

Krachtpatsers

Jouw werkbladen

In NEMO

Naam: _____

School: _____ Klas: _____



Ontdek
zélf hoe
de wereld
werkt!

Krachtenpatzers

Waarom stort een brug niet in? Hoe blijft een hoog gebouw overeind in een storm?

Krachtenpatzers is een tentoonstelling over technische constructies; over bruggen en gebouwen met spierballen. Door op een slimme manier gebruik te maken van vormen en materialen kun je heel sterke constructies maken.

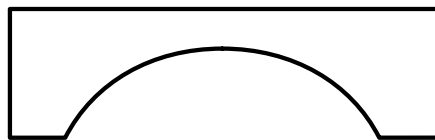
Welke krachten hierbij een rol spelen kun je zelf ervaren door in NEMO te experimenteren met bruggen en gebouwen.

Veel plezier!

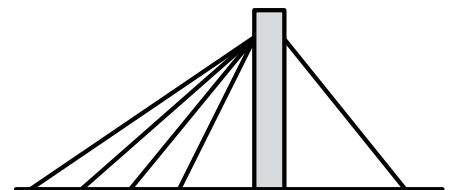
Dit heb je nodig in NEMO!

Plattegrond van NEMO 3

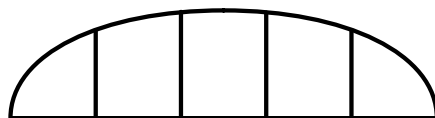
- | | | |
|----------|----------|-------------------------------|
| Werkblad | 1 | Buigen of barsten 4 |
| Werkblad | 2 | Sterke bruggen - Boog 5 |
| Werkblad | 3 | Sterke bruggen - Profiel 6 |
| Werkblad | 4 | Bouw je eigen boogbrug 7 |
| Werkblad | 5 | Draai en beweeg 8 |
| Werkblad | 6 | Samen Sterk - Contragewicht 9 |
| Werkblad | 7 | Samen Sterk - Evenwicht 11 |
| Werkblad | 8 | Laat ze vliegen 12 |



Boogbrug



Tuibrug



Boogbrug

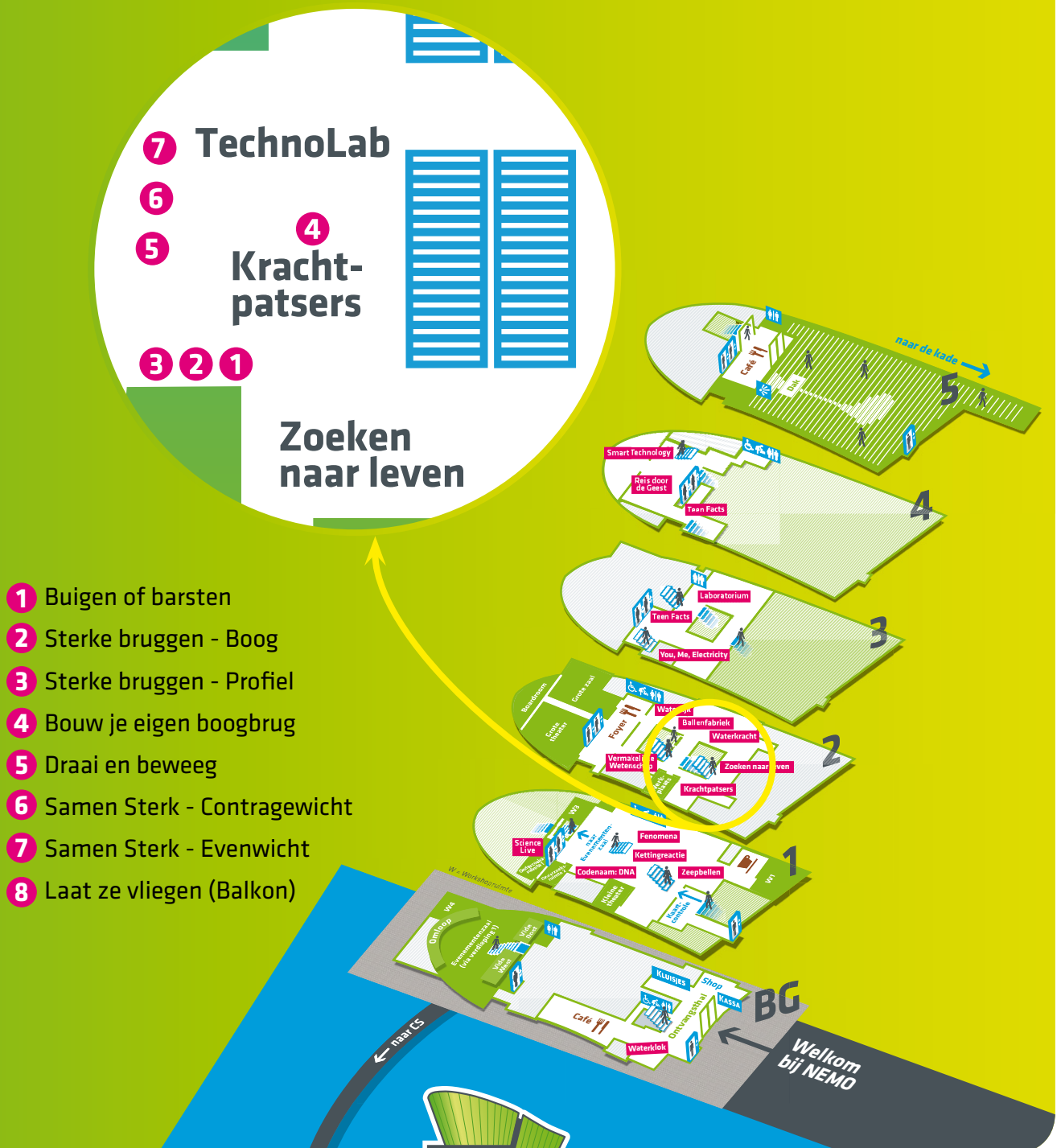


Vakwerkbrug

Plattegrond van NEMO

Op deze plattegrond kun je zien waar je moet zijn om een werkblad te kunnen invullen. De nummers op de plattegrond staan ook op de werkbladen.

Ga naar verdieping 2 om de opdrachten te doen.



1 Buigen of barsten



Aan de slag!

Verwijder alle gele dwarsbalkjes en druk op de knop. Lees de bovenste display af en schrijf de waarde op.

De toren zwaait *zonder* dwarsbalkjes _____ mm uit.

Breng nu de gele dwarsbalkjes aan zodat de toren zo min mogelijk uitzwaait. Druk nogmaals op de knop en lees de bovenste display af.

De toren zwaait *met* dwarsbalkjes _____ mm uit.

Hoe komt dit?



Meer weten!

Door de dwarsbalkjes diagonaal in de toren aan te brengen versterk je de constructie; de toren zal minder uitzwaaien. Het dwarsbalkje maakt namelijk van het wiebelende vierkant twee stabiele driehoeken. Deze driehoeken vangen de windkracht op.

Breinbreker

Driehoeken worden veel in bouwwerken gebruikt.

Kun je drie constructies/bouwwerken bedenken waarin driehoeken voorkomen?

- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____

2 Sterke bruggen – Boog



Aan de slag!

Bouw een brug tussen de twee oevers. Maak eerst een brug met alleen de gele brugplaat. Maak er daarna een boogbrug van.

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

- ☐ Alleen de gele brugplaat is al stevig genoeg.
- ☐ Met een boog onder de brugplaat is de brug het stevigst.



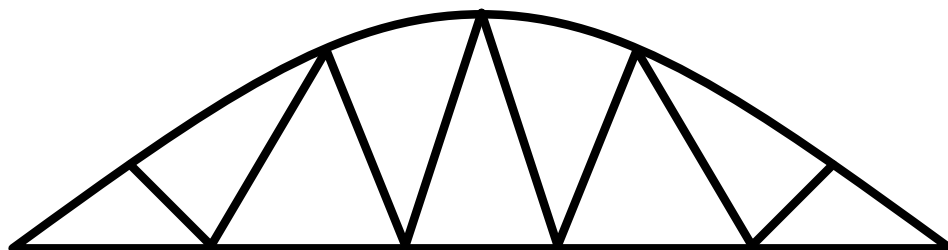
Meer weten!

Als je de auto op de brug zet, drukt het gewicht van de auto naar beneden. Met alleen de gele plaat als brug, is de brug niet stevig genoeg. De brug stort in. Als er een boog onder de brugplaat wordt gezet, drukt het gewicht van de auto op de bovenkant van de boog. Deze kracht naar beneden wordt door de boog naar de zijkant geleid. Daar worden de krachten door de kades opgevangen. Zo is de brug veel steviger.

Breinbreker

Je kunt een boog ook bovenop het brugdek plaatsten. Het brugdek hangt dan aan de boog en zal daardoor niet doorbuigen. De brug die NEMO met het Centraal Station verbindt is een combinatie van verschillende soorten bruggen.

Welke twee bruggen herken je in de brug naast NEMO?



Tip

Gebruik het bruggenoverzicht op pagina 2.

Tip

Vanaf verdieping 2 kan je de brug door het raam bekijken!

3 Sterke bruggen- Profiel



Aan de slag!

Bouw een brug tussen de twee oevers. Maak eerst een brug met de gele platte plaat. Maak daarna een brug met de blauwe geribbelde plaat.

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



Meer weten!

Door een plaat een bepaalde vorm (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.

4 Bouw je eigen boogbrug



Aan de slag!

Plaats de twee steunblokken tussen de kades. Bouw met de blokken een boogbrug. Zorg dat de blokken goed in elkaar passen. Haal de steunblokken weg en loop over de brug.

Waarom stort de brug niet in?

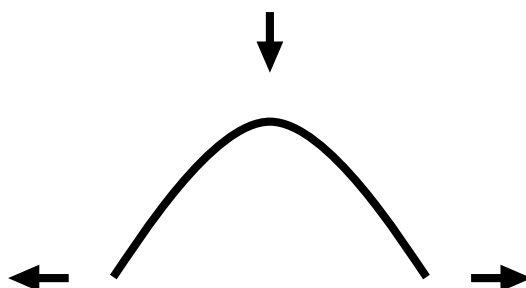


Meer weten!

Als je op de brug gaat staan, drukt jouw gewicht de blokken van de brug naar beneden. Eigenlijk trekt de zwaartekracht de blokken naar beneden. Door de boogvorm kunnen ze geen kant op. De blokken leiden de krachten naar de kades. Die zitten vast aan de grond en kunnen niet verschuiven. Een boogbrug kan hierdoor heel sterk zijn.

Breinbreker

Een boogvorm wordt in bruggen, maar ook in andere bouwwerken gebruikt. Ken je nog andere gebouwen of delen van gebouwen met een boogvorm?



1

2

5 Draai en beweeg



Aan de slag!

Draai aan het handwiel en schakel de tandwielen, door aan de staven te trekken of te duwen, terwijl je draait.

Kan de schildpad de race van het haasje winnen? Leg je antwoord uit.



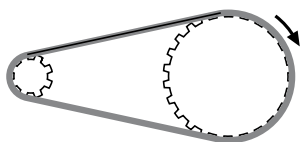
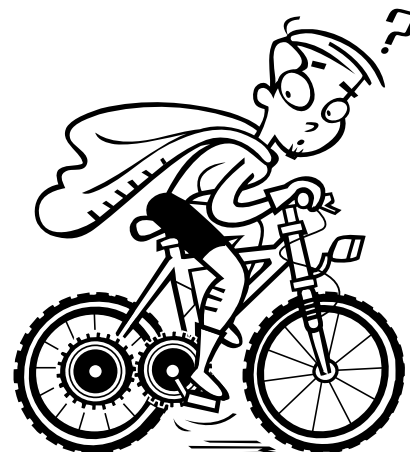
Meer weten!

Met tandwielen kun je een beweging versnellen of vertragen. De schildpad kan de race van het haasje winnen als je, door slim te schakelen, de juiste tandwielen met elkaar verbindt. Als een klein tandwiel een groot tandwiel aandrijft, krijg je een vertraging. Drijft een groot tandwiel een klein tandwiel aan, dan krijg je een versnelling.

Breinbreker

Op een gewone fiets zitten minimaal twee tandwielen. Een klein tandwiel in je achterwiel en een groot tandwiel waar je trappers aan vastzitten. De fiets op het plaatje hiernaast is anders.

Welke kant fiets je op met deze fiets als je vooruit trapt?
Let op de tandwielen!



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

6 Samen Sterk – Contragewicht



Aan de slag!

Maak een stevige brug met de twee brugdelen. Gebruik beide delen.

Hoe moet je de brugdelen neerleggen? Teken dit hieronder.

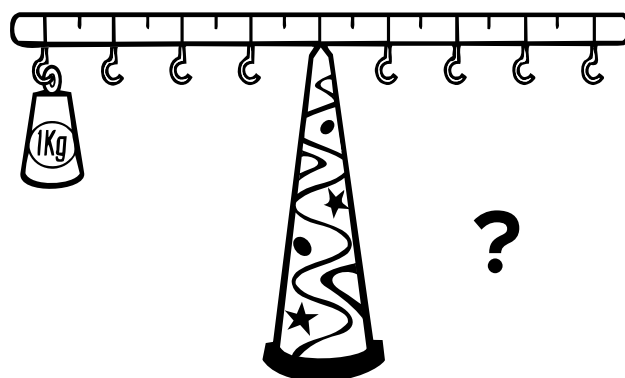
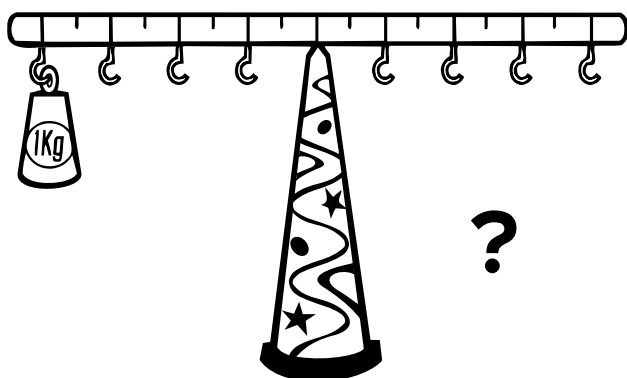
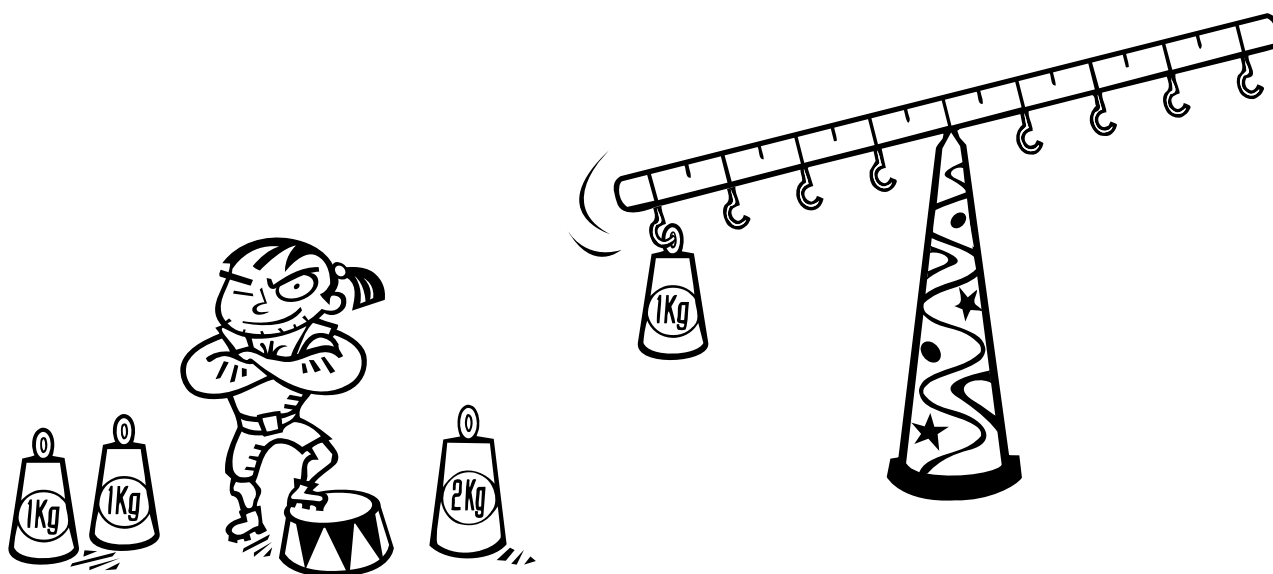


Meer weten!

De oplossing vind je onder het tafeltje. Bij de oplossing maak je op een slimme manier gebruik van contragewicht oftewel tegengewicht. Het brugdeel dat grotendeels op de oever ligt, blijft door zijn eigen gewicht stevig liggen.

Breinbreker

Zoals je ziet is deze weegschaal uit evenwicht. Hang één of meer van de getekende gewichten aan de haken om de weegschaal in evenwicht te brengen. Er is één gewicht van 2 kg en twee van 1 kg. Er zijn meerdere mogelijkheden, teken er twee.



7 Samen Sterk - Evenwicht



Aan de slag!

Bouw een driehoekige vorm, begin met de blokken met de langste kabel. Leg ze zo neer dat de kabel strak staat. Kun je de andere blokjes er zo opleggen dat alle kabels gespannen zijn?

Probeer daarna een driehoekige vorm te bouwen die met de punt naar beneden staat, begin met de blokken met de kortste kabel. Leg ze zo neer dat de kabel strak staat. Kun je de andere blokjes er zo opleggen dat alle kabels gespannen zijn?

Waarom lukt de ene driehoek wel maar de andere niet?



Meer weten!

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

Breinbreker

Sommige mensen wonen in woonboten. Woonboten liggen meestal los van de kade zodat er meer licht naar binnen kan vallen en de bewoners een beter uitzicht hebben.

Om de woonboot op zijn plaats te houden worden touwen en palen gebruikt (zie tekening).

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

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



8 Laat ze vliegen



Aan de slag!

Draai jezelf met de spindellift omhoog of neem de wenteltrap. Loop naar de exhibit *Laat ze vliegen* en beweeg de vijf hendels.

Welke hendel bestuurt welke arm?

De eerste hendel bestuurt de _____ arm.

De tweede hendel bestuurt de _____ arm.

De derde hendel bestuurt de _____ arm.

De vierde hendel bestuurt de _____ arm.

De vijfde hendel bestuurt de _____ arm.



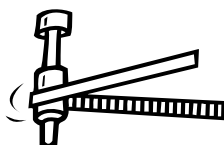
Meer weten!

In de kast zie je vier soorten overbrengingen: de ketting, de V-snaar, het kroonwiel en de tandriem. Door een hendel te bewegen stuur je een overbrenging aan. Hierdoor verandert de richting en snelheid van de beweging.

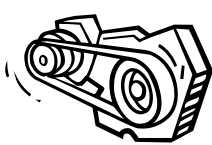
Breinbreker

Je ziet hier vier soorten overbrengingen en vier voorwerpen. Welke overbrenging komt in het voorwerp voor? Verbind ze met een lijn.

Tandriem



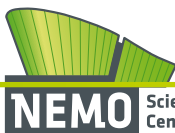
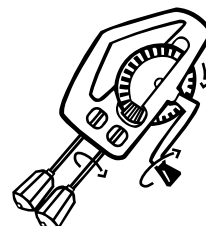
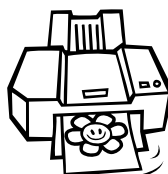
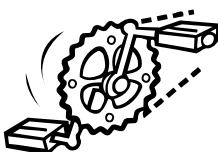
V-snaar



Kroonwiel



Ketting



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