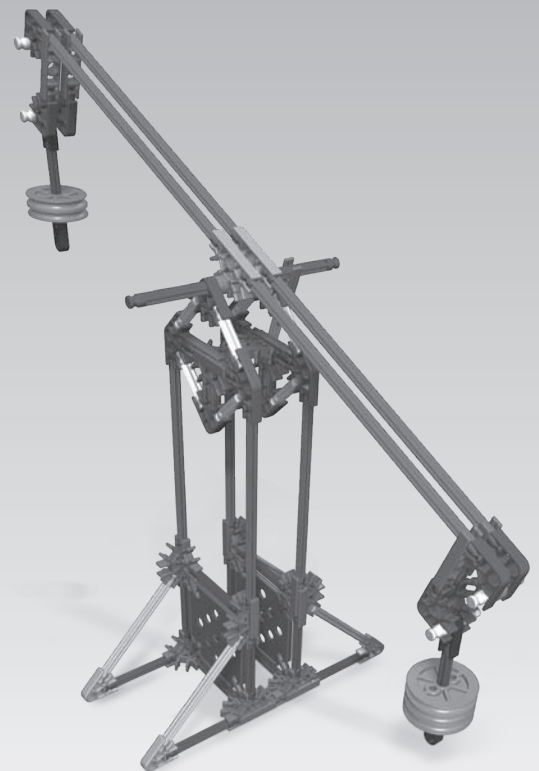
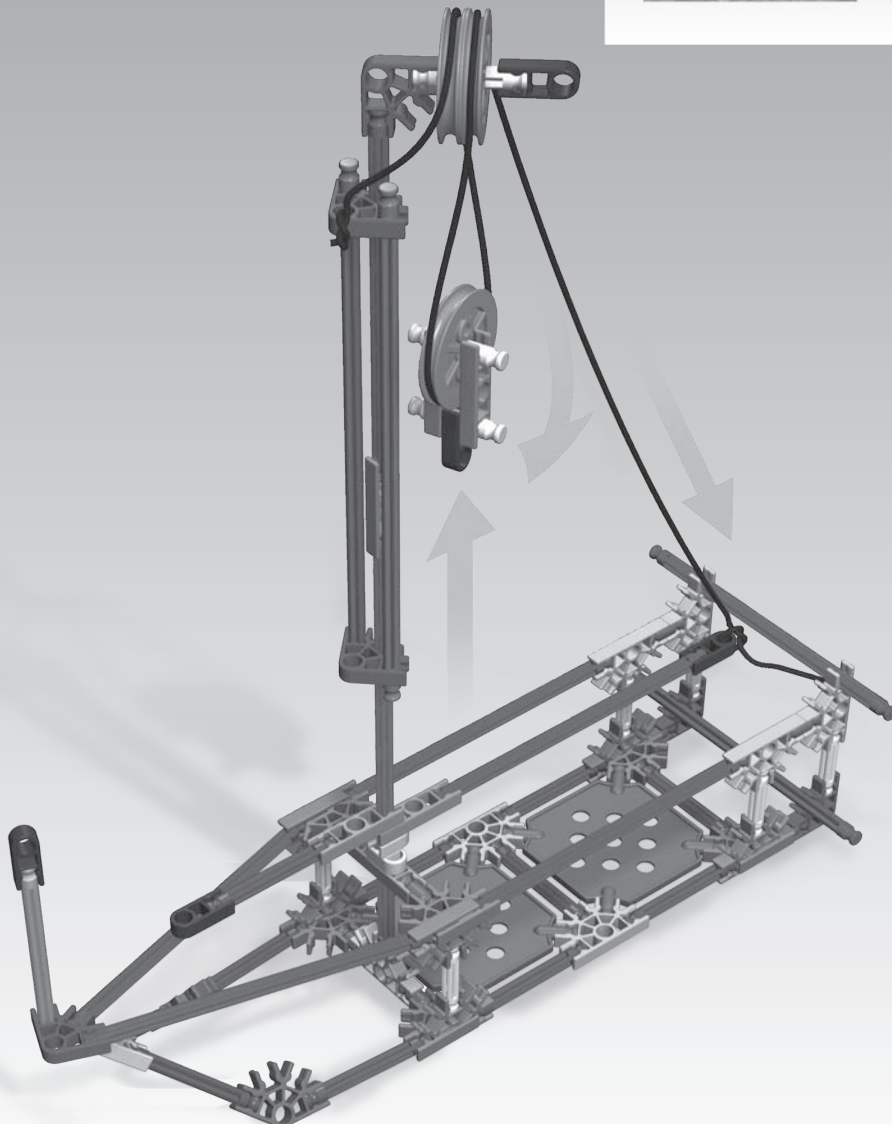
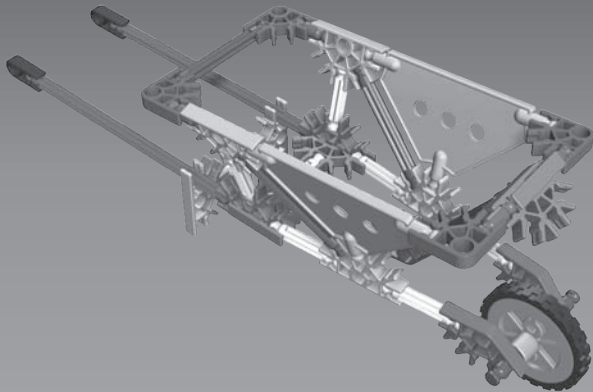


HANDLEIDING LEERKRACHT

HEFBOMEN EN KATROLLEN

ENKELVOUDIGE MACHINES



HEFBOMEN EN KATROLLEN

Handleiding Leerkracht

96562-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
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.

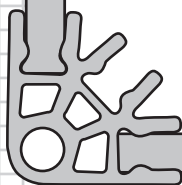
Een opmerking over veiligheid

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. Ieder 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: Hefbomen en Katrollen. 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 Education Intro van Enkelvoudige machines: Hefbomen en Katrollen

Als onderdeel van een serie is deze K'NEX 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

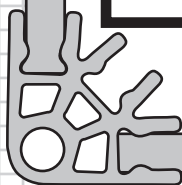
Omdat de handleiding dient als bronnenboek biedt deze een schat aan sleutelwoorden en definities, bevat deze een overzicht van begrippen die te maken hebben met wielen, assen en hellende vlakken, formuleert doelstellingen bij elke eenheid voor de leerling en geeft een beschrijving en bouwtekening voor 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.

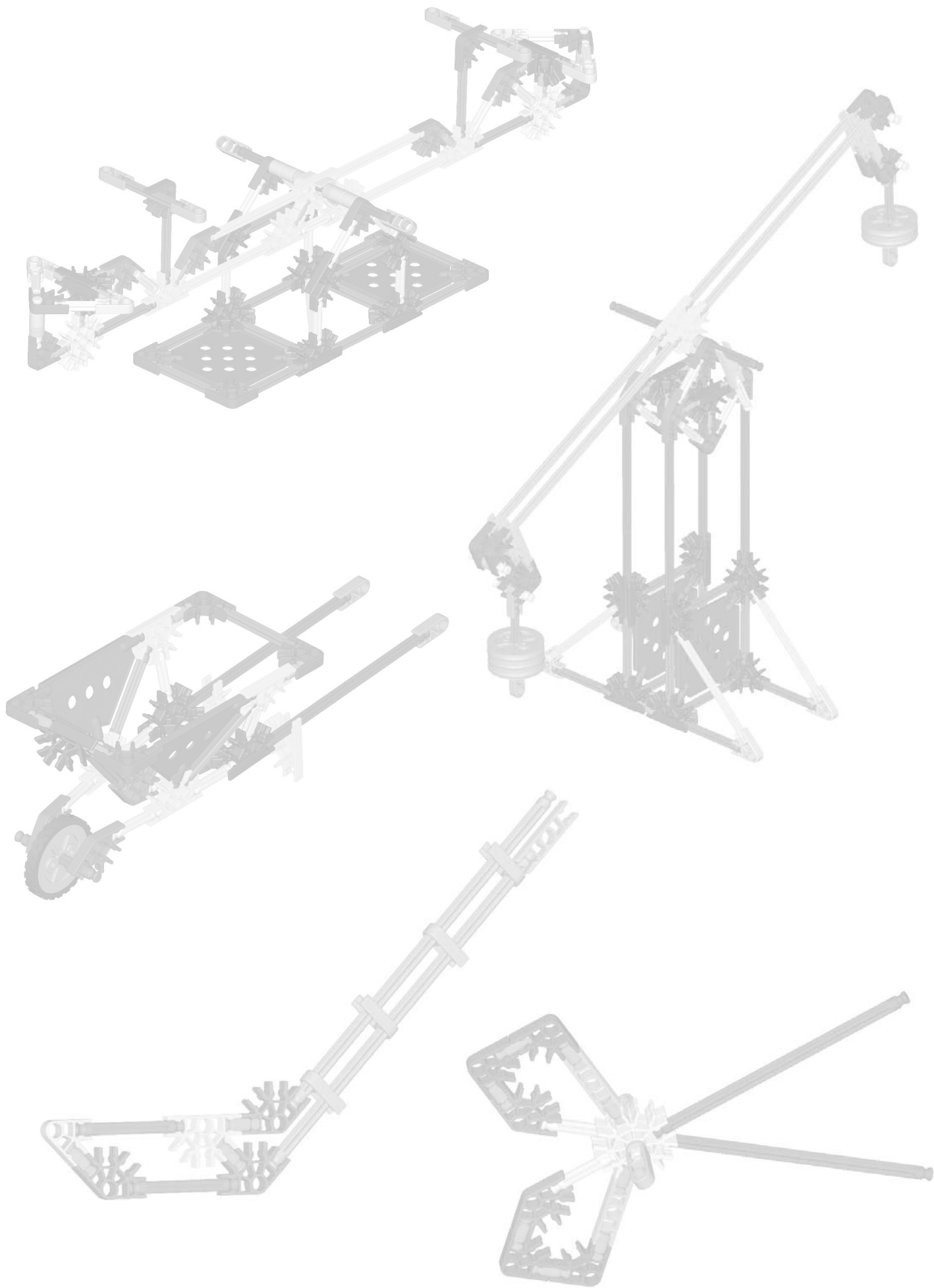
Verslag leerlingen

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

| | |
|-----------------------------------|--------------|
| Hefbomen | 3-38 |
| Doelen..... | 3 |
| Sleutelwoorden en definities..... | 3-4 |
| Sleutelbegrippen..... | 4-11 |
| De wip..... | 13-20 |
| De balans..... | 21-25 |
| De kruiwagen..... | 27-30 |
| Hockey Stick..... | 31-34 |
| Scharens..... | 35-38 |
| Katrollen | 39-60 |
| Doelen..... | 39 |
| Sleutelwoorden en definities..... | 39-40 |
| Sleutelbegrippen..... | 40-42 |
| Vlaggenstok..... | 43-47 |
| Zeilboot..... | 49-53 |
| Hijsblok..... | 54-60 |







Hefbomen

Achtergrondinformatie



DOELSTELLINGEN

De leerlingen:

1. Beschrijven de kenmerken van hefbomen.
2. Begrijpen de werking van hefbomen.
3. Onderzoeken de relatie tussen kracht, weg, richting en arbeid(werk).
4. Begrijpen de verschillen tussen de drie soorten hefbomen.
5. Maken voorbeelden van de verschillende soorten en demonstreren hoe ze werken.
6. Analyseren voorwerpen/gereedschappen op hefboomwerking.

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. Deze termen dienen als hulpmiddel om tot een beter nauwkeurig omschreven begrip te komen en niet als een lijst uit het hoofd te leren definities.

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.

Hefboom:

Een stijve staaf of balk(ook wel arm genoemd) die draait om een vast (steun)punt om arbeid te verrichten.

Steunpunt:

Een vast punt waarop een arm van een hefboom steunt of omheen draait. Kan op ieder punt van de hefboom voorkomen.

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.

Kracht:

Elke vorm van duwen of trekken aan een voorwerp.

Inspanning:

De kracht(macht) die is gebruikt om een onderdeel van een eenvoudige(enkel) machine te bewegen (dat wil zeggen, de kracht die wordt toegepast om arbeid te verrichten). Deze kracht wordt de *inspanning of macht* genoemd.

Machtsarm:

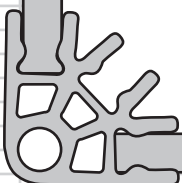
De afstand op de hefboom tussen het steunpunt en de plaats waar de kracht wordt uitgeoefend.

Weerstand:

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

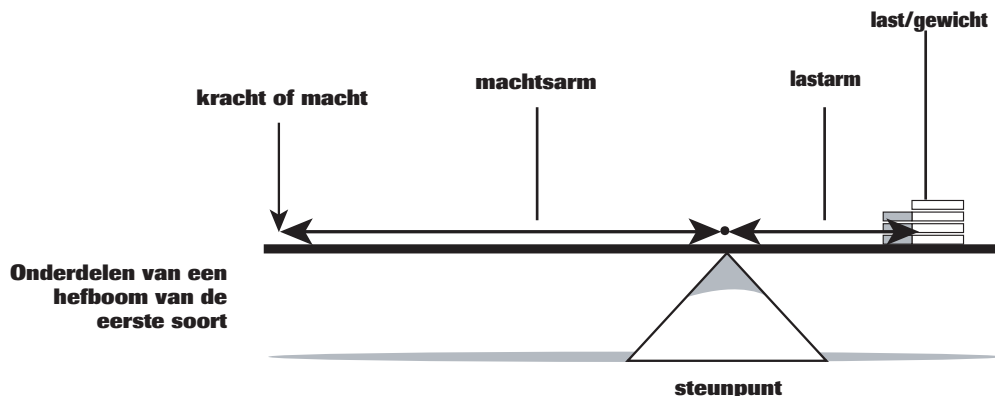
Lastarm:

De afstand op de hefboom tussen het steunpunt en de plaats waar de weerstand(last) optreedt.



Last:

Het voorwerp (of gewicht) dat verplaatst wordt met een hefboom. De last veroorzaakt een kracht (weerstand) tegen de hefboom. Bijvoorbeeld het gewicht van een zwaar voorwerp dat verplaatst moet worden of een stuk papier dat weerstand biedt aan het knippen van de schaar.

**Wrijving:**

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

Rendement:

De verhouding die aangeeft hoeveel keer de eenvoudige machine de kracht van de inspanning vergroot. Voor een hefboom bereken je deze met de volgende formule:

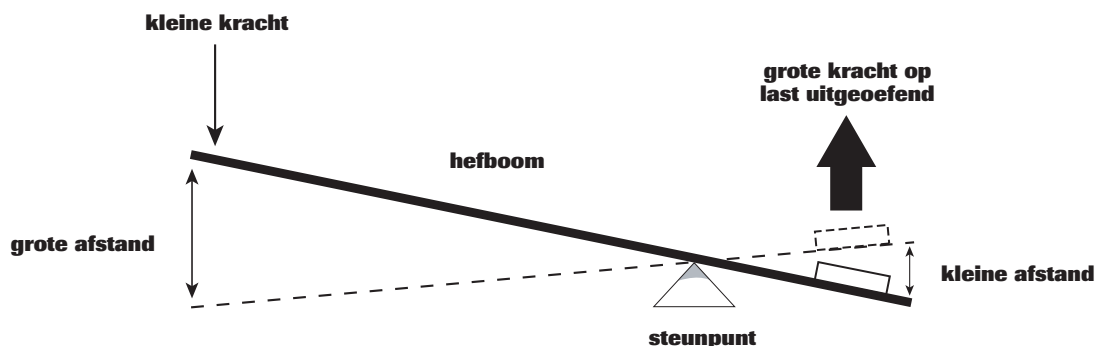
$$\frac{\text{Lengte machtsarm (MA)}}{\text{Lengte lastarm (LA)}} = \text{Rendement}$$

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

SLEUTEL BEGRIPPEN

De volgende samenvatting bevat een aantal sleutelbegrippen met betrekking tot hefbomen en dient als bron voor de leerkracht. Dit kan nuttig zijn als u de voorbereidingen treft voor lessen met de K'NEX Education-set Intro tot Eenvoudige Machines, Hefbomen en Katrollen.

- ⊙ Een hefboom draait of steunt op een vast punt.
- ⊙ Bij een hefboom wordt kracht uitgeoefend op de machtsarm in de vorm van trekken of duwen. De hefboom zet deze kracht dan om voor het overwinnen van wrijving of het verplaatsen van een last.
- ⊙ Een hefboom maakt het werk op de volgende manieren makkelijker.
 - ⊙ **Vergroten van de gebruikte kracht**
 - Dit gebeurt als de machtsarm van de hefboom langer is dan de lastarm. Een kleine inspanning, toegepast over een grote afstand, wordt door de machine (hefboom) vergroot om een last over een kleine afstand te verplaatsen. Weg (afstand) wordt omgezet in kracht





- Hoe langer de hefboom, hoe groter de kracht.
- Voorbeelden:
 - Openen van een fles met een kroonkurk.
 - Het uittrekken van een spijker met een klauwhamer.
 - Het verplaatsen van zand met een kruiwagen.



Veranderen van de richting van een kracht

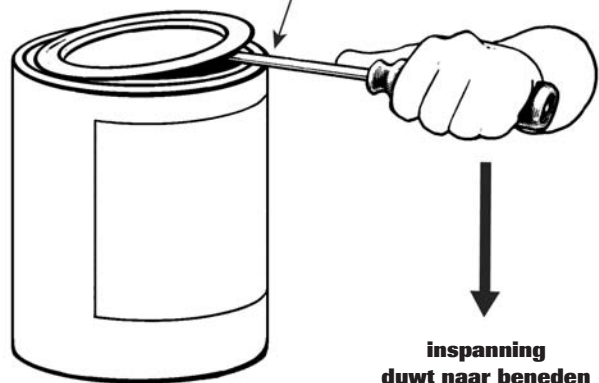
- Als het draaipunt tussen de machtsarm en de lastarm zit is de kracht in tegengestelde richting.
- Voorbeelden:
 - Als je een kant van een wip omlaag duwt gaat de andere kant omhoog en kan een kind gemakkelijk een ander kind optillen.

lastarm zit (hefboom van de eerste soort)



**Last/weerstand
Omhoog geduwd**

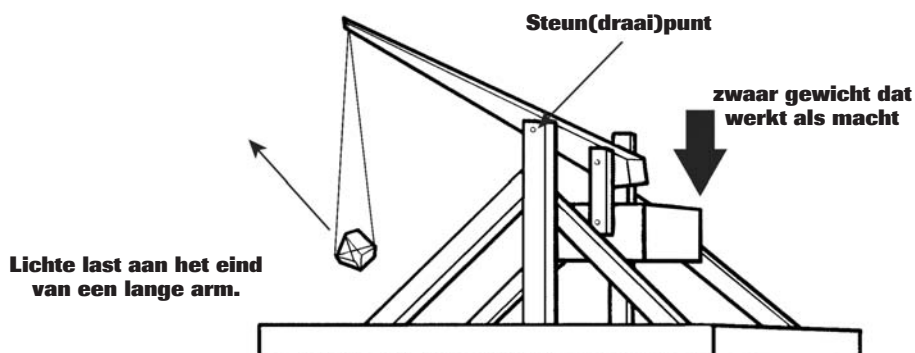
steunpunt



- Een hefboom naar beneden duwen om een verblik open te maken. Het is makkelijker om naar beneden te duwen dan het deksel omhoog te trekken.

**inspanning
duwt naar beneden**

- Vergroten van de weg en dus snelheid waarmee het werk gedaan wordt.** Dit vereist een hefboom van de eerste of derde soort met een lange lastarm en een korte machtsarm. Zoals bijvoorbeeld een middeleeuwse Blijde of trebuchet, die gebruikt werden om grote stukken steen tegen kasteelmuren te gooien.



De blijde was een reusachtige hefboom van de eerste soort waarbij het steunpunt dicht bij de machtsarm zat. Een sterke kracht werd naar beneden uitgeoefend waardoor de lange arm minstens 20 m. snel verplaatst werd. Door deze beweging werd een lichtere last met een grote snelheid over een flinke afstand gelanceerd. Blijdes veroorzaakten enorme schade omdat ze grote stenen met een snelheid van meer dan 150 km/uur tegen kasteelmuren konden gooien.

De riemen van een roeiboot (1^e soort) een werphengel (3^e soort) en een hockeystick (3^e soort) werken met hetzelfde principe.

Zie ook:

www.flying-pig.co.uk/Pages/lever2.htm

www.encyclopedoe.nl zoekwoord: blijde

- Het principe van hefboomen** behelst een relatie tussen inspanning(kracht), weerstand en afstand tot het steunpunt. Dit principe betekent dat een hefboom in een staat van evenwicht is als:

Macht x weg (afstand tot steunpunt) = weerstand(last) x afstand tot steunpunt

of

machtsarm x Macht = lastarm x Last

of

M x m = L x l

m = lengte van machtsarm

l = lengte van last arm

M = macht(kracht)

L = last of weerstand

Met deze formule kun je ook berekenen wanneer er een staat van evenwicht zal optreden. Bijvoorbeeld:

- Bij de hefboom van de 1^e soort hieronder(fig.1) zijn de kracht en de last even ver van het draaipunt. Als je de last zwaarder maakt moet je meer kracht uitoefenen om evenwicht te krijgen.

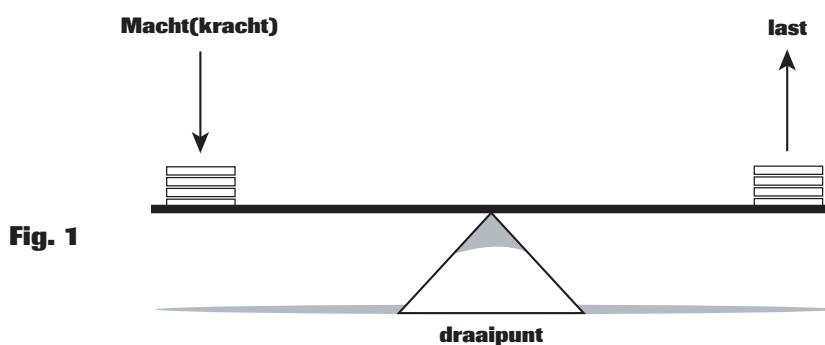


Fig. 1



- ⊗ Bij de hefboom van de 1e soort hieronder (fig. 2) is de macht twee keer zover van het draaipunt als de last. Het optillen van de last vereist een kracht die maar de helft is van het gewicht van de last. Op dezelfde manier geldt dit voor een kracht die drie keer zo ver weg is van het draaipunt. Nu is slechts een derde van de kracht nodig.

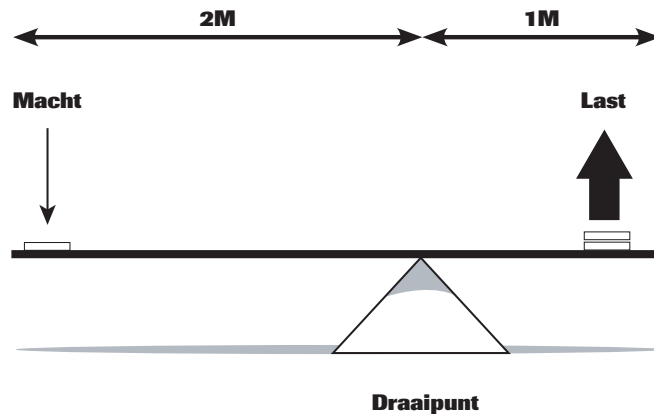


Fig. 2

⊗ Er zijn soorten hefbomen: 1°, 2° en 3° soort.

Ze hebben allemaal een stijve arm, draaipunt, macht(kracht) en last(weerstand). Het verschil zit in de andere plaatsing van draaipunt, macht en last.

⊗ Hefboom van de 1° soort

Kenmerken:

- (a) Het draaipunt zit altijd tussen macht en last.

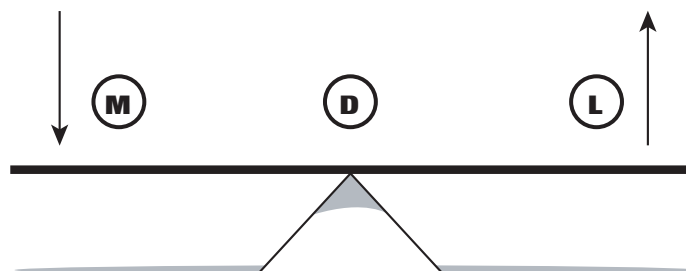


Fig. 3

- (b) Dit soort hefbomen verandert altijd de richting van de macht, zodat macht en last altijd in tegenovergestelde richting bewegen. Een duw naar beneden aan de ene kant geeft een opwaartse beweging aan de andere kant. (Fig. 3)
- (c) Afhankelijk van de afstand tot het draaipunt, de macht of de last, vergroten hefbomen van de 1e soort de macht(kracht) of vergroten de afstand waarover de last wordt verplaatst.

Generally:

- **Hoe langer de machtsarm, hoe minder kracht er gezet moet worden om de last te verplaatsen.**

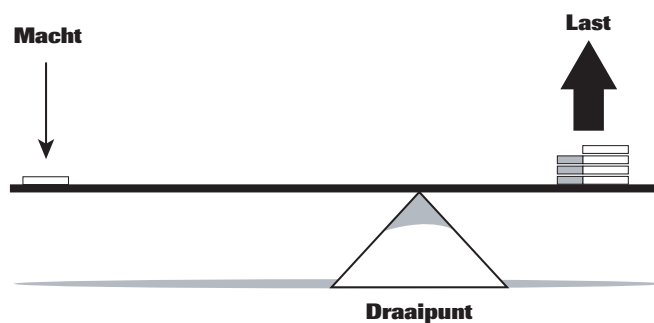
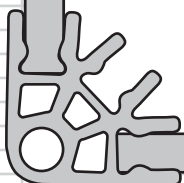
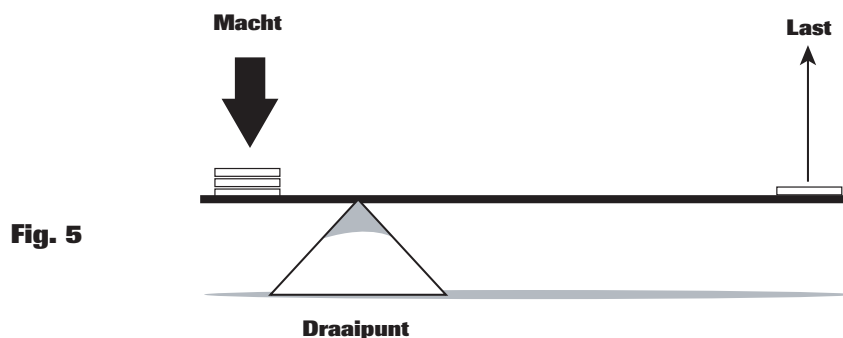


Fig. 4



- Hoe langer de lastarm, hoe meer kracht er nodig is voor het verplaatsen van de last, maar het beweegt sneller of verder. (De Blijde is hiervan een voorbeeld.)

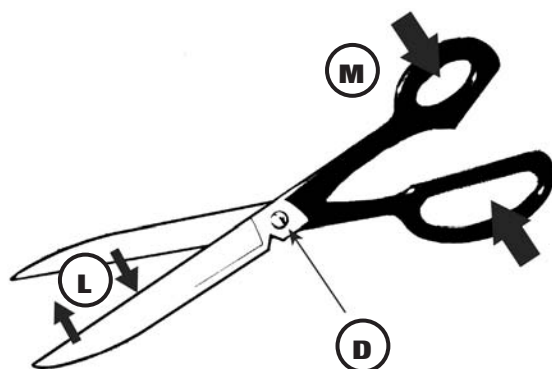


Voorbeelden van hefboomen 1° soort:

Wip, koevoet, de klauw van een klauwhamer, riemen van een roeiboot, schaar (twee verbonden hefboomen van de 1° soort).



Een koevoet is een hefboom van de 1° soort.



Een schaar is een voorbeeld van twee verbonden hefboomen van de 1° soort.

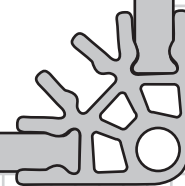
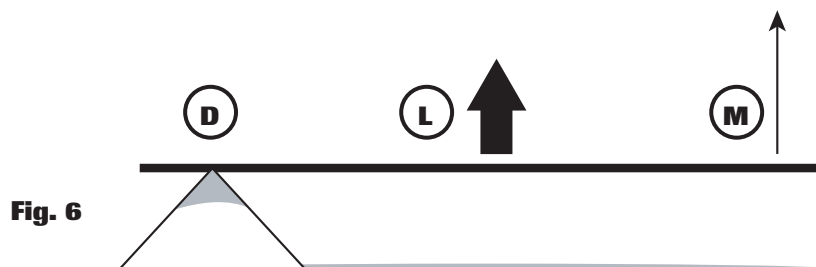
Het naar elkaar bewegen van de ogen is de macht, het scharnier is het draaipunt en de weerstand van het papier of stof is de last.

Het knipt het makkelijkst dicht bij het draaipunt. De pijlen geven de richtingen weer van de krachten.

● Hefbomen van de 2e soort

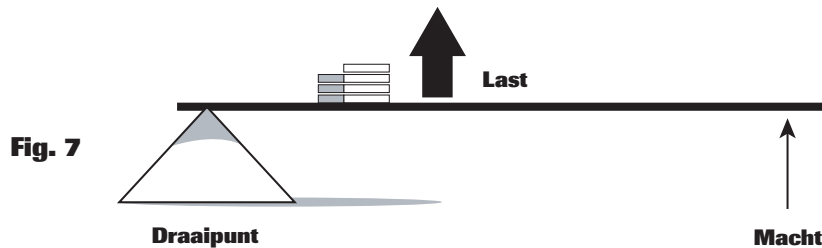
Kenmerken

1. De last zit tussen het draaipunt en de macht.



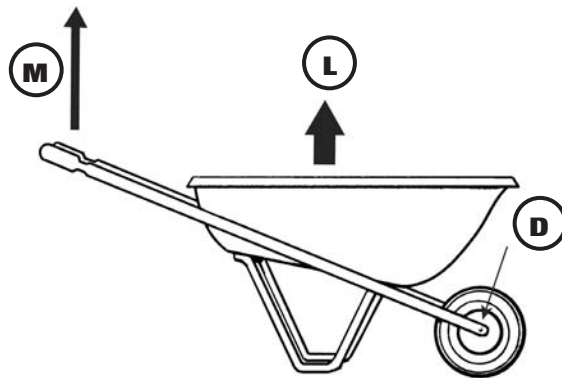


2. De last en macht ebwegen in dezelfde richting- til de hefboom op en de last gaat ook omhoog. (Fig. 6)
3. Hefbomen van de 2^e soort vergroten de kracht en maken het werk makkelijker omdat de last altijd dichterbij het draaipunt zit dan de macht. **Dit houdt is dat de machtsarm altijd langer is dan de lastarm. Hoe langer de arm, hoe meer kracht.** Met een hefboom 2^e soort kun je een zware last verplaatsen met weinig inspanning.

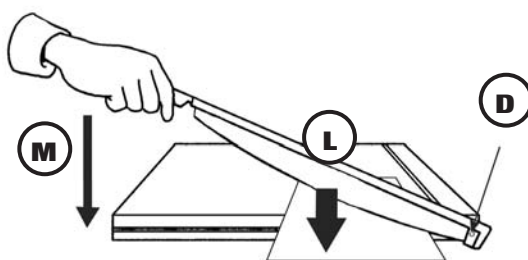
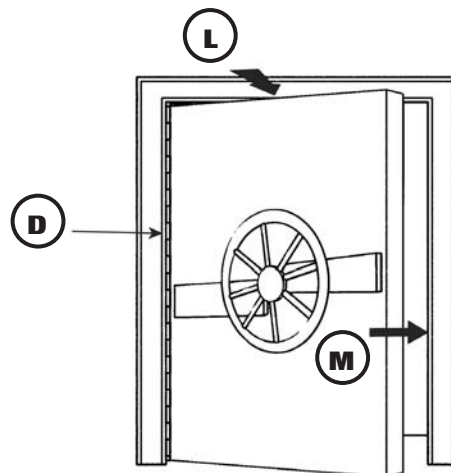


Voorbeelden van hefboomen van de 2e soort:

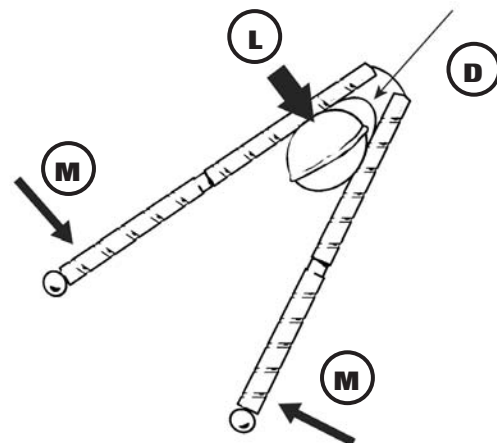
Kruiwagen, papiersnijder, deur met scharnieren, notenkraker (2 hefboomen).



De kruiwagen is een hefboom van de 2e soort. Het wiel is het draaipunt en de macht zit bij de handvaten. De last zit in de bak, tussen het draaipunt en de macht. (Fig.7)



De notenkraker bestaat uit twee hefboomen 2^e soort. De macht komt door het samenknijpen van de hefboomen; de last is de weerstand van de notendop en het scharnier is het draaipunt.



Hefbomen van de 3e soort

Kenmerken:

- (a) (a) De macht zit tussen draaipunt en last.

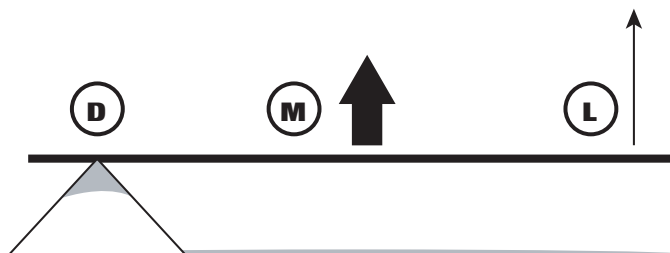


Fig. 8

- (b) Macht en last werken in dezelfde richting (Fig. 8). Voorbeeld: als je een honkbalknuppel, tennisracket of golfstick voorwaarts beweegt om de bal te slaan gaat de bal dezelfde kant op.
- (c) Hefbomen van de 3e soort vergroten snelheid en afstand door de toegevoegde kracht. Dicht bij het draaipunt moet veel kracht gezet worden om de machtsarm een klein stukje te draaien. Het eind van de machtsarm legt daarentegen een grote afstand af met een grote snelheid met minder inspanning. In Fig. 9 is de afstand van de last tot het draaipunt twee maal zo groot als de macht. De last beweegt twee maal zo ver in dezelfde tijd als de macht maar vergt ook twee maal zoveel kracht als zonder de hefboom.

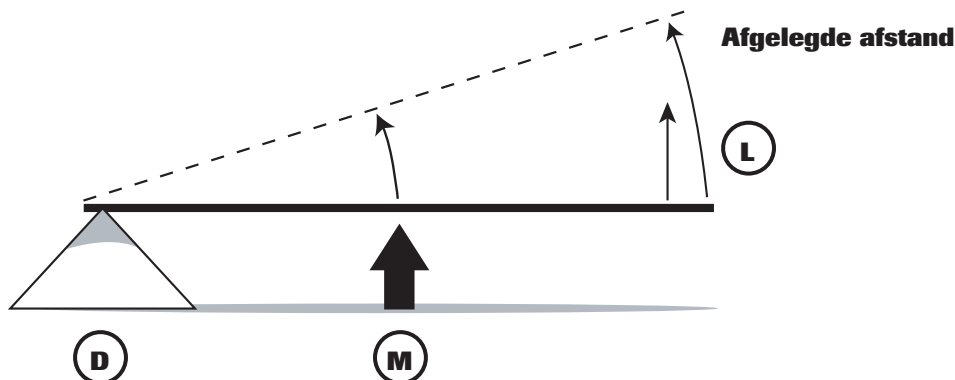


Fig. 9

Het ophijsen van een vis met een werphengel vergt meer kracht dan gewoon aan een draad optillen. Maar met de hengel gaat het sneller. Een kleine handbeweging zorgt voor een grote beweging van de top van de hengel (en de vis) in dezelfde tijd. Daarom ligt de vis snel op de kant. (Fig. 10)

(**Noot:** dit betekent ook dat het aas met een kleine polsbeweging ver in zee gegooid kan worden.)

Hoe dichtter de macht bij het draaipunt zit, hoe sneller de beweging.

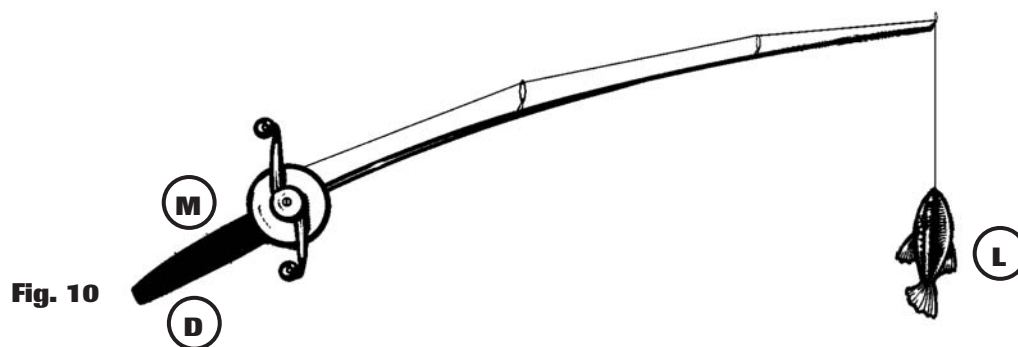


Fig. 10

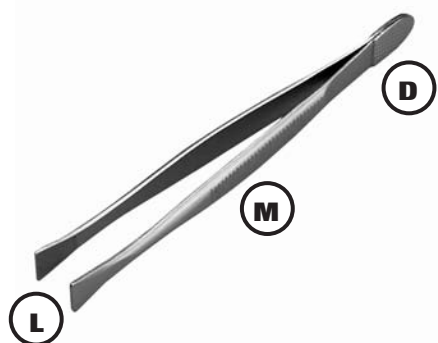
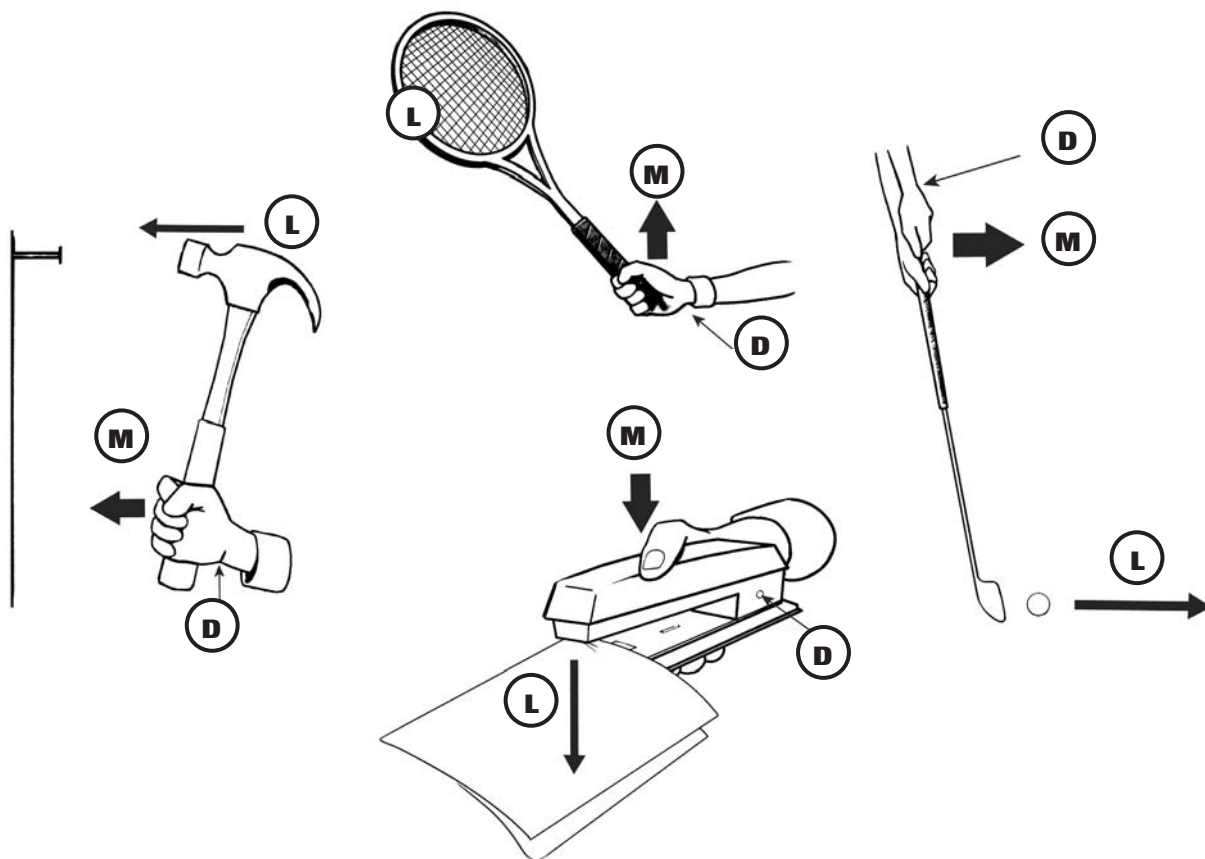


Voorbeelden van hefboomen van de 3^e soort:

Nietmachine (die in de hand gehouden wordt), slaan van een hamer op een spijker, werphengel, tennisracket, honkbalknuppel, golfclub.

Pincetten en ijstangen zijn voorbeelden van gecombineerde hefboomen.

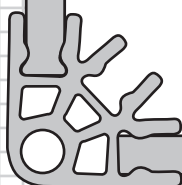
(* Als er op een nietmachine op een harde ondergrond gedruwd wordt is het een hefboom van de 2^e soort.)

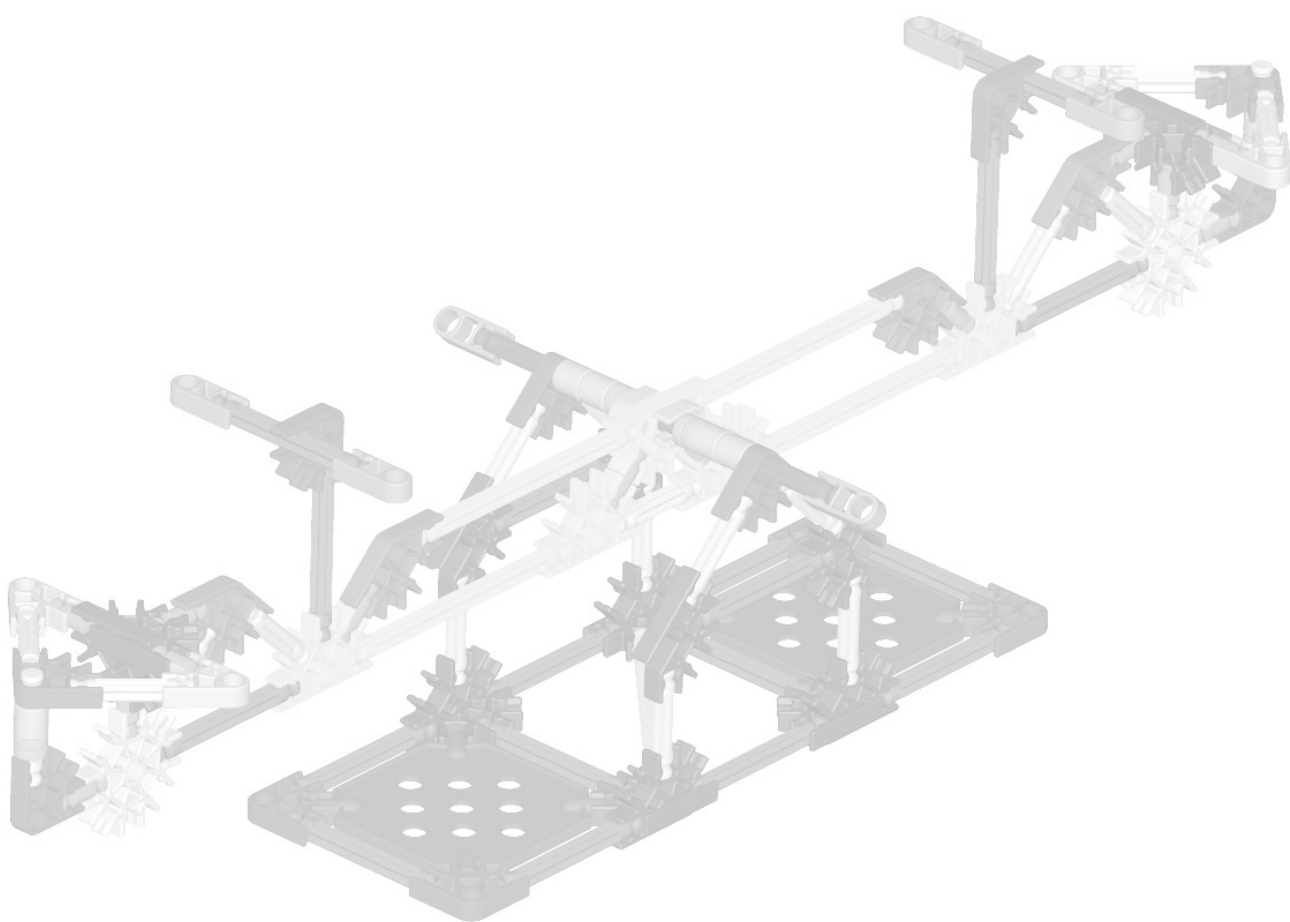


Een kleine beweging van de vingers, die met aanzienlijke kracht de armen van de pincet tegen elkaar duwen, zorgen voor een grote beweging bij de uiteinden zodat er voorwerpen mee opgepakt of uitgetrokken kunnen worden. De weerstand van het voorwerp is de last.

Nuttige website:

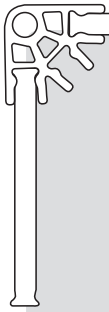
www.encyclopedieDoe.nl trefwoord: hefboomen





De Wip

Voorbeeld van een hefboom van de 1^e soort



DOELSTELLINGEN

De leerlingen:

1. Begrijpen de wetenschappelijke term arbeid en de gedachte dat eenvoudige(enkel) voudige machines arbeid verlichten.
2. Onderzoeken de kenmerken van hefboomen om te begrijpen hoe deze werken.
3. Herkennen toepassingen van hefboomen in het dagelijks leven.
4. Herkennen de plaats van draaipunt, macht en last.
5. Onderzoeken hoe een wip werkt als een hefboom van de 1^e soort.

MATERIALEN

Elk groepje van 2-3 leerlingen heeft nodig:

- K'NEX Education bouwset Hefbomen en katrollen met handleiding
- Stuk aluminiumfolie 12x12cm
- Elastiekje (2,5 – 4 cm)
- Munten of kleine paperclips
- Blanco stickers of stukje beschrijfbaar plakband
- Viltstift
- Werkschriften
- Unster(200-400 gram) optioneel

De leerkracht heeft nodig;

- Een verfblik dat met een schroevendraaier geopend moet worden
- Voorbeelden van hefboomen

NOOT 1: De eerste les duurt 35-45 minuten.

NOOT 2: De termen weerstand en last zijn verwisselbaar.

NOOT 3: Wijs de leerlingen op de gebruiksregels voor het werken met elastiek.

WERKWIJZE

Introductie

- Als dit de eerste les is over enkel(een) voudige machines kan het begrip arbeid worden uitgelegd door 3 of 4 leerlingen een minuut zo hard mogelijk tegen de muur te laten duwen. Laat dan een paar andere leerlingen een boek over hun tafel schuiven. Vraag de andere leerlingen wie er nu eigenlijk “arbeid” verrichtte.
- Geef de leerlingen daarna achtergrondinformatie over de begrippen: arbeid, kracht(macht), inspanning, weerstand en last (zie pag. 3). Vraag ze wat de kracht was en wat de weerstand(last) bij beide activiteiten.
- Vraag ze of de muur of het boek bewoog. Leg uit dat, hoewel de duwers tegen de muur veel energie gebruikten, ze vanuit wetenschappelijk oogpunt geen arbeid verricht hebben omdat er niets verplaatst werd. Dit in tegenstelling tot het verschuiven van de boeken. Laat ze dit in hun schriften noteren.

- Leg de leerlingen uit dat ze gaan onderzoeken hoe de hefboom, als voorbeeld van een enkelvoudige machine, arbeid makkelijker kan maken. Leg eventueel uit wat de definitie van een enkelvoudige machine inhoudt (zie pag. 2).

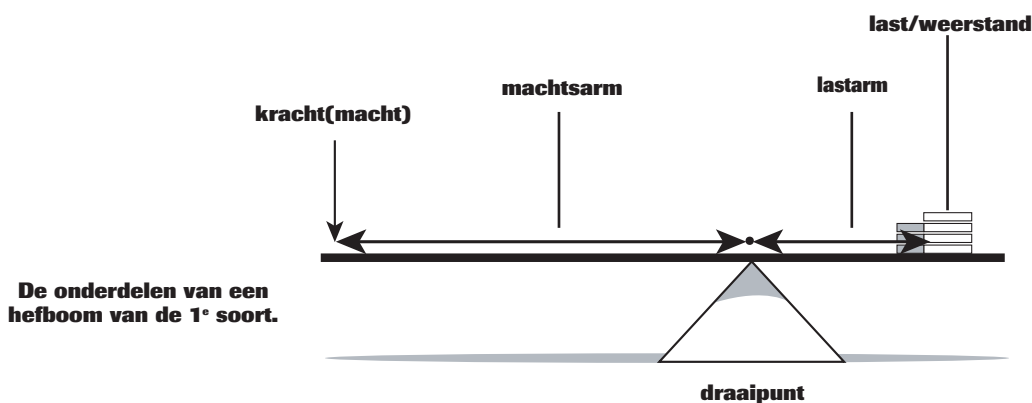
- Vertel dat hefbomen waarschijnlijk de oudst bekende machines zijn-ze werden waarschijnlijk gebruikt om grote stenen te verplaatsen of mammoeten uit een valkuil te tillen. Leg uit dat overal hefbomen zijn als je er op let. We hebben ze zelfs in ons lichaam - onze armen en benen werken als hefbomen.

- Vraag iemand uit te leggen wat een hefboom kan doen. Laat zien dat je met een hefboom makkelijk een blik verf kunt openen. Laat de leerlingen nauwkeurig beschrijven wat er gebeurde toen de hefboom gedemonstreerd werd. Laat ze nadenken over de vraag waar je een kracht uitoefent op de machine(de hefboom) en waar de machine een kracht op de deksel uitoefent.

De hefboom draait op de rand van het blik. Het uitoefenen van een neerwaartse kracht op de hefboom resulteert in een opwaartse kracht aan het eind van de hefboom die de deksel optilt.

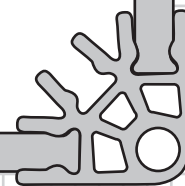
- Gebruik de uitleg van de leerlingen om de onderdelen van de hefboom te benoemen: draaipunt, kracht(macht), machtsarm, weerstand(last) en lastarm. Maak een bordtekening met de namen erbij.

De hefboom is een balk, staaf of stok. Het steunpunt wordt ook wel draaipunt genoemd. Het deel van de hefboom tussen draaipunt en de plaats waar de kracht wordt uitgeoefend heet machtsarm. Het deel tussen draaipunt en last heet lastarm.



De onderdelen van een hefboom van de 1^e soort.

- Help de leerlingen met het formuleren van een definitie van een hefboom (zie pag. 3). Schrijf deze op het bord en laat deze overschrijven in hun schriften. Laat daarna een tekening van een hefboom 1e soort maken met de namen van de onderdelen erbij.
- Vraag de leerlingen voorbeelden geven van hefbomen in het dagelijks gebruik. Waarschijnlijk noemen ze de koevoet en flesopener. Vraag naar minder voor de hand liggende voorbeelden.. vraag ze waar ze aan herinnerd werden toen ze de tekening in hun schrift maakten. (*Wip of balans.*) Zorg voor echte exemplaren of foto's van hefbomen die we elke dag gebruiken. Denk hierbij bijvoorbeeld aan: scharen, nietmachine, perforator, deur, pincet. Of een notenkraker, tangen en een hamer.
- Leg uit dat er drie soorten hefbomen zijn. Ze werken allemaal met een stijve arm, draaipunt, macht en last. Het verschil zit in de andere plaats die ze innemen. Ze worden 1^e, 2^e en 3^e soort genoemd. Dit wordt het onderwerp van onderzoek.





- Laat ze op internet zoeken naar aanvullende informatie. (www.encyclopedieDoe.nl trefwoord: hefbomen)
- Leg uit dat het eerste onderzoek gaat over de wip als voorbeeld van een hefboom. Begin de les bij voorkeur bij een echte wip op het schoolplein. Vraag de leerlingen de onderdelen te benoemen en uit te leggen hoe het werkt. Hoewel ontworpen voor spel kan toch onderzocht worden hoe een wip arbeid kan verrichten.
- Dit kan gedemonstreerd worden door de leerlingen te vragen wie de leerkracht kan optillen
- Laat vervolgens een kleine leerling aan het eind van de wip zitten en vertel dat u nu opgetild moet worden. Ga zelf aan het andere eind van de wip zitten. Vraag de leerlingen hoe u opgetild zou kunnen worden en probeer dat uit. Als er geen suggestie komt om dichterbij het draaipunt te gaan zitten kunt u dat idee zelf aan de hand doen. De klas moet zich realiseren dat een kleine leerling een grote leerkracht kan optillen met behulp van een eenvoudige machine. De wip is hier een voorbeeld van.

De leerlingen moeten zich realiseren dat dit niet mee zal vallen.

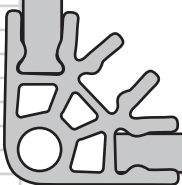
Sommige hefbomen kunnen met weinig inspanning zware lasten tillen.

Klasse Idee

Maak een woordweb over hefbomen en laat tekeningen maken met de termen erbij geschreven of schrijf woorden op een kaart met de definitie aan de andere kant.

Bouw Activiteit

- Verdeel de klas in groepen van twee en geef ELKE groep een K'NEX Education bouwset Hefbomen en Katrollen.
- Laat ze de doos openen en het instructieboekje pakken. Als er nog niet eerder met K'NEX gewerkt is wijs dan op de bouwtips, met name de paarse verbindingstukken. Het is essentieel dat de leerlingen ermee uit de voeten kunnen om latere frustraties te voorkomen.
- Geef gedragsregels voor het compleet houden van de set.
- Wijs erop dat ze aan het eind vijf minuten nodig hebben voor opruimen.
- Leg uit dat er een model van een wip gebouwd gaat worden- voorbeeld van een hefboom. Daarna gaan ze met het model onderzoek doen naar 1. hoe een hefboom arbeid kan verrichten en 2. welk soort hefboom het hier betreft.
- Laat de leerlingen de wip bouwen. De ene leerling stap 1-3 en de andere stap 4-8. en voeg daarna de delen samen of laat ze zelf bedenken hoe ze in 10 minuten een wip bouwen- een gelegenheid voor samenwerking en organiseren van productie.



Bouw Tips:

- Let er op dat de leerlingen goed kijken hoe de paarse verbindingstukken werken.
- Het is een stuk makkelijker om EERST de korte groene staven in de paarse verbindingstukken te steken (stap 5) en dan pas de paarse, witte en groene verbindingstukken in elkaar te steken.
- Als de wip niet in balans is moet gekeken worden of alle staven en andere onderdelen wel precies op de goede plaats zitten.

Onderzoek activiteit: Hoe helpt een hefboom arbeid te verrichten?

- Deel stickers of tape uit en herhaal de drie elementen van de hefboom (*draaipunt*, *macht*, *last*). Laat deze woorden op een sticker of tape schrijven.

Leg ze opzij voor later.

D - Draaipunt

L - Last

M - Macht

- Wijs de leerlingen erop dat ze aantekeningen maken tijdens de activiteiten. Deze hebben ze later nodig bij het trekken van conclusies over het soort hefboom.
- Geef elke groep een stuk aluminiumfolie gevuld met paperclips of munten en een elastiekje. Herinner de klas aan het veilig omgaan met de elastiekjes. Gebruik de volgende tekst om de leerlingen te helpen de functie van de hefboom te ontdekken.

Stappen

- (a) **Voel de last:** Leg je hand plat op tafel met de palm naar boven. Leg het pakketje in je hand en til het op. Doe dit om de beurt. Leg uit dat dit de last voorstelt.

(b) Is de last zwaar? Kun je het gewicht in je hand voelen?
- (a) **Gebruik de hefboom:** Leg nu de last aan het eind van de wip. Maak het vast met het elastiekje. Wat gebeurt er met de kant van de wip waar de last is vastgemaakt? Duw de andere kant van de wip naar beneden om de last op te tillen.

(b) Was het makkelijker, moeilijker of hetzelfde om de last op te tillen?

(c) In welke richting duwde je?

(d) In welke richting ging de last?

(e) Was dit dezelfde richting als toen je de last in je hand had?

De leerlingen moeten het gewicht in hun hand voelen. Dit geeft een gelegenheid om uit te leggen dat een gewicht ook een kracht is. Het effect van het gebruik van een gewicht is hetzelfde als met je vinger naar beneden duwen,

De leerlingen moeten opmerken dat:

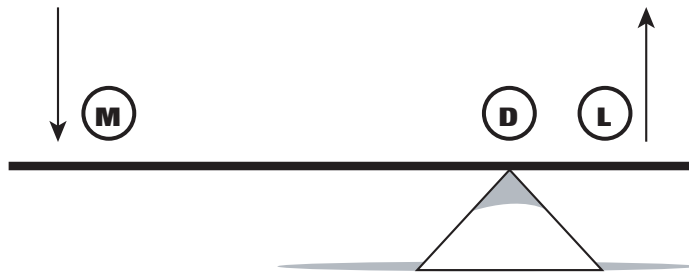
- *de kant van de wip met het gewicht niet meer omhoog komt totdat er op de andere kant gedrukt is.*
- *het tillen van de last niet makkelijker of moeilijker was als je de wip gebruikte- Het draaipunt zat in het midden en dan heb je evenveel kracht nodig om de last te tillen dan zonder de wip.*
- **Noot:** *Voor sommige leerlingen kan het zijn dat het tillen met de wip makkelijker leek dan zonder wip. Bespreek hoe ze een objectieve test kunnen verzinnen om hun bevindingen te testen. Ze kunnen met verschillende ideeën komen om de last en de macht te meten. Deze kunnen onreglementair zijn zoals het aantal paperclips in de last of een onregelmatige krachtsinspanning. Een oplossing kan zijn het gebruik van kracht meters(unsters). (Zie: Het idee uitbreiden.)*
- *Ze duwden het eind van de wip naar beneden en de last ging omhoog. Hieruit valt te concluderen dat de wip de richting van de macht veranderde.*



3. Laat de leerlingen hun labels op de juiste plek van hun model plaatsen. Bij het draaipunt, macht en last. Voeg ook twee labels toe met pijlen in de juiste richting.

De labels met pijlen verduidelijken voor de leerlingen wat er in het model gebeurt als ze hun observaties noteren en een tekening met namen maken.

4. **Makkelijk tillen:** Laat de leerlingen een wip bouwen waarbij het draaipunt niet in het midden zit. Maak een bordtekening als voorbeeld.



Ze kunnen zelf een oplossing verzinnen of u vertelt ze dat ze de gele staafjes kunnen vervangen door blauwe of witte.

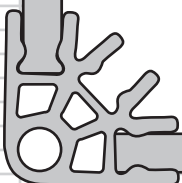
5. Laat de leerlingen voorspellen of de verandering van de wip verschil zal maken voor de kracht die ze moeten uitoefenen om de last omhoog te krijgen. Laat ze hun voorspelling testen – dat kan stap voor stap op onderstaande manier of ze kunnen zelf een test bedenken.

- Leg de last op de zitting van de korte arm.
- Duw de lege zitting naar beneden om de last op te tillen.
- Wat merk je op?
- Gaat het makkelijker of moeilijker dan toen het draaipunt in het midden zat?
- Wat merk je op over de afstand die macht en last moeten afleggen?

De leerlingen moeten merken dat de last makkelijker te tillen is als deze dichterbij het draaipunt zit. Ze moeten ook opmerken dat de machtsarm een grotere afstand aflegt dan de lastarm maar dat er minder kracht gezet hoeft te worden.

- Leg de last op de zitting van de lange arm.
 - Duw op de lege zitting.
 - Wat merk je op?
 - Gaat het makkelijker of moeilijker dan toen het draaipunt in het midden zat?
 - Gaat het makkelijker of moeilijker dan toen de last op de korte arm zat?

De leerlingen moeten merken dat het moeilijker tilt als de last ver van het draaipunt zit. Dit maakt een andere functie van hefboomen duidelijk – ze kunnen bewegingen vergroten of verkleinen. Dat hangt af van welke kant de hefboom gebruikt wordt als machtsarm.



7. Laat de leerlingen in het Bouwinstructie-boekje opzoeken welke soort hefboom een wip is.

1^e soort.

8. Herhaal de kenmerken van een hefboom 1^e soort.

- Waar zit het draaipunt?

Altijd tussen macht en last.


- Wat doet een hefboom 1^e soort met de richting van de kracht?

Draait om.


- Als het draaipunt niet in het midden zit en de last zit er dichtbij, wat doet de hefboom dan met de kracht.

Wordt groter en werkt makkelijker.


Het idee toepassen

 Laat de leerlingen twee manieren noteren waarop hefbomen 1^e soort het werk makkelijker maken.

1. Hefbomen 1^e soort veranderen de richting van de kracht. **Naar beneden duwen wordt optillen.**
2. Hefbomen 1^e soort kunnen de kracht vergroten als de last dicht bij het draaipunt zit als de kracht. Een kleinere kracht legt een langere weg af om een last een klein stukje op te tillen. **Hoe langer de machtarms hoe minder je kracht moet zetten.**

 Laat de leerlingen een toepassing van een hefboom 1^e soort bedenken.

Het optillen van een zware steen met een koevoet of het openen van een flesje met kroonkurk.

 Laat de leerlingen met K'NEX een model van een hefboom 1^e soort bouwen.

Suggestie: koevoet, flesopener

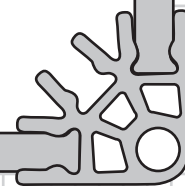
Laat ze uitleggen hoe hun hefboom werkt en draaipunt, macht en last aan te wijzen.

Het idee uitbreiden

Gebruik een unster(weegschaal met trekveer of elastiekje) om de kracht te meten (1-7) die in voorgaande proeven gebruikt werd. Meet de kracht die nodig was om de last zonder hefboom te tillen. Maak het dan vast aan de machtarms van de wip en duw deze naar beneden om de last op te tillen. Vergelijk de resultaten van de meting toen het draaipunt:

- (i) in het midden zat
- (ii) dicht bij de last zat
- (iii) dicht bij de macht zat

De leerlingen moeten constateren dat hoe dicht de last bij het draaipunt zit, hoe minder kracht er gemeten wordt en hoe makkelijker de last opgetild wordt.

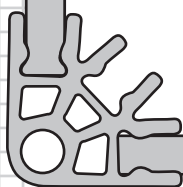




CHECKLIST VERSLAG:

- ✓ Definitie en tekening met namen van een hefboom.
- ✓ Voorbeelden van hefbomen.
- ✓ Resultaten van experimenten.
- ✓ Manieren waarop hefbomen het werk makkelijker maken.

AANTEKENINGEN:

[illegible]





De Balans

Voorbeeld van een hefboom van de 1e soort



DOELSTELLINGEN

De leerlingen:

1. Benoemen het draaipunt, last en macht bij een balans.
2. Onderzoeken of het een hefboom van de 1^e, 2^e of 3^e soort is.
3. Onderzoeken hoe de afstand van de last tot het draaipunt de hoeveelheid kracht beïnvloedt om evenwicht te krijgen.

MATERIALEN

Elke groep van 2-3 leerlingen heeft nodig:

- 1 K'NEX Education bouwset Hefbomen en Katrollen met instructieboek
- 10 metalen ringetjes of paperclips
- Blanco stickers of beschrijfbaar plakband.
- Klein voorwerp, gummetje of stukje krijt, o.i.d.
- Werkschriften
- Liniaal
- Gewichtjes (optioneel)

NOOT: Bij deze activiteit brengen de leerlingen de balans in evenwicht met kleine voorwerpen. Hierbij vindt een integratie plaats met wiskunde.

WERKWIJZE

Introductie

- Bespreek met de klas de situatie dat de wip soms horizontaal blijft staan. Hoe kun je dit ook anders omschrijven?

De leerlingen moeten antwoorden dat de wip in evenwicht of balans is.

- Vraag ze wanneer deze situatie zich voordoet.

Leerlingen zullen antwoorden dat er dan tweekinderen op zitten die even zwaar zijn. Sommigen zullen zich herinneren van het onderzoek naar de wip, dat de afstand tot het draaipunt ook een rol speelt.

- Bespreek met de leerlingen hoe een balans kan helpen bij het wege van bijvoorbeeld een appel of reep. Vraag vervolgens hoe een balans zou kunnen helpen met het vergelijken van het gewicht van verschillende voorwerpen. Dit kan door aan de ene kant van de balans een voorwerp te hangen en aan de andere kant gewichten. De lans staat horizontaal als voorwerp en gewichten precies horizontaal staan.

- Een balans kan ook gebruikt worden voor het tillen van zware lasten (zie foto instructieboek pag.4). Vraag de leerlingen waarom het op deze manier makkelijker gaat.

Leg de leerlingen uit dat de last in twee gelijke delen gesplitst is en dat de last balanceert op de schouders van de man.

- Laat de leerlingen een tekening maken van of een verhaal schrijven over een situatie waarin een balans gebruikt wordt.
- Leg uit dat ze een model van een balans gaan bouwen om hun onderzoek naar de werking van hefboomen voort te zetten. Een balans is een ander soort hefboom en ze gaan onderzoeken welke soort het hier betreft. Ze gaan ook onderzoeken wat er gebeurt als ze de last verplaatsen en de invloed die dit heeft op de hefboom.

Bouw Activiteit

- Verdeel de klas in groepjes van 2 of maximaal 3 leerlingen en geef ELKE groep een set K'NEX Education Hefboomen en Katrollen.
- Laat de leerlingen de **BALANS** bouwen (pag. 4-5 van het Instructieboek). Aanbevolen wordt dat leerling 1 de stappen 1-2 bouwt en leerling 2 de stappen 3-7. Voeg daarna de delen samen.
- Bespreek de overeenkomsten tussen de Balans en de Wip uit de vorige les.

Onderzoek Activiteit: Hoe brengen we een balans in balans?

- Laat de leerlingen stickers plakken op de volgende onderdelen.

D - draaipunt

L - last

M - macht(kracht)

- Vraag de leerlingen tot welke soort hefboomen de balans behoort en waarom. Laat de antwoorden opschrijven samen met een tekening met benoemde onderdelen.
- Gebruik de volgende tekst om de leerlingen te laten ontdekken hoe je een balans in balans brengt.

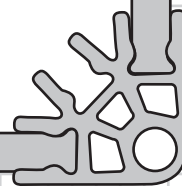
Stappen

- (a) Verwijder de grijze wielen uit het model. Duw de oranje en rode hangstoeltjes naar het eind van de armen. Observeer en beschrijf de situatie van de balans. Gebruik daarbij de juiste termen.

De balans beweegt niet omdat de krachten op beide armen even groot zijn.

- (b) Wat gebeurt er als je op het ene eind van de balans een zacht duwtje geeft? Is er kracht toegevoegd? Leg je antwoord uit.

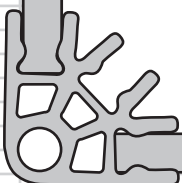
Als er kracht wordt toegevoegd aan één kant beweegt de balans omdat de krachten ongelijk verdeeld zijn. De beweging van de balans gaat in dezelfde richting als de toegevoegde kracht.





- (c) Bespreek met de leerlingen hoe deze activiteit aantoont dat een voorwerp in rust blijft tot er een kracht op uitgeoefend wordt.
2. (a) Verschuif de hangstoeltjes naar het midden en bevestig twee grijze snaarwielen aan de ene stoel en één aan de andere. Schuif ze allebei naar het eind van hun arm.
- (b) Wat gebeurt er met de balans en waarom?
- De leerlingen merken dat de arm met de twee wielen daalt en de andere arm omhoog komt. Dit komt omdat de twee wielen aan de ene kant zwaarder zijn dan de ene aan de andere kant. Wijs ze erop dat dit komt door het verschil in de uitgeoefende krachten.*
3. Vraag de leerlingen hoe ze de balans weer in evenwicht kunnen krijgen.
- De leerlingen kunnen een wiel verwijderen of er een bij doen om de balans in evenwicht te krijgen. Stimuleer de leerlingen om hun observaties onderling te bespreken.*
4. Ga weer terug naar de situatie met 2 wielen aan één kant en 1 aan de andere. Vraag ze om de balans in evenwicht te brengen zonder het aantal wielen te veranderen. Geef eventueel de suggestie om de stoeltjes één voor één te verschuiven.
- (a) Schuif de hangstoeltjes één voor één naar het midden.
- (b) Wat gebeurt er?
- (c) Waarom gebeurt dit?
- De leerlingen merken dat de balans in evenwicht raakt als het hangstoeltje met de twee wielen dicht bij het draaipunt komt. Dit komt omdat er dan minder kracht nodig is om de zaak in balans te krijgen.*
- Herinner de leerlingen eraan dat ze bij de wip ontdekt hebben dat een kleine kracht ver van het draaipunt een zware last dicht bij het draaipunt kan optillen.*
5. Deel een tabel uit voor het noteren van de resultaten van het volgende onderzoek (stap 6-8). Laat ook tekeningen maken.

| Machtarm | | Lastarm | |
|-------------------|-----------------------|----------------|-----------------------|
| Aantal gewichtjes | Afstand tot draaipunt | Voorwerp(last) | Afstand tot draaipunt |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |



6. (a) Hang bij de balans één wielje aan elke kant. Zorg ervoor dat de afstand tot het draaipunt gelijk is. Meet de afstand en noteer de uitkomst.

- (b) Plaats een klein voorwerp op het stoeltje. Gebruik ringetjes of paperclips om de balans in evenwicht te krijgen.

Leerlingen kunnen de blauwe staaf door de paperclips steken om afvallen te voorkomen.

- (c) Tel hoeveel paperclips je nodig had. Noteer het aantal in de tabel.

7. (a) Schuif de last dicht naar het draaipunt. Breng de balans weer in evenwicht. Noteer afstand en aantal paperclips.

- (b) Wat merk je op bij de lengte van de machtsarm en de lengte van de lastarm?

- (c) Deed je er gewicht bij of haalde je eraf? Waarom?

- (d) Herhaal dit. Verschuif de last en breng de balans in evenwicht. Noteer de resultaten.

- (e) Maak een tekening van de balans in je schrift en geef de plaats aan van draaipunt, macht en last en de richting van de krachten.

De leerlingen moeten gewicht verminderen als de last dicht bij het draaipunt zit en de machtsarm langer is dan de lastarm.

8. (a) Beweeg de macht richting draaipunt. Breng de balans in evenwicht door meer of minder kracht uit te oefenen. Noteer de resultaten.

- (b) Wat valt je op bij de lengte van de machtsarm en de lengte van de lastarm?

- (c) Deed je er gewicht bij of af? Waarom?

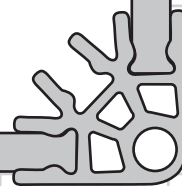
- (d) Herhaal de procedure.

- (e) Maak een tekening van de balans met de namen van de onderdelen erbij en geef ook de richting van de krachten aan met pijlen.

De leerlingen moeten gewicht toevoegen om de balans in evenwicht te krijgen omdat er dicht bij het draaipunt meer kracht gezet moet worden en de machtsarm korter is dan de lastarm.

Het idee toepassen

- Bespreek de resultaten van de experimenten met de hele klas. De resultaten van hun onderzoek zijn de werking van krachten op hun model en dat de krachten elkaar aan weerszijden in evenwicht hielden als de balans in balans was.
- Laat de leerlingen het proces in hun schrift noteren. Ze moeten begrijpen dat er twee factoren van belang zijn:
 1. Het gewicht(last) en de macht(kracht).
 2. De afstand van macht en last tot het draaipunt.
- Daag de leerlingen uit om een algemene regel te formuleren en in hun schrift op te schrijven. Ze moeten uit hun onderzoek concluderen dat hoe dicht de last bij het draaipunt zit, hoe minder kracht nodig is om het te verplaatsen. Stimuleer ze om een relatie te leggen tussen de lengtes van last- en machtsarm. (Zie 7b en 8b boven.)





Het idee uitbreiden

1. Gebruik een gewichtenset en een liniaal om de rekenkundige relatie tussen de diverse factoren van de balans vast te stellen. Gebruik een liniaal om de afstand van last en macht tot het draaipunt vast te stellen als de balans in evenwicht is.

De algemene regel voor hefboomen in balans is:

Macht x afstand tot het draaipunt = Last x afstand tot het draaipunt

of

$$M \times M(\text{afstand}) = L \times L(\text{afstand})$$

M = macht(kracht)

L = last

M(a) = lengte van de machtsarm

L(a) = lengte van de lastarm

Noot: Voor het basisonderwijs voert het te ver om met eenheden te werken.

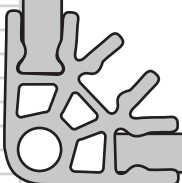
2. Laat de leerlingen het gewicht van een onbekend voorwerp bepalen met behulp van balans en een gewicht van 10 gram.

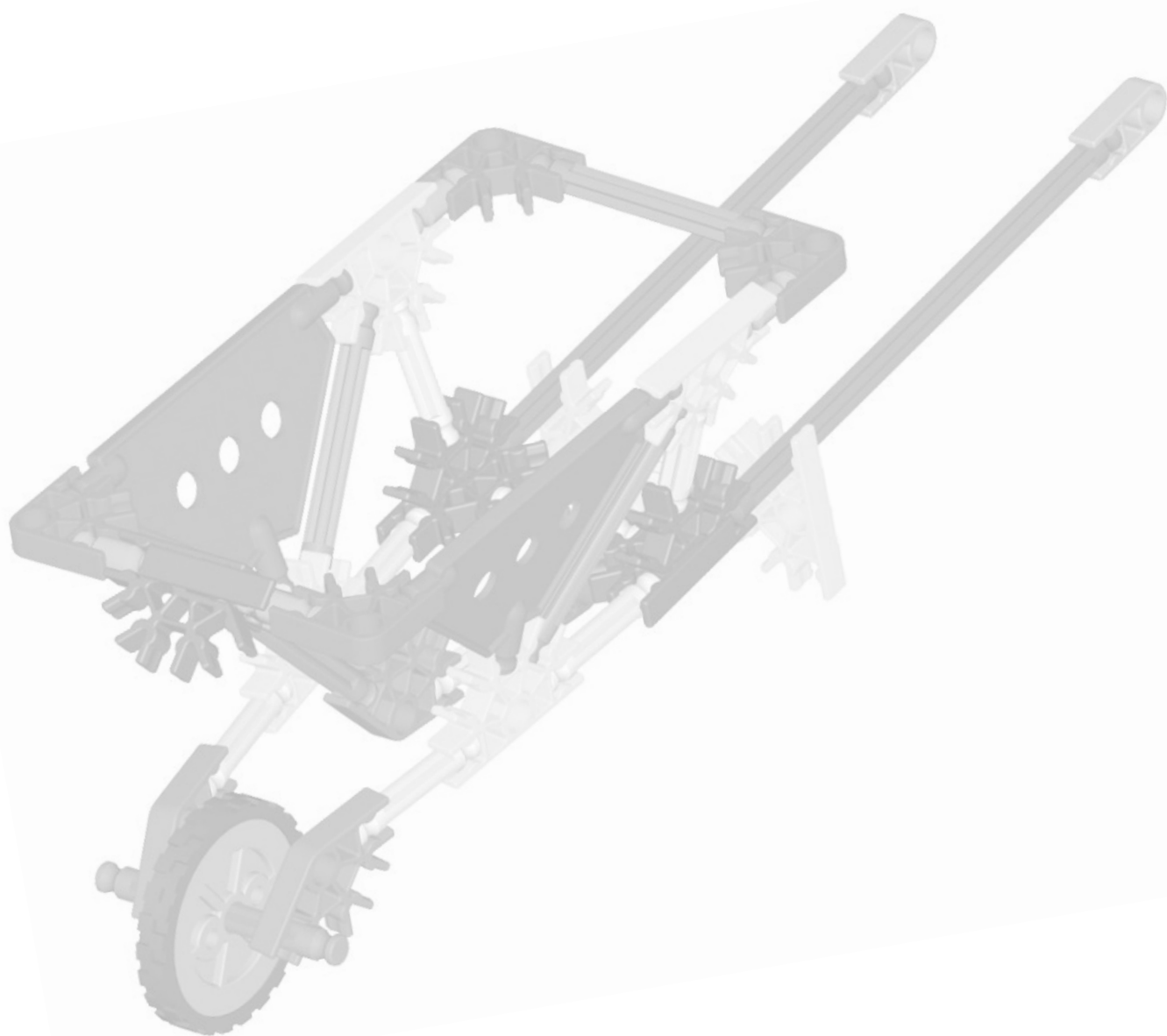
CHECKLIST VERSLAG

- ✓ Uitleg van het in balans brengen van de balans.
- ✓ Tekening waarop aangegeven de begrippen draaipunt, macht. Last en de richting van de krachten.
- ✓ Ingevulde tabel met de resultaten van hun balans experiment.
- ✓ Algemene regel voor hefboomen in balans.

Noot: Dezelfde activiteiten kunnen uitgevoerd worden met een schaar als voorbeeld van twee verbonden hefboomen van de 1e soort. (Zie pagina 35.)

AANTEKENINGEN:





De Kruiwagen

Voorbeeld van een hefboom van de 2^e soort



DOELSTELLINGEN

De leerlingen:

1. Benoemen draaipunt, macht en last bij een kruiwagen.
2. Stellen vast welke soort hefboom een kruiwagen is.
3. Demonstreren hoe een kruiwagen werkt als een hefboom van de 2^e soort.
4. Veranderen de kruiwagen om een last makkelijker te kunnen tillen.

MATERIALEN

Elke groep van 2-3 leerlingen heeft nodig:

- K'NEX Education bouwset, Hefbomen en Katrollen met instructieboek
- Extra K'NEX onderdelen
- Viltstift
- Stickers of beschrijfbaar plakband
- Een heleboel ringetjes, paperclips of munten
- Een stuk aluminiumfolie van 15 x 20 cm
- Werkschriften

WERKWIJZE

Introductie

- Help herinneren dat enkel(een)voudige machines arbeid makkelijker maken en dat de klas bij de wip al ontdekt heeft hoe een hefboom van de 1e soort een zware last (volwassene) kan optillen met weinig inspanning (kleine leerling) als de last dicht bij het draaipunt zit. Dit principe is de basis van alle hefboomen – Als een zware last dicht bij het draaipunt zit, is er minder kracht(macht) nodig voor het verplaatsen.
 - Herinner de klas aan de plaats van draaipunt, macht en last bij een hefboom van de 1e soort. Wijs op de voorbeelden in de klas.
 - Vraag de klas of ze een wip of een balans zouden gebruiken om een zware last uit hun achtertuin te halen. Vraag naar argumenten.
- De leerlingen zouden moeten antwoorden dat een wip een last verticaal in plaats van horizontaal verplaatst en daarom van weinig nut zou zijn. De balans kan hoogstens gebruikt worden om de last op de schouders te hijsen.*
- Vraag wat je beter zou kunnen gebruiken. (Mogelijke antwoorden: 4 wielige kar, handkar of kruiwagen.) Vertel dat ze hun onderzoek naar hefboomen voortzetten met het bestuderen van een kruiwagen. De leerlingen zullen een kruiwagen wel kennen, maar niet herkennen als een hefboom. Leg uit dat een kruiwagen niet alleen een hefboom is maar ook lasten makkelijk kan vervoeren omdat het wiel de wrijving met de grond vermindert.
 - Stel de volgende vragen:
 - (a) Wat vervoer je meestal met een kruiwagen?
 - (b) Hoe worden kruiwagens in- en uitgeladen?

Bouw Activiteit

- Verdeel de klas in groepen van 2 of maximaal 3 leerlingen en geef ELKE groep een set K'NEX Education Hefbomen en Katrollen.
- Laat de leerlingen de kruitwagen maken (pag. 6-7 Instructieboekje). Leerling 1 maakt de stappen 1-2 en leerling 2 de stappen 3-4. Voeg daarna de delen samen.
- **TIP: schuif grijze afstandhouders op de as aan weerszijden van het wiel. Dit geeft meer stabiliteit als de kruitwagen de last vervoert.**

Onderzoek activiteit: Hoe maakt een hefboom 2^e soort het verplaatsen van een zware last makkelijker?

• Laat de leerlingen bij de kruitwagen draaipunt, macht en last aanwijzen.

• Laat de leerlingen stickers maken en deze op de kruitwagen plakken.

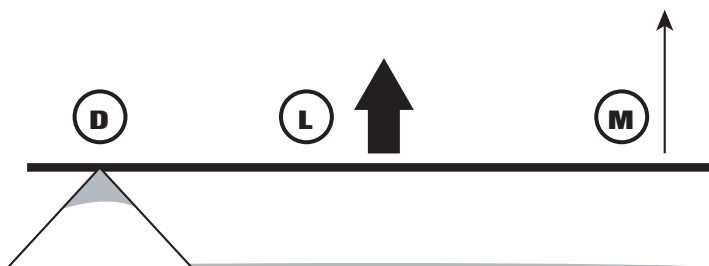
D - draaipunt

L - last

M - macht(kracht)

• De stickers moeten op de juiste plaats.

• Vraag de leerlingen wat voor soort hefboom de kruitwagen is en waarom. (*Voor antwoorden moeten ze naar voorbeelden in de klas kijken.*) Maak een bordtekening van een hefboom 2^e soort met daarop aangegeven draaipunt, last en macht. Laat ze dan nadenken over de kenmerken van een hefboom 2^e soort. Schrijf de antwoorden op het bord. Laat deze staan om te raadplegen.



- De last is altijd dicht bij het draaipunt dan de macht.
- Macht en last bewegen altijd in dezelfde richting.
- Arbeid is lichter omdat de macht op grote afstand van het draaipunt zit.

• Gebruik de volgende tekst om de leerlingen te laten onderzoeken hoe een hefboom van de 2^e soort het makkelijker maakt een zware last te verplaatsen.

Stappen

1. (a) Laat de leerlingen een flinke hoeveelheid ringetjes, paperclips of munten van de tafel van de leerkracht pakken. Deze mogen ze slechts met één hand vervoeren.
- (b) Was het transport moeilijk? Heb je onderdelen verloren onderweg?
- (c) Bij veel leerlingen is dit gelukt. Denk je dat je dit ook kunt met een handje zand?

De leerlingen moeten opmerken dat losse onderdelen gemakkelijk uit hun handen vallen tijdens het transport naar hun tafel. Zand glijdt gemakkelijk door je vingers.



2. (a) Geef elke groep een stuk aluminium- of plasticfolie.
- (b) Bekleed de bak van de kruiwagen met folie en vul deze dan met paperclips of munten. Gebruik dan de kruiwagen om de last te tillen, vervoeren en dumpen. Let op dat je dit doet via de voorkant en niet de zijkant.

- (c) Wat viel je op bij het vervoer van het materiaal met de kruiwagen? Wat voor lasten zijn het makkelijkst te vervoeren met een kruiwagen? En waarom?

De leerlingen moeten opmerken dat het makkelijker is om los materiaal als zand of stenen met een kruiwagen te vervoeren omdat het op één plaats zit en ze alleen het handvat hoeven op te tillen om het te verplaatsen. Met een kruiwagen kan je veel vervoeren, maar is het handigst voor los en zwaar materiaal als zand en stenen.

- (d) Stel je voor dat je iemand die nog nooit een kruiwagen gezien heeft moet uitleggen hoe het werkt. Schrijf dat zo nauwkeurig mogelijk in je schrift op.

De leerlingen moeten bij deze opdracht aandacht besteden aan: de plaats van de last, de kracht die je moet zetten bij de handvaten en het wiel als draaipunt. De verminderde wrijving van het wiel met de grond. Het meer kracht zetten bij het tillen met storten en het minder kracht uitoefenen om de kruiwagen op de steunen te laten staan.

3. (a) Er moet nog zwaardere last vervoerd worden. Hoe zou je de kruiwagen kunnen veranderen om de zwaardere last te vervoeren zonder dat je meer kracht moet zetten? Je mag extra K'NEX onderdelen gebruiken. Wijs ze eventueel op eerder opgedane kennis met betrekking tot het makkelijker tillen van zware lasten.
- (b) Wat heb je aan je model veranderd om het tillen makkelijker te maken?
- (c) Waarom deed je dat?

De kruiwagen is een hefboom 2^e soort om het tillen makkelijker te maken. De leerlingen moeten de handvaten langer maken. Hierdoor wordt de afstand tot het draaipunt langer en gaat het tillen gemakkelijker.

Het idee toepassen

- Herhaal met de klas de kenmerken van een hefboom van de 2e soort:

- (a) Waar zit het draaipunt?

Aan het eind van de hefboom, dicht bij de last dan bij de macht.

- (b) Bewegen de last en de macht in tegengestelde richting, net als bij de hefboom 1e soort?

Nee. Macht en last bewegen altijd in dezelfde richting. Til de hefboom op en de last gaat omhoog.

- (c) Wat gebeurt er als er macht wordt uitgeoefend op de hefboom een eind van het draaipunt?

Het vergroot de kracht en maakt de arbeid makkelijker.



- Laat de leerlingen opschrijven waarom de kruiwagen een hefboom van de 2^e soort is en hoe dit arbeid makkelijker maakt.

De leerlingen moeten begrijpen dat de macht verder van het draaipunt zit dan de last en hoe langer de machtarml, hoe meer kracht er toegevoegd wordt. Dit maakt het mogelijk een zware last te verplaatsen met weinig inspanning.

- Laat de leerlingen met K'NEX een ander model bouwen van een hefboom 2^e soort. Vraag ze hoe de machine werkt en waarom het een hefboom van de 2^e soort is..

Suggesties voor een hefboom 2^e soort: deur, papier snijder, joystick.

Het idee uitbreiden

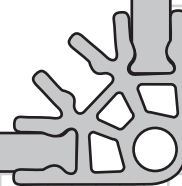
Zoek op internet en in de bibliotheek uit hoe Indianen hun lasten over de prairie sleepten. Leg uit dat niet alle culturen de beschikking over het wiel hadden.

Zie www.encyclopedie.nl trefwoord: Indianen

De indianen bonden twee stokken of palen aan weerszijden van een paard of hond en lieten dat met de last erop slepen. Het systeem werkt als een kruiwagen zonder wielen die getrokken wordt in plaats van geduwd.

CHECKLIST VERSLAG

- ✓ Herkennen van de kruiwagen als voorbeeld van een hefboom van de 2^e soort.
- ✓ Kenmerken noemen met een tekening van een hefboom van de 2^e soort.
- ✓ Uitleg waarom een hefboom van de 2^e soort arbeid makkelijker maakt.



De Hockey Stick

Voorbeeld van een hefboom van de 3^e soort



DOELSTELLINGEN

De leerlingen:

1. Herkennen draaipunt, last en macht bij een hockeystick.
2. Bepalen welke soort hefboom een hockeystick is.
3. Demonstreren hoe een hockeystick werkt als een hefboom van de 3^e soort.
4. Demonstreren aan de hand van metingen hoe bij een hefboom van de 3^e soort de macht wordt omgezet in afstand en snelheid.

MATERIALEN

Elk groepje van 2-3 leerlingen heeft nodig:

- K'NEX Education bouwset
- Hefbomen en katrollen met handleiding
- Viltstift
- Meetlint (van de bouwmarkt of IKEA)
- Stickers of beschrijfbaar plakband
- Kleine Post-it briefjes (geeltjes)
- Werkschriften

De leerkracht heeft nodig:

- Sportartikelen als: tennisracket, honkbalknuppel, hockeystick, golfclub, etc.

WERKWIJZE

Introductie

- Leg de leerlingen uit dat er nog een soort hefboomen is die ze gaan onderzoeken, die van de 3^e soort. Laat ze de kenmerken van de andere soorten nog een keer noemen – veranderen van de richting van een kracht en een kracht vergroten.
- Leg uit dat het verplaatsen van een voorwerp met een hefboom van de 3^e soort meer kracht vereist dan zonder een hefboom. Vraag waarom je dan een soort zou gebruiken waarbij meer kracht vereist is.
- Stuur in de richting van andere taken die een hefboom zou kunnen doen. Bijvoorbeeld om voorwerpen sneller of verder te verplaatsen met dezelfde hoeveelheid kracht.
- Vraag de klas wanneer ze voorwerpen snel willen verplaatsen over een grote afstand en waar je een grote hoeveelheid kracht in korte tijd uitoefent.
- Leg uit dat diverse attributen die ze bij sport gebruiken een hefboom van de 3^e soort zijn. Deze worden gebruikt om een bal of puck snel en ver te laten bewegen. Vraag de leerlingen om voorbeelden van dit soort attributen.
- Zorg voor een aantal sportattributen of foto's ervan. Bijvoorbeeld: hockeystick, tennis- of badmintonracket, honkbalknuppel, golf club. Laat de leerlingen foto's verzamelen en opplakken op een groot vel.
- Leg uit dat ze een hockeystick gaan maken om de kenmerken van een hefboom van de 3^e soort te onderzoeken.

Bouw Activiteit

- Verdeel de klas in groepen van 2 of 3 leerlingen en geef ELKE groep een set K'NEX Education Hefbomen en katrollen.
- Laat de leerlingen de HOCKEY STICK maken.

Onderzoeksvraag: Hoe helpt een hefboom van de 3^e soort een last verder te verplaatsen?

- De leerlingen onderzoeken hun machine om te ontdekken waar draaipunt, macht en last zich bevinden. Laat de leerlingen naar de foto op pagina 8 van het instructieboekje kijken en letten op de positie van de handen van de speler. Dan proberen ze, om de beurt, met hun model kleine propjes papier te slaan. Let op dat hun handen op dezelfde manier de stick vasthouden als de speler op de foto doet.

Vraag:

- (a) Welke hand fungeert als draaipunt? (Hand boven)
- (b) Welke hand levert de macht? (Hand onder)
- (c) Waar is de last? (De puck)

Noot: Het kan voor de leerlingen moeilijk zijn zich voor te stellen dat hun pols het draaipunt is – net als een deur met scharnier.

- Laat de leerlingen de stickers met de namen van de onderdelen op de hockey stick plakken.

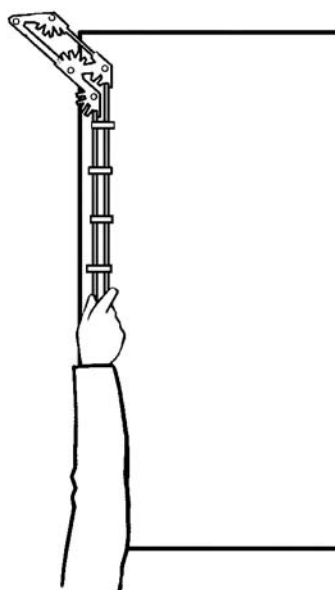
D - draaipunt**L** - last**M** - macht

- Bespreek de plaats van de stickers. Maak een bordtekening met de namen erbij en laat de leerlingen deze natekenen in hun schrift. De leerlingen moeten ook een zin schrijven waarin het verschil tussen een hefboom 2^e en 3^e soort wordt uitgelegd.

De macht zit dicht bij het draaipunt dan de last.

Stappen

1. (a) **Doe dit om de beurt.** Gebruik één hand. Houd je hockey stick aan het eind vast bij het grijze verbindingstuk. Leg je arm langs de tafelrand.





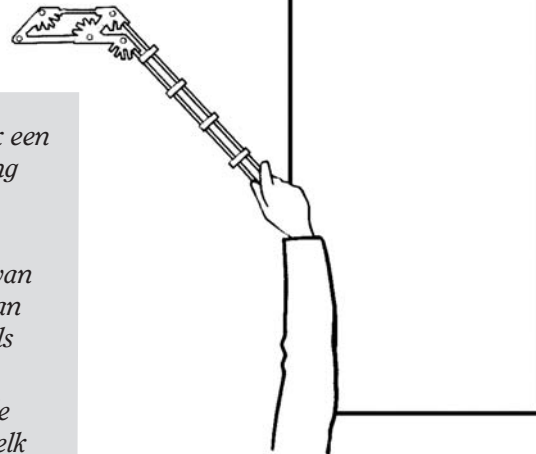
- (b) Houd je arm stil en draai met je hand de stick zover mogelijk van de tafel vandaan. Let op de afstand die je pols en de stick afleggen.

- (c) Wat merk je op?

De leerlingen moeten opmerken dat de stick een grote afstand aflegt door een kleine beweging van de pols.

NOOT: Voor sommige leerlingen zal het moeilijk zijn te begrijpen waarom het eind van de hockey stick sneller en verder beweegt dan hun pols - ze denken dit dan omdat hun pols en stick aan elkaar vast zitten.

U kunt dit verschil in snelheid op de volgende manier verduidelijken. Laat twee leerlingen elk aan een kant een bezemsteel vasthouden. Ze staan dezelfde kant op. Leerling A stelt de pols voor en leerling B het eind van de hockey stick. Vraag ze een kwart-slag te draaien. De andere leerlingen letten op hun startpunt. Als ze draaien moet de leerling die het eind van de hockey stick voorstel veel sneller bewegen om de polsbeweging bij te houden.



Leerling B =
eind hockey
stick

Leerling A
= pols

Afgelegde
afstand

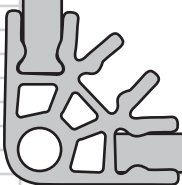
2. Deel meetlint uit en laat de leerlingen het experiment met de draaiende pols herhalen.
 - (a) Houd de stick vast bij het grijze verbindingsstuk. Je vingers zijn de macht. Draai de stick weer zo ver mogelijk van de tafel af. Laat je partner de afstand die de pols en de top van de hockey stick afgelegd hebben, opmeten.
 - (b) Wat merk je op?
Noteer de afstanden.

De leerlingen moet opmerken dat er duidelijke verschillen bestaan tussen de gemeten afstanden. Afhankelijk van de soepelheid van de pols kan de afstand die is afgelegd door de hockey stick wel vier keer zo groot zijn.

3. Sla de stick met twee handen tegen de bal. Wat merk je op over snelheid en afstand?

De leerlingen moeten opmerken dat deze sneller en verder gaat dan hun handen.

Let op dat de leerlingen hun ballen opruimen.



Het Idee toepassen

- Laat de leerlingen opschrijven hoe hun metingen aantonen hoe een hockey stick de spelers helpt bij een wedstrijd.

Ze moeten uitleggen dat de stick sneller en verder beweegt dan hun handen. Dit helpt om de puck of bal sneller te bewegen. Dit omdat de macht dicht bij het draaipunt zit. Er moet veel kracht gezet worden om zelfs een lichte last te verplaatsen.

- Leg uit dat de ijshockey- speler op pagina 8 een betere stick nodig heeft om hem meer te laten scoren. Hij weet dat hij de puck niet snel genoeg slaat, maar weet niet of hij nu een langere of kortere stick moet kopen. Het is jouw taak om een betere stick te ontwerpen en hem zo te helpen bij zijn besluit. Leg je resultaten ook uit aan de klas.

De leerling moet de stick langer maken. Een puck die stil ligt moet met veel kracht geslagen worden om snel te gaan bewegen. Een lange stick beweegt aan het eind veel sneller dan de hand van de speler. Dit bleek uit het experiment met de draaiing van 90 graden op pagina 33. Een nadeel van een lange stick is dat de last verder van het draaipunt zit en er daardoor meer kracht nodig is en het is moeilijker de handbeweging onder controle te houden.

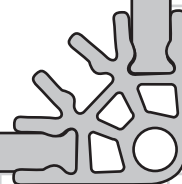
NOOT: U kunt dit ook duidelijke maken door twee leerlingen met een lange en een korte bezem een stuk van het schoolplein te laten vegen.

Het Idee uitbreiden

1. Zoek in de bibliotheek of op internet informatie over hefboomen van de 3^e soort zoals deze bij sport gebruikt worden. Denk hierbij aan: golf clubs, honkbalknuppels, tennis- en badmintontrackets, werphengels. Hoe speelt het ontwerp in op de eisen van de spelers? En wat doen de spelers zelf? Zie www.encyclopedie.nl o.a. trefwoord:hefboomen
2. Laat de leerlingen een model van een door hen onderzocht sportartikel maken. Ze moeten draaipunt, macht en last aanwijzen.
3. Laat eventueel opnames zien van sportwedstrijden waarin de onderzochte artikelen gebruikt worden.

CHECKLIST VERSLAG:

- ✓ Herkennen van een hockey stick als een hefboom van de 3^e soort.
- ✓ Tekening van een hockey stick met bijbehorende termen.
- ✓ Metingen en uitleg over hoe een hockey stick de spelers helpt in een wedstrijd.



De Schaar

Een voorbeeld van twee verbonden hefboomen van de 1^e soort



DOELSTELLINGEN

De leerlingen:

1. Onderzoeken hoe een schaar twee verbonden hefboomen van de 1^e soort is.
2. Demonstreren de werking van een schaar door benoeming van draaipunt, macht en last.
3. Onderzoeken andere voorbeelden van knipgereedschap, dat op soortgelijke wijze werkt, op functie en gebruik.

NOOT: Wellicht is het handig om deze les gelijk na de lessen over wip en balans aan de orde te laten komen.

MATERIALEN

Elke groep van 2-3 leerlingen heeft nodig:

- K'NEX Education Bouwset Hefbomen en Katrollen
- Extra K'NEX onderdelen
- Stickers of beschrijfbaar plakband
- Kleine rolletjes plastic klei
- Werkschriften
- Viltstift

De leerkracht heeft nodig:

- Een schaar
- Karton, papier, stukje textiel, draad, ijzerdraad, boomtak.
- Andere scharen en tangen als: snoeischaar, textielschaar, kappersschaar, snoeischaar, blik-schaar, tang voor ijzerdraad, blik-schaar.

NOOT 1: Vraag het gereedschap aan de conciërge op school.

NOOT 2: Gebruik het gereedschap alleen voor demonstraties.

WERKWIJZE

Introductie

- Leg de klas uit dat ze drie soorten hefboomen onderzocht hebben, maar dat sommige typen die ze elke dag gebruiken, eigenlijk dubbele hefboomen zijn.
- Leg uit dat ze een heel bekend gereedschap gaan onderzoeken -de schaar- om te ontdekken hoe het werkt en waarom dit ook een enkel(een)voudige machine is.
- Bekijk met de klas de verschillende materialen die geknipt kunnen worden: papier, karton, textiel, haar, draad, metaalplaat, boomtakken of hangsloten. Leg uit dat formaat en vorm verschillen al naar gelang de materialen die geknipt moeten worden.

Bouwactiviteit

- Verdeel de klas in groepen van 2 – 3 leerlingen en geef ELKE groep een bouwset K'NEX Education Hefbomen en katrollen met instructieboek.
- Laat de leerlingen het model van de SCHAAR maken. (pagina 9). Leerling 1 maakt stap 1 en leerling 2 maakt stap 2. Voeg dan de delen samen.

Onderzoek Activiteit: Hoe functioneert een schaar als twee verbonden hefboomen van de 1^e soort?

Stappen

1. (a) Laat een leerling het model van de schaar horizontaal houden. De ene helft van de schaar moet worden vastgehouden, de andere kan dan vrij bewegen als een wip.

Laat dit aan de klas zien met het model of met een echte schaar.

- (b) Vraag de klas naar de manier waarop de schaar werkt. Wijs ze erop dat ze eerder hefboomen onderzocht hebben. Dus, is de schaar een hefboom?

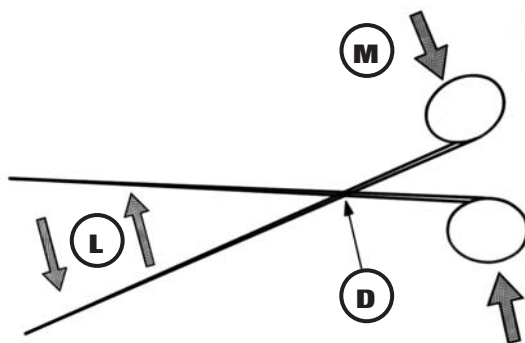
Ja. De schaar heeft een draaipunt bij de scharnier waar twee hefboomen draaien.

- (c) Laat ze aangeven waar het draaipunt, de machtsarm(*de ogen*) en de lastarm zit.

De weerstand van papier of karton is de last.

- (d) Help de leerlingen zo nodig met het aanwijzen van de onderdelen.

2. (a) Maak een bordtekening om duidelijk te maken dat een schaar is gemaakt van twee hefboomen van de 1^e soort.



- (b) Wijs de leerlingen op de pijlen en vraag ze wat er gebeurt met de richting van de uitgeoefende kracht bij een hefboom van de 1^e soort. Vraag of dit het geval is bij de schaar.

De leerlingen moeten antwoorden dat de richting omkeert.

Ja. Nauwkeurig onderzoek zal de leerlingen duidelijk maken dat er sprake is van twee hefboomen van de 1^e soort.

- (c) Laat de leerlingen stickers met naamaanduiding maken en deze op het model plakken op de juiste plaats. Laat ook een tekening maken in hun schrift.

D - draaipunt

L - last

M - macht

3. Demonstreer het knippen van een stuk papier of karton. Wijs er met nadruk op dat de twee bladen samenwerken bij het knippen.

Noot voor de leerkracht: De geslepen bladen zijn eigenlijk wiggen die in tegenovergestelde richting van elkaar werken. – zie K'NEX Education Intro tot Enkelvoudige machines: Wielen, Assen en Hellende Vlakken.



Gebruik de volgende tekst om het onderzoek van de leerlingen naar de werking en indeling van scharen in goede banen te leiden.

4. (a) Leg een stuk plastic klei (10x3 cm) in de lengte in de schaar en knijp alsof je papier knipt.

- (b) Wat valt je op aan de diepte van de inkeping?

- Wat maakt dit duidelijk over het knippen met een schaar?

Het moet de leerlingen opvallen dat de inkeping bij het draaipunt het diepst is. Hieruit moeten ze afleiden dat de knipkracht van de schaar het grootst is bij het draaipunt en minder wordt als je daar verder vandaan bent.

- (c) Wanneer zou je dicht bij het draaipunt willen knippen? Wanneer zou je het liefst met de punten van de schaar willen knippen?

Ze moeten snappen dat dikke materialen het best dicht bij het draaipunt geknipt kunnen worden. Bij dunne materialen kan dat verder bij het draaipunt vandaan.

- (d) Noteer de bevindingen in het schrift.

5. Waarom is er een verschil in knipkracht langs de bladen van de schaar? Denk hierbij aan wat je eerder geleerd hebt over de werking van hefbomen.

De leerlingen moeten antwoorden dat ter minder kracht(macht) uitgeoefend moet worden als de last(weerstand) dicht bij het draaipunt zit. Andersom geldt ook als de last verder van het draaipunt zit moet er meer kracht gezet worden om dezelfde last te verplaatsen. Dicht bij het draaipunt is makkelijker dan verder weg. Maak zo nodig een tekening voor uitleg.

6. (a) Laat de leerlingen een selectie van gereedschap zien waarmee je kunt knippen en die op dezelfde manier werken als scharen. (Bijvoorbeeld: snoeischaar, textielschaar, nagelschaar, kappersschaar, heggenschaar, blikkschaar.)

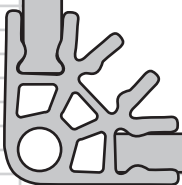
- (b) Leg uit dat de scharen en tangen allemaal gebaseerd zijn op hetzelfde principe maar dat het ontwerp is aangepast aan de specifieke eisen.

- (c) Stel bij elk voorbeeld de volgende vragen:

- Welk materiaal moet ermee geknipt worden?
- Zou je dit materiaal met een schaar kunnen knippen? Zo niet, waarom?
- Waarom kunnen sommige gereedschappen materialen knippen die niet met een schaar geknipt kunnen worden?

Probeer zo veel mogelijk echt te knippen in de materialen met de gereedschappen van de voorbeelden die de leerlingen aandragen.

De leerlingen moeten opmerken dat scharen met lange armen en korte bladen gebruikt worden voor het knippen van metaaldraad of dikke boomtakken – deze zijn moeilijk te knippen en vereisen veel kracht. De handvatten zijn lang om de kracht te versterken. De snijbladen zitten dicht bij het draaipunt waar de knipkracht het grootst is. Kappersscharen hebben bijvoorbeeld lange bladen en korte handvatten omdat de belangrijkste eis is om lange rechte knippen te maken. Je hebt maar weinig kracht nodig om haren door te knippen.



Het idee toepassen

- Leg uit in je schrift (1) waarom scharen beschouwd worden als dubbele met elkaar verbonden hefboomen en (2) hoe ze werken. Maak er ook een tekening met namen van de onderdelen bij.
- Maak tekening met namen van verschillende gereedschappen waarmee je kunt knippen. Leg uit hoe het ontwerp ze geschikt maakt voor het knippen van juist dit materiaal.
- Vernader je K'NEX model zo dat het veel meer kan knippen of grijpen. Test het gewijzigde model op de plastic klei. Maak tekeningen met namen van de gewijzigde vorm en beschrijf hoe het model verandert hebt om het meer te kunnen laten knippen.

Het idee uitbreiden

Doe onderzoek naar andere verbonden hefboomen en bouw ze na met K'NEX. Leg uit hoe dubbele hefboomen arbeid verrichten al naar gelang hun soort. Een notenkraker is bijvoorbeeld een dubbele hefboom van de 2^e soort. Je hebt veel kracht nodig om de harde dop te kraken. Met de hand is het zelfs nauwelijks mogelijk. Het is het beste om een hefboom van de 2^e soort te gebruiken omdat je dan meer kracht kunt zetten.

CHECKLIST VERSLAG:

- ✓ Uitleg waar scharen het best kunnen knippen.
- ✓ Uitleg, met tekening, hoe scharen voorbeelden zijn van dubbele hefboomen van de 1^e soort.
- ✓ Beschrijving van hoe de vorm van de schaar past bij de te knippen materialen.
- ✓ Uitleg van hoe het ontwerp van scharen en andere apparaten om mee te knippen is aangepast aan hun taak.

Conclusies bij het hoofdstuk over hefboomen.

Laat de leerlingen op internet naar aanvullende informatie zoeken over hefboomen. Zie www.encyclopedie.nl trefwoord: hefboomen.

Laat de leerlingen in tweetallen zorgvuldig kijken naar voorbeelden van hefboomen in de klas (of foto's) en dan de hefboomen sorteren op plaats van draaipunt, macht en last. Ze moeten precies aangeven waar ze een kracht op de machine zouden uitoefenen en waar de machine een kracht uitoefent op iets anders. De ideeën moeten in de schriften genoteerd worden.

Vraag de klas hoe anders ons leven zou zijn zonder enkelvoudige machines en stimuleer ze na te denken over de manieren waarop machines ons leven makkelijker maken.

Bouw Activiteit

Jouw klas is uitgenodigd om in een boomgaard appels te plukken. Er zijn echter niet genoeg ladders. De uitdaging voor jou is om een stuk gereedschap met een hefboomwerking te bedenken waarmee iemand die op de grond staat de appels kan plukken zonder ze te beschadigen en omstanders te raken. Gebruik K'NEX en andere materialen.

Leg uit dat je werkstuk een hefboom is en hoe het werkt.



Katrollen

Achtergrondinformatie



DOELSTELLINGEN

De leerlingen:

1. Bestuderen de eigenschappen van katrollen en begrijpen hoe ze werken.
2. Ontdekken de relatie tussen de verschillende onderdelen van een katrol.
3. Onderzoeken de verhouding tussen de kracht, afstand, richting, en werking van een katrol.
4. Bouwen verschillende katrollen en gebruiken deze om een gewicht op te tillen.
5. Laten zien hoe verschillende katrolsystemen werken en waar ze worden gebruikt.
6. Onderzoeken voorwerpen/gereedschappen op de toepassing als katrol.

Sleutelbegrippen en definities voor de leerkracht

Het volgende is bedoeld als bron voor de leerkracht. De leeftijd van de leerling, hun vaardigheden, hun voorkennis, en het studieprogramma bepalen welke van deze begrippen en definities nuttig zijn om te introduceren in de klas. Deze begrippen zijn niet opgesteld als een lijst voor de leerlingen om te kopiëren en uit het hoofd te leren. Het is beter ze te gebruiken om de operationele definities te formaliseren en te verklaren, die leerlingen ontwikkelen tijdens hun onderzoek.

Katrol:

Een wiel, met een gleuf in de buitenrand, dat vrij over een as draait. Een touw, kabel of ketting loopt door de gleuf en kan aan een gewicht worden bevestigd.

Vast katrol:

Een katrol aan een vast oppervlak bevestigd; als aan het touw getrokken wordt beweegt het alleen door draaien op de plaats. Vaste katrollen veranderen de richting van een toegepaste kracht.

Losse katrol:

Een katrol die direct aan het te tillen gewicht is vastgemaakt; deze beweegt wanneer aan het touw wordt getrokken.

Combinatie katrol:

Een stel van vaste en draagbaar katrollen die samen gebruikt worden om de voordelen van beide te gebruiken bij het werk.

Blok en (hijs)tuig:

Een specifieke combinatie van katrollen die worden gebruikt om zeer zware voorwerpen op te tillen: het blok is het frame waaraan de katrollen vastzitten; het tuig is het touw of de kabel.

Werk:

De taak die wordt volbracht met de katrol. In de wetenschap heeft "werk" betrekking op de kracht die nodig is om een gewicht (voorwerp) over een afstand te verplaatsen. Het kan als volgt worden gedefinieerd:

$$A = K \times W$$

W = weg de afstand waarover het voorwerp is verplaatst

K = de kracht (inspanning) toegepast voor de taak

A = Arbeid

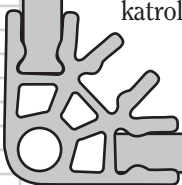
N.B. Als het voorwerp niet beweegt, is het werk niet gedaan

Kracht:

Elk soort trek- of duwkracht toegepast op een voorwerp.

(Krachts) inspanning:

De kracht die is toegepast om een enkele component van een enkel(een)eenvoudige machine in beweging te krijgen (bijv. de kracht die wordt toegepast om werk te doen). De toegepaste kracht op een enkelvoudige machine wordt INSPANNINGSKRACHT genoemd. Bij een katrol is het de kracht die wordt toegepast op de katrol door aan het touw te trekken om een gewicht op te tillen of over een weerstand heen te komen.



Last:

Het te met een katrol te verplaatsen voorwerp(gewicht) of te overwinnen weerstand. Het oefent een kracht uit op de katrol.

Wrijving:

De kracht die ontstaat als 2 oppervlakken tegen elkaar wrijven wanneer een voorwerp beweegt.

Rendement:

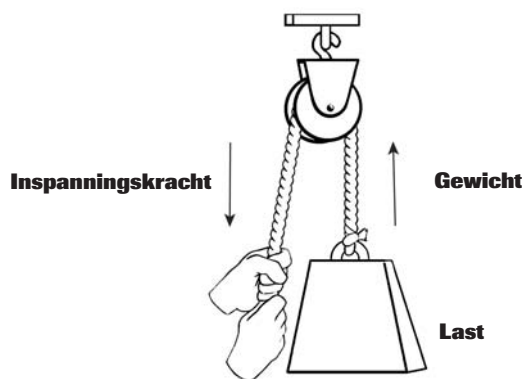
Een wiskundige berekening die aangeeft hoe vaak een enkelvoudige machine de inspanningskracht vermenigvuldigt. Bij een katrol, kan dat gevonden worden door het aantal touwen te tellen dat bij iedere draagbare katrol wordt gebruikt. Bijvoorbeeld: als je 3 draagbare katrollen en 6 touwen gebruikt, dan is het rendement 6.

Rendement wordt altijd als een getal uitgedrukt zonder eenheid. (Zie voorbeeld boven.)

SLEUTEL BEGRIPPEN

- Een katrol is een enkelvoudig type mechanisme; het wordt al duizenden jaren gebruikt om het makkelijker te maken om zware lasten te tillen.
- Combinaties van katrollen kunnen beweging en kracht overbrengen van de een naar de ander via touwen, kettingen, riemen of banden.
- Katrollen maken het werk als volgt makkelijker:

1. Een katrol kan de richting van een toegepaste inspanningskracht veranderen.
 - (a) Het neerwaarts trekken van het touw dat over de vaste katrol loopt brengt het gewicht naar boven. (Zie tekening hieronder.) De kracht wordt toegepast in de richting die de zwaartekracht heeft - naar beneden. Dit is makkelijker dan tegen de zwaartekracht in trekken. Hierdoor kun je ook je lichaamsgewicht toevoegen aan de inspanning van je armspieren.

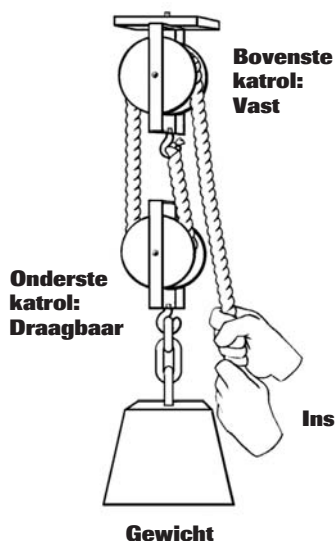


- (b) Naast het sturen van de beweging van de toegepaste inspanningskracht in een verticale richting, kunnen katrollen ook worden gebruikt om gewichten horizontaal te verplaatsen. Ze kunnen, bijvoorbeeld, gebruikt worden om gordijnen te openen en te sluiten of voor een waslijn tussen twee wielen.



2. Katrollen verhogen de toegepaste inspanningskracht. Hoe meer katrollen in het systeem worden gebruikt, hoe minder inspanning nodig is om een gewicht op te tillen, maar je moet dan wel meer touw door het systeem trekken. Anders gezegd: je trekt een langer stuk touw, maar hoeft niet zo hard te trekken als wanneer je slechts één katrol zou gebruiken.

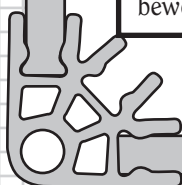
(Vergeet niet: $A = K \times W$. Met andere woorden, arbeid over een langere afstand en de kracht wordt verhoogd.)






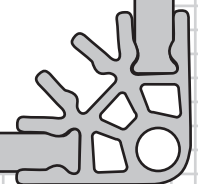
Bijvoorbeeld: met een systeem van twee katrollen – een vaste en een losse – hoeft je maar de helft van de inspanningskracht toe te passen, die anders nodig zou zijn om het gewicht te tillen zonder de hulp van katrollen, maar je moet aan TWEE maal zoveel touw trekken. Dit is omdat de draagbare katrol wordt gedragen door twee delen van het touw en je moet beide zijden van het touw in beweging brengen om het gewicht op te tillen.

Samenvatting

| VASTE KATROL | LOSSE KATROL | COMBINATIE KATROL |
|---|---|---|
| | | |
| Vastgemaakt aan een vaste constructie of gebouw. Niet direct vastgemaakt aan het gewicht. | Direct vastgemaakt aan het te tillen gewicht | Twee of meer katrollen verbonden door hetzelfde touw. De bovenste set bevat vaste katrollen bevestigd aan een vaste constructie; de onderste set is beweegbaar. |
| Beweegt niet als aan het touw wordt getrokken, behalve dat het op de plaats draait. | Beweegt zodra aan het touw wordt getrokken. Als de katrol beweegt, dan ook het gewicht. | Bovenste set beweegt niet; onderste set(s) beweegt als aan het touw wordt getrokken. |
| Inspanning wordt altijd toegepast door naar beneden te trekken. Dat is makkelijker omdat de inspanning wordt toegepast in dezelfde richting als de zwaartekracht. | Bij een draagbare katrol wordt de inspanningskracht toegepast door omhoog te trekken. | De inspanning wordt toegepast door naar beneden te trekken. |
| Verandert de richting van de toegepaste krachtsinspanning. Het naar beneden trekken van het touw geeft een opwaartse beweging van het gewicht. | Verhoogt de toegepaste kracht op het gewicht. | Verandert de richting van de toegepaste kracht EN verhoogt de kracht toegepast op het gewicht. |



| VASTE KATROL | LOSSE KATROL | COMBINATIE KATROL |
|--|---|--|
| Het gewicht verplaatst in dezelfde richting als dat van het touw. | Bij een losse katrol wordt het gewicht slechts de helft van de afstand verplaatst, die het touw aflegt. | De afstand die het gewicht aflegt in vergelijking met de toegepaste inspanningskracht hangt af van het aantal katrollen. Deze kan worden bepaald door het aantal touwdelen, dat aan het gewicht verbonden is. Bijv. met 4 touwdelen verplaatst het gewicht ($\frac{1}{4}$) van de afstand van de inspanning. |
| Het optillen met een vast katrol kost, in theorie, net zoveel kracht als het optillen zonder katrol. In de praktijk moet de kracht groter zijn om ook nog de wrijving te overwinnen. | Optillen met een losse katrol vraagt minder kracht dan zonder katrol maar deze moet wel op een langere afstand worden toegepast. (Wrijving vindt plaats.) | Hoe meer katrollen worden gebruikt hoe minder inspanning nodig is om zware gewichten te verplaatsen. (Wrijving vindt plaats.) |
| Het gewicht wordt verplaatst met 1 touw. Rendement = 1 | Een losse katrol verplaatst het gewicht met twee touwen. Rendement = 2 | Het aantal touwdelen, dat aan het gewicht verbonden is, bepaalt het rendement. In het voorbeeld boven: rendement = 4 |
| Voorbeelden: Vlaggenmast ; waslijn; luxaflex. | Voorbeelden: zeilboot; openingsmechanisme van een garagedeur. | Voorbeelden: takelblok ; kraan. |
|  |  |  |



Een vlaggenmast

Een voorbeeld van een vaste katrol



DOELSTELLINGEN

De leerlingen:

1. Ontdekken dat katrollen wielen zijn met sleuven in de buitenste rand.
2. Leren dat katrollen gebruikt kunnen worden om voorwerpen op te tillen en de richting van de beweging veranderen.
3. Laten zien hoe een vaste katrol werkt.
4. Voeren metingen uit om te ontdekken of een vaste katrol wel of niet de toegepaste inspanningskracht verhoogt.
5. Vinden voorbeelden van alledaagse voorwerpen, waarbij katrollen een rol spelen.

Materialen

Elke groep van 2-3 leerlingen heeft nodig:

- 1 K'NEX Education Hefboom en Katrollen set met bouwstructies
- Stickers of beschrijfbaar plakband
- Meetlint
- Werkschriften
- Unster(veerweegschaal met haak) tot 200 gram of 5 Newton(optioneel)

De leerkracht heeft nodig:

- Een mand of emmer vol met zware gewichten

WERKWIJZE

Introductie

- Bespreek met de leerlingen hoeveel van de enkelvoudige machines, die ze hebben onderzocht, het makkelijker maken om zware gewichten op te tillen.
- Vraag een vrijwilliger om met z'n gezicht naar beneden op een tafel te gaan liggen, aan de rand. Vervolgens moet hij naar een mand vol zware voorwerpen naast de tafel kijken en die optillen. (Leerlingen moeten hun arm niet over de voorkant van de tafel uitsteken.)
- Vraag de vrijwilliger te beschrijven hoe moeilijk of gemakkelijk dit voor hem was.
- Bevestig een touw aan de mand en vraag hem de mand met het touw op te tillen.
- Moedig de leerlingen aan manieren te bedenken om dit makkelijker te maken.
- Leg uit dat zij een model moeten bouwen dat laat zien hoe een enkelvoudige machine het optillen kan vereenvoudigen. Wanneer ze het model bouwen, moeten ze proberen te ontdekken welke enkelvoudige machine ze aan het bouwen zijn.

Idee voor de klas

Het kan zinvol zijn om een Woordweb samen te stellen van de woorden en termen die de leerlingen nodig zouden kunnen hebben wanneer ze de onderzoeken en bevindingen bespreken en als ze tekeningen en omschrijvingen maken. Woorden kunnen op kaarten worden geschreven met omschrijvingen op de achterkant.

Bouwactiviteiten

- Deel de leerlingen op in groepen van 2-3 en deel 1 K'NEX Education Hefboom en Katrol bouwset uit aan ELKE groep.

- Vraag de leerlingen de vlaggenmast te maken. (Pagina 10-11 van het Bouwinstructieboekje.) We bevelen aan dat 1 leerling Stap 1-3 bouwt en de andere Stap 4-6. De delen kunnen dan samengevoegd worden, zoals getoond, om de complete vlaggenmast te vormen.

N.B. Leerlingen mogen het touw niet knippen. Ze hebben een lang touw nodig voor de diverse katrolbouwwerken.

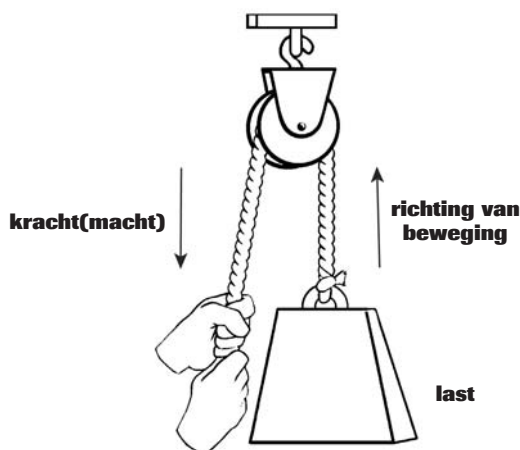
- Geef de leerlingen een paar minuten om het model te onderzoeken en te bepalen wat het doet.

Onderzoek I: Wat is een katrol en wat doet dat?**Stappen**

- (a) Vraag of iemand de naam weet van het werktuig dat deel uitmaakt van het model dat ze hebben gebouwd.

Leerlingen zullen waarschijnlijk de informatie op pagina 11 van het Bouwinstructieboekje hebben gelezen en zullen de katrol hebben gezien.

- (b) Leg de leerlingen het concept katrol uit. Vraag ze de katrol in hun model te omschrijven. (Een wiel met een sleuf in de rand waar een touw in past.) Leg uit hoe een katrol werkt met behulp van een bordtekening. (Zie sleutel begrippen; sleutel concepten)



- (a) Vraag de leerlingen naar de tekening te kijken en de twee dingen die een katrol kan doen te beschrijven.

Leerlingen zullen zeggen dat het helpt om een zwaar gewicht op te tillen. Het verandert ook de richting van een beweging - de inspanningskracht is toegepast in een neerwaartse richting, terwijl het gewicht omhoog beweegt.

- (b) Vraag de leerlingen terug te denken aan hun poging de zware mand op te tillen. Vraag waarom het makkelijker is om aan een touw naar beneden te trekken dan naar boven.

Leerlingen moeten begrijpen dat wanneer ze naar beneden trekken hun lichaamsgewicht wordt toegevoegd aan de kracht die hun armspieren leveren, zodat het makkelijker lijkt de lading op te tillen. Hier kan ook uitgelegd worden dat ze met de zwaartekracht mee trekken en niet er tegenin.

- (c) Moedig de leerlingen aan op het Internet te zoeken naar websites die uitleggen hoe katrollen werken. (Bezoek, bijvoorbeeld, de volgende site voor informatie: www.encyclopedieDoe.nl trefwoord: katrollen.)



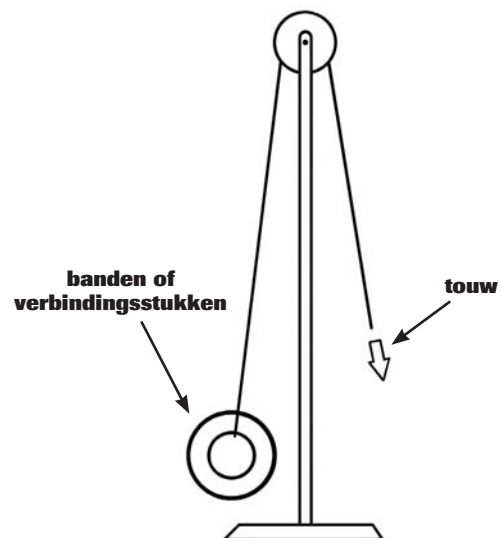
3. (a) Leg de leerlingen uit, dat er twee soorten katrollen bestaan:
 - i. **Vaste:** Dit type is vastgemaakt aan een muur of iets anders stevigs en beweegt niet als aan het touw wordt getrokken, hoewel het wel op de plaats draait.
 - ii **Los:** Dit type beweegt, samen met het gewicht, als aan het touw wordt getrokken.
- (b) Vraag de leerlingen in welke categorie de vlaggenmast valt. Ze moeten hun gedachten in het werkschrift opschrijven. Ze moeten aantekenen of de katrol van het model vast of los is.
- (c) Vraag de leerlingen, als ze het touw aan de katrol hebben vast gemaakt, dit weer los te maken voor de volgende activiteit.

Leerlingen moeten ontdekken dat de katrol van de vlaggenmast vast zit.

Onderzoek II: Hoe maakt een vaste katrol het werk makkelijker?

Stappen

1. (a) Bevestig een voorwerp aan het einde van het zwarte touw. Je kunt er een K'NEX band of een serie verbindingen aan rijgen. Maak en bevestig een label voor het voorwerp op een stuk afplakband - dit is het **GEWICHT**(last). Til het gewicht op door aan het touw te trekken. De trekkracht is de **INSPANNING** die je aan de arbeid toevoegt. Voel hoeveel kracht of inspanning het kost om het gewicht op te tillen. Wat gebeurt er wanneer je het touw los laat? Doe dit om de beurt.



- (b) Leg nu het touw over de katrol in de top van de vlaggenmast. (N.B. het touw hoeft niet vastgemaakt te worden aan de voet van de vlaggenmast.) Til het gewicht door aan het touw te trekken. Voel hoeveel inspanning nodig is om het gewicht op te tillen. Doe dit om de beurt.

- (c) Als je de katrol gebruikt: in welke richting moet je het touw trekken? Omhoog of omlaag?

- (b) Maakt de katrol het werk gemakkelijker? En zo ja, hoe?

Leerlingen zullen antwoorden, dat wanneer ze de katrol gebruiken ze het touw naar beneden trekken om het gewicht op te tillen. Het voelt gemakkelijker aan om naar beneden te trekken omdat het "lichaamsgewicht" kan worden gebruikt bij het trekken. Als je omhoog trekt kan alleen spierkracht worden gebruikt. In feite wordt in beide gevallen dezelfde hoeveelheid inspanning geleverd.

2. (a) Laat het gewicht op de voet van de vlaggenmast rusten en doe het touw strak over de grijze katrol.
- (b) Een lid van de groep pakt het touw net onder de katrol en trekt langzaam naar beneden. (N.B. doe dit voorzichtig zodat het touw niet van de katrol afglipt) Het andere groepslid meet het volgende:
 - i. Hoe ver is het touw getrokken. (Meet vanaf de vingertoppen tot de grijze katrol)
 - ii Hoe ver is het gewicht boven de tafel getild.



- (c) Wat valt je op als je de metingen vergelijkt?

*Leerlingen zullen opmerken dat de afgelegde afstand van de inspanning en het gewicht gelijk is **Bij vaste katrollen verandert alleen de richting van de beweging.***

- (d) Maak een tekening van het experiment in je werkschrift, label de katrol, het gewicht, de toegepaste inspanningskracht en de richting van de beweging van de trekkracht en van het te tillen gewicht. Leg de metingen vast.

3. Waarom hebben vlaggenmasten katrollen om de vlag op en neer te halen? Hoe krijg je de vlag in top zonder het gebruik van een katrol?

Leerlingen moeten in staat zijn te vertellen dat het makkelijker is om een aan een touw te trekken om een vlag te hijsen dan op een hoge ladder te klimmen om de vlag in de top te hangen.

Toepassing van het idee

- Neem op het bord met de klas nog eens door wat ze ontdekt hebben over vaste katrollen:

1. Vaste katrollen veranderen de richting van de toegepaste inspanningskracht.
2. Het gewicht legt de zelfde afstand af als die van het touw.

- Leerlingen moeten in hun werkboeken het type katrol aanwijzen dat is gebruikt bij de vlaggenmast. Ze moeten dan uitleggen hoe het gebruik van een vaste katrol het optillen van een gewicht makkelijker maakt. Leerlingen moeten worden aangemoedigd nauwkeurig te formuleren.

- Regel dat de leerlingen de schoolvlag kunnen hijsen en strijken.

- Vraag de leerlingen andere plaatsen te zoeken op school, thuis, in hun omgeving, waar vaste katrollen worden gebruikt om een gewicht op te tillen. Moedig ze aan het internet te gebruiken.

- Moedig de leerlingen aan om een K'NEX model te bouwen van een van deze andere katrollen en leg uit hoe ze werken. Laat ze nadenken over hoe ver ze moeten trekken om een gewicht een bepaalde afstand omhoog te brengen.

Voorbeelden van vaste katrollen: waslijn, ketting bij raamlamellen.

Uitbreiding

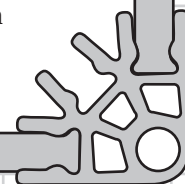
Gebruik de unster(veermeter) om de inspanningskracht te meten die is gebruikt om met en zonder katrol te tillen. Maak de meter vast aan het gewicht om de inspanningskracht te meten zonder gebruik van de katrol. Bevestig daarna de unster aan het einde van het touw. Doe het touw over de katrol en hef het gewicht door aan de unster te trekken. Als je nauwelijks een uitslag krijgt op de meter, gebruik dan een zwaarder voorwerp.

Theoretisch zullen de inspanningskrachten in beide gevallen dezelfde zijn. Om een gewicht op te tillen met behulp van een vaste katrol is het nodig dat de toegepaste inspanningskracht aan het eind van het touw gelijk is aan het gewicht aan het andere eind. Door de wrijving kan echter de benodigde kracht bij het gebruik van de katrol licht hoger zijn.

Zodra de leerlingen de uitbreidingsactiviteiten hebben uitgevoerd kunnen ze het volgende aan de lijst van eigenschappen van vaste katrollen toevoegen: (zie boven):

3. Optillen met een vaste katrol vraagt dezelfde hoeveelheid kracht als optillen zonder katrol.

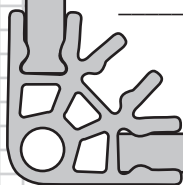
NOOT: Indien mogelijk, hou dan een vlaggenmastmodel met de vaste katrol achter, zodat de leerlingen het kunnen vergelijken met het samengestelde katrol systeem dat gebruikt is bij het zeilboot model op pagina 49.

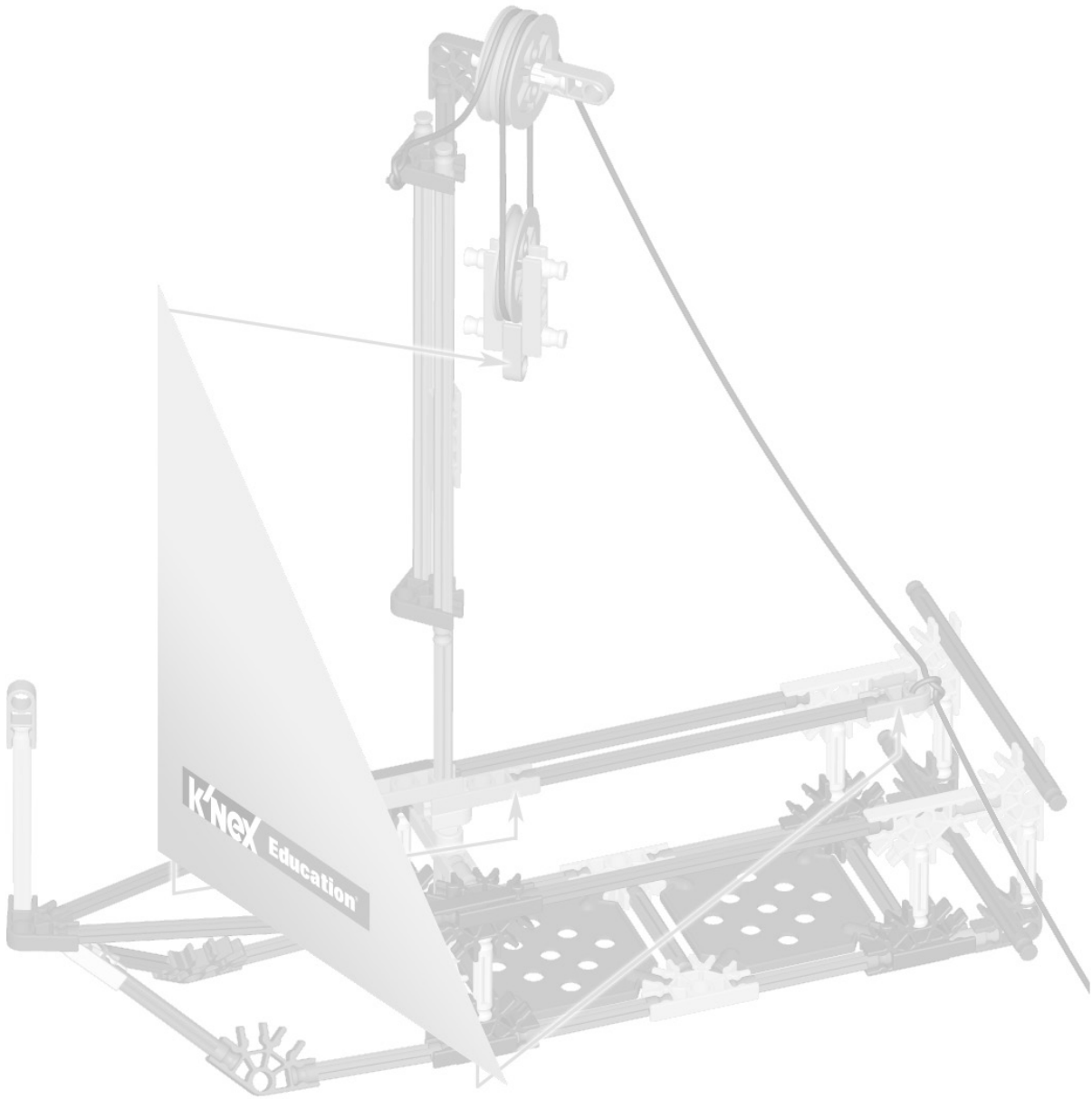




- ✓ Definitie en tekening van een katrol.
- ✓ Voorspelling van het type katrol dat wordt gebruikt bij een vlaggenmast.
- ✓ Tekening met namen van de vaste katrol van de vlaggenmast.
- ✓ Lijst van eigenschappen van een vaste katrol.
- ✓ Uitleg over hoe een vaste katrol het werk makkelijker maakt.

AANTEKENINGEN:

[illegible]



Een zeilboot

Een voorbeeld van een samengestelde katrol



DOELSTELLINGEN

De leerlingen:

1. Herkennen het verschil tussen vaste en losse katrollen.
2. Leren dat vaste en losse katrollen, wanneer ze samen worden gebruikt, bekend staan als samengestelde katrollen.
3. Laten zien hoe samengestelde katrollen werken.
4. Onderzoeken hoe een samengestelde katrol de inspanningskracht verhoogt en het tillen van een gewicht makkelijker maakt.
5. Leren dat hoe groter het aantal katrollen in een systeem hoe makkelijker het tillen is.
6. Voorbeelden geven van alledaagse voorwerpen waarbij samengestelde katrollen worden gebruikt.

Materialen

Elke groep van 2-3 leerlingen heeft nodig:

- 1 K'NEX Education Hefbomen en Katrollen set met een bouw instructieboekje
- Stickers of stukjes beschrijfbaar plakband
- Meetband

- Grote paperclip
- Foto's van zeilboten en schepen
- Werkschriften
- 200-400 gram of 5-10 Newton unster(veermeter) (optineel)

De leerkracht heeft nodig:

- Het vlaggenmastmodel van de vorige bouwactiviteit om te kunnen vergelijken
- Foto's van zeilboten en zeilende schepen over het klaslokaal verspreid of beschikbaar om op een computerscherm te tonen. (suggestie: bezoek www.encyclopedie.nl trefwoord: zeilboten.

WERKWIJZE

Introductie

- Neem nog eens door hoe het gebruik van een katrol het werk om een vlag te hijsen makkelijker maakt. In dit geval verandert de katrol de richting van de inspanningskracht – het is makkelijker naar beneden te trekken dan omhoog. De katrol betekent ook dat je niet de ladder op hoeft om boven in de mast te komen.
- Vraag de leerlingen te kijken naar de foto's van de zeilboten die ze hebben verzameld (of verwijst naar de foto's die in het klaslokaal zijn uitgesteld) en vraag ze te beschrijven hoe een zeilboot werkt.

U kunt dit als een mogelijkheid gebruiken om woorden die met een zeilboot te maken hebben te introduceren; mast, boeg, achterstevan, giek, tuigage (want), kikkers enz.



- Leg uit, dat zeilers, ongeacht de afmeting van hun boot, met hetzelfde probleem te maken hebben – hoe zware zeilen snel te hijsen of te strijken. Herinner de leerlingen eraan dat boten zeilen en windkracht gebruikten om zich over grote watermassa's te verplaatsen voor de uitvinding van stoomkracht motoren. Vaak waren de zeilen erg groot en zwaar, vooral nat. Beschrijf hoe de zeelieden destijds vaak in de mast moesten klimmen en de grote zeilen met de hand moesten optrekken. Dat was erg zwaar en gevaarlijk werk. (Laat hiervan eventueel foto's zien.) Moderne zeilschepen maken gebruik van katrollen zodat de zeilers de zeilen snel kunnen hijsen en strijken zonder het (relatief) veilige dek te verlaten.
- Vraag de leerlingen naar overeenkomsten tussen de vlaggenmast en een zeilboot.
Leerlingen zullen antwoorden dat beide een voorwerp ophijzen of laten zakken met een hoge, dunne paal, daarbij gebruik makend van een katrol.
- Vraag de leerlingen zorgvuldig naar de foto's van de zeilboten te kijken en de katrollen, kabels/touwen aan te wijzen. Vraag ze of ze denken dat er een relatie bestaat tussen het aantal katrollen en touwen dat wordt gebruikt en de omvang van het gewicht dat moet worden verplaatst. Moedig ze aan hun eerste gedachte in hun aantekenboek te noteren.
- Leg uit dat ze in deze les zullen onderzoeken hoe een combinatie van katrollen gebruikt kan worden om echt zware objecten, zoals grote zeilen, op te tillen.

BOUWACTIVITEIT

- Deel de klas op in groepen van 2 en deel een K'NEX Education Hefbomen en Katrollen Bouwset uit aan ELKE groep.
- Vraag de leerlingen de ZEILBOOT te bouwen. (Pagina 12-13 van het Bouw instructieboekje.) We raden aan dat de ene leerling Stap 1-2 bouwt en de ander Stap 3-5. Stap 6-8 zullen ze samen moeten bouwen. Dit is vooral belangrijk bij Stap 7 als het touw wordt vastgemaakt aan de katrollen. Zorg er voor dat de ene leerling de losse katrol vasthoudt (gemaakt in Stap 6) terwijl de andere leerling het touw rond het katrolwiel strak trekt.
N.B. Het touw moet NIET worden afgeknipt. Ze hebben het lange touw nog nodig voor andere activiteiten.
- Geef de leerlingen een paar minuten om het model te onderzoeken en te zien wat het doet.

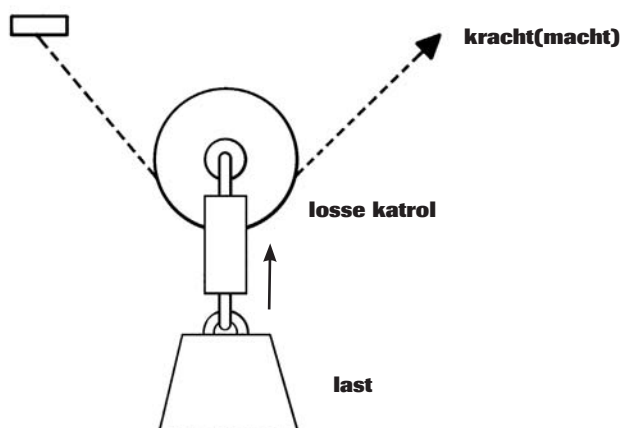
Onderzoek: Hoe maakt een samengesteld katrol systeem het werk om een zwaar gewicht op te tillen, gemakkelijker?

- Vraag de leerling de vaste katrol aan te wijzen en er een sticker op te plakken.

De leerlingen behoren te zien dat er 2 vaste katrollen zitten aan de top van de mast.

- Vraag ze uit te leggen hoe de lagere katrol verschilt van de 2 aan de top van de mast. Leg hier het concept uit van een losse katrol. Geef een definitie en maak een tekening op het bord:

- Een portable katrol wordt rechtstreeks aan het te tillen gewicht vastgemaakt; het beweegt als er aan het touw wordt getrokken.



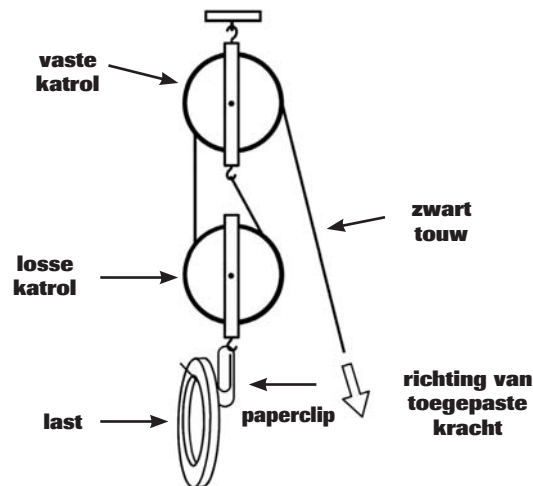


- Leerlingen moeten een sticker plakken op de beweegbare katrol.
- Leg uit dat losse katrollen meestal gebruikt worden samen met vaste katrollen en dat we dit dan een samengesteld katrol systeem noemen. Als je alleen een losse katrol gebruikt, moet je aan het touw of ketting naar boven trekken. – zwaarder dan naar beneden trekken. Het combineren van de losse en de vaste katrol maakt dat je naar beneden trekt aan het touw om het gewicht op te tillen.
- Leg uit dat ze zullen onderzoeken hoe een samengesteld systeem werkt, door het volgende te doen:

Stappen

1. Bevestig een gewicht, zoals de K'NEX band, aan het einde van een touw. Dan heb je waarschijnlijk een groot stuk touw over, daar waar je het aan de grijze clip aan het eind van de rode stang (de giek) hebt bevestigd. Maak het gewicht vast aan het vrije stuk touw en probeer hetzelfde gewicht te gebruiken als bij de vlaggenmast. Til het gewicht op door aan het touw te trekken. Voel hoeveel inspanning het kost het gewicht op te tillen.

2. (a) Open een grote paperclip, zodat je die als een haak kunt gebruiken. Haak de paperclip aan de grijze aansluitklem onder aan de hangende katrol. Haal het gewicht van het vrije stuk touw af en hang het aan de paperclip. Maak voorzichtig het touw los van de grijze clip aan het eind van de rode stang en trek eraan om het gewicht op te tillen.



- (b) In welk opzicht werken de katrollen op de zeilboot net zoals de katrol op de vlaggenmast?

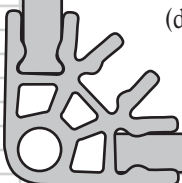
Indien nodig kunnen leerlingen het met het eventueel aanwezige vlaggenmastmodel vergelijken.

- (c) Maakt de katrol het tillen makkelijker? Zo ja, hoe?
- (d) Wat valt je nog meer op bij het tillen van het gewicht met deze katrollen?

Leerlingen zullen opmerken dat ze nog steeds naar beneden trekken om het gewicht op te tillen. Het is gemakkelijker het touw naar beneden te trekken om het gewicht te tillen, dan omhoog te trekken.

Ze zullen merken dat het katrolsysteem het optillen makkelijker maakt – ze hoeven niet zo hard te trekken als bij een vaste katrol. Ze moeten echter wel heel wat touw gebruiken om het gewicht op te tillen.

3. (a) Laat het gewicht op tafel rusten, met het touw strak aangetrokken. Een groepslid trekt aan het touw precies onder de katrol naar beneden om het gewicht op te tillen. Het andere groepslid moet meten hoever het touw was aangetrokken. Meet van de vingertoppen tot aan de katrol.
- (b) Meet daarna de afstand van de bovenkant van het gewicht en de tafel. Hoe hoog is het gewicht gekomen?
- (c) Vergelijk de metingen.
- (d) Wat valt je op aan de lengte van het touw waarmee je het gewicht omhoog trok en de afstand dat het gewicht is verplaatst?



(e) Waarom denk je dat dit is gebeurd?

Leerlingen zullen zien dat de afstand dat het gewicht is verplaatst ongeveer de helft is van de lengte van het touw waaraan is getrokken. De samengestelde katrol verkleint de benodigde inspanning om het gewicht te tillen, maar vergroot de afstand waarover aan het touw is getrokken. Dat komt omdat het systeem een losse katrol heeft met twee stukken touw die het gewicht tillen. Met behulp van dit systeem hoef je maar half zo hard te trekken maar wel over twee keer de afstand – dit is de ruil.

4. (a) Hoe bevestigen echte zeilboten hun zeilen aan de katrollen?
- (b) Wat zie je over de grootte van de zeilen op de zeilboten?
- (c) Waarom denk je dat zeilboten een samengesteld katrol systeem gebruiken om hun zeilen te hijsen en strijken.

Echte zeilboten hebben een aantal ringen rond de mast die aan een touw vast zitten (de val). Deze val zit vast aan het katrol systeem. De randen van het zeil bevatten stroppen (gaten), waar klemmen doorheen gehaald worden, en vastgehaakt worden aan de ringen aan de mast. Door aan de val te trekken gaan de ringen en het zeil omhoog langs de mast.

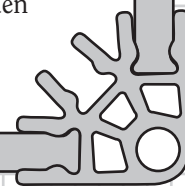
Leerlingen zullen merken dat het gebruik van de samengestelde katrollen helpen om het zeil gemakkelijk en snel te hijsen. De zeilen zijn groot en zwaar. De samengestelde katrollen zijn nuttig op een zeilboot, omdat je de zeilen snel moet kunnen aanpassen, vanwege verandering in snelheid en richting van de wind.

Het idee toepassen

- Laat leerlingen informatie noteren over het type katrol dat wordt gebruikt op een zeilboot. Laat ze een tekening maken om de verschillende soorten katrollen te laten zien, de richting van de inspanningskracht, de richting van de beweging van het gewicht, en het aantal touwen nodig om het gewicht te tillen. Er moet een uitleg bij over het verschil tussen een vaste en een losse katrol.
- Vraag elke groep een ander samengesteld katrol systeem te kiezen en er een K'NEX model van te bouwen. Ze moeten aan de klas uitleggen hoe het werkt. Laat ze nadenken over hoe ver ze moeten trekken om een gewicht een bepaalde hoogte op te tillen.
- Neem met de klas door hoe de samengestelde katrol het voordeel van beide soorten katrollen combineert. Ze moeten begrijpen dat je met een samengesteld systeem een heel zwaar gewicht kunt tillen met een klein beetje kracht in de richting waarin het het makkelijkst is om te trekken. Help de leerlingen een samenvatting te maken en vraag ze die in hun werkschrift te noteren.
- Vraag de leerlingen een lijst te maken van andere plaatsen waar een samengestelde katrol kan worden gebruikt om iets zwaars te tillen.

Suggesties voor samengestelde katrolsystemen: lift, hefbrug, garagedeur.

Mogelijke samenvatting: Een samengesteld katrolsysteem verandert de richting van de inspanningskracht en het verhoogt de op het gewicht toegepaste kracht zodat het makkelijker werkt. De inspanningskracht moet echter over een grotere afstand worden toegepast.





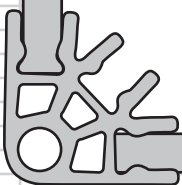
Het idee uitbreiden

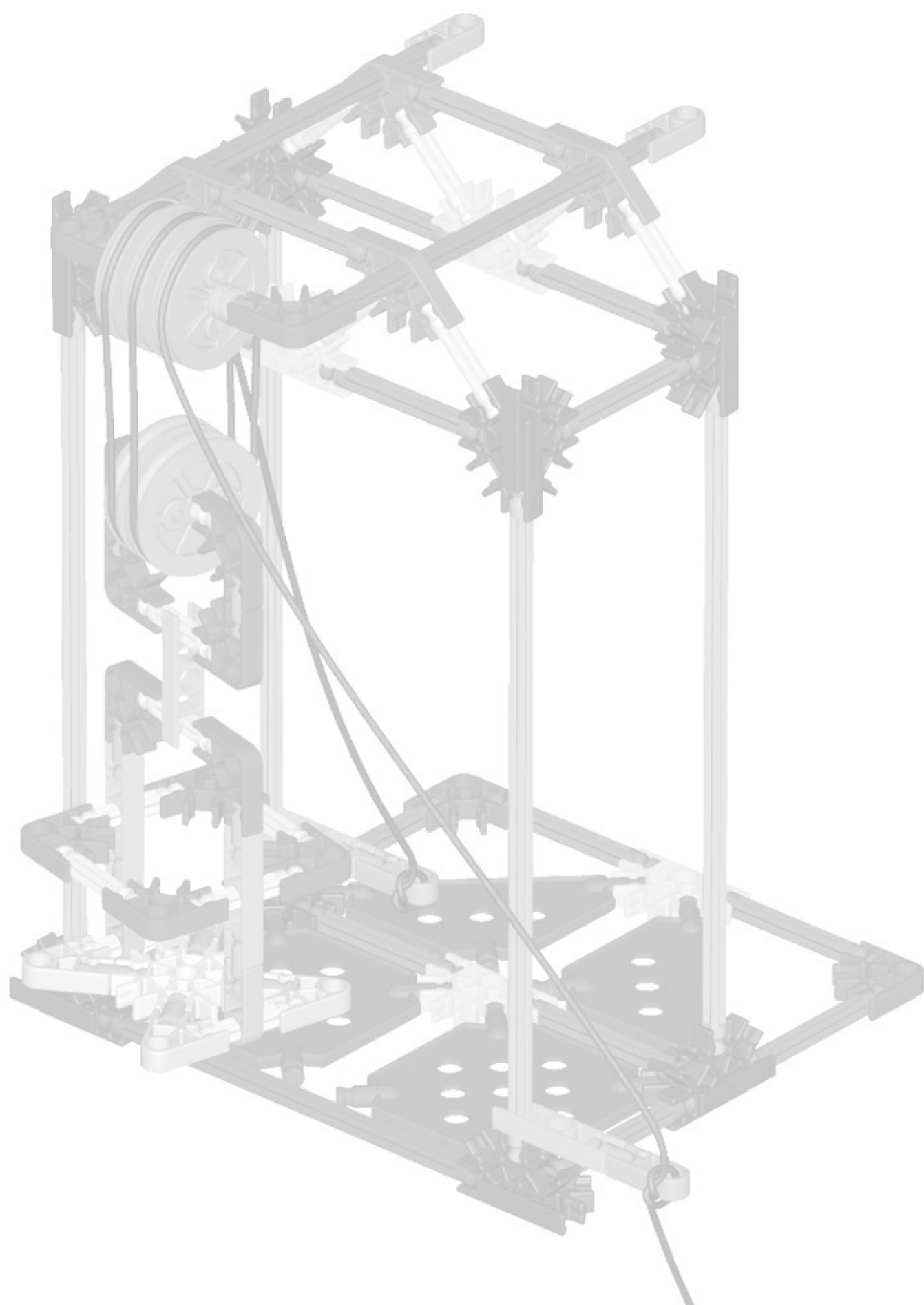
1. Onderzoek, met behulp van Internet en de bibliotheek, verschillende types zeilboten zoals de catamaran, en de zeilboot van de America Cup. Bepaal hoeveel zeilen worden gebruikt en waarom, hoe de zeilen zijn gerangschikt wat dit betekent voor het resultaat. Bouw met K'NEX nog een andere zeilboot. Demonstreer de zeilschikking met behulp van meerdere sets van samengestelde katrollen. Leg uit hoe de zeilschikking de boot helpt te varen.
2. (a) Ontwerp een zeil voor je zeilboot met stof en viltstiften. Gebruik foto's van zeilboten om ideeën te vinden voor ontwerpen en vormen.
- (b) Beslis hoe je het zeil bevestigt aan de val.
- (c) Hijs en strijk het zeil op je boot en let op wat er gebeurt.

CHECKLIST VERSLAG

- ✓ Definitie en een tekening van een losse katrol.
- ✓ Beschrijving, met tekening, van het samengestelde katrol systeem.
- ✓ Metingen die aantonen hoe het samengestelde katrol het tillen van een zwaar gewicht makkelijker maken.
- ✓ Samenvatting van de voordelen van een samengesteld katrol systeem.
- ✓ Voorbeelden uit de dagelijkse praktijk van samengestelde katrollen om zware gewichten op te tillen.

AANTEKENINGEN:





Blok en Takel

Voorbeeld van het gebruik van een samengestelde katrol



Doelstellingen De leerlingen:

1. Herkennen het type katrol in een Blok en Takel systeem.
2. Laten zien hoe een vast en verplaatsbaar katrol systeem functioneren in een Blok en Takel.
3. Maken onderscheid tussen een Blok en Takel systeem en andere katrol systemen.
4. Herkennen de relatie tussen het aantal gebruikte touwen en de benodigde toegepaste inspanningskracht om een gewicht te heffen.

Materialen

Elk groep van 2 leerlingen heeft nodig:

- 1 K'NEX Education Hefbomen en Katrollen set met een bouwinstructieboekje
- Stickers of stukken beschrijfbaar plakband
- Meetlint
- Papieren beker
- 1 of 2 stukken aluminium-folie (Ongeveer 15x20 cm.)
- Viltstift
- Munten en ringen (ongeveer 30 muntjes)
- Werkschriften
- 200 gram of 5 Newton unster (meet-veer) (optioneel)

N.B. Zorg ervoor dat er ruim voldoende voorraad munten of ringen beschikbaar is.

WERKWIJZE

Introductie

- Bespreek de resultaten van de vorige les waarin de leerlingen ontdekten dat een samengesteld katrolsysteem de inspanning verminderde om het gewicht te tillen maar dat de afstand die werd getrokken aan het touw, juist werd vergroot.
- Laat de leerlingen foto's zien , of vraag ze die zelf te zoeken, van kranen in bedrijf. (Bezoek www.freefoto.com of Google.)



- ⊗ Laat de leerlingen het katrol systeem beschrijven dat kranen gebruiken en wat ze doen. Wat voor soorten voorwerpen heffen ze op.
- ⊗ Vraag ze waaruit ze opmaken, dat katrollen het makkelijker maken om een gewicht te heffen.
- ⊗ Leg uit dat een kraan een “blok en takel” mechanisme gebruikt. Geef een definitie van een “blok en takel”:
 - ⊗ Een specifieke combinatie van katrollen om zeer zware voorwerpen op te tillen. Het blok is het raamwerk waarin de katrollen vastzitten; de takel is het touw of de kabel.
- ⊗ Vraag de leerlingen om naar pagina 15 te gaan van het Bouwinstructieboekje waar ze het ontwerp vinden van de “blok en takel” die ze vervolgens gaan bouwen. Leg uit hoe de “blok en takel” is geconstrueerd door een touw of ketting rond een aantal vaste of losse katrollen te winden. Laat ze het volgende doen:
 - ⊗ Schrijf in je werkboek hoe vaak, naar je denkt, de kracht op het gewicht zal worden vergroot door deze machine. TIP: Denk aan wat je de vorige les hebt ontdekt over de losse katrol en het aantal ondersteunende touwen. We zullen zien of je het goed hebt als we het model onderzoeken.

NOOT: Bespreek het antwoord van de leerlingen nog niet. Het juiste antwoord is : 4 maal. De vermenigvuldiging kan worden gevonden door het aantal lengtes touw, die de losse katrol ondersteunen, te tellen. In dit geval, zijn er 2 losse katrollen, elk met 2 ondersteunende touwen = 4. (De drie katrollen bovenaan zijn vaste katrollen.)

Bouwactiviteit

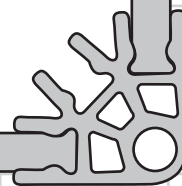
- ⊗ Deel de klas op in groepen van 2-3 en deel 1 K'NEX Education Hefboom en Katrol bouwset uit aan iedere groep.
- ⊗ Vraag de leerlingen de Blok en Takel te bouwen. (pagina 14-15 van het bouwinstructieboekje). We raden aan dat 1 leerling stap 1-3 bouwt en de andere, stap 4-5. Ze moeten stap 6-8 samen doen. Dit is vooral belangrijk in stap 7 wanneer het touw verbonden wordt met de katrol.

BOUWTIP 1: Terwijl de leerlingen het touw om de katrollen doen is het handig een groot boek te leggen op een kant van de voet van het model om te voorkomen dat het op de tafel rond gaat draaien.

BOUWTIP 2: We raden aan om, nadat het touw aan de grijze knip is vastgemaakt, het door het onderste linker gat in de gele aansluitklem, te halen (in het midden van de bovenste steun). Haal dan het touw over de katrollen zoals aangegeven in het Bouwinstructieboekje. Haal het touw tenslotte terug door het onderste rechter gat in de gele aansluitklem en bevestig het dan aan de grijze knip. (Stap 8 in het Bouw Instructieboekje.)
- ⊗ Geef de leerlingen enkele minuten om het model te onderzoeken en te bepalen hoe het werkt.

Onderzoek: Hoe maakt een “blok en takel” het heffen van een zeer zwaar voorwerp makkelijker?

- ⊗ Vraag elke groep de vaste en de losse katrollen in hun model aan te wijzen.
- ⊗ Vraag de leerlingen te bedenken hoe het gebruik van een aantal vaste en losse katrollen in een hijskraan hun mogelijkheid om een gewicht te heffen beïnvloedt.



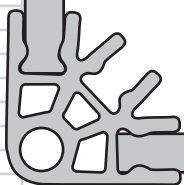
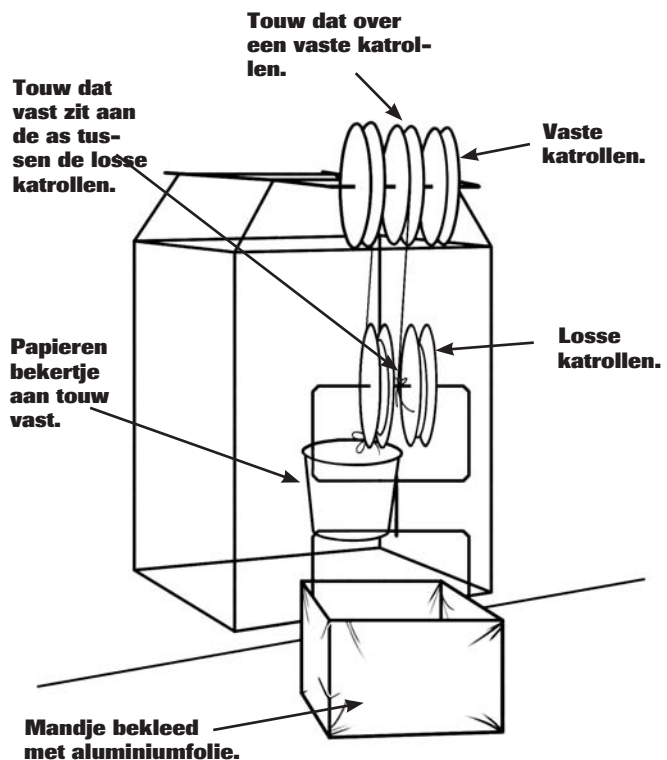


Stappen

1. (a) Geef elke groep een stuk aluminium folie gevuld met munten (of ringen) en vraag elke leerling om de beurt dit op de handpalm te leggen en het omhoog en omlaag te bewegen om een indruk te krijgen van het gewicht dat door het model zal worden getild en welke kracht dan nodig zijn om het te op te heffen. Als er unsters beschikbaar zijn, moeten ze worden gebruikt om het gewicht van het voorwerp te meten.
2. Probeer, vervolgens, het gewicht te tillen met het K'NEX "blok en takel" model.
 - (a) Zet de "blok en takel" op de rand van de tafel zodat de katrollen over de rand hangen. Leg een boek op de andere kant om het vast te houden. (Zie pagina 15 van het Bouw Instructieboekje).
 - (b) Bekleed de buitenkant van de mand met een stuk aluminium folie en leg de munten (of ringen) in de mand. Til de mand door het touw op te draaien. Voel hoeveel kracht het kost.
 - (c) Hoe verschilt het tillen met "blok en takel" van het tillen met de hand?
3. Leg de leerlingen uit dat ze met hun model gaan onderzoeken hoeveel kracht er nodig is om de muntenvracht te tillen met behulp van het katrol systeem dat ze hebben gemaakt. Leg uit dat ze eerst het gewicht van de lege mand moeten bepalen. Daarna het gewicht van de mand met de munten erin. Ze moeten de volgende stappen volgen:

Het gewicht meten van de lege mand:

- (a) Haal de munten uit de mand en leg ze opzij – later gebruik je ze weer.
- (b) Haal het touw van de grijze klem aan de achterkant van de voet (of basis) los en maak het vast aan de rand van een papieren bekertje.
- (c) Haak het touw over één van de 3 vaste katrollen bovenin het model; maak dan het andere eind vast aan de ruimte tussen de 2 losse katrollen.
- (d) Zorg ervoor dat het model op de rand van de tafel staat, dat de katrollen over de rand hangen, en dat een zwaar boek het model in evenwicht houdt.
- (e) Zorg dat de kanten en de bodem van de lege mand met een stuk folie bekleed zijn. (Of plaats een kleine papieren beker in de mand.)
- (f) Doe munten in de lege beker totdat het gewicht voldoende is om de mand omhoog te doen gaan.
- (g) Let op de afstand die de lading (mand) aflegt en die de kracht (beker met munten) aflegt.
- (h) Noteer het aantal munten dat je in de beker hebt gedaan. Dat is het gewicht van de mand.



GEGEVENS TABEL 1

| Aantal munten in de mand (Lading) | Aantal munten in de beker (Kracht) | Afgelegde afstand mand (lading) | Afgelegde afstand beker (Kracht) |
|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 0 | | | |

Leerlingen zullen waarschijnlijk merken dat ze ongeveer 20 munten in de beker moeten doen. Ze moeten begrijpen dat om een gewicht te tillen met een vaste katrol de toegepaste kracht aan het einde van het touw gelijk is aan het gewicht aan het andere eind. Het gewicht van de mand is, daarom, ongeveer gelijk aan het aantal munten die ze in de beker hebben gedaan.

Noot. Het kan net iets hoger zijn, vanwege het effect van de wrijving.

4. Maak de touwen los en plaats ze opnieuw zoals getoond in het Bouw instructieboekje. Verbind de katrollen voorzichtig precies zo als is getoond. Haal de munten uit de papieren beker en leg ze opzij; ze zijn weer nodig.

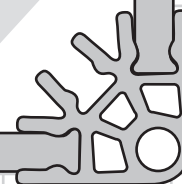
Het meten van de benodigde kracht om de mand te tillen met de “blok en takel”:

- Terwijl één deelnemer voorzichtig het touw bij de bovenkant van de katrollen houdt, bindt de andere een papieren beker aan het uiteinde van het touw.
- Doe de munten in de beker, stuk voor stuk. Hoeveel munten moeten er in de beker zodat de lege mand omhoog gaat? Noteer antwoord in de gegevenslijst. Vergeet niet het gewicht van de mand te noteren. (Dat was je antwoord op 3(h) boven.)
- Doe 10 munten in de mand. Hoe zwaar is de mand nu? Hoeveel munten moet je in de beker doen om de mand te heffen. Noteer je bevindingen in Gegevens Tabel 2.
- Doe nog eens 10 munten in de mand (20 in totaal) Hoeveel munten moet je nu in de beker doen om de mand te heffen. Noteer je bevindingen in Gegevens Tabel 2.
- Wat valt je op over de hoeveelheid kracht die nodig is om het gewicht te tillen met behulp van de “blok en takel”.
- Hoe verhoudt zich de “tilkracht” van dit model zich tot andere katrol modellen die je hebt gebruikt?
- Hoe verschilt het katrolsysteem in dit model van de andere katrol modellen die je hebt onderzocht?

GEGEVENS TABEL 2

| (A) | (B) | (C) | (D) |
|--|---------------------------------|---|-----------------------------------|
| Gewicht van de lege mand (in munten) (Je antwoord van 3 h boven) | Aantal munten in de mand gedaan | Gewicht: Totaal gewicht in munten (Kolom A + B) | Kracht: Aantal munten in de beker |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Leerlingen moeten een aanzienlijke vermindering in de benodigde kracht waarnemen bij het gebruik van “blok en takel”.



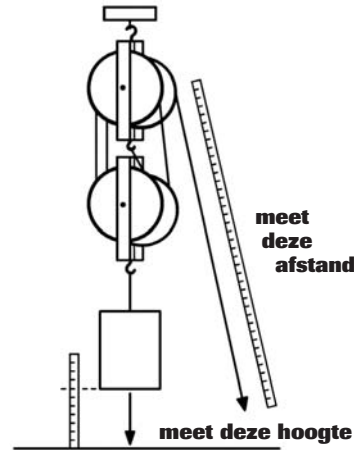


5. (a) Til de mand, met behulp van de "blok en takel" 7,6 cm. op.
- (b) Hoe ver moest je aan het touw trekken om deze hoogte te bereiken?

Om de mand 7,6 cm met de "blok en takel" en twee losse katrollen op te hijsen, zullen de leerlingen ongeveer 30,5 cm moeten trekken.

Noot: Door de wrijving is het moeilijk om nauwkeurige meetresultaten te krijgen.

6. (a) Tel het aantal touwen dat de losse katrollen steunt in de "blok en takel".
- (b) Als je bedenkt wat je de vorige les ontdekte, wat vertelt dan het aantal touwen dat de losse katrollen steunt, over hoeveel maal de kracht op het gewicht is verhoogd.
- (c) Hoe verhoudt je antwoord zich tot de bevindingen in Stap 4 boven?



Leerlingen moeten 4 touwen tellen die de twee losse katrollen steunen. Dat betekent dat deze "blok en takel" het vier maal makkelijker maakt de last te tillen, maar ze moeten het touw wel vier maal verder trekken dan wanneer ze een vast katrol gebruikt zouden hebben. Hun resultaten van Stap 4 zouden dit moeten bevestigen: 10 munten (de inspanning) kunnen een gewicht tillen van 40 munten – de "blok en takel" maakt het werk 4 maal makkelijker.

7. (a) Voeg meer katrollen toe aan de "blok en takel".
- (b) Welk effect heeft dat op het tillen en de afstand die je aan het touw moet trekken?

Als leerlingen meer losse katrollen toevoegen, zullen ze merken dat het werk makkelijker wordt, maar dat ze het touw verder moeten trekken om dezelfde hoogte te bereiken als tevoren.

Het idee toepassen

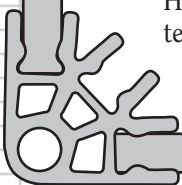
- Bespreek de waarnemingen met de leerlingen. Vraag ze hun eerste idee na te gaan over hoeveel de "blok en takel" de kracht op het gewicht zou verhogen.

Het toevoegen van meer losse katrollen aan het "blok en takel" systeem, maakt het tillen van een gewicht makkelijker. Dit K'NEX Blok en takel model maakt het 4 keer makkelijker om een gewicht te tillen door de kracht op het gewicht te vergroten, maar je moet vier maal zo ver aan het touw trekken als het gewicht van zijn plaats komt. Dit is de ruil – minder toegepaste kracht over een langere afstand.

- Laat de leerlingen:

- (a) Hun waarnemingen beschrijven en uitleggen.
- (b) Tekeningen met namen van hun model te maken.
- (c) Pijlen aan de tekening toe te voegen om de richting van de beweging aan te geven.
- (d) Uit te leggen hoe de "blok en takel" verschilt van andere katrol soorten.

Herinner ze eraan de juiste terminologie te gebruiken om de verschillende onderdelen van het systeem te beschrijven.



- Vraag de leerlingen situaties te beschrijven waar een “blok en takel” nuttig kan zijn en uit te leggen waarom zij denken dat deze situatie om een dergelijk katrol systeem vraagt.

Het “blok en takel”systeem wordt gebruikt om zeer zware voorwerpen te tillen zoals een automotor of een piano.

- Stel voor dat ze een K’NEX model bouwen van een machine dat een “blok en takel”gebruikt. Vraag ze uit te leggen hoe de machine werkt en hoe hun machine al het extra touw bergt dat bij een “blok en takel” wordt gebruikt.

Suggestie voor een “blok en takel”systeem: hijskraan

Het idee uitbreiden

1. Gebruik de unster(veer) om de inspanningskracht te meten die gebruikt is om het gewicht te hijsen met en zonder de “blok en takel”. Maak de unster vast aan de mand om de inspanningskracht te meten van het hijsen met alleen een vaste katrol. Maak het daarna vast aan het eind van het touw. Trek het touw door het “blok en takel”systeem en trek het omhoog door aan de unster te trekken. De inspanningskracht moet een kwart zijn van wat het was met alleen de vaste katrol, (het zal iets meer zijn dan een kwart vanwege de wrijving) hoewel je verder moet trekken om het gewicht op de zelfde hoogte te krijgen. Als je op de schaal niet duidelijk iets kunt aflezen, gebruik dan een zwaarder voorwerp.
2. Vraag de leerlingen meer katrollen toe te voegen en te bepalen hoe dat de metingen van de kracht beïnvloedt.
3. Moedig de klas aan hun onderzoek uit te breiden door www.howstuffworks.com te bezoeken en te zoeken onder het woord: pulley(katrol)

Uitdaging

Je moeder is een fysiotherapeut. Ze werkt met mensen die verwond zijn en in een rolstoel zitten. Het is moeilijk voor haar om de patiënten uit hun rolstoel te tillen naar de verschillende apparaten voor oefeningen. Ontwerp en bouw met behulp van K’NEX en andere materialen, een draagbaar katrol systeem dat de patiënten uit de rolstoel tilt en ze naar de verschillende toestellen brengt. Leg uit hoe je machine werkt en hoe je katrollen gebruikt om deze taak te volbrengen.

CHECKLIST VERSLAG

- ✓ Definitie van een “blok en takel”.
- ✓ Tekening met namen van hun “blok en takel”model, die de richting van de beweging aangeeft.
- ✓ Metingen van het tillen met de “blok en takel”.
- ✓ Uitleg over hoe het “blok en takel”het tillen makkelijker maakt.
- ✓ Uitleg over hoe een “blok en takel” anders is dan ander katrollen.
- ✓ Het alledaagse gebruik van een “blok en takel”.

