

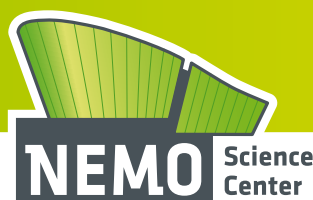
Proefjes

Lesmateriaal, groep 7-8 Leerkrachtenhandleiding

Dit lesmateriaal is voor gebruik
in de klas én in NEMO



Science Center NEMO
Oosterdok 2
1011 VX Amsterdam
020 531 31 18
www.e-nemo.nl
boekingsbureau@e-nemo.nl



Informatie bij dit lesmateriaal

NEMO en onderwijs

NEMO heeft een uitgebreid gratis educatief aanbod waarmee u uw bezoek aan NEMO kunt verdiepen. Al het aanbod sluit aan op de kerndoelen uit het curriculum van het primair onderwijs.

Lesmateriaal *Proefjes*

Voor u ligt het lesmateriaal *Proefjes* van Science Center NEMO. Dit lesmateriaal is geschikt voor groep 7 en 8. Na het uitvoeren van dit lesmateriaal kennen de leerlingen de stappen van onderzoek doen en hebben ze verschillende experimenten uitgevoerd.

Doelgroep	Groep 7 en 8
Lesdoelen	De leerlingen: • maken kennis met onderzoek doen; • ervaren hoe het is om in een laboratorium te werken; • leren conclusies trekken uit waarnemingen.
Kerndoelen	Kerndoel 42, leergebied Natuur en Techniek.
Inhoud	Het lesmateriaal bestaat uit 3 modules: • Een inleidende les in de klas over het doen van onderzoek in een laboratorium. • De workshop <i>Proefjes</i> die u voorafgaand aan uw bezoek gratis kunt boeken. • Een verdiepende les in de klas over onderzoek doen. Deze modules sluiten inhoudelijk op elkaar aan en vormen samen een logische lessenreeks. U kunt er ook voor kiezen om alleen de workshop in NEMO te doen.
Leerlingmateriaal	• Document <i>Werkbladen in de klas – Onderzoek in de klas (Versie A)</i>

Leerkrachtenhandleiding

In deze leerkrachtenhandleiding zijn per module instructies opgenomen die u helpen bij de voorbereiding en uitvoering. Ook wordt de opbouw van het lesmateriaal kort uitgelegd. Op de laatste pagina's vindt u aanvullende informatie met onder andere praktische informatie bij het bezoek aan NEMO.

Wij wensen u en uw leerlingen veel plezier met het materiaal.

Inhoud

Werken met het NEMO lesmateriaal - Het materiaal in één oogopslag 4

Werken met het NEMO lesmateriaal - Leerlijn *Onderzoekend Leren* 5

In NEMO

Workshop Proefjes 8

De leerlingen bezoeken NEMO's Laboratorium. Onder begeleiding van NEMO lab-begeleiders voeren de leerlingen in tweetallen zelfstandig een onderzoek uit. Door goed waar te nemen en logisch na te denken, leren ze een wetenschappelijk verschijnsel onderzoeken.

In de klas

Inleidende les *Onderzoek in een laboratorium* 10

Deze module vindt plaats op school. De leerlingen bekijken een filmpje over een wetenschapper die onderzoek doet in een laboratorium.

Verdiepende les *Onderzoek in de klas* 13

Een verdiepende les op school, waarbij de leerlingen een onderzoek opzetten en uitvoeren. Daarbij doorlopen ze de stappen van de onderzoekscyclus.

Bijlage - Werkbladen in de klas *Onderzoek in de klas* Versie B: Kant en klare werkbladen 25

Meer informatie - Praktische informatie over uw bezoek aan NEMO 38

Meer informatie - Plattegrond NEMO 40

Werken met het NEMO lesmateriaal

Het materiaal in één oogopslag

In de leerkrachtenhandleiding wordt waar nodig verwezen naar de leerlingwerkbladen.

Dit lesmateriaal bestaat uit twee documenten: een leerkrachtenhandleiding en werkbladen voor leerlingen.

Leerkrachtenhandleiding

In de klas

Inleidende les Onderzoek aan magneten

Lesbeschrijving

Uw leerlingen maken in deze les kennis met onderzoek doen en volgen niet als wetenschappers verschillende stappen om hun ideeën te testen. In onderstaande opdracht worden deze stappen doorlopen aan de hand van een onderzoek met magneten. Op het werkblad worden de stappen met pictogrammen aangegeven.

Opdracht 1 Verkennen – Op verkenning



In opdracht 1 doen de leerlingen de eerste stap uit de onderzoeksacyclus: verkenning. De leerlingen komen er in deze stap achter dat een magneet alleen metalen voorwerpen aantrekt en geen voorwerpen die gemaakt zijn van een ander materiaal. In de rest van het onderzoek gaan ze kijken naar magneten en metalen. In deze stap wordt de voorkennis van de leerlingen geactiveerd en komt u erachter wat de leerlingen al weten. Hier kunt u op inspelen.

Introduceer het onderwerp magneten door een brainstorm.
De centrale vragen:

- Welke magneten ken je? De leerlingen kennen vaak wel de koelkastmagneet, magneten voor op het bord en magneten in bordspelletjes voor onderweg.
- Waar worden ze voor gebruikt?
- Wat doet een magneet? De leerlingen weten meestal wel dat een magneet voorwerpen aan kan trekken.
- Trekt een magneet alle materialen aan? Dit kunt u op twee manieren aanpakken. Bij beide manieren vullen de leerlingen opdracht 1 op het werkblad *Magneten* in. De volgende materialen zijn nodig: kurk, kunststof dopje van een pen, potlood, stukje stof, haar elastiekje, spijker, paperclip.

1 Laat het de leerlingen zelf uitproberen. De leerlingen werken in groepjes.

2 Doe dit klassikaal.

• Conclusie: Een magneet trekt metalen voorwerpen aan, en geen voorwerpen van een ander materiaal.

→ In de klas > werkblad magneten > opdracht 1

Opdracht 2 Onderzoeksvraag – Wat ga je onderzoeken?



In deze stap bepaalt u samen met de leerlingen de onderzoeksvraag. Meestal begint een onderzoek met een vraag om de wereld om ons heen beter te begrijpen. Soms alleen om meer kennis te hebben of te begrijpen hoe iets werkt, soms om een probleem op te lossen. Onderzoeksvragen mogen niet te breed zijn en hebben bij voorkeur een gesloten vorm.

De onderzoeksvraag: Trekt een magneet alle metalen voorwerpen aan?

De leerlingen schrijven de vraag op het werkblad bij opdracht 2.

→ In de klas > werkblad magneten > opdracht 2



Hypothese – Wat denk jij?

In deze stap bepaalt u samen met de leerlingen wat jullie denken dat het antwoord op de onderzoeksvraag is. Het is niet goed of fout, het is wat je denkt.

Onderzoeken | Groep 5-6



Leerkrachtenhandleiding | versie 08-2013 15

Deze pictogrammen geven aan bij welke stap van onderzoeksacyclus de leerling is.

Leerlingmateriaal 'werkbladen in de klas'

Het leerlingmateriaal is bedoeld voor in de klas.

Werkblad

Magneten

Opdracht 1 Verkennen



Welke voorwerpen trekt een magneet aan?

Voorwerp	Aangetrokken door de magneet	
	Wel	Niet
kurk		
plastic dopje van een pen		
potlood		
stukje stof		
haar elastiekje		
spijker		
paperclip		

Trekt een magneet alle voorwerpen aan?

Opdracht 2 Wat ga je onderzoeken?





Wat denk jij?

Onderzoeken | Groep 5-6



Ga verder op de volgende pagina →

Leerlingen | In de klas | versie 08-2013 3

Werken met het NEMO lesmateriaal

Leerlijn *Onderzoekend leren*

In dit lesmateriaal maken we gebruik van de didactiek *Onderzoekend Leren*. NEMO onderscheidt zeven stappen in onderzoekend leren. In het lesmateriaal geven we elke stap weer met een pictogram. Voor de leerlingen gebruiken we andere termen dan voor de leerkracht. In onderstaande tabel staan alle stappen, met pictogram en uitleg.

Pictogram	Stappen van onderzoek	Term voor de leerling
	Verkennen • Verkennende activiteit over het onderwerp, bijvoorbeeld een brainstorm. • Activeert al bestaande kennis of introduceert nieuwe kennis bij leerling.	Op Verkenning
	Onderzoeksvraag • Vraag waarin geformuleerd wordt wat de leerling gaat onderzoeken. • Belangrijk is dat de onderzoeksvraag niet te breed of te smal gesteld wordt.	Wat ga je onderzoeken?
	Hypothese • Een mogelijk antwoord op de onderzoeksvraag. • Een hypothese is niet goed of fout. De hypothese geeft weer wat je denkt.	Wat denk jij?
	Experiment • Proefondervindelijk wordt een antwoord op de onderzoeksvraag gezocht. De hypothese wordt getest. • Het experiment is niet altijd een proef, het kan ook een theoretisch experiment zijn.	Aan de slag!
	Resultaten • De resultaten uit het experiment worden vastgelegd.	Wat gebeurt er?
	Conclusie • Er wordt antwoord gegeven op de onderzoeksvraag. • De resultaten zijn leidend bij het beantwoorden van de onderzoeksvraag.	Wat weet je nu?
	Verdieping • Hier kan verdere uitleg gegeven worden. • Suggesties voor verder onderzoek. • Discussie kan hier plaats vinden.	Meer weten!

In NEMO

Workshop *Proefjes*



Workshop *Proefjes* 8

Workshop *Proefjes*

Tijdens de workshop *Proefjes* kruipen de leerlingen in de huid van een wetenschapper. Ze worden door NEMO medewerkers welkom geheten in het Laboratorium. Daarna voeren de leerlingen met labjas aan en veiligheidsbril op een onderzoek uit. Hiermee beantwoorden ze een vraag over een wetenschappelijk verschijnsel.

Belangrijkste informatie op een rijtje

Locatie	In NEMO – Laboratorium
Tijdsduur	45 minuten
Lesdoelen	De leerlingen: • ervaren hoe het is om in een laboratorium te werken; • doen onderzoek aan de hand van de onderzoeksstappen.
Vorbereiding	Geen
Materialen	U hoeft niet voor materialen te zorgen. Alle benodigdheden liggen klaar in het Laboratorium.

Tip

De workshop is gratis! U dient een workshop in NEMO vooraf te boeken. Voor contactgegevens, zie het hoofdstuk *Praktische informatie voor uw bezoek aan NEMO*.

Proefjes



Inleidende les *Onderzoek in een laboratorium* 10

Verdiepende les *Onderzoek in de klas* 13

Inleidende les *Onderzoek in een laboratorium*

In deze inleidende les op school maken de leerlingen kennis met onderzoek doen en het laboratorium. De leerlingen bekijken een filmpje en denken na over verschillende vragen; Wat is een laboratorium? Hoe doe je onderzoek? En waarom doen wetenschappers eigenlijk onderzoek?

Belangrijkste informatie op een rijtje

Locatie	In de klas
Tijdsduur	45 minuten
Lesdoelen	De leerlingen: • maken kennis met de onderzoeksstappen; • leren wat een laboratorium is en wat je er kunt doen.
Vorbereiding	Neem het lesmateriaal door en zorg voor de juiste apparatuur om het filmpje klassikaal te kunnen bekijken.
Materialen	Film – <i>Onderzoek in een lab</i> . Deze kunt u vinden op www.e-nemo.nl .
Organisatie van de les	De les start met een klassikale introductie. Samen met de leerlingen geeft u antwoord op de vragen <i>Wat is een laboratorium</i> en <i>Hoe doe je onderzoek?</i> Daarna bekijken de leerlingen de film <i>Onderzoek in een lab</i> . De les wordt afgesloten met het bespreken van de onderzoeksstappen.

Lesbeschrijving

Inleiding **Wat is een laboratorium?**

In deze les maken de leerlingen kennis met onderzoek doen. Ze leren wat de onderzoeksstappen zijn en waarom sommige onderzoeken in een laboratorium gedaan worden. Laboratorium wordt vaak afgekort als 'lab'.

Vraag de leerlingen:

Wat is een laboratorium? Waarvoor wordt een laboratorium gebruikt?

Een laboratorium is een ruimte die speciaal is gebouwd om onderzoek te doen. Er zijn verschillende laboratoria die geschikt zijn voor verschillende onderzoeken. Voor sommige onderzoeken zijn speciale apparaten nodig of moet er heel schoon en veilig gewerkt kunnen worden. Een laboratorium is zo ingericht dat de wetenschappers de omstandigheden, bijvoorbeeld de ruimte licht, donker, warm of koud maken, kunnen aanpassen aan hun onderzoek.

Hoe zouden jullie zo'n onderzoek aanpakken? (Waar zou je beginnen? Welke stappen zou je doorlopen? Wat heb je nodig?)

Schrijf de antwoorden van de leerlingen op deze vragen op het bord. De antwoorden zijn niet goed of fout, het zijn ideeën van de leerlingen. Deze activiteit is bedoeld om hun voorkennis te activeren. Aan het einde van de les kunnen ze deze ideeën eventueel nog bij stellen of scherper stellen.

Verdieping **Film *Onderzoek in een lab***

Bekijk klassikaal de film *Onderzoek in een lab*. De onderzoeker vertelt aan de hand van een experiment over enzymen hoe je onderzoek doet in een laboratorium.

Bespreek de film met de leerlingen. Wat is ze opgevallen aan het laboratorium in de film? Is dit ongeveer wat ze hadden verwacht, naar aanleiding van het gesprek?

Afsluiting **De stappen van een onderzoek**

Vraag de leerlingen naar aanleiding van de film de onderzoeksstappen voor zichzelf op te schrijven. Bespreek de antwoorden van de leerlingen en schrijf daarna alle onderzoeksstappen op het bord. Vraag de leerlingen of ze kunnen bedenken waarom het belangrijk is om je aan deze onderzoeksstappen te houden. Zie voor extra informatie de *Leerlijn Onderzoekend Leren*.

• *Wat ga je onderzoeken? (Onderzoeksvraag)*

Een onderzoek begint altijd met een vraag. In de onderzoeksvraag wordt geformuleerd wat je gaat onderzoeken. Het is belangrijk dat een onderzoeksvraag niet te breed of te smal gesteld wordt.

- ***Wat denk jij? (Hypothese)***

Voor dat je begint met het experiment bedenk je eerst wat het antwoord op de onderzoeksvraag zou kunnen zijn. Dit is de hypothese, het is een veronderstelling, die je helpt de richting van het onderzoek te bepalen. Met het experiment ga je de hypothese toetsen.

- ***Aan de slag! (Experiment)***

Vervolgens bedenk je een experiment waarmee je de onderzoeksvraag kunt beantwoorden. Dit experiment voer je uit. Je test uit of de hypothese klopt.

- ***Wat gebeurt er? (Resultaten)***

Wat gebeurt er in het experiment? Wat zie, hoor, ruik, voel of proef je? Dit zijn je resultaten. De resultaten uit het experiment schrijf je op of teken je na, zodat je ze later kunt teruglezen.

- ***Wat weet je nu? (Conclusie)***

Aan de hand van de resultaten geef je een antwoord op de onderzoeksvraag. Klopt het antwoord met je hypothese?

Bespreek of deze stappen overeenkomen met wat de leerlingen aan het begin van de les dachten. Sluit de les af met de volgende vraag:

- ***Waarom doen wetenschappers eigenlijk onderzoek?***

Wetenschappers doen onderzoek om iets beter te begrijpen. Eigenlijk kan overal onderzoek naar gedaan worden; naar voorwerpen, naar dieren en verschijnselen zoals zwaartekracht. Onderzoek is belangrijk omdat we daarmee de wereld om ons heen beter leren begrijpen. En omdat we door onderzoek ontdekkingen doen, zoals nieuwe medicijnen voor ziekten.

Verdiepende les *Onderzoek in de klas*

Een laboratorium wordt gebruikt om onderzoek te doen. Sommige onderzoeken kun je ook thuis doen. In deze les bedenken de leerlingen zelf een experiment bij een gegeven onderzoeksvraag. Na het experimenteren presenteren de leerlingen hun bevindingen aan elkaar.

Belangrijkste informatie op een rijtje

Locatie	In de klas
Tijdsduur	60 minuten
Lesdoel	De leerlingen leren een experiment opzetten.
Voorbereiding	Verzamel de benodigde materialen en onderzoekswerkbladen uit <i>Werkbladen in de klas – Onderzoek in de klas</i> . (De leerlingen kiezen per tweetal/groepje een onderzoeksvraag. De benodigde materialen zijn hieronder per onderzoeksvraag vermeld.)
Materialen	• Per onderzoeksvraag: <i>Werkbladen in de klas – Onderzoek in de klas</i>. • Materialen per onderzoeksvraag (per tweetal):

Werkblad - *Heeft lucht gewicht?*

- rechte lat of liniaal van +/- 30 cm
- schaar
- touw
- plakband
- ballonnen

Werkblad - *Hoe kun je zware voorwerpen laten drijven?*

- emmer
- water
- speelgoedklei

Werkblad - *Hoe kun je een toon hoger of lager laten klinken?*

- plastic bakje
- elastiekjes
- prikpen

Werkblad - *Vallen voorwerpen met hetzelfde gewicht altijd even snel?*

- 1 vel A4 papier
- 2 vellen A4 papier op elkaar geplakt
- een boek van A4 formaat
- een prop van 1 vel A4 papier

Werkblad - *Is een lege fles echt leeg?*

- water of frisdrankflesje
- ballon
- prikpen

Organisatie van de les	Deze les begint met een klassikale inleiding waarin kort de verschillende stappen van onderzoek herhaald worden. Vervolgens kiezen de leerlingen per tweetal één onderzoeksvraag. Ze kunnen kiezen uit zes verschillende vragen. Aan het einde van de les presenteren ze hun bevindingen aan elkaar.
-------------------------------	--

Lesbeschrijving

Inleiding **Nabespreken workshop *Proefjes***

Bespreek de workshop in NEMO na. Leg hierbij de nadruk op de onderzoeksstappen. Kennen ze de stappen nog? De stappen zijn:

- Wat ga je onderzoeken? (Onderzoeksvraag)
- Wat denk jij? (Hypothese)
- Aan de slag! (Experiment)
- Wat gebeurt er? (Resultaten)
- Wat weet je nu? (Conclusie)

Aan de slag! **Onderzoek uitvoeren**

De leerlingen gaan aan de hand van een gegeven onderzoeksvraag zelf een onderzoek bedenken en uitvoeren. Verdeel de onderzoeksvragen over tweetallen of groepjes.

Er zijn vijf onderzoeksvragen:

- Heeft lucht gewicht?
- Hoe kun je zware voorwerpen laten drijven?
- Hoe kun je een toon hoger of lager laten klinken?
- Vallen voorwerpen met hetzelfde gewicht altijd even snel?
- Is een lege fles echt leeg?

Op elk werkblad (*Werkbladen in de klas – Onderzoek in de klas (Versie A)*) worden de onderzoeksvraag en suggesties voor materiaal dat de leerlingen bij het onderzoek kunnen gebruiken gegeven. Aan de hand van deze informatie bedenken de leerlingen zelf een experiment waarmee ze de onderzoeksvraag kunnen beantwoorden.

Op de volgende pagina's vindt u de antwoorden op de vragen, handreikingen bij de experimenten en extra uitleg over de onderwerpen.

Uitgebreide werkbladen

Voor leerlingen die het lastig vinden om zelf een experiment te bedenken zijn er ook uitgewerkte werkbladen met daarop het onderzoek stap voor stap uitgelegd. Deze vindt u in de bijlage in deze handleiding: *Werkbladen in de klas – Onderzoek in de klas (Versie B: Kant en klare werkbladen)*. De antwoorden hieronder zijn ook geschikt voor Versie B.

Afsluiting **Onderzoeken bespreken**

Bespreek de proeven na. Vraag per groepje wat ze hebben onderzocht en wat hun waarnemingen en conclusies waren. Laat een paar groepjes de onderzoeken aan de klas demonstreren. Indien meerdere tweetallen dezelfde onderzoeksvraag hebben gekozen, kunnen de resultaten vergeleken worden.

Antwoorden *Werkbladen in de klas* – *Onderzoek in de klas* (Versie A en B)

Werkblad **Heeft lucht gewicht?**

**Wat ga je onderzoeken?**

Heeft lucht gewicht?

**Wat denk jij?**

Hier vullen de leerlingen in wat zij denken.

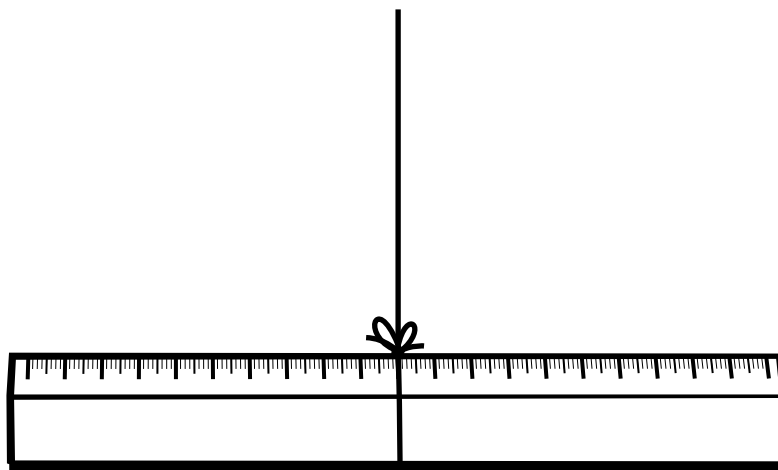
**Aan de slag!**

Materialen:

- rechte lat of liniaal van ± 30 cm lang
- touw
- 2 ballonnen
- plakband
- schaar

- 1 Knip een stuk touw van ongeveer 30 cm.
- 2 Maak het touw in het midden van de lat met een knoopje vast.
- 3 Houd de lat omhoog aan het touw. Hangt de lat recht?
Ja → plak het touw vast met plakband zodat het niet meer kan verschuiven.
Nee → verschuif het touw totdat de lat in balans is en plak het touwtje daarna met plakband vast zodat het niet meer kan verschuiven.

Je hebt nu een weegschaal gemaakt.



- 4 Plak aan beide uiteinden van de lat met plakband een lege ballon.
- 5 Houd de weegschaal aan het touwtje omhoog. Zijn de ballonnen even zwaar?
Teken en/of schrijf op wat je ziet.
- 6 Maak één van de ballonnen los, blaas deze op en plak hem weer op dezelfde plek vast.
- 7 Houd de weegschaal weer omhoog. Zijn de ballonnen even zwaar? Teken en/of schrijf op wat je ziet.

**Wat gebeurt er?**

Dit leerlingen schrijven of tekenen de resultaten van het experiment op. De antwoorden zijn afhankelijk van het onderzoek. Als de leerlingen bovenstaand experiment uitvoeren slaat de balans door in de richting van de opgeblazen ballon.

**Wat weet je nu?**

De balans slaat door in de richting van de opgeblazen ballon, dat betekent dat de opgeblazen ballon net iets zwaarder is dan de lege ballon. In de ballon zit lucht, dus het antwoord op de onderzoeksvraag is: ja, lucht heeft gewicht. Het verschil tussen de lege ballon en de volle ballon is de lucht in de volle ballon. Hieruit kun je concluderen dat lucht gewicht heeft.

**Meer weten!**

In een opgeblazen ballon zit lucht. Lucht is een gas. Gassen hebben net als vloeistoffen en vaste stoffen bepaalde eigenschappen, zoals geur en gewicht. Een gas weegt in vergelijking met een vloeistof maar heel weinig. Een liter water weegt ongeveer een kilo. Een liter lucht weegt ongeveer een gram.

Mogelijke valkuilen bij dit experiment:

- Leerlingen vergeten het touw vast te plakken aan de lat. Hierdoor kan het touw verschuiven over de lat, waardoor de weegschaal niet meer in balans is. De weging klopt dan niet meer.
- De leerlingen beginnen meteen met het wegen van een volle en een lege ballon en slaan het wegen van twee lege ballonnen over. Dit is wel belangrijk om aan te tonen dat de lege ballonnen even zwaar zijn, zodat na het opblazen alleen de lucht kan zorgen voor een verschil in gewicht.

Werkblad **Hoe kun je zware voorwerpen laten drijven?**

Als je een stoeptegel in het water gooit zinkt die. Hoe kan het dan dat een boot die veel zwaarder is wel blijft drijven?



Wat ga je onderzoeken?

Hoe kun je zware voorwerpen laten drijven?



Wat denk jij?

Hier vullen de leerlingen in wat zij denken.



Aan de slag!

Materialen:

- grote bak of emmer
- klei
- water

Rol vier precies even grote balletjes van klei, ongeveer zo groot als een euro. Neem één balletje en leg deze in een bakje water. Blijft de klei drijven? Kneed nu een balletje in een andere vorm waardoor de klei wel blijft drijven. Probeer verschillende vormen uit. Welke vorm blijft het beste drijven?



Wat gebeurt er?

Als je klei in een massieve vorm kneedt, zoals een bol, zal deze zinken wanneer je hem op het water legt. Als je van dezelfde hoeveelheid klei een vorm maakt met een holte erin, bijvoorbeeld een bakje of een bootje, dan zal deze blijven drijven.



Wat weet je nu?

Twee stukken klei die even groot zijn, kun je zowel laten zinken als laten drijven door het oppervlak van de klei te veranderen. Als je het oppervlak van het kleibolletje groter maakt, blijft het beter drijven.



Meer weten!

Drijven en zinken wordt verklaard met behulp van de Wet van Archimedes:

De opwaartse kracht die een lichaam in een vloeistof ondervindt is even groot als het gewicht van de verplaatste vloeistof.

Als je een voorwerp in het water legt, dan duwt het voorwerp water omhoog. Het water duwt ook terug tegen het voorwerp. Deze kracht wordt opwaartse kracht genoemd. Die kracht zorgt ervoor dat het voorwerp blijft drijven.

Een drijvend voorwerp ligt altijd een beetje in het water. Het maakt als het ware een kuil in het water. Die kuil is precies even groot als de hoeveelheid verplaatst water. Die hoeveelheid water is weer precies even groot als het gewicht van het voorwerp.

Voorbeeld: een drijvend voorwerp van 100 gram duwt ook 100 gram water weg. Omdat 100 gram water 100 milliliter is, heeft de kuil een inhoud van 100 milliliter. Als dit voorwerp minder inhoud heeft dan 100 milliliter, kan het voorwerp niet genoeg water wegduwen om te blijven drijven. Hierdoor kan het water niet hard genoeg terug duwen en het voorwerp zal zinken.

Mogelijke valkuilen bij dit experiment:

Leerlingen maken enkel massieve vormen. Vragen en opmerkingen die de leerlingen zouden kunnen sturen:

- Welke voorwerpen ken je die kunnen drijven?
- Waardoor denk je dat deze voorwerpen kunnen drijven? (bijvoorbeeld de vorm, het materiaal, de grootte, het gewicht of oppervlakte)
- Hoe zou je dezelfde hoeveelheid klei groter kunnen maken?

Werkblad **Hoe kun je een toon hoger of lager laten klinken?**

Geluid is een trilling van de lucht. Maar hoe krijg je een hoge of lage toon?



Wat ga je onderzoeken?

Hoe kun je een toon hoger of lager laten klinken?



Wat denk jij?

Hier vullen de leerlingen in wat zij denken.



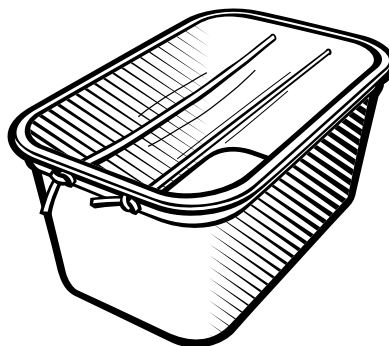
Aan de slag!

Materialen:

- leeg bakje (bijvoorbeeld een boterkuipje)
- 2 even grote elastiekjes
- prikpen

Voor dit onderzoek maak je een snaarinstrument van elastiekjes en een plastic bakje.

- 1 Knip twee gelijke elastiekjes door. Halveer een van de elastiekjes, je heb nu dus een lang en een kort elastiek.
- 2 Maak met en prikpen vier gaatjes in het bakje en bevestig de elastiekjes met een knoopje in het bakje (zie afbeelding).
Het korte elastiekje staat nu strakker gespannen dan het lange elastiekje.
- 3 Bespeel de snaren en kijk en luister goed wat er gebeurt.



Wat gebeurt er?

Wanneer je de elastiekjes in beweging brengt, gaan deze trillen en maken ze geluid. Een strak gespannen elastiekje trilt sneller – of vaker per seconde – dan een losser elastiekje.



Wat weet je nu?

Hoe sneller iets trilt, des te hoger de toon die er vanaf komt. In het geval van het elastiekje: hoe strakker het elastiekje gespannen staat, des te hoger de toon van het geluid.

**Meer weten!**

Geluid zijn trillingen in de lucht. Wanneer je met je vingers langs een snaar van een gitaar beweegt, gaat de snaar trillen. Dit zorgt ervoor dat de lucht eromheen ook gaat trillen. Zodra die trillende lucht bij je oren is, laat het kleine haartjes in je oren trillen. Je hersenen krijgen een signaaltje en je hoort geluid!

Mogelijke valkuilen bij dit experiment:

- Het kan soms lastig zijn om een duidelijk verschil in trilsnelheid te zien tussen de twee elastieken. Mocht het verschil niet duidelijk te zien zijn, dan moet het lossere elastiekje nog iets lossere. Een andere manier om dit te laten zien is door een liniaal een stuk over de rand van de tafel te laten uitsteken en deze te laten trillen. Als tijdens het trillen de liniaal wordt opgeschoven, zodat het uitstekende gedeelte langer of korter wordt, is duidelijk te zien dat de snelheid van trillen verandert en te horen dat de toon mee verandert. Dan ontdekken kinderen de relatie tussen trilling en geluid, de snelheid ervan en de hoogte. Zo kunnen ze ook begrijpen waarom je in de ruimte niet zomaar met elkaar kunt spreken en astronauten op de maan elkaar dus alleen via radio kunnen horen.

Werkblad Vallen voorwerpen met hetzelfde gewicht altijd even snel?**Wat ga je onderzoeken?**

Vallen voorwerpen met hetzelfde gewicht altijd even snel?

**Wat denk jij?**

Hier vullen de leerlingen in wat zij denken.

**Aan de slag!**

Materialen:

- 1 vel A4 papier
- een prop van 1 vel A4 papier
- verschillende voorwerpen met een gelijk gewicht
- weegschaal

- 1 Kies verschillende voorwerpen uit met hetzelfde gewicht en een andere vorm. (Bijvoorbeeld 1 A4tje in een prop en 1 normaal A4tje.)
- 2 Laat de voorwerpen tegelijk van dezelfde hoogte vallen. Welke valt het snelst? Herhaal dit met verschillende voorwerpen.

**Wat gebeurt er?**

De resultaten zijn afhankelijk van de voorwerpen die de leerlingen laten vallen.

**Wat weet je nu?**

Voorwerpen met hetzelfde gewicht vallen niet altijd even hard. Een vel A4 papier valt langzamer dan een prop. Hoe snel iets valt heeft te maken met de vorm van een voorwerp.

**Meer weten!**

Een voorwerp valt naar beneden door de zwaartekracht. De lucht remt het voorwerp altijd een klein beetje af. Dat komt doordat het voorwerp de lucht moet verplaatsen voordat het er langs kan. Grote voorwerpen moeten meer lucht wegduwen en vallen daardoor langzamer. Een zwaar voorwerp kan met zijn gewicht makkelijker lucht wegduwen.

Wanneer er helemaal geen lucht aanwezig is, vallen alle voorwerpen even snel. Ongeacht het gewicht of de vorm. Hierover zijn leuke filmpjes te vinden op internet. Zoek met de termen feather, hammer en moon voor een filmpje van een astronaut die een veer en een hamer tegelijk laat vallen op de maan. Doordat er geen lucht is op de maan vallen ze allebei even snel.

Werkblad Is een lege fles echt leeg?**Wat ga je onderzoeken?**

Is een lege fles echt leeg?

**Wat denk jij?**

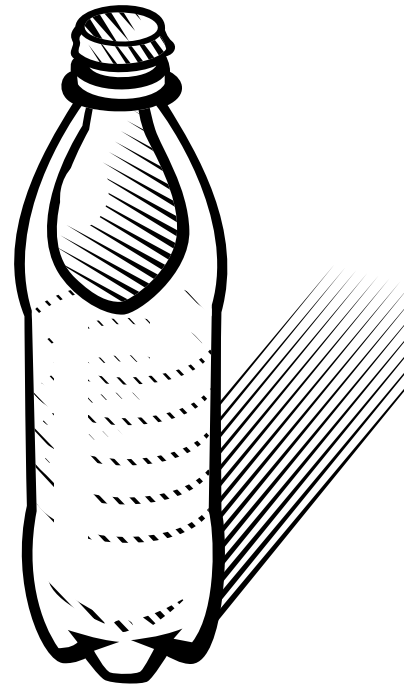
Hier vullen de leerlingen in wat zij denken.

**Aan de slag**

Materialen:

- leeg water- of frisdrankflesje
- ballon
- prikpen

- 1 Doe een ballon om de hals van een leeg waterflesje. (Zie afbeelding)
- 2 Probeer de ballon in de fles op te blazen.
- 3 Prik met de prikpen een gaatje in de fles.
- 4 Probeer de ballon in de fles nog een keer op te blazen.

**Wat gebeurt er?**

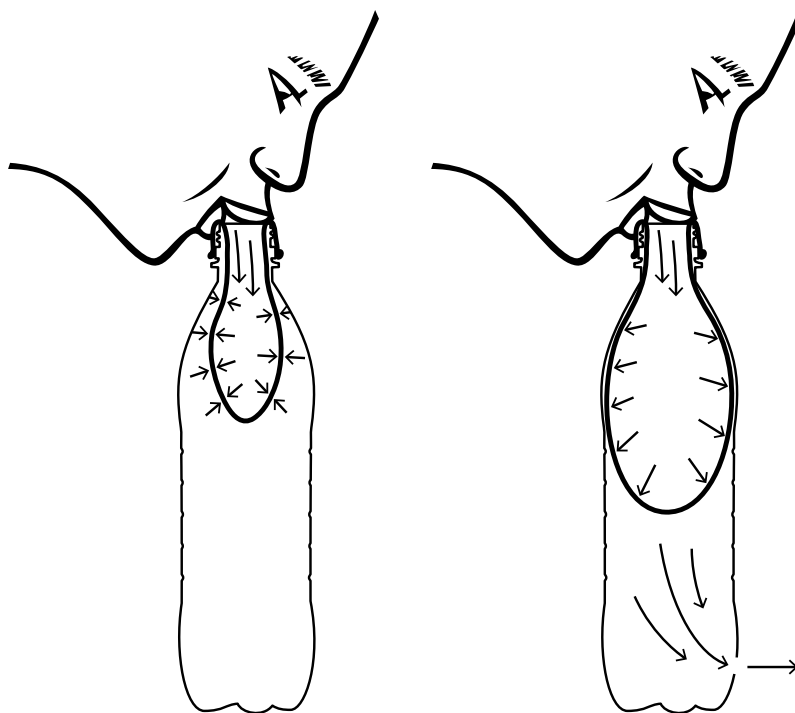
Het kost veel kracht om een ballon in een fles op te blazen. De ballon gaat een klein beetje strak staan, maar wordt niet groter. Als je een gaatje onderin de fles maakt, kun je de ballon wel opblazen. Als je de ballon opblaast en daarna je vinger op het gaatje doet, blijft de ballon opgeblazen in de fles.

**Wat weet je nu?**

Een lege fles is niet helemaal leeg, want er zit nog lucht in. De lucht in de fles houdt de ballon tegen. Als je een gaatje maakt in de fles, kan de lucht uit de fles ontsnappen en kun je de ballon wel opblazen.

**Meer weten!**

Als je een ballon opblaast, vul je de ballon met lucht. Dit lukt alleen als er genoeg ruimte is voor de ballon om groter te kunnen worden. Wanneer je de ballon in de afgesloten fles probeert op te blazen, duwt de ballon tegen de lucht in de fles. Omdat de lucht in de fles nergens heen kan, moet je de lucht samendrukken. Dat lukt niet en daardoor lukt het niet de ballon op te blazen. Om de ballon in de fles te kunnen opblazen, moet de lucht uit de fles kunnen terwijl je blaast. Je hoeft de lucht dan niet samen te drukken, omdat de lucht kan uit de fles kan stromen.



Mogelijke valkuilen bij dit experiment:

- Om de ballon opgeblazen te houden moet de fles stevig genoeg zijn. Slappe flesjes zullen indeuken wanneer je na het opblazen van de ballon je vinger op het gaatje doet.

Werkbladen: Onderzoek in de klas

Versie B: Kant en klare werkbladen



Werkblad - Heeft lucht gewicht? 26

Werkblad - Hoe kun je zware voorwerpen laten drijven? 29

Werkblad - Hoe kun je een toon hoger of lager laten 31

Werkblad - Vallen voorwerpen met hetzelfde gewicht
altijd even snel? 33

Werkblad - Is een lege fles echt leeg? 35

Heeft lucht gewicht?

Lucht kun je niet zien of vastpakken, toch is het overal om ons heen. Wapper maar eens met je hand voor je gezicht. Voel je de wind? Dat is de lucht die je verplaatst. Lucht bestaat dus, maar heeft lucht ook gewicht?



Wat ga je onderzoeken?

Heeft lucht gewicht?



Wat denk jij?

Lucht heeft *wel* / *geen* gewicht, want _____



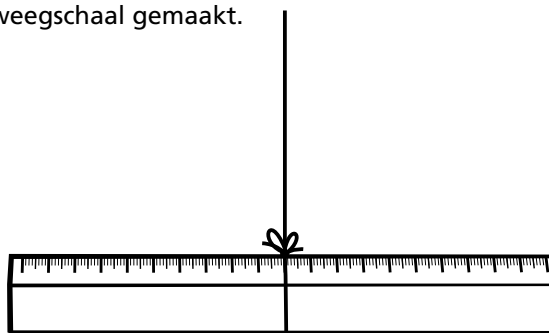
Aan de slag!

Materialen:

- rechte lat of liniaal van ± 30 cm lang
- touw
- 2 ballonnen
- plakband
- schaar

- 1 Knip een stuk touw van ongeveer 30 cm.
- 2 Maak het touw in het midden van de lat met een knoopje vast.
- 3 Houd de lat omhoog aan het touw. Hangt de lat recht?
Ja → plak het touw vast met plakband zodat het niet meer kan verschuiven.
Nee → verschuif het touw totdat de lat in balans is en plak het touwtje daarna met plakband vast zodat het niet meer kan verschuiven.

Je hebt nu een weegschaal gemaakt.



Ga verder op de volgende pagina →

- 4 Plak aan beide uiteinden van de lat met plakband een lege ballon.
- 5 Houd de weegschaal aan het touwtje omhoog. Zijn de ballonnen even zwaar?
Teken en/of schrijf op wat je ziet.
- 6 Maak één van de ballonnen los, blaas deze op en plak hem weer op dezelfde plek vast.
- 7 Houd de weegschaal weer omhoog. Zijn de ballonnen even zwaar? Teken en/of schrijf op wat je ziet.



Wat gebeurt er?

Teken en/of schrijf op wat er gebeurt.

2 lege ballonnen

1 lege ballon en 1 opgeblazen ballon

Ga verder op de volgende pagina →

**Wat weet je nu?**

Heeft lucht gewicht?

Ja / nee, want _____

**Meer weten!**

In een opgeblazen ballon zit lucht. Lucht is een gas. En gassen hebben net als vloeistoffen en vaste stoffen bepaalde eigenschappen, zoals kleur, geur en gewicht.

Hoe kun je zware voorwerpen laten drijven?

Als je een stoeptegel in het water gooit zinkt die. Hoe kan het dan dat een boot die veel zwaarder is wel blijft drijven?



Wat ga je onderzoeken?

Hoe kun je zware voorwerpen laten drijven?



Wat denk jij?

Zware voorwerpen kunnen *wel* / *niet* goed drijven omdat, _____



Aan de slag!

Materialen:

- grote bak of emmer
- klei
- water

- 1 Rol vier precies even grote balletjes van klei, ongeveer zo groot als een euro.
- 2 Neem één balletje en leg deze in een bakje water. Blijft de klei drijven?
- 3 Kneed nu een balletje in een andere vorm waardoor de klei wel blijft drijven.
- 4 Probeer verschillende vormen uit. Welke vorm blijft het beste drijven?



Wat gebeurt er?

Schrijf op wat er gebeurt als je de verschillende vormen van klei in het water zet.

	drijft	zinkt
vorm _____	☐	☐
vorm _____	☐	☐
vorm _____	☐	☐
vorm _____	☐	☐

Ga verder op de volgende pagina →



Wat weet je nu?

Hoe kun je zware voorwerpen laten drijven?
(of: Wanneer blijft de klei het beste drijven?)



Meer weten!

Een voorwerp blijft drijven op water, omdat het water het voorwerp omhoog duwt. Hoe groter het voorwerp, hoe meer water er tegen het voorwerp kan duwen. Als een voorwerp zwaar is, is het voor het water moeilijker om omhoog te duwen.

Zo gaat het ook bij de klei:

Het stuk klei heeft steeds hetzelfde gewicht en door te kneden kun je het oppervlak groter of kleiner maken. Als je het groter maakt, bijvoorbeeld door een bakje of bootje te maken, heeft het water een groter oppervlak om tegenaan te duwen. Hierdoor blijft het drijven. Dus: als het gewicht hetzelfde is, blijft een groter voorwerp makkelijker drijven dan een kleiner voorwerp.

Hoe kun je een toon hoger of lager laten klinken?

Geluid is een trilling van de lucht. Maar hoe krijg je een hoge of lage toon?



Wat ga je onderzoeken?

Hoe kun je een toon hoger of lager laten klinken?



Wat denk jij?

Je kunt een toon hoger of lager maken door:

- ☐ hard of zacht aan een snaar te trekken
- ☐ een snaar korter of langer te maken



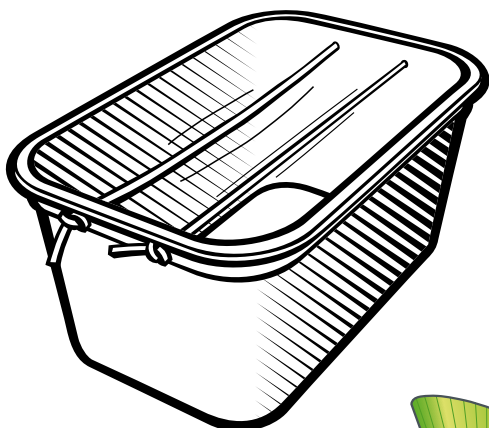
Aan de slag!

Materialen:

- leeg bakje (bijvoorbeeld een boterkuipje)
- 2 elastiekjes
- prikpen

Voor dit onderzoek maak je een snaarinstrument van elastiekjes en een plastic bakje.

- 1 Knip twee elastiekjes door. Knip een van de elastiekjes twee keer zo kort als de andere.
- 2 Maak met en prikpen vier gaatjes in het bakje en bevestig de elastiekjes met een knoopje in het bakje. (Zie afbeelding)
Het korte elastiekje staat nu strakker gespannen dan het lange elastiekje.
- 3 Bespeel de snaren en kijk en luister goed wat er gebeurt.





Wat gebeurt er?

Schrijf op wat er gebeurt:

Zie je verschil in trilsnelheid? En hoor je verschil in toonhoogte tussen de twee elastiekjes?

losse elastiek strak gespannen elastiek

Welk elastiek trilt het snelst?

☐
☐

Welk elastiek geeft de hoogste toon?

☐
☐


Wat weet je nu?

Hoe kun je een toon hoger of lager laten klinken?



Meer weten!

Geluid zijn trillingen in de lucht. Wanneer je met je vingers langs een snaar van een gitaar beweegt, gaat de snaar trillen. Dit zorgt ervoor dat de lucht eromheen ook gaat trillen. Zodra die trillende lucht bij je oren is, laat het kleine haartjes in je oren trillen. Je hersenen krijgen een signaaltje en je hoort geluid!

Vallen voorwerpen met hetzelfde gewicht altijd even snel?

Door de zwaartekracht op aarde vallen voorwerpen als je ze loslaat naar beneden. Maar vallen alle voorwerpen ook even snel?



Wat ga je onderzoeken?

Vallen voorwerpen met hetzelfde gewicht altijd even snel?



Wat denk jij?

Voorwerpen met hetzelfde gewicht vallen *altijd* / *niet altijd* even snel, omdat



Aan de slag!

Materialen:

- 1 vel A4 papier
- een prop van 1 vel A4 papier
- verschillende voorwerpen met een gelijk gewicht
- weegschaal

- 1 Kies verschillende voorwerpen uit met hetzelfde gewicht en een andere vorm. (Bijvoorbeeld 1 A4tje in een prop en 1 normaal A4tje.)
- 2 Laat de voorwerpen tegelijk van dezelfde hoogte vallen. Welke valt het snelst? Herhaal dit met verschillende voorwerpen.

Ga verder op de volgende pagina →



Wat gebeurt er?

Welke is sneller? Zet een vinkje bij het voorwerp.

☐ voorwerp 1 prop A4

☐ voorwerp 2 vel A4

☐ voorwerp 1 _____

☐ voorwerp 2 _____

☐ voorwerp 1 _____

☐ voorwerp 2 _____

☐ voorwerp 1 _____

☐ voorwerp 2 _____

☐ voorwerp 1 _____

☐ voorwerp 2 _____



Wat weet je nu?

Vallen voorwerpen met hetzelfde gewicht altijd even snel? Leg je antwoord uit.



Meer weten!

Een voorwerp valt naar beneden door de zwaartekracht. De lucht remt het voorwerp altijd een klein beetje af. Dat komt doordat het voorwerp de lucht moet verplaatsen voordat het er langs kan. Grote voorwerpen moeten meer lucht wegduwen en vallen daardoor langzamer. Een zwaar voorwerp kan met zijn gewicht makkelijker lucht wegduwen.

Is een lege fles echt leeg?

Wanneer je een flesje water leeg gedronken hebt, zit er niks meer in. Maar is een lege fles wel echt leeg?



Wat ga je onderzoeken?

Is een lege fles echt leeg?



Wat denk jij?

☐ In een lege fles zit niets.

☐ In een lege fles zit wel iets, namelijk _____

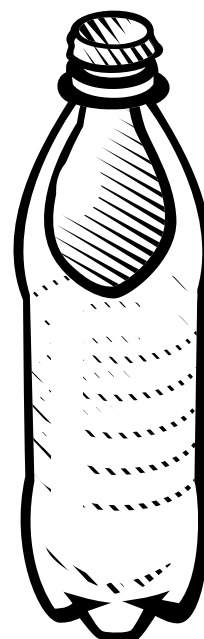


Aan de slag!

Materialen:

- leeg water- of frisdrankflesje
- ballon
- prikpen

- 1 Doe een ballon om de hals van een leeg waterflesje. (Zie afbeelding)
- 2 Probeer de ballon in de fles op te blazen.
- 3 Prik met de prikpen een gaatje in de fles.
- 4 Probeer de ballon in de fles nog een keer op te blazen.



Ga verder op de volgende pagina →



Wat gebeurt er?

Schrijf op wat er gebeurt als je blaast. Schrijf ook op wat je voelt.

Wat moet je doen om de ballon wel op te kunnen blazen?

Hoe kun je de ballon opgeblazen houden in de fles?



Wat weet je nu?

Is een lege fles echt leeg? Leg je antwoord uit.



Meer weten!

Als je een ballon opblaast, vul je de ballon met lucht. Dit lukt alleen als er genoeg ruimte is voor de ballon om groter te kunnen worden. Wanneer je de ballon in de afgesloten fles probeert op te blazen, duwt de ballon tegen de lucht in de fles. Omdat de lucht in de fles nergens heen kan, moet je de lucht samendrukken. Dat lukt niet en daardoor lukt het niet de ballon op te blazen. Om de ballon in de fles te kunnen opblazen, moet de lucht uit de fles kunnen terwijl je blaast. Je hoeft de lucht dan niet samen te drukken, omdat de lucht kan uit de fles kan stromen.

Meer informatie



Praktische informatie voor uw bezoek aan NEMO 38

Plattegrond van NEMO 40

Praktische informatie voor uw bezoek aan NEMO

Speciaal schooltarief

Leerlingen primair onderwijs € 5,50

Begeleiders gratis

Reserveren kan via het boekingsformulier. U kunt ons natuurlijk ook bellen.

Gratis begeleiders mee

NEMO vindt het heel belangrijk dat er voldoende begeleiders meegaan met de leerlingen. Begeleiders mogen daarom gratis naar binnen. We hanteren de stelregel: minimaal één begeleider op tien leerlingen, maar liever één begeleider op zes leerlingen en bij sommige opdrachten of leeftijdsgroepen één op vier.

- Scholen worden verzocht vooraf te boeken, alleen dan betaalt u ons schooltarief.
- Een schoolbezoek duurt ongeveer 2-3 uur.
- Begeleide workshops zijn gratis, mits deze vooraf gereserveerd zijn.
- Tickets voor schoolbezoek op de dag zelf kunt u afrekenen bij de kassa met pin of contant.
- Rugzakken, tassen en jassen worden opgehangen in de garderobe. Hier zijn ook kluisjes aanwezig voor waardevolle bezittingen.
- Voor scholen zijn enkele garderobekisten beschikbaar. Deze zijn geschikt voor 30-60 jassen / tassen.
- Gebruik is gratis, u betaalt alleen een borg van € 10,00. Vraag ernaar bij de kassa.
- Iedere dag vindt twee keer een voorstelling *Kettingreactie* (duur: 15 minuten) plaats, onder voorbehoud om 12.15 uur en 15.00 uur.

Openingstijden

NEMO is van dinsdag t/m zondag geopend van 10.00 tot 17.00 uur. In de officiële schoolvakanties (alle regio's) is NEMO ook op maandag open, evenals in de maanden juni, juli en augustus.

Gesloten op 1 januari, 30 april en 25 december.

Check www.e-NEMO.nl.

Eten en drinken

Eten en drinken kan op verdieping 2 en verdieping 5. Eigen meegebrachte consumpties kunnen genuttigd worden in de daarvoor geschikte ruimtes of op ons dak. Het is ook mogelijk om vooraf kant-en-klare lunchpakketjes te bestellen bij het boekingsbureau.

Bereikbaarheid



Openbaar vervoer

NEMO is het eenvoudigst te bereiken per openbaar vervoer en ligt op nog geen kwartier lopen van Amsterdam CS. Of neem vanaf het station bus 22 en 48 en stap uit bij Halte Kadijksplein. Vanaf hier is het nog een paar minuten lopen.

Parkeren

NEMO heeft geen eigen parkeerplaatsen. Er zijn verschillende parkeergarages in de buurt. Zie www.e-NEMO.nl.

Touringcar

Touringcars kunnen parkeren op de speciale parkeerplaats voor bussen: P2 aan de Prins Hendrikkade richting Centraal Station. Wilt u de touringcar eerst de leerlingen laten afzetten, dat kan op de westkade naast NEMO, maar niet bij reguliere bushaltes of ergens anders langs de Prins Hendrikkade.

Amsterdamse scholen

Amsterdamse Basisscholen kunnen gebruik maken van de cultuurbus. Voor meer informatie kunt u terecht op www.cultuurbusamsterdam.nl

**Boekingsbureau
Science Center NEMO**
Oosterdok 2
1011 VX Amsterdam
020-5313118
[boekingsbureau@
e-nemo.nl](mailto:boekingsbureau@e-nemo.nl)

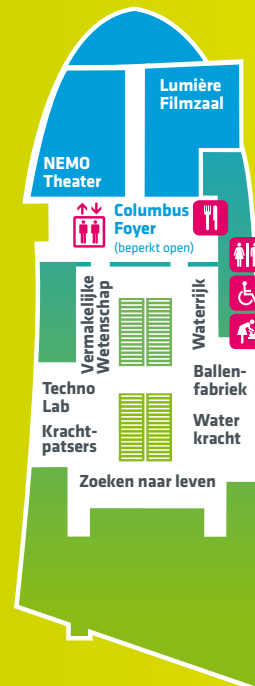
Plattegrond van NEMO



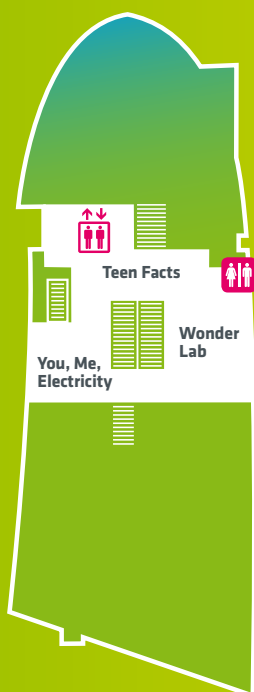
BG



verdieping 1



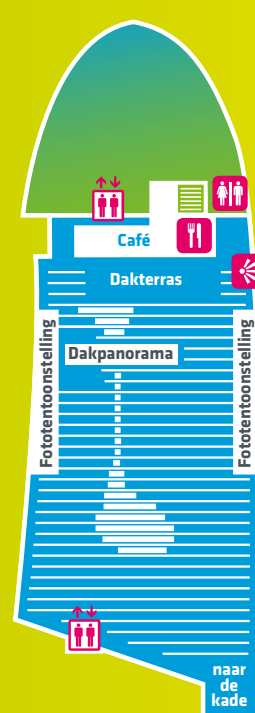
verdieping 2



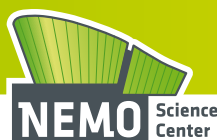
verdieping 3



verdieping 4



verdieping 5



Colofon

© Science Center NEMO

Het is toegestaan om zonder winst oogmerk het materiaal of delen van het materiaal te kopiëren en te distribueren, zolang vermelding van de herkomst van het materiaal goed is aangegeven.

Auteurs en redactie Science Learning Center, Science Center NEMO

Design management Starkx, Groningen

Ontwerp en Grafische vormgeving Bloemvis, Groningen

Vormgeving en realisatie Sander Visser, Ligaturen grafisch ontwerp

Fotografie Daan van Eijndhoven www.digidaan.nl

Foto klas voorzijde Met dank aan Platform Bèta Techniek

Illustraties Henk Stolker

Science Center NEMO

Oosterdok 2

1011 VX Amsterdam

020 531 31 18

www.e-nemo.nl

boekingsbureau@e-nemo.nl