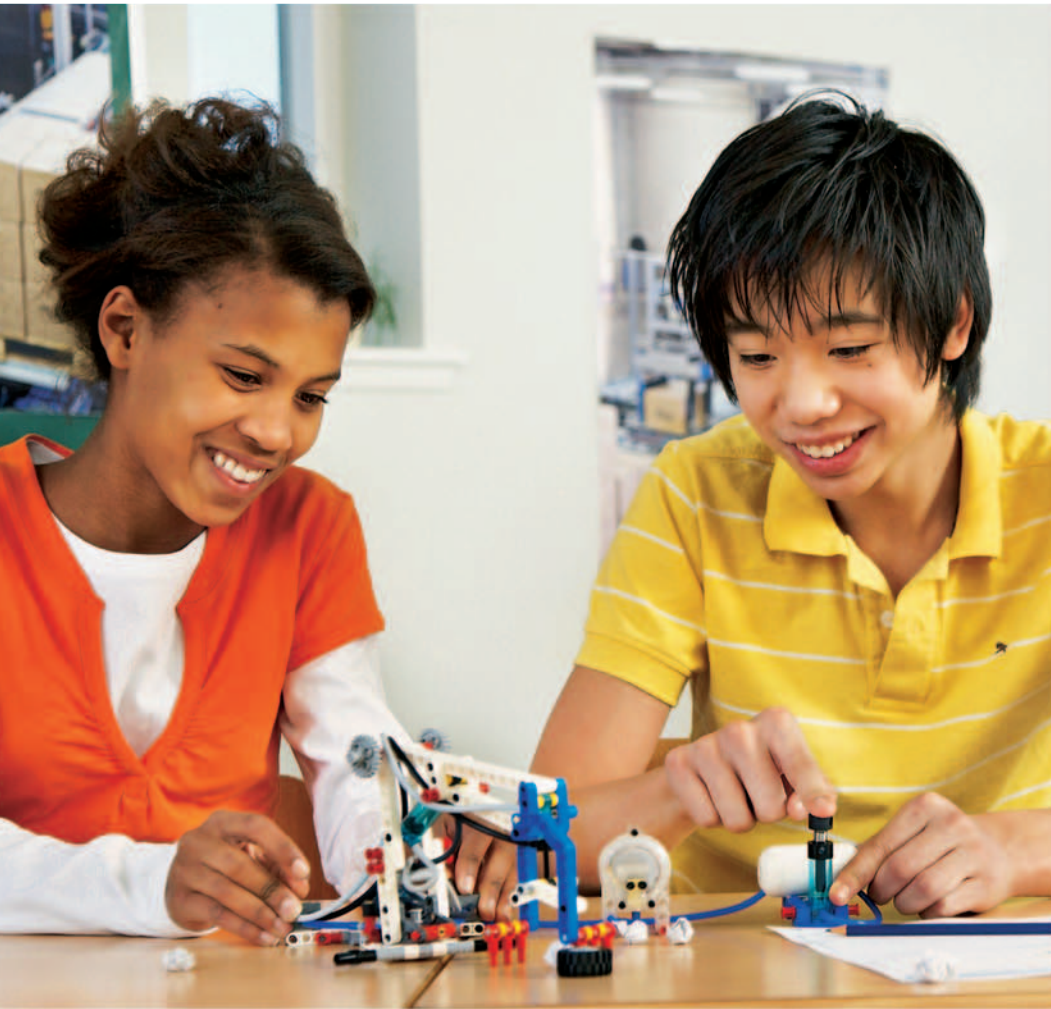


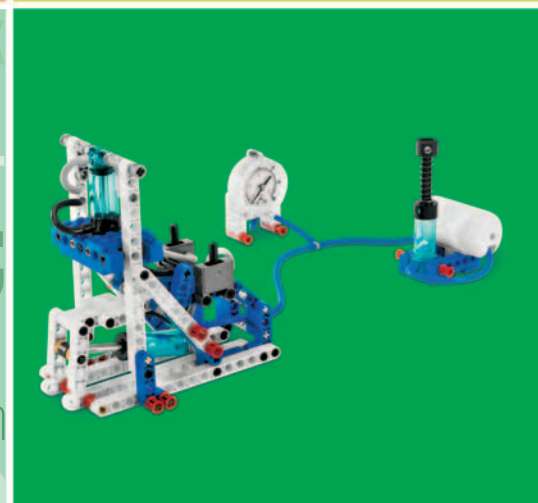
2009641



education



Pneumatiek  
Zuigerstang  
Cilinder  
Kracht  
Zuiger  
Samenpersen  
Ontdekken



Handleiding voor de leerkracht



## Inhoud

1. <a href="#">Inleiding</a> .....	3
2. <a href="#">Welke aspecten van het leerplan komen aan de orde?</a> .....	8
3. <a href="#">Wat is pneumatiek?</a> .....	14
4. <a href="#">Principemodellen</a> .....	23
5. <b>Activiteiten</b>	
5.1 <a href="#">Schaarlift</a> .....	35
5.2 <a href="#">Robothand</a> .....	42
5.3 <a href="#">Stempelpers</a> .....	49
5.4 <a href="#">Robotarm</a> .....	56
6. <a href="#">Activiteiten ontwerpen en opbouwen</a> .....	63
6.1 <a href="#">Dinosaurus</a> .....	64
6.2 <a href="#">Vogelverschrikker</a> .....	67
7. <a href="#">Woordenlijst</a> .....	70
8. <a href="#">LEGO® Elementenoverzicht</a> .....	73



## Introductie

De LEGO® Pneumatiekset van LEGO Education biedt een geniale kennismaking met de rol die wetenschap en technologie in het dagelijks leven spelen.

### Voor wie is dit materiaal bedoeld?

Het materiaal is ontwikkeld voor gebruik in de bovenbouw basisonderwijs, maar ook toepasbaar in de brugklas. En het leerlingmateriaal bevat instructies, vragen en tips die een constante vooruitgang in het leerproces stimuleren. Leerkracht en leerlingen worden stap voor stap met het gebruik van het materiaal vertrouwd gemaakt.

### Wat is de bedoeling van het materiaal?

Met LEGO Education oplossingen voor wetenschap en technologie krijgen uw leerlingen een aantal instrumenten en opdrachten voor wetenschappelijk werk, zodat ze de rol van jonge onderzoekers op zich kunnen nemen. Onze producten stimuleren leerlingen om vragen van het type 'Wat gebeurt er, als...?' te stellen. Ze kunnen met voorspellingen en hypothesen komen en vervolgens het gedrag van hun modellen testen en de resultaten registreren en presenteren.

### Wat is het precies?

De set bevat 31 onderdelen waaronder pompen, cilinders en ventielen – waarvan er meerdere volkomen uniek zijn voor dit product. Alle onderdelen, alsmede de 10 boekjes met bouw instructies, passen keurig in de onderste helft van de 9632/9686 opbergdoos. Het activiteitenpakket bestaat uit 14 principemodel activiteiten, 4 hoofdactiviteiten en 2 'ontwerpen en maken' activiteiten. De set is speciaal ontwikkeld met het oog op eenvoudig, probleemloos gebruik in de klas en optimaal leerplezier!



## Wat is er nieuw?

### Praktische pneumatiek

De set biedt uw leerlingen de mogelijkheid een diepgaand begrip van pneumatische principes op te bouwen door eigenhandig met de materialen te werken.

De gedeeltes 'Wat is pneumatiek?' en 'Principemodellen' geven een grondige inleiding in de basisbeginselen. Met behulp van de vier hoofdactiviteiten onderzoeken de leerlingen pneumatische concepten in de praktijk. De activiteiten presenteren wetenschappelijke en technische begrippen op een inspirerende, boeiende wijze die de creativiteit en teamwork stimuleren. Ze bieden tevens mogelijkheden voor het integreren van een breed scala aan wetenschappelijke, technologische en wiskundige concepten en dragen bij aan een uiterst effectief leerproces.

## Hoe wordt het materiaal gebruikt?

### Bouwinstructies

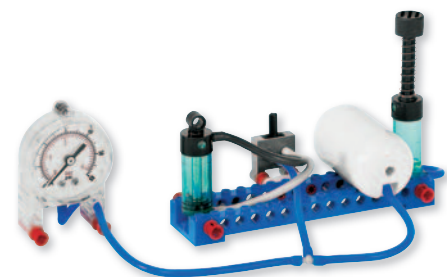
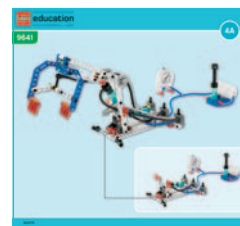
Uniek voor de LEGO® Education sets wetenschap en technologie zijn de nieuwe 'samen bouwen' instructieboekjes, waarbij aan elk van twee leerlingen de bouw van het halve model beschreven wordt. De twee 'bouwpartners' werken met aparte instructieboekjes (A en B) aan hun eigen subsysteem, om daarna in samenwerking de twee 'halve' modellen tot een groter, gecompliceerder en beter model te combineren.

### Wat is pneumatiek?

In dit gedeelte worden de beginselen van de pneumatiek geïntroduceerd: wat het is, hoe het werkt en waar het voor gebruikt wordt. Het gedeelte bevat tevens een gids voor het ontwerp en de functie van alle elementen, alsmede vier pagina's om af te drukken en in het klaslokaal op te hangen. De leerkracht kan ervoor kiezen dit gedeelte voor de eigen voorbereidingen te gebruiken, of het uit te delen aan de klas.

### Principemodellen

De principemodellen laten de leerlingen kennis maken met de basisbegrippen van de pneumatiek en bieden de mogelijkheid om begrip en kennis over de werking van pneumatische apparatuur te verwerven. Met de eenvoudig te bouwen modellen kunnen de leerlingen experimenten opzetten, waarbij ze de volgorde van de activiteiten en de bouwinstructies volgen. De aantekeningen bij de principemodellen bevatten een aantal uitdrukkingen voor de leerlingen, waardoor ze worden gestimuleerd de correcte terminologie voor pneumatische processen te gebruiken bij hun onderzoekende en verklarende werk.



### Aantekeningen voor de leerkracht

In de aantekeningen voor de leerkracht vindt u zowel activiteiten als vragen met antwoorden, tips en ideeën voor nader onderzoek. Alle activiteiten zijn zorgvuldig afgestemd op de Kerndoelen voor Techniek. Aan het begin van elke activiteit worden de uitkomsten opgesomd die specifiek zijn voor de betreffende activiteit. In het gedeelte getiteld 'Welke aspecten van het leerplan komen aan de orde?' staat een lijst van de uitkomsten die in principe voor alle activiteiten kunnen gelden. Er zijn tevens lijsten met specifieke terminologie, en met suggesties voor aanvullend materiaal voor de activiteit.

De aantekeningen voor de leerkracht zijn opgebouwd volgens de beproefde LEGO® Education methodiek – de '4C-benadering': Combineren, Construeren, Contempleren en Continueren. Deze methodiek stelt de leerkracht in staat de klas op natuurlijke wijze door de activiteiten te leiden.

### Combineren

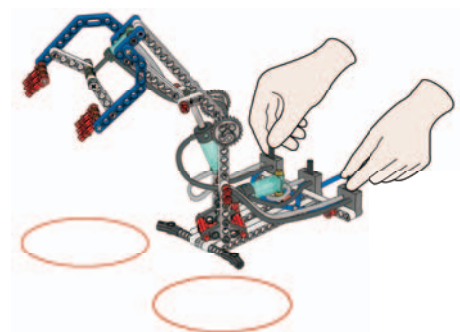
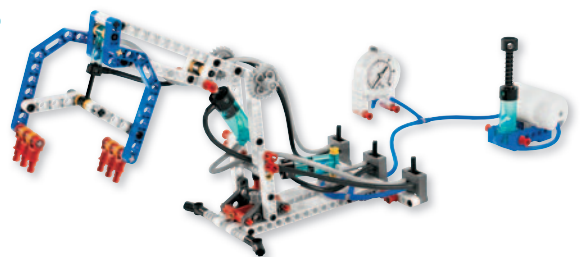
Een korte tekst biedt inzicht in het doel en de functie van het betreffende model. De tekst wordt ondersteund door een filmpje van een machine uit het dagelijks leven, waar het LEGO model aan verwant is. De tekst en het filmpje - of uw eigen ervaringen – kunnen als uitgangspunt dienen voor een discussie in de klas. Verwijs eventueel ook naar actuele gebeurtenissen uit binnen- en buitenland om het proces op gang te helpen.

### Construeren

Met behulp van de bouw instructies maken de leerlingen modellen, waarin concepten aan de orde komen die verwant zijn aan de primaire leerstof. Er worden tips gegeven voor testprocedures en om na te gaan of het model volgens plan functioneert.

### Contempleren

Via experimenten die gebaseerd zijn op wetenschappelijk onderzoek, stimuleert het materiaal de leerlingen om discussies te voeren over de specifieke technologische leergebieden en het aanpassen van hun denkproces aan de betreffende taak. Bij iedere activiteit worden de leerlingen geacht de uitkomst van een experiment te voorspellen en hun bevindingen te registreren. U kunt de leerlingen vragen hun bevindingen te presenteren in combinatie met verklaringen en redeneringen. Het materiaal bevat een reeks vragen die ten doel hebben de ervaringen van de leerlingen en hun begrip van de experimenten verder uit te diepen. Dit biedt u als leerkracht de mogelijkheid om het aanleren en de vooruitgang van de individuele leerling te evalueren.





### **Hoeveel tijd heb ik nodig?**

De leerlingen zouden alle principeactiviteiten binnen twee lessen van 45 minuten moeten kunnen doorlopen.

Elk van de hoofdactiviteiten kan in de regel binnen 45 minuten door de leerlingen gebouwd, getest, onderzocht en weer opgeborgen worden. Een dubbel lesuur is evenwel ideaal voor diepgaander onderzoek naar de voornaamste leergebieden.

Bij de 'ontwerpen en maken' activiteiten hebben de leerlingen misschien wat meer tijd nodig om hun modellen te ontwikkelen en te verklaren.

### **LEGO® Education**



## Welke aspecten van het leerplan komen aan de orde?

Doordat uw leerlingen samen actief bouwen, ontdekken, onderzoeken, vragen stellen en onderling communiceren, bereikt u een aantal grote voordelen. Hier volgt een overzicht:

### **Wetenschap**

Uitvoeren van praktische, onderzoekende activiteiten; onderzoeken van ideeën en verklaringen; verzamelen, registreren, analyseren en evalueren van wetenschappelijk bewijsmateriaal en werkmethodes.

### **Design en technologie**

Gebruiken van relevante strategieën voor het plannen en organiseren van activiteiten; oplossen van technische problemen; kritisch nadenken tijdens evaluatieprocessen, en ontwerpideeën en –suggesties aanpassen om producten te verbeteren; creatief reageren op ontwerp opdrachten; eigen voorstellen ontwikkelen en specificaties voor producten definiëren voor producttests van prototypes op het gebied van prestatie t.a.v. specificaties; evalueren; kwaliteit en afwerking van oplossingen beoordelen.

### **Wiskunde/algebra**

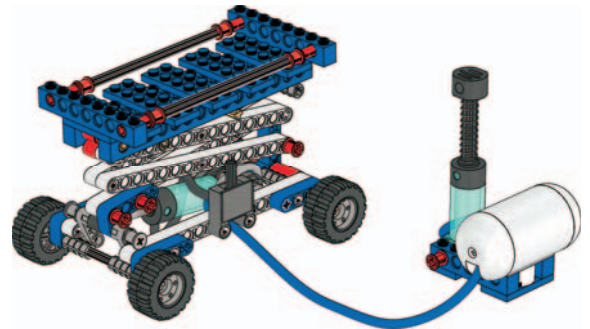
Nauwkeurige wiskundige diagrammen, grafieken en modellen op papier maken; inschatten, benaderen en controleren van het gemaakte; registratiemethodes, oplossingen en conclusies; formuleren van overtuigende argumenten op basis van gevonden waarden, en algemene uitspraken doen; verbanden leggen tussen actuele situaties en resultaten en eerder geregistreerde situaties en resultaten; resultaten efficiënt verwoorden.



Naarmate de leerlingen de serie van vier hoofdactiviteiten (schaarlift, robohand, stempelpers en robotarm) doorwerken, worden de gestelde eisen voortdurend zwaarder en complexer.

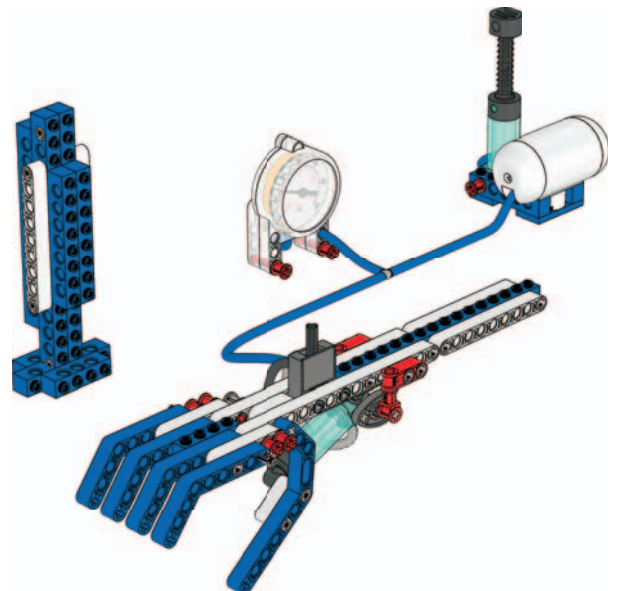
### Schaarlift

De schaarlift is relatief eenvoudig te bouwen en bevat slechts één schakeleenheid. Er wordt onderzocht hoe de werking van de lift (in termen van benodigde pompen/druk) verandert, al naar gelang hoeveel gewicht men met de lift probeert te verplaatsen, en hoe hoog dit gewicht opgetild moet worden. De leerlingen worden geacht voorspellingen en feitelijke uitkomsten te presenteren in een tabel.



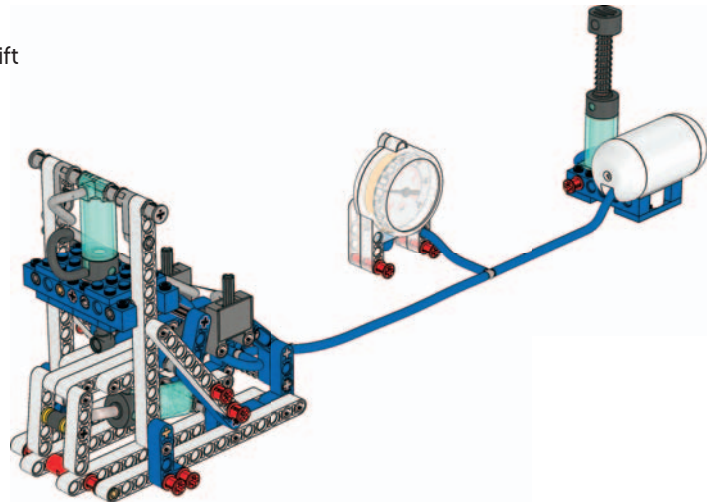
### Robohand

De robohand zit ingewikkelder in elkaar dan de schaarlift, maar bevat nog altijd slechts één schakeleenheid. De onderzoeksfase is zwaarder, omdat er twee variabelen verbonden zijn aan het opgetilde object: oppervlaktestructuur en gewicht. Het onderzoek wordt uitgebreid, om ook vast te stellen welke druk nodig is om het object te kunnen vastpakken zonder het te verbrijzelen. De leerlingen kunnen het aantal pompen niet langer beschouwen als maatgevend voor de hoeveelheid druk, maar moeten nu van het begin af aan met de manometer werken, en ze worden geacht voorspellingen en feitelijke uitkomsten te presenteren in een tabel.



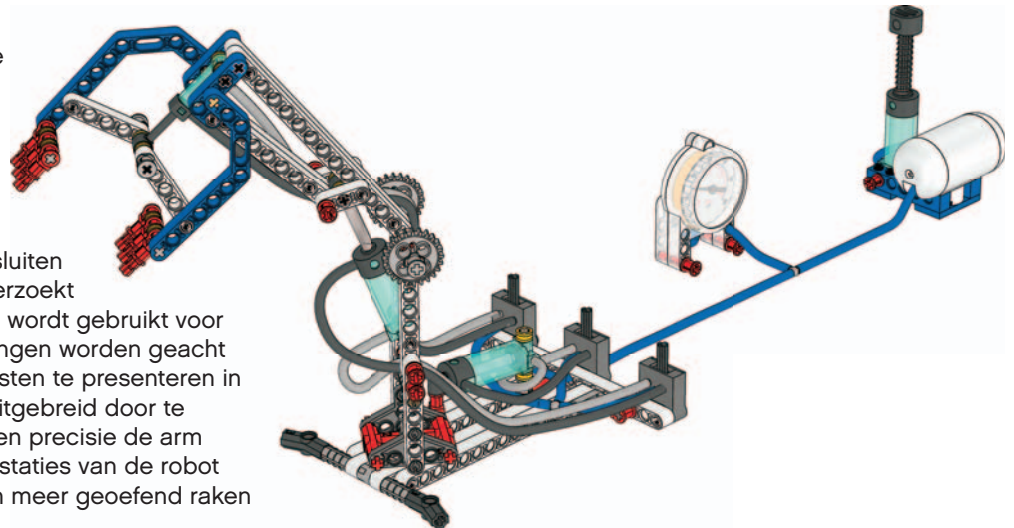
## Stempelpers

De stempelpers is aanzienlijk complexer dan zowel de schaarlift als de robothand wat betreft opbouw en pneumatisch circuit. Er zijn twee circuits voor nodig, elk met een eigen cilinder en schakeleenheid. Het ene circuit stuurt het stempelproces, en het andere circuit zorgt voor het uitwerpen van het gevormde object. Het onderzoek richt zich op de effectiviteit van de stempelpers, uitgedrukt in het aantal complete stempelcycli dat kan worden uitgevoerd met een startdruk van 2,5 bar. De leerlingen worden geacht voorspellingen en feitelijke uitkomsten te presenteren in een tabel. Het experiment kan worden uitgebreid door te onderzoeken hoe snel de leerlingen de pers kunnen bedienen.



## Robotarm

De robotarm is het meest complexe model. Het heeft drie circuits, elk met een eigen cilinder en schakeleenheid. Één circuit zorgt dat de arm kan draaien, het tweede regelt het omhoog en omlaag bewegen van de arm en het derde het openen en sluiten van de hand. Het experiment onderzoekt hoe effectief de robot werkt als hij wordt gebruikt voor oppakken en neerzetten. De leerlingen worden geacht voorspellingen en feitelijke uitkomsten te presenteren in een tabel. Het experiment wordt uitgebreid door te onderzoeken met welke snelheid en precisie de arm bediend kan worden, en of de prestaties van de robot te verbeteren zijn als de leerlingen meer geoefend raken in het gebruik ervan.





## De LEGO® Pneumatiekset gebruiken om aan de eisen van de Kerndoelen Techniek te voldoen

Met de LEGO® Pneumatiekset kunnen de hieronder volgende concepten voor techniek worden onderwezen

### Ontwerpen en maken

- Toepassen van kennis van materialen en productieprocessen om producten te ontwerpen en praktische, relevante en doelgerichte oplossingen te ontwikkelen.

### Creativiteit

- Verbanden leggen tussen de beginselen van goed design, bestaande oplossingen en technologische kennis, met het doel innovatieve producten en processen te ontwikkelen
- Herinterpreteren en toepassen van leerstof in een nieuwe design context, en het formuleren van ideeën op nieuwe, onverwachte manieren
- Onderzoeken van en experimenteren met ideeën, materialen, technologieën en technieken.

### Kritisch evalueren

- Analyseren van bestaande producten en oplossingen als basis voor ontwerp- en productieprocessen
- Evalueren van de behoeftes van consumenten, en in welke context producten gebruikt worden, als achtergrond voor ontwerp- en productieprocessen
- Onderzoeken van de invloed van ideeën, ontwerpbeslissingen en technologische vooruitgang, en welke mogelijkheden deze bieden voor nieuwe ontwerp oplossingen.

Met de LEGO Pneumatiekset kunnen de hieronder volgende processen m.b.t. design en technologie worden onderwezen

- Ideeën opwekken, ontwikkelen, vormgeven en overbrengen op een aantal manieren, met gebruik van relevante strategieën
- Creatief reageren op instructies, en zelfstandig voorstellen uitwerken en specificaties opstellen voor producten
- Kennis toepassen en begrip opbouwen van een reeks materialen, ingrediënten en technologieën, met het doel producten te ontwerpen en te maken
- Activiteiten plannen en organiseren, en daarna materialen, componenten en ingrediënten bewerken, vormgeven, samenstellen en van een afwerking voorzien
- Technische problemen oplossen
- Kritisch nadenken tijdens evaluatie- en aanpassingsprocessen, met het doel producten tijdens de hele ontwikkelings- en productiefase te blijven verbeteren.

**De LEGO® Pneumatiekset kan worden gebruikt om aan de hierna volgende punten uit het leerprogramma 'techniek - systemen en regelfuncties' te voldoen**

- De toepassing in de praktijk van systemen en regelfuncties in ontwerpvoorstellen
- Elektrische, elektronische, mechanische (waaronder pneumatische), microprocessor- en computer regelsystemen, en hoe deze efficiënt te gebruiken
- Het gebruik van systemen en controlefuncties om uit een aantal subsystemen een complexer systeem samen te stellen.

**Met de LEGO Pneumatiekset kunnen de hieronder volgende aspecten van het leerplan voor techniek worden onderwezen**

- Analyseren van producten om te leren hoe deze werken
- Uitvoeren van doelgerichte taken en opdrachten, waarbij kennis, vaardigheden en begrip t.a.v. ontwerpprocessen worden ontwikkeld
- Deelnemen aan ontwerpprocessen en opdrachten uitvoeren in verschillende, steeds complexere verbanden, waarbij ook doelstellingen en toepassingen buiten het klaslokaal aan de orde komen
- Individueel en in teamverband werken, met wisselende rollen en verantwoordelijkheden
- Verbanden leggen tussen Wetenschap en Techniek enerzijds, en overige onderwerpen en onderdelen uit het leerplan anderzijds.



## De LEGO® Pneumatiekset gebruiken om aan de eisen van het leerprogramma 'wetenschap' te voldoen

Met de LEGO® Pneumatiekset kunnen de hieronder volgende concepten voor wetenschap worden onderwezen

### Wetenschappelijk denken

- Ideeën en modellen uit de wetenschap gebruiken om fenomenen te verklaren, en zelf ideeën en modellen ontwikkelen om theorieën te formuleren en te testen
- Uitkomsten van observaties en experimenten kritisch analyseren en evalueren.

Met de LEGO Pneumatiekset kunnen de hieronder volgende wetenschappelijke processen aan de orde komen

### Praktische en onderzoekende vaardigheden

- Gebruiken van een reeks wetenschappelijke methodes en technieken om ideeën en theorieën te ontwikkelen en te testen
- Plannen en uitvoeren van praktische en onderzoekende activiteiten, zowel individueel als in groepsverband.

### Kritisch interpreteren van bewijzen

- Verkrijgen, registreren en analyseren van gegevens uit een groot aantal primaire en secundaire bronnen, waaronder ICT bronmateriaal, en toepassen van de gevonden gegevens als bewijs voor wetenschappelijke stellingen
- Evalueren van wetenschappelijke bewijsvoering en methodes.

De LEGO Pneumatiekset kan worden gebruikt om aan de hierna volgende punten uit het leerprogramma 'wetenschap' te voldoen

### Op het gebied van energie, elektriciteit en krachtenleer

- Krachten zijn interacties tussen voorwerpen, die de vorm en beweging van die voorwerpen kunnen beïnvloeden.

### Op het gebied van chemische eigenschappen en gedrag van materialen

- Met het 'deeltjes'-model kunnen een aantal fysieke eigenschappen en het gedrag van materie verklaard worden.

Met de LEGO Pneumatiekset kunnen de hieronder volgende aspecten van het leerplan voor wetenschap worden onderwezen

- Onderzoeken, experimenteren, bespreken en argumenten opstellen
- Verbanden leggen tussen wetenschap enerzijds, en overige onderwerpen en onderdelen uit het leerplan anderzijds.



## Wat is pneumatiek?

### Wat betekent het woord 'pneumatiek'?

Het Nederlandse woord 'pneumatiek' komt van het Grieks woord 'pneumatikos', dat 'van de wind komend' betekent. Tegenwoordig duiden we met het woord 'pneumatiek' het gebruik aan van samengeperste lucht om arbeid te verrichten. Pneumatische machines zijn al eeuwen in gebruik. 2000 jaar geleden bouwde een beroemde Griekse uitvinder, Hero van Alexandria, al grote pneumatische machines waaronder een katapult.

### Waarom gebruiken we pneumatiek?

Als je tandarts wel eens je tanden geboord of schoongemaakt heeft, ben je waarschijnlijk een pneumatische machine tegengekomen zonder dat je het wist. De meeste tandartsen geven de voorkeur aan pneumatische behandelingsinstrumenten omdat die enorm soepel en regelmatig draaien en een hoog draaimoment hebben.

De voordelen van het gebruik van pneumatische systemen zijn o.a.

- Pneumatische machines kunnen klein, licht, snel en krachtig zijn
- Lucht weegt en kost bijna niets in vergelijking met hydraulische vloeistoffen
- Samengeperste lucht is gemakkelijk op te slaan
- Zelfs als slangen en machines nat worden is het veilig werken met pneumatiek
- Als een pneumatische machine overbelast raakt, zal hij vanzelf stoppen, of de luchtcompressor blijft draaien en er gaat een veiligheidsventiel open. Maar bij een lekke slang in bv. een hydraulische machine, kan de vloer rond de machine door de vloeistof uit de slang glad en gevaarlijk worden
- NB: zowel vloeistoffen als lucht zijn gevaarlijk onder hoge druk!

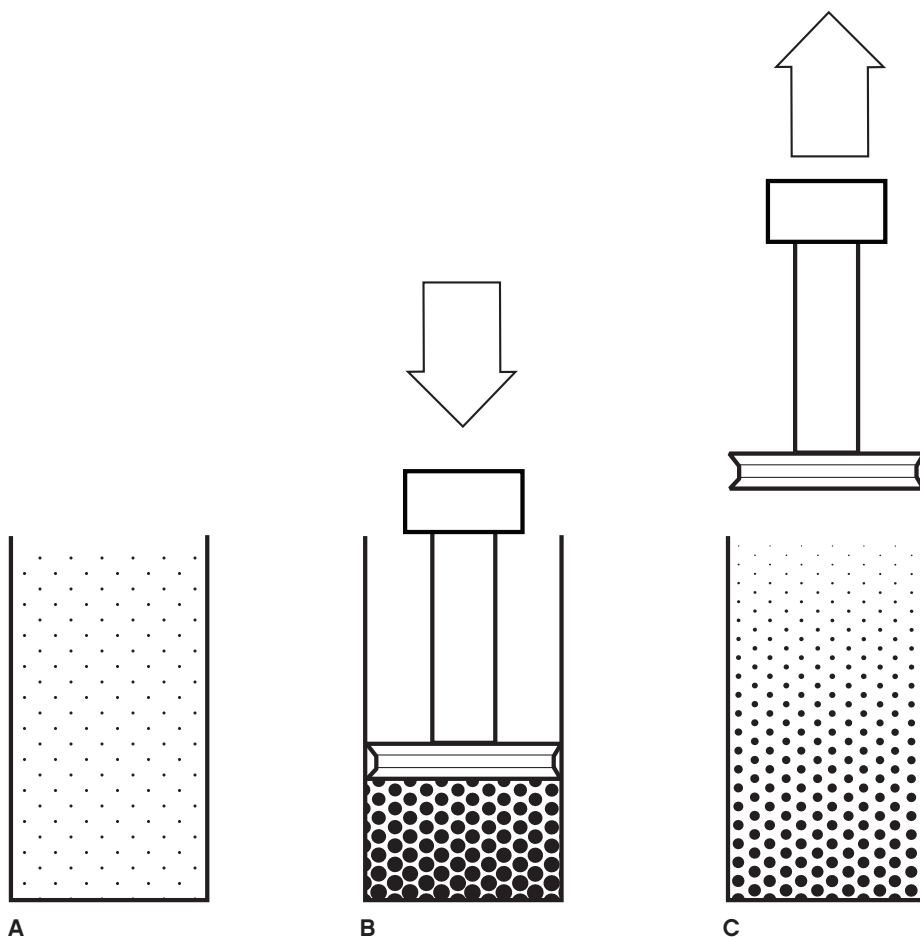
## Hoe werkt het?

Beschouw een vat, zoals vat A. Zo te zien is het leeg, maar in werkelijkheid zit het vol met luchtmoleculen. Luchtmoleculen zijn onzichtbaar, maar ze hebben wel degelijk een gewicht en een massa, en ze kunnen druk uitoefenen. De luchtdruk in vat A is precies even groot als de luchtdruk in de rest van de kamer waar A zich in bevindt. Maar als het vat wordt afgesloten (B), en we de moleculen nu gaan samenpersen (of 'comprimeren') door de ruimte waar ze in zitten kleiner te maken, dan oefenen de moleculen druk uit doordat ze vaker en heviger tegen elkaar, en tegen de wanden van het vat, aan botsen. Het is mogelijk lucht te comprimeren omdat er 'lege ruimte' tussen de luchtmoleculen zit, en omdat de moleculen elastisch botsen met de wanden van het vat en met elkaar. De kracht die door de moleculen op een oppervlak (zoals bv. de kop van een zuiger) wordt uitgeoefend, noemen we de 'druk'.

De hoeveelheid druk die de luchtmoleculen uitoefenen hangt af van het aantal moleculen, en het aantal botsingen tussen de moleculen en de binnenzijde van het drukvat. Luchtmoleculen die worden samengeperst bevatten 'potentiële energie'.

Als de hand en de zuiger worden verwijderd (C), zal de samengeperste lucht in het vat uitzetten (expanderen) totdat de druk aan binnen- en buitenzijde van het vat weer even groot is.

Met behulp van een gestuurd luchtstroomcircuit is het mogelijk de kracht van expanderende lucht om te zetten in kinetische energie, die mechanismen kan aandrijven en sturen.



**Tip**  
Zie de woordenlijst voor een verklaring van de gebruikte uitdrukkingen.

**Wist je dit?**  
Als je meer wilt weten over het berekenen van druk, raden we aan te beginnen bij de Wet van Boyle.



## Binnenin de LEGO® pneumatische elementen

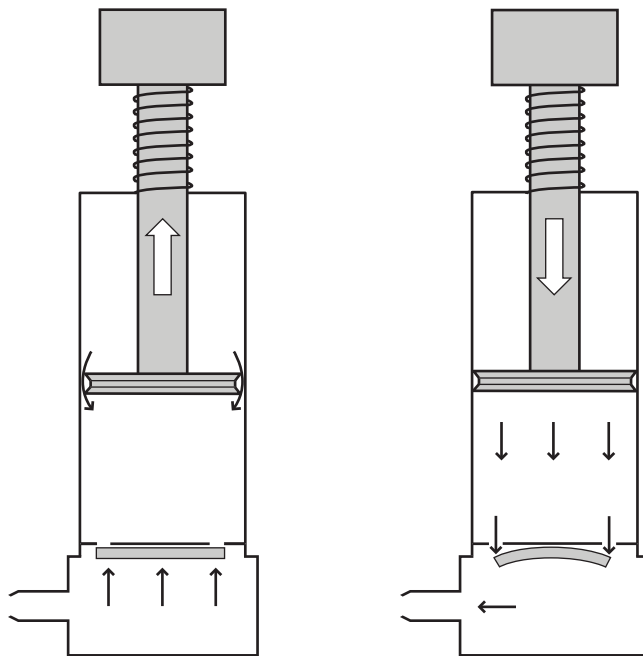
Pompen, cilinders en ventielen zijn de basiscomponenten van elk pneumatisch systeem. In de industrie worden aanzienlijk meer componenten gebruikt, maar in principe kunnen de meeste handelingen met deze drie basiscomponenten worden uitgevoerd.

### De pomp

De pomp wordt gebruikt om lucht te comprimeren. Om de luchtstroom in het binnenste van de pomp te regelen, wordt gebruik gemaakt van een speciaal ontworpen zuiger en een flexibel membraan.

Tijdens het omlaag drukken is de zuigermanchet van de pomp luchtdicht: de samengeperste lucht buigt het flexibele membraan, waardoor de lucht door de uitlaatpoort kan stromen.

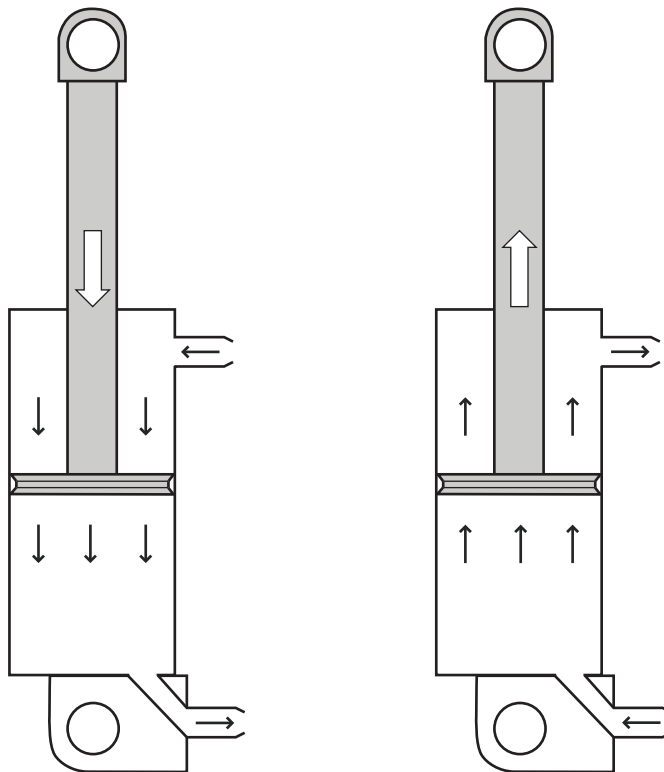
Als de zuiger weer omhoog komt, kan er verse lucht langs de zuiger naar de pompkamer stromen. Tegelijk veert het flexibele membraan terug, om te verhinderen dat de samengeperste lucht terugstroomt naar de pompkamer.





### De cilinder

In de pneumatische cilinder wordt de kracht van de expanderende lucht (de potentiële energie) omgezet in beweging (kinetische energie). Als er lucht naar de cilinder stroomt, zal de kracht van de expanderende lucht de zuiger omhoog of omlaag duwen, al naar gelang de poort waardoor de lucht binnenkomt. Alle LEGO® cilinders zijn tweezijdig; dit betekent dat samengeperste lucht via twee luchtpoorten in de cilinder kan komen.



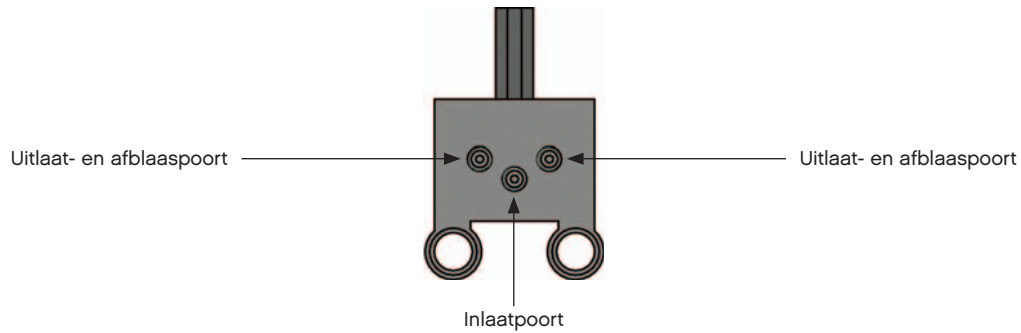
### Wist je dit?

Hoe kleiner de cilinder, hoe groter de druk die benodigd is om hem te laten werken. Dit heeft te maken met de kleinere oppervlakte van de zuiger. Druk is kracht per oppervlakte. Als de oppervlakte kleiner wordt (bij gelijkblijvende kracht), moet de waarde van de druk hoger worden.

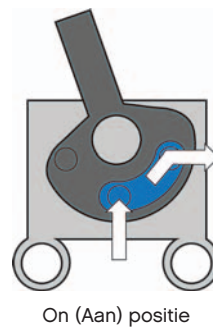
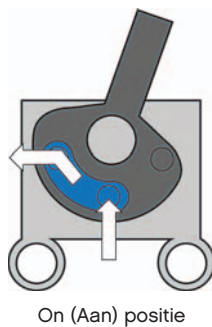
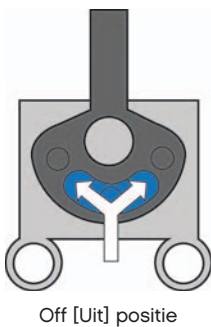
### Het driewegventiel

Als samengeperste lucht van de pomp of de luchttank via de inlaatpoort het ventiel bereikt, stuurt het ventiel de lucht door naar één van de twee uitlaatpoorten, of houdt de lucht tegen. Het rubberen afsluitventiel heeft een speciaal ontwikkelde kamer om de lucht vanuit de inlaatpoort naar één van de twee uitlaatpoorten te sturen.

De uitlaatpoort waar geen samengeperste lucht naartoe stroomt gaat automatisch open, waardoor er lucht uit een cilinder naar de buitenlucht kan ontsnappen ('afblazen').

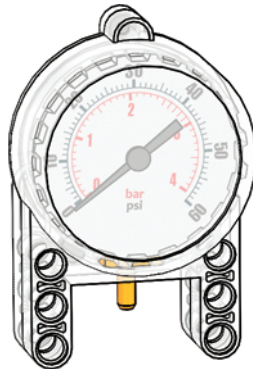


### Ventielen die de richting van de samengeperste lucht sturen



### De manometer

Een manometer is een instrument om luchtdruk te meten. Met de manometer kan het stijgen en dalen van de luchtdruk tijdens de experimenten worden gevolgd. Met de LEGO® manometer kan de druk zowel in bar als in psi worden afgelezen.

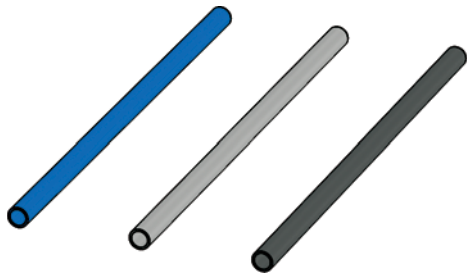


### Slangen, T-stukken en luchttank

De flexibele slangen hebben verschillende kleuren en lengtes. Ze worden gebruikt voor het transport van de samengeperste lucht tussen de pneumatische elementen. De kleuren helpen bij het vinden van fouten, en bij het volgen en beschrijven van de luchtstroom. De slangen zijn speciaal ontworpen om lucht te laten weglekken bij de aansluitingen, als de druk te hoog wordt.

Met de T-stukken kan lucht naar meerdere slangen tegelijk geleid worden.

De luchttank is bestemd voor de opslag van samengeperste lucht.



Slangen



Luchttank

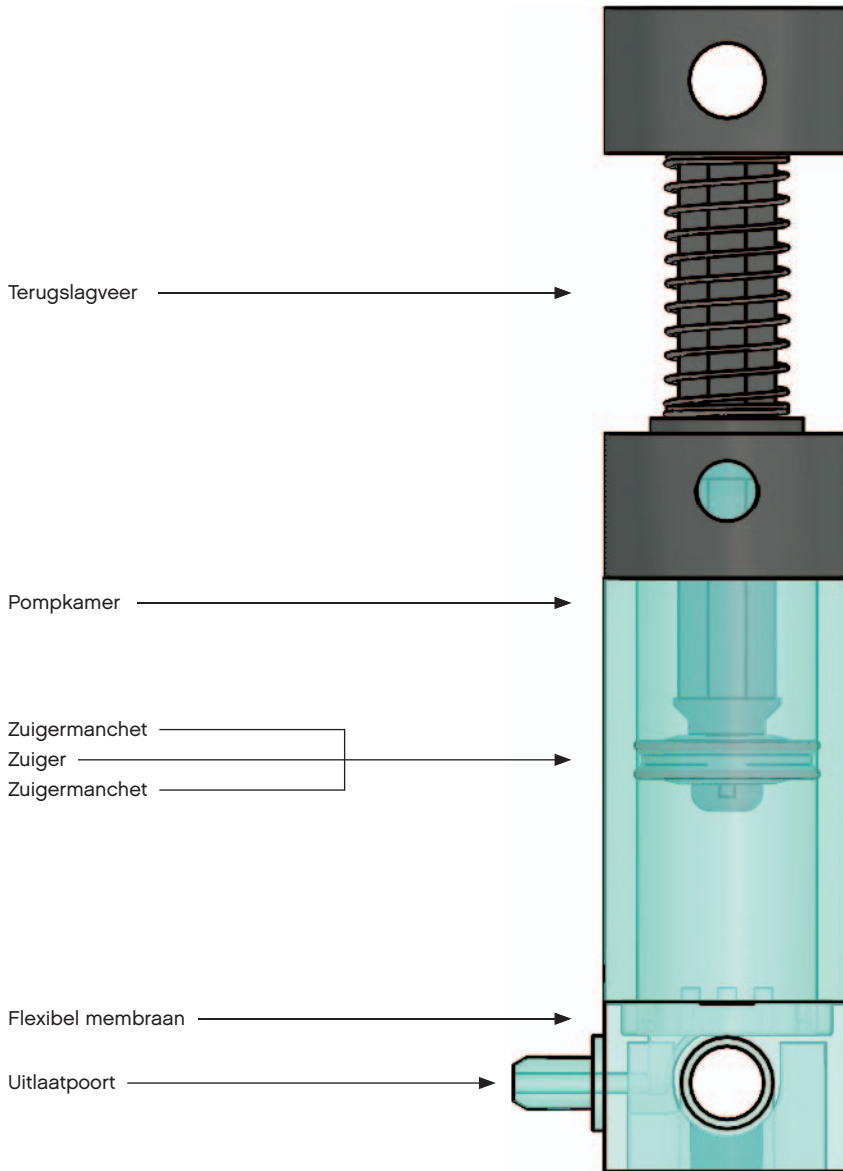


T-stuk

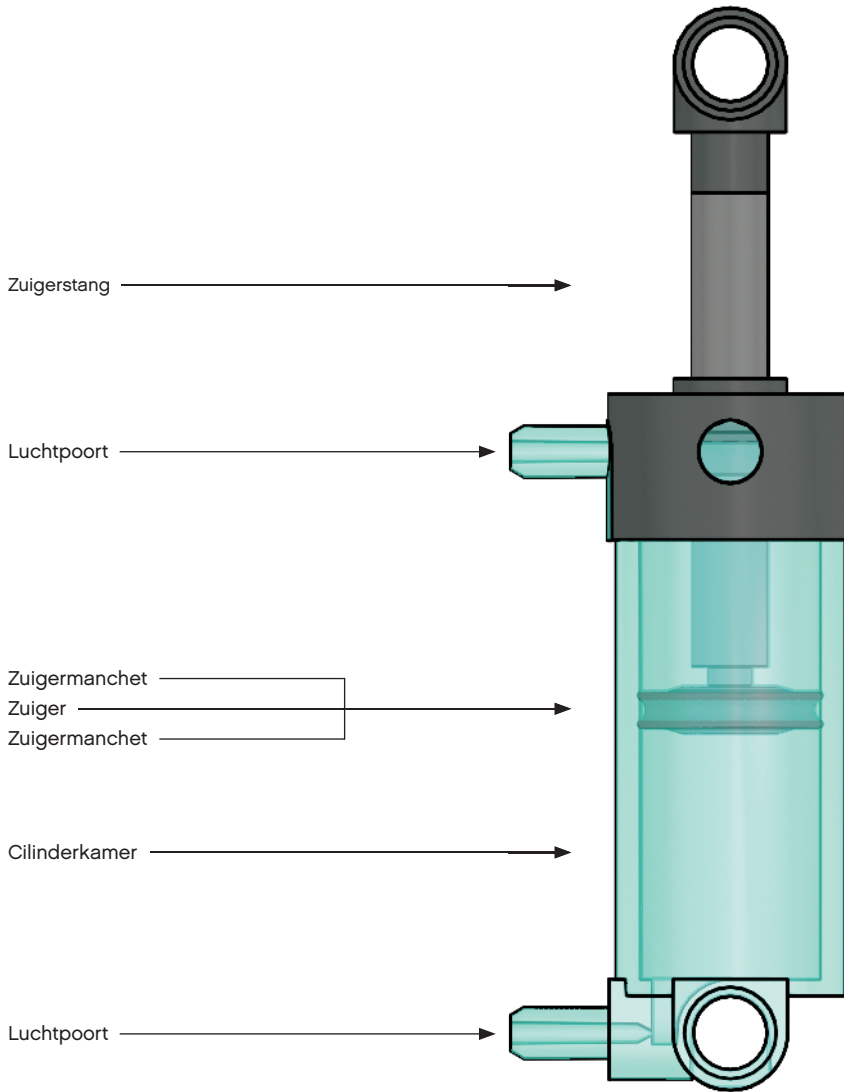
### Tip

In de LEGO modellen gelden de volgende regels voor het gebruik van slangen. Blauwe slangen worden gebruikt om lucht te verplaatsen tussen de pomp, de luchttank en het ventiel. Lichtgrijze slangen worden gebruikt om lucht te verplaatsen tussen het ventiel en de onderste luchtpoort van de cilinder. Zwarte slangen worden gebruikt om lucht te verplaatsen tussen het ventiel en de bovenste luchtpoort van de cilinder.

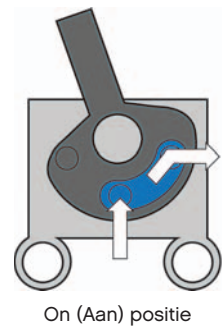
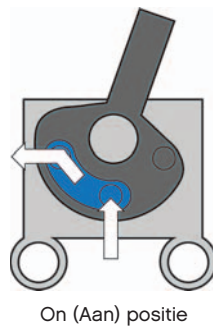
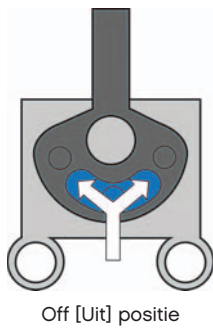
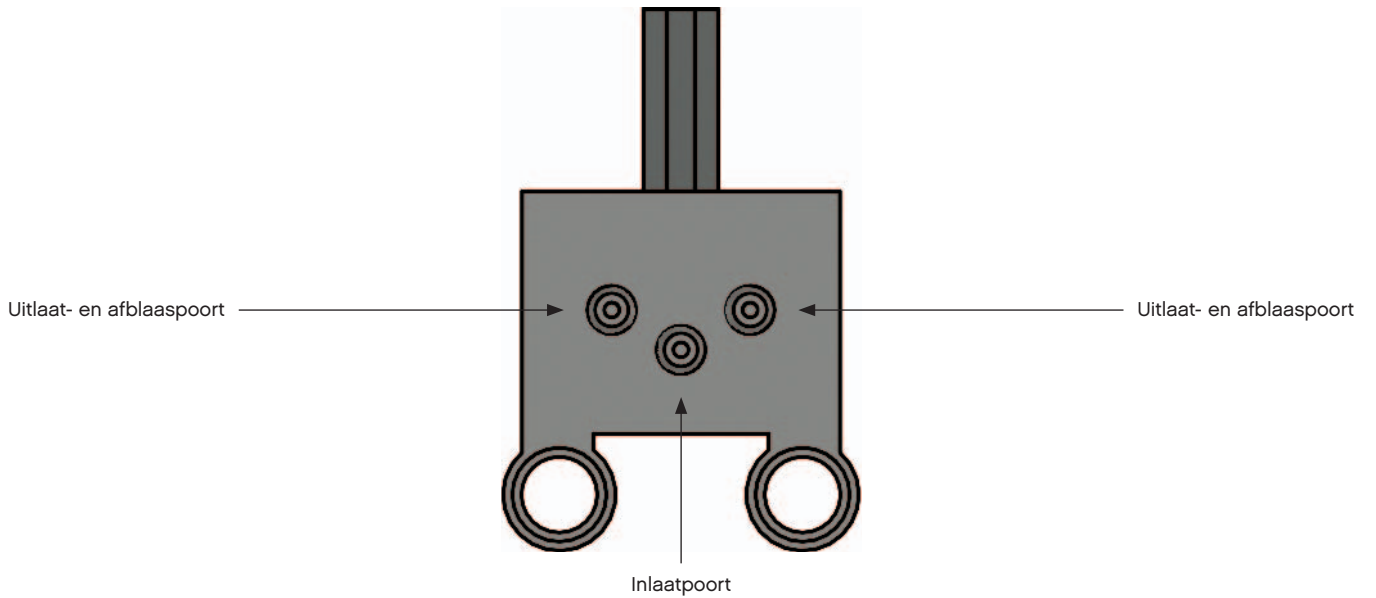
# De pomp



## De cilinder



# Het driewegventiel





## Principemodellen

### **Een korte introductie van de componenten en de principes van pneumatiek**

Dit instructieboekje voor de bouw van een aantal principemodellen staat vol kleine, gemakkelijk wijzigbare modellen die snel gebouwd kunnen worden. De activiteiten die bij deze principemodellen horen geven inzicht in de werking van pneumatische componenten. Ze kunnen worden gebruikt om een beter begrip te verkrijgen van de meer complexe hoofdactiviteiten, en van de 'ontwerpen en maken' activiteiten.

### **Voor wie zijn ze bedoeld?**

De principemodellen en -activiteiten zijn bedoeld voor de leerlingen! Via de natuurlijke ontwikkeling van deze activiteiten maken de leerlingen kennis met de wonderlijke wereld van de pneumatiek en kunnen ze eigenhandig de werking van pneumatische mechanismen ontdekken, uitproberen en begrijpen. De aantekenbladen voor leerlingen helpen hen bij het onderzoeken van de basisprincipes van de pneumatiek, en ze kunnen er hun resultaten op noteren.

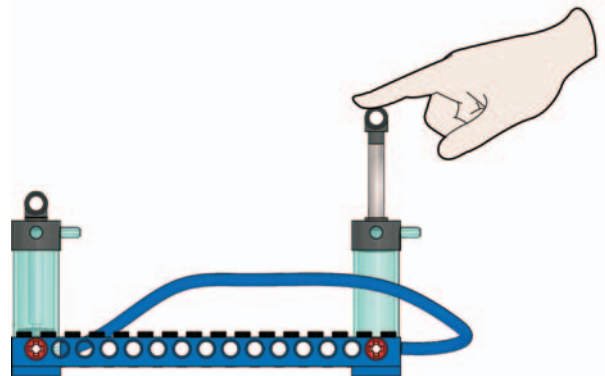
### **Wanneer kan ik de modellen gebruiken?**

Gebruik de modellen om uw leerlingen kennis te laten maken met de pneumatiek. Tijdens het gebruik van de modellen raken de leerlingen ook vertrouwd met de constructietechnieken en de terminologie van pneumatische mechanismen. De ervaring die de leerlingen opdoen tijdens het werk met de principemodel activiteiten, kan als referentie dienen als ze later met de hoofdactiviteiten en de 'ontwerpen en maken' activiteiten aan de slag gaan.

### 1A

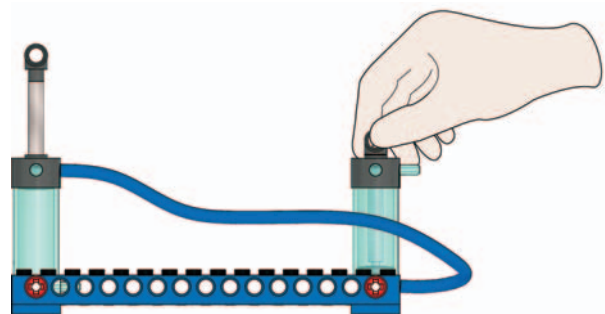
#### Bouw 1A boekje 5 stap 5

Als de zuigerstang omlaag wordt geduwd, perst de zuiger de lucht via de onderste luchtpoort door de slang, en vandaar de tweede cilinder in (via de onderste luchtpoort hiervan). De kracht van de expanderende lucht maakt dat de zuiger in de tweede cilinder omhoog gaat, waardoor de zuigerstang naar buiten komt.



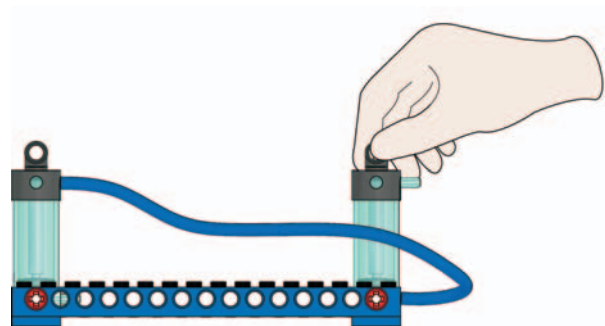
### 1B

Als de zuigerstang omhoog getrokken wordt, ontstaat er een vacuüm in de cilinder en de buis. Laat de zuigerstang weer los, en een kracht - die het gevolg is van het nivelleren van het drukverschil - trekt de zuiger en de zuigerstang weer naar beneden.



### 1C

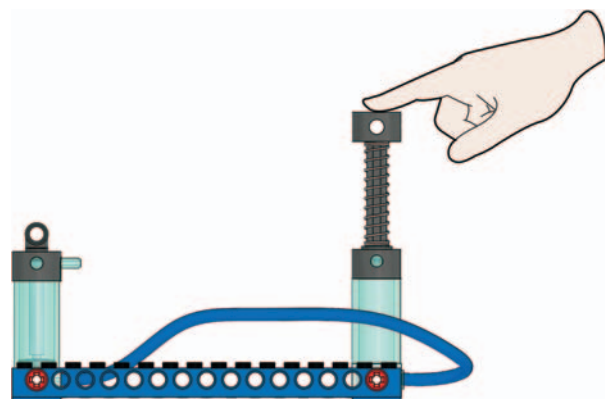
Door de zuigerstang omhoog te trekken, wordt er lucht uit de tweede cilinder en de slang naar de eerste cilinder gezogen. De zuigerstang van de eerste cilinder blijft in uitgeschoven positie staan als hij wordt losgelaten. Het vacuüm dat ontstaat door de kracht van de lucht die van de tweede naar de eerste cilinder stroomt, dwingt de zuiger van de tweede cilinder omhoog, waardoor de zuigerstang van de tweede cilinder naar buiten komt.



### 2A

#### Bouw 2A boekje 5 stap 7

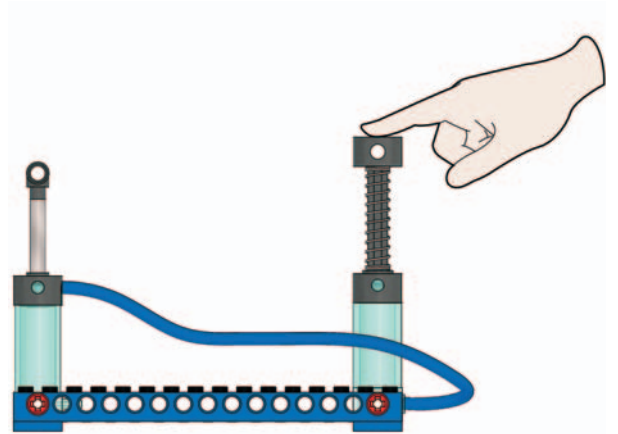
De pomp perst de lucht door de slang, via de onderste luchtpoort, de cilinder in. Hierdoor wordt de zuiger omhoog geduwd, en de zuigerstang komt vrijwel geheel naar buiten.





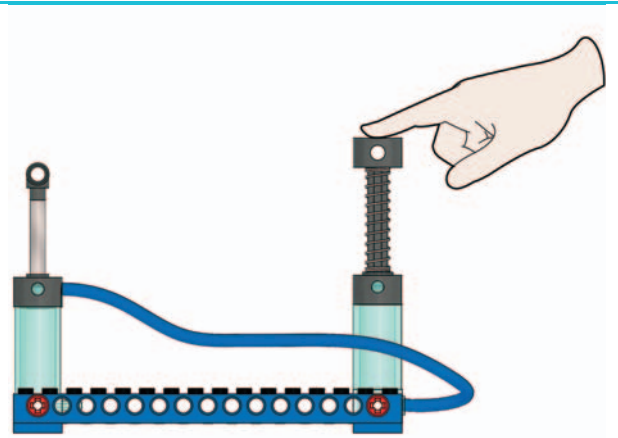
## 2B

De pomp perst de lucht door de slang, en via de bovenste luchtpoort de cilinder in. Hierdoor wordt de zuiger omlaag gedruwd, en de zuigerstang verdwijnt vrijwel geheel.



## 2C

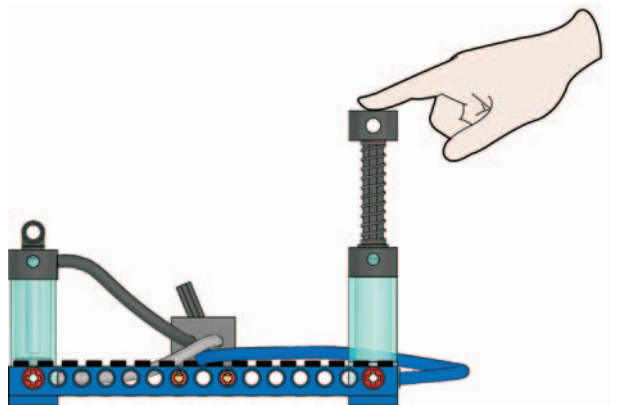
Na één slag met de pomp kan de zuigerstang nog helemaal worden uitgetrokken. Na twee slagen wordt dit al veel moeilijker. Na vier slagen is het vrijwel onmogelijk de zuigerstang helemaal uit te trekken. Na zes slagen gaat de pomp of de slang lekkages vertonen.



## 3A

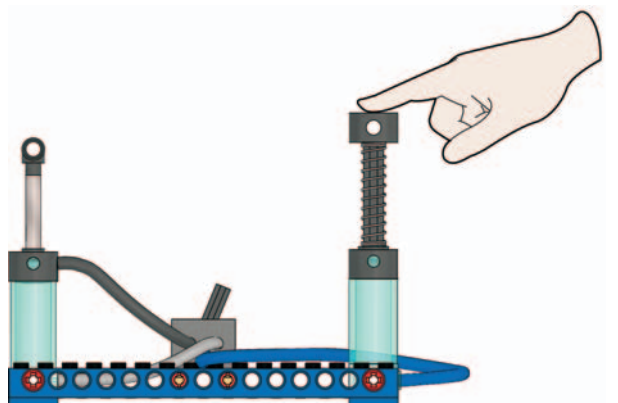
### Bouw 3A boekje 5 stap 10

Als de pomp wordt ingedrukt stroomt de lucht vanuit de pompbuis naar het ventiel, en het ventiel stuurt de lucht via de slang naar de onderste luchtpoort van de cilinder. De lucht gaat de cilinder in en duwt de zuiger omhoog (de zuigerstang komt naar buiten).



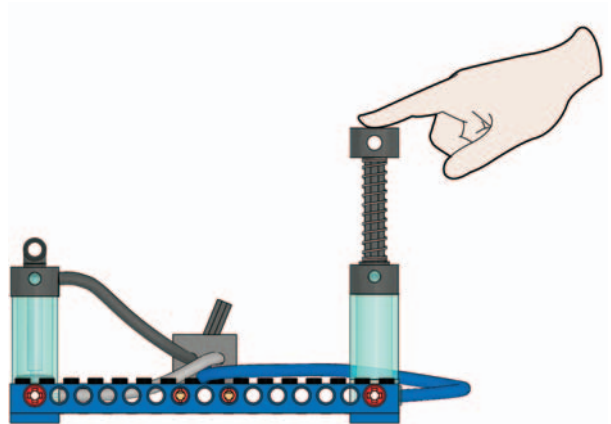
## 3B

Als de pomp wordt ingedrukt stroomt de lucht vanuit de pompbuis naar het ventiel, en het ventiel stuurt de lucht via de slang naar de bovenste luchtpoort van de cilinder. De lucht gaat de cilinder in en duwt de zuiger omlaag (de zuigerstang gaat naar binnen).



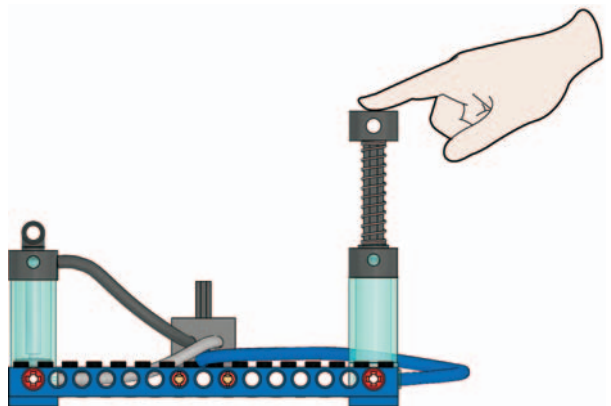
### 3C

Als de pomp wordt ingedrukt stroomt de lucht vanuit de pompbuis naar het ventiel, en het ventiel stuurt de lucht via de slang naar de bovenste luchtpoort van de cilinder. De lucht gaat de cilinder in en duwt de zuiger omlaag (maar de zuiger staat al onderin, dus er gebeurt niets). Na ongeveer zeven slagen gaat de pomp of de slang lekkages vertonen.



### 3D

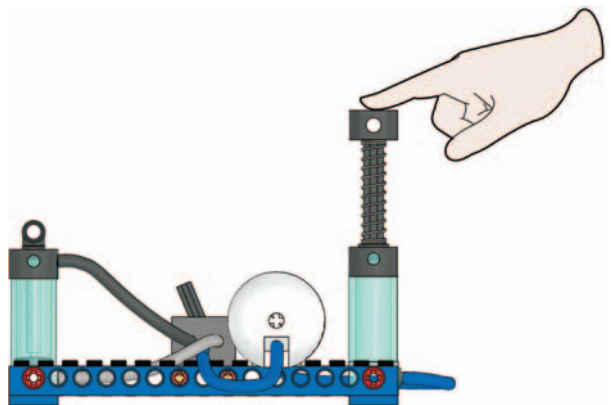
Als de pomp wordt ingedrukt, stroomt er lucht vanuit de pompbuis, door de luchttank en naar het ventiel. Na ongeveer twee slagen gaat de pomp of de slang lekkages vertonen.



### 4A

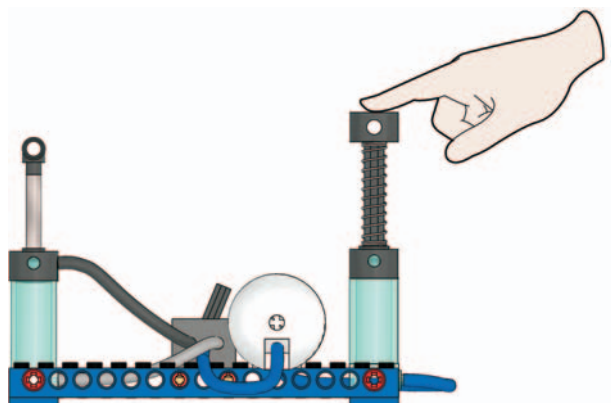
#### Bouw 4A boekje 5 stap 13

Als de pomp wordt ingedrukt stroomt de lucht vanuit de pompbuis, door de luchttank en naar het ventiel, en het ventiel stuurt de lucht de slang in die naar de onderste luchtpoort van de cilinder gaat. De lucht gaat de cilinder in en duwt de zuiger omhoog (de zuigerstang komt naar buiten). Na twee slagen met de pomp is de zuigerstang helemaal naar buiten gekomen.



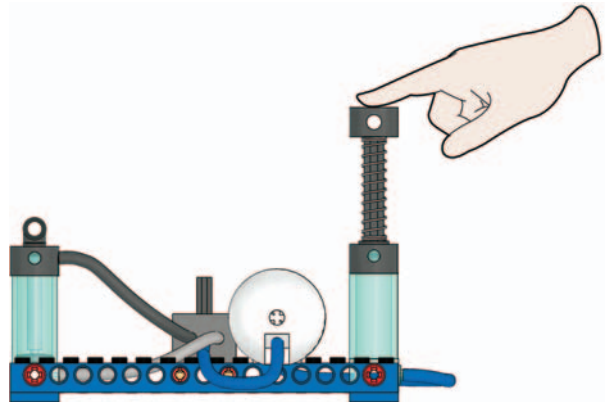
### 4B

Als de pomp wordt ingedrukt stroomt de lucht vanuit de pompbuis, door de luchttank en naar het ventiel, van waaruit de lucht de slang instroomt die naar de bovenste luchtpoort van de cilinder gaat. De lucht gaat de cilinder in en dwingt de zuiger omlaag (de zuigerstang gaat naar binnen, de cilinder in). Na twee slagen met de pomp is de zuigerstang helemaal naar binnen getrokken.



#### 4C

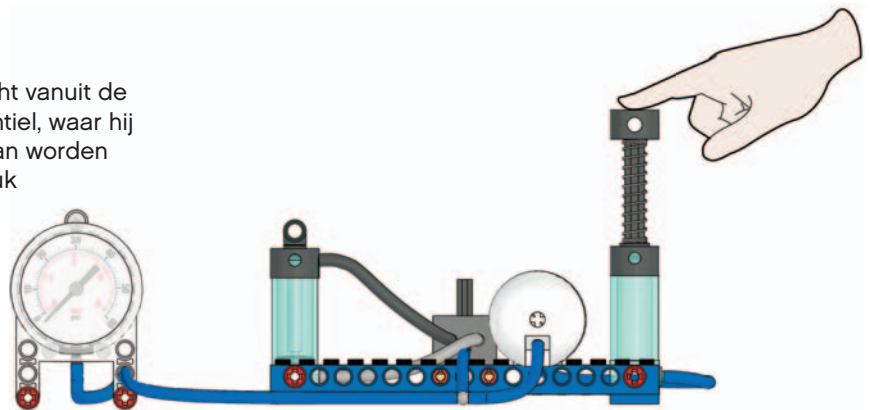
Als de pomp wordt ingedrukt, stroomt er lucht vanuit de pompbuis en door de luchttank naar het ventiel, waar hij wordt tegengehouden. Na ongeveer veertig slagen gaat de pomp of de slang lekkages vertonen.



#### 5A

##### Bouw 5A boekje 5 stap 17

Als de pomp wordt ingedrukt, stroomt er lucht vanuit de pompbuis en door de luchttank naar het ventiel, waar hij wordt tegengehouden. Op de manometer kan worden afgelezen hoe de druk toeneemt. Bij een druk van ongeveer 3 bar gaat de pomp of de slang lekkages vertonen.



Met 1 bar druk kunnen ongeveer 6 complete cilinderacties worden uitgevoerd

Met 2 bar druk kunnen ongeveer 11 complete cilinderacties worden uitgevoerd

Met 2,5 bar druk kunnen ongeveer 13 complete cilinderacties worden uitgevoerd



## Principemodel activiteiten

Met de eenvoudige principemodellen kunnen we eigenhandig onderzoeken hoe pneumatiek werkt. Bouw het model aan de hand van de bouwinstructies, onderzoek wat er gebeurt als de instructies gevolgd worden, en verklaar waarom dit gebeurt. Maak bij het opschrijven van de uitkomsten eventueel gebruik van de begrippen die boven aan elke bladzijde genoemd worden.

Voer dan de kleine wijzigingen uit die in de illustratie getoond worden, en er kan weer iets nieuws geleerd worden.

Er zijn vijf principemodellen en veertien stappen. Als deze allemaal doorlopen zijn, kunnen de leerlingen interessantere pneumatische machines gaan bouwen.

### Luchttank

Zuigerstang

### Slang

Ventiel

Cilinder

### Manometer

Zuiger

### Luchtpoort

Pomp

Kracht

**1A**  
**Bouw 1A tot blz. 5.**  
 Druk de zuigerstang omlaag.  
 Beschrijf wat er gebeurt, en verklaar waarom dit zo is.

**Als ik de zuigerstang omlaag druk...**

---

---

---

---



### Handige tips voor werken met de pneumatische elementen!

- De makkelijkste manier om de luchttank te legen, is door de slang die van de luchttank naar het ventiel gaat los te koppelen.
- Het is een goed idee om altijd te beginnen met het ventiel in de 'uit' stand. Hierdoor kan de luchtstroom beter beheerst worden.

Luchttank

Manometer

Zuigerstang

Slang

Luchtpoort

Zuiger

Pomp

Ventiel

Cilinder

Kracht

1A

Bouw 1A tot blz. 5

Druk de zuigerstang omlaag.

Beschrijf wat er gebeurt, en verklaar waarom dit zo is.

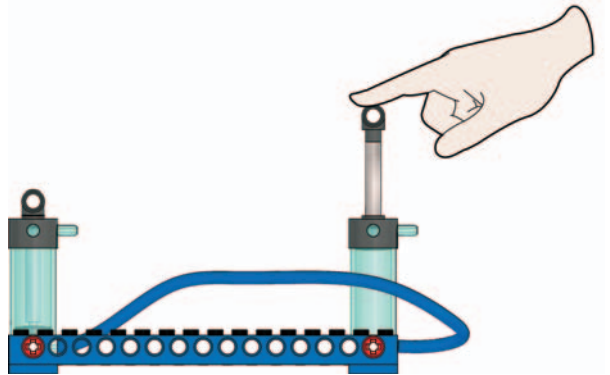
---

---

---

---

---



1B

Wijzig het model zoals hier aangegeven.

Trek de zuigerstang omhoog.

Beschrijf wat er gebeurt, en verklaar waarom dit zo is.

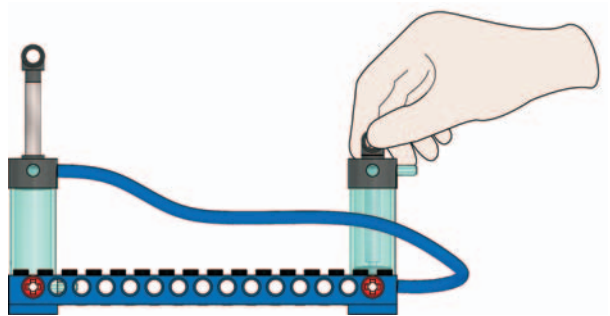
---

---

---

---

---



1C

Wijzig het model zoals hier aangegeven.

Trek de zuigerstang omhoog.

Beschrijf wat er gebeurt, en verklaar waarom dit zo is.

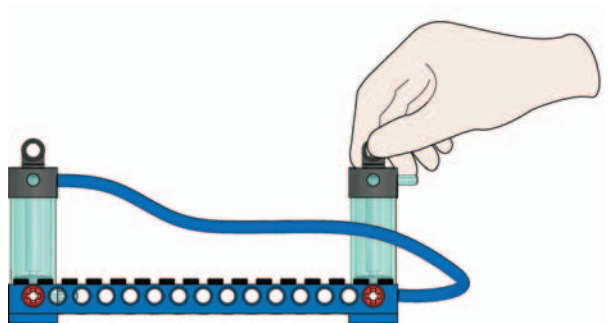
---

---

---

---

---



Luchttank

Zuigerstang

Manometer

Ventiel

Slang

Luchtpoort

Zuiger

Pomp

Cilinder

Kracht

**2A**

**Bouw 2A boekje 5 stap 7**

Druk de pompstang omlaag (1 slag).

Beschrijf wat er gebeurt, en verklaar waarom dit zo is.

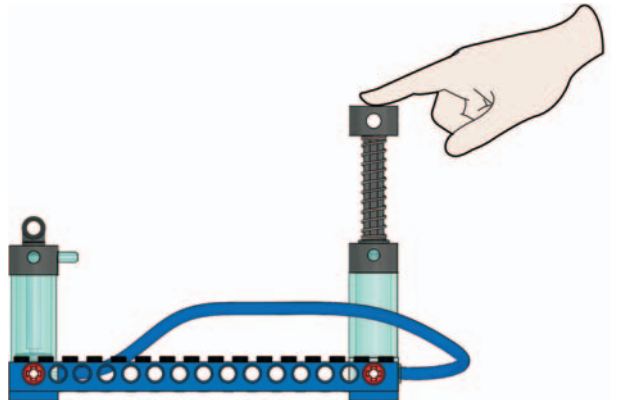
---

---

---

---

---



**2B**

Wijzig het model zoals hier aangegeven.

Druk de pompstang omlaag (1 slag).

Beschrijf wat er gebeurt, en verklaar waarom dit zo is.

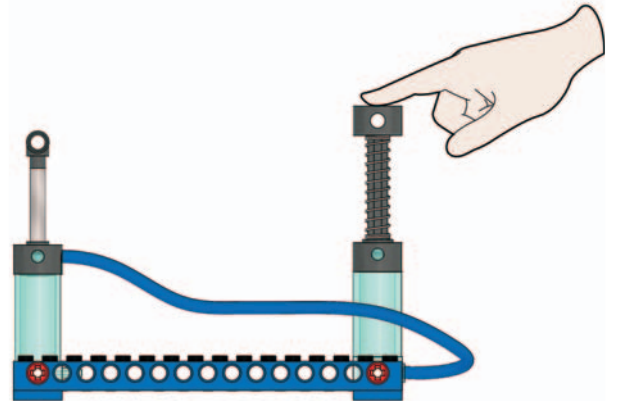
---

---

---

---

---



**2C**

Ga door met pompen, en probeer na iedere pompslag de zuigerstang omhoog te trekken.

Beschrijf wat er gebeurt, en verklaar waarom dit zo is.

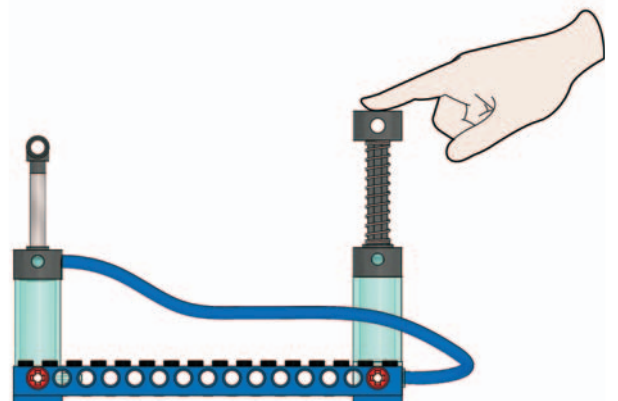
---

---

---

---

---



Luchttank

Zuigerstang

Manometer

Ventiel

Slang

Luchtpoort

Zuiger

Pomp

Cilinder

Kracht

**3A**

**Bouw 3A boekje 5 stap 10**

Druk de pompstang omlaag (1 slag).

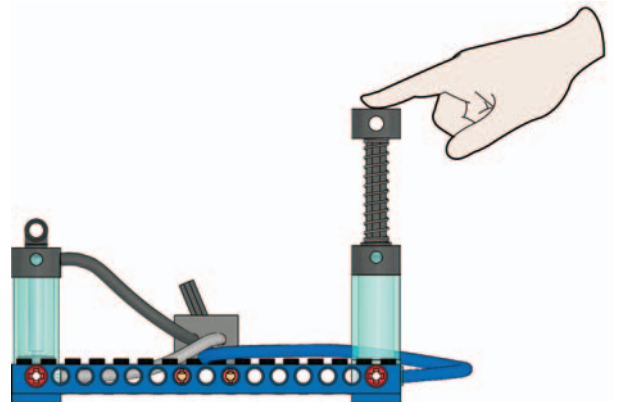
Beschrijf wat er gebeurt, en verklaar waarom dit zo is.

---

---

---

---



**3B**

Wijzig het model zoals hier aangegeven.

Druk de pompstang omlaag (1 slag).

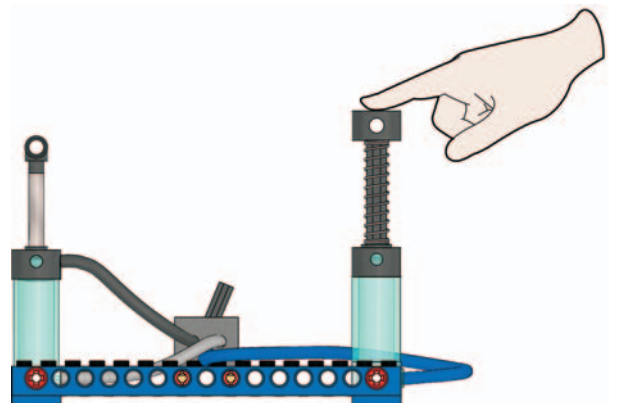
Beschrijf wat er gebeurt, en verklaar waarom dit zo is.

---

---

---

---



Luchttank

Zuigerstang

Manometer

Ventiel

Slang

Luchtpoort

Zuiger

Pomp

Cilinder

Kracht

**3C**

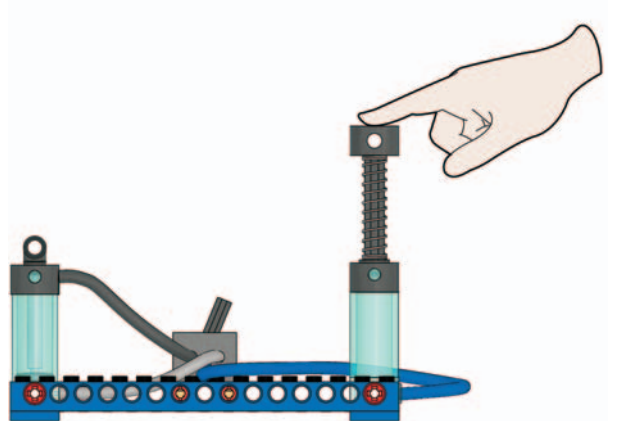
Wijzig het model zoals hier aangegeven.  
Druk de pompstang omlaag (1 slag).  
Beschrijf wat er gebeurt, en verklaar waarom dit zo is.

---

---

---

---



**3D**

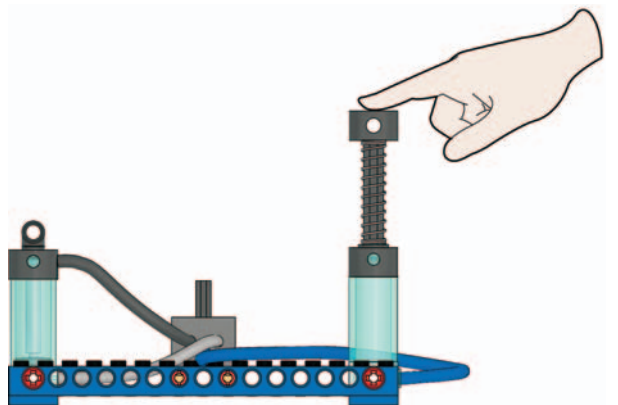
Wijzig het model zoals hier aangegeven.  
Geef twee slagen met de pomp.  
Beschrijf wat er gebeurt, en verklaar waarom dit zo is.

---

---

---

---





Luchttank

Zuigerstang

Manometer

Slang

Luchtpoort

Zuiger

Pomp

Ventiel

Cilinder

Kracht

**4A**

**Bouw 4A boekje 5 stap 13**

Geef twee slagen met de pomp.

Beschrijf wat er gebeurt, en verklaar waarom dit zo is.

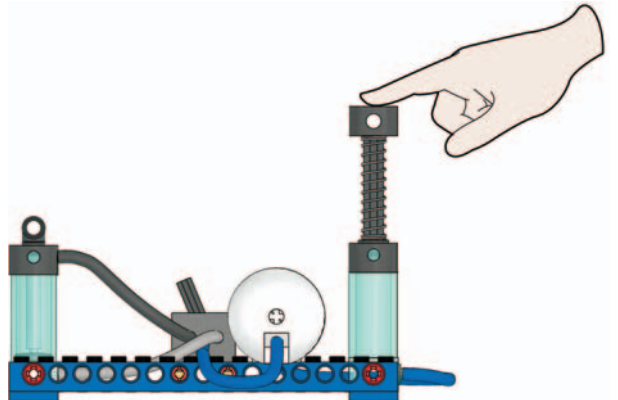
---

---

---

---

---



**4B**

Wijzig het model zoals hier aangegeven.

Geef twee slagen met de pomp.

Beschrijf wat er gebeurt, en verklaar waarom dit zo is.

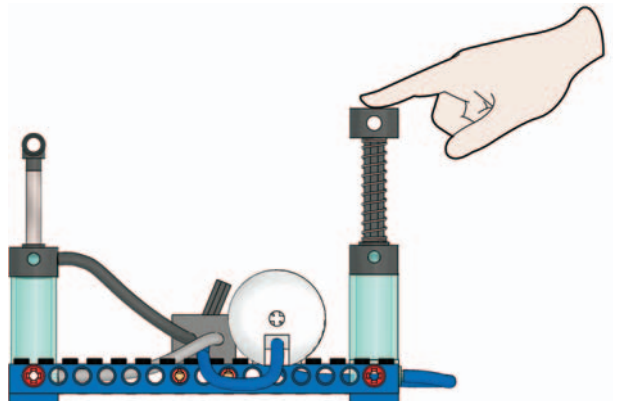
---

---

---

---

---



**4C**

Wijzig het model zoals hier aangegeven.

Geef twee slagen met de pomp.

Beschrijf wat er gebeurt, en verklaar waarom dit zo is.

Hoeveel pompslagen zijn er nodig om de luchttank geheel te vullen?

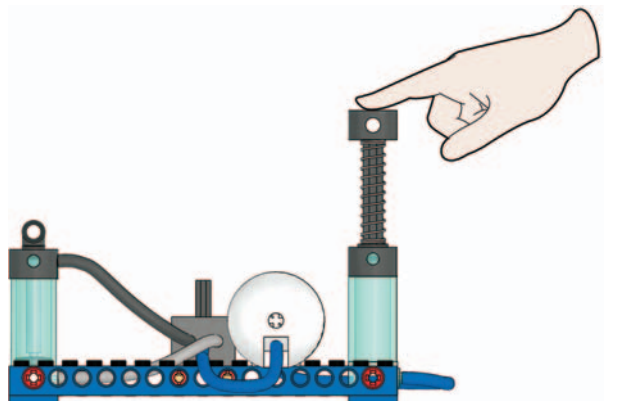
---

---

---

---

---



Luchttank

Manometer

Zuigerstang

Slang

Luchtpoort

Zuiger

Pomp

Ventiel

Cilinder

Kracht

5A

Bouw 5A boekje 5 stap 17

Geef twee slagen met de pomp.

Beschrijf wat er gebeurt, en verklaar waarom dit zo is.

Ga daarna door met pompen.

Wat is de hoogste druk die bereikt kan worden?

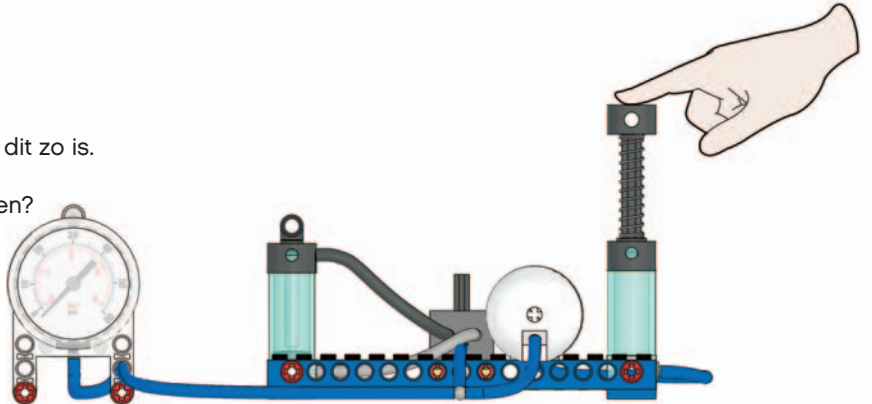
---

---

---

---

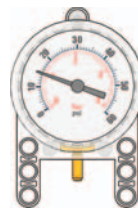
---



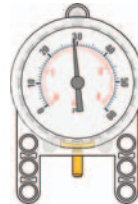
Probeer uit hoe vaak de zuigerstang kan worden in- en uitgetrokken als er 1 bar druk wordt gebruikt.

Doe dan hetzelfde bij drukkiveaus van 2 en 2.5 bar.

---



---



---





## Schaarlift

### Wetenschap

- Oppervlak
- Gedrag van gassen onder druk
- Krachten

### Techniek

- Onderdelen aan elkaar monteren
- Regelen van mechanismen
- Evalueren
- Mechanismen gebruiken – hefboomen

### Begrippenlijst

- Compressie
- Cilinder
- Kracht
- Hefboomen
- Manometer
- Druk
- Pomp
- Ventiel
- Gewicht

## Combineren

Schaarliften zijn ontworpen om gemakkelijk en veilig op hoge plaatsen te komen. Ze worden vaak gebruikt op plaatsen waar ladders niet bij kunnen komen. Op het platform van een schaarlift is plaats voor gereedschap en personen, en de lift heeft een groot draagvermogen.

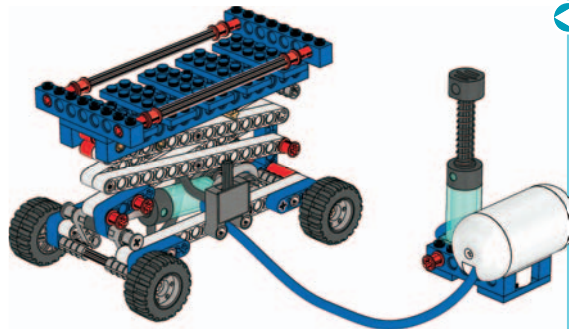
**Bouw het schaarlift model. Worden zijn functies beïnvloed door factoren als gewicht en werkhoogte? Dat gaan we uitzoeken!**



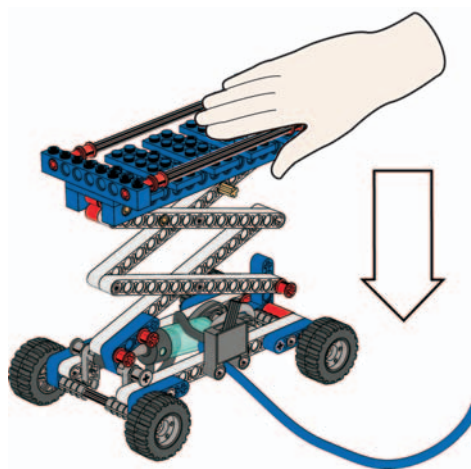
## Construeren

### Bouw het schaarlift model.

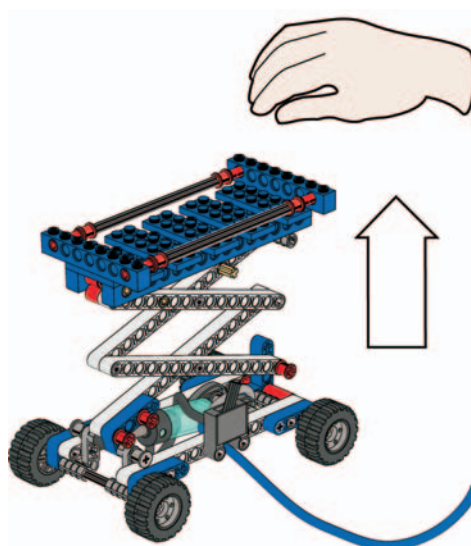
(Alles uit boekje 1A, en boekje 1B tot bladzijde 11, stap 15)



- Pomp lucht in het systeem en controleer of de schaarlift soepel beweegt
- Druk met de hand het platform van de geheven schaarlift een stukje omlaag



- Als de hand wordt weggenomen, moet het platform terug omhoog veren. controleer op luchtlekken als dit niet gebeurt
- Laat daarna de schaarlift zakken en maak de luchttank leeg



**Tip**  
De makkelijkste manier om de luchttank te legen, is door de slang die van de luchttank naar het ventiel gaat los te koppelen.

## Contempleren

### De hoogte in.

Onderzoek welke invloed gewicht en hoogte hebben op het aantal pompslagen dat nodig is om de schaarlift zijn maximale hoogte te laten bereiken.

Probeer allereerst te voorspellen hoeveel pompslagen nodig zijn om schaarlift A zijn maximale hoogte te laten bereiken.  
*Noteer de voorspelde waarden op het aantekenblad.*

Probeer nu uit hoeveel pompslagen er in werkelijkheid nodig zijn.  
*Noteer de gevonden waarden ook op het aantekenblad.*

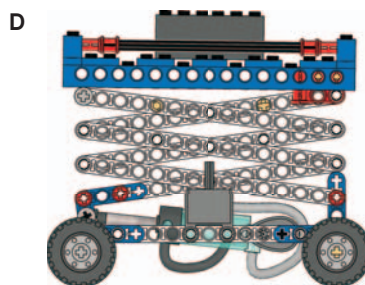
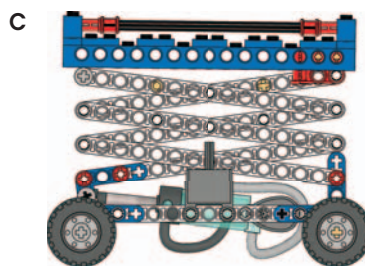
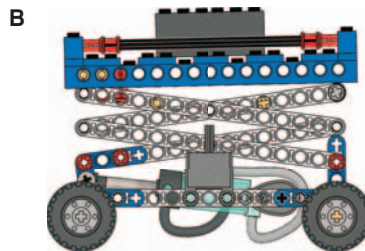
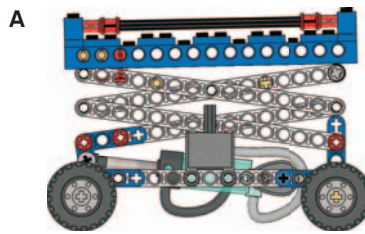
Voer daarna dezelfde onderzoeken uit met de schaarliften B, C en D.  
Herhaal de test een aantal keren om er zeker van te zijn dat je resultaten kloppen.

*Voor schaarlift A (blz. 11, stap 15) zijn ongeveer 12 pompslagen nodig.*

*Voor schaarlift B (blz. 12, stap 16) n zijn ongeveer 20 pompslagen nodig.*

*Voor schaarlift C (blz. 17, stap 21) zijn ongeveer 17 pompslagen nodig.*

*Voor schaarlift D (blz. 18, stap 22) zijn ongeveer 28 pompslagen nodig.*



**Laat de leerlingen over hun onderzoeken nadenken door vragen te stellen als:**

- Wat voorspelde je dat er zou gebeuren, en waarom?
- Hoe werkt een schaarlift?  
*De constructie bestaat uit een serie hefboomen van de 1e soort die elkaar wegduwen. De draaipunten worden gevormd door de pennen in het midden van de balken.*
- Hoe zorgde je ervoor dat er eerlijk getest werd?  
*Heb je de lucht tank leeggemaakt?*

## Continueren

### Hoeveel druk is er nodig?

We weten nu hoeveel pompslagen er nodig zijn om de schaarliften hun maximale hoogte te laten bereiken. Breng nu de manometer aan, en onderzoek hoeveel druk er nodig is (blz. 20, stap 24).

Probeer allereerst te voorspellen hoeveel druk nodig is om schaarlift A zijn maximale hoogte te laten bereiken.

*Noteer de voorspelde waarde op het aantekenblad.*

Probeer nu uit hoeveel druk er in werkelijkheid nodig is.

*Noteer de gevonden waarde op het aantekenblad.*

Voer daarna dezelfde onderzoeken uit met de schaarliften B, C en D.

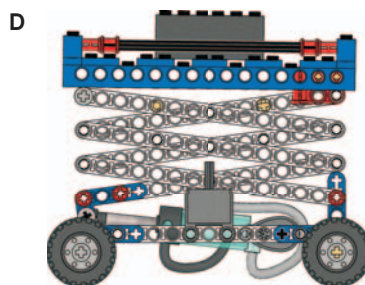
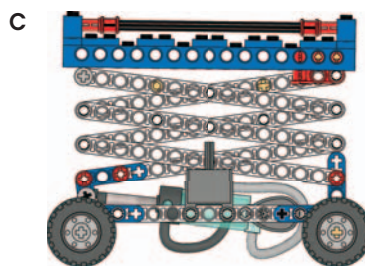
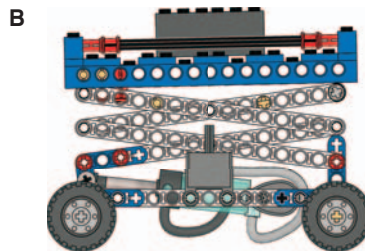
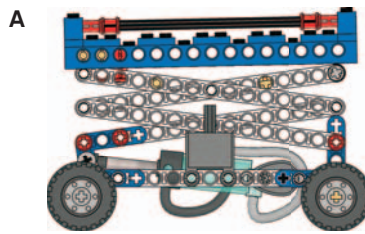
Herhaal de test een aantal keren om er zeker van te zijn dat je resultaten kloppen.

*Voor schaarlift A (blz. 11, stap 15) is een druk van ongeveer 1,0 bar nodig.*

*Voor schaarlift B (blz. 12, stap 16) is een druk van ongeveer 1,5 bar nodig.*

*Voor schaarlift C (blz. 17, stap 21) is een druk van ongeveer 1,4 bar nodig.*

*Voor schaarlift D (blz. 18, stap 22) is een druk van ongeveer 2,1 bar nodig.*



### Optioneel: nader onderzoek

- Waarom neemt de druk af, direct nadat de schaarlift zijn hoogste punt bereikt heeft?  
*Als de zuiger uit de cilinder komt, wordt het totale volume waar de samengeperste lucht zich in bevindt iets groter. De druk past zich bij dit nieuwe volume aan, en dat levert een kleine drukafname op.*

# Schaarlift

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

\_\_\_\_\_

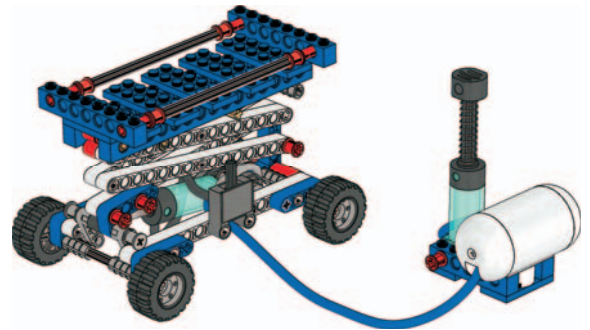
**Bouw het schaarlift model. Worden de functies beïnvloed door factoren als gewicht en werkhoogte? Dat gaan we uitzoeken!**



## Bouw het schaarlift model.

(Alles uit boekje 1A, en boekje 1B tot bladzijde 11, stap 15)

- Pomp lucht in het systeem en controleer of de schaarlift soepel beweegt
- Druk met de hand het platform van de geheven schaarlift een stukje omlaag
- Als de hand wordt weggenomen, moet het platform terug omhoog veren. Controleer op luchtlekken als dit niet gebeurt
- Laat daarna de schaarlift zakken en maak de luchttank leeg



## De hoogte in.

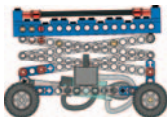
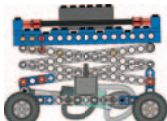
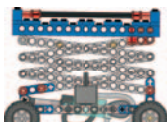

Onderzoek welke invloed gewicht en hoogte hebben op het aantal pompslagen dat nodig is om de schaarlift zijn maximale hoogte te laten bereiken.

Probeer allereerst te voorspellen hoeveel pompslagen nodig zijn om schaarlift A zijn maximale hoogte te laten bereiken.

Probeer nu uit hoeveel pompslagen er in werkelijkheid nodig zijn.

Voer daarna dezelfde onderzoeken uit met de schaarliften B, C en D.

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

	Mijn voorspelling	Mijn resultaten
A 		
B 		
C 		
D 		

**Verklaar je resultaten:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**Hoeveel druk is er nodig?**

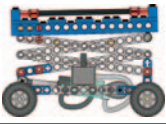
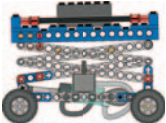
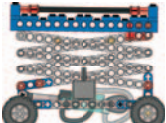
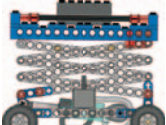
We weten nu hoeveel pompslagen er nodig zijn om de schaarliften hun maximale hoogte te laten bereiken. Breng nu de manometer aan, en onderzoek hoeveel druk er nodig is.

Probeer allereerst te voorspellen hoeveel druk nodig is om schaarlift A zijn maximale hoogte te laten bereiken.

Probeer nu uit hoeveel druk er in werkelijkheid nodig is.

Voer daarna dezelfde onderzoeken uit met de schaarliften B, C en D.

Herhaal de tests een aantal keren om er zeker van te zijn dat je resultaten kloppen.

	Mijn voorspelling	Mijn resultaten
A 		
B 		
C 		
D 		

**Optioneel: Mijn eigen pneumatische project !**

Verzin een nieuwe, nuttige machine die op dezelfde manier werkt als de schaarlift, maar die voor andere doeleinden gebruikt kan worden. Maak er een tekening van en verklaar de drie belangrijkste functies.

**Optioneel: Nader onderzoek**

Beschrijf een aantal situaties en karweien waar een schaarlift goed van pas zal komen, en noem eventuele beperkingen van schaarliften.



## Robothand

### Wetenschap

- Gedrag van gassen onder druk
- Krachten
- Wrijving
- Gewicht meten
- Wetenschappelijk onderzoek

### Techniek

- Onderdelen aan elkaar monteren
- Evalueren
- Testen, alvorens verbeteringen aan te brengen
- Mechanismen gebruiken – hefbomen

### Begrippenlijst

- Omtrek
- Cilinder
- Kracht
- Grip
- Hefbomen
- Manometer
- Massa
- Druk
- Pomp
- Ventiel
- Gewicht

### Andere benodigde materialen

- Een verzameling voorwerpen van verschillende grootte en gewicht
- Een plastic beker

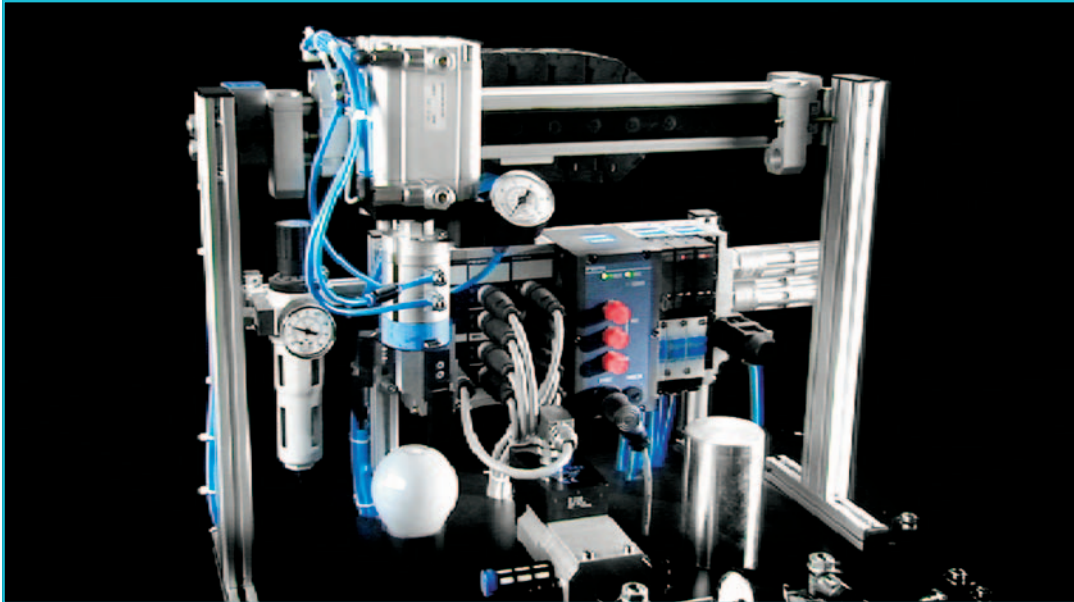
### Optioneel:

- Boetseerlei
- Elastiekjes
- Een weegschaal

## Combineren

In de industrie en de gezondheidszorg wordt soms gewerkt met materialen en voorwerpen die gevaarlijk zijn om aan te raken, zoals bv. metalen voorwerpen en breekbare glazen containers, die daarom vaak met pneumatisch gestuurde 'handen' of 'grijpers' moeten worden gehanteerd.

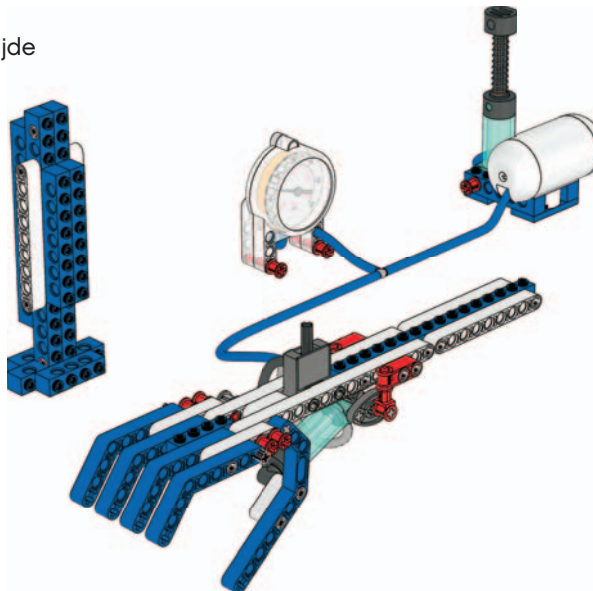
**Bouw het robothand model. Hoeveel druk is er nodig om de verschillende voorwerpen op te pakken zonder dat ze vallen of kapot gedrukt worden. Dat gaan we uitzoeken!**



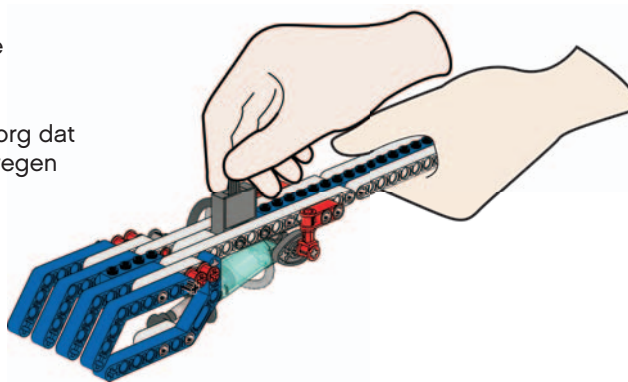
## Construeren

### Bouw de robothand en de drager.

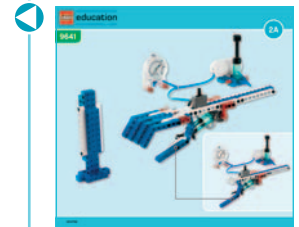
(Alles uit boekje 2A, en boekje 2B tot bladzijde 10, stap 16).



- Pomp lucht in het systeem en gebruik de manometer om vast te stellen of de constructie ergens lekt
- Probeer de ventielinstellingen uit, en zorg dat alle bewegende delen vrij kunnen bewegen



- Maak daarna de hand open en maak de luchttank leeg



**Tip**  
De makkelijkste manier om de luchttank te legen, is door de slang die van de luchttank naar het ventiel gaat los te koppelen.

## Contempleren

### Hoe goed is de 'grip'?

De robothand kan de drager aan twee kanten oppakken: aan de gladde, witte kant – of aan de blauwe kant met knoppen. Onderzoek hoeveel druk de robothand nodig heeft om de drager op te kunnen pakken.

Voorspel allereerst hoeveel druk de robothand nodig zal hebben om drager A op te kunnen pakken.

*Noteer deze waarde op het aantekenblad.*

Probeer nu uit hoeveel druk er in werkelijkheid nodig is.

*Noteer de gevonden waarde ook op het aantekenblad.*

Voer daarna dezelfde onderzoeken uit met de robothanden B, C en D.

Herhaal de tests een aantal keren om er zeker van te zijn dat je resultaten kloppen.

*Voor robothand A (blz. 10, stap 16) is een druk van ongeveer 0,5 bar nodig.*

*Voor robothand B (blz. 10, stap 16) is een druk van ongeveer 0,4 bar nodig.*

*Voor robothand C (blz. 12, stap 18) is een druk van ongeveer 1,2 bar nodig.*

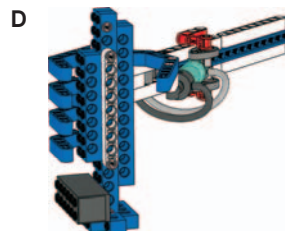
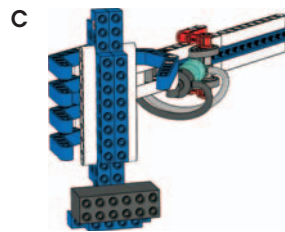
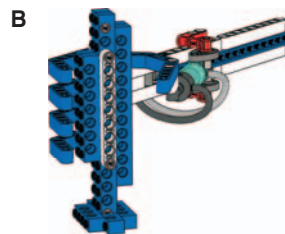
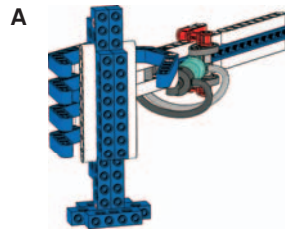
*Voor robothand D (blz. 12 stap 18) is een druk van ongeveer 1,0 bar nodig.*

Speelt het gewicht een rol?

*Als er extra gewicht bijkomt, wordt het soort oppervlakte ook belangrijker. Hoe meer wrijving en 'aanknopingspunten' op de last, hoe minder hard de hand hoeft te 'knijpen'. Dit is veiliger en effectiever.*

### Laat de leerlingen over hun onderzoeken nadenken door vragen te stellen als:

- Wat voorspelde je dat er zou gebeuren, en waarom?
- Hoe werkt de robothand en welke soort hefboomen gebruikt hij?  
*De grijpende 'duim' is een hefboom van de derde soort. Het draaipunt ligt bij de 'pols'.*
- Wat zijn de beperkingen van de manier waarop de robothand dingen 'grijpt'?  
*De 'vingers' en de 'duim' zijn te glad, en geven niet genoeg wrijving. De 'vingers' kunnen niet buigen, zoals echte vingers.*



## Continueren

### Wat kan de robothand nog meer vasthouden?

Neem een dun papieren of plastic bekertje. Zoek verschillende voorwerpen bij elkaar om in de beker te leggen. Onderzoek hoeveel druk de robothand nodig heeft om de beker op te kunnen pakken.

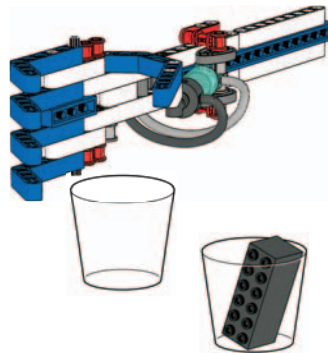
Voorspel allereerst hoeveel druk de robothand nu nodig zal hebben, om de verschillende voorwerpen op te kunnen tillen zonder de beker te beschadigen.

*Noteer de voorspelde waarde op het aantekenblad.*

Probeer nu uit hoeveel druk er in werkelijkheid nodig is.

*Noteer de gevonden waarde op het aantekenblad.*

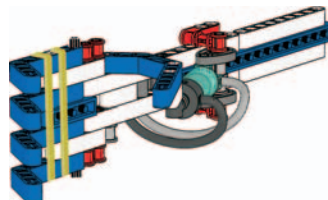
Herhaal de tests een aantal keren om er zeker van te zijn dat de resultaten kloppen.



### Optioneel: nader onderzoek

#### Meer houvast nodig?

Experimenteer met de robothand door deze met verschillende materialen te bekleden, zodat hij een vastere 'greep' krijgt en minder beschadigt.



#### Tip

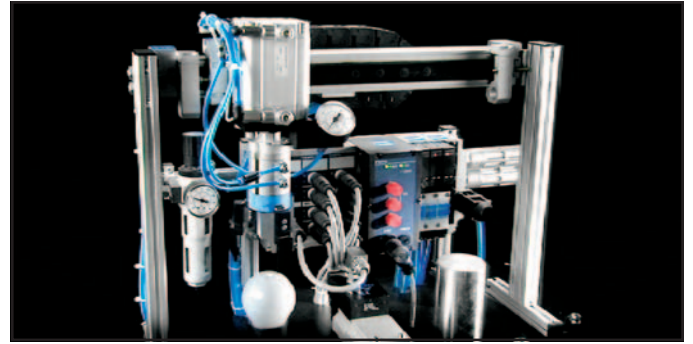
Maak een ei-vormig voorwerp van klei. Als de robothand het voorwerp heeft opgepakt, kun je aan de afdrukken in de klei zien waar het beschadigd is.

NB: wikkel het voorwerp in huishoudfolie om de overige onderdelen schoon te houden.

# Robothand

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

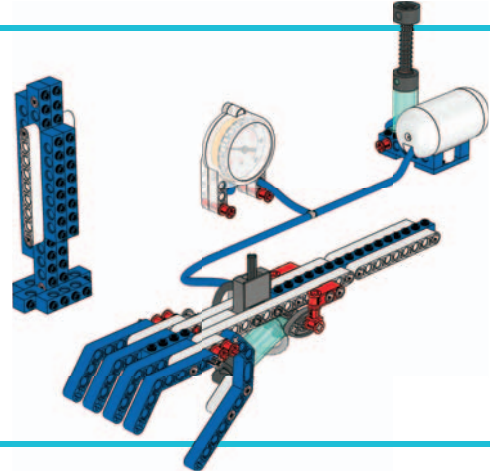
**Bouw het robothand model. Hoeveel druk is er nodig om de verschillende voorwerpen op te pakken zonder dat ze vallen of kapot geklemd worden? Dat gaan we uitzoeken!**



## Bouw het robothand model en de drager.

(Alles uit boekje 2A, en boekje 2B tot bladzijde 10, stap 16).

- Pomp lucht in het systeem en gebruik de manometer om vast te stellen of de constructie ergens lekt
- Probeer de ventielinstellingen uit, en zorg dat alle bewegende delen vrij kunnen bewegen
- Maak daarna de hand open en maak de luchttank leeg



## Hoe goed is de 'grip'?

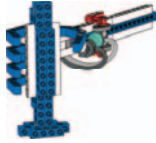
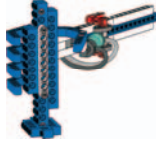
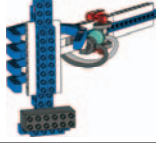
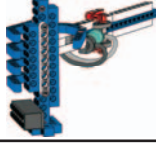
De robothand kan de drager aan twee kanten oppakken: aan de gladde, witte kant – of aan de blauwe kant met knoppen. Onderzoek hoeveel druk de robothand nodig heeft om de drager op te kunnen pakken.

Voorspel allereerst hoeveel druk de robothand nodig zal hebben om drager A op te kunnen pakken.

Probeer nu uit hoeveel druk er in werkelijkheid nodig is.

Voer daarna dezelfde onderzoeken uit met de robothanden B, C en D.

Herhaal de tests een aantal keren om er zeker van te zijn dat de resultaten kloppen.

	Mijn voorspelling	Mijn resultaten
A 		
B 		
C 		
D 		

**Verklaar je resultaten:**

---



---



---

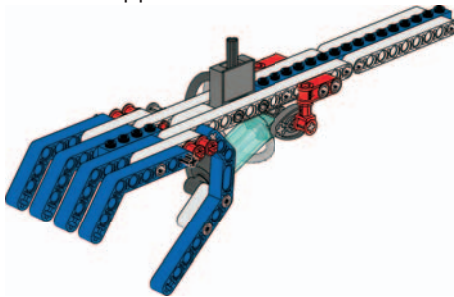
**Wat kan de robothand nog meer vasthouden?**



Neem een dun papieren of plastic bekertje. Zoek verschillende voorwerpen om in de beker te leggen. Onderzoek hoeveel druk de robothand nodig heeft om de beker op te kunnen pakken.

Voorspel allereerst hoeveel druk de robothand nu nodig zal hebben, om de verschillende voorwerpen op te kunnen pakken zonder de beker te beschadigen.

Probeer dan uit hoeveel druk er in werkelijkheid nodig is.

Herhaal de tests een aantal keren om er zeker van te zijn dat de resultaten kloppen.



Object/voorwerp	Mijn voorspelling	Mijn resultaten
A 		
B 		
C		
D		

**Optioneel: Mijn eigen pneumatische project !**

Verzin een nieuwe, nuttige machine die op dezelfde manier werkt als de robothand, maar die voor andere doeleinden gebruikt kan worden. Maak er een tekening van en verklaar de drie belangrijkste functies.

**Optioneel: Nader onderzoek**

Beschrijf een aantal situaties en karweiën waar een robothand goed van pas zal komen, en noem eventuele beperkingen van mechanische handen.





## Stempelpers

### Wetenschap

- Oppervlakte
- Gedrag van gassen onder druk
- Krachten
- Wetenschappelijk onderzoek

### Techniek

- Onderdelen aan elkaar monteren
- Regelen van mechanismen
- Evalueren
- Eigenschappen van materialen
- Mechanismen gebruiken – hefbomen

### Begrippenlijst

- Oppervlakte
- Cilinder
- Nuttig effect
- Kracht
- Hefbomen
- Manometer
- Massa
- Druk
- Pomp
- Ventiel

### Andere benodigde materialen

- Aluminiumfolie of huishoudfolie
- Klei of stukjes polystyreen schuim
- Grafiekpapier
- Tijdmeter of stopwatch

## Combineren

Een stempelpers geeft materialen nieuwe vormen of afmetingen onder invloed van druk. Om zo effectief mogelijk te zijn, moet het proces zo weinig mogelijk energie kosten en zo vlug mogelijk verlopen.

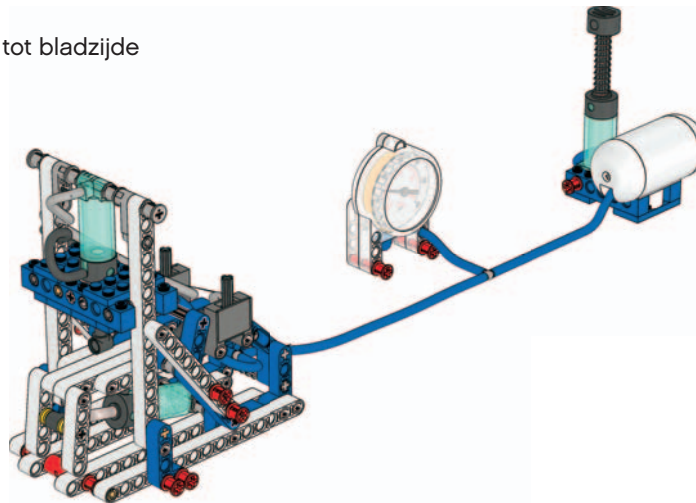
**Bouw het stempelpers model. Kunnen we erachter komen hoe energiezuinig hij is? Dat gaan we uitzoeken!**



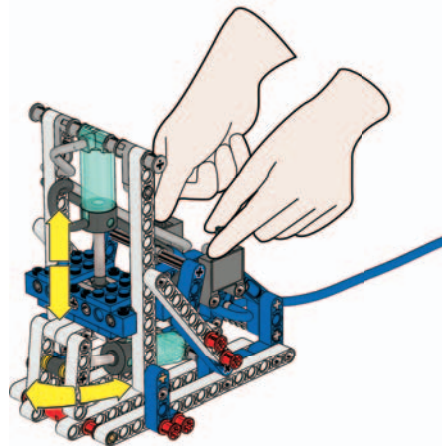
## Construeren

### Bouw het stempelpers model.

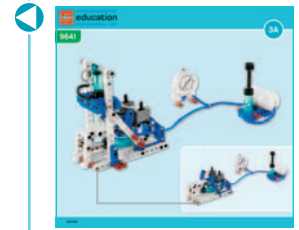
(Alles uit boekje 3A, en boekje 3B tot bladzijde 14, stap 12).



- Pomp lucht in het systeem en gebruik de manometer om vast te stellen of de constructie ergens lekt
- Probeer alle ventielposities en test of de stempelpers alle vier de mogelijke taken kan uitvoeren (pers omlaag, pers omhoog, uitwerper omlaag en uitwerper omhoog). Ga na of alle bewegende delen vrij kunnen bewegen



- Zet daarna de pers omhoog, de uitwerper naar voren, en maak de luchttank leeg



**Tip**  
De makkelijkste manier om de luchttank te legen, is door de slang die van de luchttank naar het ventiel gaat los te koppelen.

## Contempleren

### Hoe energiezuinig is de persmachine?

Een volledige werkcyclus bestaat uit vier achtereenvolgende fases: pers omlaag, pers omhoog, uitwerper omlaag en uitwerper omhoog. Onderzoek hoeveel drukverlies elke cyclus veroorzaakt.

Probeer allereerst te voorspellen in hoeverre herhaalde werkcycli invloed hebben op het drukverlies bij een lege persmachine A. Noteer de voorspellingen op het grafiekpapier als een stippellijn die begint bij 2,5 bar en eindigt in de buurt van 0 bar. NB: dit hoeft geen rechte lijn te zijn.

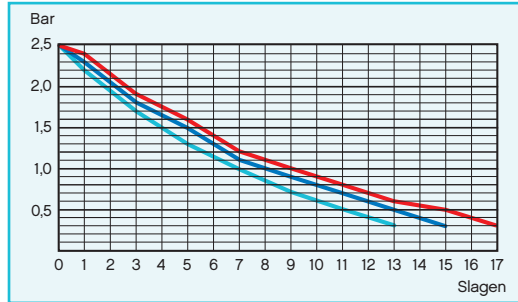
Test daarna in hoeverre herhaalde werkcycli van stempelpers A het drukverlies daadwerkelijk beïnvloeden. Begin met een druk van 2,5 bar. Noteer de gevonden waarden op het grafiekpapier.

Voer vervolgens dezelfde procedure uit voor de stempelpers B en C.

Herhaal de tests een aantal keren om er zeker van te zijn dat de resultaten kloppen.

### Laat de leerlingen over hun onderzoeken nadenken door vragen te stellen als:

- Wat voorspelde je dat er zou gebeuren, en waarom?
- Hoe werkt de stempelpers en welke soort hefboomen worden er in gebruikt?  
*De stempel voert directe druk uit, en de uitwerper maakt gebruik van een complexe hefboom van de 2e soort.*
- Hoeveel volledige werkcycli kunnen er worden uitgevoerd met een begindruk van 2,5 bar?  
*Ongeveer drie volledige werkcycli.*



**Tip**  
Noteer de resultaten na iedere slag, voor een nauwkeuriger grafiek.

	A	B	C
1	2.2	2.3	2.3
3	1.7	1.8	1.9
5	1.3	1.5	1.6
7	1.0	1.1	1.2
9	0.7	0.9	1.0
11	0.5	0.7	0.8
13	0.3	0.5	0.6
15		0.3	0.5
17			0.3

## Continueren

### Hoe goed kunnen de leerlingen de stempelpers bedienen?

Hoe sneller de lege stempelpers bediend kan worden, hoe zuiniger hij werkt. Onderzoek hoeveel volledige werkcycli er uitgevoerd kunnen worden in 30 seconden.

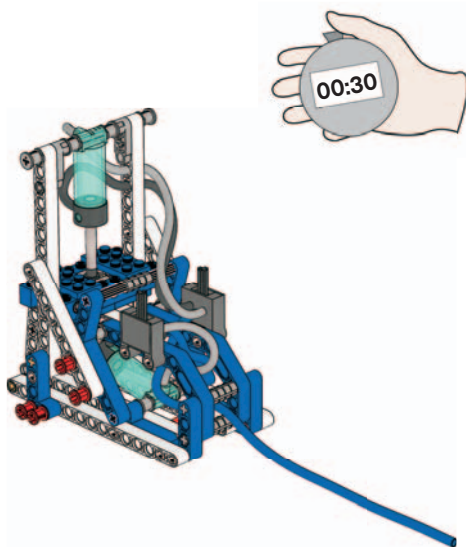
Probeer eerst te voorspellen hoeveel volledige werkcycli er uitgevoerd kunnen worden in 30 seconden, bij gebruik van een lege pers.

*Noteer de voorspelde waarden op het aantekenblad.*

Doe daarna de test, en kijk hoeveel cycli er in werkelijkheid uitgevoerd werden.

*Noteer de gevonden waarden op het aantekenblad.*

Probeer tenslotte om diverse objecten naar keus in de pers te vormen en onderzoek hoeveel volledige cycli er nu uitgevoerd kunnen worden.



**Tip**  
Voor de start is het een goed idee te beslissen, of er met een lege of een volle luchttank gewerkt gaat worden.

**Tip**  
Om het drukverlies tegen te gaan, zou je kunnen overwegen een compressor te maken.



# Stempelpers

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

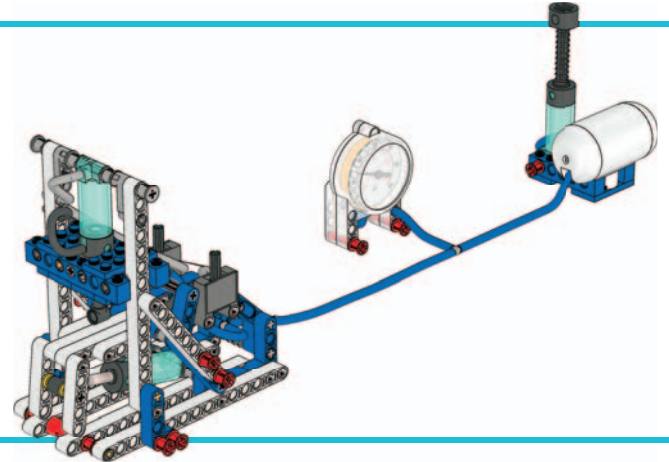
**Bouw het stempelpers model. Kunnen we erachter komen hoe energiezuinig hij is? Dat gaan we uitzoeken!**



## Bouw het stempelpers model.

(Alles uit boekje 3A, en boekje 3B tot bladzijde 14, stap 12)

- Pomp lucht in het systeem en gebruik de manometer om vast te stellen of de constructie ergens lekt
- Probeer alle ventielposities en test of de stempelpers alle vier de mogelijke fases kan uitvoeren (pers omlaag, pers omhoog, uitwerper omlaag en uitwerper omhoog). Ga na of alle bewegende delen vrij kunnen bewegen
- Zet daarna de pers omhoog en maak de luchttank leeg



## Hoe energiezuinig is de persmachine?

Één volledige werkcyclus bestaat uit vier achtereenvolgende fases: pers omlaag, pers omhoog, uitwerper omlaag en uitwerper omhoog. Onderzoek hoeveel drukverlies elke cyclus veroorzaakt.

Probeer allereerst te voorspellen hoe de herhaalde werkcycli het drukverlies beïnvloeden, bij een lege persmachine A.

Test daarna hoe de werkcycli van stempelpers A het drukverlies daadwerkelijk beïnvloeden. Begin met een druk van 2,5 bar.

Voer dan dezelfde procedure uit voor persmachines B en C.

Herhaal de tests een aantal keren om er zeker van te zijn dat de resultaten kloppen.  
*Noteer het gevonden resultaat op het grafiekpapier.*

	A	B	C
1			
3			
5			
7			
9			
11			
13			
15			
17			

**Verklaar je resultaten:**

---



---



---



---

### Hoe goed kun je de stempelpers bedienen?

Hoe sneller de lege stempelpers bediend kan worden, hoe zuiniger hij werkt. Onderzoek hoeveel volledige werkcycli er uitgevoerd kunnen worden in 30 seconden.

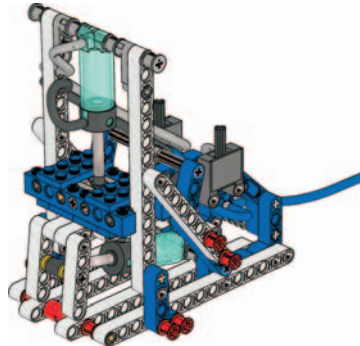
Probeer eerst te voorspellen hoeveel volledige werkcycli er uitgevoerd kunnen worden in 30 seconden, bij gebruik van een lege pers.

*Noteer je voorspelling op het aantekeningblad.*

Doe daarna de test, en kijk hoeveel cycli er in werkelijkheid uitgevoerd konden worden.

*Noteer de gevonden waarde op het aantekeningblad.*

Probeer ten slotte om diverse objecten naar keus in de pers te vormen, en onderzoek hoeveel volledige cycli er nu uitgevoerd kunnen worden.



	Mijn voorspelling	Mijn resultaten
Testen 1		
Testen 2		
Testen 3		

### Optioneel: Mijn eigen pneumatische project !

Verzin een nieuwe, nuttige machine die op dezelfde manier werkt als de stempelpers, maar die voor andere doeleinden gebruikt kan worden. Maak er een tekening van en verklaar de drie belangrijkste functies.

### Optioneel: Nader onderzoek

Beschrijf een aantal situaties en karweiën waar een stempelpers goed van pas zal komen, en noem eventuele beperkingen van stempelpers machines.



## Robotarm

### Wetenschap

- Oppervlakte
- Gedrag van gassen onder druk
- Wrijving
- Wetenschappelijk onderzoek

### Techniek

- Onderdelen aan elkaar monteren
- Regelen van mechanismen
- Evalueren
- Testen, alvorens verbeteringen aan te brengen
- Mechanismen gebruiken – hefboomen

### Begrippenlijst

- Oppervlakte
- Cilinder
- Grip
- Hefboomen
- Manometer
- Massa
- Druk
- Pomp
- Ventiel

### Andere benodigde materialen

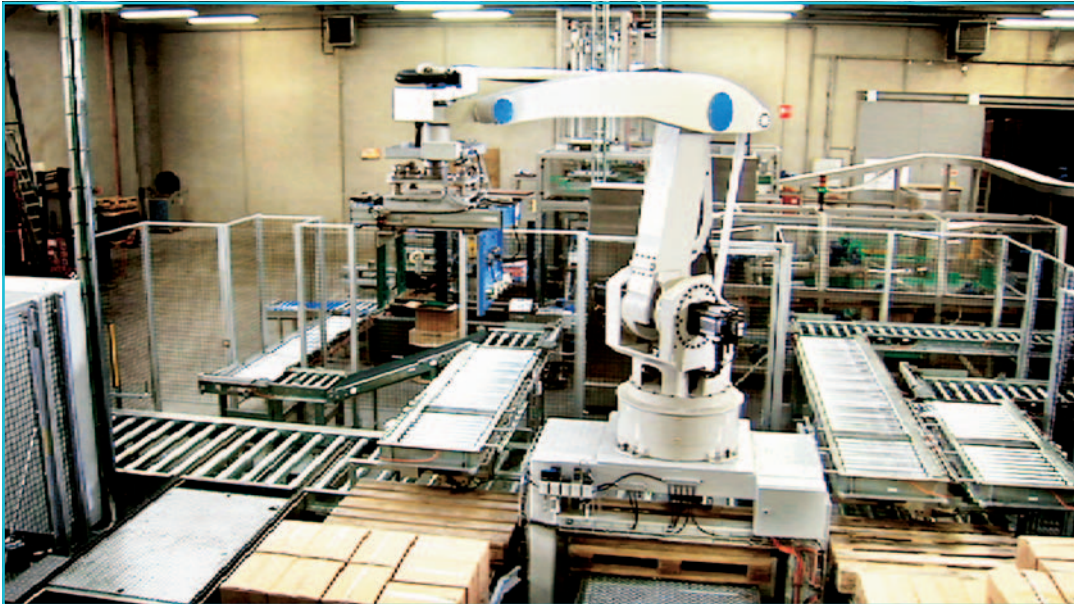
- Een verzameling voorwerpen van verschillende grootte en gewicht
- Grafiekpapier
- Een aantal kleine propen papier



## Combineren

Robotarmen worden vaak gebruikt om dingen op te pakken, te verplaatsen en weer neer te zetten. Ze doen meestal werk dat erg zwaar of eentonig is, en dat snel en efficiënt uitgevoerd moet worden. Voor optimale effectiviteit moet het benodigde 'oppakken en neerzetten' verloop van tevoren precies worden bepaald.

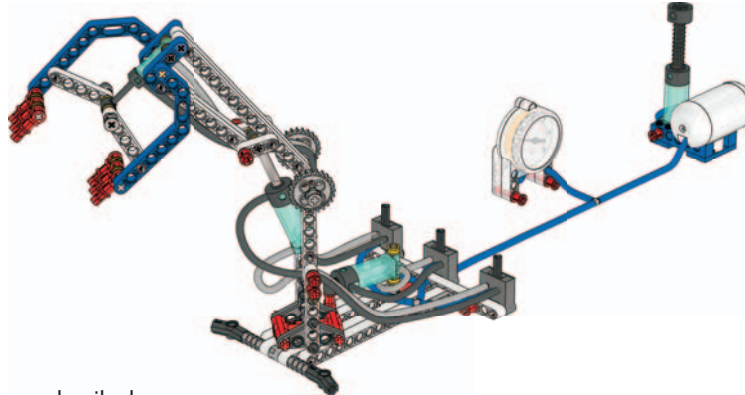
**Bouw de robotarm: hoe kunnen we hem het meest energiezuinige bewegingsverloop laten uitvoeren? Dat gaan we uitzoeken!**



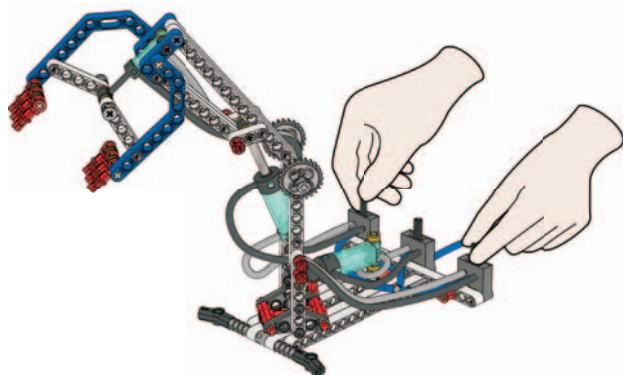
## Construeren

### Bouw de robotarm.

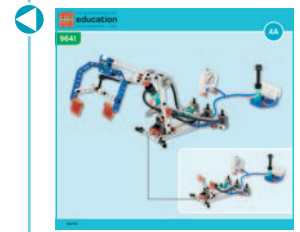
(Alles uit boekje 4A, en boekje 4B tot bladzijde 19, stap 19)



- Pomp lucht in het systeem en gebruik de manometer om vast te stellen of de constructie ergens lekt
- Probeer alle ventielinstellingen uit, en zorg dat alle bewegende delen vrij kunnen bewegen



- Draai dan de robotarm in de 'rustpositie' (naar rechts, met de arm omhoog en de grijper open), en maak de luchttank leeg



- Tip**  
De makkelijkste manier om de luchttank te legen, is door de slang die van de luchttank naar het ventiel gaat los te koppelen.

## Contempleren

### Wat is het meest energiezuinige handelingsverloop?

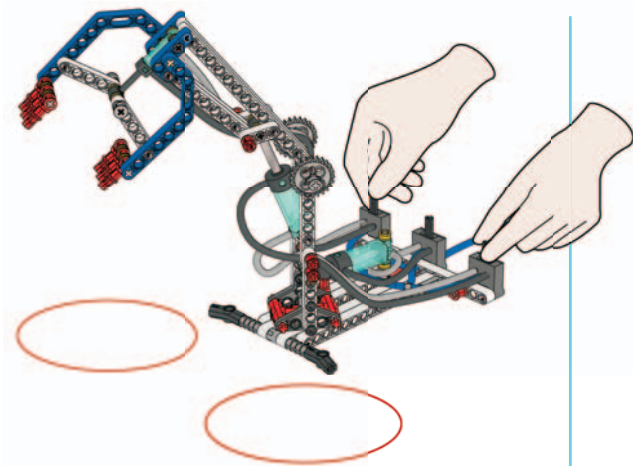
Onderzoek op welke manier de 'oppak en neerzet' handeling het meest efficiënt kan worden uitgevoerd.

Probeer allereerst te voorspellen welke handelingsvolgorde de meest energiezuinig is voor het oppakken en weer neerleggen van een propje papier. Het handelingsverloop moet beginnen in de ruststand, elk van de zes bewegingen minstens één keer uitvoeren, en weer terugkeren naar de ruststand. Noteer je voorspelling op het aantekeningblad.

Test dan het handelingsverloop en noteer het drukverlies na iedere handeling. Begin met een druk van 2,5 bar.

Noteer de gevonden waarde op het aantekeningblad en het grafiekpapier.

Herhaal de tests een aantal keren om er zeker van te zijn dat de resultaten kloppen.



Handeling	Volgorde
A	Arm omlaag
B	Grijper dicht
C	Arm omhoog
D	Arm linksom draaien
E	Arm omlaag
F	Grijper open
G	Arm omhoog
H	Arm rechtsom draaien

### Laat de leerlingen over hun onderzoeken nadenken door vragen te stellen als:

- Wat voorspelde je dat er zou gebeuren, en waarom?  
*Er zijn acht handelingen nodig om het verloop uit te voeren en terug te keren naar de ruststand. Als de arm het voorwerp mag laten vallen i.p.v. het neer te zetten, kan het verloop uit zes handelingen bestaan.*
- Hoe werkt de robotarm?  
*De grijper is een complexe hefboom van de derde soort. De 'armlift' is ook een hefboom van de derde soort.*
- Kunnen we een aantal eigenschappen van de drukgrafiek verklaren?  
*De kleine cilinder verbruikt veel minder lucht dan de grotere cilinders, en geeft dus minder drukverlies. Zie handeling B en F.*

## Continueren

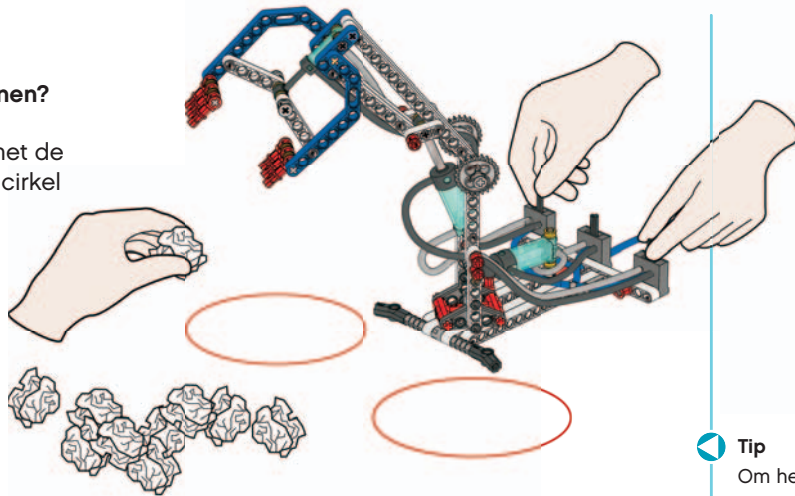
### Hoe goed kun je de robotarm bedienen?

Probeer hoe vlug en nauwkeurig je met de robotarm propjes papier van de ene cirkel naar de andere kunt verplaatsen.

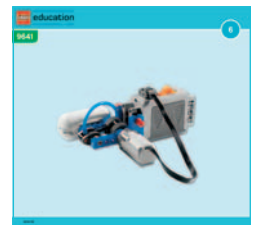
Begin met te voorspellen hoeveel propjes je in 30 seconden nauwkeurig in de tweede cirkel kunt leggen.  
*Noteer je voorspelling op het aantekenblad.*

Test daarna hoeveel propjes je werkelijk in 30 seconden nauwkeurig in de tweede cirkel kunt leggen.  
*Noteer de gevonden waarde op het aantekenblad.*

Herhaal de test drie keer om te kijken of je sneller/preciezer gaat werken.



**Tip**  
Om het drukverlies tegen te gaan, zou je kunnen overwegen een compressor te maken.



### Optioneel: Zou een andere grijper een verschil maken?

Verzin en bouw je eigen grijpers, waarmee verschillende voorwerpen kunnen worden opgepakt en neergezet.

# Robotarm

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

\_\_\_\_\_

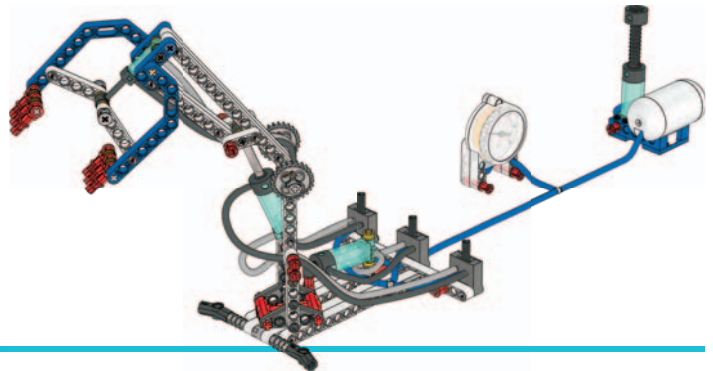
**Bouw de robotarm: hoe kunnen we hem het meest energiezuinige bewegingsverloop laten uitvoeren? Dat gaan we uitzoeken!**



## Bouw de robotarm.

(Alles uit boekje 4A, en boekje 4B tot bladzijde 19, stap 19)

- Pomp lucht in het systeem en gebruik de manometer om vast te stellen of de constructie ergens lekt
- Probeer alle ventielinstellingen uit, en zorg dat alle bewegende delen vrij kunnen bewegen
- Draai dan de robotarm in de 'rustpositie' (naar rechts, met de arm omhoog en de grijper open), en maak de luchttank leeg



## Wat is het meest energiezuinige handelingsverloop?

Onderzoek op welke manier het oppakken en neerzetten het meest efficiënt kan worden uitgevoerd.

Probeer allereerst te voorspellen welke handelingsvolgorde de meest energiezuinig is voor het oppakken en weer neerleggen van een propje papier. Het handelingsverloop moet beginnen in de ruststand, elk van de zes bewegingen minstens één keer gebruiken, en weer terugkeren naar de ruststand.

Test dan het handelingsverloop en noteer het drukverlies na iedere handeling.  
Begin met een druk van 2,5 bar.

Herhaal de tests een aantal keren om er zeker van te zijn dat de resultaten kloppen.  
*Noteer het gevonden resultaat op het grafiekpapier.*

Handeling	Volgorde
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	
H	

**Verklaar je resultaten:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

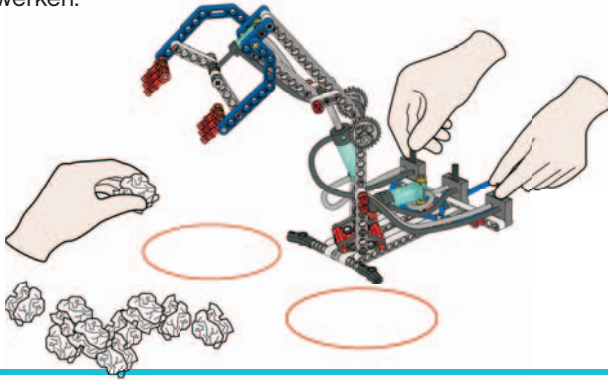
**Hoe goed kun je de robotarm bedienen?**

Probeer hoe vlug en nauwkeurig je met de robotarm propjes papier van de ene cirkel naar de andere kunt verplaatsen.

Begin met te voorspellen hoeveel propjes je in 30 seconden nauwkeurig in de tweede cirkel kunt leggen.

Test daarna hoeveel propjes je werkelijk in 30 seconden nauwkeurig in de tweede cirkel kunt leggen.

Herhaal de test drie keer om te kijken of je sneller/preciezer gaat werken.



	Mijn voorspelling	Mijn resultaten
Testen 1		
Testen 2		
Testen 3		

**Optioneel: Mijn eigen pneumatische project !**

Verzin een nieuwe, nuttige machine die op dezelfde manier werkt als de robotarm, maar die voor andere doeleinden gebruikt kan worden. Maak er een tekening van en verklaar de drie belangrijkste functies.

**Optioneel: Nader onderzoek**

Beschrijf een aantal situaties en karweien waar een robotarm goed van pas zal komen, en noem eventuele beperkingen van mechanische armen.



## Introductie tot de 'ontwerpen en maken' activiteiten

### Wanneer kunnen deze het best gebruikt worden?

Deze activiteiten zijn ideaal nadat de klas met de principe- en hoofdactiviteiten gewerkt heeft, en u wilt onderzoeken hoe goed uw leerlingen zijn in ontwerpen en probleemoplossend denken. Bij elke opdracht wordt gerefereerd aan de principe- en hoofdmodellen. De leerlingen verbinden eerder opgedane kennis op een creatieve manier met begrippen uit de pneumatiek, om aan de ontwerpopdracht te voldoen.

### Hoe gebruikt u de activiteiten?

De bladzijden met opdrachten zijn bedoeld om te printen en aan de leerlingen uit te delen. De bladzijde met doelstellingen, motivaties e.d. is bestemd voor de leerkracht.

### Zo kunt u de 'ontwerpen en maken' activiteiten precies op uw leerlingen afstemmen.

In klassen met minder geroutineerde ontwerpers, of situaties waar u beter zicht wilt houden op bijv. benodigde materialen, kunt u de beschrijving van het probleem uitdelen en een bijbehorende, specifieke ontwerp instructie geven. De ontwerp instructie beperkt het aantal mogelijke oplossingen en maakt het makkelijker de verschillende ideeën van uw leerlingen te vergelijken. In een klas met meer geroutineerde ontwerpers kunt u gewoon het gedeelte met de opdracht zelf uitdelen, waar ze waarschijnlijk meteen mee aan de slag gaan.



# Dinosaurus



## De opdracht

Een kleine filmstudio heeft een dinosaurus nodig voor een nieuwe film. Ze zouden er natuurlijk een computeranimatie van kunnen maken, maar de regisseur vindt dat levensgrote, bewegende modellen er veel beter uitzien.

Voor deze scène mag de dinosaurus stilstaan, maar een aantal delen ervan moeten kunnen bewegen.

**Onze taak: een dinosaurusmodel met pneumatische bewegingsfuncties ontwerpen en bouwen, waarmee de scène gefilmd kan worden.**



# Dinosaurus

## Doelen

Toepassen van kennis over

- Animatronics
- Hefbomen
- Producten en diensten
- Pneumatiek
- Principes van eerlijk testen en productbetrouwbaarheid toepassen

## Andere benodigde materialen

- Decoratieve materialen

## Motivatie

- Laat uw leerlingen de plaatjes van dinosaurussen zien of zoek illustratiemateriaal op het internet, om meer te weten te komen over uiterlijk en vorm van dinosaurussen uit verschillende periodes.

## Kennis, vaardigheden en begrip toepassen op de actuele taak

Laat uw leerlingen...

- zichzelf de vraag stellen: "hoe kunnen we een dinosaurus maken"?
- nadenken over welke delen van de dinosaurus moeten bewegen, en hoe we die beweging kunnen bereiken?
- nadenken over waarmee we de dinosaurus kunnen bekleden zodat hij er zo levensecht mogelijk uitziet.

## Overweging stimuleren

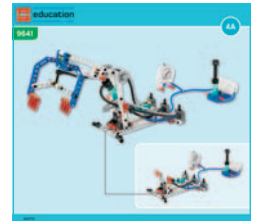
Tijdens het ontwerpproces kunt u de leerlingen aanmoedigen om te bespreken...

- of de bewegingen van de dinosaurus bij de filmscene passen.

## Moedig na afloop van de activiteit de leerlingen aan het volgende te evalueren...

- Hoe werken de verschillende delen van de dinosaurus?
- Hoe goed werkte de dinosaurus, en is het model stabiel en betrouwbaar?
- Is de dinosaurus efficiënt en energiezuinig? Test dit met de manometer.
- Hoe is het model 'aangekleed': lijkt het op een echte dinosaurus?
- Hoe stellen we ons de filmscene voor? (Verklaar waarom de scene een filmpubliek zal aanspreken).

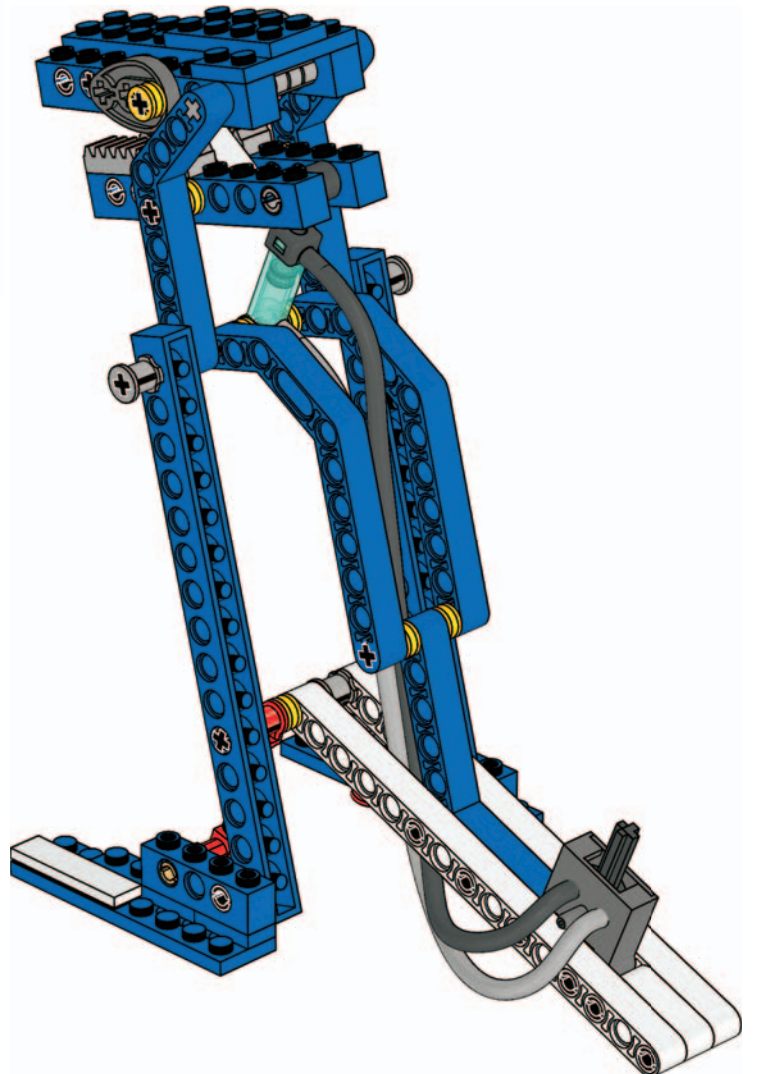
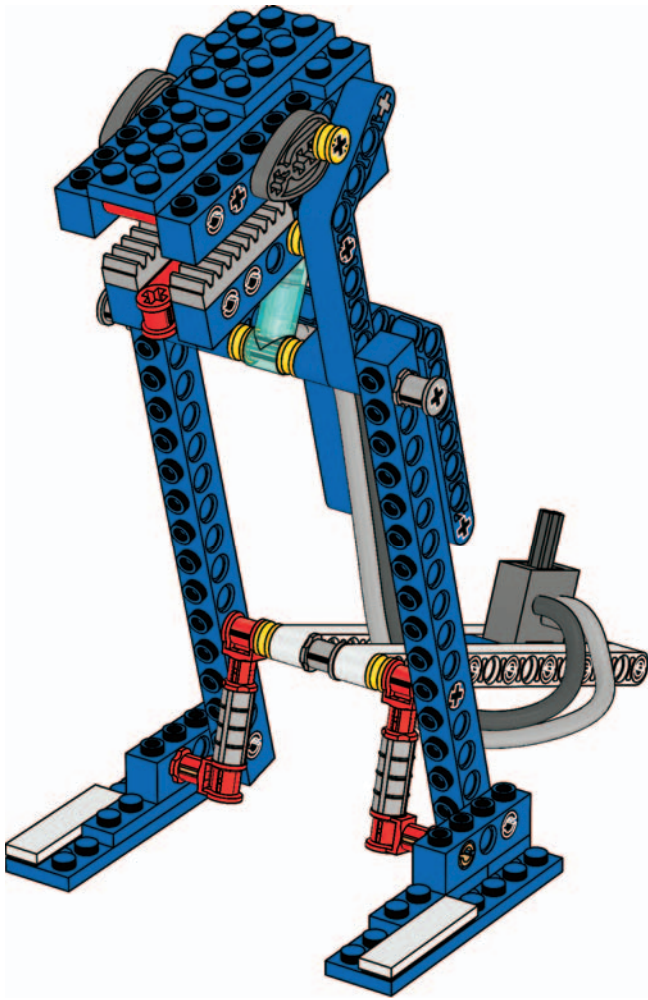
**Hulp nodig?**  
Kijk dan naar:



Robotarm



Principemodellen voor hefbomen



# Vogelverschrikker



## De opdracht

Op een boerderij zijn problemen met vogels die de oogst opeten. De boer weet uit ervaring, dat de vogels wegvliegen als hij met zijn armen zwaaiend het veld over rent en als een razende op en neer springt. Schreeuwen naar de vogels zonder al die bewegingen, heeft nauwelijks effect. De boer heeft al een traditionele vogelverschrikker geprobeerd, die niet bewoog. In het begin vlogen de vogels weg, maar daarna raakten ze aan de vogelverschrikker gewend en nu zijn ze er helemaal niet meer bang voor.

**Onze taak: een pneumatische vogelverschrikker ontwerpen en maken, die kan bewegen op een manier waardoor de vogels die de oogst willen opeten worden weggejaagd.**

# Vogelverschrikker

## Doelen

Toepassen van kennis over

- Animatronics
- Hefbomen
- Producten en diensten
- Pneumatiek
- Principes van eerlijk testen en productbetrouwbaarheid toepassen

## Andere benodigde materialen

- Decoratieve materialen

## Motivatie

- Laat uw leerlingen het plaatje met de vogelverschrikker zien of zoek illustratiemateriaal op internet om meer te weten te komen over uiterlijk en vorm van traditionele en minder gebruikelijke vogelverschrikkers.

## Kennis, vaardigheden en begrip toepassen op de actuele taak

Laat uw leerlingen...

- zichzelf de vraag stellen: "hoe kunnen we een vogelverschrikker maken"?
- nadenken over welke delen van de vogelverschrikker bewegen, en hoe we die beweging kunnen bereiken?
- nadenken over hoe we de vogelverschrikker kunnen aankleden zodat hij er zo angstaanjagend mogelijk uitziet.

## Overweging stimuleren

Tijdens het ontwerpproces kunt u de leerlingen aanmoedigen om te bespreken...

- of de bewegingen van de vogelverschrikker geschikt zijn om vogels mee weg te jagen.

## Moedig na afloop van de activiteit de leerlingen aan het volgende te evalueren...

- Hoe werken de verschillende delen van de vogelverschrikker?
- Hoe goed werkt de vogelverschrikker, en is het model betrouwbaar?
- Is de vogelverschrikker efficiënt en energiezuinig? Test dit met de manometer.
- Hoe is het model aangekleed: lijkt het op een echte vogelverschrikker?

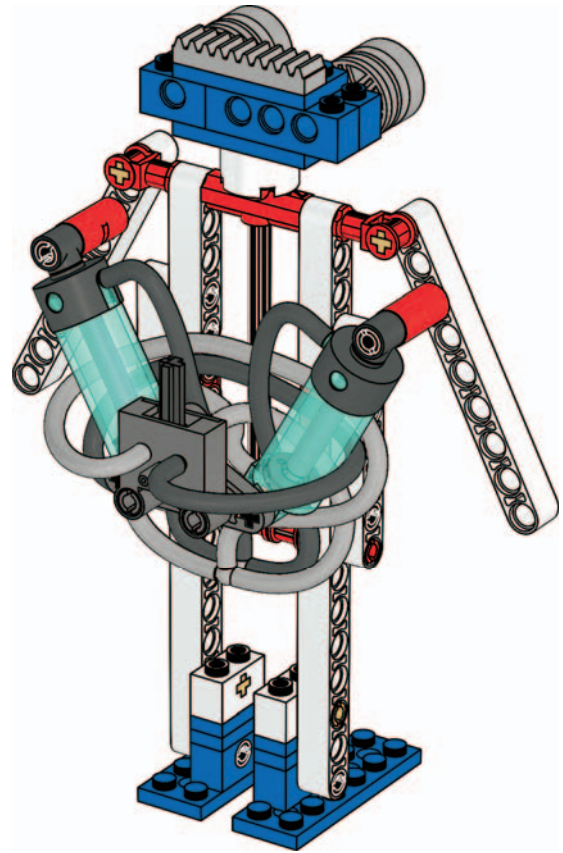
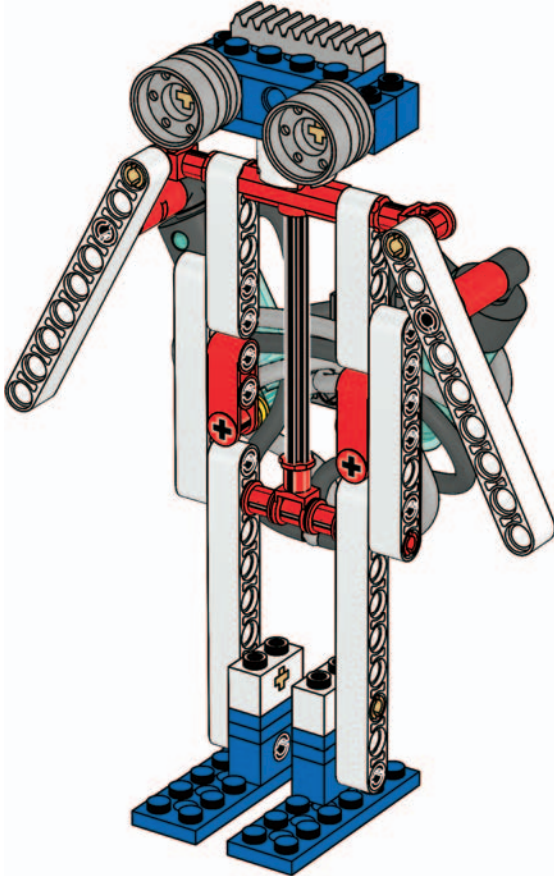
**Hulp nodig?**  
Kijk dan naar:



Robothand



Principemodellen voor hefboomen





## Woordenlijst

- A**    **Arbeid**                    Het resultaat van een kracht die, tegen een weerstand in, een afstand aflegt. Het samenpersen van lucht is een vorm van arbeid.
- B**    **Bar**                              Een algemene (metrische) eenheid waarin de hoeveelheid druk gemeten wordt. 1 bar is hetzelfde als 100.000 pascal.
- C**    **Cilinder**                        Een stevige, ronde buis met gesloten uiteinden, waarin een zuiger en een zuigerstang kunnen bewegen. Als samengeperste lucht in een cilinder binnenstroomt, zet de lucht uit tegen de zuiger en levert daardoor een kracht die de zuiger kan laten bewegen.
- Cilinderzuiger**                Zie zuiger.
- Compressor**                    Een machine waarmee lucht samengeperst (gecomprimeerd) kan worden. Compressors kunnen door een motor worden aangedreven, of met handkracht.
- D**    **Draaipunt of spil**                Het punt waar iets omheen draait of roteert, zoals de spil van een hefboom. De spil van een schaar is de schroef of klinknagel die de benen aan elkaar verbindt.
- Drijfstang (koppelstang) verbinding**                    Bij een koppelstangverbinding wordt een beweging overgebracht via een verzameling stangen en/of balken, verbonden door bewegende draaipunten. In de schaarlift zitten een groot aantal koppelstangverbindingen.
- Druk**                                De hoeveelheid kracht per eenheid van oppervlakte. De atmosferische druk op zeeniveau bedraagt ongeveer 15 psi (pounds per square inch). Aan deze druk zijn we zo gewend dat we er niets meer van merken. De wetenschappelijke eenheid voor druk is de pascal (Pa), en 1 Pa is 1 newton per vierkante meter. Een newton is een kleine hoeveelheid kracht, en een vierkante meter is een forse oppervlakte, dus een druk (kracht per oppervlakte) van 1 Pa is niet erg groot. Er zijn dan ook bijna 7.000 Pa nodig om één 1 psi uit te oefenen, en de normale luchtdruk op zeeniveau is ongeveer 100.000 Pa.
- E**    **Eerlijk testen**                    Meten van de werking van een machine door zijn werking onder verschillende omstandigheden te vergelijken.
- Energie**                            De capaciteit om arbeid te leveren.
- Evenwichtskracht**                Een voorwerp dat wordt beïnvloed door krachten die in evenwicht zijn, staat stil of beweegt met een constante snelheid.
- G**    **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.

<b>H</b>	<b>Hefboom</b>	Een stang die om een vast punt (het draaipunt of de 'spil') draait wanneer er een kracht op uitgeoefend wordt.
	<b>Hefboom, eerste soort</b>	De spil ligt tussen de prestatie en de last. Een lange prestatie-arm en een korte lastarm versterken de kracht in de lastarm. Voorbeeld: het deksel van een verfpot openwrikken met een schroevendraaier. De schaarlift werkt met een hefboom van de eerste soort.
	<b>Hefboom, derde soort</b>	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. De 'duim' van de robohand is een hefboom van de derde soort.
	<b>Hefboom, tweede soort</b>	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.
<b>K</b>	<b>Kinetische energie</b>	De energie van een voorwerp die verbonden is met de snelheid of beweging ervan. Hoe sneller het voorwerp zich verplaatst, des te groter de kinetische energie ervan.
	<b>Kracht</b>	Een druk- of trekimpuls in en bepaalde richting, die kan worden uitgeoefend op een voorwerp. De kracht die wordt opgewekt in een pneumatische cilinder komt overeen met de luchtdruk maal de oppervlakte van de zuigerkop.
<b>L</b>	<b>Luchttank</b>	Een opslagvat, of 'reservoir', voor samengeperste lucht.
<b>M</b>	<b>Machine</b>	Een apparaat waarmee werk makkelijker of sneller gedaan kan worden. Machines bevatten vrijwel altijd een of meer mechanismen.
	<b>Manometer</b>	Een manometer is een instrument om luchtdruk mee te meten. Met de LEGO® manometer kan de druk zowel in bar als in psi worden afgelezen.
	<b>Massa</b>	Massa is de hoeveelheid materiaal in een voorwerp. Massa wordt vaak met gewicht verward.
	<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 (zoals een hefboom, of twee in elkaar grijpende tandwielen).
<b>N</b>	<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>Omtrek</b>	De afstand rond een cirkel.
<b>P</b>	<b>Pneumatisch</b>	Te maken hebbend met het gebruik van samengeperste lucht.
	<b>Pneumatisch circuit</b>	De weg die samengeperste lucht aflegt door een systeem van pneumatische componenten.
	<b>Pomp</b>	Een apparaat dat kracht uitoefent op een stof, zoals lucht of water, om beweging of druk te veroorzaken.

**Potentiële energie** 'Opgeslagen' energie Samengeperste lucht bevat potentiële energie, die aan het werk gezet kan worden als hij bv. kan uitzetten tegen een zuiger in een cilinder.

**Psi** Pounds (ponden) kracht per vierkante inch (duim). Psi is een algemene (niet-metrische) eenheid waarin de hoeveelheid druk gemeten wordt. 1 psi is hetzelfde als 6.894,76 pascal.

**R** **Rangschikken** Handelingen zodanig organiseren dat ze in de juiste volgorde en met de juiste intervallen plaatsvinden.

**S** **Samendrukbaarheid** De eigenschap van bepaalde stoffen (zoals gassen) die inhoudt dat ze kunnen worden samengeperst, zodat ze minder plaats innemen (en dus in kleinere houders passen).

**Slang** Een flexibel, hol, cilindervormig object voor het transport van vloeistoffen of gassen (zoals samengeperste lucht).

**V** **Ventiel** Een apparaat waar samengeperste lucht doorheen kan stromen. Het ventiel bepaalt in welke richting de lucht (via een slang) naar andere componenten kan stromen. Een ventiel kan worden bestuurd met een hendel met meerdere posities.

**Vermogen** Het tempo waarin een machine werk uitvoert (arbeid gedeeld door tijd).

**W** **Wrijving** 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.

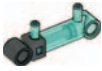
**Z** **Zuiger** Een solide schijf die in een cilinder heen en weer beweegt, aangedreven door drukverschillen.

**Zuigerstang** Een staaf die aan de zuiger vast zit en die tot buiten de cilinder uitsteekt. Als de zuiger binnen in de cilinder beweegt, doet de zuigerstang dat ook.





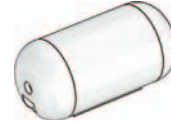
## LEGO® Elementenoverzicht



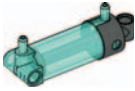
1x  
Cilinder, klein, transparant blauw  
4529337



1x  
Pomp, klein, transparant blauw  
4529222



1x  
Luchtank, wit  
4529226



2x  
Cilinder, groot, transparant blauw  
4529334



1x  
Pomp, groot, transparant blauw  
4529341



1x  
Manometer, transparant  
4529230



5x  
T-stuk, grijs  
4211508



3x  
Ventiel, donkergrijs  
4237158



4x  
Slang, 48 mm, blauw  
4529096



3x  
Slang, 96 mm, blauw  
4529097



1x  
Slang, 192 mm, blauw  
4529098



2x  
Slang, 96 mm, zwart  
4529099



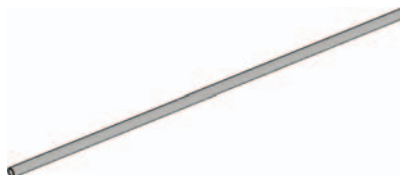
1x  
Slang, 192 mm, zwart  
4529100



1x  
Slang, 320 mm, zwart  
4529102



2x  
Slang, 96 mm, grijs  
4529103



1x  
Slang, 192 mm, grijs  
4529104



1x  
Slang, 320 mm, grijs  
4529105

Met dank aan de eigenaars van de machines die in de videoclips te zien zijn:  
Schaarlift – Haulotte  
Robothand – Aarhus Technical School  
Stempelpers – Bramidan  
Robotarm – Sealing System A/S

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.  
©2008 The LEGO Group.

