



Wonderlijke Wetenschap

Leerkrachtenhandleiding

Lesmateriaal
groep 5-6

Dit lesmateriaal is voor
gebruik in NEMO



SCIENCE MUSEUM

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.

Werkbladen in NEMO *Wonderlijke Wetenschap*

Voor u ligt het lesmateriaal *Wonderlijke Wetenschap* van NEMO Science Museum. Dit lesmateriaal is geschikt voor groep 5 en 6. Na het uitvoeren van dit materiaal kennen uw leerlingen verschillende natuurkundige fenomenen.

Leerkrachtenhandleiding

In deze leerkrachtenhandleiding zijn instructies opgenomen die u helpen bij de voorbereiding op het bezoek aan de tentoonstelling *Wonderlijke Wetenschap*. Ook wordt de opbouw van het lesmateriaal kort uitgelegd.

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

TIP

Kijk op www.nemosciencemuseum.nl/bereikbaarheid voor de meest actuele informatie over de bereikbaarheid van NEMO.

Inhoud

Werken met het NEMO lesmateriaal

Het materiaal in één oogopslag 04
Leerlijn *Onderzoekend Leren* 05

In NEMO

Tentoonstelling *Wonderlijke Wetenschap* bezoeken 06

Een bezoek aan de interactieve tentoonstelling *Wonderlijke Wetenschap*.
De leerlingen maken gebruik van de werkbladen in NEMO met het thema
Wonderlijke Wetenschap die u van de website kunt downloaden.

© NEMO Science Museum

Deze uitgave van NEMO Science Museum is ontwikkeld door het
NEMO Science Learning Center; het expertisecentrum van NEMO
op het gebied van leren over wetenschap en techniek.

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.

Fotografie DigiDaan

Illustraties Henk Stolker

NEMO Science Museum t +31 (0) 20 531 32 33
Oosterdok 2 info@e-nemo.nl
1011 VX Amsterdam
Postbus 421 nemosciencemuseum.nl
1000 AK Amsterdam nemokennislink.nl

Werken met het NEMO lesmateriaal

Het materiaal in één oogopslag

Leerkrachtenhandleiding

In de leerkrachtenhandleiding vindt u waar nodig verwijzingen naar de leerlingwerkbladen.

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 <ul style="list-style-type: none"> Verkennende activiteit over het onderwerp, bijvoorbeeld een brainstorm Activeert voorkennis of introduceert nieuwe kennis bij leerling 	Op verkenning
	Onderzoeksvraag <ul style="list-style-type: none"> 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? of Vraag
	Hypothese <ul style="list-style-type: none"> Een mogelijk antwoord op de onderzoeksvraag Een hypothese is niet goed of fout. De hypothese geeft weer wat je denkt 	Wat denk jij?
	Experiment <ul style="list-style-type: none"> Profondeurvatbaar wordt een antwoord gezocht op de onderzoeksvraag. De hypothese wordt getest Het experiment is niet altijd praktisch, het kan ook een theoretisch experiment zijn 	Aan de slag of Het experiment!
	Resultaten <ul style="list-style-type: none"> De resultaten uit het experiment worden vastgelegd 	Wat gebeurt er?
	Conclusie <ul style="list-style-type: none"> Er wordt antwoord gegeven op de onderzoeksvraag De resultaten zijn leidend bij het beantwoorden van de onderzoeksvraag 	Wat weet je nu?
	Verdieping <ul style="list-style-type: none"> Het kan verdere uitgang gegeven worden Suggesties voor verder onderzoek Discussies kan hier plaats vinden 	Maar weten!

Energy, onderzoeksbureau
 Docucenterhandleiding versie 11-09-2016

Leerlingmateriaal

- A** Het kopje geeft aan over welke exhibit (onderdeel van de tentoonstelling) de vragen op het werkblad gaan. Dit vindt u terug op de plattegrond van NEMO.
- B** Deze pictogrammen geven aan bij welke stap van de onderzoekscyclus de leerling is.

In NEMO

Elektrisch vervoer:
Elektrische auto's

A

In de tentoonstelling Smart Technology op de vierde verdieping staan een aantal elektrische auto's. De Wiko en de City El zijn voorlopers van de huidige elektrische auto.

B **Aan de slag!**
 Gebruik de Wiko en de City El en vul de tabel in:

	Wiko	City El
Hoeveel personen kunnen erin?		
Wat is de maximale snelheid?		
Wat is de maximale afstand op volle accu?		
Wat is de rijwielmaat?		
Zijn er overige kenmerken?		

Stel je mag één van deze twee auto's kopen. Welke van de twee zou jij kiezen en waarom?

Energy, onderzoeksbureau
 Leerlingen / In NEMO, versie 11-09-2016

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 <ul style="list-style-type: none">▪ Verkennende activiteit over het onderwerp, bijvoorbeeld een brainstorm.▪ Activeert voorkennis of introduceert nieuwe kennis bij leerling.	Op verkenning
	Onderzoeksvraag <ul style="list-style-type: none">▪ 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? of Vraag
	Hypothese <ul style="list-style-type: none">▪ Een mogelijk antwoord op de onderzoeksvraag.▪ Een hypothese is niet goed of fout. De hypothese geeft weer wat je denkt.	Wat denk jij?
	Experiment <ul style="list-style-type: none">▪ Proefondervindelijk wordt een antwoord gezocht op de onderzoeksvraag. De hypothese wordt getest.▪ Het experiment is niet altijd praktisch, het kan ook een theoretisch experiment zijn.	Aan de slag! of Het experiment!
	Resultaten <ul style="list-style-type: none">▪ De resultaten uit het experiment worden vastgelegd.	Wat gebeurt er?
	Conclusie <ul style="list-style-type: none">▪ Er wordt antwoord gegeven op de onderzoeksvraag.▪ De resultaten zijn leidend bij het beantwoorden van de onderzoeksvraag.	Wat weet je nu?
	Verdieping <ul style="list-style-type: none">▪ Hier kan verdere uitleg gegeven worden.▪ Suggesties voor verder onderzoek.▪ Discussie kan hier plaats vinden.	Meer weten!

Tentoonstelling

Wonderlijke Wetenschap bezoeken

De leerlingen bezoeken de tentoonstelling *Wonderlijke Wetenschap* en doen bij zes exhibits (tentoonstellingsonderdelen) een klein onderzoek. Op de werkbladen begint ieder onderdeel met een prikkelende vraag. Daarna volgt een opdracht. Vervolgens wordt de leerlingen gevraagd een conclusie te trekken. De tentoonstelling bevindt zich aan de rechterkant van de eerste verdieping van NEMO.

De eerste verdieping staat in het teken van wetenschap. In de tentoonstelling *Wonderlijke Wetenschap* kunnen uw leerlingen natuurverschijnselen als licht, geluid en statische elektriciteit onderzoeken. Zo ontdekken ze dat natuurkunde overal is. Aan de linkerkant vindt u de tentoonstelling *Wetenschap in alle tijden*. Deze gaat over belangrijke wetenschappelijke ontwikkelingen. Deze tentoonstelling is niet opgenomen in het lesmateriaal maar sluit er wel mooi op aan! Op blz 8 vindt u suggesties hoe u de tentoonstelling *Wetenschap in alle tijden* kunt gebruiken om verdieping aan het onderwerp wetenschap te geven.

Belangrijkste informatie op een rijtje

Locatie	In NEMO
Tijdsduur	45 minuten
Lesdoelen	De leerlingen: <ul style="list-style-type: none"> ■ ontdekken dat overal om ons heen natuurkundige fenomenen zijn; ■ ontdekken dat je door onderzoek een antwoord kunt vinden op vragen waarnaar je nieuwsgierig bent.
Kerdoelen	Kerdoel 42, leergebied Natuur en Techniek.
Vorbereiding	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kopieer voor alle leerlingen: <i>Werkbladen in NEMO - Wonderlijke Wetenschap</i>. ■ Zorg voor voldoende begeleiding. NEMO verwacht 1 begeleider per 10 leerlingen. ■ Kopieer voor elke begeleider de informatie voor begeleiders uit deze handleiding, te vinden onder het kopje <i>Informatie voor de begeleider</i>.
Materialen	<p>Voor elke leerling:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Werkbladen in NEMO - Wonderlijke wetenschap</i>. Deze zijn gratis te downloaden via www.nemosciencemuseum.nl/werkbladenpo ■ potlood (liever geen pennen in NEMO). ■ plattegrond van de tentoonstelling <i>Wonderlijke Wetenschap</i> <p>Voor elke begeleider:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Informatie en antwoordbladen voor begeleiders</i>. Deze vindt u in de handleiding.
Organisatie	Op de werkbladen in het leerlingmateriaal begint iedere exhibit met een onderzoeksvraag. Aan de leerlingen wordt vervolgens gevraagd wat ze verwachten dat het antwoord op de onderzoeksvraag is. Aan de hand van meerkeuzevragen proberen ze de exhibit op verschillende manieren uit. Met een open vraag wordt gestimuleerd dat de leerlingen zelf tot een conclusie komen.

Informatie voor de begeleider

NEMO gaat om onderzoeken en experimenteren. Het gaat niet om goed of fout. De antwoorden op de volgende pagina's dienen daarom vooral ter ondersteuning. In NEMO 'spelen' leerlingen met exhibits (tentoonstellingsonderdelen) en daarbij doen ze kennis op. Niet iedereen leert daarbij hetzelfde. Als begeleider kunt u dit spel verdiepen. Dit kan bijvoorbeeld door de leerlingen vragen te stellen terwijl ze bezig zijn met een exhibit. Door te verwoorden wat je doet, verwerk je informatie makkelijker.

De opbouw van de werkbladen in NEMO

In de werkbladen maken we gebruik van de didactiek *Onderzoekend Leren*. Hierin komen steeds een of meer van de volgende stappen van onderzoek terug:

- **Vraag** Ieder werkblad begint met een vraag. Dit is de onderzoeksvraag.
- **Wat denk jij?** De leerling vult in wat hij of zij denkt dat het antwoord op de vraag is; dit is de hypothese.
- **Aan de slag!** De leerling probeert de exhibit uit en beantwoordt de vraag.
- **Conclusie** Er wordt een open vraag gesteld. Het antwoord hierop is de conclusie.
- **Meer weten!** Uitleg over de exhibit.

TIP

Laat ieder groepje bij een andere exhibit beginnen.

De eerste verdieping

De eerste verdieping bestaat uit twee tentoonstellingen: *Wonderlijke Wetenschap* en *Wetenschap in alle tijden*. Het lesmateriaal van de leerlingen richt zich op de tentoonstelling *Wonderlijke Wetenschap*. De andere tentoonstelling *Wetenschap in alle tijden* kunt u gebruiken om verdieping aan het onderwerp wetenschap te geven. Hieronder suggesties daarvoor.

- *Tijdljn*
De *Tijdljn* geeft een overzicht van belangrijke momenten in de geschiedenis van de wetenschap. Leerlingen krijgen zo een beeld van wanneer er voor het eerst over bepaalde onderwerpen werd nagedacht. Ze zien dat wetenschappers voortbouwen op elkaars ontdekkingen.
- *Vermakelijke Wetenschap in de 18e en 19e eeuw*
Deze deeltentoonstelling bestaat uit zes wetenschappelijke experimenten die in de 18e en 19e eeuw veel werden uitgevoerd. Ze gaan over vacuüm, centrifugaalkracht, elektriciteit, de werking van de telescoop en de zoötroop en projectie. Bij iedere opstelling is een kort filmpje te zien: een *wisebit*. Op het NEMO kanaal op YouTube vind je een afspeellijst met al deze wisebits: <https://youtu.be/sBbYOKBOvhg>.
- *Onderzoek als een wetenschapper*
Aan de hand van twee experimenten worden hier de stappen van de wetenschappelijke methode doorlopen. Bij het experiment *De valproef* wordt de vraag beantwoord of een zwaar voorwerp even snel valt als een licht voorwerp. Het tweede experiment draait om cilinders. Wat bepaalt de rolsnelheid: de massa, de grootte of de gewichtsverdeling?
- *Museum van de Verlichting*
In deze kopie van de ovale zaal uit Teylers Museum in Haarlem zijn prenten, wetenschappelijke instrumenten, fossielen en mineralen te zien. Teylers is het oudste museum van Nederland en opende in 1784 haar deuren voor het publiek. Hier werden bijzondere wetenschappelijke voorwerpen verzameld, gebruikt en gedemonstreerd.
De ovale zaal ziet er vandaag de dag nog hetzelfde uit als toen.
- *Kettingreactie*
Dit is een interactieve voorstelling over actie-reactie en oorzaak en gevolg. Vraag op de dag van uw bezoek aan NEMO bij binnenkomst op welke tijden die dag de voorstelling gegeven wordt.

Antwoorden op de werkbladen in NEMO

Werkblad 1 Luisterschotels



Vraag

Kun je een zacht geluid over een lange afstand nog horen?



Wat denk jij?

Hier vullen de leerlingen in wat zij denken.



Aan de slag!

Antwoord: Ja, ik ben nu duidelijk te verstaan, zelfs als ik zachtjes praat.



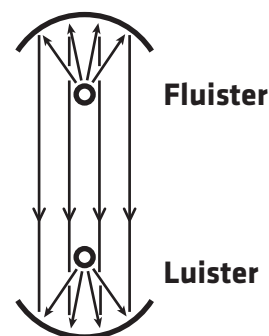
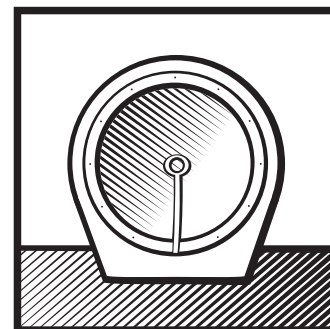
Wat doen de schotels?

Als je precies in het midden van de schotel praat, wordt het geluid over de schotel verspreid en weerkaatst naar de andere schotel. De andere schotel vangt het geluid op en buigt het weer naar het midden toe. Diegene die daar staat kan jou nu heel goed horen.



Wat gebeurt er als er iemand tussendoor loopt?

De mensen bij de schotel kunnen elkaar nog steeds verstaan, alleen als er heel veel mensen tussendoor lopen kunnen ze elkaar niet meer horen. Degene die tussen de schotels door loopt kan soms het gesprek volgen. Het hangt ervan af hoe hard er bij de schotels gesproken wordt. Je oorschelp werkt namelijk ook als een schotel, maar is niet zo groot als deze schotels.



Werkblad 2 Zeepbellen



Vraag

Zijn zeepbellen altijd rond?



Wat denk jij?

Hier vullen de leerlingen in wat zij denken.



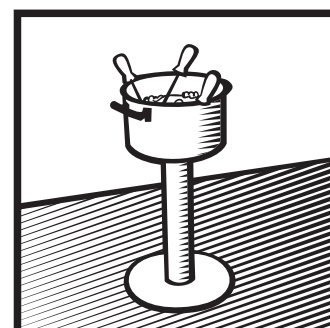
Aan de slag!

Antwoord: Beide bellen hebben een ronde vorm.



Wat weet je nu over zeepbellen?

Je kunt geen vierkante of driehoekige bel blazen. In het driehoekige frame kun je een zeepbel maken die driehoekig is. Dat komt omdat de zeepvliezen eromheen in een driehoekige vorm geduwd wordt. Een driehoekige bel lukt dus alleen als de bel nog in het frame zit. Als je de bel uit het frame blaast, is de bel weer rond.





Extra uitleg

Een zeepbel vormt een zo klein mogelijk oppervlak, dat is de bol. De bol is de meest ideale vorm voor een zeepbel. Een zeepbel kan alleen een andere vorm hebben als er andere bellen omheen zitten.

Werkblad 3 Hijsstoelen



Vraag

Kun je jezelf omhoog hijsen?



Wat denk jij?

Hier vullen de leerlingen in wat zij denken.



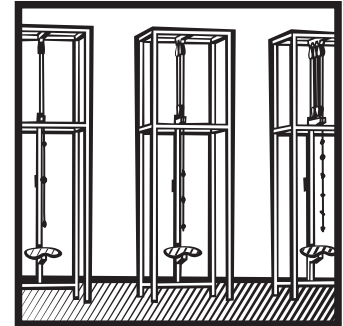
Aan de slag!

Antwoord: De stoel met het groene touw.



Wat was er anders?

De stoel met het rode touw heeft één katrol.
De stoel met het blauwe touw heeft drie katrollen.
De stoel met het groene touw heeft vijf katrollen.



Extra uitleg

Een katrol kan je helpen om zware dingen omhoog te tillen. Als je meerdere katrollen gebruikt, heb je minder kracht nodig. Want de katrollen verdelen de krachten. Hoe meer katrollen, hoe minder kracht jij hoeft te gebruiken. Je kunt jezelf omhoog hijsen met katrollen.

Werkblad 4 Kleurenmenger



Vraag

Kun je wit licht maken als je verschillende kleuren licht mengt?



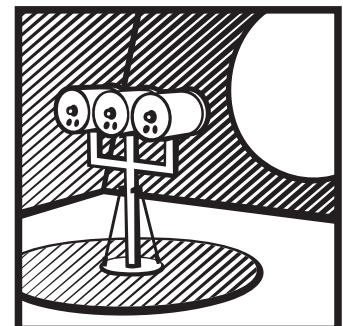
Wat denk jij?

Hier vullen de leerlingen in wat zij denken.



Aan de slag!

Antwoord: Geel.
Antwoord: Wit.



Wat weet je nu over licht?

Je kunt wit licht maken als je rood, groen en blauw licht mengt.



Extra uitleg

Licht zorgt ervoor dat we de dingen om ons heen goed kunnen zien. Overdag zie je het licht van de zon. 's Nachts is het donker, je doet dan de lampen aan.

De zon, lampen en lantaarnpalen geven licht. Dingen die licht geven heten lichtbronnen. Je ogen geven zelf geen licht, maar kunnen het licht wel waarnemen. Als het licht van een lichtbron op een boek valt, dan weerkaatst het licht naar je ogen.

Licht van de zon of van een lamp lijkt wit, maar bestaat eigenlijk uit een mengsel van kleuren. Omdat ze door elkaar zitten, zien we het als wit licht en niet als verschillende kleuren. In een regenboog kun je wel zien dat zonlicht uit verschillende kleuren bestaat. Het zonlicht valt dan door regendruppels in de lucht. De druppels breken het licht. Daardoor nemen alle kleuren in het licht dan ieder net een ander weggetje. En zo zie je ze precies naast elkaar, van violet naar rood.

Als je alle kleuren licht mengt, krijg je weer wit licht. Door de manier waarop je ogen werken, zie je al wit licht als je alleen de kleuren rood, groen en blauw mengt.

Werkblad 5 Schaduwmuur



Vraag

Kun je weglopen zonder je schaduw mee te nemen?



Wat denk jij?

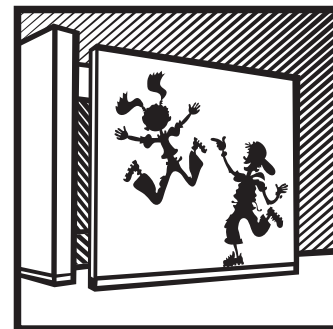
Hier vullen de leerlingen in wat zij denken.



Aan de slag!

Antwoord: Een vage vlek.

Antwoord: Je eigen schaduw duidelijk.



Wat is schaduw?

Schaduw is het ontbreken van licht. Schaduw ontstaat als het licht van een lichtbron helemaal of voor een deel wordt tegengehouden door iets, bijvoorbeeld jezelf. Schaduw kan alleen ontstaan als er een lichtbron en een object dat het licht tegen kan houden is.



Extra uitleg

Dit is een bijzondere muur. De muur kan het licht van de lamp een tijdje opslaan. Dit komt omdat de muur bedekt is met een speciale stof. De deeltjes van deze stof bewaren de energie van het licht een tijdje. Daarna geven de deeltjes die energie weer af in de vorm van licht. De muur geeft dan zelf ook even licht. Behalve op de plek waar jij stond, daar kon geen licht op schijnen. Zonder licht kan de muur zelf ook geen licht geven. Daarom zie je je eigen schaduw op de muur. Als je dichtbij de lamp staat is je schaduw vaag. Sta je dichtbij de muur, dan is je schaduw duidelijk. Dat een stof energie kan bewaren en later licht kan uitstralen heet fosforescentie.

Sommige horloges hebben een wijzerplaat die 's nachts oplicht. Zo kun je ook in het donker zien hoe laat het is. Op de wijzerplaat zit dezelfde stof als op deze muur bij NEMO. De deeltjes slaan het daglicht op wat erop schijnt. Daarna stralen ze heel langzaam hun opgeslagen licht weer uit. Overdag zie je dit bijna niet, omdat het licht om je heen veel sterker is. De stickers van sterren en planeten die je op het plafond van je slaapkamer kunt plakken, werken op dezelfde manier.

Werkblad 6 Spijkerstoel



Vraag

Op welke stoel zit je beter?



Wat denk jij?

Hier vullen de leerlingen in wat zij denken.



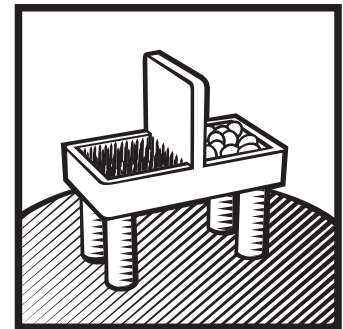
Aan de slag!

Antwoord: De stoel met de spijkers.



Wat is er anders aan de stoel die beter zit?

De spijkerstoel heeft veel puntige spijkers, de spijkers zijn puntig maar hebben een klein oppervlak. De bolletjesstoel heeft weinig bollen, maar de bollen hebben een groot oppervlak.



Extra uitleg

Jouw gewicht wordt verdeeld over alle spijkers. Omdat er zoveel spijkers zijn draagt elke spijker maar een klein beetje van jouw gewicht. De bolletjesstoel heeft veel minder bollen. Elke bol draagt een groot deel van jouw gewicht. Dat zit niet zo lekker.