



Fenomena

Leerkrachtenhandleiding

Lesmateriaal
groep 7-8

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.

Lesmateriaal *Fenomena*

Voor u ligt het lesmateriaal *Fenomena* van NEMO Science Museum. Dit lesmateriaal is geschikt voor groep 7 en 8. Na het uitvoeren van dit materiaal weten uw leerlingen dat wetenschap van alle tijden is, waarom wetenschap belangrijk is en dat je door onderzoek te doen nieuwe dingen kunt ontdekken.

Leerkrachtenhandleiding

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

TIP

Kijk op www.nemosciencemuseum.nl/onderwijs voor de meest actuele informatie over o.a. bereikbaarheid en openingstijden.

Inhoud

Werken met het NEMO lesmateriaal

Het materiaal in één oogopslag
Leerlijn *Onderzoekend Leren*

04
05

In NEMO

Verdieping *Fenomena* bezoeken

06

Een bezoek aan de interactieve tentoonstellingen *Wonderlijke Wetenschap* en *Wetenschap in alle tijden*. Op deze verdieping ervaar je hoe wetenschap werkt! De leerlingen gebruiken hierbij de *Werkbladen in NEMO - Fenomena*. Deze werkbladen kunt u van de website 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 winstoogmerk 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 - Verkennende activiteit over het onderwerp, bijvoorbeeld een brainstorm - Achtergrond 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? of Vraag
	Hypothese - Een mogelijk antwoord op de onderzoeksvraag - Een hypothese is niet goed of fout. De hypothese geeft aan wat je denkt	Wat denk jij?
	Experiment - Proefonderzoekelijk wordt een antwoord gezocht op de onderzoeksvraag. De hypothese wordt getoetst - Het experiment is niet altijd praktisch, het kan ook een theoretisch experiment zijn	Aan de slag of Het experiment!
	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 - Men kan verdere uitleg gegeven worden - Suggesties voor verder onderzoek - Discussies kan hier plaats vinden	Meer weten!

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		
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's.		
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 snel?		
Wat is de oplooptijd?		
Zijn er overige kenmerken?		
Stel je mag één van deze twee auto's kopen. Welke van de twee zou jij kiezen en waarom?		

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 voorkennis of introduceert nieuwe kennis bij leerling.	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? of Vraag
	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 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 ▪ 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 plaatsvinden.	Meer weten!

Fenomena bezoeken

U gaat met de klas naar NEMO om *Fenomena* (de eerste verdieping) te bezoeken. De leerlingen ervaren op deze verdieping op verschillende manieren hoe wetenschap werkt.

In de tentoonstelling *Wonderlijke Wetenschap* worden doodgewone natuurverschijnselen als licht, geluid en statische elektriciteit onderzocht. De tentoonstelling *Wetenschap in alle tijden* gaat over belangrijke wetenschappelijke ontwikkelingen. Bij de exhibits van *Onderzoek als een wetenschapper* maken de leerlingen kennis met de verschillende stappen die je doorloopt als je onderzoek doet. Aan de hand van een werkblad doen de leerlin en bij verschillende exhibits (tentoonstellingsonderdelen) opdrachten en beantwoorden ze vragen.

Locatie	In NEMO
Tijdsduur	30 minuten
Lesdoelen	De leerlingen: ■ zien dat in alle tijden ontdekkingen worden gedaan; ■ leren dat we voortbouwen op kennis en ontdekkingen van vroeger en dat we die kennis nog steeds gebruiken; ■ maken kennis met de stappen van onderzoek doen en voeren zelf een onderzoek uit.
Vorbereiding	Kopieer voor alle leerlingen <i>Werkbladen in NEMO – Fenomena</i> . Laat de leerlingen potloden meenemen. Regel voldoende begeleiders: minimaal één begeleider per tien leerlingen. Kopieer voor elke begeleider de informatie voor begeleiders uit deze handleiding, te vinden onder het kopje Informatie voor de begeleider.
Materialen	Voor elke leerling: ■ <i>Werkbladen in NEMO – Fenomena</i>. Deze zijn gratis te downloaden van www.nemosciencemuseum.nl. ■ potlood (liever geen pennen in NEMO). Voor elke begeleider: ■ de informatie en antwoorden voor de begeleiders; ■ de plattegrond van de eerste verdieping.
Organisatie van de les	Aan de hand van vragen en opdrachten worden uw leerlingen door de tentoonstellingen geleid. Verdeel de klas in twee groepen. De ene helft begint met werkblad A, de andere helft begint met werkblad B. De leerlingen kunnen de werkbladen per tweetal of in groepjes maken.

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 (tentoonstellingsonderdeel) 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 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.
- **Doen** De leerling doet de exhibit en beantwoordt een vraag.
- **Meer weten!** Uitleg over de exhibit.

TIP

Kijk voor uitgebreide uitleg op bladzijde 5

De eerste verdieping

De eerste verdieping bestaat uit twee tentoonstellingen: *Wonderlijke Wetenschap* en *Wetenschap in alle tijden*.

Wonderlijke Wetenschap

Natuurkunde is overal: in de kleuren van een regenboog, bij het knetteren van een trui en bij het verschil van stemhoogte bij mannen en vrouwen. *Wonderlijke Wetenschap* gaat over al dit soort verschijnselen, die leerlingen elke dag tegenkomen.

Bij *Wonderlijke Wetenschap* kunnen de leerlingen deze verschijnselen zelf oproepen en direct zien hoe ze werken. Ze ontdekken zo hoe alledaagse en toch verrassende natuurverschijnselen als licht, geluid en statische elektriciteit in elkaar zitten.

Wetenschap in alle tijden

Antwoorden op de werkbladen in NEMO

Werkblad 1 Tijdlijn

→ Loop langs de tijdlijn en bekijk de ontdekkingen.

Welke ontdekking vind jij onmisbaar? Waarom heb je deze gekozen?

- Antwoord afhankelijk van de leerling.

Zoek de volgende onderdelen in de tijdlijn:

→ Vroege beschaving: Hoe kan ik mijn ideeën vastleggen?

→ Middeleeuwen: Hoe kun je handig boeken drukken?

Bedenk een voorbeeld van iets wat na deze ontdekkingen makkelijker werd:

- Verschillende antwoorden zijn mogelijk. Voorbeelden:

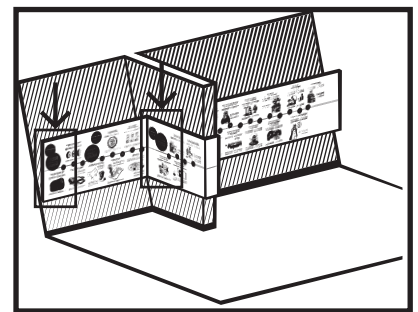
- ☐ kennis verspreiden
- ☐ dingen onthouden
- ☐ ideeën delen

Je ziet dat een idee steeds verder wordt verbeterd; het begon met schrijven in klei, vervolgens op papier en weer later bedachten mensen een manier om snel boeken te drukken.

Wat kun je zien als de volgende stap? Vul in:

Schrijven op kleitabletten → Boeken drukken met drukpers → Verschillende antwoorden mogelijk:

- Printer
- Kopieermachine
- 3D-printer
- Tablets/e-books
- Computer
- Computertaal



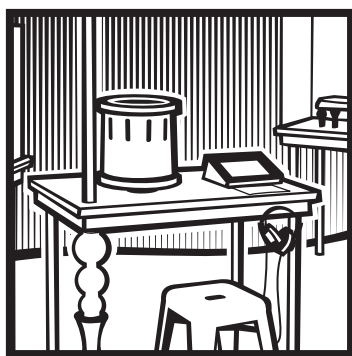
Werkblad 2 Vermakelijke Wetenschap

In de *Tijdljn* kun je zien dat we steeds meer over de wereld te weten komen. Dat komt onder andere door de ontwikkeling van wetenschap. De 18e en 19e eeuw waren hiervoor een belangrijke tijd; wetenschappers kwamen bij elkaar om kennis te delen, maar ook het 'gewone volk' werd enthousiast gemaakt voor wetenschap.

→ Bekijk de voorwerpen in de glazen kasten en doe de bijbehorende experimenten.

Met deze voorwerpen werden demonstraties gegeven. Hoe heeft dit denk je bijgedragen aan het populair maken van wetenschap?

- Mensen vonden het leuk en leerzaam en zo kreeg wetenschap een goede naam.



Op de tafel zie je een zoötroop. Dit instrument werd in de 18e en 19e eeuw gebruikt om mensen te vermaken.

- Draai aan de zoötroop en kijk door de sleuven.

Wat zie je als je heel langzaam draait?

- Je ziet de losse plaatjes.

Wat zie je als je heel snel draait?

- Je ziet een bewegend filmpje.

Kun je een voorbeeld bedenken waarvoor wij dit nu gebruiken?

- Bij het maken van animaties en films.

Werkblad 3 Het museum van de Verlichting



Welkom in het *Museum van de Verlichting*. Vanaf de 18e en 19e eeuw werd wetenschap steeds belangrijker.

Dit museum was daarvoor een belangrijke plek. Waarom? Kruis het juiste antwoord aan.

- ☐ Wetenschappers konden zo de experimenten bekijken.
- ☒ Wetenschappers konden zo kennis met elkaar delen en nieuwe instrumenten uitproberen.
- ☐ Wetenschappers waren verplicht de instrumenten te bekijken.

Kies een voorwerp uit het middelste gedeelte van de kast.

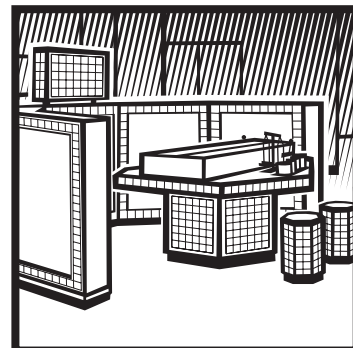
De antwoorden bij deze opdracht staan op de volgende pagina in de tabel. De leerlingen kiezen meestal voor de telescoop en het transportsysteem. (Deze antwoorden geven een richting; de antwoorden van de leerlingen kunnen dus afwijken van onderstaande antwoordvoorbeelden.)

Voorwerp	Waarvoor werd dit voorwerp gebruikt?	Voorbeeld van verbeterde versie nu
Demonstratietoestel voor de verbranding van waterstof en zuurstof tot water (1775 -1800)	Om te onderzoeken/ laten zien uit welke stoffen water was opgebouwd: uit waterstof en zuurstof.	We gebruiken deze kennis bijvoorbeeld om auto's op waterstof te laten rijden
Telescoop (1790)	Om dingen die ver weg staan, beter te bekijken.	Verbeterde telescopen waarmee we het heelal onderzoeken, bijvoorbeeld de Hubbletelescoop.
Model transportsysteem zware objecten (1775-1800)	Om te laten zien hoe zware dingen makkelijk vervoerd konden worden.	Allerlei vervoermiddelen, bijvoorbeeld: lopende band, vrachtwagen, hijskraan.
Glas voor optische projecties (1789)	Om mooie lichtprojecties te krijgen.	Om licht te versterken, bijvoorbeeld in een vuurtoren. Optische effecten bij fotografie.
Galvanometer (ca. 1880)	Meetinstrument waarmee de stroomsterkte van elektrische stroom afgelezen kan worden aan een meetnaald. Werd gebruikt om elektromagnetisme uit te leggen.	Tegenwoordig worden digitale meters gebruikt.
Aurorafles (1775-1800)	Produceert een lichtverschijnsel onder invloed van elektrische ontladingen	TL-lampen, spaarlampen, beamers, flitslampen, etc.
Fluorescerend uraniumglas (ca. 1850)	Een uraniumverbinding werd toegevoegd als kleurstof in glas. Deze kleurstof licht op onder ultraviolet licht.	Dit glas wordt nog steeds op heel kleine schaal gemaakt. Producten van nu die lijken op dit glas zijn glow-in-the-dark materialen.

Onderzoeken doe je zo!

Werkblad 1 Onderzoek als een wetenschapper

Begeleid de leerlingen bij deze opdracht door samen met hen het werkblad in te vullen. Leerlingen zijn geneigd direct te proberen en de stappen over te slaan. Maar door de stappen op het werkblad te volgen, leren ze hoe een onderzoek precies is opgezet. Als de leerlingen een tijdje hebben gespeeld, kunt u ze vragen samen met u het werkblad te doorlopen.



De leerlingen doorlopen bij deze opdracht de stappen van de onderzoekscyclus. Omdat ze zelf een onderzoeksvraag kiezen, verschillen de antwoorden per leerling. Hieronder een uitleg bij de drie onderzoeksvragen:

- Rolt een zware cilinder sneller dan een lichte (groene) cilinder?
De zware cilinder heeft meer energie in het zwaartekrachtveld dan de lichte, maar is moeilijker in beweging te krijgen. Ze zijn gelijk beneden.
- Rolt een holle cilinder sneller dan een massieve (groene) cilinder?
Hoe dichter het materiaal van de cilinder bij de draaias zit, hoe minder energie er in de draaiende beweging gaat zitten, de resterende energie blijft over voor snelheid. Een massieve cilinder heeft meer massa bij de draaias dan een holle cilinder. De massieve cilinder is daardoor eerder beneden dan de holle cilinder.

TIP

Bij de exhibit *Draaistoel* kunnen de leerlingen zelf op een draaiende stoel ervaren wat er gebeurt als je de massa naar de draaias verplaatst. Gebruik hiervoor de groene blokken.

Werkblad 2 Zelf op onderzoek uit!

De leerlingen hebben in de vorige opdracht de onderzoeksstappen doorlopen, aan de hand van een voorbeeld. In deze opdracht gaan de leerlingen nu zelf een vraag bedenken en beantwoorden. Om ze op weg te helpen, geven we hieronder twee voorbeeldvragen.

Bij deze opdracht ervaren de leerlingen hoe het is om aan de hand van de onderzoeksstappen zelf het antwoord op een vraag te vinden. Het gaat er dus niet om of dat antwoord 'goed of fout' is.

Bij deze opdracht is het vooral belangrijk dat u de leerlingen stimuleert om via een experiment het antwoord te vinden op hun vraag. Hieronder vindt u hiervoor een aantal tips, en extra informatie over de geluidsexhibits.

Bij *Luisterbuizen*: Wat bepaalt de toonhoogte van geluid? (Of eigen vraag)

Vraag de leerlingen:

- Wat hoor je als je aan de grote buis luistert?
- Wat hoor je als je aan de kleinste buis luistert?
- Wat is het verschil tussen die twee?

Over *Luisterbuizen*:

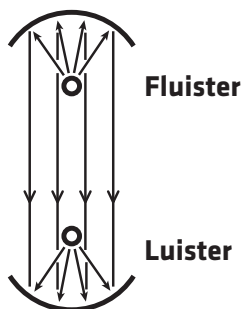
Omgevingsgeluid bestaat uit verschillende tonen. Die verschillende tonen worden hoorbaar in de *Luisterbuizen*. In elke buis hoor je andere tonen. Dat komt doordat de buizen verschillen in lengte. De lengte van de buis bepaalt welke tonen je hoort. Hoe langer de buis, hoe lager de tonen die je hoort. Bij de lange buizen hoor je dus alleen lage tonen; bij de korte buizen hoor je alleen

De hoogte van een toon hangt af van de frequentie van de trilling. Hoe hoger de frequentie, hoe meer trillingen per tijdseenheid. Een hogere frequentie, dus snellere trillingen, geven een hoger geluid dan geluid met langzamere trillingen.

Bij *Luisterbuizen*: Kun je gefluister over 17 meter verstaan? (Of eigen vraag)

Vraag de leerlingen:

- Kun je elkaar fluisterend verstaan als je een paar meter uit elkaar staat?
- Hoe kan het dat je elkaar door de schotels wel kunt verstaan?
- Kun je elkaar ook verstaan als je met je rug naar de schotels staat?



Over Luisterschotels:

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 tussen de schotels door loopt?

De mensen bij de schotel kunnen elkaar nog steeds verstaan. Alleen als er heel veel mensen tussen de schotels door 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 de luisterschotels die je in NEMO ziet.

Bij **Antigeluid:** Eigen vraag

Over Antigeluid:

Hier worden de leerlingen blootgesteld aan verschillende geluiden, en wordt gedemonstreerd hoe de oorspronkelijke geluidsbron gedoofd kan worden met antigeluid.

Antigeluid wordt gemaakt door de oorspronkelijke geluidsbron te dupliceren en in precies de tegengestelde richting uit te zenden. Op sommige plekken waar de geluidsgolven op elkaar botsen is de netto geluidssterkte nul, en hoor je beide geluiden niet.

In active-noise-canceling koptelefoons wordt antigeluid gebruikt om de drager zo veel mogelijk te isoleren van omgevingsgeluiden.