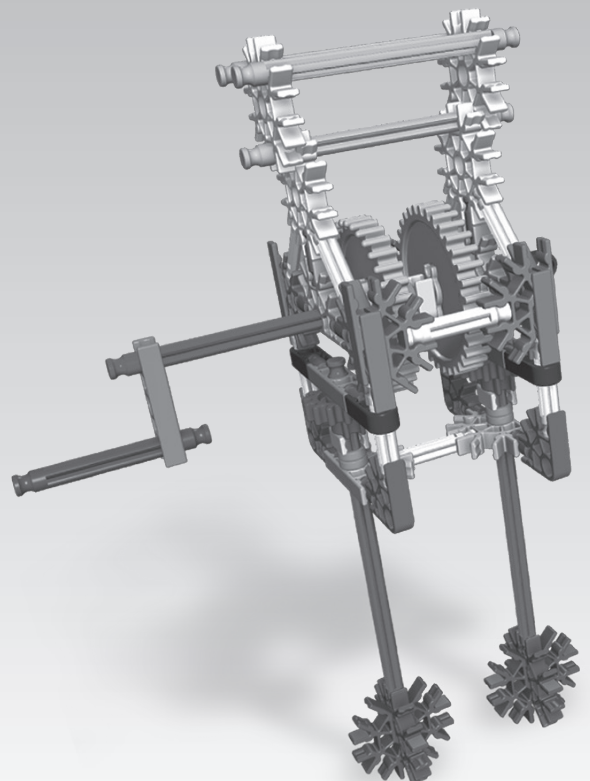


HANDLEIDING LEERKRACHT

TANDWIELEN EN VERSNELLING

ENKELVOUDIGE MACHINES



TANDWIELEN EN VERSNELLING

Handleiding Leerkracht

96566-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.
Iedere beschadiging moet gelijk bij de leerkracht
gemeld worden. Inspecteer ook de elastieken voor
gebruik.

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



Voorwoord:

OVERZICHT

Deze handleiding voor de leerkracht is ontwikkeld om de leerlingen te kunnen begeleiden als ze werken aan de K'NEX Education Intro Enkelvoudige Machines: Tandwielen en Versnelling. 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: Tandwielen en Versnelling

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.

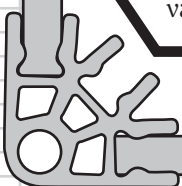
Hun eerste aantekeningen helpen om een verbinding te leggen tussen de modellen die ze gebouwd hebben, de experimenten die ze hebben uitgevoerd en de toepassing in echte machines die ze regelmatig gebruiken. Het verslag geeft de leerling ook een mogelijkheid om te oefenen in het maken van tekeningen en 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.

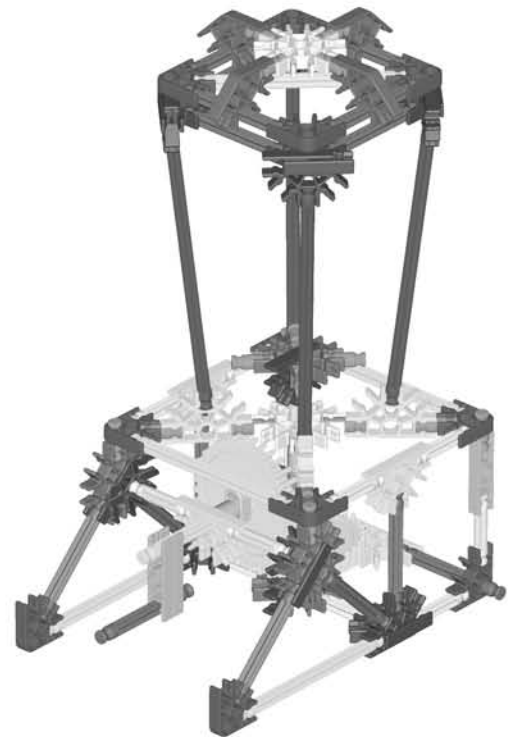
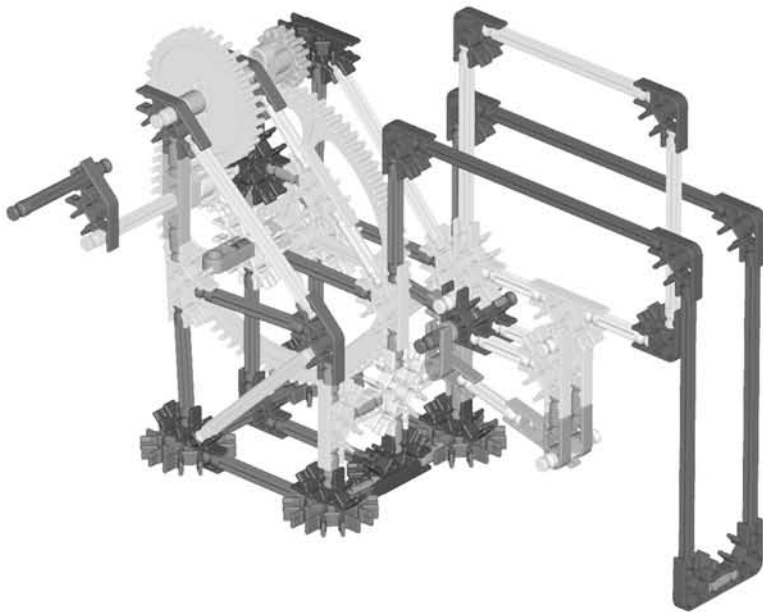
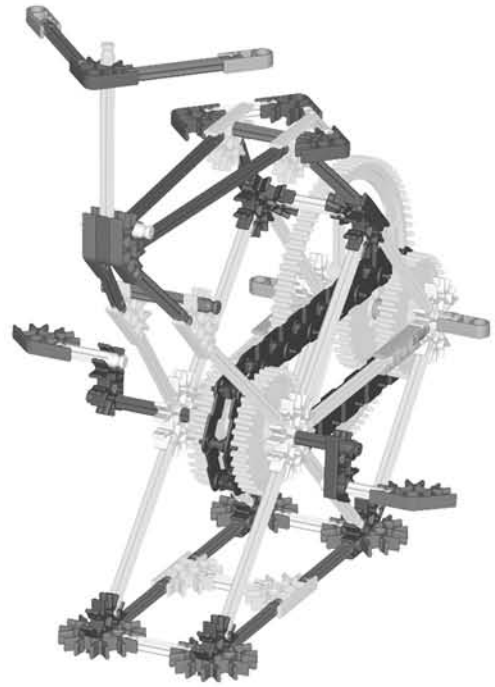
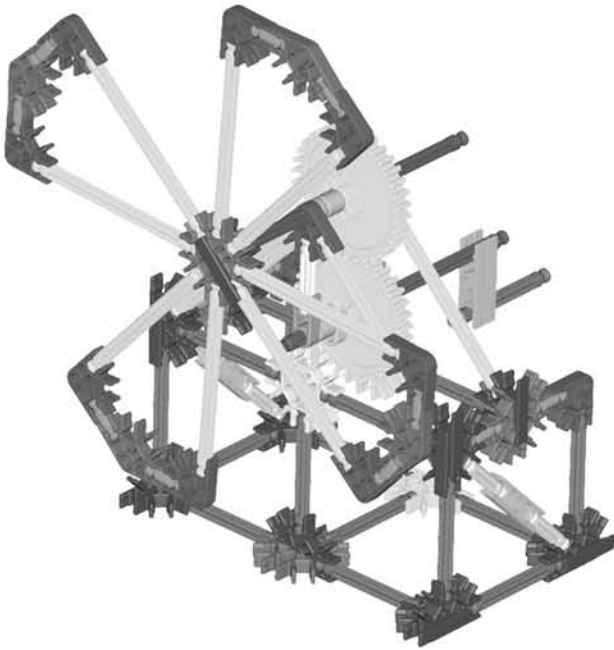
INHOUD

Tandwielen en versnelling

Doelen	3
Sleutelwoorden en definities.....	3-4
Sleutelbegrippen.....	4-8
De ventilator.....	9-18
Het autoraam	19-24
De blender	25-30
De fiets/hometrainer	31-34
Instructiebladen	35-40

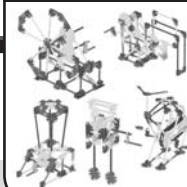
Noot: De K'NEX Education-set Tandwielen en Versnelling bevat ook voorbeelden en opdrachten voor het bouwen van een grammofoon en een Kettingzaag. Deze modellen dienen voor een verder begrip van de leerlingen over de werking van versnellingen.





Tandwielen

ACHTERGRONDINFORMATIE



DOELEN

De leerlingen:

1. Onderzoeken de kenmerken van een tandwielssystemen om te begrijpen hoe ze werken.
2. Beschrijven het verband tussen de verschillende onderdelen van het systeem.
3. Bouwen tandwielssystemen en laten zien hoe ze werken.
4. Begrijpen hoe verschillen in tandwielgrootte binnen een systeem de snelheid en de kracht opbrengst beïnvloeden.
5. Zien in hoe een ronddraaiende beweging verandert in een rechte lijnige beweging door het gebruik van verschillende tandwielssystemen.
6. Zien in hoe het gebruik van een tandwielstelsel arbeid beïnvloedt in relatie met kracht, afstand en snelheid.
7. Onderzoeken voorwerpen en gereedschappen op toepassingen van tandwielssystemen.

SLEUTELWOORDEN en DEFINITIES voor de leerkracht.

Het volgende is bedoeld als een hulpbron voor de leerkracht. De leeftijd van de leerlingen, hun vaardigheden en voorkennis en de eisen van uw leerplan bepalen welke van de onderstaande woorden en definities u tijdens de bezigheden in uw klas ter sprake brengt. Deze woorden staan niet in een lijstje, zodat de leerlingen kopiëren en uit het hoofd leren. Ze worden eerder gebruikt om de operationele definities, die uw leerlingen tijdens hun onderzoeken ontwikkelen te formaliseren en te verhelderen. Leerlingen moeten aangemoedigd worden om de juiste woorden in de juiste context te gebruiken als ze over hun ontdekkingen schrijven in hun werkschriften.

Eenvoudige Machine:

Een eenvoudige machine is een apparaat dat energie omzet in beweging. Eenvoudige machines maken werken gemakkelijker door de manier waarop het werk verricht wordt te veranderen. Een eenvoudige machine verandert niet de hoeveelheid arbeid, die nodig is voor het karwei.

Kracht:

Elke vorm van duwen of trekken aan een voorwerp.

Inspanning:

De kracht, die nodig is om een last te laten bewegen of een weerstand te overwinnen. (bijv. de kracht die gebruikt wordt om arbeid te verrichten.) De kracht die van toepassing is bij een eenvoudige machine noemen we inspanning.

Weerstand:

De kracht, die door een voorwerp wordt uitgeoefend tegen de ingangskracht in.

Arbeid:

In de wetenschap heeft arbeid betrekking op de hoeveelheid kracht die gebruikt wordt om een voorwerp over een gegeven afstand te laten bewegen. Arbeid kan als volgt worden gedefinieerd:

$$A = K \times W$$

A = Arbeid

K = de kracht, die op een voorwerp wordt uitgeoefend

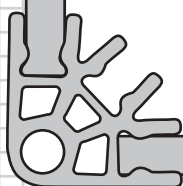
W = de afstand, die het voorwerp heeft afgelegd

Let op: Als een voorwerp niet beweegt, is er geen arbeid verricht.

Tandwiel: Een wiel met tanden op de buitenrand.

Tandwieltrain:

Twee of meer tandwielen, die in elkaar grijpen of samenwerken vormen een tandwieltrain. Als het ene tandwiel draait, duwen zijn tanden tegen de tanden van het volgende tandwiel dat daardoor in tegengestelde richting gaat draaien.



Aandrijftandwiel:

Het tandwiel waar de ingangskracht op werkt. Het aandrijftandwiel brengt de ingangskracht over op het volgende tandwiel in de tandwieltrain.

Aangedreven tandwiel:

Het tandwiel dat de last beweegt.

Loos tandwiel:

Dit tandwiel zorgt dat de tandwielen aan beide kanten dezelfde kant op draait.

Rendement:

(Geschikt voor leerlingen met voldoende rekenvaardigheden om het te kunnen begrijpen en voldoende inzicht in breuken en verhoudingen; meestal groep 7 en hoger)

Een rekenkundige berekening, die laat zien hoeveel keer een machine de ingangskracht of de snelheid vermenigvuldigt. Voor een tandwielstelsel kan het rendement met de volgende formule worden berekend:

$$\frac{\text{Aantal tanden op het aandrijftandwiel}}{\text{Aantal tanden op het aangedreven tandwiel}} = \text{Rendement}$$

Omdat de eenheid tanden boven en beneden de streep tegen elkaar wegvalt, wordt het rendement altijd een getal zonder eenheid.

$$\text{Bijv. } R = \frac{16 \text{ tanden}}{8 \text{ tanden}} = 2$$

Tandwielverhouding:

(Geschikt voor leerlingen met voldoende rekenvaardigheden om het te kunnen begrijpen en voldoende inzicht in breuken en verhoudingen; meestal groep 7 en hoger)

Een verhouding van de rotatiesnelheid van het aandrijftandwiel in een tandwieltrain en die van het aangedreven tandwiel. Dit kan worden uitgerekend door het aantal tanden op het aangedreven tandwiel te vergelijken met het aantal tanden op het aandrijftandwiel in de tandwieltrain.

$$\text{Tandwiel verhouding} = \frac{\text{Aantal tanden op het aangedreven tandwiel (84)}}{\text{Aantal tanden op het aandrijftandwiel (14)}} = \frac{6}{1} = 6:1$$

Kamwiel:

Een tandwiel, waarover een ketting loopt.

Ketting en kamwiel:

Het aandrijfsysteem dat gebruikt wordt om een draaibeweging over te brengen van een aandrijfstaaf naar een aangedreven staaf. De schakels van de ketting passen op de tanden van het kamwiel.

SLEUTEL BEGRIPPEN

Hier volgt een samenvatting van enkele sleutelbegrippen over tandwielen. Dit wordt aangeboden als een bron voor de leerkracht. Een en ander kan van nut zijn als u uw klassen-activiteiten voorbereidt met K'NEX Education Intro op Eenvoudige Machines: Tandwielenset.

- Tandwielen worden gebruikt om beweging en kracht over te brengen van de ene plaats naar de andere. Dit kan rechtstreeks door direct contact tussen tandwielen in een tandwieltrain of door overbrenging over een afstand met een ketting of aandrijfriem die twee of meer tandwielen verbindt.

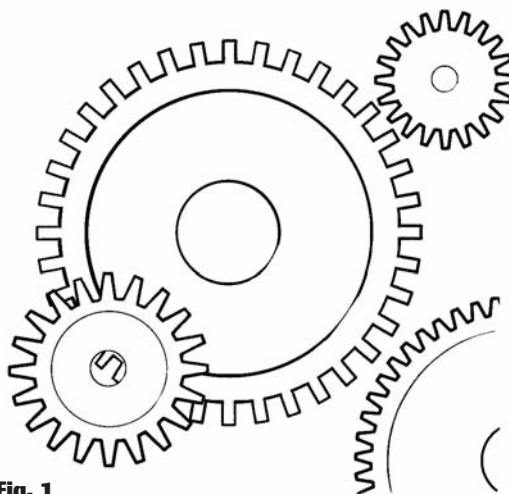
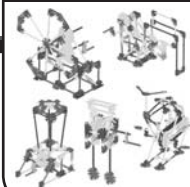


Fig. 1

Tandwiel: Een wiel met tanden aan de buitenrand.



- Om te kunnen werken moeten de tanden op de tandwielen in elkaar grijpen of door een ketting of aandrijfriem verbonden zijn. Een eenvoudige tandwieltrain bestaat uit twee of meer op elkaar passende tandwielen met op elke as slechts één tandwiel.
- Het tandwiel waarop de ingangskracht werkt heet het **aandrijftandwiel**. In het K'NEX Education Ventilator model is het aandrijftandwiel vastgemaakt op de as met de slinger. Het aandrijftandwiel brengt de draaikracht over op het aangedreven tandwiel (of volger) en laat die in tegengestelde richting draaien.
- De kracht op het aandrijftandwiel is de inspanning; het aangedreven tandwiel produceert de uitgangskracht.
- **Let op:** In een eenvoudige tandwieltrain met twee tandwielen van gelijke grootte draait het aangedreven tandwiel met dezelfde snelheid als het aandrijftandwiel, maar in tegengestelde richting.
- **Tandwielssystemen kunnen het werk vereenvoudigen:**
Tandwielssystemen kunnen werk vereenvoudigen door het gemakkelijker te maken om voorwerpen te verplaatsen. Dit kan op de volgende manieren:
 - **Het verplaatsen van beweging of kracht van de ene plaats naar de andere.** Als een draaiende kracht, bekend als torsië, wordt uitgeoefend op het aandrijftandwiel, dragen zijn tanden kracht en beweging over op de tanden van het aanliggende aangedreven tandwiel. Een voorbeeld hiervan is de sla-centrifuge.

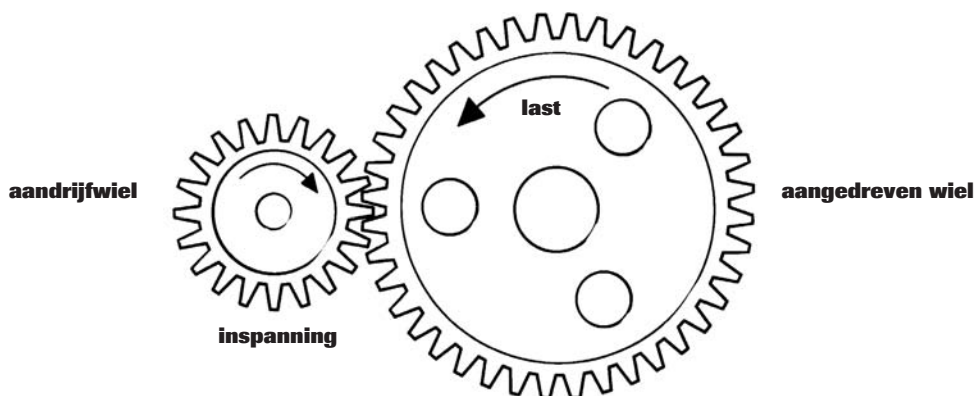


Fig. 2

- **De richting van de draaiende beweging veranderen.** Aanliggende tandwielen in een tandwieltrain draaien ten opzichte van elkaar in tegengestelde richting. In tandwieltrainen met een oneven aantal tandwielen is echter de draairichting van het aandrijftandwiel hetzelfde als de draairichting van het aangedreven tandwiel. Voorbeelden hiervan vindt u in een eierklopper of in het uurwerk van een klok.

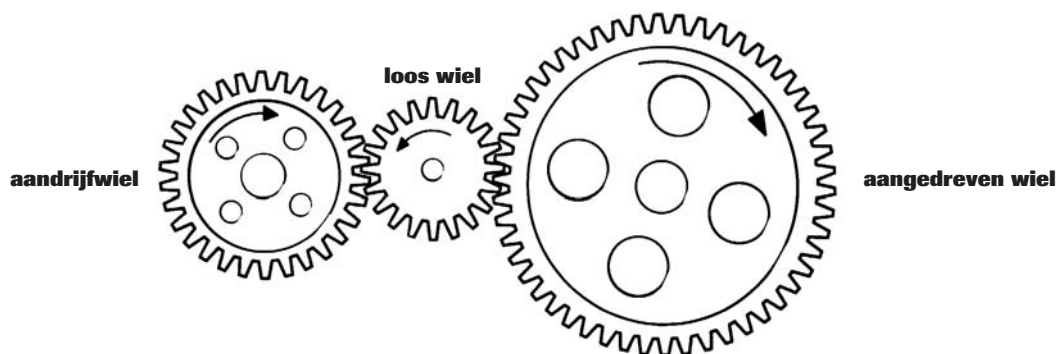


Fig. 3

Tandwieltrain met oneven aantal wielen.

- De kracht vermenigvuldigen om een klus te doen. Door verschillende tandwielen te gebruiken in een tandwieltrain of kamraderen verbonden door een ketting, wordt de uitgangskracht beïnvloed. Een klein tandwiel, dat een groter tandwiel aandrijft vermenigvuldigt de kracht ten koste van de snelheid.

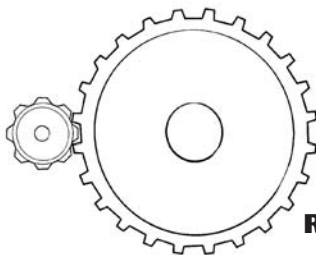


Fig. 4

(Geschikt voor leerlingen met voldoende rekenvaardigheden om het te kunnen begrijpen en voldoende vaardig zijn met breuken en verhoudingen.)

$$\text{Rendement} = \frac{\text{Aantal tanden op het aangedreven tandwiel}}{\text{Aantal tanden op het aandrijftandwiel}} = \frac{24}{8} = 3$$

Als het rendement groter is dan 1, wordt de inspanning vermenigvuldigd door het tandwielstelsel.

(zie fig. 4)

- Verander de uitgangssnelheid van het systeem. Door tandwielen van verschillende afmetingen te gebruiken in een tandwieltrain of kamwielen door een ketting verbonden wordt de uitgangssnelheid van het aangedreven tandwiel beïnvloed.



• Versnellen.

Een groot aandrijftandwiel dat een kleiner tandwiel aandrijft verhoogt de draaisnelheid van de as waarop het aangedreven tandwiel is bevestigd.

(Geschikt voor kinderen met voldoende rekenvaardigheid om het te kunnen begrijpen en voldoende vaardig zijn met breuken en verhoudingen.)

Bijv.: een aandrijftandwiel met 84 tanden maakt één complete omwenteling als een aangedreven tandwiel met 14 tanden er 6 maakt. In dit geval laat de tandwielverhouding 1:6 zien dat de uitgangssnelheid 6 keer groter is dan de ingangssnelheid. Dit heet omhoog schakelen. Bij het omhoog schakelen neemt de rotatiesnelheid toe, maar de kracht neemt af.





• **Vertragen.**

Een klein aandrijftandwiel, dat een groot aangedreven tandwiel doet draaien vermindert de draaisnelheid van de as van het aangedreven tandwiel.

Bijv.: Een aandrijftandwiel met 14 tanden maakt 6 omwentelingen voor iedere keer dat een aangedreven tandwiel met 84 tanden één omwenteling maakt. De verhouding 6:1 laat zien, dat de ingangssnelheid van het kleine aandrijftandwiel 6 keer zo groot is als de uitgangssnelheid van het grote aangedreven tandwiel. Dit heet **omlaag schakelen**.

Bij omlaag schakelen neemt de rotatiesnelheid af, maar de kracht neemt toe.

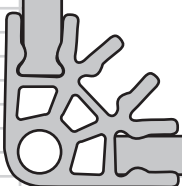
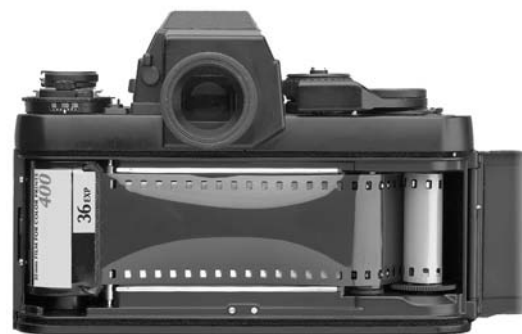
OM TE ONTHOUDEN: Als je in een auto rijdt ga je naar een hogere versnelling (1, 2, 3, 4) om sneller te gaan en je gaat naar een lagere versnelling om langzamer te gaan.

○ TANDWIELTYPES

● **Spoortandwielen:** Deze tandwielen liggen in hetzelfde vlak en draaien in tegengestelde richting als ze op elkaar zijn afgestemd. Tandwielen van verschillende grootte draaien met verschillende snelheden en met verschillende krachten.



● **Kamtandwielen:** Een speciaal type spoortandwieloverbrenging, dat bestaat uit twee tandwielen in het zelfde vlak, los van elkaar en gekoppeld door een ketting. Kamtandwielen draaien in dezelfde richting. Kamtandwielen van verschillende grootte draaien met verschillende snelheden en met verschillende krachten. Als ze even groot zijn draaien ze even snel en met dezelfde kracht.



- ❁ **Kroontandwielen:** Deze tandwielen liggen in vlakken die loodrecht op elkaar staan. Kroontandwielen van verschillende grootte draaien met verschillende snelheden en verschillende krachten.



- ❁ **Heugels:** Dit overbrengsysteem bestaat uit een tandwiel en een rechte staaf met tanden. Wordt gebruikt om een draaiende beweging om te zetten in een rechte beweging.

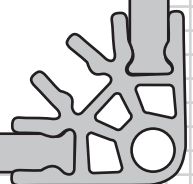


- ❁ **Wormwielen:** De worm is een cilinder met tanden in de vorm van een spiraal. Hierop is een tandwiel aangesloten. Deze draaien in tegengestelde richting en met een verschillende snelheid en kracht. Dit systeem wordt meestal gebruikt om beweging te vertragen.



Nuttige website: www.encyclopedoe.nl trefwoord: tandwielen

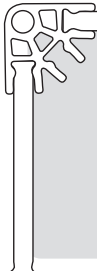
Laat u niet afschrikken door het eerste hoofdstuk, waarvan u waarschijnlijk denkt dat dit voor uw leerlingen te moeilijk is – op de EncyclopeDoe staan enkele zeer informatieve animaties.





DE VENTILATOR MET SLINGER

Een voorbeeld van een spoortandwielstelsel



DOELEN

De leerlingen:

1. Begrijpen en beschrijven de overdracht van beweging door een spoortandwielstelsel.
2. Onderzoeken de relatie tussen tandwielgrootte, draaisnelheid en kracht.

MATERIALEN

Elk groepje leerlingen heeft nodig:

- 1 K'NEX Education bouwset met instructieboekje.
- Plakband
- Kleine ronde stickers (indien aanwezig)
- werkschrift

U heeft nodig:

- Plaatjes en voorbeelden van verschillende spoortandwielstelsels. (Suggestie: muziekdooz, elektrische ventilator, handblikopener, stuk speelgoed met een tandwiel)
- K'NEX tandwielen voor de leerlingen om te onderzoeken voor ze gaan bouwen. (Haal voldoende tandwielen uit elke K'NEX introductie van eenvoudige machines: Tandwielenset zodat elke leerling twee tandwielen heeft.)
- 2 grote rubberen ballen (indien voorradig)
- -Karton en lollie stokjes (indien voorradig).

LET OP: De onderstaande activiteit kan meer dan 45 minuten duren.

WERKWIJZE

Introductie

- Als dit de eerste keer is dat leerlingen met tandwielen experimenteren, wil je de overdracht van energie van het ene op het andere tandwiel laten zien. Gebruik twee rubberen ballen en laat een leerling de ene bal tegen de andere rollen. Vraag de leerlingen hun waarnemingen te beschrijven. Gebruik de volgende vragen om ze te helpen beschrijven, wat er gebeurde.

- Wat gebeurde er door de eerste bal met de tweede?

De eerste bal duwde de tweede weg.

- Wanneer gebeurde dat duwen precies?

De eerste bal duwde de tweede weg op het moment dat ze elkaar raakten.

- Wat werd er door de eerste bal aan de tweede doorgegeven?

Beweging, energie, kracht.

- Geef elke leerling twee tandwielen. Moedig ze aan te bedenken hoe ze een tandwiel zouden beschrijven en moedig ze aan te onderzoeken hoe tandwielen in elkaar passen.

- Begin de les met het bespreken van de ontdekkingen over de tandwielen door de leerlingen en breidt dit verder uit. Je kunt kiezen de werkende definitie van de leerlingen over de werking tandwielen te accepteren of je kunt de termen die ze gebruiken om de werking van tandwielen te beschrijven te formaliseren.

Tandwielen zijn wielen met tanden op hun buitenste rand. De tanden van het ene tandwiel passen tussen de tanden van het andere tandwiel.

- Leg uit, dat tandwielen eenvoudige machines zijn, die energie in de vorm van beweging overdragen van de ene plaats naar de andere. Gebruik een stukje speelgoed met een tandwiel of een tandwielrein van karton om te laten zien, wat er gebeurt als je een tandwiel rond draait, dat in contact staat met een tweede tandwiel.

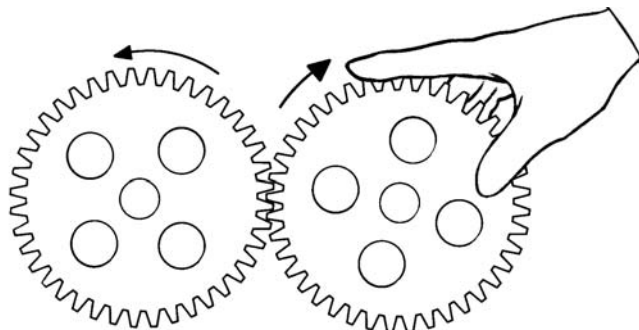
Suggestie: Gebruik kartonnen wielletjes en plak er zorgvuldig prikkertjes op om als tanden. Let er op, dat de tussenruimte tussen de prikkertjes op de rand van het wielletje gelijk is. Het is makkelijker twee gelijke tandwielen te maken dan tandwielen met een verschillend aantal tanden. Maak de tandwielen op een groter stuk karton vast met splitpennen. Let er op dat ze in elkaar passen en gemakkelijk ronddraaien.

- Deel stukjes plakband of puntstickers rond. Zeg de leerlingen een klein stukje plakband of een stickertje te plakken op beide K'NEX tandwielen, die ze eerder gebruikt hebben, zodat ze de draairichting van de tandwielen kunnen zien. Vraag de leerlingen de tandwielen op een stuk papier op hun tafeltje te leggen en dan de tanden in elkaar te passen. Vraag de ene leerling om een potlood te steken in het gat van elk tandwiel om ze op hun plaats te houden als de andere leerling één tandwiel ronddraait.

- Vraag de leerlingen hoe het kan, dat dat ze één tandwiel bewegen en dat de andere ook beweegt.

Als een tandwiel ronddraait drukken zijn tanden tegen die van het andere tandwiel. Zie tekening beneden.

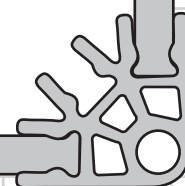
- Moedig de leerlingen aan zo veel mogelijk tandwielen in een tandwielrein te zetten. Ze moeten de draairichting van elk tandwiel tekenen.
- Het is nu een uitstekend moment om de formele termen te introduceren, die de leerlingen tijdens hun experimenten gaan gebruiken. De introductie van aandrijftandwiel, aangedreven tandwiel of volger en tandwielrein volgen vanzelf uit het experiment.



- Vraag de leerlingen te beschrijven in welke richting hun tandwielen draaien.

Als het eerste tandwiel de ene kant op draaide, draaide het tweede tandwiel de andere kant op.

- Vraag de leerlingen of ze voorbeelden kennen in hun dagelijks leven. Veel leerlingen zullen de tandwielen op hun fiets noemen. Dit is de gelegenheid om uit te leggen, dat er verschillende soorten tandwielsystemen zijn en dat je afhankelijk van het werk, dat gedaan moet worden de ene of de andere gebruikt. Bv.: Het tandwielstelsel op een fiets is anders dan die op een blikopener.
- Geef een handblikopener door in de klas. Geef de leerlingen tijd om het mechanisme te bestuderen.
- Stimuleer de leerlingen om al brainstormend een lijst te maken van andere voorwerpen, die een tandwielstelsel gebruiken. Zet de lijst op het bord. Wees er op voorbereid voorbeelden te laten zien als de leerlingen er niet mee komen.





- U wilt nu misschien het begrip beweging introduceren en formele termen gaan gebruiken om bewegingsvormen te omschrijven, die de leerlingen in eerdere activiteiten zijn tegengekomen. Enkele termen, die je wilt gebruiken zijn: **Ingangsbeweging** (het door de leerlingen met de hand bewegen van het eerste tandwiel), **uitgangsbeweging** (de beweging van het tweede tandwiel door de ingangsbeweging), **rotatie** (beweging om een punt), **lineaire (rechtlijnige) beweging**. (Geef de leerlingen een voorbeeld van lineaire beweging in vergelijking met rotatie.)

Met beweging wordt bedoeld het veranderen van positie in de tijd ten opzichte van een referentiepunt.

- Verdeel de klas in groepjes van twee of drie leerlingen.

Bouw activiteiten

- Geef elk groepje een K'NEX Education Tandwielen bouw set. Laat de leerlingen de set openmaken en het ingesloten Bouw Instructie boekje opzoeken. Als de klas niet gewend is met K'NEX bouw materialen te werken, neem dan de bladzijde met Bouw Tips met ze door, en wel speciaal de informatie over de paarse verbindingstukjes. Geef de leerlingen enige tijd om de materialen te verkennen – het is cruciaal, dat ze het bouw concept nu begrijpen zo dat frustraties later worden vermeden. Zorg er voor, dat de leerlingen de eerder uitgedeelde tandwielen weer aan de set toevoegen.
- Geef enkele aanwijzingen, zodat de leerlingen het overzicht te bewaren over alle stukjes in de set zodat ze beschikbaar voor toekomstig gebruik. Vertel de leerlingen, dat ze aan het eind van de les ongeveer 5 minuten nodig hebben om op te ruimen.
- Leg aan de leerlingen uit, dat ze een ventilator gaan bouwen met een tandwielsysteem om de ventilatorbladen te laten bewegen. Richt hun aandacht op de foto van een elektrische ventilator op blz. 2 van het Bouw Instructie boekje of zorg voor een echte ventilator in de klas.
- Laat de leerlingen het model bouwen zoals in het instructieboekje staat.

Bouw Tip

Om te voorkomen dat de 2 rode assen los in hun behuizing komen te zitten, raden we grijze verbindingstukjes aan. (Dit zijn de kleine klemmetjes van ca 2,5 cm met een gesloten rond eind, waardoor een as past en een open eind waar een as in geklikt kan worden.) Ze worden aan elkaar gezet op de volgende plaatsen:

1. Aan het vrije eind van de bovenste ventilatoras.
2. Aan beide kanten van de van de gebruikte verbindingstukken op de laagste of de as met de slinger.

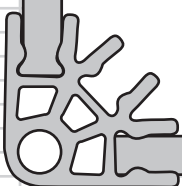
Onderzoeksactiviteit: Hoe wordt beweging overgebracht in een spoortandwielsysteem?

Gebruik de volgende richtlijnen en tekst om de leerlingen te helpen bij het onderzoeken van de functie van een spoortandwielsysteem.

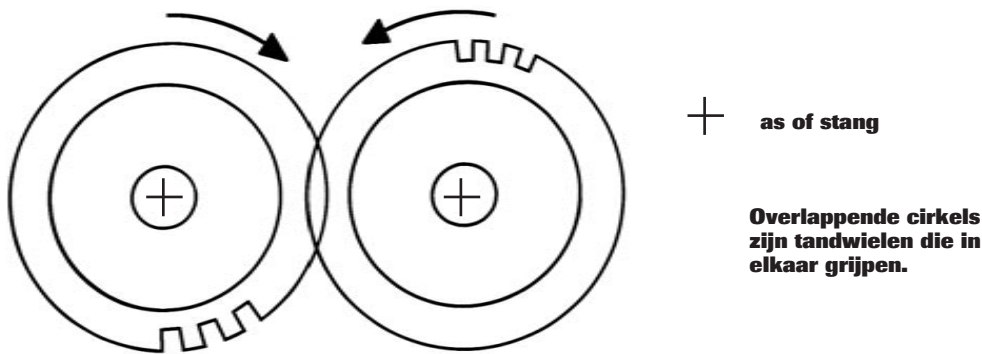
Stappen:

- (a) Als het model klaar is, geef dan de leerlingen voldoende tijd voor onderzoek. Vraag ze naar de plaats en laat ze de tandwielen benoemen. Ze moeten het tandwiel mechanisme in werking bekijken als ze de slinger ronddraaien.
- (b) Stimuleer de leerlingen elke andere eenvoudige machine te herkennen, die op hetzelfde principe berust als hun ventilatormodel.

Als uw klas al klaar is met de wiel en as onderzoeken, dan is dit een ideale gelegenheid om een snelle terugblik te geven op de eenvoudige machine.



- (c) Vraag de leerlingen uit te leggen hoe het tandwielstelsel de ventilator laat draaien. Laat de leerlingen zien, dat de tandwielen van de ventilator in elkaar passen en dat ze in één lijn liggen. Herinner de leerlingen aan hun eerdere experimenten, waarbij ze tandwielen gebruikten die in één lijn lagen toen ze plat op de tafel lagen. Leg uit dat in deze opstelling bekend als een spoortandwielstelsel, de tandwielen bij elkaar passen of in elkaar grijpen langs dezelfde lijn of in hetzelfde vlak. In dit model is het ene tandwiel boven het andere geplaatst. De leerlingen kunnen het tandwielstelsel op zijn kant draaien om te zien dat de tandwielen in lijn met elkaar zijn zoals bij eerdere activiteiten.
2. (a) Vraag de leerlingen een diagram te tekenen van de ventilator in hun journaal. De tandwielen kunnen symbolisch worden weergegeven. Het is overbodig de leerlingen elke tand van de tandwielen te laten tekenen. Een voorbeeld:



- (b) Stimuleer de studenten de verschillende onderdelen van hun model te benoemen. Je kunt dit dan formaliseren en aan ze vragen de namen in hun diagram er bij te schrijven. De volgende namen moeten voorkomen:

Slinger, aandrijftandwiel, aangedreven tandwiel, ventilatorbladen.

3. De leerlingen moeten het volgende in hun werkschrift beantwoorden:

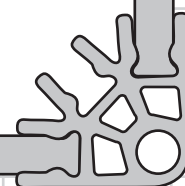
- Heeft de ventilator bewegende delen? Maak er een lijstje van in je journaal.
- Beschrijf hoe de genoemde onderdelen met elkaar verbonden zijn.
- Beschrijf de ingangsbeweging - de beweging die ze maken als ze de slinger gebruiken.
- Beschrijf de beweging van de tandwielen.
- Teken pijlen in je diagram om te laten zien in welke richting elk onderdeel beweegt als je met de ventilator werkt

Slinger, aandrijftandwiel, aangedreven tandwiel, ventilatorbladen.

De slinger is verbonden met het aandrijftandwiel door een as. De tanden op het aandrijftandwiel passen op de tanden van het aangedreven tandwiel, dat verbonden is met de ventilatorbladen door een as.

De ingangsbeweging is ronddraaien of een rotatie. Hun handen draaien in een cirkel rond.

De tandwielen draaien of roteren





4. Laat de leerlingen een klein stukje plakband vastmaken op de rand van een ventilatorblad. Vraag ze een referentiepunt te kiezen zodat ze het ventilatorblad in het oog kunnen houden als hij ronddraait. Stimuleer de leerlingen om de slinger rond te draaien.
- (a) Laat de leerlingen de slinger één keer ronddraaien. Laat ze daarna de slinger voortdurend ronddraaien, maar met verschillende snelheden.

Vraag de leerlingen hoe ze de ventilator sneller en langzamer kunnen laten draaien.

De leerlingen nemen waar, dat de snelheid van de ventilator afhangt van de snelheid waarmee de slinger wordt rondgedraaid.

- (b) Geef aan, dat de leerlingen een merkje op de twee tandwielen met een puntsticker of een pen. Het merkje wordt gezet op het punt waar de tandwielen in elkaar grijpen. Vraag ze dan om ze langzaam een omwenteling met de slinger te maken. Wat zien ze?

BEIDE tandwielen maken één hele omwenteling als de slinger één keer wordt rondgedraaid.

- (c) De leerlingen moeten in hun werkschrift de afmetingen van de gebruikte tandwielen noteren. (Aandrijftandwiel en aangedreven tandwiel.)

Ze zijn even groot.

- (d) Denken de leerlingen, dat er een verband is tussen de afmetingen van de tandwielen en de resultaten bij (b)?

Help de leerlingen te begrijpen, dat deze twee tandwielen, die even groot zijn en in elkaar passen, met dezelfde snelheid draaien ondanks het feit, dat ze verschillende assen hebben.

- (e) Vraag aan de leerlingen de slinger nog een keer rond te draaien, maar vraag ze deze keer er op te letten hoe de ventilatorbladen bewegen. De ene leerling telt het aantal keren dat het ventilatorblad met het plakband het referentiepunt passeert, terwijl de andere leerling er op let de slinger precies één keer rond te draaien.

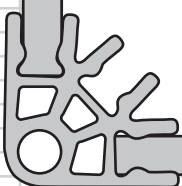
De ventilatorbladen draaien één keer geheel rond als de slinger één keer rond gaat.

- (f) Hoe gemakkelijk/moeilijk is het om de slinger rond te draaien bij deze tandwielopstelling?

Let op: U krijgt hierop subjectieve antwoorden, maar het helpt als u de leerlingen vergelijkingen laat maken met tandwielopstellingen, die ze eerder hebben onderzocht voor de ventilator.

- (g) Vraag de leerlingen samen te vatten, wat hun waarnemingen aantonen over de afstand, die de twee tandwielen afleggen en de afstand, die de ventilatorbladen afleggen als de slinger één keer wordt rondgedraaid.

De leerlingen moeten inzien, dat alle bewegende delen één keer ronddraaien als de slinger één keer wordt rondgedraaid.



NOOT: We adviseren om twee groepjes te laten samenwerken aan de volgende stap. (5) Het ene groepje bouwt de versie van het model met het grote tandrad als aandrijver, het andere groepje moet de versie van het model bouwen met het kleine tandrad als aandrijver. Als beide modellen beschikbaar zijn kan er worden vergeleken.

5. (a) Vraag de leerlingen na te denken over wat er gebeurt als ze:

- (i) een groot tandwiel gebruiken om een klein tandwiel aan te drijven en
- (ii) een klein tandwiel gebruiken om een groot tandwiel aan te drijven.

Laat de antwoorden in hun werkschriften noteren.

(b) Stimuleer de leerlingen om te ontdekken of hun antwoorden goed waren door hun modellen met een groot en een klein tandwiel opnieuw te bouwen. Ze moeten de illustraties aan de rechterkant van blz.3 van het Bouw Instructie Boekje als handleiding gebruiken.

(c) Vraag ze te bedenken hoe de draaisnelheid van de ventilator vergeleken kan worden met de snelheid van de slinger als het grote tandwiel met de slinger is verbonden en het kleine tandwiel aan de ventilatorbladen vastzit.

Gebruik de techniek uit stap 4 – Plak een stukje plakband op een ventilatorblad en kijk er naar voor het van de slinger en tel dan hoeveel keer het plakband bij hetzelfde punt voorbijkomt als de slinger een omwenteling maakt.

(d) Hoe gemakkelijk/moeilijk is het om de slinger rond te draaien in deze opstelling vergeleken met die met gelijke tandwielen?

De leerlingen moeten zien, dat als het grote tandwiel het kleine aandrijft de ventilator sneller draait dan de slinger: 1 draai van de slinger geeft ongeveer 6 omwentelingen van de ventilatorbladen. De slinger is echter moeilijker rond te draaien dan bij het model met gelijke tandwielen.

De leerlingen moeten hun waarnemingen in hun werkschrift noteren.

(e) Leerlingen moeten dan de snelheid van de ventilator vergelijken met de snelheid van de slinger, als het kleine tandwiel aan de slingeras vast zit en het grote tandwiel aan de as van de ventilatorbladen vastzit.

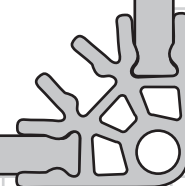
(f) Hoe gemakkelijk/moeilijk is het om de slinger in deze opstelling rond te draaien, vergeleken met de opstelling met twee gelijke tandwielen (i) en (ii) de opstelling waarin het grote tandwiel de aandrijver was?

Waarnemingen moeten in het werkschrift genoteerd worden.

De leerlingen moeten zien, dat als het kleine tandwiel het grote aandrijft, de ventilator sneller draait dan de slinger. 6 omwentelingen van de slinger laten de ventilatorbladen 1 keer rondgaan. De slinger is echter gemakkelijker rond te draaien dan in beide andere opstellingen.

6. (a) Bespreek hun waarnemingen aan tandwielsystemen door verschillende maten tandwielen te gebruiken.

(b) Vraag de leerlingen of hun waarnemingen de voorspelling, die ze eerder hebben opgeschreven bevestigt.





Het Idee Toepassen

- Bespreek opnieuw de resultaten uit Stap 3 met de klas:

- Bewogen de slinger en het tandwiel op dezelfde as met dezelfde snelheid?

Ze bewegen met dezelfde snelheid: een omwenteling van de slinger laat het tandwiel op dezelfde as ook één keer ronddraaien.

- Zag je hetzelfde gebeuren als je een kleiner tandwiel gebruikte? En met een groter tandwiel?

Ja. Zelfs verschillende tandwielen draaien als ze op dezelfde as zitten met dezelfde snelheid.

- Als je bij de ventilator twee even grote tandwielen gebruikte. Welke van onderstaande uitspraken is dan juist?

Het aandrijftandwiel draaide sneller dan het aangedreven tandwiel.

Het aangedreven tandwiel draaide sneller dan het aandrijftandwiel.

Ze draaien rond met dezelfde snelheid.

Ze draaien met dezelfde snelheid: één omwenteling van het aandrijftandwiel zorgt voor één omwenteling van het aangedreven tandwiel.

- Vraag de klas hun resultaten over de ventilator met twee even grote tandwielen samen te vatten door de volgende zinnen af te maken:

- Tandwielen, die op dezelfde as zitten draaien met

dezelfde snelheid

- Tandwielen, die in elkaar passen en even groot zijn draaien met

dezelfde snelheid

- In deze slingerventilator bewegen alle bewegende delen met

zelfde snelheid; even groot

omdat het aandrijftandwiel en het aangedreven tandwiel

_____ zijn.

- Laat de leerlingen verslag doen van de voor- en nadelen van de twee verschillende tandwielsystemen, die ze bij stap 4 hebben onderzocht.

De slinger ronddraaien was gemakkelijker als het kleine tandwiel het grote aandreef, maar de ventilator draaide dan langzamer de slinger. Ofschoon de slingermoeilijker was rond te draaien als het grote tandwiel het kleine aandreef, draaide de ventilatorbladen veel sneller dan de slinger.

- Vraag de leerlingen te bespreken in welke situaties een tandwielstelsel van nut kan zijn. Probeer ze woorden als "aandrijfkraft," "aandrijftandwiel," en "aangedreven tandwiel" telaten gebruiken.

De antwoorden zullen verschillen. Mogelijke antwoorden: Een klein tandwiel, dat een grote aandrijft is nuttig als het voorwerp, dat rondgedraaid moet worden groot en zwaar is. Een groot zwaar voorwerp ronddraaien vraagt minder aandrijfkraft als het aandrijftandwiel kleiner is dan het aangedreven tandwiel.

Het Idee Uitbreiden.

(Voor welke groep wordt aangegeven.)

[Groep 4 en 5]

1. Laat de leerlingen op Internet zoeken naar extra informatie over tandwielen. Ze kunnen met Google zoeken en gebruiken het sleutelwoord; "Tandwiel".

[Groep 6]

2. (a) Herinner de leerlingen er aan, dat ze een onnauwkeurige manier van meten gebruikten om de ingangs- en uitgangssnelheden van de tandwielen te vergelijken toen ze de stappen 4(e), 5 (c), en 5 (e) uitvoerden. Leg uit, dat ze een eenvoudige Tandwiel Verhouding ontdekt hebben.
- (b) Leg uit, dat een nauwkeuriger methode van resultaten vergelijken het tellen van de tanden op de tandwielen is. Schrijf de vergelijking voor de Tandwiel Verhouding op het bord, zodat die overal in de klas te zien is.

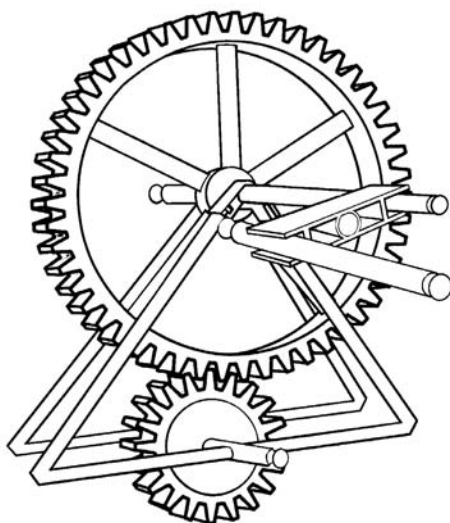
$$\text{Tandwiel Verhouding} = \frac{\text{Aantal tanden op het aangedreven tandwiel (volger)}}{\text{Aantal tanden op het aandrijftandwiel}}$$

Bv.: 14/84 geeft een tandwiel verhouding van 1/6 of 1:6

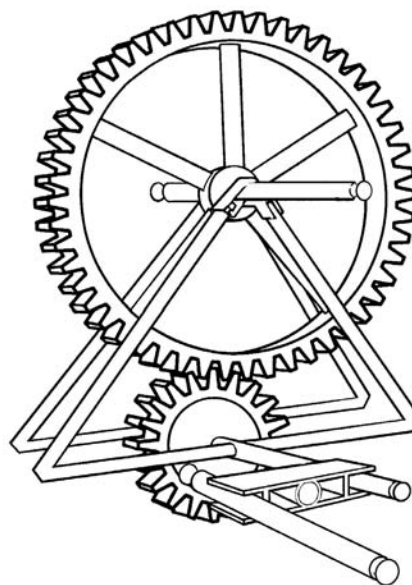
Leg uit dat 1:6 betekent dat voor elke omwenteling van het aandrijftandwiel het aan gedreven tandwiel 6 omwentelingen maakt. Of, anders gezegd, de uitgangssnelheid is groter dan de ingangssnelheid.

[Groep 4, 5, 6]

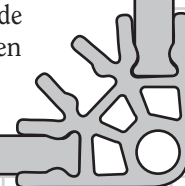
3. (a) Laat alle groepjes leerlingen de ventilatorbladen van hun slingerventilator afhalen en weg leggen.
- (b) Verdeel de groepjes zo, dat de helft slingerventilatoren heeft met het grote tandwiel als aandrijftandwiel en het kleine tandwiel als aangedreven tandwiel. De rest moet dan slingerventilatoren hebben met het kleine tandwiel als aandrijftandwiel en het grote tandwiel als aangedreven tandwiel. De leerlingen hoeven de ventilatoren niet uit elkaar te halen. Op eenvoudige wijze kunnen de leerlingen de slinger aan de juiste as vastmaken. (Zie onderstaande tekening.) Om de rotatiesnelheid van het tweede tandrad te zien, moeten de leerlingen het gele verbindingsstuk aan het eind van de as van het tandwiel vastmaken. (Dit verbindingsstukje komt in plaats van de ventilatorbladen die, als ze op de onderste as gebruikt worden, de tafel raken tenzij het model op de rand van de tafel wordt gezet.)



Opstelling 1: Slinger aan de bovenste as. Zet het gele verbindingsstukje op het eind van de laagste as.



Opstelling 2: Slinger aan de onderste as. Zet het gele verbindingsstukje aan het eind van de bovenste as, waar de ventilatorbladen zouden moeten zitten.



**[Groep 8]**

- (c) Laat de leerlingen de tandwiel verhouding van hun slingerventilator bepalen. De leerlingen moeten de tandwiel verhouding in hun journaal noteren en in hun eigen woorden beschrijven wat de tandwiel verhouding betekent bij hun ventilator.
- (d) Stimuleer de leerlingen om U te vertellen, wat het voordeel is van het gebruik van deze tandwieltrain. Als de leerlingen uitleg willen, vraag ze dan of hun ventilator langzaam of snel draaide. U kunt de gelegenheid benutten om de leerlingen te laten begrijpen, dat ze de machine niet kunnen gebruiken om tegelijk snelheid en kracht te winnen. Ze kunnen ten koste van kracht snelheid winnen of kracht winnen ten koste van snelheid. Als U besluit dit te doen, dan is er ruimte op de kaart hieronder, waar de leerlingen hun ontdekkingen kunnen noteren.

[Groep 8]

4. De leerlingen ruilen de ventilatoren en herhalen stap (d) van hierboven.

[Groep 8]

5. Vraag de leerlingen hun waarnemingen en conclusies over tandwielen te ordenen in een tabel. (Zie de Checklist werkschrift hieronder.) Het kan nuttig zijn een kaart zoals hieronder te geven.

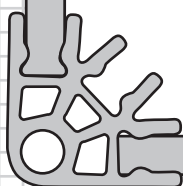
TANDWIELTREIN SNELHEID	VENTILATORSNELHEID T.O.V. SLINGERSNELHEID	TANDWIEL VERHOUDING ONGEVEER	TOEGENOMEN UITGANGSSNELHEID OF TOEGENOMEN UITGANGSKRACHT
De tandwielen zijn even groot			
Groot aandrijftandwiel dat een klein aangedreven tandwiel beweegt.			
Klein aandrijftandwiel dat een groot aangedreven tandwiel beweegt.			

[Groep 5/6]

6. Laat de leerlingen bespreken hoe ze het ontwerp van de slingerventilator zo kunnen veranderen dat de slinger en de ventilator dezelfde kant op draaien. Indien nodig, kunt u de aanwijzing geven dat ze iets aan het systeem moeten toevoegen. Dit geeft u de gelegenheid het begrip van het loze tandwiel te introduceren.

De slinger en de ventilator draaien in dezelfde richting als er een derde tandwiel – een loze tandwiel- aan de tandwieltrain wordt toegevoegd tussen het aandrijftandwiel en het aangedreven tandwiel.

Geef de leerlingen de tijd om hun ideeën uit te proberen.

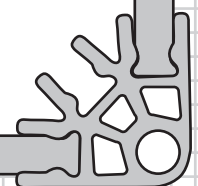


CHECKLIST WERKSCHRIFT:

De leerlingen moeten een individueel werkschrift bijhouden om hun resultaten te vermelden. Hieronder staan voorbeelden van dingen, die in een leerlingenjournaal kunnen staan.

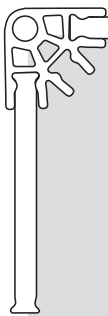
- ✓ Tekening van de slingerventilator met namen en pijlen.
- ✓ Verslag van de waarnemingen van de leerling.
- ✓ Voorspellingen.
- ✓ Een tabel zoals hieronder staat als samenvatting van hun resultaten.

TANDWIELTREIN SNELHEID	VENTILATORSNELHEID T.O.V. SLINGERSNELHEID	TANDWIEL VERHOUDING ONGEVEER	TOEGENOMEN UITGANGSSNELHEID OF TOEGENOMEN UITGANGSKRACHT
De tandwielen zijn even groot	Ventilatorsnelheid is even groot als de slingersnelheid.	1:1	Geen verandering.
Groot aandrijftandwiel dat een klein aangedreven tandwiel beweegt.	Ventilatorsnelheid is groter dan de slingersnelheid.	1:6	Uitgangssnelheid is toegenomen.
Klein aandrijftandwiel dat een groot aangedreven tandwiel beweegt.	Ventilatorsnelheid is lager dan de slingersnelheid.	6:1	Uitgangskracht is toegenomen.



Het Autoraam

Een voorbeeld van een spoortandwiel dat een draaiende beweging omzet in een rechtlijnige.



DOELSTELLINGEN

De leerlingen:

1. Maken en begrijpen het mechanisme van een model systeem dat in het dagelijks leven voorkomt.
2. Observeren hoe een draaiende beweging wordt omgezet in een rechtlijnige beweging met gebruik van spoortandwielen.
3. Onderzoeken spoortandwielen als een middel om krachten te vergroten.

MATERIALEN

Elk groepje van twee leerlingen heeft nodig:

- K'NEX Education bouwset: tandwielen
- Stickers of beschrijfbaar plakband
- Werkschriften

WERKWIJZE

Introductie

- Als uw leerlingen de VENTILATOR bestudeerd hebben, laat ze dan vertellen hoe de beweging werd overgebracht in het systeem van de ventilator.
- Herinner de leerlingen eraan dat er een systeem van spoortandwielen gebruikt werd om de snelheid en de draairichting van de bladen te veranderen. Laat de leerlingen een spoortandwielstelsel beschrijven en hoe de verhouding de beweging van de ventilator beïnvloedt. Stimuleer de leerlingen het woord tandwielstelsel te gebruiken in hun antwoorden.
- Leg uit dat ze gaan ontdekken, als ze hun model bouwen, dat niet alle versnellingen die spoortandwielen gebruiken, resulteren in een draaiende beweging. Laat ze zich, voordat ze hun onderzoek beginnen, inbeelden dat ze het systeem van een autoraam moeten uitleggen aan een reiziger uit 1700.

Laat een van de leerlingen instructies geven over het openen van het autoraam. Als de leerlingen zeggen: "Druk op de knop", leg dan uit dat het gebruik van knoppen pas van recente datum is en dat er nog steeds veel auto's zijn waarvan het openen van het raam meer werk vereist.

De draaiende beweging van de slinger werd overgebracht door de draaiende beweging van de tandwielen die de bladen liet draaien.

In een spoortandwiel systeem grijpen de tandwielen in elkaar en draaien in het hetzelfde vlak. Hoe snel of langzaam hangt af van het de maat van het wiel en het aantal tanden in de tandwielstelsel. Omdat de tandwielstelsel maar uit twee tandwielen bestaat is de draairichting tegengesteld aan die van de slinger.

Laat de leerlingen kijken naar de foto op pagina 4 van het instructieboekje.

- Vraag de leerlingen wat er bedoeld wordt met “arbeid”.

De leerlingen moeten een definitie geven zoals gegeven bij de sleutelwoorden en begrippen op pagina 3 van deze handleiding.

- Leg uit dat voor het openen van een autoraam doorgaans met de hand een draaiende beweging gemaakt wordt. (Bespreek de omhoog- en omlaag gaande beweging). Vraag de leerlingen wat voor soort beweging gemaakt werd om de handel van het autoraam te bewegen. (Een draaiende beweging). Leg uit dat deze draaiende beweging de aandrijvende beweging is.

- Help de leerlingen te begrijpen dat of je nu aan een handel draait of op een knop drukt, de aangedreven beweging hetzelfde is. Vraag ze de beweging van het raam te beschrijven.

Op en neer of rechtlijnig.

- Vertel de leerlingen dat ze het mechanisme van een autoraam gaan onderzoeken. Onderdeel van dit onderzoek is dat ze ontdekken hoe een tandwielsysteem een draaiende beweging kan omzetten in een rechtlijnige.

- Verdeel de klas in groepjes van 2 of 3 leerlingen.

Bouw Activiteit

- Geef elke groep een set K'NEX Education: Tandwielen en versnellingen.
- Laat de leerlingen het autoraam bouwen van pagina 4 en 5 uit het instructieboek. Laat de ene leerling de stappen 1-5 maken en de ander de stappen 6-9. Een eventuele derde student maakt de stappen 10-12. De leerlingen moeten elkaar helpen het model in elkaar te zetten. Vooral voor stap 4 is dit handig.

Bouw Tip:

Besteed bij stap 3 vooral aandacht aan het plaatsen van de blauwe staaf (met het losse eind) in het witte verbindingstuk.

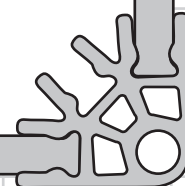
Onderzoek activiteit: Hoe zetten tandwielen een draaiende beweging om in een rechtlijnige?

Stappen

- (a) Laat de leerlingen de gemaakte modellen enige tijd onderzoeken. Vraag ze de tandwieltrain in hun model aan te wijzen en benoemen en het soort eenvoudige machines dat in hun model gebruikt wordt.

Tandwiel, wiel en as, hefboom

- (b) Elke groep moet nauwkeurig onderzoeken hoe het mechanisme werkt. Schrijf richtlijnen voor onderzoek en discussie op het bord.
 - Hoe werkt het mechanisme?
 - Welke onderdelen bewegen?
 - Wat voor soort beweging wordt uitgeoefend op de blauwe handel? (aandrijvende beweging, input)





- Beschrijf de beweging van het raam (aangedreven beweging, output)
- Waarom gebruik je een klein aandrijfwiel om een groot wiel aan te drijven?
- Hoe controleer je de snelheid van het aangedreven wiel(output)?
- Waarom draait de handel heel veel keer maar gaat het raam langzaam omhoog?

De leerlingen moeten hun eerste gedachten in hun werkschrift opschrijven.

2. Bespreek klassikaal de stappen die er genomen zijn bij het draaien aan de handel, tot het opengaan van het raam. Vraag een vrijwilliger dit stap voor stap te beschrijven. Wat gebeurde er eerst en laat dit doen aan de hand van de volgende beschrijving:

“Het draaien van de handel tegen de richting van de klok in veroorzaakte dat”

Schrijf de stappen op het bord.

Bespreek hun gedachten uit opdracht 1b met de klas.

3. Herhaal de manieren waarop een(enkel)voudige machines het werk vergemakkelijken – ze vergroten de toegevoegde kracht of de weg(snelheid). Herinner de leerlingen eraan dat kracht en weg niet allebei tegelijk kunnen toenemen.

De volgende activiteiten lenen zich voor klassikale bespreking.

4. (a) Laat het raam helemaal naar beneden zakken en draai dan de handel een hele slag rond.
 - (i) Hoeveel tanden draait het eerste tandwiel met 14 tanden als je de handel een hele slag draait? Markeer eventueel met een stip op het tandwiel het beginpunt.

Dit tandwiel maakt een hele omwenteling.

Leerlingen moeten hun bevindingen noteren als in Tabel 1.

- (ii) Hoe ver draait het grote gele tandwiel(34 tanden)? Noteer je antwoord in de tabel.

Deze draait ongeveer 14 tanden-iets minder dan de helft.

- (iii) Gebruik de waarnemingen van (i) en (ii) en beantwoord dan de vraag. Wat draait sneller het aandrijf- of het aangedreven wiel?

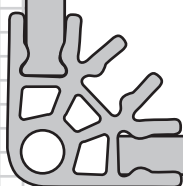
Aandrijfwiel.

- (iv) **[alleen groep 8]**
Denk aan wat je weet over tandwielverhoudingen. Wat wordt er vergroot of versterkt als de inspanning door de tandwieltrain wordt overgebracht?

De leerlingen moeten bedenken dat het aangedreven tandwiel langzamer draait dan het aandrijvende wiel. Aangezien het systeem snelheid verliest moet de kracht zijn toegenomen.

- (v) Hoe wordt kracht overgebracht in de tweede tandwieltrain? Hoe zijn deze twee op elkaar aangesloten?

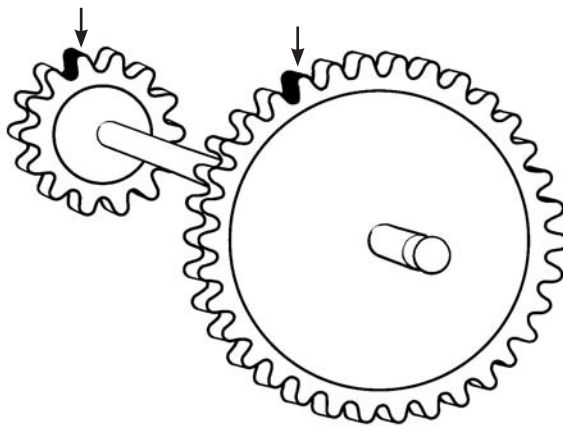
De kracht wordt overgebracht via de as die het grote wiel van de eerste tandwieltrain verbindt met het kleine wiel van de tweede tandwieltrain.



TABEL 1

	Eerste tandwieltrain	
	Tandwiel 14-tanden	Tandwiel 34-tanden
Type tandwiel (aandrijf/aangedreven)	<i>Aandrijf</i>	<i>Aangedreven</i>
Gevolg van een hele draai van de blauwe handel	<i>hele omwenteling (14 tanden)</i>	<i>bijna halve omwenteling (14 tanden).</i>
Snelste tandwiel	✓	<i>snelheidsverlies bij overbrenging</i>
Kracht vergroot		✓

- (b) Markeer een tand van het tweede tandwiel (14-tanden). (Deze zit op dezelfde as als het gele tandwiel met 34 tanden.) En doe hetzelfde met het grote tandwiel. Doe het zo dat de stippen op dezelfde positie zitten.

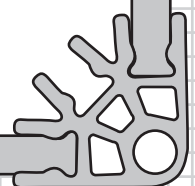


- (i) Draai de blauwe handel een hele slag en tel hoe ver het kleinen en het grote wiel draaien. Je kunt ook de beweging aangeven zoals bij een klok. Bijvoorbeeld het tandwiel draait van 9 uur naar 2 uur. Laat de antwoorden noteren als in tabel 2.

De leerlingen moeten opmerken dat beide wielen bijna een halve slag draaien.

- (ii) Hoe verklaar je de resultaten van de vorige vraag als je in aanmerking neemt dat de wielen niet even groot zijn?

Help de leerlingen in te zien dat hoewel de wielen niet even groot zijn, ze wel een even groot deel van een draaicirkel afleggen. Want ze zitten op dezelfde as.





- (c) Zet een stip op het grote tandwiel met 82-tanden. Laat het raam weer helemaal zakken en draai de handel een hele slag rond om het raam omhoog te laten gaan. Kijk naar het grote tandwiel en tel het aantal tanden van de draaiing.

- (i) Hoeveel tanden is de draaiing? Gaat dit sneller of langzamer dan de andere versnellingen?

Het draait ongeveer 6-7 tanden of bijna 1/12e van een hele omwenteling. Een kleine afstand.

Het is een langzaam draaiend tandwiel.

- (ii) Wat is er toegenomen bij het gebruik van de tandwieltrain met het wiel met de 82-tanden?

De leerlingen moeten bedenken dat het aangedreven wiel langzamer draait dan het aandrijf wiel. Aangezien er snelheid verloren gegaan is, is er kracht toegenomen.

Tabel 2

	2^e tandwieltrain	
	Tandwiel 14-tanden	Tandwiel 82-tanden
Type tandwiel (aandrijf/aangedreven)	<i>Aandrijf</i>	<i>Aangedreven</i>
Gevolg van een hele draai van de blauwe handel	<i>Iets minder dan een halve draai (6-7 tanden)</i>	<i>Ongeveer 1/12^e draai. (6-7 tanden)</i>
Snelste versnelling	✓	<i>Snelheidsverlies</i>
Toegenomen kracht		✓

- d. (i) Beschrijf hoe het raam door de tweede tandwieltrain beweegt.

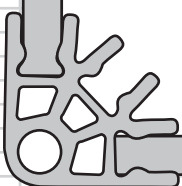
Het raam zit vast aan de as van het grote tandwiel met hefbomen. Als het grote tandwiel beweegt wordt er kracht overgebracht door de hefbomen die het raam naar boven of beneden bewegen.

- (ii) Waarin verschilt de beweging van het raam in die van de handel en tandwielen?

Het raam beweegt recht op en neer en de handel en tandwielen draaien.

5. Vraag de leerlingen wat voor invloed het gebruik van dikker glas op het mechanisme van het raam zal hebben.

De leerlingen moeten bedenken dat dikker glas het raam zwaarder maakt. De tandwieltrain en hefbomen moeten zo veranderd worden dat de kracht vergroot.



Het idee toepassen

- ⊙ Laat de leerlingen in hun werkschriften een tekening maken van het model autoraam. Ze moeten de volgende onderdelen benoemen: handel, aandrijfwiel, aangedreven wiel, en hefboom. Op hun tekening moeten twee aandrijf- en twee aangedreven wielen te zien zijn.
- ⊙ De leerlingen moeten met pijlen in hun tekening de richting van de beweging aangeven van elk bewegend onderdeel.
- ⊙ De leerlingen moeten in hun werkschriften beschrijven hoe het mechanisme werkt met gebruikmaking van het stap voor stap proces dat met de klas besproken is.
- ⊙ De leerlingen moeten de volgende zin afmaken:
 “Als er energie door de machine omgezet wordt, vermindert de _____ maar vergroot de _____.”

Snelheid, kracht
- ⊙ Bespreek met de leerlingen de volgende vragen.
 - ⊙ Waarom is belangrijk dat een autoraam langzaam beweegt?
 - ⊙ Welke veiligheidsmaatregelen zijn er bij een autoraam genomen om inzittenden te beschermen?

Het idee uitbreiden

[Groep 8]

1. Laat de leerlingen het rendement uitrekenen van ELKE tandwieloverbrenging. Geef de volgende aanwijzingen:
 - (i) Tel de tanden op het aangedreven wiel.
 - (ii) Tel de tanden op het aandrijfwiel.
 - (iii) Deel het aantal tanden van het aangedreven wiel door het aantal tanden van het aandrijfwiel.

Herinner de leerlingen eraan dat de kracht groter wordt als het rendement groter is dan 1. Het rendement van de eerste overbrenging is 2,4. Het rendement van de tweede overbrenging is 5,8.

[Groep 8]

2. Vraag de leerlingen of hun berekeningen van het rendement overeenkomen met hun eerdere onderzoeken. En dat de kracht vergroot werd bij de vragen 4a(iv) en 4c(ii).

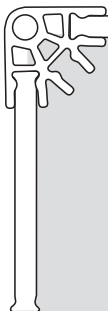
CHECKLIST VERSLAG:

- ✓ Tekening van het autoraam met namen en pijlen.
- ✓ Een verslag van waarnemingen van de leerling bij de stappen 1(b) en 3.
- ✓ Inge vulde tabellen.
- ✓ Een uitleg van de overdracht van kracht door de machine naar het raam.
- ✓ Gevolgtrekkingen over de vraag hoe het veranderen van de eigenschappen van het raam doorwerken in het mechanisme om het te openen.



De Blender

Voorbeeld van een systeem met een kroonwiel



DOELSTELLINGEN

De leerlingen:

1. Bouwen en onderzoeken het mechanisme van een model van een alledaags gebruiksvoorwerp.
2. Observeren hoe een kroonwiel een draaiende beweging uit het ene vlak overbrengt op een draaiende beweging in een ander vlak.

MATERIALEN

Elke groep leerlingen heeft nodig:

- 1 K'NEX Education Bouwset: Tandwielen en Versnellingen met instructieboek.
- Werkschriften

De leerkracht heeft nodig:

- een blender + voedsel voor een demonstratie.

Noot: In het Idee Uitbreiden vind u bouw- en andere gerelateerde activiteiten voor de EIERKLOPPER.
(Zie pagina 10 en 11 van het instructieboek.)

WERKWIJZE

Introductie

- Laat de leerlingen beschrijven hoe beweging door een tandwieltrain worden overgebracht.

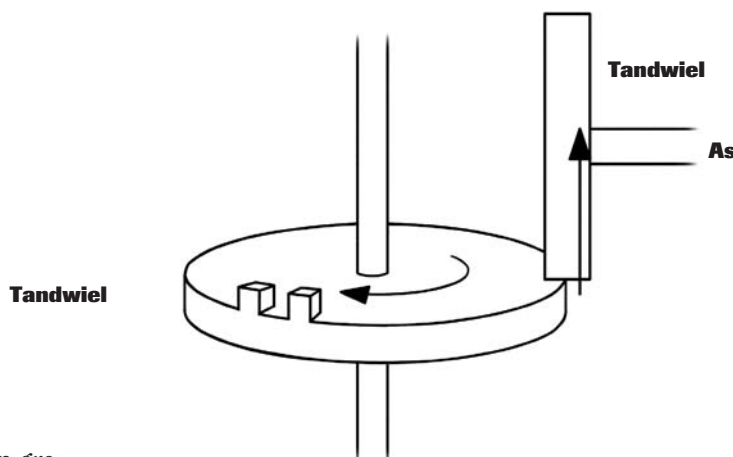
Kracht en beweging werden in hetzelfde vlak overgebracht.

- Als de leerlingen de ventilator gemaakt hebben herhaal dan hoe een tandwielstelsel het werk makkelijk maakt door het veranderen van de output snelheid of het vergroten van de output kracht. Leg de leerlingen uit dat een machine niet tegelijkertijd de snelheid en de kracht kan vergroten. Leg uit dat er ergens geruild moet worden als ze een een(enkel)voudige machine gebruiken. Ze kunnen de snelheid verhogen ten koste van de kracht. Of de kracht vergroten ten koste van de snelheid. Vraag de leerlingen wat de winst is van een tandwieltrain met wielen die even groot zijn.

De leerlingen moeten zich van de ventilator herinneren dat als de tandwielen even groot zijn, er snelheid noch kracht is toegevoegd. Gebruik deze gelegenheid om uit te leggen dat sommige machines tandwielen die even groot zijn, gebruiken om de richting van een draaiing te veranderen.

- Leg uit dat tandwielen die in hetzelfde vlak in elkaar grijpen slechts één soort versnelling is. Vertel de leerlingen dat ze het tandwielstelsel in een blender gaan onderzoeken. De positie van tandwielen in een blender is anders dan die in een ventilator. Hun model wordt met de hand bediend.

- Demonstreer hoe een echte blender werkt en bespreek:
 - De verschillende mogelijkheden van de blender.
 - Hoe sommige blenders verschillende snelheden gebruiken om voedsel te snijden, hakken of pureren.
- Maak een bordschets met namen van de werking van een blender. Gebruik pijlen om de draairichting aan te geven. Zeg dat het niet nodig is om alle tanden te tekenen. Symbolisch aangeven is voldoende.



- Verdeel de klas in groepjes van 2 of 3 leerlingen.

Bouw Activiteit

- Geef elke groep een set K'NEX Education: Tandwielen en Versnellingen. Laat de leerlingen de blender maken van pagina 6 en 7. We adviseren de taken te verdelen in de stappen 1-4 en 5-8.

Onderzoeksactiviteit: Hoe verandert deze machine de richting van de inspanning?

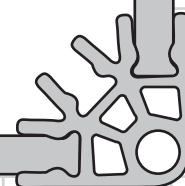
Stappen

1. Geef de leerlingen tijd om het model te verkennen. Stimuleer ze de tandwieltrain op te zoeken. Vraag ze welk type machines in hun model toegepast werden.

Tandwiel, wiel en as. De tandwieltrain in dit model werkt met een kroonwiel. Laat de leerlingen de werking hiervan eerst bekijken voordat dit in de klas besproken wordt.
2. Laat de leerlingen een blender tekenen in hun werkschriften. De volgende onderdelen moeten duidelijk herkenbaar en benoemd zijn: handel, aandrijfwiel, aangedreven wiel, en hakmes. Schrijf de woorden op het bord.

Laat de leerlingen met pijlen de draairichting van de bewegende onderdelen aangeven als je aan de handel of slinger draait.
3. Help de leerlingen te begrijpen hoe hun model werkt en laat ze het volgende onderzoeken:
 - (a) Waar is de kracht toegevoegd?

De kracht is toegevoegd bij de handel(slinger).





- (b) Wat voor soort beweging wordt ingevoerd?(input)

Een draaiende beweging.

- (c) Waar komt de beweging weer naar buiten?(output) Wat voor soort beweging is dit?

De beweging komt naar buiten bij het hakmes. Het is een draaiende beweging.

- (d) Vergelijk de beweging van de input en output. Waarin zijn ze hetzelfde? Waarin verschillen ze?

Het zijn allebei draaiende bewegingen. Ze draaien in tegenovergestelde richtingen. Het hakmes draait in een horizontaal vlak. De handel in een verticaal vlak. Als deze begrippen te moeilijk zijn voor de leerlingen kunt u ook volstaan met de operationele beschrijving van de tandwielen. Bijvoorbeeld dat het ene tandwiel vlak ligt en het andere rechtop.

- (e) Bekijk en onderzoek de beweging van elk bewegend deel. Draait het in een verticaal of een horizontaal vlak?

Slinger is verticaal, 1^e tandwiel verticaal, 2^e tandwiel horizontaal, hakmes: horizontaal.

- (f) Onderzoek waar de beweging verandert van een verticale in een horizontale.

- (g) Laat de leerlingen het volgende onderzoeken en met elkaar te bespreken;

- (i) Hoe ze de snelheid van de output(hakmes) kunnen vergroten.

Het verhogen van de draaisnelheid van de slinger.

- (ii) Waarom de slinger niet zo hard draait als het hakmes.

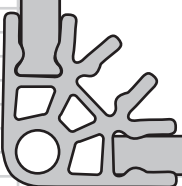
Het aandrijf en het aangedreven wiel hebben evenveel tanden en zijn even groot. Ze draaien even hard. De slinger is direct verbonden met het aandrijfwiel en het hakmes is direct aangesloten op het aangedreven wiel.

- (iii) Of het mechanisme makkelijker draait met of zonder slinger.

De leerlingen die het wiel en as deel bestudeerd hebben zullen weten dat het makkelijker is om de slinger dan de as te draaien.

4. Vraag de leerlingen of dit tandwielstelsel de snelheid verhoogt of de richting van de beweging verandert. Laat dit in hun werkschrift opschrijven.

De leerlingen moeten merken dat de richting van de beweging is veranderd.



Het Idee Toepassen

Leg de leerlingen uit dat ze een systeem met een kroonwiel onderzocht hebben. Laat ze een van de reserve kroonwielen pakken en leg ze uit waarom dit de naam kroonwiel gekregen heeft. Laat zien dat de gele tandwielen tanden hebben die loodrecht staan op het oppervlak van het tandwiel. Van opzij lijkt dit op een kroon. Deze tanden passen in de tanden op het andere tandwiel en geven zo een verandering van draairichting van 90-graden. Laat de leerlingen dit opschrijven.

Laat een van de leerlingen uitleggen hoe je met een kroonwiel de richting van een draaiing 90-graden kunt veranderen.

Waar is de inspanning uitgeoefend?

Bij de slinger.

Wat voor soort beweging is het?

Een draaiende beweging.

Waarom draait het aandrijf wiel?

De slinger draait de as. De aandrijf wiel zit op dezelfde as en draait dan ook.

Hoe heet dit bijzondere aandrijf wiel?

Kroonwiel.

Staat het aandrijf wiel verticaal of horizontaal?

Verticaal.

Waarin verschilt de positie van het aangedreven wiel in dat van het aandrijf wiel?

Het aangedreven wiel draait horizontaal.

Hoe brengt het aandrijf wiel kracht over op het aangedreven wiel?

De tanden passen in elkaar.

Waar wordt de output geleverd?

Bij het hakmes.

Wat voor soort beweging is het?

Draaiende beweging.

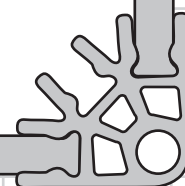
Laat de leerlingen voorgaande informatie in hun eigen woorden opschrijven in hun werkschriften.

Laat ze ook de volgende samenvatting opschrijven.

Een kroonwiel verandert de richting van een beweging van _____

Bijvoorbeeld: het ene vlak naar het andere, van een verticaal naar een horizontaal vlak, sommigen zullen antwoorden dat de richting 90-graden draait.

U kunt de voordelen van een systeem met een kroonwiel boven dat van tandwielen achter elkaar onderzoeken op de volgende manier:





1. Bekijk hun oplossingen - een kroonwiel helpt het werk te doen door de richting te veranderen. Dit betekent dat de inspanning toegepast kan worden in de richting die het gemakkelijkste is en dat de arbeid in een andere richting gedaan kan worden.
2. Laat de leerlingen het kroonwielsysteem vergelijken met het andere en daarbij letten op de plaats die er wordt ingenomen. Het systeem met de kroonwielen neemt minder plaats in.

Laat de leerlingen deze voordelen in hun werkschriften opschrijven met gebruikmaking van de juiste termen.

Het Idee Uitbreiden

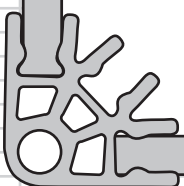
- Vraag de leerlingen of ze denken dat voor het kroonwiel dezelfde principes opgaan als voor tandwielen in hetzelfde vlak wat betreft tandwielverhouding, snelheid en kracht.
- Bespreek met de leerlingen de bouw instructies voor de eierklopper (pag. 10/11). Besteed aandacht aan de bijzondere kenmerken van het ontwerp – de behoefte aan een snelle output-beweging om de eieren sneller te kunnen kloppen dan met een vork.
- Welke andere sneldraaiende machine hebben ze bestudeerd?
- Kan een soortgelijk systeem gebruikt worden voor een eierklopper?

De ventilator

1. Vraag de leerlingen of ze kunnen ontdekken hoede machine werkt als ze alleen maar de bouw instructies en de tekening van de pagina's 10 en 11 gebruiken.

Gebruik onderstaande vragen om tot een beter begrip bij de leerlingen te komen:

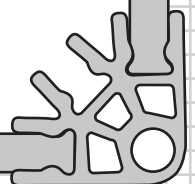
- (a) Kijk naar de tekeningen en wijs de bewegende onderdelen aan en vertel wat hun functie is.
 - (b) Vertel hoe de bewegende onderdelen in elkaar grijpen om een verandering in richting te bewerkstelligen.
 - (c) Beschrijf de richting van de input en de output kracht.
 - (d) Benoem de aandrijvende en de aangedreven tandwielen.
 - (e) Welke kant draaien de aandrijvende en de aangedreven tandwielen op?
 - (f) Beschrijf waarin de tandwielen van de eierklopper verschillen van die van de ventilator.
 - (g) Draait de slinger net zo snel als de hakmessen?
 - (h) Draaien de hakmessen dezelfde kant op?
 - (i) Draait het mechanisme makkelijk of moeilijk als je de slinger verwijderd?
2. Geef de leerlingen tijd om hun gedachten in hun werkschriften op te schrijven.
 3. Laat de leerlingen de K'NEX eierklopper bouwen en onderzoeken.
 4.
 - (a) Laat de leerlingen de beweging en werking van het onderzochte mechanisme uitleggen.
 - (b) Waarin verschilde de interpretatie van de tekeningen met wat ze vonden bij het bouwen van het model?
 - (c) Laat de leerlingen opschrijven wat het makkelijkste werkte, de tekening of het model?



CHECKLIST VERSLAG:

- ✓ Benoeming van het versnellingsstelsysteem.
- ✓ Tekening van de blender, met namen en pijlen.
- ✓ Verslag van de waarnemingen van de leerling aan de hand van de antwoorden op de vragen bij stap 3.
- ✓ Beschrijving van de bewegende onderdelen.
- ✓ Beschrijving van de verandering van richting van beweging en kracht.
- ✓ Hoe komt het kroonwiel aan zijn naam?
- ✓ Het nut van het gebruik van een kroonwielsysteem om een beweging van richting te veranderen.

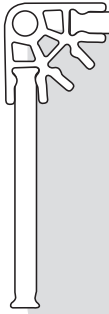
AANTEKENINGEN:

[illegible]



De Fiets/hometrainer

Een voorbeeld van een tandwiel met ketting-systeem



DOELSTELLINGEN

De leerlingen:

1. Bouwen en onderzoeken het mechanisme van een systeem dat in het dagelijks leven voorkomt.
2. Onderzoeken hoe beweging en kracht met behulp van een tandwiel/ketting systeem over een afstand overgebracht worden.

MATERIALEN

Elke leerling heeft nodig:

- 1 K'NEX intro tot Eenvoudige Machines: Tandwielset met Instructieboekje
- Werkschriften

De leerkracht heeft nodig:

- een fiets(optioneel)

WERKWIJZE

Introductie

- Bekijk met de leerlingen hoe de tandwielen verbonden zijn en hoe de energie/beweging door het rechte tandwielsysteem wordt overgebracht.

In een recht tandwielsysteem grijpen de wielen in elkaar en staande tandwielen in een lijn achter elkaar. Kracht en beweging worden langs deze lijn van het ene naar het andere tandwiel overgebracht. Als de leerlingen het begrip "vlak" kennen kunt u uitleggen dat kracht en beweging in hetzelfde vlak overgebracht worden.

- Herinner de leerlingen eraan dat een recht tandwielsysteem de arbeid makkelijker maakt door het veranderen van de output-snelheid of de kracht. Maar dat kan niet allebei tegelijk. Bij eenvoudige machines gaat de kracht ten koste van de snelheid of snelheid ten koste van de kracht. Vraag de leerlingen of je er beter van wordt als in een tandwielsysteem wielen van gelijke grootte gebruikt worden.

De leerlingen moeten zich kunnen herinneren dat, bij het gebruik van tandwielen die even groot zijn, noch de snelheid noch de kracht toenemen. Het nut zit eventueel in het veranderen van de richting van de kracht.

- Leg uit dat een recht tandwielsysteem slechts een van de vele mogelijkheden is. Vertel de leerlingen dat ze een ander systeem gaan onderzoeken. Een systeem waarbij de tandwielen elkaar NIET raken. Dit systeem zit in een gewone fiets.

● Bespreek het ontwerp van de fiets. Zet zo mogelijk een echte fiets in de klas om te onderzoeken. Eventueel kunt u ook het instructieboek op pagina 12 en 13 laten bestuderen.

● Vraag de leerlingen hoe het systeem werkt en stimuleer ze de termen te gebruiken die ze al geleerd hebben.

● Waar komt de kracht vandaan om de fiets te laten rijden?

Van je voeten met de pedalen.

● Welke onderdelen bewegen en wat is de functie?

Meerdere antwoorden mogelijk.

● Hoe wordt de kracht overgebracht naar het achterwiel?

Ketting.

● Wat is het verschil tussen het systeem van tandwielen dat je onderzocht hebt en dit systeem?

De antwoorden geven aanleiding om het systeem met de fietsketting te bespreken.

Bij een tandwiel en ketting-systeem wordt een ketting gebruikt om kracht over te brengen naar een as. Het trapper-tandwiel staat op een afstand van het tandwiel dat op de as is aangesloten. De ketting zorgt ervoor dat de draaiing van het voorste tandwiel wordt overgebracht op het achterste tandwiel.

● Verdeel de klas in groepen van 2 of 3 leerlingen.

Bouw Activiteit

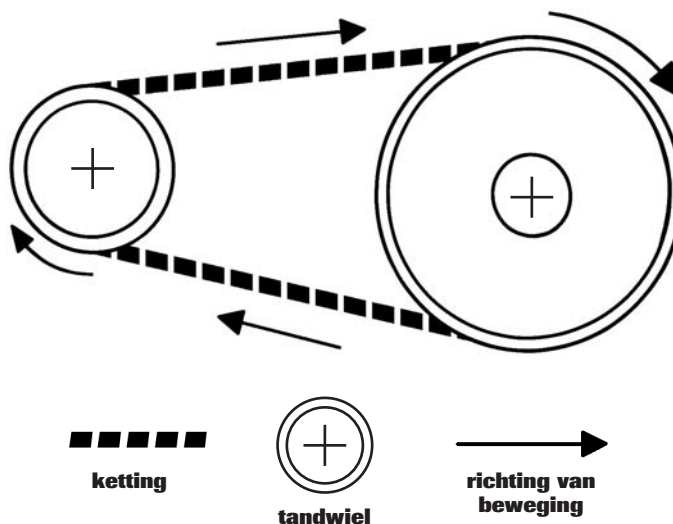
● Geef elk groepje een set K'NEX Education Tandwielen.

Laat de leerlingen de FIETS van pagina 12 en 13 uit het Instructieboekje bouwen. Om tijd te besparen doet de ene leerling de stappen 1-6 en de andere de stappen 7-11.

Onderzoek activiteit: Hoe breng je beweging en kracht over in een systeem met tandwielen en een fietsketting?

Stappen

1. (a) Geef de leerlingen na het bouwen even tijd om hun modellen te onderzoeken. Laat ze ook de onderdelen benoemen.
- (b) Neem het model als voorbeeld en teken op het bord een eenvoudig schema met de juiste namen en pijlen om de richting van de beweging aan te geven. Zie de tekening hiernaast:





- (c) Laat de leerlingen een tekening van hun fiets maken en de namen bij de onderdelen schrijven. U kunt deze wel of niet gebruiken.
De volgende termen kunnen daarbij helpen:

Tandwiel, ketting, pedaal, aandrijf-mechanisme, verbinding, aandrijf-tandwiel, aangedreven tandwiel, aandrijf-as, aangedreven-as.

- (d) Laat de leerlingen pijlen in hun tekening zetten om de richting van de beweging aan te geven als je aan de pedalen draait.
- (e) Laat de leerlingen de draairichting van de as van het achterwiel vergelijken met de draairichting van de pedalen.
- (f) Laat de leerlingen hun waarnemingen noteren.
2. Laat de leerlingen het tandwiel-ketting mechanisme verder onderzoeken met behulp van de vragen hieronder. Laat de antwoorden noteren.

Beide assen draaien dezelfde kant op.

- (a) Waar wordt de kracht uitgeoefend? Wat voor beweging is de input?

De kracht wordt uitgeoefend met de pedalen. Dit is een draaiende beweging.

- (b) Waar zit de output beweging? Wat voor beweging is dit?

De output beweging gebeurt bij het achterwiel. Dit is ook een draaiende beweging.

- (c) Wat is de functie van de ketting in dit systeem?

De ketting brengt beweging/energie over van het tandwiel bij de trappers naar het tandwiel bij het achterwiel.

- (d) Beschrijf het systeem van overbrenging van energie/beweging van de fiets. Begin bij de pedalen en eindig bij het achterwiel.

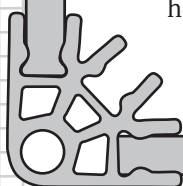
Het draaien van de pedalen brengt energie en beweging over van de aandrijf-as naar het tandwiel aan de voorkant van de fiets (aandrijf wiel). Als dit wiel draait wordt er beweging overgebracht op de ketting. De ketting brengt dit over op het tandwiel (aangedreven wiel) aan de achterkant. Het draaien hiervan laat het achterwiel draaien.

Het idee toepassen

Noot: Het verdient aanbeveling om het model van de ventilator bij de hand te hebben voor vergelijking.

- ⊙ Vraag de leerlingen een reden op te schrijven waarom bij fietsen een ketting gebruikt wordt in plaats van tandwielen. Laat ze eventueel in de aantekeningen over de ventilator kijken om hun herinnering op te frissen.

Meerdere antwoorden zijn mogelijk. Bij tandwielen die in elkaar grijpen draait het tweede tandwiel de andere kant op. Om vooruit te komen zou je dan achteruit moeten trappen.



- Bespreek de ideeën van de individuele leerlingen met de klas. Maak aantekeningen op het bord.
- Bekijk de lijst. Vraag de leerlingen naar andere machines die beweging over een afstand verplaatsen. Vertel ze dat kettingen niet de enige manier zijn om beweging over een afstand over te brengen. Vraag ze een lijst te maken van machines die ook beweging overbrengen met tandwielen. Hier zullen ze hulp bij nodig hebben. Handig zou zijn om foto's van o.a. de machines hieronder bij de hand te hebben. Daarna laat u de leerlingen het tandwiel-ketting systeem onderzoeken. Enkele voorbeelden:
 - Een lopende band bij een kassa in de supermarkt.
 - Een achtbaan in een pretpark – hier worden de wagens met een ketting omhoog gehesen.
 - Een lift in een warenhuis.

Het idee uitbreiden

[Groep 8]

1. Herinner de leerlingen eraan dat de term **tandwielverhouding** betekent: het aantal omwentelingen van het aangedreven wiel in verhouding tot die van het aandrijfwiel bij elke keer dat de fietser het wiel rondraait.

De leerlingen moeten concluderen dat de tandwielverhouding 1:1 is omdat de wielen even groot zijn.

[Groep 8]

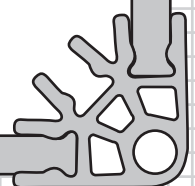
2. Laat de leerlingen uitleggen waarom race-fietsen en Mountain-bikes verschillende tandwielen gebruiken in de versnelling.

Mogelijke antwoorden Verschillende combinaties van tandwielen geven verschillende tandwielverhoudingen. De meeste leerlingen zullen antwoorden dat je om tegen een heuvel op te fietsen een andere versnelling nodig hebt dan op een vlakke weg.

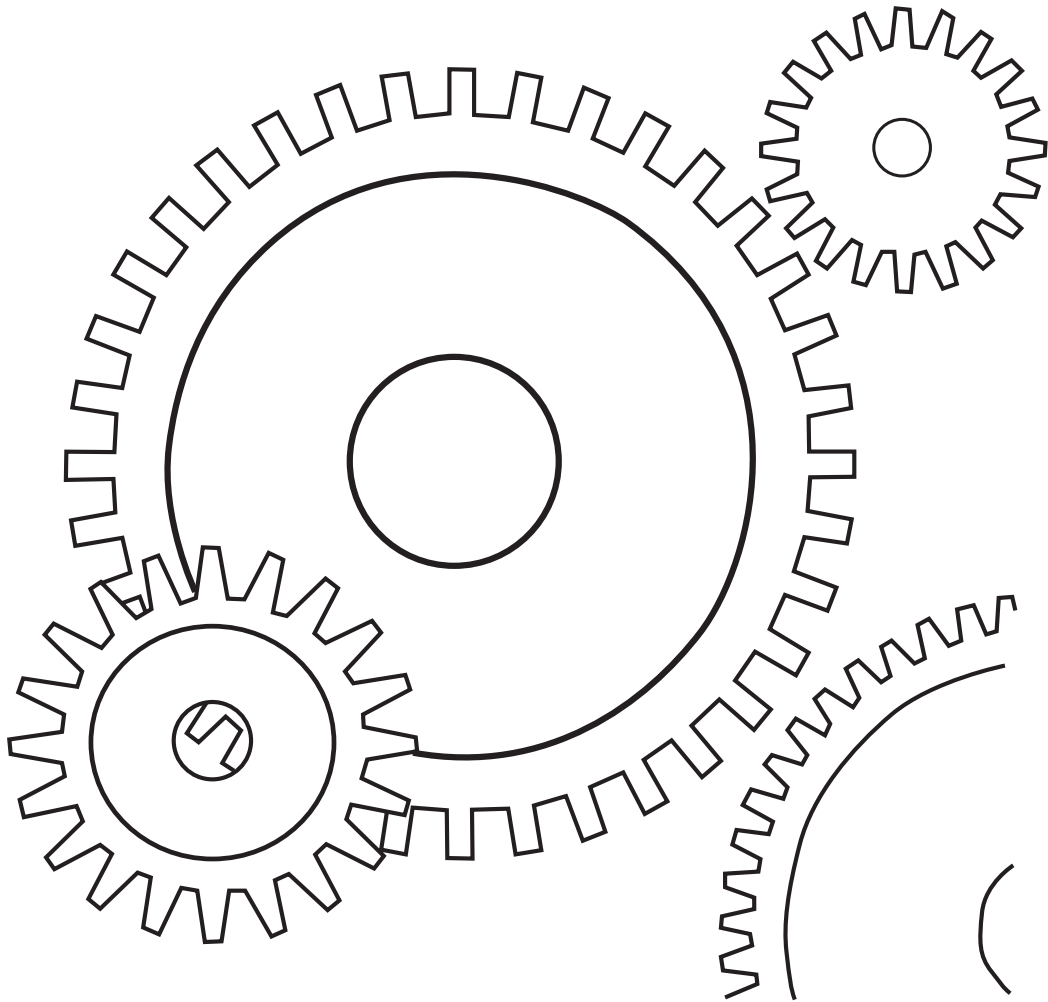
CHECKLIST VERSLAG:

Hierin moet zijn opgenomen:

- ✓ Beschrijving van het tandwielmechanisme.
- ✓ Tekening van de fiets met namen en pijlen.
- ✓ Verslag van de observaties naar aanleiding van de beantwoording van de vragen bij stap 2.
- ✓ Beschrijving van de relatie tussen de diverse bewegende onderdelen.
- ✓ Beschrijving van de overdracht van energie/beweging bij de fiets.



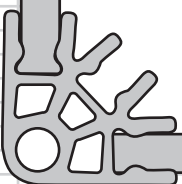
TANDWIELEN: Verandering van richting, snelheid en kracht ...



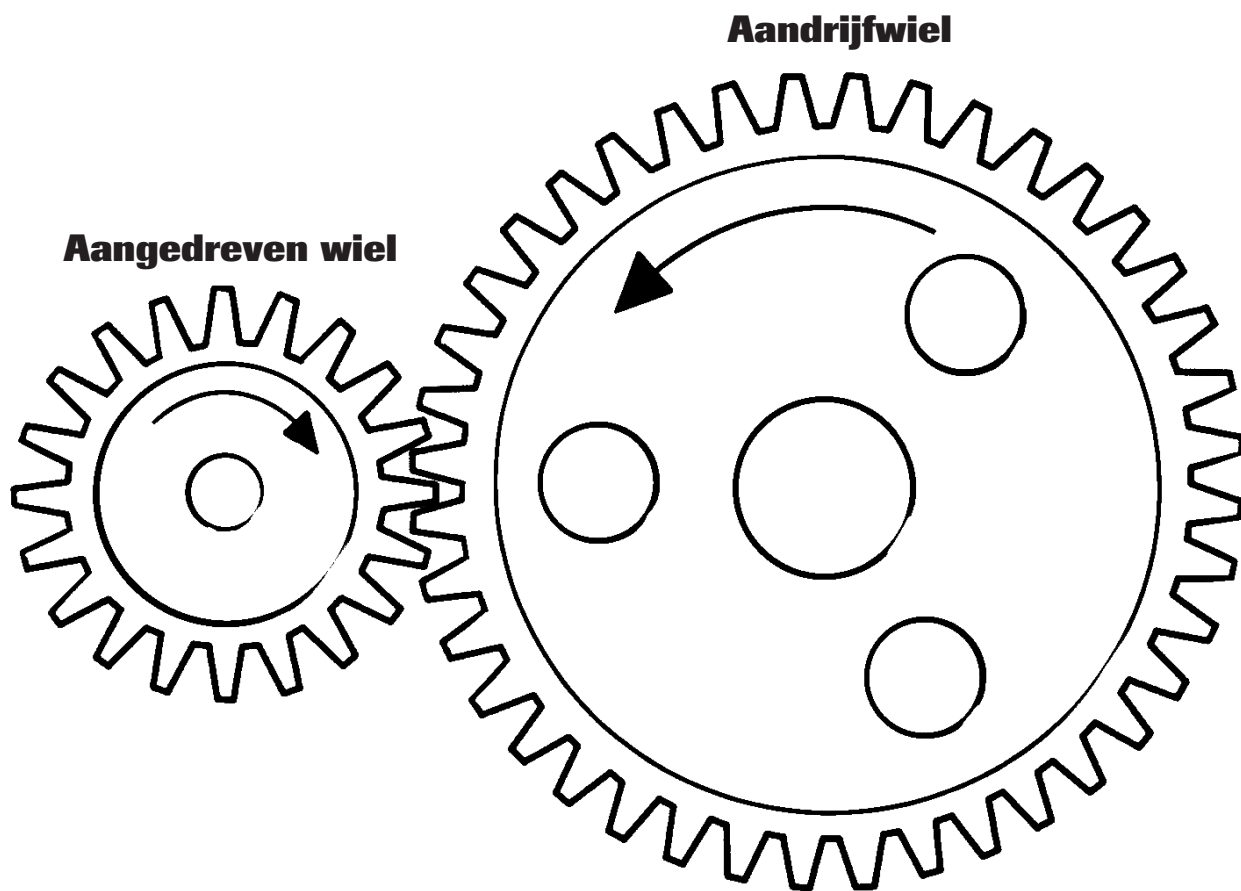
Een tandwiel is een wiel met tanden aan de buitenkant.

Tandwielen kunnen:

- De richting veranderen van iets dat beweegt.
- De snelheid veranderen van iets dat beweegt.
- De kracht veranderen die nodig is om iets te bewegen.



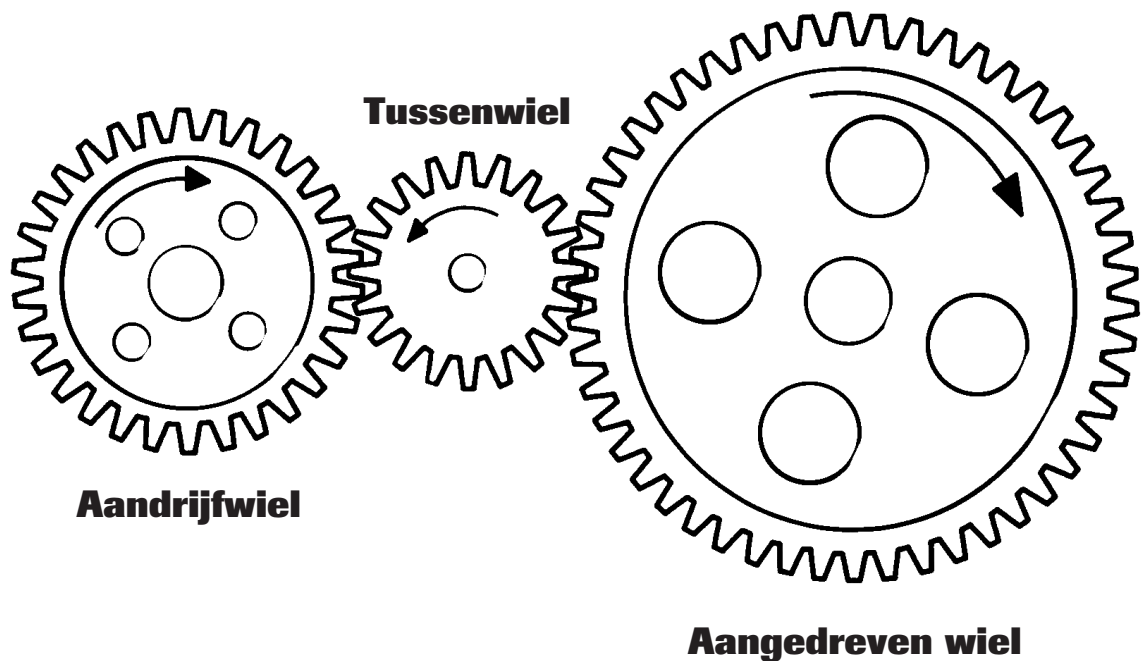
TANDWIELEN: In beweging...



AANDRIJFWIEL: Het wiel waarop de kracht wordt uitgeoefend.

AANGEDREVEN WIEL: Het wiel dat verbonden(geschakeld) is met het aandrijf wiel.

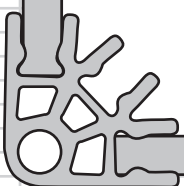
TANDWIELTREIN: Verandert de richting van de draaiing ...



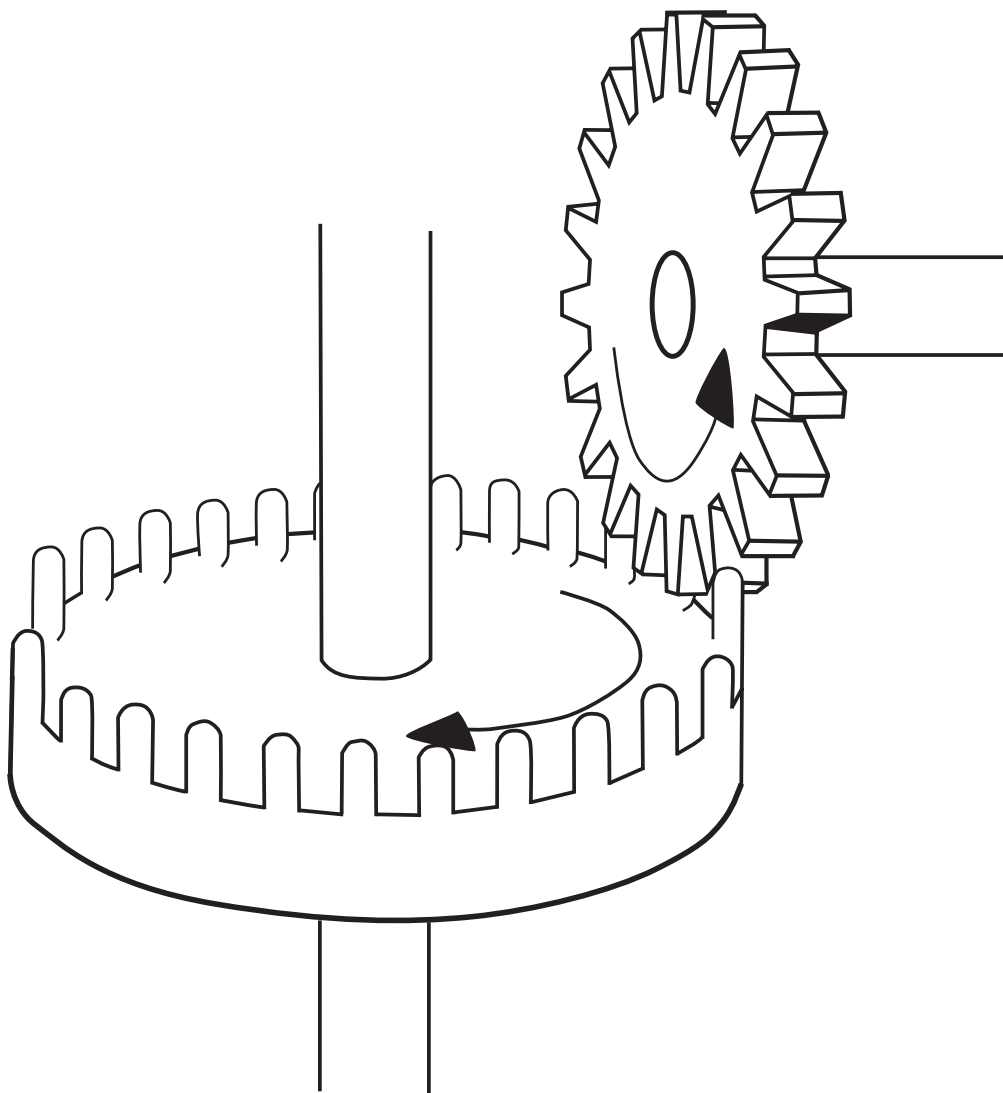
Twee of meer tandwielen die in elkaar grijpen vormen een tandwieltrain.

Tandwielen die in elkaar grijpen draaien in tegenovergestelde richtingen.

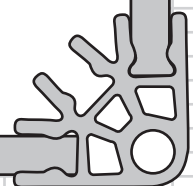
Een tussenwiel laat de tandwielen aan weerszijden dezelfde kant op draaien.



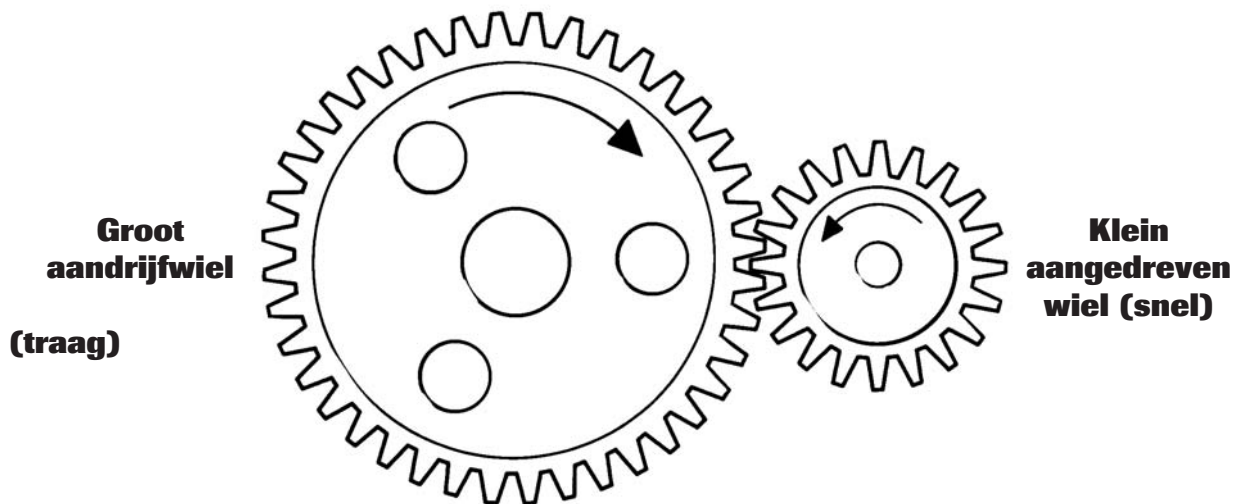
KROONWIELEN: Verandering van vlak...



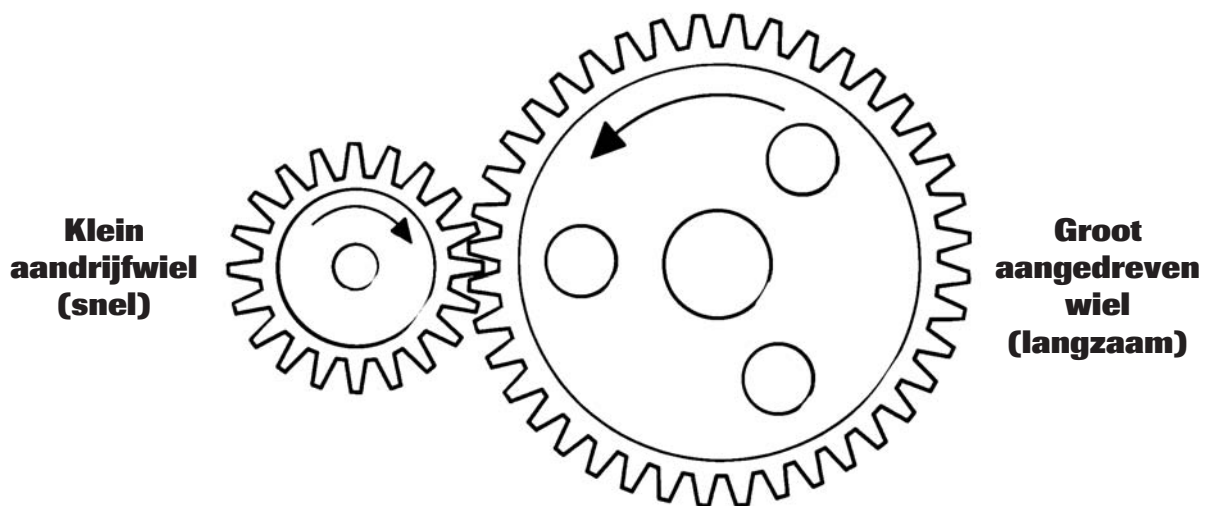
Een kroonwiel grijpt met een rechte hoek in een ander tandwiel en verandert de richting van de beweging. Het ene tandwiel draait verticaal (van boven naar beneden) en het andere horizontaal (van links naar rechts of andersom).



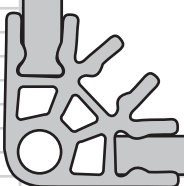
TANDWIELEN: Verandering van snelheid en kracht...



VERSNELLEN: Een groot aandrijf wiel laat een klein aangedreven wiel sneller draaien. Dit verhoogt de snelheid maar vermindert de kracht.

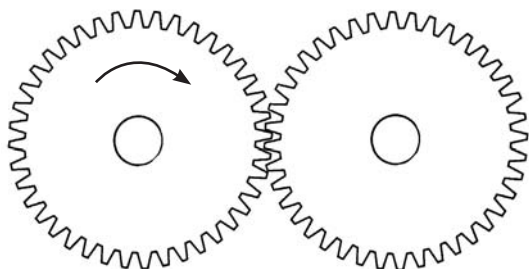
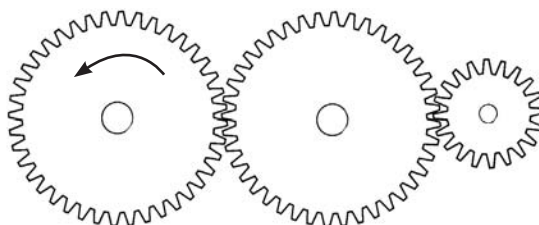
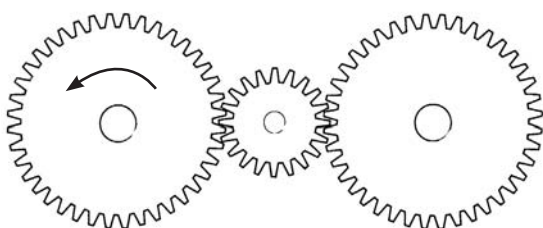
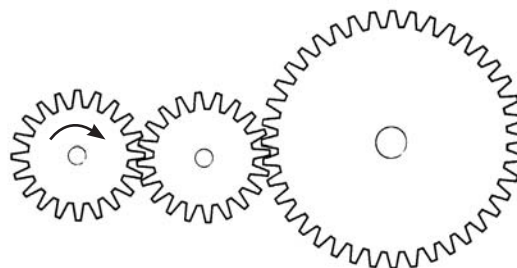
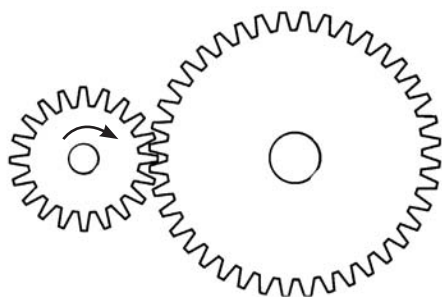
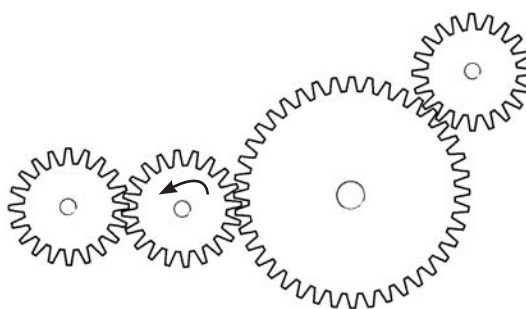


VERTRAGEN: Een klein aandrijf wiel laat een groot aangedreven wiel langzamer draaien. De vermindert de snelheid maar vergroot de kracht van de draaiing.



TANDWIELEN: Probeer dit ...

Welke kant draaien deze wielen op?

**(a)****(b)****(c)****(d)****(e)****(f)**