

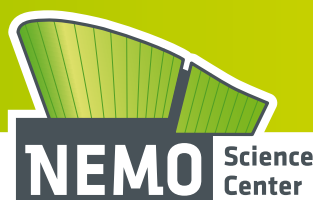
Krachtpatsers

Lesmateriaal, onderbouw VO Docentenhandleiding

Dit lesmateriaal is
voor gebruik 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 voortgezet onderwijs.

Werkbladen in NEMO *Krachtpatsers*

Voor u ligt het lesmateriaal bij de tentoonstelling *Krachtpatsers* in Science Center NEMO. Dit lesmateriaal is geschikt voor de onderbouw van het VO. Deze tentoonstelling gaat over verschillende constructies die de stevigheid van een bouwwerk kunnen verbeteren. Na het uitvoeren van dit materiaal weten uw leerlingen hoe ze gebruik kunnen maken van vormen en materialen om sterke constructies te bouwen.

Docentenhandleiding

In deze docentenhandleiding zijn instructies opgenomen, die u helpen bij de voorbereiding op het bezoek aan de tentoonstelling *Krachtpatsers*. 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 in NEMO.

Inhoud

Werken met het NEMO lesmateriaal - Het materiaal in één oogopslag 3

Werken met het NEMO lesmateriaal - Leerlijn *Ontwerpend Leren* 4

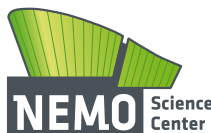
In NEMO

Tentoonstelling *Krachtpatsers* bezoeken 5

Een bezoek aan de interactieve tentoonstelling *Krachtpatsers*. De leerlingen maken gebruik van de werkbladen in NEMO met het thema *Krachtpatsers* die u van de website kunt downloaden. *Krachtpatsers* is een tentoonstelling over technische constructies; over bruggen en gebouwen met spierballen.

Meer informatie - Praktische informatie voor uw bezoek aan NEMO 14

Meer informatie - Plattegrond NEMO 16



Werken met het NEMO lesmateriaal

Het materiaal in één oogopslag

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

In de docentenhandleiding wordt waar nodig verwezen naar de leerlingwerkbladen.

Leerkrachtenhandleiding

In de klas **Inleidende les Onderzoek aan magneten**

Lesbeschrijving

Uw leerlingen maken in deze les kennis met onderzoek doen en volgen net 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 onderzoekszyclus: verkennen. 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, papierclip.

1 Laat het de leerlingen zelf uitproberen. De leerlingen werken in groepjes. Geef elk groepje een magneet en de voorwerpen.

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

NEMO Science Center

Leerkrachtenhandleiding | versie 08-2013 15

Het cijfer geeft aan over welke exhibit (onderdeel van de tentoonstelling) de vragen op het werkblad gaan. Dit cijfer vindt u terug op de plattegrond van NEMO die in het boekje voor de leerlingen is opgenomen.

Leerlingmateriaal 'werkbladen in NEMO'

Werkblad **1 Fluisteren op afstand**

Vraag

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

Wat denk jij?

☐ Je kunt elkaar wel verstaan als jij in de schotel praat en een klagenoet aan de andere schotel luistert.

☐ Je kunt elkaar niet verstaan als jij in de schotel praat en een klagenoet aan de andere schotel luistert.

Aan de slag!

Doe deze opdracht met een z'n tweeën. Ga ieder bij een schotel staan. De een fluistert "kun je mij verstaan?" in de ring van een schotel. Kan de persoon bij de andere schotel jou verstaan?

☐ Nee, het geluid is te zacht.

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

☐ Ja, maar ik moet nog steeds hard praten.

Wat doen de schotels?

Wat gebeurt er als er iemand tussendoor loopt?

Onderzoeken | Groep 5-6

NEMO Science Center

Ga verder op de volgende pagina →

Leerlingen | in NEMO | versie 08-2013 4

Werken met het NEMO lesmateriaal

Leerlijn Ontwerpend Leren

In dit lesmateriaal maken we gebruik van de didactiek *Ontwerpend 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
	Probleemstelling • Vraag waarin geformuleerd wordt wat de leerling gaat ontwerpen.	Wat ga je uitvinden? Of Wat ga je maken?
	Ontwerpen • Er wordt een programma van eisen opgesteld. • De leerlingen bedenken ideeën voor het ontwerp. • Het ontwerp wordt gemaakt.	Hoe ga je het maken?
	Maken • Het gekozen ontwerp wordt gebouwd.	Aan de slag!
	Testen • Het gebouwde ontwerp wordt getest.	Testen!
	Verbeteren • De resultaten uit de test worden toegepast om het ontwerp te optimaliseren. • Ruimte voor verdere uitleg en discussie.	Meer weten!

Tentoonstelling *Krachtpatzers* bezoeken

U gaat met de klas naar NEMO om daar de tentoonstelling *Krachtpatzers* te bezoeken. De leerlingen doen in de tentoonstelling *Krachtpatzers* bij verschillende exhibits (tentoonstellingsonderdelen) een klein onderzoek.

Tijdsduur	45 minuten
Lesdoelen	De leerlingen maken kennis met verschillende manieren om een constructie steviger te maken.
Kerdoelen	Kerdoel 29 en 33, leergebied Mens en natuur
Vorbereiding	Kopieer voor alle leerlingen <i>Werkbladen in NEMO - Krachtpatzers</i> . Regel voldoende begeleiders (1 per 10 leerlingen). Kopieer voor elke begeleider de informatie voor begeleiders uit deze handleiding.
Materialen	Voor elke leerling: • <i>Werkbladen in NEMO – Krachtpatzers</i>. Deze zijn gratis te downloaden van www.e-NEMO.nl; • potlood (liever geen pennen in NEMO). Voor elke begeleider: • de informatie voor de begeleiders; • de plattegrond van de tentoonstelling <i>Krachtpatzers</i>. Deze vindt u achterin deze handleiding bij <i>Meer informatie</i>.
Organisatie van de les	De leerlingen voeren alleen of in groepjes, aan de hand van de werkbladen bij verschillende exhibits een opdracht uit. Het werkblad begint met een probleemstelling. Aan de hand van een opdracht of vraag proberen ze de exhibit op verschillende manieren uit. Daarna worden de leerlingen door middel van een open vraag gestimuleerd om zelf tot een resultaat of meer inzicht te komen. Op de volgende pagina's vindt u de antwoorden op de werkbladen in NEMO. Kopieer dit materiaal voor de begeleiders die meegaan naar NEMO, zodat zij leerlingen eventueel verder op weg kunnen helpen bij hun onderzoek in NEMO. Kopieer ook de plattegrond van de tentoonstelling <i>Krachtpatzers</i>. Deze vindt u achteraan in dit document bij <i>Meer informatie</i>.

Tip

Laat ieder groepje bij een andere exhibit beginnen.

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 Ontwerpend Leren. Hierin zullen steeds de volgende stappen van onderzoek terugkomen:

- **Aan de slag!** De leerling probeert de exhibit uit en beantwoordt een vraag.
- **Meer weten!** Uitleg over de exhibit.
- **Breinbreker** Extra uitdagende vraag over het onderwerp.

Antwoorden op de werkbladen in NEMO

Werkblad **1 Buigen of barsten**

Aan de slag!

De toren zwaait zonder dwarsbalkjes $\pm 32\text{-}34$ mm uit.

De toren zwaait met dwarsbalkjes ± 7 mm uit.

Hoe komt dit?

Door de dwarsbalkjes diagonaal aan te brengen, versterk je de constructie.

De toren zal minder uitzwaaien. Een dwarsbalkje maakt van het wiebelende vierkant twee stabiele driehoeken. Deze driehoeken vangen de windkracht op waardoor de toren minder uitzwaait.

Breinbreker

Kun je drie constructies/bouwwerken bedenken waarin driehoeken voorkomen?

- 1 Eiffeltoren
- 2 elektriciteitsmast
- 3 bruggen (vakwerk)
- 4 dakconstructie Amsterdam Arena

Werkblad **2 Sterke bruggen - Boog**

Aan de slag!

Wanneer is de brug het stevigst en blijft de auto op de brug staan?

Met een boog onder de brugplaat is de brug het stevigst. De kracht die door het gewicht van de auto op de brugplaat komt is te groot. Hierdoor stort de brugplaat in. Als je een boog onder de brugplaat plaatst, zal het gewicht van de auto worden opgevangen door de boog en naar de zijanten worden geleid. Daar worden de krachten door de kades opgevangen.

Breinbreker

Welke twee bruggen herken je in de brug naast NEMO?

- Boogbrug en vakwerkbrug (zie tekeningen aan het begin van de werkbladen).
- De platte brug staat niet in de tekening maar die zouden de leerlingen ook kunnen herkennen.

Werkblad **3 Sterke bruggen- Profiel**

Aan de slag

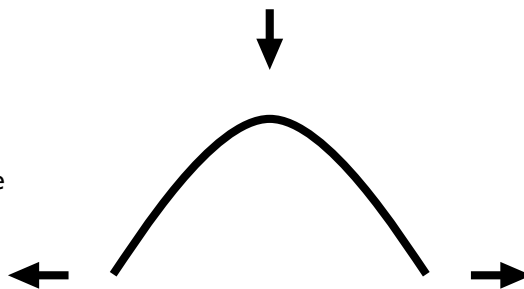
Waarom stort de ene brug wel in en de andere niet?

- De kracht die door het gewicht van de auto op de platte brugplaat komt is te groot. Hierdoor stort de brug in. Door een plaat een profiel te geven, kan dezelfde plaat veel sterker worden en meer gewicht dragen. Dit komt doordat de krachten die op de plaat duwen verdeeld worden.

Werkblad **4** Bouw je eigen boogbrug

Aan de slag!

Waarom stort de brug niet in?
De kracht van jouw gewicht wordt omgezet in een zijwaartse kracht. Deze krachten worden opgevangen door de kades waardoor de boogbrug blijft staan.



Breinbreker

Ken je nog andere gebouwen of delen van gebouwen met een boogvorm?

- in oude kerken of gebouwen
- soms boven ramen
- boven poortjes in oude stadsmuren

Werkblad **5** Draai en beweeg

Aan de slag!

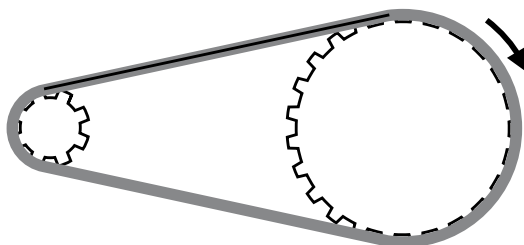
Kan de schildpad de race van het haasje winnen?

Ja, als er een goede schakeling van de tandwielen wordt gemaakt en je met een groot tandwiel het kleinere tandwiel van de schildpad aandrijft, kan de schildpad de race winnen van het haasje.

Breinbreker

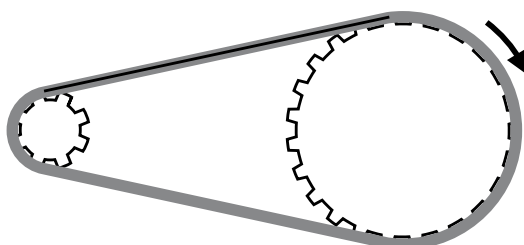
Welke kant fiets je op met deze fiets als je vooruit trapt?

- Als je trapt zal deze beweging een tegenovergestelde beweging in het achterwiel veroorzaken. Het achterwiel zal achteruit gaan. Je fietst dus achteruit.



Op een fiets zijn de voor- en achterwielen met elkaar verbonden door een ketting. Welke functie heeft de ketting?

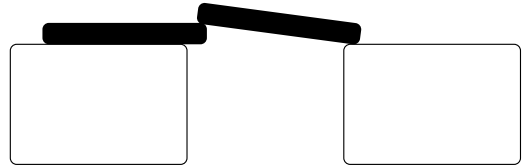
De ketting verbindt de tandwielen met elkaar. Als je trapt wordt deze ronddraaiende beweging doorgegeven aan je achterwiel waardoor je vooruit fietst.



Werkblad **6 Samen sterk - Contragewicht****Aan de slag!**

Hoe moet je de brugdelen neerleggen?

- Oplossing: zie illustratie hiernaast.
De oplossing staat ook onder het tafeltje.

**Breinbreker**

Hier geldt de formule: lengte x massa = lengte x massa

Er zijn in totaal 11 oplossingen, deze kunt u vinden op pagina 10.

Werkblad **7 Samen sterk - Evenwicht****Aan de slag!**

Waarom lukt de ene driehoek wel maar de andere niet?

De blokjes van de omgekeerde driehoek (van klein naar groot) zouden normaal omvallen. De kabels tussen de blokjes zorgen ervoor dat de driehoek in evenwicht blijft. De kabels staan strakgespannen door de trekkracht. Het tegenover gestelde van trekkracht is duwkracht. Kabels kunnen geen duwkracht opvangen, daarom lukt het niet om een gewone driehoek (van groot naar klein) te bouwen.

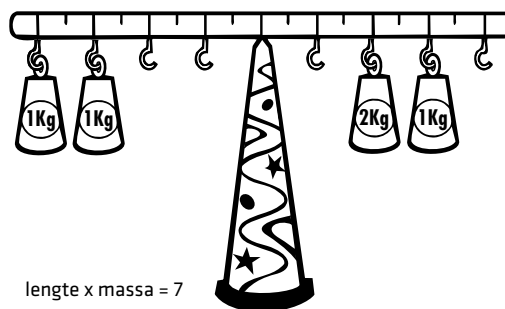
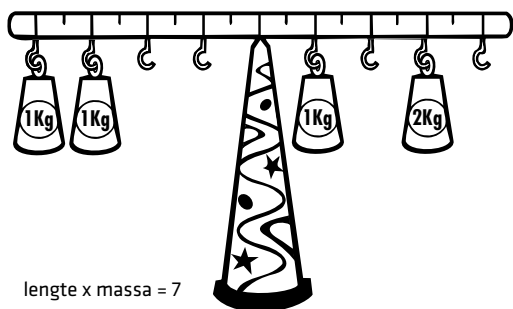
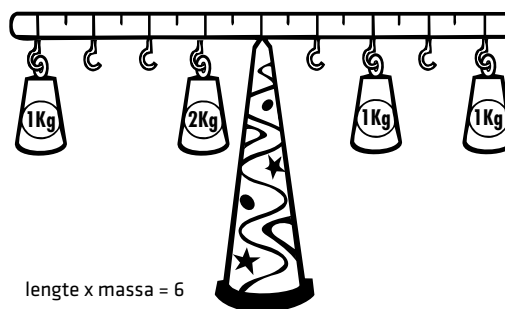
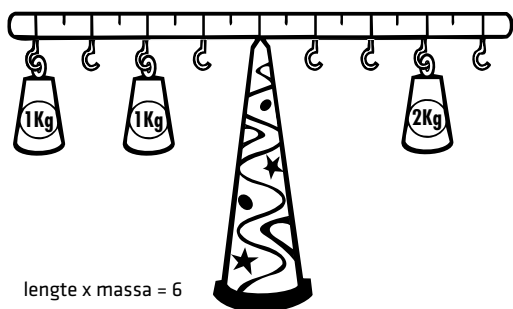
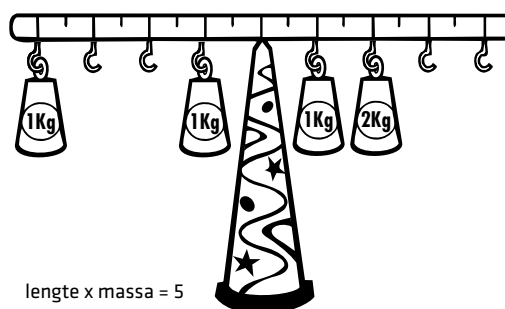
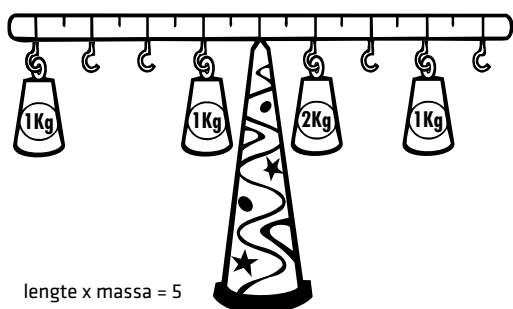
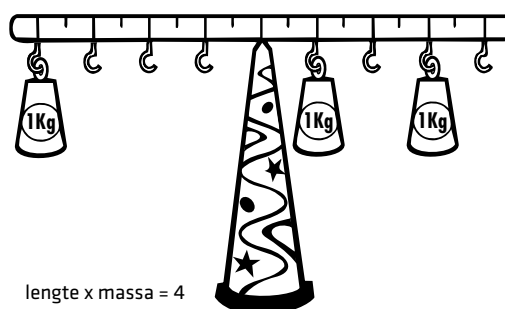
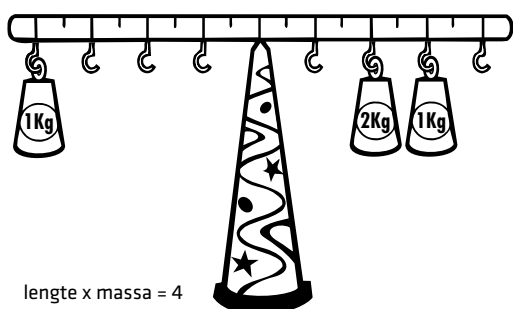
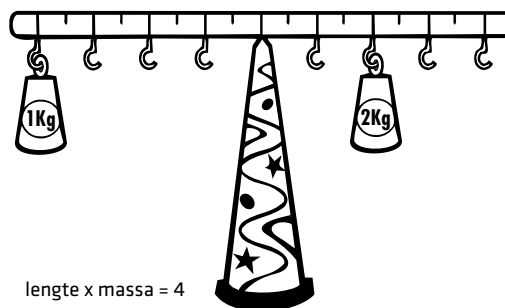
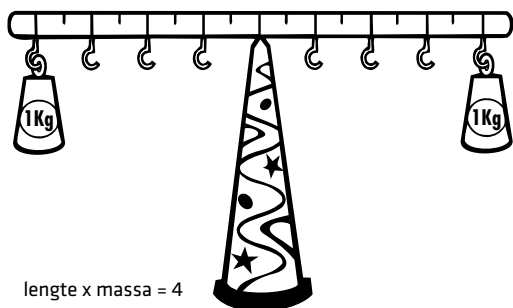
Breinbreker

Wat zorgt ervoor dat de boot niet wegdrijft (trekkracht): de palen of de touwen?

- touw

Wat zorgt ervoor dat de boot niet tegen de kade komt (duwkracht): de palen of de touwen?

- palen



Werkblad **8 Laat ze vliegen****Aan de slag**

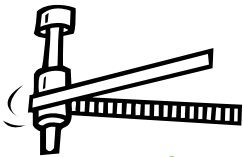
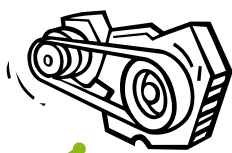
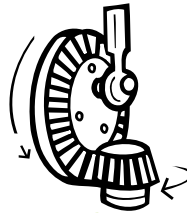
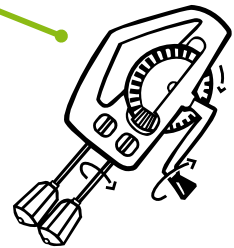
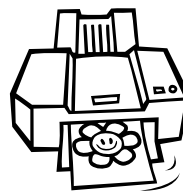
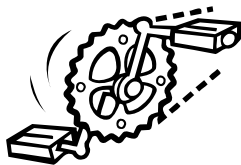
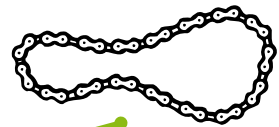
De eerste hendel bestuurt de 4de arm

De tweede hendel bestuurt de 1ste arm

De derde hendel bestuurt de 3de arm

De vierde hendel bestuurt de 4de arm

De vijfde hendel bestuurt de 5de arm

Breinbreker**Tandriem****V-snaar****Kroonwiel****Ketting**

Meer informatie



Praktische informatie voor uw bezoek aan NEMO 14
Plattegrond van NEMO 16

Praktische informatie voor uw bezoek aan NEMO

Speciaal schooltarief

Leerlingen voortgezet onderwijs € 6,50

Begeleiders gratis

Betalen met Cultuurkaart is mogelijk.

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.

- 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 kunt u op de dag zelf 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 10.00-17.00 uur. Voor afwijkende openingstijden zie onze website; 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 Kadisplein. 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.

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

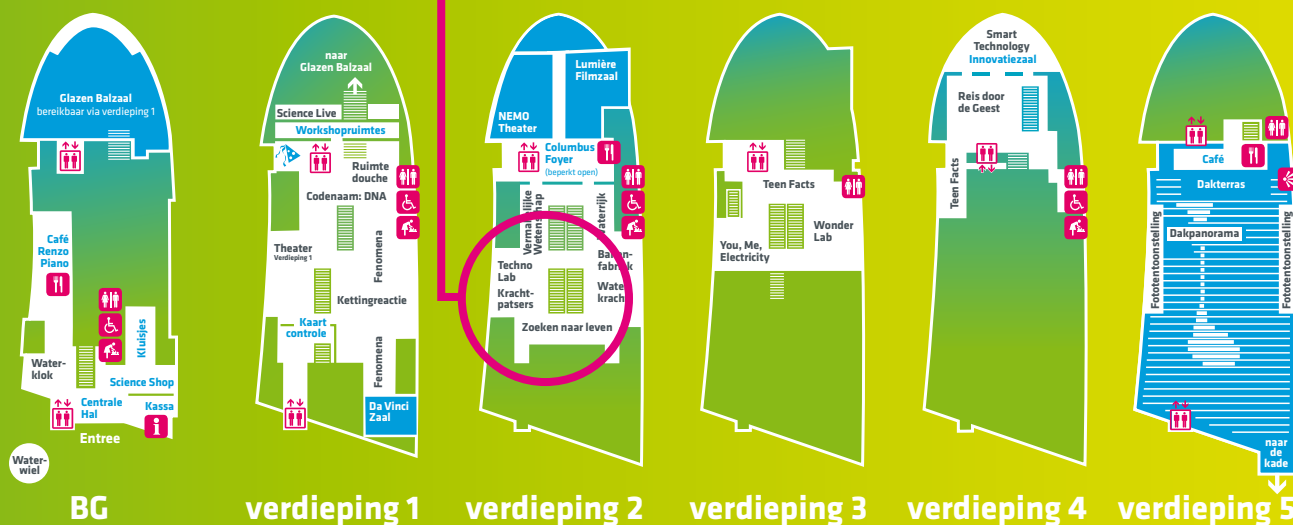
Plattegrond van NEMO

Op deze plattegrond zien de leerlingen waar ze moeten zijn om een werkblad te kunnen invullen. De nummers op de plattegrond staan voor de exhibits waarover vragen worden gesteld. Deze nummers staan ook op de bijbehorende werkbladen van de leerlingen.

De exhibits die bij de werkbladen horen zijn te vinden op verdieping 2.



- 1 Buigen of barsten
- 2 Sterke bruggen - Boog
- 3 Sterke bruggen - Profiel
- 4 Bouw je eigen boogbrug
- 5 Draai en beweeg
- 6 Samen Sterk - Contragewicht
- 7 Samen Sterk - Evenwicht
- 8 Laat ze vliegen



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

Illustraties Rene van Halderen

Science Center NEMO

Oosterdok 2

1011 VX Amsterdam

020 531 31 18

www.e-nemo.nl

boekingsbureau@e-nemo.nl