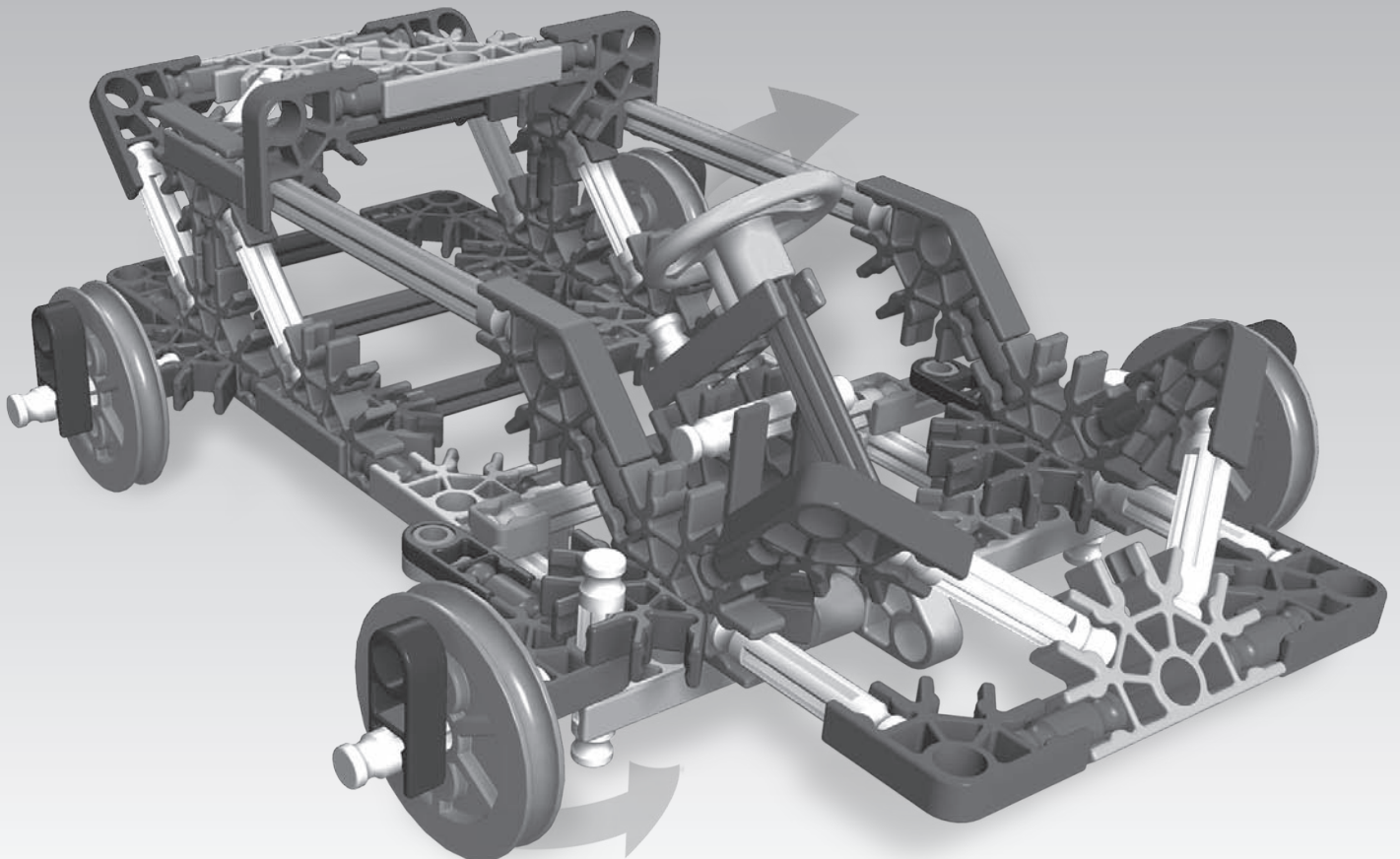
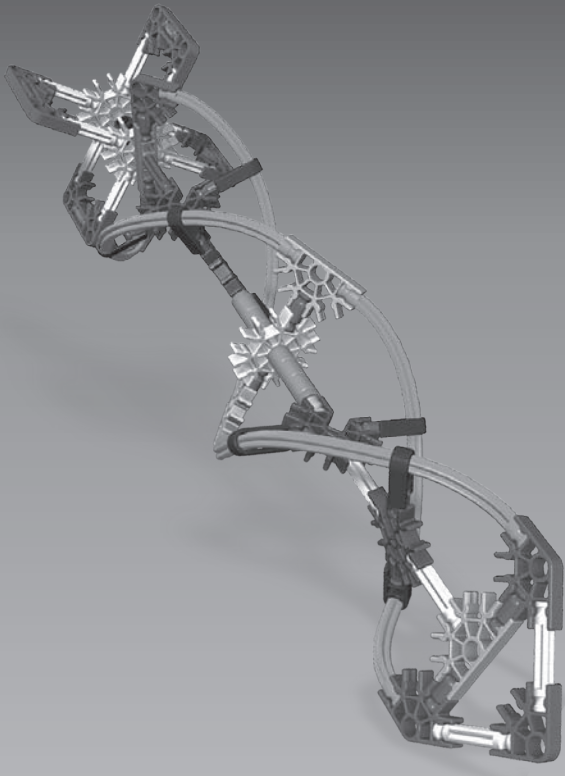


## HANDLEIDING LEERKRACHT

### WIELEN & ASSEN EN HELLENDE VLAKKEN

ENKELVOUDIGE MACHINES



# WIELEN & ASSEN EN HELLENDE VLAKKEN

## Handleiding Leerkracht

96265-V3-10/14  
© 2014 K'NEX Limited Partnership Group  
and its licensors.

K'NEX Limited Partnership Group  
P.O. Box 700  
Hatfield, PA 19440-0700

[www.knexeducation.com](http://www.knexeducation.com)  
[abcknex@knex.com](mailto:abcknex@knex.com)  
1-888-ABC-KNEX

K'NEX Education zijn gedeponeerde  
handelsmerken van K'NEX Commanditaire  
vennootschap Groep.

Conforms to the Requirements of ASTM  
Standard Consumer Safety Specification  
on Toy Safety, F963-03.

Manufactured under U.S. Patents 5,061,219;  
5,199,919; 5,350,331; 5,137,486.  
Other U.S. and foreign patents pending.  
Protected by International Copyright.  
All rights reserved.



### **WAARSCHUWING:**

**INSLIKKINGSGEVAAR – Kleine onderdelen.  
Niet geschikt voor kinderen jonger dan 3 jaar.**

### **Een opmerking over veiligheid**

Veiligheid is belangrijk in een klas waar natuur en techniek gedaan wordt. Er wordt aanbevolen om duidelijke regels en afspraken te maken in het algemeen en voor het gebruik van K'NEX in het bijzonder.

### **Speciale aandacht:**

Met het elastiek moet voorzichtig worden omgegaan, dus niet te ver uitrekken of opdraaien. Een brekend elastiek kan letsel veroorzaken. Iedere beschadiging moet gelijk bij de leerkracht gemeld worden. Inspecteer ook de elastieken voor gebruik.

Let op dat leerlingen handen en haar uit de buurt van de bewegende onderdelen houden. Stop ook nooit vingers tussen bewegende onderdelen.

# Voorwoord:

## Overzicht

Deze handleiding voor de leerkracht is ontwikkeld om de leerlingen te kunnen begeleiden als ze werken aan de K'NEX Education Intro Enkelvoudige Machines: Wielen & Assen en Hellende Vlakken. De combinatie van het K'NEX-materiaal, het lesmateriaal voor de individuele leerling en de informatie uit deze handleiding stelt leerlingen in staat om wetenschappelijke concepten te ontwikkelen en hun onderzoeken in zinvolle leerzame ervaringen om te zetten.

## K'NEX intro van Enkelvoudige machines: Wielen, assen en hellende vlakken

Als onderdeel van een serie is deze K'NEX Education constructie-set ontworpen om leerlingen kennis te laten maken met de wetenschappelijke benadering van twee soorten enkelvoudige machines – wielen en assen en hellende vlakken. Leerlingen kunnen zo onderzoekende vaardigheden verwerven door het uitvoeren van concrete activiteiten. Door het werken in tweetallen worden leerlingen gestimuleerd om met elkaar wetenschappelijke principes te onderzoeken, bouwen, overleggen, bediscussiëren en evalueren.

## Handleiding leerkracht

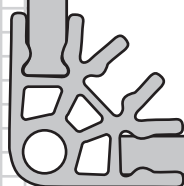
Omdat de handleiding dient als bronnenboek biedt deze een schat aan sleutelwoorden en definities, bevat deze een overzicht van begrippen die te maken hebben met wielen, assen en hellende vlakken, formuleert doelstellingen bij elke eenheid voor de leerling en geeft een beschrijving en bouwtekening voor elke machine en bijbehorende activiteit. De meeste activiteiten vragen niet meer dan 30-45 minuten. Er zijn ook meer omvattende activiteiten voor een grondiger bestudering van de begrippen. Het verdient aanbeveling dat de leerkrachten de Kerndoelen en de Leerlijn Techniek raadplegen om te kijken welke activiteiten hieraan het beste voldoen.

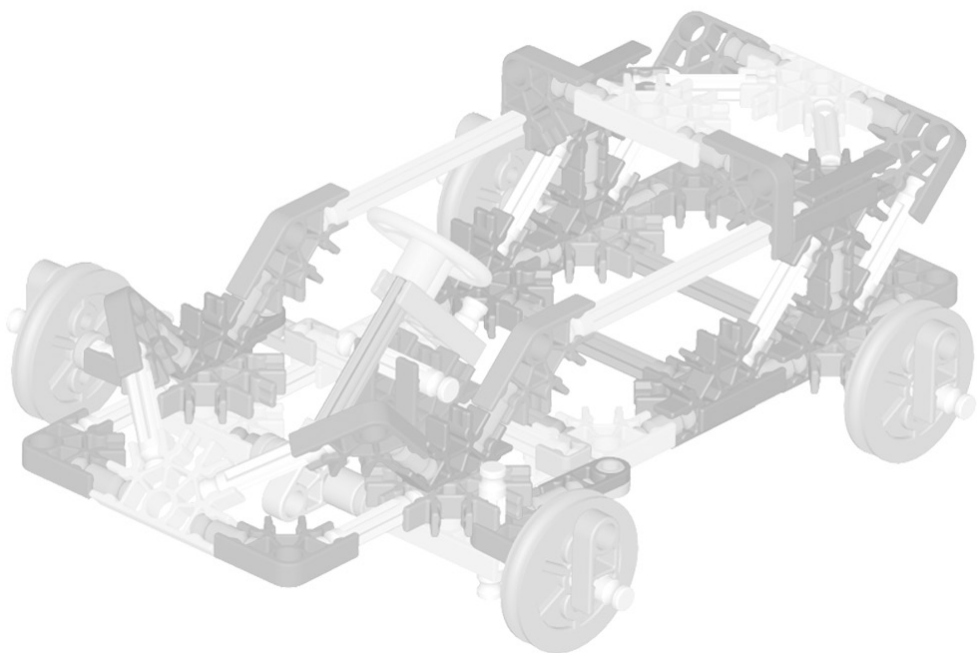
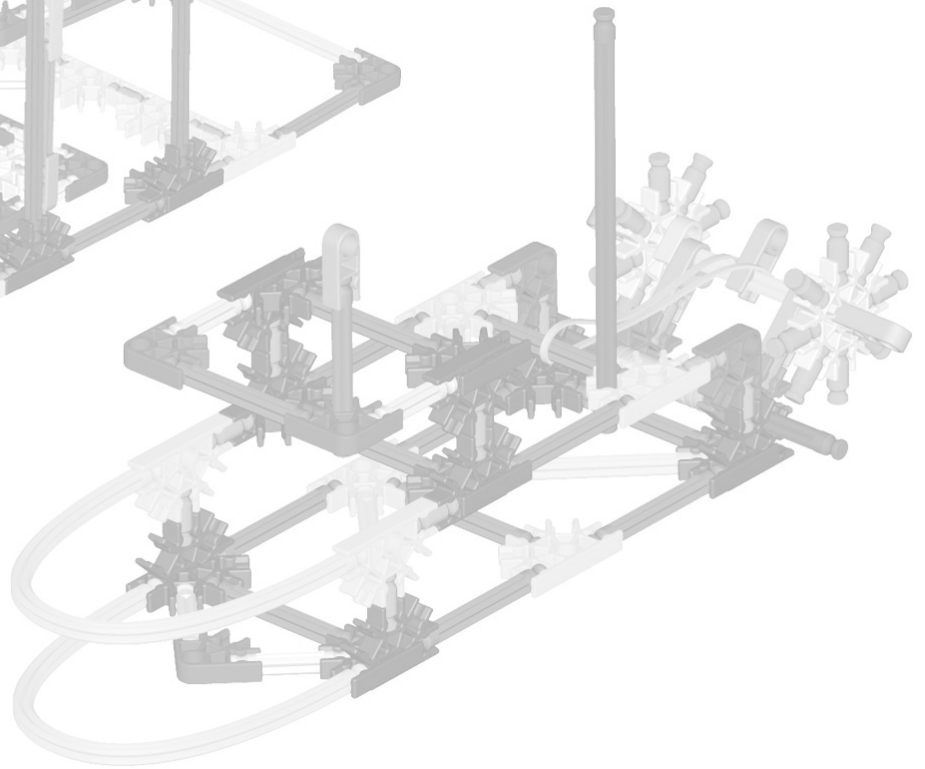
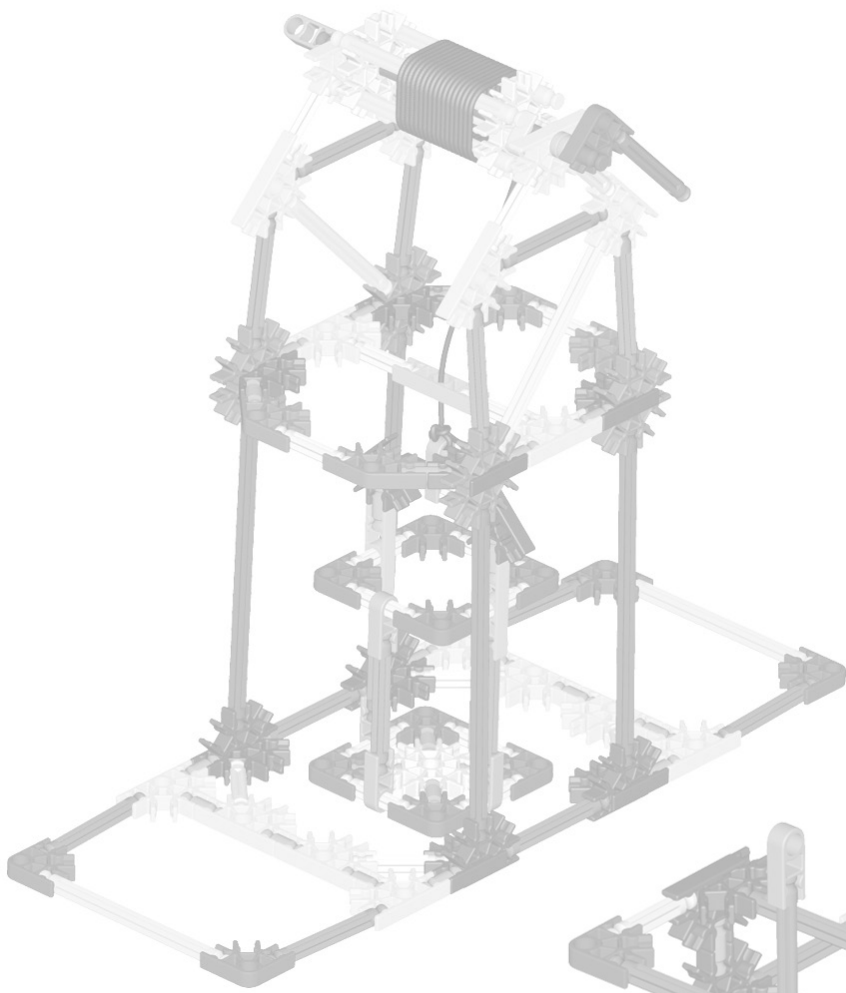
## Verslag leerlingen

Er wordt verwacht dat de leerlingen altijd een schrift bij de hand hebben voor het maken van aantekeningen. Ze moeten worden aangemoedigd om hun eerste gedachten bij het begin van een onderzoek te noteren – wat “denken” ze dat er zal gebeuren. Deze vooronderstellingen kunnen, afhankelijk van hun bevindingen bij het onderzoek, gewijzigd worden totdat de leerlingen zich zeker genoeg voelen om conclusies te trekken. Hun eerste aantekeningen helpen om een verbinding te leggen tussen de modellen die ze gebouwd hebben, de experimenten die ze hebben uitgevoerd en de toepassing in echte machines die ze regelmatig gebruiken. Het verslag geeft de leerling ook een mogelijkheid om te oefenen in het maken van tekeningen en schema's. Tenslotte dienen de verslagen als een naslagwerk voor het onderdeel Eenvoudige Machines. In de handleiding voor de leerkracht is bij elk model en de bijbehorende activiteiten een checklist opgenomen.

## INHOUD

<b>Wielen en assen .....</b>	<b>3-22</b>
Doelen .....	3
Sleutelwoorden en definities.....	3-4
Sleutelbegrippen.....	4-6
De put.....	7-13
De raderboot.....	14-18
Het stuurwiel.....	19-22
<b>Hellende vlakken.....</b>	<b>23-39</b>
Doelen .....	23
Sleutelwoorden en definities.....	23-24
Sleutelbegrippen.....	24-25
Steile en lange hellingen.....	26-30
Wiggen .....	31-34
De handboor.....	35-39







# Wielen en assen

## Achtergrondinformatie



### DOELSTELLINGEN

#### De leerlingen:

1. Bestuderen de eigenschappen van wielen en assen om te begrijpen hoe deze werken.
2. Beschrijven de relatie tussen de onderdelen van een wiel en assen systeem.
3. Maken verschillende typen systemen van wielen en assen en demonstreren de werking.
4. Stellen vast of het wiel de as laat draaien of de as het wiel en bepalen hoe dit de werking van het systeem beïnvloedt.
5. Stellen vast hoe het gebruik van een wiel en as-systeem werkt in relatie tot kracht, weg, snelheid en richting.
6. Begrijpen hoe de maat van wiel en as invloed hebben op de te verrichten arbeid.
7. Analyseren in hoeverre systemen van wielen en assen van toepassing zijn op voorwerpen en gereedschap.

### SLEUTELWOORDEN en DEFINITIES voor de leerkracht

Het volgende is bedoeld als achtergrondinformatie voor de leerkracht. Leeftijd, kennisniveau, vaardigheden en de Kerndoelen zijn bepalend voor de manier waarop deze sleutelwoorden en definities worden aangeboden in de klas.

#### Enkelvoudige machines:

Een eenvoudig gereedschap dat het werk vergemakkelijkt. De meeste enkelvoudige machines hebben slechts één bewegend onderdeel. Enkelvoudige machines maken het werk makkelijker door het veranderen van de *manier* waarop het werk gedaan wordt. Zij verminderen niet de *hoeveelheid* werk.

#### Wiel met as:

Een ronde schijf(wiel) met een staaf(as) die stevig in het midden aan elkaar bevestigd zijn en niet onafhankelijk van elkaar kunnen draaien. Wordt gebruikt om kracht over te brengen. Sommige exemplaren lijken echt op een wiel met as, maar andere hebben een wiel dat op een handel lijkt, zoals bijvoorbeeld de molen van een werphengel, een deurkruk of de volumeknop op de radio. Alle wiel en as-systemen werken als hefboomen die rond een vast punt draaien.

#### Kracht:

Elke vorm van duwen of trekken aan een voorwerp.

#### Arbeid:

De taak die wordt uitgevoerd met gebruik van wiel en as. In de wetenschap wordt met arbeid bedoeld, het verplaatsen van een last(voorwerp) over een afstand. Of in een formule:

$$A = K \times W$$

Arbeid = Kracht x Weg(afgelegde afstand)

**Let op:** Als het voorwerp niet verplaatst is, is er geen arbeid verricht.

#### Inspanning:

De kracht die is gebruikt om een onderdeel van een machine te bewegen (dat wil zeggen, de kracht die wordt toegepast om arbeid te verrichten). De gebruikte kracht bij een enkelvoudige machine wordt toegepaste kracht genoemd. Als het wiel een as laat draaien, is de toegepaste kracht maatgevend voor de kracht die is uitgeoefend op het wiel over de afstand dat het wiel draait. De machine brengt de kracht over op de as die de last verplaatst.

## Weerstand:

De kracht die het voorwerp(last) uitoefent als deze arbeid probeert te verrichten. Het werkt de inspanning tegen.

## Last:

Het voorwerp(gewicht) dat beweegt of de weerstand die overwonnen is bij het gebruik van een wiel en as. Het roept een weerstand op tegen de beweging van wiel en as.

## Wrijving:

De kracht die wordt veroorzaakt door de wrijving van twee oppervlakken als een voorwerp beweegt.

## Rendement:

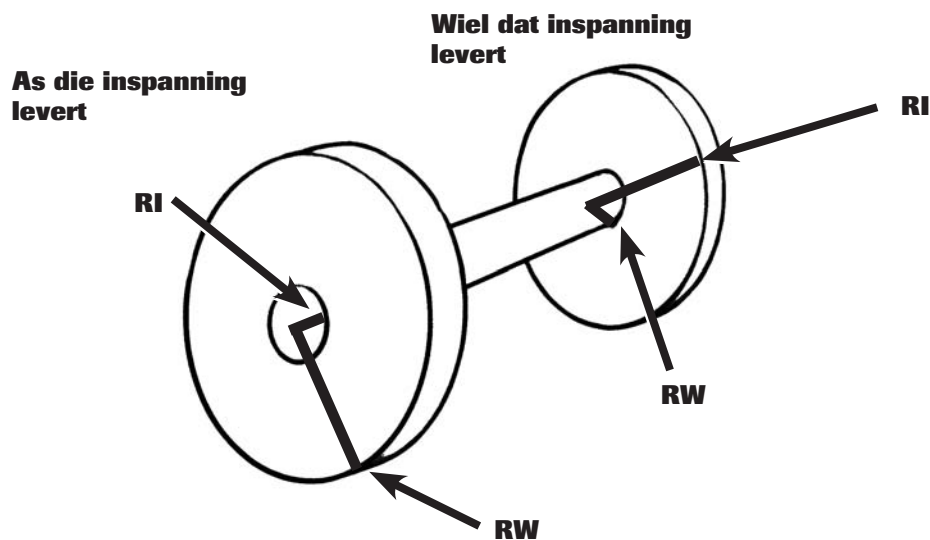
De verhouding die aangeeft hoeveel keer de enkelvoudige machine de kracht van de inspanning vergroot. Voor een systeem van wiel en as kan deze als volgt berekend worden:

$$\frac{\text{Radius inspanning (RI)}}{\text{Radius weerstand (RW)}} = \text{Rendement}$$

**RI** = de radius van wiel of as dat de inspanning levert

**RW** = de radius van wiel of as dat geen inspanning levert

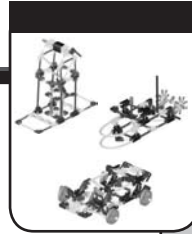
Rendement wordt weergegeven als enkelvoudig getal zonder eenheid. Bijv. Rendement = 2



## SLEUTEL BEGRIPPEN

- ⊙ Bij het verplaatsen van een last met een wiel en as systeem wordt de inspanning OF op het wiel OF op de as overgebracht.
- ⊙ Een wiel en as systeem gedraagt zich alsof het een draaiende hefboom is met het centrum van de as als steunpunt en de buitenkant van het wiel als het eind van de hefboom. Voor hefbomen geldt dat hoe verder de kracht van het steunpunt wordt uitgeoefend, hoe makkelijker de last verplaatst. Dit geldt ook voor wiel en as. Een groot wiel vraagt minder inspanning om een last te verplaatsen, dan een kleinere as.
- ⊙ Een wiel en as systeem maken het werk makkelijker omdat dingen makkelijker te verplaatsen zijn. Dit kan op de volgende manieren:
  - ⊙ **Vergroten van de kracht die nodig is om het werk uit te voeren.**  
Omdat wiel en as zich gedragen als een draaiende hefboom, legt de rand van een draaiend wiel een grotere afstand af als de draaiende as, maar het vereist minder inspanning om het te laten draaien. De as, daarentegen, die maar een kleine draaicirkel heeft, vergaart de kracht die verloren gegaan is bij het draaien van het grote wiel. De kracht is vergroot dankzij het verschil in grootte van wiel en as.

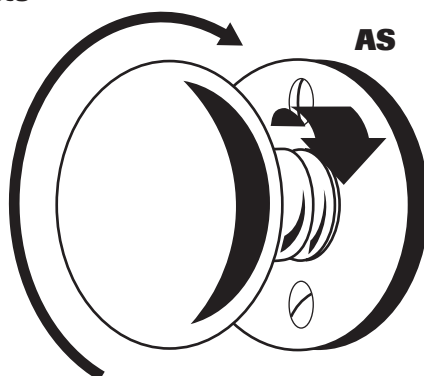




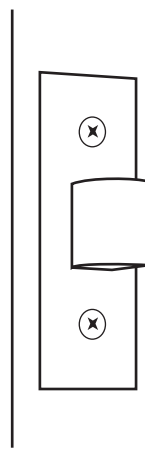
Het openen van deur zonder deurknop valt bijvoorbeeld niet mee. De deurknop vergemakkelijkt dit omdat het de benodigde inspanning om het slot te openen vermindert. De deurknop moet over een grotere afstand bewogen worden dan de as, maar dat vraagt minder inspanning. Tegelijkertijd oefent de as, door de kleinere doorsnede, meer kracht uit.

**WIEL:** kleine inspanning verdeeld over een grote draaicirkel.

WIEL



**AS:** kleine draaicirkel levert grotere kracht.



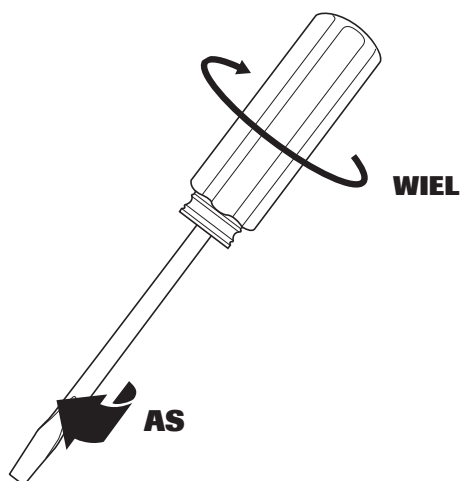
⊗ **Vergroten van de afstand waarover het werk gedaan wordt.**

Bij het draaien van de as legt het wiel een grotere afstand af. Bij een raderboot bijvoorbeeld, maakt het wiel een grote cirkel voor iedere keer dat de as een keer ronddraait. De as draait in een kleine cirkel, maar daarvoor is een grote kracht nodig. Het draaien van de as gaat zwaar, maar je hoeft niet ver te draaien. De buitenkant van het wiel draait lichter, maar legt een grotere afstand af en gaat daarom sneller dan de buitenkant van de as.

⊗ **Veranderen van de richting van een kracht.**

Als je de slinger van de wensput draait beschrijft je hand een verticale cirkel. De emmer, daarentegen, beweegt recht op en neer. Het is makkelijker om de slinger te draaien dan de emmer met je blote handen op te halen.

Andere enkelvoudige wiel en as- machines, zoals de schroevendraaier, veranderen de richting van een kracht niet. De metalen as van de schroevendraaier draait de schroef in dezelfde richting als het handvat(wiel).



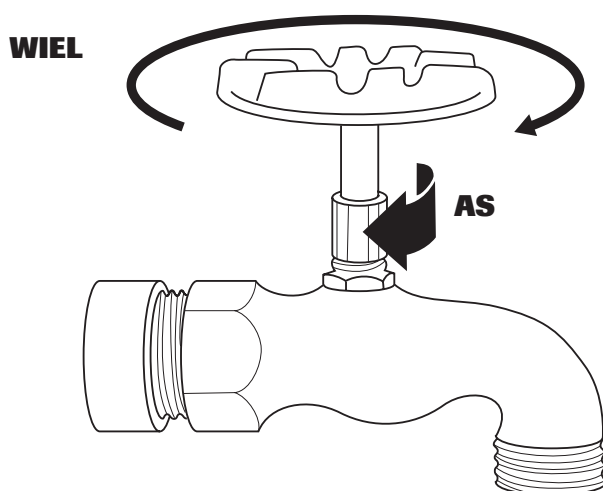
**Let op.** Sommige wiel en as systemen van voertuigen verschillen van andere enkelvoudige wiel en as machines. Deze hebben wielen die niet vast zitten aan hun as. Deze vergemakkelijken het verplaatsen door het verminderen van de wrijving. Ze geven geen beter rendement. (Bijvoorbeeld de rollende boomstammen onder de steen van een Hunebed.)

- Als eerder opgemerkt, enkelvoudige machines maken het werk makkelijker. Dit doen ze door of de gebruikte kracht of de weg van de weerstand te verlengen. Dit omdat je niet tegelijkertijd kracht en afstand kunt vergroten. Als de een groter wordt, moet de ander kleiner worden omdat de hoeveelheid arbeid hetzelfde blijft.

## ALLEDAAGSE VOORBEELDEN VAN WIELEN en ASSEN

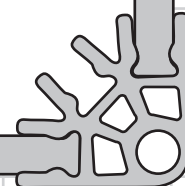
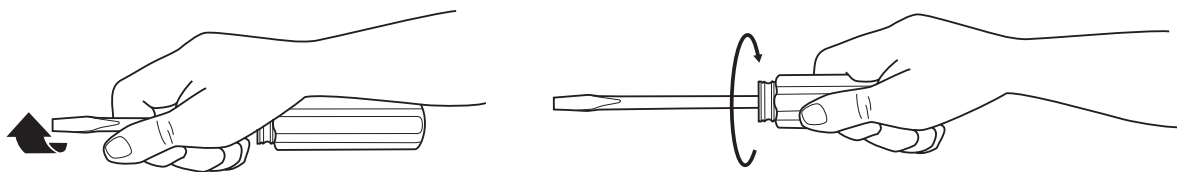
### Kraan:

- Het handvat van de kraan is het wiel. Als je het handvat draait, waarvoor weinig kracht nodig is, maakt het een grote draaicirkel. De as, met de kleine draaicirkel, draait over een kleinere afstand met een grotere kracht. Hierdoor wordt de kraan geopend of gesloten.



### Schroevendraaier:

- Het handvat van de schroevendraaier is het wiel, het metalen deel de as. Het dikkere handvat en het dunne metalen deel draaien samen de schroef. De kracht die bij het draaien op het handvat wordt uitgeoefend legt een grotere afstand af dan die van het metalen deel. Maar deze kracht is vergroot door de kleinere draaicirkel. Hierdoor kan de schroef makkelijker ingedraaid worden. Een groot wiel draait makkelijker dan een klein wiel. Deze veronderstelling kan verduidelijkt worden door te proberen een schroef uit te draaien en daarbij alleen het metalen gedeelte vast te houden.







# De Put

Een voorbeeld van een wiel dat een as draait



## DOELSTELLINGEN

### De leerlingen:

1. Begrijpen de wetenschappelijke term arbeid en het idee dat eenvoudige (enkelvoudige) machines arbeid kunnen vergemakkelijken.
2. Demonstreren de eigenschappen van wielen en assen.
3. Onderzoeken hoe arbeid makkelijker wordt als een wiel een as draait.
4. Ontdekken hoe het veranderen van de maat van het wiel invloed heeft op de hoeveelheid inspanning om de arbeid te verrichten.

## MATERIALEN

### Elke groep van twee leerlingen heeft nodig:




- K'NEX Education bouwset
- Wielen, assen en hellende vlakken met instructieboek
- Merkstift
- Bekertje
- Munten of paperclips
- Linaal of stok
- Werkschriften
- Unster(veerweegschaal) voor 200 gram of 5N (optioneel)

### De leerkracht heeft nodig:

- Foto's en voorbeelden van verschillende soorten wielen en assen. (suggestie: deurknop, schroevendraaier)

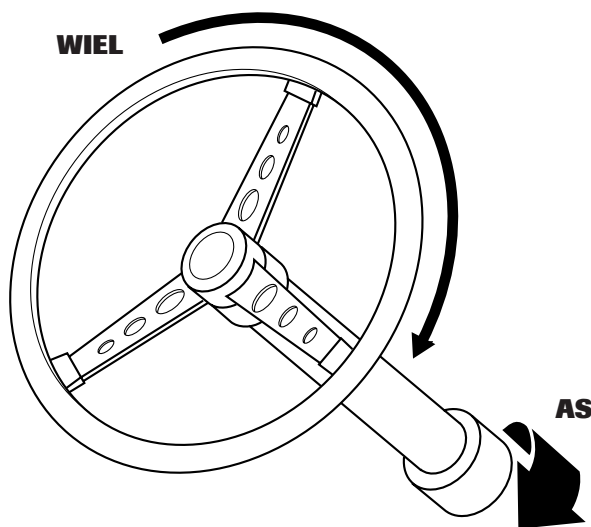
## WERKWIJZE

### Introductie

-  Als dit de eerste kennismaking met enkelvoudige machines is kunt u het begrip arbeid uitleggen door 3 of 4 leerlingen een minuut lang zo hard mogelijk tegen de muur te laten duwen. Vraag dan een andere groep om een boek over hun tafel te schuiven. Vraag dan de rest van de klas wie er nu arbeid verricht heeft.
-  Aansluitend behandelt u met de leerlingen de begrippen: arbeid, kracht, inspanning, weerstand en last. (zie sleutelwoorden en definities op pag.3). Vraag waar de inspanning vandaan kwam en wat de last en weerstand waren in beide activiteiten.
-  Vraag de leerlingen of de muur of de boeken bewogen. Leg uit dat, hoewel de groep die tegen de muur duwde veel energie en kracht gebruikt had, deze, gezien vanuit de wetenschap, geen arbeid verrichtte. De groep die het boek verschoof verrichtte wel arbeid. De leerlingen maken aantekeningen van hun waarnemingen..



- Begin de les met het definiëren van wiel en as. (zie pagina 3 van deze handleiding). Wijs erop dat een wiel en as een eenvoudige (enkelvoudige) machine zijn. Gebruik hierbij een voorbeeld gemaakt van een potlood en een garenklosje om de onderdelen en werking uit te leggen. Maak een bordtekening met naam-aanduiding (zie tekening hieronder).

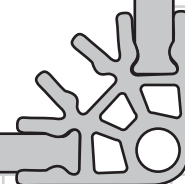


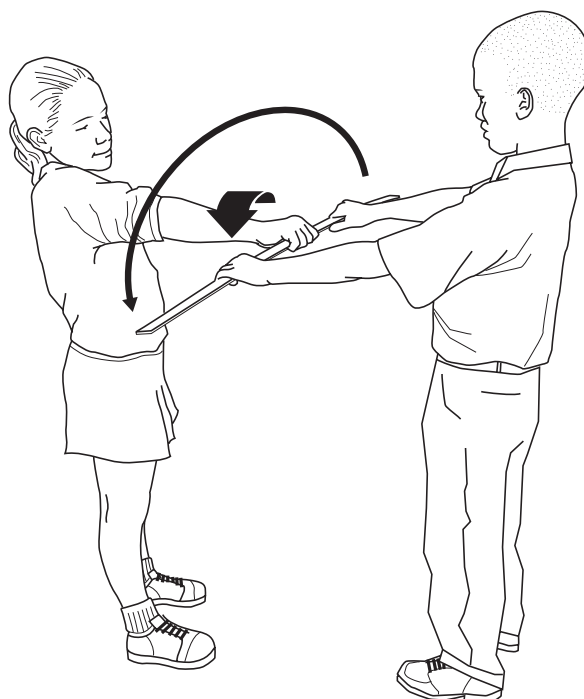
- Vraag de leerlingen om voorbeelden te noemen van wielen en assen in het dagelijks leven. Waarschijnlijk zullen ze de wielen en assen van een auto of bus noemen. Dit biedt gelegenheid om uit te leggen hoe deze verschillen van wielen en assen in eenvoudige machines. Bij een voertuig draaien de wielen om een as en verminderen zo alleen de wrijving, maar vergroten niet de kracht. Ga door met minder voor de hand liggende voorbeelden als kranen, deurkrukken en schroevendraaiers.
- Laat de klas bedenken op welke manier het gebruik van eenvoudige machines hun leven beïnvloedt. Stimuleer ze te bedenken op welke manier wielen en assen hun werk iedere dag makkelijker maken. Vraag om met alternatieven te komen voor de deurknop en schroevendraaiers. Laat de mogelijkheden thuis onderzoeken.
- Laat op internet zoeken naar aanvullende informatie over wielen en assen door bijvoorbeeld de sleutelwoorden: wielen en assen bij de Google-zoekmachine.
- Verdeel de klas in groepen van twee (maximaal 3) en deel linialen uit.

## Onderzoek activiteit






Wij zijn Susan Frazier en de directie van het SMILE-programma van het Illinois Institute of Technology erkentelijk voor hun toestemming om de volgende activiteit op te nemen. ©1990 (zie <http://www.iit.edu/~smile/ph9005.html> voor meer informatie)

- Leg uit dat elk team eerst de kenmerken van wiel en as onderzoekt met gebruikmaking van hun armen en een liniaal of stok.
- Vraag een lid van elk team (A) de liniaal in het midden vast te houden en voor zich uit te houden. Leerling B plaats de handen aan weerszijde dicht tegen de handen van leerling A en probeert de liniaal te draaien, terwijl leerling A dat probeert te verhinderen. Leerling B verplaatst de handen geleidelijk steeds verder naar buiten totdat de liniaal gemakkelijk gedraaid kan worden. (zie tekening)
- Vraag de leerlingen wat in deze opstelling het wiel en de as waren. (*handen leerling A de as, de liniaal het wiel*)
- Laat het experiment met een tekening in hun schrift opnemen.





### Bouw Activiteit

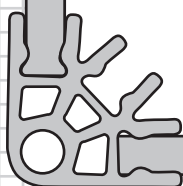
-  Geef iedere groep een set K'NEX Education Wielen, Assen en Hellende Vlakken. Laat de doos openen en het boekje met bouw instructies pakken. Als de klas voor het eerst met K'NEX werkt wijs ze dan op de pagina met tips voor het bouwen met K'NEX. Ter voorkoming van latere frustraties is het essentieel dat de leerlingen de manier van bouwen begrijpen.
-  Stel gedragsregels voor het compleet houden van de set in de toekomst.
-  Herinner ze eraan dat er aan het eind van elke les 5 minuten nodig zijn om de materialen schoon te maken.
-  Leg uit dat ze een model gaan bouwen van een put met een wiel/as-systeem. Het model wordt gebruikt om te onderzoeken hoe een wiel en as hen kunnen helpen arbeid te verrichten.
-  Laat de leerlingen de put bouwen (pagina 2-3 van het instructieboek). Aanbevolen wordt dat één leerling stap 1-3 bouwt en de andere de stappen 4-7. De onderdelen worden daarna in elkaar geschoven om de put compleet te maken.

### Onderzoeksactiviteit: Hoe helpen wiel en as je met het werk?

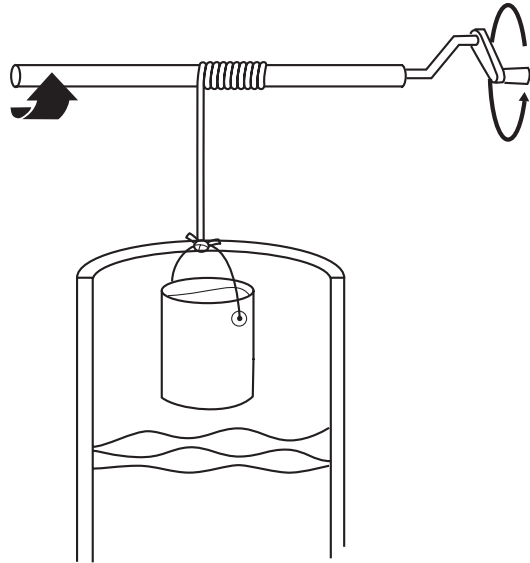
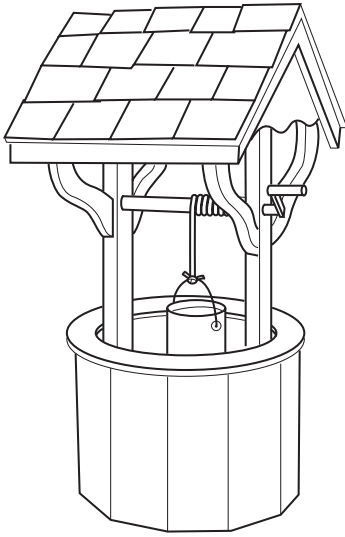
Geef elke groep een bekertje gevuld met munten of paperclips en laat ze voelen hoe zwaar dit is. Zet dan het bekertje in de emmer van het model van de put. Gebruik de volgende tekst om de leerlingen de werking van wiel en as te laten ontdekken.

#### Stappen

1. Schuif twee tafels op een zodanige afstand dat het model van de put op beide tafels rust met voldoende tussenruimte om de emmer te kunnen laten zakken. Leg een boek op de zijkanten om de put stevig te laten staan. Laat de emmer op de grond zakken.



- Laat in het model eerst het wiel en de as onderzoeken. (De slinger is het wiel en het touw zit vast aan de as.)

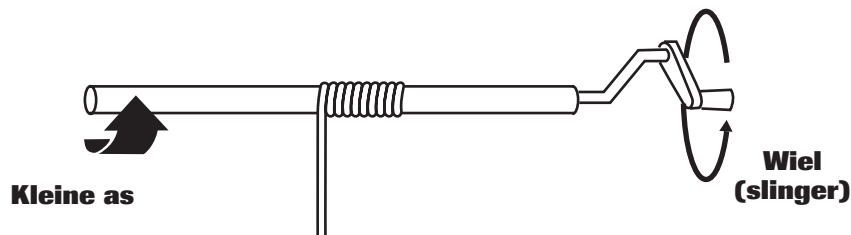


- De leerlingen noteren het verschil in omtrek van wiel en as. Ze moeten opschrijven welke afgelegde afstand het grootst is bij een enkele omwenteling.

- Stel de volgende vragen:

- Draai je de slinger om de as rond te draaien? Zo ja, dan helpt de machine jou door de kracht die je uitoefent te versterken.

*Het grote wiel draait met weinig inspanning door de grote doorsnede. Om de kleinere as te draaien is meer kracht nodig.*



- Draai je de as om het wiel te laten draaien? Zo ja, dan helpt de machine je om met het wiel een grotere afstand met een hogere snelheid af te leggen.

*De kleine as draait over een kleinere afstand met een grote kracht. Het grote wiel maakt een grote draaicirkel met een geringe inspanning.*

**De leerlingen moeten ontdekken dat de as beweegt door het draaien van het wiel.**

- Laat de leerlingen nauwkeurig beschrijven hoe de put werkt.

*Je oefent kracht uit door de slinger te draaien en dan draait de as. Hierdoor wind je het touw op en hijst de emmer op. Dit is de weerstand van de last. Deze eenvoudige machine maakt het ophijzen van een emmer makkelijker dan met de hand.*





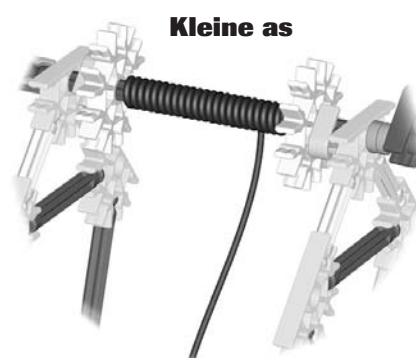
2. (a) Begin met de blauwe staaf boven en draai de emmer helemaal omhoog. Pas op dat je de slinger niet loslaat, want dan rolt het touw weer af.
- (b) Tel het aantal omwentelingen dat je nodig had om de emmer van de vloer naar tafelhoogte te hijsen.
- (c) Hoe ver stijgt de emmer bij elke keer dat je draait?
- (d) Hoe kunnen een wiel en een as het makkelijker maken om een emmer op te hijsen?

*Afhankelijk van de tafelhoogte heb je 5-7 keer nodig om de emmer op te hijsen. Bij iedere omwenteling legt de emmer de afstand af van de omtrek van de as. De leerlingen moeten begrijpen dat het bij een echte put makkelijker is om met een wiel/as-systeem te hijsen dan met de hand.*

3. (a) Haal de gele staven weg en maak het touw vast aan de rode as. (zie tekening kleine as op pagina 3 van het instructieboekje)



**Grote as**



**Kleine as**

- (b) Laat de emmer weer op de vloer zakken.
- (c) Tel en schrijf het aantal omwenteling op dat je nodig hebt om de emmer op te hijsen.
- (d) Wat merk je als je het wiel draait om de emmer op te hijsen?
- (e) Vergelijk het aantal omwentelingen dat je beide keren nodig had.
- (f) Welke as draaide lichter?
- (g) Waarom?

*Afhankelijk van de tafelhoogte zijn er nu 20-22 omwentelingen nodig om de emmer op te hijsen. De leerlingen moeten opmerken dat je veel meer omwentelingen nodig hebt als je met de kleine as hijst. Ze moeten ook opmerken dat het dan wel veel lichter gaat. Er was minder inspanning nodig, maar ze moesten wel het wiel vaker draaien. Een groot wiel maakt het makkelijker om een kleine as te draaien.*

### Idee voor de klas.

Laat de helft van de klas de put maken met de gele staven en de andere helft de put met de rode as. Laat dan de leerlingen hijsen en daarna wisselen om te ontdekken welk systeem het meeste inspanning vraagt om de emmer op te hijsen.

4. (a) Maak het wiel (slinger) groter en kleiner met langere en kortere staven en herhaal het experiment.
- (b) Vergelijk de blauwe staaf met de andere staven?
- (c) Gaat het makkelijker of moeilijker om de emmer op te tillen?
- (d) Maakt het uit of je een groot of een klein wiel gebruikt?

*Leerlingen moeten opmerken dat het wiel makkelijker draait met langere staven en zwaarder met korte staven. Als de klas al eerder met hefboomen gewerkt heeft kunt u uitleggen dat een wiel met een as net zo werkt en helpen herinneren dat je met een langere hefboom minder kracht hoeft te zetten.*

## Het idee toepassen

- ⊙ Laat de leerlingen voor- en nadelen van beide systemen in hun schrift opschrijven.

*De kleine as draait makkelijker maar je moet vaker draaien om een voorwerp op te tillen. De grote as draait zwaar maar je hebt minder omwentelingen nodig. Hoe groter het wiel, hoe makkelijker de as draait. Maar de weg is langer*

- ⊙ Laat ze bespreken wanneer je welke manier moet gebruiken.

*Het is slim om een kleine as te gebruiken als je iets zwaars moet hijsen en het wiel makkelijk moet draaien. Je gebruikt een grote as als je vlug iets op moet hijsen dat niet zo zwaar is.*

- ⊙ Vraag de leerlingen welke combinatie van wiel en as het best is om de emmer op te hijsen.

*Het grootste wiel met de kleinste as.*

- ⊙ Laat de leerlingen andere maten wielen en assen maken en testen om te zien of hun bevindingen kloppen.

## Het idee uitbreiden

1. (a) Meet met een unster(veerweegschaal) de krachten van de inspanningen die geleverd zijn bij de verschillende hijswerkzaamheden. Meet ook de kracht voor het hijsen zonder gebruik van het wiel/as-systeem.
- (b) Bevestig een grijs verbindingsstuk aan het eind van de rode staaf die de slinger van de put vormt. Trek met de unster de slinger recht omhoog in verschillende standen.
- (c) Schrijf de resultaten op en vergelijk deze met elkaar. Zoek uit welk wiel/as-systeem het meeste en welk het minste inspanning kost. Licht de antwoorden toe.
- (d) Bereken de door de eenvoudige machine verrichte arbeid met de volgende formule:

**Arbeid = gewicht van de emmer x afgelegde weg**





2. Laat de leerlingen het Rendement van het wiel/as-systeem uitrekenen van de put die ze gebouwd hebben. Gebruik de volgende aanwijzingen:
- Meet de diameter(doorsnede) van wiel of as die de inspanning levert. Neem dan de helft om de straal(radius) te berekenen. ( $IR = \text{Inspannings Radius}$ )
  - Meet de diameter van wiel of as die niet de inspanning levert. Neem daar de helft van om de Weerstand Radius te berekenen. ( $WR = \text{Weerstand Radius}$ )
  - Deel de  $IR$  door de  $WR$  om het rendement uit te rekenen.

### **IR : WR = Rendement**

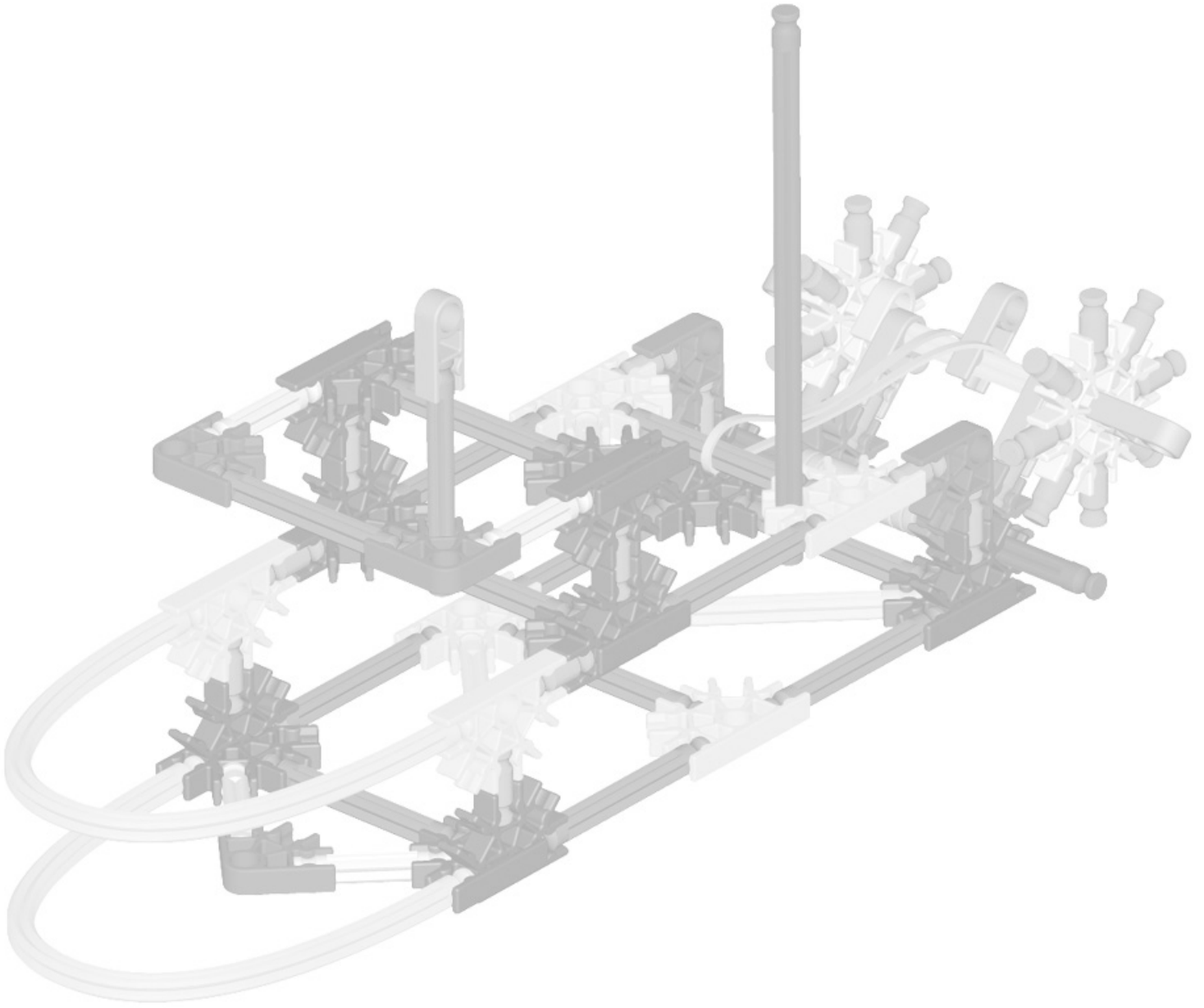
*In het voorbeeld van de put, waar het wiel de as draait is het Rendement =  $\text{wielradius} : \text{asradius}$ . De berekening moet een getal groter dan 1 opleveren omdat de eenvoudige machine het werk lichter maakt door de kracht te vergroten.*

### **CHECKLIST VERSLAG**

Laat de leerlingen bij iedere test een verslag maken van hun bevindingen. Dit moet de volgende experimenten, metingen en tekeningen met benoemde onderdelen bevatten:

- ✓ Benoemen van wiel en as, met een tekening.
- ✓ beschrijving van het hijsmechanisme van de put.
- ✓ Aantal omwentelingen nodig om de emmer op te hijsen met verschillende assen.
- ✓ De kracht van de inspanning om de emmer op te hijsen met verschillende assen.
- ✓ Een schema als hieronder om de resultaten samen te vatten.

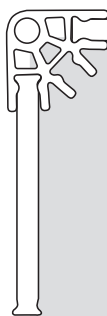
<b>Kleine as</b>	<b>grote as</b>	<b>klein wiel</b>	<b>groot wiel</b>
Meer omwentelingen om de emmer te tillen	minder omwentelingen om de emmer te tillen	korte weg	lange weg
Minder kracht nodig	meer kracht nodig	draait zwaar	draait licht





# De raderboot

Voorbeeld van een as dat een wiel draait



## DOELSTELLINGEN

### De leerlingen:

1. Ontdekken hoe een as dat een wiel draait de afgelegde afstand en snelheid vergroot.
2. Onderzoeken de relatie tussen de vergroting van het wiel en de afgelegde afstand.

## MATERIALEN

### Materialen per 2-3 leerlingen:

- 1 set K'NEX Education Wielen, Assen en Hellende Vlakken met instructieboek
- stevig elastiek
- 2 blokjes hout of piepschuim
- watertafel of bak
- werkschriften

## WERKWIJZE

### Introductie

- Breng in de herinnering dat bij de put een wiel een as draaide en daardoor de kracht vergrootte.
- Leg uit dat de leerlingen nu een nieuwe toepassing gaan onderzoeken. Ze gaan een raderboot bouwen en ontdekken hoe wiel en as de arbeid van de boot- varen door water- makkelijker maken. Wijs de klas op de foto van de raderboot in het instructieboek.



- Vraag de klas of ze weten waar raderboten gebruikt worden. Laat iemand uitleggen hoe deze werken.

*een machine draait de as, die het grote wiel laat draaien.*

**Bouw Activiteit**

- Geef elke groep een set K'NEX Education wielen, assen en hellende vlakken.  
(**Let op:** Wijs de leerlingen er op dat te ver uitgerekt elastiek kan breken.)
- Laat de raderboot van pagina 4 bouwen. De ene leerling bouwt de stappen 1-5, de andere de stappen 6-8. Daarna de twee delen samenvoegen.

**Onderzoek Activiteit: Hoe helpen wiel en as jou arbeid te verrichten?**

- Vraag de leerlingen het wiel (*witte en grijze spaken*) en de as (*gele staaf*) in hun model aan te wijzen.
- Leg uit dat ze moeten ontdekken op welke manier wiel en as helpen de boot te laten varen en zich de volgende vragen moeten stellen:

- (a) Draai je het wiel om de as te laten draaien? Zo ja, dan helpt de machine je door jouw kracht te vergroten.

*Het grote wiel legt een grotere afstand af met een kleine inspanning. De kleinere as legt een kleinere afstand af met een grotere krachtsinspanning.*

- (b) Of draai je de as om het wiel te laten draaien? Zo ja, dan helpt de machine om sneller te varen over een grotere afstand.

*De kleine as legt een kleinere afstand af met een grote krachtsinspanning. Deze inspanning wordt overgebracht op het grote wiel dat weer verzet en velg(buitenkant) van het waterrad. Deze bepaalt afstand en snelheid.*

**Stappen**

1. Houd het model in je hand. Wind het elastiek om de gele staaf aan de achterkant van de boot. Het elastiek is de energiebron die de kracht levert voor het draaien van wiel en as. Pas op dat je niet te strak opdraait.. Laat dan het elastiek los en let op het waterrad.
2. (a) Wat merk je op bij de snelheid en draairichting van het rad?  
(b) Heeft dit te maken met de manier van opwinden?  
(c) Welk deel van de boot levert de inspanning en laat dit de as of het waterrad draaien?

**Leerlingen moeten ontdekken dat het elastiek de as laat draaien om de boot te laten varen.**

Bespreek de bevindingen op het bord.

*Ze moeten opmerken dat het waterrad langzaam draait als het elastiek om de as gedraaid werd. Het draaien van de as vraagt veel inspanning. Maar als het elastiek wordt losgemaakt draaien de wielen licht en snel. Het elastiek dient als energiebron die de inspanning levert om de as te draaien, waardoor het waterrad sneller draait.*

3. (a) Maak de raderboot met elastiek vast op de houtblokken of piepschuim. (Eventueel kun je de boot hullen in aluminiumfolie.)  
(b) Wind de motor op en laat de boot te water in een teil of watertafel. Observeer wiel en as als de boot vaart.  
(c) Let op hoe de boot beweegt. Schrijf je observatie op in je schrift.





4. Vraag de klas te bedenken wat het effect op het varen zou zijn als je de bladen (groene staven) van het waterrad zou afdekken. (Als dit te moeilijk is vraag ze dan wat het nut is van zwemvliezen.)

*De leerlingen moeten voorspellen dat de dichte peddels de boot sneller laten varen. Ook als de motor hetzelfde opgewonden is. Het afdekken vergroot de oppervlakte van het waterrad (en de hoeveelheid water die verplaatst wordt). Snelheid en afstand nemen dan toe.*

### Het idee toepassen

- ⊙ Laat de leerlingen in hun schrift de voor- en nadelen van het gebruik van de as opschrijven. Stimuleer ze te bedenken hoe de grote krachtsinspanning de kleine as liet draaien, die daardoor het waterrad een grote cirkel liet maken. Hierdoor vergrootte de buitenkant van het rad en daarmee afstand en snelheid. De buitenkant van het rad legde een grotere afstand af dan de as.

- ⊙ Vraag de leerlingen waarom raderboten vooral op rustig water varen. Hoe kunnen ze hun ideeën onderzoeken?

*Er is al veel kracht nodig om een raderboot rustig te laten varen. In ruw water zou een nog grotere kracht nodig zijn.*

### Het idee uitbreiden

1. Zoek in de bibliotheek en op internet naar de Clermont, een van de eerste stoom-raderboten, gebouwd door Robert Fulton. Te water gelaten in 1807. De Clermont was de eerste commerciële stoomboot. Stoomboten bleken betrouwbaarder en sneller dan zeilschepen omdat ze niet van wisselende winden afhankelijk waren. Bouw de Clermont met K'NEX en stel deze tentoon in de klas.

([www.ulster.net/~hrmm/steamboats/fulton.html](http://www.ulster.net/~hrmm/steamboats/fulton.html) voor meer informatie.)

2. Laat de leerlingen het rendement van het wiel/as-systeem uitrekenen. Geef de volgende aanwijzingen:
  - ⊙ Meet de diameter van wiel of as – het onderdeel dat de inspanning leverde. Neem dan de helft om de straal(radius) te berekenen van de inspanning. (IR=Inspannings Radius)
  - ⊙ Meet de diameter van wiel of as – het onderdeel dat niet de inspanning leverde. Neem dan de helft om de straal(radius) te berekenen van de weerstand. (WR=Weerstand Radius)
  - ⊙ Deel de IR door de WR om het rendement uit te rekenen.

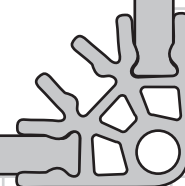
$$\mathbf{IR : WR = Rendement}$$

*Bij het voorbeeld van de raderboot, waar de as het wiel draait moet het rendement (IR : WR) kleiner zijn dan 1. Dit geeft aan dat je meer kracht nodig hebt om de as te draaien dan het wiel. Maar de as hoeft over een kortere afstand gedraaid te worden. De eenvoudige machine helpt het werk uit te voeren door de afstand en snelheid te vergroten.*

## CHECKLIST VERSLAG

Laat de leerlingen bij iedere test of experiment een verslag maken van hun bevindingen. Dit moet de volgende onderdelen bevatten:

- ✓ Benoemen van wiel en as mechanisme.
- ✓ Aangeven of het wiel of de as de boot laat varen.
- ✓ Uitleggen hoe het draaien van de as de boot sneller laat varen over een grotere afstand.
- ✓ Een vergelijking van de werking van het rad, met en zonder bedekking van de bladen.
- ✓ Uitleg waarom raderboten vooral gebruikt worden op rustig water. Dit gebaseerd op hun ervaringen en onderzoek.



# Het stuurwiel:

Voorbeeld van een wiel dat een as draait



## DOELSTELLINGEN

### De leerlingen:

1. Onderzoeken hoe arbeid makkelijker wordt als een wiel een as draait.
2. Onderzoeken de relatie tussen stuurwiel, stuurkolom en de wielen van een voertuig.

## MATERIALEN

### Elke groep van 2-3 leerlingen heeft nodig:

- K'NEX Education bouwset Wielen, assen  
en hellende vlakken met instructieboek

- Werkschriften

## WERKWIJZE

### Introductie

○ Breng in herinnering hoe bij de put een wiel een as liet draaien om de kracht te vergroten.

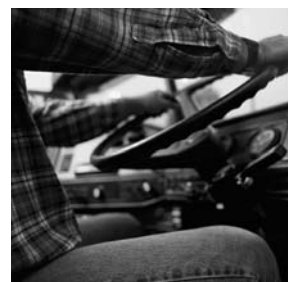
○ Leg uit dat de leerlingen een andere toepassing van wiel en as gaan onderzoeken: het gebruik van een stuurwiel om de richting van een voertuig te controleren. Vraag de klas of ze weten hoe dit werkt.

○ Vraag waarin het wiel verschilt van andere tot dusverre onderzochte mechanismen.




○ Vraag de leerlingen om foto's mee te nemen van voertuigen met stuurwielen. Of laat deze op internet opzoeken. Maak een tentoonstelling van voertuigen met stuurwielen uit het dagelijks leven en vraag de leerlingen hoe hun leven eruit zou zien zonder deze eenvoudige machine.

*Het wiel draait een as in de stuurkolom die de beweging overbrengt op het stuurmechanisme van het voertuig.*




*Het lijkt op een echt wiel.*



## Bouw Activiteit

-  Geef elke groep een set K'NEX Education Wielen, Assen en Hellende Vlakken.
-  Laat het Stuurwiel van de pagina's 6 – 8 uit het instructieboek maken. Een leerling bouwt stap 1 – 5 de andere stap 6 – 10. Verbind daarna de onderdelen (stap 11 – 14).
-  WIJS DE LEERLINGEN ER OP DAT ER DRIE INSTRUCTIEPAGINA'S ZIJN.

## Onderzoek Activiteit: Hoe helpen wiel en as je met het werk/arbeid?


-  Laat de leerlingen rustig het model onderzoeken dat ze gemaakt hebben.
-  Laat de teams het wiel (*geel wiel*) en de as (*blauwe staaf*) opzoeken. Ze moeten hiervan in hun schrift een schets met namen van maken.
-  Vraag ze hoe wiel en as helpen het voertuig te sturen. Hiervoor moeten ze zich eerst de volgende vragen stellen:

- (a) Draai je het wiel om de as te draaien? Zo ja, dan helpt de machine jou door het vergroten van de kracht die je uitoefent.

*Het grote wiel draait over een grotere afstand met een geringe kracht. De kleine as draait een kleine afstand met een grote kracht.*

- (b) Of, draai je de as om het wiel rond te draaien. Zo ja, dan helpt de machine jou om afstand en snelheid te vergroten.

*Een kleine as draait een kleine afstand met een grote kracht en laat het grote wiel een grote afstand draaien.*

-  Laat de leerlingen onderzoeken of het stuurwiel de wielen van het voertuig direct stuurt.

**Leerlingen moeten ontdekken dat je het stuurwiel moet draaien om de as te draaien.**

*Om het grote stuurwiel te draaien is een kleine kracht nodig. Deze inspanning laat de kleine as draaien, die een grote kracht uitoefent. Dit maakt de werking van het stuurmechanisme makkelijker.*

*Het stuurwiel stuurt de wielen niet rechtstreeks. Het beweegt de stuurkolom(as). Aan de as zit een oranje verbindingstuk dat beweegt als het stuurwiel draait. Het oranje stukje is zelf met een wit staafje verbonden met het stuurmechanisme. Als het stuurwiel draait beweegt het stuurmechanisme links of rechts.*

## Stappen

1. (a) Haal het gele stuurwiel van de blauwe staaf. Draai de blauwe staaf om de wagen te sturen als je duwt.
- (b) Is het gemakkelijk of moeilijk de wagen op deze manier te sturen?
- (c) Wat zou de invloed zijn op het rijden als dit een echte auto was?

*De leerlingen moeten ontdekken dat het moeilijk is de auto te sturen met de as. De blauwe staaf heeft een kleine diameter en draait daarom zwaar. Op deze manier is het moeilijk de auto te keren en daarna recht te laten rijden. Vooral als je dit vlug deed. De auto rijdt dan rondjes.*





2. (a) Zet het gele stuurwiel weer op de blauwe staaf. Duw de wagen weer en stuur met het stuurwiel.
- (b) Hoe gaat het sturen nu?
- (c) Is het makkelijker of moeilijker dan met de as?

*De leerlingen moeten ontdekken dat de auto makkelijker stuurt met het stuurwiel dan met de as. Het stuurwiel is groter en daarop makkelijker te draaien dan de as. Het wiel draait over een grotere afstand, maar draait lichter.*

### Het idee uitbreiden

- Vraag de leerlingen om in hun schrift te schrijven waarom ze denken dat het beter is om een stuurwiel in een auto te gebruiken dan een slinger die helemaal kan ronddraaien.
- Stimuleer de leerlingen na te denken over de vraag of grotere voertuigen – bus, truck, etc. ook grotere stuurwielen hebben. Hoe komen we hier achter? En kun je een verklaring geven?
- Laat de leerlingen een tekening maken of met K'NEX een model bouwen van een bus of truck met een bijpassend groot stuurwiel.

*De leerlingen moeten bedenken dat het beter is om een zwaar, snel rijdend voertuig met twee handen onder controle te houden.*

*Dit is een mooie gelegenheid voor de leerlingen om echte informatie te verzamelen voordat ze een conclusie trekken. Bussen en trucks hebben inderdaad grotere stuurwielen dan auto's. Dit omdat het stuurmechanisme veel zwaarder is. Daarom is een groter stuurwiel nodig omdat voor het draaien minder kracht nodig is. Racewagens hebben een klein stuur omdat coureurs maximale controle over de wagen moeten hebben. Het sturen vraagt wel meer inspanning.*

### Uitdaging

Het K'NEX-model dat je gebouwd hebt maakt het principe van een stuurmechanisme duidelijk. Zoek in de bibliotheek en op internet naar meer informatie over de werking van stuurmechanismen. Je kunt bijvoorbeeld de ontwikkeling van auto's en de manier van sturen onderzoeken. Of uitzoeken hoe stuurbevestiging werkt.

[www.howstuffworks.com/steering.htm](http://www.howstuffworks.com/steering.htm)

[www.vintagecars.about.com/library/weekly/aa092698.htm](http://www.vintagecars.about.com/library/weekly/aa092698.htm)

### Bouw Uitdaging

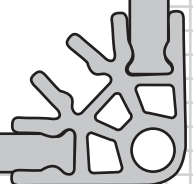
Jij en je vrienden zijn een ontwerp bureau begonnen. Jullie krijgen de opdracht van een hotel dat survival-kampen organiseert op een onbewoond eiland om een voertuig te bedenken dat de bezoekers heen en weer kan brengen. Het voertuig moet over land, kust en water kunnen verplaatsen. Je moet natuurlijk kunnen sturen en er zijn verschillende soorten wielen en assen vereist. Je moet ook water kunnen meenemen voor onderweg.

Bouw een model van dit voertuig met K'NEX. Leg uit hoe je voertuig en de verschillende wiel en as-systemen werken.

## CHECKLIST VERSLAG

Laat de leerlingen bij iedere test een verslag maken van hun bevindingen. Dit moet de volgende onderdelen bevatten:

- ✓ Benoemen van het wiel en as-mechanisme.
- ✓ Benoemen of wiel of as het systeem laten werken.
- ✓ Uitleg over hoe het stuurwiel het werk makkelijker maakt door de kracht te vergroten.
- ✓ Uitleg waarom de stuur-as gedraaid wordt met een wiel en niet met een handgreep of slinger.
- ✓ Een vergelijking van diverse formaten stuurwielen en de toepassing daarvan.







# Hellende vlakken

## Achtergrondinformatie



### DOELSTELLINGEN

#### De leerlingen:

1. Onderzoeken de kenmerken van hellende vlakken om te begrijpen hoe deze werken.
2. Herkennen schroeven en wiggen als hellende vlakken.
3. Onderzoeken hoe het gebruik van een hellend vlak invloed heeft op werk/arbeid in relatie tot kracht, afstand, snelheid en richting.
4. Demonstreren hoe de kracht die nodig is om een last een helling op te krijgen afhangt van de steilte(hellingshoek).
5. Maken verschillende soorten hellende vlakken en demonstreren hoe deze werken.
6. Herkennen voorwerpen en gereedschappen vanuit hun gebruik als hellende vlakken.

### SLEUTELBEGRIPPEN en DEFINITIES voor de leerkracht

Het volgende is bedoeld als achtergrondinformatie voor de leerkracht. Leeftijd, kennisniveau, vaardigheden en de Kerndoelen zijn bepalend voor de manier waarop deze sleutelwoorden en definities worden aangeboden in de klas.

#### Enkelvoudige(eenvoudige) machines:

Een eenvoudig gereedschap dat het werk vergemakkelijkt. De meeste enkelvoudige machines hebben slechts één bewegend onderdeel. Enkelvoudige machines maken het werk makkelijker door het veranderen van de *manier* waarop het werk gedaan wordt. Zij verminderen niet de *hoeveelheid* werk.

#### Hellend Vlak(helling):

Een vlak oppervlak waarbij de ene kant hoger ligt dan de andere. Wordt gebruikt om lasten verticaal te verplaatsen.

#### Schroef:

Een staaf, lichaam genoemd, met een hellend vlak in spiraalvorm er omheen. Het hellend vlak vormt ribbels, schroefdraad genoemd, om het lichaam. Wordt gebruikt om op te tillen of twee voorwerpen aan elkaar te maken.

#### Wig:

Een gereedschap van twee hellende vlakken met de rug aan elkaar bevestigd. Wordt gebruikt om een voorwerp ten opzichte van een ander voorwerp te verplaatsen.

#### Kracht:

Elke vorm van duwen of trekken aan een voorwerp.

#### Arbeid:

De taak die wordt uitgevoerd met gebruik van een hellend vlak. In de wetenschap wordt met arbeid bedoeld, het verplaatsen van een last(voorwerp). Of in een formule:

$$A = K \times W$$

Arbeid = Kracht x Weg (afgelegde afstand)

**Let op:** Als het voorwerp niet verplaatst is, is er geen arbeid verricht.

#### Inspanning:

De kracht die is gebruikt om een last te verplaatsen of de weerstand te overwinnen (arbeid verrichten). De kracht die bij een eenvoudige machine gebruikt wordt heet *toegepaste kracht*.

#### Weerstand:

De kracht het voorwerp(last) uitoefent als deze arbeid probeert te verrichten. Het werkt de inspanning tegen.

#### Last:

Het voorwerp(gewicht) dat beweegt of de weerstand die overwonnen is bij het gebruik van een wiel en as. Het roept een weerstand op tegen het hellend vlak.

## Hellend vlak/helling

Het meten van de steilte van een helling.

## Wrijving

De kracht die wordt veroorzaakt door de wrijving van twee oppervlakken als een voorwerp beweegt.

## Mechanisch voordeel/ Rendement

Een verhouding die aangeeft hoe vaak de eenvoudige machine de krachtsinspanning vergroot. Voor een aflopend vlak kan het met de volgende formule worden berekend:

$$\frac{\text{Lengte helling}}{\text{Hoogte helling}} = \text{Rendement}$$

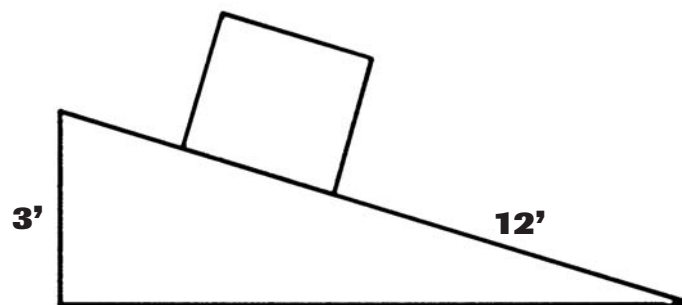
(**N.B.:** voor het meten van een schroef moet de afstand rond de schroefdraad worden gemeten.)

Mechanisch voordeel wordt altijd uitgedrukt als een getal zonder eenheid. B.v.  $MV(R)=2$

## SLEUTEL BEGRIPPEN

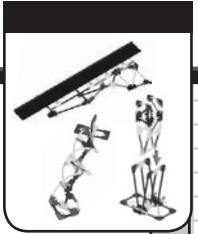


- Een hellend vlak wordt gebruikt om een last over een verticale afstand te tillen. In plaats van een voorwerp recht omhoog te tillen, wat een kracht (inspanning) vergt die gelijk is aan het gewicht van de last, vergroot je de afstand waarover het werk wordt verricht. In het diagram (beneden) is de afstand van de helling 4 maal die van de hoogte. Om een voorwerp over het hellende vlak te bewegen is 1/4 van de kracht nodig vergeleken bij verticale beweging. De krachtsinspanning moet echter over een langere afstand worden volgehouden (12 vergeleken met 3).



- Hoe langer de afloop van het hellende vlak, hoe minder kracht nodig is om de opdracht te volbrengen.
- Echter, het werk, dat gedaan moet worden om een last over het hellend vlak te bewegen is hetzelfde als het werk dat wordt gedaan om de last verticaal op te tillen (als we de wrijving buiten beschouwing laten).

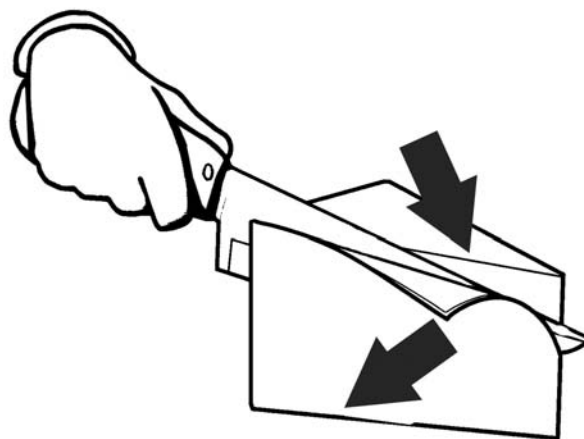




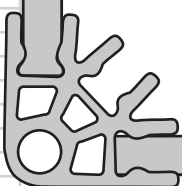
- Voorwerpen worden over de schuinte van het hellend vlak bewogen; het hellend vlak beweegt normaliter niet.
- Hellende vlakken kunnen ook worden gebruikt om de hellingsgraad te meten vanaf een hoogte.
- Schroeven vergroten de afstand waarop je de krachtsinspanning toepast, maar verkleinen de benodigde hoeveelheid kracht. De afstand van de draad om de schroef is groter dan de lengte van de schroef zelf. Dit betekent, dat het langer duurt om rond de draad van de schroef te gaan, maar dat het gemakkelijker gaat dan recht omhoog. Bijvoorbeeld, het kost minder moeite om een spiraaltrap te beklimmen, dan een ladder, maar je beklimt meer treden en legt een grotere afstand af om dezelfde plaats te bereiken.

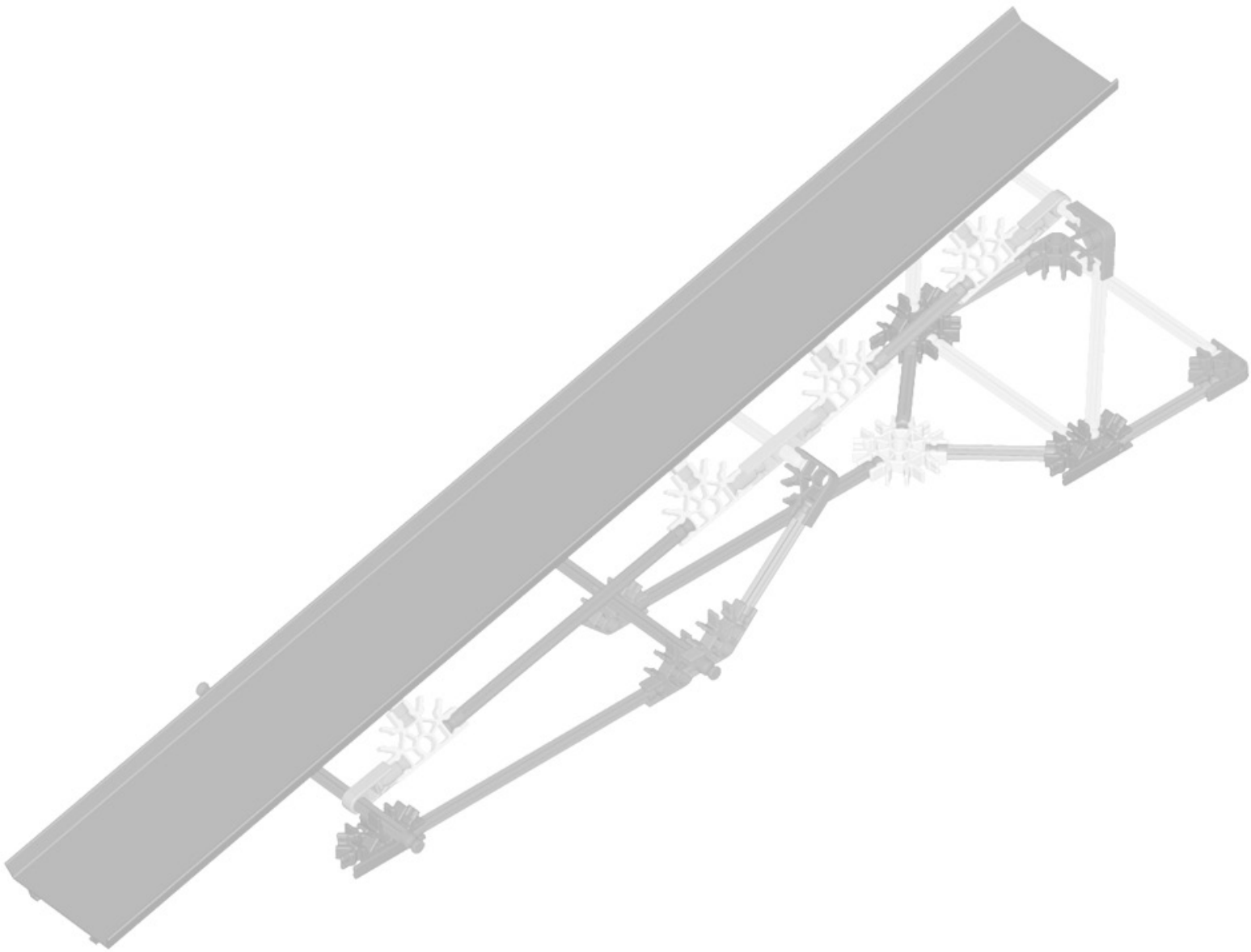


- Wiggen veranderen de richting van de toegepaste kracht en vergroten de kracht op het te scheiden voorwerp; wanneer je een wig naar beneden duwt, beweegt het voorwerp waar je tegenaan duwt opzij, zodat de richting van de twee krachten in rechte hoeken op elkaar staan.
- Als de wig lang en dun is, duwt deze de kanten van het voorwerp waarop het wordt toegepast een klein beetje uit elkaar met slechts weinig kracht. Als de wig kort en dik is, worden de delen verder uit elkaar geduwd, maar daar is dan wel een grotere toegepaste kracht voor nodig.
- Het lemmet van een mes is een wig. Als het lemmet (wig) bijvoorbeeld in een stuk kaas wordt geduwd, scheidt het een plak van het stuk.



- Wiggen en schroeven zijn beiden voorbeelden van hellende vlakken die worden gebruikt om hun functie.





# Steile en lange hellingen

## Voorbeelden van hellende vlakken



### DOELSTELLINGEN:

#### De leerlingen:

1. Onderzoeken de kenmerken van een hellend vlak.
2. Begrijpen hoe het gebruik van een hellend vlak het werk/arbeid beïnvloedt met betrekking tot kracht, afstand, snelheid en richting.
3. Vergelijken hellingen met een verschillende hoek om de benodigde kracht te bepalen om een voorwerp op te tillen.

### MATERIALEN

#### Elke groep van 2-3 leerlingen heeft nodig:

- K'NEX Education bouwset
- Gewichtenset
- Werkschriften
- Wielen, assen en hellende vlakken/hellingen met handleiding
- Een stuk zwaar rubber, ongeveer 10-15 cm
- Unster (veerweegschaal) voor 400 gram of 10 Newton (optioneel)
- Liniaal en plakband

### WERKWIJZE

#### Introductie

- Neem met de leerlingen door hoe eenvoudige machines bij het werk helpen. Niet door de hoeveelheid werk dat gedaan wordt, te veranderen, maar door de manier waarop het wordt gedaan.
- Vraag de leerlingen aan een activiteit te denken die ze elke dag doen, namelijk zichzelf of een voorwerp te bewegen van het ene naar het andere niveau. Wat gebruiken ze om zichzelf te helpen? (*Trappen, treden, ladders, hellingen.*)
- Leg de leerlingen uit dat ze een eenvoudige machine gaan gebruiken, het hellende vlak, dat ze in staat stelt om minder inspanning te leveren om een voorwerp op of neer te bewegen, hoewel ze het voorwerp over een langere afstand moeten bewegen dan wanneer ze het verticaal zouden optillen.
- Geef de klas de definitie van een hellend vlak en teken een voorbeeld op het bord om de voordelen te laten zien. (Zie sleutelbegrippen boven.)



- Vraag de leerlingen na te denken over plaatsen waar ze hellende vlakken hebben gezien, die gebruikt werden om een persoon of voorwerp omhoog te brengen..

*Bijv. hellingbaan voor rolstoel gebruikers; laadklep om zware voorwerpen in een truck te tillen; hoogteverschillen tussen etages van een winkelcentrum of stadion.*

- Het schoolgebouw kan voorbeelden laten zien van een hellingbaan voor rolstoelen en misschien van een hellingbaan voor een laadplateau. Neem zo mogelijk de leerlingen mee om dat te onderzoeken. Ze dienen het hoogteverschil te zien; doe suggesties waarom de hellingbaan op die speciale plaats is gebruikt.; en ze moeten begrijpen dat als ze de trap (treden) of de hellingbaan gebruiken, ze verticaal bewogen hebben en op dezelfde plaats zijn aangekomen. Hellingbanen maken het eenvoudiger om op die plaats te komen.
- Moedig leerlingen aan de bibliotheek of internet te gebruiken om te onderzoeken hoe hellingbanen worden gebruikt. (Bijv D.Macaulay - Over de werking van de kurkentrekker en andere machines.)

## Bouw Activiteit

- Geef iedere groep de set K'NEX Education Wielen, Assen en Hellende vlakken.
- Vraag ze bladzijde 9, 10 en 11 open te slaan van het instructieboekje en bouw de modellen na van de STEILE helling en de VLAKKE helling. Het ene teamlid bouwt de steile en het andere de vlakke hellingbaan.
- Tip voor stap 7 van de vlakke hellingbaan: schuif het eerste gedeelte van de helling over de gele verbindingen, schuif DAN de witte bijbehorende plaat naar het eind van het eerste deel van de helling. Schuif ten slotte het tweede gedeelte van de hellingbaan over de gele verbindingen tot ze tegen de witte plaat komen. Schuif ze over de bijpassende plaat om het gat te dichten en maak de hele helling af.
- **N.B.** Zorg ervoor dat beide modellen zo gebouwd worden dat de onderkant van de zwarte plastic hellingbaan de tafel raakt. Beide hellingbanen (schansen) zijn ontworpen om een voorwerp te verplaatsen over dezelfde verticale afstand en om dit gedaan te krijgen, is het van belang om de steunende constructie zorgvuldig te bouwen.

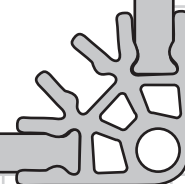
## Onderzoeksvraag: Hoe helpt de hellingbaan het werk lichter maken.

- Leg uit dat ze de K'NEX Education steile en vlakke hellingen onderzoeken door er verschillende voorwerpen op te plaatsen. Herinner de leerlingen eraan dat het doel van de hellingbaan is om het werk makkelijker te maken door de hoeveelheid kracht te verminderen, die nodig is om een voorwerp te verplaatsen.

### Stappen:

- (a) Meet de hoogte van de twee hellingen en de lengte. Wat zie je?
  - (b) Teken de hellingen in je werkschrift van de hellingbaan en noteer wat je hebt gemeten.
- (a) Geef iedere groep gewichten en stevig elastiek van 10-15cm. (**N.B:** Leg de leerlingen van tevoren uit, dat het uitrekken van de rubber band gevaarlijk kan zijn; ze moeten erg voorzichtig zijn. Zie de veiligheidsinstructies aan het begin van de handleiding.)
  - (b) Bind het elastiek aan het gewicht, en zorg ervoor dat er voldoende houvast is. Eén groepslid moet het elastiek vasthouden en het gewicht verticaal optillen zodat het gelijk is met de bovenkant van de helling. Voel hoe het is om het gewicht op te tillen.

*Leerlingen zullen merken, dat de hoogte van de twee hellingen hetzelfde zijn, maar dat de lengtes verschillen.*





- (c) Het andere groepslid meet en noteert de lengte van het uitgerekte elastiek.
- (d) Wat gebeurt er met het elastiek?

*Leerlingen zullen zeggen dat het moeilijk is om het gewicht verticaal op te tillen. Het uitgerekte elastiek laat zien hoe veel kracht er nodig is om het gewicht over de verticale afstand te verplaatsen. Omdat het elastiek ver uitgerekt is, is er veel kracht nodig om het gewicht verticaal te verplaatsen.*

3. (a) Trek het gewicht de steile(korte) helling op. Houd het elastiek op precies dezelfde plaats als wanneer je het gewicht verticaal op tilde (STAP 2 boven).
- (b) Meet en noteer de lengte van het elastiek als het gewicht bijna boven is.
- (c) Wat is het verschil met het tillen zonder de helling?
- (d) Wat betekent dit, denk je?

*Leerlingen zullen zien dat het makkelijker is het gewicht op de helling te trekken dan het verticaal te tillen. Daarom is de band minder gerekt als je de helling gebruikt. Leerlingen zullen een aanzienlijk verschil waarnemen in de lengte van het elastiek wanneer de helling wordt gebruikt. Ze zullen zeggen dat het minder kracht kost bij het tillen van het gewicht als je de helling gebruikt. Daarom is het elastiek minder uitgerekt.*

4. (a) Trek hetzelfde gewicht de lange helling op. Meet en noteer wederom de lengte van het elastiek als het gewicht bijna aan de top is.
- (b) Wat is het verschil met het gebruik van de steile helling?
- (c) Wat bewijst dat?

*Leerlingen zullen zien dat het elastiek minder gerekt is bij het gebruik van de lange helling dan bij de steile helling. Dit bewijst dat het minder kracht kost om iets over een lange, geringe helling te verplaatsen, dan over een korte, steile helling. Je moet het echter wel over een langere afstand verplaatsen.*

### Het idee toepassen

- ⊙ Vraag de leerlingen in hun werkschrift andere situaties te beschrijven waar ze een hellend vlak zouden gebruiken en waarom.
- ⊙ Vraag ze, zodra ze klaar zijn met schrijven, hun ideeën te bespreken met de rest van de groep. Moedig de leerlingen aan de factoren te bespreken die mede bepalen hoe steil de helling (graden) zou moeten zijn. Vraag ze om na te denken over situaties waar een korte, steile helling beter is, zoals een glijbaan of een achtbaan en waar een lange, vlakke helling beter is, zoals bij een bergpas of een rolstoelhelling.



**Het idee toepassen (vervolg)**

- ⊙ Vraag de leerlingen de volgende zin af te maken die de kracht beschrijft die nodig is om een voorwerp op een hellend vlak te verplaatsen:
- ⊙ De afgemaakte zin moet in het werkschrift genoteerd worden.

**Hoe steiler de helling...**

*(hoe meer kracht is er nodig om een voorwerp omhoog te verplaatsen.)*

**Het idee uitbreiden**

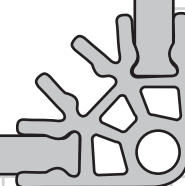
1. (a) Bepaal de hoeveelheid kracht die nodig is om het gewicht op de helling te verplaatsen door het gebruik van een trekveer(unster). Bevestig de unster aan het gewicht en doe de experimenten vanaf stap 2 opnieuw.
  - (b) In dit experiment hadden zowel het gewicht als de helling een glad oppervlak. Bedenk hoe wrijving het werken met hellingen kan beïnvloeden.
  - (c) Zou een ruw voorwerp en een ruw oppervlak meer kracht vereisen om het voorwerp omhoog te brengen dan het eenvoudigweg te tillen?
  - (d) Zou het meer kracht vergen dan het verplaatsen van een ruw voorwerp over een gladde helling?
  - (e) Zouden wielen aan het voorwerp enig effect hebben op de benodigde kracht om het op de helling omhoog te hijsen? Waarom wel of niet?
  - (f) Voer experimenten uit om te bepalen hoe wrijving invloed heeft op het verplaatsen op een helling. Bijvoorbeeld, leg op de helling een badstof laken of kleding. Probeer een voorwerp met wielen de helling op te trekken. Bespreek de bevindingen.
2. Laat de leerlingen het Rendement (Mechanisch Voordeel) berekenen en vergelijken met de steile en de vlakke helling.

Dit kan worden gedaan met de volgende formule:

$$\frac{\text{helling lengte}}{\text{helling hoogte}} = \text{rendement}$$

**CHECKLIST VERSLAG**

- ✓ Afmetingen van lengte en hoogte van de helling met tekeningen.
- ✓ Meten van krachten van het elastiek.
- ✓ Uitleg van de voordelen van steile en minder steile hellingen.
- ✓ Lijst van voorbeelden van hellingen met beschrijving van de werking.







# De splijtende wig

## Voorbeeld van een wig



### DOELSTELLINGEN

#### De leerlingen:

1. Zoeken uit hoe een wig, een speciaal type helling, gebruikt kan worden om zaken uit elkaar te krijgen.
2. Onderzoeken hoe een wig het werk makkelijker maakt door het verminderen van de benodigde hoeveelheid kracht en door het veranderen van de richting van de toegepaste kracht.

### MATERIALEN

#### Elke groep van 2-3 leerlingen heeft nodig:

- K'NEX Education bouwset Wielen, assen en hellende vlakken met instructieboek
- Liniaal
- 4 zware boeken
- Werkschriften

### WERKWIJZE

#### Introductie

- Neem met de leerlingen door hoe een helling het gemakkelijker maakt om een voorwerp van de ene hoogte over te brengen op een andere.
- Moedig ze aan na te denken hoe een mes door een voorwerp snijdt. Demonstreer dat met een stuk kaas of klei. Vraag de leerlingen uit te leggen wat er precies gebeurt tijdens dit proces.
 

*Als het mes door de kaas of klei snijdt splitsen de twee stukken en worden opzij geduwd.*
- Leg uit dat het lemmet van het mes een voorbeeld is van een speciaal type helling, genaamd wig.
- Geef de leerlingen een definitie en een tekening van een wig. (Zie: Sleutelbegrippen en definities.)
- Laat de leerlingen de bibliotheek of internet gebruiken voor verder onderzoek naar de werking van de wig.

#### Bouw Activiteit

- Deel een K'NEX Education Wielen & Assen en Hellingen Bouwset aan iedere groep uit.
- Nodig de leerlingen uit het model van de **SPLIJTENDE WIG** te bouwen. (Pagina 12-13 van de bouw instructie.) We bevelen aan dat de ene leerling de Stappen 1-6, bouwt: het blok, en de andere de stappen 7-11, de wig.
- Geef ze enkele minuten om het model te onderzoeken en te kijken hoe het werkt.
- **Let op:** Uit de bijgevoegde tekening van Stap 1-6 lijkt het dat de 2 sets rode stokken verder weg zijn van de top dan van de bodem. Dit is echter niet het geval- zij lopen parallel aan elkaar. Alleen wanneer de wig wordt ingebracht, gaan de bovenste gedeeltes verder opzij.

**Onderzoek Activiteit: Hoe helpt een wig je bij het werk?**

☉ Neem met de leerlingen door dat wiggen eigenlijk bewegende hellingen zijn. Ze zijn gemaakt om het werk makkelijker te maken door de hoeveelheid kracht te verminderen om een taak te volbrengen. De leerlingen bepalen hoe ze dit doen door het model te gebruiken dat ze hebben gebouwd.

**Stappen:**

1. Kijk naar de wig. Denk erover na waarom het als een bewegende helling wordt beschouwd.

*De wig is gemaakt van twee aflopende hellingen die rug aan rug zijn verbonden.*

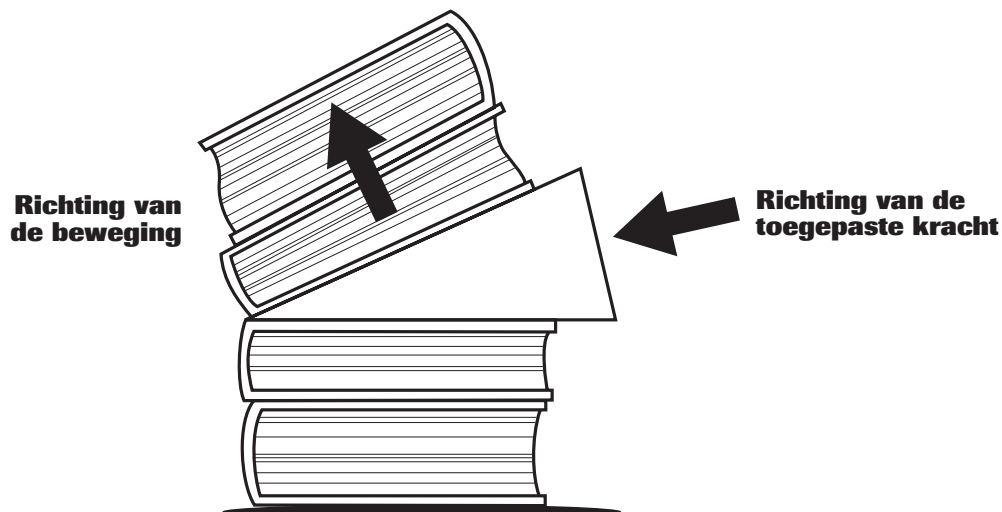
2. (a) Breng de rand van de wig (gebouwd in Stap 7-11 van de bouwactiviteit) tussen de twee zijden van het blok, zodat het ongeveer halverwege naar beneden steekt van het eerste stel blauwe stokken.
  - (b) Meet en noteer de afstand tussen de bovenranden van het blok.
  - (c) Duw de wig verder en meet opnieuw. Wat zie je?

3. Teken een wig en benoem de onderdelen om te laten zien in welke richting de wig en de blokhelften bewegen.

*Leerlingen moeten zien dat, wanneer ze verder naar beneden duwen, de twee kanten van het blok opzij gaan. Dit moet weergegeven worden in hun tekeningen -de wig zorgt ervoor dat de groene verbindingen van het blok een grotere afstand maken dan alleen maar de breedte van de punt van de wig. Hoe meer ze naar beneden duwen, hoe verder de kanten van het blok uit elkaar gaan. De zijden van het blok bewegen in rechte hoeken op de beweging van de wig.*

4. (a) Neem 4 zware boeken en stapel ze op. Til er twee met je vingertoppen op. Wat voel je?
  - (b) Gebruik nu de wig om dezelfde twee boeken op te tillen.
  - (c) Als je de wig inbrengt, naar welke kant bewegen dan de boeken.?
  - (d) Hoe is dit in vergelijking met het optillen met je vingertoppen?
  - (e) Doe het experiment nogmaals, maar nu met alle boeken.
  - (f) Wat merk je dit keer op?

*Leerlingen zullen zien dat het moeilijker is om de boeken met je vingertoppen op te tillen dan met een wig, vooral als ze proberen alle 4 boeken op te tillen. Omdat de wig opzij beweegt, bewegen de boeken verticaal.*





### Het idee toepassen

- Vraag de leerlingen in hun werkboek op te schrijven hoe een wig functioneert als een helling en wat het verschil is met de hellingen die in de vorige activiteit zijn gebruikt.

*Leerlingen zullen zien dat wiggen het makkelijker maken om een voorwerp op te tillen en dit maakt dat ze werken als hellingen. Ze zijn anders omdat ze de richting van de toegepaste kracht veranderen. In plaats van dat een voorwerp de helling op gaat, beweegt de wig onder het voorwerp om het op te tillen. In tegenstelling tot hellingen, beweegt de wig als deze wordt gebruikt.*

- Laat de leerlingen andere machines bedenken die als een wig werken. Vraag om een tekening of om een K'NEX model te bouwen van een machine en uit te leggen hoe deze werkt.

*Andere voorbeelden zijn: een vork, een bijl, een beitel.*



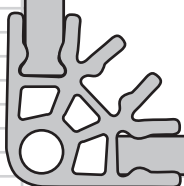
### Het idee uitbreiden

- Door het gebruik van wiggen, kreeg Abraham Lincoln een bijnaam: De railsplitter. Gebruik de bibliotheek of Internet om het leven van Abraham Lincoln na te speuren en uit te vinden hoe hij deze naam kreeg en hoe hij het gebruik van wiggen toepaste. (Bezoek <http://lincoln.lib.niu.edu/> voor informatie over het vroege leven van Abraham Lincoln)

*Toen Lincoln jong was, hielp hij zijn vader het land op te ruimen in een bebost gebied in Indiana, waar hij woonde. Hij gebruikte een bijl, een soort wig, om bomen te hakken. Later in zijn leven werkte hij voor anderen om haardhout te hakken voor verwarming of koken, blokken te maken voor huizen en blokken te splitten voor schuttingen en schuren. Zo kreeg hij de bijnaam : Railsplitter, toen hij in 1860 de politiek in ging. Het herinnerde kiezers aan zijn achtergrond en het hielp hen zich met hem verbonden te weten.*

- Vraag de leerlingen het rendement/(Mechanisch Voordeel) te berekenen van de K'NEX wig. Dit kan berekend worden met de volgende formule:

$$\frac{\text{Lengte van de helling} \times 2}{\text{Dikte van het einde waar je op slaat}} = \text{rendement}$$



## CHECKLIST VERSLAG

- ✓ Tekening en definitie van een wig.
- ✓ Gemeten afstand.
- ✓ Tekening van de richting die het werk oplevert, met aantekeningen over afstand en richting.
- ✓ Uitleg over hoe een wig werkt als een helling en hoe deze verschilt van de hellingen die ze gebruikt hebben.
- ✓ Lijst van alledaagse wiggen, met tekeningen.



# De Handboor

## Voorbeeld van een schroef



### DOELSTELLINGEN

#### De leerlingen

1. Bestuderen kenmerken en werking van de schroef.
2. Onderkennen dat schroeven een vorm van hellende vlakken zijn.
3. Onderzoeken hoe een schroef het werk makkelijker maakt omdat er minder kracht nodig is, maar wel een langere weg nodig heeft dan wanneer deze eenvoudige machine niet gebruikt was.
4. Demonstreren dat een boor net zo werkt als een schroef.
5. Beschrijven hoe een boor werkt.

### MATERIALEN

#### Elke groep van 2-3 leerlingen heeft nodig:

- Verschillende schroeven en/of een boor
- Een vel papier
- Scharen
- K'NEX Education bouwset Wielen, Assen en Hellende Vlakken met instructieboek
- Beker met doorsnede van ongeveer 9 cm
- 3-5 tafeltennisballetjes
- Liniaal
- Werkschriften

#### De leerkracht heeft nodig:

Voorbeelden van schroeven en andere toepassingen van schroefdraad. (lamp, bijv.)

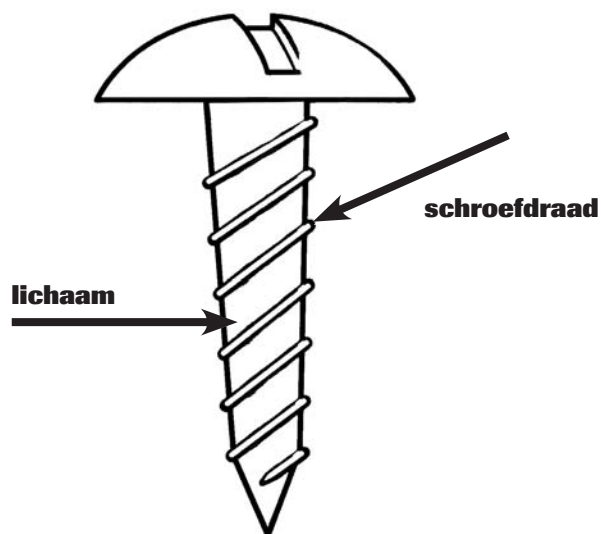
### WERKWIJZE

#### Introductie

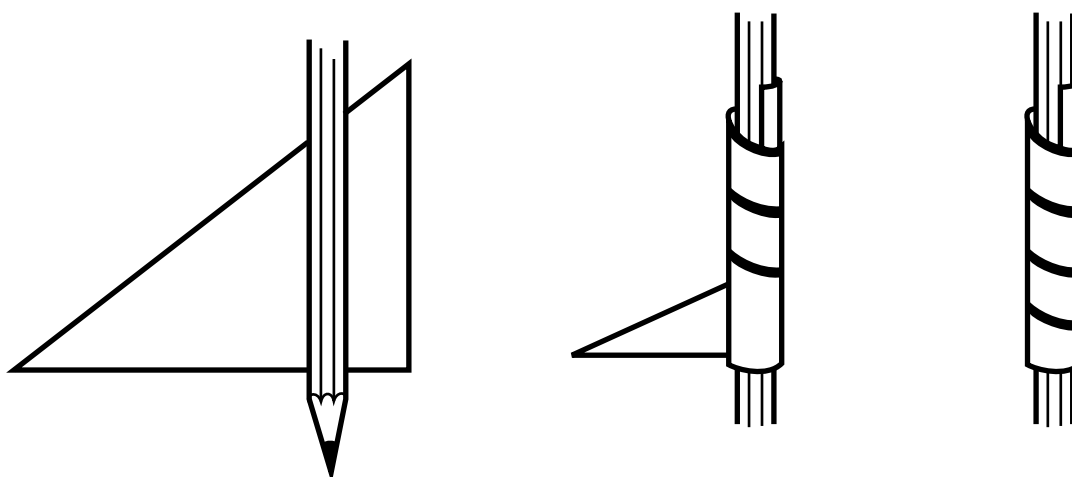
- ⦿ Vraag welke leerling wel eens een wenteltrap beklommen heeft of van een spiraalvormige waterglijbaan gegleden is. Vraag ze ook wat langer zou duren, gelijk in het water springen of met de glijbaan. Duidelijk moet worden dat ze door de spiraalvorm van glijbaan langer onderweg zijn. De spiraal maakt een rustiger afdaling mogelijk, maar de verticale afstand is precies hetzelfde.
- ⦿ Leg uit dat de wenteltrap en de spiraalvormige glijbaan op dezelfde manier werken als een andere versie van het hellende vlak.

#### Onderzoek Activiteit: Hoe werkt een schroef als een hellend vlak?

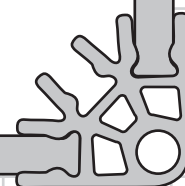
- ⦿ Geef elke groep een grote schroef. Help ze de onderdelen te bekijken: de kop en het schroefgedeelte (lichaam). Vraag ze waarom een schroef een soort van hellend vlak is. Leg uit dat een schroef een spiraalvormig hellend vlak is dat om een cilinder (lichaam) gedraaid is. De kern van de schroef is de cilinder in het midden. De schroefdraad is het hellend vlak dat er omheen gedraaid is. Teken een schroef op het bord en bespreek de onderdelen.



- ⊙ Leg de leerlingen uit dat ze gemakkelijk kunnen demonstreren dat een schroef een hellend vlak is.
- ⊙ Geef de leerlingen een A4 blaadje. Laat ze dat diagonaal vouwen en doorknippen. Ze hebben nu een driehoek met een rechte hoek gemaakt.
- ⊙ Trek dan een dikke lijn langs de schuine kant. Vraag ze wat de schuine kant voorstelt. Ze moeten snappen dat dit het hellend vlak(helling) is. Wijs ze op het verschil in lengte van de helling en de andere zijanten.
- ⊙ Wikkel de papieren driehoek om een potlood. (Doe dit eerst voor.)
- ⊙ Laat de leerlingen naar de gekleurde lijn kijken. Ze moeten zien dat de spiraalvorm op een schroef lijkt.



- ⊙ Laat op internet naar verdere informatie over schroeven zoeken.





### Bouw Activiteit

- Geef iedere groep een set K'NEX Education Wielen, Assen en Hellende Vlakken.
- Laat elke groep de HANDBOOR maken (pag. 14-15 instructieboekje). Leerling 1 stap 1-3 en leerling 2, stap 4-6. Daarna de onderdelen samenvoegen.
- Laat ze het model een paar minuten onderzoeken.

**Let op:** *Wijs er op dat de grijze onderdelen bovenaan de centrale as door het gat in het midden van het witte wiel gaan.*

### Onderzoek Activiteit: Hoe werkt een handboor als een schroef?

- Vraag de klas op welke eenvoudige machine de boor lijkt?

*De leerlingen moeten onderkennen dat het een schroef is en daardoor een hellend vlak.*

- Herhaal met de klas dat het gebruik van een schroef het werk makkelijker maakt omdat je minder kracht hoeft te zetten, maar je moet wel langer draaien.
- Leg uit dat ze hun model van een handboor gaan gebruiken om duidelijk te maken hoe een schroef het werk makkelijker maakt.

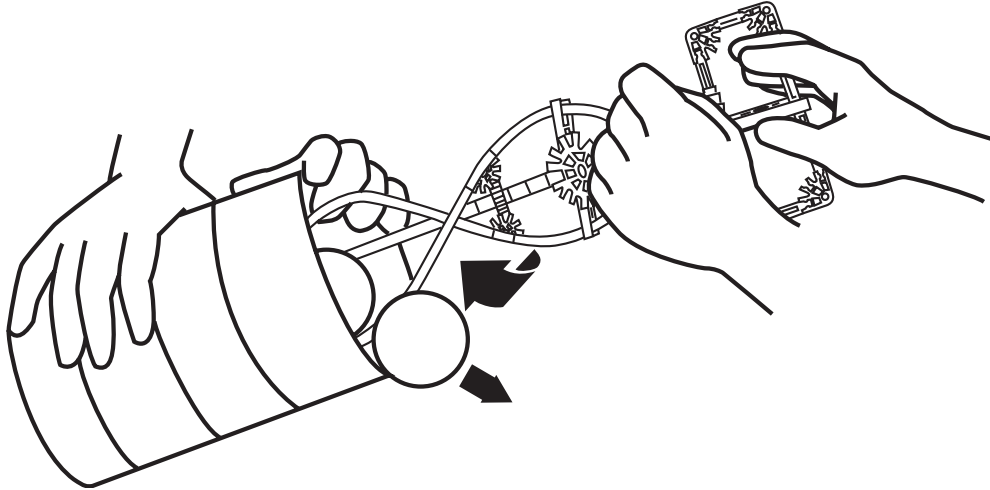
### Stappen

1. Houd de boor rechtop en volg met je vingers de gele, buigzame schroefdraad. Wat voor figuur maken je vingers.
2. (a) Haal een van de buigzame onderdelen van de boor, leg het recht en meet de lengte.  
(b) Schrijf de lengte op en doe het onderdeel weer terug.
3. (a) Meet en noteer de lengte van het boorgedeelte.  
(b) Wat merk je hierbij op?  
(c) Je weet nu van hellende vlakken. Waarom zou een schroef op deze manier ontworpen zijn?
4. De afstand tussen de draden van een schroef heet SPOED. Een schroef met een kleine spoed is makkelijker te draaien dan een schroef met een grote spoed. Hoe groter de spoed, hoe steiler de helling. Net als het beklimmen van een steile helling vraagt dit meer inspanning. Meet en noteer de spoed van je boor. Houd de liniaal langs je boor en meet van de ene rand tot de andere.

*De leerlingen moeten opmerken dat de schroefdraad een opwaartse helling is, zoals een hellend vlak. Het enige verschil is dat dit vlak in een spiraal rond een kern loopt. De lengte van de spiraal is langer dan die van het lichaam. Net als bij andere hellende vlakken moet je bij de schroef een langere weg afleggen, maar hoeft je minder kracht te zetten.*

5. (a) Doe de tafeltennisballen in de beker en houd deze op zijn kant. Gebruik je handboor om te “boren” in de open kant van de beker. Kijk wat er met de ballen gebeurt.
- (b) Waarom gebeurt dit?
- (c) Wat zou er met hout gebeuren als je daar met een echte boor in zou boren?
- (d) Noteer je ideeën in je werkschrift.

*De leerlingen moeten opmerken dat de ballen langs de schroefdraad opgeduwd worden uit de beker. Hetzelfde gebeurt er als je een gat in hout boort. Het eind van de boor werkt als een wig bij het maken van een begin. Alle schroefdraden van de boor snijden in het hout en duwen de losse deeltjes langs de helling omhoog.*



## Het idee toepassen

- Laat de leerlingen verschillende schroeven onderzoeken en noteren hoe de spoed verschilt.
- Laat ook opschrijven welke spoed bij welke soort schroef hoort. Ze moeten daarbij denken aan het gemak waarmee ze gedraaid moeten worden en de afstand die bij iedere draai afgelegd wordt.
- Stimuleer de leerlingen om nog een handboor te maken met een andere spoed. Vraag ze voor welk materiaal ze deze zouden willen gebruiken.

*De leerlingen kunnen daarbij bedenken dat schroeven met een kleine spoed gebruikt worden voor harde materialen. Schroeven met een grotere spoed leggen een grotere weg af en worden gebruikt voor diepe gaten.*

## Het idee uitbreiden

1. Meer dan 2000 jaar geleden gebruikten de mensen een eenvoudige machine om water te vervoeren van de rivier naar hun groentetuin, hun bad en om te drinken. Ze gebruikten deze machine zelfs om het water uit hun schepen te lozen. De Griekse wetenschapper en wiskundige Archimedes was de uitvinder van deze eenvoudige machine en zo komt deze aan de naam Schroef van Archimedes.







- ⊗ Zoek in de bibliotheek en op internet informatie over bouw en werking van de Schroef van Archimedes. Bespreek hoe deze 2000 jaar geleden gebruikt werden en hoe dat tegenwoordig gaat. [www.encyclopedoe.nl](http://www.encyclopedoe.nl) trefwoord: Archimedes o.a.



bron: American Museum of Natural History

*De Schroef van Archimedes bestaat uit een schroef aan de binnenkant van een buis. Aan het eind van de schroef zit een hendel. Water is zwaar en moeilijk te tillen en vervoeren in grote hoeveelheden. De onderkant van de schroef zit in het water. Als je de hendel aan de bovenkant draait stroomt er aan de onderkant water in de schroef. Het water gaat dan met een spiraal omhoog tot het eind van de schroef. Daar stroomt het er dan uit.*

*Op deze manier werden vroeger alle polders drooggemalen. Windmolens lieten de schroeven draaien en pompten zo het water naar een hoger gelegen sloot. Soms wel drie achter elkaar. Een molengang heet dat.*

[www.encyclopedoe.nl](http://www.encyclopedoe.nl) trefwoord: molens

2. Laat de leerlingen het rendement (mechanisch voordeel) van de schroef of boor uitrekenen met de formule:

$$\frac{\text{Lengte helling(spiraal)}}{\text{Hoogte helling}} = \text{Rendement}$$

### Bouw Activiteit

“Stel je voor dat je de eigenaar bent van een bowlingballen-fabriek. Je hebt een machine nodig die de ballen van de lopende band kan halen en in dozen kan doen. De ballen moet van beneden naar boven getransporteerd worden en daar in een doos gedaan. Je moet ook bedenken hoe je de dozen naar de vrachtwagens beneden krijgt.

Maak met K'NEX een model van de machine(s) die de fabriek nodig heeft voor deze taken. Gebruik hiervoor minstens TWEE van de drie soorten hellende vlakken- hellend vlak, wig en schroef. Leg uit hoe je machine werkt en hoe je de hellende vlakken hebt toegepast.”

### CHECKLIST VERSLAG

- ✓ Tekening met namen van onderdelen.
- ✓ Vergelijking van de boor met een hellend vlak.
- ✓ Vergelijking van de ballen die uit de beker komen met de stukjes hout of metaal die uit een echt boorgat komen.
- ✓ Lijst van schroeven en boren met een verschillende spoed en waarvoor ze gebruikt worden.

