



Werkbladen
In NEMO

Experimenteren in NEMO

Inspiratie & Kennismaking

PABO

Naam

School

Klas

SCIENCE MUSEUM

Experimenteren in NEMO

In NEMO Science Museum draait alles om ervaren. Soms is de ervaring fysiek, soms zintuiglijk, soms cognitief, maar altijd onuitwisbaar. NEMO gebruikt deze interactieve buitenschoolse leeromgeving om bij een breed publiek (waaronder leerkrachten en leerlingen) inspiratie op te wekken voor wetenschap en techniek.

De eerste verdieping Fenomena

Op de werkbladen staan verschillende exhibits. De meeste bevinden zich op de eerste verdieping.

Een bekende uitspraak van Isaac Newton is 'Wij staan op de schouders van reuzen.' Hiermee bedoelde hij dat wetenschappers steeds voortbouwen op ontdekkingen van anderen. Ze zijn nieuwsgierig, kijken kritisch naar bestaande theorieën en stellen vragen. *Fenomena* (de eerste verdieping) gaat over hoe wetenschap werkt en bestaat uit twee tentoonstellingen. In de tentoonstelling *Wonderlijke Wetenschap* worden doodgewone natuurverschijnselen als licht, geluid en statische elektriciteit onderzocht en ontdek je dat natuurkunde overal is. In de tentoonstelling *Wetenschap in alle tijden* vind je op verschillende plekken belangrijke wetenschappelijke ontwikkelingen terug. Bij de exhibits van *Onderzoek als een wetenschapper* doe je ervaringen op met de wetenschappelijke methode.

Dit materiaal bestaat uit twee delen. Het eerste deel *Experimenteren in NEMO* bestaat uit acht werkbladen. Op elk werkblad bestudeer je één exhibit. Kies hieruit drie werkbladen die je gaat maken. In het tweede deel *Zoom in op Exhibits* denk je aan de hand van twee zelfgekozen exhibits na over de opzet en het doel van de exhibit. Daarnaast bekijk je wat je van de exhibit kunt leren en hoe je dit onderwerp op school kunt behandelen. In totaal maak je uit dit materiaal dus vijf opdrachten, drie uit *Experimenteren in NEMO* en twee uit *Zoom in op Exhibits*.

Wij wensen je veel plezier in NEMO.

Inhoud

	Werken met het NEMO lesmateriaal	
	Leerlijn Onderzoekend Leren	04
In NEMO	Werkbladen <i>Experimenteren in NEMO</i>	06
	Werkbladen <i>Zoom in op Exhibits</i>	15
	Meer informatie <i>Achtergrondinformatie Zoom in op exhibits</i>	18

TIP

NEMO heeft een ruim educatief aanbod voor zowel in NEMO als in de klas. Wil je meer weten over dit gratis materiaal, kijk dan op onze website: www.nemosciencemuseum.nl

TIP

Wil je meer weten over een exhibit? Kijk dan op pagina 20 in de achtergrondinfo.

© 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

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!

Niet in al het lesmateriaal maken we gebruik van alle pictogrammen of alle stappen. Dit hangt af van de opdracht en de doelgroep.

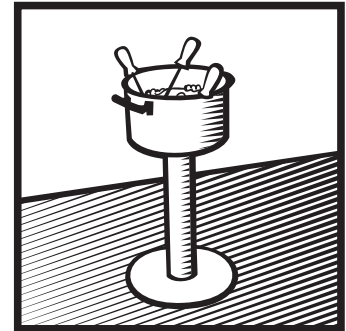
Experimenteren in NEMO



Werkblad 1 <i>Zeebellen</i>	06	Werkblad 4 <i>Hijsstoelen</i>	09
Werkblad 2 <i>Luisterschotels</i>	07	Werkblad 5 <i>Draaistoel</i>	10
Werkblad 3 <i>Kleurenmenger</i>	08	Werkblad 6 <i>Waterstroom</i>	11

1 Zeepbellen

Op verdieping 1 vind je verschillende zeepopstellingen. Ga naar de bak met verschillende vormen.



Onderzoeksvraag

Zijn zeepbellen altijd rond?



Hypothese

Zijn zeepbellen altijd rond?

- Ja, een zeepbel is altijd rond.
- Nee, een zeepbel kan ook een andere vorm hebben.



Experiment

Doop het driehoekige frame een paar keer voorzichtig in het sop. Wat zie je?

Blaas bellen met het driehoekige frame. Welke vorm heeft de bel?

Doop een ander frame een paar keer voorzichtig in het sop en blaas er bellen mee. Welke vorm heeft de bel?



Conclusie

Wat weet je nu over zeepbellen?

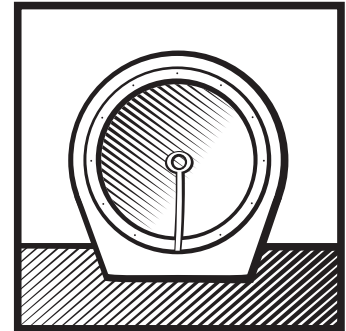


Meer weten!

Het sop voor de bellen bestaat uit water, zeep en glycerine. De zeep en de glycerine omsluiten samen een dunne laag water. Dit komt doordat de zeepmoleculen een bijzondere eigenschap hebben. Het zijn lange sliertjes waarvan het ene uiteinde waterafstotend is en het andere uiteinde juist waterbindend. Alle moleculen staan dus met de waterbindende kant naar het water toe en vormen zo een vlies om het water heen. Zeepvliezen nemen de kleinst mogelijke vorm aan. Op die manier is de spanning het laagst. Bij een zeepbel is dat een bol.

2 Luisterschotels

Op verdieping 1 bij de douane staan twee schotels.



Onderzoeksvraag

Hoe kun je deze schotels gebruiken om elkaar op afstand te horen fluisteren?



Hypothese

Kies één van de volgende hypothesen:

- Door te praten en te luisteren terwijl je met je rug naar de schotel zit, met je hoofd voor het gat.
- Door te praten en te luisteren terwijl je met je gezicht naar de schotel zit, met je hoofd voor het gat.



Experiment

Toets je hypothese door de exhibit uit te proberen. Werkt het ook als je niet door het midden praat?



Conclusie

Definieer een conclusie.

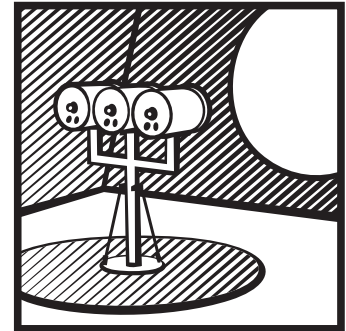


Meer weten!

Je kunt de werking van deze schotels vergelijken met de werking van je oorschelp. Met je oorschelp vang je geluidstrillingen op uit de lucht. Als je je hand om je oorschelp houdt, kun je je gehoor versterken. Dan vang je namelijk meer geluidsgolven op. Als je precies in het midden van de schotel praat, wordt het geluid over de schotel verspreid en weerkaatst naar de andere schotel. Die vangt de geluidsgolven op en buigt het weer naar het midden toe. Dit werkt alleen als de schotel een goede vorm heeft. Deze vorm noemen we een parabool.

3 Kleurenmenger

Deze exhibit bevindt zich op verdieping 1.



Onderzoeksvraag

Wat gebeurt er als je rood, groen en blauw licht mengt?



Hypothese

Vul de volgende hypothesen in:

- Als je groen en blauw licht mengt, ontstaat er _____ licht.
- Als je groen en rood licht mengt, ontstaat er _____ licht.
- Als je rood en blauw licht mengt, ontstaat er _____ licht.
- Als je alle drie de kleuren mengt, ontstaat er _____ licht.



Experiment

Toets je hypothesen door de exhibit uit te proberen. Vul de antwoorden in, nadat je het experiment hebt uitgevoerd.

- Groen en blauw licht levert _____
- Groen en rood licht levert _____
- Rood en blauw licht levert _____
- Alle drie de kleuren samen leveren _____



Conclusie

Definieer een conclusie. Grijp hiervoor terug op je hypothese.

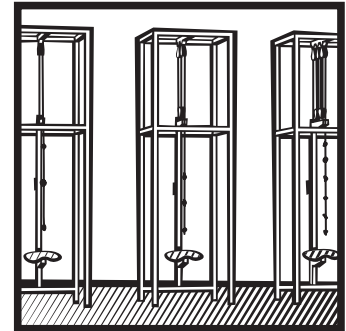


Meer weten!

Wist je dat zonlicht uit alle kleuren van de regenboog bestaat? Maar omdat ze allemaal gemengd zijn, ervaren we zonlicht als 'wit' licht. De kleuren worden zichtbaar als het zonlicht wordt gebroken, bijvoorbeeld door regendruppels. Er ontstaat een regenboog, doordat de ene kleur wat sterker wordt gebroken dan de andere. Zo wordt rood licht het minst gebroken en violet het meest. De kleurenvolgorde van een regenboog is altijd hetzelfde, omdat de verschillende kleuren altijd op dezelfde manier gebroken worden.

4 Hijsstoelen

Op verdieping 1 staat de exhibit *Hijzen maar*. Deze exhibit gaat over de werking van katrollen.



Onderzoeksvraag

Wat is de relatie tussen het aantal katrollen en de inspanning die je moet verrichten om jezelf op te hijsen?



Hypothese

Ik denk dat ik mezelf het gemakkelijkst op kan hijsen op de stoel met _____ katrol(len).



Experiment

Toets je hypothese door de exhibit uit te proberen. Hoeveel inspanning moet je verrichten?

Op de stoel met _____ katrollen kan ik mijzelf het gemakkelijkst ophijsen.



Conclusie

Definieer een conclusie.

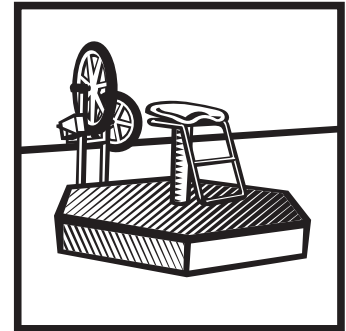


Meer weten!

Katrollen kunnen helpen om iets makkelijker op te tillen. Dat komt doordat je met katrollen gewicht kunt verdelen over meerdere touwen. Bij één katrol zit al je gewicht op één touw. Bij twee katrollen verdeel je het gewicht over twee touwen. Je moet dan wel twee keer zoveel touw hijsen om net zo hoog te komen. Dit heeft te maken met hoeveel energie het kost om jezelf op te tillen. Dat is gelijk aan kracht maal afstand. Met behulp van katrollen kun je de hoeveelheid kracht die je nodig hebt verminderen. Maar doordat de afstand dan meer wordt, kost het je net zoveel energie.

5 Draaistoel

Deze exhibit bevindt zich op verdieping 1. Bij de exhibit hangen twee blokken; dit zijn de gewichten die je bij dit experiment gebruikt. De fietswielen demonstreren een ander principe.



Onderzoeksvraag

Hoe kun je sneller rondjes draaien zonder jezelf een zetje te geven?



Hypothese

Kies één van de volgende hypothesen:

- Door met gewichten en gestrekte armen rond te draaien.
- Door je armen in te trekken en de gewichten tegen je borst te houden.



Experiment

Pak de twee gewichten en ga op de kruk zitten. Laat iemand je een zwieper geven en houd je armen wisselend gestrekt naar buiten en dan weer naar binnen tegen je borst. Wanneer ga je het snelst?



Conclusie

Kun je deze uitkomst verklaren? Definieer een conclusie.

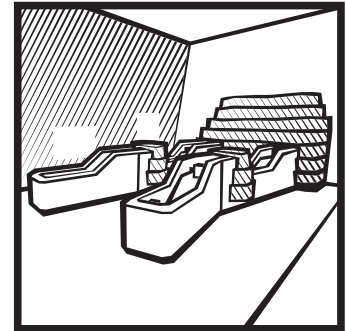


Meer weten!

Bij deze exhibit gaat het niet alleen om het gewicht, maar vooral de verdeling van het gewicht is belangrijk. Bij kunstrijden en ballet maken de dansers gebruik van dit principe. Met je armen wijd zit er veel massa ver van het midden van je lichaam, je draai-as. Met je armen ingetrokken, zit er veel massa dicht bij je draai-as. Door je armen in te trekken of wijd te doen, haal je massa naar je toe of van je af. Door massa naar je toe te halen, ga je sneller draaien. Dat komt doordat massa in het midden minder snel beweegt dan massa aan de buitenkant. Dus door massa te verplaatsen, kun je de draaisnelheid veranderen.

6 Waterstroom

Deze exhibit bevindt zich op verdieping 2. Deze exhibit gaat over het opwekken van elektriciteit en de werking van (stuw)dammen. In de waterval liggen zandzakjes en hulpstukken om (stuw)dammen te bouwen.



Onderzoeksvraag

Hoe kun je met zo min mogelijk zandzakjes en kanaaltjes, zoveel mogelijk energie opwekken met de waterradjes?



Hypothese

Kies één van de volgende hypothesen:

- De vorm van de dam heeft wel invloed op de snelheid van het waterrad.
- De vorm van de dam heeft geen invloed op de snelheid van het waterrad.



Experiment

Probeer met zo min mogelijk zandzakjes en kanaaltjes, zoveel mogelijk energie op te wekken met de waterradjes.



Conclusie

Op welke plaats en met hoeveel materiaal kreeg je op de grafiek de meeste uitslag op de graadmeter (oranje of rood)?



Meer weten!

Deze exhibit gaat over het opwekken van stroom met behulp van stromend water. Voorbeelden hiervan zijn de elektriciteitscentrales in stuwdammen. Hierin worden grote dynamo's aangedreven door water dat erlangs stroomt. In de waterval liggen zandzakjes en hulpstukken om (stuw)dammen te bouwen. De molens kunnen door middel van vier kabels aangesloten worden op het paneel boven de waterval. Zo wordt de hoeveelheid opgewekte stroom gesymboliseerd door lampjes: hoe meer lampjes branden, hoe harder het molentje draait. Op de plek waar de rivier het smalst is, kan het beste een stuwdam worden gebouwd. Dan is de dam zo klein mogelijk (goedkoper). Een stuwdam heeft altijd een bolle vorm, tegen de stroomrichting van de rivier in. Op deze manier is de stuwdam het sterkst met zo min mogelijk bouw materiaal. Met de metalen hulpstukken kun je een opening in de dam maken. Hierdoor kan het water stromen om een van de molentjes aan te drijven. Je zult merken dat het molentje het hardst draait met een kleine opening in de dam.

Zoom in op exhibits



Zoom in op Exhibits 1

15

Zoom in op Exhibits 2

16

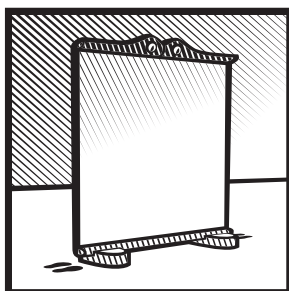
Zoom in op exhibits

Bij dit onderdeel kies je twee exhibits die je nader gaat onderzoeken. De antwoorden op de vragen vul je in op de werkbladen op de volgende bladzijden. Kies uit onderstaande exhibits, twee exhibits die je aanspreken.

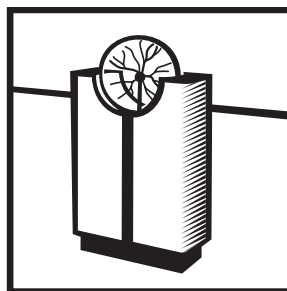
Verdieping 1 *Fenomena*



Mengspiegel



Zweefspiegel

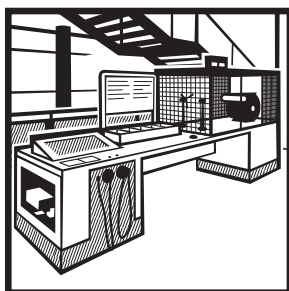


Bliksembol

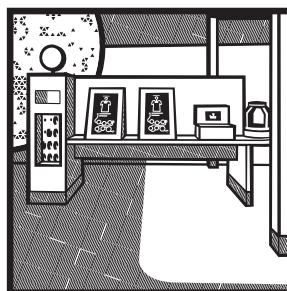
Verdieping 2 *Technium*



Hoog en sterk

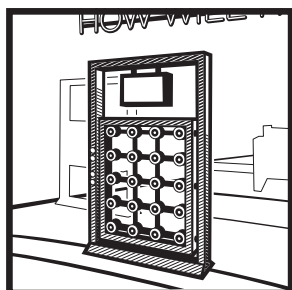


Ontwerp je windturbine

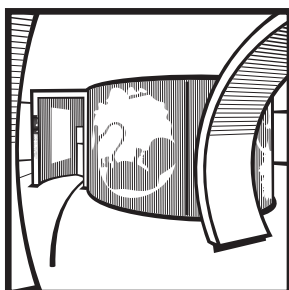


Kledingketen

Verdieping 4 *Humania*



Actie reactie



Van cel tot baby



Kijken naar jezelf

Zoom in op Exhibits 1

Naam exhibit:

Exhibit

Hoe heeft NEMO geprobeerd inspiratie op te wekken voor wetenschap en technologie met deze exhibit?

Wetenschap en Technologie

Over welk wetenschappelijk thema of technisch principe gaat deze exhibit?

Leren

Wat kun je hier leren of wat is de boodschap van deze exhibit?

School

Stel: je geeft een les over dit onderwerp in je stageklas. Bedenk, geïnspireerd door deze exhibit, een activiteit voor in je stageklas. Geef een korte beschrijving.

Zoom in op Exhibits 2

Naam exhibit:

Exhibit

Hoe heeft NEMO geprobeerd inspiratie op te wekken voor wetenschap en techniek met deze exhibit?

Wetenschap en Technologie

Over welk wetenschappelijk thema of technisch principe gaat deze exhibit?

Leren

Wat kun je hier leren of wat is de boodschap van deze exhibit?

School

Stel: je geeft een les over dit onderwerp in je stageklas. Bedenk, geïnspireerd door deze exhibit, een activiteit voor in je stageklas. Geef een korte beschrijving.

Meer informatie



Achtergrondinformatie *Zoom in op exhibits*

18

Achtergrondinformatie

Zoom in op exhibits

Verdieping 1 *Fenomena*

Mengspiegel

In de spiegelstroken zie je jezelf. Dit komt doordat licht dat op een spiegel valt, weerkaatst. In de open stukjes zie je degene die voor je zit. Je hersenen combineren de informatie van de open stukjes (het gezicht van de ander) en de stukjes met spiegelstrook (je eigen gezicht) en maken hiervan een nieuw beeld. Dat beeld bestaat gedeeltelijk uit jouw eigen gezicht en gedeeltelijk uit het gezicht van de ander.

Zweefspiegel

Als je op de voetstappen staat en naar de andere persoon kijkt, zie je eigenlijk maar één helft van zijn lichaam echt. De andere helft is een spiegelbeeld van die 'echte' helft. Doordat ons lichaam behoorlijk symmetrisch is, lijkt het alsof de echte lichaamshelft en het spiegelbeeld samen één persoon vormen. Maar in werkelijkheid zie je dezelfde helft twee keer. Hierdoor lijkt het alsof je kunt zweven.

Bliksembol

Dit is een Teslabol. De spanning in de bol is heel hoog, en toch is de stroom niet gevaarlijk. Dat komt doordat de stroom heel snel van richting wisselt. Dus per keer gaat er maar een klein beetje langs je lichaam. De stroom gaat niet door je lichaam maar langs je lichaam. De stroom die uit het stopcontact komt is minder sterk, maar wel gevaarlijk! Deze wisselt niet zo vaak van richting en gaat daardoor dwars door je lichaam heen. Dat is erg gevaarlijk. Speel dus niet met de stroom uit een stopcontact.

Je kunt het vergelijken met een waterval: de hoogte waar het water vanaf valt is de spanning en de hoeveelheid water dat valt is de stroomsterkte. Stroomsterkte geven we aan met Ampère. Je kunt de stroom in de bol goed zien door een speciaal gas. Daarbuiten zie je niets. Het lijkt dan op te houden. Toch is er ook (ver) buiten de bol stroom. Je kunt die zichtbaar maken door er een tl-buis in de buurt te houden. Die gaat branden in de buurt van de bol. Ook kun je de stroom van de bol via je eigen lichaam naar de tl-buis sturen.

Verdieping 2 Technium

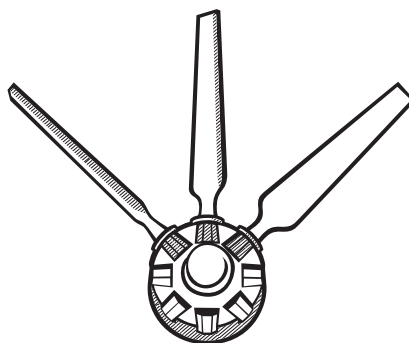
Hoog en sterk

In een hoog gebouw kunnen veel mensen wonen of werken, terwijl het gebouw maar een klein stuk grond in beslag neemt. Zo'n hoog gebouw moet een beetje mee kunnen bewegen met de wind maar ook heel stevig zijn. Om constructies stevig te maken wordt in de bouwkunde veel gebruikt gemaakt van een driehoek. Door een dwarsbalk diagonaal aan te brengen versterk je de constructie en maak je van een wiebelend vierkant twee stabiele driehoeken. Deze driehoeken vangen de windkracht op, waardoor een hoog gebouw minder uitzwaait. Bij deze exhibit kun je een hoge toren zelf steviger maken door latjes te plaatsen om vervolgens te testen wat het effect is door met de testknop een 'blower' aan te zetten.

Ontwerp je windturbine

Bij deze exhibit kun je zelf een windturbine ontwerpen. Er liggen korte en lange wieken. Je bepaalt zelf hoeveel wieken je in de kop van een turbine plaatst en ook in welke stand je ze zet: verticaal, horizontaal of schuin. Je test door de kop op een van de standaards in de testcabine te plaatsen en op de testknop te drukken. Op het display staat hoe vaak de turbine ronddraait per minuut. Je kunt ook twee windturbines tegelijkertijd testen, zodat je goed kunt vergelijken. Door steeds je ontwerp te testen en aan te passen kom je steeds meer te weten.

Op het beeldscherm bij de exhibit legt een onderzoeker uit hoe zij de aerodynamica van windmolens test. Bij het ontwerpen en maken van windmolens wordt ook met veel andere dingen rekening gehouden. Bijvoorbeeld, maakt de windmolen veel geluid? Ziet de windmolen er mooi uit in het landschap? Of hoeveel afval er ontstaat tijdens het productieproces.



Kledingketen

Wat er nodig is om iets te maken, zie je niet aan het eindproduct. Dit wordt pas zichtbaar als je de hele keten van het productieproces gaat bekijken. Bij deze exhibit maak je een eigen T-shirt. Stap voor stap doorloop je het productieproces: van materiaalkeuze, materiaalbewerking en fabricage tot distributie aan de kledingwinkel. Hierdoor ervaar je hoeveel energie, water en grondstoffen nodig zijn voor het maken en leveren van spullen. Heb je je eigen T-shirt gemaakt? Bedenk dan welke stap in het maken van het T-shirt milieuvriendelijker kan en hoe je dit kunt aanpakken.

Verdieping 4 *Humania*

Actie reactie

Met je zintuigen ontvang je externe signalen die naar je brein gestuurd worden. Daar worden ze verwerkt, en vanuit daar wordt een signaal teruggestuurd naar bijvoorbeeld je ledematen om te kunnen reageren. De tijd die nodig is om het signaal naar je hersenen te sturen, te verwerken en weer terug te sturen en te reageren heet je reactietijd. Die reactietijd kan wisselen per persoon en per situatie. Als je moe bent of als je cafeïne hebt gedronken, kan dit al invloed hebben op je reactietijd. In deze test speelt ook mee hoe snel en flexibel je lijf en je spieren zijn. Zowel je brein als je lijf kun je trainen en daardoor sneller maken. Een keeper krijgt door training bijvoorbeeld niet alleen een fitter lijf, maar zijn brein leert ook om bewegingen beter aan te sturen, waardoor hij sneller en gericht reageert. Deze opstelling wordt ook door sporters gebruikt.

Van cel tot baby

De exhibit *Van cel tot baby* nodigt uit tot goed kijken naar, en verwonderen over hoe een eicel na bevruchting zich ontwikkelt. De embryo's en foetussen die je ziet in deze exhibit, komen uit een tijd waarin er nog niet genoeg kennis en techniek was om de ontwikkeling te volgen zoals we dat nu doen. Om te kunnen onderzoeken wat er misgegaan was wanneer er kinderen voor of rond de geboorte overleden, werden ze soms bewaard op sterk water. Ze zijn onderdeel van de medische wetenschappelijke geschiedenis. Je ziet in de exhibit de embryonale ontwikkeling van de mens, vanaf een bevruchte eicel, die is ontstaan uit het samensmelten van een eicel en spermacel. Door de opstellingen te bekijken, volg je de verandering die een organisme daarbij ondergaat.

Kijken naar jezelf

Hoewel de bouw van het lichaam in grote lijnen voor iedereen hetzelfde is, is iedereen in details uniek. Naast een collage van foto's van lichaamsdelen bestaat deze exhibit uit een opstelling waarin je vier lichaamsdelen beter kunt bekijken: het aderpatroon in de hand, hartslagritme, iriskleurenpatroon en oor. Door goed te kijken en te vergelijken met anderen ontdek je dat deze kenmerken voor iedereen uniek zijn. Dit soort biometrische eigenschappen zijn zelfs zo uniek, dat ze gebruikt kunnen worden om iemand te identificeren.