de figuren.



MISCONCEPTEN,
*een vernieuwde didactische methode om fysica 'cool' te
brengen?*

*Marc Debusschere
Gent*



Opmerkingen en verduidelijking bij het gebruik van het schema in een klassituatie.

1. Probleemstelling

Hier wordt de onderzoeksvraag gesteld.

2. Verklaring geven vanuit eigen ervaringen + werkhypotheses formuleren

Leerlingen

- krijgen de cartoon in handen of de onderzoeksopdracht.
- krijgen de tijd om in kleine groepjes van 3 à 4 leerlingen over de inhoud van de cartoon of de onderzoeksopdracht te discussiëren.

De bedoeling is dat de verschillende preconcepties die in de discussie aan de oppervlakte komen, een neerslag krijgen. Dat kan binnen de groepjes schriftelijk. Dat kan later binnen een klasgesprek aan bord.

De nadruk ligt op het formuleren, **niet** op het correct formuleren. De drempel naar het verwoorden toe moet zo laag mogelijk zijn.

Leraar

Binnen de kleine groepen:

Als leraar blijven we op de achtergrond.

Vaak valt de discussie binnen de groepjes snel stil, verglijdt ze naar een ander onderwerp. Als leerkracht ga je bij alle groepjes langs en stimuleer je de discussie door leerlingen verduidelijking te vragen bij wat ze zeggen, schrijven. *'wat bedoel je precies, mag ik het zo begrijpen, waarom denk je dat, hoe zou je dat kunnen opschrijven.* Verder lever je **inhoudelijk geen enkele bijdrage**.

Binnen het groepsgesprek:

Je probeert ervoor te zorgen dat **alle visies** aan bod komen. Het is belangrijk dat leerlingen inzien dat niet iedereen dezelfde préconcepties heeft. Bovendien is het belangrijk dat leerlingen zich oefenen in het verwoorden van hun visie. Leerlingen moeten zich bewust worden van hun eigen visie. Jij stelt in deze fase een diagnose van deze start visie en brengt een samenvatting van de visies, bijvoorbeeld aan bord, samen.

3. Experimentele toetsing

Leerlingen

Vaak plannen wij als leerkrachten het experiment zelf. Dan nemen we echter een essentiële stap in de wetenschappelijke methode af van leerlingen. Het zelf plannen van het experiment is noodzakelijk om ervoor te zorgen dat leerlingen het experiment niet zien als het volgen van een recept, maar als een middel om vragen te beantwoorden.

In een eerste fase zullen leerlingen tijdens het plannen van het experiment terugvallen op eigen ervaringen en dus op informatie die ze zintuiglijk bekomen. Laat de leerlingen vrij deze fase minstens één keer te doorlopen. Laat ze ervaren dat hun zintuigen zeer waardevolle informatie maar ook zeer vage, oppervlakkige, niet éénduidige informatie geven. Wanneer binnen eenzelfde klasgroep sommige leerlingen enkel zintuiglijke waarnemingen doen en anderen al tot metingen komen, wordt in de confrontatie van de resultaten vanzelf duidelijk wat het voordeel van een experiment is.

In een tweede fase moeten leerlingen komen tot het vertalen van de probleemstelling in meetbare grootheden.

Daarbij is het belangrijk dat eerst alle grootheden die een rol spelen, alle omgevingsfactoren in kaart gebracht worden. Leerlingen fixeren zich meestal enkel op wat ze vanuit hun persoonlijke leefwereld belangrijk vinden. Uit het onderwijs leergesprek dat aanleiding gaf tot de verschillende werkhypothesen werden door verschillende leerlingen verschillende grootheden aangebracht die een rol spelen in de gegeven probleemstelling. Binnen het experiment moeten al deze grootheden een plaats vinden. Sommige grootheden moeten in het experiment constant gehouden worden. Andere grootheden gaan we controleren, meten. Leerlingen moeten op voorhand proberen in te schatten hoe groot het meetresultaat zal zijn zodat ze geschikte meetapparaten selecteren.

Als hulpmiddel bij de planning kan je leerlingen een structuur aanreiken:

Werkhypothese	Wat is de vraag?
Beschrijving en schets van het experiment	Wat is een experiment dat een antwoord kan geven op die vraag?
Materiaal-lijst	Welk materiaal is daarvoor nodig?
Te volgen werkwijze	Hoe gaan we precies te werk?

Door planning en realisatie duidelijk van elkaar te onderscheiden dwing je leerlingen eerst te denken en dan pas te doen. De resultaten van het experiment zijn dan duidelijker en klaarder.

Tijdens de realisatie van het experiment hebben leerlingen moeite om de resultaten van hun waarnemingen en metingen op te schrijven en te verwoorden. Vaak zien ze er het nut niet van in, vinden ze het uitvoeren van het experiment leuker en nemen ze of krijgen ze er zeker tijdens het experiment de tijd niet voor. Het is belangrijk daar voldoende aandacht aan te geven.

Leraar

Leerlingen moeten dit plannen leren. Als leraar moet je dit leerproces stimuleren. Dat kan door vragen te stellen zoals:

- *Welke factoren hebben invloed op het probleem?*
- *Welke factoren hebben er een grote invloed, welke een kleine?*
- *Kunnen we sommige factoren als constant veronderstellen?*
- *Hoe gaan we factoren controleren?*
- *Met welke grootheden komen die factoren overeen?*
- *Hoe groot verwacht je dat deze grootheden zullen zijn?*
- *Met welk meetinstrument kan je die grootte meten?*
- *Hoe ga je te werk gaan?*
- *Welk materiaal heb je allemaal nodig?*
- *Waarom lukt het niet?*
- *Wat is je besluit?*
- ...

Je bent met andere woorden de supporter aan de kant die de bal voortdurend terug naar de spelers werpt wanneer die om de één of de andere reden van het speelveld verdwijnt.

4. Terugkoppeling/ reflectie/ nabespreking: Selectie van de werkhypothese die bevestigd wordt door het experiment. Motivering van de keuze. Verwoording van wat onduidelijk is, van wat niet begrijpbaar is.

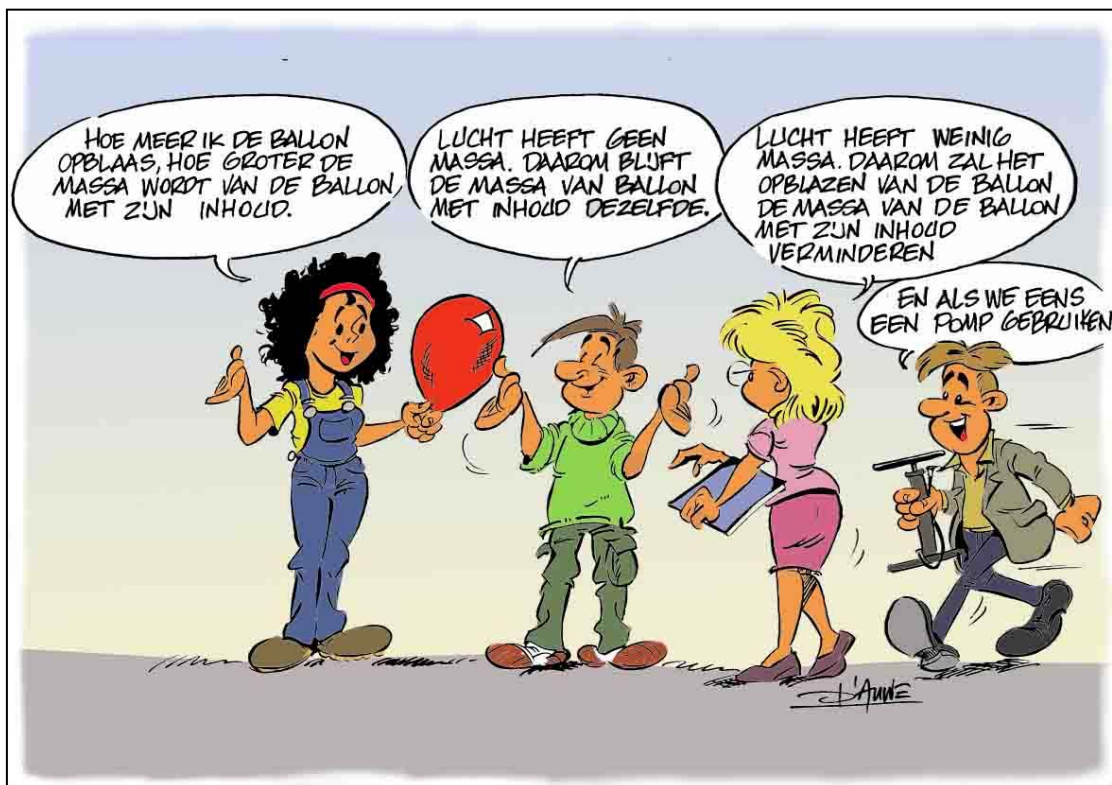
5. Wetenschappelijke visie: verklaring, verduidelijking, vastzetting

Op het moment dat het experiment een juiste werkhypothese heeft aangewezen zijn leerlingen maximaal intellectueel uitgedaagd. Hun eigen visie is in conflict met de uitkomst van het experiment. Leerlingen hebben op dat moment nog geen antwoord op het waarom van deze tegenstrijdige visie. Dit is een goed moment om de wetenschappelijke visie aan te reiken als antwoord op de waarom - vraag.

De wetenschappelijke verklaring moet daarbij gegeven worden vanuit de probleemstelling, niet vanuit de opbouw van het leerplan. Het leerplan is een zeer goede structuur die een samenhangend en voldoende volledig overzicht geeft van de fysische kennis binnen de secundaire school. Leerlingen denken echter niet binnen deze structuur. Leerlingen denken vanuit een concreet probleem en proberen met de kennis die ze bezitten dat probleem op te lossen.

De wetenschappelijke verklaring moet vertrekken van het concrete probleem, vanuit een conceptuele benadering en kan mogelijk uitvloeien in een formeel wiskundige formulering. De verklaring moet een verhaal zijn, dat eender wie op eender kan vatten. Het verhaal moet samenhangend zijn, alle vragen beantwoorden. De wetenschappelijke verklaring moet zeer aantrekkelijk gebracht worden opdat ze kans zou maken de eigen visie (die uit jarenlange ervaring groeide) te verdringen.

Voorbeeld 1 De zware ballon



Verklaring vanuit eigen ervaringen + werkhypotheses formuleren

- Leerlingen die het deeltjesmodel gebruiken, zien lucht als een verzameling van deeltjes. Vanuit de lessen chemie weten leerlingen dat deze deeltjes massa hebben en daarom neemt de massa van de ballon toe wanneer je er meer lucht inblaast.

- Lucht heeft een 'lichtheid'.
- Luchtbelletjes in water stijgen op.
- Door lucht in zwembandjes te blazen ga je drijven in het water, lijkt het alsof je minder weegt.
- In een ballon op de kermis wordt ook 'een gas' geblazen waardoor de ballon schijnbaar minder weegt. Veel kinderen denken dat dit gas lucht is. Lucht lijkt dan ook een 'negatief gewicht' te hebben.

- Lucht is zoiets als gedachten, eigenlijk is het niets
- In dagelijks taalgebruik zeggen we soms '*je bent lucht voor mij*', We bedoelen '*je betekent niets voor mij*'.
- Een zak lucht weegt schijnbaar niets
- Statische lucht in een gesloten ruimte nemen we zintuiglijk niet waar.
- Bewegende lucht zoals wind of tocht in de buurt van deuren en open ramen nemen we wel waar.

Andere mogelijkheden.....

1.1.c. Experimentele toetsing

Werkvorm: leerlingenexperiment:

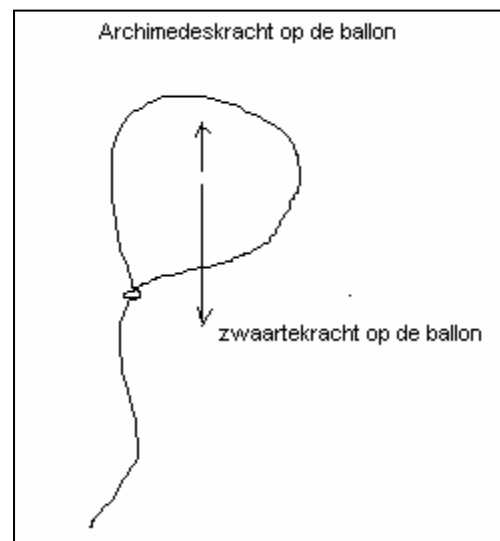
Werkhypothese	<p>Wat is de vraag? <i>Heeft lucht massa?</i></p>
Beschrijving en schets van het experiment	<p>Wat is een experiment dat een antwoord kan geven op die vraag? <i>We zouden de massa van een afgesloten hoeveelheid lucht kunnen bepalen door eerst de massa te bepalen van de ruimte zonder lucht en de massa van de ruimte met lucht. De massa van de lucht kunnen we bepalen met een balans. De balans moet voldoende nauwkeurig zijn want we vermoeden dat de massa van lucht niet zo groot is..</i></p>
Materiaallijst	<p>Welk materiaal is daarvoor nodig?</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Digitale balans of een Trébuchet balans</i> - <i>ballon</i>
Te volgen werkwijze	<p>Hoe gaan we precies te werk?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <ul style="list-style-type: none"> - <i>We leggen de lege ballon op de balans en bepalen de massa</i> - <i>We blazen lucht in de ballon en knopen hem dicht.</i> - <i>We leggen de opgeblazen ballon op de balans en bepalen de massa.</i> 2. <p><i>Omdat de massadichtheid van lucht klein is en een opgeblazen ballon bovendien onderhevig is aan de Archimedes kracht in lucht, is het massaverschil met een gewone digitale balans vaak niet duidelijk. Laat leerlingen daarom een balans van het Trebuchet type bouwen. Blaas twee ballonnen op. Kleef op één van de twee ballonnen een stukje kleefband. Aan elke arm wordt een opgeblazen ballon gehangen en de balans wordt in evenwicht gebracht door de ballonnen tov. het midden te verplaatsen. Prik voorzichtig een gaatje door de kleefband en het verschil in massa wordt zichtbaar naarmate de lucht ontsnapt.</i></p>

1.1.d. Terugkoppeling/ reflectie/ nabespreking: Selectie van de werkhypothese die bevestigd wordt door het experiment. Motivering van de keuze. Verwoording van wat onduidelijk is, van wat niet begrijpbaar is.

Het verschil in massa tussen de lege en de gevulde ballon is klein. Vaak zeggen leerlingen dan dat er geen verschil is. Laat het experiment daarom door verschillende groepen uitvoeren. Wanneer het massaverschil zich herhaalt, wordt het makkelijker om leerlingen ervan te overtuigen dat lucht wel degelijk massa heeft. Leerlingen die het deeltjesmodel kennen kan je helpen om de link naar de lessen chemie te leggen. Binnen de lessen chemie van de tweede graad leerden ze dat atomen massa bezitten.

1.1.e. Wetenschappelijke visie: verklaring, verduidelijking, vastzetting

- De lege ballon bezit een zekere massa m_b . Wanneer je de ballon op de balans legt of aan de balans hangt, ondervindt hij een neerwaarts gerichte zwaartekracht $\vec{F}_z = m_b \cdot \vec{g}$. Daardoor drukt de ballon op of trekt de ballon aan zijn steun. Deze drukkracht/trekkkracht is het gewicht van de ballon.
- Blaas nu lucht in de ballon. Lucht bestaat uit een mengsel van deeltjes (O_2 , N_2 , CO_2 , ...). Koppel hier de kennis uit de chemieles aan vast. Uit de kennis van de tabel van Mendelejev weten leerlingen dat atomen massa bezitten. Al de luchtdeeltjes bezitten samen een massa m_l . De totale massa van de ballon neemt dus toe, waardoor de zwaartekracht van de aarde op de opgeblazen ballon ook toeneemt $\vec{F}_z = (m_b + m_l) \cdot \vec{g}$. De drukkracht of de trekkkracht van de ballon aan z'n steun en dus het gewicht nemen als gevolg daarvan ook toe.
- Door de ballon op te blazen neemt echter ook het volume van de ballon toe. Omdat de ballon ondergedompeld is in lucht ondervindt hij van de omgevingslucht een opwaartse stuwkracht, de Archimedeskracht $\vec{F}_A = \rho_{lucht} \cdot V_{ballon} \cdot \vec{g}$. De werkelijke gewichtstoename wordt dus een beetje gemaskeerd door de Archimedeskracht. 'Een beetje' omdat de Archimedeskracht op de ballon kleiner is dan de zwaartekracht op de ballon.
- De uitbreiding naar de Archimedeskracht kan je omzeilen door in plaats van met een ballon, met een vast volume te werken waar je eerst lucht uit wegzuigt en waar je vervolgens lucht inperst.



Voorbeeld 2 De ijsemmer



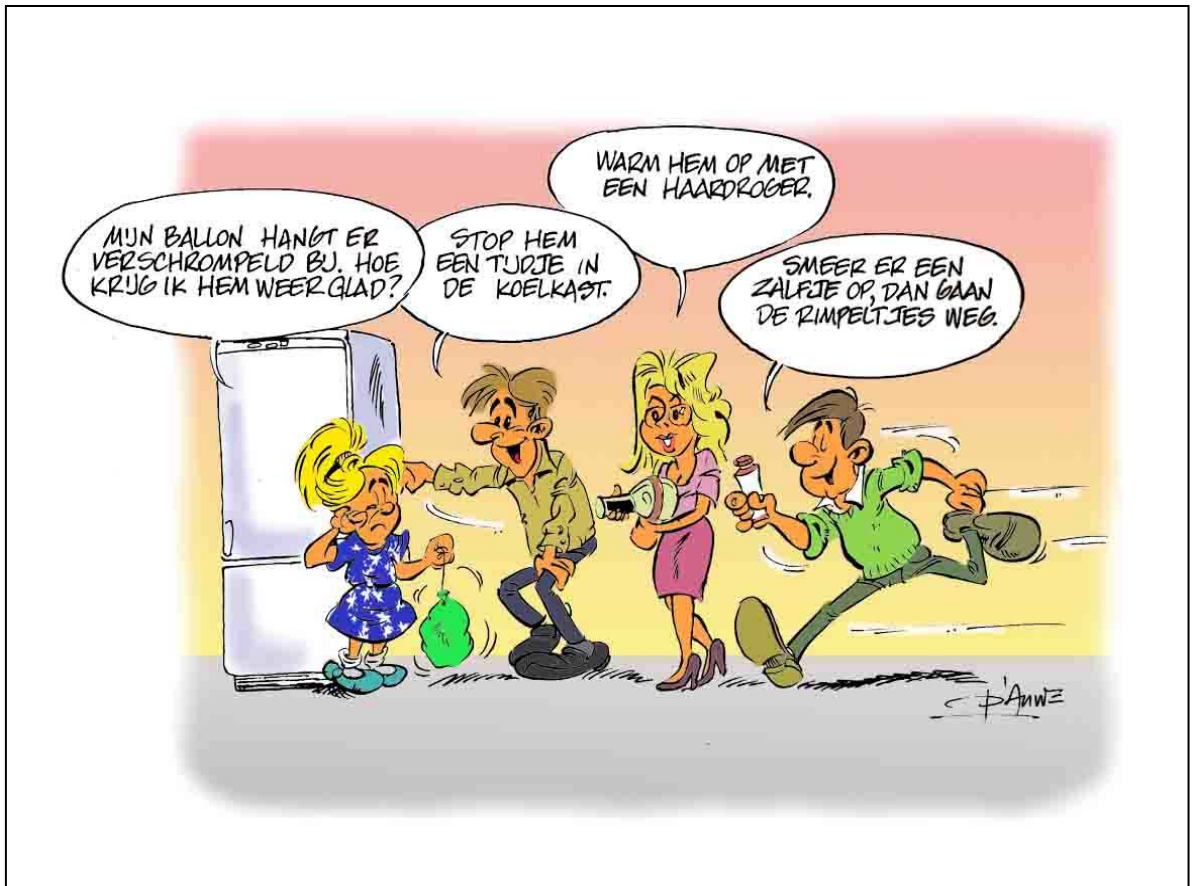
Voorbeeld 3 De lichte fles limonade



Voorbeeld 4 De sneeuwman



Voorbeeld 5 De ballon met rimpels



Voorbeeld 6: Een 'aangedampt' glas



Voorbeeld 7 De theepot



Werkblad

1 Opgave: proef, cartoon, opdracht...

2 Verklaring vanuit eigen ervaringen + werkhypotheses formuleren

3 Experimentele toetsing

Werkvorm: leerlingenexperiment:

Werkhypothese	Wat is de vraag?
Beschrijving en schets van het experiment	Wat is een experiment dat een antwoord kan geven op die vraag?
Materiaallijst	Welk materiaal is daarvoor nodig?
Te volgen werkwijze	Hoe gaan we precies te werk?

4 Terugkoppeling/ reflectie/ nabespreking: Selectie van de werkhypothese die bevestigd wordt door het experiment. Motivering van de keuze. Verwoording van wat onduidelijk is, van wat niet begrijpbaar is.

5 Wetenschappelijke visie: verklaring, verduidelijking, vastzetting.