

5

Spelen met krachten

- 1 Krachten verdelen 84
- 2 Krachten verplaatsen 88
- 3 Krachten vergroten 92
- 4 Hydraulische apparaten 96
- Samenvatting 100
- Test jezelf 101



1 Krachten verdelen



Rupsbanden.

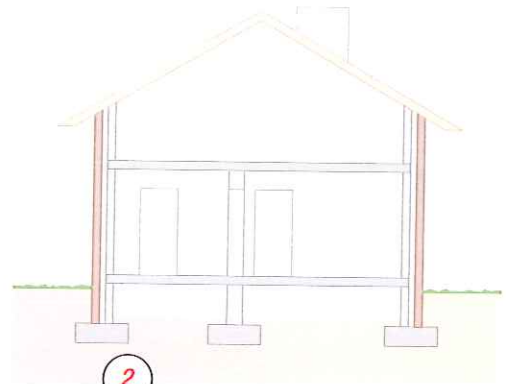


Op de openingsfoto zie je een speciaal ontworpen graafmachine. Die graafmachine heeft geen wielen. Toch kan hij vooruit, achteruit, naar links en rechts. In plaats van wielen heeft hij rupsbanden.

Die rupsbanden vervangen de rubberbanden van een auto. De wielen zelf zijn vervangen door ijzeren wielen met 'tanden': *tandwielen*. Doordat die tanden mooi in de rupsband passen, slepen de tandwielen de rupsband mee. De graafmachine gaat daardoor vooruit of achteruit. Laat je de rechter rupsband harder lopen dan de linker, dan maakt de graafmachine een bocht. Die rupsbanden zijn nodig omdat de machine anders wegzakt in het natte strand. Dat merk je zelf ook wel als je een strandwandeling maakt. Of als je op je fiets over een drassig bospaadje fietst. Hoe werkt dat nu? Die rupsband is lang en breed. Hij maakt daardoor over een groot gebied contact met de grond. Het gewicht van de graafmachine verdeelt zich zo over een groot oppervlak. Op ieder stukje grond onder de rupsband wordt dus minder hard geduwd. De graafmachine zakt daardoor niet meer weg.



Wegzakken voorkom je door het gewicht over een groot oppervlak te verdelen.



Ook gebouwen hebben vaak brede voeten.

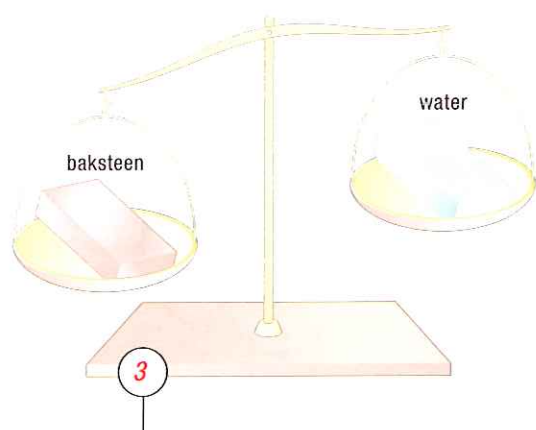
Verzakken

Een groot stuk van Nederland is 'nat'. Er zijn vrijwel overal sloten. Graaf je een paar meter diep, dan zit je al op het grondwater. Huizen zijn zwaar. Die natte Nederlandse grond kan zo'n huis niet 'dragen'. Het huis verzakt. Er ontstaan scheuren in het huis. Het komt scheef te staan. Hoe voorkom je dat nu? Je moet het gewicht van het huis beter verdelen. Je moet het draagvlak vergroten. Daarom geef je zo'n huis 'brede voeten'.

Een ander voorbeeld. Jouw vakantiewerk wordt dit jaar misschien kersen plukken. Je hebt daarbij een ladder nodig. Zet je die ladder in natte grond, dan loop je kans dat de poten wegzakken. Je plaatst er dan een plankje onder en het draagvlak wordt groter. Het probleem is opgelost, de ladder zakt niet meer weg. Soms wil je met opzet een beetje 'verzakken'. Denk maar aan voetballen op een nat veld. Je moet dan een beetje in de grond wegzakken. Anders wordt het een grote glibberpartij en is voetballen onmogelijk. Voetbalschoenen zijn daarom voorzien van noppen. Door die noppen is het draagvlak kleiner geworden. Je zakt dus een beetje weg. Daardoor sta je steviger en kun je ook weer een sprintje trekken.



Wel of niet verzakken regel je door de grootte van het draagvlak aan te passen.



Een baksteen weegt meer dan een even grote hoeveelheid water. Baksteen is dus zwaarder dan water.

Wegzakken in een vloeistof?

Soms is de ondergrond zo nat dat je bijna 'op water' moet bouwen. Hoe leg je in zo'n nat gebied een weg aan? Je begint dan met een laag materiaal dat drijft, bijvoorbeeld tempex (piepschuim). Boven op een dikke laag van die tempex maak je het wegdek.

Je hebt daarbij twee voordelen:

- het tempex zorgt voor een groot draagvlak;
- het tempex voorkomt het wegzakken omdat het drijft.

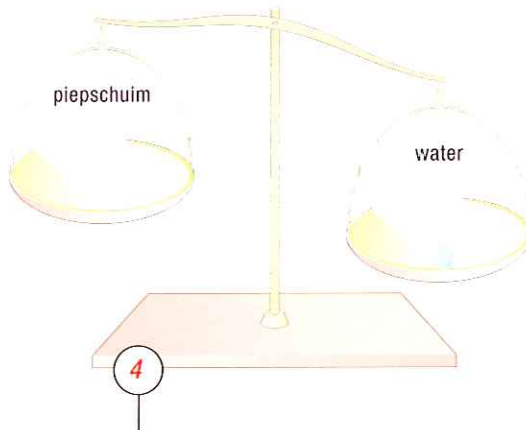
Wanneer drijft iets op water? Het antwoord: als het lichter is dan water. Maar lichter dan 1 liter water, 100 liter of 1 000 000 liter?

Een voorbeeld: Een steen drijft niet op water. Een stuk tempex met precies dezelfde vorm wel. Het gaat nu niet meer om een draagvlak. Dat is immers voor beide hetzelfde.

Het verschil zit in het materiaal. De steen weegt namelijk meer dan dat even grote stuk tempex. Maar je bent er nog niet. Je moet nu beide materialen nog vergelijken met water. Een steen is zwaarder dan evenveel water. Maar tempex is lichter. Steen zinkt dus en tempex drijft. Bekijk de onderstaande tekeningen maar eens.



Een materiaal zinkt in water als het zwaarder is dan water. Het blijft drijven als het lichter is dan water.



Tempex weegt minder dan een even grote hoeveelheid water. Tempex is dus lichter dan water.

Boten

Hout is een materiaal dat lichter is dan water. Dat een houten vlot blijft drijven is dus niet verwonderlijk. Maar hoe zit dat met stalen schepen? Staal is toch zwaarder dan water? Een *massief* stalen schip zinkt als een baksteen. Maar een schip is nooit massief. Dat is van binnen hol. Er zit dus een heleboel lucht in. En lucht is veel lichter dan water! Je hebt hier dus niet met *één* materiaal te maken, maar met verschillende materialen *samen*. De steen zonk omdat hij zwaarder was dan evenveel water. Maar een stalen schip met veel lucht erin is veel lichter dan evenveel water. Een stalen schip kan dus drijven.

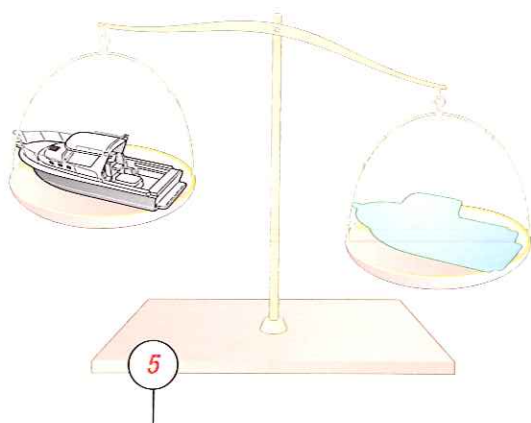
Nog twee voorbeelden. Moderne zwemvesten blijven nauwelijks drijven. Maar in zo'n zwemvest zit een patroon met samengeperste lucht.

Val je nu overboord, dan blaast het patroon je zwemvest vanzelf op. Het zwemvest is nu veel groter geworden. Daardoor is het veel lichter geworden dan evenveel water. Het blijft drijven. En jij ook, als je dat zwemvest draagt.

Een duikboot moet soms drijven en even later onderduiken. Voor dat onderduiken moet je de boot zwaarder maken dan evenveel water. Je laat de boot dan gewoon een beetje vollopen met water. Wil je weer omhoog, dan blaas je het water er met samengeperste lucht weer uit. De boot wordt dus weer lichter. Zelfs lichter dan evenveel water. Je stijgt weer op.



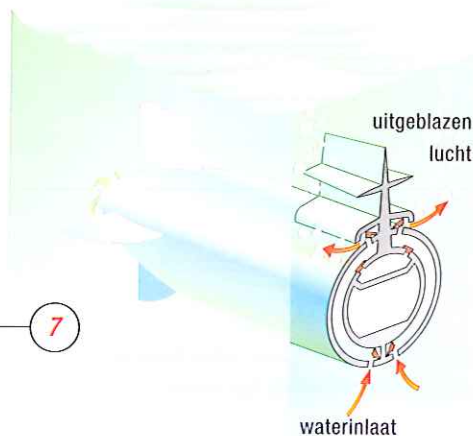
Een boot drijft als hij lichter is dan een hoeveelheid water die even groot is als de boot.



Het schip drijft omdat het minder weegt dan een hoeveelheid water van dezelfde afmetingen.



Zwemvesten.



Een duikboot.



De hovercraft en de draagvleugelboot

Boten varen niet snel. Een snelheid van 15 km per uur is voor een boot al hoog. Dat komt door de weerstand van het water. Als een boot vaart, moet immers steeds water opzij geduwd worden. Dat probleem is bij twee typen boten handig opgelost.

De hovercraft. Aan de onderkant heeft een hovercraft een rubberrand. Op de boot staat, binnen die rand, een aantal sterke ventilatoren. Deze blazen lucht met kracht loodrecht op het water. De rubberrand zorgt ervoor dat de lucht niet direct weg kan. De boot wordt dan door die lucht 'opgetild'. Hij zweeft boven het water. Als hij vooruit moet, hoeft hij dus bijna geen water opzij te duwen. Met andere ventilatoren kun je hem dan heel gemakkelijk alle kanten uitsturen.

De draagvleugelboot. Tegenwoordig zie je steeds vaker draagvleugelboten. In de zomer vaart er een tussen Kampen en Amsterdam. Deze boot heeft onder water een paar drijvers in de vorm van vleugels. Bij de start vaart zo'n boot net als een normale boot. Wordt de snelheid echter opgevoerd, dan tillen de vleugels de boot uit het water. De boot heeft dan bijna geen contact meer met het water. Je kunt de snelheid zo veel gemakkelijker opvoeren.



Boten varen het snelst als ze zo weinig mogelijk contact hebben met het water.

Een hovercraft. Dit soort boot vaart tussen Calais en Dover.



Een draagvleugelboot.

2 Krachten verplaatsen

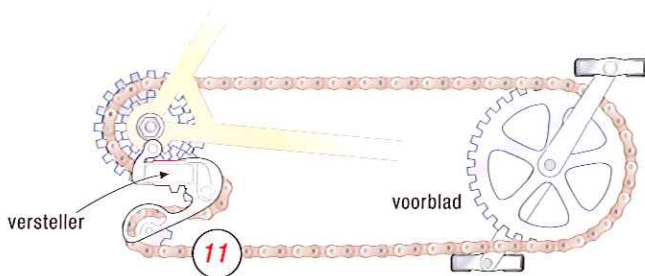


10

Reddingsoperatie op zee.

In een zwembad maak je de wildste stoeipartijen mee. Elkaar in het water duwen is daarvan een onderdeel. Maar ook het elkaar weer uit het water hijsen. Stoere jongens tonen daarbij met trots hun spierkracht. Een drenkeling uit zee halen is wat moeilijker. Daarvoor wordt meestal een helikopter ingezet. De drenkeling takel je dan met een lange kabel uit het water. Daar heb je geen spierkracht meer bij nodig. Dat gebeurt met een motor. Die motor verbind je niet rechtstreeks met de drenkeling. Je doet dat via een lange kabel. Die kabel brengt dan de kracht van de motor over op de drenkeling. Het overbrengen van krachten via touwen, kabels, kettingen en dergelijke kom je wel meer tegen. Een paar voorbeelden.

- De ketting op je fiets. Deze brengt jouw spierkracht over op het achterwiel.
- Een rubbersnaar in je walkman. Deze snaar brengt de kracht van het motortje over op de draaias van het bandje.
- De riem in een keukenmachine. Daarmee drijft de motor de messen aan.

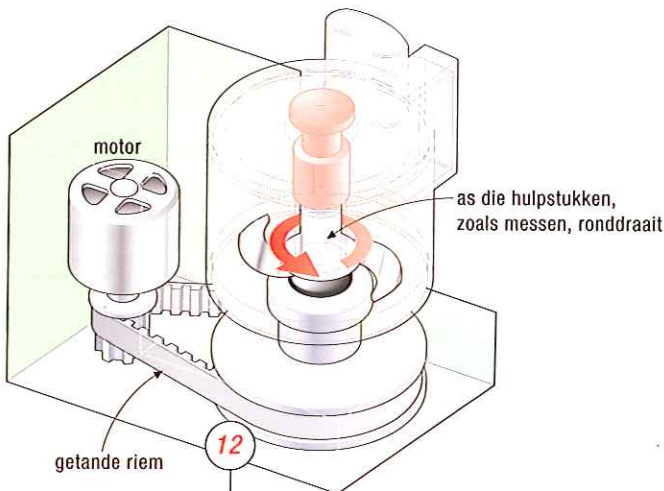


11

Ketting op fiets.

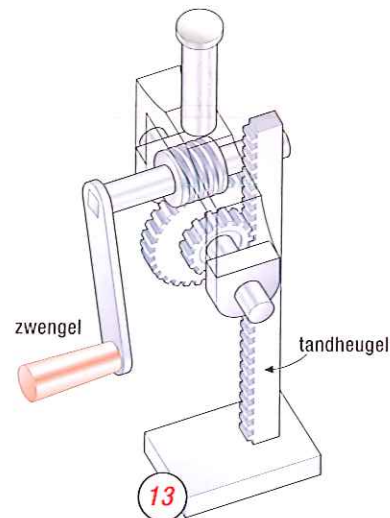


Met kabels, kettingen, riemen en dergelijke verplaats je een kracht.



12

Overbrenging in een keukenmachine.



13

Een tandkrik.

Tandwielen

Op je fiets kies je voor het overbrengen van de kracht een ketting. Ook de rupsband uit de vorige paragraaf is een ketting.

Waarom gebruik je in die situaties een ketting en geen riem of kabel? Met zo'n ketting voorkom je *slippen*. Maar dan moet je wel *tandwielen* gebruiken. De tanden van zo'n tandwiel passen precies in de schakels van de ketting. Draait het tandwiel rond, dan beweegt de ketting dus ook mee.

Soms zitten de tanden niet op een wiel, maar op een metalen balk. Zo'n balk heet een *tandheugel*. Je vindt zo'n tandheugel in een krik. Je draait met de hand een zwengel rond, waaraan een tandwiel zit. Dit tandwiel drijft weer andere tandwielen aan. Het laatste tandwiel loopt dan langs de tandheugel. Doordat de tandheugel vast op de grond staat schuift dit laatste tandwiel, samen met het voorwerp dat je wilt optillen, langzaam omhoog.

Als een helikopter vliegt, draaien er altijd minstens twee propellers rond. Een grote voor het opstijgen, dalen en vliegen. Achter op de helikopter zit een kleine propeller die voorkomt dat

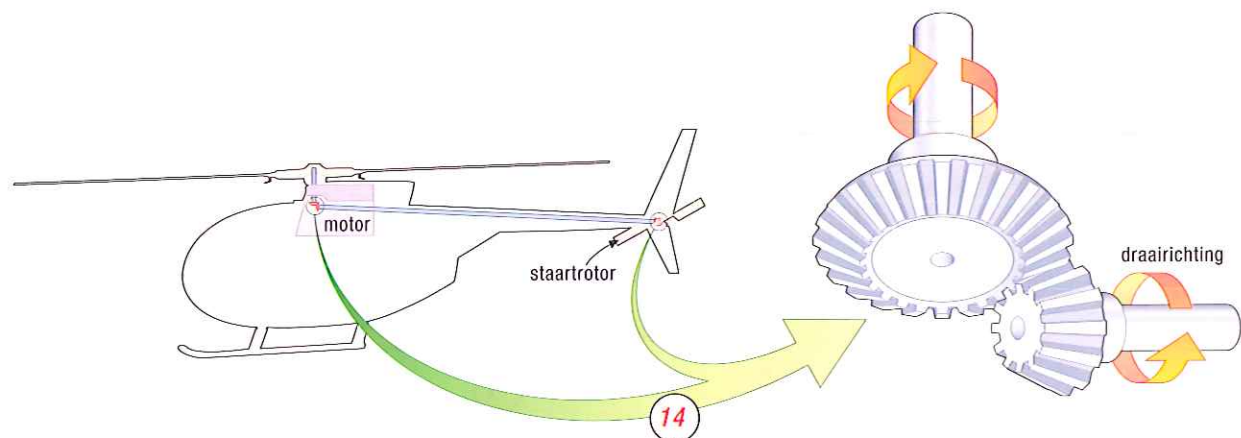
de helikopter rond gaat tollen. Beide propellers worden door dezelfde motor aangedreven. Maar die motor zit vlak onder de grote propeller. Je moet de draaiende beweging van de motor dus ook naar achteren verplaatsen. En dan moet je een paar keer 'een hoekje om'. Ook daarvoor gebruik je weer tandwielen. Maar dan wel met een speciale vorm: *kegeltandwielen*.



Met een tandheugel wordt een draaiing een verschuiving. Via kegeltandwielen kun je met een draaias een hoekje om.

De draairichting

Op je fiets zitten minstens twee tandwielen. Een bij de trappers en een bij het achterwiel. De ketting zorgt voor het doorgeven van de draaiing. Beide tandwielen draaien in dezelfde richting. Dat moet ook wel. Anders zou je achteruit moeten trappen om vooruit te kunnen fietsen. Bij het overbrengen van draaiing met riemen en snaren geldt hetzelfde.



14 Kegeltandwielen laten de staartrotor in de juiste richting draaien.

Een kegeltandwiel brengt de draaiing echter over zonder ketting. De overbrenging is rechtstreeks van tandwiel naar tandwiel. Bekijk je zo'n rechtstreekse overbrenging, dan zie je dat de draairichting nu niet meer hetzelfde is. Draait het ene tandwiel rechtsom, dan draait het andere linksom.

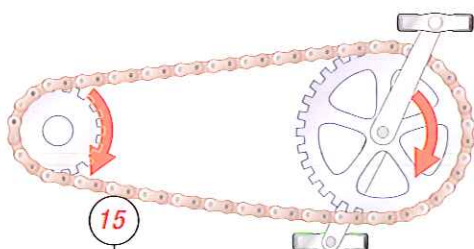
Bij veel intelligentietesten kom je allerlei vragen over tandwielen tegen. Je moet daarbij steeds voorspellen hoe de tandwielen draaien. Dat weet je nu dus!



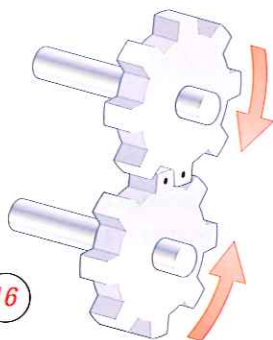
Tandwielen verbonden via ketting, snaar en dergelijke draaien in dezelfde richting. Tandwielen die elkaar rechtstreeks aandrijven, draaien tegengesteld.

Sneller draaien

De dynamo op je fiets draait veel vaker rond dan je voorwiel. Dat komt doordat het wiel groot is en de kop van dynamo klein. Draait je voorwiel een keer rond, dan draait de dynamo misschien wel 40 keer rond. Maar bij regenach-



draairichting
gelijk



draairichting
teggesteld

tig weer wil de dynamo wel eens slippen. Hij draait dan minder vaak rond. Je weet al dat je bij tandwielen geen last hebt van slip. Je kunt dan precies uitrekenen hoe vaak iets zal rond-draaien.

Een voorbeeld. Bij de trappers van je fiets zit een tandwiel met 48 tanden. Op je achterwiel zit een tandwiel met 12 tanden. Het achterwiel draait dan $48/12 = 4$ keer zo vaak rond. Dus 1 keer trappen betekent voor het achterwiel: 4 x rond-draaien!

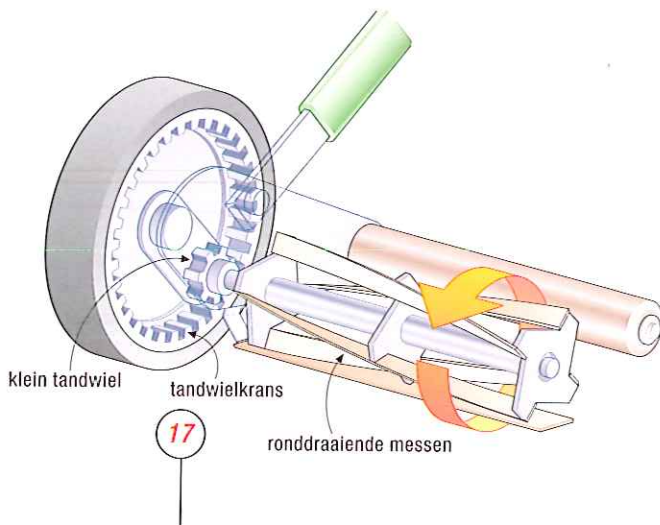
In de techniek praat je over *toerental*. Hiermee bedoel je het aantal keren dat een motor rond-draait per minuut. Het toerental van je trappers is dus kleiner dan het toerental van het achterwiel. Om precies te zijn 4 keer zo klein.



Met een overbrenging via tanden kun je het toerental veranderen.

Ga je van veel tandjes naar weinig, dan wordt het toerental groter.

Ga je van weinig tandjes naar veel, dan wordt het toerental kleiner.



In de tekening zie je hoe een grasmaaier in elkaar zit. In het wiel zie je een aantal tandwielen. Wanneer je tegen de grasmaaier duwt, rolt het grote tandwiel over het gras. Aan de binnenzijde zit een klein tandwiel, waaraan de messentrommel is bevestigd. Het grote 'tandwiel' drijft het kleine aan. Hierbij is de draairichting van het kleine tandwiel gelijk aan die van het grote tandwiel. Doordat het kleine tandwiel veel kleiner is dan het grote draait de messentrommel sneller rond.



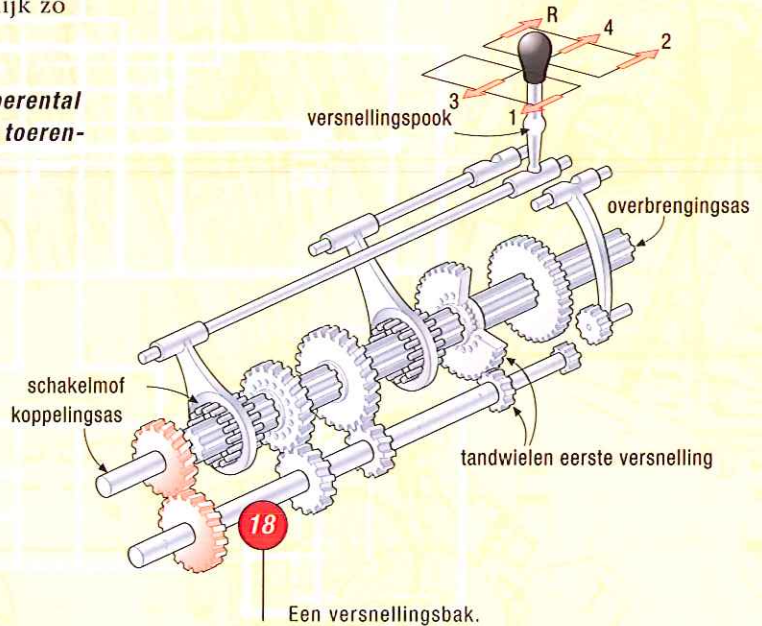
De versnellingsbak

Auto's rijden het ene moment hard, maar even later weer langzaam. Bijvoorbeeld in een file. Het toerental van de wielen verandert dus steeds. Dan moet het toerental van de motor (hij zorgt immers voor die draaiing) ook voortdurend veranderen. Voor een motor is die verandering echter te groot. Daarom worden hier tandwielen gebruikt.

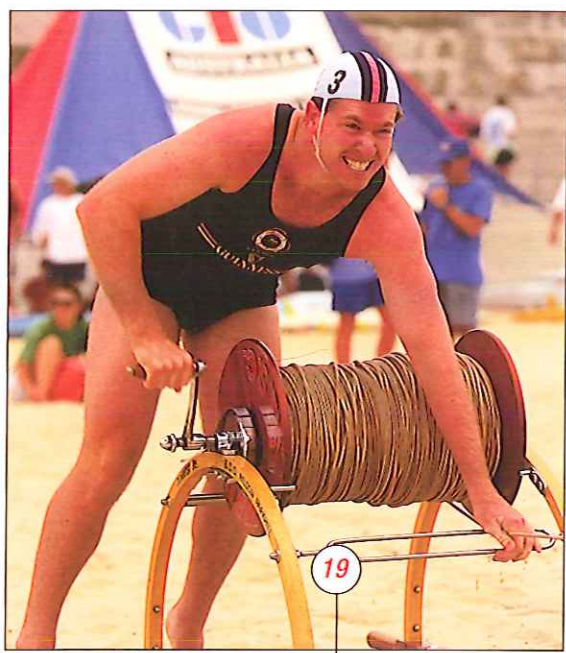
Die tandwielen zitten in de versnellingsbak, zie tekening. De koppelingsas komt rechtstreeks van de motor. Als de motor draait, draait deze as ook. De overbrengingsas wordt via tandwielen aan het draaien gebracht. In de eerste versnelling draait deze as langzaam. In de tweede versnelling draait de as al wat sneller enzovoort. De tandwielen die voor de overbrenging zorgen, zitten op de derde as. Deze heeft hetzelfde toerental als de as uit de motor. De tandwielen op de overbrengingsas draaien normaal niet mee. Als je schakelt, zet je een van de tandwielen vast op de as. Daarmee beslis je welke versnelling je schakelt. In de eerste versnelling (langzaam rijden) drijft een klein tandwiel een groot tandwiel aan. In de tweede versnelling zorgt een iets groter tandwiel voor de aandrijving enzovoort. Bekijk ook de cd-rom: Kijk zo werkt het.



Met een versnellingsbak kun je het toerental van de wielen veranderen, terwijl het toerental van de motor hetzelfde blijft.



3 Krachten vergroten

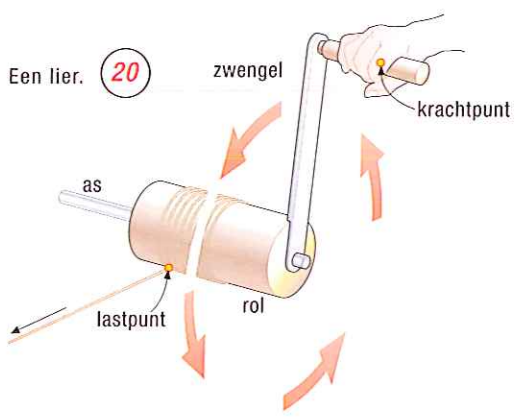


Een boot wordt uit het water gehaald.

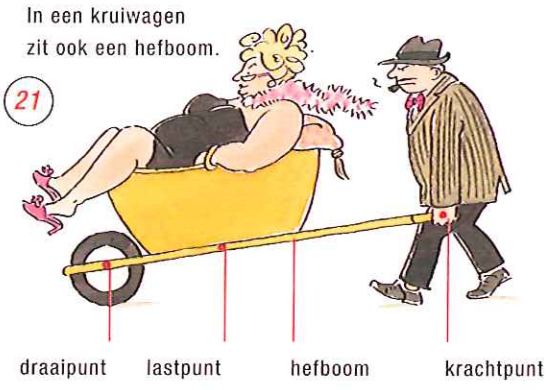
Op de foto zie je hoe je een boot uit het water kunt halen. Je doet dat met een *lier*. Je hoeft alleen maar aan een zwenkel te draaien. Jouw spierkracht is dan genoeg om een complete boot uit het water te halen!

Hoe is dat nu mogelijk? Bekijk de tekening van de lier. Zo'n lier bestaat uit twee delen. Een as en een rol, waaraan de zwenkel vastzit. Aan de rol zit de kabel vast die de boot uit het water tilt. Jij duwt tegen de zwenkel. Dan beschrijft de zwenkel een grote cirkel.

De rol draait mee en geeft die kracht door aan de kabel. Maar de rol beschrijft een kleine cirkel. Omdat de zwenkel 'groot' is en de rol 'klein', gaat het draaien heel makkelijk. Als de rol groot is maar de zwenkel klein, gaat het draaien heel moeilijk. De zwenkel en de rol vormen hier een *hefboom*. Jij oefent op die hefboom een kracht uit. Hier is dat op de zwenkel. Dat punt noem je het *krachtpunt* van de hefboom.



In alle deze gebruiksvoorwerpen zitten hefboomen.



draaipunt lastpunt hefboom krachtpunt

De kabel zit vast aan de rol. Daar oefent de kabel een kracht uit op de hefboom. Dat punt heet het *lastpunt* van de hefboom.



Met een hefboom breng je krachten over. Daar waar jij de kracht uitoefent, zit het krachtpunt. Daar waar de hefboom de kracht uitoefent, zit het lastpunt.

Hoe word je sterker?

Hefbomen kom je overal tegen. Bekijk foto 22 hiernaast maar eens. Al die hefboomen hebben één ding gemeen: er is een *draaipunt*. De plaats van dat draaipunt is heel belangrijk. Want daarmee kun je nagaan of die hefboom je kracht vergroot of juist verkleint.

Twee voorbeelden. Een kruiwagen. Het draaipunt is hier duidelijk, dat is de as van het wiel. Het krachtpunt zit daar waar jij een kracht uit-

oefent: bij de handvatten. Het lastpunt zit daar waar de last op de hefboom steunt: in de kuip. Je kunt nu meer tillen omdat:

- Het lastpunt dicht bij het draaipunt zit.
 - Het krachtpunt ver van het draaipunt zit.
- Schuif je de last meer naar het draaipunt, dan gaat het tillen makkelijker. Schuif je de last meer van het draaipunt af, dan gaat het tillen moeilijker.

Een bank in de gymzaal. Bekijk de tekeningen. In de eerste tekening krijg je de bank gemakkelijk opgetild. Jouw krachtpunt zit immers ver van het draaipunt. Het lastpunt, de plek waar je vriendinnetje zit, zit dicht bij het draaipunt. In de tweede tekening zit jouw krachtpunt dicht bij het draaipunt dan het lastpunt. Zo krijg je je vriendinnetje nooit opgetild.



Krachtpunt verder van draaipunt dan lastpunt: de hefboom maakt je sterker. Krachtpunt dicht bij draaipunt dan lastpunt: de hefboom maakt je minder sterk.



Makkelijk tillen.
De hefboom maakt je sterker.



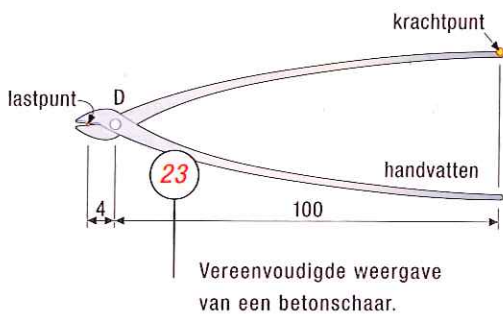
Moeilijk tillen.
De hefboom maakt je minder sterk.

Hoeveel sterker?

Op de foto zie je een betonschaar. Deze grote schaar heeft twee lange handvatten. Het knipgedeelte is maar heel kort. Het krachtpunt zit bij zo'n schaar 100 cm van het draaipunt. Het lastpunt maar 4 cm. Deze hefboom maakt je dan $100/4 = 25$ keer zo sterk. In het technieklokaal staat ook zo'n soort schaar. Misschien heb je er ook al eens mee geknipt. Een plaatje blik knip je daarmee heel makkelijk in stukken, alsof het papier is.



Je bent 50 keer zo sterk, als het krachtpunt 50 keer zo ver van het draaipunt zit als het lastpunt.



De gouden regel

Als je een boot uit het water haalt, moet je een hele tijd aan de zwengel draaien. De boot gaat immers, per keer draaien, maar een klein stukje omhoog. Dat komt omdat de rol zo klein was. Maar dat was nodig om sterk genoeg te worden. Zoiets kom je bij alle hefboomen tegen. Plaats maar eens een hefboom onder een zware kist, zie tekening. De jongen in de tekening duwt bij het krachtpunt. Als hij dit punt helemaal tot op de grond drukt, komt de kist maar een heel klein stukje omhoog. In beide voorbeelden zie je:

- daar waar de hefboom de grote kracht uitoefent, is de verplaatsing klein;
- daar waar jij de kleine kracht uitoefent, is de verplaatsing groot.

Dit noem je de gouden regel.



Gouden regel bij hefboomen:

kracht groot ◀▶ **verplaatsing klein**

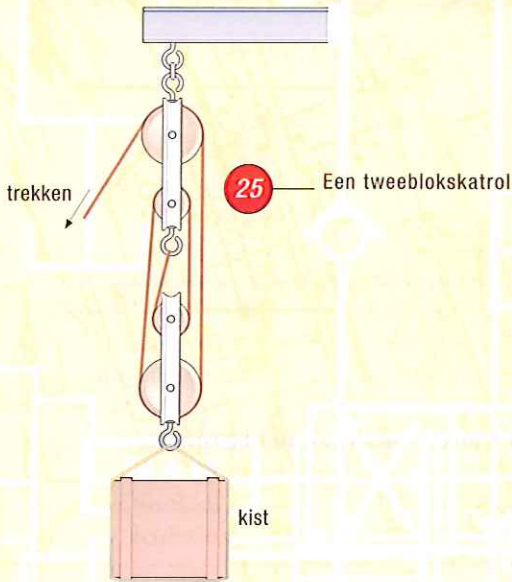
kracht klein ◀▶ **verplaatsing groot**



Met een betonschaar knip je met weinig moeite een stuk metaal in stukken.



De jongen duwt de balk ver naar beneden.
De kist kantelt maar een klein beetje.



Katrollen

In een stad als Amsterdam worden bij verhuizingen *katrollen* gebruikt. Hiermee kun je zware spullen optakelen. Zo'n katrol bestaat altijd uit een schijf die kan draaien rond een as. Met katrollen maak je jezelf sterker. Het krachtpunt zit daar waar jij trekt. Daar waar de kist aan de katrol hangt, zit het lastpunt. Maar hoeveel sterker word je nu met zo'n katrol?

Bekijk de tekening eens. Als je goed telt, zie je dat de kist hangt aan 4 touwtjes. Het einde van dat touwtje heb jij in de hand. Daar trek jij dus. Maar die kracht wordt door het touw vier keer uitgeoefend op de kist. Anders gezegd, aan ieder touwtje hangt maar een vierde deel van het gewicht van de kist. Het optakelen wordt dus makkelijker. Maar als de piano 10 meter omhoog moet? Dan moet je de vier touwtjes 10 meter korter maken! Dat is wel 40 meter touw! Makkelijk, of toch niet?



Bij katrollen tel je het aantal touwtjes tussen de katrollen. Heeft een katrol bijvoorbeeld 4 touwtjes, dan maakt die katrol je 4 maal zo sterk.



4 Hydraulische apparaten

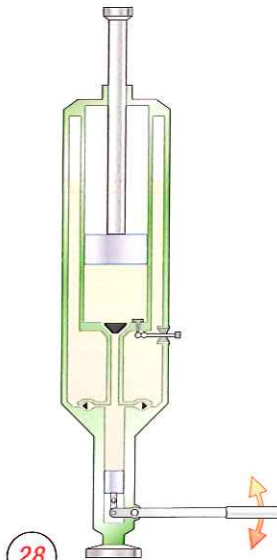


Een brandweerman gebruikt een hydraulische krik.

Bij een ernstig auto-ongeluk worden auto's vaak behoorlijk in elkaar gedrukt. De inzittenden kunnen dan niet meer uit hun auto. Zeker niet als ze gewond zijn. Hulpverleners proberen zo'n ingedrukte auto dan weer uit elkaar te duwen. Daarbij gebruiken ze een speciale krik. In zo'n krik zit olie. Door deze olie op een slimme manier door de krik te pompen, kun je krachten sterk vergroten. Dit lijkt op een hefboom. Bij de hendel zit het krachtpunt. Bij de staaf die naar buiten schuift zit het lastpunt. De vloeistof in de potkrik brengt de kracht over. Zo'n 'vloeistofkrik' heet een *hydraulische krik*. Voor de hulpverlener werkt zo'n krik vaak iets veiliger dan een hefboom. Je kunt namelijk veel preciezer werken. En dat is bij een ongeluk vaak nodig.

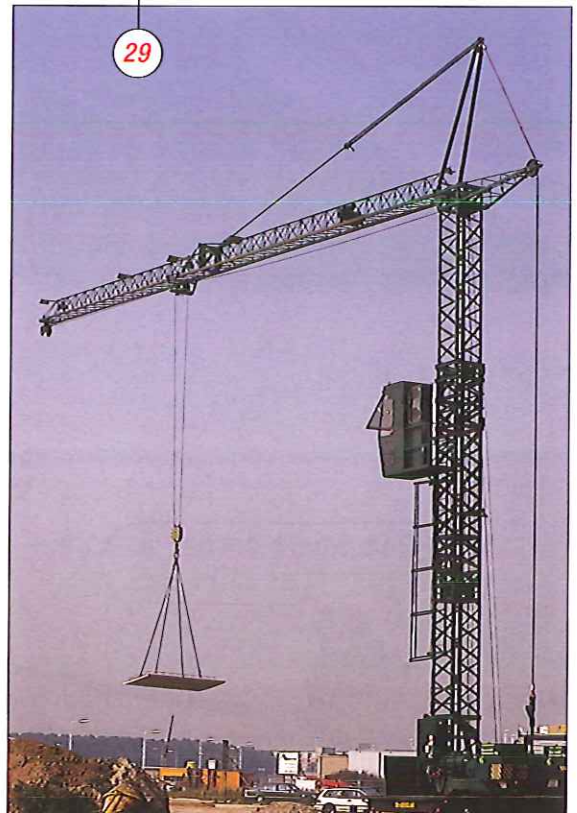


In een hydraulisch apparaat breng je krachten over via een vloeistof.



Zo ziet een hydraulische krik er van binnen uit.

Een torenkraan.



Werken met hydraulische apparaten

Op foto 33 zie je een hydraulische kraan op een vrachtwagen. De arm van de kraan bestaat uit zeer goed passende buizen. Met olie duw je die uit elkaar. Wat zijn nu de voordelen van zo'n kraan? Je rijdt de kraan snel naar de plaats waar hij nodig is en even later kun je al aan de slag. Ten tweede is hij makkelijk te bedienen. Je bedient zelf alleen maar een pomp. Daarmee pomp je de olie door de leidingen. Prettig is bovendien dat dit vrij geruisloos gaat. Ten derde is hij veilig. Er kan hooguit een olieleiding kapot gaan. Dan zakt alles langzaam weer in elkaar. Maar er zijn ook nadelen:

- de uitschuivende buizen moeten zeer goed passen;
- bij heel hoge kranen wordt het buizenstelsel te zwaar. Dan heb je een andere kraan nodig (foto 29).

Op de foto's zie je nog een aantal voorbeelden van hydraulische apparaten. Ook een verpleger gebruikt een hydraulisch apparaat. Hij tilt met een hydraulische takel een patiënt uit bed. Een glazenwasser gebruikt een hydraulische 'ladder'. Met behulp van een knoppenpaneeltje kan hij zichzelf voor ieder raam brengen. Over de hydraulische kraan hadden we het al.



Met een hydraulisch apparaat kun je hetzelfde als met een hefboom: krachten vergroten, verkleinen en verplaatsen.

Een hydraulische lift.



Een hydraulische 'ladder'.



Een verpleger gebruikt een hydraulische lift.

Een hydraulische kraan op een vrachtwagen.

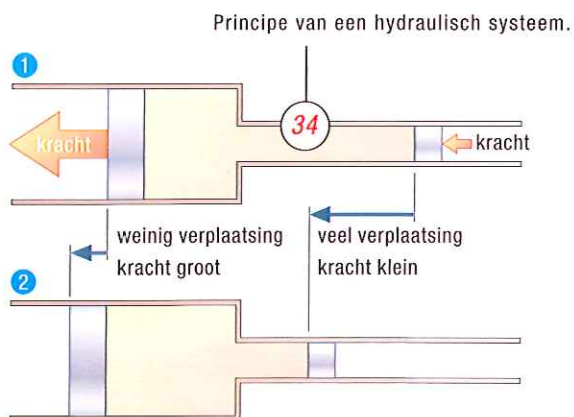


Hoe werkt een hydraulisch apparaat?

In alle hydraulische apparaten zitten zuigers. Die zuigers bewegen in een gladde cilinder. De vloeistof in die cilinders is meestal olie. In de tekening zie je een eenvoudig hydraulisch apparaat. Duw je tegen de grote zuiger, dan schuift de kleine zuiger opzij. Duw je tegen de kleine zuiger, dan beweegt de groter zuiger opzij. Maar hoe word je nu sterker? Duw de kleine zuiger naar binnen. Daar zit dan het krachtpunt. De grote zuiger beweegt dan naar buiten. Daar zit het lastpunt. Hoeveel sterker ben je nu? Dat ligt aan de grootte van de zuigers. Is de grote zuiger 100 maal zo groot als de kleine, dan ben je 100 keer zo sterk! Er is echter ook een nadeel. Het kleine zuigertje perst maar weinig olie in de grote cilinder. De grote zuiger schuift dus maar weinig op. In ons voorbeeld zelfs 100 keer zo weinig als het kleine zuigertje. Maar ook dat verschijnsel ken je al van de hefboom.



In een hydraulisch apparaat levert de grote zuiger een grote kracht.

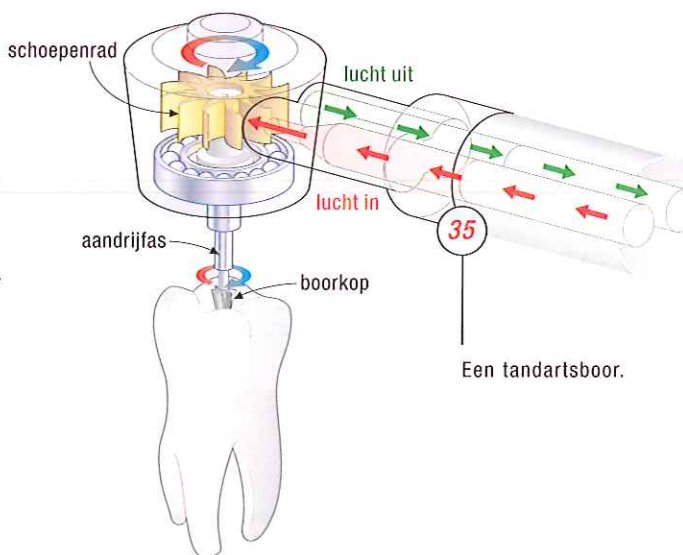


Pneumatische apparaten

Met een fietspomp pers je lucht in je band. Jouw kracht wordt dan overgebracht op de lucht in de pomp. Die lucht drukt het ventiel open en de lucht stroomt in de band. Je ziet, met lucht kun je ook krachten overbrengen. Je moet de lucht dan wel eerst samenpersen. In garages werkt veel gereedschap op samengeperste lucht. Je noemt dat *pneumatisch* gereedschap. Dat gereedschap heeft geen snoer voor het stopcontact. Het heeft een slang voor de samengeperste lucht. Ook je tandarts maakt daar gebruik van. Bekijk de tekening maar eens. De samengeperste lucht blaast met grote kracht tegen een schoepenrad. Aan dat rad zit dan dat 'heerlijke' boortje vast! Vlak voordat de lucht het schoepenrad treft, wordt hij door een smal gaatje geperst. Hierdoor 'blaast' de lucht harder tegen het schoepenrad.



Pneumatisch gereedschap werkt met samen-geperste lucht.





De Millenniumtoren

Kirakutake is een Japanse architect met allerlei fantastische ideeën. Hij wil flats bouwen die drijven op water. Dat maakt ze ongevoelig voor aardbevingen! Hij wil ook de allerhoogste flat van de wereld bouwen. Die flat moet ongeveer een kilometer hoog worden! Die flat moet in Hong Kong komen te staan. De enorme hoogte brengt allerlei problemen met zich mee. Zo mag hij natuurlijk niet omwaaien. En wat denk je van de tijd die je in de lift zit als je naar boven moet?

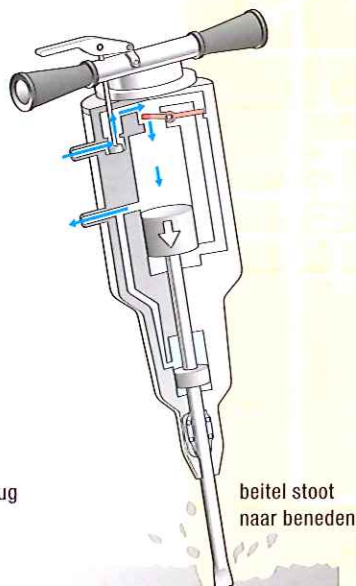
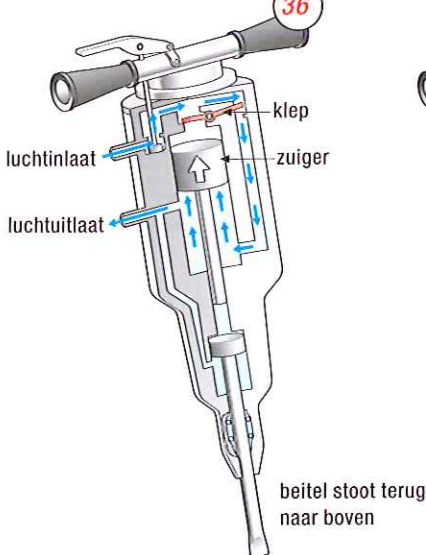
Bij die liften is er nog een ander probleem. De kabels zijn zo lang, dat ze bezwijken onder hun eigen gewicht! Kirakutake wil de lift daarom met magneten laten bewegen. In de lift zit een sterke magneet. En in de wand van de liftschacht zitten elektrisch inschakelbare magneten (elektromagneten). Als je omhoog moet, wordt eerst alleen de onderste magneet ingeschakeld. Je gaat een stukje omhoog en passeert de tweede magneet. Dan wordt die ingeschakeld. Daarna ga je weer een stuk omhoog enzovoort. De eerste magneet kan bovendien weer uitgeschakeld worden als de lift voorbij is. Deze lift zit dus eigenlijk nergens aan vast! Met dit systeem kun je meerdere liften boven elkaar laten bewegen. Dit komt omdat de vijfhonderste elektromagneet zich niets 'aantrekt' van bijvoorbeeld de tiende elektromagneet!

Misschien ben je wel eens gewekt door het lawaai van een pneumatische boorhamer. Hij wordt vaak gebruikt bij werkzaamheden aan het wegdek of in de bouw. In deze hamer stoot de lucht een zuiger op en neer. Deze zuiger slaat op zijn beurt weer tegen een beitel. Een klep (rood gekleurd) zorgt ervoor dat de luchtstroom op het juiste moment van richting verandert. Een voordeel van pneumatisch gereedschap is dat er geen elektriciteit nodig is. Een nadeel is het enorme lawaai.



Met magneten kun je voorwerpen verplaatsen zonder contact.

36



Samenvatting

Krachten verdelen

Wegzakken voorkom je door het gewicht over een groot oppervlak te verdelen. Wel of niet verzakken regel je door de grootte van het draagvlak aan te passen. Een materiaal zinkt in water als het zwaarder is dan water. Het blijft drijven als het lichter is dan water. Een boot drijft als hij lichter is dan een hoeveelheid water, die even groot is als die boot.

Extra Boten varen het snelst, als ze zo weinig mogelijk contact met het water maken.

Krachten verplaatsen

Met kabels, kettingen, riemen en dergelijke verplaats je een kracht. Met een tandheugel wordt een draaiing een verschuiving. Via een kegel-tandwiel kun je met een draaias een hoekje om. Tandwielen verbonden via ketting, snaar en dergelijke draaien in dezelfde richting. Tandwielen die elkaar rechtstreeks aandrijven, draaien tegengesteld. Met een overbrenging via tanden kun je het toerental veranderen. Ga je van veel tandjes naar weinig, dan wordt het toerental groter. Ga je van weinig tandjes naar veel, dan wordt het toerental kleiner.

Extra Met een versnellingsbak kun je het toerental van de wielen veranderen, terwijl het toerental van de motor hetzelfde blijft.

Krachten vergroten

Met een hefboom breng je krachten over. Daar waar jij de kracht uitoefent, zit het krachtpunt. Daar waar de hefboom de kracht uitoefent, zit het lastpunt. Krachtpunt verder van draaipunt dan lastpunt: de hefboom maakt je sterker.

Krachtpunt dicht bij draaipunt dan lastpunt: de hefboom maakt je minder sterk. Je bent 50 keer zo sterk, als het krachtpunt 50 keer zo ver van het draaipunt zit als het lastpunt.

Gouden regel bij hefbomen:

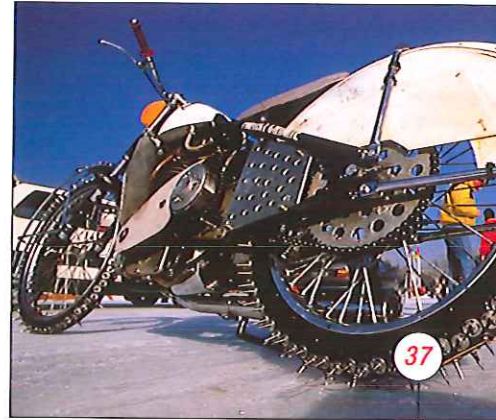
kracht groot ◀▶ verplaatsing klein
kracht klein ▶▶ verplaatsing groot

Extra Bij katrollen tel je het aantal touwtjes tussen de katrollen. Heeft een katrol bijvoorbeeld vier touwtjes, dan maakt die katrol je vier keer zo sterk.

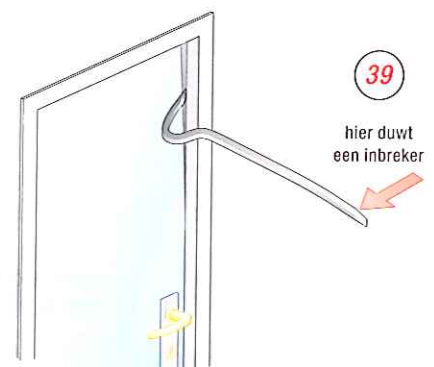
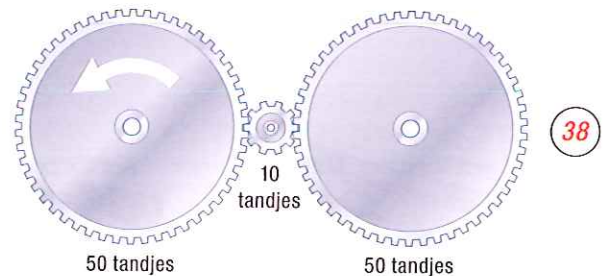
Hydraulische apparaten

In een hydraulisch apparaat breng je krachten over via een vloeistof. Met een hydraulisch apparaat kun je hetzelfde als met een hefboom: krachten vergroten, verkleinen, verplaatsen enzovoort. In een hydraulisch apparaat levert de grote zuiger een grote kracht. Pneumatisch gereedschap werkt met samengeperste lucht.

Extra Met magneten kun je voorwerpen verplaatsen zonder contact.



Het wiel van de ijspeedwaymotor.



Test jezelf

- 1 Waarom zak je bij het skiën niet zover weg in de sneeuw?
- 2 Op de foto zie je de band van een motor die gebruikt wordt om over het ijs te crossen. Op de banden zitten scherpe tanden. Waarom hebben ze die erop gezet?
- 3 Als je in het zwembad heel rustig in het water ligt, blijf je net drijven. Is het 'materiaal', waaruit jouw lichaam is opgebouwd, lichter of zwaarder dan water?
- 4 Hoe kan een duikboot steeds weer opnieuw onderduiken en omhoog komen?
- 5 Veel fietsen hebben handremmen. Welk onderdeel brengt hier de kracht van je hand over op de rem?
- 6 Noem twee apparaten waarin een ketting de kracht overbrengt.
- 7 Op de tekening zie je drie tandwielen.
 - a In welke richting draait het meest rechtse tandwiel? Rechtsom of linksom? Het linker tandwiel draait een keer rond.
 - b Hoe vaak draait het meest rechtse tandwiel rond?
- 8 Op bladzijde 90 staat een tekening van een grasmaaier. Het kleine tandwiel heeft 12 tandjes. De tandwielkrans heeft 60 tandjes. Hoe vaak draait de messentrommel rond als het wiel 2 maal ronddraait?
- 9 Een inbreker gebruikt een breekijzer om een deur open te breken. Het breekijzer vormt dan een hefboom.
 - a Waar zit hier het krachtpunt?
 - b Waar zit hier het lastpunt?
 - c Waar werken de grootste krachten?
 - d Waar zijn de verplaatsingen het grootst?
- 10 Een roeispaan is een lang stuk hout voorzien van een draaipunt. Dicht bij het draaipunt trek je aan de roeispaan. Het uiteinde, dat veel verder van het draaipunt ligt, oefent dan een kracht uit op het water. Is de kracht die de roeispaan uitoefent op het water groter dan de kracht die jij levert?
 - 11 Een perforator is een apparaatje waarmee je gaatjes in papier maakt. De beugel waarop je duwt kan draaien om een as. Op 0,5 centimeter van het draaipunt zitten twee scherpe buisjes die de gaatjes maken. Je duwt op de beugel op 5 centimeter van het draaipunt. Hoeveel keer zo sterk maakt deze perforator je?
 - 12 Hoe luidt de gouden regel voor hefboomen?
 - 13 Noem twee apparaten die hydraulisch werken.
 - 14 Noem twee voordelen van een hydraulisch apparaat.
 - 15 In een hydraulisch apparaat zit een grote en een kleine zuiger. Het oppervlak van de grote zuiger is 10 keer zo groot als dat van de kleine. Kevin duwt op de grote zuiger. Petra probeert de kleine zuiger tegen te houden.
 - a Wie moet harder duwen, Kevin of Petra? Petra duwt de kleine zuiger 10 cm naar binnen.
 - b Hoeveel cm schuift de zuiger dan aan Kevins kant op? Op een bepaald moment schuiven beide zuigers niet meer.
 - c Wat weet je nu van de kracht van Kevin en Petra?
 - 16 a Wanneer heet een apparaat pneumatisch?
b Noem minstens één pneumatisch apparaat.

Extra

 - 17 Wat is de overeenkomst tussen een hovercraft en een draagvleugelboot?
 - 18 Op bladzijde 91 is een versnellingsbak getekend. In deze versnellingsbak zit een tussenwiel. Dit is nodig om de auto in de achteruit te zetten. Leg dit uit.
 - 19 Bianca kan 20 kg optillen. Ze gebruikt een dubbele katrol, zie tekening 25.
 - a Kan zij daarmee een kastje van 120 kg omhoog krijgen?
 - b Hoeveel kan ze hiermee maximaal tillen?
 - 20 Noem twee voordelen van liften die werken met elektromagneten.

InO 16.63 KST

Begrippen

- systeem
- functie
- input-proces-output
- energie
- deelsystemen
- energie-omzetter
- informatie
- informatiedrager
- impact
- luchtvervuiling

Vaardigheden

- problemen opsplitsen in deelproblemen
- van een systeem:
 - deelsystemen aangeven;
 - de input, het proces, de output benoemen;
 - de energiesoort aangeven;
 - de energie-omzetting aangeven;
 - de impact weten.



Jouw leven wordt steeds meer beïnvloed door machines en apparaten. 's Ochtends de wekker. De computer op school die je een roosterwijziging aangeeft. Tussen de middag gebruik je iets uit de drankenautomaat. Thuis zet je de magnetron aan voor een snelle snack. Voor het avondeten nog even het gras maaien. 's Avonds tv-kijken.

Bijna niemand zal weten hoe al die apparaten precies werken. Maar je gebruikt ze wel, omdat je weet waar het apparaat voor dient. Je kent de functie. Ga je zo met apparaten om, dan gebruik je ze als systeem. Een systeem waar iets ingaat, waarin iets gebeurt en waar iets uitkomt. Over dit 'systeemdenken' gaat dit hoofdstuk.