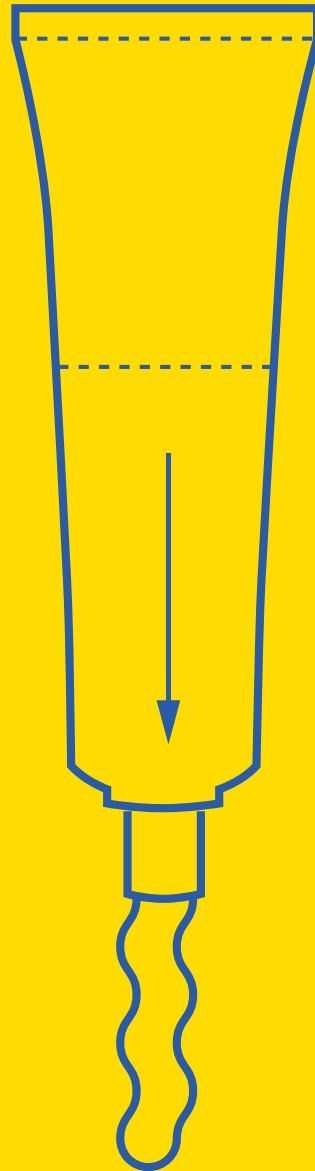


Leerkrachtenhandleiding lesmodule

Chemie

Maak een geurverspreider



MAAK
KUNDE



Colofon

Lesmodule Chemie

Leerkrachtenhandleiding groep 5-8

Versie 2019 - 1

© NEMO

Deze lesmodule Maakkunde van NEMO Science Museum is ontwikkeld door NEMO Science Learning Center, het expertisecentrum van NEMO op het gebied van leren over wetenschap en technologie.

Deze lesmethode heb je ontvangen na het volgen van een Maakkundetraining. Het is toegestaan om het materiaal of delen van het materiaal te kopiëren en te distribueren voor gebruik binnen de eigen school. Het is niet toegestaan om het materiaal te kopiëren en te distribueren voor gebruik door derden.

Fotografie: DigiDaan

Illustraties: Henk Stolker

Voor reacties of vragen:

info@maakkunde.nl

NEMO besteedt veel aandacht aan de betrouwbaarheid, juistheid en volledigheid van de informatie in deze lesmodule. Wij zijn niet aansprakelijk voor kennelijke (type)fouten.

NEMO

Postbus 421

1000 AK Amsterdam

www.maakkunde.nl

Inhoud

Lesmethode Maakkunde	3
Lesinstructie	5
Introductieles – Wat is techniek? 40 minuten	7
Lesoverzicht	7
Lesbeschrijving	8
Inleiding lesmodule Chemie	9
Les 1 – Wat is het probleem? 45 minuten	11
Lesoverzicht	11
Lesbeschrijving	12
1.1 Inleiding	12
1.2 Het probleem introduceren	12
1.3 Verkennen	13
1.4 Afronding	13
Les 2 – Geuren onderzoeken 1 uur	14
Lesoverzicht	14
Lesbeschrijving	15
2.1 Inleiding	15
2.2 Geurstoffen extraheren	15
2.3 Het verspreiden van geur	15
2.4 Materiaalonderzoek voor de verspreider	16
2.5 Afronding	16
Les 3 – Ontwerp en maak een geurverspreider 1 uur en 30 minuten	17
Lesoverzicht	17
Lesbeschrijving	18
3.1 Inleiding	18
3.2 Ontwerpen	18
3.3 Maken, testen en verbeteren	19
3.4 Afronding	19
Les 4 – Is het probleem opgelost? 45 minuten	20
Lesoverzicht	20
Lesbeschrijving	21
4.1 Inleiding	21
4.2 Presenteren	21
4.3 Afronding	21
Achtergrondinformatie lesmodule Chemie	23
Achtergrondinformatie Chemie	25
Ideeën van kinderen over chemie	26
Extra activiteiten	29
Lijst van lees- en prentenboeken	29
Informatieve boeken	29
Aanvullende activiteiten en excursies	29

Lesmethode Maakkunde

Over Maakkunde

Maakkunde is een hands-on lesmethode voor ontwerpen en onderzoeken. Deze lesmethode is geschikt voor groep 1 tot en met 8 van het basisonderwijs. Deze sluit aan bij de kerndoelen en kan goed worden gecombineerd met vakken als rekenen en taal.

Maakkunde richt zich op wetenschap en technologie en omvat een zeer breed scala aan wetenschappelijke fenomenen en technische principes. In de lesmodule staan uitdagingen centraal die dicht bij de belevingswereld van kinderen staan. De leerlingen ontwerpen een oplossing voor een probleem en testen en verbeteren het totdat het werkt.

Bij Maakkunde leren de leerlingen door te doen. Ze leren naast kennis over wetenschap en technologie ook 21e-eeuwse vaardigheden, zoals probleemoplossend vermogen, creativiteit en samenwerken. Zo ontwikkelen de leerlingen zelfvertrouwen en een positieve houding ten opzichte van wetenschap en technologie. De lesmethode is ontwikkeld met scholen en zeer uitgebreid getest.

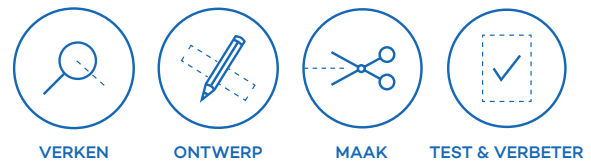
De didactiek

Ontwerpend leren wordt gecombineerd met onderzoekend leren. De leerlingen lossen een probleem op door een product te maken, waarbij ze gebruik maken van de ontwerpcyclus. De benodigde natuurwetenschappelijke kennis doen ze op door het doen van onderzoek. Deze kennis kunnen ze daarna toepassen in het maken van het ontwerp. Wat de leerlingen gaan maken ligt vast in de methode. Hoe de

leerlingen het product gaan maken wordt door hen zelf bepaald. Hierdoor ontstaat een grote diversiteit aan eindproducten. De oplossing is dus enigszins gekaderd. Binnen de gestelde kaders komen de oplossingen en ideeën van alle leerlingen goed tot hun recht.

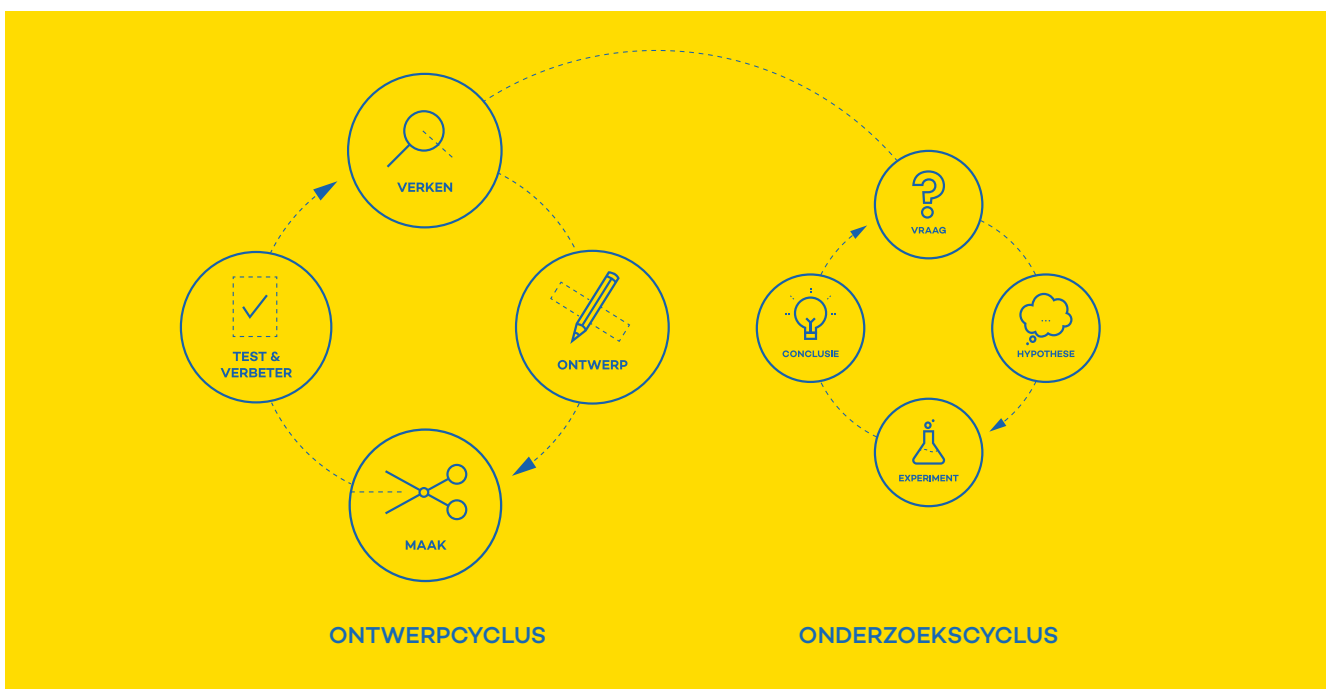
Gebruik Ontwerpcyclus

In de lesmethode wordt de ontwerpcyclus gebruikt. Iedere stap is uitgebeeld met een pictogram. Deze cyclus kan je geheel of in delen gebruiken om de les te ondersteunen. In de leerkrachtenhandleiding staat beschreven waar je je bevindt in de ontwerpcyclus.



Gebruik Onderzoekscyclus

De verkenstap van de ontwerpcyclus kan op verschillende manieren worden gedaan. In Maakkunde verken je onder andere door onderzoek te doen. Dit gebeurt in les 2. Hierbij maak je gebruik van de onderzoekscyclus. Elke stap is uitgebeeld met een pictogram. Deze cyclus kun je geheel of in delen gebruiken om de les te ondersteunen.



Organisatie van de lessen

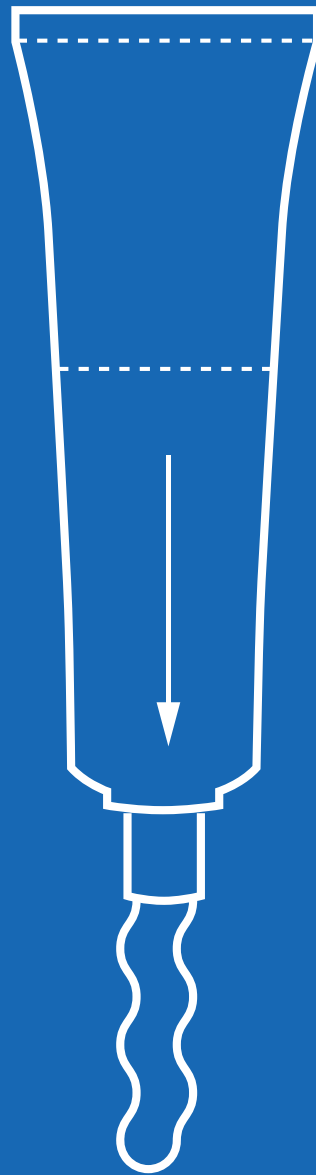
De lesmethode Maakkunde bestaat uit tien lesmodules, ieder met een aansprekend thema. Elke lesmodule bestaat uit vier lessen. Les 1 introduceert het probleem en geeft daarmee de basis voor de volgende lessen. Les 2 richt zich op de kennis die de leerlingen nodig hebben om het probleem op te lossen. In les 3 ontwerpen en maken de leerlingen hun oplossing. Ten slotte evalueren de leerlingen in les 4 hun product.

Elke lesmodule van Maakkunde begint met de optionele 'Introductieles – Wat is techniek?'. Deze les is bedoeld voor leerlingen die nog nooit hebben gewerkt met Maakkunde. Deze les introduceert de ontwerpcyclus en maakt aan leerlingen duidelijk dat alles om ons heen ontworpen is.

Leerkrachten ondersteuning

Elke les is beschreven in de lesinstructie van de leerkrachtenhandleiding. Deze handleiding bevat tips voor uitbreiding en differentiatie van de lessen, suggesties voor extra activiteiten, achtergrondinformatie en informatie over de ideeën van kinderen over het behandelde thema. Ook is er een benodigdhedenlijst. Online is aanvullend presentatiemateriaal te vinden, waaronder de afbeeldingen van de onderzoeks- en ontwerpcyclus en de bijbehorende losse pictogrammen.

Lesinstructie



Introductieles – Wat is techniek?

Lesoverzicht

De leerlingen onderzoeken theezakjes. Ze ontdekken dat alles is ontworpen voor een bepaalde functie.



Tijdsduur

40 minuten

Leerdoelen

De leerlingen:

- weten dat voorwerpen ontworpen zijn met het doel een bepaald probleem op te lossen of te voorzien in een specifieke behoefte;
- weten dat techniek overal om je heen in hele alledaagse voorwerpen te vinden is;
- maken kennis met de ontwerpcyclus.

Aansluiting bij taal

- De leerlingen formuleren en beargumenteren hun kennis over vorm en functie bij theezakjes.

Benodigheden voor 30 leerlingen

- Afbeelding van de ontwerpcyclus zichtbaar in de klas
- 1 pak post-its
- 5 grote vellen papier (bijv. A2)
- 5 sets van verschillende soorten theezakjes:
 - theezakje (eenkops) met (papier/plastic) zakje eromheen
 - theezakje (eenkops) zonder (papier/plastic) zakje eromheen
 - theezakje voor een hele pot thee
 - piramidevormig theezakje
 - theezakje dat er luxer uit ziet

Vorbereiding

- Verdeel de leerlingen in vijf groepjes.

Lesbeschrijving



Inleiding

Groepjes/klassikaal – 10 minuten

Vertel de leerlingen dat ze iets gaan leren over techniek.

Geef elke leerling een post-it. Laat de leerlingen bespreken waar ze allemaal aan denken bij de term 'techniek'. Elke leerling schrijft één gedachte over techniek op een post-it. Daarna plakken alle leerlingen de post-its op een groot vel en lichten ze hun keuze klassikaal toe.



Alledaagse techniek onderzoeken

Groepjes/klassikaal – 15 minuten

Onderzoek

Geef elk groepje een setje theezakjes en laat ze het materiaal, de vorm en functie van de theezakjes onderzoeken. Mogelijke vragen die je de leerlingen kunt stellen als je rondloopt:

- Waar is het theezakje van gemaakt?
- Waarom zitten er gaatjes in? Zijn de gaatjes groot? Waarom wel/niet?
- Waarom zien de theezakjes eruit zoals ze eruitzien?
- Waar is bij het maken rekening mee gehouden?
- Kan een theezakje er nog anders uitzien? Leg uit.

Bespreek

Vraag de leerlingen waarom het theezakje eruitziet zoals het eruitziet. Een theezakje is een alledaags voorwerp waarvoor geen ingewikkelde technologie nodig is geweest. Toch is hier heel goed over nagedacht. Laat hierbij het materiaal, de vorm en functie weer aan de orde komen:

- Welk probleem heeft het zakje opgelost? Losse blaadjes in je thee is onhandig. Je hebt dan een zeefje nodig om het er weer uit te krijgen. Dit is daarvoor een handige uitvinding.
- De thee zit vaak nog in een ander papieren zakje. Dit dient als bescherming. Ook kun je eraan zien welke smaak de thee heeft.
- Het zakje is niet met lijm dichtgemaakt. Waarschijnlijk omdat dat niet goed voor je is.
- Het zakje zit vast met kleine gaatjes in het papier. Op deze manier is het licht.
- Het papier is dun, dus goedkoper in materiaal- en vervoerskosten, maar niet zo dun dat het te snel scheurt.

- Het theezakje zelf is gemaakt van papier met hele kleine gaatjes, zodat de smaak en kleur erdoor kan, maar niet de theeblaadjes.
- Het theezakje zelf is groot genoeg dat er thee in kan voor één kopje thee en dat de blaadjes kunnen zwellen.

Concludeer

Over zoiets simpels als een theezakje is dus heel goed nagedacht. Alles is ontworpen voor een bepaalde functie. Bij het ontwerpen en bedenken is hier rekening mee gehouden. Ook bij het ontwikkelen van een theezakje is de ontwerpcyclus gebruikt.

Introduceer de ontwerpcyclus

Doorloop met de leerlingen de stappen: verken, ontwerp, maak, test & verbeter aan de hand van een fictief probleem.

Er is een rivier, er staan mensen aan de ene kant die naar de andere kant willen.

Verken

Bedenk wat je weet en wat je nog moet weten.

- Welke materialen heb je?
- Hoe zwaar zijn de mensen?
- Hoe ver is het naar de overkant?

Ontwerp

Bedenk mogelijke oplossingen en werk er eentje uit.

- Van welk materiaal wil je de brug maken?
- Hoe komt de brug eruit te zien?

Maak

Maak de brug.

Test & verbeter

Test de brug en verbeter hem.

Afronding

Klassikaal – 15 minuten

Kom terug op wat de leerlingen allemaal bedacht hebben bij de term 'techniek'. Denken de leerlingen nu anders over techniek? Techniek is alles dat door mensen is gemaakt; het lost een probleem op of vervult een behoefte. Als er een probleem opgelost moet worden kun je dat in een aantal stappen doen.

Inleiding lesmodule

Chemie

De leerlingen extraheren geurstoffen en ontwerpen en maken een geurverspreider om het gymlokaal minder te laten stinken.



Tijdsduur

4 uur

(les 1-4; exclusief uitbreiding)

In les 1 wordt het probleem geïntroduceerd. In les 2 extraheren de leerlingen geurstoffen. In les 3 lossen de leerlingen met behulp van de ontwerpcyclus het probleem op door een geurverspreider te ontwerpen en te maken. Ten slotte wordt in les 4 het proces geëvalueerd. In de lesbeschrijvingen staan opties tot uitbreiding en differentiatie.

Klassenmanagement en materiaal

In deze lessen doen we suggesties voor het verdelen van de leerlingen in kleine groepjes of tweetallen. De aantallen benodigde materialen zijn hierop gebaseerd. Het staat je vrij om andere organisatorische keuzes te maken bij het geven van de lessen. Let er dan wel op dat de benodigdheden moeten worden aangepast.

Alle benodigdheden staan in de benodigdhedenlijst. De materialen zijn gemakkelijk verkrijgbaar. Online is ook presentatiemateriaal te vinden.

De maakfase kan een behoorlijke uitdaging voor de leerlingen zijn. Het is aan te raden om van tevoren zelf een geurverspreider te maken, zodat je weet waar de leerlingen tegenaan kunnen lopen.

De ontwerp- en de onderzoekscyclus

Bij de activiteiten in het lesmateriaal staat aangegeven op welke stap in de ontwerpcyclus deze activiteit betrekking heeft.



VERKEN



ONTWERP



MAAK



TEST & VERBETER

Bij het onderzoek in les 2 wordt gebruik gemaakt van de pictogrammen van de onderzoekscyclus, die je terugvindt op de werkbladen.



VRAAG



HYPOTHESE



EXPERIMENT



CONCLUSIE

Kerdoelen

1, 2, 3, 5, 12, 41, 42, 44, 45, 55

Leerdoelen

De leerlingen:

- passen de ontwerpcyclus toe bij het maken van een geurverspreider;
- passen de onderzoekscyclus toe bij het extraheren van geurstoffen uit verse kruiden;
- kennen verschillende functies van geur;
- weten dat geurstoffen uit kruiden gehaald kunnen worden en dat dit proces extraheren heet;
- weten dat diffusie het verspreiden van een gas is;
- kennen de fases vast, vloeibaar en gas.

Aansluiting bij taal

De leerlingen:

- formuleren vragen;
- verwoorden hun eigen ervaringen;
- beargumenteren hun ontwerpkeuzes;
- presenteren hun product;
- omschrijven hun geur;
- gebruiken de volgende begrippen:

- geur
- geurstoffen
- reukorgaan
- functie
- bevruchting
- territorium
- extraheren
- moleculen
- anti
- gasvormig
- vast
- vloeibaar
- elixer
- diffusie
- verdampen
- oppervlakte
- verspreider
- verspreiden
- maskeren
- afgestreken
- kneuzen

Mogelijkheden tot uitbreiding/ differentiatie

Les 1

- De functie van ruiken onderzoeken, bij het proeven van voedsel.
- Behandelen van de bouw en werking van de neus.

Les 2

- Extra onderzoek bij extraheren: de invloed van temperatuur onderzoeken, onderzoeken of er geurstoffen in de takjes van kruiden zitten, olie als extractiemiddel gebruiken.
- Het filmpje *Extraheren. Wat gebeurt er bij koffie- en theezetten?* van Schooltv bekijken.
- Bedenken waarom een scheet stinkt.
- Bedenken waarom gym schoenen stinken.

Les 3

- Extra criteria opstellen voor de geurverspreider.

Les 4

- Het opnemen van een radioreclame.

Les 1 – Wat is het probleem?

Lesoverzicht

Het probleem wordt geïntroduceerd. De leerlingen activeren hun voorkennis door na te denken over de kennis die ze nodig denken te hebben om het probleem op te kunnen lossen.



Tijdsduur

45 minuten

Leerdoelen

De leerlingen:

- gebruiken de verkenstap van de ontwerpcyclus;
- kennen verschillende functies van geur.

Aansluiting bij taal

De leerlingen:

- formuleren vragen over de kennis die zij nodig denken te hebben;
- gebruiken de volgende begrippen: reukorgaan, territorium, geurstoffen, anti, elixer, functie, bevruchting, maskeren en verspreider.

Benodigheden voor 30 leerlingen

- Afbeelding van de ontwerpcyclus zichtbaar in de klas
- 15 x werkblad 1
- 15 x werkblad 2
- 5 sterk ruikende materialen/voorwerpen/ bloemen of planten, bijvoorbeeld koffiepoeder/ bonen, rozen, lavendel, kruiden (vers/gedroogd), toiletverfrisser, parfum, potpourri
- Presentatie lesmodule Chemie 5-8

Aandachtspunten

- Let op dat de leerlingen alleen ruiken aan de materialen/voorwerpen en niet proeven.
- Lijm, correctievloeistof en schoonmaakmiddelen hebben een sterke geur, echter laat de leerlingen niet aan deze stoffen ruiken. Het is ongezond om deze in te ademen.

Lesbeschrijving



1.1 Inleiding

Klassikaal – 20 minuten

Vertel de leerlingen dat ze de komende lessen veel gaan leren over geuren. Ze gaan een geur extraheren, dit is een chemisch proces waarbij de geurstoffen uit het materiaal worden gehaald. Ook ontwerpen en maken de leerlingen een verspreider voor de geur. In deze les passen de leerlingen de verkenstap van de ontwerpcyclus toe door het probleem binnen dit onderwerp te verkennen.

- Maak met de leerlingen een woordveld, met in het midden het woord 'geur'.
- Laat de leerlingen aan een aantal materialen/voorwerpen/bloemen of planten met een sterke geur ruiken. Welke geur ruikt lekker? Vindt iedereen dit een lekkere geur? Welke geur ruikt vies? Vindt iedereen dit?
- Waarmee ruik je? Met je neus, je neus is je reukorgaan. De geur komt je neus binnen tijdens het inademen, zenuwen in je neus geven aan je hersenen informatie over de geur door.
- Laat de leerlingen in tweetallen op werkblad 1 inventariseren welke materialen, voorwerpen, bloemen of planten ze kennen die een sterke geur hebben of afgeven. Laat hierna elk tweetal één materiaal of voorwerp noemen en vertellen of ze het lekker vinden ruiken.

Bespreek met de leerlingen de functie van geuren

- De meeste mensen voelen zich fijner en gelukkiger als het lekker ruikt, iets mag in ieder geval niet stinken. Wat doet de geur van vers brood met je? Waarom dragen veel mensen een parfum? Geuren zijn heel belangrijk voor mensen, het kan je stemming en emotie beïnvloeden.
- Waarom hebben veel bloemen een sterke geur? Om insecten, die nodig zijn voor de bevruchting, naar de bloem te lokken. Vaak vinden wij die geur ook lekker ruiken, denk maar aan rozen of lavendel. De reuzenaronskelk echter heeft de geur van rottend vlees, hierop komen aasvliegen af die de bloem kunnen bevruchten.
- Gebruiken dieren ook geuren? Veel dieren gebruiken geuren om aan te geven wat hun territorium is.
- Heeft geur nog een functie? Bijvoorbeeld de geur van bedorven boterhamworst? Iets wat bedorven ruikt kan een waarschuwing zijn om het niet te eten.

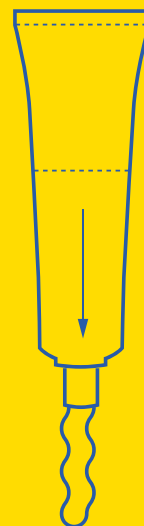
Concludeer

- De geur van bloemen heeft als functie het lokken van insecten voor de bevruchting.
- Dieren gebruiken geur onder andere om hun territorium af te bakenen.
- Geuren kunnen de stemming en emoties van mensen beïnvloeden.



1.2 Het probleem introduceren

Klassikaal – 5 minuten



Na gym stinkt het gymlokaal. Kunnen we deze geur maskeren? Kunnen de leerlingen een geurverspreider ontwerpen en maken waardoor je de stank in het gymlokaal niet meer ruikt?



1.3 Verkennen

Klassikaal/tweetallen – 15 minuten

Vraag de leerlingen welke geurverspreiders ze kennen. Bespreek deze, laat eventueel de illustraties in de presentatie zien. Mogelijke antwoorden: verstuiver van bijvoorbeeld parfum, oliestokjes, lavendel geurbuideltje, geurhanger voor in de auto, potpourri, etc.

Bedenk vragen

Het oplossen van een probleem begint met het stellen van vragen. Wat moeten de leerlingen weten om een geurverspreider te ontwerpen en te maken? In tweetallen kunnen de leerlingen hun vragen opschrijven op werkblad 2.

Bespreek de vragen klassikaal

Schrijf vervolgens alle vragen op het bord.

Vragen die besproken kunnen worden:

- Wat is een geur?
- Kun je een geur ook zien?
- Hoe komt het dat iets ruikt/zijn geur afgeeft?
- Hoe kom je aan geurstoffen?
- Hoe maak je een verspreider?

Aandachtspunten

- Als de leerlingen alleen vragen stellen over de materialen en/of de criteria, moedig ze dan aan om over natuurkundige kwesties na te denken. Bijvoorbeeld: 'Hoe komt het dat je de geur van een kop koffie die op het bureau staat, na een tijdje ook aan de andere kant van de klas ruikt?'
- Het is belangrijk dat de gebruikte begrippen duidelijk zijn voor de leerlingen. Schrijf begrippen en alle andere woorden die uitleg behoeven ergens duidelijk zichtbaar op. Vul deze lijst aan tijdens de lessen.

Opties tot uitbreiding

- Laat de leerlingen onderzoeken wat de functie van ruiken/de neus is bij het proeven van voedsel. Doe dit door de leerlingen iets te laten proeven, eerst met de neus dicht en daarna met de neus open. Is er verschil? Hoe komt dat?
- Ga in op de bouw en werking van de neus.



1.4 Afronding

Klassikaal – 5 minuten

Bespreek met de leerlingen de les na en doorloop de ontwerpcyclus. Geef aan met welk deel van de ontwerpcyclus de leerlingen deze les zijn bezig geweest. De volgende les gaan ze geuren uit kruiden halen.

Les 2 – Geuren onderzoeken

Lesoverzicht

De leerlingen extraheren geurstoffen uit verse kruiden, ze ontdekken dat geurstoffen kunnen oplossen in olie en/of water.



Tijdsduur

1 uur

Leerdoelen

De leerlingen:

- passen de onderzoekscyclus toe bij het extraheren van geurstoffen uit verse kruiden;
- weten dat diffusie het verspreiden van een gas is;
- weten dat je geurstoffen uit verse kruiden kunt halen en dat dit extraheren wordt genoemd;
- kennen de fases vast, vloeibaar en gas.

Aansluiting bij taal

De leerlingen:

- verwoorden de eigen ervaringen die ze opdoen tijdens de experimenten;
- kennen en gebruiken de begrippen extraheren, verspreiden, afgestreken, kneuzen, moleculen, gasvormig, vast, vloeibaar, diffusie, verdampen en oppervlakte.

Benodigheden voor 30 leerlingen

- Afbeelding van de onderzoekscyclus zichtbaar in de klas
- 5 x werkblad 3
- 5 sets van verse kruiden, per set 2 takjes van bijvoorbeeld tijm, munt, basilicum, oregano of lavendel
- 5 vuurvaste bakjes
- 5 theelichten met waxinelichtje
- Aansteker
- 5 eetlepels
- 5 sponzen
- 10 kartonnen bekertjes
- 10 wattenballen
- 10 satéprikkers
- 1 pot vaseline
- Water
- Parfum of luchtverfrisser in een spuitbus of verstuiver
- 1 rol keukenpapier
- Afwasmiddel
- Optioneel: 5 warmhoudplaatjes

- Optioneel voor uitbreiding: olijfolie of zonnebloemolie

Vorbereiding

- Lees de achtergrondinformatie over chemie.
- In les 3 gaan de leerlingen in tweetallen een geurverspreider ontwerpen en maken. De leerlingen mogen hiervoor materiaal van huis meenemen. Bespreek dit alvast met de leerlingen.
- Voor activiteit 2.2 hebben de leerlingen een beetje water nodig, je kunt de groepjes dit zelf laten pakken of zet alvast op elke groepstafel een beker water klaar.

Aandachtspunten

- In deze les verwarmen de leerlingen water en vaseline in een vuurvast bakje op een theelicht. Zowel het bakje, het water, de vaseline als het theelicht worden heet. Ook is er vuur van het waxinelichtje. Spreek met de leerlingen af wat ze zelf mogen doen en wat jij als leerkracht doet. Waarschuw de leerlingen voor het vuur en de hitte.
- Gebruik eventueel warmhoudplaatjes in plaats van theelichten.
- (Vrijwel) gesloten theelichten zijn veiliger in verband met open vuur.

Tip!

De vuurvaste bakjes en lepels gebruiken de leerlingen in les 3 nogmaals. Verwijder de vaseline met keukenpapier van de lepel, maak de lepel daarna schoon met warm water en afwasmiddel.

Lesbeschrijving



2.1 Inleiding

Klassikaal – 5 minuten

Vertel de leerlingen dat ze in deze les verschillende onderzoeken gaan doen. Dit is onderdeel van de verkenstap van de ontwerpcyclus. Leg met behulp van de afbeelding van de onderzoekscyclus de verschillende stappen hiervan uit. De leerlingen passen de kennis die ze in deze les opdoen toe in les 3 bij het maken van het ontwerp. In deze les extraheren de leerlingen geurstoffen uit kruiden.



2.2 Geurstoffen extraheren

Klassikaal/groepjes – 30 minuten

De leerlingen doen een experiment waarbij ze geurstoffen uit verse kruiden halen en overbrengen op water en vaseline. Laat de leerlingen in groepjes het onderzoek van werkblad 3 uitvoeren. Elk groepje doet het experiment met één soort kruid. Vertel indien nodig wat 'afgestreken' betekent. Maak met de leerlingen afspraken over de veiligheid in verband met de hitte en het theelichtje.

Tips!

- Laat de leerlingen de blaadjes kneuzen (verfrommelen) voordat ze deze in het water of vaseline leggen.
- In plaats van verse kruiden kun je ook de schil van citrusvruchten, zoals limoen, citroen of sinaasappel gebruiken.

Bespreek het experiment, benoem onderstaande punten:

- Wat gebeurt er als het kruid in water of vaseline ligt en wordt verwarmd? Geurstoffen van het kruid lossen op in het water of de vaseline.
- Ruikt het water naar het kruid?
- En de vaseline?

Concludeer

Geurstoffen uit kruiden kunnen oplossen in olie en/of water. Dit proces heet extraheren.

Opties voor differentiatie

- Laat de leerlingen de invloed van temperatuur onderzoeken op de extractie van geuren uit kruiden. Kunnen geurstoffen ook oplossen in koud water?
- Laat de leerlingen onderzoeken of er ook geurstoffen in de takjes van de kruiden zitten.

Opties tot uitbreiding

- Bekijk het filmpje *Extraheren. Wat gebeurt er bij koffie- en theezetten?* van Schooltv.
- Laat de leerlingen onderzoeken of de geurstoffen ook oplossen in olijfolie of zonnebloemolie.



2.3 Het verspreiden van geur

Klassikaal – 5 minuten

De leerlingen hebben zojuist geurstoffen geëxtraheerd uit kruiden. Wat is geur eigenlijk? Hoe komt het dat je iets ruikt? Laat de leerlingen antwoorden. Als je iets ruikt, betekent dat dat er moleculen van datgene dat je ruikt zijn waargenomen door je neus. De geur is via je adem, en dus de lucht, bij jou gekomen. De moleculen die je ruikt zijn meestal in gasvormige fase.

Een stof kan vast, vloeibaar of gasvormig zijn. Water is de enige stof waarbij je de drie fases in het dagelijks leven tegen kunt komen. De gasvormige fase van water is waterdamp. De vaste fase van water is ijs. En de vloeibare fase van water is dat wat wij meestal water noemen.

Spuit met parfum of luchtverfrisser op een plek in de klas. Vraag aan de leerlingen om hun vinger in de lucht te steken zodra ze de geur ruiken. De leerlingen die vlakbij zitten zullen het eerder ruiken dan leerlingen die verder van het startpunt van de geur vandaan zitten. De geur verspreidt zich, dit proces heet diffusie. Een scheet verspreidt zich bijvoorbeeld ook. De beweging van de lucht in de klas, bijvoorbeeld tocht en temperatuur, hebben invloed op diffusie.

Concludeer

- Als je iets ruikt worden er moleculen van datgene dat je ruikt waargenomen door je neus.
- Een geur verspreidt zich door de ruimte, dat proces heet diffusie.
- Een stof kan in drie fases voorkomen: vast, vloeibaar en gas.



2.4 Materiaalonderzoek voor de verspreider

Klassikaal/tweetallen – 15 minuten

Jullie hebben nu water en/of vaseline, ruikend naar een kruid. Dit zit in een beker, de geur komt er een beetje uit. Dat komt omdat de opening van de beker klein is en er dus niet veel van het geurwater of geurvaseline kan verdampen.

Laat de groepjes vervolgens werkblad 4 voor zich nemen en van verschillende materialen de verspreiding van geur onderzoeken.

Bespreek de ervaringen van de leerlingen. Welk materiaal vinden ze geschikt voor het maken van de geurverspreider?

Concludeer

Door het geurwater of de geurvaseline aan te brengen op iets met een groter oppervlakte (bijvoorbeeld een spons) kan er meer verdampen en verspreidt de geur zich meer.



2.5 Afronding

Klassikaal – 5 minuten

Herhaal de uitkomsten van de experimenten.

- Geurstoffen uit kruiden kun je aan water en vaseline geven. Dit heet extraheren, je haalt de geurstoffen uit het kruid en brengt deze over naar het water of de vaseline.
- Als je iets ruikt worden er moleculen van datgene dat je ruikt waargenomen door je neus.
- Geur verspreidt zich, dat heet diffusie.
- Door het geurwater of de geurvaseline aan te brengen op iets met een groter oppervlakte (bijvoorbeeld een spons) kan er meer verdampen en verspreidt de geur zich meer.

In de volgende les gaan de leerlingen verder met de ontwerpcyclus en ontwerpen en maken ze een geurverspreider. Laat de materialen zien die de leerlingen kunnen gebruiken. Als de leerlingen andere materialen willen gebruiken, mogen ze deze zelf van thuis meenemen. De geurvaseline en het geurwater dat ze in deze les hebben gemaakt, hebben ze de volgende les niet nodig.

Aandachtspunten

- Als de leerlingen een verstuiver willen gebruiken moeten ze deze zelf meenemen. Let wel: een verstuiver werkt alleen als je op het knopje duwt en er parfum/luchtverfrisser uitkomt, zodra het parfum/luchtverfrisser is verdampt, is de geur ook weg.
- Het sap van vruchten bederft snel, ook de geur verandert dan.

Opties voor uitbreiding

- Laat de leerlingen bedenken waarom een scheet stinkt. Of dit zelf opzoeken. Bekijk samen het filmpje *Wat is een scheet?* van Schooltv. Scheten bestaan uit lucht en gassen, afkomstig van bacteriën in je darmen. De onaangename geur komt van zwavel(verbindingen) in de scheet.
- Laat de leerlingen uitzoeken waarom gymschoenen stinken. Je voeten zitten tijdens gym afgesloten in een schoen, het zweet kan er niet goed uit. Bacteriën groeien snel en vermeerderen zich snel in een vochtige en warme omgeving, zoals je gymschoen. Bacteriën zetten het zweet om in stinkende stoffen.

Les 3 – Ontwerp en maak een geurverspreider

Lesoverzicht

De leerlingen ontwerpen en maken een geurverspreider, waarbij ze de stappen doorlopen van de ontwerpcyclus. Ze gebruiken de kennis die ze in les 2 hebben opgedaan.



Tijdsduur

1 uur en 30 minuten

Leerdoelen

- De leerlingen passen de ontwerpcyclus toe bij het ontwerpen en maken van een geurverspreider.

Aansluiting bij taal

- De leerlingen beargumenteren de keuzes voor hun ontwerp met de begrippen die ze geleerd hebben in les 1 en 2.

Benodigheden voor 30 leerlingen

- Afbeelding van de ontwerpcyclus zichtbaar in de klas
- Presentatie lesmodule Chemie 5-8
- Materiaal om geurstoffen uit te extraheren, bijvoorbeeld verse kruiden, verse bloemen, schil van citrusvruchten zoals mandarijn, sinaasappel, limoen
- Aansteker
- Nietmachine
- 15 vuurvaste bakjes
- 5 theelichten met waxinelichtje
- 15 theelepels
- 50 satéprikkers
- 50 ijslollystokjes
- 20 takjes (droog en onbewerkt)
- 1 zak wattenbollen
- 10 stukjes stof
- 10 sponzen
- 10 vel A4 papier
- 10 vel karton
- 30 kartonnen bekertjes
- 15 wasknijpers

- 1 bol touw
- 1 doosje paperclips
- 5 rollen plakband of schilderstape
- 1 pot vaseline
- Water
- 1 rol keukenpapier
- Afwasmiddel

Aandachtspunten

- In deze les verwarmen de leerlingen water en vaseline in een vuurvast bakje op een theelicht. Zowel het bakje, het water, de vaseline als het theelicht worden heet. Ook is er vuur van het waxinelichtje. Spreek met de leerlingen af wat ze zelf mogen doen en wat jij als leerkracht doet. Waarschuw de leerlingen voor het vuur en de hitte.
- Geef les 4 niet te lang na les 3, maar doe dit bijvoorbeeld nog in dezelfde week. De geuren veranderen namelijk gedurende de tijd en kunnen bederven.

Tip!

De 'vette' bakjes en lepels kunnen het beste eerst met keukenpapier schoongeveegd worden en daarna worden gewassen met warm water en afwasmiddel.

Lesbeschrijving



3.1 Inleiding

Klassikaal – 5 minuten

In deze les gebruiken de leerlingen hun opgedane kennis bij het ontwerpen en maken van hun 'anti stank elixer' en geurverspreider. Vat met de leerlingen samen wat ze tot nu toe hebben geleerd.

- Geurstoffen uit kruiden kun je aan water en vaseline geven. Dit heet extraheren.
- Als je iets ruikt worden er moleculen van datgene dat je ruikt waargenomen door je neus.
- Geur verspreidt zich, dat heet diffusie.
- Door het geurwater of de geurvaseline aan te brengen op iets met een groter oppervlakte (bijvoorbeeld een spons) kan er meer verdampen en verspreidt de geur zich meer.

Welke stappen van de ontwerpcyclus hebben de leerlingen doorlopen? Bij welke stap zijn ze nu? Vertel de leerlingen dat ze nu in de ontwerp en maakfase van de ontwerpcyclus komen.

Bespreek met de leerlingen de criteria

Wanneer is het probleem opgelost? Benoem bijvoorbeeld de volgende criteria:

- Het anti stank elixer is een combinatie van meerdere geurstoffen.
- Het anti stank elixer kun je ruiken op een afstand van 1 meter.
- De verspreider moet kunnen staan of hangen in het gymlokaal.

Bespreek vervolgens hoe de geuren geëvalueerd gaan worden. Hoe denken de leerlingen hierover? Een paar belangrijke dingen om rekening mee te houden:

- Iedereen is het erover eens hoe de geuren geëvalueerd worden. Het is belangrijk dat de leerlingen hier zeggenschap in hebben, omdat het hun betrokkenheid vergroot.
- Het is belangrijk dat de leerlingen snappen dat ze van elkaar kunnen leren. En hoewel ze in tweetallen een geurverspreider maken, kunnen ze elkaar om advies vragen en naar elkaars werk kijken.

Maak met de leerlingen veiligheidsafspraken in verband met de hitte en open vuur.

Ontwerp

De tweetallen ontwerpen hun geurverspreider. Gebruik hiervoor werkblad 5.



3.2 Ontwerpen

Klassikaal/tweetallen – 20 minuten

Introduceer de materialen

- Vuurvast bakje
- Theelicht met waxinelichtje

Geur

- Verse kruiden
- Verse bloemen
- Schil van een citrusvrucht, zoals mandarijn, sinaasappel en limoen
- Door de leerlingen meegebrachte materialen
- Water
- Vaseline

Materiaal voor de verspreider

- Satéprikkers/ijslollystokjes/takjes
- Watten/stukjes stof/sponzen
- Papier/karton
- Kartonnen bekertjes
- Wasknijpers
- Touw/paperclips
- Plakband of schilderstape
- Nietmachine
- Door de leerlingen meegebrachte materialen

Opties voor differentiatie

Breid in overleg met de leerlingen de criteria uit:

- De geurverspreider moet op een hoogte van 1,50 meter staan of hangen en vanaf daar te ruiken zijn.



3.3 Maken, testen en verbeteren

Tweetallen – 1 uur

Maak

Elk tweetal maakt hun geurverspreider aan de hand van het ontwerp. Organiseer het gebruik van de theelichten onder de tweetallen. Vraag na ongeveer 15 minuten hoe het gaat.

- Werkt het idee dat jullie hebben bedacht?
- Hebben jullie tips of trucs die je met je klasgenoten wilt delen?

De leerlingen kunnen hun ideeën aan de rest van de klas voorleggen en adviezen en ideeën uitwisselen. Laat ze vervolgens verder werken aan hun geur en geurverspreider.

Test

Stimuleer de tweetallen hun geur en verspreider snel te testen. Ruikt de geur goed? Geuren kunnen elkaar maskeren, de ene geur overheerst de ander. Kan de verspreider staan of hangen?

Verbeter

Stimuleer de leerlingen hun geur en verspreider te blijven verbeteren.

3.4 Afronding

Klassikaal – 5 minuten

Bespreek de criteria en het maakproces dat de leerlingen hebben doorlopen.

- Welke oplossingen hebben de leerlingen gevonden om de problemen die ze tegen kwamen op te lossen?

Tips!

- Laat de leerlingen rondlopen om aan de geurverspreiders te ruiken. De geur is niet lang houdbaar.
- De volgende les presenteren de tweetallen hun geur en verspreider aan de klas. Ze kunnen alvast nadenken over een radioreclame voor hun geurverspreider.

Les 4 - Is het probleem opgelost?

Lesoverzicht

In deze les worden het proces en het product geëvalueerd. Is het probleem opgelost of voorziet het in een bepaalde behoefte? Hoe hebben de leerlingen de verworven kennis toegepast? Hoe is er met de ontwerpcyclus gewerkt? Dit is ook het moment waarop ze hun oplossing voor het probleem presenteren én het moment om trots te zijn op wat ze hebben geleerd en gemaakt.



Tijdsduur

45 minuten

Leerdoelen

De leerlingen:

- weten dat er verschillende manieren zijn om een probleem op te lossen;
- weten dat terugkijken en evalueren aan de hand van criteria belangrijke aspecten van de ontwerpcyclus zijn;
- presenteren hun geurverspreider en beargumenteren daarbij hun keuzes in het maakproces.

Aansluiting bij taal

De leerlingen:

- gebruiken de begrippen van les 1, 2 en 3 bij het verwoorden van de opgedane kennis;
- presenteren hun geurverspreider aan elkaar en beargumenteren daarbij hun keuzes in het maakproces;
- omschrijven hun geur.

Benodigheden voor 30 leerlingen

- Afbeelding van de ontwerpcyclus zichtbaar in de klas
- De door de leerlingen ontworpen en gemaakte geurverspreiders
- 15 x werkblad 6

Aandachtspunt

Geef deze les (deels) in het gymlokaal. Dan kunnen de leerlingen ruiken of het gymlokaal nog stinkt.

Lesbeschrijving



4.1 Inleiding

Klassikaal - 10 minuten

Elk tweetal heeft een geurverspreider ontworpen en gemaakt. In deze les bespreken de leerlingen de verschillende oplossingen en evalueren ze de producten. Geef de tweetallen ongeveer 7 minuten de tijd om een radioreclame te maken, deze kunnen ze noteren op werkblad 6. Stimuleer de leerlingen om hun geur te omschrijven in woorden.

4.2 Presenteren

Klassikaal/tweetallen – 30 minuten

Laat elk tweetal hun geurverspreider aan de rest van de klas presenteren; ook hun zelfbedachte radioreclame kunnen ze verwerken in hun presentatie.

Bespreek

- Welke problemen kwamen jullie tegen? En hoe hebben jullie deze opgelost?
- Is de geur een combinatie van meerdere geuren? Welke?
- Vraag de leerlingen de goede eigenschappen van elkaars ontwerpen te benoemen.

Laat de leerlingen de geleerde begrippen gebruiken bij het beantwoorden van de bovenstaande vragen.

Kom terug op het probleem

Na gym stinkt het gymlokaal. Kunnen we deze geur maskeren? Kunnen de leerlingen een geurverspreider ontwerpen en maken waardoor je de stank in het gymlokaal niet meer ruikt?

Bespreek

- Is het probleem opgelost?
- Stinkt het gymlokaal nog?

4.3 Afronding

Klassikaal – 5 minuten

Bespreek met de leerlingen wat ze hebben geleerd bij het maken van de geurverspreider.

Denk hierbij aan:

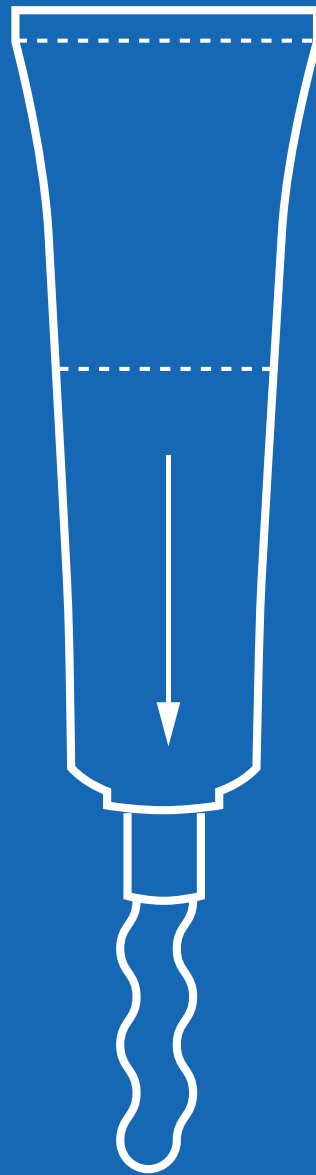
- chemische kennis over geuren;
- het werken met de onderzoeks- en ontwerpcyclus.

Opties voor uitbreiding

- Laat de leerlingen de radioreclame opnemen.
- Laat de leerlingen met een blinddoek om raden welke geuren zijn gebruikt.

Blank page with horizontal dashed lines for writing.

Achtergrond informatie



Achtergrondinformatie

Chemie

Belangrijke natuurkundige concepten en kennis

- Ruiken is het waarnemen van vluchtige moleculen.
- Extraheren is een scheidingsmethode.
- Een stof kan vast, vloeibaar of gasvormig zijn.
- Diffusie is het spontaan verspreiden van gassen door de lucht.

Geur

Als je iets ruikt betekent dat dat er vluchtige moleculen van datgene dat je ruikt zijn waargenomen door je neus. De geur komt je neus binnen tijdens het inademen, zenuwen in je neus geven aan je hersenen informatie over de geur door. De moleculen die je ruikt zijn meestal in gasvormige fase.

Ruiken

Je neus is je reukorgaan, daarmee neem je geuren waar. Moleculen komen via je adem je neus binnen en worden aan het neusslijmvlies gebonden. In het neusslijmvlies bevindt zich het olfactorische systeem, dit staat in contact met je hersenen en geeft informatie door.

Extraheren

Extraheren is een scheidingsmethode. Koffiezetten is een voorbeeld van extraheren. De kleur-, smaak en geurstoffen van het koffiepoeder lossen op in heet water, dat wordt koffie. In deze lesmodule wordt water, olie en vaseline als middel gebruikt. Het kan dat sommige geurstoffen wel in water oplossen en niet in olie/vaseline. Of omgekeerd.

Faseovergang

Een stof kan vast, vloeibaar of gasvormig zijn. Water is een van de weinige stoffen waarvan we in het dagelijks leven alle drie de fases tegenkomen. Bij water is de gasvormige fase damp, waterdamp. Waterdamp kun je niet zien. Zodra je het ziet, bijvoorbeeld mist of condens op een koud oppervlak, is het water in de vloeibare fase. De vaste fase van water is ijs.

Stoffen kunnen van fase veranderen.

- Van vast naar vloeistof heet smelten. Denk aan een ijsklontje dat smelt buiten de diepvries.
- Van vloeistof naar vast heet stollen. Denk aan het stollen van gesmolten boter als de pan afkoelt.

- Van gas naar vloeistof heet condenseren. Bijvoorbeeld condens op een koud raam.
- Van vloeistof naar gas heet verdampen. Een plas water in de zon verdampt.
- Van gas naar vast heet rijpen. Denk aan de rijp op gras na een koude nacht.
- Van vast naar gas heet vervluchtigen.

Een vluchtige stof is een stof die snel verdampt, bijvoorbeeld benzine.

Moleculen

Moleculen zijn kleine deeltjes waaruit een stof is opgebouwd. Een molecuul is het kleinste deeltje dat nog de eigenschappen van de stof heeft.

Diffusie

Diffusie is het spontaan verspreiden van gassen. Als je parfum op een zakdoek sprenkelt, zal je dat na een tijdje ook van een afstand ruiken. Bij het verspreiden van het parfum speelt de beweging van de lucht, bijvoorbeeld tocht, een rol, maar ook de temperatuur. Gasmoleculen bewegen altijd, hoe hoger de temperatuur hoe harder ze bewegen, op deze manier kunnen gassen zich door een ruimte verspreiden.

Smaak en reuk

Smaak en reuk zijn nauw verbonden. Als je met je neus dicht iets eet, proef je veel minder dan met je neus open. Reuk speelt een belangrijke rol bij het proeven.

Ideeën van kinderen over chemie

Kinderen hebben al verklaringen voor natuurwetenschappelijke fenomenen voordat zij er op school mee in aanraking komen. Deze ideeën en mentale modellen zijn ontwikkeld uit dagelijkse interacties en ervaringen met de wereld om hen heen en komen niet altijd overeen met onze huidige kennis van de natuurwetenschappen. Zo zijn er bijvoorbeeld kinderen die denken dat wind ontstaat doordat bomen met hun takken wapperen. Het zelf ervaren dat de eigen verklaring niet kan kloppen blijkt belangrijk bij het veranderen van deze ideeën, al duurt het veranderen soms een leven lang. In de lesmodules van Maakkunde is er rekening gehouden met het kunnen uiten van de eigen ideeën en het ervaren van de natuurwetenschappelijke fenomenen. De meest voorkomende ideeën over het onderwerp van deze lesmodule zijn hieronder in kaart gebracht.

Material

Kinderen kunnen het woord 'materiaal' puur in zijn alledaagse betekenis gebruiken, bakstenen bijvoorbeeld zijn bouw materiaal. Ook zijn kinderen van mening dat materiaal altijd vast is (1).

Faseovergangen

Uit onderzoek van Osborne en Cosgrove blijkt dat als kinderen bepaalde termen zoals 'verdamping', 'condensatie' en 'smelten' juist gebruiken, dit nog niet betekent dat hun begrip van deze termen is onderbouwd door een wetenschappelijk concept. Ze associëren dus het juiste woord met een bepaald fenomeen, maar begrijpen het bijbehorende concept niet (2).

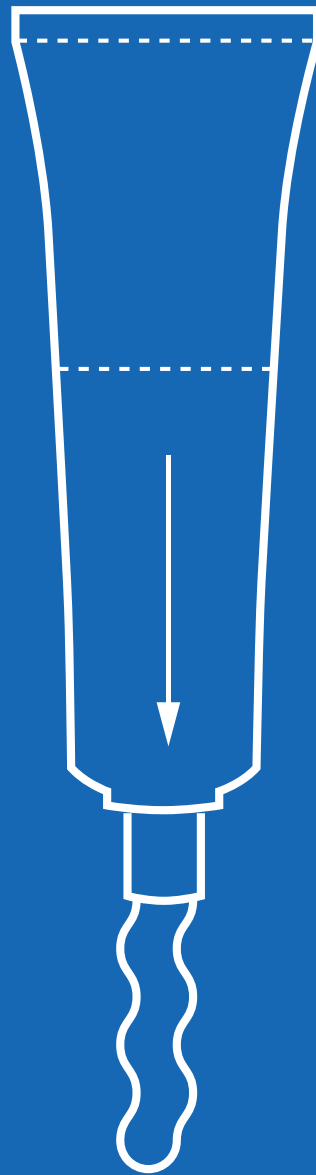
Kinderen hebben vaak (nog) geen duidelijk begrip van verdampen. Allen ontdekte dat kinderen het idee kunnen hebben dat water dat verdampt voor altijd weg is (1). Uit twee andere onderzoeken bleek dat kinderen het drogen van de was verklaren als een verplaatsing van vloeibaar water (3, 4).

Aangezien kinderen termen als 'damp' 'mist' 'gas' en 'lucht' door elkaar gebruiken is het belangrijk om te begrijpen wat kinderen bedoelen met deze termen (5, 6).

Kinderen in de leeftijd van 6 tot 12 jaar hebben veel moeite met de gasfase van stoffen. Gassen blijft een lastig concept aangezien het niet te zien, voelen of vast te houden is, dit in tegenstelling tot vaste stoffen en vloeistoffen (7).

- (1) Allen, M. (2010). *Misconceptions in Primary Science*. Maidenhead: Open University Press.
- (2) Osborne, R.J. and Cosgrove, M.M. (1983). Children's conceptions of the changes of state of water. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(9), 825-838
- (3) Bar, V. and Travis, A.S. (1991). Children's views concerning phase changes. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(4), 363-382
- (4) Russell, T. and Watt, D. (1990). *Evaporation and condensation*. Primary space project research report. Liverpool University Press.
- (5) Johnson, P. (1998). Children's understanding of changes of state involving the gas state, Part 1: Boiling water and the particle theory. *International Journal of Science Education*, 20(5), 567-583
- (6) Johnson, P. (1998). Children's understanding of changes of state involving the gas state, Part 2: Evaporation and condensation below boiling point. *International Journal of Science Education*, 20(6), 695-709
- (7) Boersma, K., Graft, van, M. en Knippels, M. (2009). *Concepten van kinderen over natuurwetenschappelijke thema's*. SLO.

Extra activiteiten



Extra activiteiten

Lijst van lees- en prentenboeken

Biskup, A., Martin, C., Schulz, B. (2015). Een veranderlijke wereld; scheikunde. Etten-Leur: Ars Scribendi Uitgeverij. ISBN 9789461753540

Törnqvist, M. (2015). Opmerkelijke uitvindingen. Amsterdam: Querido. ISBN 9789045118413

Velde, van der, R. (2012). Stijn, uitvinder. Amsterdam: Ploegsma. ISBN 9789021669953

Jongh, de, A. (2015). Nerd alert! Wielsbeke: De Eenhoorn.

Walliman, D. (2017). Het atomisch avontuur. Wielsbeke: De Eenhoorn. ISBN 9789462912779

Informatieve boeken

Arnold, N. (2001). Chemische chaos. Alkmaar: Kluitman. ISBN 9020605151

Arnold, N. (2003). Explosieve experimenten. Alkmaar: Kluitman. ISBN 9789020605211

Gunter, A. en Rhatigan, J. (2007). Verbluffende chemische experimenten voor kinderen. Aartselaar: Deltas. ISBN 9789044717303

Newmark, A. (2004). Scheikunde. Antwerpen: Standaard. ISBN 9045900793

Richards, J. (2002). Scheikunde & proefjes. Harmelen: Corona. ISBN 9054955503

Schoone, H. (2014). Scheikunde. Groningen: Noordhoff Uitgevers. ISBN 9789001828264

Verwij, A. (2015). Proefjesboek; leuke en spannende proefjes om zelf te doen. Amsterdam: Uitgeverij Nieuwezijds. ISBN 9789057124518

Winston, R. (2007). Experimenteren met chemie. Londen: Dorling Kindersley Limited. ISBN 9789020971347

Frith, A., Lacey M., Martin, J. en Melmoth, J. (2016). 100 waanzinnige weetjes over wetenschap. Aartselaar: Deltas. ISBN 9789044745375

Aanvullende activiteiten en excursies

- Excursie naar een kruidentuin, een chemisch bedrijf of het laboratorium in NEMO.
- Aansluiten bij thema's in de klas, zoals:
 - de lente
 - bouw van planten en bloemen
 - zintuigen
 - watercyclus en fases
- Nodig een professional uit de in de klas, bijvoorbeeld een chemicus, laborant, parfummaker, apotheker of geurspecialist.
- Op www.c3.nl staan veel chemische experimenten.

Blank page with horizontal dashed lines for writing.

Blank page with horizontal dashed lines for writing.

Blank page with horizontal dashed lines for writing.

