

2009686



education



Onderzoeken  
Voorspellen  
Meten  
Presenteren  
Registreren  
Ontwerpen en maken  
Testen

Handleiding voor de leerkracht



## Inhoud

1. <a href="#">Introductie</a> .....	3
2. <a href="#">Leerplan</a> .....	8
3. <b>Principemodellen</b>	
<a href="#">Eenvoudige machines</a> .....	13
<a href="#">Mechanismen</a> .....	57
<a href="#">Constructies</a> .....	81
4. <b>Activiteiten</b>	
<a href="#">Veegmachine</a> .....	87
<a href="#">Vishengel</a> .....	94
<a href="#">Freewheelen</a> .....	101
<a href="#">De hamer</a> .....	108
<a href="#">Rollend meetwiel</a> .....	115
<a href="#">Briefweger</a> .....	122
<a href="#">Klik-klok</a> .....	129
<a href="#">Windmolen</a> .....	136
<a href="#">Zeilwagen</a> .....	143
<a href="#">Vliegwieler</a> .....	150
<a href="#">Wagen met motor</a> .....	157
<a href="#">Dragster</a> .....	164
<a href="#">De 'loper'</a> .....	171
<a href="#">Dogbot</a> .....	178
5. <b>Probleemoplossende activiteiten</b>	
<a href="#">De zware weg omhoog</a> .....	185
<a href="#">Het magische slot</a> .....	189
<a href="#">Brieven stempelen</a> .....	193
<a href="#">Geklopt</a> .....	197
<a href="#">De tilmachine</a> .....	201
<a href="#">De vleermuis</a> .....	205
6. <a href="#">Woordenlijst</a> .....	209
7. <a href="#">LEGO® Overzicht onderdelen</a> .....	214



## Introductie

LEGO® Education presenteert met trots de set '2009686 - Introductie tot eenvoudige- en aangedreven machines.'

### Voor wie is dit materiaal bedoeld?

Dit materiaal is bestemd voor gebruik door niet-gespecialiseerde leerkrachten in het basisonderwijs. Kinderen van acht jaar en ouder, in paren werkend, kunnen ongeacht hun niveau de modellen bouwen en er van alles mee onderzoeken en leren.

Ga naar het schema in het hoofdstuk 'leerplan' om te zien welke thema's het best bij uw huidige onderwijsprogramma passen.

### Wat is de bedoeling van het materiaal?

'Introductie tot eenvoudige en aangedreven machines' is een activiteitenpakket waarmee kinderen de rol van jonge onderzoekers, ingenieurs en designers kunnen spelen, met situaties, gereedschappen en opgaven die het inzicht in ontwerptechnologie, wetenschap en wiskunde bevorderen.

Met het pakket kunnen uw leerlingen worden aangemoedigd zich bezig te houden met onderzoekende en probleemoplossende activiteiten die op het dagelijks leven gebaseerd zijn. De leerlingen doen aannames en voorspellingen. Ze ontwerpen en bouwen modellen, nemen het gedrag hiervan waar, denken na over hun waarnemingen, passen ontwerpen aan en registreren en presenteren uitkomsten.

Met behulp van het activiteitenpakket 'Introductie tot eenvoudige en aangedreven machines' kunt u als leerkracht in de hieronder volgende, algemene vaardigheden onderwijzen:

- Creatief denken en proberen te verklaren hoe dingen werken
- Verbanden tussen oorzaak en gevolg leggen.
- Mechanismen ontwerpen en maken die aan specifieke criteria voldoen
- Ideeën uitproberen m.b.v. waarnemingen en metingen
- Vragen stellen die wetenschappelijk onderzocht kunnen worden
- Denken over hoe antwoorden gevonden worden; nieuwe mogelijkheden bedenken
- Nadenken over wat er kan gebeuren, of dingen uitproberen
- Eerlijke tests ontwikkelen, door telkens één factor te wijzigen en de resultaten te observeren en te meten
- Systematisch waarnemen en meten
- Resultaten tonen en communiceren m.b.v. diagrammen, tekeningen, tabellen, schema's en grafieken
- Bepalen of resultaten overeenstemmen met voorspellingen, en of er verdere voorspellingen mogelijk zijn
- Uitgevoerd werk evalueren en de betekenis en begrenzingen ervan onder woorden brengen



## Waaruit bestaat het materiaal, en hoe kan het gebruikt worden?

### De 9686 bouwset

Deze set bevat 396 onderdelen, waaronder een motor, en boekjes – geheel in kleur - met instructies voor de bouw van 14 hoofdmodellen en 37 principemodellen. Sommige van de boekjes met bouw instructies zijn bedoeld voor gebruik met andere LEGO® Education activiteitenpakketten.

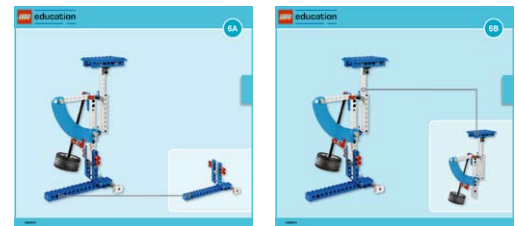
De set bevat tevens een sorteerbak met bijbehorend elementenoverzicht met al de verschillende onderdelen van de set. Het geheel zit in een stevige blauwe opbergdoos met transparante deksel.



### Boekjes met bouw instructies

We hebben het 'Samen Bouwen' systeem ontwikkeld waarbij de modellen door twee met elkaar samenwerkende kinderen gebouwd worden – dit werkt tijdsbesparend. De twee kinderen bouwen elk een deelsysteem met gebruik van separate boekjes (A en B). Daarna werken de twee 'partners' samen om de deelsystemen tot het uiteindelijke model te combineren.

Het verdere verloop voor de twee partners samen wordt aangegeven in boekje B, in met rood genummerde gedeeltes.

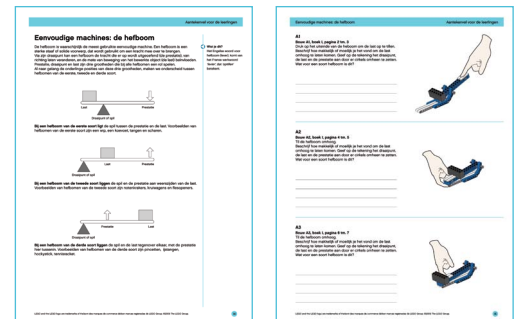


### Principemodellen

Met de principemodellen kunnen leerlingen kennis maken met de mechanische en constructieve beginselen die verborgen liggen in machines die we dagelijks om ons heen zien. Ieder van deze vele, makkelijk te bouwen modellen, demonstreert het concept van een eenvoudige machine, mechanisme of structuur, op een heldere, directe wijze.

Door de activiteiten in volgorde door te werken en zowel de notitiebladen voor leerlingen als de bouw instructies te gebruiken, ontdekken leerlingen de geldende principes, en worden ze gestimuleerd de opgedane kennis toe te passen bij het registreren van de resultaten. In de aantekeningen voor de leerkracht vindt u suggesties voor de juiste antwoorden op de vragen die in de werkbladen voor de leerlingen gesteld worden.

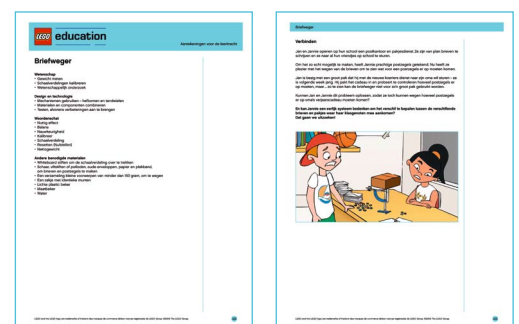
De principemodellen helpen de leerlingen begrip te ontwikkelen voor mechanische en structurele principes door deze toe te passen op hun eigen model.



### Aantekeningen voor de leerkracht

In de aantekeningen voor de leerkracht vindt u alle informatie, tips en aanwijzingen die nodig zijn om de les te organiseren. Ieder model dat de kinderen bouwen heeft betrekking op een specifiek leergebied, met een eigen woordenschat, vragen en antwoorden, en ideeën voor nader onderzoek.

De lessen zijn opgebouwd volgens de beproefde LEGO Education '4C benadering'; Combineren, Construeren, Contempleren en Continueren. Hierdoor volgen de activiteiten elkaar op een natuurlijke wijze op.



### Combineren

Kinderen ontwikkelen hun hersenen als ze een nieuwe leerervaring kunnen combineren met kennis die ze al bezitten, of als een nieuw geleerd feit de aanzet geeft tot het verwerven van meer kennis. Er worden ideeën aangedragen om de leerlingen een probleem te laten identificeren, en Jan en Jannie, de twee stripfiguurtjes die de activiteiten presenteren, te helpen er een oplossing voor te vinden. Laat de Flash animatie met Jan en Jannie aan de klas zien en laat uw leerlingen het probleem beschrijven en onderzoeken wat er de beste oplossing voor zou zijn. Een andere aanpak kan zijn, om het verhaal voor te lezen in combinatie met de Flash animatie.

Gebruik ook uw eigen ervaring, en eventueel actuele gebeurtenissen uit binnen- en buitenland, om het proces op gang te helpen. Hoe makkelijker de kinderen zich kunnen identificeren met de situatie waarin Jan en Jannie zich bevinden, hoe makkelijker ze vertrouwd zullen raken met de onderliggende technische, wetenschappelijke en wiskundige principes.

### Construeren

Kinderen leren het best als ze met hun handen én hun hoofd kunnen werken. Verdeeld in tweetallen bouwen uw leerlingen zelf stap voor stap de modellen. Twee 'bouwpartners' maken ieder een helft van het model aan de hand van 2 verschillende boekjes (A en B). Uit deze twee 'deelmodellen' vormen ze daarna samen het uiteindelijke model.

### Contempleren

Door na denken over wat ze aan het doen zijn neemt het begrip bij de kinderen toe. Tijdens 'denkpauzes' kunnen verbanden worden gelegd tussen eerder opgedane kennis en de nieuwe ervaringen. Dit houdt in dat uw leerlingen de tijd krijgen om na te denken over wat ze waargenomen of gemaakt hebben, en hun begrip van de achterliggende processen te verdiepen. Ze bespreken hun uitkomsten en overwegen en gebruiken ideeën – dit proces kan worden versterkt door de juiste wetenschappelijke en technische vragen te stellen.

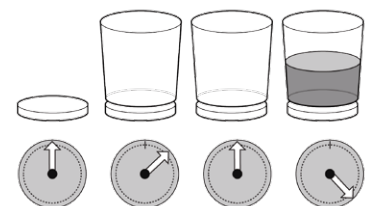
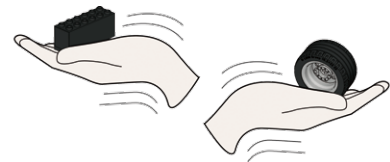
Bij het materiaal zitten vragen die de leerlingen stimuleren tot relevant onderzoek doen, voorspellen en beredeneren en nadenken over hoe oplossingen bereikt kunnen worden, waarbij vaak ook nieuwe mogelijkheden bedacht worden.

In deze fase kan ook worden begonnen met het evalueren van wat iedere individuele leerling geleerd heeft.

### Continueren

Leerprocessen verlopen altijd makkelijker en prettiger als de leerstof een uitdaging vormt. Het plezier van iets bereiken, in combinatie met telkens nieuwe uitdagingen, vormt een natuurlijke inspiratie tot meer geavanceerde opgaven. In het materiaal worden daarom ook aanvullende ideeën aangedragen, aan de hand waarvan u de leerlingen kunt aanmoedigen functies aan het model te wijzigen of toe te voegen, en hiermee verder te werken – waarbij de primaire leerdoelen voortdurend de aandacht blijven krijgen. In deze fase kunt u de leerlingen op verschillende niveaus en snelheden laten werken, afhankelijk van niveau en aanleg.

Als er binnen het lesuur geen tijd is om de 'Continueren'-fase door te lopen, is dat geen probleem. Ook als alleen de eerste drie fases van het proces worden doorlopen, zijn de leerplan vaardigheden voor de betreffende activiteit afdoende behandeld. U kunt de 'Continueren'-fase naar keuze laten vervallen, of uitstellen tot de volgende les of een ander geschikt tijdstip.



### Werkbladen voor de leerlingen

Ieder notitieblad wordt gekenmerkt door een doelgerichte aanpak die de 4 C's volgt en die gebruik maakt van makkelijke leesbare, beeldende instructies. De leerlingen kunnen de modellen gebruiken en onderzoeken zonder veel hulp van de leerkracht. Ze kunnen zelfstandig voorspellen, testen, meten en data registreren, de modellen wijzigen, uitkomsten vergelijken en conclusies trekken.

Laat de leerlingen in paren werken, voorspellingen doen en het daarop volgende testen hiervan minstens drie keer herhalen, om er zeker van te zijn dat de resultaten betrouwbaar zijn. De belangrijkste data kunnen hierna op dezelfde wijze worden geregistreerd. Ter afsluiting van elke activiteit worden de leerlingen aangemoedigd om een apparaat te bedenken en te tekenen, waarin de principes van de nieuw verworven kennis worden toegepast:

De notitiebladen vormen een handig hulpmiddel bij het beoordelen van het niveau en de prestaties van het individuele kind. Ze vormen tevens een waardevol onderdeel van de logboeken van de kinderen.

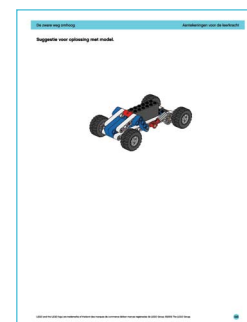
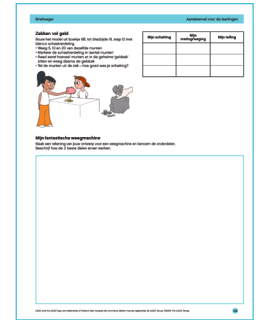
### Probleemoplossende activiteiten

Alle zes de probleemoplossende activiteiten zijn gebaseerd op situaties uit de werkelijkheid en introduceren problemen die op meer dan één manier opgelost kunnen worden.

Het is de bedoeling dat de bladzijden met de probleembeschrijving en de nauwgezette instructie door de leerlingen gekopieerd en gebruikt worden. De beschrijvingen van focusgebieden, benodigde materialen, extra uitdagingen en procesverloop, zijn uiteraard voorbehouden aan de leerkracht.

De probleemoplossende activiteiten zijn realistisch, en u zult ontdekken dat uw leerlingen er meerdere principes tegelijk mee kunnen integreren. De aantekeningen bij iedere uitdaging voor de leerkracht geven een aantal tips over wat en hoe er gemeten wordt, en hoe de oplossingen eerlijk en objectief getest kunnen worden.

Ter ondersteuning zijn er een aantal voorstellen voor oplossingen van het gestelde probleem. U kunt deze als een soort 'tips' gebruiken, en ze eventueel afdrukken en aan de muur hangen als inspiratiebron voor de leerlingen. De gesuggereerde probleemoplossingen zijn alleen bedoeld als richtlijn waarmee u bruikbare oplossingen die de kinderen zelf verzinnen kunt sturen.



## Tips voor de organisatie in de klas

### Volgorde van de activiteiten

Begin met het 'principe' gedeelte over eenvoudige machines, mechanismen en structuren. Laat de leerlingen een aantal van de basisprincipemodellen bouwen om ze een gevoel te geven voor de concepten die aan de orde komen.

Bepaal dan welk thema het best in uw huidige onderwijsplan past. Introduceer nu de hoofdactiviteiten binnen het gekozen thema en laat de leerlingen de ideeën onderzoeken die in de aantekeningen voor de leerkracht en in hun eigen notitiebladen beschreven staan.

Ter afsluiting van elk thema kunt u een relevante probleemoplossende activiteit introduceren, om vast te stellen hoe goed de leerlingen de verworven kennis kunnen toepassen.

### Hoeveel tijd heb ik nodig?

Dubbele lessen zijn ideaal om dieper op de mogelijkheden in te gaan, aanvullende ideeën uit te proberen en creatieve variaties op het actuele thema te ontwikkelen. Maar in principe kan ieder hoofdmodel in de loop van één lesuur door twee kinderen worden gebouwd, uitgetest, onderzocht en weer opgeborgen.

### Hoe moet de klas omgaan met de boekjes met bouwstructies?

We raden aan de bouwstructies op te bergen in aparte, doorzichtige hoezen in een ringmap, en deze altijd bij de hand te hebben aan het begin van de les.

### Wat hebben we nodig in het klaslokaal?

Misschien moeten er wat tafels opzij geschoven worden om modellen over de vloer te laten rijden. Er kan een ventilator nodig zijn om 'wind' te maken, of een haardroger om de zeilwagen te laten rijden, etc. Ideaal is een aantal computers in de klas, waarmee de leerlingen de Jan en Jannie animaties kunnen bekijken.

De leerlingen moeten in tweetallen kunnen werken, naast of tegenover elkaar zittend. Een aantal leerkrachten heeft laten weten dat het de moeite loont modellen op grote dienbladen te bouwen, om te voorkomen dat er elementen van tafel rollen. Een kast kan ook goed van pas komen, om de sets plat in te leggen met de modellen in aanbouw er bovenop.

Alle overige materialen zijn in de meeste klaslokalen te vinden. Een lijst hiervan staat aan het begin van elke nieuwe activiteit.

Veel plezier!

**LEGO® Education**





## Welke aspecten van de Kerndoelen komen aan de orde?

Kinderen actief laten bouwen, ontdekken, onderzoeken, vragen stellen en met elkaar communiceren heeft een zeer gunstige invloed op hun ontwikkelingsmogelijkheden, vergeleken met meer traditionele onderwijssituaties. Zie het leerplanschema voor meer details. Hier volgt een overzicht:

### Design en technologie

Oplossingen verzinnen om aan een reële vraag te voldoen, kiezen van geschikte materialen en processen; ontwerpen, bouwen, testen en aanpassen; onderzoeken van systemen en subsystemen, en van veiligheid en controlemethodes; 2-dimensionale instructies volgen; 3-dimensionale modellen maken; samenwerken in teamverband en nog meer.

### Wetenschap

Het onderzoeken, verzamelen, opslaan en overbrengen van energie; krachten, snelheid en het effect van wrijving; eenvoudige machines, meetinstrumenten kalibreren en aflezen, eerlijk wetenschappelijke testen, doelgericht vragen stellen, voorspellen en meten, data verzamelen, conclusies trekken en nog veel meer.

### Wiskunde

Wiskunde ten dienste van wetenschap en technologie; afstand, tijd, snelheid en gewicht (massa) meten; nauwkeurigheid bij het kalibreren en aflezen van meetinstrumenten, gegevens verwerken en interpreteren, informeel berekenen van verhoudingen, en nog veel meer.

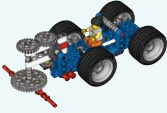


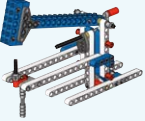
### Leerplan schema

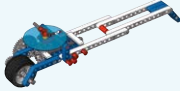


Neem een potlood en een stuk papier en ga een poosje luisteren naar een paar jonge bouwers die in uw klas samen een LEGO® activiteit uitvoeren. Probeer eens te noteren welke soorten kennis, vaardigheden en houdingen hierbij aan de orde komen.


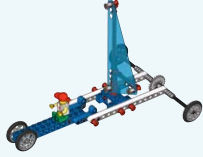

We zijn er zeker van dat u waardering kunt opbrengen voor op de hoeveelheid leerzame, creatieve, probleemoplossende en sociale aspecten die bij de activiteiten aan de orde komen.


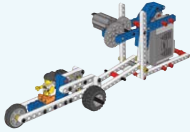
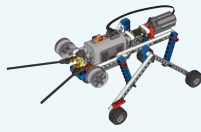
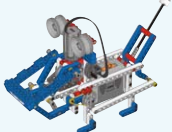
De onderwijsdoelen die in veel scholen gehanteerd worden bij het opstellen van het leerplan, staan in het schema op de volgende bladzijden.



	Veegmachine	Vishengel	Freewheelen	De Hamer
				
<b>KRACHTEN &amp; BEWEGING</b>				
<p><b>Kerdoel techniek: maken</b></p> <p>Een behoefte vaststellen en ideeën ontwikkelen. Individueel en in groepsverband werken. Materialen, componenten en modulaire bouwsets gebruiken om echt werkende prototypes van hoge kwaliteit te maken.</p> <p>Relevante tests uitvoeren om aangebrachte verbeteringen waar te nemen.</p> <p>Opbouwen en uit elkaar halen van een reeks bekende mechanismen, en testen hoe goed ze aan hun doel voldoen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderzoeken van de veiligheid van katrolsystemen en de snelheid van tandwielsystemen</li> <li>• Controleren van wrijving en 'slip'</li> <li>• Ontwerpen en maken van de efficiëntste geduwde schoonmaakmachine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderzoeken van palrad systemen als veiligheidsvoorziening</li> <li>• Onderzoek naar automatische mechanische sturing van bewegingen</li> <li>• Ontwerpen en maken van een visspel met eenvoudige regels en een eerlijk puntensysteem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderzoek naar het effect van verschillende wielgroottes en bandenmateriaal op het energieverbruik van voertuigen (praktische eigenschappen van materialen)</li> <li>• Wielen en assen gebruiken om objecten te verplaatsen</li> <li>• Een voertuig ontwerpen en maken dat van een helling komt rollen en daarna zo ver mogelijk door rijdt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderzoek naar mechanische sturing en timing van complexe handelingen van nokken en hefbomen</li> <li>• Onderzoeken hoe bedrijven de kwaliteit van onderdelen onderzoeken</li> <li>• Een stuk mechanisch speelgoed ontwerpen en maken, met zo veel mogelijk functies</li> </ul>
<p><b>Kerdoel techniek: onderzoeken</b></p> <p>Wetenschappelijk onderzoek, inclusief het onderzoeken, voorspellen en inschatten van het effect van variabelen op de werking van eenvoudige machines. Zorgvuldig waarnemen, meten en vastleggen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Symmetrische en asymmetrische krachten</li> <li>• Wrijving</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Snelheid verlagen en kracht vergroten m.b.v. snoer en katrollen (blok en takel)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hellende vlakken</li> <li>• Wrijving</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hellende vlakken</li> <li>• Wrijving</li> </ul>
<p><b>Kerdoel rekenen/wiskunde</b></p> <p>Wiskundige ideeën gebruiken en toepassen. Berekeningen uitvoeren m.b.v. diverse getaloperaties. Begrippen als oppervlakte gemiddelde en verhoudingen berekenen en gebruiken. Berekenen van tijd, afstand en (kracht) gewicht met passende nauwkeurigheid. Vergelijkingen formuleren en eenvoudige vergelijkingen oplossen om snelheid te berekenen. Patronen en resultaten identificeren en herkennen; data verzamelen en bewerken m.b.v. tabellen. Wiskundige concepten vertalen in gesproken, geschreven en grafische vorm</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afstanden meten</li> <li>• Verhoudingen</li> <li>• Begrip effectiviteit als een percentage of breuk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afstanden meten</li> <li>• Krachten en snelheden schatten en vergelijken</li> <li>• Eerlijke puntenscores en spelregels opstellen en evalueren</li> <li>• Verhoudingen en breuken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aflezen en kalibreren van schaalverdelingen</li> <li>• Afstand en massa meten</li> <li>• Werken met negatieve getallen (onderaan de hellingbaan, als de wagen naar nul wordt teruggeduwd)</li> <li>• Verkennen van de grenzen van nauwkeurigheid</li> <li>• Gemiddelden berekenen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aantal 'treffers' per tijdseenheid berekenen</li> <li>• De klemkracht tussen LEGO® elementen schatten en vergelijken</li> <li>• Relatieve klemkracht formuleren m.b.v. wiskundige termen</li> </ul>

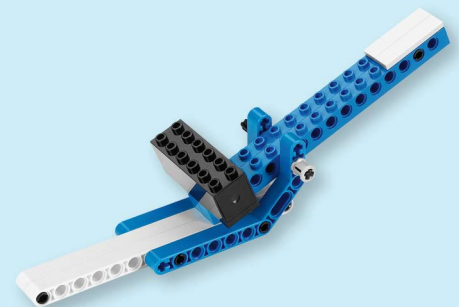
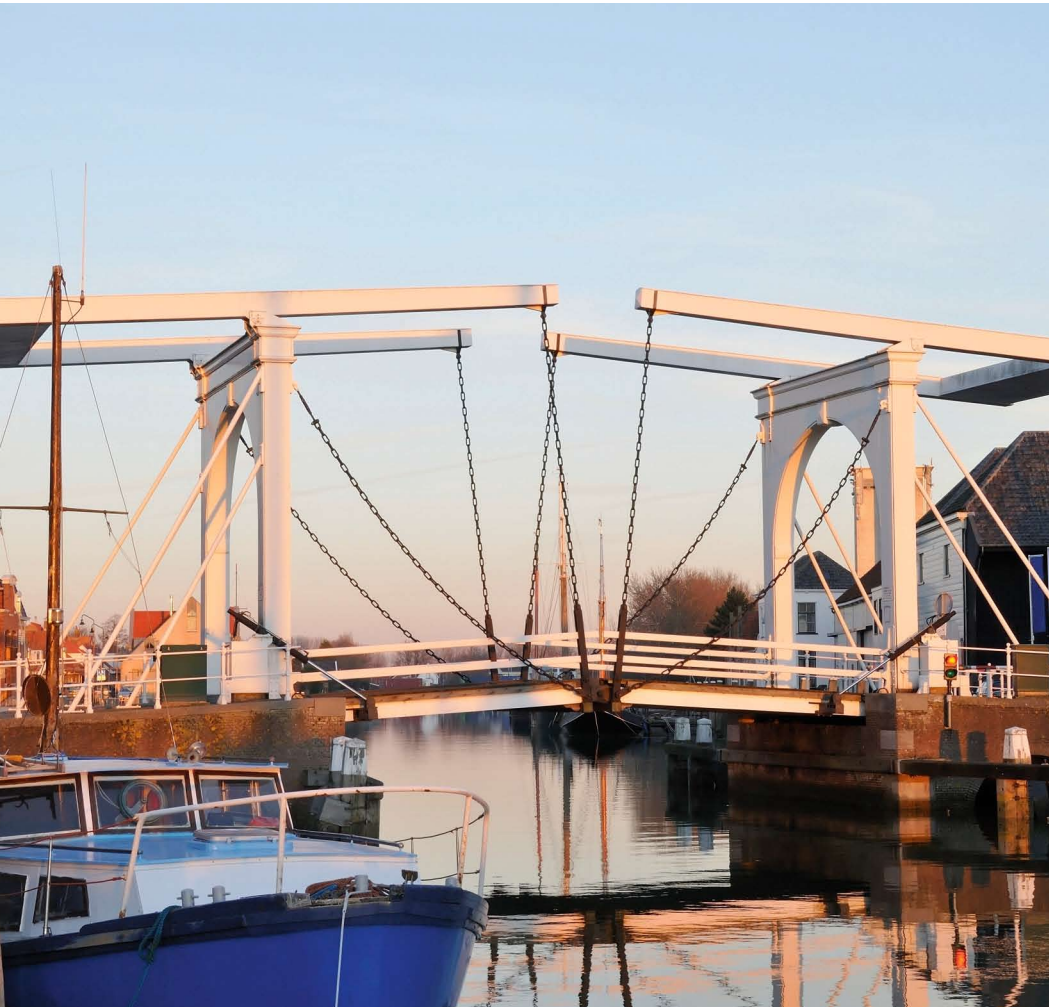
	Rollend meetwiel	Briefweger	Klik-klok	
				
<b>METINGEN</b>				
<p><b>Kerdoel techniek: maken</b></p> <p>Een behoefte vaststellen en ideeën ontwikkelen. Individueel en in groepsverband werken. Materialen, componenten en modulaire bouwsets gebruiken om echt werkende prototypes van hoge kwaliteit te maken. Relevante tests uitvoeren om aangebrachte verbeteringen te registreren. Opbouwen en uit elkaar halen van een reeks bekende mechanismen, en testen hoe goed ze aan hun doel voldoen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderzoek naar vertragende overbrenging en samengestelde overbrengingen</li> <li>• Ontwerpen van nauwkeurige schaalverdelingen die makkelijk af te lezen zijn</li> <li>• Het meest praktische apparaat voor het meten van afstanden ontwerpen en maken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderzoeken van hefboom- en scharniersystemen</li> <li>• Ontwerpen van nauwkeurige schaalverdelingen die makkelijk af te lezen zijn</li> <li>• Het meest praktische weegapparaat ontwerpen en maken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderzoeken van feedback controle systemen (slinger en gangrad), en versnellende overbrenging</li> <li>• Ontwerpen van nauwkeurige schaalverdelingen die makkelijk af te lezen zijn</li> <li>• Het meest nauwkeurige en langst werkende apparaat voor het meten van tijd ontwerpen en maken</li> </ul>	
<p><b>Kerdoel techniek: onderzoeken</b></p> <p>Wetenschappelijk onderzoek, inclusief het onderzoeken, voorspellen en inschatten van het effect van variabelen op de werking van eenvoudige machines, . Zorgvuldig waarnemen, meten en vastleggen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalibreren en aflezen van schaalverdelingen</li> <li>• Afstanden meten tot op een bepaalde nauwkeurigheid</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Krachten in evenwicht</li> <li>• Kalibreren en aflezen van schaalverdelingen</li> <li>• Gewichten meten tot op een bepaalde nauwkeurigheid</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De slinger</li> <li>• Kalibreren en aflezen van schaalverdelingen</li> <li>• Gewichten meten tot op een bepaalde nauwkeurigheid</li> </ul>	
<p><b>Kerdoel rekenen/wiskunde</b></p> <p>Wiskundige ideeën gebruiken en toepassen. Berekeningen uitvoeren m.b.v. diverse getaloperaties. Begrippen als oppervlakte gemiddelde en verhoudingen berekenen en gebruiken. Berekenen van tijd, afstand en (kracht) gewicht met passende nauwkeurigheid. Vergelijkingen formuleren en eenvoudige vergelijkingen oplossen om snelheid te berekenen. Patronen en resultaten identificeren en herkennen; data verzamelen en bewerken m.b.v. tabellen. Wiskundige concepten uitdrukken in gesproken, geschreven en grafische vorm</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aflezen en kalibreren van schaalverdelingen</li> <li>• Afstanden meten</li> <li>• Omhoog en omlaag tellen</li> <li>• De nauwkeurigheid van verschillende meetmethodes vergelijken</li> <li>• Verhoudingen en breuken</li> <li>• Een foutmarge formuleren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aflezen en kalibreren van schaalverdelingen</li> <li>• Massa meten</li> <li>• De nauwkeurigheid van verschillende meetmethodes vergelijken</li> <li>• Werken met negatieve getallen</li> <li>• Een foutmarge formuleren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tijd meten</li> <li>• Aflezen en kalibreren van schaalverdelingen</li> <li>• De nauwkeurigheid van verschillende meetmethodes vergelijken</li> <li>• Een foutmarge formuleren</li> </ul>	

	<b>Windmolen</b> 	<b>Zeilwagen</b> 	<b>Vliegwiel</b> 	
<b>ENERGIE</b>				
<b>Kerndoel techniek: maken</b> Een behoefte vaststellen en ideeën ontwikkelen. Individueel en in groepsverband werken. Materialen, componenten en modulaire bouwsets gebruiken om echt werkende prototypes van hoge kwaliteit te maken. Relevante tests uitvoeren om aangebrachte verbeteringen waar te nemen. Opbouwen en uit elkaar halen van een reeks bekende mechanismen, en testen hoe goed ze aan hun doel voldoen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderzoeken van materiaal, vorm en oppervlakte van zeilen, en hun vermogen wind te vangen</li> <li>• Constructies onderzoeken</li> <li>• Ontwerpen en maken van de meest effectieve mechanismen om windenergie op te slaan en vrij te geven</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De invloed onderzoeken van vorm, oppervlakte en invalshoek van zeilen op hun vermogen wind te vangen</li> <li>• Onderzoeken van mechanismen voor efficiënte transportenergie</li> <li>• Ontwerpen en bouwen van het meest energiezuinige, door wind aangedreven voertuig voor alle windrichtingen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderzoeken van het vliegwiel als snelheidsregelaar (versnellende overbrenging) en veiligheidssysteem</li> <li>• Onderzoeken van het vliegwiel als energieopslag</li> <li>• Tandwielen gebruiken om snelheden te vergroten</li> <li>• Een voertuig ontwerpen en maken dat het soepelst en het verst rijdt m.b.v. aan boord opgeslagen energie</li> </ul>	
<b>Kerndoel techniek: onderzoeken</b> Wetenschappelijk onderzoek, inclusief het onderzoeken, voorspellen en inschatten van het effect van variabelen op de werking van eenvoudige machines, . Zorgvuldig waarnemen, meten en vastleggen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Windenergie invangen om machines aan te drijven</li> <li>• Energie opslaan en overdragen: transformatie van kinetische naar potentiële energie</li> <li>• Symmetrische en asymmetrische krachten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Windenergie invangen voor transport</li> <li>• Energie overdragen met vertragende overbrenging</li> <li>• Krachten en luchtweerstand</li> <li>• Symmetrisch en asymmetrisch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opslaan van kinetische energie</li> <li>• Wrijving</li> <li>• Symmetrische en asymmetrische krachten</li> </ul>	
<b>Kerndoel rekenen/wiskunde</b> Wiskundige ideeën gebruiken en toepassen. Berekeningen uitvoeren m.b.v. diverse getaloperaties. Begrippen als oppervlakte gemiddelde en verhoudingen berekenen en gebruiken. Berekenen van tijd, afstand en (kracht) gewicht met passende nauwkeurigheid. Vergelijkingen formuleren en eenvoudige vergelijkingen oplossen om snelheid te berekenen. Patronen en resultaten identificeren en herkennen; data verzamelen en bewerken m.b.v. tabellen. Wiskundige concepten uitdrukken in gesproken, geschreven en grafische vorm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meten van kracht, tijd en oppervlak</li> <li>• Snelheid en effectiviteit schatten en vergelijken, als functie van vorm en oppervlak van zeilen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schatten en meten van afstand, oppervlakte, tijd en hoek</li> <li>• Snelheid en effectiviteit uitdrukken als functie van de invalshoek van de wind.</li> <li>• Snelheid en effectiviteit uitdrukken als functie van de vorm en oppervlakte van een zeil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afstanden en tijd meten</li> <li>• Snelheid en afgelegde afstand uitdrukken als functie van de massa van vliegwielen</li> </ul>	

	Wagen met motor	Dragster	De 'loper'	Dogbot
				
<b>AANGEDREVEN MACHINES</b>				
<p><b>Kerndoel techniek: maken</b></p> <p>Een behoefte vaststellen en ideeën ontwikkelen. Individueel en in groepsverband werken. Materialen, componenten en modulaire bouwsets gebruiken om echt werkende prototypes van hoge kwaliteit te maken. Relevante tests uitvoeren om aangebrachte verbeteringen waar te nemen. Opbouwen en uit elkaar halen van een reeks bekende mechanismen, en testen hoe goed ze aan hun doel voldoen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderzoeken van vertragende overbrengingen, en van de invloed van band. en wieltypes op het afgegeven moment</li> <li>• Onderzoeken van de snelheid en trekkracht bij verschillende configuraties van wielen en tandwielen</li> <li>• Ontwerpen en maken van een aangedreven voertuig dat een zo zwaar mogelijke lading kan vervoeren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderzoeken van versnellende overbrenging</li> <li>• Een dragster ontwerpen en maken die na lancering het verst kan doorrijden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderzoek doen naar krukstangen, hefbomen en scharnierstangen, en de stabiliteit en stapgrootte die ze opleveren in 'lopende' en heen en weer gaande bewegingen</li> <li>• Onderzoeken van palraderen en hoe deze 'slip' kunnen voorkomen en beweging tot één richting kunnen beperken</li> <li>• Onderzoeken van relatieve posities van krukstangen om verschillende natuurgetrouwe 'loopwijzen' te krijgen</li> <li>• Onderzoeken van het wormwiel, en hoe hiermee extreem vertragende overbrenging gemaakt kan worden</li> <li>• Een 'loper' ontwikkelen en maken die tegen steile hellingen en over een zeer onregelmatige ondergrond kan wandelen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderzoeken van hefbomen, scharnierstangen, nokken en krukstangen om gecompliceerde, naar tijd ingestelde bewegingen te maken</li> <li>• Onderzoeken van katrollen en 'slip' voor veiligheidsdoeleinden</li> <li>• Allerlei materialen gebruiken om een bewegend model 'aan te kleden'</li> <li>• Ontwerpen en maken van een 'animatronic' figuur dat zich als een hond gedraagt</li> </ul>
<p><b>Kerndoel techniek: onderzoeken</b></p> <p>Wetenschappelijk onderzoek, inclusief het onderzoeken, voorspellen en inschatten van het effect van variabelen op de werking van eenvoudige machines, . Zorgvuldig waarnemen, meten en registreren</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderzoeken van het effect van gewicht oprijving: verminderen vanrijving</li> <li>• Hellende vlakken en arbeid</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderzoeken van het overbrengen van beweging en energie</li> <li>• Onderzoeken van de relatie tussen snelheid en massa, impuls (snelheid) en kinetische energie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nauwkeurig waarnemen hoe mensen lopen, en dit vergelijken met de bewegingen van de 'loper'</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nauwkeurig waarnemen hoe een echte honden bewegen, en vergelijken met de bewegingen van Dogbot</li> </ul>
<p><b>Kerndoelen rekenen/wiskunde</b></p> <p>Wiskundige concepten toepassen, beschreven en in grafiek. Berekeningen uitvoeren en begrippen als oppervlakte, gemiddelde en verhoudingen toepassen. Nauwkeurig berekenen van tijd, afstand en gewicht(kracht). Vergelijkingen formuleren en oplossen om snelheid te berekenen. Patronen en resultaten herkennen. Verzamelde data verwerken in tabellen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afstanden en reistijd meten</li> <li>• Meten en formuleren van hellingshoeken</li> <li>• Overwegingen en berekeningen m.b.t. wieldiameter en omtrek, en de hiermee verbonden afstand per omwenteling</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afstanden en reistijd meten</li> <li>• Waarnemen van de verhouding tussen afgelegde afstand en massa van een wiel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afstanden en tijd meten</li> <li>• Snelheid berekenen</li> <li>• Waarnemen van de verhouding tussen afgelegde afstand en lengte van een kruk</li> <li>• Meten en formuleren van hellingshoeken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meten en uitdrukken van de hoek en richting van de bewegingen van 'lichaamsdelen', en het aantal handelingen per tijdseenheid</li> <li>• Registreren van regelmaat in beweging van de ogen, als functie van de positie van een nok</li> <li>• Evalueren en formuleren van de prestaties (het gedrag) van een model, zowel kwalitatief als kwantitatief</li> </ul>



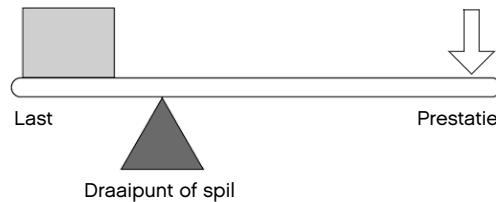
education



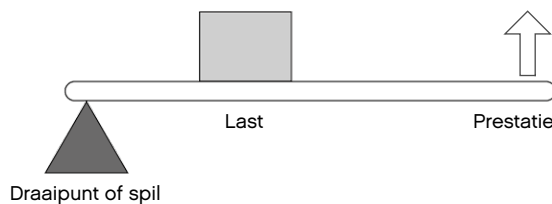
De hefboom

## Eenvoudige machines: de hefboom

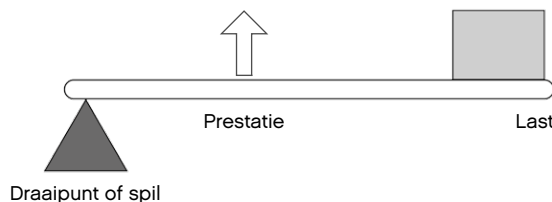
De hefboom is waarschijnlijk de meest gebruikte eenvoudige machine. Een hefboom is een sterke staaf of solide voorwerp, dat wordt gebruikt om een kracht mee over te brengen. Via zijn draaipunt kan een hefboom de kracht die er op wordt uitgeoefend (de prestatie), van richting laten veranderen, en de mate van beweging van het bewerkte object (de last) beïnvloeden. Prestatie, draaipunt en last zijn drie grootheden die bij alle hefbomen een rol spelen. Al naar gelang de onderlinge posities van deze drie grootheden, maken we onderscheid tussen hefbomen van de eerste, tweede en derde soort.



**Bij een hefboom van de eerste soort ligt de spil tussen de prestatie en de last.** Voorbeelden van hefbomen van de eerste soort zijn een wip, een koevoet, tangen en scharen.



**Bij een hefboom van de tweede soort liggen de spil en de prestatie aan weerszijden van de last.** Voorbeelden van hefbomen van de tweede soort zijn notenkrakers, kruiwagens en flesopeners.



**Bij een hefboom van de derde soort liggen de spil en de last tegenover elkaar, met de prestatie hier tussenin.** Voorbeelden van hefbomen van de derde soort zijn pincetten, ijstangen, hockystick, tennisracket.

### Wist je dit?

Het Engelse woord voor hefboom (lever), komt van het Franse werkwoord 'lever', dat 'optillen' betekent.

**A1****Bouw A1, boek 1, pagina 2 tm. 3**

Druk op het uiteinde van de hefboom om de last op te tillen. Beschrijf hoe makkelijk of moeilijk je het vond om de last omhoog te laten komen. Geef op de tekening het draaipunt, de last en de prestatie aan door er cirkels omheen te zetten. Wat voor een soort hefboom is dit?

---



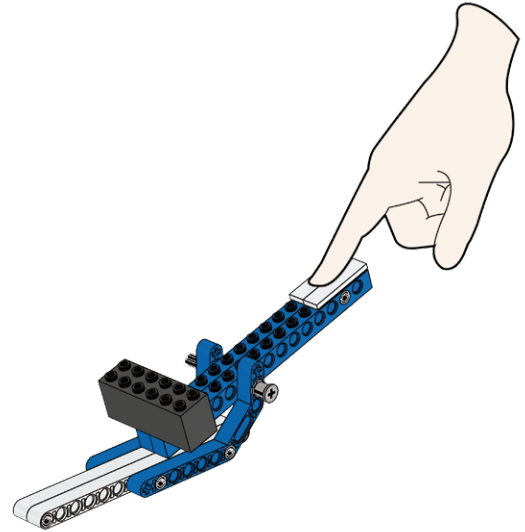
---



---



---

**A2****Bouw A2, boek 1, pagina 4 tm. 5**

Til de hefboom omhoog. Beschrijf hoe makkelijk of moeilijk je het vond om de last omhoog te laten komen. Geef op de tekening het draaipunt, de last en de prestatie aan door er cirkels omheen te zetten. Wat voor een soort hefboom is dit?

---



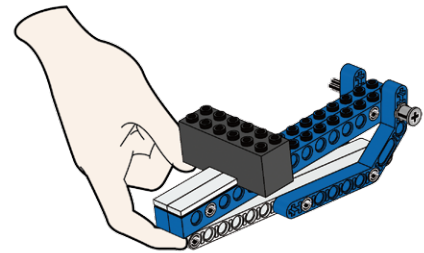
---



---



---

**A3****Bouw A3, boek 1, pagina 6 tm. 7**

Til de hefboom omhoog. Beschrijf hoe makkelijk of moeilijk je het vond om de last omhoog te laten komen. Geef op de tekening het draaipunt, de last en de prestatie aan door er cirkels omheen te zetten. Wat voor een soort hefboom is dit?

---



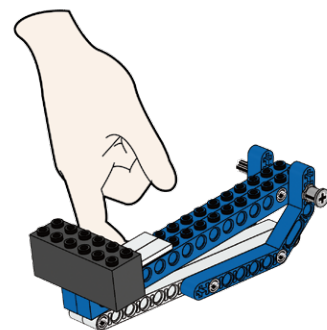
---



---

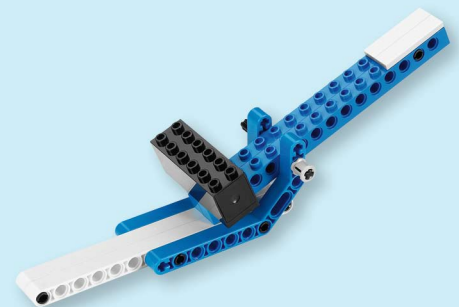
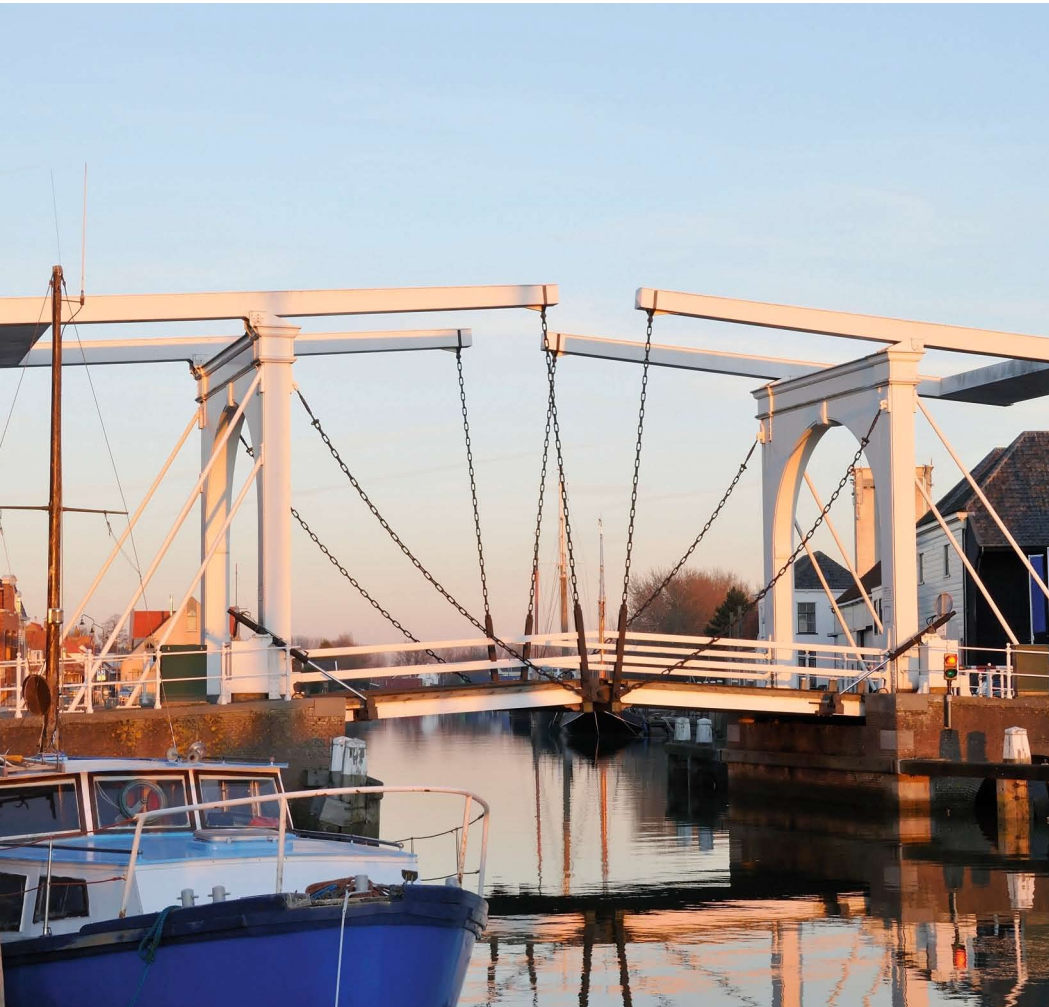


---





education

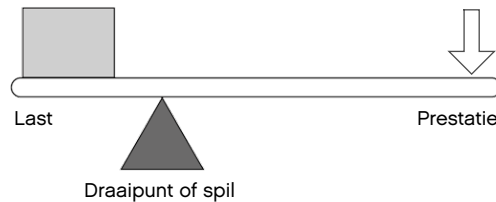


De hefboom

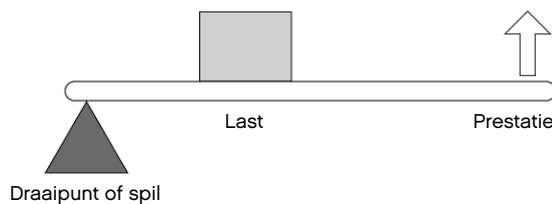


## Eenvoudige machines: de hefboom

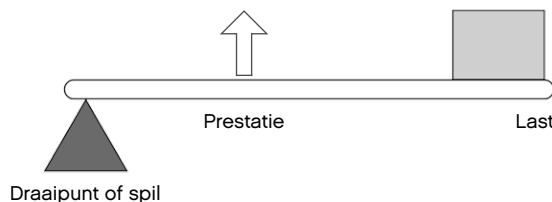
De hefboom is waarschijnlijk de vaakst gebruikte eenvoudige machine. Een hefboom is een sterke staaf die rust op een solide basis. Hij wordt gebruikt om kracht mee over te brengen. Via zijn draaipunt kan een hefboom de kracht die er op wordt uitgeoefend (de prestatie), van richting laten veranderen, en de mate van beweging van een object (de last) beïnvloeden. Prestatie, draaipunt en last zijn drie grootheden die bij alle hefbomen een rol spelen. Al naar gelang de onderlinge posities van deze drie grootheden, maken we onderscheid tussen hefbomen van de eerste, tweede en derde soort.



**Bij een hefboom van de eerste soort ligt de spil tussen de prestatie en de last.** Voorbeelden van hefbomen van de eerste soort zijn een wip, een koevoet, tangen en scharen.



**Bij een hefboom van de tweede soort liggen de spil en de prestatie aan weerszijden van de last.** Voorbeelden van hefbomen van de tweede soort zijn notenkrakers, kruiwagens en flesopeners.



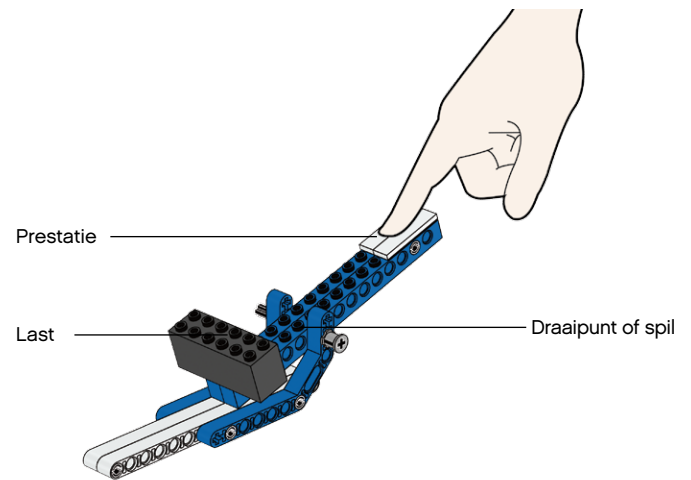
**Bij een hefboom van de derde soort liggen de prestatie en de last aan weerszijden van de spil.** Voorbeelden van hefbomen van de derde soort zijn pincetten en ijstangen.

### Wist je dit?

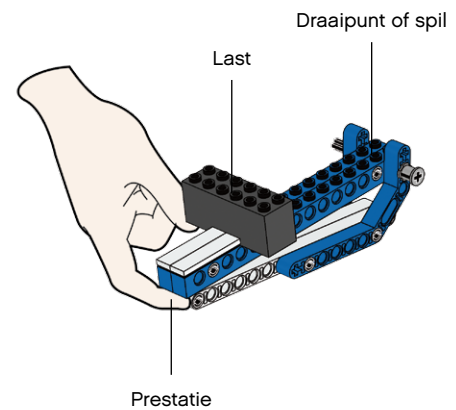
Het Engelse woord voor hefboom (lever), komt van het Franse werkwoord 'lever', dat 'optillen' betekent.

**A1**

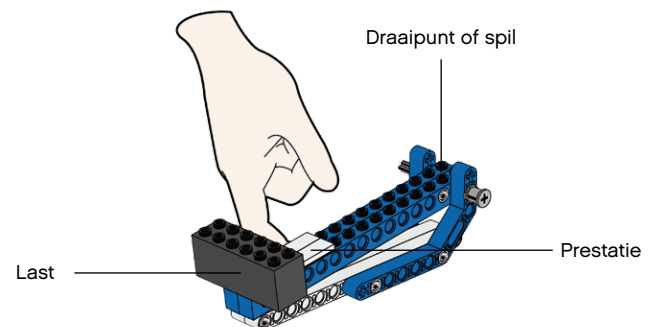
Dit model is een hefboom van de eerste soort. De prestatie en de last bevinden zich aan weerszijden van het draaipunt. Met dit model kost het bewegen van de last de minste inspanning (prestatie).

**A2**

Dit model is een hefboom van de tweede soort. De prestatie en het draaipunt bevinden zich aan weerszijden van de last. De prestatie die nodig is om de last te verplaatsen is ongeveer de helft van het gewicht van de last.

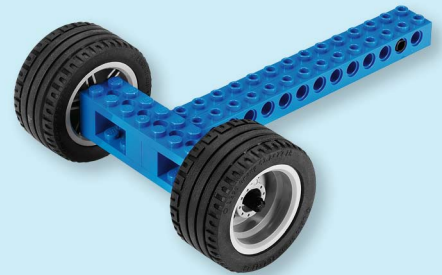
**A3**

Dit model is een hefboom van de derde soort. Het draaipunt en de last bevinden zich aan weerszijden van de hefboom, met de prestatie er tussenin. De benodigde prestatie is gróter dan bij het direct optillen van de last, maar het voordeel van dit soort hefboomen is, dat de last een grotere afstand kan afleggen dan het deel van de hefboom waar de prestatie op werkt.





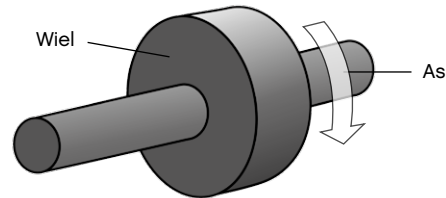
education



Wiel en As

## Eenvoudige machines: wiel en as

Wielen en assen zijn in de regel cirkelvormig; het wiel is meestal groter dan de as, en wiel en as zitten stevig aan elkaar vast.



Wiel en as draaien altijd samen – dus met dezelfde rotatiesnelheid. Maar omdat het wiel een grotere omtrek heeft, beweegt het oppervlak van het wiel zich sneller, en legt het grotere afstanden af.

Een voorwerp dat op wielen wordt gezet, kan vrijwel altijd met minder wrijving worden verplaatst dan als het wordt geschoven. In de wetenschap en techniek worden wielen lang niet altijd gebruikt voor transport. Er zijn ook wielen met groeven (katrolwielen) en wielen met uitsteeksels (tandwielen).

Wielen en assen zijn o.a. te vinden in deegrollen, rolschaatsen en karretjes.

### Wist je dit?

Het oudste wiel dat tot nu toe gevonden is stamt uit de tijd van de Soemeriërs. Het is ca. 5.600 jaar oud.

**B1****Bouw B1, boek I, pagina 8 tm. 9**

Duw het model in een rechte lijn over de tafel.

Beschrijf wat er gebeurt.

Probeer het model daarna in een zigzag patroon met scherpe bochten te laten rijden. Beschrijf wat er gebeurt.

---



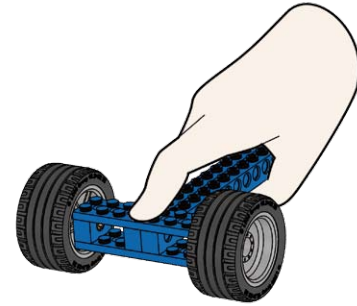
---



---



---

**B2****Bouw B2, boek I, pagina 10 tm. 11**

Duw het model in een rechte lijn over de tafel.

Beschrijf wat er gebeurt.

Probeer het model daarna in een zigzag patroon met scherpe bochten te laten rijden. Beschrijf wat er gebeurt en vergelijk met het model hierboven.

---



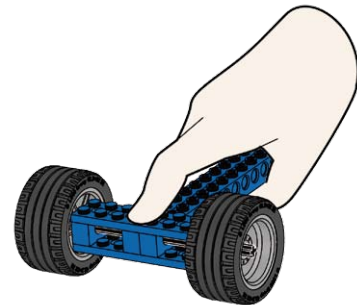
---



---



---

**B3****Bouw B3, boek I, pagina 12 tm. 15**

Duw het model in een rechte lijn over de tafel.

Beschrijf wat er gebeurt.

Probeer het model daarna in een zigzag patroon met scherpe bochten te laten rijden. Beschrijf wat er gebeurt en vergelijk met het model hierboven.

---



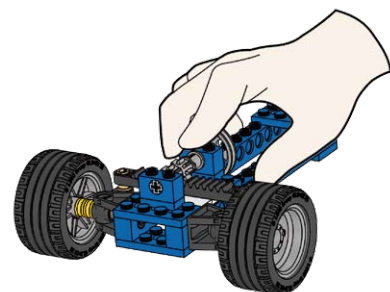
---



---



---



**B4**

**Bouw B4, boek I, pagina 16 tm. 17**

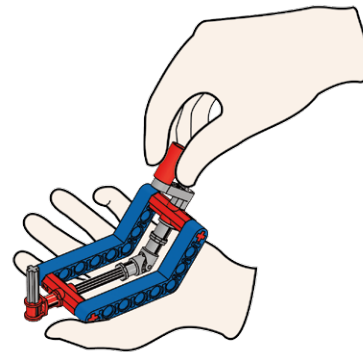
Beschrijf wat er gebeurt, en welke beweging het verbindingsstuk maakt als het handvat gedraaid wordt.

---

---

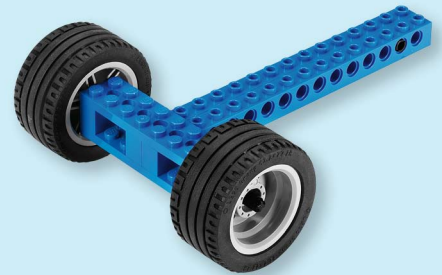
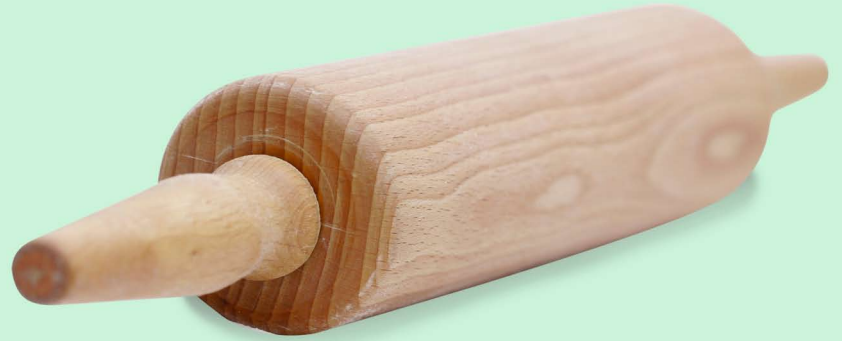
---

---





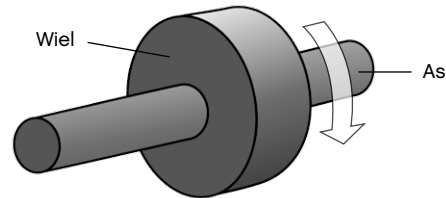
education



Wiel en As

## Eenvoudige machines: wiel en as

Wielen en assen zijn in de regel cirkelvormig; het wiel is meestal groter dan de as, en wiel en as zitten stevig aan elkaar vast.



Wiel en as draaien altijd samen – dus met dezelfde rotatiesnelheid. Maar omdat het wiel een grotere omtrek heeft, beweegt het oppervlak van het wiel zich sneller, en legt het grotere afstanden af.

Als een voorwerp op wielen wordt gezet, kan het vrijwel altijd met minder wrijving worden verplaatst dan als het wordt geschoven. In de wetenschap en techniek worden wielen lang niet altijd gebruikt voor transport. Er zijn ook wielen met groeven (katrolwielen) en wielen met uitsteeksels (tandwielen).

Wielen en assen zijn o.a. te vinden in deegrollen, rolschaatsen en karretjes.

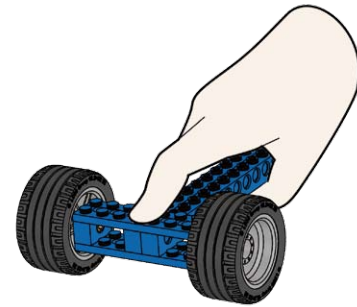
### Wist je dit?

Het oudste wiel dat tot nu toe gevonden is stamt van de Sumeriërs, en is ca. 5.600 jaar oud.

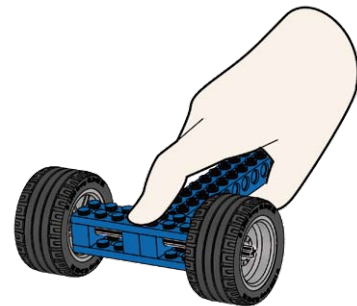


**B1**

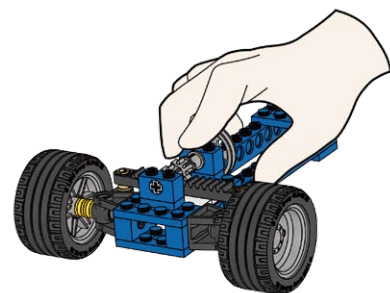
Dit model bestaat uit een set wielen met aparte assen. Dit model is heel makkelijk te sturen, ongeacht of er rechtuit of in een zigzaggende koers met scherpe bochten wordt gereden. Door de zelfstandige (gesplitste) assen kunnen de wielen met verschillende snelheden draaien.

**B2**

Dit model bestaat uit een set wielen met een vaste as. Met dit model kan heel makkelijk rechtuit gereden worden. Maar het model wordt moeilijk bestuurbaar in een zigzag baan met scherpe bochten, omdat de wielen niet met verschillende snelheden kunnen draaien. Één van de wielen zal altijd 'uitglijden' in de bocht.

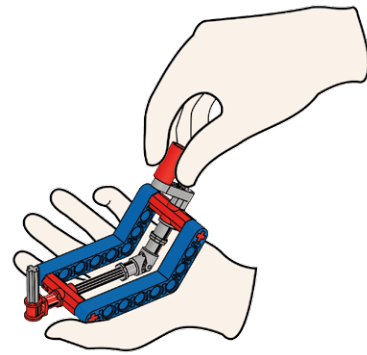
**B3**

Dit model bestaat uit een set wielen met aparte assen en een stuursysteem. Dit model is heel makkelijk te sturen, ongeacht of er rechtuit of in een zigzaggende koers met scherpe bochten wordt gereden. Door de afzonderlijke assen kunnen de wielen met verschillende snelheden draaien, en het stuurwiel maakt het model goed bestuurbaar.



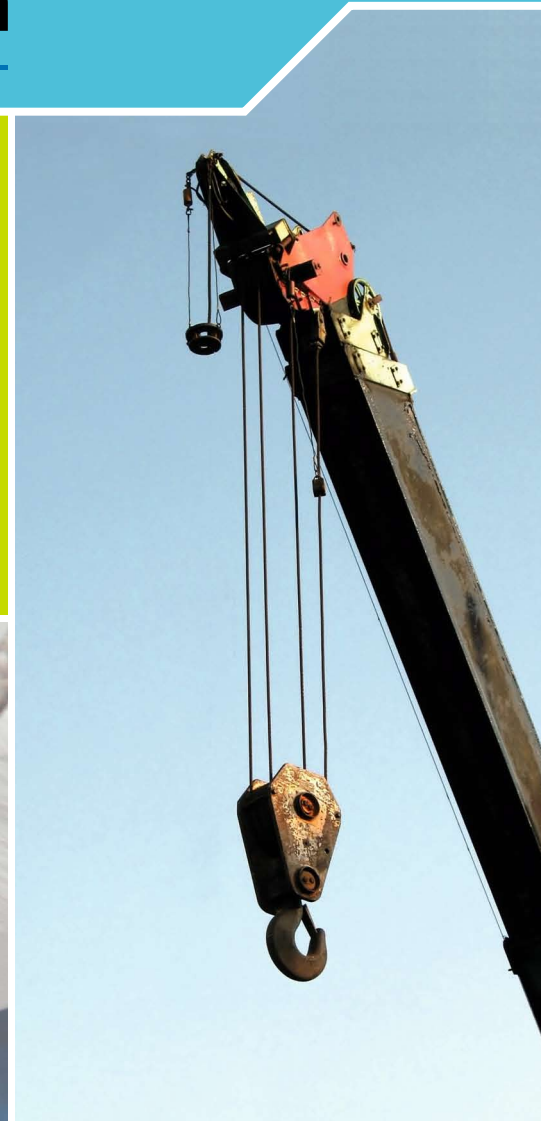
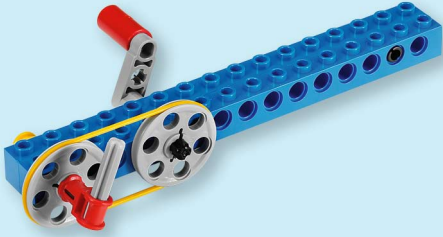
**B4**

In dit model zien we een universele verbinding. Als er aan de hendel wordt gedraaid, wordt de draaiende beweging (de input) via de universele verbinding overgedragen naar het ontvangtpunt (de output). De snelheidsverhouding tussen input en output is 1:1.





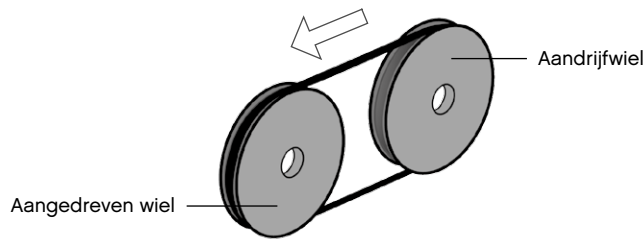
education



De katrol

## Eenvoudige machines: de katrol

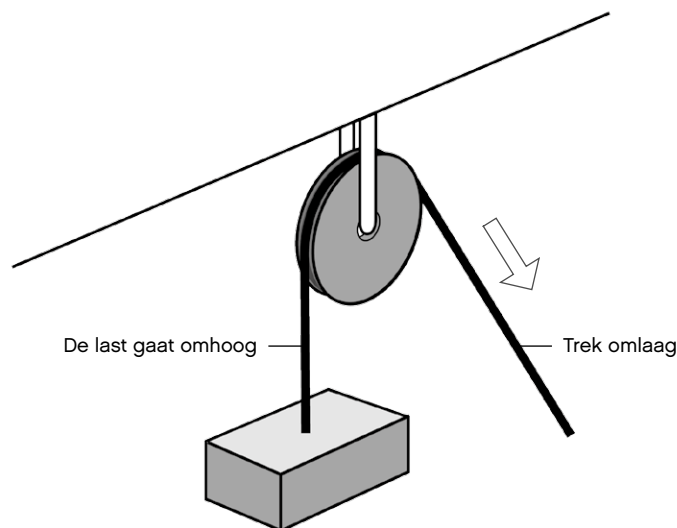
Een katrolwiel is een speciaal soort wiel dat bewogen wordt doordat een touw, ketting of riem over de 'velg' ervan loopt.



In een katrol met riemaandrijving worden twee katrolwielen met elkaar verbonden door een aandrijfriem die een gesloten lus vormt. Het katrolwiel waar een uitwendige kracht op wordt uitgeoefend heet het aandrijf wiel; het andere is het aangedreven wiel. Het aandrijf wiel levert de 'input' kracht, en het aangedreven wiel levert de 'output'. Als het aandrijf wiel draait, beweegt de riem waardoor het aangedreven wiel in dezelfde richting gaat draaien. Als het aandrijf wiel kleiner is dan het aangedreven wiel, draait het aangedreven wiel langzamer rond dan het aandrijf wiel.

In katrollen met drijfriemen wordt wrijving gebruikt om beweging over te brengen. Als de drijfriem te strak staat ontstaan er veel wrijvingskrachten in de assen en lagers van de katrol, wat verspilling van energie betekent. Maar als de riem te los zit, zal hij 'slippen', en wordt de aandrijfkracht niet effectief overgebracht. Maar dit slippen van een riem kan ook nuttig zijn, als een ingebouwde beveiliging tegen overbelasting van riemaandrijvingen.

Meerdere katrolwielen kunnen worden gecombineerd tot een hijswerktuig waarmee zwaar tilwerk aanzienlijk verlicht kan worden.



Een last optillen met behulp van één enkel katrolwiel maakt het werk niet lichter: de richting van de kracht wordt veranderd, maar zonder dat de last sneller of makkelijker opgetild wordt. Het enige verschil is dat de last nu wordt opgetild door aan een touw te trekken. Katrollen kunnen vast of beweegbaar zijn. Het verschil tussen een vaste en een beweegbare katrol is, dat vaste katrollen niet zélf op en neer bewegen als de last wordt verplaatst. Een vast katrolwiel is meestal bevestigd aan een dakbalk of spant, en kan alleen om zijn eigen as draaien. Als een hijsmechanisme bestaat uit meerdere katrolwielen die op dezelfde as gemonteerd zijn, spreken we van een 'blok en takel'.

In het dagelijks leven komen we o.a. katrollen tegen in jaloezieën, gordijnen en vlaggenmasten.

### Wist je dit?

Katrollen stonden aan het begin van een tijdperk van massaproductie in Engeland: ze werden in enorme hoeveelheden geproduceerd voor gebruik aan boord van de oorlogsschepen van de Engelse vloot tijdens de oorlog tegen Napoleon.

**C1****Bouw C1, boek 1, pagina 18**

Draai aan het handvat en beschrijf hoe snel het aandrijf wiel en het aangedreven wiel draaien.

Pak nu (voorzichtig) de output wijzer steeds steviger vast en beschrijf wat er gebeurt.

---



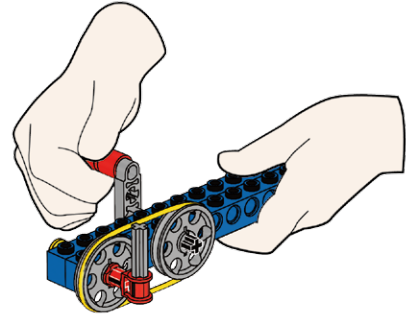
---



---



---

**C2****Bouw C2, boek 1, pagina 19**

Draai aan het handvat en beschrijf hoe snel het aandrijf wiel en het aangedreven wiel draaien.

Pak nu (voorzichtig) de output wijzer steeds steviger vast en beschrijf wat er gebeurt.

---



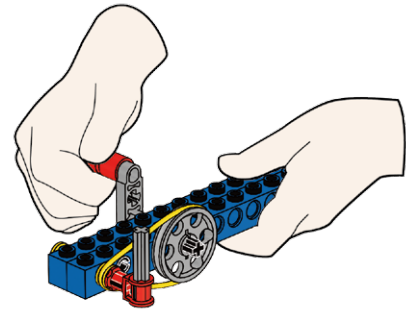
---



---



---

**C3****Bouw C3, boek 1, pagina 20**

Draai aan het handvat en beschrijf hoe snel het aandrijf wiel en het aangedreven wiel draaien.

Pak nu (voorzichtig) de output wijzer steeds steviger vast en beschrijf wat er gebeurt.

---



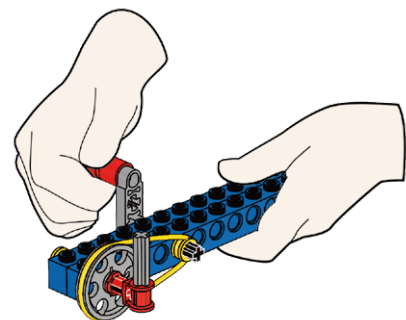
---



---



---



**C4****Bouw C4, boek 1, pagina 21**

Draai aan het handvat en beschrijf hoe snel het aandrijf wiel en het aangedreven wiel draaien. Pak nu (voorzichtig) de output wijzer steeds steviger vast en beschrijf wat er gebeurt.

---



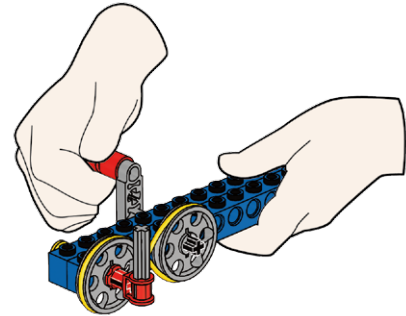
---



---



---

**C5****Bouw C5, boek 1, pagina 22 tm. 23**

Draai aan het handvat en beschrijf hoe snel het aandrijf wiel en het aangedreven wiel draaien. Geef op de tekening het aandrijf wiel en het aangedreven wiel aan door er cirkels omheen te zetten.

---



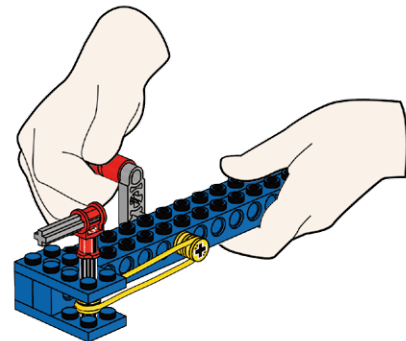
---



---



---

**C6****Bouw C6, boek 1, pagina 24 tm. 25**

Draai aan het handvat en beschrijf hoe snel het aandrijf wiel en het aangedreven wiel draaien. Geef op de tekening met cirkels aan wat het aandrijf wiel is, en wat het aangedreven wiel.

---



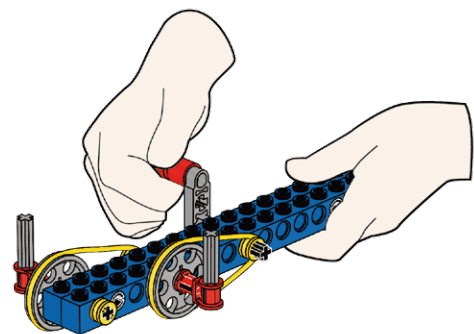
---



---



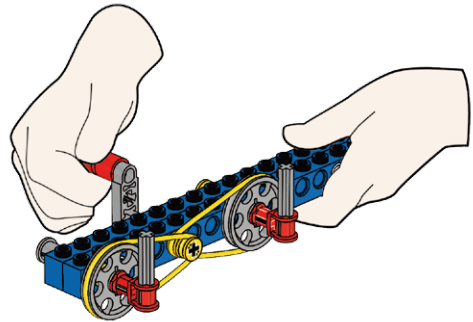
---



**C7**

**Bouw C7, boek I, pagina 26 tm. 27**

Draai aan het handvat en beschrijf hoe snel het aandrijf wiel en het aangedreven wiel draaien.  
Geef op de tekening met cirkels aan wat het aandrijfwiel is, en wat het aangedreven wiel.




---



---



---

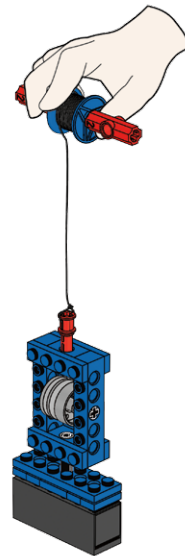


---

**C8**

**Bouw C8, boek I, pagina 28 tm. 31**

Trek het snoer omhoog om de last op te tillen.  
Beschrijf wat er gebeurt.




---



---



---

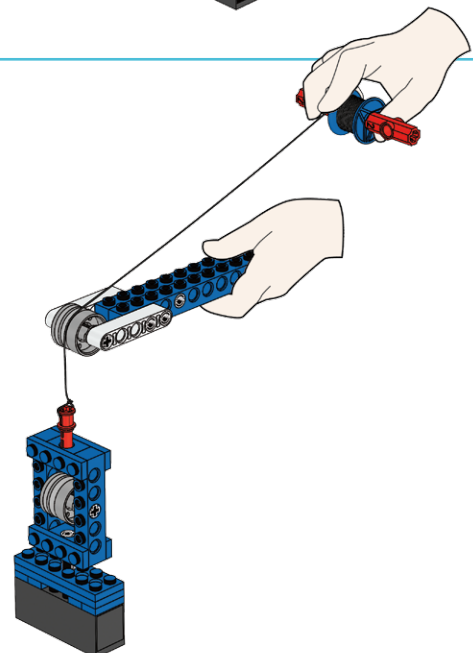


---

**C9**

**Bouw C9, boek I, pagina 32 tm. 35**

Trek aan het snoer om de last op te tillen.  
Beschrijf wat er gebeurt.




---



---



---



---

**C10**

**Bouw C10, boek I, pagina 36**

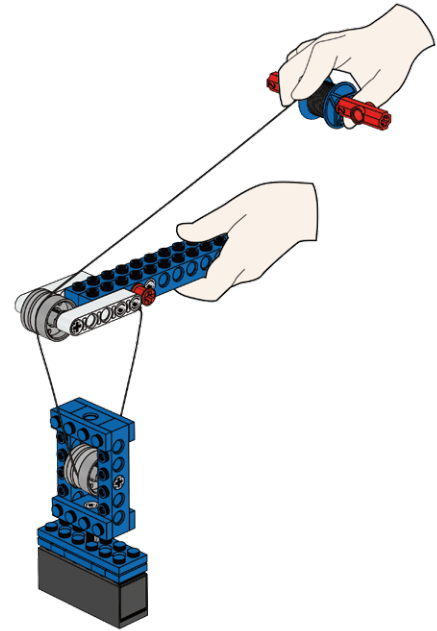
Trek aan het snoer om de last op te tillen. Beschrijf wat er gebeurt.

---

---

---

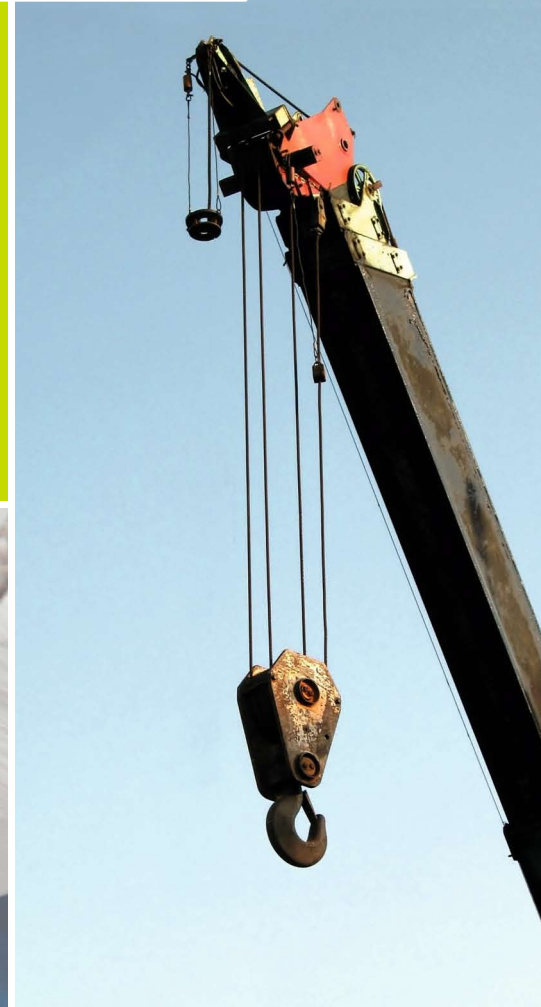
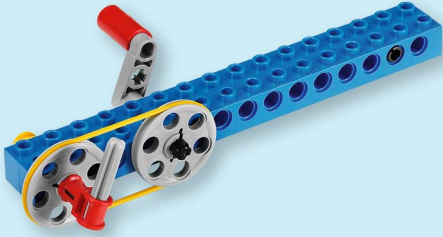
---







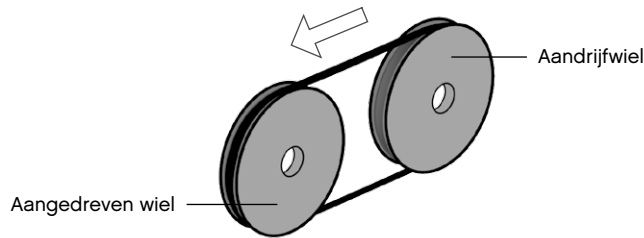
education



De katrol

## Eenvoudige machines: de katrol

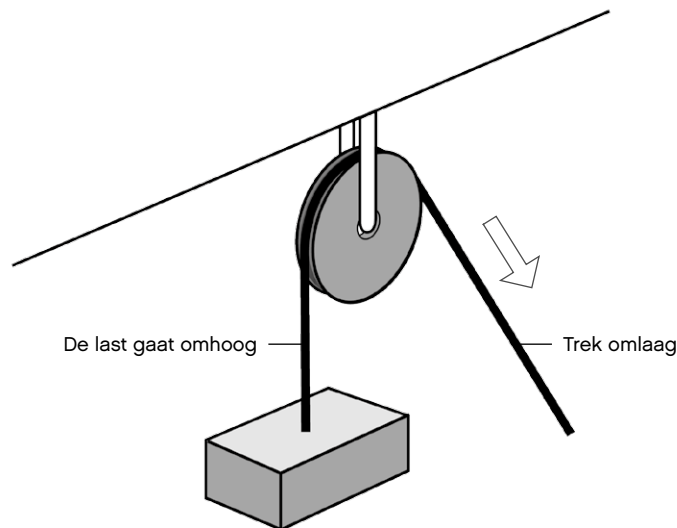
Een katrol is een speciaal soort wiel dat bewogen wordt doordat een touw, ketting of riem over de 'velg' ervan loopt.



In een katrol met riemaandrijving worden twee katrolwielen met elkaar verbonden door een aandrijfriem in de vorm van een gesloten lus. Het katrolwiel waar een uitwendige kracht op wordt uitgeoefend heet het aandrijfwiel; het andere is het aangedreven wiel. Het aandrijfwiel levert de 'input' kracht, en het aangedreven wiel levert de 'output'. Als het aandrijfwiel draait, beweegt de riem waardoor het aangedreven wiel in dezelfde richting gaat draaien. Als het aandrijfwiel kleiner is dan het aangedreven wiel, draait het aangedreven wiel langzamer dan het aandrijfwiel.

In katrollen met drijfriemen wordt wrijving gebruikt om beweging over te brengen. Als de drijfriem te strak staat ontstaan er veel wrijvingskrachten in de assen en lagers van de katrol, wat verspilling van energie betekent. Maar als de riem te los zit, zal hij 'slippen', en wordt de aandrijfkraft niet effectief overgebracht. Maar dit slippen van een riem kan nuttig zijn als een ingebouwde beveiliging tegen overbelasting van riemaandrijvingen.

Meerdere katrolwielen kunnen worden gecombineerd tot een hijswerktuig waarmee zwaar tilwerk aanzienlijk verlicht kan worden.



Een last optillen met behulp van één enkel katrolwiel maakt het werk niet lichter: de richting van de kracht wordt veranderd, maar zonder dat de last sneller of gemakkelijker opgetild wordt. Het enige verschil is dat de last nu wordt opgetild door aan een touw te trekken. Katrollen kunnen vast of beweegbaar zijn. Het verschil tussen een vaste en een beweegbare katrol is, dat vaste katrollen niet zélf op en neer bewegen als de last wordt verplaatst. Een vast katrolwiel is meestal bevestigd aan een dakbalk of spant, en kan alleen om zijn eigen as draaien. Als een hefmechanisme bestaat uit meerdere katrolwielen die op dezelfde as gemonteerd zijn, spreken we van een 'blok en takel'.

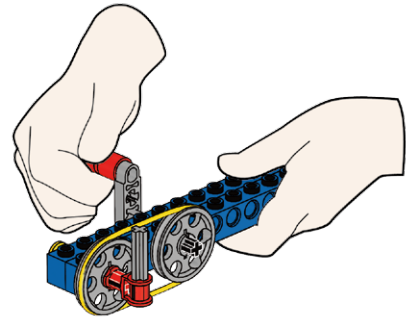
In het dagelijks leven komen we o.a. katrollen tegen in jaloezieën, gordijnen en vlaggenmasten.

### Wist je dit?

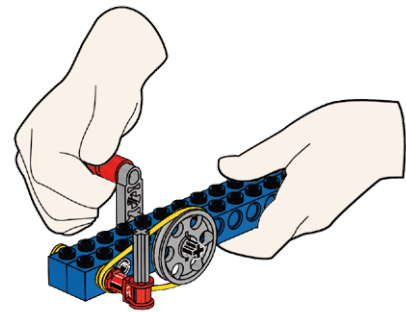
Katrollen stonden aan het begin van een tijdperk van massaproductie in Engeland: ze werden in enorme hoeveelheden geproduceerd voor gebruik aan boord van de oorlogsschepen van de Engelse vloot tijdens de oorlog tegen Napoleon.

**C1**

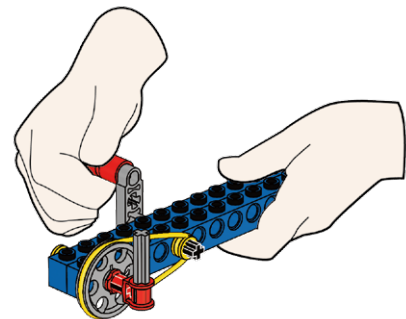
Dit model toont een katrol met riemaandrijving, waarbij de snelheid en draairichting van aandrijfwielen en aangedreven wiel dezelfde zijn. Door de outputwijzer voorzichtig beet te pakken kan het draaien van het aangedreven wiel worden tegengehouden, omdat de drijfriem dan slijpt.

**C2**

Dit model toont een katrol met riemaandrijving waarbij de draaisnelheid wordt verhoogd. Het aangedreven katrolwiel draait sneller dan het aandrijfwiel, maar de outputkracht wordt minder en de riem kan slippen.

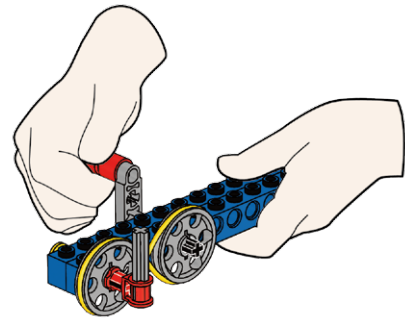
**C3**

Dit model toont een katrol met riemaandrijving waarbij de draaisnelheid wordt verlaagd. Het aangedreven katrolwiel draait langzamer dan het aandrijfwiel. Dit vergroot echter de outputkracht, maar de riem slijpt als de last te groot wordt.

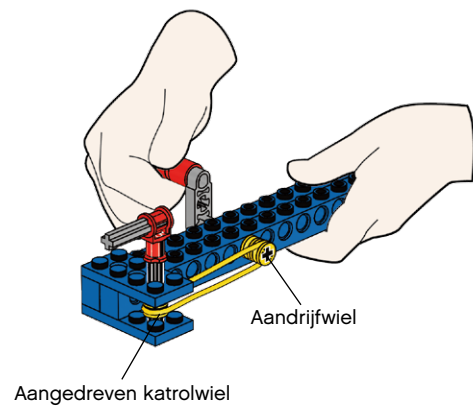


**C4**

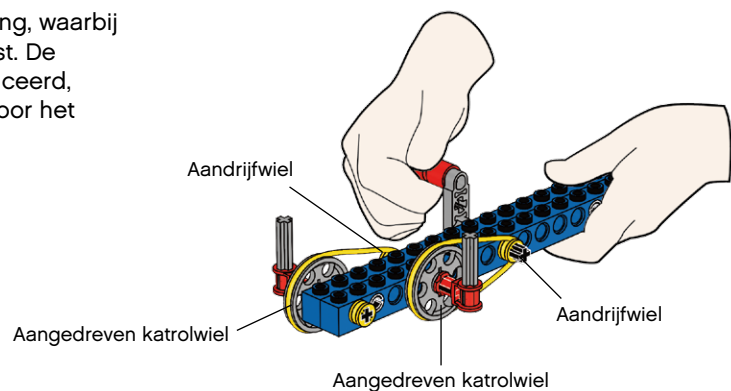
Dit is een model van een katrol met riemaandrijving, waarbij de snelheid van aandrijfwiel en aangedreven wiel dezelfde zijn, maar niet de draairichting, omdat de riem gekruist is.

**C5**

Dit is een model van een katrol met riemaandrijving, waarbij de snelheid van aandrijfwiel en aangedreven wiel dezelfde zijn, maar waarbij de bewegingshoek verandert door het verdraaien van de riem.

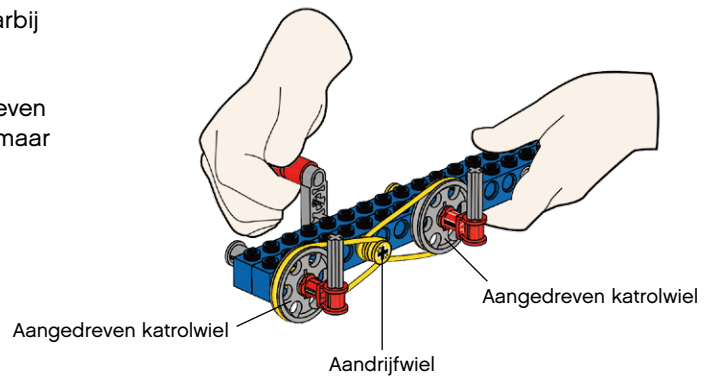
**C6**

Dit is een model van een katrol met riemaandrijving, waarbij een samengesteld katrolsysteem wordt toegepast. De output draaisnelheid wordt hierdoor sterk gereduceerd, maar de output kracht wordt aanzienlijk groter. Door het kleine aandrijfwiel draait het grote aangedreven katrolwiel langzamer dan het aandrijfwiel. Het kleine wiel zit op dezelfde as als het grote aangedreven wiel: het wordt dus op zijn beurt aangedreven voor het tweede grote aangedreven wiel, dat nóg langzamer draait.

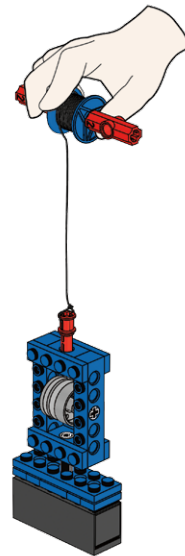


**C7**

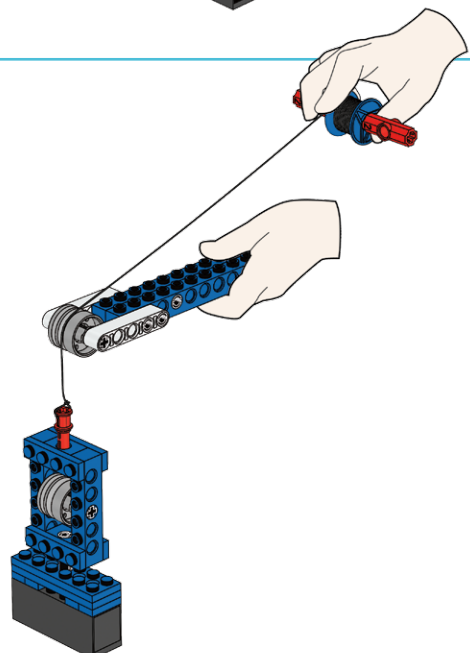
Dit is een model van een katrol met riemaandrijving waarbij één aandrijf wiel twee aangedreven wielen laat draaien, waardoor er eigenlijk dubbele output ontstaat. Door het verschil in grootte tussen het aandrijf wiel en de aangedreven wielen is de snelheid van de aangedreven wielen laag, maar de kracht van de output is vrij groot.

**C8**

Bij dit model is er geen sprake van vergroting of verkleining van snelheid, afstand of benodigde kracht. Het volle gewicht van het LEGO® gewichtelement wordt opgetild of neergelaten.

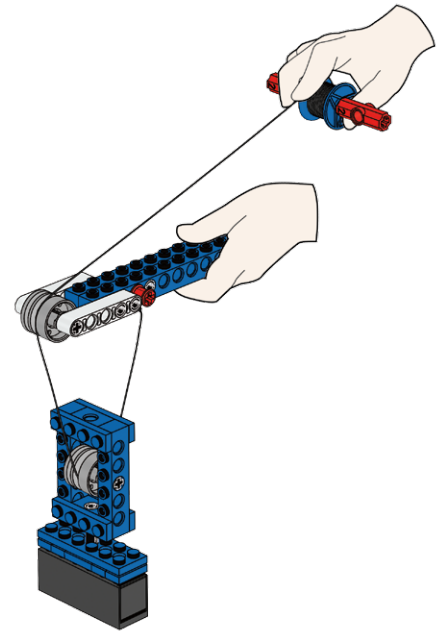
**C9**

Dit is een model van een katrol met riemaandrijving, met één vast katrol wiel. Er treedt geen vergroting of verkleining van de kracht of snelheid op, maar de hijsbeweging verandert van richting.



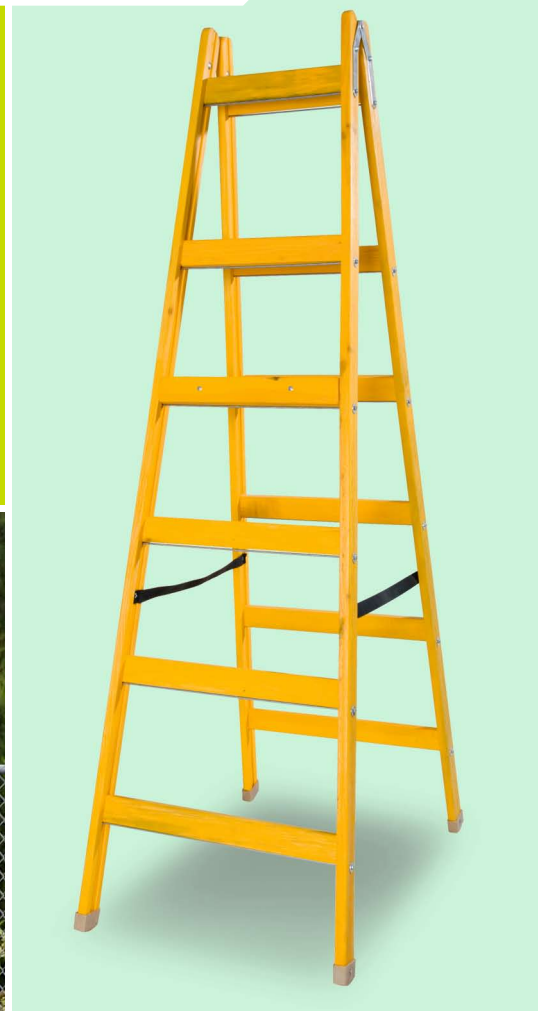
**C10**

Dit is een model van een katrol met riemaandrijving, met één vast en één beweegbaar katrolwiel. Hiermee wordt de kracht die nodig is om het gewicht op te tillen gehalveerd, maar hetzelfde geldt voor de snelheid waarmee het gewicht omhoog komt. Er moet twee keer zo veel lijn worden 'ingeaald' om het gewicht op te hijsen.





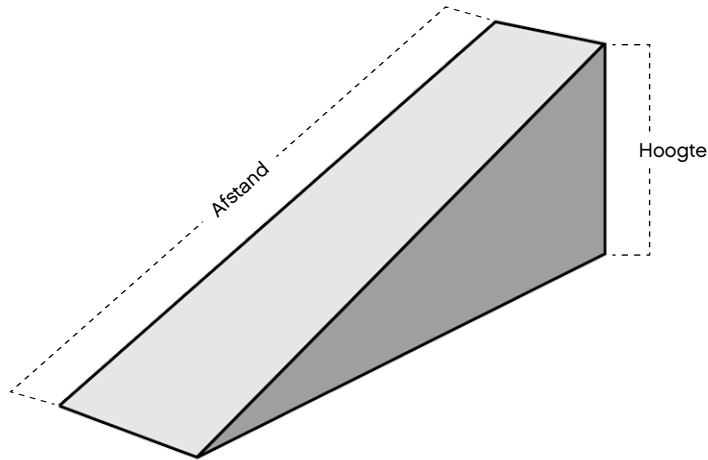
education



Hellend vlak

## Eenvoudige machines: hellend vlak

Een hellend vlak is een schuin geplaatst vlak waarover voorwerpen omhoog gebracht kunnen worden (zoals bv. een hellingbaan).



Als een voorwerp over een helling naar een bepaalde hoogte wordt gebracht, moet het voorwerp over een langere afstand bewegen, maar er is een kleinere kracht bij nodig dan wanneer het voorwerp loodrecht opgehesen wordt.

De afweging is: óf veel kracht gebruiken om een bepaald gewicht over een korte afstand loodrecht omhoog te trekken, óf met een veel kleinere kracht het voorwerp geleidelijk over het hellende vlak omhoog brengen.

Voorbeelden van hellende vlakken zijn: hellingbanen, ladders en trappen.

### Wist je dit?

De voordelen van het gebruik van hellende vlakken zijn al duizenden jaren bekend. De oude Egyptenaren gebruikten hellende vlakken van aarde om het transport van enorme steenblokken naar de top van de piramides mogelijk te maken.



**D1**

**Bouw D1, boek II, pagina 2 tm. 12**

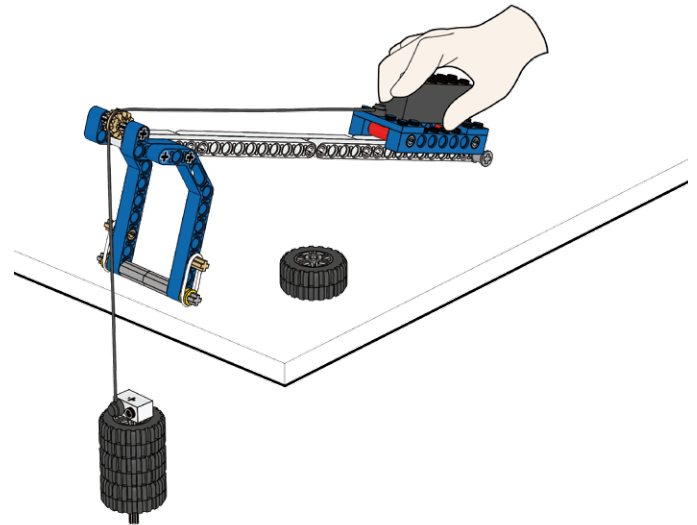
Laat de last los. Beschrijf wat er gebeurt.

---

---

---

---



**D2**

**Bouw D2, boek II, pagina 13 tm. 15**

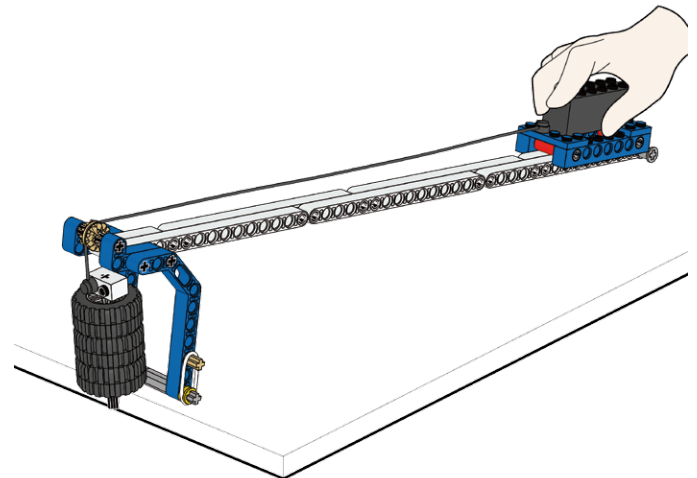
Laat de last los. Beschrijf wat er gebeurt.

---

---

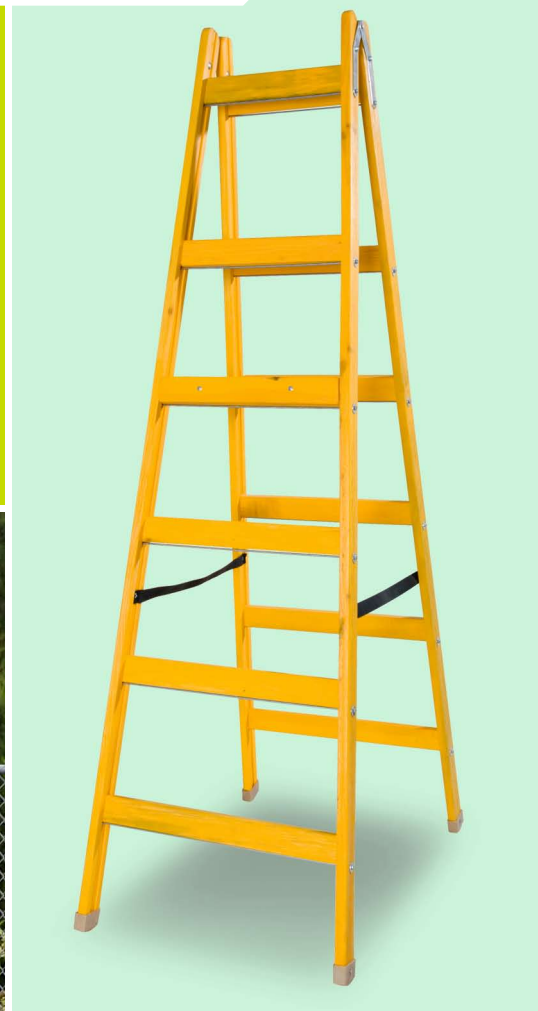
---

---





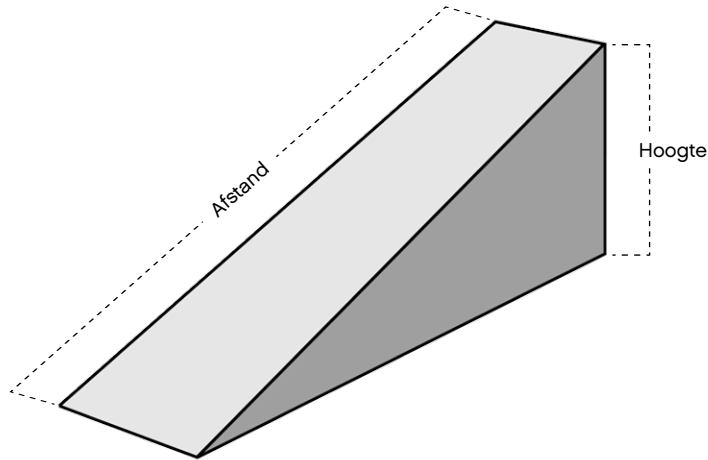
education



Hellend vlak

## Eenvoudige machines: hellend vlak

Een hellend vlak is een schuin geplaatst vlak waarover voorwerpen omhoog gebracht kunnen worden (zoals bv. een hellingbaan).



Als een voorwerp over een helling naar een bepaalde hoogte wordt gebracht, moet het voorwerp over een langere afstand bewegen, maar er is een kleinere kracht bij nodig dan wanneer het voorwerp loodrecht opgehesen wordt.

De afweging is: óf veel kracht gebruiken om een bepaald gewicht over een korte afstand loodrecht omhoog te trekken, óf met een veel kleinere kracht het voorwerp geleidelijk over het hellende vlak omhoog brengen.

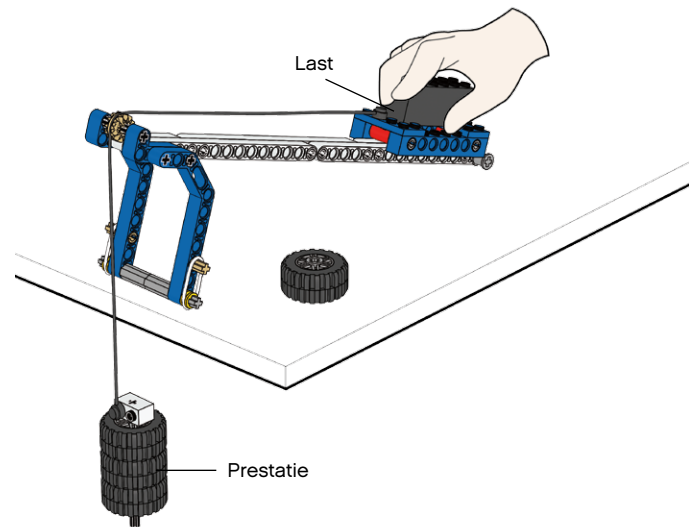
Voorbeelden van hellende vlakken zijn: hellingbanen, ladders en trappen.

### Wist je dit?

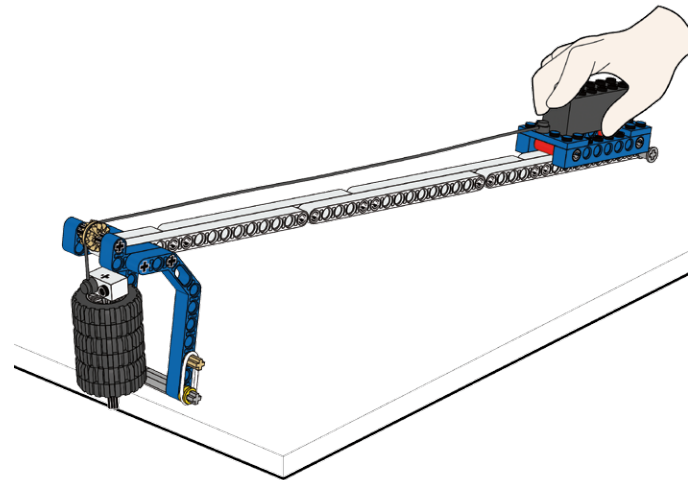
De voordelen van het gebruik van hellende vlakken zijn al duizenden jaren bekend. De oude Egyptenaren gebruikten hellende vlakken van aarde om het transport van enorme steenblokken naar de top van de piramides mogelijk te maken.

**D1**

Dit model vormt een kort hellend vlak. Er gebeurt niets als de last losgelaten wordt. De prestatie is niet groot genoeg om de last tegen het hellende vlak op te trekken. Maar als er een extra wiel wordt bijgelegd, is de prestatie voldoende groot en glijdt de last omhoog.

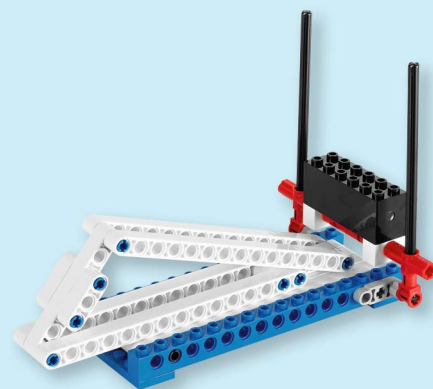
**D2**

Dit model vormt een lang hellend vlak. Dit hellende vlak is langer dan het vorige, maar even hoog. Dit betekent dat het vlak minder steil is, waardoor de prestatie nu wél groot genoeg is om de last naar de top van het hellend vlak te trekken.





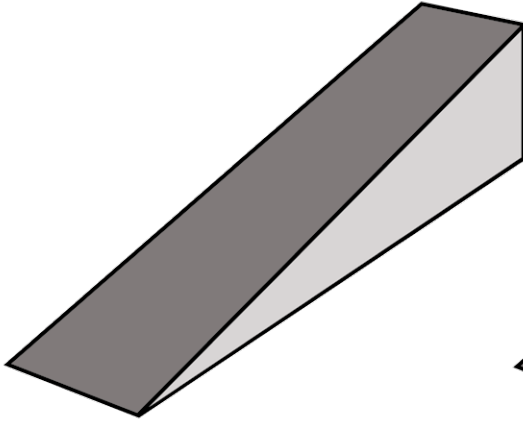
education



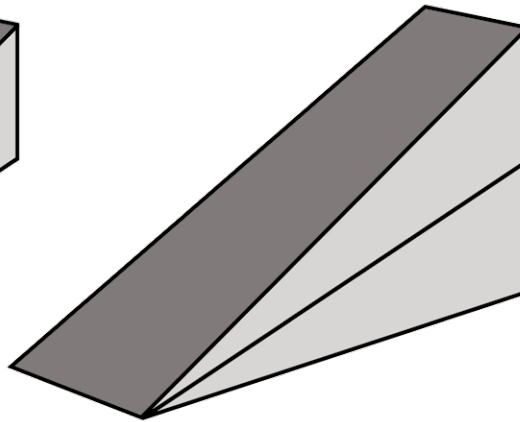
De wig

## Eenvoudige machines: de wig

Een wig is een variant op het hellend vlak. In tegenstelling tot hellende vlakken, zijn wiggen verplaatsbaar.



Enkele wig



Dubbele wig

Een wig kan één of twee schuine vlakken hebben. De prestatie die nodig is om met de wig te werken, hangt af van de lengte-/breedte verhouding van de wig, ofwel van de hellingshoek van het schuine vlak.

Alledaagse voorbeelden van wiggen zijn: bijlen, messen en deurstoppers.

### Wist je dit?

Wiggen worden gebruikt om graniet mee te splijten! Met een eenvoudig gereedschap dat 'wig en spie' wordt genoemd, kunnen enorme blokken graniet gespleten worden.

**E1**

**Bouw E1, boek II, pagina 16 tm. 25**

Duw de wig onder de last. Beschrijf wat er gebeurt.

---



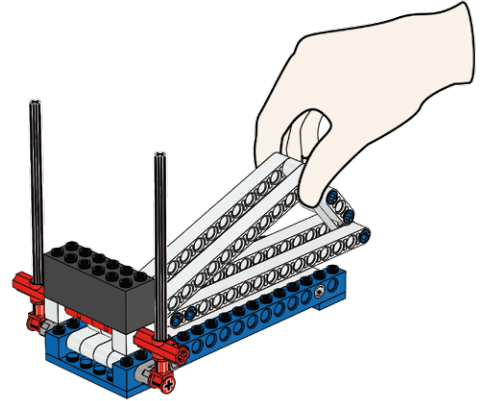
---



---



---



**E2**

Draai de wig om en duw hem dan nogmaals onder de last. Beschrijf wat er gebeurt en vergelijk met het model hierboven.

---



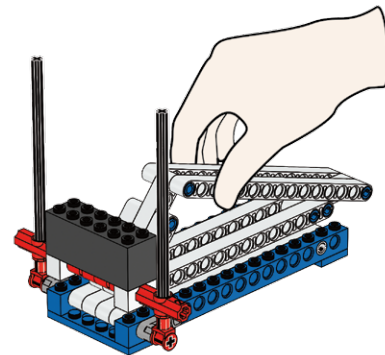
---



---

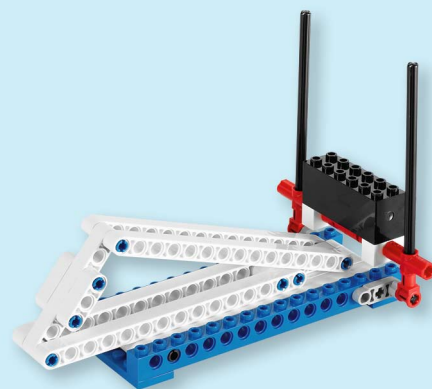


---





education

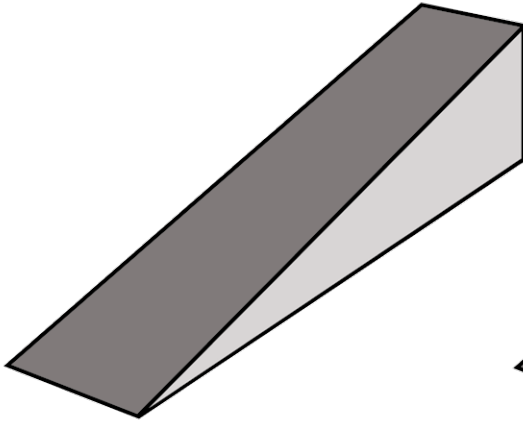


De wig

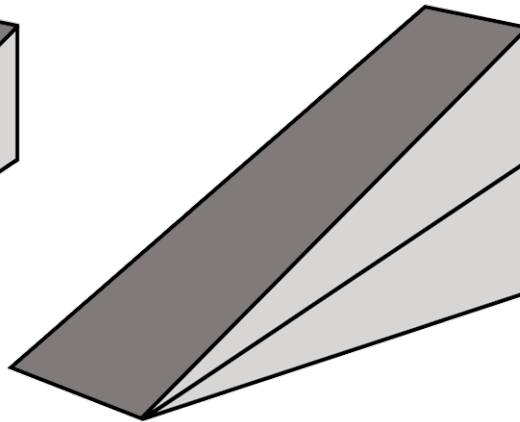


## Eenvoudige machines: de wig

Een wig is een variant op het hellend vlak. In tegenstelling tot hellende vlakken, zijn wiggen verplaatsbaar.



Enkele wig



Dubbele wig

Een wig kan één of twee schuine vlakken hebben. De prestatie die nodig is om met de wig te werken, hangt af van de lengte-/breedte verhouding van de wig, ofwel van de hellingshoek van het schuine vlak.

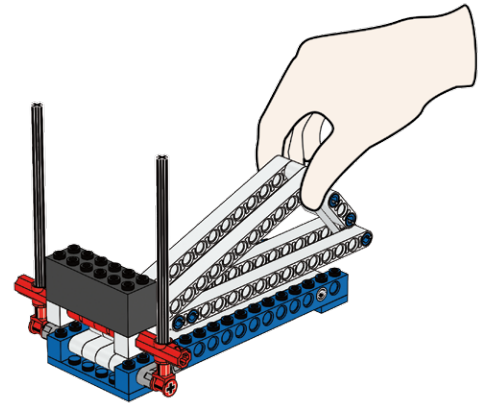
Alledaagse voorbeelden van wiggen zijn: bijlen, messen en deurstoppers.

### Wist je dit?

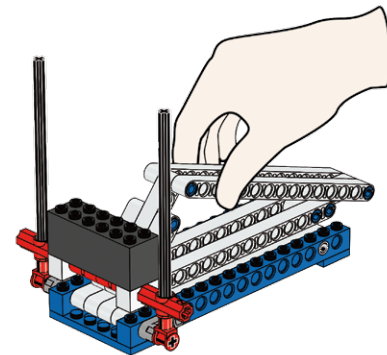
Wiggen worden gebruikt om graniet mee te splijten! Met een eenvoudig stuk gereedschap dat 'wig en spie' wordt genoemd, kunnen enorme blokken graniet gespleten worden.

**E1**

Dit model bestaat uit een enkele wig met een lang hellend vlak. Omdat de hoek van de wig klein is, kan de last met relatief weinig inspanning (prestatie) worden opgetild.

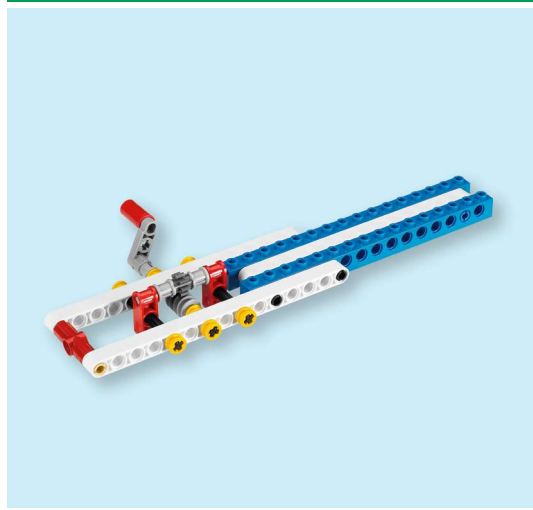
**E2**

Dit model bestaat uit een enkele wig met een kort hellend vlak. Door de veel steilere hoek van het hellend vlak, is er met deze wig meer inspanning (= een grotere prestatie) nodig om het blok op te tillen, dan bij de vorige wig. Maar de afstand waarover de wig verplaatst moet worden is korter.





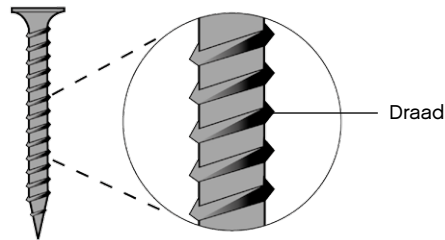
education



De schroef

## Eenvoudige machines: de schroef

Een schroef is een variant op het hellend vlak. De 'draad' van de schroef is te beschouwen als een lang hellend vlak, dat om een cilinder heen is gewikkeld. De afstand tussen de schroefdraadwindingen is te vergelijken met de steilheid van het hellende vlak.



Hoe kleiner de 'spoed' van een schroef, hoe vaker hij moet worden rondgedraaid om naar binnen te bewegen (maar dit kost minder energie). De 'last' bestaat uit wrijving en andere krachten die het hout uitoefent op de schroef.

Als een schroef in hout gedraaid wordt, is het alsof er een lang, hellend vlak tegen de last in geduwd en gedraaid wordt. De draaiende kracht die de schroevendraaier uitoefent, wordt omgezet in een verticaal werkende kracht die de schroef het hout in 'duwt'. Hoe ver de schroef in het hout verdwijnt voor iedere hele rotatie van de schroefkop, hangt af van de helling (of: 'spoed') van de schroef.

De 'spoed' van een schroef is het aantal draden per cm schroef. Een schroef met 8 draden per cm heeft een spoed van  $1/8$ . Een schroef met een spoed van  $1/8$  zal voor iedere rotatie van de kop  $1/8$  cm in een voorwerp dringen.

Allledaagse voorbeelden van schroeven zijn: kurkentrekkers, boren en schroeven.

### Wist je dit?

De Griekse geleerde Archimedes, die wiskundige en uitvinder was, gebruikte een schroef als basis voor zijn ontwerp voor een schroefpomp waarmee al in de derde eeuw voor Christus water voor irrigatiedoeleinden verplaatst kon worden.

**F1**

**Bouw F1, boek II, pagina 26 tm. 32**

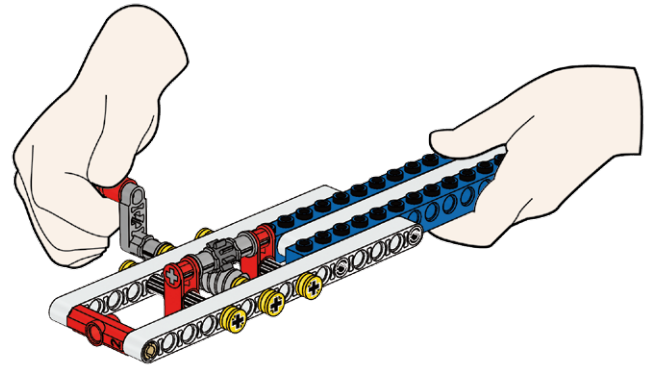
Draai aan het handvat en beschrijf wat er gebeurt met de snelheid en de draairichting.

---

---

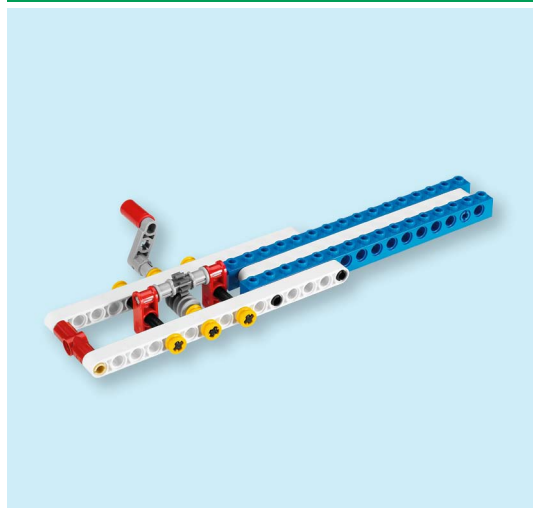
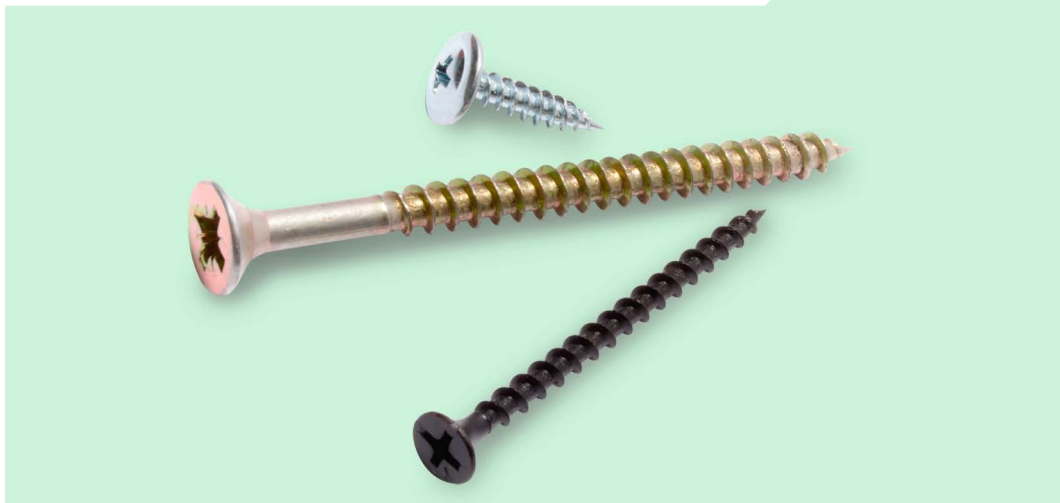
---

---





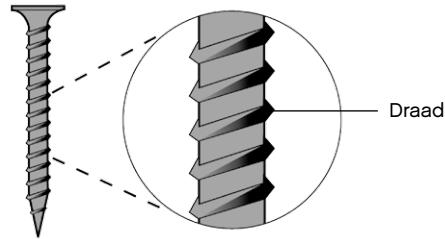
education



De schroef

## Eenvoudige machines: de schroef

Een schroef is een variant op het hellend vlak. De 'draad' van de schroef is te beschouwen als een lang hellend vlak, dat om een cilinder is heen gewikkeld. De breedte van de schroefdraad is te vergelijken met de steilheid van het hellende vlak.



Hoe kleiner de 'spoed' van een schroef, hoe vaker hij moet worden rondgedraaid om naar binnen te bewegen (maar dit kost minder energie). De 'last' bestaat uit wrijving en andere krachten die het hout uitoefent op de schroef.

Als een schroef in hout gedraaid wordt, is het alsof er een lang, hellend vlak tegen de last in geduwd wordt. De draaiende kracht die de schroevendraaier uitoefent, wordt omgezet in een verticaal werkende kracht die de schroef het hout in 'duwt'. Hoe ver de schroef in het hout verdwijnt voor iedere hele rotatie van de schroefkop, hangt af van de helling (of: 'spoed') van de schroef.

De 'spoed' van een schroef is het aantal draden per cm schroef. Een schroef met 8 draden per cm heeft een spoed van  $1/8$ . Een schroef met een spoed van  $1/8$  zal voor iedere rotatie van de kop  $1/8$  cm in een voorwerp dringen.

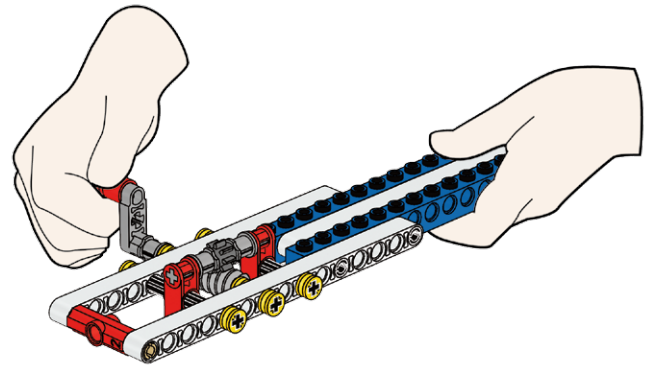
Allledaagse voorbeelden van schroeven zijn: kurkentrekkers, boren en schroeven.

### Wist je dit?

De Griekse geleerde Archimedes, die wiskundige en uitvinder was, gebruikte een schroef als basis voor zijn ontwerp voor een schroefpomp waarmee al in de derde eeuw voor Christus water voor irrigatiedoeleinden verplaatst kon worden.

**F1**

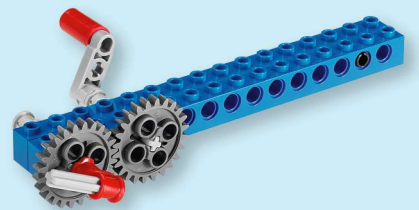
Bij dit model wordt de 'draad' van het wormwiel gebruikt om het principe van de schroef te demonstreren. Als het handvat wordt rondgedraaid, laat het wormwiel het tandwiel dat er dwars op geplaatst is draaien. De draaisnelheid wordt aanzienlijk vertraagd.







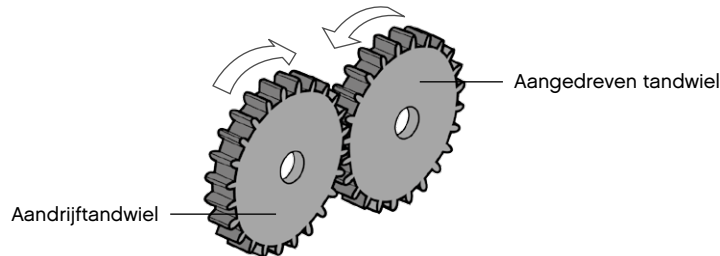
education



Tandwielen

## Mechanismen: tandwiel

Tandwielen zijn wielen met regelmatige uitsteeksels die in elkaar kunnen grijpen. Door dit in elkaar grijpen kunnen krachten en beweging effectief worden overgedragen.



Het aandrijftandwiel is het tandwiel dat door een prestatie 'van buitenaf' – zoals je hand, of een motor - rondgedraaid wordt. Ieder tandwiel dat door een ander tandwiel wordt rondgedraaid, noemen we een aangedreven tandwiel. Het aandrijftandwiel levert de 'input' kracht, en het aangedreven tandwiel levert de 'output'.

Met tandwielssystemen kunnen veranderingen in snelheid, richting en kracht worden gerealiseerd. Maar hier zijn altijd zowel voordelen als nadelen aan verbonden. Zo kun je bijvoorbeeld nooit én een grotere output kracht én een hogere snelheid krijgen.

Om te voorspellen hoe de snelheden van twee in elkaar grijpende tandwielen zich verhouden, deel je het aantal tanden van het aangedreven tandwiel door het aantal tanden op het aandrijfwiel. Dit wordt de overbrengingsverhouding genoemd. Als een aangedreven tandwiel met 24 tanden bv. gekoppeld wordt aan een aandrijfwiel met 48 tanden, is de overbrengingsverhouding 1:2. Het aangedreven tandwiel draait dan twee keer zo snel rond als het aandrijfwiel.

Tandwielen worden veel gebruikt in machines, waarbij de snelheid en kracht van een draaiende beweging precies gestuurd worden. Alledaagse voorbeelden zijn: boormachines, automotoren en mixers!

### Wist je dit?

Niet alle tandwielen zijn rond: sommige zijn vierkant, driehoekig of zelfs ellipsvormig.

**G1**

**Bouw G1, boek III, pagina 2**

Draai aan het handvat en beschrijf hoe snel het aandrijftandwiel en het aangedreven tandwiel draaien. Geef op de tekening met cirkels aan wat het aandrijftandwiel, en wat het aangedreven tandwiel is.

---



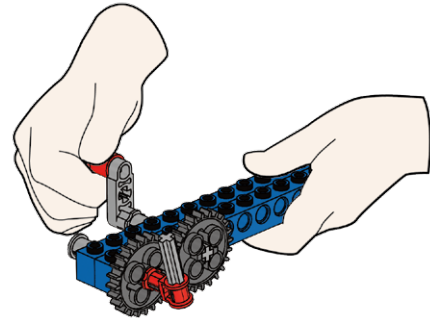
---



---



---



**G2**

**Bouw G2, boek III, pagina 3**

Draai aan het handvat en beschrijf hoe snel het aandrijftandwiel en het aangedreven tandwiel draaien. Geef op de tekening met cirkels aan wat het aandrijftandwiel, en wat het aangedreven tandwiel is.

---



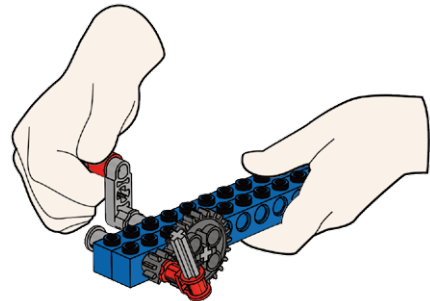
---



---



---



**G3**

**Bouw G3, boek III, pagina 4**

Draai aan het handvat en beschrijf hoe snel het aandrijftandwiel en het aangedreven tandwiel draaien. Geef op de tekening met cirkels aan wat het aandrijftandwiel, en wat het aangedreven tandwiel is.

---



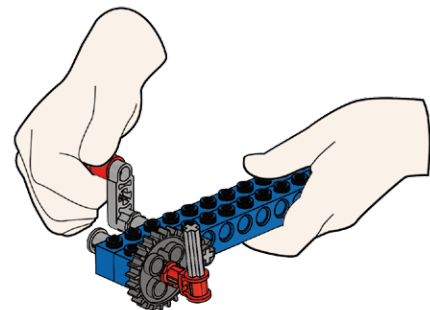
---



---



---



**G4**

**Bouw G4, boek III, pagina 5 tm. 6**

Draai aan het handvat en beschrijf hoe snel en in welke richting het aandrijftandwiel en het aangedreven tandwiel draaien. Geef op de tekening met cirkels aan wat het aandrijftandwiel, en wat het aangedreven tandwiel is.

---



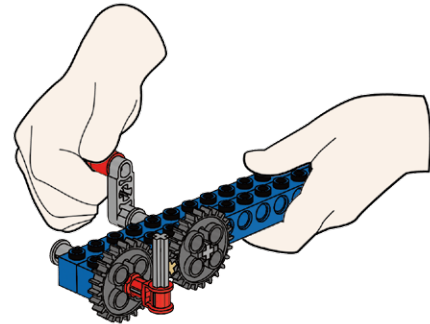
---



---



---



**G5**

**Bouw G5, boek III, pagina 7 tm. 8**

Draai aan het handvat en beschrijf hoe snel het aandrijftandwiel en het aangedreven tandwiel draaien. Geef op de tekening met cirkels aan wat het aandrijftandwiel, en wat het aangedreven tandwiel is.

---



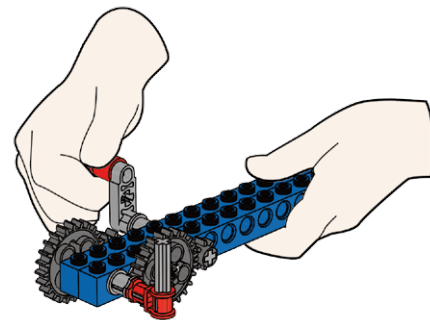
---



---



---



**G6**

**Bouw G6, boek III, pagina 9 tm. 10**

Draai aan het handvat en beschrijf de beweging van het aangedreven tandwiel.

---



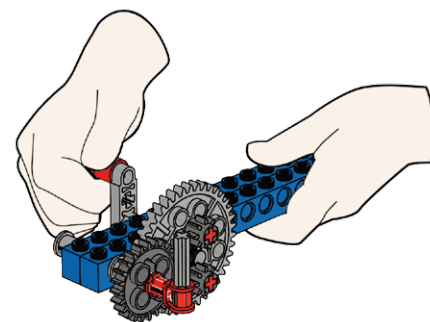
---



---



---



**G7**

**Bouw G7, boek III, pagina 11 tm. 14**

Draai het handvat en beschrijf wat er gebeurt.

---



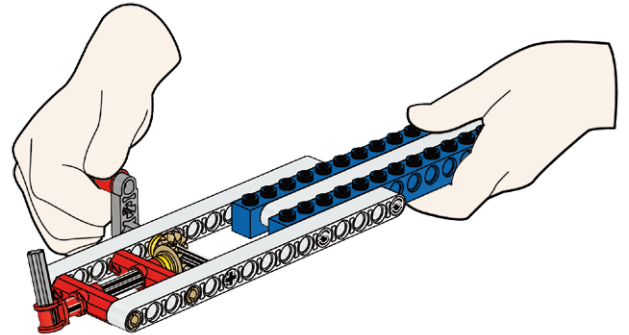
---



---



---



**G8**

**Bouw G8, boek III, pagina 15 tm. 18**

Draai het handvat en beschrijf wat er gebeurt.

Wat gebeurt er als je één van de output wijzers tegenhoudt?

Wat gebeurt er als je allebei de output wijzers tegenhoudt?

---



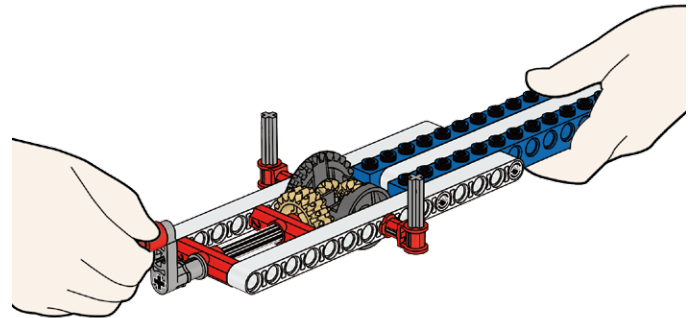
---



---



---



**G9**

**Bouw G8, boek III, pagina 19 tm. 22**

Draai het handvat en beschrijf wat er gebeurt. Wat gebeurt

er als je probeert de output wijzer rond te draaien?

---



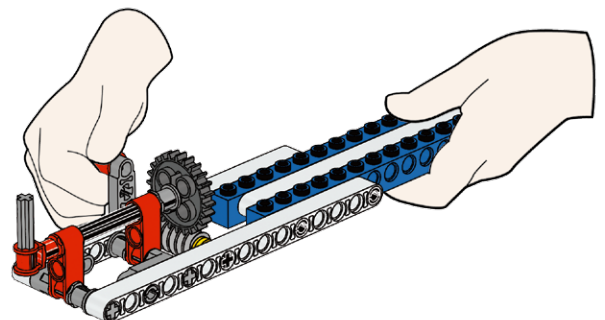
---



---



---



**G10**

**Bouw G10, boek III, pagina 23 tm. 25**

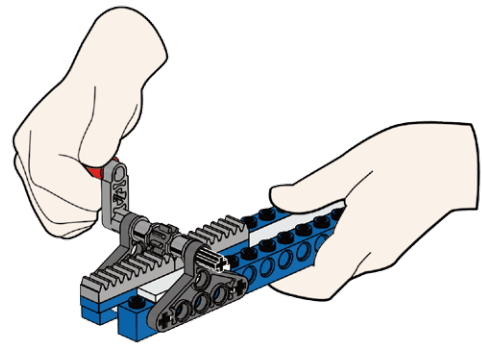
Draai het handvat en beschrijf wat er gebeurt.

---

---

---

---





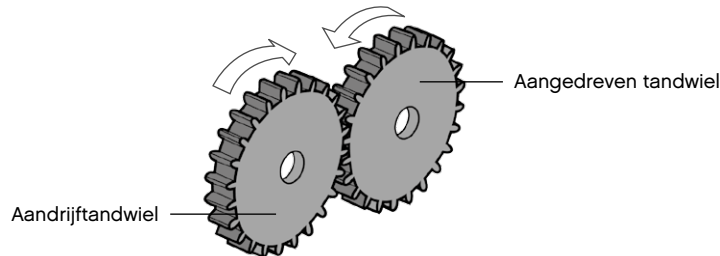
education



Tandwielen

## Mechanismen: tandwiel

Tandwielen zijn wielen met regelmatige uitsteeksels die in elkaar kunnen grijpen. Door dit in elkaar grijpen kunnen krachten en beweging effectief worden overgedragen.



Het aandrijftandwiel is het tandwiel dat door een prestatie 'van buitenaf' – zoals je hand, of een motor - rondgedraaid wordt. Ieder tandwiel dat door een ander tandwiel wordt rondgedraaid, noemen we een aangedreven tandwiel. Het aandrijftandwiel levert de 'input' kracht, en het aangedreven tandwiel levert de 'output'.

Met tandwielsystemen kunnen veranderingen in snelheid, richting en kracht worden gerealiseerd. Maar hier zijn altijd zowel voordelen als nadelen aan verbonden. Zo kun je bijvoorbeeld nooit én een grotere output kracht én een hogere snelheid krijgen.

Om te voorspellen hoe de snelheden van twee in elkaar grijpende tandwielen zich verhouden, deel je het aantal tanden van het aangedreven tandwiel door het aantal tanden op het aandrijfwiel. Dit wordt de overbrengingsverhouding genoemd. Als een aangedreven tandwiel met 24 tanden bv. gekoppeld wordt aan een aandrijfwiel met 48 tanden, is de overbrengingsverhouding 1:2. Het aangedreven tandwiel draait dan twee keer zo snel rond als het aandrijfwiel.

Tandwielen worden veel gebruikt in machines waarbij de snelheid en kracht van een draaiende beweging precies gestuurd worden. Alledaagse voorbeelden zijn: boormachines, automotoren en mixers!

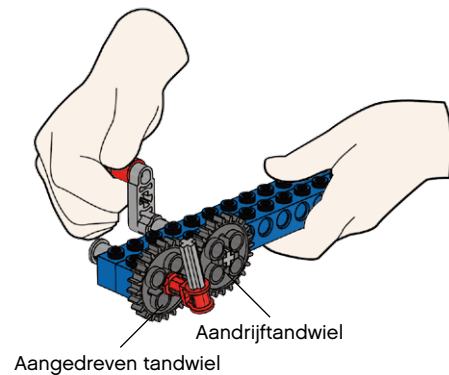
### Wist je dit?

Niet alle tandwielen zijn rond: sommige zijn vierkant, driehoekig of zelfs ellipsvormig.

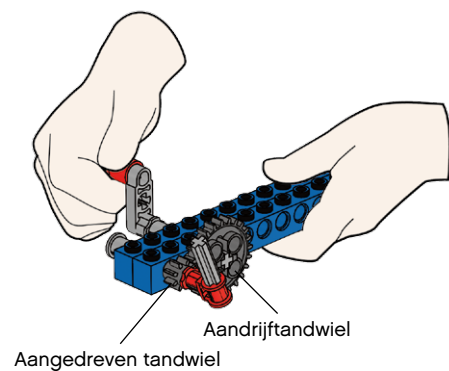


**G1**

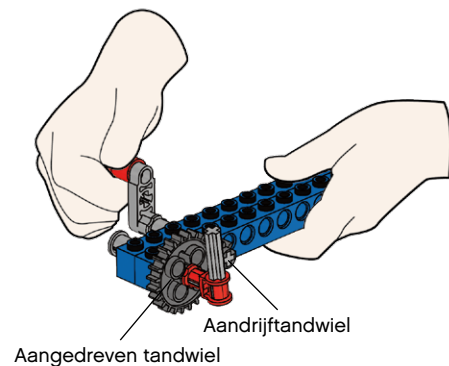
Dit is een model met een overbrengingsverhouding 1:1 ratio: de snelheid van het aandrijfwiel en het aangedreven wiel zijn even groot, omdat ze precies evenveel tanden hebben. Het aandrijfwiel en het aangedreven wiel draaien in tegengestelde richtingen.

**G2**

Dit is een model met een versnellende overbrenging. Het grotere aandrijfwiel draait een kleiner aangedreven wiel. Het aangedreven wiel draait snel, maar het kan weinig 'kracht zetten' (de output is klein).

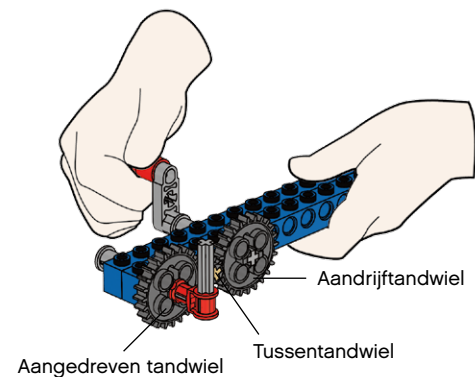
**G3**

Dit is een model met een vertragende overbrenging. Het kleinere aandrijfwiel draait een groter aangedreven wiel. Het aangedreven wiel draait langzamer, maar het kan meer 'kracht zetten' (de output is groter).

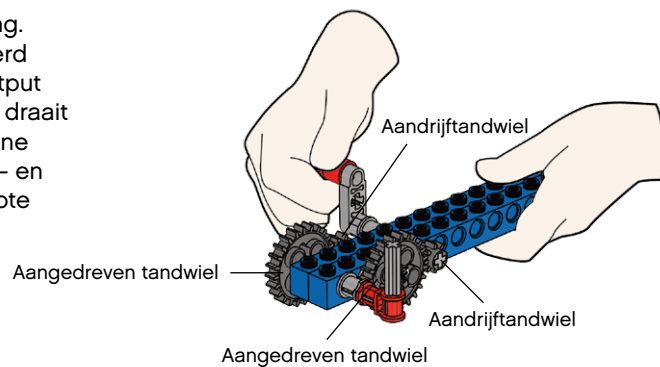


**G4**

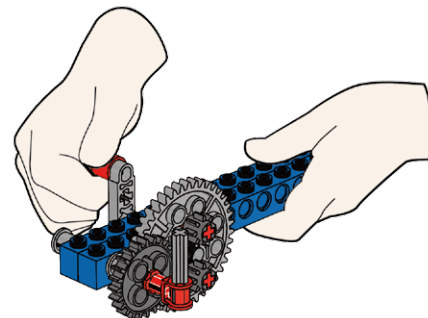
Dit is een model met een tussentandwiel overbrenging. Het kleine tandwiel is een tussentandwiel. Het tussentandwiel heeft geen invloed op de snelheid of de output kracht van het aandrijfwiel of het aangedreven wiel. Het aandrijftandwiel en het aangedreven tandwiel draaien in dezelfde richting en met dezelfde snelheid.

**G5**

Dit is een model met een samengestelde overbrenging. Door de manier waarop de tandwielen zijn gegroepeerd wordt de draaisnelheid aanzienlijk verlaagd, en de output kracht wordt veel groter. Het kleinere aandrijftandwiel draait het grotere aangedreven wiel langzaam rond. Het kleine tandwiel zit op dezelfde as als het aangedreven wiel – en wordt het (langzame) aandrijfwiel voor het tweede, grote aangedreven tandwiel, dat nóg langzamer draait.

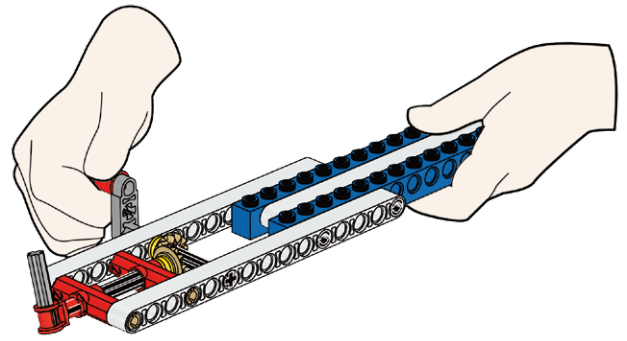
**G6**

Dit model vormt een overbrenging voor periodieke beweging, waarbij het aangedreven wiel een klein stukje draait en dan en tijdje stilstaat. De snelheid wordt aanzienlijk minder omdat er alleen beweging optreedt als het aangedreven wiel 'ingrijpt' op één van de twee aandrijfwielen.

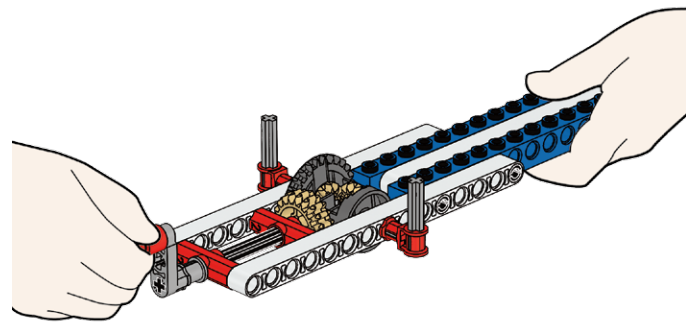


**G7**

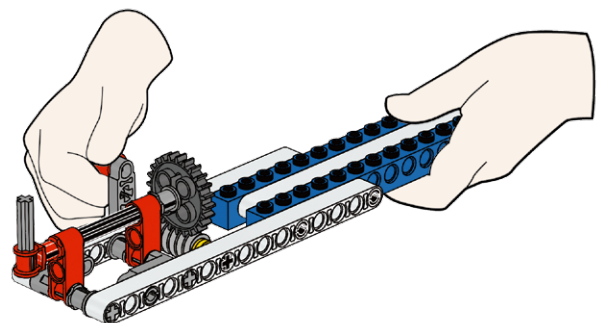
Dit is een model met een overhoekse overbrenging. De twee kegelvormige tandwielen grijpen in elkaar en geven de kracht en snelheid vrijwel onverminderd door – maar met een hoek van  $90^\circ$ .

**G8**

Dit is een model met een differentieel overbrenging. De input kracht wordt omgevormd tot twee verschillende output krachten die allebei in een hoek van  $90^\circ$  op de input staan. Als de ene output wijzer wordt vastgehouden, gaat de andere twee keer zo snel draaien. Als allebei de wijzers worden vastgehouden, kan het handvat niet meer worden gedraaid.

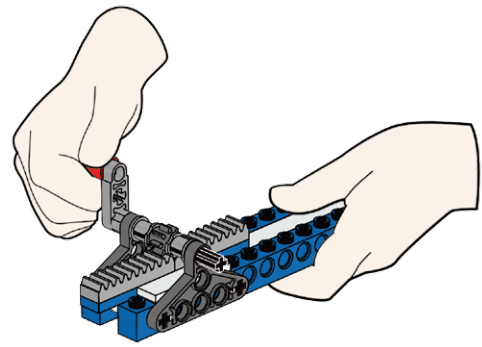
**G9**

Dit is een model met een wormwiel overbrenging. De draaisnelheid wordt aanzienlijk verlaagd omdat voor iedere complete rotatie van het wormwiel het bovenliggende tandwiel slechts één tand verplaatst. De kracht wordt  $90^\circ$  van richting veranderd. De output kracht wordt aanzienlijk vergroot. Wormwielen kunnen alleen als aandrijvende tandwielen worden gebruikt.



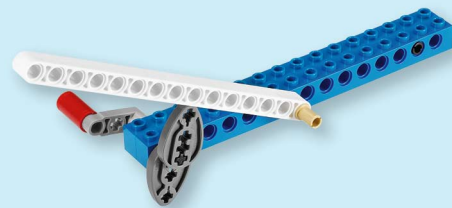
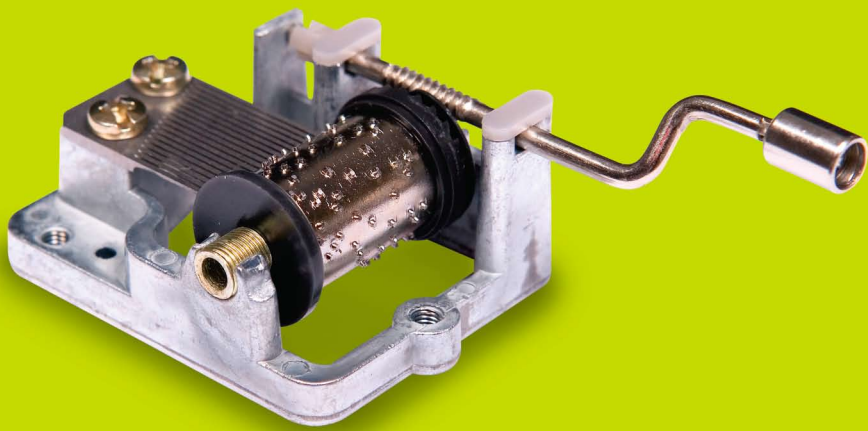
**G10**

Dit is een model van een tandheugel overbrenging. In tegenstelling tot de eerder genoemde overbrengingen kan een tandheugel overbrenging alleen worden gebruikt voor lineaire bewegingen, niet voor rotatie. Als het handvat gedraaid wordt, beweegt de tandheugel voor- of achteruit, al naar gelang de draairichting van het kleine tandwiel, dat 'rondsel' wordt genoemd.





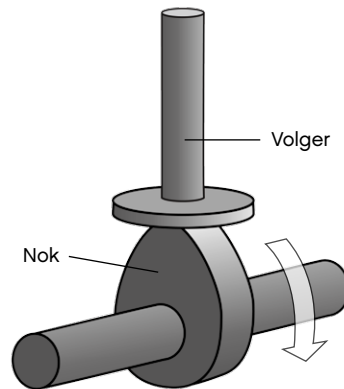
education



Nok

## Mechanismen: Nok

Een nok is een speciaal gevormde schijf die rond een as kan draaien, als een soort wiel.



Door zijn speciale vorm kan de nok de timing en mate van beweging van de volger nauwkeurig regelen. Je zou kunnen zeggen dat een nok als een soort permanent, variabel hellend vlak werkt. Nokken kunnen cirkelvormig of peervormig zijn, of onregelmatig gevormd.

Nokken en volgers zijn vaak onderhevig aan slijtage door wrijving. Volgers worden daarom vaak van kleine rollagers voorzien, om de wrijving te verminderen.

Allledaagse toepassingen van nokken zien we bijvoorbeeld in elektrische tandenborstels, nokkassen van auto's en allerlei soorten klampen.

**Wist je dit?**  
Bergbeklimmers gebruiken nokken met een veermechanisme, die stevig vastgezet kunnen worden in rotsspleten, waarna er een klimtouw aan vastgemaakt kan worden.

# H1

**Bouw H1, boek III, pagina 26 tm. 27**

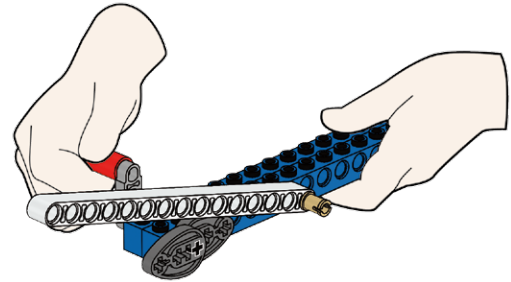
Draai aan het handvat en beschrijf de beweging van de volger.

---

---

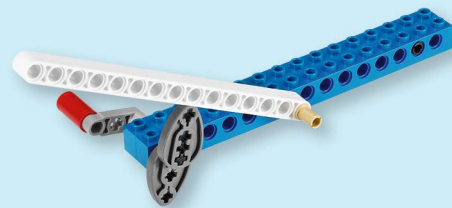
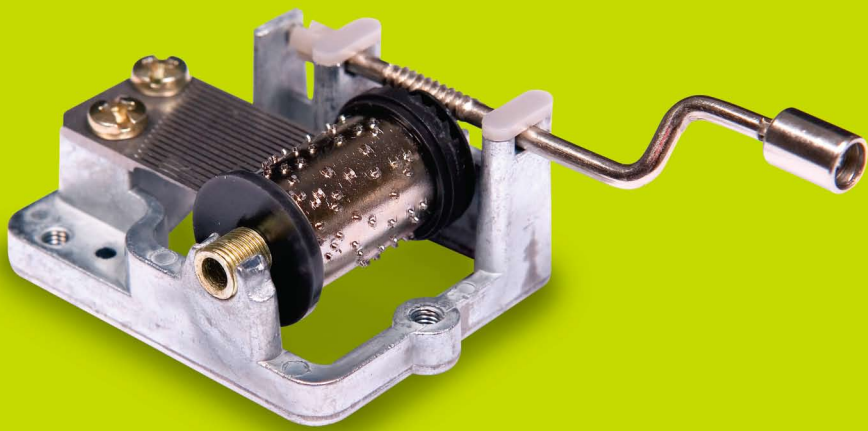
---

---





education

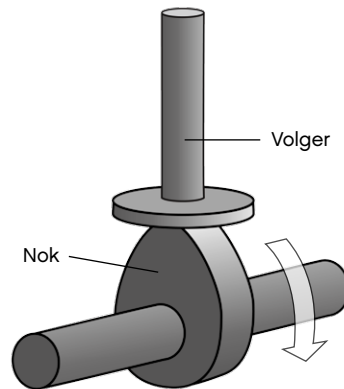


Nok



## Mechanismen: Nok

Een nok is een speciaal gevormde schijf die rond een as kan draaien, als een soort wiel.



Door zijn speciale vorm kan de nok de timing en mate van beweging van de volger nauwkeurig regelen. Je zou kunnen zeggen dat een nok als een soort permanent, variabel hellend vlak werkt. Nokken kunnen cirkelvormig of peervormig zijn, of onregelmatig gevormd.

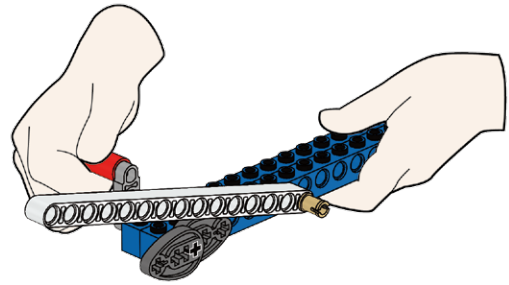
Nokken en volgers zijn vaak onderhevig aan slijtage door wrijving. Volgers worden daarom vaak van kleine rollagers voorzien, om de wrijving te verminderen.

Allledaagse toepassingen van nokken zien we bijvoorbeeld in elektrische tandenborstels, nokkassen van auto's en allerlei soorten klampen.

**Wist je dit?**  
Bergbeklimmers gebruiken nokken met een veermechanisme, die stevig vastgezet kunnen worden in rotsspleten, waarna er een klimtouw aan vastgemaakt kan worden.

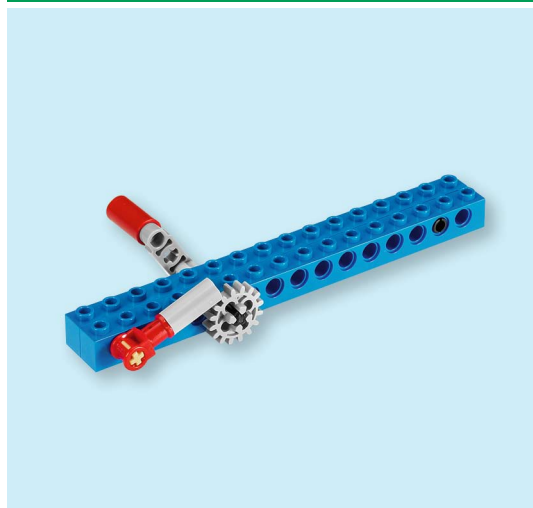
**H1**

Dit is een model van een dubbel nokkenmechanisme. Als de twee nokken ronddraaien, bepalen ze met hun vorm en afmeting de op en neer gaande bewegingen van de volger.





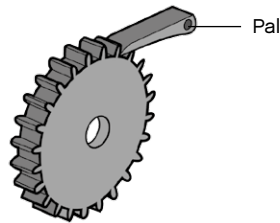
education



Tandrad met pol

## Mechanismen: Tandrad met pal

Een palradmechanisme bestaat uit een tandwiel en een pal die wordt weggeduwd als het wiel in een bepaalde richting draait.



Als het tandwiel in de ene richting draait, glijdt de pal omhoog en over de tand heen, waarna hij in de 'groef' vóór de volgende tand valt. De pal zit dan vast in het 'dal' tussen de twee tanden op het tandwiel, waardoor het wiel niet achteruit kan draaien.

Palradmechanismen zijn heel nuttig als we een beweging alleen maar in één bepaalde richting willen laten gaan.

Alledaagse voorbeelden van palraderen vinden we in klokken, krikken en liften.

### Wist je dit?

Er bestaan schroevendraaiers met een palradstelsel, waarmee je schroeven in één richting kunt draaien, maar als je de andere kant op draait beweegt de schroef niet mee.

**I1**

**Bouw I1, boek III, pagina 28 tm. 29**

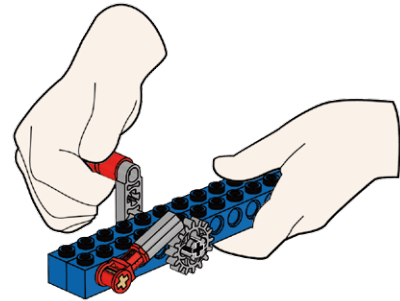
Draai het handvat in beide richtingen en beschrijf wat er gebeurt.

---

---

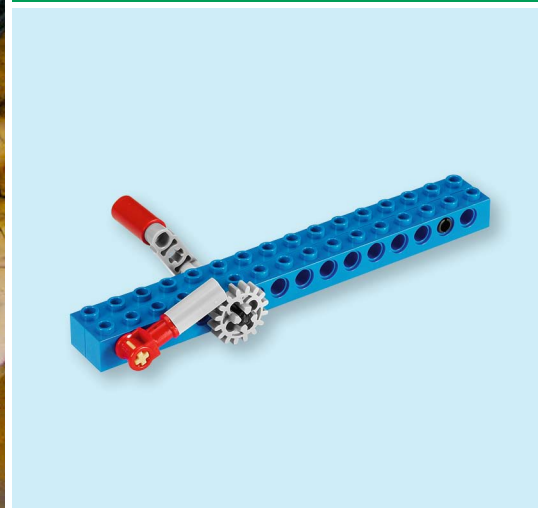
---

---





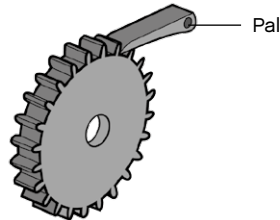
education



Tandrad met pal

## Mechanismen: Tandrad met pal

Een palradmechanisme bestaat uit een tandwiel en een pal die wordt weggeduwd als het wiel in een bepaalde richting draait.



Als het tandwiel in de ene richting draait, glijdt de pal omhoog en over de tand heen, waarna hij in de 'groef' vóór de volgende tand valt. De pal zit dan vast in het 'dal' tussen de twee tanden op het tandwiel, waardoor het wiel niet achteruit kan draaien.

Palradmechanismen zijn heel nuttig als we een beweging alleen maar in één bepaalde richting willen laten gaan.

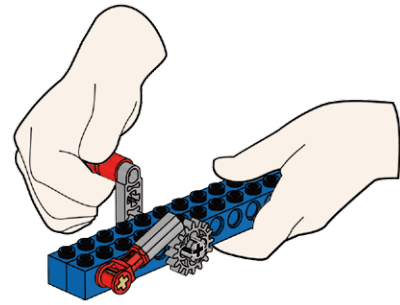
Alledaagse voorbeelden van palraderen vinden we in klokken, krikken en liften.

### Wist je dit?

Er bestaan schroevendraaiers met een palradstelsel, waarmee je schroeven in één richting kunt draaien, maar als je de andere kant op draait beweegt de schroef niet mee.

**I1**

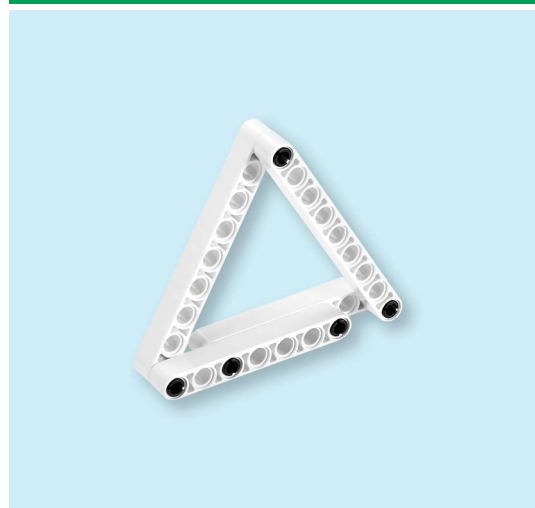
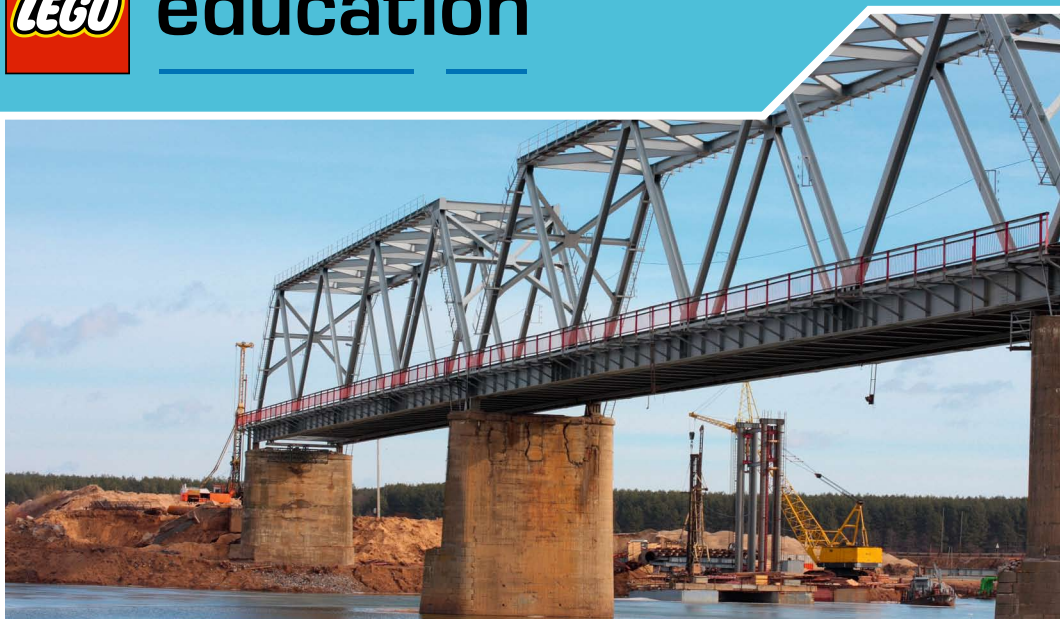
Dit is een model van een overbrenging met een palrad.  
Als het handvat in de ene richting gedraaid wordt, glijdt de pal omhoog en over de tand heen, waarna hij in de 'groef' vóór de volgende tand valt. Als je probeert het handvat de andere kant op te draaien, houdt de pal de beweging tegen.







education

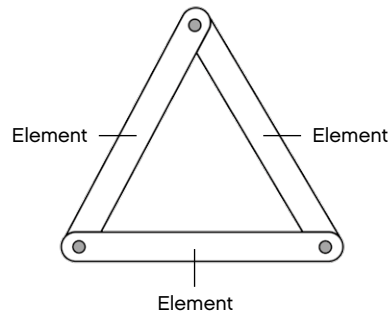


Constructies

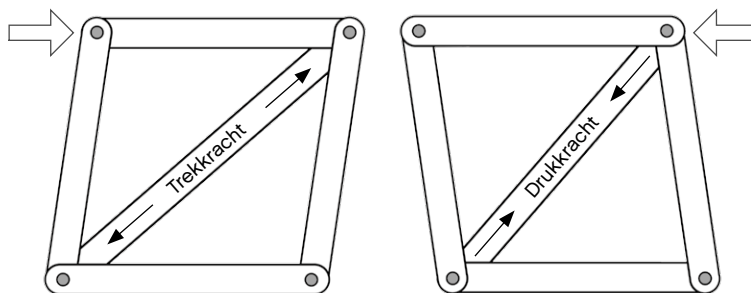
## Constructies

Een constructie is een verzameling elementen die zodanig gerangschikt zijn dat ze een samenhangend geheel vormen. Constructies staan altijd onder invloed van externe en interne krachten. Voorbeelden van externe krachten die op een constructie werken zijn: de wind, of het gewicht van (vracht)wagens en bussen die over een brug rijden. Een interne kracht kan bv. het gewicht van een dak zijn, of de belasting die een grote dieselgenerator op zijn grondvesten uitoefent. Materiaalkeus is van belang voor de veiligheid van constructies.

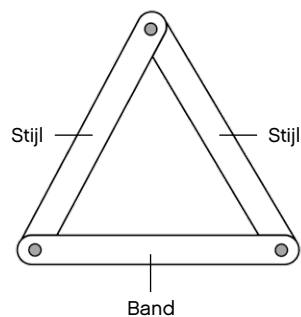
**Wist je dit?**  
In brugconstructies, kranen, torens en zelfs ruimtestations, worden vaak diagonale schoren gebruikt om constructies vormvast te maken.



Een 'frame' is een constructie die is opgebouwd uit elementen. Het hier getoonde frame is vormvast, omdat het driehoekig is.



De krachten die op de elementen werken worden trek- en drukkrachten genoemd. Trekkrachten rekken het element uit, en drukkrachten persen het samen.



Elementen die 'uitgerekt' worden heten banden; elementen die 'ingedrukt' worden noemen we stijlen.

Allledaagse voorbeelden van deze constructieprincipes vinden we in steigers, vakwerkbruggen en schuine daken.

**J1****Bouw J1, boek III, pagina 30**

Duw op de constructie om drukkrachten op te wekken, en trek eraan om trekkrachten op te wekken op de elementen waar de driehoek uit is opgebouwd. Beschrijf wat er gebeurt.

---



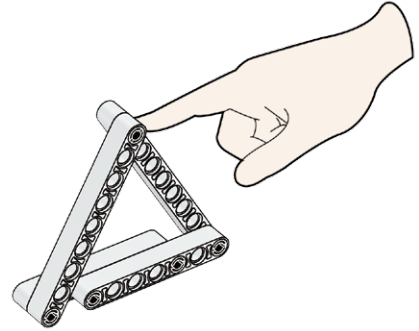
---



---



---

**J2****Bouw J2, boek III, pagina 31**

Duw en trek de constructie om druk- en/of trekkrachten op te wekken in de elementen van dit rechthoekige frame. Beschrijf wat er gebeurt.

---



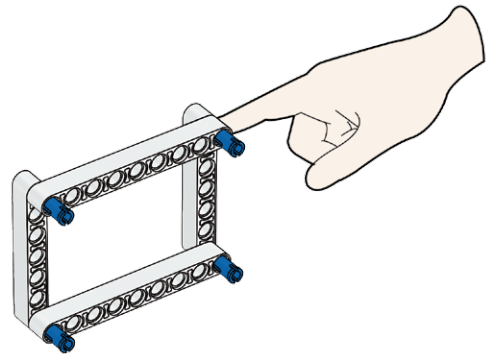
---



---



---

**J3****Bouw J3, boek III, pagina 32**

Breng een diagonaal element aan en duw en trek het rechthoekige frame nogmaals om trek- en/of drukkrachten op te wekken. Beschrijf wat er gebeurt.

---



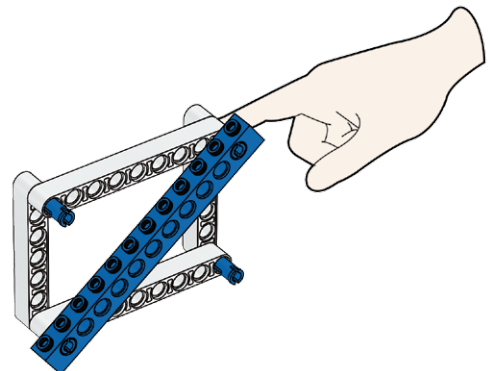
---



---

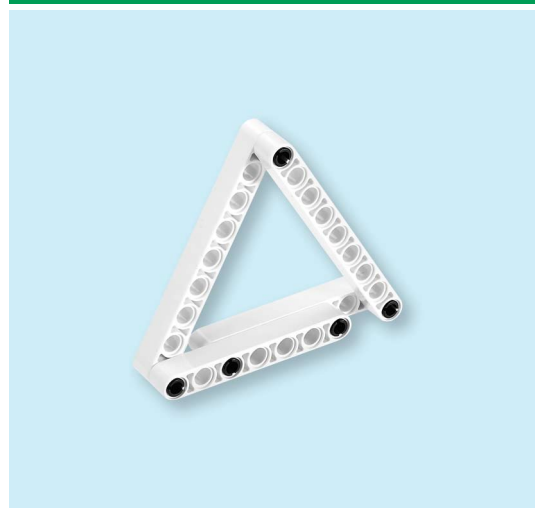
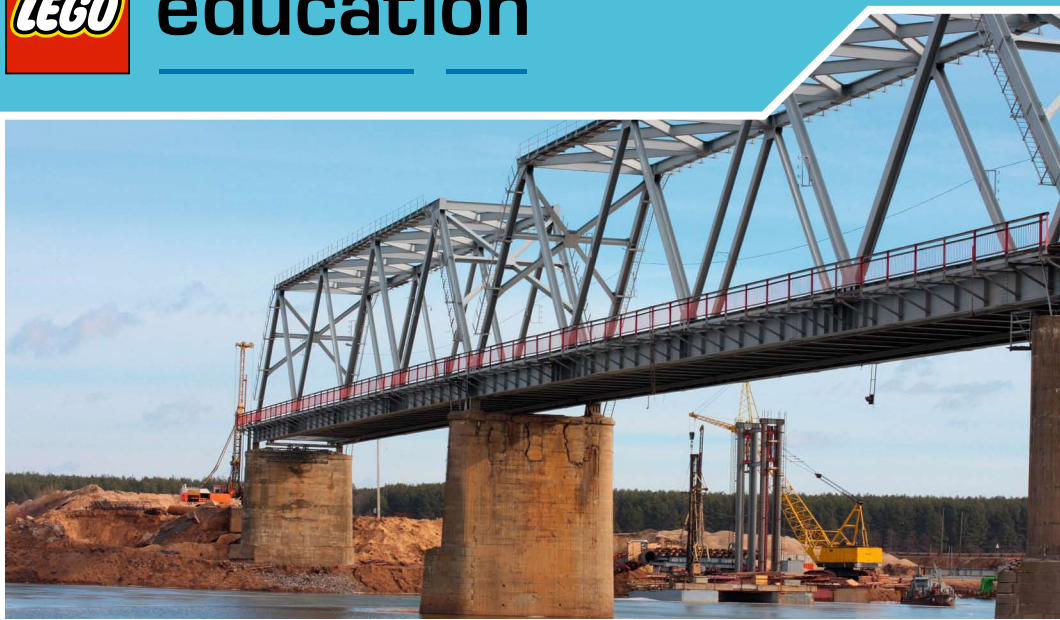


---





education



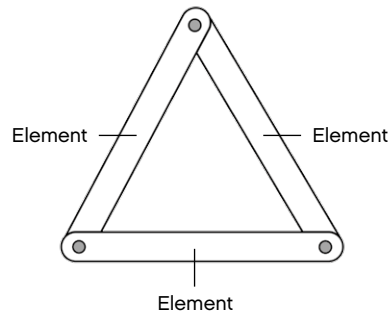
Constructies

## Constructies

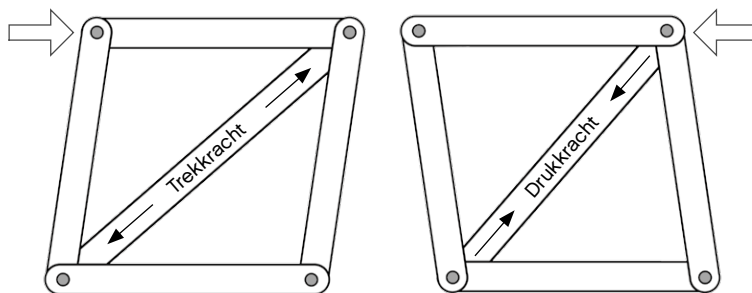
Een constructie is een verzameling elementen die zodanig gerangschikt zijn dat ze een samenhangend geheel vormen. Constructies staan altijd onder invloed van externe en interne krachten. Voorbeelden van externe krachten die op een constructie werken zijn: de wind, of het gewicht van (vracht)wagens en bussen die over een brug rijden. Een interne kracht zou bv. het gewicht van een dak kunnen zijn, of de belasting die een grote dieselgenerator op zijn grondvesten uitoefent. Materiaalkeus is van belang voor de veiligheid van constructies.

### Wist je dit?

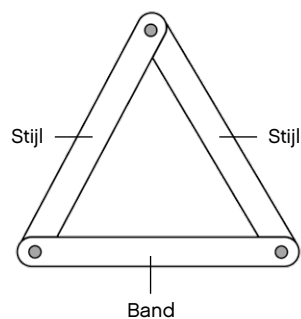
In brugconstructies, kranen, torens en zelfs ruimtestations, worden vaak diagonale schoren gebruikt om constructies vormvast te maken.



Een 'frame' is een constructie die is opgebouwd uit elementen. Het hier getoonde frame is vormvast, omdat het driehoekig is.



De krachten die op de elementen werken worden trek- en drukkrachten genoemd. Trekkrachten rekken het element uit, en drukkrachten persen het samen.

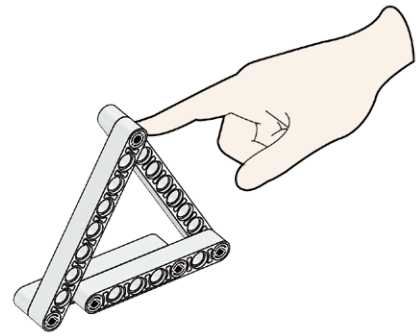


Elementen die 'uitgerekt' worden heten banden; elementen die 'ingedrukt' worden noemen we stijlen.

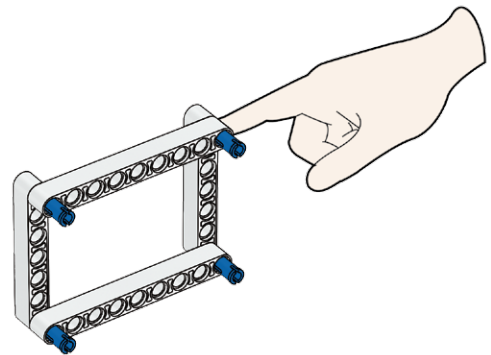
Allledaagse voorbeelden van deze constructieprincipes vinden we in steigers, vakwerkbruggen en schuine daken.

**J1**

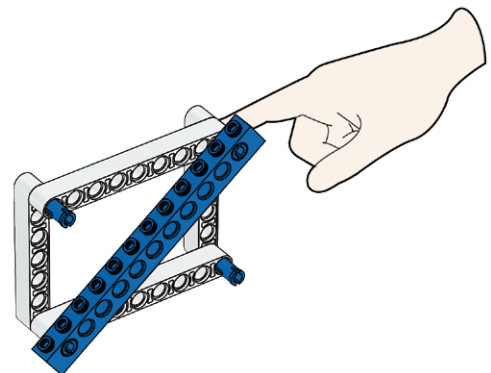
Dit is een model van een driehoekige constructie. Als er op dit driehoekige frame trek of druk wordt uitgeoefend, verandert het niet van vorm. Driehoekige frames zijn vormvast (of 'stijf').

**J2**

Dit is een model van een rechthoekige constructie. Dit rechthoekige frame is makkelijk te vervormen door een druk- of trekkracht. Rechthoekige frames zijn niet vormvast/stijf.

**J3**

Dit is een model van een rechthoekige constructie, gesteund door een 'schoor'. Dankzij het nieuwe element (de 'schoor'), kan het rechthoekige frame niet meer vervormd worden door een druk- of trekkracht. Een schoor (het schuine element) maakt de rechthoekige constructie vormvast.





## Veegmachine

### Design en technologie

- Mechanismen gebruiken – kegelwielen, versnellende overbrenging, katrollen
- Testen, alvorens verbeteringen aan te brengen
- Veiligheidssystemen

### Wetenschap

- Afstanden meten
- Wrijving
- Wetenschappelijk onderzoek

### Woordenschat

- Nuttig effect
- Versnellende overbrenging
- Slip
- Katrol
- Drijfriem
- Wrijving
- Kegelwiel

### Andere benodigde materialen

- Een grote kartonnen doos of lage 'wand' om rondvliegend 'vuil' tegen te houden; ca. 60 x 40 cm is ideaal
- Als 'vuil' kunnen proppen papier, LEGO® verbindingstaafjes of -bussen, dorre bladeren of dergelijke gebruikt worden.



#### Tip:

Gebruik geen zaadjes of kralen - deze zouden de ogen kunnen raken.

## Combineren

Het pad in het park ligt vol rommel en bladeren. Dat is geen gezicht, en er zouden mensen in kunnen uitglijden! Nu moeten Jan en Jannie het pad schoonmaken, maar ze hebben een hekel aan vegen en willen liever met hun kar spelen.

Hector, hun hond, wil graag helpen - maar hij is geen goede schoonmaakhulp.

Maar dan krijgen ze ineens een idee: misschien kan de kar de bezem laten bewegen?  
Ze weten alleen nog niet precies hoe.

**Hoe kan je, door de kar vooruit te duwen, tegelijk het pad vegen? Dat gaan we uitzoeken!**





## Construeren

### Bouw eerst de testbaan

Gebruik een gladde tafel of vloer en plaats er de wand of doos op die het "vuil" moet tegenhouden.

Verspreid proppen papier over een 10 cm breed en 60 cm lang gebied op de tafel of vloer. Dit is het pad in het park, waar de rommel ligt.

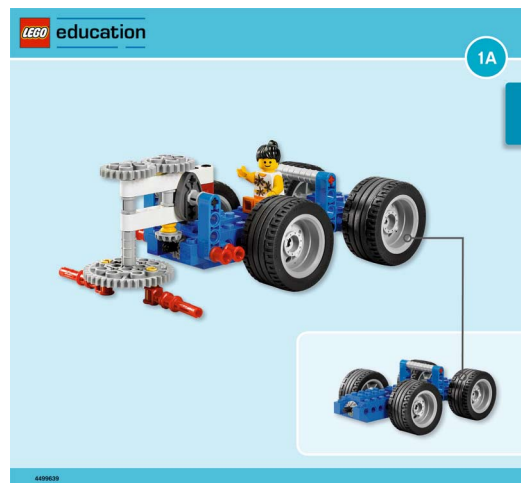
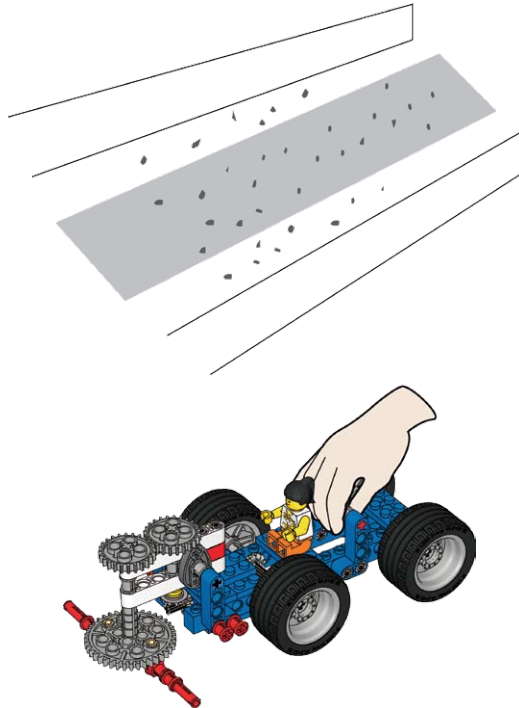
Laat ruimte vrij aan de zijkanten van het pad  
- om het vuil naar toe te vegen.

### Bouw de veegmachine

(Alles uit boekje 1A, en boekje 1B tot bladzijde 8, stap 11).

### Test of hij makkelijk kan rijden

Duw de machine zachtjes vooruit. De veger moet vrij kunnen ronddraaien zonder het onderstel van de kar te raken, en de 'bladen' van de veger moeten uit kunnen klappen en ronddraaien, maar zonder het tafelblad te raken.



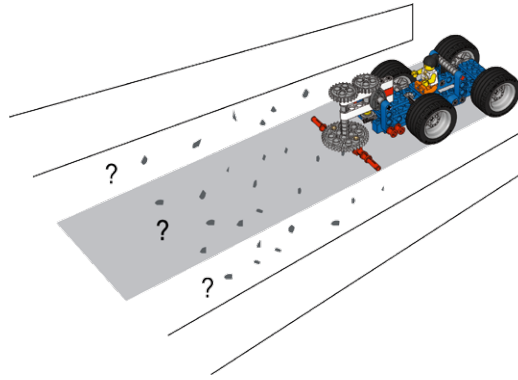
## Contempleren

### Hoe goed veegt de machine?

Duw hem vooruit over het pad waar de rommel ligt. Hoeveel van het vuil wordt opzij geveegd? Een kwart? De helft?

Wat zijn de eventuele problemen van dit ontwerp? Maak een schatting van hoeveel 'vuil' opzij geveegd is, in verhouding tot wat er nog ligt.

*De veegmachine is niet erg snel en hij raapt het vuil dat hij wegveegt niet op!*



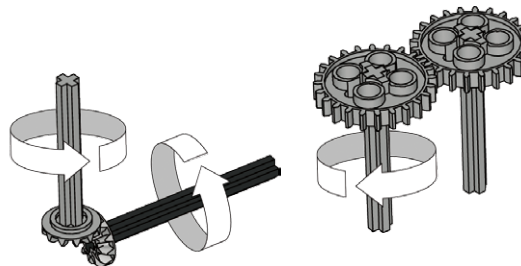
### Welke overbrenging heeft de veegmachine?

Duw de machine zo ver vooruit dat de wielen van de kar één keer ronddraaien. Hoe vaak draaide de veger rond? Kun je uitleggen hoe dit komt?

*De veger kop draait één keer rond.*

*De overbrenging is 1:1.*

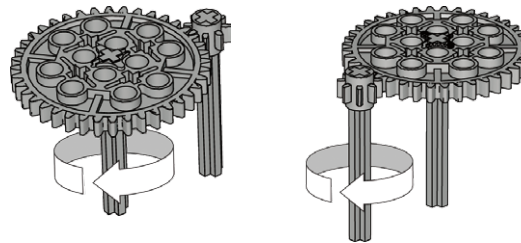
*Alle kegel- en tandwielen die in elkaar grijpen zijn even groot. Daarom is er geen verschil in draaisnelheid.*



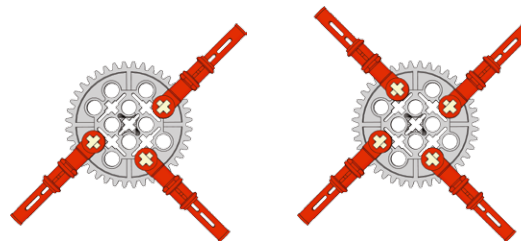
### Hoe kunnen we de machine sneller laten vegen?

Probeer verschillende tandwielcombinaties (stap 12, stap 13).

*Stap 12 maakt de veegmachine veel te langzaam, terwijl stap 13 hem 5 keer zo snel maakt. Bemerkt hoe het 40-tands wiel de aandrijving vormt voor het 8-tands wiel!*



Jan en Jannie willen het werk zo snel mogelijk afmaken, om te zorgen dat niemand over het vuil uitglijdt en zich bezeert. Je kunt ze misschien helpen door meer 'bladen' op de veger te zetten (stap 14)?



*Drie bladen verstoren de balans van de veger, waardoor hij slechter werkt dan met twee bladen. Vier bladen is beter - dan is de veger in balans.*

### Opgepast!

Duw de veegmachine vooruit terwijl je de veger tegenhoudt. Wat gebeurt er, en wat voor problemen zou dit kunnen veroorzaken?

*De wielen kunnen vastlopen en de tandwielen kunnen gaan 'springen'. Als er dingen in echte veegmachines vast komen te zitten, kan dit tot overbelasting en beschadigingen aan de tandwielen leiden.*

**Wist je dit?**  
Wielen met regelmatige 'tanden', zoals het grote wiel, worden 'tandwielen' genoemd

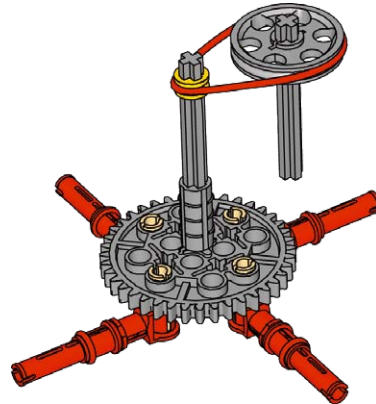
**Tip:**  
Wat is de functie van een kegelvormig tandwiel? Het draait de richting van een beweging 90° rond. Het kan dus bewegingsenergie de hoek om laten gaan!

## Continueren

### Een veiligere veegmachine

Bouw het model om en geef het een aandrijving met drijfriemen. Probeer verschillende systemen uit. Voorspel en test hoe snel de veger draait en hoe goed de machine veegt.

*De veger draait meestal sneller dan de wielen. Hoe groter de aandrijf katrol, hoe sneller de veger ronddraait. Maar de machine is moeilijker vooruit te duwen omdat er meer wrijving op de assen ontstaat.*



Duw de veegmachine vooruit en hou de veger kop weer vast. Wat gebeurt er? Wat zijn de voor- en nadelen?

*De drijfriem "slipt" (=glijdt dóór).*

*Voordelen:*

*De veegmachine zal stoppen als er iets in vast komt te zitten. Dat is ook veiliger voor de persoon die hem bedient.*

*Nadelen:*

*Het kost meer energie om de machine vooruit te duwen.*

### Vuilopvang

Kun je een manier verzinnen waarop de machine niet alleen het vuil van het pad verwijdert, maar het ook verzamelt?

# Veegmachine

Naam/namen: \_\_\_\_\_

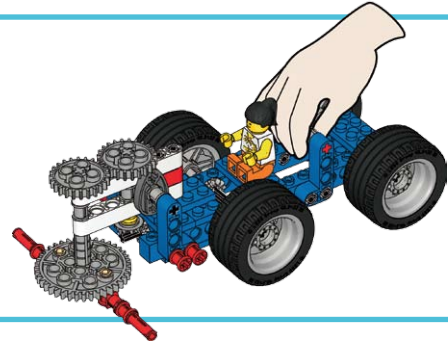
Hoe kun je door een kar vooruit te duwen, tegelijk het pad schoonvegen? Dat gaan we uitzoeken!



## Bouw de veegmachine

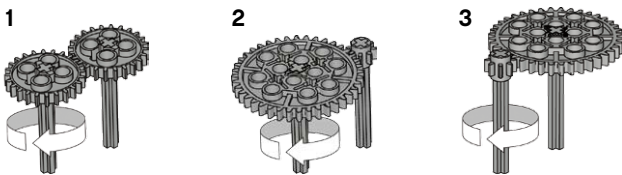
(Alles uit boekje 1A, en boekje 1B tot stap 11).

- Probeer de veegmachine
- Als de veger niet soepel draait kun je proberen de bussen waar de assen in ronddraaien losser te zetten. Zorg er ook voor dat alle andere stenen stevig op elkaar gedrukt zijn

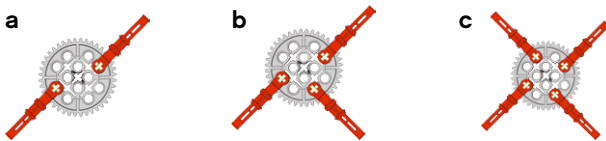


## Welke veegmachine werkt het best?

- Test verschillende draaisnelheden met de hieronder getoonde overbrengingen. Probeer ze met twee veegbladen (a).



- Probeer nu de verschillende veger met de SNELSTE overbrenging, om te zien welke het best kan vegen



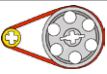
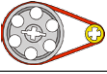
- Test de verschillende veegmachines en vergelijk ze met je eerste model

Tip: Gebruik de woorden hiernaast om in de tabel te schrijven. Je kunt de woorden meerdere malen gebruiken. Verzin ook je eigen beschrijvingen.

Ik heb dit geprobeerd	Mijn voorspelling	Wat gebeurde er?
1a		
2a		
3a		

Hetzelfde      Sneller  
 Slechter      Langzamer      Beter

### Een veiliger veegmachine

	Voorspelling	Wat gebeurde er?
		
		

Mijn eigen ontdekkingen:

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



**Probeer ook:**

- de veegbladen tegen te houden terwijl je de machine vooruit duwt
- kruimels van een kleed op te vegen

### Mijn fantastische tafel-veegmachine

Maak een tekening van je veegmachine en benoem de onderdelen. Beschrijf hoe de 3 beste delen ervan werken.



## Vishengel

### Design en technologie

- Mechanismen gebruiken – katrollen en hefboomen
- Een palrad mechanisme onderzoeken
- Een spel ontwerpen en maken

### Wetenschap

- Krachten
- Machines die werk gemakkelijker maken
- Eigenschappen van materialen
- Wetenschappelijk onderzoek

### Begrippenlijst

- Katrol blok
- Tandrad
- Pal
- Haspel
- Prestatie
- Last

### Andere benodigde materialen

- Groot stuk karton (posterformaat A2)
- Schaar
- Diverse viltstiften

## Combineren

Jan en Jannie zijn op een verjaardagsfeestje met een aantal andere kinderen. Ze zijn in de tuin, waar ze zitten te vissen in de nieuwe visvijver.

Ze hebben veel plezier - maar dan ineens krijgt Jan de grootste en zwaarste vis in de vijver aan de haak. Zelfs met al zijn kracht kan Jan de zware vis niet binnenhalen.

Jannie krijgt een idee om het binnenhalen van de vis makkelijker te maken. Wat is Jannie van plan, denk je?

**Kunnen we een sterk apparaat verzinnen voor Jan en Jannie, om de grote vis mee op het droge te krijgen?**

**Dat gaan we uitzoeken!**



## Construeren

### Bouw de hengel (inclusief de haspel) en de vissen

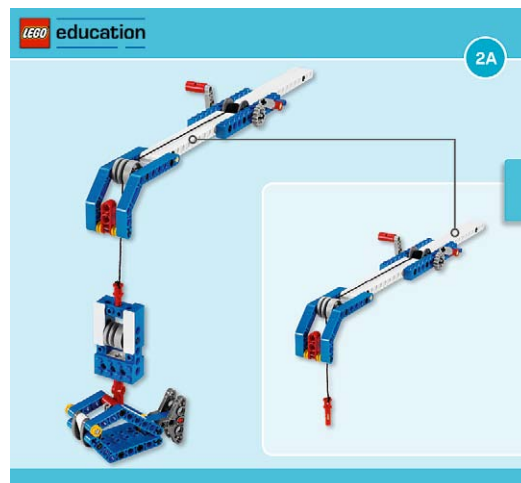
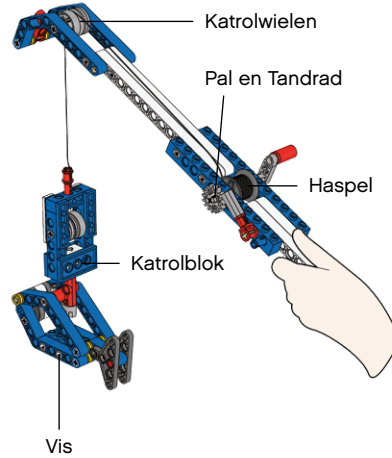
(Alles uit boekje 2A, en boekje 2B tot bladzijde 10, stap 19).

### Stel de hengel zorgvuldig in

Maak stiften en bussen die te strak staan een beetje los zodat de haspel en de katrolwielen soepel lopen. Anders kunnen de tests niet goed uitgevoerd worden.

### Probeer de vis te vangen met de hengel

Er zijn misschien meerdere pogingen nodig. Probeer de vis een aantal keren te vangen en weer los te maken.





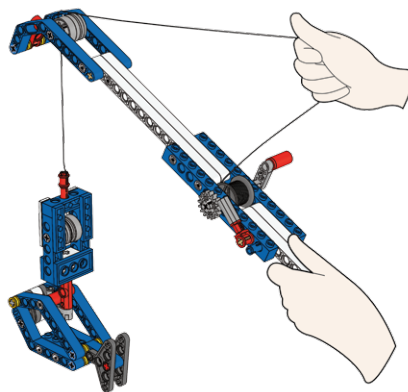
## Contempleren

### Waarom zou je een haspel en een tandrad gebruiken?

Probeer eerst de grote vis omhoog te halen door direct aan de lijn te trekken. Probeer het dan met de haspel. Wat neem je waar? Probeer het veiligheidssysteem van tandrad en pal uit (bladzijde 10, stap 19).

### Wat zijn de voordelen?

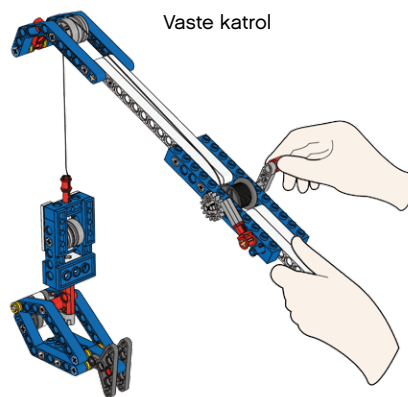
*De haspel maakt het makkelijker om de vis omhoog te halen. Maar het gaat langzamer dan de vis direct met je handen omhoog trekken. Het tandrad zet de haspel 'vast' als je even met ophalen stopt. Dit werkt als een soort 'beveiliging'.*



### Maakt een extra katrol enig verschil?

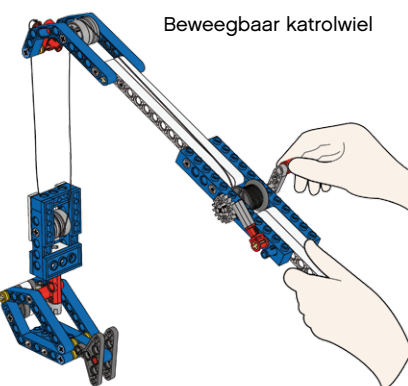
Bouw de vishengel op zoals hieronder getoond. Voorspel en test het effect hiervan op het omhoog halen van de vis.

*De vis voelt zwaar aan. Dit komt doordat de tweede katrol niet benut wordt – hij bestaat uit een 'vast' katrolwiel. Katrollen hebben pas effect als ze op de goede manier verbonden zijn!*

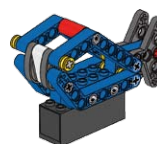


Laat de lijn over het katrolblok lopen als getoond op bladzijde 11, stap 20. Voorspel en test het effect hiervan op het omhoog halen van de vis.

*Zelfs de zwaarste vis kan nu makkelijk opgehaald worden. Als er twee katrollen – één vast en één beweegbaar – gebruikt worden, is de kracht die nodig is om de vis omhoog te halen de helft kleiner. Maar het proces gaat langzamer - de haspel moet twee keer zo vaak worden rondgedraaid om de vis op te halen!*



Voeg een extra last (de LEGO® gewichtssteen) aan de vis toe en probeer de hengel hiermee nogmaals uit. Onderzoek met welke hengel de vis het makkelijkst binnengehaald kan worden.



### Wist je dit?

Dit systeem wordt in grote kranen gebruikt, om grote lasten met kleine motoren op te tillen. In sommige katrolsystemen worden zes of meer wielen gebruikt!

### Wist je dit?

In de gewichtssteen zitten stalen plaatjes en de steen weegt precies 53 gram.

## Continueren

### Ontwerp en maak zelf een hengelspel

Probeer in zo kort mogelijke tijd zoveel mogelijk 'vissen' te vangen.

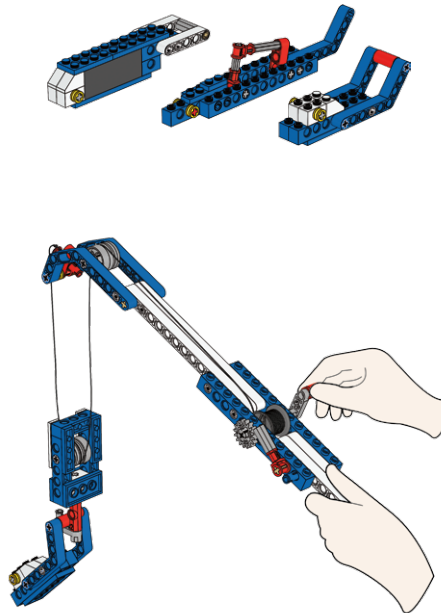
Bouw de verschillende soorten 'vissen' die hier te zien zijn. Probeer zelf nog meer soorten te verzinnen. Kun je zorgen dat ze er meer als echte vissen uitzien?

Probeer de vissen aan de haak te slaan, en onderzoek welke het makkelijkst te vangen zijn.

Spreek spelregels en een 'puntensysteem' voor de vissen af. Welke vistypes zouden een hogere score moeten opleveren als ze gevangen worden?

Speel een potje hengelspel 'tegen de klok'. Hoeveel punten kun je halen in 60 seconden?

Probeer het opnieuw. Wordt je score beter na twee, drie, vier... pogingen?

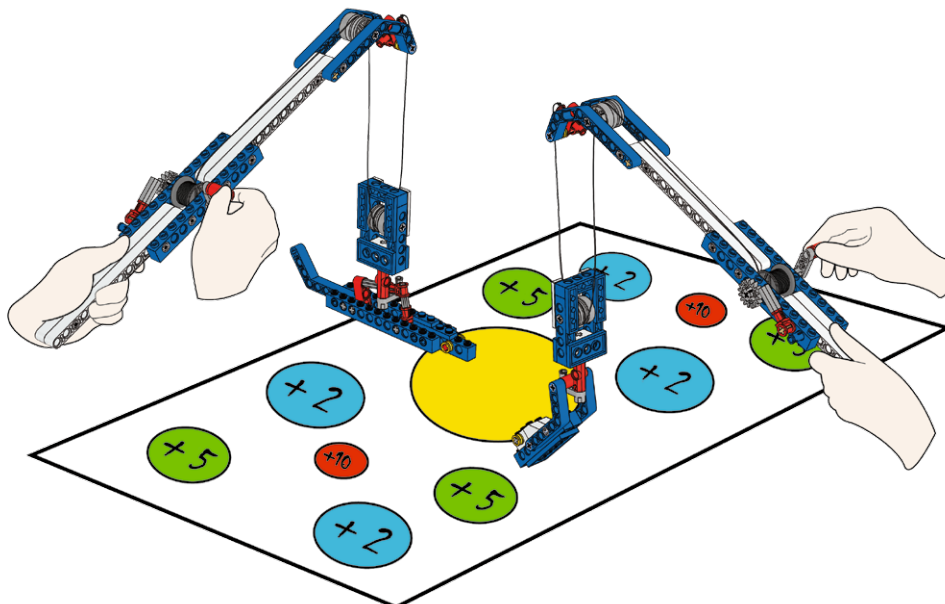


### Extra uitdaging: Vis sorteren

Verzin een speelbord met doelvelden of 'manden' in verschillende groottes, om de vis in te leggen.

Bedenk verschillende puntentellingen voor als er een vis in een 'mand' terecht komt.

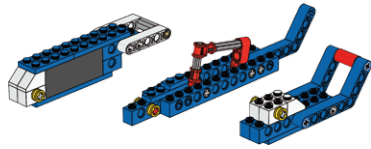
Daag een ander team uit voor 'de grote hengelwedstrijd'.



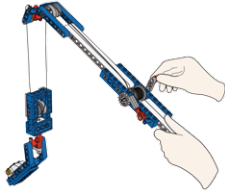


### Ontwerp en maak zelf een hengelspel

Bouw de verschillende soorten 'vissen' die hier te zien zijn. Probeer zelf nog meer soorten te verzinnen.



Probeer de vissen aan de haak te slaan, en onderzoek welke het makkelijkst te vangen zijn. Probeer in zo kort mogelijke tijd zoveel mogelijk 'vissen' te vangen.



Spreek spelregels en een 'puntensysteem' voor de vissen af. Welke vistypes zouden een hogere score moeten opleveren als ze gevangen worden?

Speel een potje hengelspel 'tegen de klok'. Hoeveel punten kun je halen in 60 seconden, na 1, 2, en 3 keer proberen?

1	2	3

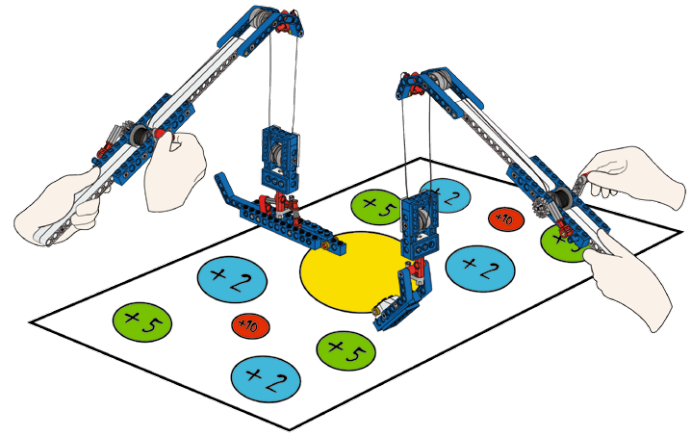
### Mijn vishengel ontwerp

Maak een tekening van je beste hengelontwerp en benoem de onderdelen. Beschrijf hoe de 3 belangrijkste delen ervan werken.

### Extra uitdaging: Vis sorteren

Verzin een speelbord met doelvelden of 'manden' in verschillende groottes, om de vis in te leggen. Bedenk verschillende puntentellingen voor als er een vis in een 'mand' terecht komt.

Daag een ander team uit voor 'de grote hengelwedstrijd'.





## Freewheelen

### Design en technologie

- Mechanismen gebruiken – wielen en assen
- Onderdelen aan elkaar monteren

### Wetenschap

- Afstanden meten
- Aflezen en kalibreren van schaalschijven
- Krachten
- Bewegingsenergie
- Energie van positie (potentiële energie)
- Wrijving en luchtweerstand
- Wetenschappelijk onderzoek

### Woordenschat

- Massa
- Positie
- Wrijving
- Nuttig effect

### Andere benodigde materialen

- 4 meter gladde vloer
- Afplaktape
- Rolmaat of meetlint
- Houten plank of strook van ten minste 1 meter
- Stapel boeken of dozen om de plank op te tillen
- Extra LEGO® stenen om mee te meten
- Whiteboard stift(en)
- Schaar
- Optioneel: kopieën van gekalibreerde schaalschijven

## Combineren

Jan en Jannie zijn het weer eens niet met elkaar eens. In het Groene park onderzoeken ze wie er in zijn kar het verst door kan rijden na van de 'lanceerhelling' te zijn gerold.

Jannie beweert, dat haar kar verder rolt als ze extra gewicht aan boord neemt, omdat hij dan zwaarder is. Volgens Jan wordt de kar van Jannie moeilijker vooruit te krijgen als hij zwaarder wordt - dus hij denkt dat zijn eigen kar verder komt. Hij geeft ook de voorkeur aan grotere wielen, maar volgens Jannie helpt dat niet.

**Welke kar rolt verder? Een zware of een lichtere? Met grote of juist met kleine wielen?  
Dat gaan we uitzoeken!**

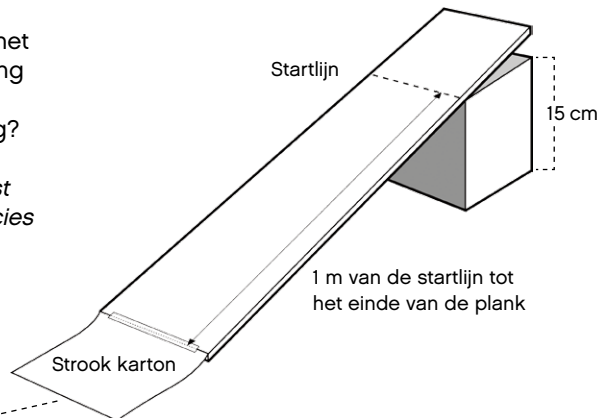


## Construeren

### Bouw eerst de 'lanceerhelling'

Teken een startlijn op ongeveer 1 meter van het einde van de plank. Plaats een ondersteuning die de startlijn ongeveer 15 cm van de vloer optilt. Waarom hebben we een startlijn nodig?

*De startlijn is nodig om te zorgen dat de test eerlijk verloopt: alle karren moeten vanaf precies dezelfde hoogte starten.*

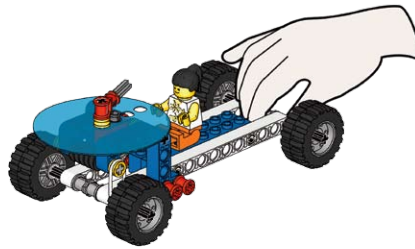


Ongeveer 4 m gladde vloer ←

### Bouw de Freewheeler

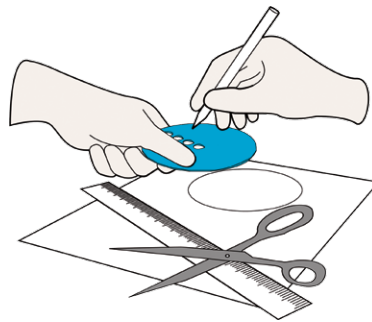
(Alles uit boekje 3A, en boekje 3B tot bladzijde 6, stap 12).

- Test de Freewheeler op de helling. Rolt het model soepel naar beneden? Zo niet, controleer dan alle assen en bussen en zorg ervoor dat de wielen makkelijk kunnen draaien. Zorg er ook voor dat alle andere stenen stevig op elkaar gedrukt zijn

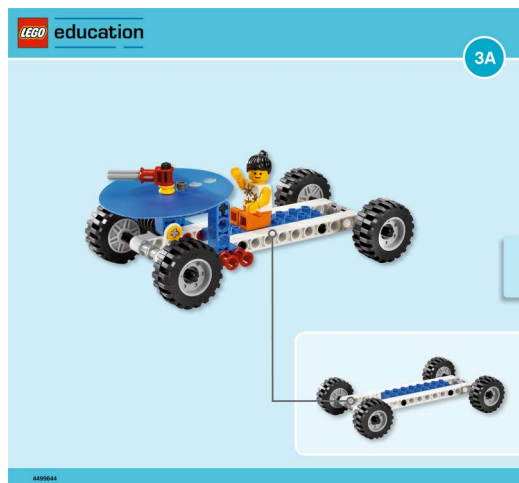


### Trek de schaalschijf over

Teken direct op de blauwe plastic schijf, of teken hem over op papier en knip hem uit. Teken hier dan de schaalverdeling op en maak het papier vast op de blauwe schijf.



**Tip:** als de dikte van de plank maakt dat de karretjes met een 'schok' op de vloer terechtkomen, kun je een strook karton gebruiken om de overgang tussen plank en vloer regelmatig te maken.



## Contempleren

Meet hoe ver de lege kar doorrolt. Meet eerst met de rolmaat en vergelijk de gevonden afstand dan met de meting van de wijzer en de schaalschijf. Maak een aantekening van de afstand en leg een LEGO® steen waar de kar stopte. Herhaal de test ten minste 3 keer om er zeker van te zijn dat het resultaat wetenschappelijk betrouwbaar is.

*Een leeg karretje zou ongeveer 160 cm moeten rollen. Dit is meer dan één keer de schaalschijf rond. De schaalschijf is tot op een paar centimeter nauwkeurig.*

Trek de 1 m schaalverdeling op de plastic schaalschijf over met een uitwisbare whiteboard stift. Laat de freewheeler nogmaals van de helling afrollen en controleer of hij weer ca. 160 cm doorrolt door op de schaalschijf en de wijzer te kijken (een hele omdraaiing van de schijf, plus iets meer dan een halve omdraaiing). Voer meerdere tests uit.

Je hoeft nu geen rolmaat of meetlint meer te gebruiken – lees de afstand direct af op de schaalschijf.

Leg nu een gewicht op de kar (bladzijde 7, stap 13). Probeer te voorspellen hoe ver de kar deze keer zal rollen, door een LEGO steen langs de baan te leggen op de plaats waar je denkt dat de kar stopt. Voer daarna de test uit.

*De kar rolt bijna twee keer zo ver door. Door het gewicht, dat tegelijk met de kar 'valt' kreeg de kar bijna twee keer zo veel bewegingsenergie. Maar het is ook zo dat het extra gewicht wat meer wrijving (of 'druk'-weerstand) geeft op de assen, waardoor de kar ietsje langzamer wordt.*

Valt je iets op aan de wijzer op de schaalschijf?

*De wijzer draait meerdere keren rond. Je zult moeten tellen hoeveel keer hij ronddraait.*

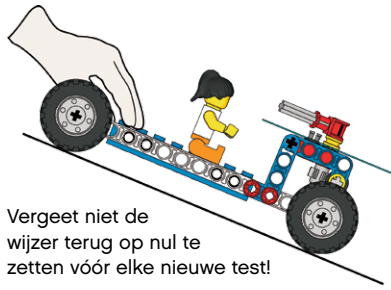
Herhaal de test een aantal keren om er zeker van te zijn dat je metingen kloppen.

### Jan pakt het groot aan

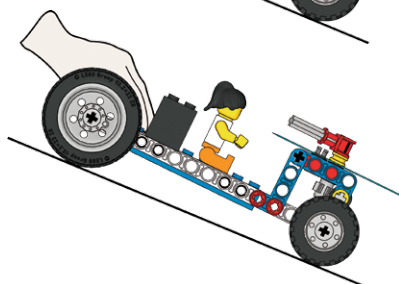
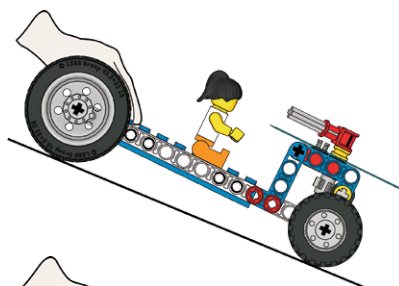
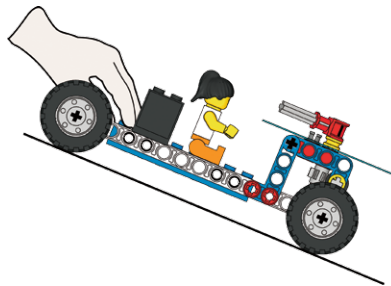
Zal de kar met grote wielen verder kunnen rollen dan met kleine wielen? Zet de grote wielen op de achteras en test de kar op de helling (bladzijde 7, stap 14).

Probeer het eerst met een 'lege' kar (bladzijde 7, stap 14), en daarna met het gewicht aan boord (bladzijde 8, stap 15).

*De kar zal normaal gesproken verder doorrollen. Dit heeft twee oorzaken: meer gewicht = meer energie, en de achteras draait langzamer, dus er is minder energieverlies door wrijving.*



Vergeet niet de wijzer terug op nul te zetten vóór elke nieuwe test!



**Tip:**  
Kijk hoe ver de kar over de plank rijdt. De wijzer op de plastic schijf passeert "nul" voor het eerst rond het moment dat de kar de vloer raakt, dus de er wordt vrijwel precies 1 meter afgelegd voor iedere rotatie van de wijzer.

**Wist je dit?**  
De lege kar weegt ongeveer 58 gram en de gewichtsteen weegt 53 gram - dus bijna evenveel!

**Wist je dit?**  
De grote wielen wegen 16 gram per stuk; de kleine wegen niet meer dan 6 gram per stuk.



## Continueren

### Super Schaalschijf

Bouw het model uit boekje 3B, tot bladzijde 12, stap 12.

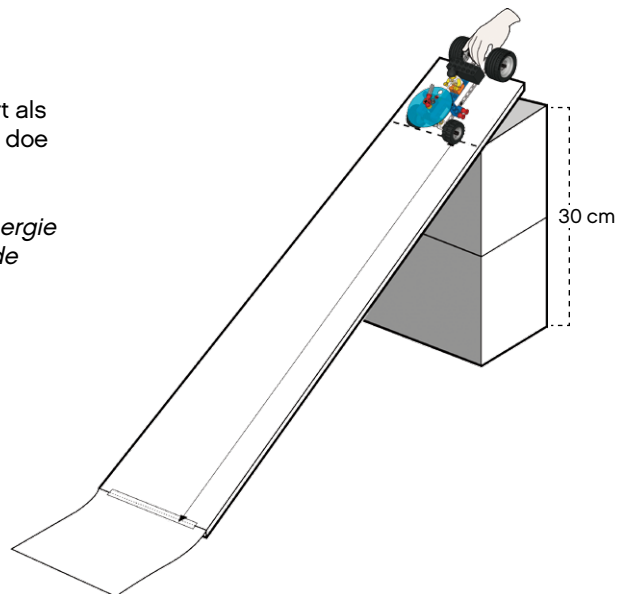
Vervang het tandwiel met 8 tanden door een wiel met 24 tanden. Probeer te voorspellen hoe ver de kar nu moet rollen om de wijzer op de schaal één keer te laten ronddraaien - en voer dan de test uit.

*De kar moet 3 meter rollen. Het nieuwe tandwiel heeft 3 keer zo veel tanden als het kleine tandwiel. Het wormwiel moet dus ook 3 keer vaker ronddraaien om het 24-tandwiel één keer rond te laten draaien. Je zult de schaalschijf nu moeten kalibreren, om te zorgen dat hij afstanden tot 3 meter nauwkeurig kan meten.*

### Super starthelling

Probeer eerst te voorspellen wat er gebeurt als je de helling twee keer zo hoog maakt - en doe dan de test.

*De potentiële energie en de bewegingsenergie worden verdubbeld - maar de wrijving in de assen blijft hetzelfde.*



# Freewheelen

Naam/namen: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

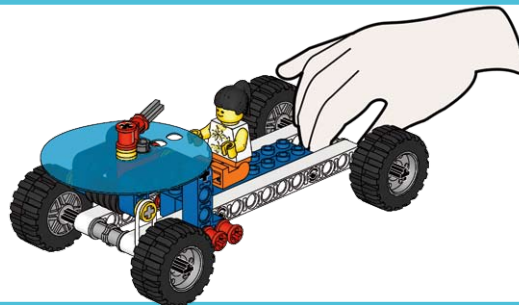
**Welke kar rolt het verst? Een zware of een lichtere?  
 Met grote of juist met kleine wielen?  
 Dat gaan we uitzoeken!**



## Bouw de Freewheeler

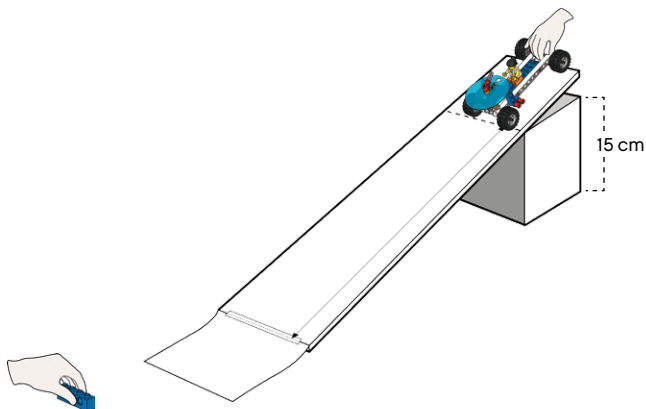
(alles uit boekje 3A, en boekje 3B tot bladzijde 6, stap 12).

- Controleer alle assen en bussen en zorg ervoor dat de wielen makkelijk kunnen draaien
- Laat de freewheeler van de helling rollen



## Wat rolt verder door: ... zware of lichte ladingen?

- Tip: leg een LEGO® steen bij de baan, daar waar je denkt dat de kar tot stilstand zal komen
- stel de wijzer op de schaalstijf na iedere rit terug naar nul



## ... en zijn grote wielen beter dan kleine?

- Probeer het met grote wielen op de achteras

## Voer de tests uit volgens de opdrachtenlijst hieronder:

	Mijn voorspelling	Mijn metingen
Extra gewicht		
Grote wielen		
Grote wielen en extra gewicht		
?		

**Grotere schaalschijven ... en steilere hellingen**

Bouw boekje 3B tot blz. 12, stap 12  
 Verander de helling door de achterkant op 30 cm hoogte te leggen. Test de verschillende freewheelers.

**Wat er gebeurde toen de helling steiler werd gemaakt:**

---



---



---



---



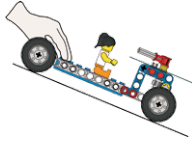
---



---



---

	Mijn voorspelling	Mijn metingen
		

**Mijn fantastische van-de-heuvel-racer!**

Teken de freewheeler van je dromen.  
 Beschrijf hoe de 3 beste delen ervan werken.



## De Hamer

### Design en technologie

- Mechanismen gebruiken – hefboomen, nokken en hellende vlakken
- Eigenschappen van materialen
- Productveiligheid testen
- Materialen combineren
- Mechanisch programmeren van acties

### Wetenschap

- Gegevens registreren
- Wrijving
- Kracht
- Impuls
- Wetenschappelijk onderzoek

### Woordenschat

- Nokken
- Rangschikken
- Wrijving
- Productveiligheid

### Andere benodigde materialen

- Decoratieve materialen: wol, folie, dun karton
- Schaar
- Plakband

## Combineren

Jan en Jannie zijn vrolijk aan het timmeren! Ze proberen een hok te bouwen voor de hond Hector, maar het hout dat ze gebruiken is keihard en ze hebben veel spijkers nodig om het hok in elkaar te kunnen zetten.

Na een poosje worden ze moe en gaan nadenken over een makkelijkere manier om de spijkers in het hout te slaan. Twee weten meer dan één, dus ze proberen samen het probleem op te lossen. Kun jij ze helpen een manier te vinden om het inslaan van de spijkers makkelijker te maken?

**Hoe maken we een hamer machine die op een effectieve manier spijkers in verschillende materialen kan slaan? Dat gaan we uitzoeken!**



## Construeren

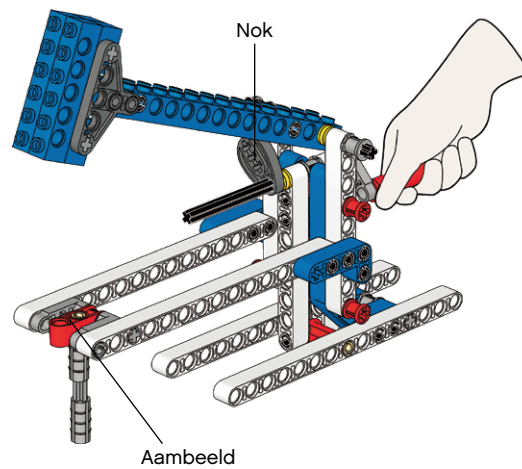
### Bouw de Hamer

(Alles uit boekje 4A, en boekje 4B bladzijde 11, stap 14).

### Testen

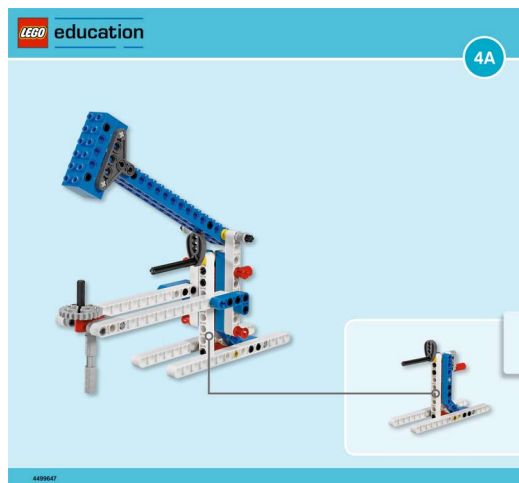
Draai het handvat van de hamer met de hand rond. Gaat de hamer soepel omhoog en omlaag?

*Als hij moeilijk draait, kun je kijken of de as-bussen over de stenen slepen, waardoor te veel wrijving ontstaat.*



### Wist je dit?

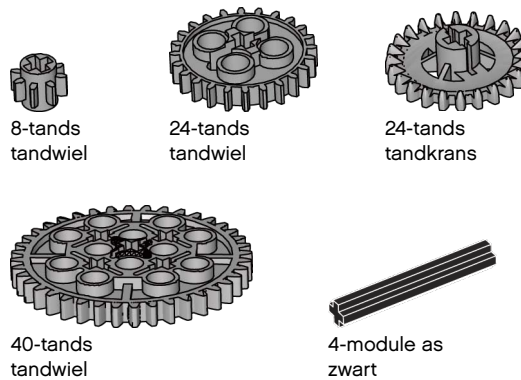
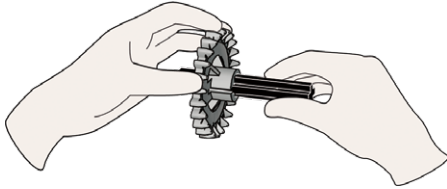
In de LEGO® onderzoekafdeling zorgen ze ervoor dat de elementen precies zo stevig in elkaar grijpen dat kinderen er goed maar ook veilig mee kunnen bouwen. We noemen dit de 'klemkracht' en hij wordt heel nauwkeurig gemeten!



## Contempleren

### Kun je de klemkracht met de hand meten?

Steek de as om beurten in de verschillende tandwiel – en trek hem er doorheen. Kun je ze op volgorde leggen, van het tandwiel met de grootste klemkracht (de meeste wrijving) naar het tandwiel met de kleinste klemkracht?



### Hoe kunnen we de klemkracht preciezer meten?

- Gebruik dezelfde maat as om alle tandwielen te testen
- Draai aan het handvat om de as naar beneden te hameren
- Bepaal voor ieder tandwiel na hoeveel slagen met de hamer de as de tafel raakt

*In onze tests heeft het tandwiel met 8 tanden de laagste wrijving. Het is zo klein dat het moeilijk tussen je vingers vast te houden is. Daarna komt de tandkrans. Hij is groot genoeg om vast te kunnen houden maar de tanden zijn nogal puntig. De 24 en 40-tanden tandwielen hebben de grootste wrijving: ze hebben stompe tanden, zijn makkelijk vast te houden en brengen de grootste krachten over in een model.*

### Is de hamer een betere manier om wrijving te testen dan 'op het gevoel'?

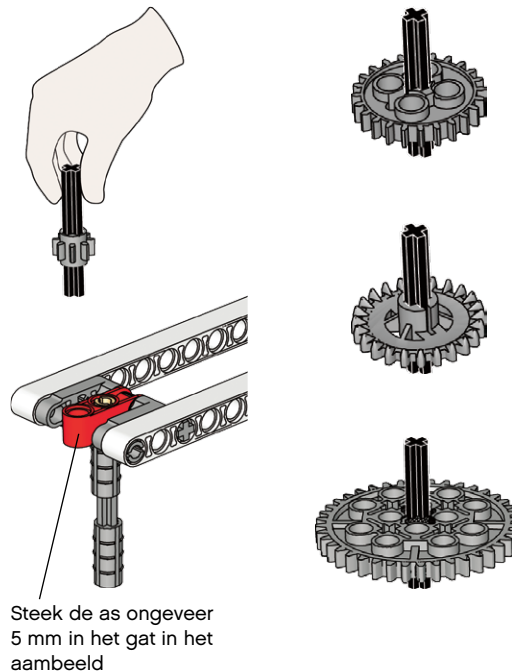
Als je de hamer meerdere keren op ieder tandwiel uitprobeert, liggen de resultaten elke keer dicht bij elkaar. Deze hamer is een echt wetenschappelijk instrument en werkt veel beter dan raden. De LEGO® onderzoekers gebruiken enorme machines die hetzelfde doen, maar veel nauwkeuriger.

### Waar kun je nokken nog meer voor gebruiken?

Op bladzijde 14, stap 18 slaat de hamer twee keer voor iedere keer dat je de hendel ronddraait. Je kunt de plaats van de as in de nok wijzigen voor verschillen in actie en timing. Probeer de hamer langzaam omhoog te laten gaan en snel omlaag, of snel omhoog en langzaam omlaag.

### Optioneel: een zwaardere hamer gebruiken

Hiermee sla je de assen er sneller doorheen. Je hebt dan meer energie nodig om de hamer op te tillen, maar hij valt ook met grotere kracht omlaag. Hij heeft een grotere impuls. De gladde kant van de nok is eigenlijk een hellend vlak, waarmee je makkelijker zware gewichten op kunt tillen.

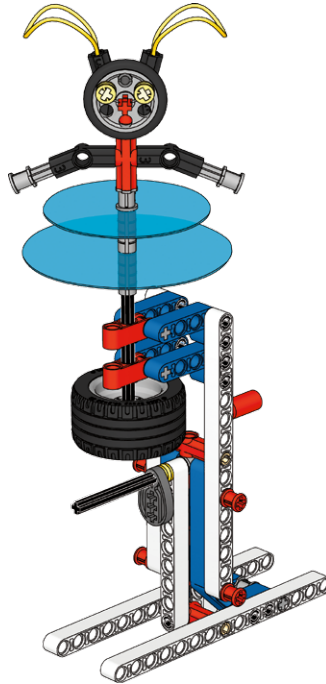


## Continueren

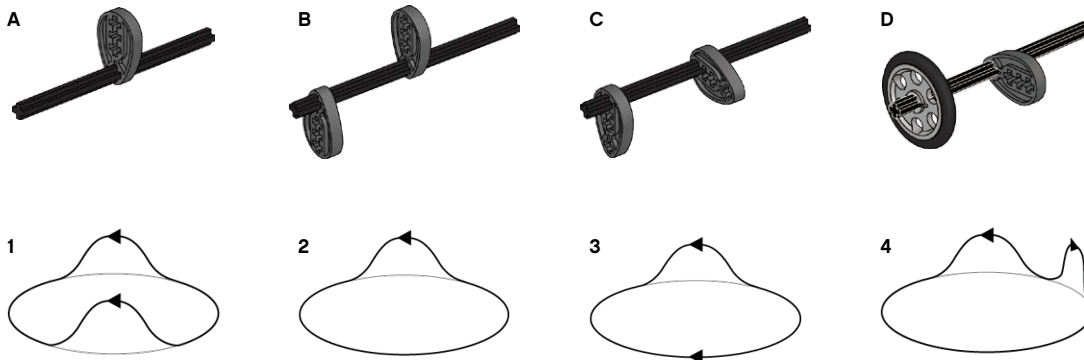
### Springende Balletdanseres!

- Bouw de danseres uit boekje 4B bladzijde 23, stap 21
- Probeer te voorspellen wat er gebeurt als je aan de hendel draait en voer dan de test uit

*De danseres beweegt omhoog en weer omlaag terwijl ze ronddraait.*



- Kun je voorspellen welke 'dansbeweging' bij de hier getoonde nok-opstellingen hoort
- Probeer ze uit en zie wat er gebeurt



Antwoord: A2, B1, C4, D3.

### Decoreren en roteren!

Verzin je eigen versieringen. Maak bv. een kartonnen scherm om de nokken aan het oog te onttrekken. Kunnen anderen aan je bewegende danseres zien hoe de nokken het 'dansprogramma' sturen? Laat haar armen zijwaarts zwaaien terwijl ze haar pirouettes maakt.

### Wist je dit?

Nokken zijn aan het werk in automotoren, klokken, speelgoed, naaimachines en sloten – eigenlijk overal waar complexe bewegingen precies op tijd moeten gebeuren. Breng oude klokken, speelgoed, sloten en andere dingen die met nokken werken mee naar de les. Haal ze uit elkaar en zie hoe de nokken bewegen.

### NB.

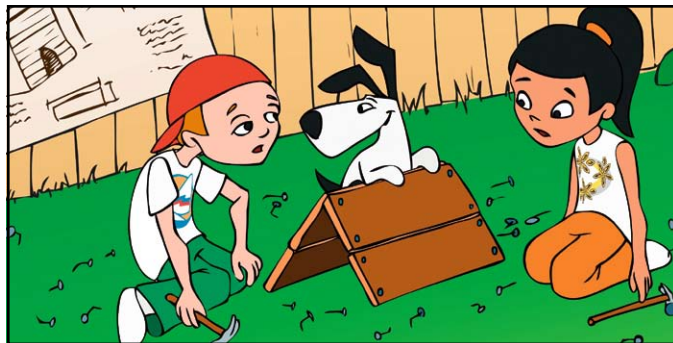
Een wiel is eigenlijk een ronde nok. Het draait de danseres in het rond maar tilt haar niet omhoog.



# De Hamer

Naam/namen: \_\_\_\_\_

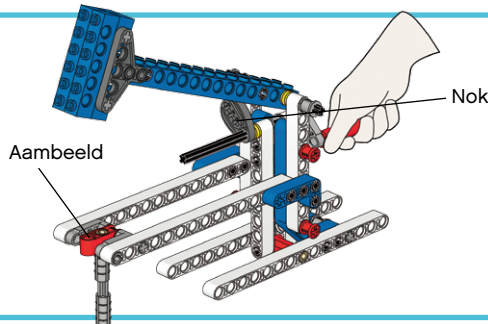
Hoe kun je een hamermachine bouwen die het je makkelijk maakt verschillende spijkers in verschillende materialen te slaan? Dat gaan we uitzoeken!



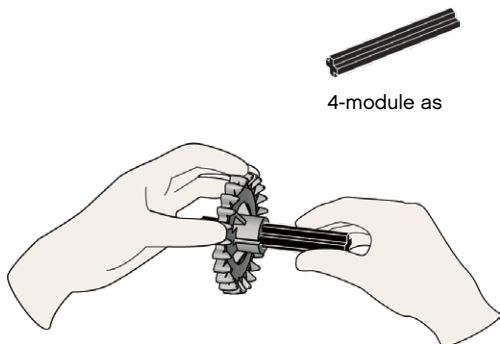
## Bouw de Hamer

(alles uit boekje 4A en boekje 4B bladzijde 11, stap 14).

Zorg ervoor dat de hamer soepel omhoog en omlaag kan bewegen. Als hij stroef beweegt, kun je de asbussen een beetje losser maken. Zet alle andere elementen goed vast.



Welke tandwielen hebben de grootste wrijving (“op het gevoel” getest)?

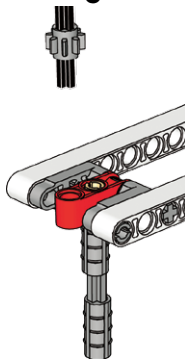


Hoe veel kracht is nodig om de as door de verschillende tandwielen te duwen?

8-tands tandwiel	24 tands	24-tands tandkrans	40-tands tandwiel

4 = meeste kracht, 1 = minste kracht

Welke tandwielen hebben de grootste wrijving (met de hamer getest)?



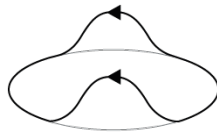
Hoeveel slagen met de hamer zijn nodig om de as door de verschillende tandwielen te duwen?

8 tands	24 tands	24-tands tandkrans	40 tands

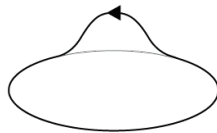
Welke testmethode is de beste, en waarom?

## Balletdanseres

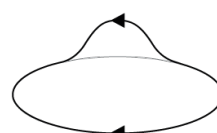
- Bouw de balletdanseres uit boekje 4B, tot bladzijde 23, stap 21.
- Probeer de volgende vormen van de nokkenas (dans-programma)
- Vind voor elk van de 4 nokkenassen een bijbehorend 'dansschema'



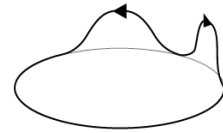
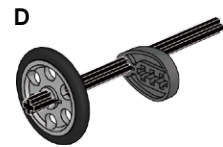
Dansschema 1



Dansschema 2



Dansschema 3



Dansschema 4



### Probeer ook:

- fantastische decoraties
- verberg de nokken – kan iemand je dansprogramma raden?
- laat de balletdanseres met haar armen zwaaien
- ontwerp je eigen nokprofielen

## Mijn bewegende beeldhouwwerk

Ontwerp je eigen bewegende beeldhouwwerk of speelgoed waarin nokken worden gebruikt, en benoem de delen. Beschrijf hoe de 3 beste delen ervan werken.



## Rollend meetwiel

### Design en technologie

- Mechanismen gebruiken – overbrengingsverhouding, vertragende overbrenging
- Onderdelen aan elkaar monteren
- Materialen combineren

### Wetenschap

- Afstanden meten
- Schaalverdelingen kalibreren
- Wetenschappelijk onderzoek

### Woordenschat

- Kalibreren
- Schaalverdelingen
- Vertragende overbrenging
- Fouten
- Nauwkeurigheid

### Andere benodigde materialen

- Liniaal
- Drie voorwerpen met rechte kanten, korter dan 1 meter
- Ruimte op een vlakke vloer om veilig verre sprongen te maken
- Whiteboard stiften

## Combineren

Jan en Jannie zijn in het park bezig zich voor te bereiden op de schoolsport dag. Ze vinden vrspringen het leukst. Jan heeft net een enorme sprong gemaakt. Hij is reuzetrots en wil graag weten hoe ver de sprong was.

Jannie heeft geen liniaal die lang genoeg is om de sprong van Jan te meten, dus meet ze in passen. Hector de hond denkt dat hij veel verder kan springen dan Jan, dus hij probeert het ook.

Jannie zegt dat de sprong van Jan 58 cm ver was.

Daarna maakt Jannie ook een verre sprong. Ze beweert dat haar eigen sprong 4 meter ver was, maar volgens Jan verzint Jannie gewoon maar wat ... en zit ze er helemaal naast!

Ze hebben een soort machientje nodig waarmee verre sprongen goed gemeten kunnen worden.

**Wat voor een 'meetmachine' zou er te bedenken zijn om de lengte van sprongen mee te meten? Dat gaan we uitzoeken!**

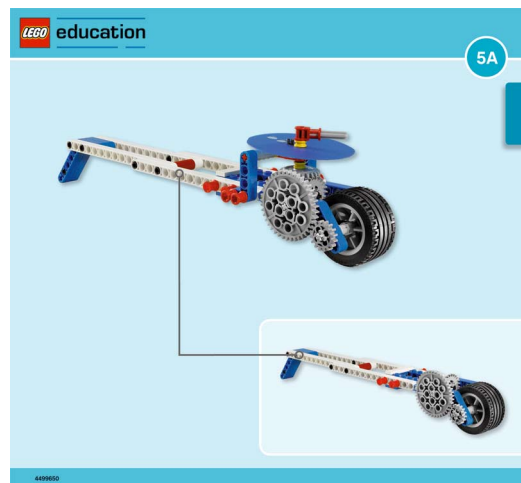
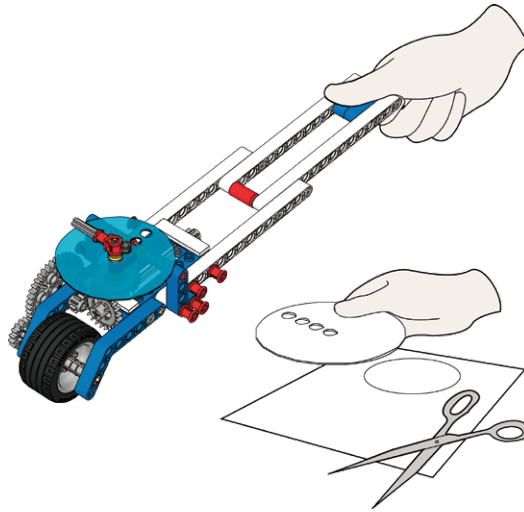


## Construeren

### Bouw het rollende meetwiel

(Alles uit boekje 5A, en boekje 5B tot bladzijde 6, stap 11).

- Met whiteboard stiften kan direct op de lege plastic schaalschijf geschreven worden. Trek anders de schaalschijf over om er een kopie van te maken
- Zorg ervoor dat de wijzer soepel kan bewegen als het meetwiel vooruit geduwd wordt. Als hij stroef beweegt, kun je te strakke asbussen een beetje losser maken. Zet alle andere elementen goed vast.
- Wat zou je allemaal kunnen meten met dit meetinstrument? Vraag de leerlingen om met suggesties te komen en maak een lijst
- Teken direct op de blauwe plastic schijf, of teken hem over op papier en knip hem uit. Teken hier dan de schaalverdeling op en maak het papier vast op de blauwe schijf.



## Contempleren

### Een stap vooruit: een meetwiel dat in voeten meet

Hoeveel 'voet' passen er op de schaal? Meet je eigen schoen op – meerdere malen. Begin bij 'nul' en zet dan een nieuw streepje op de schaalschijf voor iedere keer dat je bij de voorkant van je schoen komt, totdat de wijzer de hele schijf rondgekomen is (waarschijnlijk past dit niet precies met een geheel aantal 'schoenen').

*Door dit te doen, kalibreer je de schaalschijf in eenheden 'schoen'.*

### Voorspellen

Hoeveel 'schoenen' is je tafel breed?! Meet de tafel eerst met het voeten-meetwiel! Trek dan je schoen uit en meet hiermee de tafel opnieuw. Hoe nauwkeurig is het voeten-meetwiel?

Zijn er nadelen verbonden aan meten in schoenenlengtes of voeten?

*Niet iedereen heeft dezelfde maat voeten! Daarom spreken we liever een standaard internationale meeteenheid af, zoals bijvoorbeeld de meter, die de basis vormt voor wat we het metrische systeem noemen.*

### Magische Meter meetwiel: beter dan een liniaal?

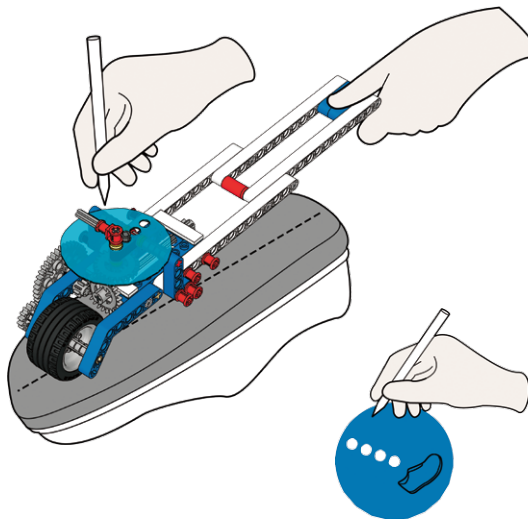
Zoek 3 voorwerpen bij elkaar waarvan je denkt dat ze korter dan een meter zijn.

- Probeer de lengte van ieder voorwerp te voorspellen
- Meet ze dan met het rollende meetwiel
- Meet ze daarna met een liniaal
- Wat ontdekte je?

*Linialen zijn het nauwkeurigst, en direct daarna komen meetwielen. Voorspellingen zijn vaak het minst nauwkeurig. Waar meetwielen goed in zijn, is het snel meten van dingen die veel langer zijn dan een gewone liniaal.*

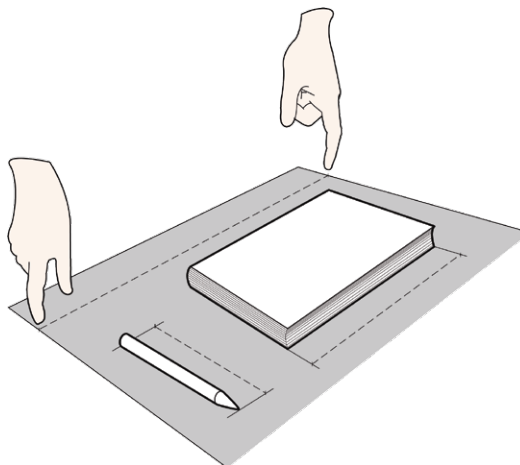
Maar wat gebeurt er precies als de afstand langer wordt dan 1 m? Hoe moet het met de verre sprong van Jan?

*Als je het meetwiel 1.5 m vooruit duwt, staat de wijzer op 50 cm! De wijzer is namelijk een keer helemaal rondgedraaid, en begint daarna opnieuw. Dit kan soms een probleem zijn: je zult moeten onthouden hoe vaak de wijzer voorbij het nulpunt gekomen is.*



**NB.**  
Zoek uit hoe je de wijzer op nul terug kunt zetten na iedere nieuwe meting

**NB.**  
De nauwkeurigheid van de schaalschijf is afhankelijk van de druk die de kinderen op het meetwiel uitoefenen. Weinig druk werkt het best. Probeer het maar eens.



## Continueren

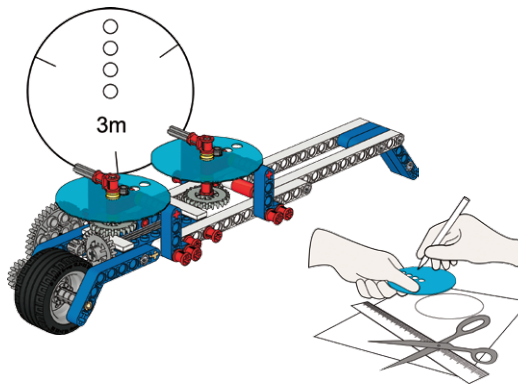
### Hoe kunnen we met het meetwiel sprongen meten van meer dan 1 m?

Wat zou er gebeuren als we een tweede schaalschijf toevoegen waarvan de wijzer veel langzamer draait dan die op de eerste?

*Daarmee zou het mogelijk moeten zijn meer dan 1 meter te meten.*

Bouw het model uit het boekje, tot bladzijde 12, stap 11.

Trek de 3 m schaalschijf over op papier en knip hem uit, als je de originele schalen wilt bewaren. Duw het meetwiel verder dan 1 m vooruit. Oefen met het nauwkeurig aflezen van de twee schaalschijven.



### Dus nu kan de verspringwedstrijd beginnen!

- De leerlingen kunnen nu hun ver spring vaardigheden oefenen, maar uiteraard binnen de grenzen van wat er in het klaslokaal mogelijk is. Veiligheid gaat voor alles! Een mogelijkheid zou kunnen zijn om buiten op een grasveld te oefenen, of alleen sprongen zonder aanloop te maken
- Probeer te voorspellen hoe ver je kunt springen. Maak een sprong, en gebruik het meetwiel om de sprong te meten. Probeer de sprong daarna ook met een liniaal te meten. Wat ontdekte je?



*Meten van de sprong gaat veel makkelijker met het meetwiel. Je kunt er tot 3 meter tegelijk mee meten. Maar je moet allebei de schaalschijven aflezen voor een nauwkeurig resultaat. Maar een liniaal moet veel vaker verplaatst worden en je moet de gemeten afstanden in je hoofd bij elkaar optellen. En elke keer als de liniaal wordt verplaatst kan er een meetfoutje ontstaan.*

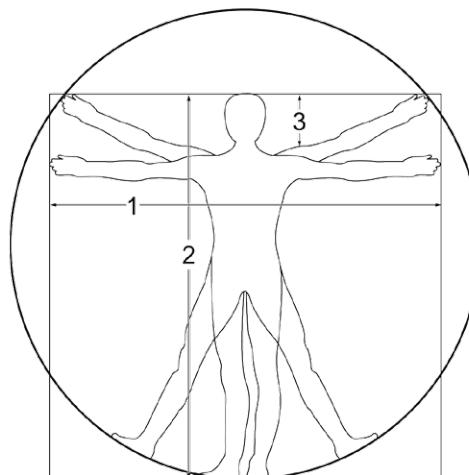
### Leonardo's magische lichaamsverhoudingen

Wat betekent dit beroemde symbool van Leonardo da Vinci eigenlijk?

Probeer de verschillende afstanden na te meten en kijk of je 'patronen' kunt ontdekken.

Als iemand je vertelt hoe lang ze is, kun jij dan voorspellen hoe breed ze haar armen kan uitbreiden – of hoe lang haar hoofd is?

*De 'spanwijdte' van de armen (1) en de lichaamslengte (2) zijn vaak hetzelfde. Het hoofd (3) is vaak 1/6 deel van de lichaamslengte. Dit zijn handige regeltjes als je mensen wilt tekenen. Hoe zit het met armen en benen?*



**Overbrenging: feiten**  
De 2 wijzers zijn via een 8-tands en een 24-tands tandwiel verbonden. Hierdoor wordt de draaisnelheid van de tweede wijzer 3 keer vertraagd, zodat deze wijzer nu 3 meter kan aanwijzen per omdraaiing.

**Idee:**  
het mooie van een meetwiel in vergelijking met een liniaal, is dat er gebogen vlakken mee kunnen worden gemeten. Maak een schatting van de omtrek van je hoofd en je buik - en meet ze dan maar eens op!

**NB.**  
Je zou kunnen meten hoe lang iemand is door hem tegen een muur te laten staan en dan het meetwiel naast hem over de muur te rollen.

# Rollend meetwiel

Naam/namen: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Wat voor een machine zou er te bedenken zijn om de lengte van sprongen mee te meten? Dat gaan we uitzoeken!



## Bouw het rollende meetwiel

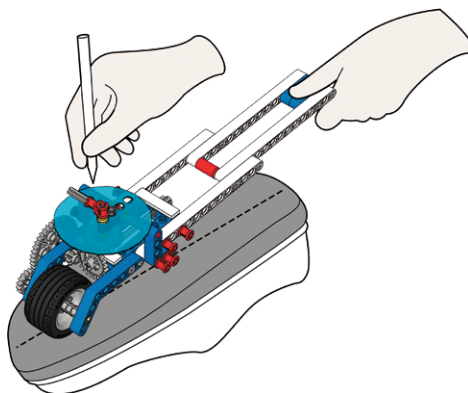
(alles uit boekje 5A, en boekje 5B tot bladzijde 6, stap 11).

Hoeveel 'schoenen' is je tafel breed?

Mijn antwoord: \_\_\_\_\_

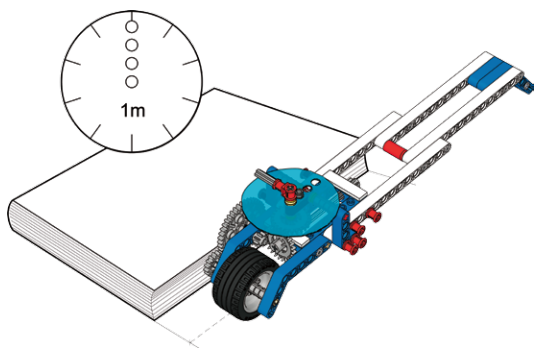
Hoeveel schoenenlengtes kunnen er op je schaalschijf staan?

Mijn antwoord: \_\_\_\_\_



## Voorwerpen opmeten

- Zoek nog 3 voorwerpen bij elkaar, ook allemaal korter dan 1 m
- Maak een schatting van de lengte van ieder voorwerp
- Meet ze dan met het rollende meetwiel
- Meet ze daarna met een liniaal



	Mijn schatting	Afgelezen meetwaarde (meetwiel)	Afgelezen meetwaarde (liniaal)
Pen	cm	cm	cm
Potloodetui	cm	cm	cm
	cm	cm	cm
	cm	cm	cm
	cm	cm	cm



### Verspringen!

- Bouw het model, tot bladzijde 12, stap 11.
- Zet de 3 m schaalschijf op het meetwiel
- Probeer de lengte van je sprong te voorspellen, spring en meet hoe ver je kwam
- Doe dit 3 keer



	Mijn voorspelling	Mijn metingen
Sprong 1	cm	cm
Sprong 2	cm	cm
Sprong 3	cm	cm

In welke opzichten is een meetwiel beter dan een liniaal?

Mijn antwoord:

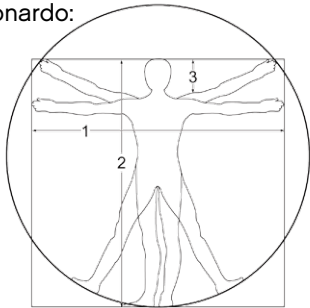
---



---

### Leonardo's magische lichaams verhoudingen

Het wiel van Leonardo:



	Mijn schatting	Afgelezen meetwaarde (meetwiel)
Spanwijdte van de armen (1)	cm	cm
Lengte (2)	cm	cm
Hoofd (3)	cm	cm

### Mijn fantastische rollende meetwiel

Maak een tekening van je beste uitvinding om afstanden te meten en benoem de onderdelen. Beschrijf hoe de 3 beste delen van je meesterlijke machine werken.



## Briefweger

### Design en technologie

- Mechanismen gebruiken – hefboomen en tandwielen
- Materialen en componenten combineren
- Testen, alvorens verbeteringen aan te brengen

### Wetenschap

- Gewicht meten
- Schaalverdelingen kalibreren
- Wetenschappelijk onderzoek

### Woordenschat

- Nuttig effect
- Balans
- Nauwkeurigheid
- Kalibreer
- Schaalverdeling
- Resetten (Nulstellen)
- Nettogewicht

### Andere benodigde materialen

- Whiteboard stiften om de schaalverdeling over te trekken
- Schaar, viltstiften of potloden, oude enveloppen, papier en plakband, om brieven en postzegels te maken
- Een verzameling kleine voorwerpen van minder dan 150 gram, om te wegen
- Een zakje met identieke munten
- Lichte plastic beker
- Maatbeker
- Water

## Combineren

Jan en Jannie openen op hun school een postkantoor en pakjesdienst. Ze zijn van plan brieven te schrijven en ze naar al hun vriendjes op school te sturen.

Om het zo echt mogelijk te maken, heeft Jannie prachtige postzegels getekend. Nu heeft ze plezier met het wegen van de brieven om te zien wat voor een postzegels er op moeten komen.

Jan is bezig met een groot pak dat hij met de nieuwe koeriers dienst naar zijn oma wil sturen – ze is volgende week jarig. Hij pakt het cadeau in en probeert te controleren hoeveel postzegels er op moeten, maar ... zo te zien kan de briefweger niet voor zo'n groot pak gebruikt worden.

Kunnen Jan en Jannie dit probleem oplossen, zodat ze toch kunnen wegen hoeveel postzegels er op oma's verjaarscadeau moeten komen?

**En kan Jannie een eerlijk systeem bedenken om het verschil te bepalen tussen de verschillende brieven en pakjes waar haar klasgenoten mee aankomen?  
Dat gaan we uitzoeken!**



## Construeren

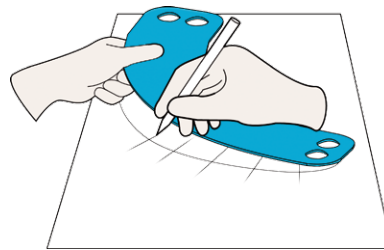
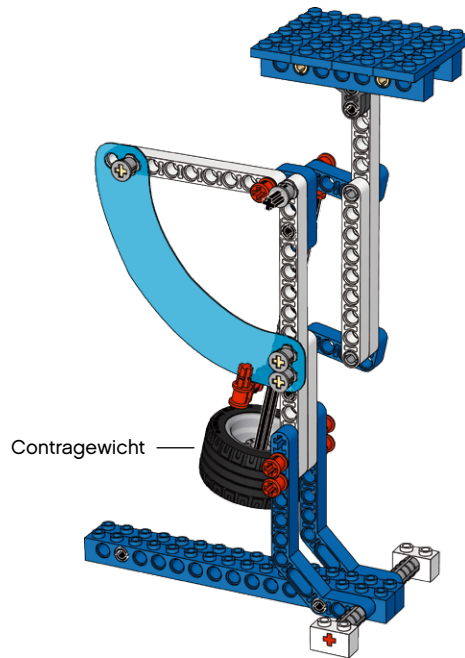
### Bouw de briefweger

(Alles uit boekje 6A, en boekje 6B tot bladzijde 11, stap 20).

### Precies instellen van de weger

De arm moet vrij kunnen bewegen, en elke keer naar dezelfde positie terugkeren. Als de arm stroef beweegt kun je proberen de asbussen een beetje losser te zetten. Schuif het contragewicht over de as naar boven of naar beneden, totdat de wijzer precies bij 'nul' op de schaalverdeling staat.

Teken direct op de blauwe plastic schijf met een witte viltstift, of teken de schijf over op papier en knip hem uit. Teken hier dan de schaalverdeling op en maak het papier vast op de blauwe schijf.



**Tip:**  
Om nauwkeurig te kunnen werken, moeten briefwegers zorgvuldig worden ingesteld. Zorg ervoor dat de LEGO® briefweger altijd correct is ingesteld.

**Wist je dit?**  
Een briefweger is een goed, maar misschien een beetje ingewikkeld, voorbeeld van een hefboom van de eerste soort.

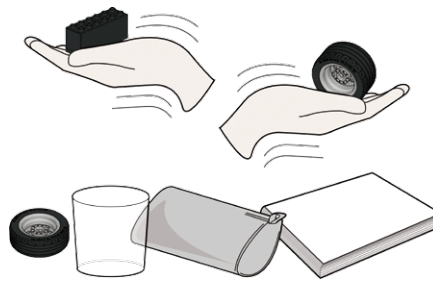
Het gewicht van de brief levert de kracht, of 'prestatie', die de last van het contragewicht probeert op te tillen. Kun je het draaipunt aanwijzen?



## Contempleren

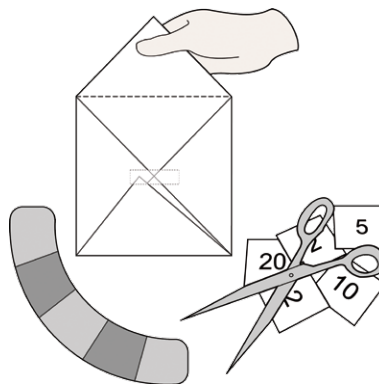
### Hand tegen machine

Leg een serie van 5 voorwerpen op een rij in de volgorde die volgens jou 'van lichtst naar zwaarst' is. Het grote wiel met band (16 g) en de gewichts-steen (53 g) moeten er bij zijn. Schrijf je schattingen van de gewichten op. Weeg hierna de voorwerpen. Hoe goed waren je schattingen? Kon je de goede volgorde raden?



### Postkantoor op school

Een dagelijkse of wekelijkse postdienst op school, door de leerlingen verzorgd, is een reuze leuke activiteit - probeer het maar eens! Maak je eigen enveloppen, brieven en pakjes. Ontwerp je eigen postzegels en weeg alle post.

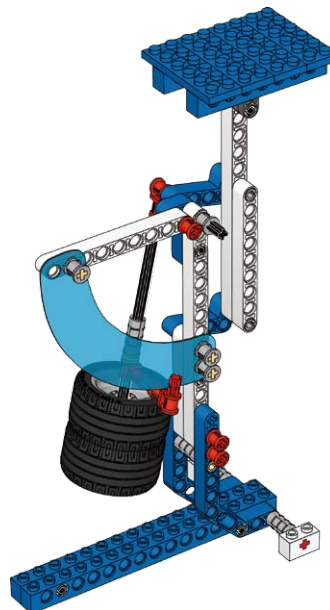


### Zwaargewichten

Hoe kunnen we pakjes wegen die zwaarder zijn dan 150 gram? Vraag de klas om met suggesties te komen en maak een lijst.

Bouw het model tot bladzijde 11, stap 21 (door een tweede wiel aan de as van het contragewicht toe te voegen). Nu moet er een nieuwe, blanco verdelingsschaal worden gekalibreerd, of de blauwe plastic schaal moet worden gewijzigd.

Vind nog zwaardere dingen om te wegen. Kun je 2 verschillende dingen/voorwerpen vinden die ongeveer hetzelfde wegen?



**Tip:**  
Meestal kunnen we het makkelijkst grotere gewichten schatten. Weegmachines zijn vrijwel altijd nauwkeuriger dan onze schattingen.

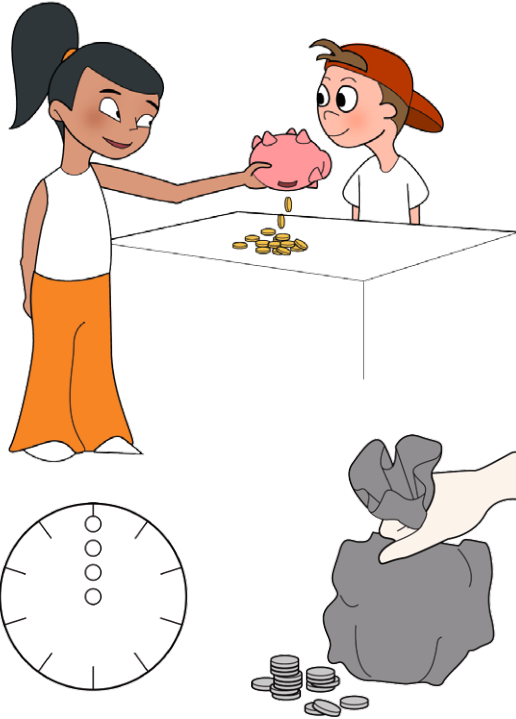
**Tip:**  
Schuif het contragewicht hoog de as op. Misschien moet je de wijzer ook verschuiven. Hierdoor kunnen lichte voorwerpen (zoals brieven) de arm verder over de schaal laten bewegen. MAAR je zult nieuwe, blanco schaalverdelingen moeten kalibreren - voor eurocenten ... of 'pennies' ... of 'zegels'.

## Continueren

### Zakken vol geld

Dat gaan we uitzoeken: is er een snelle manier om een heleboel van dezelfde munten te tellen? Bouw het laatste model, met de roterende wijzer (bladzijde 16, stap 12).

Begin met een blanco schaalverdeling. Weeg 5, 10, en 20 munten en markeer de bijbehorende posities van de wijzer op de schaalverdeling. Vul de rest van de schaalverdeling in (en noem de 'eenheden' pond, of euro, etc.)  
Neem nu de proef met een 'zak vol geld', of misschien een handjevol!

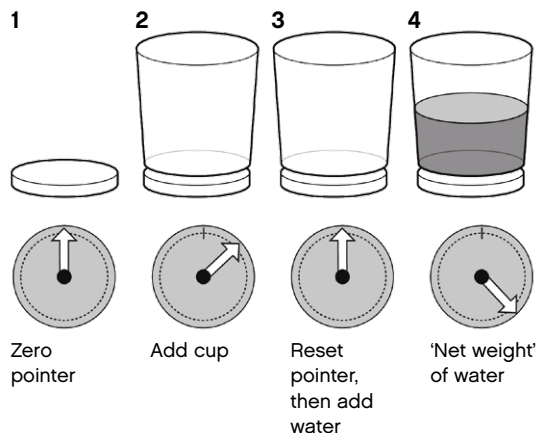


### Slimme Balans

Dat gaan we uitzoeken: hoe vinden we het gewicht van een vloeistof in een kop, of van de chocolaatjes in een doos... of de munten in een spaarvarken – maar zónder het gewicht van kop, doos of varken mee te tellen?  
Vraag de kinderen om suggesties: kan er iemand op het idee van het 'nulstellen' van de wijzer komen?

### We moeten het gewicht van de kop van de rest kunnen aftrekken

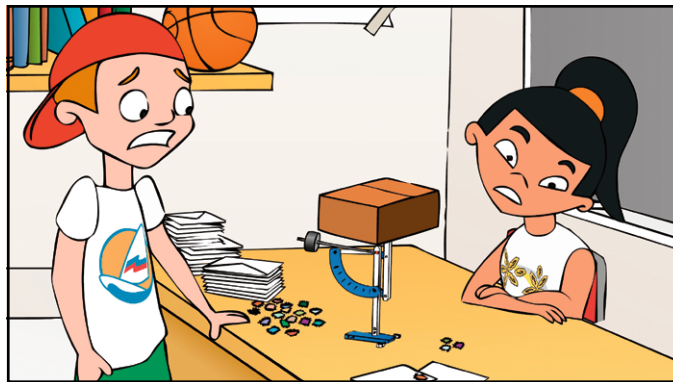
1. Teken de gekalibreerde, cirkelvormige schaalverdeling of knip een kopie ervan uit, bevestig hem aan de schaalverdeling van het model en zet de wijzer op nul.
2. Plaats een plastic beker op de weegschaal.
3. Zet de wijzer terug naar 'nul'.  
Meet 100 ml water af in een maatbeker
4. Giet het water in de beker ... het water zou 100 gram moeten wegen!  
Door de wijzer terug naar nul te draaien werd het gewicht van de beker 'afgetrokken'.  
Op deze manier bepalen we het nettogewicht (alleen wat de inhoud weegt).



# Briefweger

Naam/namen: \_\_\_\_\_

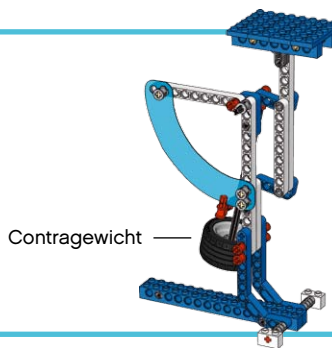
Hoe kan Jannie een eerlijk systeem bedenken om het verschil in gewicht te bepalen tussen de verschillende brieven en pakjes waar haar klasgenoten mee aankomen? Dat gaan we uitzoeken!



## Bouw de briefweger

(alles uit boekje 6A, en boekje 6B tot bladzijde 11, stap 20).

- De arm moet vrij kunnen draaien. Als hij stroef beweegt, kun je proberen de asbussen wat losser te zetten. Zorg ervoor dat alle andere elementen stevig aangedrukt zijn
- Schuif het contragewicht langs de as om de wijzer terug op nul te stellen

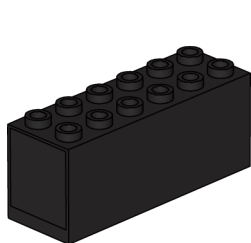
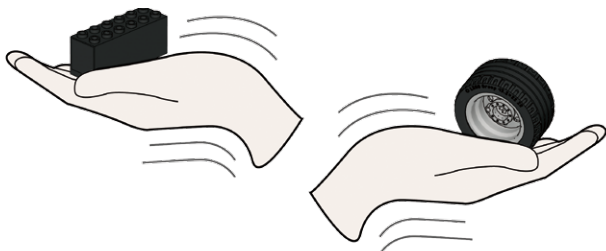


## Hand tegen machine: Welke weegt het best?

- Leg 5 dingen op volgorde, van lichtst naar zwaarst
- Schrijf ze op in de velden van een tabel
- Maak eerst een schatting van hun gewicht
- Weeg hierna alle voorwerpen

### Idee:

Probeer een 'bekend gewicht' in je andere hand te houden terwijl je een schatting maakt!



53 g



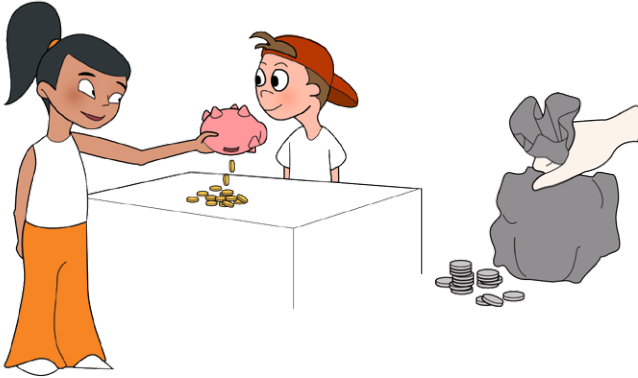
16 g

	Mijn voorwerpen	Mijn schatting	Mijn meting
1		g	g
2		g	g
3		g	g
4		g	g
5		g	g

### Zakken vol geld

Bouw het model uit boekje 6B, tot bladzijde 16, stap 12 met blanco schaalverdeling.

- Weeg 5, 10 en 20 van dezelfde munten
- Markeer de schaalverdeling in 'aantal munten'
- Raad eerst hoeveel munten er in de geheime 'geldzak' zitten en weeg daarna de geldzak
- Tel de munten uit de zak – hoe goed was je schatting?



Mijn schatting	Mijn meting/weging	Mijn telling

### Mijn fantastische weegmachine

Maak een tekening van jouw ontwerp voor een weegmachine en benoem de onderdelen. Beschrijf hoe de 3 beste delen ervan werken.





## Klik-klok

### Design en technologie

- Materialen en componenten combineren
- Mechanismes gebruiken – tandwielen
- Testen, alvorens verbeteringen aan te brengen

### Wetenschap

- Tijd meten
- Schaalverdelingen kalibreren
- Impulsen onderzoeken
- Energie
- Wetenschappelijk onderzoek

### Begrippenlijst

- Slinger
- Nauwkeurigheid
- Kalibreren
- Schaalverdeling
- Energie

### Andere benodigde materialen

- Tijdmeter of stopwatch

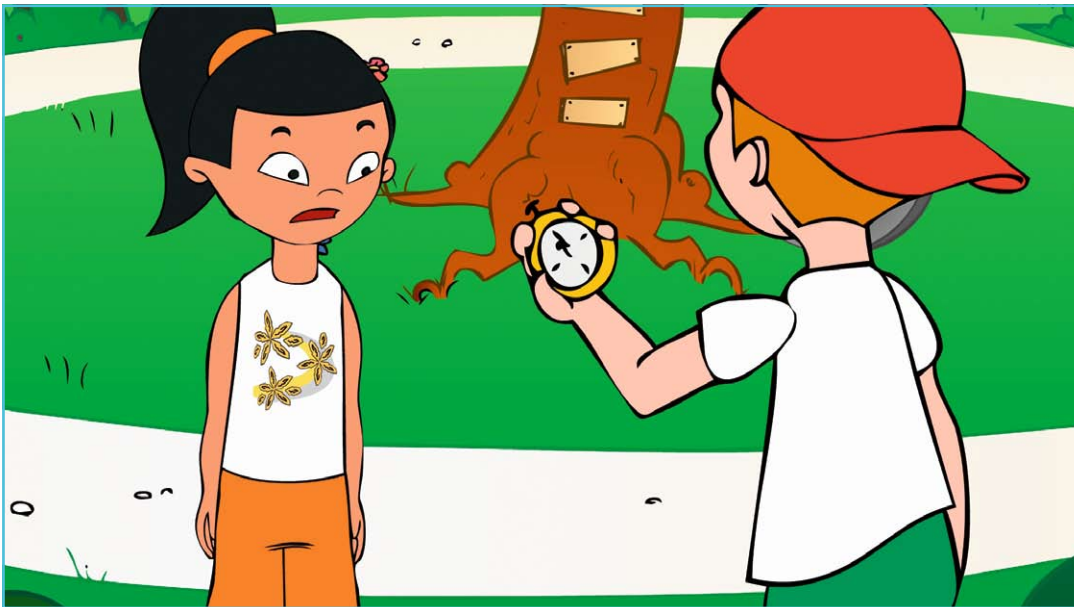
## Combineren

Jan en Jannie hebben naar de Olympische Spelen gekeken op tv, en willen nu onderzoeken wat er allemaal bij komt kijken om een Olympisch record te breken. Ze gaan naar de achtertuin en houden een wedstrijd om wie het snelst drie keer rond de oude eik op het grasveld kan rennen.

Jannie start als eerste en Jan zegt: "Op uw plaatsen... Klaar... Af!" Hij drukt zijn stopwatch in op precies hetzelfde moment dat hij "Af" zegt. Maar hij drukt veel te hard op het knopje en de stopwatch gaat kapot.

Hoe moeten ze nu de tijd opnemen bij de hardloopwedstrijd om de boom?

**Hoe maken we een tijdmeetmachine om tijd mee op te nemen bij wedstrijden?  
Dat gaan we uitzoeken!**



## Construeren

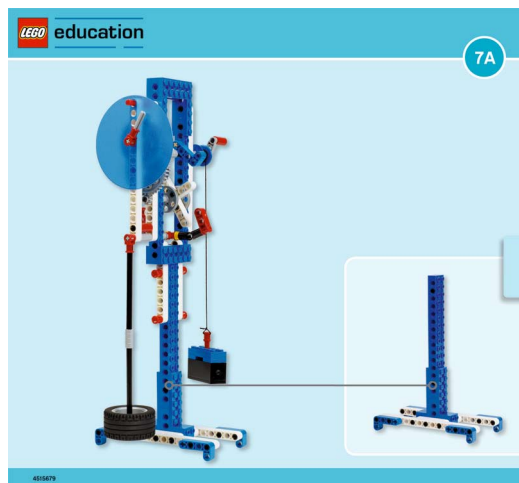
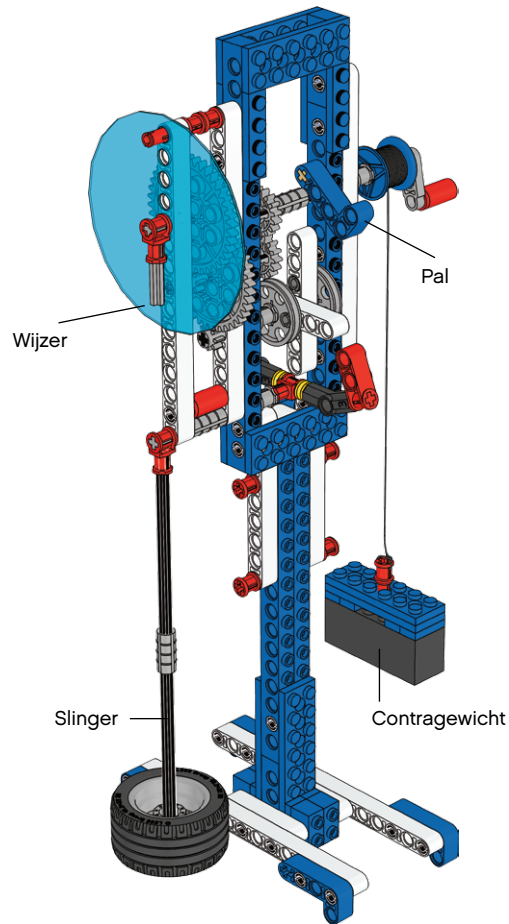
### Bouw de klik-klok

(Alles uit boekje 7A, en boekje 7B tot bladzijde 17, stap 26).

Maak de pal los die de bovenste as tegenhoudt, schuif de tandwielen uit en draai het contragewicht op met de hendel. Schuif de tandwielen weer op hun plaats, zet de pal terug en zet de slinger in beweging.

Wat gebeurt er?

*De klik-klok begint te tikken.*



## Contempleren

### Laat de tijd sneller of langzamer gaan!

Eerst voorspellen - dan testen.

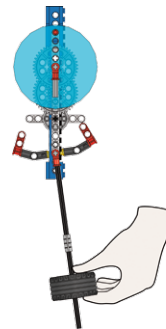
- A. Zorg ervoor dat het grote wiel zich in de laagste stand bevindt. Hoeveel seconden doet de wijzer erover om rond de wijzerplaat te draaien?

*Het duurt ongeveer 70 seconden.*



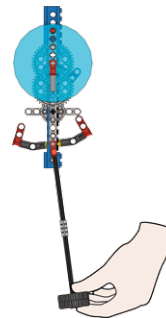
- B. Schuif het grote 'gewichtswiel' ver omhoog op de as, zet de slinger in beweging en neem de tijd opnieuw op.

*Nu tikt de klok nog sneller. De wijzer draait helemaal rond in ongeveer 55 seconden.*



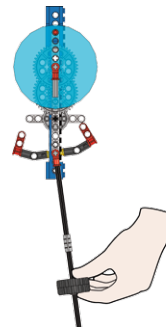
- C. Hang nu een klein wiel aan de slinger, zoals getoond op blz. 18, stap 27. Hoe lang doet de wijzer er nu over om één keer rond de schijf te draaien?

*Het duurt ongeveer 56 seconden. Dit is sneller dan met een groot wiel op dezelfde plaats op de slinger. Dit komt omdat een klein wiel minder weegt en er dus minder energie nodig is om de slinger heen en weer te laten gaan.*



### Kalibreren op 1 minuut

Je kunt de klok op bijna precies 1 minuut kalibreren. Schuif het kleine wiel over de slinger op en neer en test totdat je een positie vindt waarbij de wijzer in ongeveer 60 seconden rond de schijf draait.



**Tip:** Je kunt de omdraaingstijd dicht bij de minuut krijgen door het wiel ongeveer 3 centimeter hoog op de slinger te plaatsen.

## Continueren

### Lange slinger

Bouw het model uit boekje 7B tot bladzijde 20, stap 3.

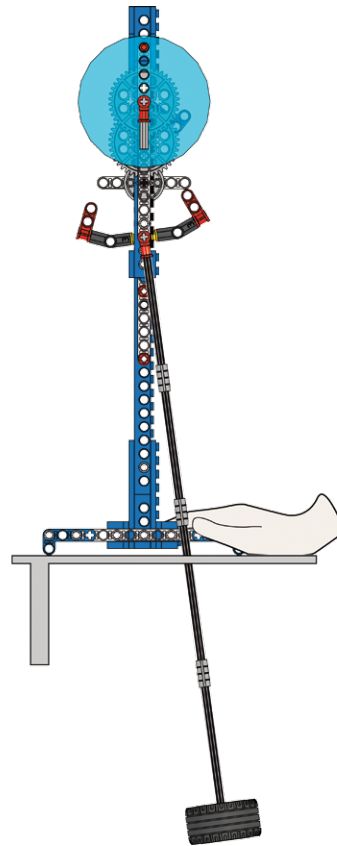
Wat zou er gebeuren als de slinger veel langer gemaakt wordt?

Plaats de klik-klok op de rand van een tafel.  
Houd de klok onderin vast om hem te stabiliseren.

Wat gebeurt er?

*De klik-klok gaat veel langzamer.*

*De slinger zwaait dan veel langzamer heen en weer: je kunt nu een veel langere periode dan een minuut meten, omdat de lange en zware slinger meer energie en tijd nodig heeft om heen en weer te bewegen.*



# Klik-klok

Naam/namen: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

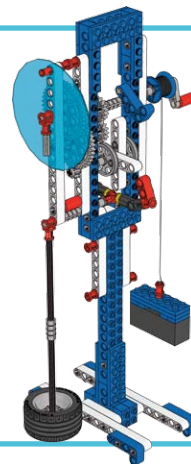
**Hoe maken we een tijdmeetmachine om tijd mee op te nemen bij wedstrijden? Dat gaan we uitzoeken!**



## Bouw de klik-klok

(alles uit boekje 7A, en boekje 7B tot bladzijde 17, stap 26).




Wind de klok op en zet hem in beweging door de slinger een zetje te geven.



## Laat de tijd sneller of langzamer gaan!

Eerst voorspellen, en dan testen volgens de uitdagingen in de tabel.

Hoeveel seconden doet de wijzer erover om rond de wijzerplaat te draaien voor model A? En B? En C?

	Mijn voorspelling	Mijn metingen
<b>A</b> 	seconden	seconden
<b>B</b> 	seconden	seconden
<b>C</b> 	seconden	seconden

### Lange slinger

Bouw het model uit boekje 7B tot bladzijde 20, stap 3.

Plaats de klik-klok op de rand van een tafel.  
Houd de klok onderin vast om hem te stabiliseren.  
Wat gebeurt er?

**Mijn antwoord:**

---

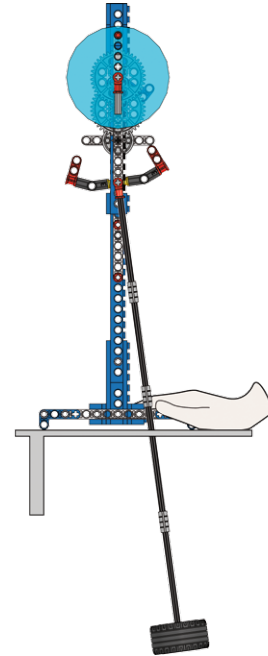
---

---

---

### Mijn wereldschokkende superklok:

Teken je beste ontwerp voor een tijdmetr - misschien één die een gek geluid kan maken na precies een minuut.  
Beschrijf hoe de 3 beste delen ervan werken.





## Windmolen

### Design en technologie

- Mechanismen gebruiken – vertragende en versnellende overbrenging
- Ontwerpen en maken
- Materialen combineren
- Tandraden (met pal)
- Veiligheids- en stuursystemen

### Wetenschap

- Krachten en beweging
- Duurzame energie
- Gewicht meten
- Tijd meten
- Kracht
- Oppervlakte
- Eerlijk testen
- Invangen, opslaan en gebruiken van energie
- Wetenschappelijk onderzoek

### Woordenschat

- Duurzame energie
- Kracht
- Oppervlakte
- Gewicht
- Hoek
- Vorm
- Vertragende overbrenging
- Nuttig effect

### Andere benodigde materialen

- Een bureauventilator, of een frisse bries
- Messing gewichtjes of modelleermassa
- Een stopwatch of een andere vorm van tijdmeting, met secondenwijzer
- Optioneel: dun karton en schaar om 'wieken' voor de windmolen te maken



## Combineren

Jan en Jannie hebben een enorm grote en zware schatkist gevonden bij een oude mijn. Hij is echt heel zwaar en hoe hard ze ook hun best doen, ze krijgen de kist niet omhoog getrokken.

De oude molen die vlakbij staat werd ooit gebruikt om water uit de mijn te pompen. Jan en Jannie vragen zich af of ze de molen kunnen gebruiken.

Hector de hond heeft hard geholpen met graven om de kist vrij te maken, dus hij is behoorlijk moe. Hector loopt een stukje bij Jan en Jannie vandaan om een beetje uit te rusten - en hij vindt een lang touw. Hij rent terug en hoopt dat de kinderen een wandeling met hem willen maken met deze nieuwe 'honderiem'.

Jan herinnert zich dat hij eens in een film heeft gezien hoe een windmolen werd gebruikt om iets zwaars op te tillen - hij vertelt Jannie meteen over zijn idee. Nu kunnen ze gaan verzinnen hoe ze de schatkist omhoog kunnen krijgen!

**Hoe kun je met een windmolen en een touw een zware last verplaatsen?  
Dat gaan we uitzoeken!**



## Construeren

### Bouw de windmolen

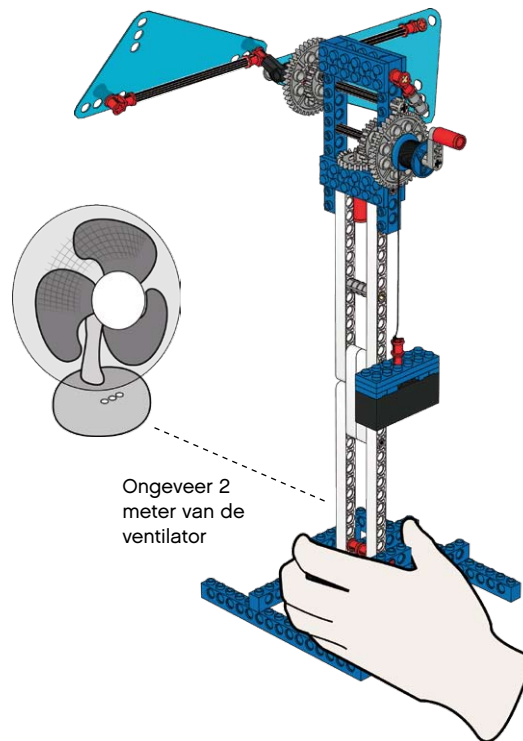
(Alles uit boekje 8A, en boekje 8B tot bladzijde 12, stap 17).

- Draai de molen met de hand rond.  
Kunnen de wieken makkelijk ronddraaien?
- Als de molen stroef aanvoelt, kun je de asbussen wat losser zetten. Zorg ervoor dat alle andere elementen goed vastzitten

### De windmolen opzetten

NB. In de startfase van het project moet je een basismodel bouwen, waarmee het testgebied wordt voorbereid.

- Plaats de ventilator op de vloer, in de buurt van een stopcontact
- Plaats het model er ongeveer 2 meter vandaan
- Kies een instelling voor de ventilator en schuif het model heen en weer totdat je een afstand vindt waarbij de molen **PRECIES GENOEG** wind vangt om het gewicht - langzaam - op te kunnen tillen
- **HANDHAAF DEZELFDE INSTELLING VAN DE VENTILATOR VOOR ALLE TESTS** (totdat je het effect van verschillende windsnelheden gaat testen, uiteraard)
- Maak een streep op de vloer (b.v. met plakband) vlak vóór het basismodel. De streep geeft het begin van de 'veilige' zone aan: erachter kunnen eventueel meerdere molens door meerdere groepen tegelijk getest worden. Controleer bij alle tests dat de molens dezelfde hoeveelheid wind ontvangen



## Contempleren

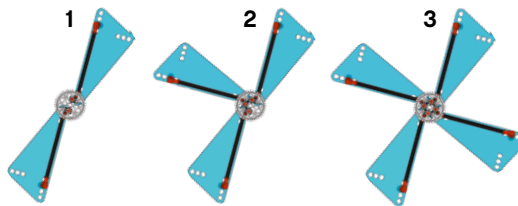
### Welk aantal wieken werkt het best?

Probeer te voorspellen, en onderzoek, door welke combinatie de schatkist (het gewichtsblok) het snelst opgetild wordt. Kun je uitleggen hoe dit komt?

*Voorbeeld 3 is de beste combinatie. Dit heeft het grootste oppervlak om windenergie mee te 'vangen'.*

*Verrassing!*

*Voorbeeld 2, met a-symmetrische wieken, werkt meestal het slechtst. De combinatie is te weinig in evenwicht om effectief te kunnen zijn, hoewel hij een groter oppervlak heeft dan voorbeeld 1 met slechts twee wieken.*



### Idee:

Doet de vorm van de wieken ertoe? Als er tijd voor is, zou je kunnen proberen verschillend gevormde wieken te maken van karton, maar met dezelfde oppervlakte als de wieken van het basismodel.

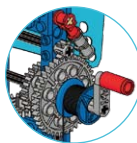
### NB.

Iedere wiek heeft een oppervlakte van ongeveer 40 cm<sup>2</sup>.

### Wat is de functie van het tandrad als:

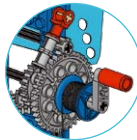
- de last op weg omhoog is en de wind ineens stilvalt?

*De molen staat stil, maar de pal in het tandrad verhindert dat de zware last weer omlaag valt. Dit is een goede veiligheidsvoorziening.*



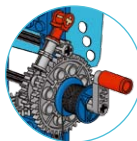
- je het tandrad in deze positie zet terwijl de wind blaast?

*De molen komt tot stilstand. De 'krachten werken tegengesteld'.*



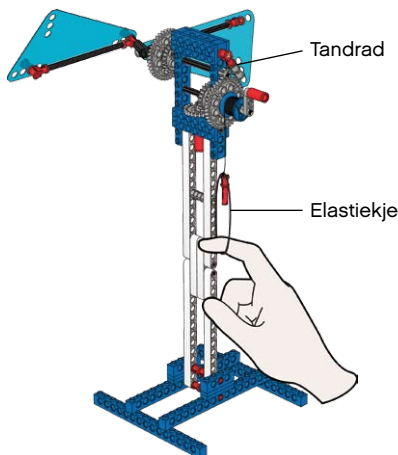
- je het tandrad in deze positie zet terwijl de last opgehesen is en de wind stilvalt?

*De molen wordt een ventilator, aangedreven door de energie die door de vallende last vrijgegeven wordt. Je krijgt dus eigenlijk de wind weer terug!*



### Krachtsmeter van elastiek

Bind een elastiekje aan de hijsdraad, of zet er een weeghaak op om de 'tilkracht' te meten die de molen kan leveren voor hij stilvalt. Meet hoeveel het elastiek uitrekt, of lees de weeghaak af. Je zult verbaasd staan van de kracht die de molen kan ontwikkelen!



## Continueren

### Draaitollen!

Hoe kunnen we energie opslaan voor later gebruik?

Bij dit experiment draaien we de last met handkracht omhoog. Je kunt natuurlijk ook windkracht gebruiken, maar haal dan de vleugels van de molen af alvorens de tol los te laten.

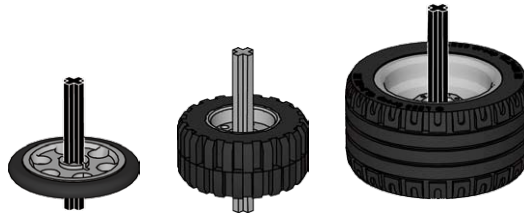
Ontkoppel de overbrenging zoals beschreven op bladzijde 14, stap 1 en bouw de 3 verschillende draaitollen, bladzijde 14, stap 16.

- Voeg energie toe door het gewicht omhoog te draaien en gebruik de pal in het tandrad om het gewicht omhoog te houden en de energie op te slaan
- Zet één van de tollen op de as
- Plaats het gewicht zodanig dat het over de rand van de tafel naar beneden kan vallen
- Koppel het tandrad los: de energie van het vallende gewicht draait de tol rond
- Til de hele constructie omhoog om de tol 'los te laten'
- Dit vergt enige oefening, dus wees geduldig
- Welke tol draait het langst - en waarom? Probeer het gedrag van elke tol te voorspellen en voer meerdere tests uit

### Nog meer tollen

Bedenk je eigen tollen en probeer of je ze nog langer of sneller kunt laten draaien.

Verzin een spel met de tollen en ontwikkel je eigen puntensysteem.



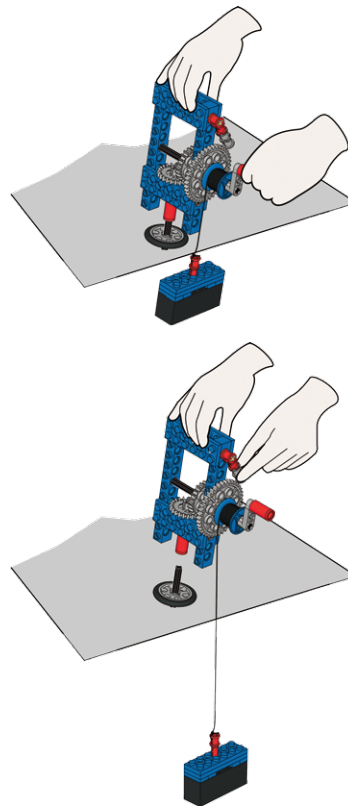
### Wist je dit?

De verschillende tollen wegen ongeveer:

2 g

8 g

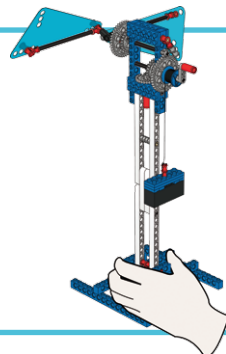
16 g



# Windmolen

Naam/namen: \_\_\_\_\_

Hoe kun je met behulp van een windmolen en een touw een zware last verplaatsen? Dat gaan we uitzoeken!



## Bouw de windmolen

(alles uit boekje 8A, en boekje 8B tot bladzijde 12, stap 17).

- Verzeker je ervan dat de wieken makkelijk kunnen draaien
- Als de molen stroef draait, kun je de asbussen een beetje losser maken. Zet alle andere elementen goed vast

## Maakt het aantal wieken enig verschil?

- Probeer te voorspellen hoe snel de verschillende ontwerpen de schatkist (gewichtssteen) zullen optillen - en voer dan de tests uit. Gebruik hierbij een vorm van tijdmeter
- Zorg ervoor dat de windkracht tijdens alle experimenten dezelfde is

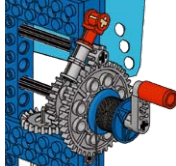
*Langzaam*      *Snel*      *Middel*

1 	2 	3 
Mijn voorspelling	Mijn voorspelling	Mijn voorspelling
Feitelijke snelheid	Feitelijke snelheid	Feitelijke snelheid

## Welke invloed heeft het tandrad?

Probeer voor iedere positie van het tandrad te voorspellen wat er met de schatkist gebeurt, met of zonder wind.

*Optillen*      *Gestopt*      *Vallen*

1: Wind 	2: Geen wind 	3: Geen wind 
Mijn voorspelling	Mijn voorspelling	Mijn voorspelling
Wat gebeurde er?	Wat gebeurde er?	Wat gebeurde er?

### In het rond tollen


Bouw het 'opwind'-model zoals beschreven op bladzijde 14, stap 1 en de 3 verschillende tollen van bladzijde 14, 15 en 16.

- Gebruik de energie van een vallend gewicht om de tollen te laten draaien
- Hoe lang denk je dat iedere tol zal blijven draaien?



#### Probeer ook:

- kartonnen tollen met gekleurde spiralen
- tandwielen als tollen
- zelf een tollen-spel te verzinnen en een puntensysteem te ontwikkelen

		
Mijn voorspelling	Mijn voorspelling	Mijn voorspelling
Feitelijke draaitijd	Feitelijke draaitijd	Feitelijke draaitijd

### Mijn wonderbaarlijke windmolen

Maak een tekening van jouw ontwerp voor een machine om windenergie te benutten en benoem de onderdelen. Beschrijf hoe de 3 beste delen ervan werken.



## Zeil wagen

### Design en technologie

- Mechanismen gebruiken – vertragende overbrenging
- Onderdelen aan elkaar monteren
- Materialen combineren

### Wetenschap

- Duurzame energie
- Oppervlakte meten
- Afstanden meten
- Tijd meten
- Krachten
- Wrijving
- Luchtweerstand
- Druk
- Wetenschappelijk onderzoek

### Woordenschat

- Oppervlakte
- Windweerstand (luchtweerstand)
- Duurzame energie
- Vertragende overbrenging
- Wrijving

### Andere benodigde materialen

- Een 4 meter lange strook gladde vloer
- Afplaktape
- Rolmaat of meetlint
- Tijdmeter of stopwatch
- bureauventilator met 3 snelheden
- Optioneel: dun karton, schaar, potloden en linialen om zelf zeilen te maken

## Combineren

Dit weekend waait er een frisse bries op het strand, en Jan en Jannie hebben veel plezier. Ze hebben hun oude zeepkistkar bij zich. Vandaag is Jannie aan de beurt om Jan en de hond Hector te duwen, maar het waait stevig waardoor het erg moeilijk is de kar vooruit te krijgen.

Uiteindelijk geeft Jannie het op - en Jan begrijpt dat best. Hector de hond probeert te helpen: hij ziet ineens een oude handdoek liggen, half begraven in het zand. Jannie heeft hem ook gezien, en nu overwegen ze of de handdoek, de wind en nog wat andere dingen gebruikt kunnen worden om een soort zeilwagen te maken waarmee ze allemaal veilig een plezierritje kunnen maken.

**Hoe maak je een veilige, door de wind aangedreven wagentje ... waar minstens één persoon in kan zitten?**

**Dat gaan we uitzoeken!**





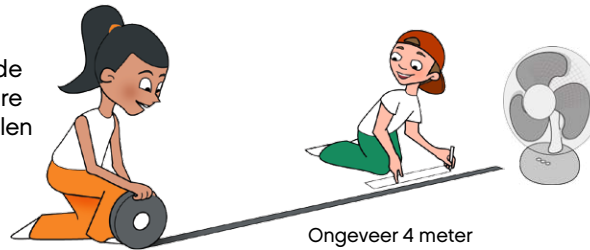
## Construeren

### Waarschuwing!

Ventilators kunnen gevaarlijk zijn. Zorg ervoor dat de leerlingen er altijd uiterst voorzichtig mee omgaan!

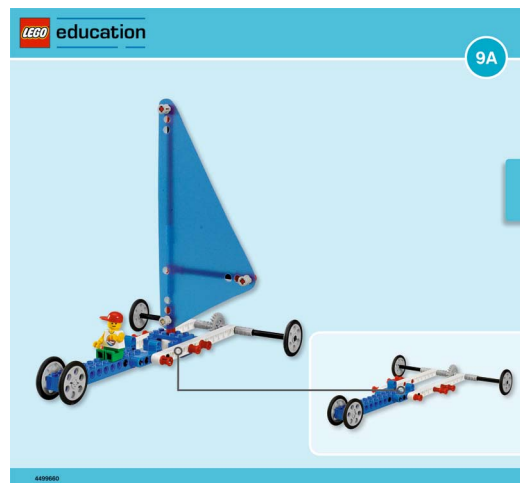
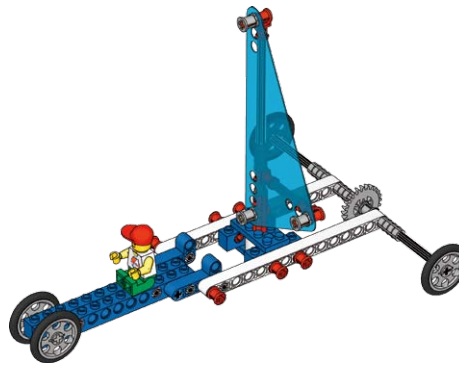
### Bouw eerst de testbaan

Plak een strook van 4 meter afdektape op de vloer en zet er vanaf de ventilator voor iedere 10 cm een streepje op. Nu kunnen we modellen gaan bouwen!



### Bouw de zeil wagen

(Alles uit Boekje 9A, en boekje 9B tot bladzijde 5, stap 12).Bouw hem eerst met het kleine zeil.

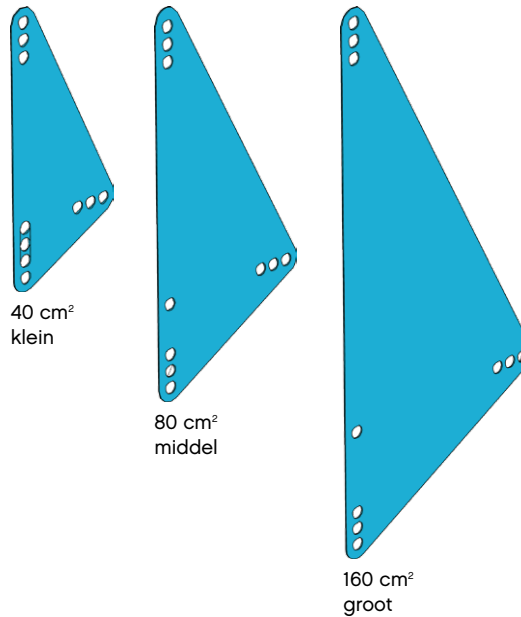


## Contempleren

### Maakt de grootte van het zeil een verschil?

Voorspel en test: wat zou het verschil kunnen zijn tussen het 40 (klein), 80 (middel) en 160 (groot)  $\text{cm}^2$  zeil? Hoe ver rolt de wagen ermee ... en (optioneel) hoe snel? Voer de test minstens drie keer uit met elk zeil, voor een wetenschappelijk betrouwbaar resultaat.

*In onze tests rolde de wagen met het '40' zeil ongeveer 1.5 m, met het '80' zeil ongeveer 2 m en met het '160' zeil ongeveer 2.5 m, ofwel: een twee keer zo groot zeiloppervlak vangt meer wind, maar de afgelegde afstand wordt niet dubbel zo groot. Waarom? Hoe verder weg van de ventilator, hoe zwakker de wind! Met een groter zeil bewoog de wagen in het begin sneller. Maar voor alle zeilen geldt, dat de wagen na ongeveer 10 seconden stopte. Een zeilwagen kan nooit harder gaan dan de wind zelf – althans met meewind!*



**Tip:**  
Kies EEN snelheid voor de ventilator, voor alle tests. Het maakt niet uit welke - wij gebruikten 'hoog'.

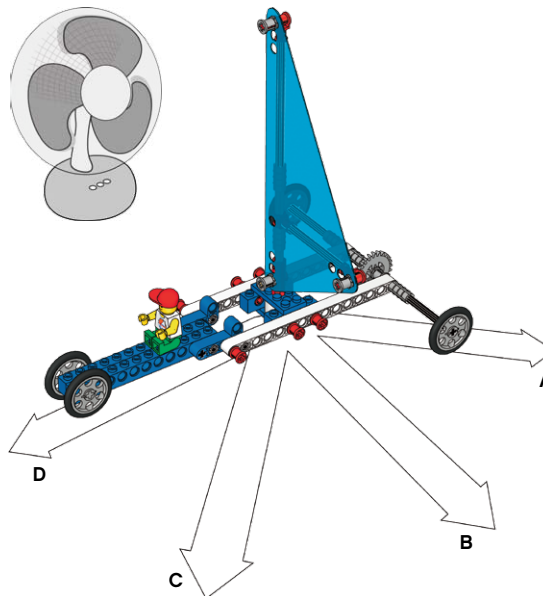
**NB.**  
Een serieuze onderzoeker zou kunnen voorstellen de zeilwagen ook zonder zeil te testen, om te zien of de kale mast wind vangt. Probeer dit eventueel ook.

### Wat gebeurt er als de wind het zeil onder een hoek raakt?

Laat de zeilwagen onder verschillende hoeken met de windrichting rijden. Kun je uitleggen wat er gebeurt?

*Bij de meeste hoeken (behalve 'D') gaat de wagen nog steeds vooruit! Een gedeelte van de winddruk wordt 'afgebogen' door het zeil, en dit geeft voorwaartse 'zeildruk'.*

*De andere component van de winddruk probeert de wagen 'opzij te schuiven'. In feite kan een zeilwagen die onder hoek B of C t.o.v. de windrichting rijdt, hoge snelheden ontwikkelen – maar hij zou ook kunnen kantelen.*



**Wist je dit?**  
Het LEGO® figuurtje weegt 3 gram. De zeilwagen weegt ongeveer 55 gram. De gewichtssteen weegt 53 gram. Voorspel en test hoe de wagen het doet als je er een gewichtssteen oplegt.

### Doet de vorm van het zeil ertoe?

Probeer van dun karton of papier zeilen te maken met dezelfde oppervlakte, maar verschillende vormen. Gebruik het internet of boeken om informatie te vinden over dwarsgetuigde schepen, het vlot Kon Tiki, Chinese jonken en Arabische Dhows.

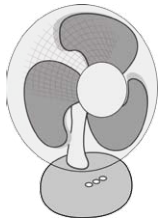
## Continuëren

### De Windzuiger

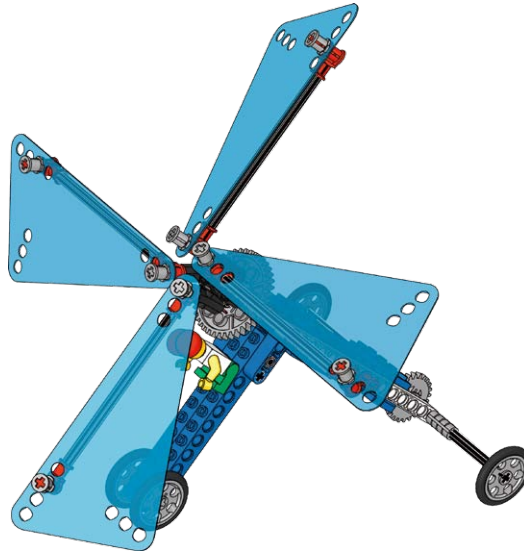
Bouw het model om, zoals getoond op bladzijde 24, stap 15. Houd het model 2 m van de ventilator, en keer het naar de ventilator (die op 'hoge snelheid' is gezet) toe. Voorspel wat er zal gebeuren als je het model loslaat. Probeer het en kijk wat er gebeurt! Kun je uitleggen hoe dit komt?

*Het model gaat eerst steeds sneller naar de ventilator toe. Maar de wielen beginnen misschien te slippen als het model te dicht bij de ventilator komt.*

- De energie van de wind wordt opgevangen in de 'wieken' en door een overbrenging vertraagd (3:1), waardoor de kracht vergroot wordt. Deze kracht drijft de wielen aan - in tegengestelde richting
- Op het moment dat de wagen 'slipt' - is de kracht van de wind in de ene richting even groot als de wrijvingskracht van de banden die in de andere richting werkt



Ongeveer 2 meter van de ventilator



### Het model effectiever maken?

Leg een gewichtssteen op de wagen en kijk wat er gebeurt. Vervang ook de dunne wielen door grotere.

*Als de wagen slipt, kan een toegevoegd gewicht de wrijving vergroten doordat het de wielen harder tegen de vloer drukt.*

*Grote, brede wielen hebben een groter contactvlak met de vloer, dwz. de wrijving en de 'grip' worden groter en de wagen beweegt verder vooruit. Hij zal ook sneller gaan, door de grotere wielen.*

**Idee:**  
Voorspel en test wat er gebeurt als de wagen van de ventilator weggekeerd wordt.

# Zeil wagen

Naam/namen: \_\_\_\_\_

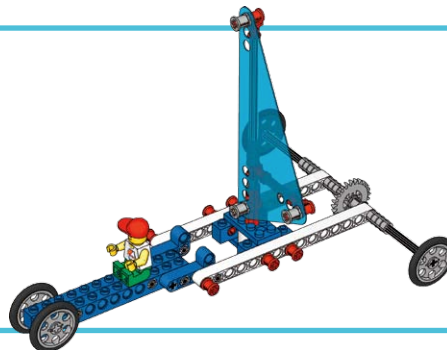
Hoe maak je een veilige, door de wind aangedreven wagen waar minstens één persoon in kan zitten? Dat gaan we uitzoeken!



## Bouw de zeil wagen

(alles uit boekje 9A, en boekje 9B tot bladzijde 5, stap 12).




- Gebruik het kleine zeil



## Welk verschil maakt de maat van het zeil?

- Zet de ventilator aan en voorspel en test hoe VER ieder model zal rollen bij dezelfde windsnelheid
- Voer de test minstens drie keer uit met elk zeil, voor een wetenschappelijk betrouwbaar resultaat

NB. VENTILATOREN en VINGERS! VOORZICHTIG!

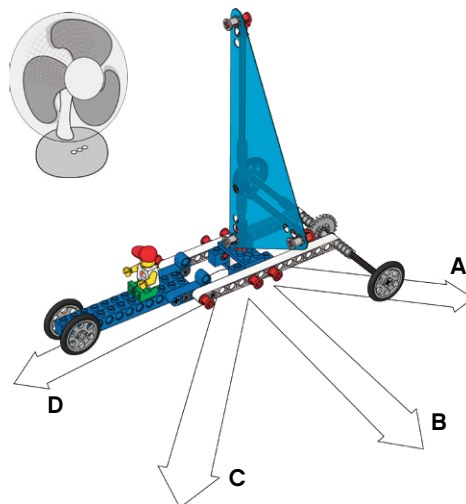
	Mijn voorspelling	Feitelijke afstand	
<b>Klein</b> 40 cm <sup>2</sup> zeil 			
<b>Middelgroot</b> 80 cm <sup>2</sup> zeil 			
<b>Groot</b> 160 cm <sup>2</sup> zeil 			

## Maakt de hoek waaronder de wind in het zeil valt een verschil?

- Laat de zeilwagen onder verschillende hoeken door de luchtstroom rijden
- Hoe snel rijdt de wagen onder de verschillende hoeken?
- Schrijf de woorden die goed beschrijven wat er gebeurt naast de pijlen

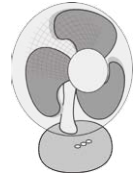
**Gestopt**      **Middelmatige snelheid**

**Snel**      **Langzaam**

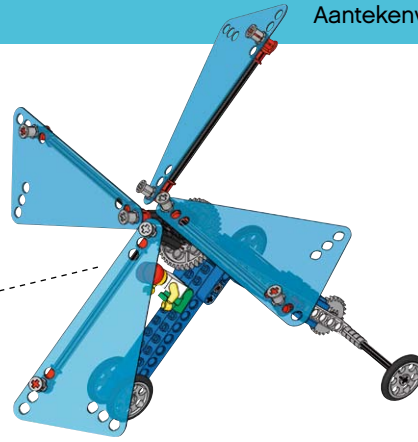


### De Windzuiger

- Bouw het model uit boekje 9B, tot bladzijde 24, stap 15
- Houd het model op ongeveer 2 meter van de ventilator, en er naartoe gekeerd, vast
- Voorspel wat er zal gebeuren en laat het model los.



Ongeveer 2 meter van de ventilator



Mijn voorspelling	Feitelijke afstand



#### Probeer ook:

- Grote, brede achterwielen
- Een gewichtssteen
- Twee of drie 'wieken'
- Naar achteren gericht

### Mijn zeilwagen

Maak een tekening van jouw ontwerp voor een door windkracht aangedreven voertuig en benoem de onderdelen. Beschrijf hoe de 3 beste delen ervan werken.



## Vliegwieler

### Design en technologie

- Mechanismen gebruiken – versnellende overbrenging
- Onderdelen aan elkaar monteren

### Wetenschap

- Afstanden meten
- Tijd meten
- Krachten
- Bewegingsenergie
- wrijving en luchtweerstand
- Wetenschappelijk onderzoek

### Woordenschat

- Versnellende overbrenging
- Vlieg wiel
- Massa
- Positie

### Andere benodigde materialen

- Een 3 meter lange strook gladde vloer
- Afplaktape
- Rolmaat of meetlint
- Tijdmeter of stopwatch

## Combineren

Jan en Jannie hebben ruzie gemaakt en zijn het huis uit gestuurd om een beetje 'af te koelen'. Jannie spant Hector de hond voor de kar om haar te trekken, maar het gaat veel te langzaam.

Jan speelt met zijn tollen. Het gaat heel goed, maar eigenlijk wil Jan veel liever vriendschap sluiten met Jannie en weer met haar spelen. Voor Jannie geldt hetzelfde – het is veel leuker om goede vrienden te zijn en samen iets anders te verzinnen, dan de saaie spelletjes die ze alleen kan doen.

Ze kijken zo'n beetje naar elkaar, en ineens krijgt Jannie een idee. Hoe zou het zijn om het laten rijden van de kar te combineren met de energie van een tol? Kan dat, denk je?

**Zou het kunnen dat de draaiende beweging van een tol kan helpen om een kar vooruit te duwen, en zal die kar dan verder kunnen rijden – en langer?**

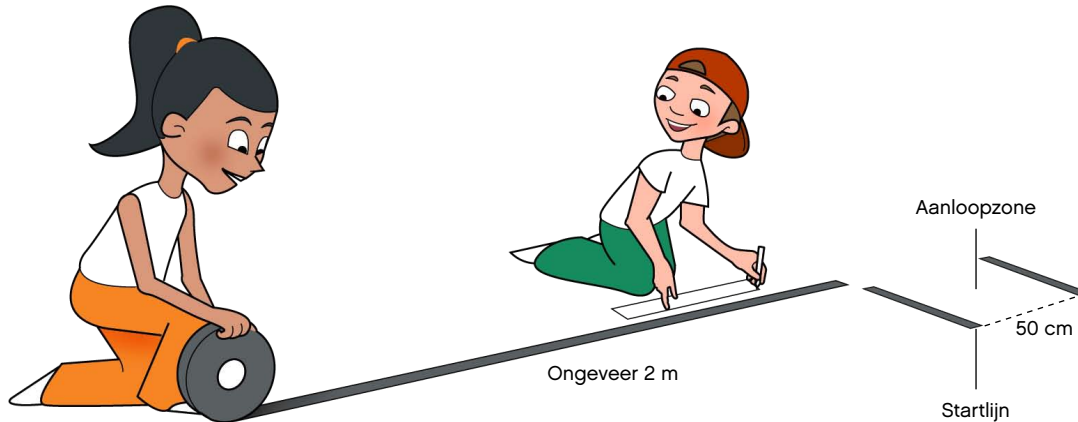
**Dat gaan we uitzoeken!**



## Construeren

### Bouw eerst de testbaan

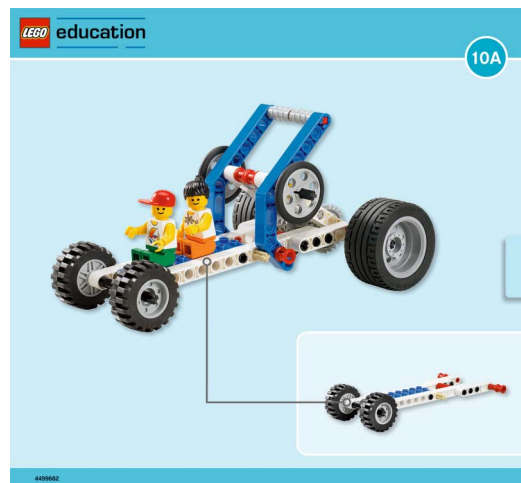
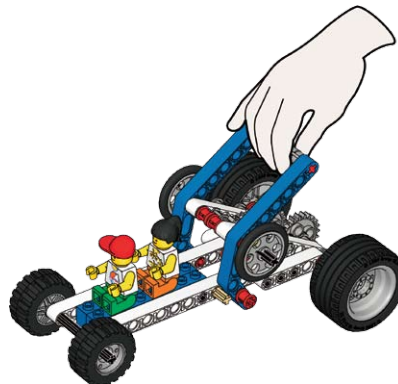
Zet een 50 cm lange aanloopzone uit. Dit gebied komt vóór de startlijn - de kar komt hier 'op gang'. Plak dan een 2 meter lange strook afplaktape op de vloer en teken er een schaalverdeling van 10 cm op. Nu kunnen we modellen gaan bouwen!



### Bouw de Vliegwiel

(Alles uit boekje 10A, en boekje 10B tot bladzijde 10, stap 20).

- Geef de kar een duwtje. Hij moet vrij lang kunnen doorrollen
- Als hij te snel vaart verliest, kun je asbussen lossen maken. Let op dat de tandwielen goed in elkaar grijpen. Duw alle andere elementen stevig vast.

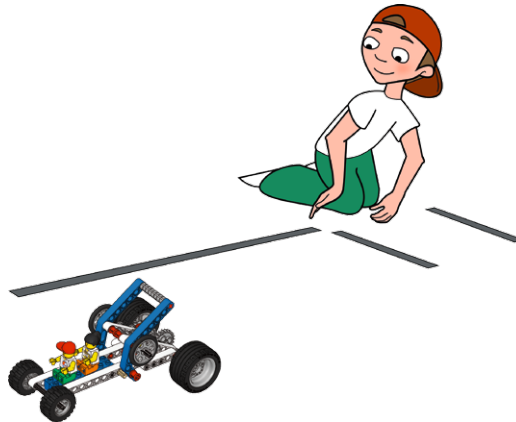




## Contempleren

### Eerlijk testen

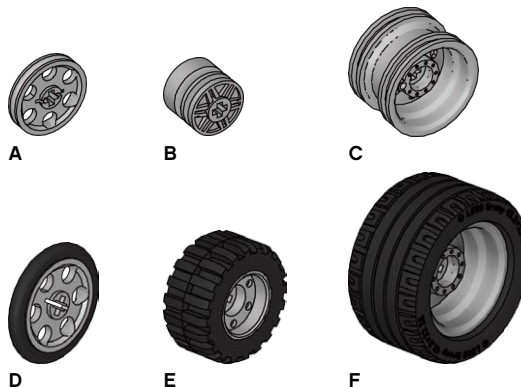
Om alle modellen eerlijk te testen neem je telkens een 'aanlooptijd' van 2 seconden over 50 cm en laat je de modellen los bij de startlijn – met dezelfde vaart. Dit vergt enige oefening! Daarom is het een goed idee om alle modellen voor de zekerheid 3 keer te testen.



### Welk type vliegwieler werkt het best?

De beste vliegwielen zorgen dat het model langer en verder door blijft rijden – met dezelfde aanloop! Probeer de test ook te doen zonder vliegwielen! Probeer het met het grote wiel, zonder en met band. Verzin je eigen combinaties.

*Zwaardere vliegwielen werken beter dan lichte types, maar er is veel spierkracht nodig om ze op gang te brengen, ofwel: de hoeveelheid bewegings- (of: kinetische) energie die wordt opgeslagen, is afhankelijk van het gewicht en de draaisnelheid van het vliegwieler.*



### Hoe ver en hoe lang rolt de kar door?

Meet hoe ver de kar doorrolt met de verschillende vliegwielen. Nog beter, maar optioneel: meet hoe lang (in tijd) de kar doorrolt!

Bouw het model tot bladzijde 12, stap 22.  
Test en meet.

Bouw het model tot bladzijde 14, stap 24.  
Test en meet.

*De karren met vliegwieler rijden heel langzaam. Hoe groter het vliegwieler – hoe langzamer de kar meestal rijdt, – maar hij rijdt ook langer en verder door.*

### Wist je dit?

De beste vliegwielen voor energie-opslag zitten in luchtdichte kasten. Ze draaien in een vacuüm om luchtwerijving te voorkomen!

### Wist je dit?

We gebruiken 8-tands en 24-tands tandwielen om een versnellende overbrenging te maken. Er zijn twee overbengingen, elk met een verhouding 1:3, ofwel: iedere keer dat het wiel op de grond 1 keer ronddraait, draait het vliegwieler 9 keer rond.

## Continueren

### Slome Schudder!

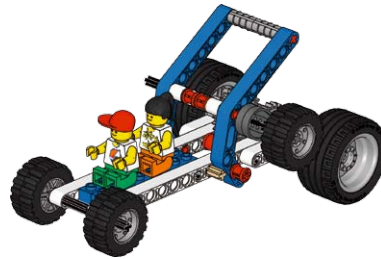
Bouw het model uit boekje 10B tot bladzijde 17, stap 3 met een vlieg wiel waarvan de as NIET in het midden zit.

Voorspel wat er zal gebeuren – en doe de test.

*De kar staat bijna meteen stil! Vliegwielen moeten DYNAMISCH in balans zijn als ze ronddraaien, anders produceren ze grote krachten die in alle mogelijke richtingen werken. Hierdoor ontstaat er grote WRIJVING op de assen.*

Probeer de Slome Schudder van een helling af te laten rollen. Wat gebeurt er? Vergelijk dit met een kar met gebalanceerd vlieg wiel.

*De 'Schudder' rolt heel langzaam en krijgt niet meer vaart. Door dynamische onbalans ontstaan krachten die onevenredig groeien bij een beetje meer vaart. Bij lage snelheden zijn ze niet zo groot. Daarom blijft de kar langzaam rijden.*



### Wist je dit?

In het echt kunnen supersnel draaiende vliegwielen exploderen als ze uit balans raken!

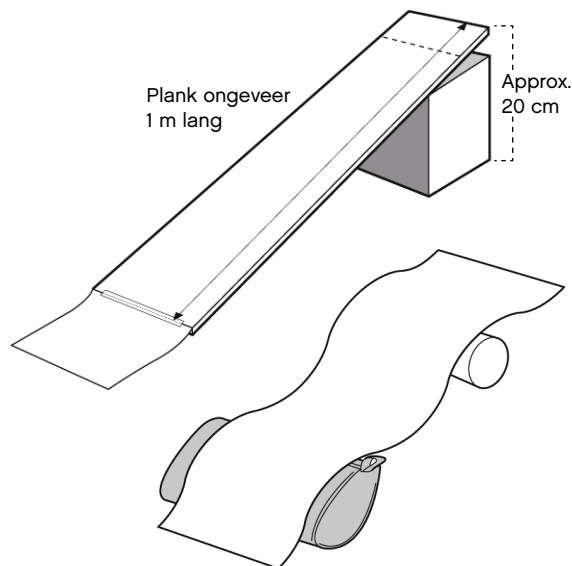
### De klimmende kar

Maak een helling waar de wagentjes tegenop kunnen rijden. Voorspel en test hoe een kar mét vlieg wiel en eentje zonder vlieg wiel het doen, als ze dezelfde aanloop krijgen (dit is niet makkelijk!). Het is geen slecht idee om deze activiteit met een aantal teams uit de klas uit te voeren.

*De kar met het vlieg wiel klimt verder omhoog. Hij heeft veel meer energie 'in voorraad'.*

Maak een aantal lage heuvels om de karren overheen te laten rijden. Dit gaat goed met dun karton dat over schoenen of andere voorwerpen geplakt wordt.

*De kar met vlieg wiel rijdt langzaam - zowel tegen de heuvel op als er vanaf. Het vlieg wiel werkt als een soort 'sturing' die de kar met regelmatige snelheid over de heuveltjes stuurt.*



### Een hindernisbaan overwinnen

Leg een flinke hoop LEGO® stenen op de vloer of op de tafel en onderzoek met welk type vlieg wiel de kar het best over zo'n LEGO 'berg' komt.

*De vlieg wiel-kar met de grootste banden is het meest geschikt om zich een weg te banen over de 'berg'.*

# Vliegwiel

Naam/namen: \_\_\_\_\_

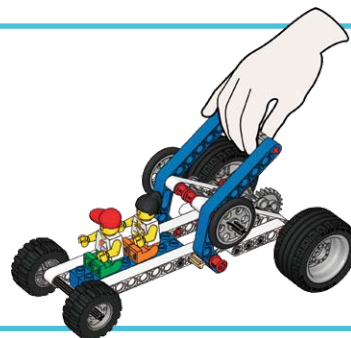
Zou het kunnen dat de draaiende beweging van een tol kan helpen om een kar vooruit te duwen en zal die kar dan verder kunnen rijden – en langer? Dat gaan we uitzoeken!



## Bouw de Vliegwiel

(alles uit boekje 10A, en boekje 10B tot bladzijde 10, stap 20).

- Verzeker je ervan dat de wielen makkelijk kunnen draaien
- Als hij te snel stopt, kun je de asbussen een beetje losser maken. Zet alle andere elementen goed vast

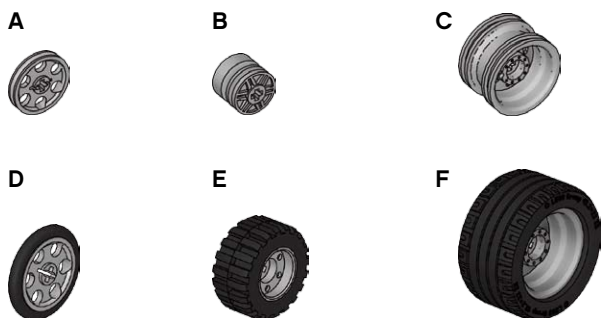


## Welk type vliegwiel werkt het best?

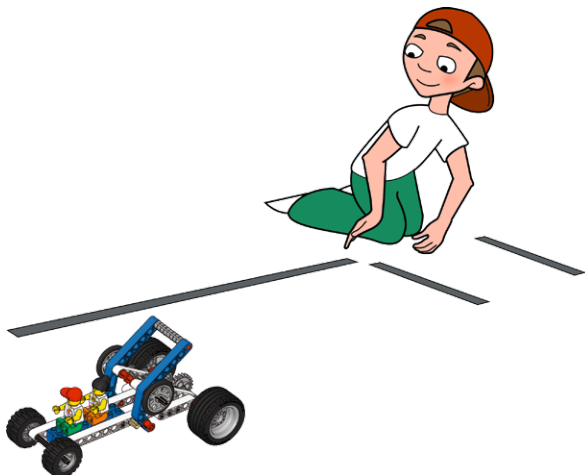
Voorspel en test hoe ver elk model zal doorrollen:

- met ten minste 3 verschillende vliegwielen of combinaties
- met dezelfde 'aanloop'
- losgelaten met dezelfde snelheid

Optioneel: meet de tijd die iedere kar doorrolt



Voer de test minstens drie keer uit met elk vliegwiel, voor een wetenschappelijk betrouwbaar resultaat.



Mijn combinatie	Mijn voorspelling	Feitelijke afstand	Tijd
A+B			

## Slome Schudder

Bouw het model uit boekje 10B, tot bladzijde 17, stap 3.  
Wat gebeurt er als het vliegwiel niet in balans is?

**Mijn voorspelling:**

---



---



---

**En dit was het resultaat van de test:**

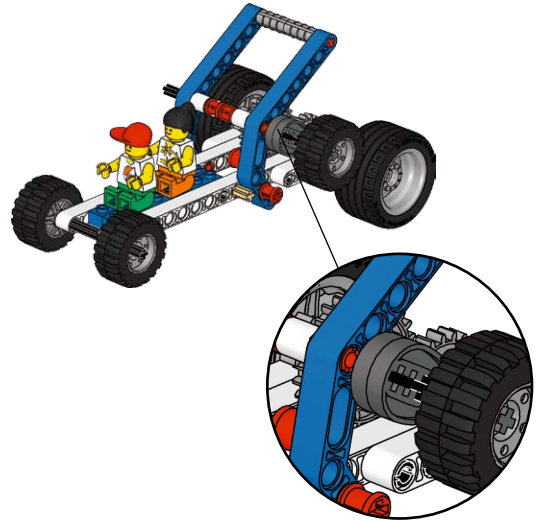
---



---



---



### Probeer ook:

- Tegen heuvels op klimmen
- over gladde vloeren en tapijt rijden
- over een hindernisbaan rijden, bijvoorbeeld een berg LEGO® stenen!

## Mijn fantastische vliegwieler

Maak een tekening van je vliegwielmachine en benoem de onderdelen.  
Beschrijf hoe de 3 beste delen ervan werken.



## Wagen met motor

### Design en technologie

- Combineren van componenten
- Tandwielen
- Wielen

### Wetenschap

- Wrijving
- Meten van afstand, tijd en kracht
- Wetenschappelijk onderzoek

### Begrippenlijst

- Contragewicht
- Wrijving
- Tandwielen
- Grip
- Koppel

### Andere benodigde materialen

- Rolmaat of meetlint
- Plank – 240 cm of langer
- Boeken of andere voorwerpen die als 'lading' kunnen dienen
- Tijdmeter of stopwatch

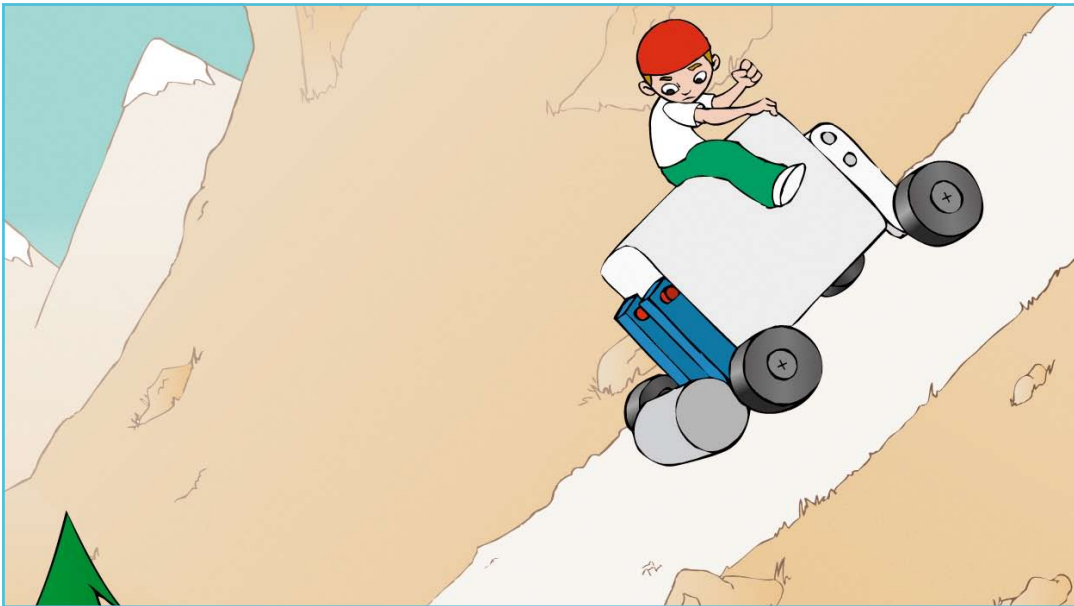
## Combineren

Jan en Jannie zijn in de heuvels achter hun huis met hun wagen met motor bezig. Ze hebben reuze plezier en Hector de hond krijgt een heleboel beweging. De wagen werkt prima op vlak terrein - maar heeft moeite met het beklimmen van heuvels.

De wielen slippen, de motor maakt vreemde geluiden en de voorkant van de wagen komt omhoog!

Jan denkt dat de wagen zwaarder gemaakt moet worden. Maar volgens Jannie is de overbrenging helemaal verkeerd voor heuvelop rijden.

**Hoe kunnen we een wagen met motor bouwen die tegen heuvels op kan rijden?  
Dat gaan we uitzoeken!**

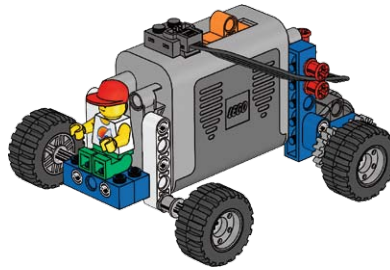


## Construeren

### Bouw de wagen met motor

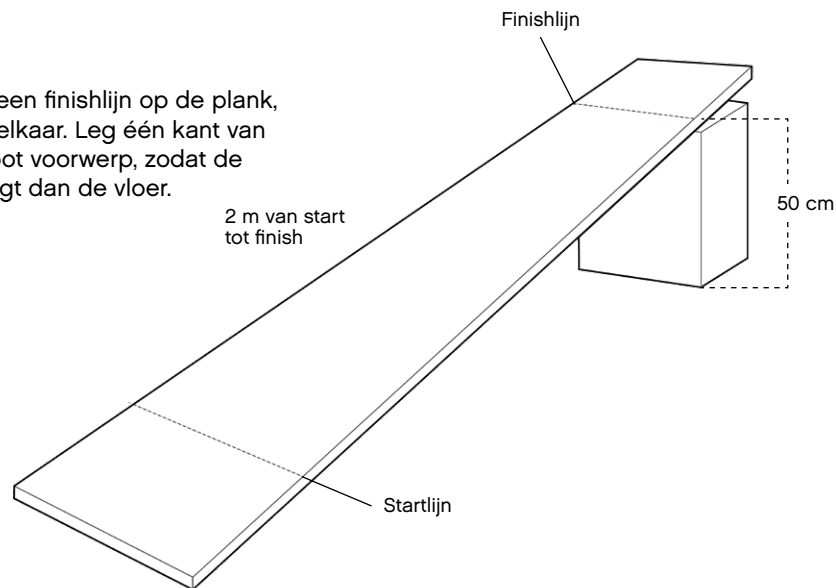
(Alles uit boekje 11A, en boekje 11B tot bladzijde 9, stap 10).

- Zet de motor aan door de schakelaar op de batterijhouder naar voren te duwen
- Zorg ervoor dat alle wielen vrij kunnen draaien en niet tegen de zijkant van de wagen aan komen

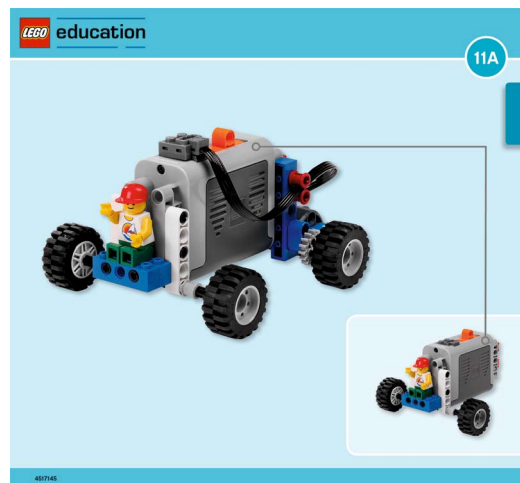


### Bouw de testheuvel

Teken een start- en een finishlijn op de plank, op 2 m afstand van elkaar. Leg één kant van de plank op een groot voorwerp, zodat de finish 50 cm hoger ligt dan de vloer.



**Tip:** De wagen kan behoorlijk snel rijden, ook heuvelop, dus het is een goed idee om de hellingconstructie tegen een muur te zetten om te voorkomen dat de wagen over de rand rijdt.



## Contempleren

### Welke wagen rijdt het snelst omhoog?

Zorg dat de wagen zo snel mogelijk tegen de helling op kan rijden.

Maak eerst een voorspelling over hoe snel wagen A de twee meter tegen de heuvel op zal afleggen. Voer daarna de test uit. Doe dan hetzelfde met wagens B, C en D.

Herhaal de test een aantal keren om er zeker van te zijn dat je resultaten kloppen. NB: afhankelijk van hoe glad of ruw de 'helling' is, kunnen de gevonden testresultaten aanzienlijk verschillen.

*Wagen A (blz. 9, stap 10) zal in ongeveer 4 seconden 2 meter tegen de helling op rijden.*

*Wagen B (blz. 10, stap 11) zal in ongeveer 3 seconden 2 meter tegen de helling op rijden.*

*Wagen C (blz. 11, stap 12) zal in ongeveer 10 seconden 2 meter tegen de helling op rijden.*

*Wagen D (blz. 12, stap 13) zal in ongeveer 7 seconden 2 meter tegen de helling op rijden.*

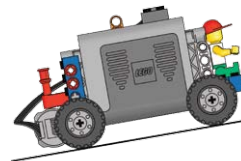
*De snelste van de vier wagens met motor is B, met zijn grote wielen en 1:1 overbrenging.*

### Optioneel: Hoe steil is te steil?

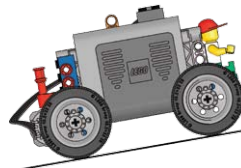
Hoe steil kunnen de wagens omhoog rijden? Leg de plank op andere voorwerpen, zodat de finish 70, 80, 90 cm of nog meer boven de vloer komt te liggen. Onderzoek welke van de wagens A, B, C of D het beste tegen de steilste helling op kan rijden.

*Wagen C kan de steilste hellingen beklimmen.*

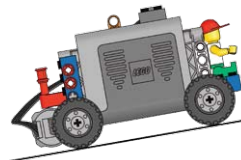
A



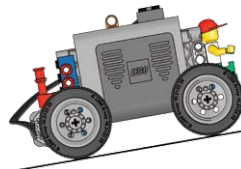
B



C



D



### Wist je dit?

De omtrek van het kleine wiel is 9,6 cm



De omtrek van het grote wiel is 13,6 cm





## Continueren

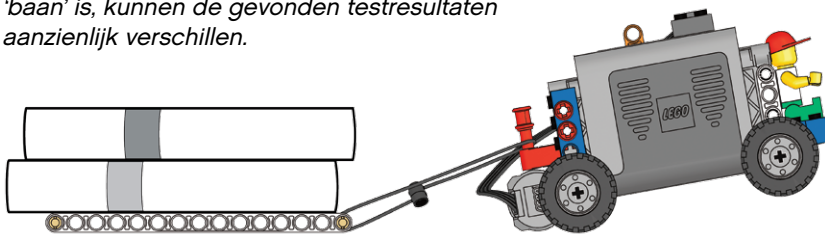
### Hoe sterk is je wagen met motor?

Bouw een slee en span hem achter de wagen met een touwtje om de haak aan de achterkant.

Leg één of meerdere boeken op de slee.

Doe eerst een voorspelling over hoeveel boeken wagens A en C kunnen trekken. Onderzoek dan welke wagen de zwaarste last kan trekken.

*Wagen C (blz. 11, stap 12) kan de zwaarste last trekken. NB: afhankelijk van hoe glad of ruw de 'baan' is, kunnen de gevonden testresultaten aanzienlijk verschillen.*

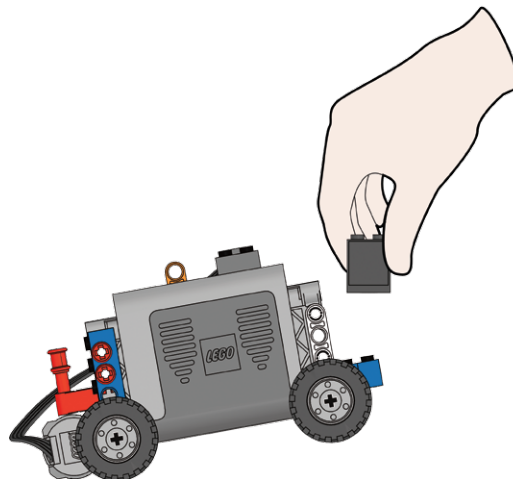


Probeer ook een contragewicht op de voorkant van de wagen te plaatsen.

*Hierdoor wordt de neus van de wagen omlaag gedrukt en blijft de wagen stabiel.*

Probeer verschillende combinaties van wielen en overbrengingen uit om de grootste trekkracht te vinden.

Hoe zwaar is de last die de sterkste wagen kan trekken?



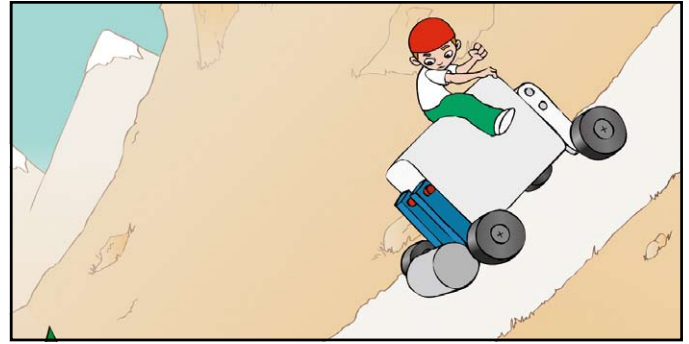
**Tip:**  
Gebruik het gewichtselement als contragewicht.

# Wagen met motor

Naam/namen: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

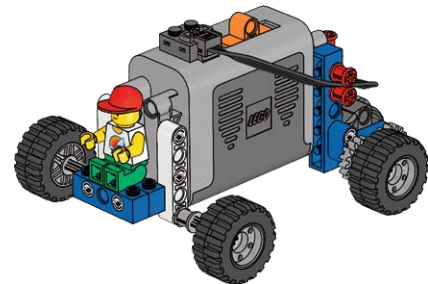
**Hoe kunnen we een wagen met motor bouwen die tegen heuvels op kan rijden?  
Dat gaan we uitzoeken!**



## Bouw de wagen met motor

(Alles uit boekje 11A, en boekje 11B tot bladzijde 9, stap 10)

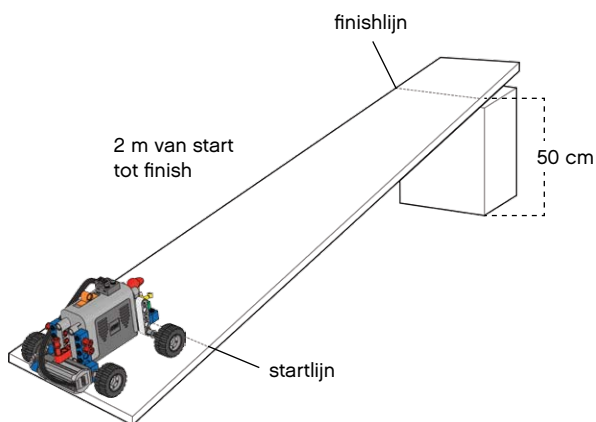
- Zet de motor aan door de schakelaar op de batterijhouder naar voren te duwen
- Zorg ervoor dat alle wielen vrij kunnen draaien en niet tegen de zijkant van de wagen aan komen

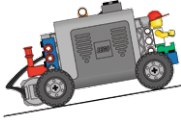
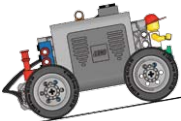
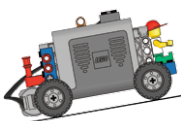



## Welke wagen rijdt het snelst omhoog?

Zorg dat de wagen zo snel mogelijk tegen de helling op kan rijden.

- Maak eerst een voorspelling over hoe snel wagen A de twee meter tegen de heuvel op zal afleggen. Voer daarna de test uit. Doe dan hetzelfde met wagens B, C en D.
- Herhaal de test een aantal keren om er zeker van te zijn dat je resultaten kloppen.



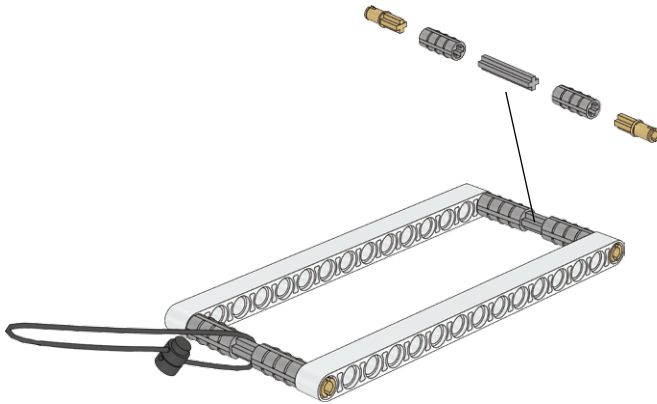
	Mijn voorspelling	Wat gebeurde er?
A 		
B 		
C 		
D 		

### Hoe sterk is je wagen met motor?

Bouw een slee en span hem achter de wagen met een touwtje om de haak aan de achterkant.

Leg één of meerdere boeken op de slee.

- Doe eerst een voorspelling over hoeveel boeken wagens A en C kunnen trekken. Onderzoek dan welke wagen de zwaarste last kan trekken.
- Hoe zwaar is de last die de sterkste wagen kan trekken?



	Mijn voorspelling	Mijn metingen

### Mijn wagen met motor

Maak een tekening van je favoriete wagen en benoem de onderdelen. Beschrijf hoe de 3 beste delen ervan werken.



## Dragster

### Design en technologie

- Tandwielen
- Hefbomen
- Gebruiken en combineren van componenten
- Wielen

### Wetenschap

- Energie
- Wrijving
- Afstanden meten
- Wetenschappelijk onderzoek

### Begrippenlijst

- Acceleratie (versnelling van beweging)
- Tandwielen
- Massa
- Impuls

### Andere benodigde materialen

- Rolmaat of meetlint
- Tot 20 m vrije vloerruimte. (Misschien moet de gang gebruikt worden!)

## Combineren

Jan en Jannie zijn aan het experimenteren met hun dragster. Ze proberen hem een razendsnelle start te laten maken, zodat hij het hele eind van start- naar finishlijn in één keer kan rijden. Maar zelfs na de meest perfecte lancering rijdt de dragster niet ver genoeg door.

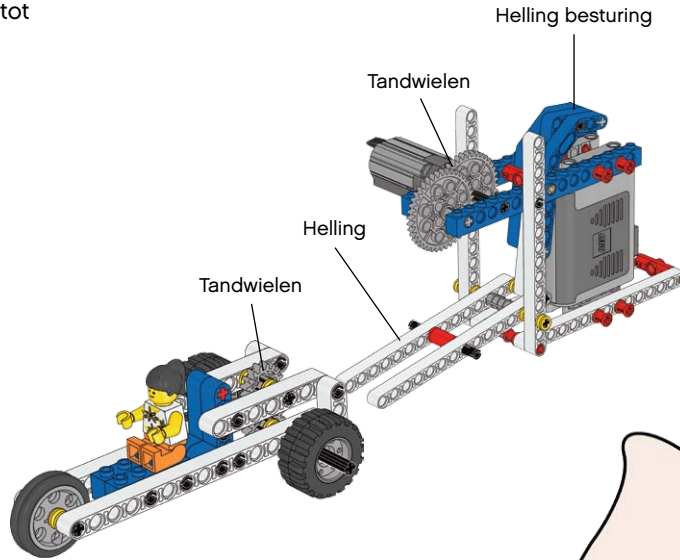
**Hoe kunnen we de dragster verder laten rijden?  
Dat gaan we uitzoeken!**



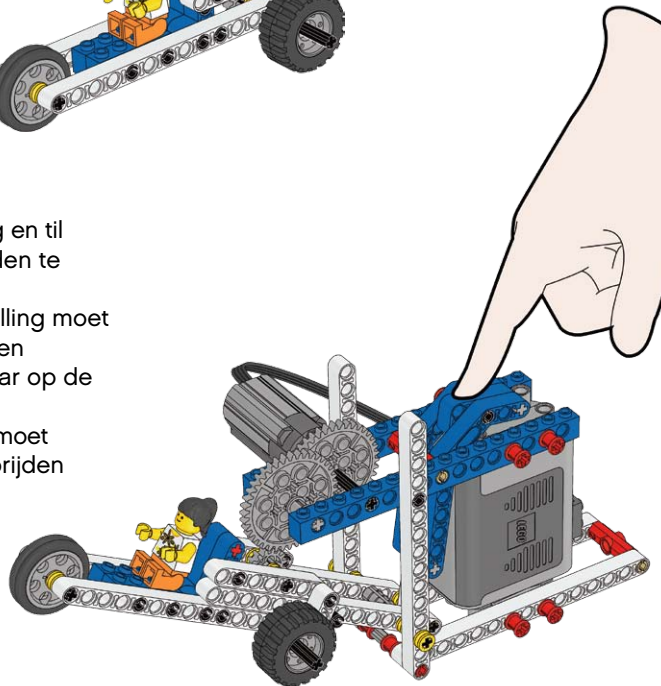
## Construeren

### Bouw de dragster en de lanceerhelling.

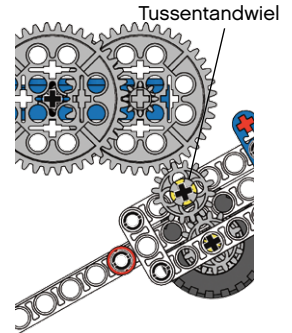
(Alles uit boekje 12A, en boekje 12B tot bladzijde 10, stap 13).



- Zet de dragster op de lanceerhelling en til hem op door de hendel naar beneden te duwen
- Het grote tandwiel op de lanceerhelling moet in het tandwiel op de dragster grijpen
- Zet de motor aan door de schakelaar op de batterijhouder omlaag te duwen
- Laat de helling zakken. De dragster moet soepel van de helling af de vloer oprijden



### Wist je dit?



Een tussentandwiel verandert de richting van een draaiende beweging, maar niet de uiteindelijke snelheid ervan.

### Tip:

Als de dragster trilt tijdens het rijden, zit één van de banden misschien scheef op de naaf. Hierdoor ontstaat wrijving op de as en gaat er veel energie verloren.



## Contempleren

### Hoe ver zal de dragster doorrijden?

Door andere achterwielen op de dragster te zetten kun je beïnvloeden hoe ver hij rijdt.

Probeer eerst te voorspellen hoe ver Dragster A door zal rijden. Voer daarna de test uit. Doe dan hetzelfde met dragsters B en C. Welke zal het verst doorrijden?

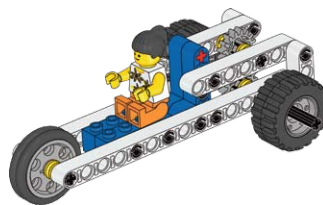
Herhaal de test een aantal keren om er zeker van te zijn dat je resultaten kloppen. NB: afhankelijk van hoe glad of ruw de 'baan' is, kunnen de gevonden testresultaten aanzienlijk verschillen.

*Dragster A (blz. 9, stap 12) zal ongeveer 0,7 m afleggen.*

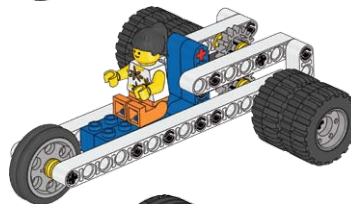
*Dragster B (blz. 12, stap 15) zal ongeveer 2 m afleggen.*

*Dragster C (blz. 12, stap 16) zal ongeveer 6 m afleggen.*

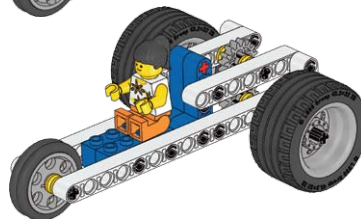
A



B



C



### Wist je dit?

Het kleine wiel weegt 9 gram.



Het grote wiel weegt 13 gram.



### Kun je uitleggen wat er gebeurde toen je de wielen verwisselde?

*Twee kleine wielen kunnen meer energie opslaan dan één, omdat ze het dubbele wegen. Daarom rijdt Dragster B verder dan Dragster A.*

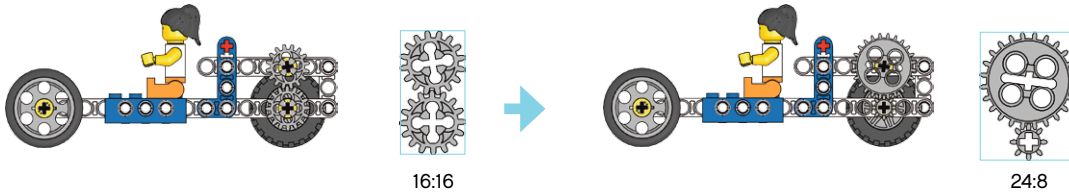
*Dragster C rijdt nog verder dan Dragster B door de grotere omtrek van de banden - ook al draaien de assen met dezelfde snelheid rond.*

*Hoe groter de omtrek en het gewicht van de banden, hoe verder de dragster doorrijdt.*

## Continueren

### Kun je de dragster nog verder laten rijden?

Om de overbrenging te wijzigen haal je de dragster uit elkaar (boek 12B tot blz. 3, stap 3), en



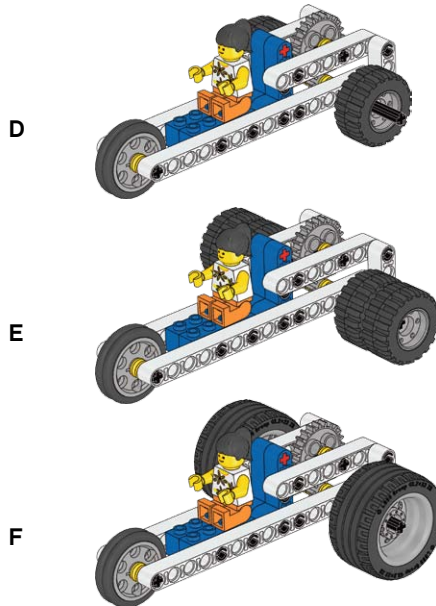
vervang je de 16:16 overbrenging met een 24:8 overbrenging.

Daarna zet je de gewijzigde dragster weer in elkaar (boekje 12B tot bladzijde 9, stap 12).

Probeer eerst te voorspellen hoe ver de gewijzigde Dragster D door zal rijden. Voer daarna de test uit. Doe dan hetzelfde met de gewijzigde dragsters E en F. Welke rijdt het verst door?

*Dragster F zal het verst doorrijden - ongeveer 11 m.*

Probeer andere combinaties en mogelijkheden om je dragster nóg verder te laten rijden. Hoe ver rijdt de beste dragster door?



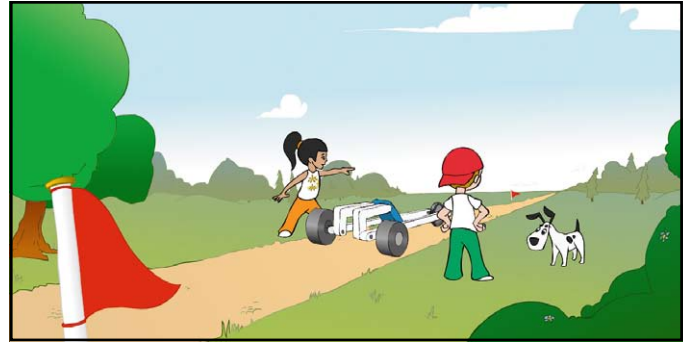


# Dragster

Naam/namen: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

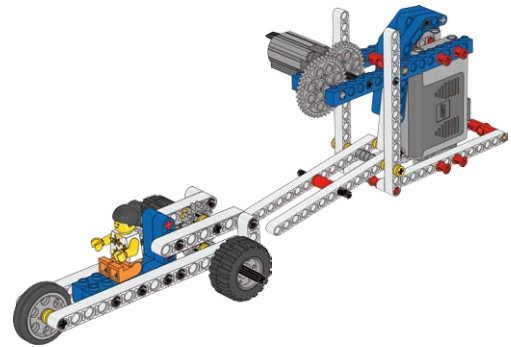
**Hoe kunnen we de dragster verder laten rijden?  
Dat gaan we uitzoeken!**



## Bouw de dragster en de lanceerhelling


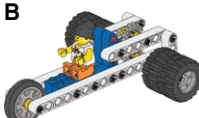
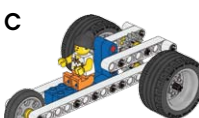
(Alles uit boekje 12A, en boekje 12B tot bladzijde 10, stap 13).

- Zet de dragster op de lanceerhelling en til hem op door de hendel naar beneden te duwen
- Het grote tandwiel op de lanceerhelling moet in het tandwiel op de dragster grijpen
- Zet de motor aan door de schakelaar op de batterijhouder omlaag te duwen
- Laat de helling zakken. De dragster moet soepel van de helling af de vloer oprijden



## Hoe ver zal je dragster doorrijden?

- Probeer eerst te voorspellen hoe ver Dragster A door zal rijden. Voer daarna de test uit. Doe dan hetzelfde met dragsters B en C. Welke zal het verst doorrijden?
- Herhaal de test een aantal keren om er zeker van te zijn dat je resultaten kloppen. NB: afhankelijk van hoe glad of ruw de 'baan' is, kunnen de gevonden testresultaten aanzienlijk verschillen.

	Mijn voorspelling	Mijn metingen
A 		
B 		
C 		

**Kun je uitleggen wat er gebeurde toen je de wielen verwisselde?**

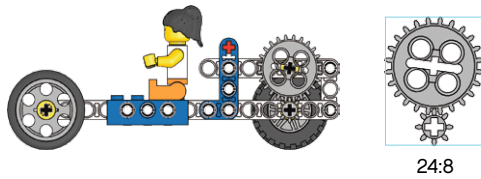
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



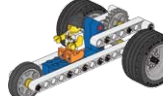
### Kun je jouw dragster nog verder laten rijden?

Om de overbrenging te wijzigen haal je de dragster uit elkaar (boekje 12B tot blz. 3, stap 3), en



overbrenging met een 24:8 overbrenging. Zet dan het gewijzigde model weer in elkaar (boekje 12B tot bladzijde 9, stap 12).

- Probeer eerst te voorspellen hoe ver de gewijzigde Dragster D door zal rijden. Voer daarna de test uit. Doe dan hetzelfde met de gewijzigde dragsters E en F. Welke rijdt het verst door?
- Probeer andere combinaties en mogelijkheden om je dragster nóg verder te laten rijden. Hoe ver rijdt de beste dragster door?

	Mijn voorspelling	Mijn metingen
D 		
E 		
F 		

### Mijn dragster

Maak een tekening van je favoriete dragster en benoem de onderdelen. Beschrijf hoe de 3 beste delen ervan werken.



## De 'Loper'

### Design en technologie

- Tandwielen
- Hefbomen
- Drijfstang verbinding
- Tandrad of palwiel
- Gebruiken en combineren van componenten

### Wetenschap

- Kracht
- Wrijving
- Tijd meten
- Wetenschappelijk onderzoek

### Begrippenlijst

- Balans
- Tandwielen
- Grip
- Hefbomen
- Drijfstangverbindingen
- Tandrad of palwiel

### Andere benodigde materialen

- Groot, dun boek met hard kft – dik boek of ringmap
- Liniaal
- Tijdmeter of stopwatch
- Tot 1 m vrije vloerruimte

## Combineren

Jan en Jannie wandelen in de natuur. Het is erg warm en ze worden behoorlijk moe. Hun rugzakken lijken steeds zwaarder te worden.

Als Jan en Jannie even uitrusten komt er een hele rij mieren voorbij lopen!

"Moet je kijken hoe makkelijk die mieren nog kunnen lopen met enorme vrachten op hun rug!" zegt Jan.

Jannie zou wel willen dat een mier haar een stukje draagt!

**Zouden we een wandelende machine kunnen bouwen die Jan en Jannie over het pad kan dragen?  
Dat gaan we uitzoeken!**

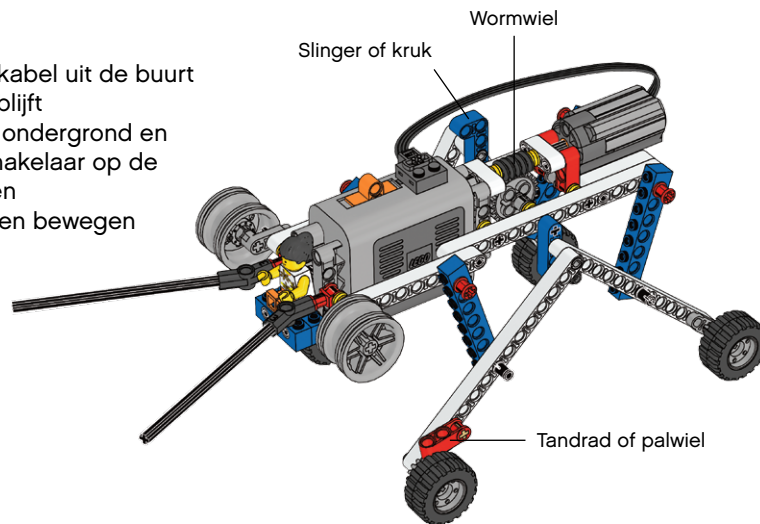


## Construeren

### Bouw de 'Loper'

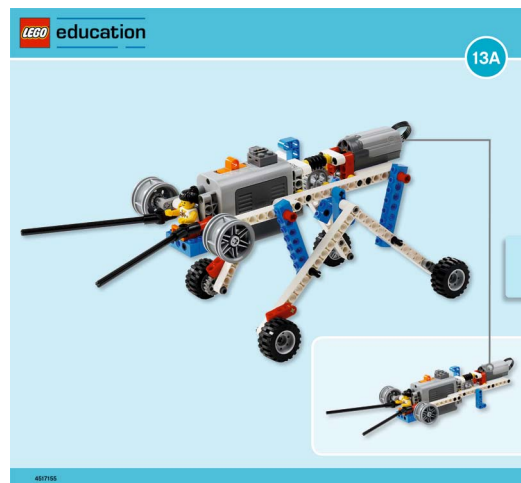
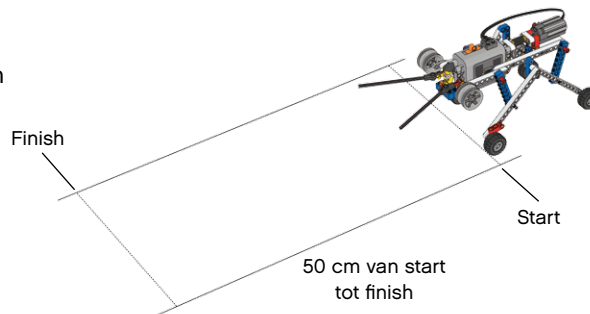
(Alles uit boekje 13A, en boekje 13B tot bladzijde 13, stap 18).

- Zorg ervoor dat de stroomkabel uit de buurt van de bewegende delen blijft
- Zet de loper op een egale ondergrond en start de motor door de schakelaar op de batterij naar voren te duwen
- De poten moeten vrij kunnen bewegen



### Markeer de testbaan

- Teken een start- en een finishlijn op 50 cm afstand van elkaar.



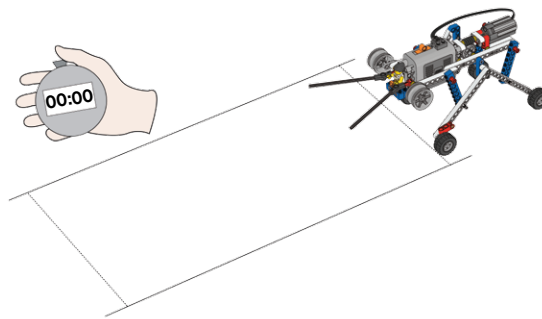
## Contempleren

### Hoe ver kan de loper wandelen?

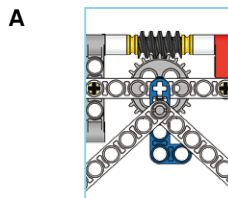
De loper zal met verschillende snelheden bewegen, afhankelijk van de instellingen van de poten.

Voorspel eerst hoe lang de loper erover doet om 50 cm te lopen met instelling A, en voer daarna de test uit. Doe dan hetzelfde met instellingen B en C.

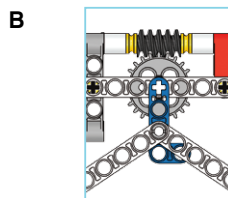
Herhaal de test een aantal keren om er zeker van te zijn dat je resultaten kloppen. NB: afhankelijk van het oppervlak van de 'testbaan', kunnen de gevonden testresultaten aanzienlijk verschillen.



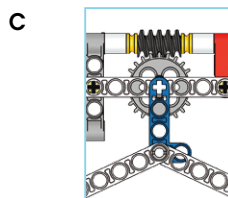
*Pootinstelling A (blz. 13, stap 18) geeft het langzaamste resultaat. De loper doet er ongeveer 27 seconden over om de 50 cm af te leggen.*



*Pootinstelling B (blz. 14, stap 19) geeft de meest constante snelheid. De loper doet er ongeveer 16 seconden over om de 50 cm af te leggen.*

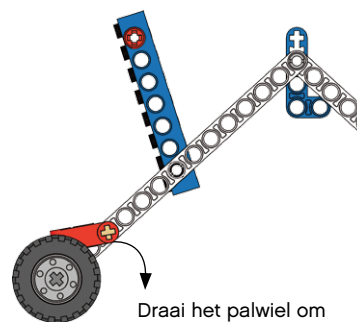


*Pootinstelling C (blz. 15, stap 20) geeft het snelste resultaat. De loper doet er ongeveer 12 seconden over om de 50 cm af te leggen.*



### Kun je uitleggen wat de palwielen doen?

De voorste voeten kunnen geen houvast krijgen als het palwiel los zit. Zonder de palwielen zouden de bewegingen van de poten de wielen alleen maar heen en weer laten rollen. Maar mét het palwiel kunnen de wielen maar in één richting draaien.

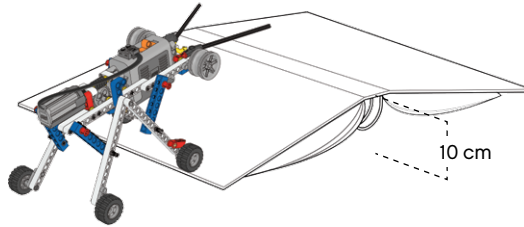


## Continueren

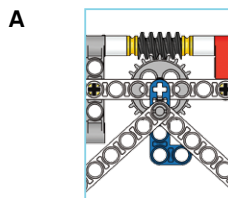
### Welke loper gaat het snelst tegen een helling op?

Maak een helling van 10 cm met een dik boek of een ringmap. Zet de loper zoals getoond in de illustratie.

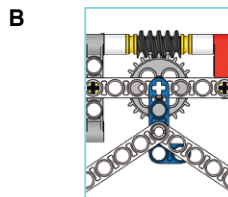
Voorspel eerst wat er gebeurt: klimt de loper het snelst bij poot-instelling A, B of C? Voer dan de test uit om te zien welke loper het snelst de helling op komt.



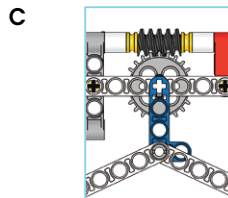
*Bij pootinstelling A (blz. 13, stap 18) gaat de loper langzaam maar gestadig tegen de helling op.*



*Met instelling B (blz. 14, stap 19) wandelt hij sneller, maar ook minder stabiel.*



*Met instelling C (blz. 15, stap 20) gaat hij het snelst, maar hij wankelt enorm en kan zich moeilijk staande houden.*



### Wat gebeurt er nog meer?

*De loper rolt vanzelf van de heuvel af naar beneden. Dit komt omdat de palwielen slechts bewegingen in één richting kunnen tegenhouden. De loper kan op zijn antennes staan.*

### Optioneel: Laat de loper op verschillende manieren bewegen

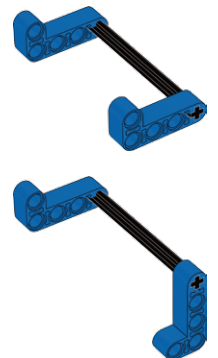
Kun je de loper op verschillende manieren laten bewegen? Probeer verschillende instellingen voor de twee blauwe onderdelen.

### Wist je dit?

De wandelende robot genaamd Dante 2 is speciaal ontworpen om over hele steile hellingen in gevaarlijke, met gas gevulde vulkanen af te dalen. Hij kan zich ook aan een touw naar beneden laten zakken en over obstakels van een meter hoog klimmen!

### Tip:

Bij deze instellingen van de slingers beweegt de loper op een andere manier.



# De 'Loper'

Naam/namen: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

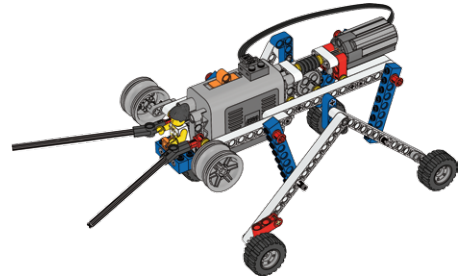
Hoe zouden we een wandelende machine kunnen bouwen die Jan en Jannie over het pad kan dragen? Dat gaan we uitzoeken!



## Bouw de 'Loper'

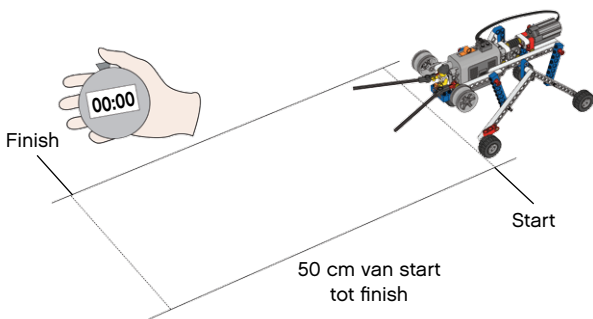
(Alles uit boekje 13A, en boekje 13B tot bladzijde 13, stap 18).

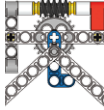

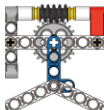
- Zorg ervoor dat de stroomkabel uit de buurt van de bewegende delen blijft
- Zet de loper op een egale ondergrond en start de motor door de schakelaar op de batterij naar voren te duwen
- De poten moeten vrij kunnen bewegen



## Hoe ver kan de loper wandelen?

- Voorspel eerst hoe lang de loper erover zal doen om 50 cm te lopen met instelling A, en voer daarna de test uit. Doe dan hetzelfde met instellingen B en C.
- Herhaal de test een aantal keren om er zeker van te zijn dat je resultaten kloppen.



	Mijn voorspelling	Mijn metingen
A 		
B 		
C 		

Kun je uitleggen wat de palwielen doen?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

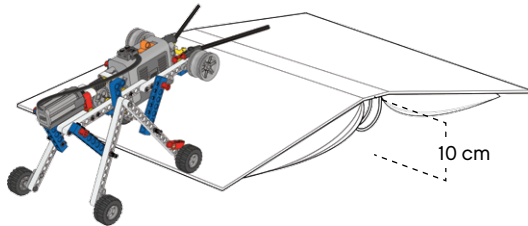
\_\_\_\_\_

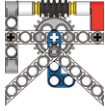
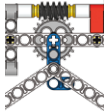
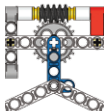
\_\_\_\_\_



## Over heuvels heen klimmen

- Maak een lage heuvel van een groot boek of een ringmap
- Plaats de loper zoals getoond in de illustratie
- Voorspel eerst wat er gebeurt: klimt de loper het snelst bij poot-instelling A, B of C?  
Voer dan de test uit om te zien welke loper het snelst de helling op komt.



	Mijn voorspelling	Mijn metingen
A 		
B 		
C 		

*Langzaam*

*Snelst*

*Snel*

## Mijn 'Loper'

Maak een tekening van je favoriete loper en benoem de onderdelen.  
Beschrijf hoe de 3 beste delen ervan werken.



## Dogbot

### Design en technologie

- Ontwerpen van mechanisch speelgoed
- Hefbomen en drijfstangverbindingen
- Mechanisch programmeren van acties
- Katrollen en overbrengingen
- Gebruiken en combineren van componenten

### Wetenschap

- Kracht en energie
- Wrijving
- Wetenschappelijk onderzoek

### Begrippenlijst

- Nokken
- Tandwielen
- Hefbomen
- Drijfstangverbindingen
- Draaipunten
- Rangschikken

### Andere benodigde materialen

- Kleurkrijtjes
- Decoratieve materialen: wol, folie, dun karton, papier, etc.
- Schaar
- Plakband

## Combineren

Hector verveelt zich. Hij wou dat hij een vrolijke, actieve vriend had om van alles mee te ondernemen en een bot mee te delen. Jan en Jannie krijgen een idee.

**Kunnen we zelf een spannende speelkameraad voor Hector verzinnen en bouwen?  
Dat gaan we uitzoeken!**



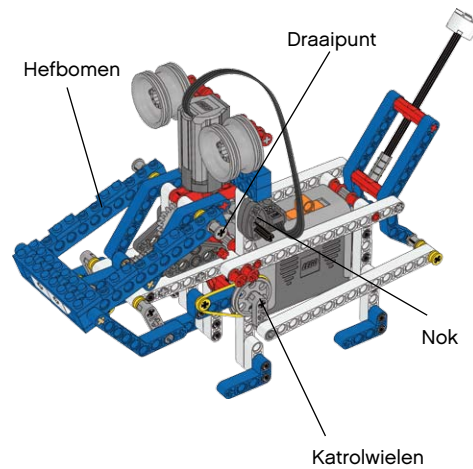
## Construeren

### Bouw de Dogbot

(Alles uit boekje 14A, en boekje 14B tot bladzijde 19, stap 27).

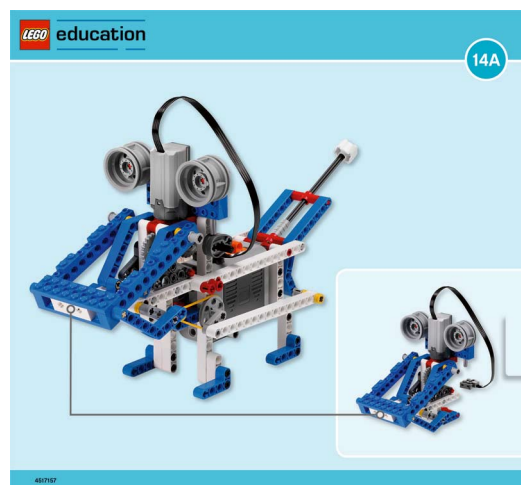
Dogbot heeft een heleboel bewegende delen, maar slechts één motor. Zet hem aan door de schakelaar op de batterij naar achteren te duwen. Als de motor niet vrij kan draaien moet je een aantal delen van je Dogbot grondig nakijken:

- De hefboom op de bovenkaak moet op en neer bewegen
- De nokken moeten kunnen draaien, zodat de assen waar de ogen op zitten op en neer kunnen bewegen
- De hefboom op de staart moet op en neer bewegen



#### Wist je dit?

De beweging van kaak en staart worden gevormd door samengestelde hefboomen met meerdere draaipunten.



## Contempleren

### Is Dogbot klaarwakker?

Als Dogbot klaarwakker is, maken zijn ogen veel bewegingen!

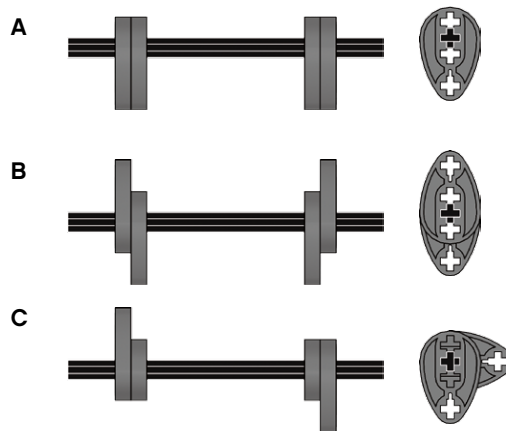
Hoe moet je de nok instellen om Dogbot slaperig, wakker of klaarwakker te maken?

Voorspel eerst welke oogbeweging je krijgt bij nok-instelling A. Voer daarna de test uit. Doe dan hetzelfde voor nok-instellingen B en C.

*Als de nok op A (blz. 19, stap 27) wordt ingesteld, is Dogbot slaperig: zijn ogen bewegen slechts één keer voor elke draai van de nok.*

*Als de nok op B (blz. 20, stap 28) wordt ingesteld, is Dogbot wakker: zijn ogen bewegen regelmatig, twee keer voor elke draai van de nok.*

*Als de nok op C (blz. 21, stap 29) wordt ingesteld, is Dogbot klaarwakker: zijn ogen rollen twee keer voor elke draai van de nok, en onregelmatig (één oog gaat omhoog terwijl het andere omlaag gaat).*



### Hoe ver kan Dogbot zijn bek opensperren?

Door de plaats van de pin te wijzigen kun je regelen hoe ver de kaken van Dogbot open kunnen.

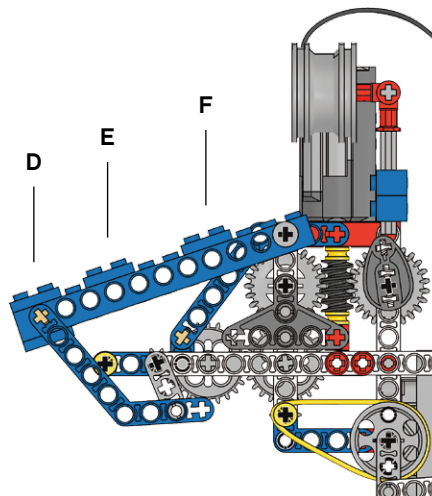
Voorspel eerst hoe wijd de bek van Dogbot open kan als de pin in positie D staat. Voer daarna de test uit. Doe dan hetzelfde voor pin-posities E en F.

*Met de pin in positie D (blz. 22, stap 30) kan Dogbot zijn bek flink wijd openen.*

*Met de pin in positie E (blz. 23, stap 31) kan Dogbot zijn bek nog wijder openen.*

*Maar met de pin in positie F (blz. 24, stap 32) kan de bek van Dogbot het wijdst open.*

*Hoe dicht de pin bij het draaipunt staat, hoe verder de bek open kan. De bovenkaak is een hefboom van de 3e soort.*



### Wist je dit?

Nokken worden gebruikt in automotoren, klokken, speelgoed, naaimachines en sloten – eigenlijk overal waar complexe bewegingen precies op tijd moeten gebeuren.

### Wist je dit?

Je onderkaak is een hefboom! Voel eens waar je kaakspieren op het bot van je onderkaak vastzitten. Onze kaken zijn hefboomen van de 3e soort - net als die van Dogbot, alleen ondersteboven!

## Continueren

### Kan Dogbot vrolijker worden?

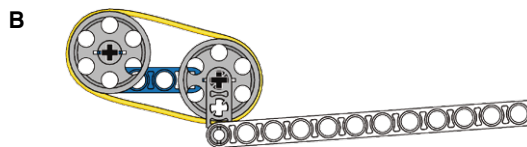
Dogbot kwispelt met zijn staart als hij blij is.  
Hoe sneller hij kwispelt, hoe blijer hij is.

Voorspel eerst hoe blij Dogbot is bij  
katrolinstelling A. Voer dan de test uit. Doe dan  
hetzelfde voor katrolinstellingen B en C.

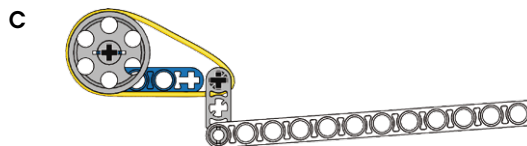
*Katrolinstelling A geeft een langzame kwispel,  
dus een redelijk blij Dogbot.*



*Bij Katrolinstelling B kwispelt hij sneller - drie  
keer zo snel als bij "A", om precies te zijn.  
Dogbot is dan dus nog blijer!*



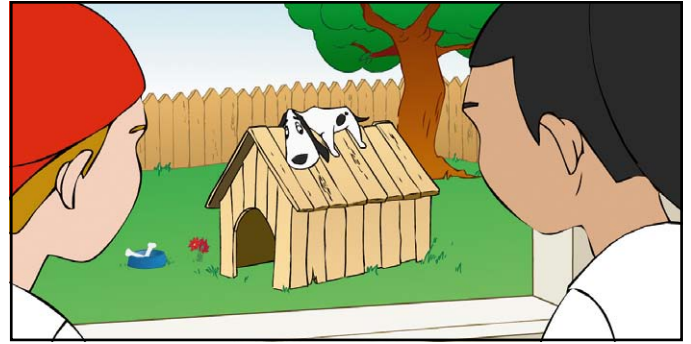
*Bij Katrolinstelling C kwispelt hij het snelst -  
drie keer zo snel als bij "B". Dogbot is dan zo  
blij als een robohond maar zijn kan!*



# Dogbot

Naam/namen: \_\_\_\_\_

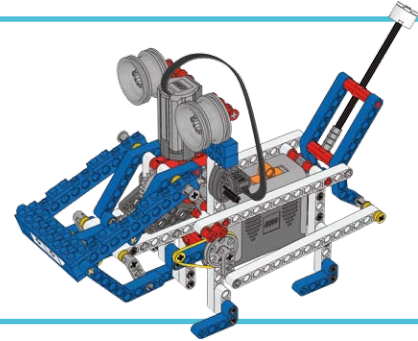
**Kunnen we zelf een spannende speelkameraad voor Hector verzinnen en bouwen? Dat gaan we uitzoeken!**



## Bouw de Dogbot

(Alles uit boekje 14A, en boekje 14B tot bladzijde 19, stap 27).

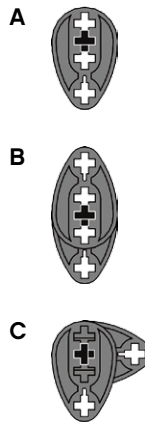
- De hefboom die de bovenkaak vormt moet op en neer bewegen
- De nokken moeten vrij kunnen draaien, zodat de assen waar de ogen op zitten op en neer kunnen bewegen
- De hefboom die de staart vormt moet op en neer bewegen



## Is Dogbot klaarwakker?

Hoe moet je de nok instellen om Dogbot slaperig, wakker of klaarwakker te maken?

- Voorspel eerst welke oogbeweging je krijgt bij nok-instelling A. Voer daarna de test uit. Doe dan hetzelfde voor nok-instellingen B en C.

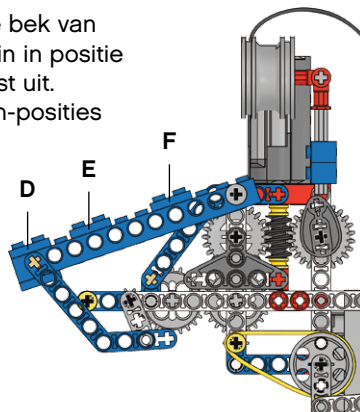


	Mijn voorspelling	Wat gebeurde er?
A		
B		
C		

**Slaperig      Wakker      Klaarwakker**

## Hoe ver kan Dogbot zijn bek opensperren?

- Voorspel eerst hoe wijd de bek van Dogbot open kan als de pin in positie D staat. Voer daarna de test uit. Doe dan hetzelfde voor pin-posities E en F.




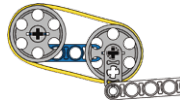
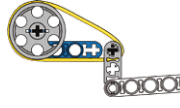
	Mijn voorspelling	Wat gebeurde er?
D		
E		
F		

**Wijd      Wijder      Wijdst**

### Hoe blij is Dogbot?

Dogbot kwispelt met zijn staart als hij blij is. Hoe sneller hij kwispelt, hoe blijer hij is.

- Voorspel eerst hoe blij Dogbot is bij katrolinstelling A. Voer dan de test uit. Doe dan hetzelfde voor katrolinstellingen B en C.

	Mijn voorspelling	Wat gebeurde er?
A 		
B 		
C 		



**Probeer ook:**

- Maak Dogbot nog completer
- Maak een tong en oren van karton

*Helemaal blij*

*Blijer*

*Blij*

### Mijn Dogbot

Maak een tekening van je favoriete Dogbot en benoem de onderdelen. Beschrijf hoe de 3 beste delen ervan werken.





## De zware weg omhoog



### Het probleem

Jan en Jannie hebben een prachtige tweepersoons kar gebouwd, maar het is erg moeilijk hem tegen de heuvel op te duwen.

**Kun je een manier bedenken om de kar te laten stilstaan op de helling als ze even ophouden met duwen, om op adem te komen?**

## Ontwerpinstructie

Ontwerp en bouw een voertuig dat:

- minstens 50 gram 'lading' (of ongeveer het gewicht van een 1 gewichtssteen) kan vervoeren
- een veiligheidsvoorziening heeft die verhindert dat het voertuig achteruit rolt, maar toelaat dat het vooruit rijdt

### 1. Maak een tekening van je idee en/of je model.

### 2. Benoem de drie belangrijkste onderdelen op de tekening en verklaar hoe ze werken.

---



---



---

### 3. Verzin drie manieren om de constructie te verbeteren.

---



---



---

#### Hulp nodig?

Ga dan naar:



Vishengel



Freewheelen



Boekje met  
bouwinstructies voor  
principemodellen -  
wielen en assen

# De zware weg omhoog

## Doelen

Toepassen van kennis over:

- Wielen en assen
- Wrijving
- Tandraden met pal, en tandwielen
- Voorspellen en meten
- Principes van eerlijk testen en productveiligheid toepassen

## Andere benodigde materialen

- Een rolmaat of meetlint
- Een plank om een 'helling' te maken
- Dun karton en tape voor de 'afrit' aan de voet van de helling
- Een bureauventilator om de energie te leveren voor voertuigen met windaandrijving
- Optioneel: modelleermassa, om 'testpiloten' mee te maken

## Eerlijk testen en plezier hebben

- Kan de kar het gewicht van tenminste één gewichtssteen houden?  
*Probeer het uit, en leg er dan nog meer gewicht bij. Wat zijn de criteria voor succes? De kar moet niet stuk gaan, de lading mag niet over de wielen schuren, enz...*
- Rolt de kar gemakkelijk?  
*Zet de helling in de hoek van je keus (b.v. met de ene kant van de plank 30 cm hoog) en laat de kar er voorwaarts vanaf rijden. Hoe verder de kar daarna over de vloer doorrijdt, hoe beter.*
- Werkt de automatische stopfunctie?  
*Draai de kar om zonder er iets aan te veranderen en zet hem achterstevoren op de helling. Laat hem dan los! Blijft hij stilstaan? Maak de helling steeds steiler, totdat de kar van de heuvel glijdt. Hoe steiler je de helling kunt maken voordat de kar gaat glijden, hoe beter.*
- Hoe veilig en comfortabel is de luxe kar?  
*Maak twee passagiers van (plastic)klei, met een zo glad mogelijke 'huid'. Zet ze voorzichtig in de kar - op de stoelen, als die er zijn. Laat de kar van de helling afrollen totdat hij stilstaat. Bekijk nu of de twee passagiers deuken of schrammen hebben opgelopen – hoe minder gedeukt, hoe beter.  
Kunnen ze een tocht over een hindernisbaan overleven?  
Zou je de kar als ambulance kunnen gebruiken?*

## Extra uitdagingen

- Vang de energie van de wind en gebruik hem om de kar de helling op te duwen. Zorg voor een automatische 'stopfunctie' die verhindert dat hij weer naar beneden rolt als de wind wegvalt.
- Kar voor alle soorten terrein! Kan de kar zo gemaakt worden dat hij over linialen en potloden die op de helling gelegd zijn héén kan klimmen?  
Tip: verzin een manier om energie in de kar op te slaan.

◀ Hulp nodig?  
Ga dan naar:



Vishengel

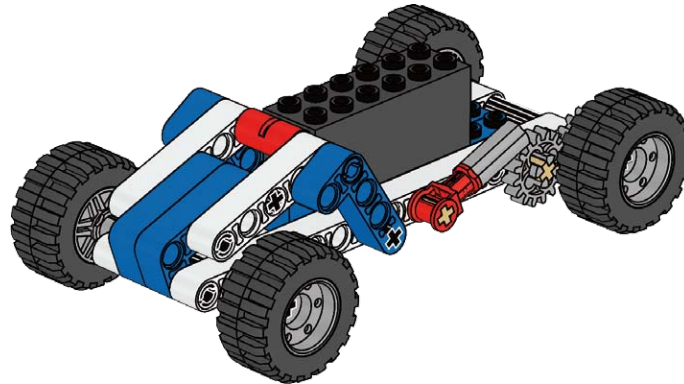


Freewheelen



Boekje met  
bouwinstructies voor  
principemodellen -  
wielen en assen

**Suggestie voor oplossing met model.**



## Het magische slot



### Het probleem

Jan is op zoek naar een veilige opbergplaats voor zijn geheime schat. Hij weet dat Jannie vrijwel ieder slot open kan krijgen - en dat ze erg nieuwsgierig is!

**Kunnen we een geheime manier bedenken om een kist op slot te doen - zonder sleutel?**

## Ontwerpinstructie

Ontwerp en bouw een schatkist die:

- met een geheim slot of grendelmechanisme werkt
- die makkelijk 'op slot gedaan' en 'geopend' kan worden

### 1. Maak een tekening van je idee en/of je model.

### 2. Benoem de drie belangrijkste onderdelen op de tekening en verklaar hoe ze werken.

---



---



---

### 3. Verzin drie manieren om de constructie te verbeteren.

---



---



---



#### Hulp nodig?

Kijk dan naar:



Boekje met bouw instructies voor principemodellen - hefbomen

# Het magische slot

## Doelen

Toepassen van kennis over

- Hefbomen, constructies en scharnieren
- Waarnemen en onderzoeken
- Principes van eerlijk testen en productbetrouwbaarheid toepassen

## Andere benodigde materialen

- Karton
- Viltstiften
- Schaar

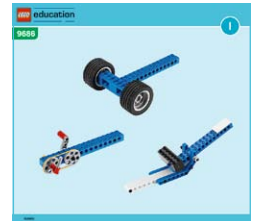
## Eerlijk testen en plezier hebben

- Blijft de schatkist dicht als hij 'op slot zit' ?  
*Doe de kist op slot. Probeer of hij open gaat als je er tegen duwt of als je hem heen en weer schudt. Vergeet niet dat het hier om een prototype gaat!*
- Gaat de kist goed open?  
*Probeer het uit. Hoe soepeler de deksel kan draaien, hoe beter.*
- Hoe betrouwbaar is het mechanisme?  
*Doe de doos op slot, weer van het slot, en open de deksel. Doe dit 3 keer achter elkaar. Werkt het mechanisme nog steeds goed? Herhaal de test nog een aantal keren! Hoe vaker je hem kunt afsluiten en weer openen, hoe betrouwbaarder hij is.*
- Hoe 'geheim' is het mechanisme?  
*Vraag vrijwilligers uit een andere groep om te laten zien hoe zij denken dat de kist opengaat. Je kunt eventueel de tijd opnemen. Hoe minder mensen kunnen raden hoe en waar je kist geopend kan worden, hoe beter!*

## Extra uitdagingen

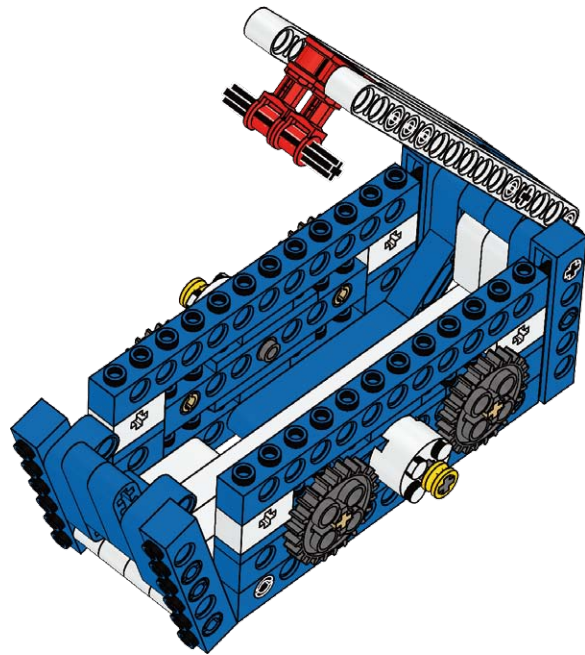
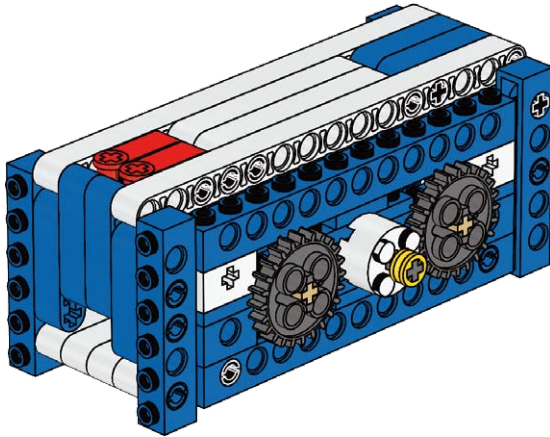
- Bedenk verschillende zijanten voor je kist, die de inhoud helemaal verbergen.
- Geef de zijanten van de kist een eigen stijl met karton en stiften.

◀ **Hulp nodig?**  
Kijk dan naar:



Boekje met  
bouwinstructies voor  
principemodellen -  
hefbomen

**Suggestie voor oplossing met model.**





## Brieven stempelen



### Het probleem

Het waait te hard om buiten te spelen, dus Jannie is in haar postkantoortje brieven aan het stempelen. Ze krijgt een beetje een lamme arm en begint zich af te vragen of de wind gebruikt kan worden om een machine aan te drijven die haar kan helpen!

**Kun je haar helpen dit probleem op te lossen?**

## Ontwerpinstructie

Ontwerp en bouw een stempelmachine die op windkracht werkt:

- de machine moet een merkteken kunnen zetten op dun papier
- hoe meer keren per minuut de machine het teken kan zetten, hoe beter
- hij moet worden aangedreven door de wind van een bureauventilator op ca. een meter afstand

### 1. Maak een tekening van je idee en/of je model.

### 2. Benoem de drie belangrijkste onderdelen op de tekening en verklaar hoe ze werken.

---



---



---

### 3. Verzin drie manieren om de constructie te verbeteren.


---



---



---

 **Hulp nodig?**  
Ga dan naar:



De Hamer



Windmolen



Boekje met bouw instructies voor principemodellen – hefbomen en tandwielen

# Brieven stempelen

## Doelen

Toepassen van kennis over:

- Duurzame energie
- Hefbomen
- Nokken
- Tandwielen
- Waarnemen, verbeteren en meten
- Principes van eerlijk testen en productveiligheid toepassen

## Andere benodigde materialen

- Papier
- Schaar
- Tape

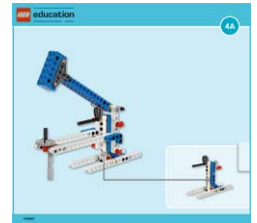
## Eerlijk testen en plezier hebben

- Werkt het stempelmechanisme als de wind het aandrijft?  
*Start de ventilator op een meter afstand van de stempelmachine en kijk of het mechanisme beweegt. Je hoeft het nu nog niet met echt papier te proberen.*
- Kan de machine echt een stempel op papier zetten?  
*Knip een aantal stukken papier uit - dit zijn de 'brieven'. Stempel de helft ervan met de machine. Geef ze aan iemand anders uit de groep. Kan hij of zij vertellen welke brieven gestempeld zijn en welke niet?*
- Hoe productief is het mechanisme?  
*Houd een stempelwedstrijd. Als de machine een meter bij de ventilator vandaan staat, hoeveel brieven kan hij dan stempelen in een minuut? hoe meer brieven, hoe beter!*
- Hoe energiezuinig is het mechanisme?  
*Hoe ver kan de machine van de ventilator vandaan staan zonder te stoppen? Hoe verder de machine weg kan staan, hoe energiezuiniger hij is.*
- Hoe veilig is het mechanisme?  
*Probeer (voorzichtig!) of je per ongeluk je vinger kunt stempelen. De veiligste machines zijn makkelijk te gebruiken, maar het moet moeilijk zijn om je eraan te verwonden.*

## Extra uitdagingen

- Maak een speciaal transportband-systeem om de 'brieven' onder de stempelaar te voeren.
- Maak een echt inktstempel van een oud vlakgum waar je met balpen een boodschap op schrijft. Kun je in spiegelschrift schrijven, zodat de gestempelde boodschap leesbaar is? Hoe veel leesbare stempels kun je maken voordat er nieuwe inkt op het stempel moet komen?
- Ontwerp en bouw een systeem dat automatisch registreert hoe vaak de machine heeft gestempeld.

◀ Hulp nodig?  
Ga dan naar:



De Hamer

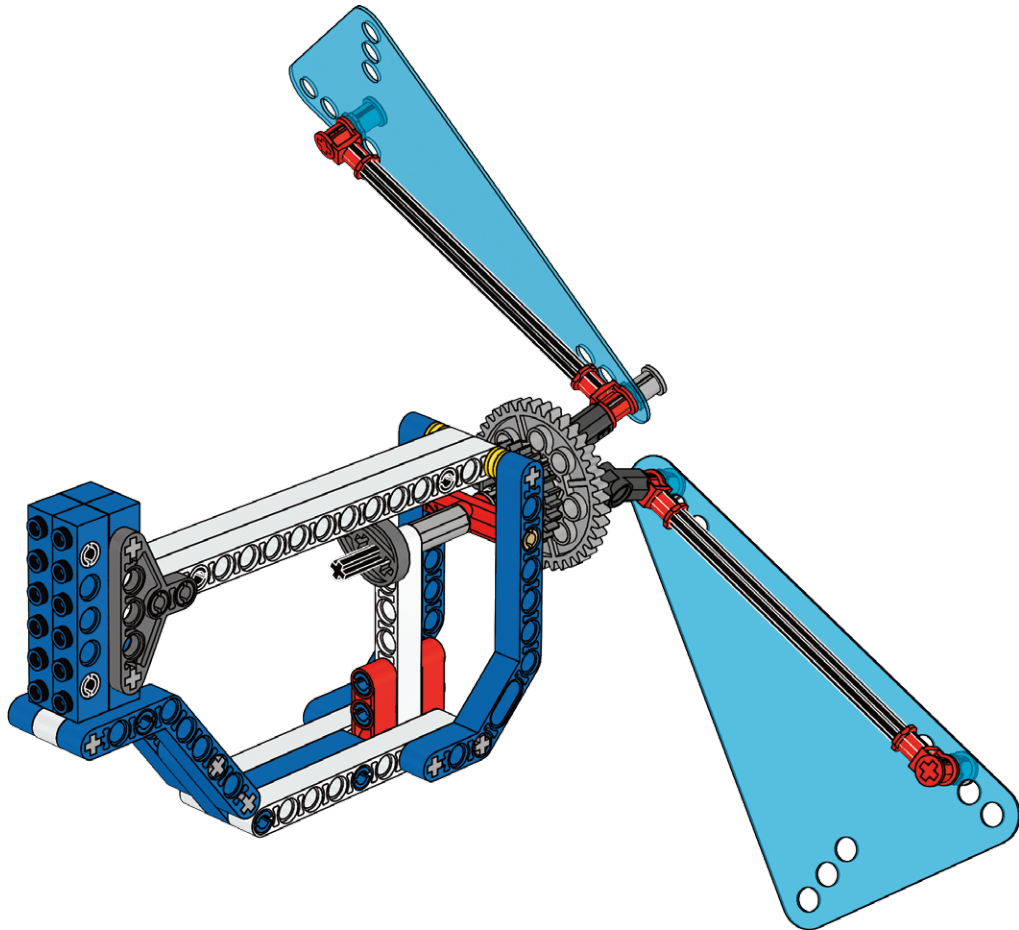


Windmolen



Boekje met bouwstructies voor principemodellen - tandwielen en katrollen

**Suggestie voor oplossing met model.**



## Geklopt



### Het probleem

Oma is een beetje bang voor elektrische mixers, maar als ze eieren voor pannenkoeken of een taart met een garde klopt, wordt ze gauw moe. Is er een makkelijker manier om eieren te klutsen?

Kun je Jan en Jannie helpen een oplossing te vinden?

## Ontwerpinstructie

Ontwerp en bouw een handmixer die:

- makkelijk vast te houden en te gebruiken is
- die echt werkt
- met gardes die veel sneller draaien dan het handvat waar je zelf aan draait
- waarvan de gardes minstens 10 cm van je hand verwijderd zijn

### 1. Maak een tekening van je idee en/of je model.

### 2. Benoem de drie belangrijkste onderdelen op de tekening en verklaar hoe ze werken.

---



---



---

### 3. Verzin drie manieren om de constructie te verbeteren.

---



---



---

#### Hulp nodig?

Ga dan naar:



Veegmachine



Vliegwiel



Principemodellen voor tandwielen en katrollen

# Geklopt

## Doelen

Toepassen van kennis over:

- Tandwielen en/of katrollen
- Effectief energieverbruik
- Evalueren van effectiviteit
- Principes van eerlijk testen en productveiligheid toepassen

## Andere benodigde materialen

- Liniaal
- Stopwatch
- Kopjes of kommetjes, half vol met warm water met een paar druppels afwasmiddel
- Dienbladen om gemorst water op te vangen
- Vrijwilligers uit andere groepen om de handmixers te testen
- Handdoeken om alles weer mee af te drogen

## Eerlijk testen en plezier hebben

- Veiligheid vóór alles: Hoe dicht kunnen kindervingers bij de draaiende gardes komen?  
*Houd de mixer vast en draai aan het handvat. Meet de kleinste afstand tussen hand en garde met een liniaal. De afstand moet minstens 10 cm zijn.*
- Hoe snel draaien de gardes rond?  
*Draai het handvat langzaam één keer helemaal rond. Tel hoe vaak de gardes ronddraaien - hoe vaker hoe beter. De gardes moeten minstens 5 keer sneller dan het handvat kunnen draaien.*
- Hoe goed werkt de mixer? Hoe goed wordt de toegevoerde energie gebruikt?  
*Elke mixer moet dezelfde hoeveelheid zeepwater mixen, en even lang, om eerlijk te testen. Plaats de vrijwillige testers voor de kommen met zeepwater (waar GEEN BELLETJES op mogen liggen). Start de stopwatch en start de mixers. Stop na een minuut en meet onmiddellijk hoe dik de laag zeepschuim is - hoe meer zeepbellen, hoe beter.*
- Hoe comfortabel, makkelijk en veilig is de mixer in het gebruik?  
*Controleer de handen van de vrijwilligers. Kijk of er merkjes op hun handen staan van het omklemmen van de mixer - hoe meer zichtbare merkjes, hoe minder comfortabel de mixer is. Vraag de vrijwilligers om aan te geven hoe makkelijk/moeilijk het was om de mixer te gebruiken (1 voor moeilijk; 5 voor erg makkelijk). Stel vast hoeveel 'ongelukjes' er gebeurden met de mixers - hoe minder, hoe beter!  
*De beste mixer maakt de meeste zeepbellen in de kortste tijd met de minste inspanning en is het prettigst en makkelijkst in het gebruik.**

## Extra uitdagingen

- Maak een superveilige mixer met een aandrijfmechanisme dat 'slipt' als er een vinger of stropdas in de gardes vast komt te zitten.
- Maak er daarna een machine om deeg te kneden van! De gardes moeten nu veel langzamer draaien in vergelijking met de draaisnelheid van het handvat. Probeer hem uit met echt water en meel.
- Kun je de mixer zodanig aanpassen dat hij als wasmachine te gebruiken is? Maak een wasmachine met bovenlading van een grote beker. Gebruik kleine stukjes stof met sausvlekken als 'testkieren'. Terwijl je het handvat in één richting draait, moeten de gardes heen en weer draaien.

◀ Hulp nodig?  
Ga dan naar:



Viegmachine

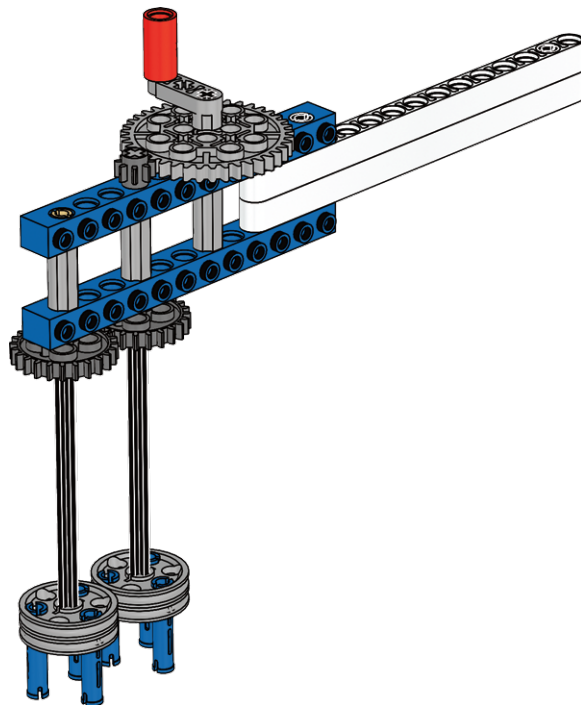


Vliegwiel



Boekje met bouwstructies voor principemodellen - tandwielen en katrollen

**Suggestie voor oplossing met model.**





## De tilmachine



### Het probleem

Jan, Jannie en Hector hebben een prachtige boomhut - maar het is zwaar werk om er in en uit te klimmen.

Als ze een voorraadkamer in de boomhut willen aanleggen wordt het nog moeilijker.

**Kun je Jan en Jannie helpen een oplossing te vinden?**

## Ontwerpinstructie

Ontwerp en bouw een gemotoriseerde tilmachine/lift die het volgende kan:

- minstens 50 gram (ongeveer een gewichtssteen) optillen
- het gewicht minstens 20 cm omhoog tillen

### 1. Maak een tekening van je idee en/of je model.

### 2. Benoem de drie belangrijkste onderdelen op de tekening en verklaar hoe ze werken.

---



---



---

### 3. Verzin drie manieren om de constructie te verbeteren.

---



---



---

#### Hulp nodig?

Ga dan naar:



Wagen met motor



Vishengel



Boekje met  
bouwinstructies voor  
principemodellen  
– tandwielen en hefbomen

# De tilmachine

## Doelen

Toepassen van kennis over

- Katrollen
- Tandwielen
- Krachten
- Principes van eerlijk testen en productveiligheid toepassen

## Andere benodigde materialen

- Een liniaal

## Eerlijk testen en plezier hebben

- Tilt de machine soepel en met een veilige snelheid?  
*Hoe regelmatig de machine beweegt, hoe beter. Als de tilbeweging te snel wordt uitgevoerd, kan dat gevaarlijk zijn.*
- Onderzoek hoe veel de machine kan tillen - zonder hem te steunen of op de ondergrond vast te houden.  
*Hoe meer de machine kan tillen zonder om te vallen, hoe beter.*
- Laad de machine en onderzoek hoeveel hij kan tillen voordat de motor stopt.  
*hoe meer, hoe beter!*

## Extra uitdagingen

- Verzin en bouw een mechanisme dat een geluid maakt zodra de lading de boomhut bereikt heeft.

◀ **Hulp nodig?**  
Ga dan naar:



Wagen met motor

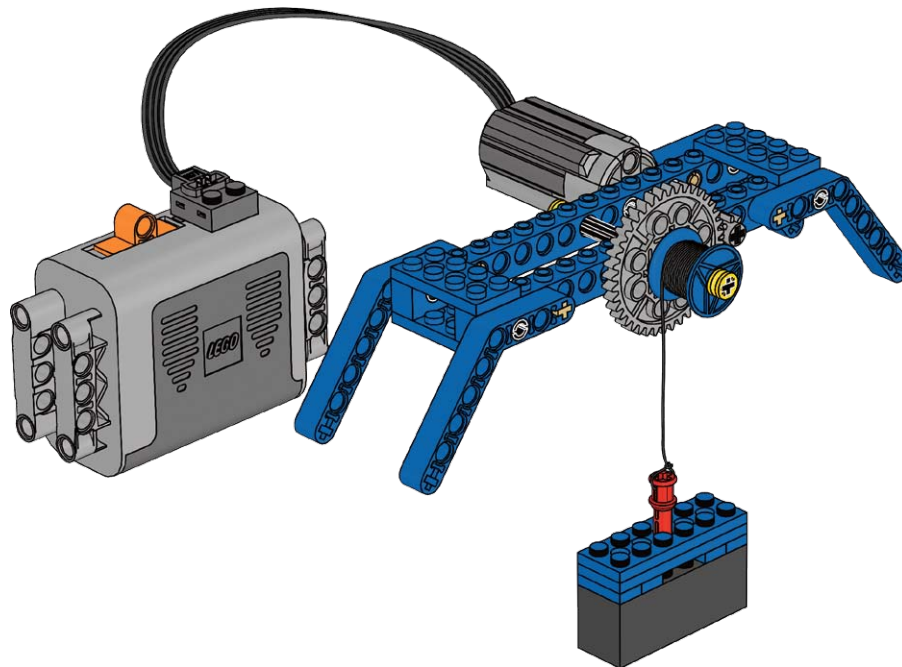


Vishengel



Boekje met  
bouwinstructies voor  
principemodellen  
– tandwielen en hefbomen

**Suggestie voor oplossing met model.**



## De vleermuis



### Het probleem

Jan, Jannie en Hector voeren op school een toneelstuk op dat ze zelf geschreven hebben: 'het spook van de vleermuizengrot'. Maar Hector wil geen vleermuis zijn: hij wil veel liever de rol van spook of van een gevaarlijke draak spelen.

**Kun je Jan en Jannie helpen een vleermuis te ontwerpen voor hun toneelstuk?**

## Ontwerpinstructie

Ontwerp en bouw een gemotoriseerde vleermuis die:

- met zijn vleugels kan slaan
- ogen heeft
- makkelijk vast te houden is

### 1. Maak een tekening van je idee en/of je model.



### 2. Benoem de drie belangrijkste onderdelen op de tekening en verklaar hoe ze werken.

---



---



---

### 3. Verzin drie manieren om de constructie te verbeteren.


---



---



---

 **Hulp nodig?**  
Ga dan naar:



De 'Loper'



Principemodellen voor hefboomen en tandwielen

# De vleermuis

## Doelen

Toepassen van kennis over

- Hefbomen en tandwielen
- Nokken, slingers en het 'timen' van acties
- Principes van eerlijk testen en productbetrouwbaarheid toepassen

## Andere benodigde materialen

- Een liniaal
- Tijdmeter of stopwatch
- Decoratieve materialen: wol, folie, dun karton, papier, etc.
- Plakband

## Eerlijk testen en plezier hebben

- Hoe groot is de spanwijdte van de vleermuis?  
*Meet hem na met een liniaal. Hoe groter de spanwijdte, hoe beter.*
- Hoe vaak beweegt de vleermuis zijn vleugels op en neer per 15 seconden?  
*Hoe vaker per 15 seconden, hoe beter!*
- Kan de vleermuis zijn vleugels met verschillende snelheden bewegen?  
*Zo ja, laat de kinderen dan tonen hoe dit gedaan kan worden.*

## Extra uitdagingen

- Laat de vleermuis nog een andere beweging maken – bijvoorbeeld met zijn ogen of oren.
- Versier de vleermuis om hem er zo levensecht mogelijk te laten uitzien.

◀ **Hulp nodig?**  
Ga dan naar:

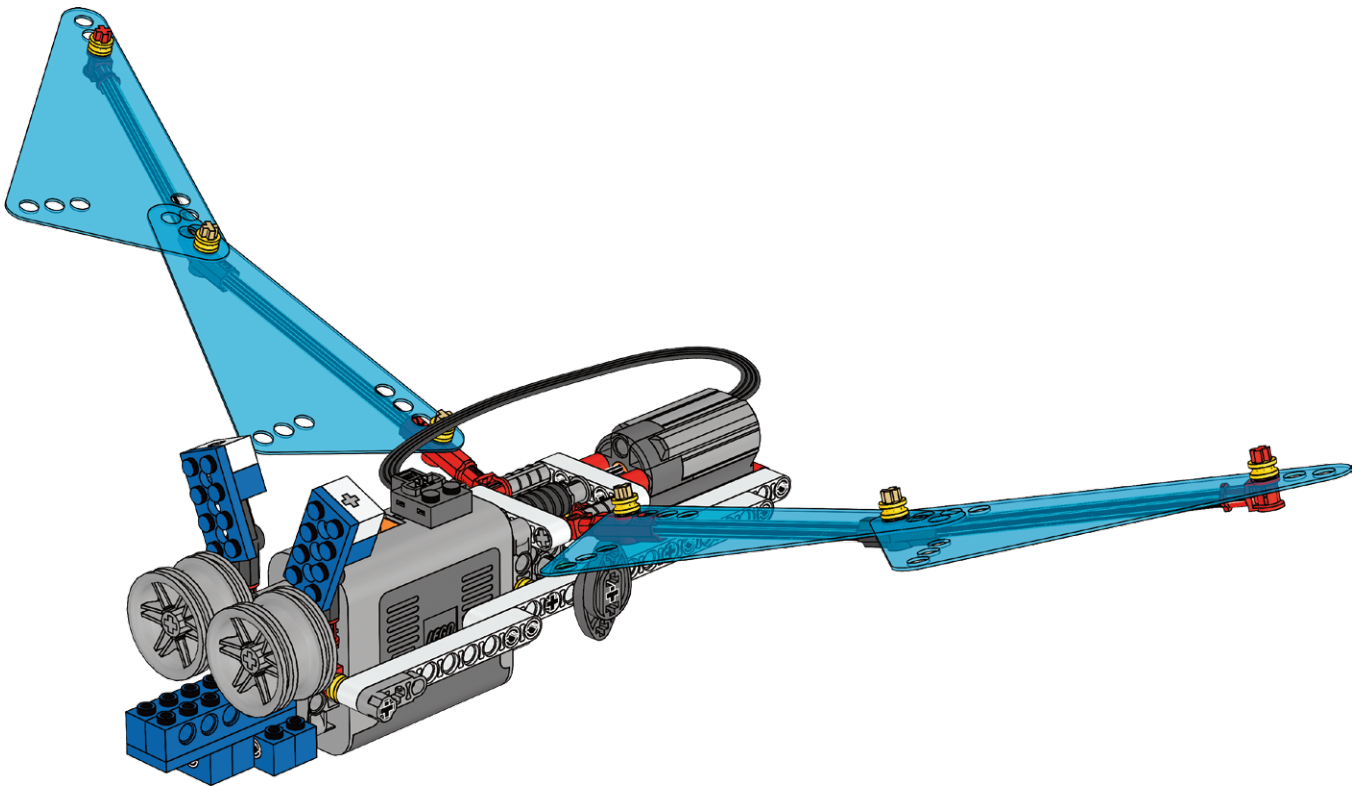


De 'Loper'



Principemodellen voor hefbomen en tandwielen

**Suggestie voor oplossing met model.**







## Woordenlijst

We hebben geprobeerd om de woordenlijst zo begrijpelijk mogelijk te maken, zonder gebruik van ingewikkelde vergelijkingen en lange verklaringen.

- A**
- Aandrijving** Het deel van een machine (meestal een tandwiel, katrol, hefboom, krukas of as) waar de aandrijving de machine in gaat.
- Aangedreven tandwiel** Zie 'volger'.
- Acceleratie (versnelling van beweging)** Steeds sneller gaan. Als een auto accelereert, gaat hij steeds sneller rijden.
- Arbeid** We berekenen de geleverde arbeid door de kracht die nodig is om een voorwerp te verplaatsen te vermenigvuldigen met de afstand waarover het verplaatst wordt (Kracht x Afstand). Zie ook onder Vermogen.
- As** Een stang door het midden van een wiel of door verschillende delen van een nok. Hij voert de kracht via één of andere overbrenging van een motor naar het wiel van een wagen, of van je arm via het wiel naar de as, als je bv. een emmer aan een touw ophijst.
- Asymmetrische kracht** Een kracht die niet tegenover een gelijke of tegengestelde kracht gesteld wordt. Een voorwerp waar asymmetrische krachten op werken, zal in een bepaalde richting gaan bewegen.
- B**
- Band** Een onderdeel van een constructie waar trekkrachten op werken. Banden voorkomen dat andere delen van de constructie van elkaar weg bewegen – ofwel ze 'binden' de constructiedelen aan elkaar.
- C**
- Cam** Een wiel dat niet rond is en een ander onderdeel in beweging brengt. Het zet de ronddraaiende beweging om in een op-en-neergaande of schommelende beweging. Soms wordt een rond wiel dat niet in het midden op een as vastgemaakt is gebruikt als Cam.
- Contragewicht** Een kracht die meestal wordt geleverd door het gewicht van een voorwerp, waarmee het effect van een andere kracht wordt tegengewerkt of geneutraliseerd. Bij hijskranen wordt een zwaar betonblok op het korte uiteinde van de giek gebruikt om het effect van de hijslast aan de lange kant van de giek, die het evenwicht van de kraan verstoort, tegen te werken.
- D**
- Draaipunt of spil** Het punt waar iets omheen draait of roteert, zoals de spil van een hefboom.
- Drijfriem** Een doorlopende riem rond twee katrolwielen gespannen, zodat het ene wiel het andere laat draaien. Het mechanisme is er meestalop gemaakt om te 'slippen' als het aangedreven wiel tegengehouden wordt.

**Drijfstang (koppelstang) verbinding** Bij een koppelstangverbinding wordt een beweging overgebracht via een verzameling stangen en/of balken, verbonden door bewegende draaipunten. Een grijptang, een schaarlift, een naaimachine en het slot van een garagedeur bevatten verbindingen met koppelstangen.

**Drijf wiel** Een andere naam voor een tandwiel dat in een tandstang of een wormwerk grijpt.

**Drukkrachten** In tegengestelde richting werkende krachten waardoor een constructie 'samengedrukt' wordt.

**Duurzame energie** Energie uit een duurzame bron, zoals zonlicht, wind of stromend water.

**E Eerlijk testen** Meten van de werking van een machine door zijn werking onder verschillende omstandigheden te vergelijken.

**Element** De naam van ieder afzonderlijk onderdeel van een constructie. Een deurkozijn bestaat bijvoorbeeld uit twee verticale elementen en één horizontaal element.

**Energie** De capaciteit om arbeid te leveren.

**G Gewicht** Zie Massa.

**Grip, houvast** De grip tussen twee vlakken is afhankelijk van de aanwezige hoeveelheid wrijving. Autobanden hebben bijvoorbeeld een betere 'grip' op droge wegen dan op natte.

**H Hefboom** Een stang die om een vast punt (het draaipunt of de 'spil') draait wanneer er een kracht op uitgeoefend wordt.

**Hefboom, derde soort** De prestatie ligt tussen de last en de spil. In vergelijking met de prestatie, versterkt deze hefboom de snelheid en de afstand die de last aflegt.

**Hefboom, eerste soort** De spil ligt tussen de prestatie en de last. Een lange prestatie-arm en een korte lastarm versterken de kracht in de lastarm (dit is bv. het geval als je een blik verf open wrikt met een schroevendraaier).

**Hefboom, tweede soort** De last ligt tussen de prestatie en de spil. Met deze hefboom wordt de kracht van de prestatie (optillen van de last) vergroot, en het werk dus gemakkelijker. Voorbeeld: een kruiwagen.

**Hellend vlak** Een hellend vlak wordt meestal gebruikt om een voorwerp omhoog te brengen, met minder kracht dan als het direct opgetild zou worden. Een nok is een speciaal soort onafgebroken hellend vlak.

**I Impuls** Het product van de snelheid en de massa van een voorwerp: snelheid - niet vaart - omdat de richting belangrijk is; massa - niet gewicht - omdat de impuls niet van de zwaartekracht afhankelijk is.

**K Kalibreren** Het uitzetten en aangeven van eenheden op een schaal van een meetinstrument. We kunnen bekende waarden gebruiken, zoals messing gewichten om een brievenweger in te delen, of een stopwatch om seconden op onze nieuwe timer aan te geven. Dit wordt kalibreren genoemd.

<b>Katrol</b>	Een wiel met een groefvelg waar een band, ketting of touw in kan lopen.
<b>Katrolblok</b>	Een of meer katrolwielen in een verplaatsbaar frame met touwen of kettingen eromheen, die naar een of meer vaste katrollen gaan. Dit type katrol beweegt met de last mee, en verkleint de prestatie die nodig is om de last op te tillen.
<b>Katrolschijf</b>	Een katrolwiel met een groefvormige 'velg'. De groef dient om een touw, riem of kabel 'vast te houden', zodat hij niet van het wiel schiet.
<b>Katrolwiel, beweegbaar</b>	verandert de kracht die nodig is om een last op te tillen. Een beweegbaar katrolwiel beweegt met de last mee.
<b>Katrolwiel, vast</b>	Verandert de richting van een kracht die er op uitgeoefend wordt. Een vast katrolwiel beweegt niet met de last mee.
<b>Kinetische energie</b>	De energie van een voorwerp die verbonden is met de snelheid ervan. Hoe sneller het voorwerp zich verplaatst, des te groter de kinetische energie ervan. Zie ook: potentiële energie.
<b>Koppel</b>	De draaikracht die door een as geleverd wordt.
<b>Kracht</b>	Een trek- of duwkracht.
<b>Krukstang of kruk</b>	Een arm of hendel, haaks op een as aangesloten, die er voor zorgt dat de as makkelijk rondgedraaid kan worden.
<b>L</b>	
<b>Lager</b>	Een deel van een machine dat bewegende delen ondersteunt. De meeste gaten in LEGO® elementen zijn te gebruiken als lagers voor LEGO assen. De speciale kunststof heeft een lage wrijving, dus de assen draaien makkelijk.
<b>Last of belasting</b>	Elke kracht die door een constructie wordt weerstaan – zoals een gewicht of massa. Het kan ook de hoeveelheid weerstand zijn die op een mechanisme werkt.
<b>Luchtweerstand</b>	De tegendruk die de lucht veroorzaakt op een voertuig of voorwerp als dit zich door de lucht heen wil bewegen. Een gestroomlijnde vorm biedt minder luchtweerstand.
<b>M</b>	
<b>Machine</b>	Een apparaat waarmee werk makkelijker of sneller gaat. Het bevat meestal mechanismen.
<b>Massa</b>	Massa is de hoeveelheid materiaal in een voorwerp. Op Aarde heb je - door de zwaartekracht – een gewicht van bv. 70 kilo. In de ruimte ben je 'gewichtloos', maar je massa is en blijft 70 kg. (Massa wordt vaak verward met 'gewicht').
<b>Mechanisme</b>	Een eenvoudige combinatie van componenten die de grootte of richting van een kracht en de vaart van de output van die kracht verandert. Bijvoorbeeld een hefboom of twee tandwielen die in elkaar grijpen.
<b>N</b>	
<b>Nettogewicht</b>	Het gewicht van een substantie waar het gewicht van zijn verpakking van afgetrokken is.
<b>Nuttig effect</b>	Een aanduiding voor welk aandeel van de kracht die een machine ingaat, er uitkomt in de vorm van nuttig werk. Door wrijving gaat vaak een hoop energie verloren waardoor het nuttig effect van de machine kleiner wordt.

<b>O</b>	<b>Overbrenging</b>	Een systeem van tandwielen en katrollen met één ingang en één of meer uitgangen. Een versnellingsbak heeft een overbrenging, en dit geldt ook voor onze klok.
	<b>Overbrenging, samengesteld</b>	Een combinatie van tandwielen en assen waarbij op minstens één as twee tandwielen van verschillende afmetingen zitten. Hiermee wordt een zeer groot verschil in snelheid of kracht bereikt als je de output met de input vergelijkt.
	<b>Overbrenging versnellend</b>	Een grote aandrijver draait een kleine volger en vermindert de kracht van de prestatie. Maar de volger draait sneller.
	<b>Overbrenging vertragend</b>	Een kleine aandrijver draait een grote volger en versterkt de kracht van de prestatie. Maar de volger draait langzamer.
<b>P</b>	<b>Potentiële energie</b>	De energie van een voorwerp, als functie van de positie ervan. Hoe hoger een voorwerp zich boven de aarde bevindt, des te groter zal de potentiële energie ervan zijn. Zie ook: kinetische energie.
	<b>Prestatie</b>	De kracht, of de hoeveelheid kracht, die iemand of iets in een machine stopt.
<b>R</b>	<b>Rangschikken</b>	Handelingen zodanig organiseren dat ze in de juiste volgorde en met de juiste intervallen plaatsvinden. Hier worden vaak nokken voor gebruikt.
	<b>Regelmechanisme</b>	Een mechanisme dat een actie automatisch regelt. Een tandrad met pal voorkomt bv. dat een as verkeerd om draait, en een 'gangrad' voorkomt dat een klok te snel draait!
	<b>Rendement</b>	De verhouding tussen het outputvermogen en het inputvermogen van een machine. Het vertelt ons vaak iets over hoe nuttig de betreffende machine voor ons is. Dit wordt soms ook mechanisch rendement genoemd.
	<b>Resetten (Nulstellen)</b>	De wijzer op een schaal terugdraaien naar nul.
	<b>RPM</b>	Rotaties (omdraaiingen) per minuut (of: 'toeren'). Hiermee wordt vaak de (draai)snelheid van motoren aangegeven. De LEGO® motor draait met ongeveer 400 rpm (toeren) als hij onbelast is (dwz. als hij geen andere mechanismen aandrijft).
<b>S</b>	<b>Slinger</b>	Een gewicht dat in een vast punt is opgehangen zodat het vrij heen en weer kan bewegen onder invloed van de zwaartekracht.
	<b>Slingerperiode</b>	De tijd die een slinger nodig heeft om één slingerbeweging af te maken. Voor onze slinger geldt dat de slingerbeweging en de tijdsduur langer worden als het gewicht lager hangt en omgekeerd.
	<b>Slip</b>	Het laten doorglijden van een band of touw - meestal op een katrol - als veiligheidsvoorziening.
	<b>Snelheid</b>	De vaart in een bepaalde richting. Om de vaart van bv. een voertuig te kunnen berekenen, delen we de afgelegde afstand door de gebruikte tijd.
	<b>Spil</b>	Het punt waar iets omheen draait of roteert, zoals de spil van een hefboom.

<b>Spoed</b>	De afstand die een schroef aflegt als hij een volledige slag (3600) gedraaid wordt.
<b>Stijf</b>	Een 'stijf' materiaal of element kan niet worden uitgerekt of samengedrukt, en vervormt niet als het belast wordt.
<b>Stijl</b>	Een onderdeel van een constructie waar drukkrachten op werken. Stijlen verhinderen dat andere constructiedelen naar elkaar toe bewegen.

## T

<b>Tandheugel</b>	Een platte staaf met regelmatige ribbelvormige 'tanden' in een rechte lijn achter.
<b>Tandrad met pal</b>	Een mechanisme met een tandwiel (rad) en een blok of wig (pal) die het tandwiel alleen in één richting laat draaien.
<b>Tandstang (tandheugel)</b>	Een speciaal 'tandwiel' in de vorm van een platte stang met tanden.
<b>Tandwiel</b>	Een getand wiel of kam. De 'tanden' van tandwielen grijpen in elkaar om een beweging over te brengen. Ook wel 'tandrad' genoemd.
<b>Tandwiel, kegelvormig</b>	Met tanden in een hoek van 45°. Wanneer twee kegeltandwielen in elkaar grijpen, veranderen zij de hoek van hun assen en beweging met 90°.
<b>Tandwiel, krans</b>	Een wiel met tanden die als een krans omhoog steken. Kan met een gewoon recht tandwiel ineengrijpen om een beweging 90° te laten draaien.
<b>Tandwiel, worm.</b>	Een tandwiel met een spiraal die op een schroef lijkt. Laat het met een drijf wiel ineengrijpen om langzaam grote krachten over te brengen.
<b>Trekkrachten</b>	In tegengestelde richting werkende krachten die proberen een constructie 'uit te rekken'.
<b>Tussentandwiel</b>	Een tandwiel of katrol die door een aandrijving rondgedraaid wordt en dan een volger laat draaien. De krachten in de machine worden er niet door veranderd.

## V

<b>Vergroten</b>	Lets doen toenemen. Een hefboom kan bv. de kracht in je arm vergroten.
<b>Vermogen</b>	Het tempo waarin een machine werk uitvoert (arbeid gedeeld door tijd). Zie ook onder arbeid.
<b>Vliegwiel</b>	Een wiel dat de bewegingsenergie opslaat terwijl het ronddraait en deze langzaam afgeeft. Hoe zwaarder, groter en sneller het wiel, des te meer energie er wordt opgeslagen.
<b>Volger</b>	Meestal een tandwiel, katrol of hefboom, aangedreven door een ander element. Het kan ook een hefboom zijn die door een nok aangedreven wordt.

## W

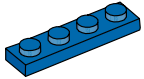
<b>Windweerstand</b>	Zie luchtweerstand.
<b>Wrijving</b>	De weerstand tussen twee vlakken die over elkaar glijden, bv. als een as in een gat draait of als je je handen tegen elkaar aan wrijft.



## LEGO® Overzicht onderdelen



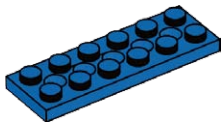
8x  
Plaatje, 1x2, blauw  
302323



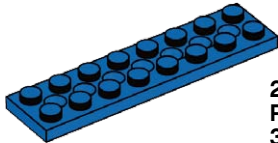
4x  
Plaatje, 1x4, blauw  
371023



6x  
Plaatje met gaten, 2x4, blauw  
370923



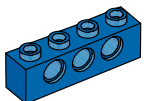
8x  
Plaatje met gaten, 2x6, blauw  
4114027



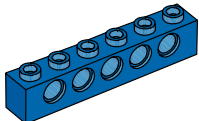
2x  
Plaatje met gaten, 2x8, blauw  
373823



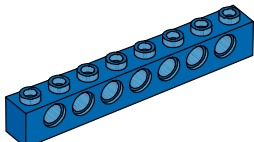
4x  
Balk met noppen, 1x2, blauw  
370023



4x  
Balk met noppen, 1x4, blauw  
370123



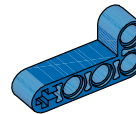
4x  
Balk met noppen, 1x6, blauw  
389423



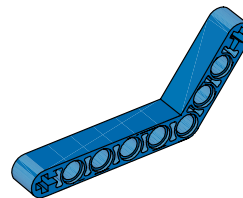
4x  
Balk met noppen, 1x8, blauw  
370223



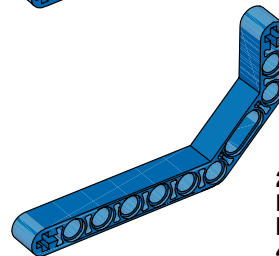
10x  
Verbindingsplug met frictie,  
3-module, blauw  
4514553



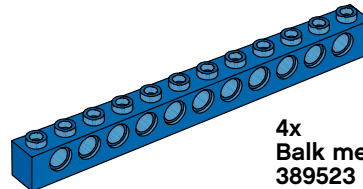
8x  
Balk met hoek, 4x2-module, blauw  
4168114



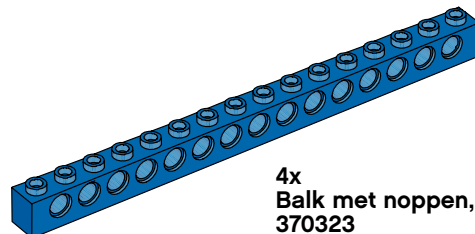
4x  
Balk met hoek, 4x6-module,  
blauw  
4182884




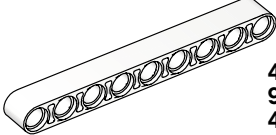

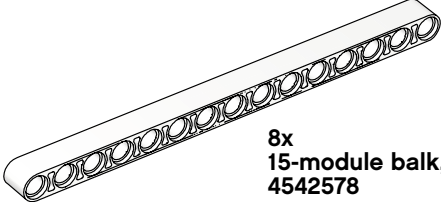
















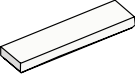

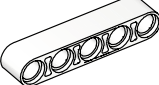
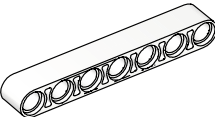
2x  
Balk met hoeken, 3x7-module,  
blauw  
4112000



4x  
Balk met noppen, 1x12, blauw  
389523

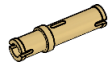


4x  
Balk met noppen, 1x16, blauw  
370323

	14x 2-module as, rood 4142865		4x 9-module balk, wit 4156341
	14x Verbindingsplug met bus, rood 4140806		8x 15-module balk, wit 4542578
	4x Hoekblok, 2 (180°), rood 4234429		2x Stuurarm, zwart 4114670
	10x Hoekblok met kruising, rood 4118897		2x Lager voor stuurarm, zwart 4114671
	4x Kruisingsblok, 3-module, rood 4175442		4x Hoekblok, 1 (0°), donkergrijs 4210658
	2x Buis, 2-module, rood 4526984		4x Hoekblok, 3 (157°), zwart 4107082
	4x Balk met noppen, 1x2 met kruising, wit 4233486		28x Verbindingsplug met frictie, zwart 4121715
	2x Steen, 2x4, wit 300101		4x Band, 30,4x4, zwart 281526
	2x Steen, 2x2 rond, wit 614301		4x Band, 30,4x14, zwart 4140670
	4x Daksteen, 1x2/45°, wit 4121932		4x Band, 43,4x22, zwart 4184286
	2x Dekplaatje, 1x4, wit 243101		
	2x 3-module balk, wit 4208160		
	2x 5-module balk, wit 4249021		
	2x 7-module balk, wit 4495927		



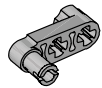
12x  
Verbindingsplug met as, beige  
4186017



4x  
Verbindingsplug, 3-module, beige  
4514554



16x  
1/2-module bus, geel  
4239601



4x  
Verbindingsplug, hendel, grijs  
4211688



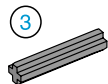
8x  
Verbindingsplug, grijs  
4211807



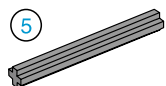
16x  
Bus, grijs  
4211622



8x  
2-module asverlenger, grijs  
4512360



8x  
3-module as, grijs  
4211815



4x  
5-module as, grijs  
4211639



8x  
4-module as, zwart  
370526

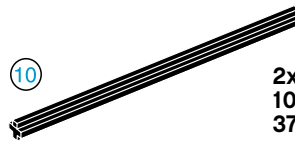


2x  
6-module as, zwart  
370626



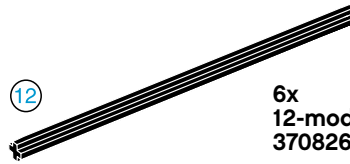
2x  
8-module as, zwart  
370726

10



2x  
10-module as, zwart  
373726

12



6x  
12-module as, zwart  
370826



1x  
Haar minifiguur (paardenstaart),  
zwart  
609326



1x  
Pet minifiguur, rood  
448521



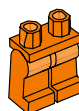
2x  
Hoofd minifiguur, geel  
9336



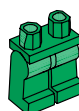
1x  
Bovenlijf minifiguur, wit met surfer  
4275606



1x  
Bovenlijf minifiguur, wit met  
bloemmotief  
4275536




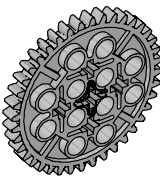

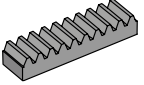
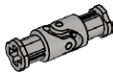









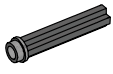
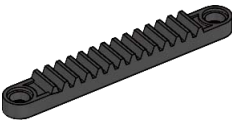




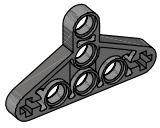



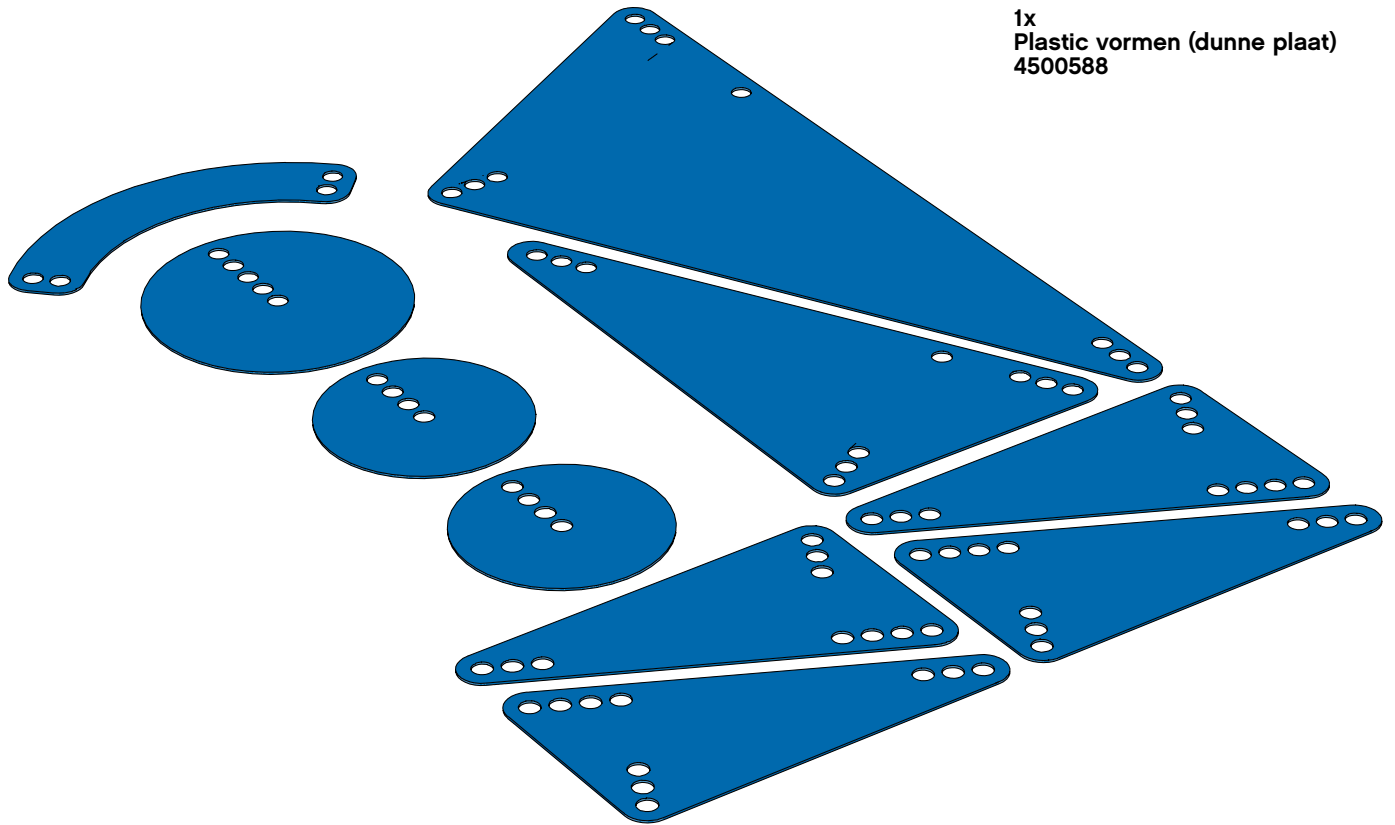
1x  
Benen minifiguur, oranje  
4120158



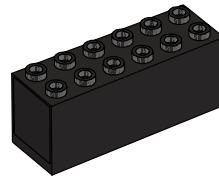
1x  
Benen minifiguur, groen  
74040



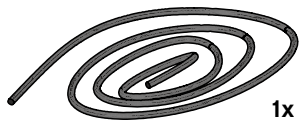
	2x Tandwiel, 16-tands, grijs 4211563		2x Drijfriem, 33 mm, geel 4544151
	4x Tandkrans, 24-tands, grijs 4211434		2x Drijfriem, 24 mm, rood 4544143
	2x Tandwiel, 40-tands, grijs 4285634		2x Drijfriem, 15 mm, wit 4544140
	2x Tandheugel met 10 tanden, grijs 4211450		1x Universele verbinding, 3-module, grijs 4525904
	2x Wormwiel, grijs 4211510		4x Naaf, 18x14, grijs 4490127
	1x Differentieel, 28-tands, donkergrijs 4525184		4x Naaf, 24x4, grijs 4494222
	4x Tandwiel, 24-tands, donkergrijs 4514558		4x Naaf, 30x20, grijs 4297210
	6x Tandwiel, 8-tands, donkergrijs 4514559		6x Verbindingsplug, 1,5-module, donkergrijs 4211050
	2x Tandwiel, 12-tands dubbel kegelvormig, zwart 4177431		4x As met nop, 3-module, donkergrijs 4211086
	1x Tandheugel met 14 tanden, zwart 4275503		4x Nokwiel, donkergrijs 4210759
	6x Tandwiel, 12-tands kegelvormig, beige 4514556		1x Haspel, donkergrijs 4239891
	2x Tandwiel, 20-tands kegelvormig, beige 4514557		2x ½ balk, driehoekig, donkergrijs 4210689
	2x Tandwiel, 20-tands dubbel kegelvormig, beige 4514555		



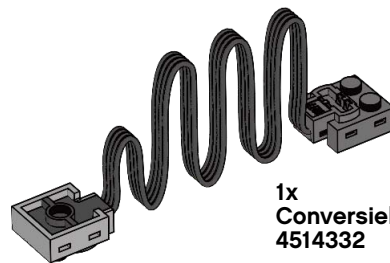
2x  
Snoer, 40-module met noppen,  
zwart  
4528334



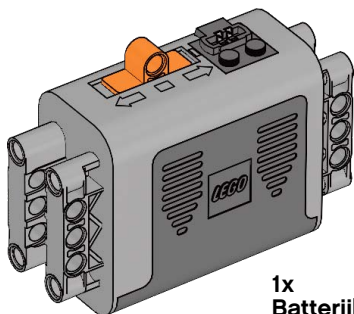
1x  
Gewichtssteen, zwart  
73843



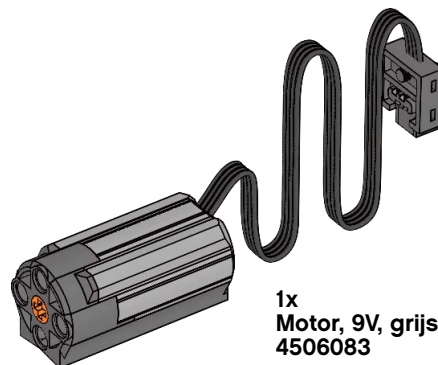
1x  
Snoer, 2 m, zwart  
4276325



1x  
Conversiekabel, zwart  
4514332



1x  
Batterijhouder, 9V, grijs  
4506078



1x  
Motor, 9V, grijs  
4506083

Advisering afstemming op het Nederlandse onderwijs: Harry Valkenier  
Lokalisering, vertaling en DTP: EICOM ApS, Denemarken

Bezoek de activiteitenbank op de LEGO® Education  
website om gratis voorbeelden te downloaden van  
activiteiten, speciaal ontwikkeld voor ons schoolprogramma.

LEGO and the LEGO logo are trademarks of the/son des marques  
de commerce de/son marcas registradas de LEGO Group.  
©2009 The LEGO Group.

