

Workshop: Bouw een raket

In deze workshop bouw je zelf een raket die door luchtdruk wordt aangedreven. Na wat voorbereidend werk en een woordje uitleg over raketwetenschap, gaat de groep zelf aan de slag met een stappenplan en hele simpele materialen om raketten te bouwen. Tijdens het lanceren van de luchtdrukraketten experimenteren de jongeren met de lanceringshoek en hoeveelheid druk om de raket een doel te laten raken. Hier kan je gemakkelijk een element van competitie introduceren. Helemaal achteraan de fiche vind je verdere ideeën om de workshop uit te breiden met bijvoorbeeld een snelheids- of hoogtemeting. We verzamelden er ook extra achtergrondinformatie over hoe raketten precies werken.

Inhoud:

0. Voorbereiding workshop
1. Inleiding
2. Over het zonnestelsel
3. Over raketten
4. Je raket bouwen
5. Werking raket
6. Raket lanceren
7. Afschieten van de raket

8. Extra activiteiten

Achtergrondinformatie

Duur: 80 minuten

Materiaal:

Voor raket:

- Papier (kleur)
- Plakband
- Scharen
- Passer of rond voorwerp met de juiste grootte (straal 6 cm)
- Lijm (liefst lijmstift en geen vloeibare)
- Lat
- Stiften of kleurpotloden

Voor de lanceerinstallatie:

- 2 pvc-buizen
 - een diameter van 25 mm (voor 1.5 l petflessen) of 40 mm (voor 2 l petflessen)
 - een lengte van 50 cm
- 1 koppelstuk voor de buizen met een hoek van 90°
- Bruine tape
- Bierbak of frisdrankkrat

Extra materiaal (optioneel)

Lanceerzone:

- Touw of veiligheidslint
- Foto's van planeten in ons zonnestelsel

Versiering voor de raketten:

- Aluminiumfolie (raampjes)
- stickers
- Oogjes
- Crepe papier
- Oude kerstslingers
- Gekleurd papier
- ...

Inhoud	Acties	Materiaal / illustraties	Tijdsduur (duur van onderdeel / totale duur tot nu)
0. Voorbereiding workshop: lanceerinstallatie en veilige zone¹			30 (vooraf)
1. Verbind de buizen met het koppelstuk zodat je een L krijgt, mochten ze niet goed verbonden zijn kan je er voor de zekerheid nog bruine tape rond doen.		2 pvc buizen (lengte van 50 cm en diameter van 25 mm (voor 1.5 l petflessen) of 40 mm (voor 2 l petflessen)), koppelstuk voor de buizen met een hoek van 90°, Bruine tape	
2. Plaats de bak met de handvaten naar de grond toe. Plaats een buis van de L door de twee handvaten en maak deze buis vast met bruine tape aan de bak (opmerking: bevestig geen tape over het koppelstuk of de tweede buis van de L. De constructie moet nog kunnen bewegen zodat je de raket kan richten).		Bierbak of frisdrankkrat	
3. Steek een fles in de horizontale buis van het lanceertoestel en maak deze goed vast met bruine tape zodat er geen lucht kan ontsnappen.		Lanceerinstallatie, bruine tape, petfles (1.5 of 2 l afhankelijk van de lanceerinstallatie)	
4. Baken een veilige zone af waarin de raketten ongehinderd kunnen vliegen en landen.		Optioneel: touw of veiligheidslint	

1. Inleiding			10/10
Intro: aangeven wat er te verwachten valt: leren over raketten en er zelf eentje maken			
	Verdelen in teams van 3 tot 5 (lieftst vooraf)	Eventueel: een spel of materiaal dat je helpt de groep snel te verdelen	

¹ Als je meer lanceerinstallaties maakt, kan het lanceren sneller verlopen en kan je eventueel een kleine competitie doen tussen meerdere teams.

Afspraken:		Idee: Spreek een geluidsein of gebaar af met de groep dat de tijd voor groeps -of individueel werk afbakt (een fluitje, sirene, geluidseffect op je computer, aftellen...)	
- Je mag veel zelf aan de slag, maar wanneer we iets vertellen of uitleggen, laat je alle werk en materiaal liggen.			

2. Over het zonnestelsel			10/20
<i>'Vandaag gaan we het zonnestelsel ontdekken.'</i>		Laat een afbeelding van een zonnestelsel zien (NB: de foto in de presentatie is niet ons eigen zonnestelsel! Er zijn miljarden zonnestelsels zoals het onze met zonnen, planeten en manen in de ruimte!)	
- Hoe kunnen we dit doen? We kunnen kijken naar de ruimte (ogen, telescoop, ...) - Wat hebben jullie al gezien? Sterren, maan, zon, ... - Wat is er nog? Planeten - Wat kunnen we nog doen om meer te weten te komen? Iets naar de ruimte sturen! Een raket of ruimtetuig.	Vraaggesprek		
<i>'Laten we eerst wat meer te weten komen over dat zonnestelsel.'</i>	Tonen	PPT: (optioneel) Filmpje met een inleiding tot het zonnestelsel https://www.youtube.com/watch?v=4ISQE8LCDiU	6'

3. Over raketten			10/35
Wat is een raket?	Tonen	Ppt: foto's van hoe raket is geëvolueerd	
Welke onderdelen heeft een raket? - motor/aandrijving (hoe wordt onze raket aangedreven, en hoe wordt een 'echte' raket voortgestuwd?) - romp: <i>'een raket moet een lading en zijn brandstof kunnen vervoeren'</i> - raketvinnen: <i>'een raket moet stabiel zijn en kunnen sturen'</i> - punt: waarom heeft een raket meestal een scherpe punt?	Vraaggesprek	Ppt: foto's van de raket	

4. Je raket bouwen			25/50
<p>1. Romp Neem de buis met dezelfde diameter als deze van de lanceerinstallatie. Rol een gekleurd A4 blad op rond de buis, zodat je een lange koker krijgt en plak de koker over de lengte vast, maar niet aan de buis. Let er ook op dat de diameter van je papieren koker iets groter is dan de buis zelf, anders zal hij niet goed kunnen loskomen van de buis tijdens het lanceren.</p>	Opdracht	Papier (kleur), plakband	5'
<p>2. Raketpunt Teken een cirkel op een blad papier met een straal van 6 cm en knip 1 kwart uit deze cirkel. Rol de cirkel op, zodat je een hoedje krijgt en plak dit vast. Zorg ervoor dat de punt helemaal dicht is, of gebruik plakband om het gat te dichten (als er lucht ontsnapt zou de raket minder hoog gaan).</p>		Papier (kleur), plakband	10'
<p>3. Raket Plak de raketpunt op de koker vast. Vanaf nu heb je een raket.</p>		Plakband	3'
<p>4. Raketvinnen We maken ook nog raketvinnen aan de zijkant van de raket. Deze zullen helpen om de raket stabiel te houden tijdens de vlucht Knip hiervoor twee driehoeken uit en vouw over de stippellijn (tussen de twee stippellijnen bevestig je de plakband):</p> <p>Plaats de twee raketvinnen symmetrisch ten op zichte van elkaar en onderaan de raket. De tape mag niet in de buis worden vastgekleefd,</p>		Papier (kleur), schaar, lat, plakband	5'

anders zou dit wrijving met de lanceerbuis kunnen veroorzaken. Laat daarom voldoende plaats tussen de onderkant van de raket, om de tape ook hier te kunnen bevestigen.			
5. Naam Laat de kinderen hun naam op de raket schrijven, zodat er geen verwarring is bij het lanceren van wie een raket is.			2'
6. Extra Je kan de raket eventueel ook versieren: raampjes uit aluminiumpapier, oogjes, crepe papier (vuur, ...)		Stiften, kleurpotloden, aluminiumfolie (raampjes), oogjes, crepe papier	(10')

5. Werking raket			7/57
Hoe kan een raket starten met vliegen en blijven vliegen? <ul style="list-style-type: none"> - Starten: grote hoeveelheid brandstof of kracht nodig (waarom? Kijk bij extra informatie) - In de ruimte: je hebt veel minder brandstof nodig - Als de brandstoftanks leeg zijn, worden ze los gemaakt van de raket om de raket lichter te maken. 	Tonen	PPT: Filmpjes van een raket die gelanceerd wordt. https://www.youtube.com/watch?v=HOZ00J-0jhY	5'
Hoe gaan wij de raket lanceren? <ul style="list-style-type: none"> - Onze kracht is de luchtdruk: je drukt op de fles en er zal lucht bewegen door de buizen. Als de lucht de raket bereikt zal deze opstijgen 	Tonen en vragen	Lanceerinstallatie	2'

6. Raket lanceren			3/60
1. Schuif de raket over de rechtopstaande buis van het lanceertoestel, zorg ervoor dat de raket niet te vast zit, anders kan hij moeilijker loskomen van de buis tijdens het lanceren, maar ook niet te los zodat er niet te veel lucht kan ontsnappen.		Raket	1'
2. Verdraai de buis om de hoek te bepalen waarmee je wil schieten. Iemand zal deze buis moeten vasthouden onder deze hoek, maar niet de raket.			1'

3. Tel af en trap met een voet op de fles (je voet moet dwars op de fles landen).

1'

Extra activiteiten

- **Geef elke groep een opdracht bij het afschieten:**

- Maak voor elke planeet een kaartje waarop meer informatie staat over deze planeet. Verspreid de kaartjes over het lokaal.
bv.: de grootte en de massa van de planeet, de afstand tot de aarde, hoe lang het duurt om volledig rond de zon te draaien, het aantal manen,
- Verspreid grote afbeeldingen van deze planeten over de ruimte waarop de kinderen kunnen schieten.
- Geef elke groep een opdracht
bv.: jullie groep moet de grootste planeet raken, jullie groep de zwaarste, jullie groep de kleinste, de verste, de planeet die het snelst om de zon draait, met de meeste manen, die het dichtste bij de aarde is, ...
- Hoe kunnen ze te weten komen welke planeet ze moeten raken? De groepen moeten de kaartjes zoeken, de informatie lezen en zoeken welke planeet bij hun opdracht past. Daarna moeten ze door hun raketten te richten als eerste hun doelplaneet bereiken

- **Meet hoe hoog de raket opstijgt en hoe snel ze vliegt**

- De hoogte kan je meten door dit stappenplan te volgen: <https://www.jpl.nasa.gov/edu/teach/activity/stomp-rockets/>
- Als iemand de tijd en afstand van lancering tot landen meet, dan kunnen de leerlingen de snelheid van de raket berekenen²

$$v (\text{snelheid}) = \frac{h (\text{hoogte})}{t (\text{tijd})}$$

- **Voor gevorderden:** als we de raket wegen, kunnen we de hoeveelheid energie die je de raket hebt meegegeven berekenen. Waarom? Als we op de fles stampen dan geven we de raket een energie, dit is de reden waarom de raket wil bewegen.³ De energie die de raket heeft, kan je met de volgende formule berekenen:

$$E (\text{energie}) = \frac{m (\text{massa}) * (v (\text{snelheid}))^2}{2}$$

Hoe interpreteren? Vergelijk met een voorbeeld: als een jongen van 40 kg gaat fietsen met een snelheid van 10 m/s, dan heeft hij een energie van $(40 * 10^2) / 2$ of 2000 J. De J staat voor Joule en is de eenheid van energie, zoals kg de eenheid is van massa.

Opmerking: eenheden zijn wel belangrijk, het zorgt ervoor dat we allemaal over hetzelfde spreken. Als ik weeg en ik krijg een zak aardappelen van 5kg of 5000 g dan zou ik niet hetzelfde bekomen als ik 5 in de formule gebruik of 5000. Terwijl we toch over dezelfde zak aardappelen spreken. Om energie in Joule te bekomen, moet je dus steeds kg gebruiken als massa eenheid.

² Dit is de gemiddelde snelheid die de raket heeft gedurende de tijd die je opmeet.

³ Deze meegegeven energie is niet volledig omgezet in beweging, er zijn altijd verliezen en de hoogte verandert (energie (hoogte) = m*g*h), een voorbeeld van zo een verlies is wrijving met de lanceerbuis, en later ook wrijving met de lucht

Achtergrondinformatie (voor gevorderden)

Waarom heb je om van de aarde te ontsnappen een grote snelheid nodig?

- Op aarde is er zwaartekracht, het is de kracht die ons vast houdt aan de aarde en die er voor zorgt dat je een potlood recht naar beneden valt wanneer het van je tafel rolt. De zwaartekracht hier op aarde heeft een bepaalde sterkte, die verschillend is van de zwaartekracht op andere planeten en in de ruimte. Op de maan is de zwaartekracht kleiner. Daarom kan je er bijvoorbeeld hoger springen.⁴
- Stel je voor dat we een kauwgombal nemen en we zetten daar een stokje aan vast. Om het stokje los te krijgen moet je hard genoeg trekken. Een raket moet dit eigenlijk ook doen, deze moet genoeg snelheid hebben om de zwaartekracht op aarde te overwinnen. Zo zou een raket een snelheid van 11,2 km/s of 40 264 km/h (m.a.w. in 1 uur zou de raket rond de aarde zijn: straal van de aarde = 6400 km * 2*Pi geeft omtrek = 40 090 km) moeten hebben om van de aarde te kunnen ontsnappen.⁵

Waarom heb je bij de start meer brandstof nodig dan in de ruimte zelf?

- Eigenlijk zijn er twee invloeden die de raket vertragen: zwaartekracht en de luchtwrijving.
- **Zwaartekracht:** de uitleg wat deze kracht is, staat in de vorige vraag. Eigenlijk is de zwaartekracht van de aarde niet verdwenen in de ruimte, dus deze wil nog altijd een voorwerp naar de aarde toe trekken. Het verschil is dat hoe verder je raket van de aarde wegvliegt, hoe kleiner de zwaartekracht wordt. Zodra je dicht genoeg in de buurt komt van een ander zwaar object in de ruimte (bijvoorbeeld de zon, maan of een planeet), zal de zwaartekracht van dat hemellichaam geleidelijk sterker worden dan de aantrekkingskracht van de aarde.
- **Luchtwrijving:** in de atmosfeer zijn er verschillende gassen aanwezig die de raket zullen tegenhouden. Tijdens het fietsen kan je de wind voelen tegen je gezicht. Hoe sneller je gaat, hoe sterker deze wind ook wordt, dus hoe moeilijker je vooruit geraakt. In de ruimte zijn er (bijna) geen gassen, men noemt dit een (bijna) vacuüm. Een raket in de ruimte voelt dus geen 'tegenwind' en moet daarom veel minder moeite doen om vooruit te geraken.
- **De meeste raketten gebruiken een trapsysteem:** de raket stoot tijdens de vlucht modules af met lege brandstoftanks en motoren die ze niet meer nodig heeft. Daardoor wordt de raket lichter en heeft ze ook minder stuwkracht nodig om haar doel te bereiken.

Waarom krijgt de raket een opwaartse kracht?

- Onze raket gebruikt geen motor, maar luchtdruk. Wij zullen de raket lanceren door op een fles te stampen/drukken. De lucht in de fles duwt je eruit, en zal via buizen de raket bereiken. De opgebouwde luchtdruk zal de raket van de buis lanceren.

Waarvoor dienen de raketvinnen?

- De vinnen lijken een beetje op vleugels. Ze creëren niet echt zweefkracht ('lift'), zoals vliegtuigvleugels, maar ze zorgen er wel voor dat de raket stabiel kan vliegen in de atmosfeer.
- Voor een de raket die zich buiten de atmosfeer begeeft, waar (bijna) geen gassen meer zijn, zijn de vinnen nutteloos gewicht.

Hoe kan een raket sturen in de ruimte?

- Hoe kan een raket zich voortbewegen in de ruimte, terwijl de ruimte een vacuüm is? Als een persoon springt, duwt die zich af tegen de grond. Een raket kan dit niet doen, net omdat er, eens ze in de ruimte is niets meer is om zich tegen af te zetten. Hoe werkt het dan wel?
- Als je een opgeblazen ballon loslaat vliegt deze in het rond, dit komt omdat je tijdens het opblazen de ballon onder druk hebt gezet: je blaast er meer lucht in dan dat er in ontspannen toestand (lege ballon) in zou gaan. Omdat de deeltjes onder druk staan betekent dit dat ze bewegen in alle richtingen op zoek naar een weg naar minder druk. Deze weg vinden ze door de opening van de ballon. Terwijl ze ontsnappen duwen de luchtdeeltjes zich eigenlijk af van de luchtdeeltjes die nog in de ballon zaten en zo duwen ze de ballon door de lucht.
- Een raketmotor werkt volgens hetzelfde principe, maar de overdruk wordt gemaakt door een verbranding en niet door lucht bij elkaar te persen zoals in een ballon. Door de hitte in de verbrandingskamer, neemt de druk daar heel erg toe. Die druk kan maar door één smalle opening onderaan de raket ontsnappen, en dat stuwt de raket voort.
- Als je nog meer wil weten, dan kan je deze link bekijken: <https://www.wetenschapsforum.nl/index.php/topic/54841-hoe-werkt-een-raketmotor-in-de-lege-ruimte/>

⁴ Op de maan kunnen astronauten veel hoger springen: <https://www.youtube.com/watch?v=x2adl6LszcE>

⁵ Met deze snelheid zou de raket moeten starten als hij vertrekt ter hoogte van het aardoppervlak.