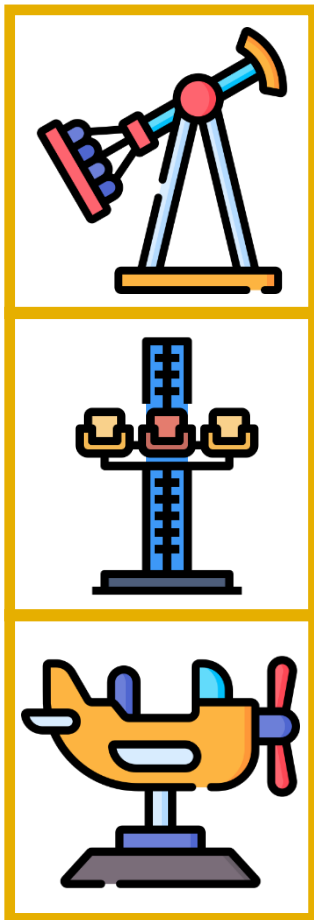




Forge a pump

Handleiding box 8: ontwerp [125 min]

Uitleg concept: extra informatie voor de leerkracht

[10 min] Stap 1: voorkennis verkennen [dia 1 en 2]

[15 min] stap 2: materialen bestuderen [dia 3]

[30 min] Stap 3: een plan van aanpak [werkblad 1 t.e.m. en 3]

[25 min] Stap 4: gondeltje ontwerpen [dia 4, werkblad 4]

[25 min] Stap 5: ontwerp optimaliseren [dia 5 en 6, werkblad 4]

 **[15 min] Stap 6:** de maximale massa [werkblad 5]

 **[15 min] Stap 7:** attractie optimaliseren [dia 7]

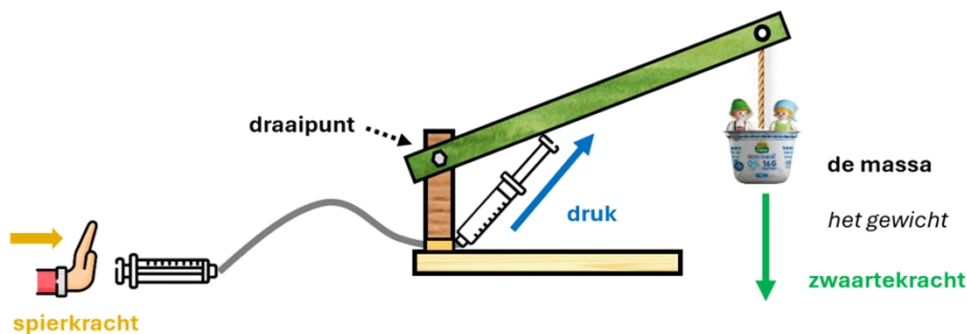
Minimumdoelen

Vitleg concepten voor de leerkracht

5 min

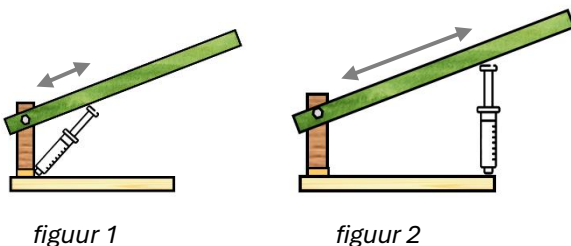
Neem best de informatie van box 7 ook door. De inzichten die daar aangeboden werden worden nu in een ontwerp toegepast. Hydraulische en Pneumatische systemen worden gebruikt omdat ze door water – of luchtdruk een **grote kracht** kunnen leveren.

De gondel heeft een bepaalde massa. Op de gondel werkt de **zwaartekracht**, waardoor ze een gewichtskraft heeft. Met **de hefboom** oefenen we een kracht uit die de zwaartekracht gedeeltelijk of volledig overwint, waardoor de gondel kan worden opgetild. De arm van de hefboom wordt door waterdruk of (pers)lucht in beweging gebracht.



Principe van de hefboom:

Bij een hefboom is het gemakkelijker om een last (gondel) op te tillen wanneer je verder van het draaipunt een kracht uitoefent. In figuur 2 moet je daarom minder kracht leveren dan in figuur 1.



Bij attracties is het om praktische redenen vaak niet mogelijk om de kracht ver van het draaipunt aan te brengen. Daarom wordt de kracht dicht bij het draaipunt uitgeoefend. Om toch voldoende kracht te kunnen leveren, wordt gebruikgemaakt van een cilinder die werkt met vloeistofdruk (hydraulica) of luchtdruk (pneumatiek). Hierdoor kan een grote kracht worden opgewekt, waardoor de gondel kan worden opgetild.

Weetje: in Boudewijnpark zijn gondels voor volwassenen voorzien van 2 cilinders.

De diameter van de cilinder:

Als de stuercilinder (de spuit die je in duwt) een kleinere diameter heeft dan de volgcilinder (aan de attractie) zal je **minder hard** moeten duwen om de hefboom in beweging te krijgen. Een nadeel is dan dat de zuiger **minder ver** zal gaan waardoor de arm **minder hoog** zal gaan omdat

Als de stuercilinder (de spuit die je in duwt) een grotere diameter heeft dan de volgcilinder (aan de attractie) zal je **harder** moeten duwen om de hefboom in beweging te krijgen. Een voordeel is dan dat de zuiger **verder** gaat en de arm dus ook **hoger** zal gaan.

Stap 1: voorkennis verkennen**10 min**

Vraag de kinderen wat ze nog weten uit het onderzoek. Herhaal kort:

- ~ Water of vloeistof kan je niet **samendrukken** maar lucht wel.
- ~ Als we 2 volgcilinders aansluiten op 1 stuurcilinder, verdeelt de lucht zich **evenredig**.
- ~ Lucht en water kunnen een grote **kracht** leveren via **druk**.
- ~ Er moet een goede **aansluiting** zijn om geen lek te krijgen.
- ~ Bij het werken met **vloeistof** moet de **leiding** ook gevuld worden.
- ~ Een grotere en kleinere **diameter** resulteren in meer of minder **kracht** en **afstand**.

Toon de prent van een attractie waarbij een pneumatisch systeem ervoor zorgt dat een arm met gondel opgetild wordt. Vraag de kinderen waarom de ingenieurs de attractie op volgens hen (met wat ze nu al weten) op die manier ontworpen hebben.

**Stap 2: materialen bestuderen****15 min**

Bekijk samen met de kinderen het materiaal in de koffer. Bespreek wat er in de koffer zit. Dit kan je opdelen in materialen en gereedschappen. De handleiding voor de gereedschappen en bijhorende informatiefiches vind je op onze website bij koffer 2.

Gereedschap:

- Boormachine met (hout)boor diameter $\varnothing$ 4, 6 mm.
- Zaag en verstekbakje om de tegellatten te verzagen.
- Schroevendraaier met kruiskop PZ2.

Verbruiksmaterialen:

- Schroeven 3,5 cm, kruiskop PZ2.
- Bouten (langwerpig) en moeren (die je vast draait op de bouten).
- Eventueel: sleutel maat 10 cm om de moeren aan te spannen.
- Plank (breed) en lat (smal)
- Wegwerpspuiten van 5 ml, 10ml en 20 ml met een transparante slang (leiding).

Ter info: de plank en mast (lat die rechtop komt te staan) zijn al gezaagd op maat.

Benoem de materialen samen met de kinderen en bespreek kort de werking. Dit zorgt ervoor dat ze bij het ontwerpen de juiste begrippen gebruiken.

Stap 3: een plan van aanpak



30 min

Vertel de leerlingen dat ze zelf aan de slag gaan om één arm van de attractie te maken. Ze krijgen hiervoor een bouwplan maar dit is niet helemaal volledig. Vertel dat ze op een bepaald moment zullen ze zelf beslissingen zullen moeten maken.

Maar geen paniek!

Er worden **tijdelijke** verbindingen gebruikt dus er kan altijd **gedemonteerd** worden. Daardoor kunnen ze hun ontwerp **optimaliseren** of verbeteren als dit nodig zou zijn.

We geven de fundamentele inzichten bij de keuzes mee zodat jij als leerkracht achteraf kan terugblikken op waarom een bepaalde beslissing de beste is. Grijp niet in als leerlingen een verkeerde beslissing nemen. Zo krijgen ze verschillende ervaringen waardoor achteraf een interessant en leerrijk gesprek zal ontstaan.

De mast vastmaken:

De leerlingen moeten beslissen waar ze de mast zetten die de arm omhoog houdt. Hierbij moeten ze rekening houden met het gewicht (als gevolg van de zwaartekracht) van de mast. De bodemplaat kan omkantelen.

De lengte van de zwaaiarm:

De leerlingen moeten beslissen hoe lang ze de bewegende arm maken. Een langere arm zal hoger reiken maar zal ook meer onderhevig zijn aan de invloed van het gewicht. Ook hierbij kan de bodemplaat omkantelen.

De positie van het draaipunt:

De keuze van het draaipunt is ook belangrijk. Als dit bijvoorbeeld in het midden van de arm komt zal deze meer in balans zijn en moeilijker omkantelen. Een nadeel is dat de arm dan minder hoog zal zwaaien. Wanneer het draaipunt aan het uiteinde van de arm komt zal deze veel hoger zwaaien maar hiervoor is meer kracht nodig. Ook brengt dit meer kans met zich mee dat de attractie omkantelt. De lengte van de arm is hiervoor ook bepalend.

De keuze van de cilinderinhoud:

Hierbij kunnen de kinderen toepassen wat ze leerden bij het onderzoek. Wanneer beide spuiten even groot zijn zal er geen extra effect optreden behalve het veranderen van de **richting** van de beweging. Wanneer kinderen kiezen voor twee verschillende spuiten laat je best hun redenering verwoorden:

Een grotere diameter bij de volgsput zorgt voor een **kortere afstand**.

Er moet **meer kracht** geleverd worden.

Een kleinere diameter bij de volgsput zorgt voor een **langere afstand**.

Er moet **minder kracht** geleverd worden.

De keuze voor lucht of water:

De beste keuze is water. Bij het gebruik van lucht zullen kinderen merken dat deze deels **samengedrukt** wordt doordat de arm een gewicht levert dat tegengesteld is aan de luchtdruk. De arm zal dus minder hoog zwaaien dan bij het gebruik van vloeistof.

Het stappenplan nodigt de kinderen uit de twee keuzes uit te proberen. Bevraag hun bevindingen bij dit onderdeel nadat ze beide uitgeprobeerd hebben om te vergelijken.

Let op! De zuiger van de spuit moet vast gemaakt worden aan de arm.

Stap 4: gondeltje ontwerpen



25 min

Na het voltooien van het technische systeem (arm + systeem met de spuit) bedenken de kinderen hoe ze een gondeltje kunnen maken. Voorzie enkele gereedschappen en hobbymaterialen die standaard in de klas voorzien zijn en wat karton en lege potjes of doosjes. We geven enkele voorbeelden.

Gereedschap:

- schaar, tang en priem
- nietjesmachine

Verbruiksmaterialen:

- touw of elastieken
- kabelstrippers (spanbandjes)
- plakband
- ijzerdraad, oogschroeven

Ondersteun de leerlingen door vragen te stellen:

- Hoe zal je dit vast maken? Wat is de beste manier?
- Hoe zorg je ervoor dat het gondeltje niet om kan kantelen?
- Waar is het zwaartepunt van het gondeltje? (om massa in evenwicht te houden)

Stap 5: ontwerp optimaliseren



15 min

De leerlingen boren een gat in het uiteinde van de zwaaiarm van de attractie. Daar maken ze het gondeltje aan vast. Eventueel kan dit ook op hun zelfbedachte manier. Dit is het moment om de **criteria** te introduceren waarmee je onderzoekt of de attractie optimaal werkt. We geven enkele mogelijkheden om de attractie te optimaliseren.

Hoe laat je de attractie hoger zwaaien?

De spuit dicht bij het **draaipunt** plaatsen of een langere arm zagen.

Laat de arm eens manueel tillen en merken dat er meer kracht nodig is op deze plek.

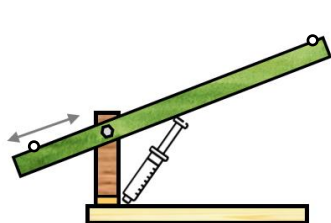
Wat als de attractie niet stabiel genoeg is?

Een nieuw gat maken in de zwaaiarm zodat deze een stuk opschuift. (zie: figuur 1)

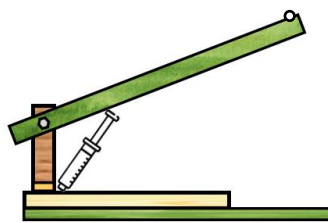
Je kan de bodemplaat ook groter maken of een tegengewicht op plaatsen. (zie: figuur 2)

Wat als de arm vanzelf omlaag zakt door de zwaartekracht?

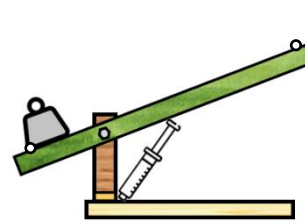
Je kan de arm wat opschuiven en een **tegengewicht** plaatsen. (zie: figuur 3)



figuur 1



figuur 2



figuur 3



Stap 6: maximale massa



15 min

Je laat de gondel vullen tot de attractie omkantelt. Dit is belangrijk zodat je als ingenieur kan aangeven wat het maximaal toegelaten gewicht is. De kinderen kunnen verschillende gewichtjes in hun gondel plaatsen om dit te onderzoeken. Als je geen gewichtjes hebt kan je voorwerpen (blokken, zand, ...) gebruiken om dit uit te rekenen.

Laat het gewicht in kilogram en in gram uitrekenen en noteren op het werkblad.

Gebruik dit moment om de begrippen massa en gewicht even te kaderen.

Ook kan je bruto, tarra en netto hieraan koppelen.

Massa?

De massa wordt uitgedrukt in **kilogram**.

Vb. De volle gondel weegt 80 gram of 0,08 kilogram.

Gewicht?

Dit is een **kracht**, veroorzaakt door de zwaartekracht, deze wordt uitgedrukt in **Newton**.

Op aarde is dat ongeveer 10 keer de massa. Dat is dus $0,08 \times 10 = 0,8$

Vb. Het gewicht is ongeveer 0,8 Newton.

Weetje: op de maan is het gewicht ongeveer 6 keer kleiner.

Bruto, tarra, netto?

Je kan de massa van lege gondel (tarra) en de volle gondel (bruto) meten.

Zo kan je berekenen hoeveel gewicht er maximaal in kan (netto).



Stap 7: attractie optimaliseren



15 min

Kan je er niet genoeg van krijgen? Dan kan je met de kinderen extra criteria bedenken om hun ontwerp uit te breiden met extra mogelijkheden. We geven twee voorbeelden van mogelijke aanpassingen maar hier is de creativiteit de enige grens.

Extra gondel

Je kan nadenken over het toevoegen van een tweede of derde gondel.

Dit kan aan dezelfde arm of een extra arm, die ook door een cilinder bediend wordt.

Extra beweging

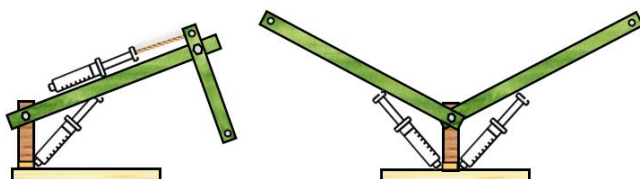
Hiervoor moet je een tweede arm zagen waar je ook een gat van $\varnothing 6$ mm boort.

Deze tweede arm maak je vast op de eerste arm met een bout en moer.

Hierna kan je een tweede cilinder vastmaken.

Tip! Een cilinder kan gebruikt worden om een duwen maar ook om te trekken.

We baseren ons hierbij op het systeem van bijvoorbeeld een bulldozer.



Minimumdoelen

Natuurkundige verschijnselen:

3.5.1 De leerlingen kennen de volgende begrippen: de plaats, de beweging, de snelheid, versnellen, vertragen, de richting, de kracht, de massa.

3.5.2 De leerlingen kennen kracht en beweging:

- effecten van krachten: verandering van bewegingstoestand.
- de relatie tussen kracht en de verandering van de beweging bij een bepaalde massa;
- de relatie tussen massa en de verandering van de beweging bij een bepaalde kracht.
- De leerlingen kennen kracht en beweging: het onderscheid tussen gewicht en massa, gewicht als kracht.

Systematische en methodische benadering van wetenschappelijke en technologische problemen

Onderzoekende houding

3.6.5 De leerlingen kennen de volgende begrippen: ontwerpen, optimaliseren, de ontwerpcyclus, verkennen, ideeën verzinnen en selecteren, het ontwerp plannen, het ontwerp realiseren, testen en optimaliseren, presenteren.

3.6.6 De leerlingen kennen de ontwerpcyclus als een gestructureerde aanpak met de volgende fasen: verkennen, ideeën verzinnen en selecteren, ontwerp plannen, ontwerp realiseren, testen en optimaliseren, presenteren.

3.6.7 De leerlingen kennen het belang van het formuleren van criteria om aan een behoefte te voldoen.

3.6.8 De leerlingen kunnen ontwerpen met behulp van de ontwerpcyclus.

Technologie

Technische systemen beschrijven

3.7.5 De leerlingen kunnen de werking van een technisch systeem beschrijven aan de hand van onderdelen en materialen.

3.7.8 De leerlingen kennen belangrijke mechanische overbrengingen: hefbomen.

3.7.9 De leerlingen kennen de werking van technische systemen op basis van kennis over natuurkundige verschijnselen.

3.7.10 De leerlingen kunnen de werking, de bouw en de materiaalkeuze van technische systemen analyseren en beschrijven.