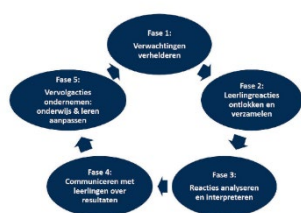


GASSEN EN DEELTJES

Vak
Natuurkunde
Leerjaar / sector
Onderbouw, vmbo/havo/vwo
Context
Leerlingen tekenen lucht in een erlenmeyer (figuur 1) en gaan vervolgens in discussie over deeltjesmodellen. Het gaat over de vragen 'wat is lucht?' en 'hoe merken we dat het bestaat ook al zien we lucht niet?'
Leerdoelen
<p><i>Leerdoelen lange termijn</i> Ik leer redeneren met simpele fysische modellen.</p> <p><i>Leerdoelen korte termijn</i> Ik leer een deeltjesmodel hanteren in de uitleg van simpele verschijnselen.</p> <p>Kenniselementen deeltjesmodel:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Een gas bestaat uit onzichtbare deeltjes. • De deeltjes zijn homogeen verdeeld over de ruimte. • Er is 'lege ruimte' tussen de deeltjes in een gas. • Gasdeeltjes bewegen voortdurend met grote snelheid ook als er geen kracht is van buiten. • De botsingen van rondvliegende gasdeeltjes met de wanden van een fles of een vat veroorzaken druk (ballon als voorbeeld). • Als er twee verschillende gassen zijn en die samen een derde gas vormen, dan stellen we ons voor dat de verschillende gasdeeltjes kunnen combineren tot een nieuw gasdeeltje. <p>Vaardigheden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • redeneren met deeltjesmodellen; • gebruik van bekende verschijnselen om te kiezen tussen deeltjesmodellen.
Aantal lessen
1 les

Fase(n) van de FE-cyclus



Tijdens deze les gaat het vooral om de fasen 2 tot en met 4. Leerlingen maken tekeningen waaruit hun ideeën over lucht zichtbaar worden (fase 2), zodat de leraar die kan interpreteren met behulp van gegevens uit de literatuur (fase 3) en erop kan inspelen met gerichte feedback (fase 4). Fase 3 is op basis van internationale voorbeelden in deze lesuitwerking uitgebreid beschreven. In de lesbeschrijvingen wordt tussen haakjes steeds verwezen naar de betreffende fase in de FE-cyclus.

Uitvoering lesactiviteit

Materialen / hulpmiddelen

- pen en papier
- simulaties en eventueel enkele demonstraties

Vorbereiding

- De leraar heeft een simulatie klaargezet op de computer (PhET: <https://phet.colorado.edu/nl>) en heeft eventueel enkele simpele demonstraties over lucht achter de hand. Het boek van Liem (1987) bevat ruim 400 simpele demonstraties o.a. over lucht, meestal met voor leerlingen onverwachte uitkomsten. De demonstraties vereisen weinig spullen. Een demonstratie die wel extra voorbereiding vereist, is die met marshmallows onder een vacuüm stolp (Frederik et al., 2017, p190).

Lesopzet globaal

- De les start met een introductie over gassen.
- De leerlingen gaan aan de slag met de opdracht om individueel lucht te tekenen.
- Daarna kan de leraar op verschillende manieren verder gaan:
 - Alternatief 1: een onderwijsleergesprek met figuur 2 op de beamer waarin leerlingen gevraagd wordt om argumenten voor en tegen figuren A t/m H te geven.
 - Alternatief 2: leerlingen bespreken in twee of drietallen hun verschillende tekeningen (of de gestileerde weergave van typische leerlingtekeningen in figuur 2).

Lesopzet gedetailleerd

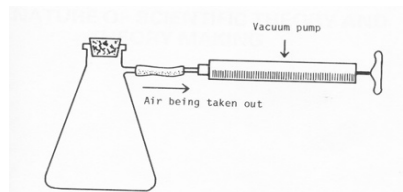
Na een korte introductie over gassen geeft de leraar de volgende opdracht die leerlingen individueel maken op papier (fase 2).

Opdracht 1: Stel dat je een fles hebt die gevuld is met lucht en dat je met een magische bril de lucht kan zien. Teken de lucht in de fles.

Nadat leerlingen dit hebben gedaan, geeft de leraar de tweede opdracht:

Opdracht: 2: Nu wordt met een pompje een deel van de lucht uit de fles gezogen (zie figuur 1). Daarna wordt de fles weer gesloten. Teken de lucht in de fles nadat er wat lucht uit de fles gezogen is.

Gedurende het tekenen loopt de leraar door de klas en vraagt leerlingen om een korte toelichting bij hun tekeningen: 'Wat heb je getekend?', 'Waarom zit de lucht alleen onderin?', etc. De leraar leert op die manier hoe leerlingen zich gasmoleculen voorstellen, haalt interpretaties en misconcepties op (fase 3). Leerlingen die klaar zijn met hun opdracht, bespreken intussen hun tekeningen met elkaar, waarbij ze hun ideeën bij het tekenen aan elkaar vertellen.



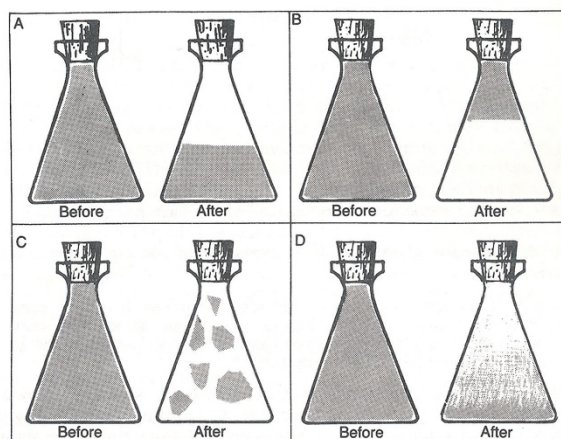
Figuur 1 Erlenmeyer met zuigslang.

Uitwerking en toelichting fase 3 (interpreteren van leerlinggegevens)

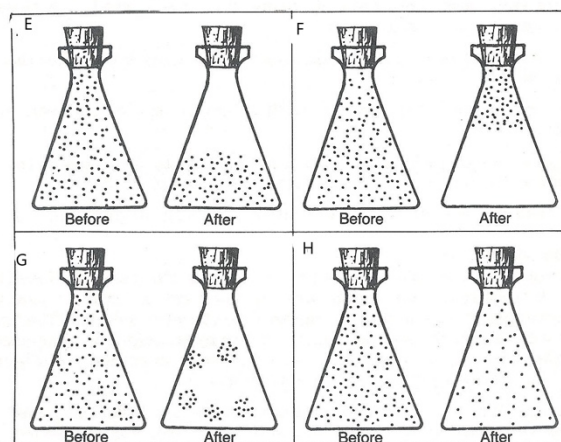
Figuur 2 geeft een samenvatting van typische leerlingantwoorden zoals die in diverse landen gegeven zijn door leerlingen in de leeftijd 13-15 jaar (Nussbaum, 1985). Bedenk dat de leerlingtekeningen in de klas minder mooi/duidelijk zullen zijn dan figuur 2.

Welke leerlingideeën vermoeden we bij de verschillende tekeningen? Eventuele deelvragen om als leraar over na te denken:

- Wat is het verschil tussen leerlingen A, B, C, D enerzijds en E, F, G, H anderzijds? [Continu model versus deeltjesmodel; Bij EFGH is er een kleinste eenheid.]
- Wat is het verschil tussen leerling A en B? En tussen leerling E en F? [Bij A wordt het bovenste deel van de lucht weggezogen, de rest blijft achter; Bij B gaat de rest van de lucht mee omhoog. Voor beide antwoorden zijn redelijke argumenten te geven.]
- Wat is een argument voor A? [Net als bij het drinken van water van een fles, de rest blijft op de bodem achter.]
- Wat is een argument voor B? [Maar lucht is heel licht, als je zuigt/pompt gaat alles mee naar boven.]
- Welke gedachte kan er zitten achter C of G? [De resterende lucht clustert, trekt elkaar aan en dan krijg je gebiedjes met lucht.]
- Een opmerking bij D: als de erlenmeyer zo hoog was als de aardatmosfeer, dan krijg je de situatie van D met grotere dichtheid vlakbij het aardoppervlak en afnemende dichtheid wanneer je hoger komt. Maar over afstanden van centimeters of decimeters is er geen verschil.



a. First page: a continuous representation of air structure



b. Second page: a particulate representation of air structure

Figuur 2. Typische leerlingtekeningen (Nussbaum, 1985).

Wat de meeste leerlingen niet door hebben is dat luchtmoleculen met grote snelheden (enkele honderden meters per seconde) kriskras door elkaar bewegen. Zodra er een 'gat' valt, wordt het opgevuld. Je kunt dit het beste laten zien door een simulatie, bijvoorbeeld van PhET.

Vervolg van de les

Er zijn verschillende manieren om verder te gaan.

Alternatief 1: een onderwijsleergesprek met figuur 2 op de beamer. De leraar vraagt leerlingen om argumenten voor en tegen de figuren A t/m H te geven. Bedenk dat voor elk van deze figuren best goede (logische) argumenten te geven zijn, maar vanuit de leerlingervaringen met lucht en gassen zijn er ook dingen tegenin te brengen.

Vervolgens kan de leraar vragen stellen, zoals:

- a) Is materie continu of bestaat materie uit deeltjes?
- b) Wat is er tussen de deeltjes?
- c) Zijn de deeltjes in een gas geordend, of is er sprake van een chaotische toestand?
- d) Hoe kun je de willekeurige beweging van gasdeeltjes weergeven?
- e) Hoe komt het dat deeltjes zich onmiddellijk verspreiden over lege ruimte?

Vervolgens kan de leraar een gasmodel visualiseren (PhET) en laten zien hoe je met het botsende deeltjes model allerlei eigenschappen van gassen kan verklaren.

Alternatief 2: Leerlingen bespreken in twee- of drietallen hun verschillende tekeningen (of de gestileerde weergave van typische leerlingtekeningen in figuur 2). De leraar laat ze argumenten voor en tegen de verschillende plaatjes bedenken en laat ze verschijnselen bedenken die hun eigen model steunen of juist niet (verzamelen van bewijsmateriaal). De leraar gaat rond, luistert, stelt extra vragen. Mocht een groepje leerlingen eenzelfde model uit figuur 2 hebben gekozen, dan kunnen ze argumenten formuleren waarom de andere plaatjes in figuur 2 fout zijn. Na tien tot vijftien minuten kan de leraar overgaan op een onderwijsleergesprek en de PhET-simulatie (zie boven).

Differentiatie en variatie

Zie boven voor de verschillende alternatieven.

Terugblik en tips van de ontwikkelaar

Reflectie op de aanpak

Als leraar moet je in deze les de balans vinden tussen gelegenheid geven aan allerlei individuele denkbeelden van leerlingen om boven water te komen en aan de andere kant alle leerlingen betrokken houden. Zorg dat er concrete taken of opgaven zijn voor leerlingen die klaar zijn met de discussie.

Tips voor gebruikers

Zorg voor extra vragen en opgaven voor groepjes die wat sneller de opdracht hebben afgerond. Maak eventueel een kort werkblad bij de PhET-simulatie, of kies wat vragen/opgaven uit de lesmethode.

Referenties

- Frederik, I. et al. (2017). *Showdefysica 2*. Meppel: NVON p. 190-191.
- Liem, T.L. (1987). *Invitations to Science Inquiry* (2nd edition). Chino Hills (California): Science Inquiry Enterprises.
- Nussbaum, J. (1985). The particulate nature of matter in the gaseous phase. In: R. Driver, E. Guesne, A. Tiberghien: *Children's Ideas in Science*. Open University Press, p. 124-144.
- Vollebregt, M. (1998). *A problem posing approach to teaching an initial particle model*. Proefschrift. Utrecht: CD-β Press.

Auteur(s)

Informatie over de auteur(s)

Ed van den Berg (1951) is leraar natuurkunde en vakdidactiek en is momenteel betrokken bij projecten van Universiteit Twente en SLO.