

2009694



education



Water Wind
Zonne
Onderzoeken
Technologie Vermogen
Duurzame
Energie



Handleiding voor de leerkracht



Inhoud

1. Introductie	3
2. Leerplan	8
3. Bronnen voor de leerkracht	
3.1 Duurzame energie	12
3.2 Potentiële en kinetische energie	17
3.3 Elementengids	23
4. Activiteiten	
4.1 Handbediende generator	31
4.2 Zonnestation	38
4.3 Windturbine	45
4.4 Waterkrachtturbine	53
4.5 Zonnewagen	60
4.6 Boottakel	67
5. Probleemoplossende activiteiten	
5.1 Grasmaaier	75
5.2 Bewegend signaalbord	78
5.3 Ventilator met motor	81
5.4 Baanverlichting	84
6. Woordenlijst	87
7. LEGO® Elementenoverzicht	90

Introductie

LEGO® Education presenteert met trots het 2009694 activiteitenpakket met aanvulset voor duurzame energie.

Voor wie is dit materiaal bedoeld?

Het materiaal is bedoeld als hulpmiddel bij de introductie van duurzame energie in het basisonderwijs. Leerlingen kunnen door in teams samen te werken tijdens het bouwen en onderzoeken meer te weten te komen over de modellen en activiteiten.

Wat is de bedoeling van het materiaal?

Het activiteitenpakket met aanvulset voor duurzame energie biedt de leerlingen de mogelijkheid om als jonge onderzoekers te werken en kennis te maken met wetenschap, constructieleer, technologie, design en wiskunde. De leerlingen in de klas worden met behulp van dit duurzame energie activiteitenpakket met aanvulset aangemoedigd kritisch te denken en te redeneren, door onderwerpen actief en wetenschappelijk te onderzoeken. Ze worden gestimuleerd in het doen van aannames en voorspellingen en in het bundelen van hun kennis van en ervaring met verschillende onderwerpen. Door hun vaardigheden, creativiteit en intuïtie actief toe te passen, zullen ze steeds meer van de onderwerpen gaan begrijpen.

Met het pakket kunnen uw leerlingen worden aangemoedigd zich bezig te houden met onderzoekende activiteiten die op het dagelijks leven gebaseerd zijn en zelf met de oplossing voor specifieke problemen komen. Ze worden gevraagd om te ontwerpen en te veranderen, modellen te bouwen en daar dan over na te denken. Ze worden ook gevraagd om waar te nemen en te verklaren hoe het wijzigen van variabelen invloed uitoefent op deze modellen en om de gevonden resultaten te presenteren. Op deze manier beleven de leerlingen hoe ingenieurs en ontwerpers wetenschappelijke kennis en begrippen toepassen.

Wat zit er in de set en in het activiteitenpakket?

De elementen in set 9688

De set bevat bouwaanwijzingen in vijf kleuren voor de activiteiten met de zes hoofdmodellen, plus de volgende elementen: Een LEGO Energy Meter (die bestaat uit twee afzonderlijke elementen: een Energy Display en een Energy Storage), een LEGO zonnepaneel, een E-motor, wieken, LED lampjes en een verlengsnoer van 50 cm. Deze set is een aanvulset, die samen met de 9686 set te gebruiken is. Alle elementen van set 9688 passen in de onderste helft van de 9686 opberghoofdstuk.

De 2009694 activiteitenenset

Het activiteitenpakket bestaat uit zes modelactiviteiten en vier probleemoplossende activiteiten die betrekking hebben op potentiële en kinetische energie. Het pakket bevat ook een 'leerplan' hoofdstuk waarin nader wordt ingegaan op de belangrijkste leerconcepten die worden behandeld, met een korte introductie over duurzame energie, een elementengids, een woordenlijst met definities van de belangrijkste termen en begrippen en een gedeelte over duurzame- en potentiële en kinetische energie voor de leerkracht.



Hoe wordt het gebruikt?

Bouwinstructies

Er zijn twee bouwinstructies, boekje A en B, voor elk van de hoofdmodellen. De bouwinstructies zijn samengesteld uit twee afzonderlijke bouwprocessen, die elk uit een half model bestaan. Door de twee 'halve' modellen te combineren, kunnen de leerlingen samen één groot, gecompliceerd en effectief model maken.

Bronnen voor de leerkracht

Dit deel omvat de volgende drie hoofdstukken

- Duurzame energie
- Potentiële en kinetische energie
- Elementengids

Elk hoofdstuk bevat materiaal dat te gebruiken is om het onderwerp duurzame energie aan zowel leerlingen als leerkrachten te presenteren.

Duurzame energie

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe de zon, als onze belangrijkste energiebron, het weer en het water beïnvloedt. Het onderwerp kan met behulp van de bijbehorende afbeeldingen in de klas worden gepresenteerd.

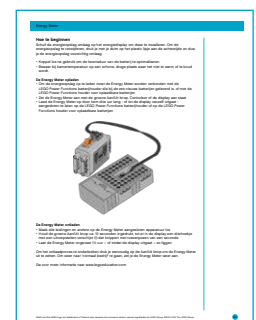
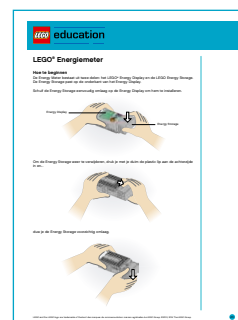
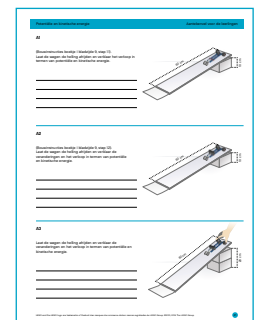
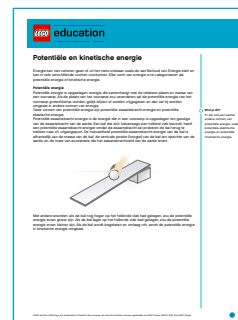
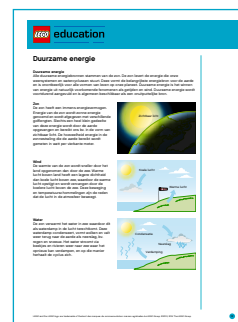
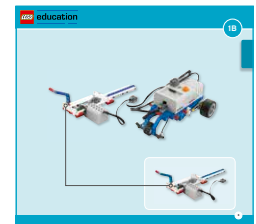
De afbeeldingen vormen een introductie tot een aantal technologieën op basis waarvan duurzame energie wordt opgewekt en gebruikt. Dit hoofdstuk combineert en verduidelijkt het concept duurzame energie en bevat een gedeelte dat voor discussies in de klas kan worden gebruikt.

Potentiële en kinetische energie

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe potentiële en kinetische energie aan de leerlingen kan worden gepresenteerd via praktisch onderzoek. De leerlingen worden aangespoord zich eerst in de definitie en uitleg van potentiële en kinetische energie te verdiepen. Door de activiteiten in volgorde door te werken en zowel de werkbladen voor leerlingen als de bouwinstructies te gebruiken, worden de leerlingen gestimuleerd de opgedane kennis toe te passen bij het onderzoeken en registreren van de resultaten. In de aantekeningen voor de leerkracht vindt u suggesties voor de juiste antwoorden op de vragen die in de werkbladen aan de leerlingen gesteld worden.

Elementengids

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe de klas aan de slag kan gaan met de 9688 Duurzame energie aanvulset. De elementen, hun kenmerken, werking, technische specificaties en gebruiksmogelijkheden worden beschreven. Voordat u de hoofdactiviteiten presenteert, raden wij aan dat u de energiemeter aan uw leerlingen demonstreert.



Aantekeningen voor de leerkracht

In dit hoofdstuk wordt het specifieke leergebied voor de betreffende activiteit beschreven, en het bevat suggesties, vragen, antwoorden en een woordenlijst, evenals extra ideeën om te onderzoeken. In sommige gevallen zullen extra materialen nodig zijn om de activiteiten en onderzoeken te kunnen uitvoeren. Deze worden op een aparte lijst vermeld.

De lessen volgen de LEGO® Education 4C benadering: Combineren, Construeren, Contempleren en Continueren. Door deze benadering worden de leerlingen in de gelegenheid gesteld de activiteiten op een natuurlijke wijze door te lopen.

Combineren

Door nieuwe ervaringen te combineren met eerder opgedane ervaringen wordt de kennis ontwikkeld. De eerste leerervaring is het zaad dat de groei van nieuwe kennis stimuleert.

Foto's uit het werkelijke leven voorzien van een korte tekst, zullen de leerlingen helpen bij het identificeren en leren kennen van de gekozen activiteit en het hoofdmodel.

We raden aan de tekst en foto als uitgangspunt te gebruiken voor een discussie in de klas, of vanuit uw eigen ervaring een activiteit te introduceren. Verwijs eventueel ook naar actuele gebeurtenissen uit binnen- en buitenland om het proces op gang te helpen.

Construeren

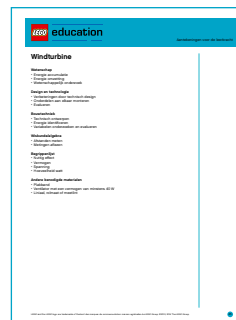
Om de modellen te construeren moet zowel met de handen als met het hoofd worden gewerkt.

Met behulp van de bouw instructies maken de leerlingen modellen, waarin concepten aan de orde komen die verwant zijn aan de primaire leerstof. Er worden suggesties gegeven voor testprocedures om na te gaan of het model volgens plan functioneert.

Contempleren

Contempleren biedt de mogelijkheid om eerder vergaarde kennis en nieuw opgedane ervaring beter te begrijpen. Het wetenschappelijke uitgangspunt van de activiteiten stimuleert de leerlingen om hun onderzoeken te bespreken en te overwegen, en de ideeën toe te passen in de betreffende opdracht.

Deze fase biedt u als leerkracht de mogelijkheid om de leerdoelen en de vorderingen van de individuele leerling te evalueren.



Continueren

Leerprocessen verlopen altijd plezieriger en creatiever als de leerstof een uitdaging vormt. Het plezier van iets bereiken, in combinatie met telkens nieuwe uitdagingen, vormt een natuurlijke inspiratie tot meer geavanceerde opgaven. In het materiaal worden daarom ook aanvullende ideeën aangedragen, aan de hand waarvan u de leerlingen kunt aanmoedigen functies aan het model te wijzigen of toe te voegen, en hiermee verder te werken – waarbij de primaire leerdoelen voortdurend de aandacht blijven krijgen. In deze fase kunt u de leerlingen op verschillende niveaus en snelheden laten werken, afhankelijk van niveau en aanleg.

De activiteiten stimuleren de leerlingen om hun kennis creatief toe te passen en te denken over het modelontwerp en het effect dat het wijzigen van bepaalde variabelen teweegbrengt.

Aantekenvul voor de leerlingen

Elk aantekenformulier wordt gekenmerkt door een doelgerichte aanpak die de 4 C's volgt en die gebruik maakt van makkelijke leesbare, beeldende instructies. De leerlingen kunnen de modellen gebruiken en onderzoeken zonder veel hulp van de leerkracht. Ze kunnen zelfstandig voorspellen, onderzoeken, meten en data registreren, de modellen wijzigen, uitkomsten vergelijken en conclusies trekken.

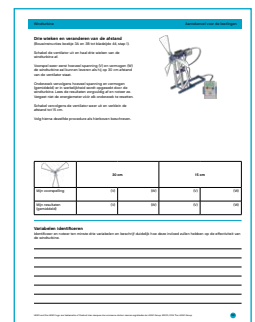
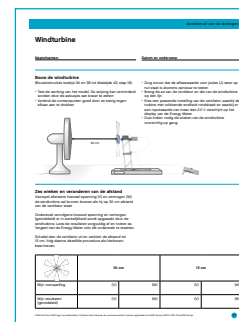
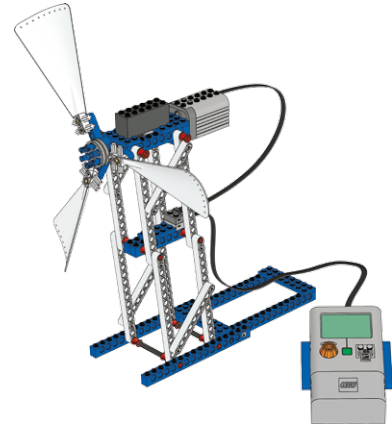
Wij raden aan de leerlingen in teams te laten werken. Elke activiteit daagt de leerlingen uit om een resultaat te voorspellen, onderzoek te doen en tenslotte de bevindingen af te lezen en te noteren. Laat de leerlingen hun voorspellingen minstens drie keer testen, om er zeker van te zijn dat de resultaten betrouwbaar zijn. Als de belangrijkste bevindingen zijn genoteerd, kunnen de resultaten worden besproken en overwogen en de ideeën worden aangepast. Tenslotte worden de leerlingen aangemoedigd om variabelen te identificeren en duidelijk te verklaren hoe deze inwerken op de effectiviteit van het model.

De werkbladen vormen een handig hulpmiddel bij het beoordelen van het niveau en de prestaties van elke leerling. Ze vormen tevens een waardevol onderdeel van de logboeken van de leerlingen.

Probleemoplossende activiteiten

De vier probleemoplossende activiteiten richten zich op het toepassen van de kennis van verschillende duurzame energiebronnen, bouwontwerpen, communicatie en teamwork. Ze worden alle gekenmerkt door voorbeelden uit het werkelijke leven en beschrijven een probleem dat moet worden opgelost. De leerlingen wordt daarna verzocht het probleem op te lossen met hun eigen ontwerp.

Het is de bedoeling dat de bladzijden met de probleembeschrijving en de duidelijk omschreven ontwerpopdracht door de leerlingen gekopieerd en gebruikt worden. Een beschrijving van de leerdoelen, het vereiste materiaal en hoe de opdracht moet verlopen en worden beoordeeld, is alleen bedoeld als informatie voor de leerkracht!



De modeloplossingen die voor het op te lossen probleem worden voorgesteld, zijn alleen bedoeld als richtlijn. Stimuleer te allen tijde uw leerlingen om hun eigen oplossingen te ontwerpen. De probleemoplossende activiteiten kunnen worden aangepast aan uw geldende leerplan.

Hoe moet de klas omgaan met de boekjes met bouw instructies?

We raden aan de bouw instructies op te bergen in ringmappen, zodat ze bij de hand zijn aan het begin van de les.

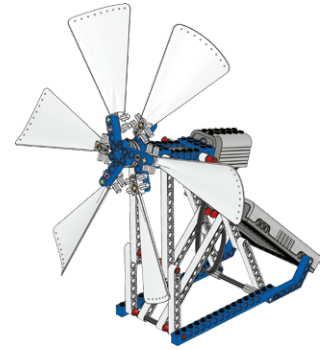
Hoeveel tijd is er nodig?

Dubbele lesuren zijn ideaal om dieper op de mogelijkheden in te gaan en de aanvullende ideeën die in de activiteiten ingebouwd zijn uit te proberen. Als de leerlingen hun eigen creatieve variaties moeten kunnen maken, is er extra tijd nodig voor activiteiten met de water- en windturbines. Maar als de leerlingen al ervaren LEGO® bouwers zijn, kan elk van de overige hoofdmodellen in de loop van één lesuur worden gebouwd, uitgetest, onderzocht en weer opgeborgen.

Leerlingen kunnen de probleemoplossende activiteiten in twee dubbele lessen behandelen. Het verdient echter aanbeveling twee opeenvolgende dubbele lesuren op elkaar aan te laten sluiten, zodat de leerlingen zich - net als echte ingenieurs of ontwerpers - volledig in het probleem kunnen verdiepen.

Veel plezier!

LEGO® Education





Leerplan

Het feit dat uw leerlingen samen actief bouwen, ontdekken, onderzoeken, vragen stellen en onderling communiceren, levert een aantal grote voordelen op. Hier volgt een overzicht:

Wetenschap

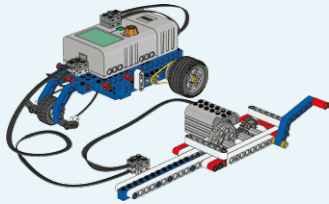
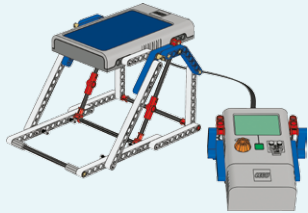
Onderzoeken hoe energie verzameld, opgeslagen en overgebracht wordt, het meten van kracht en snelheid, het effect van wrijving, eenvoudige machines onderzoeken, objectief wetenschappelijk testen, doelgericht vragen stellen, voorspellen en meten, data verzamelen, conclusies trekken en nog veel meer.

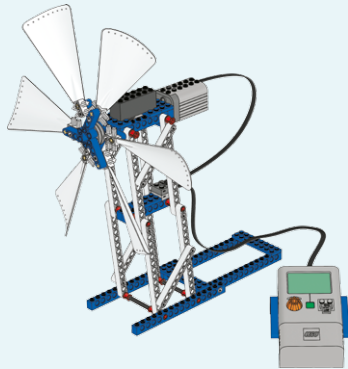
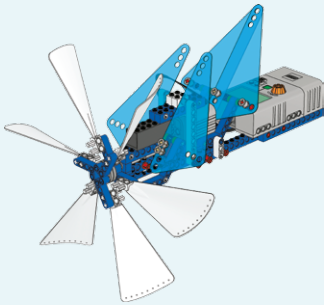
Design en technologie

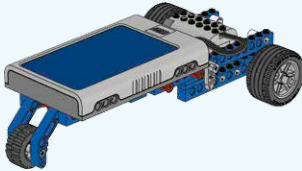
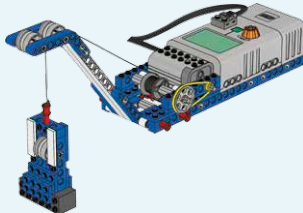
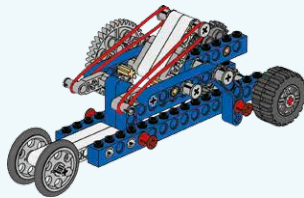
Ontwerpen, maken (bouwen), testen en evalueren van oplossingen met modellen die aan realistische eisen voldoen, de juiste materialen en processen kiezen, systemen en deelsystemen bestuderen die energie transformeren en overbrengen, tweedimensionale instructies gebruiken om technisch begrip te ontwikkelen, technische componenten identificeren om driedimensionale werkmodellen te bouwen en in teams samenwerken.

Wiskunde/algebra

Wiskunde/algebra gebruiken in dienst van wetenschap en technologie; afstand, tijd en massa meten, vaart (snelheid), gewicht en nuttig effect berekenen, grafische middelen gebruiken om voorspellingen en metingen te presenteren, gegevens in tabelvorm weergeven en interpreteren, en informeel verhoudingen berekenen.

	Handbediende generator	Zonnestation
		
Kerdoelen Wetenschap en Techniek	• Uitkomsten van waarnemingen overwegen, en experimenteren met behulp van 'afgelegde afstand' als een meting van de prestatie • Overbrenging, transformatie, opslag en verlies van energie in verband met het omzetten van kinetische energie in elektrische energie	• Uitkomsten van waarnemingen overwegen, en experimenteren met behulp van 'gemiddelde spanning en stroomsterkte' als een meting van de prestatie • Overbrenging, transformatie, opslag en verlies van energie in verband met het omzetten van zonne-energie in elektrische energie
Kerdoelen Wetenschap en Techniek	• Construeren met componenten • De invloed van overbrengingssystemen op de werking van een generator onderzoeken en voorspellen	• Construeren met componenten • De invloed van verlichtingshoeken op de werking van het zonnepaneel onderzoeken en voorspellen
Kerdoelen Rekenen/Wiskunde	• Onderzoeks- en voorspellingsgegevens grafisch presenteren • Toepassingen van verhouding en proportie	• Onderzoeks- en voorspellingsgegevens in tabelvorm presenteren • Lagers gebruiken

	Windturbine 	Waterkrachtturbine 
Kerdoelen Wetenschap en Techniek	• Uitkomsten van waarnemingen overwegen, en experimenteren met behulp van 'gemiddelde spanning en vermogen' als een meting van de prestatie • Overbrenging, transformatie, opslag en verlies van energie in verband met het omzetten van windenergie in elektrische energie	• Uitkomsten van waarnemingen overwegen, en experimenteren met behulp van 'geaccumuleerde joules' als een meting van de prestatie • Overbrenging, transformatie, opslag en verlies van energie in verband met het omzetten van waterenergie in elektrische energie
Kerdoelen Wetenschap en Techniek	• Construeren met componenten • De invloed van het aantal wieken en de afstand tot de windbron op de prestatie van de windturbine onderzoeken en voorspellen	• Construeren met componenten • De invloed van het aantal schoepen op de werking van de waterkrachtturbine onderzoeken en voorspellen
Kerdoelen Rekenen/Wiskunde	• Onderzoeks- en voorspellingsgegevens in tabelvorm presenteren	• Onderzoeks- en voorspellingsgegevens grafisch presenteren

	Zonnewagen	Boottakel	Potentiële en kinetische energiemodellen
			
Kerdoelen Wetenschap en Techniek	• Uitkomsten van waarnemingen overwegen, en experimenteren met behulp van 'snelheid van beweging' als een meting van de prestatie • Overbrenging, transformatie, opslag en verlies van energie in verband met het omzetten van zonne-energie in elektrische energie	• Uitkomsten van waarnemingen overwegen, en experimenteren met behulp van 'verbruikte joules' als een meting van de prestatie • Overbrenging, transformatie, opslag en verlies van energie in verband met het omzetten van elektrische energie in potentiële energie	• Uitkomsten van waarnemingen overwegen, en experimenteren met het ontwikkelen van verklaringen die betrekking hebben op het omzetten van potentiële energie in kinetische energie
Kerdoelen Wetenschap en Techniek	• Construeren met componenten • De invloed van overbrengingssystemen op de werking van een zonnwagen onderzoeken en voorspellen	• Construeren met componenten • De invloed van katrolsystemen op de werking van een boottakel onderzoeken en voorspellen	• Construeren met componenten
Kerdoelen Rekenen/Wiskunde	• Onderzoeks- en voorspellingsgegevens in tabelvorm presenteren • Snelheid berekenen	• Onderzoeks- en voorspellingsgegevens in tabelvorm presenteren • Uitgevoerde arbeid en effectiviteit berekenen	



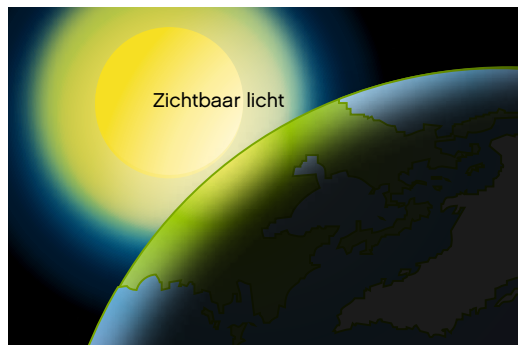
Duurzame energie

Duurzame energie

Alle duurzame energiebronnen stammen van de zon. De zon levert de energie die onze weersystemen en watercyclussen stuurt. Deze vormt de belangrijkste energiebron voor de aarde en is onontbeerlijk voor alle vormen van leven op onze planeet. Duurzame energie is het winnen van energie uit natuurlijk voorkomende fenomenen als getijden en wind. Duurzame energie wordt voortdurend aangevuld en is algemeen beschikbaar als een onuitputtelijke bron.

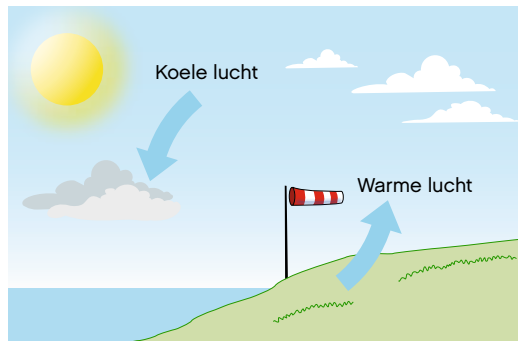
Zon

De zon heeft een immens energievermogen. Energie van de zon wordt zonne-energie genoemd en wordt afgegeven met verschillende golflengten. Slechts een heel klein gedeelte van deze energie wordt door de aarde opgevangen en bereikt ons bv. in de vorm van zichtbaar licht. De hoeveelheid energie in de zonnestraling die de aarde bereikt wordt gemeten in watt per vierkante meter.



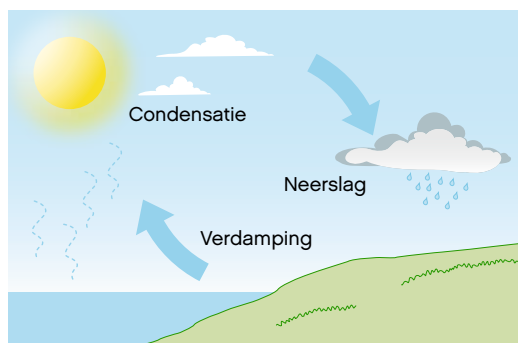
Wind

De warmte van de zon wordt sneller door het land opgenomen dan door de zee. Warme lucht boven land heeft een lagere dichtheid dan koele lucht boven zee, waardoor de warme lucht opstijgt en wordt vervangen door de koelere lucht boven de zee. Deze beweging en temperatuurschommelingen zijn de reden dat de lucht in de atmosfeer beweegt.



Water

De zon verwarmt het water in zee waardoor dit als waterdamp in de lucht terechtkomt. Deze waterdamp condenseert, vormt wolken en valt weer terug naar de aarde als neerslag, bv. regen en sneeuw. Het water stroomt via beekjes en rivieren weer naar zee waar het opnieuw kan verdampen, en op die manier herhaalt de cyclus zich.

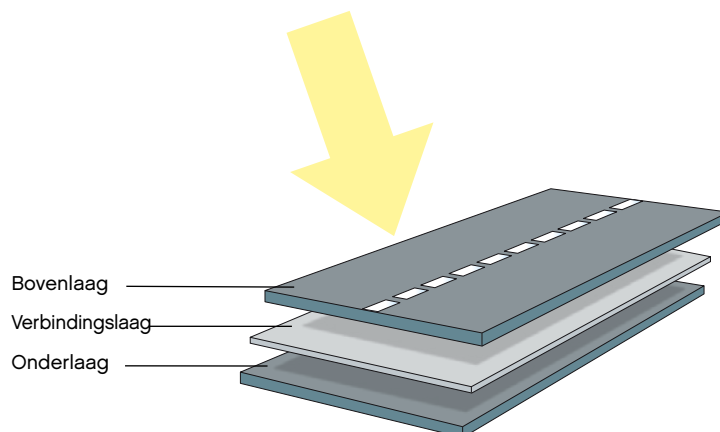


Zonne-energie



Zonne-energie kan worden opgevangen door bv. zonnecellen. Meerdere zonnecellen aan elkaar gemonteerd worden zonnepanelen genoemd. Zonnepanelen zijn ontworpen om zonne-energie op te vangen en om te zetten in makkelijker exploitierbare vormen van energie zoals warmte of elektriciteit. Met zonne-energie verbonden technologieën zijn:

- **Passieve zonne-energie**, waarbij de energie in het zonlicht wordt gebruikt voor verlichting en verwarming. In gebouwen met passieve zonne-energie wordt de bijdrage van de zonne-energie volledig geoptimaliseerd.
- **Actieve verwarmingssystemen met zonne-energie**, waarbij de warmte van de zon wordt opgevangen in speciale zonnecollectoren die vloeistof bevatten. Deze vloeistof wordt via leidingen naar watertanks gepompt en de energie (in de vorm van warmte) wordt naar het water overgebracht.
- **Fotovoltaïsch**, waarbij de energie in zichtbaar zonlicht met behulp van zonnecellen direct wordt omgezet in elektrische stroom. Door gebruik te maken van het foto-elektrische effect worden 'losse' elektronen in de bovenste laag van de zonnecel verplaatst waardoor een elektrische stroom ontstaat die te gebruiken is voor het aandrijven van elektrische apparaten.

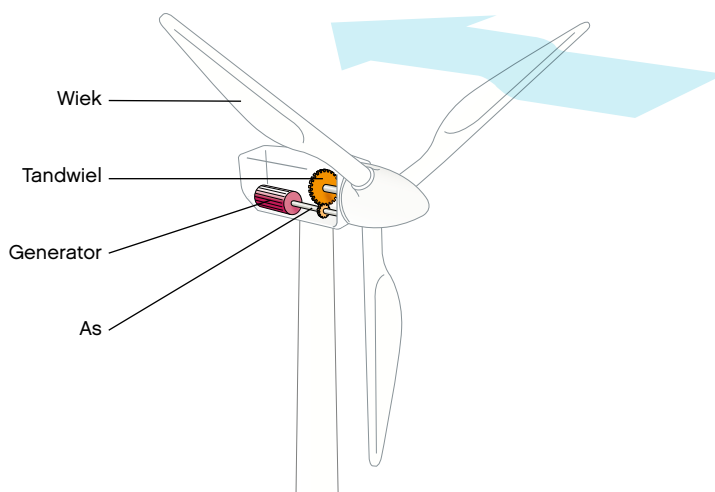


Windenergie



Windenergie kan worden opgevangen door bv. windturbines. Windturbines zijn ontworpen om de energie van de wind op te vangen en om te zetten in een bruikbaarder vorm, zoals elektriciteit. Hieronder worden een aantal met windenergie verbonden technologieën beschreven:

- **Windturbines met een verticale as** hebben een rechtopstaande roterende as met wieken. Ze werken effectief ongeacht de windrichting.
- **Windturbines met een horizontale as** hebben een liggende roterende as met wieken. Zij moeten op de windrichting worden ingesteld en zijn zowel te land als te water het meest gebruikte type windturbines.
- **Windturbines (zowel te land als te water)** kunnen dezelfde hoeveelheid kracht opwekken. De effectiviteit is met name afhankelijk van de plaatsing van de turbines. Offshore windturbines worden vaak als betrouwbaarder beschouwd vanwege de open ruimte op zee waar de wind veel energie kan verzamelen. Onshore en offshore windturbines zijn opgebouwd uit dezelfde basiscomponenten: hoge torens, grote wieken, assen, tandwielen en een generator.

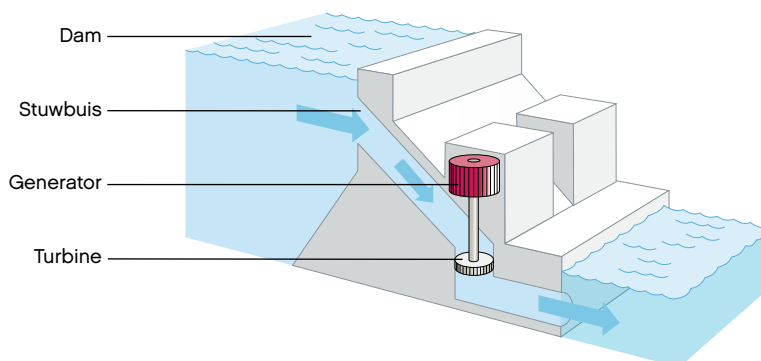


Waterenergie



Waterenergie kan worden opgevangen door bv. waterkrachtturbines. Waterkrachtturbines zijn ontworpen om de energie van bewegend water op te vangen en om te zetten in een bruikbaarere vorm, zoals elektriciteit. Met waterenergie verbonden technologieën zijn:

- **Golfenergie**, waarbij de energie van de golfbeweging van zeewater wordt opgevangen en gebruikt om elektriciteit op te wekken. De golven kunnen in een kanaal of bassin worden geleid om hoger te worden en dus meer energie te leveren. Deze energie wordt dan gebruikt om de turbines rond te laten draaien die op hun beurt een generator aandrijven die elektriciteit produceert.
- **Getijde-energie**, waarbij de energie van de getijdstroom wordt opgevangen en gebruikt om elektriciteit op te wekken. Een getijdendam wordt dwars over een riviermonding of baai gebouwd. De dam heeft sluisen waardoor het water kan passeren. Wanneer de vloed voorbij is, worden de sluisen gesloten waardoor een grote 'waterophoping' ontstaat. Als het weer eb is, wordt het terugtrekkende water via turbines in de sluisen afgevoerd waardoor elektriciteit wordt opgewekt.
- **Waterkrachtcentrales**, waarin de energie van bewegend water wordt omgezet in elektriciteit. De meeste grootschalige waterkrachtcentrales regelen het water in reservoirs of stuwmereen en voeren het door inlaten, ook wel stuwbuizen genoemd, waardoor het water sneller gaat stromen en turbines aandrijft die elektriciteit opwekken.



Om verder in de klas te bespreken

De volgende discussiepunten zijn optioneel, maar kunnen ertoe bijdragen dat het concept duurzame energie beter blijft hangen en duidelijker wordt. Ze bieden de leerlingen de mogelijkheid om hun indrukken over energie te delen en begrip te krijgen van verschillende ontwikkelingen op het gebied van duurzame energie. Afhankelijk van de ervaringen en de waarnemingen van de leerlingen, zullen de antwoorden van elkaar afwijken. Het is belangrijk dat verschillende standpunten en verklaringen onder de loep worden genomen en gebruikt om een globaal begrip te krijgen dat tendeert naar wetenschappelijk begrip.

- **Wat is energie?**

Energie is de capaciteit of mogelijkheid om arbeid te verrichten. Energie is een belangrijk deel van ons dagelijks leven. Energie kan opgeslagen en later gebruikt worden en energie kan van één vorm in een andere omgezet worden. Energie kan niet verloren gaan of uit het niets ontstaan, zoals de wet Behoud van Energie stelt.

- **Hoe wordt de energie van de zon overgebracht naar de aarde en op welke manier zijn we hier afhankelijk van?**

De zon is onze belangrijkste energiebron. Als de zon stralingsenergie naar de aarde overbrengt, bv. in de vorm van lichtgolven, schept deze energie plantengroei, wind, zeegolven en de watercyclus.

- **Wat is de definitie van duurzame en niet duurzame energiebronnen?**

Natuurlijk voorkomende en onuitputtelijke bronnen als zon, wind en water, zijn allemaal duurzame bronnen. Fossiele bronnen als kolen, olie en gas, zijn niet-duurzame energiebronnen.

- **Hoeveel elektrische apparaten heb je gebruikt sinds je opstond?**

Elektriciteit is de belangrijkste energiebron in onze woning. Elektrische energie kan worden omgezet in lichtenergie, verwarmingsenergie en geluidsenergie. De leerlingen hebben misschien te maken gehad met een elektrisch alarm of een gsm, sommigen hebben een lamp, radio of televisie of een waterkoker aangezet en misschien de koelkast geopend.

- **Ken je energiebesparende apparaten of andere manieren om energie te sparen?**

Nieuwe elektrische apparaten zullen meestal van een energielabel zijn voorzien dat de leerlingen kunnen controleren. Een andere mogelijkheid is om de elektrische apparaten op school te controleren. Gloeilampen vervangen door spaarlampen is een manier om energie te sparen. Een andere manier van energie sparen is bv. het licht uitdoen als de zon schijnt, de computer of televisie uitzetten in plaats van op stand-by, en gewoon door minder elektrische apparaten te gebruiken.

- **Ken je voorbeelden van duurzame energie die bij jou in de buurt wordt gebruikt?**

Waarschijnlijk zal de kennis van de leerlingen verschillen en zelfs tegenstrijdig zijn. Dan ontstaat er een interessante mogelijkheid voor de klas om 'feiten te vinden' en meer te leren over de manier waarop de informatie gepresenteerd kan worden. De beschikbare informatie varieert al naar gelang gevestigde belangen. Een activiteit in deze context kan zijn dat de klas een lijst samenstelt van voordelen en nadelen van verschillende duurzame energiebronnen. Bij het samenstellen kunnen specifieke sociale, economische, politieke en/of milieubelangen in aanmerking komen.



Potentiële en kinetische energie

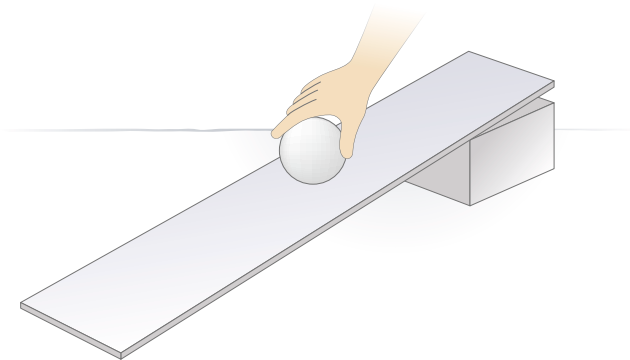
Energie kan niet verloren gaan of uit het niets ontstaan zoals de wet Behoud van Energie stelt en kan in vele verschillende vormen voorkomen. Elke vorm van energie is te categoriseren als potentiële energie of kinetische energie.

Potentiële energie

Potentiële energie is opgeslagen energie die samenhangt met de relatieve plaats en massa van een voorwerp. Als de plaats van het voorwerp zou veranderen zal de potentiële energie van het voorwerp groter/kleiner worden, gelijk blijven of worden vrijgegeven en dan zal hij worden omgezet in andere vormen van energie.

Twee vormen van potentiële energie zijn potentiële zwaartekracht-energie en potentiële elastische energie.

Potentiële zwaartekracht-energie is de energie die in een voorwerp is opgeslagen ten gevolge van de zwaartekracht van de aarde. Een bal die zich halverwege een hellend vlak bevindt, heeft een potentiële zwaartekracht-energie omdat de zwaartekracht zal proberen de bal terug te trekken naar z'n uitgangspunt. De hoeveelheid potentiële zwaartekracht-energie van de bal is afhankelijk van de massa van de bal, de verticale positie (hoogte) van de bal ten opzichte van de aarde, en de mate van acceleratie die het zwaartekrachtveld van de aarde levert.



Met andere woorden: als de bal nog hoger op het hellende vlak had gelegen, zou de potentiële energie ervan groter zijn. Als de bal lager op het hellende vlak had gelegen, zou de potentiële energie ervan kleiner zijn. Als de bal wordt losgelaten en omlaag rolt, wordt de potentiële energie in kinetische energie omgezet.



Wist je dit?

Er zijn ook een aantal andere vormen van potentiële energie, zoals potentiële elektrische energie en potentiële chemische energie.

Potentiële elastische energie is energie die is opgeslagen in een voorwerp dat wordt uitgerekt, platgedrukt of getordeerd. Soms worden vaste materialen speciaal gevormd opdat ze potentiële elastische energie goed kunnen opslaan. Dit geldt bv. voor veren en elastieken. Een uitgerekt elastiek heeft potentiële elastische energie opgeslagen omdat het elastiek probeert de oorspronkelijke vorm terug te krijgen. Hoeveel potentiële elastische energie er precies is, hangt af van de kenmerken van het elastiek en de kracht waaraan het onderhevig is. Hetzelfde geldt voor een veer.

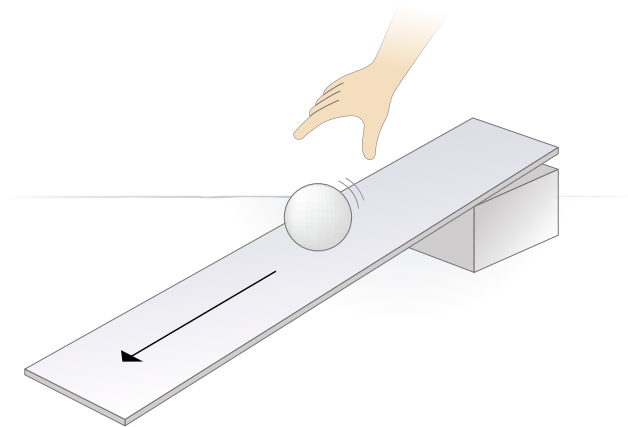


Met andere woorden: hoe meer je iets uitrekt, des te meer potentiële elastische energie zal het bevatten. Als je een elastiek loslaat, zal de potentiële energie worden vrijgegeven en omgezet in kinetische energie als het elastiek in z'n oorspronkelijke vorm samentrekt.

Kinetische energie

Kinetische energie is de energie die een lichaam bezit op basis van zijn beweging. Als een voorwerp in beweging is (verticaal, horizontaal of ronddraaiend) of van één plaats naar een andere beweegt, zal het kinetische energie bezitten.

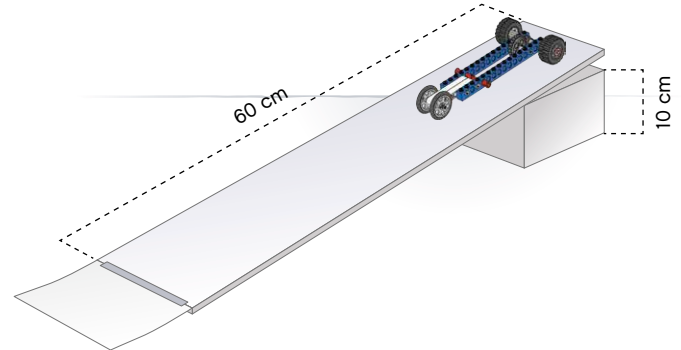
De bal die halverwege een hellend vlak wordt vastgehouden, heeft potentiële energie maar geen kinetische energie omdat hij niet in beweging is. Als de bal wordt losgelaten en langs het hellende vlak omlaag rolt, zal hij kinetische energie krijgen. De hoeveelheid zal afhangen van de massa en snelheid.



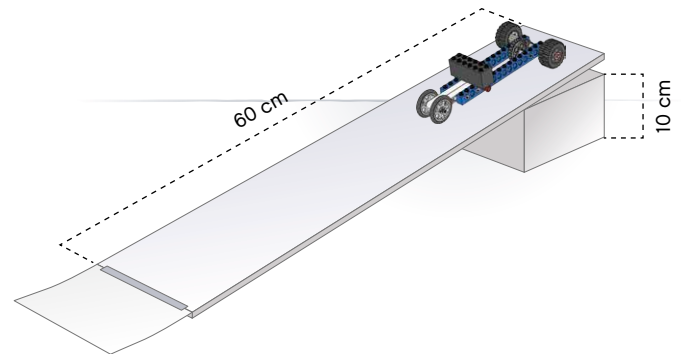
Met andere woorden: een zwaardere bal die langs een hellend vlak omlaag rolt, zal meer kinetische energie bezitten dan een lichtere bal die vanuit dezelfde plaats omlaag rolt. Een bal die van de top van een hellend vlak omlaag rolt, zal sneller rollen als hij onderaan het hellende vlak is dan een bal met dezelfde massa die halverwege het hellende vlak wordt vrijgegeven. Hij zal meer kinetische energie bevatten dan een bal die langzamer beweegt en evenveel massa heeft, gewoon omdat hij sneller beweegt.

A1

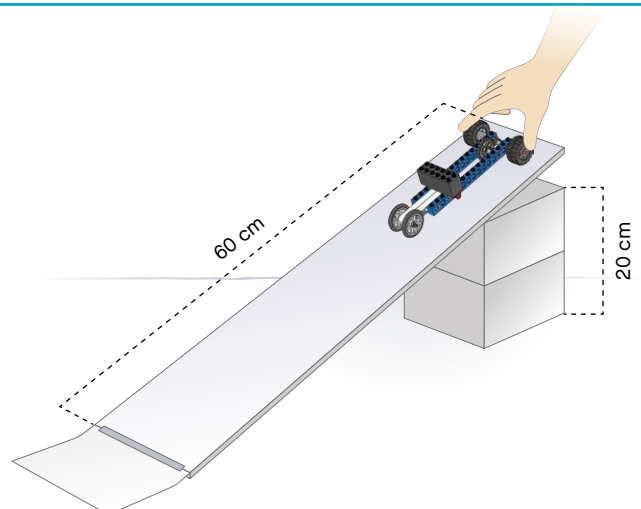
Potentiële energie wordt omgezet in kinetische energie als de wagen de helling afrolt. De wagen heeft de grootste hoeveelheid potentiële energie bij het startpunt en de grootste hoeveelheid kinetische energie als hij onderaan de helling aankomt.

**A2**

Door meer massa aan de wagen toe te voegen, zal de potentiële energie groter worden. Als de wagen de helling afrolt, wordt potentiële energie omgezet in kinetische energie. Door de potentiële en kinetische energie te verhogen, zal de wagen verder en sneller bewegen.

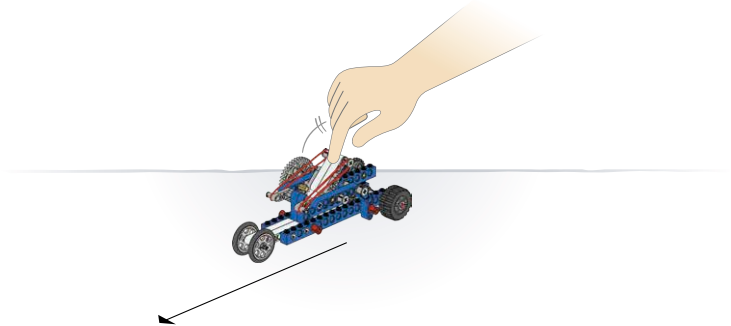
**A3**

Door tevens de helling hoger te maken, zal de potentiële energie van de wagen nóg groter worden als wanneer er alleen massa aan toegevoegd wordt. Als de wagen de helling afrolt, wordt potentiële energie omgezet in kinetische energie. Door de potentiële en kinetische energie te verhogen, zal de wagen zelfs verder en sneller bewegen.



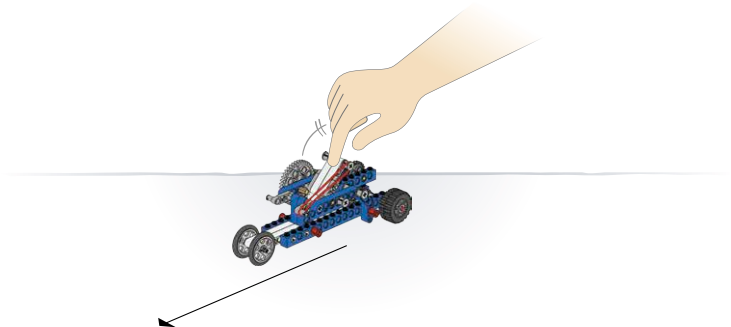
A4

Als het handvat van de wagen achteruit wordt getrokken, zal de elastieken band meer potentiële energie krijgen. Als het handvat wordt losgelaten, zal potentiële energie in kinetische energie worden omgezet en de wagen beweegt.

**A5**

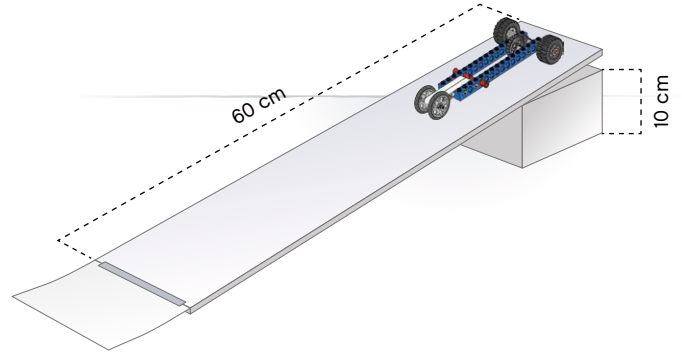
Als er een elastiek wordt weggehaald, zal de potentiële energie kleiner worden waardoor de wagen een kleinere afstand aflegt.

Als het handvat van de wagen achteruit wordt getrokken, zal het elastiek meer potentiële energie krijgen. Als het handvat wordt losgelaten, zal potentiële energie in kinetische energie worden omgezet en de wagen beweegt.

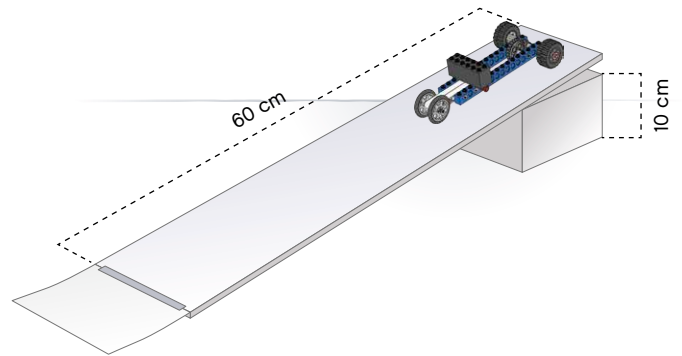


A1

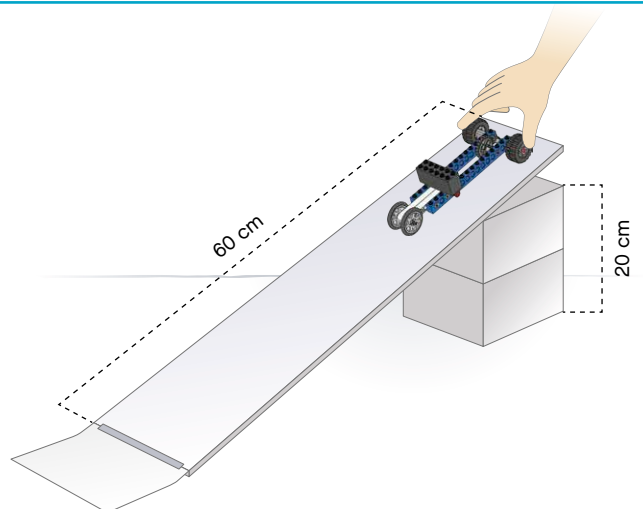
(Bouwinstructies boekje I bladzijde 9, stap 11).
Laat de wagen de helling afrijden en verklaar het verloop in termen van potentiële en kinetische energie.

**A2**

(Bouwinstructies boekje I bladzijde 9, stap 12).
Laat de wagen de helling afrijden en verklaar de veranderingen en het verloop in termen van potentiële en kinetische energie.

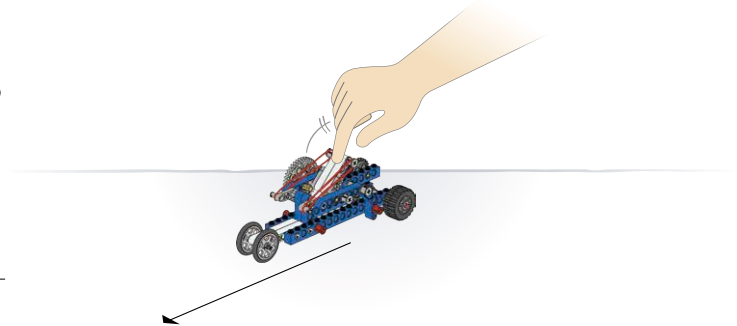
**A3**

Laat de wagen de helling afrijden en verklaar de veranderingen en het verloop in termen van potentiële en kinetische energie.

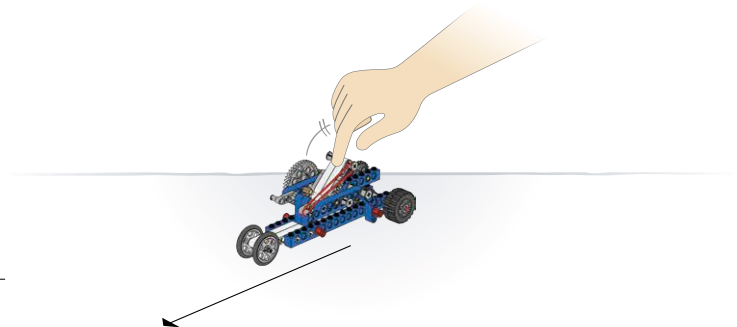


A4

(Bouwinstructies boekje I bladzijde 18, stap 27).
Trek het handvat zover mogelijk naar achteren. Laat het dan los en volg de beweging van de wagen. Verklaar het verloop in termen van potentiële en kinetische energie.

**A5**

(Bouwinstructies boekje I bladzijde 19, stap 28).
Trek het handvat zover mogelijk naar achteren. Laat het dan los en volg de beweging van de wagen. Verklaar de veranderingen en het verloop in termen van potentiële en kinetische energie.



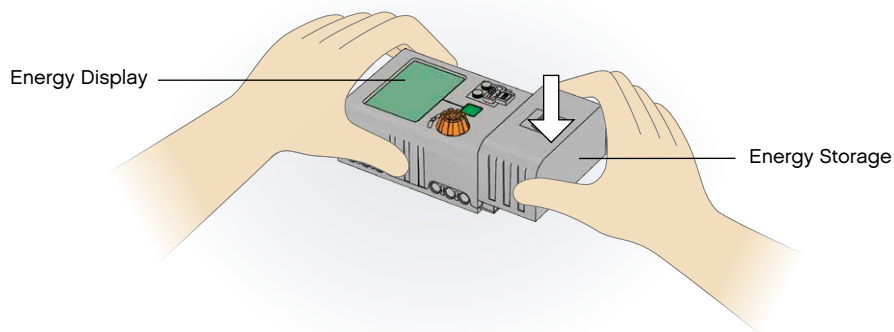


LEGO® Energiemeter

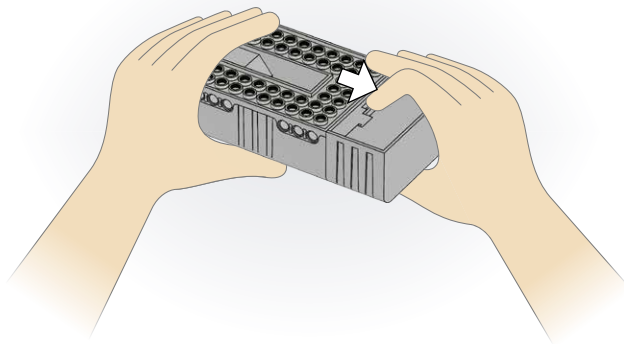
Hoe te beginnen

De Energy Meter bestaat uit twee delen: het LEGO® Energy Display en de LEGO Energy Storage. De Energy Storage past op de onderkant van het Energy Display.

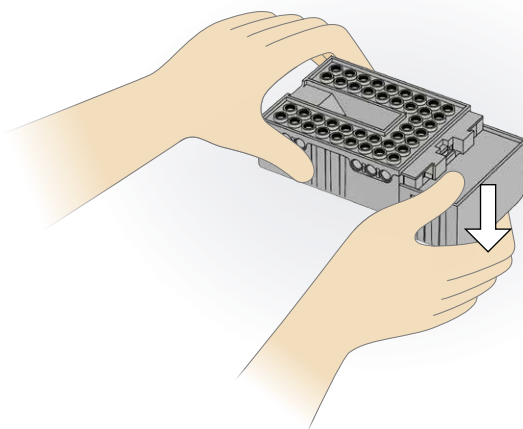
Schuif de Energy Storage eenvoudig omlaag op de Energy Display om hem te installeren.



Om de Energy Storage weer te verwijderen, druk je met je duim de plastic lip aan de achterzijde in en...



duw je de Energy Storage voorzichtig omlaag.



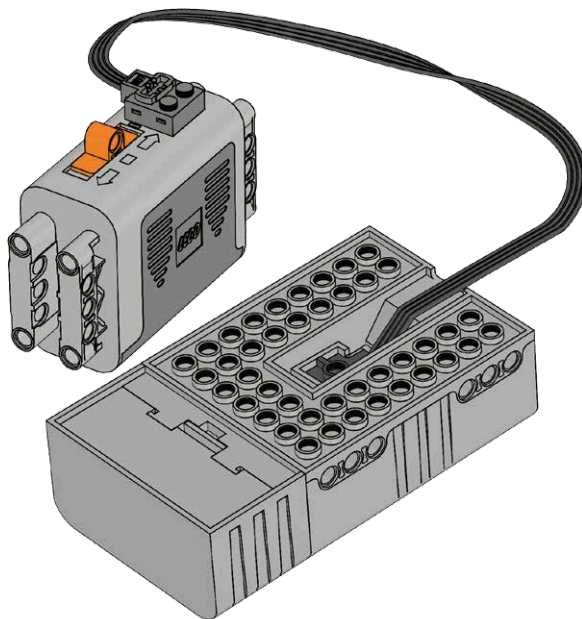
Hoe te beginnen

Schuif de energieopslag omlaag op het energiedisplay om deze te installeren. Om de energieopslag te verwijderen, druk je met je duim op het plastic lipje aan de achterzijde en duw je de energieopslag voorzichtig omlaag.

- Koppel los na gebruik om de levensduur van de batterij te optimaliseren.
- Bewaar bij kamertemperatuur op een schone, droge plaats waar het niet te warm of te koud wordt.

De Energy Meter opladen

- Om de energieopslag op te laden moet de Energy Meter worden verbonden met de LEGO Power Functions batterijhouder die bij de zes nieuwe batterijen geleverd is, of met de LEGO Power Functions houder voor oplaadbare batterijen
- Zet de Energy Meter aan met de groene Aan/Uit knop. Controleer of de display aan staat
- Laad de Energy Meter op door hem drie uur lang - of tot de display vanzelf uitgaat - aangesloten te laten op de LEGO Power Functions batterijhouder of op de LEGO Power Functions houder voor oplaadbare batterijen



De Energy Meter ontladen

- Maak alle leidingen en andere op de Energy Meter aangesloten apparatuur los
- Houd de groene Aan/Uit knop ca. 10 seconden ingedrukt, tot er in de display een driehoekje met een uitroepsteken verschijnt (!) dat knippert met tussenpozen van een seconde
- Laat de Energy Meter ongeveer 1½ uur – of totdat de display uitgaat – zo liggen

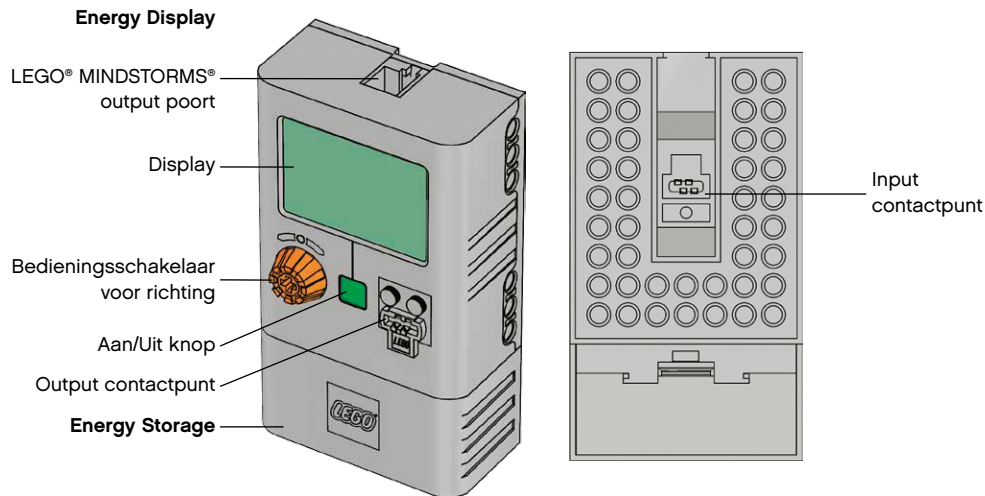
Om het ontladproces te onderbreken druk je eenvoudig op de Aan/Uit knop om de Energy Meter uit te zetten. Om weer naar 'normaal bedrijf' te gaan, zet je de Energy Meter weer aan.

Ga voor meer informatie naar www.legoeducation.com

Hoe het werkt

De Energy Meter kan geproduceerde energie meten, opslaan en vrijgeven.

Functionaliteit



Energy Display

MINDSTORMS Output-poort

Ga voor meer informatie over het gebruiken van de energiemeter in combinatie met LEGO MINDSTORMS naar www.MINDSTORMSeducation.com

Bedieningsschakelaar voor richting

Gebruik de bedieningsschakelaar voor de richting om de output functie te bedienen. Door de schakelaar met de stroom aan in één van de richtingen te draaien regel je de output functie. In de middenstand staat de output functie uit.

Aan/Uit knop

Druk de Aan/Uit knop in om de Energy Meter aan te zetten en druk nog eens om hem uit te zetten.

Door de Aan/Uit knop in te drukken en twee seconden ingedrukt te houden, worden de joules-metingen op 0 J gereset.

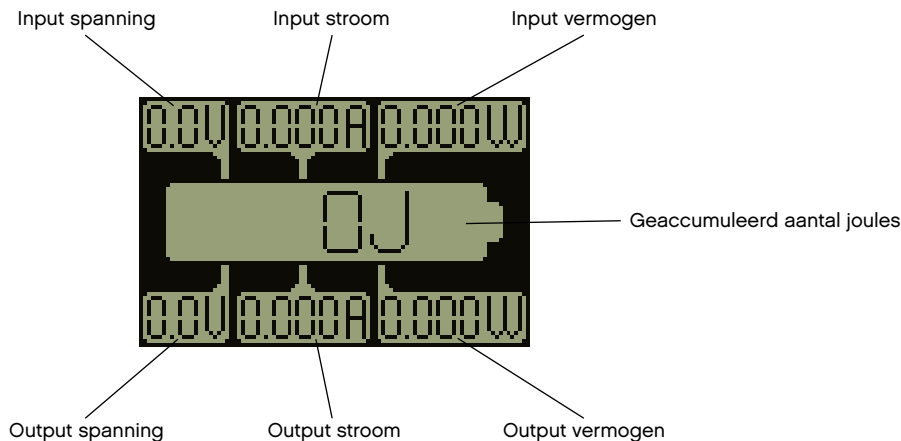
Output contactpunt

Sluit de E-motor aan op het output contactpunt en lees het output vermogen van de Energy Meter af. Er moet minstens 1 J opgeslagen zijn voordat je vermogen uit de Energy Meter kunt halen.

Input contactpunt

Sluit het zonnepaneel of de E-motor, die dan als generator wordt gebruikt, aan op het input contactpunt en lees de metingen van de Energy Meter af.

Displaymetingen



Geaccumuleerd aantal joules op de Energy Meter

Het maximum aantal geaccumuleerde joules dat kan worden opgeslagen is 100 J. Op het display zal de tekst 100 J gaan knipperen met een interval van een seconde als het maximum is bereikt. Input spanning zal altijd gemeten worden op het display, maar de waarden voor input stroom en input vermogen zullen naar nul dalen. De output metingen zijn afhankelijk van de toegepaste belasting. Door de Aan/Uit knop twee seconden ingedrukt te houden, zal de joules meting op 0 J gereset worden. Let erop dat dit geen indicatie is voor de oplaadstand van de energieopslag.

Knipperend 'bliksem' symbool op de Energy Storage

Er verschijnt een knipperend 'bliksem' symbooltje op het display met een interval van één seconde als een van de twee mogelijke situaties optreden:

- als het aantal joules gelijk blijft, kun je waarschijnlijk met je activiteit doorgaan maar de stand van de Energy Storage is laag en je moet de Energy Meter binnenkort opladen,
de Energy Storage moet vóór elke les worden opgeladen,
- als het aantal joules op 0 J wordt gereset en de input spanning tot nul daalt, is de Energy Meter overbelast en moet hij opnieuw worden opgeladen
zorg ervoor dat de Energy Meter niet overbelast wordt.

Constant brandend 'bliksem' symbool op de Energy Storage

Er verschijnt een constant brandend 'bliksem' symbool op het display van de Energy Meter als de Energy Storage moet worden opgeladen.

Fouten

Er verschijnt een knipperende driehoek met uitroeptekens met een interval van een seconde als er een fout in de Energy Storage optreedt. De metingen zijn dan niet geldig. Verwijder de Energy Storage, controleer de aansluitende delen en kijk of ze moeten worden schoongemaakt. Sluit de Energy Storage weer op het Energy Display aan en laad de Energy Meter op. Als de foutmeldingsdriehoek weer terugkomt, moet de Energy Storage door een nieuwe worden vervangen.



Energy Storage

De Energy Storage slaat de energie op die je hebt geproduceerd. Metingen op het Energy Display zijn niet geldig als deze niet aan de Energy Storage zijn gekoppeld. De levensduur van de Energy Storage wordt sterk beïnvloed door de manier waarop hij wordt gebruikt, onderhouden en bewaard. Bewaar de Energy Storage bij kamertemperatuur, op een schone, droge plaats uit de buurt van warmtebronnen. Hitte, vorst en lange aflaadperiodes kunnen de verwachte levensduur van de Energy Storage sterk verkorten. Schakel de Energy Storage na gebruik uit. Als de Energy Storage lange tijd niet gebruikt is, moet hij opnieuw worden opgeladen.

Technische specificaties

De Energy Meter zal metingen vertonen binnen het bereik van:

- 0,0 V tot 9,9 V, input spanning
- 0,000 A tot 0,200 A, input stroom
- $P = V \times I$, P = input vermogen (watt)
- 0 J tot 100 J, geaccumuleerd aantal joules
- 0,0 V tot 9,9 V, output spanning
- 0,000 A tot 0,450 A, output stroom
- $P = V \times I$, P = output vermogen (watt)

Herhalings tempo en gemiddelde metingen

Displaymetingen worden om de 0,5 seconden herhaald. Ze worden berekend door het gemiddelde van de metingen te nemen die bij gelijke intervallen van 100 per 0,5 seconde worden gemeten. Afhankelijk van de input zou dit redelijk constante en gemakkelijk te identificeren metingen moeten geven.

Pas goed op de Energy Meter

- Buig de motor of de aangesloten elementen niet door en druk er niet hard op
- Ga er nooit op staan en zet er ook geen zware voorwerpen op
- Laat hem niet vallen
- Kortsluit de Energy Meter niet
- Zorg ervoor niet boven de maximum 10 V voedingsspanning te komen
- Overbelast de Energy Meter niet omdat hij hierdoor zal ontladen
- De Energy Meter is niet waterdicht
- Bewaar de Energy Meter bij kamertemperatuur, op een schone, droge plaats, vorstvrij en niet in de buurt van warmtebronnen
- De Energy Storage moet vóór elke les worden opgeladen



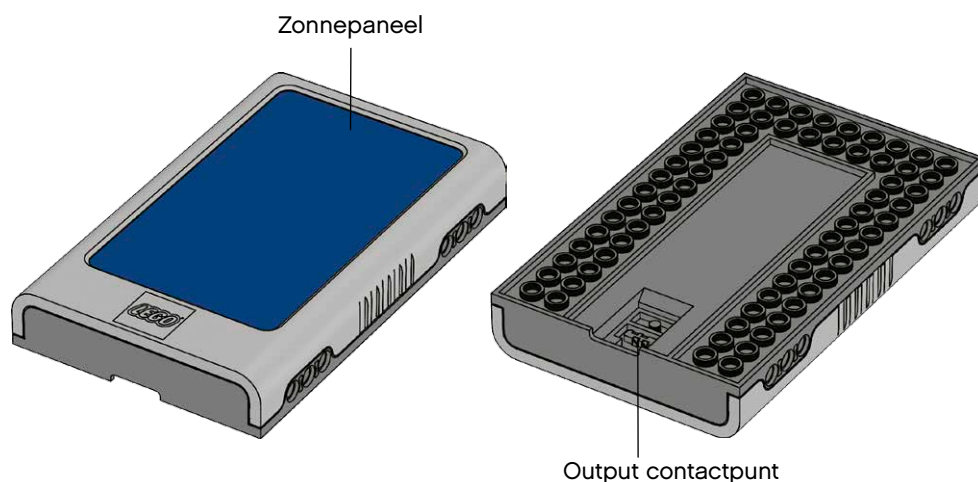
LEGO® zonnepaneel

Hoe het werkt

Zonnepanelen kunnen zonne-energie in elektrische energie omzetten. De ideale lichtbron is volle natuurlijke zonneschijn. Wees voorzichtig met het gebruik van gloeilampen omdat deze een hoop hitte produceren. Laat de gloeilamp daarom alleen voor korte periodes aanstaan. Houd de gloeilamp op een redelijke afstand van het zonnepaneel (minstens 8 cm) en vergroot de afstand of zet de gloeilamp uit als het zonnepaneel heet wordt.

Gebruik geen spaarlampen omdat ze niet voldoende licht uitstralen. Een spaarlamp geeft binnen het bereik IR 800 + nm heel weinig licht af.

Functionaliteit



Zonnepaneel

Het zonnepaneel bestaat uit 14 zonnecellen en 4 diodes met een totale output spanning van ongeveer 7 V.

Output contactpunt

Via het output contactpunt kun je de energie van het zonnepaneel naar elementen als de LEGO® Energy Meter of de E-motor overbrengen.

Technische specificaties

Bij optimale lichtinval levert het zonnepaneel voldoende stroom om de Energy Meter en de E-motor te laten werken. Hij levert:

- 6,5 V, 100 mA > bij 100.000 lux, daglicht buitenshuis
- 6,5 V, 50 mA > bij 50.000 lux, zonlicht binnenshuis
- 5 V, 4 mA > bij 2.000 lux, 60 W gloeilamp die 25 cm van het zonnepaneel is verwijderd
- 5 V, 20 mA > bij 10.000 lux, 60 W gloeilamp die 8 cm van het zonnepaneel is verwijderd

Pas goed op het zonnepaneel

- Buig de motor of de aangesloten elementen niet door en druk er niet hard op
- Ga er nooit op staan en zet er ook geen zware voorwerpen op
- Laat het zonnepaneel niet vallen
- Kortsluit het zonnepaneel niet en parallelschakel het niet
- Houd de gloeilamp op een redelijke afstand van het zonnepaneel (minstens 8 cm) en vergroot de afstand of zet de gloeilamp uit als het zonnepaneel heet wordt
- Het zonnepaneel is niet waterdicht
- Bewaar het zonnepaneel bij kamertemperatuur, op een schone, droge plaats, vorstvrij en niet in de buurt van warmtebronnen

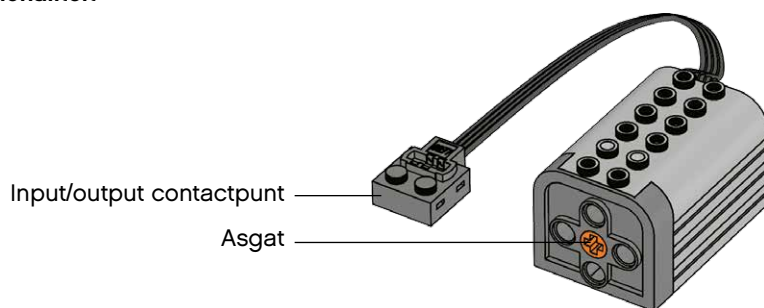


E-motor

Hoe het werkt

De E-motor is een 9 V motor met een inwendige overbrenging. De E-motor kan ook als generator van elektrische energie dienst doen.

Functionaliteit



Asgat

Steek hier een as in en laat deze draaien om de E-motor als motor of generator te kunnen gebruiken.

Input/output contactpunt

Via het input/output contactpunt kun je elektrische energie van de E-motor naar elementen als de Energy Meter en LED lampjes overbrengen, of elektrische energie naar de E-motor overbrengen van elementen als het zonnepaneel of de energiemeter.

Technische specificaties

Zonder belasting zal de omwentelingssnelheid rond 800 toeren per minuut liggen en levert het:

- een maximum draaimoment van 4,5 N/cm
- 9 V motor
- 9,5:1 overbrenging
- 20 cm kabel

Pas goed op je E-motor

- Buig de motor of de aangesloten elementen niet door en druk er niet hard op
- Ga er nooit op staan en zet er ook geen zware voorwerpen op
- Laat hem niet vallen
- Kortsluit de motor niet
- Zorg ervoor niet boven de maximum 9 V voedingsspanning te komen
- Laat hem niet in een geblokkeerde stand staan
- Hij is niet waterdicht
- Bewaar hem bij kamertemperatuur, op een schone, droge plaats, vorstvrij en uit de buurt van warmtebronnen



Handbediende generator

Wetenschap

- Energie accumulatie
- Energieverbruik
- Energie omzetting
- Wetenschappelijk onderzoek

Design en technologie

- Verbeteringen door technisch design
- Onderdelen aan elkaar monteren
- Evalueren
- Mechanismen gebruiken – tandwielen

Bouwtechniek

- Technisch ontwerpen
- Energie identificeren
- Variabelen onderzoeken en evalueren

Wiskunde/algebra

- Grafieken
- Afstanden meten
- Metingen aflezen
- Tijd meten

Begrippenlijst

- Nuttig effect
- Afstand
- Joules
- Arbeid

Andere benodigde materialen

- Grafiekpapier
- Liniaal, rolmaat of meetlint
- Tijdmeter of stopwatch

Combineren



Met generators kun je mechanische energie in elektrische energie omzetten. Met ons lichaam kunnen we als aandrijving van een generator dienst doen door het handvat te draaien. Hoe sneller we het handvat ronddraaien, des te meer elektriciteit wekken we op.

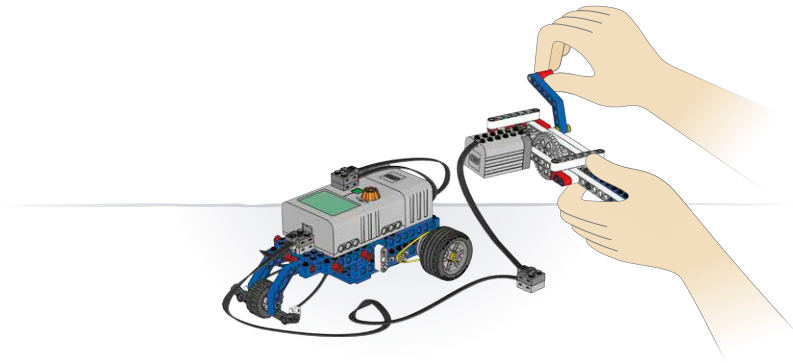
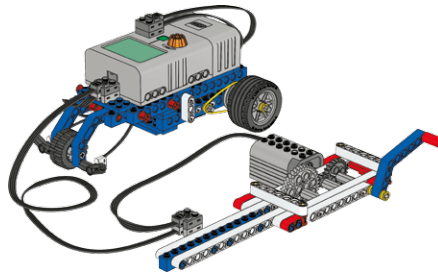
Bouw een handbediende generator en onderzoek de mogelijkheden om kracht op te wekken.

Construeren

Bouw de handbediende generator en de Joule jeep

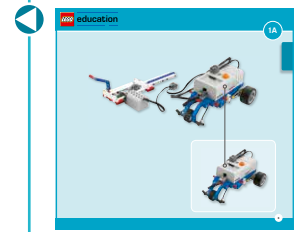
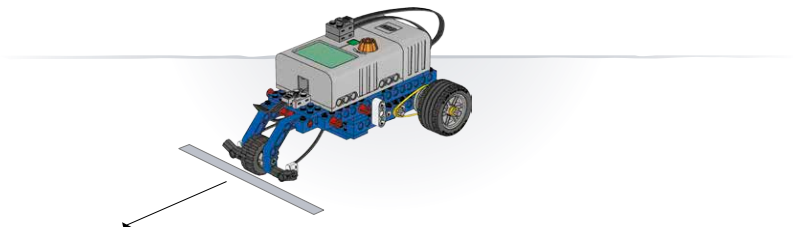
(Bouwinstructies boekje 1A en 1B tot bladzijde 15, stap 16).

- Test de werking van het model. De wrijving kan verminderd worden door de asbusjes wat losser te zetten
- Verbind de contactpunten goed door ze stevig tegen elkaar aan te drukken
- Zorg ervoor dat de afleeswaarde in joules (J) weer op nul gezet is alvorens te testen



Test instelling

- Trek een startlijn voor je Joule jeep



Contempleren

Draai en start

Bij deze opdracht moeten de leerlingen onderzoeken hoeveel joules (J) er in 60 seconden in de handbediende generator geaccumuleerd kunnen worden en bekijken hoe ver deze joules de Joule jeep kunnen laten rijden.

Eerst moeten de leerlingen voorspellen hoeveel joules zij verwachten in 60 seconden te kunnen accumuleren en deze voorspelling in een tabel noteren.

Daarna moeten de leerlingen onderzoeken hoeveel joules zij in werkelijkheid kunnen accumuleren door het handvat van de handbediende generator 60 seconden lang rond te draaien. Laat ze hun resultaten met intervallen van 10 seconden aflezen en in eenzelfde tabel... in eenzelfde tabel als hun voorspelling noteren.

Daarna moeten de leerlingen uitzoeken hoe ver de Joule jeep kan rijden op de geaccumuleerde joules.

De resultaten zullen verschillen; de leerlingen zullen zien dat de door de Joule jeep afgelegde afstand afhankelijk van de geaccumuleerde joules zal variëren.

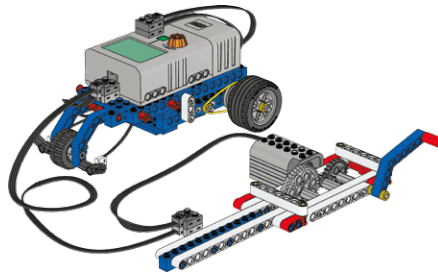
Laat de leerlingen over hun onderzoeken nadenken door vragen te stellen als

- Op welke factoren heb je deze voorspelling gebaseerd?
- Kun je dit resultaat verklaren?
- Kun je een patroon of tendens ontdekken in je resultaten?

Voor een gegeven tijd zal het aantal geaccumuleerde joules evenredig zijn aan de snelheid waarmee het handvat wordt gedraaid.

- Hoe zorgde je ervoor dat je resultaten wetenschappelijk correct waren?

De leerlingen moeten hun onderzoek meerdere keren herhalen om er zeker van te zijn dat hun resultaten kloppen en dat de Joule jeep vanuit dezelfde plek start en op hetzelfde baanoppervlak rijdt.



Wist je dit?

Een tussentandwiel verandert de richting van een draaiende beweging, maar niet de uiteindelijke snelheid ervan.

Tip

Reset de energiemeter vóór elk onderzoek.

Continueren

Versnellende overbrenging

(Bouwinstructies boekje 1A en 1B tot bladzijde 16, stap 1).

Bij deze opdracht moeten de leerlingen onderzoeken hoeveel joules (J) er in 60 seconden in de omgebouwde handbediende generator geaccumuleerd kunnen worden en dan bekijken hoe ver deze joules de Joule jeep kunnen laten rijden.

Eerst moeten de leerlingen de overbrenging van de handbediende generator ombouwen. Dan moeten ze op basis van hun kennis van de specifieke kenmerken van de overbrenging voorspellen hoeveel joules zij verwachten in 60 seconden te kunnen accumuleren en hun voorspelling in een tabel noteren.

Daarna moeten de leerlingen onderzoeken hoeveel joules zij in werkelijkheid kunnen accumuleren door het handvat van de handbediende generator 60 seconden lang rond te draaien. Laat ze hun resultaten met intervallen van 10 seconden aflezen en noteren en in eenzelfde tabel als hun voorspelling uitzetten.

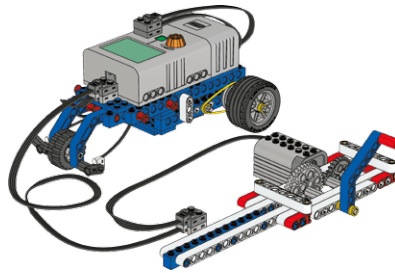
Daarna moeten de leerlingen uitzoeken hoe ver de Joule jeep kan rijden op de geaccumuleerde joules.

De resultaten zullen verschillen, maar er zal een belangrijke stijging in het aantal geaccumuleerde joules waar te nemen zijn. Ideaal gezien zouden de leerlingen een 60% stijging in het aantal geaccumuleerde joules moeten voorspellen. Hoe ver de Joule jeep zich zal verplaatsen zal afhangen van het aantal geaccumuleerde joules.

Variabelen identificeren

Laat de leerlingen minstens drie variabelen identificeren en duidelijk beschrijven hoe deze invloed zullen hebben op de effectiviteit van de handbediende generator en de Joule jeep.

Mogelijke factoren zouden de effecten van het wisselen van de overbrenging kunnen zijn, de lengte van het handvat, de snelheid waarmee het handvat wordt rondgedraaid, de kracht en het uithoudingsvermogen van de persoon die het handvat ronddraait en hoe stevig de handbediende generator gebouwd is. De effectiviteit van de Joule jeep wordt beïnvloed door zijn gewicht, de overbrenging, de wrijving en het baanoppervlak.



Wist je dit?

De eenheid voor de potentiële energiewaarde van voedsel is calorieën (cal).

Een calorie komt overeen met 4,2 J.

Tip

Reset de Energy Meter vóór elk onderzoek.

Handbediende generator

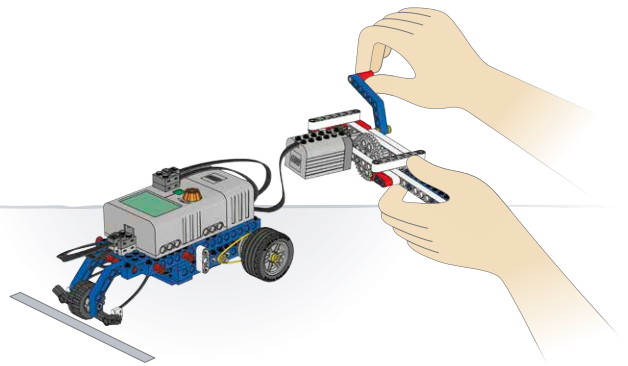
Naam/namen: _____

Datum en onderwerp _____

Bouw de handbediende generator en de Joule jeep

(Bouwinstructies boekje 1A en 1B tot bladzijde 15, stap 16).

- Test de werking van het model. De wrijving kan verminderd worden door de asbusjes wat losser te zetten
- Verbind de contactpunten goed door ze stevig tegen elkaar aan te drukken
- Zorg ervoor dat de afgelezen waarde voor joules (J) weer op nul gezet is alvorens te testen
- Trek een startlijn voor je Joule jeep



Draai en start

Voorspel eerst hoeveel geproduceerde joules (J) je denkt te kunnen accumuleren door gedurende 60 seconden (sec.) aan het handvat van de handbediende generator te draaien.

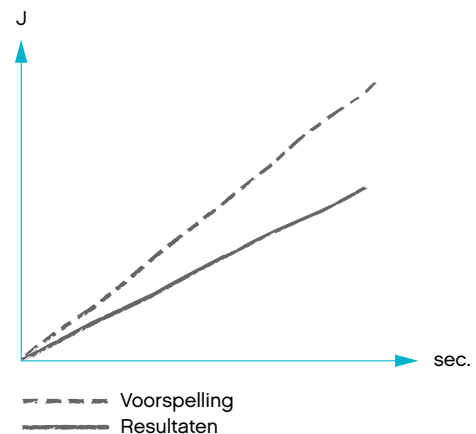
Geef je voorspelling grafisch weer in een tabel, zoals hiernaast afgebeeld.

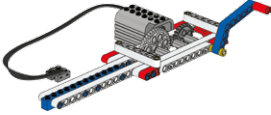
Controleer dan het aantal geaccumuleerde joules met intervallen van 10 seconden. Lees je resultaten af en noteer ze.

Maak een grafische weergave van je resultaten in dezelfde tabel als je voorspelling. Vergeet niet de Energy Meter vóór elk onderzoek te resetten.

Daarna moet je een startlijn aangeven voor je Joule jeep en uitzoeken hoe ver de Joule jeep kan rijden op de geaccumuleerde joules.

Mijn Joule jeep heeft een afstand afgelegd van _____



	10 sec.	20 sec.	30 sec.	40 sec.	50 sec.	60 sec.
Mijn voorspelling	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)
Mijn resultaten	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)

Versnellende overbrenging

(Bouwinstructies boekje 1A en 1B tot bladzijde 16, stap 1).

Bouw eerst de overbrenging van de handbediende generator om. Bekijk zorgvuldig welk verschil de nieuwe overbrenging op de snelheid zal hebben. Voorspel hoeveel geproduceerde joules (J) je denkt te kunnen accumuleren door gedurende 60 seconden (sec.) aan het handvat van de handbediende generator te draaien.

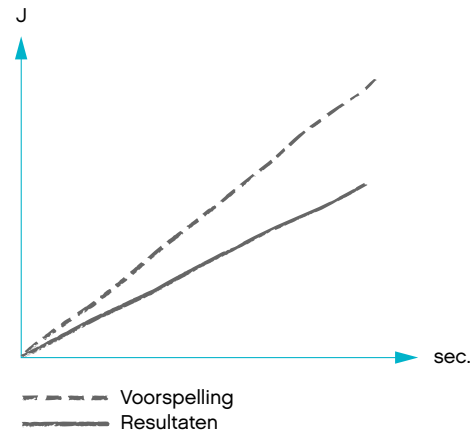
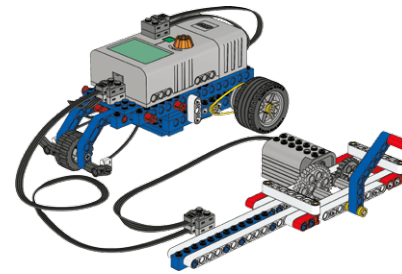
Geef je voorspelling grafisch weer in een tabel, zoals hiernaast afgebeeld.

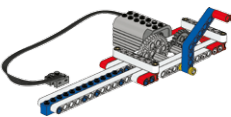
Controleer dan het aantal geaccumuleerde joules met intervallen van 10 seconden. Lees je resultaten af en noteer ze.

Maak ook een grafiek van je resultaten in dezelfde tabel als je voorspelling. Vergeet niet de Energy Meter vóór elk onderzoek te resetten.

Daarna moet je een startlijn trekken voor je Joule jeep en uitzoeken hoe ver de Joule jeep kan rijden op de geaccumuleerde joules.

Mijn Joule jeep heeft een afstand afgelegd van _____



	10 sec.	20 sec.	30 sec.	40 sec.	50 sec.	60 sec.
Mijn voorspelling	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)
Mijn resultaten	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)

Variabelen identificeren

Identificeer en noteer minstens drie variabelen en beschrijf duidelijk hoe deze invloed zullen hebben op de effectiviteit van de handbediende generator en de Joule jeep.



Zonnestation

Wetenschap

- Energie omzetting
- Energie overbrenging
- Wetenschappelijk onderzoek

Design en technologie

- Verbeteringen door technisch design
- Onderdelen aan elkaar monteren
- Evalueren

Bouwtechniek

- Technisch ontwerpen
- Energie identificeren
- Variabelen onderzoeken en evalueren

Wiskunde/algebra

- Hoeken
- Grafiek
- Afstanden meten
- Metingen aflezen

Begrippenlijst

- Stroom(sterkte)
- Haaks op
- LEGO® zonnepaneel
- Spanning

Andere benodigde materialen

- Een 60W gloeilamp, sterke halogeenlampen of andere lichtbronnen die een IR spectrum > 800 nm afgeven
- Lamp met paraboolvormige reflector
- Liniaal, rolmaat of meetlint
- Metaalfolie

Combineren



Met zonnepanelen kun je zonne-energie in elektrische energie omzetten. Zonnepanelen worden gebruikt om elektriciteit te produceren voor elektriciteitsbedrijven, voor satellieten en voor kleine gemeenschappen of woonhuizen op afgelegen plaatsen.

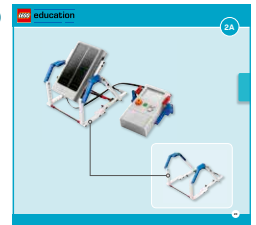
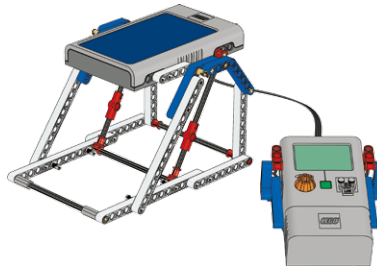
Bouw het zonnestation en onderzoek de mogelijkheden om vermogen op te wekken.

Construeren

Bouw het zonnestation

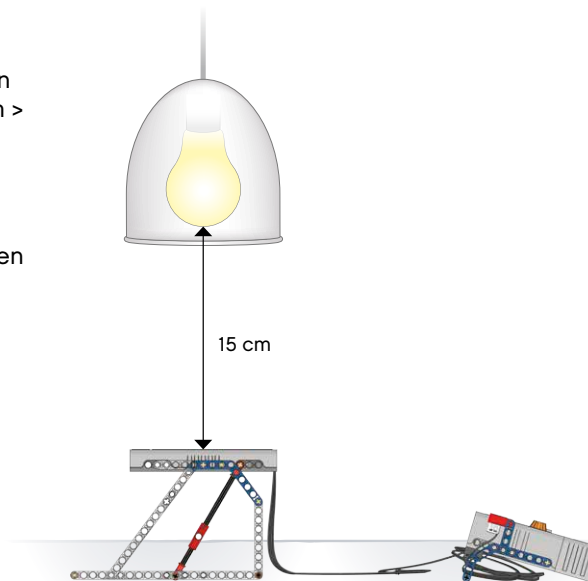
(Bouwinstructies boekje 2A en 2B tot bladzijde 30, stap 15).

- Test de werking van het model. De wrijving kan verminderd worden door de asbusjes wat losser te zetten
- Verbind de contactpunten goed door ze stevig tegen elkaar aan te drukken
- Zorg ervoor dat de afgelezen waarde voor joules (J) weer op nul gezet is alvorens te testen



Test instelling

- Plaats het zonnestation op een afstand van 15 cm van de lichtbron
- Een 60W gloeilamp, sterke halogeenlampen of andere lichtbronnen die een IR spectrum > 800 nm afgeven
- Plaats het zonnepaneel midden onder de lichtbron. Het optimale resultaat wordt bereikt als de diameter van de lamp het LEGO® zonnepaneel bestrijkt en de lamp een paraboolvormige reflector heeft
- Om de leerlingen te helpen bij het meten van de afstand tussen de peer in de lamp en het zonnepaneel, kunt u strepen op de buitenkant van de lamp zetten die het midden van de gloeilamp aangeven



Waarschuwing!

Hitte kan het zonnepaneel beschadigen. Zorg ervoor dat er altijd een afstand van minstens 8 cm tussen het zonnepaneel en de lichtbron is. Zorg ervoor dat de leerlingen de gloeilampen altijd uiterst voorzichtig behandelen!

Contempleren

Invalshoeken veranderen

Bij deze taak gaat het erom dat de leerlingen onderzoeken hoe wijzigingen in de hoek van het zonnestation ten opzichte van de lichtbron, de gemiddelde spanning (V) en stroomsterkte (A) beïnvloeden.

Allereerst voorspellen de leerlingen welke gemiddelde waarden voor spanning en stroomsterkte er afgelezen zullen worden als het zonnestation op een afstand van 15 cm haaks op de lichtbron geplaatst wordt (zie hiernaast).

Laat daarna de leerlingen de werkelijke gemiddelde spanning en stroomsterkte onderzoeken van het zonnestation in horizontale stand. De resultaten worden afgelezen en geregistreerd.

Zorg ervoor dat de Energy Meter de tijd krijgt om 'tot rust te komen' voor hij afgelezen wordt.

Laat vervolgens de leerlingen dezelfde procedure doorlopen met het zonnestation in schuine en in verticale positie ten opzichte van de lichtbron (zie hiernaast).

De afgelezen waarden zullen verschillen, afhankelijk van de gebruikte lichtbron, de hoeveelheid omgevingslicht in de ruimte en de kleur van het oppervlak waar het zonnestation op geplaatst is. De leerlingen kunnen constateren dat het maximale vermogen wordt gegenereerd als de lichtbron zich in een rechte hoek (haaks) ten opzichte van de lichtbundel bevindt.

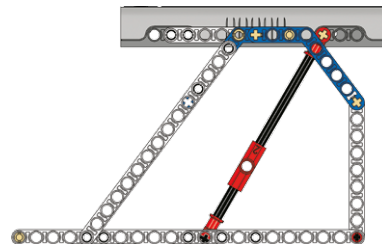
Laat de leerlingen over hun onderzoek nadenken door vragen te stellen als

- Op welke factoren heb je deze voorspelling gebaseerd?
- Kun je dit resultaat verklaren?
- Kun je een patroon of tendens ontdekken in je resultaten?

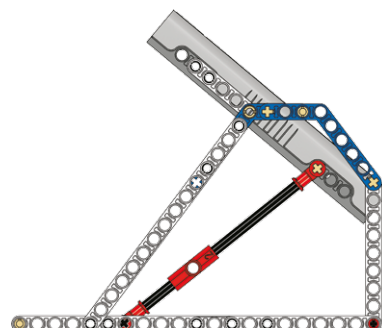
De intensiteit van het licht is maximaal als de lichtbron haaks op de zonnecellen geplaatst wordt. Naarmate de intensiteit van het licht dat op de zonnecellen valt afneemt, worden ook de spanning en, in het bijzonder, de stroomsterkte kleiner.

- Hoe zorgde je ervoor dat je resultaten wetenschappelijk correct waren?

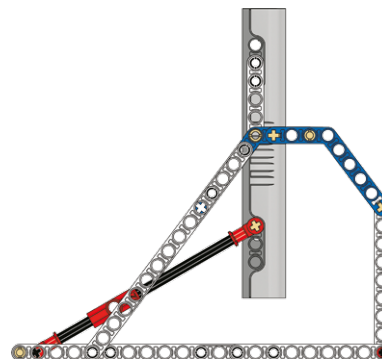
De leerlingen moeten hun onderzoek meerdere keren herhalen om er zeker van te zijn dat hun resultaten kloppen en dat het zonnestation voortdurend dezelfde hoek en dezelfde afstand ten opzichte van de lichtbron houdt.



Horizontaal



Schuin



Verticaal



Tip

Reset de Energy Meter vóór elk nieuw onderzoek.



Tip

Het Energy Meter display moet een inputspanning van meer dan 2.0 V ontvangen om een waarde te kunnen tonen in het display.

Continueren

Variabelen identificeren

Laat de leerlingen minstens drie variabelen identificeren en duidelijk beschrijven hoe deze de effectiviteit van het zonnestation zullen beïnvloeden.

Mogelijke factoren zijn het aan licht blootgestelde oppervlak, (bv. slechts ten dele belichten van het zonnestation), de eigenschappen van de lichtbron en de afstand tot de lichtbron.

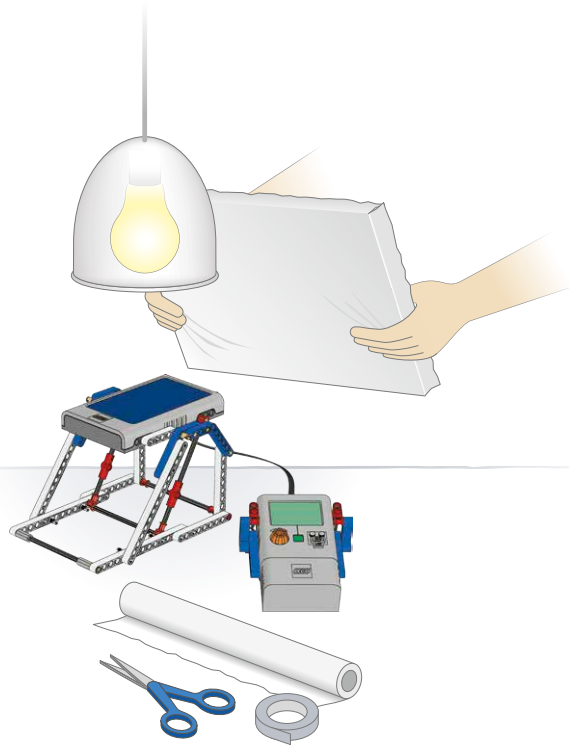
Optimaliseren van de variabelen

Op basis van de variabelen die de leerlingen hebben aangegeven kunnen ze nu het zonnestation optimaliseren, zodat het de maximaal mogelijke hoeveelheid vermogen (W) levert. Laat de leerlingen hun bevindingen registreren en beschrijven welke variabelen veranderd werden.

Het vermogen van de lamp kan bijvoorbeeld vergroot worden, of er kan een spiegel worden gebruikt om omgevingslicht in de richting van het zonnestation te kaatsen - en een tweede spiegel onder het zonnestation die het licht weer terugkaatst. In plaats van een spiegel te gebruiken, kan er ook metaalfolie om het deksel van de basisset gewikkeld worden.

Optioneel:

Laat de leerlingen verschillende weertypes en landschapcondities simuleren en de invloed hiervan op het vermogen van het zonnestation onderzoeken. Laat ze de uitgevoerde simulaties, de opbouw van de experimenten en de belangrijkste meetresultaten beschrijven.



Tip

Reset de Energy Meter vóór elk nieuw onderzoek.



Tip

Wolken kunnen worden gesimuleerd door het zonnestation te bekleden met dun papier of andere materialen die een gedeelte van het licht kunnen absorberen.

Zonnestation

Naam/namen: _____

Datum en onderwerp _____

Bouw het zonnestation

(Bouwinstructies boekje 2A en 2B tot bladzijde 30, stap 15).

- Test de werking van het model. De wrijving kan verminderd worden door de asbusjes wat losser te zetten
- Verbind de contactpunten goed door ze stevig tegen elkaar aan te drukken
- Zorg ervoor dat de afgelezen waarde voor joules (J) weer op nul gezet is alvorens te testen
- Plaats het LEGO® zonnepaneel midden onder de lichtbron



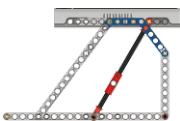
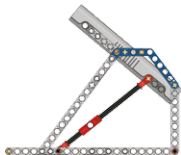
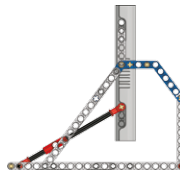
Invalshoeken veranderen

Voorspel allereerst welke gemiddelde waardes er afgelezen zullen worden voor de spanning (V) en de stroomsterkte (A) als het zonnestation op 15 cm afstand haaks op de lichtbron geplaatst wordt. Vergeet niet de Energy Meter te resetten vóór elk experiment.

Onderzoek daarna hoeveel de werkelijke gemiddelde

spanning en stroomsterkte van het zonnestation bedragen in deze horizontale stand. Zorg ervoor dat de Energy Meter de tijd krijgt om 'tot rust te komen' voor hij afgelezen wordt. Lees de resultaten nauwkeurig af en noteer ze.

Doe vervolgens hetzelfde met het zonnestation in schuine, en daarna in verticale positie ten opzichte van de lichtbron.

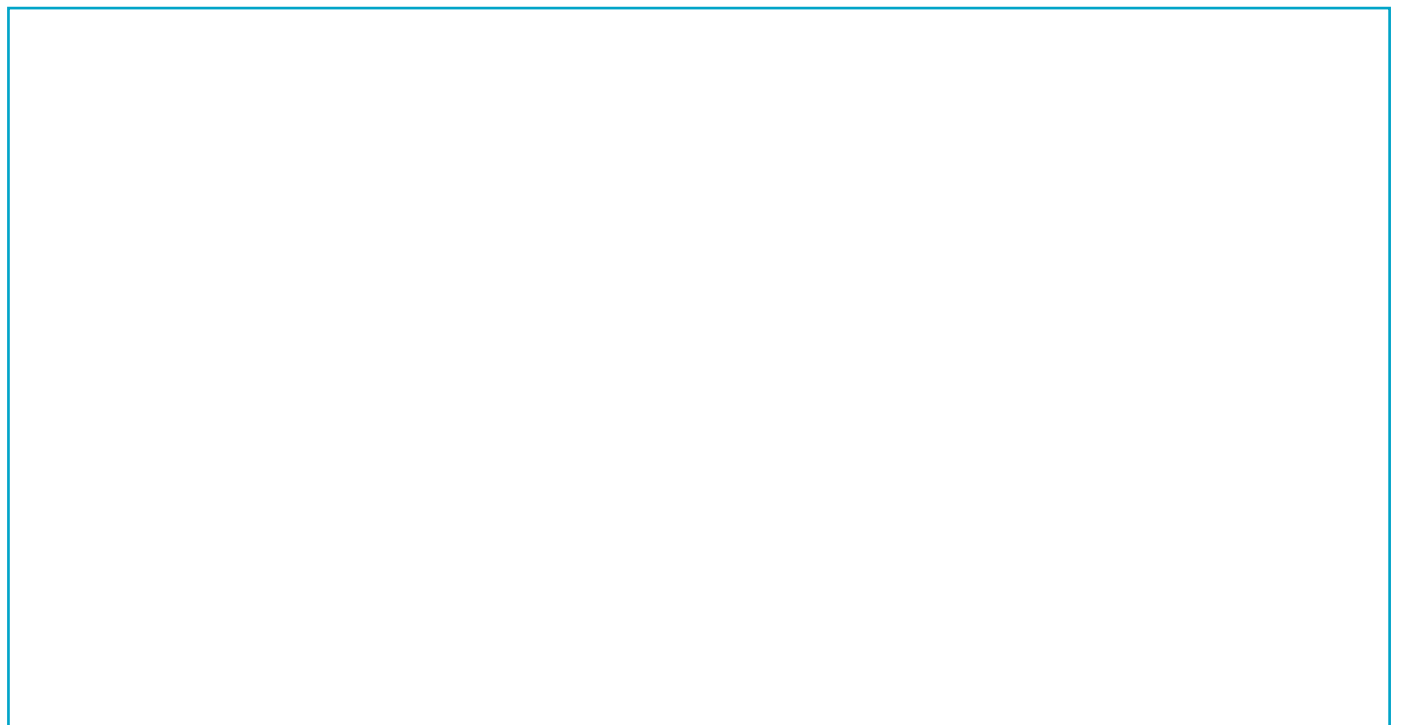
	 Horizontaal	 Schuin	 Verticaal
Mijn voorspelling van V	(V)	(V)	(V)
Mijn voorspelling van A	(A)	(A)	(A)
Mijn gemeten, gemiddelde waarde voor V	(V)	(V)	(V)
Mijn gemeten, gemiddelde waarde voor A	(A)	(A)	(A)

Variabelen identificeren

Identificeer en noteer minstens drie variabelen en beschrijf duidelijk hoe deze invloed zullen hebben op de effectiviteit van het zonnestation.

Optimaliseren van de variabelen

Optimaliseer dan het zonnestation op basis van de benoemde variabelen, zodat het zijn maximale vermogen kan genereren. Leg uit welke variabelen veranderd zijn en het effect hiervan en registreer de gemeten waarden. Noteer de waarden op dit formulier met een afbeelding van de opstelling (bv. een foto of tekening). Vergeet niet de energiemeter vóór elk onderzoek te resetten.





Windturbine

Wetenschap

- Energie accumulatie
- Energie omzetting
- Wetenschappelijk onderzoek

Design en technologie

- Verbeteringen door technisch design
- Onderdelen aan elkaar monteren
- Evalueren

Bouwtechniek

- Technisch ontwerpen
- Energie identificeren
- Variabelen onderzoeken en evalueren

Wiskunde/algebra

- Afstanden meten
- Metingen aflezen

Begrippenlijst

- Nuttig effect
- Vermogen
- Spanning
- Hoeveelheid watt

Andere benodigde materialen

- Plakband
- Ventilator met een vermogen van minstens 40 W
- Liniaal, rolmaat of meetlint

Combineren



Met een windturbine kan de kinetische energie van bewegende lucht (wind) in elektrische energie worden omgezet. Windturbines worden gebruikt om elektriciteit op te wekken voor grote stroomnetwerken of voor gebouwen in afgelegen gebieden.

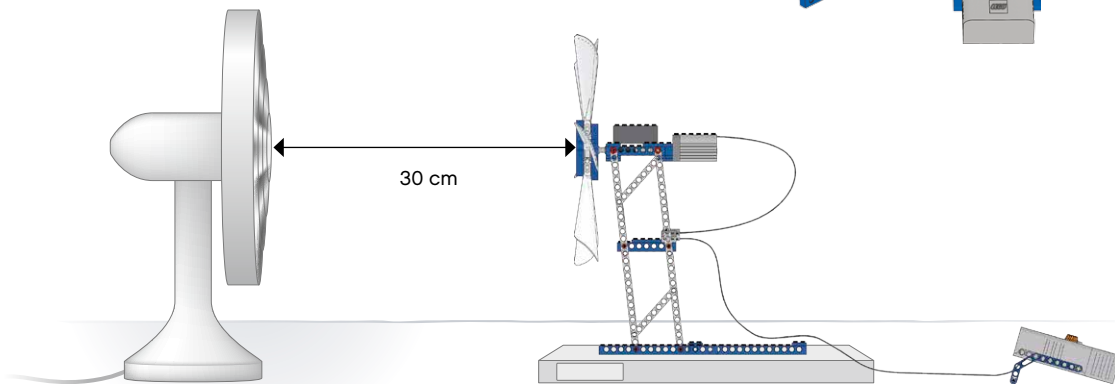
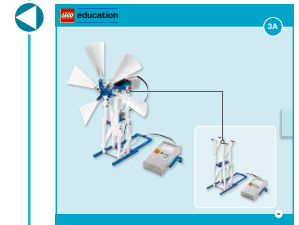
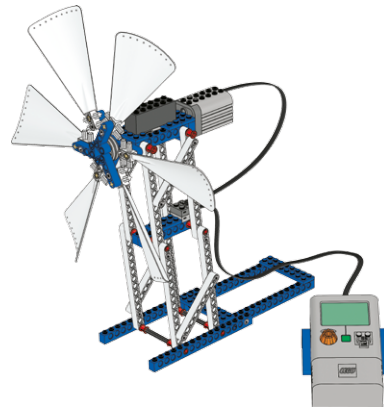
Bouw de windturbine en onderzoek hoe er stroom mee opgewekt kan worden.

Construeren

Bouw de windturbine

(Bouwinstructies boekje 3A en 3B tot bladzijde 43, stap 18).

- Test de werking van het model. De wrijving kan verminderd worden door de asbusjes wat losser te zetten
- Verbind de contactpunten goed door ze stevig tegen elkaar aan te drukken
- Zorg ervoor dat de afleeswaarde in joules (J) weer op nul gezet is alvorens opnieuw te testen



Test instelling

- Plaats de as van de ventilator in één lijn met de as van de turbine, op 30 cm afstand
- Kies een passende instelling van de ventilator, waarbij de turbine met voldoende snelheid ronddraait en waarbij er een inputwaarde van meer dan 2.0 V verschijnt op het display van de Energy Meter. De ventilator moet een vermogen van minstens 40 W hebben
- Kijk op de Energy Meter om de optimale opstelling te vinden: de afgelezen waarden geven aan in welke positie de turbine het grootste vermogen levert
- Het is erg belangrijk dat de turbine stabiel staat: gebruik eventueel plakband of een paar boeken om hem stevig op zijn plaats te houden
- De leerlingen kunnen indien nodig de wieken van de windturbine voorzichtig 'op gang helpen'

Waarschuwing!

Ventilators kunnen gevaarlijk zijn.

Zorg ervoor dat de leerlingen er altijd uiterst voorzichtig mee omgaan!

Laat de leerlingen de ventilator altijd uitschakelen terwijl bv. het aantal wieken van de turbine wordt veranderd.

Contempleren

Zes wieken en veranderen van de afstand

Bij deze taak moeten de leerlingen onderzoeken hoeveel energie de windturbine opwekt bij verschillende instellingen en de gemiddelde waarden van de spanning (V) en stroomsterkte (A) aflezen.

Allereerst voorspellen de leerlingen hoeveel spanning en vermogen de windturbine zal kunnen leveren als hij op 30 cm afstand van de ventilator staat.

Vervolgens onderzoeken de leerlingen hoeveel spanning en vermogen er in werkelijkheid wordt opgewekt door de windturbine. De resultaten worden afgelezen en geregistreerd.

Dan wordt de ventilator uitgeschakeld en de afstand tot 15 cm verkleind. Volg daarna dezelfde procedure als hierboven beschreven.

De gevonden waarden zullen variëren en het zal duidelijk worden dat het vermogen toeneemt als de windturbine dichterbij de ventilator komt te staan.

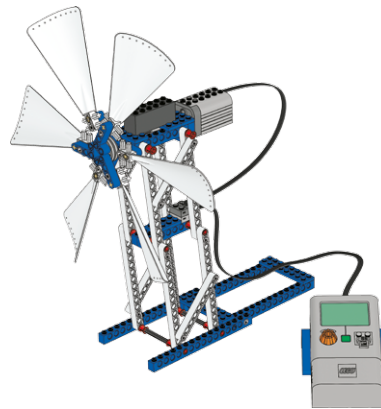
Laat de leerlingen over hun onderzoeken nadenken door vragen te stellen als

- Op welke factoren heb je deze voorspelling gebaseerd?
- Kun je dit resultaat verklaren?
- Kun je een patroon of tendens ontdekken in je resultaten?

Hoe dichterbij de bron van de luchtstroom bij de windturbine staat, hoe meer vermogen er wordt geleverd.

- Hoe zorgde je ervoor dat je resultaten wetenschappelijk correct waren?

De leerlingen moeten hun onderzoek meerdere keren herhalen om er zeker van te zijn dat hun resultaten kloppen en dat de windturbine voortdurend dezelfde positie en dezelfde afstand ten opzichte van de bron houdt.



Wist je dit?

Er bestaan windturbines met horizontale zowel als met verticale rotatieassen. Het type met horizontale assen (HAWT) komt het meest voor.

Tip

Reset de Energy Meter vóór elk nieuw onderzoek.

Continueren

Drie wieken en veranderen van de afstand
(Bouwinstructies boekje 3A en 3B tot bladzijde 44, stap 1).

Bij deze taak moeten de leerlingen onderzoeken hoeveel energie de windturbine levert bij verschillende instellingen en de gemiddelde waarden van de opgewekte spanning (V) en stroomsterkte(A) aflezen.

Allereerst voorspellen de leerlingen hoeveel spanning en vermogen de windturbine zal kunnen leveren als hij op 30 cm afstand van de ventilator staat.

Vervolgens wordt onderzocht hoeveel spanning en vermogen er in werkelijkheid worden opgewekt door de windturbine. De resultaten worden afgelezen en geregistreerd.

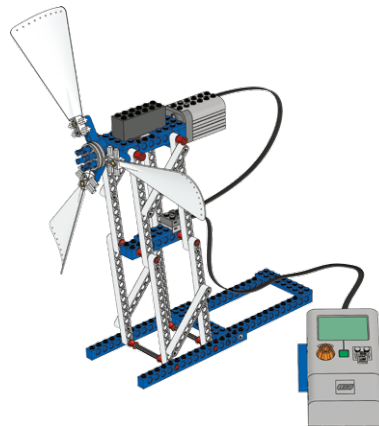
Dan wordt de ventilator uitgeschakeld en de afstand tot 15 cm verkleind. Volg daarna dezelfde procedure als hierboven beschreven.

De gevonden waarden zullen variëren en het zal duidelijk worden dat het vermogen toeneemt als de windturbine dichterbij de ventilator komt te staan. De leerlingen zullen tevens ontdekken dat een turbine met zes wieken meer vermogen genereert dan een model met drie wieken.

Variabelen identificeren

Laat de leerlingen minstens drie variabelen identificeren en duidelijk beschrijven hoe deze de effectiviteit van de windturbine zullen beïnvloeden.

Dergelijke factoren kunnen bv. het aantal wieken van de turbine zijn, of de hoek tussen de as van de turbine en die van de ventilator, of het vermogen van de ventilator. Hoe effectief de E-motor (ofwel de turbine) is, heeft veel invloed op de totale effectiviteit van de turbine.



Tip

Laat de leerlingen altijd de ventilator uitschakelen voordat de bladen van de turbine worden verwisseld.



Tip

Reset de Energy Meter vóór elk nieuw onderzoek.

Optioneel:

Laat de leerlingen verschillende landschapcondities simuleren en de invloed hiervan op het door de windturbine opgewekte vermogen onderzoeken. Een landschapskenmerk kan bijvoorbeeld worden gesimuleerd door een boek op tafel te zetten, tussen de turbine en de ventilator in.

Laat de leerlingen beschrijvingen maken van hun simulaties, de opstelling en de belangrijkste meetwaardes zoals bv. de hoogte van de assen en de afstand tussen de ventilator en de windturbine.

Windturbine

Naam/namen: _____

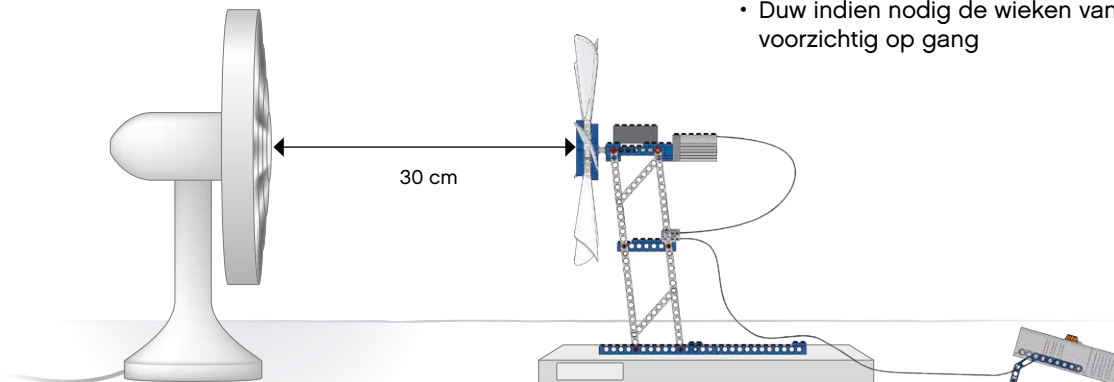
Datum en onderwerp _____

Bouw de windturbine

(Bouwinstructies boekje 3A en 3B tot bladzijde 43, stap 18).

- Test de werking van het model. De wrijving kan verminderd worden door de asbusjes wat losser te zetten
- Verbind de contactpunten goed door ze stevig tegen elkaar aan te drukken

- Zorg ervoor dat de afleeswaarde voor joules (J) weer op nul staat is alvorens opnieuw te testen
- Breng de as van de ventilator en die van de windturbine op één lijn
- Kies een passende instelling van de ventilator, waarbij de turbine met voldoende snelheid ronddraait en waarbij er een inputwaarde van meer dan 2.0 V verschijnt op het display van de Energy Meter
- Duw indien nodig de wieken van de windturbine voorzichtig op gang

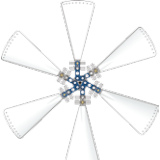


Zes wieken en veranderen van de afstand

Voorspel allereerst hoeveel spanning (V) en vermogen (W) de windturbine zal kunnen leveren als hij op 30 cm afstand van de ventilator staat.

Onderzoek vervolgens hoeveel spanning en vermogen (gemiddeld) er in werkelijkheid wordt opgewekt door de windturbine. Lees de resultaten zorgvuldig af en noteer ze. Vergeet niet de Energy Meter vóór elk onderzoek te resetten.

Schakel dan de ventilator uit en verklein de afstand tot 15 cm. Volg daarna dezelfde procedure als hierboven beschreven.

	30 cm		15 cm	
	(V)	(W)	(V)	(W)
Mijn voorspelling				
Mijn resultaten (gemiddeld)				

Drie wieken en veranderen van de afstand

(Bouwinstructies boekje 3A en 3B tot bladzijde 44, stap 1).

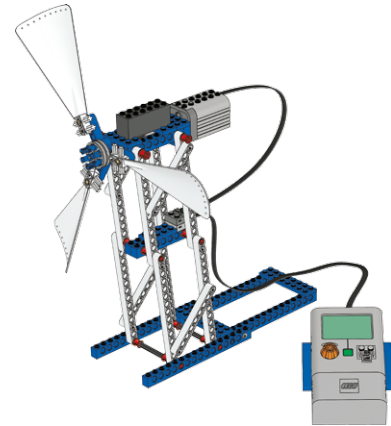
Schakel de ventilator uit en haal drie wieken van de windturbine af.

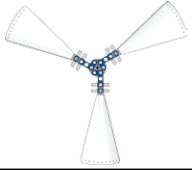
Voorspel weer eerst hoeveel spanning (V) en vermogen (W) de windturbine zal kunnen leveren als hij op 30 cm afstand van de ventilator staat.

Onderzoek vervolgens hoeveel spanning en vermogen (gemiddeld) er in werkelijkheid wordt opgewekt door de windturbine. Lees de resultaten zorgvuldig af en noteer ze. Vergeet niet de energiemeter vóór elk onderzoek te resetten.

Schakel vervolgens de ventilator weer uit en verklein de afstand tot 15 cm.

Volg hierna dezelfde procedure als hierboven beschreven.



	30 cm		15 cm	
	(V)	(W)	(V)	(W)
Mijn voorspelling				
Mijn resultaten (gemiddeld)				

Variabelen identificeren

Identificeer en noteer ten minste drie variabelen en beschrijf duidelijk hoe deze invloed zullen hebben op de effectiviteit van de windturbine.



Waterkrachtturbine

Wetenschap

- Energie accumulatie
- Energie omzetting
- Wetenschappelijk onderzoek

Design en technologie

- Verbeteringen door technisch design
- Onderdelen aan elkaar monteren
- Evalueren

Bouwtechniek

- Technisch ontwerpen
- Energie identificeren
- Variabelen onderzoeken en evalueren

Wiskunde/algebra

- Grafiek
- Afstanden meten
- Metingen aflezen
- Timing

Begrippenlijst

- Joules
- Waterdruk

Andere benodigde materialen

- Plakband
- Genoeg waterdruk om ten minste 2.0 V als input afleeswaarde op de Energy Meter te krijgen
- Grafiekpapier
- Tijdmeter of stopwatch
- Theedoeken of keukenrol om de LEGO® elementen weer mee af te drogen

Combineren



Met waterkrachtturbines kan de kinetische energie van bewegend water in elektrische energie worden omgezet. Waterkrachtturbines worden gebruikt om elektriciteit te produceren voor elektriciteitsbedrijven, voor satellieten en voor kleine gemeenschappen of woonhuizen op afgelegen plaatsen.

Bouw de waterkrachtturbine en onderzoek hoe er stroom mee opgewekt kan worden.

Construeren

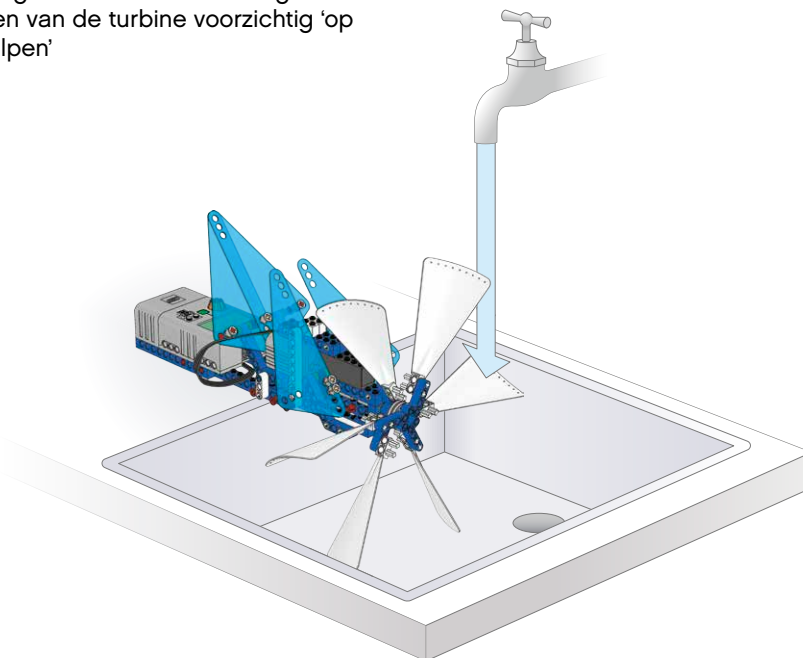
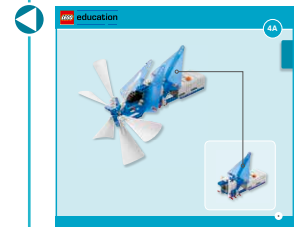
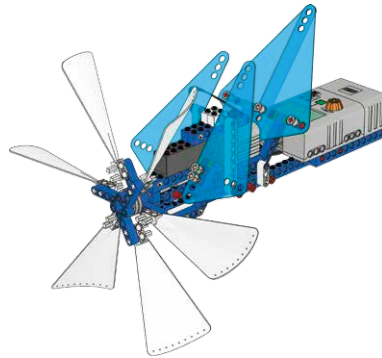
Bouw de waterkrachtturbine

(Bouwinstructies boekje 4A en 4B tot bladzijde 20, stap 30).

- Test de werking van het model. De wrijving kan verminderd worden door de asbusjes wat losser te zetten
- Verbind de contactpunten goed door ze stevig tegen elkaar aan te drukken
- Verzekert je ervan dat de meter nul joules aangeeft vóór je met testen begint

Test instelling

- Plaats de waterkrachtturbine op gepaste afstand van de kraan
- Zorg voor genoeg waterdruk om ten minste 2.0 V als input afleeswaarde op de energiemeter te krijgen
- Om de optimale opstelling te vinden kan naar de energiemeter worden gekeken: de afgelezen waardes geven aan in welke positie de turbine het grootste vermogen levert
- Als het juiste drukk niveau gevonden is, kan dit op het handvat van de kraan worden aangeduid met een merkje van plakband
- Zorg voor theedoeken of keukenrol om de LEGO® elementen mee af te drogen
- De leerlingen kunnen indien nodig de schoepen van de turbine voorzichtig 'op gang helpen'



Waarschuwing!

Zorg ervoor dat de Energy meter en de E-motor zo goed mogelijk beveiligd zijn tegen rondspattend water – ze zijn niet waterdicht! Extra bescherming in de vorm van plastic zakken of huishoudfolie is geen overbodige luxe.

Contempleren

Accumulerend aantal joules

De taak houdt in dat de leerlingen onderzoeken hoeveel joules (J) er na 120 seconden in de waterkrachtturbine zijn geaccumuleerd.

Eerst voorspellen de leerlingen hoeveel joules (J) er, met intervallen van 20 seconden, over een tijdsduur van 120 seconden in de waterkrachtturbine geaccumuleerd zullen worden.

De voorspelling van hoeveel joules (J) er in de waterkrachtturbine zullen worden geaccumuleerd over een tijdsduur van 120 seconden, met intervallen van 20 seconden, wordt daarna grafisch weergegeven in een tabel.

Vervolgens onderzoeken de leerlingen hoeveel joules er in werkelijkheid kunnen worden geaccumuleerd over een tijdsduur van 120 seconden. Laat ze hun resultaten met intervallen van 20 seconden aflezen en noteren en in eenzelfde tabel als hun voorspelling uitzetten.

Voordat er waarden kunnen worden afgelezen, moet de turbine een poosje draaien om op snelheid te komen.

De meetgegevens zullen variëren al naar gelang de beschikbare waterbron: De leerlingen kunnen zien hoe het geaccumuleerde aantal joules in verhouding staat tot de waterdruk en de meetperiode.

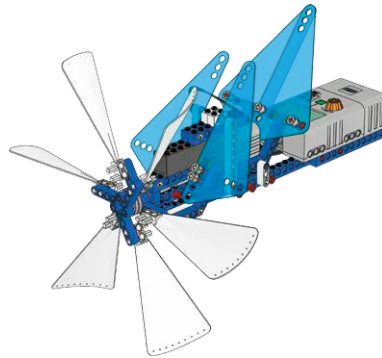
Laat de leerlingen over hun onderzoeken nadenken door vragen te stellen als

- Op welke factoren heb je deze voorspelling gebaseerd?
- Kun je dit resultaat verklaren?
- Kun je een patroon of tendens ontdekken in je resultaten?

Het aantal geaccumuleerde joules is evenredig met de gebruikte waterdruk en meetperiode.

- Hoe zorgde je ervoor dat je resultaten wetenschappelijk correct waren?

Om bruikbaar te zijn, moeten de experimenten meerdere keren herhaald worden, waarbij de leerlingen er goed op moeten letten dat de waterkrachtturbine telkens in dezelfde richting draait (tegen/met de klok), dat het water de schoepen van de turbine op dezelfde plaats raakt en dat de turbine op dezelfde afstand en positie ten opzichte van de waterbron blijft.



Tip

De afgelezen input waarde op de Energy Meter moet meer dan 2.0 V bedragen.



Tip

Reset de Energy Meter vóór elk nieuw onderzoek.

Continueren

Het aantal schoepen veranderen

(Bouwinstructies boekje 4A en 4B tot bladzijde 22, stap 2).

Deze taak houdt in dat de leerlingen onderzoeken hoeveel joules (J) er na 120 seconden in de waterkrachtturbine zijn geaccumuleerd, als de turbine maar drie schoepen heeft.

Eerst voorspellen de leerlingen hoeveel joules (J) er, met intervallen van 20 seconden, over een tijdsduur van 120 seconden in de waterkrachtturbine geaccumuleerd zullen worden.

Laat de leerlingen hierna hun voorspellingen over hoeveel joules (J) er in de waterkrachtturbine zullen worden geaccumuleerd over een tijdsduur van 120 seconden (met intervallen van 20 seconden), weergeven in een grafiek.

Vervolgens onderzoeken de leerlingen hoeveel joules er in werkelijkheid kunnen worden geaccumuleerd over een tijdsduur van 120 seconden. Laat ze hun resultaten met intervallen van 20 seconden aflezen en noteren en in eenzelfde grafiek als hun voorspelling.

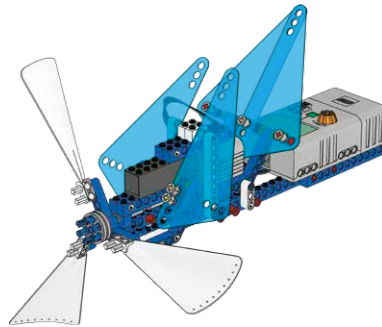
Voordat er waarden kunnen worden afgelezen, moet de turbine een poosje draaien om op snelheid te komen.

De meetgegevens zullen variëren al naar gelang de beschikbare waterbron: De leerlingen kunnen zien hoe het geaccumuleerde aantal joules evenredig is met de waterdruk en de meetperiode. Er is ook te zien hoe er een kleiner aantal joules wordt geaccumuleerd als de waterkrachtturbine met slechts drie schoepen wordt uitgevoerd.

Variabelen identificeren

Laat de leerlingen minstens drie variabelen identificeren en duidelijk beschrijven hoe deze de effectiviteit van de waterkrachtturbine zullen beïnvloeden.

Voorbeelden hiervan zijn: het effect van een verandering in de diameter van de waterkrachtturbine, of in het aantal en/of het oppervlak van de gebruikte schoepen, of in de hoek en de positie van de schoepen ten opzichte van de waterstroom, of in de eigenschappen van de waterstroom zelf.



Wist je dit?

Het vermogen dat door waterkrachtturbines kan worden opgewekt is afhankelijk van drie variabelen: Hoe hoog de watertoevoer zich boven de turbine bevindt (het hoogteverschil of de 'valhoogte'), de stroomsnelheid en de zwaartekracht.

Tip

Vergeet niet de energiemeter vóór ieder nieuw experiment te resetten en de gebruikte waterdruk constant te houden.

Waterkrachtturbine

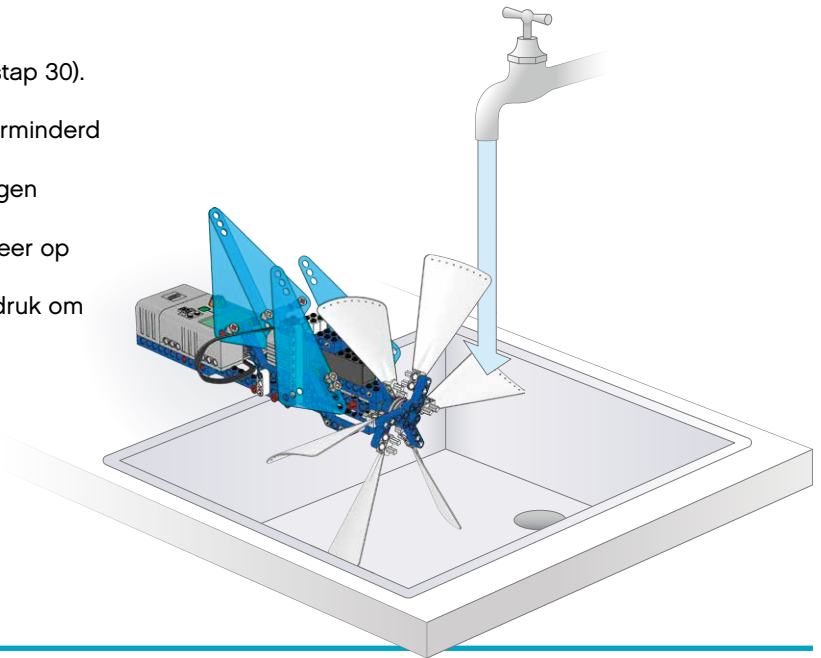
Naam/namen: _____

Datum en onderwerp _____

Bouw de waterkrachtturbine

(Bouwinstructies boekje 4A en 4B tot bladzijde 20, stap 30).

- Test de werking van het model. De wrijving kan verminderd worden door de asbusjes wat losser te zetten
- Verbind de contactpunten goed door ze stevig tegen elkaar aan te drukken
- Zorg ervoor dat de afleeswaarde voor joules (J) weer op nul staat alvorens opnieuw te testen
- Zorg voor een voldoende sterke, constante waterdruk om ten minste 2.0 V als input afleeswaarde op de energiemeter te krijgen
- Als het juiste drukniveau gevonden is, kan dit op het handvat van de kraan worden aangegeven met een merkje van plakband
- Duw indien nodig de schoepen van de turbine voorzichtig op gang

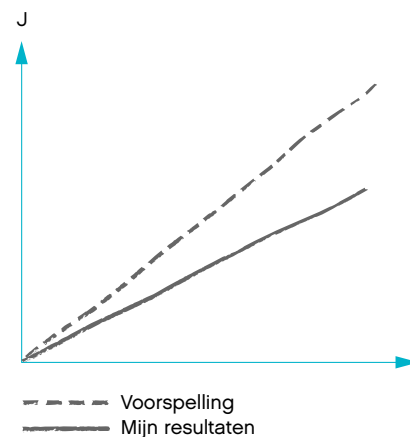


Accumulerend aantal joules

Doe eerst een voorspelling over hoeveel joules (J) er in de waterkrachtturbine zullen worden geaccumuleerd over een tijdsduur van 120 seconden, met intervallen van 20 seconden.

Noteer je voorspelling in een tabel en teken dan een grafiek zoals hiernaast.

Onderzoek vervolgens hoeveel joules er in werkelijkheid worden geaccumuleerd over een tijdsduur van 120 seconden. Lees je resultaten af en noteer ze. Maak een grafiek van je resultaten met behulp van dezelfde tabel als bij je voorspelling. Vergeet niet de Energy Meter vóór elk onderzoek te resetten.



	20 sec.	40 sec.	60 sec.	80 sec.	100 sec.	120 sec.
Mijn voorspelling	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)
Mijn resultaten	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)

Het aantal schoepen veranderen

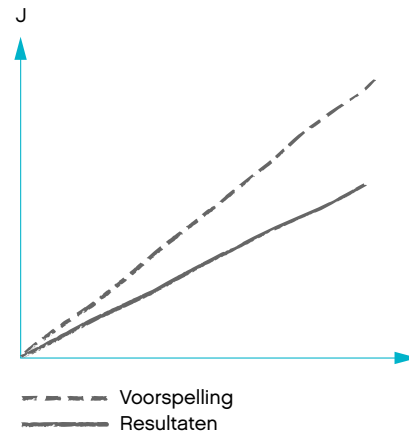
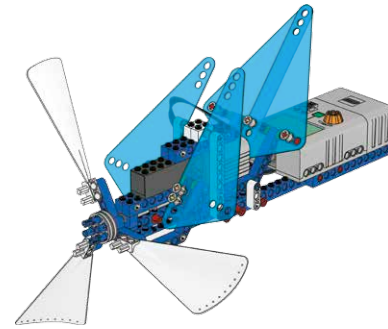
(Bouwinstructies boekje 4A en 4B tot bladzijde 22, stap 2).

Verander het aantal schoepen van de waterkrachtturbine door drie schoepen te verwijderen en volg daarna de eerder beschreven procedure. Gebruik dezelfde waterdruk als bij de eerdere experimenten.

Doe eerst een voorspelling over hoeveel joules (J) er in de waterkrachtturbine zullen worden geaccumuleerd over een tijdsduur van 120 seconden, met intervallen van 20 seconden.

Noteer je voorspelling in een tabel zoals hieronder. Teken dan een grafiek zoals hiernaast afgebeeld.

Onderzoek vervolgens hoeveel joules er in werkelijkheid worden geaccumuleerd over een tijdsduur van 120 seconden. Verwerk je resultaten op dezelfde manier als je voorspelling. Vergeet niet de Energy Meter vóór elk onderzoek te resetten.



	20 sec.	40 sec.	60 sec.	80 sec.	100 sec.	120 sec.
Mijn voorspelling	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)
Mijn resultaten	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)

Variabelen identificeren

Identificeer en noteer ten minste drie variabelen en beschrijf duidelijk hoe deze invloed zullen hebben op de effectiviteit van de waterkrachtturbine.



Zonnewagen

Wetenschap

- Energie omzetting
- Energie overbrenging
- Krachten en beweging
- Wetenschappelijk onderzoek

Design en technologie

- Verbeteringen door technisch design
- Onderdelen aan elkaar monteren
- Evalueren
- Mechanismen gebruiken – tandwielen, wielen en assen

Bouwtechniek

- Technisch ontwerpen
- Energie identificeren
- Variabelen onderzoeken en evalueren

Wiskunde/algebra

- Snelheid berekenen
- Afstanden meten
- Metingen aflezen
- Timing

Begrippenlijst

- Nuttig effect
- LEGO® zonnepaneel
- Snelheid

Andere benodigde materialen

- Een glad werkoppervlak om over te rijden, minstens 150 cm lang
- Een 60W gloeilamp, sterke halogeen lichtbronnen of andere lichtbronnen die een IR spectrum > 800 nm afgeven
- Lampen met paraboolvormige reflectoren
- Schilderstape en viltstift om start- en stopstrepen te maken
- Liniaal, rolmaat of meetlint
- Tijdmeter of stopwatch

Combineren



Zonnewagens maken gebruik van zonnepanelen waarmee zonne-energie in elektrische energie wordt omgezet. In de wagen zit een motor die de gevormde elektrische energie in mechanische energie omzet, om de wagen aan te drijven.

Bouw het model van de zonnewagen en onderzoek hoe snel hij kan rijden met verschillende overbrengingen en wieldiameters.

Construeren

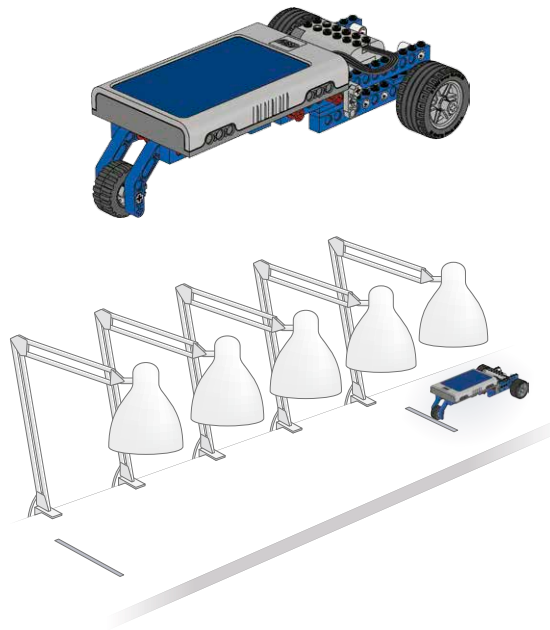
Bouw de zonnewagen

(Bouwinstructies boekje 5A en 5B tot bladzijde 38, stap 24).

- Test de werking van het model. De wrijving kan verminderd worden door de asbusjes wat losser te zetten
- Verbind de contactpunten goed door ze stevig tegen elkaar aan te drukken

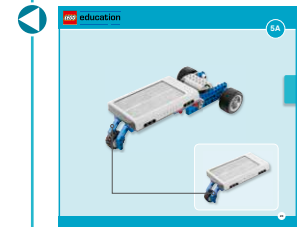
Test instelling

- Plaats het LEGO® zonnepaneel op een gunstige afstand van de lichtbron
- Een 60W gloeilamp, sterke halogeen lichtbronnen of andere lichtbronnen die een IR spectrum $> 800 \text{ nm}$ afgeven
- Plaats het zonnepaneel midden onder de lichtbron. Optimaal is als de lamp het LEGO zonnepaneel geheel kan bestrijken en de lamp een paraboolvormige reflector heeft
- Om de verlichte testbaan te maken plaatsen de leerlingen meerdere identieke lichtbronnen (met dezelfde hoogte) langs een testbaan met een lengte van 100 cm
- Om de leerlingen te helpen bij het meten van de afstand tussen de peer in de lamp en het zonnepaneel, kan er een streep op de buitenkant van de lamp worden gezet die het midden van de gloeilamp aangeeft
- Teken op een glad en vlak oppervlak een start- en een finishlijn op een onderlinge afstand van 100 cm
- De leerlingen kunnen indien nodig de zonnewagen voorzichtig 'op gang duwen'



Waarschuwing!

Hitte kan het zonnepaneel beschadigen. Zorg er voor dat er altijd een afstand van minstens 8 cm tussen het zonnepaneel en de lichtbron zit. Laat de leerlingen de gloeilampen altijd uiterst voorzichtig behandelen!



Contempleren

Afgelegde afstand bij verschillende overbrengingen

Voor deze taak onderzoeken de leerlingen hoe snel de zonnewagen over de baan beweegt met verschillende overbrengingen en met twee grote achterwielen.

Eerst worden voorspellingen gedaan over de snelheid waarmee de zonnewagen over de baan zal rijden met een overbrengingsverhouding 5:1.

Daarna wordt onderzocht hoe snel de wagen werkelijk beweegt bij een overbrengingsverhouding 5:1. De snelheid wordt berekend en de resultaten worden geregistreerd. Gebruik de volgende formule, waarbij de snelheid in meters per seconde wordt uitgedrukt:

$$\text{Snelheid} = \frac{\text{Afgelegde afstand}}{\text{Benodigde tijd}}$$

Meetresultaten kunnen variëren afhankelijk van de gebruikte lichtbron en de optredende wrijving.

Bouw de zonnewagen vervolgens om en herhaal de procedure voor de 'nieuwe' zonnewagen met een overbrengingsverhouding 3:1.
(Bouwinstructies boekje 5A en 5B tot bladzijde 42, stap 4).

De resultaten zijn verschillend, en er zal blijken dat de wagen met overbrengingsverhouding 3:1 sneller rijdt.

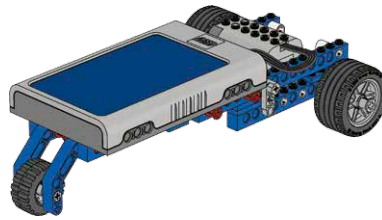
Laat de leerlingen over hun onderzoeken nadenken door vragen te stellen als

- Op welke factoren heb je deze voorspelling gebaseerd?
- Kun je dit resultaat verklaren?
- Kun je een patroon of tendens ontdekken in je resultaten?

De wagen met 3:1 overbrenging rijdt sneller door de gunstiger overbrengingsverhouding.

- Hoe zorgde je ervoor dat je resultaten wetenschappelijk correct waren?

Laat de leerlingen hun experimenten meerdere keren herhalen om er zeker van te zijn dat hun resultaten kloppen en dat het zonnepaneel voortdurend dezelfde hoek en dezelfde afstand ten opzichte van de lichtbron heeft.



Wist je dit?

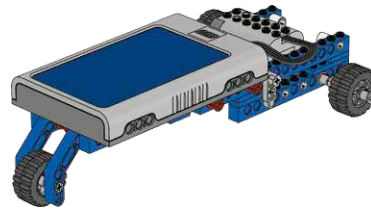
De overbrengingsverhouding wordt berekend door het aantal tanden op de tandwielen met elkaar te vergelijken.

Continueren

Met kleinere wielen rijden

(Bouwinstructies boekje 5A en 5B tot bladzijde 44, stap 6).

Deze opdracht houdt in dat de leerlingen onderzoeken hoe snel de zonnewagen over de baan beweegt met een overbrengingsverhouding 3:1 en kleine achterwielen.



Eerst worden voorspellingen gedaan over de snelheid waarmee de zonnewagen over de baan zal rijden met een overbrengingsverhouding 3:1 en drie identieke, kleine wielen.

Daarna wordt onderzocht hoe snel de wagen werkelijk rijdt bij een overbrengingsverhouding 3:1 en drie identieke, kleine wielen. De snelheid wordt berekend en de resultaten worden genoteerd.

Meetresultaten kunnen variëren afhankelijk van de gebruikte lichtbron en de optredende wrijving.

In de volgende stap worden de resultaten zorgvuldig bestudeerd en vergeleken met de resultaten die gevonden werden bij het eerdere experiment, waarbij de zonnewagen ook een overbrengingsverhouding 3:1 had, maar grotere achterwielen.

De meetresultaten zullen verschillen: door de grotere omtrek van de wielen rijdt de zonnewagen met de grote wielen het snelst, ook al is de rotatiesnelheid van de assen hetzelfde.

Variabelen identificeren

Laat de leerlingen minstens drie variabelen identificeren en duidelijk beschrijven hoe deze de effectiviteit van de zonnewagen zullen beïnvloeden.

Voorbeelden van dergelijke factoren zijn: veranderingen in de hoeveelheid licht die op het zonnepaneel valt, wrijving, wieldiameter, balans en het gewicht van de zonnewagen zelf.

Optioneel:

Onderzoek onder welke omstandigheden de zonnewagen optimaal kan werken.

Wist je dit?

De omtrek van het kleine wiel is 9,6 cm



De omtrek van het grote wiel is 13,6 cm



Zonnewagen

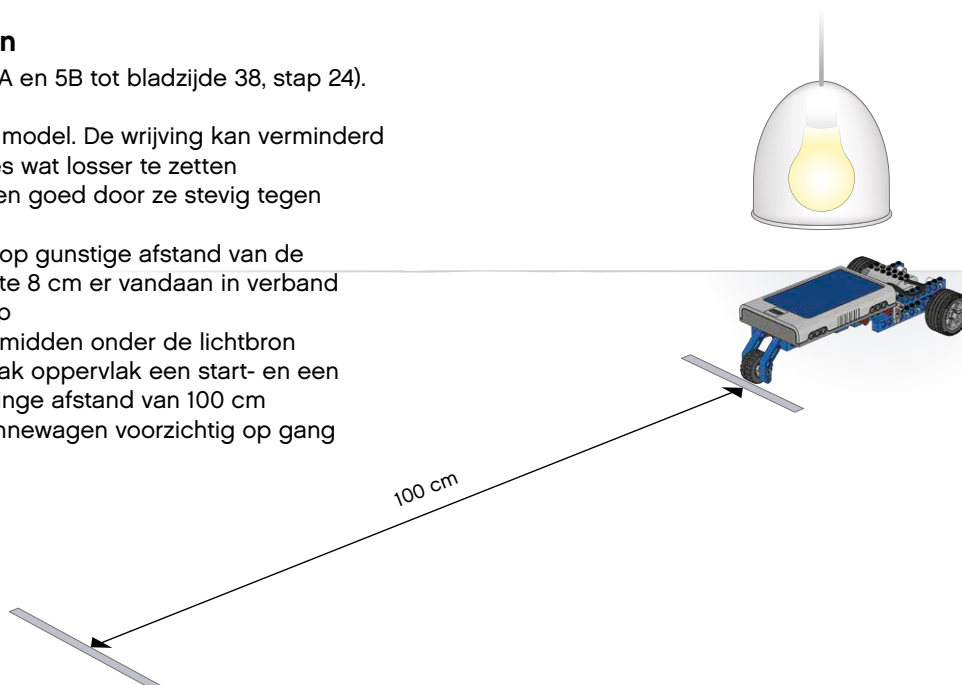
Naam/namen: _____

Datum en onderwerp _____

Bouw de zonnewagen

(Bouwinstructies boekje 5A en 5B tot bladzijde 38, stap 24).

- Test de werking van het model. De wrijving kan verminderd worden door de asbusjes wat losser te zetten
- Verbind de contactpunten goed door ze stevig tegen elkaar aan te drukken
- Plaats het zonnepaneel op gunstige afstand van de lichtbron, maar ten minste 8 cm er vandaan in verband met de hitte van de lamp
- Plaats het zonnepaneel midden onder de lichtbron
- Teken op een glad en vlak oppervlak een start- en een finishlijn met een onderlinge afstand van 100 cm
- Duw indien nodig de zonnewagen voorzichtig op gang



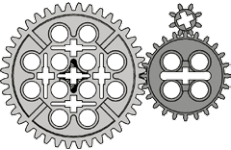
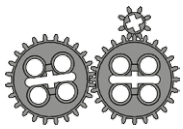
Afgelegde afstand bij verschillende overbrengingen

Voorspel eerst de snelheid waarmee de zonnewagen over de baan zal rijden bij een overbrengingsverhouding 5:1.

Onderzoek vervolgens met welke snelheid de zonnewagen werkelijk over de testbaan rijdt met overbrengingsverhouding 5:1, waarbij de snelheid wordt gemeten in meter per seconde (m/s), volgens deze formule:

$$\text{Snelheid} = \frac{\text{Afgelegde afstand}}{\text{Benodigde tijd}}$$

Bouw de zonnewagen vervolgens om en herhaal de procedure voor de 'nieuwe' zonnewagen met een overbrengingsverhouding 3:1.
(Bouwinstructies boekje 5A en 5B tot bladzijde 42, stap 4).

		
Mijn voorspelling	sec.	sec.
Mijn resultaten	sec.	sec.
Mijn berekeningen	(m/s)	(m/s)

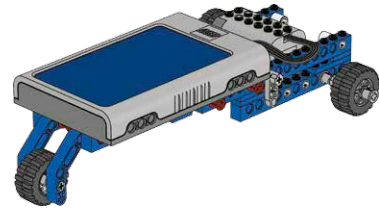
Met kleinere wielen rijden

(Bouwinstructies boekje 5A en 5B tot bladzijde 44, stap 6).

Doe eerst een voorspelling over de snelheid waarmee de zonnewagen over de baan zal rijden met een overbrengingsverhouding 3:1 en drie identieke, kleine wielen.

Test en bereken daarna de werkelijke snelheid van de omgebouwde zonnewagen.

Vergelijk vervolgens de uitkomsten met de resultaten die gevonden werden bij het eerdere experiment, waarbij de zonnewagen ook een overbrengingsverhouding 3:1 had, maar grotere achterwielen. Verzamel de gevonden resultaten hieronder.



		
Mijn voorspelling	sec.	sec.
Mijn resultaten	sec.	sec.
Mijn berekeningen	(m/s)	(m/s)

Neem zorgvuldig waar en analyseer de gevonden resultaten. Formuleer een conclusie en schrijf deze op.

Variabelen identificeren

Identificeer en noteer minstens drie variabelen en beschrijf duidelijk hoe deze invloed zullen hebben op de effectiviteit van de zonnewagen.



Boottakel

Wetenschap

- Energieverbruik
- Nuttig effect van de energie
- Energie overbrenging
- Wetenschappelijk onderzoek

Design en technologie

- Verbeteringen door technisch design
- Onderdelen aan elkaar monteren
- Evalueren
- Mechanismen gebruiken – katrollen

Bouwtechniek

- Technisch ontwerpen
- Energie identificeren
- Variabelen onderzoeken en evalueren

Wiskunde/algebra

- Nuttig effect berekenen
- Metingen berekenen
- Afstanden meten
- Metingen aflezen

Begrippenlijst

- Afstand
- Nuttig effect
- Wrijving
- Joules
- Last of belasting
- Massa
- Arbeid

Andere benodigde materialen

- Linaal, rolmaat of meetlint

Combineren



Door de katrollen van de boottakel kunnen zware lasten zonder veel moeite omhoog en omlaag gehesen worden, door gebruik te maken van de mechanische eigenschappen van katrolwielen. Het vermogen kan effectiever worden gebruikt door de opbouw van het katrolsysteem te wijzigen.

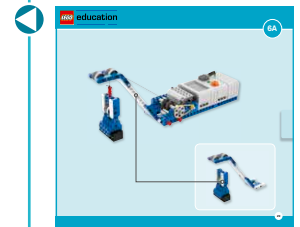
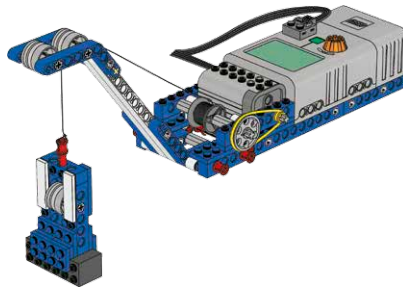
Bouw de boottakel en onderzoek welke invloed katrollen kunnen uitoefenen op de vermogen die nodig is om een zware last op te tillen.

Construeren

Bouw de boottakel

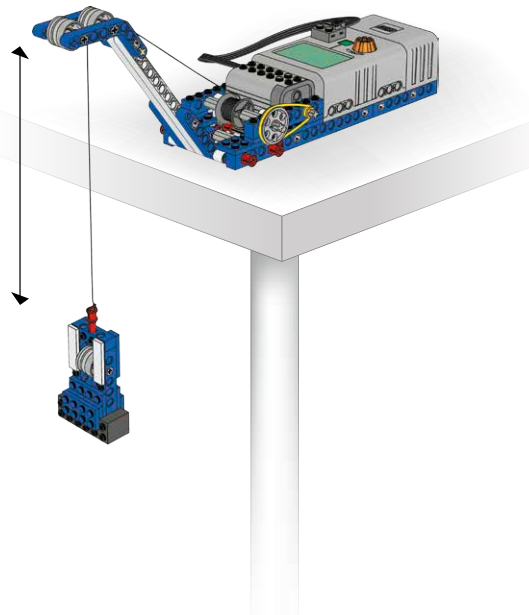
(Bouwinstructies boekje 6A en 6B tot bladzijde 63, stap 26).

- Test de werking van het model. De wrijving kan verminderd worden door de asbusjes wat losser te zetten
- Verbind de contactpunten goed door ze stevig tegen elkaar aan te drukken

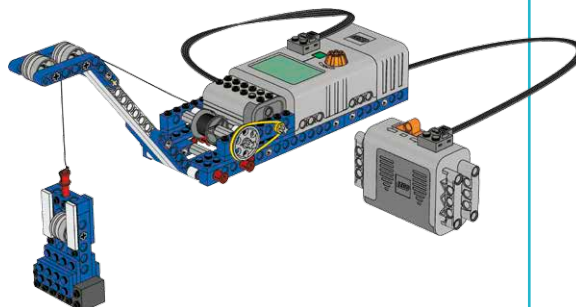


Test instelling

- Zet de boottakel op een tafel en laat de last los over de rand hangen
- Hang de last minstens 30 cm. onder de top van de takel.



- Breng een kracht van ten minste 50 joules (J) over op de boottakel



Contempleren

Ophijsen van de last

De opdracht voor de leerlingen is, te onderzoeken welke invloed katrollen kunnen uitoefenen op de energie(J) die nodig is om een gegeven last op te tillen.

Allereerst worden voorspellingen gedaan over het vermogen dat nodig is om de last verticaal te verplaatsen over een gegeven afstand.

Daarna wordt onderzocht hoeveel vermogen in werkelijkheid nodig is om de last verticaal te verplaatsen over een gegeven afstand met een vaste katrol. De resultaten worden afgelezen en geregistreerd.

Bouw vervolgens de katrol met de last om en laat de leerlingen de procedure herhalen, maar nu met twee vaste katrolwielen en één beweegbaar katrolwiel.
(Bouwinstructies boekje 6A en 6B tot bladzijde 64, stap 1).

De benodigde energie voor hijsen zonder last wordt afgeleid uit eerder onderzoek.

De uitkomsten zullen verschillen.

De leerlingen zullen zien dat twee vaste en een losse katrol minder energie verbruiken.

Dit systeem heeft een "ideaal mechanisch voordeel" van drie.

Het kan een last tillen met een derde van de energie onder ideale omstandigheden. In werkelijkheid gaat een deel op aan wrijving.

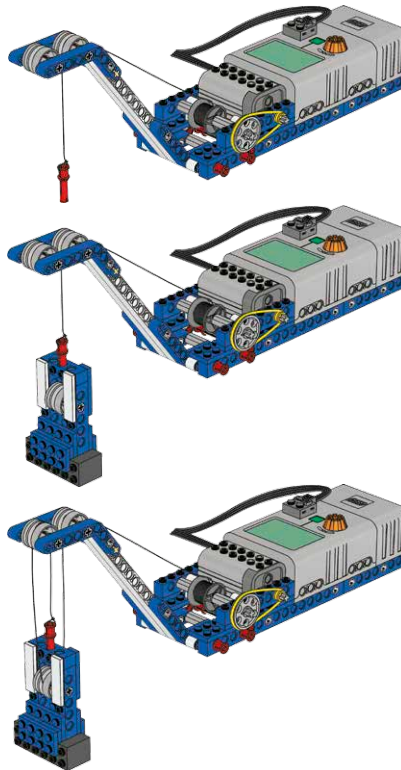
Laat de leerlingen over hun onderzoeken nadenken door vragen te stellen als

- Op welke factoren heb je deze voorspelling gebaseerd?
- Kun je dit resultaat verklaren?
- Kun je een patroon of tendens ontdekken in je resultaten?

Tot op zekere hoogte geldt, dat hoe meer katrolwielen er gebruikt worden, hoe minder vermogen er nodig is om de last omhoog te hijsen. Maar bij gebruik van meer katrolwielen duurt het ophijzen ook merkbaar langer.

- Hoe zorgde je ervoor dat je resultaten wetenschappelijk correct waren?

De experimenten moeten meerdere keren worden herhaald om zeker te kunnen zijn van de meetresultaten en de boottakel mag niet worden veranderd op een manier die de effectiviteit ervan kan beïnvloeden (zoals bv. een stroef lopende as losser zetten).



Wist je dit?

Een LEGO® gewichtsteen weegt ongeveer 53 g.



Continueren

Onderzoeken van nuttig effect

Voor dit onderdeel onderzoeken de leerlingen het nuttig effect van de boottakel (in procenten), door de hoeveelheid arbeid te berekenen die in een ideale situatie nodig zou zijn om de last 60 cm loodrecht omhoog te hijsen, en vervolgens te meten welke arbeid er in werkelijkheid nodig is.

Eerst wordt de 'ideale' hoeveelheid arbeid berekend met behulp van de volgende formule:

$$\text{Arbeid (J)} = \text{Kracht (N)} \times \text{Afstand (m)}$$

Daarna wordt onderzocht welke hoeveelheid arbeid er in werkelijkheid nodig is, door het energieverbruik in joules (J) af te lezen op het display van de Energy meter. De resultaten worden afgelezen en geregistreerd.

Laat de leerlingen tenslotte het nuttig effect van de takel (in procenten) berekenen met behulp van de volgende formule:

$$\text{Nuttig effect} = \frac{\text{Geleverde arbeid}}{\text{Gebruikte energie}} \times 100$$

De last weegt bij benadering 0.068 kg, wat overeenkomt met een kracht van circa 0,67 N. De hoeveelheid arbeid die door de boottakel 'ideaal' zou moeten worden verricht om de last omhoog te tillen is dan:

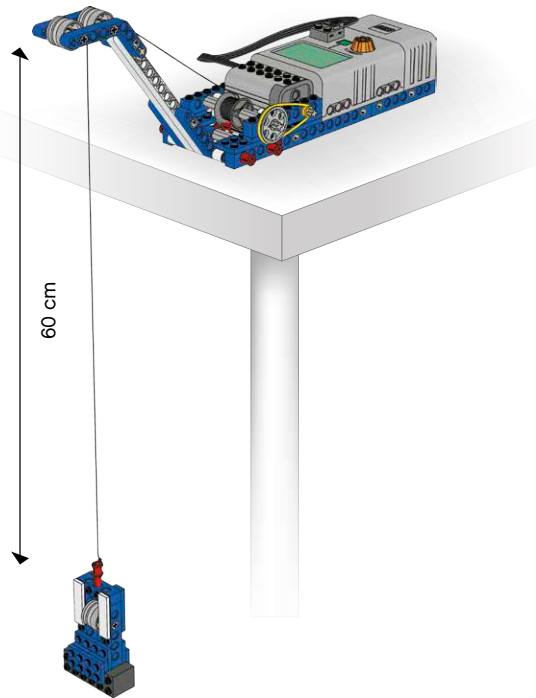
$$\begin{aligned} \text{Arbeid} &= 0.67 \text{ N} \times 0.6 \text{ m} \\ \text{Arbeid} &= 0.402 \text{ J} \end{aligned}$$

Om te kunnen onderzoeken hoeveel arbeid er in werkelijkheid door de boottakel wordt verricht, is het van groot belang de hoeveelheden joules nauwkeurig af te lezen. De gevonden waardes zullen verschillen maar in de regel blijkt dat de boottakel ongeveer 2 J moet leveren om de last 60 cm omhoog te tillen, hetgeen overeenkomt met een nuttig effect van ca. 20%.

$$\text{Nuttig effect} = \frac{0.402 \text{ J}}{2 \text{ J}} \times 100$$

$$\text{Nuttig effect} = 20.1\%$$

Dit betekent met andere woorden, dat ongeveer 80% van alle arbeid die door de boottakel wordt verricht, verloren gaat aan wrijving, warmte en andere variabelen.



Tip

Bereken de kracht met de volgende formule:
 $F = m \times g$
 F is de kracht, m is de massa in kilogram, en g is de valversnelling die 9.8 m/s² bedraagt. We kunnen ook een Newton meter gebruiken.

Variabelen identificeren

Laat de leerlingen minstens drie variabelen identificeren en duidelijk beschrijven hoe deze de effectiviteit van de boottakel zullen beïnvloeden.

Voorbeelden hiervan zijn: veranderingen in het katrolsysteem, de katrolwielen zelf en wrijving.

Boottakel

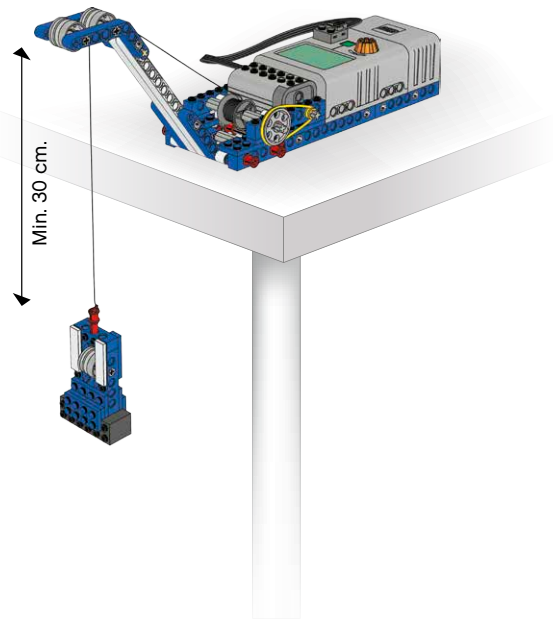
Naam/namen: _____

Datum en onderwerp _____

Bouw de boottakel

(Bouwinstructies boekje 6A en 6B tot bladzijde 63, stap 26).

- Test de werking van het model. De wrijving kan verminderd worden door de asbusjes wat losser te zetten
- Verbind de contactpunten goed door ze stevig tegen elkaar aan te drukken
- Hang de last minstens 30 cm. onder de top van de takel.
- Belast de boottakel met ten minste 50 joules (J)



Ophijsen van de last

(Bouwinstructies boekje 6A en 6B tot bladzijde 64, stap 1).

Probeer allereerst een voorspelling te doen over het vermogen dat op de op de boottakel moet worden uitgeoefend om de last verticaal te verplaatsen over een gegeven afstand.

Noteer de gegevens. Voorspel en onderzoek hoeveel vermogen de boottakel gebruikt om de last op te hysen met een vaste katrol. Lees je resultaten af en noteer ze.

Bouw nu de boottakel om en voorspel de hoeveelheid kracht die nodig is om de last te tillen met de 'nieuwe' boottakel, die nu uit twee vaste katrolwielen en één bewegend wiel bestaat. Het vermogen dat de boottakel zonder last gebruikt moet afgeleid worden uit de eerdere resultaten.

Mijn voorspelling	(W)	(W)	(W)
Mijn resultaten	(W)	(W)	(W)

Onderzoeken van nuttig effect

Onderzoek het nuttig effect van de boottakel (in procenten), door de hoeveelheid arbeid te berekenen die ideaal nodig zou zijn om de last 60 cm loodrecht op te hijsen, en vervolgens te meten hoeveel arbeid er in werkelijkheid nodig is.

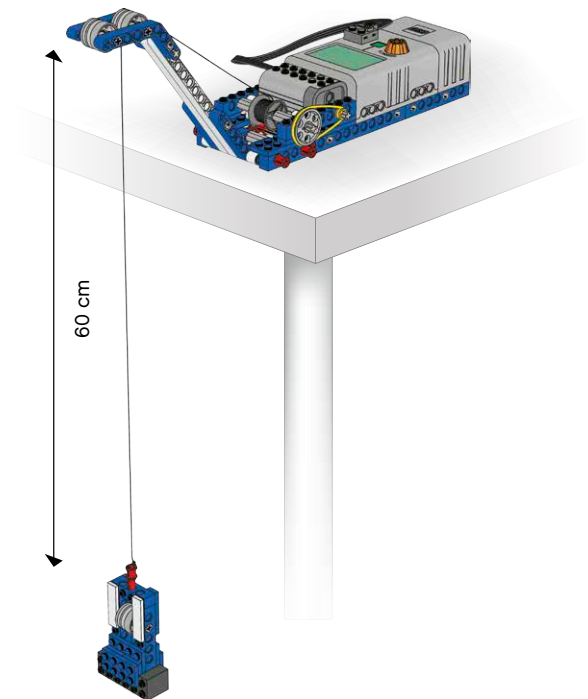
Bereken eerst de 'ideale' hoeveelheid arbeid met behulp van de volgende formule:

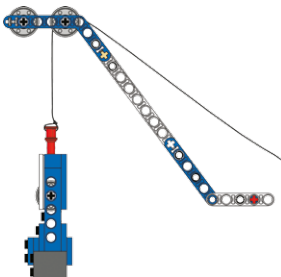
$$\text{Arbeid (J)} = \text{Kracht (N)} \times \text{Afstand (m)}$$

Onderzoek daarna welke hoeveelheid arbeid er in werkelijkheid nodig is, door het energieverbruik in joules (J) af te lezen op het display van de energiemeter. Noteer je meetresultaten.

Bereken vervolgens het nuttig effect van de takel (in procenten) met behulp van de volgende formule:

$$\text{Nuttig effect} = \frac{\text{Geleverde arbeid}}{\text{Gebruikte energie}} \times 100$$



	
'Ideaal' benodigde hoeveelheid arbeid (J)	(J)
Feitelijk benodigde hoeveelheid arbeid (J)	(J)
Nuttig effect van de boottakel in procenten	(%)

Variabelen identificeren

Identificeer en noteer minstens drie variabelen en beschrijf duidelijk hoe deze invloed zullen hebben op het nuttig effect (de effectiviteit) van de boottakel.

Grasmaaier



Zonne-energie kan op allerlei manieren worden opgevangen en gebruikt. Met zonnepanelen wordt de energie van het zonlicht omgezet in elektrische energie, waarmee apparaten kunnen worden aangedreven.

De grasvelden om de school heen moeten tijdens het voorjaar en de zomer regelmatig worden gemaaid.

Jullie opdracht is, om een prototype te ontwerpen en te bouwen van een grasmaaier die op zonne-energie werkt. Zorg ervoor dat hij wendbaar is en veilig in het gebruik.

Grasmaaier

Doelen

Toepassen van kennis over:

- De toepassing van de principes van objectief testen en productbetrouwbaarheid.
- Communiceren en in teams werken
- Ontwerpen van prototypes van oplossingen en/of producten
- Technisch ontwerpen
- Duurzame energiebronnen

Andere benodigde materialen (optioneel)

- Materialen om vormgeving, ontwerp en functionaliteit van het model te versterken

Motivatatie

- Om het ontwerpproces op gang te helpen kunnen de leerlingen de illustraties op het werkblad bestuderen en de bijbehorende teksten lezen
- Laat de leerlingen eventueel op het Internet meer informatie zoeken over vormgeving, bouw en functie van verschillende soorten grasmaaiers en door zonne-energie aangedreven voertuigen
- Bespreek de verschillende beperkingen en functies waarmee rekening moet worden gehouden

Tijdens het ontwerpproces kunnen de leerlingen worden aangemoedigd om hun eigen vaardigheden, kennis en begrip te gebruiken, door vragen te stellen als

- Hoe moet de grasmaaier werken?
- Welke verschillende soorten elementen heb je nodig?
- Hoe kun je er voor zorgen dat de maaier gemakkelijk in het gebruik is?
- Welk soort mechanisme moet voor de aandrijving gaan zorgen?
- Hoe kun je zorgen dat de machine veilig is?
- Hoe kun je zorgen dat de grasmaaier betrouwbaar is?

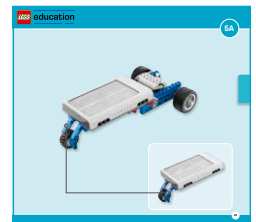
Als het model klaar is kunnen de leerlingen worden aangemoedigd om na te denken over zowel het eindresultaat als de processen die ertoe geleid hebben, door

- Tests uit te voeren om vast te stellen hoe goed de grasmaaier werkt
 - Bewegen de messen van de grasmaaier op een effectieve manier? *Om te testen of de messen van de grasmaaier effectief bewegen en gras kunnen 'maaien', worden er snippers papier op tafel gelegd en wordt gekeken of de maaier ze kan verplaatsen.*
 - Hoe goed werkt de grasmaaier op zonnige dagen? En op bewolkte dagen?
 - Hoe gemakkelijk is hij in het gebruik?
 - Hoe veilig is de maaier?
 - Hoe betrouwbaar is de maaier?
 - Wat zijn de eventuele nadelen van dit model?
- Hun ontwerp te documenteren door het te tekenen of (digitaal) te fotograferen
- Aantekeningen te maken om te beschrijven hoe het model werkt en hoe het eventueel verbeterd zou kunnen worden
- Een korte beschrijving te geven van wat er goed ging tijdens het ontwerpproces, en waar het beter had gekund

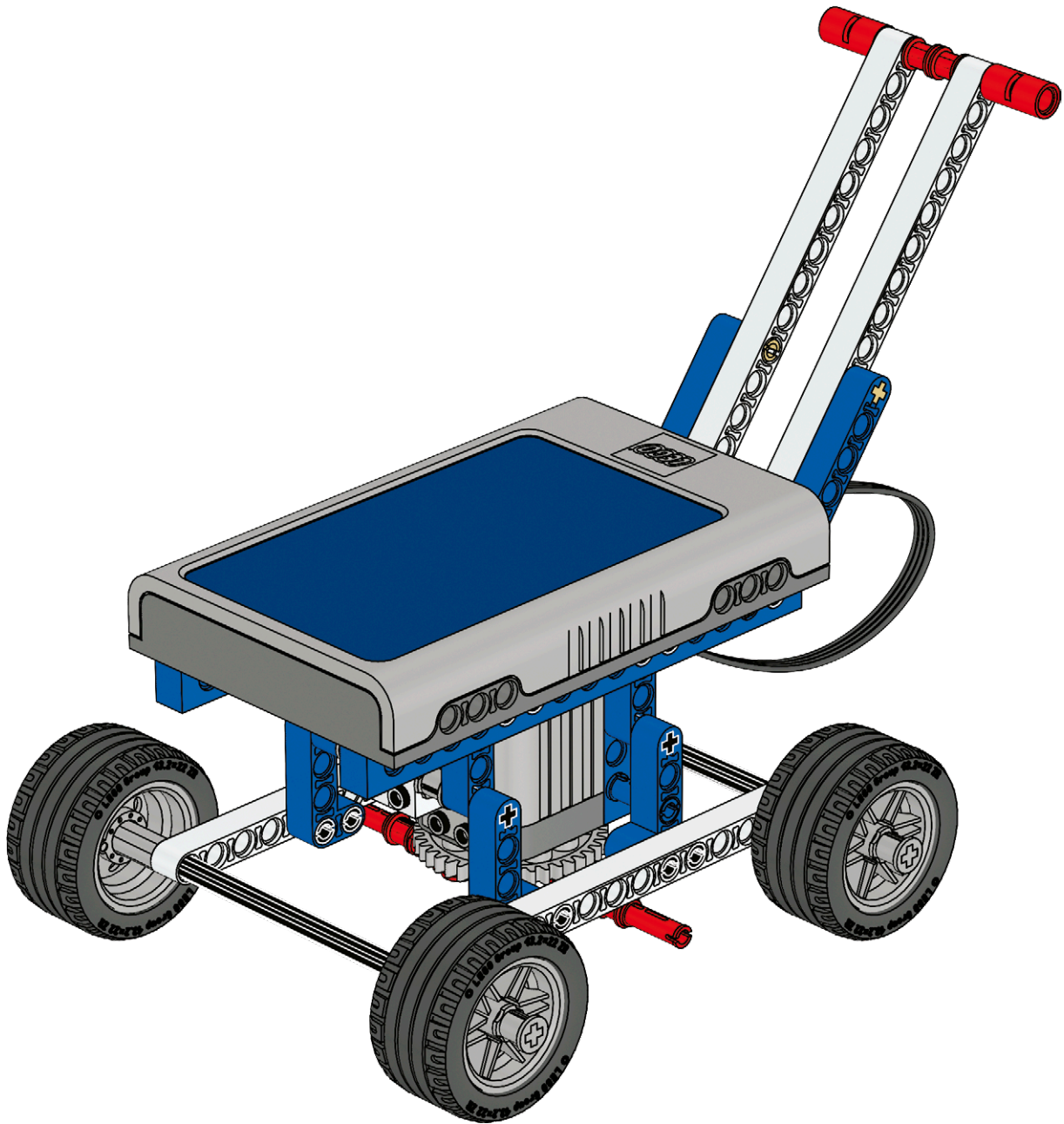
Hulp nodig?
Kijk dan naar:



Veegmachine



Zonnewagen



Suggestie voor prototype

Bewegend signaalbord



Zonne-energie kan op allerlei manieren worden opgevangen en gebruikt. Met zonnepanelen wordt de energie van het zonlicht omgevormd tot elektrische energie, waarmee apparaten kunnen worden aangedreven.

Een marktkoopman in je buurt wil een bewegend reclamebord op zijn kraam hebben. De kraam is alleen open in de zomer en dan moet de aandacht van voorbijgangers getrokken worden.

Jullie opdracht is, om een prototype te ontwerpen en te bouwen van een signaalbord dat op zonne-energie werkt. Maak het bord zo opvallend mogelijk.

Bewegend signaalbord

Doelen

Toepassen van kennis over

- De principes van objectief testen en productbetrouwbaarheid
- Communiceren en in teams werken
- Ontwerpen van prototypes van oplossingen en/of producten
- Technisch ontwerpen
- Duurzame energiebronnen

Andere benodigde materialen (optioneel)

- Materialen om vormgeving, ontwerp en functionaliteit van het model te versterken

Motivatie

- Om het ontwerpproces op gang te helpen kunnen de leerlingen de illustraties op het werkblad bestuderen en de bijbehorende teksten lezen
- Laat de leerlingen eventueel op het Internet meer informatie zoeken over vormgeving, bouw en functie van verschillende soorten reclameborden
- Bespreek de verschillende beperkingen en functies waarmee rekening moet worden gehouden

Tijdens het ontwerpproces kunnen de leerlingen worden aangemoedigd om hun eigen vaardigheden, kennis en begrip te gebruiken, door vragen te stellen als

- Hoe moet het signaalbord werken?
- Welke verschillende soorten elementen heb je nodig?
- Hoe kun je er voor zorgen dat het bord makkelijk in het gebruik is?
- Welk soort mechanisme moet voor de aandrijving gaan zorgen?
- Hoe kun je er voor zorgen dat het bord betrouwbaar is?
- Hoe kan het bord duidelijk maken wat er verkocht wordt?
- Hoe kun je er voor zorgen dat het bord flink de aandacht trekt?

Als het model klaar is kunnen de leerlingen worden aangemoedigd om na te denken over zowel het eindresultaat als de processen die ertoe geleid hebben, door

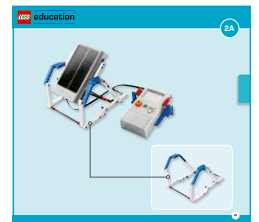
- Tests uit te voeren om vast te stellen hoe goed het signaalbord werkt
 - Trekt het bord de aandacht? *Om te testen of het bewegende bord in voldoende mate de aandacht van anderen kan trekken, zetten we het buiten de klas neer en kijken hoe er op gereageerd wordt*
 - Hoe goed werkt het signaalbord op zonnige dagen? En op bewolkte dagen?
 - Hoe gemakkelijk is het in het gebruik?
 - Hoe betrouwbaar is het?
 - Wat zijn de eventuele nadelen van dit model?
- Hun ontwerp te documenteren door het te tekenen of (digitaal) te fotograferen
- Aantekeningen te maken om te beschrijven hoe het model werkt en hoe het eventueel verbeterd zou kunnen worden
- Een korte beschrijving te geven van wat er goed ging tijdens het ontwerpproces, en waar het beter had gekund

Hulp nodig?

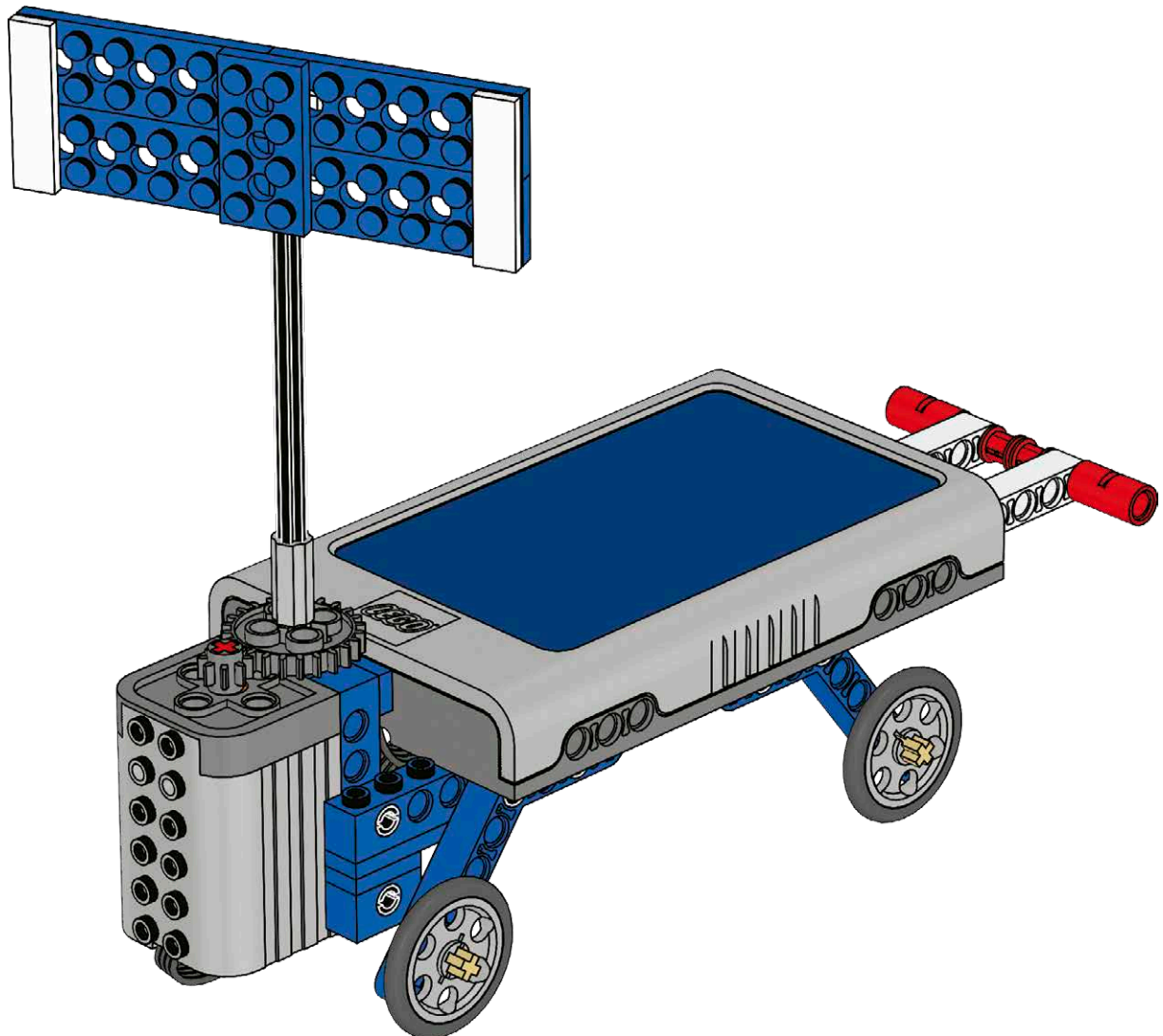
Kijk dan naar:



Dogbot



Zonnestation



Suggestie voor prototype

Ventilator met motor



Duurzame energie kan op allerlei manieren worden opgevangen en gebruikt. Met duurzame energie kunnen allerlei mechanismen worden aangedreven.

In de aula van de school komen alle leerlingen en leraren een paar keer per jaar bij elkaar. Waar zo veel mensen tegelijk aanwezig zijn, kan het heel warm en benauwd worden. Dan is er een goede ventilator nodig.

Jullie opdracht is, om een prototype te ontwerpen en te bouwen van een ventilator die op duurzame energie kan werken. Zorg ervoor dat hij flink veel lucht verplaatst en veilig is in het gebruik.

Ventilator met motor

Doelen

Toepassen van kennis over

- De principes van objectief testen en productbetrouwbaarheid
- Communiceren en in teams werken
- Ontwerpen van prototypes van oplossingen en/of producten
- Technisch ontwerpen
- Duurzame energiebronnen

Andere benodigde materialen (optioneel)

- Materialen om vormgeving, ontwerp en functionaliteit van het model te versterken

Motivatie

- Om het ontwerpproces op gang te helpen kunnen de leerlingen de illustraties in het werkformulier bestuderen en de bijbehorende teksten lezen
- Laat de leerlingen eventueel op het Internet meer informatie zoeken over vormgeving, bouw en functie van verschillende soorten ventilatoren en andere roterende mechanismen
- Bespreek de verschillende beperkingen en functies waarmee rekening moet worden gehouden

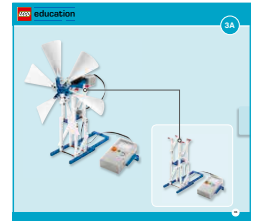
Tijdens het ontwerpproces kunnen de leerlingen worden aangemoedigd om hun eigen vaardigheden, kennis en begrip te gebruiken, door vragen te stellen als

- Welke duurzame energiebron zou het meest geschikt zijn voor dit project?
- Hoe moet de ventilator werken?
- Welke verschillende soorten elementen heb je nodig?
- Hoe kun je er voor zorgen dat hij gemakkelijk in het gebruik is?
- Welk soort mechanisme moet voor de aandrijving gaan zorgen?
- Hoe kun je er voor zorgen dat de ventilator veilig is?
- Hoe kun je er voor zorgen dat hij betrouwbaar is?

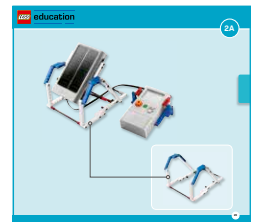
Als het model klaar is kunnen de leerlingen worden aangemoedigd om na te denken over zowel het eindresultaat als de processen die ertoe geleid hebben, door

- Tests uit te voeren om vast te stellen hoe goed de ventilator werkt:
 - Welke duurzame energiebron vond je het meest geschikt voor dit project en waarom?
 - Hoe gemakkelijk is de ventilator in het gebruik?
 - Hoe veilig is hij?
 - Hoe betrouwbaar is hij? *Om te testen of de ventilator de lucht goed verplaatst, worden er snippers papier op tafel gelegd en wordt gekeken of de ventilator ze weg kan blazen.*
 - Wat zijn de eventuele nadelen van het ontwerp?
- Hun ontwerp te documenteren door het te tekenen of (digitaal) te fotograferen
- Aantekeningen te maken om te beschrijven hoe het model werkt en hoe het eventueel verbeterd zou kunnen worden
- Een korte beschrijving te geven van wat er goed ging tijdens het ontwerpproces, en waar het beter had gekund

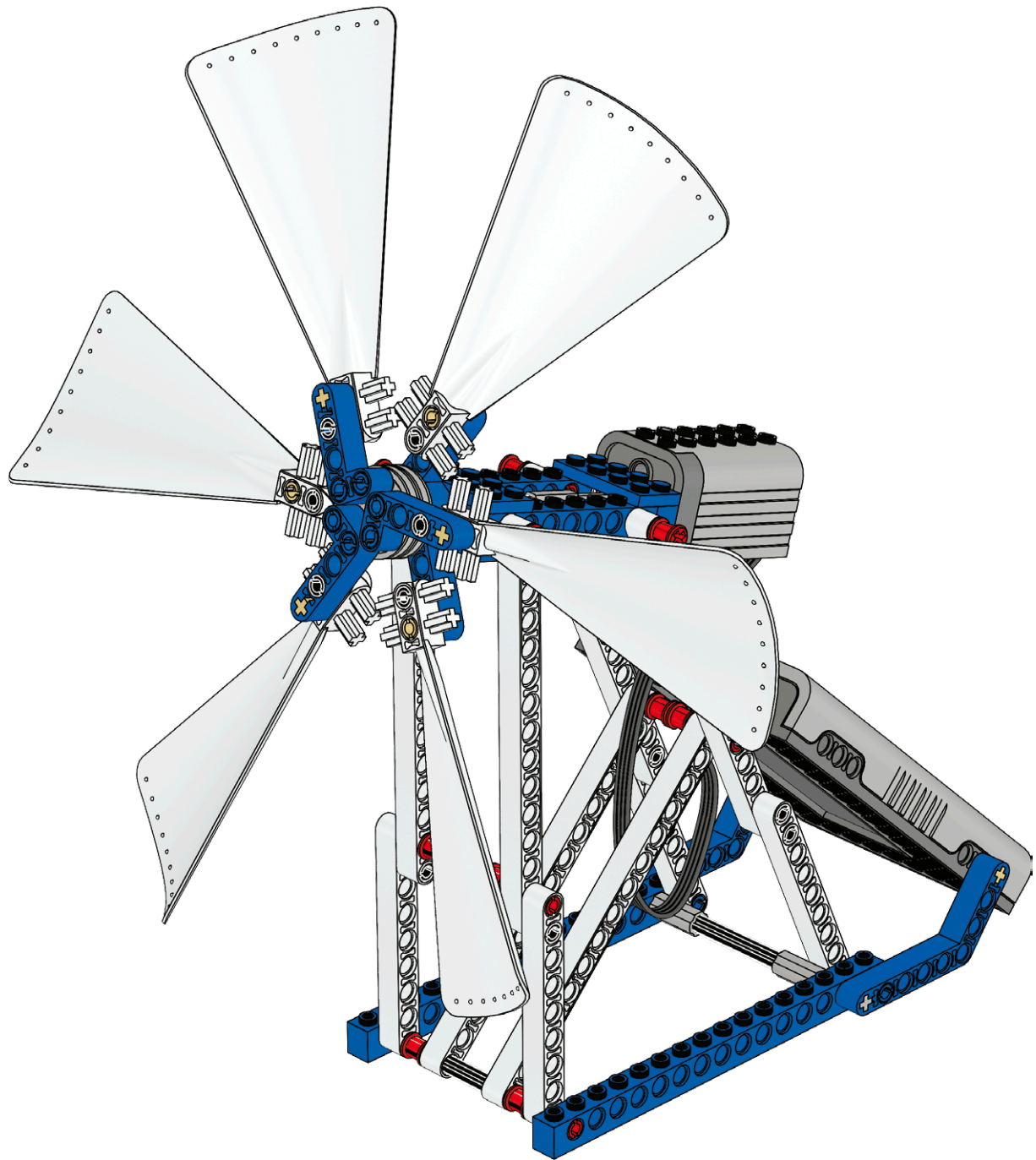
Hulp nodig?
Kijk dan naar:



Windturbine



Zonnestation



Suggestie voor prototype

Baanverlichting



Duurzame energie kan op allerlei manieren worden opgevangen en gebruikt. Met duurzame energie kunnen allerlei mechanismen worden aangedreven.

Het basketbalteam van je school is op zoek naar een systeem om het speelveld te verlichten.

Jullie opdracht is, om een prototype te ontwerpen en te bouwen van een verlichtingssysteem dat op duurzame energie kan werken. Zorg dat het ook gebruikt kan worden als het buiten donker wordt.

Baanverlichting

Doelen

Toepassen van kennis over

- De principes van objectief testen en productbetrouwbaarheid
- Communiceren en in teams werken
- Ontwerpen van prototypes van oplossingen en/of producten
- Technisch ontwerpen
- Duurzame energiebronnen

Andere benodigde materialen (optioneel)

- Materialen om vormgeving, ontwerp en functionaliteit van het model te versterken

Motivatie

- Om het ontwerpproces op gang te helpen kunnen de leerlingen de illustraties op het werkblad bestuderen en de bijbehorende teksten lezen
- Laat de leerlingen eventueel op het Internet meer informatie zoeken over vormgeving, bouw en functie van verschillende verlichtingssystemen die op duurzame energie werken
- Bespreek de verschillende beperkingen en functies waarmee rekening moet worden gehouden

Tijdens het ontwerpproces kunnen de leerlingen worden aangemoedigd om hun eigen vaardigheden, kennis en begrip te gebruiken, door vragen te stellen als

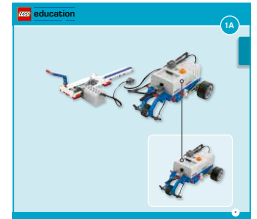
- Welke duurzame energiebron zou het meest geschikt zijn voor dit project?
- Hoe moet de baanverlichting precies werken?
- Welke verschillende soorten elementen heb je nodig?
- Hoe kun je er voor zorgen dat de installatie gemakkelijk in het gebruik is?
- Hoe kun je er voor zorgen dat hij betrouwbaar is?

Als het model klaar is kunnen de leerlingen worden aangemoedigd om na te denken over zowel het eindresultaat als de processen die ertoe geleid hebben, door

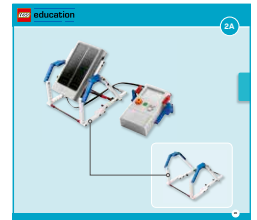
- Tests uit te voeren om vast te stellen hoe goed de baanverlichting werkt:
 - Welke duurzame energiebron vond je het meest geschikt voor dit project en waarom?
 - Hoe gemakkelijk is de verlichting in het gebruik?
 - Hoe betrouwbaar is de verlichting? *Om te testen of de verlichting ook na zonsondergang kan werken, zetten we hem in een donkere kamer en meten hoe lang het licht blijft branden*
 - Wat zijn de eventuele nadelen van het ontwerp?
- Hun ontwerp te documenteren door het te tekenen of (digitaal) te fotograferen
- Aantekeningen te maken om te beschrijven hoe het model werkt en hoe het eventueel verbeterd zou kunnen worden
- Een korte beschrijving te geven van wat er goed ging tijdens het ontwerpproces, en waar het beter had gekund

Hulp nodig?

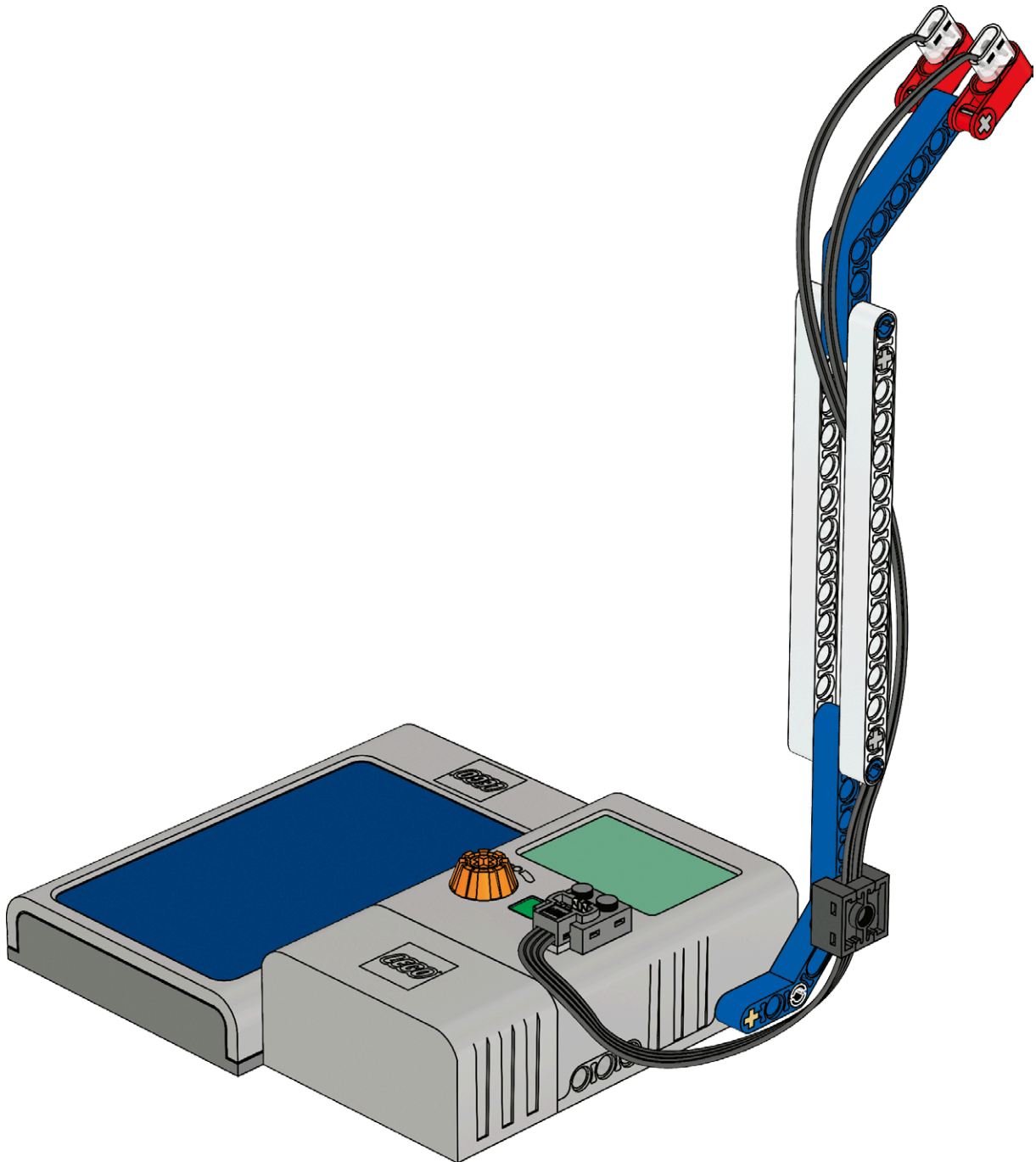
Kijk dan naar:



Handbediende generator



Zonnestation



Suggestie voor prototype



Woordenlijst

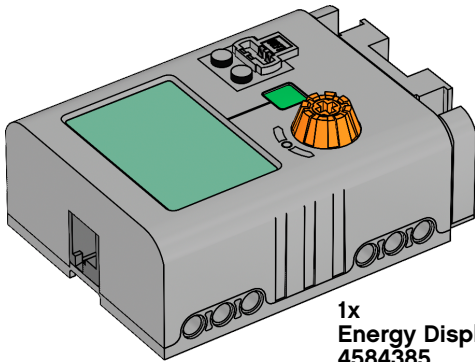
A	Afstand	Een fysieke maat (lengte) die beschrijft hoe ver voorwerpen van elkaar verwijderd zijn – in getallen uitgedrukt.
	Ampère (A)	De SI eenheid van elektrische stroom. De ampère is een eenheid die de hoeveelheid elektrische stroom per seconde aangeeft.
	Arbeid	De werking van een kracht over een bepaalde afstand. We berekenende geleverde arbeid door de kracht die nodig is om een voorwerp te verplaatsen te vermenigvuldigen met de afstand waarover het voorwerp verplaatst wordt (Kracht x Afstand).
B	Barrage	Een kanaal waarin de stroomsnelheid gestuurd wordt met een poort of sluis aan de voet van het hoogteverschil. Een barrage is typisch een kunstmatige hindernis, speciaal ontworpen om een rivier te verdiepen of van richting te laten veranderen Zie ook onder 'Head' (hoogteverschil).
D	Duurzame energie	Energie van natuurlijk voorkomende en onuitputtelijke bronnen als zon, wind en water.
E	Elastische potentiële energie	Een vorm van potentiële energie die ontstaat als materiaal vervormd wordt. Zie tevens onder 'Potentiële energie'
	Energie (J)	De capaciteit om arbeid te leveren. De SI eenheid van energie is de joule (J).
	Energie omzetten	Het proces waarbij energie van de ene vorm in de andere omgezet wordt.
F	Foto-voltaïsch	Afgeleid van het woord 'phos' (dat 'licht' betekent) en 'volt' (elektriciteit): technologie die elektriciteit kan produceren bij blootstelling aan stralingsenergie (met name zonlicht).
	Frictie, wrijving	De weerstand tussen twee vlakken die over elkaar glijden, bv. als een as in een gat draait of als je je handen tegen elkaar aan wrijft.
G	Generator	Een apparaat waar magneten en stroomspoelen in zitten die, als ze ten opzichte van elkaar bewegen, kinetische energie omzetten in elektrische energie.
	Gewicht (N)	Gewicht is de hoeveelheid kracht die de zwaartekracht uitoefent op een voorwerp. Omdat gewicht evenredig is met de heersende zwaartekracht, weegt een voorwerp op de Maan minder dan op aarde, omdat de Maan een veel zwakker zwaartekrachtveld heeft. 'Gewicht' is een kracht, die wordt uitgedrukt in Newton (N).
H	Haaks op	Bij de optimale opstelling voor het zonnestation staan de lamp en het zonnepaneel in een hoek van 90 graden ten opzichte van elkaar. Als twee rechte lijnen zo'n rechte (90°) hoek maken met elkaar, zeggen we dat ze haaks op elkaar staan.
	Hoogteverschil	De afstand of 'val' die water aflegt vanaf het hoogste punt in een barrage of stuwmeer, tot waar het water de turbine bereikt.

J	Joule (J)	De SI eenheid van energie/arbeid (en warmte) is de joule (J). 1 Joule komt overeen met de hoeveelheid arbeid die wordt verricht door een kracht van 1 N die over een afstand van 1 meter werkt in de richting van die kracht. 1 Joule komt overeen met 1 watt (W) per seconde.
K	Kinetische energie	De energie van een voorwerp, afhankelijk van de beweging van dat voorwerp. Hoe sneller het voorwerp zich verplaatst, des te groter is de kinetische energie ervan.
	Koppel	De mate waarin een kracht een rotatie veroorzaakt (ook wel 'moment' van een kracht genoemd).
M	Massa (kg)	De SI eenheid voor massa is de kilogram (kg). Massa is de hoeveelheid materiaal in een voorwerp. Zie ook onder Weight (Gewicht - N).
	Mechanische energie	Hiermee wordt de energie (potentieel of kinetisch) bedoeld die direct kan worden gebruikt om arbeid te verrichten in een component of mechanisme.
N	Niet-duurzame energie	Energie uit niet-duurzame bronnen, zoals kolen, olie en gas.
	Nuttig effect of rendement	Een grootheid die wordt gedefinieerd als 'energie uit gedeeld door energie in', ofwel de verhouding tussen input en output, meestal uitgedrukt als een percentage. Het nuttig effect van een machine kan worden beschreven als de verhouding tussen de hoeveelheid arbeid die er in gaat en de nuttige arbeid die er uit komt. Door wrijving gaat vaak een hoop energie verloren waardoor het nuttig effect van de machine kleiner wordt.
P	Potentiële energie	De energie van een voorwerp, afhankelijk van de positie ervan. Dit is eigenlijk een vorm van 'opgeslagen' energie. Een voorwerp dat een stukje boven een vloer gehouden wordt, bezit potentiële energie. Een uitgerekt elastiek en een ingedrukte veer hebben potentiële energie.
	Potentiële energie ten gevolge van de zwaartekracht	De potentiële energie van een voorwerp ten gevolge van de hoogte ervan ten opzichte van de aarde, de massa en de ter plaatse geldende aantrekkingskracht van de aarde. Zie tevens onder 'Potentiële energie'.
S	SI	Het internationale eenhedensysteem.
	Snelheid	De mate waarin een voorwerp beweegt. We berekenen de snelheid met de volgende formule: $\text{Snelheid} = \frac{\text{Afgelegde afstand}}{\text{Benodigde tijd}}$
	Spanning	De drijvende kracht achter het stromen van elektrische energie. Spanning wordt gemeten in volt (V).
	Stroomsnelheid	De hoeveelheid water die per tijdseenheid uit een opening stroomt, meestal uitgedrukt in liter per uur.
	Stroomsterkte	Een stroom van elektronen door een geleider. De stroomsterkte (charges) wordt gemeten in ampère (A).
T	Turbine	Een roterend mechanisme waarin kinetische energie in elektrische energie wordt omgezet. Turbines kunnen door stoom, water of wind worden aangedreven.

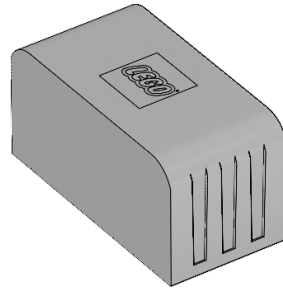
V	Valversnelling	De versnelling van een voorwerp ten gevolge van de zwaartekracht. Normaal bedraagt deze versnelling 9.8 m/s^2 , maar dit hangt af van de hoogte boven zeeniveau.
	Variabele	Een hoeveelheid van iets, die aan verandering onderhevig kan zijn.
	Vermogen (W)	De mate waarin energie wordt overgedragen. Ofwel: de mate waarin een voorwerp of mechanisme arbeid verricht, is het vermogen ervan. De eenheid van elektrisch vermogen is de watt (W).
	Volt (V)	De SI eenheid van elektromotieve kracht of elektrisch potentiaalverschil, gemeten in volt (V).
W	Waterdruk	De drukkracht die wordt uitgeoefend door een kolom van water. Een kolom water met een gegeven hoogte zal een bepaalde naar beneden gerichte druk uitoefenen als gevolg van de aantrekkingskracht van de aarde.
	Watt (W)	De SI eenheid voor de mate waarin arbeid wordt uitgevoerd is de watt (W). De watt is de meeteenheid voor vermogen. '1 watt is hetzelfde als 1 joule (J) per seconde.
	Wattage	De hoeveelheid arbeid die in een gegeven tijdsduur wordt verricht – een maat voor het vermogen. Zie tevens onder Watt (W)
	Zonnecel	Individuele fotonvoltaïsche cellen, in serie of parallel aan elkaar geschakeld tot een module die stralingsenergie (zonlicht) direct in elektrische energie omzet. Zie tevens onder 'Solar Panel' (zonnepaneel).
	Zonnepaneel	Een groep zonnecellen die op een paneel verzameld zijn voor grotere stroomproductie. Zie tevens onder 'Solar Cell' (zonnecel).
	Zonnestraling	Elektromagnetische energie (straling) die wordt uitgezonden door de zon. Bestaat uit ultraviolette en infrarode golven en uit zichtbaar licht.



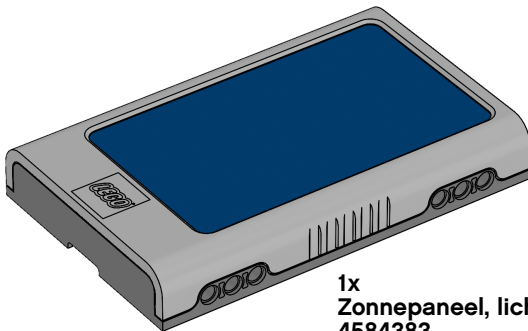
LEGO® Elementenoverzicht



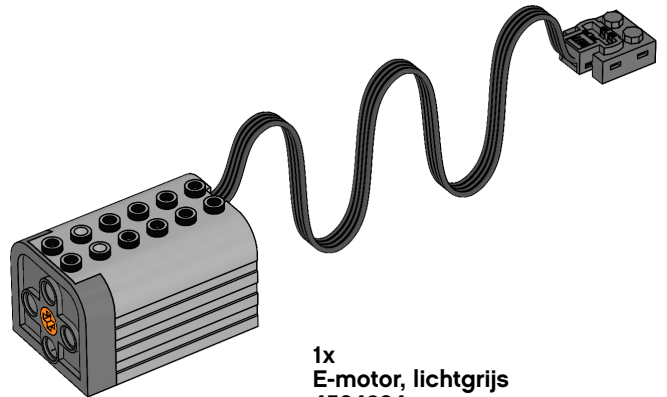
1x
Energy Display, lichtgrijs
4584385



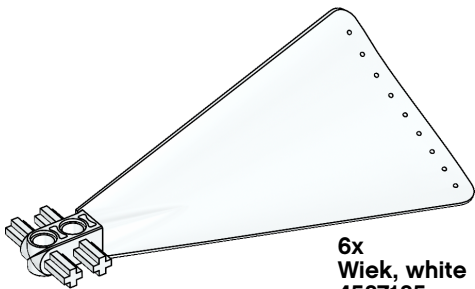
1x
Energy Storage, donkergrijs
6124226



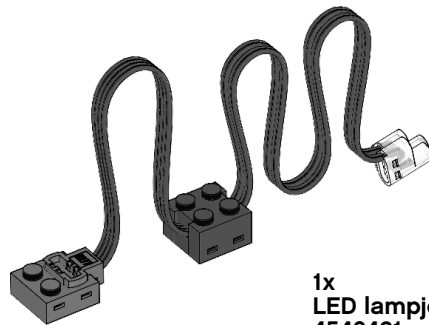
1x
Zonnepaneel, lichtgrijs
4584383



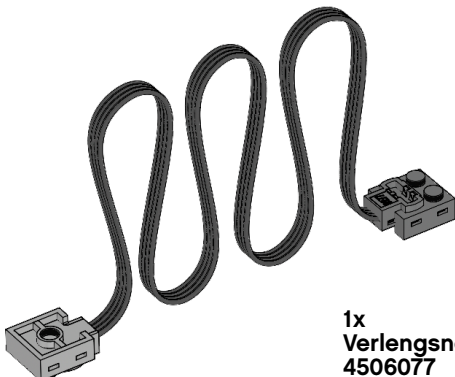
1x
E-motor, lichtgrijs
4584384



6x
Wiek, white
4587185



1x
LED lampjes, wit
4546421



1x
Verlengsnoer, 50cm
4506077

