



De robotarmen van ruimtestation ISS

Het internationale ruimtestation ISS (*International Space Station*) vliegt hoog boven ons met 28.000 kilometer per uur door de ruimte. Het wordt gebruikt voor onderzoek en wordt permanent bewoond door astronauten. Een ruimtestation zo lang in de lucht houden heeft nogal wat voeten in de aarde. Zo moeten er bijvoorbeeld continu onderhoud en reparaties worden verricht. Hoe wordt dat gedaan in de ruimte op 400 kilometer hoogte?

Lesdoelen

- leren wat het internationale ruimtestation is en waar het voor wordt gebruikt.
- leren dat astronauten robotarmen gebruiken om reparaties uit te voeren en voorraden binnen te halen.
- maken kennis met diverse bewegende constructies.
- ontwerpen een robotarm die aan verschillende eisen voldoet.

Vorbereidingen

Zet voor de klassikale filmpjes een computer met internetverbinding en beamer klaar. Zorg bij de verschillende experimenten per drietal voor de benodigde materialen en werkbladen.

Benodigheden

Elke leerling:

- Werkblad *Het ruimtestation ISS*

Per drietal:

- Stevig karton
- Rietje
- Plakband
- Touw
- Schaar
- IJsstokjes
- Splitpennen
- 2 Gummetjes
- Lange satéprikker
- Perforator
- Eventueel nog andere materialen.
- Werkblad *Ontwerp een robotarm*

Tijdsduur

90 minuten

Kerdoelen

32, 33

Vakken

Techniek



Bekijk met de leerlingen het filmpje waarin astronaut André Kuipers een rondleiding door het internationale ruimtestation geeft: <http://bit.ly/VKar6H>

Laat de leerlingen op het werkblad *Het ruimtestation ISS* de onderdelen van het ISS opnoemen. Bespreek de onderdelen met de leerlingen.

Extra: Laat de leerlingen online oefenen met het bewegen van een robotarm: <http://bit.ly/VFyK5L>



In dit onderdeel van de les gaan de leerlingen een robotarm ontwerpen en bouwen waarmee ze een object kunnen verplaatsen. Leg uit dat astronauten in het ruimtestation zo min mogelijk 'ruimtwandelingen' (naar buiten gaan) maken omdat dit gevaarlijk is. Een ruimtepak beschermt de astronauten weliswaar tegen de barre omstandigheden in de ruimte (onder andere vacuüm, schadelijke straling en micrometeorieten), toch loopt een astronaut risico. Door een kleine beschadiging aan het pak zou de druk kunnen dalen of de klimaatregeling kunnen uitvallen.

In plaats van ruimtwandelingen wordt er voor zover mogelijk gebruik gemaakt van robotarmen. Daarmee kunnen reparaties aan het ISS worden verricht zonder dat de astronauten worden blootgesteld aan de gevaren van de ruimte.

Het doel van deze opdracht is dat de leerlingen een robotarm ontwerpen die een prop papier twee meter kan verplaatsen en op een gemarkeerde plek kan loslaten.

tip

*Als extra moeilijkheid kan het parcours dat de robotarm moet afleggen aangepast worden. Ook kunnen robotarmen vergeleken worden op:
Welke arm reikt het verst? Welke arm kan het zwaarste voorwerp tillen?
Welke arm is het meest buigzaam?*

Laat de leerlingen de opdracht uitvoeren in groepjes van drie. Ze volgen de opdrachten op het werkblad *Ontwerp een robotarm*. Voordat ze beginnen aan hun eigen ontwerp maken ze een testmodel van één van de drie verschillende grijpmethodes. Verdeel deze drie methodes (grijparm, harmonica en knijper) daarvoor over de groepjes. Daarna worden de testmodellen klassikaal gedemonstreerd en besproken.

tip

Laat de leerlingen op internet zoeken naar afbeeldingen van grijparmen en bestuderen hoe deze werken.

Laat de leerlingen op basis van hun bevindingen met de testmodellen een eigen ontwerp voor een robotarm maken. Uiteindelijk maken ze een echte robotarm en doen klassikaal de eindtest. Kijk samen met de leerlingen welke robotarm het beste werkt.



Op deze site kan bekeken worden waar het ruimtestation nu is: <http://bit.ly/fl6J7>

Achtergrondinformatie voor de docent

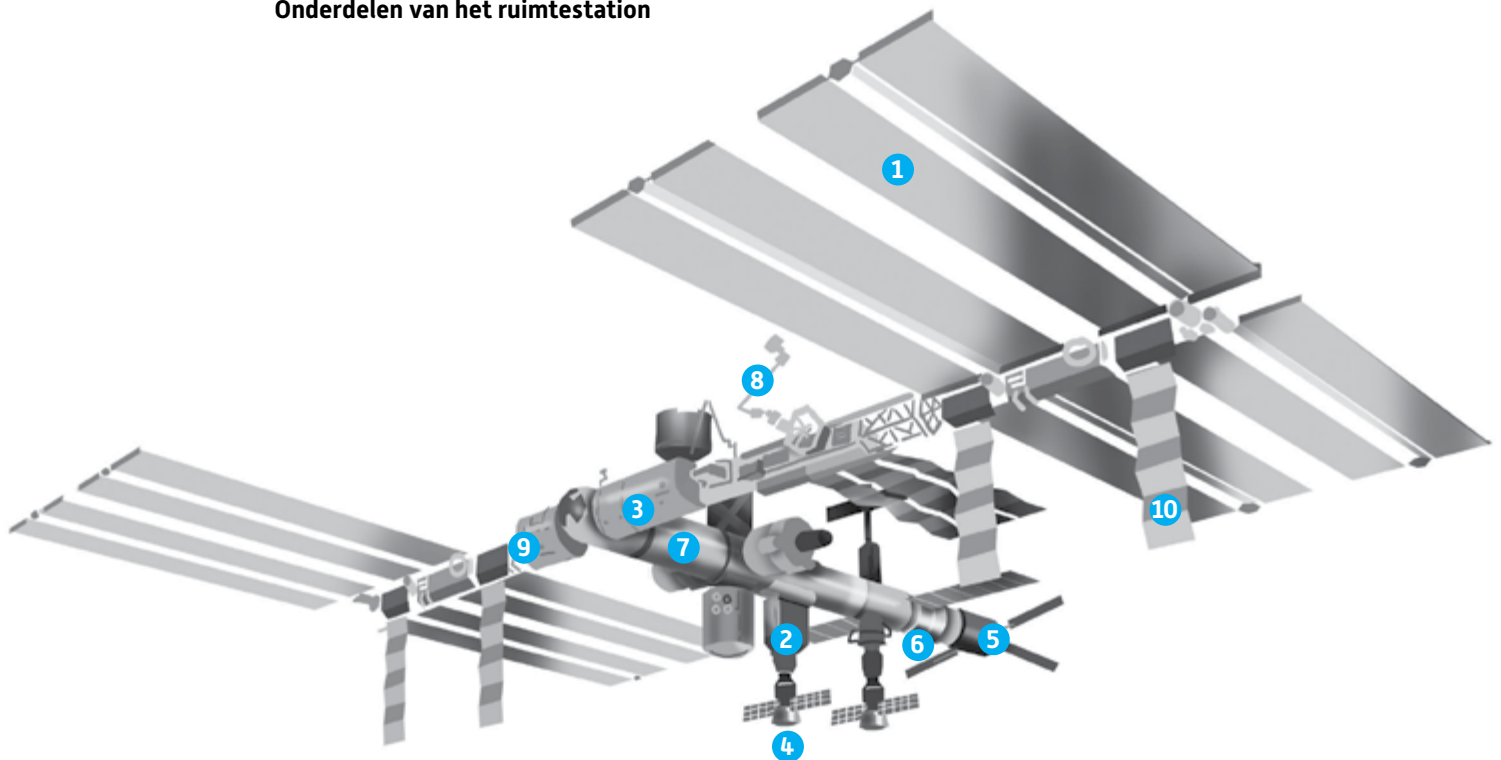
ISS staat voor *International Space Station* en is een internationaal ruimtestation dat sinds 1998 in een baan om de aarde zweeft. Het ruimtestation bestond in eerste instantie uit één module, maar het is in de loop van de jaren steeds uitgebreid met nieuwe stukken. Deze zijn gebouwd door verschillende landen die binnen het ISS samenwerken: de Verenigde Staten, Canada, Rusland, Japan en veel Europese landen (die samenwerken onder de naam ESA).



Het ISS beslaat inmiddels een oppervlak zo groot als een voetbalveld. De leefruimte voor de astronauten is net zo groot als de inhoud van een Boeing 747. Het ISS zweeft op ruim 400 kilometer boven de aarde en draait in ongeveer 90 minuten één keer om de aarde met een snelheid van meer dan 28.000 kilometer per uur. In het ruimtestation werken en leven een steeds wisselende bemanningen. Zij onderhouden het ISS en doen wetenschappelijk onderzoek. Dat is vooral interessant omdat het momenteel de enige plek is waar langdurig onderzoek gedaan kan worden in een gewichtsloze omgeving. Er zijn verschillende laboratoria aan boord voor biologisch onderzoek, onderzoek naar de menselijke fysiologie, natuurwetenschappelijk-, materiaalonderzoek en onderzoek naar de aarde en de ruimte.

Internationaal ruimtestation ISS Bron: NASA/ESA

Onderdelen van het ruimtestation



- 1 Zonnepanelen** Wekken de elektriciteit voor het ISS op.
- 2 Docking station** Hier koppelen onder andere de Sojoezcapsules aan.
- 3 Kibo** De Japanse onderzoeksmodule. Kibo staat voor 'hoop'. De onderzoeken die er gedaan worden richten zich op medicijnontwikkeling, aardobservatie, biotechnologie en communicatie.
- 4 Sojoez-capsule** Russisch ruimtevaartuig voor transport van astronauten en materialen.
- 5 ATV – Automated Transport Vehicle** Europees vaartuig dat voorraden en brandstof brengt. Na zes maanden wordt het ATV met afval erin teruggestuurd naar de aarde en verbrandt het in de atmosfeer.
- 6 Zvezda** Russische onderzoeksmodule.
- 7 Destiny** Amerikaanse onderzoeksmodule.
- 8 Robotarm** De arm helpt onder andere om de nieuwe modules op hun plaats te zetten.
- 9 Columbus** Europese onderzoeksmodule. De experimenten die hier gedaan worden draaien om biologie, menselijk lichaam, vloeistoffen en materialen.
- 10 Koelpanelen** Deze panelen zorgen voor het afkoelen van ISS.

Robotarmen

Het ISS maakt gebruik van robotarmen om het aantal ruimtewandelingen van astronauten te beperken. Ruimtewandelingen brengen voor de astronauten risico's met zich mee, onder andere door blootstelling aan straling en de kans op lekkage van het pak. Bovendien zijn ruimtewandelingen tijdrovend en duur. Daarnaast zijn ze moeilijk, omdat de astronauten lastig kunnen bewegen. Een astronaut moet altijd met een veiligheidslijn aan het ruimtestation verbonden zijn. Als de astronaut geen fysiek contact heeft met het ruimtestation, kan hij onmogelijk terugkeren.

Op de robotarmen zijn camera's bevestigd zodat astronauten de bewegingen van de arm kunnen controleren en besturen. De ERA (Europese Robot Arm) wordt gebruikt om zonnepanelen te installeren en te vervangen. Maar ook om astronauten en apparatuur te verplaatsen tijdens ruimtewandelingen. De arm kan een camera vasthebben maar ook een hele module van het ISS. De ERA is 11 meter lang, weegt 630 kilo en hij kan 800 kilo verplaatsen.

Het Mobile Base System (MBS) is het basisplatform van twee robots; Canadarm2 en Dextre. Het systeem kan heen en weer bewegen over een structuur die aan de buitenkant van het ruimtestation is bevestigd.

Canadarm2 is een grote robotarm van 17 meter lang en ruim 1600 kilo zwaar. Hij kan 116.000 kilo verplaatsen! Oorspronkelijk was de arm bedoeld voor het monteren van het ISS. Op dit moment wordt de Canadarm2 vooral gebruikt voor het verplaatsen van voorraden, gereedschap en astronauten en het binnenhalen van onbemande ruimtevaartuigen, zoals de Space Dragon X.



Space Dragon X gekoppeld aan de Canada 2 robotarm Bron: NASA

Filmpje met uitleg over de Canadarm2: http://youtu.be/ck76yL_s30s

De Dextre is een twee-armige robot, Dextre komt van dexterous wat behendig betekent. De robot vervangt een aantal functies die normaal met ruimtewandelingen werden uitgevoerd. Het is eigenlijk de klusjesman van het ruimtestation. Daarnaast is er nog een kleine robotarm die aan de Japanse module vast zit.

Het ruimtestation ISS



Het ruimtestation ISS (International Space Station) zweeft hoog boven ons met 28.000 kilometer per uur door de ruimte. Het station wordt gebruikt voor onderzoek en wordt permanent bewoond door astronauten. Een ruimtestation zo lang in de lucht houden is niet makkelijk. Zo moeten er bijvoorbeeld continu onderhoud en reparaties worden verricht. Hoe dat in de ruimte, op ruim 400 kilometer hoogte gedaan wordt, ontdek je deze les.

Wat heb je nodig?

- Filmpje André Kuipers: <http://bit.ly/VKar6H>



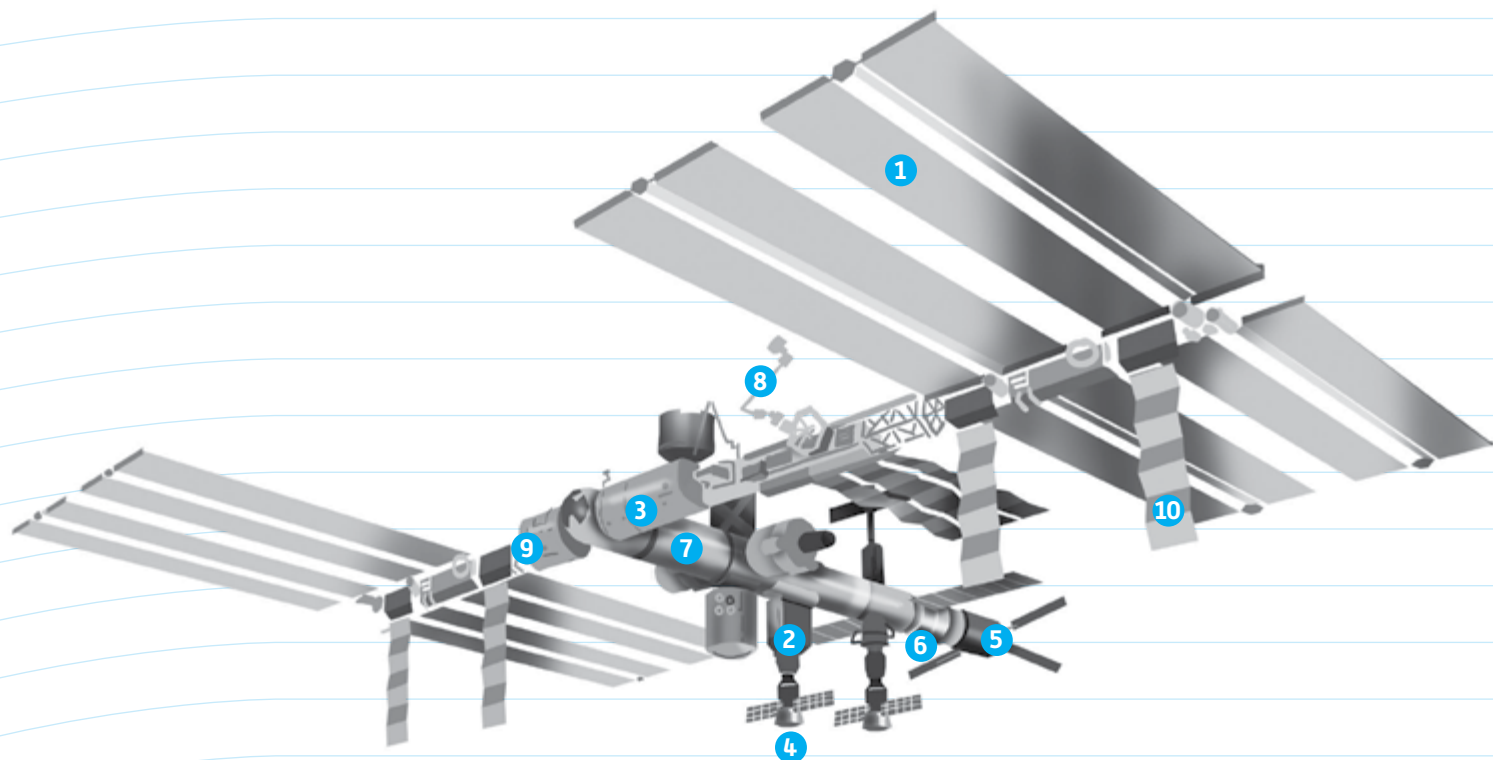
In het filmpje met de Nederlandse astronaut André Kuipers kreeg je een rondleiding door het ruimtestation van. Hij noemt in het filmpje een aantal onderdelen van het ISS.



Internationaal ruimtestation ISS Bron: NASA/ESA

Wat ga je doen?

Schrijf de nummers van de onderdelen achter de namen. Schrijf op de regel erachter wat je van het onderdeel weet.



onderdeel	nr	wat is er over te vertellen
ATV	☐	
Robotarm	☐	
Columbus-module	☐	
Zonnepanelen	☐	
Koelpanelen	☐	
Sojoez-capsule	☐	
Zvesda-module	☐	
Destiny-module	☐	
Kibo-module	☐	
Docking station	☐	

Ontwerp een robotarm



Voor jullie het definitieve ontwerp gaan maken, worden eerst een aantal modellen van robotarmen onderzocht. De modellen worden verdeeld over de verschillende groepjes.

In deze les ontwerp je met een groepje een robotarm om een speciale ruimtemissie uitvoeren.



Missie:

Er is een kleine meteoriet tegen een van de koelpanelen van het ISS gebotst, waardoor deze kapot is. Daarom moet er een nieuw koelpaneel aan de buitenkant van het ISS gemonteerd worden. Jullie moeten een robotarm ontwerpen die een voorwerp kan oppakken en verplaatsen.

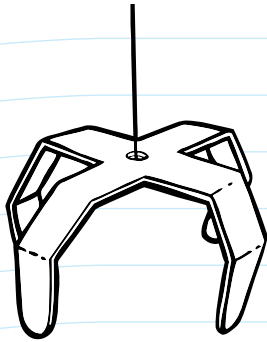
Eisen aan de robotarm:

- De arm moet iets kunnen oppakken.
- De arm moet kunnen loslaten.
- De arm moet jouw arm met minstens 1 meter verlengen.

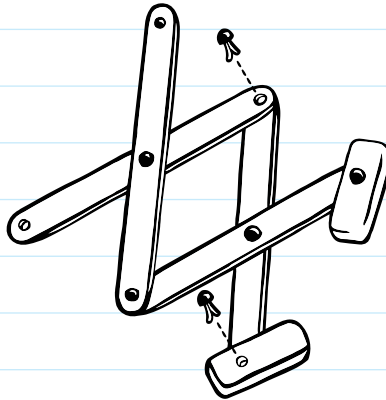
Wat ga je doen?

1 Bouw per groepje één van de volgende constructies:

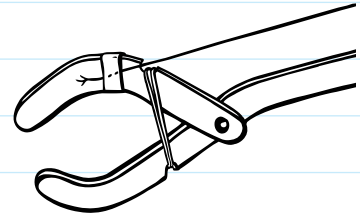
Grijpconstructie



Harmonica-constructie



Knijperconstructie



Gebruik het goede werkblad. Als je klaar bent met bouwen en testen ga je verder met dit werkblad.

2 Gezamenlijke bespreking

De verschillende modellen worden gedemonstreerd en besproken.

Wat zijn de voor- en nadelen van de verschillende modellen? Zie je verbeterpunten?

Model	Voordeel	Nadeel	Verbeterpunt
Grijparm			
Harmonica			
Knijper			

- 3** Maak naar aanleiding van de bespreking met de groep een ontwerp/ bouwtekening van een werkende robotarm. Denk na over materiaal- gebruik, bevestigingsmethoden en de werking van de robotarm. Je mag een van de modellen gebruiken, de modellen combineren of een heel nieuw model/grijpsysteem verzinnen.



A large, empty rectangular box with rounded corners and a light blue border, intended for drawing or writing a design.

4 Maak samen de robotarm, verdeel de taken.



5 Test de robotarm door verschillende dingen op te pakken en te verplaatsen. Vul het schema in:

	voorwerp	verplaatsen lukt wel / niet	verbeterpunt voor de arm
1			
2			
3			

6 Verbeter zo nodig de robotarm .

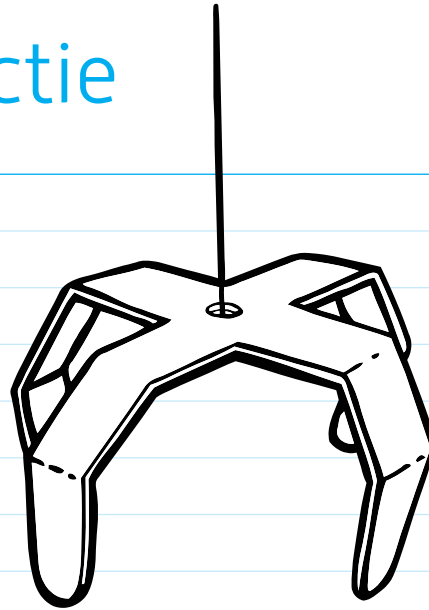


7 Je gaat een wedstrijdje doen met de klas. Door met de robotarm voorwerpen over een zo lang mogelijk parcours te verplaatsen. Wie heeft de beste robotarm gemaakt?

Grijpconstructie

Wat heb je nodig?

- Karton
- Rietje
- Plakband
- Touw
- Schaar



Wat ga je doen?



- 1 Knip twee stroken uit het karton van 20 centimeter bij 3 centimeter.
- 2 Leg ze in een kruis over elkaar en plak ze met plakband aan elkaar vast.
- 3 Maak in het midden met een schaar een gaatje.
- 4 Buig alle vier de 'vingers' op twee plaatsen (zie afbeelding).
- 5 Knip vier rietjes die korter zijn dan het gebogen stukje van elke vinger (ongeveer 2 centimeter). Plak de rietjes met plakband aan de binnenkant van de gebogen stukjes van elke vinger.
- 6 Knip vier stukken touw van 50 centimeter.
- 7 Elke vinger krijgt een eigen touwtje. Haal een touwtje door de stukjes rietje van elke vinger. Haal het ene eind van het touwtje door het gaatje en plak het andere eind van het touwtje goed vast aan het einde van het laatste rietje aan het uiteinde van de vinger

8 Houd alle vier de touwtjes bovenaan bij elkaar

9 Trek aan de touwtjes. Wat zie je gebeuren?

10 Verplaats een aantal verschillende voorwerpen.

11 Welke kun je wel verplaatsen en welke niet?

[Denk aan grootte, gewicht]



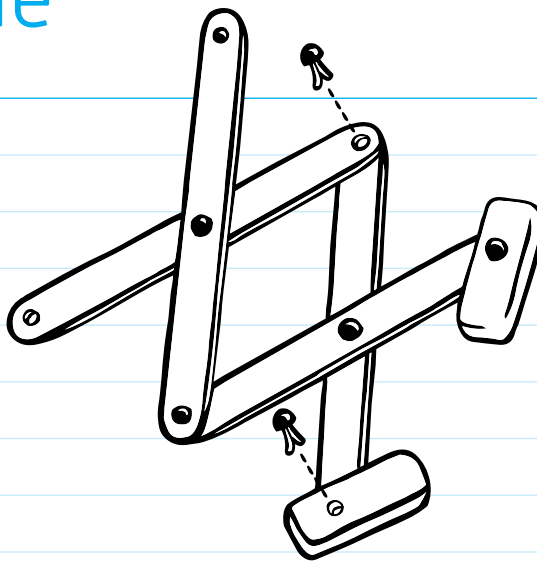
12 Hoe komt dat?

Harmonica-constructie



Wat heb je nodig?

- 8 IJslollystokjes
- Schaar
- Splitpennen
- Gummetjes
- Perforator



Wat ga je doen?



- 1 Maak met een perforator drie gaten in de ijsstokjes.
- 2 Maak de ijslollystokjes met een splitpen aan elkaar vast zoals op de tekening.
- 3 Knip de gummetjes door en monteer ze aan de uiteinden.
- 4 Pak de harmonica vast aan het uiteinde zonder gummetjes. Probeer er verschillende dingen mee op te pakken. Lukt het?



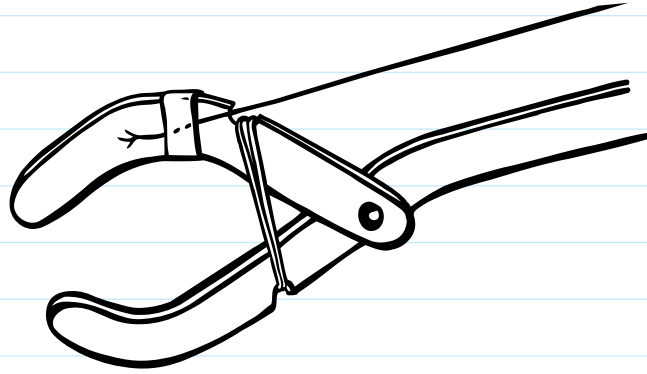
- 5 Welke dingen lukken wel / welke niet? Hoe komt dat?



Knijperconstructie

Wat heb je nodig?

- Karton
- Splitpen
- Touw
- Plakband
- Elastiekje
- Schaar



Wat ga je doen?

- 1 Teken de twee grijparmen op karton en knip ze uit. (De onderste heeft een langer handvat dan in de tekening te zien is.)
- 2 Maak de inkepingen op de juiste plek.
- 3 Zet de twee grijparmen vast met een splitpen.
Doe een elastiekje om de grijpers bij de inkeping
- 4 Plak een touwtje stevig vast op de ronding van de bovenste grijparm.
- 5 Probeer de grijper uit door verschillende voorwerpen op te pakken.
- 6 Welke voorwerpen kun je goed oppakken en welke niet?



- 7 Leg uit hoe waardoor dat komt.

