

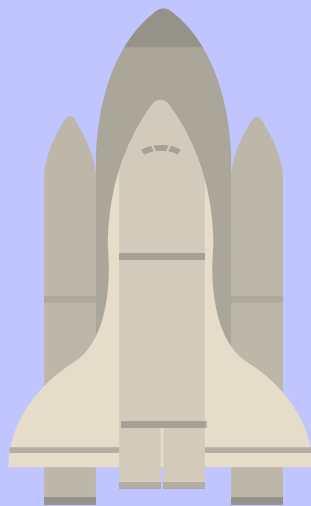
STEM-PROJECT

FLESRAKET

NAAM:.....

KLAS:.....

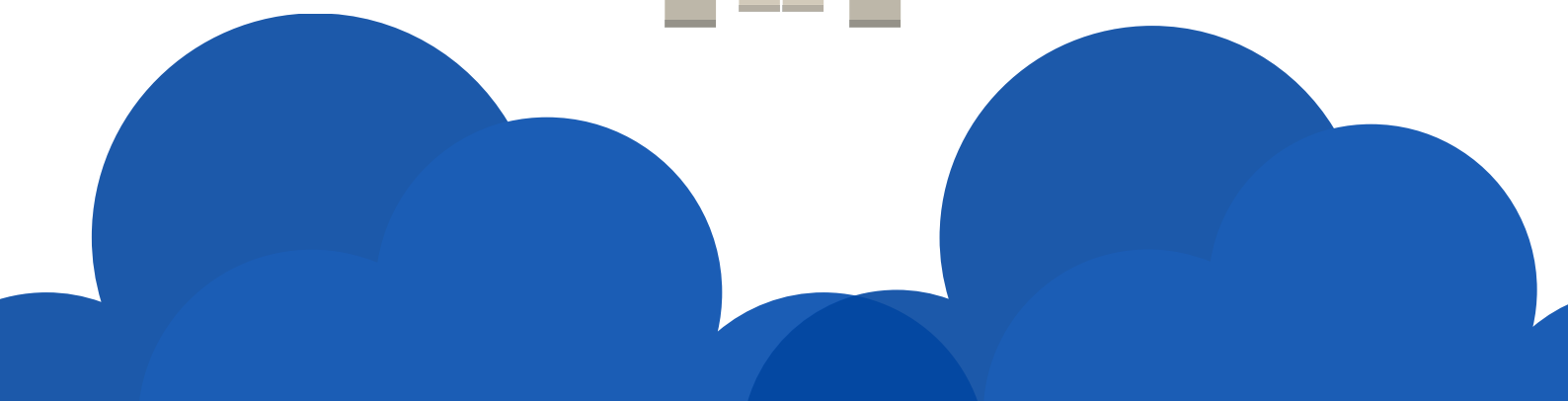
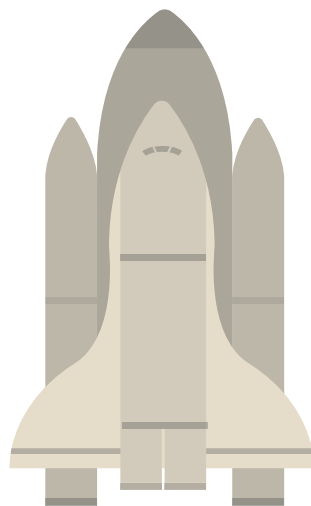
LEERKRACHT:.....



Frederik Roosens
Annick Thijs
Valerie Vaes
i.o.v. UHasselt

Inhoud

Inleiding
Payload beveiligen
Onderzoeken
Oefening
Aan de slag
Testen
Verbeteren
Bronvermelding



INLEIDING



Sinds halfweg de twintigste eeuw houdt de mensheid zich bezig met het lanceren van allerlei satellieten in de ruimte door middel van raketten. Hetgeen een raket meeneemt naar boven noemt men de nuttige lading, of de payload. Deze payload kan allerlei vormen aannemen, zoals communicatie- of spionagesatellieten, en later zelfs astronauten.

Wij gaan nu iets soortgelijks op kleine schaal proberen. In plaats van een metershoge raket de dampkring uit te knallen, die daarbij ook nog eens tientallen tonnen stuwstof uitstoot, gaan wij het bij een bescheiden flesraket houden die op water werkt.

Het werkingsprincipe van de flesraket is als volgt: de raket wordt deels met water gevuld. De lucht in de fles wordt met een compressor op druk gebracht. Om dit te kunnen doen, moet de fles natuurlijk afgesloten zijn, anders loopt alles er uit. Wanneer de druk voldoende hoog is, kan de afsluitdop van de fles losgelaten worden en zal de luchtdruk het water in de fles naar buiten stuwen.

Omdat louter een fles de lucht in schieten geen kunst op zich is, dient er natuurlijk ook een payload te worden meegenomen die na de vlucht veilig op de grond landt. De te vervoeren lading is hierbij een ongekookt ei.

Wie het ei ongeschonden het hoogst kan vervoeren verkrijgt eeuwige roem en mag het ei mee naar huis nemen.

PAYLOAD BEVEILIGEN



Aangezien de gemaakte vluchten slechts geldig zijn wanneer het ei gezond en wel terug op aarde komt, is de prioriteit dus het veiligstellen van de payload, eerder nog dan het optimaliseren van alle andere raketonderdelen. Jullie hebben de volledige vrijheid om een systeem uit te denken om het ei veilig te laten landen.

Neem dit zeker mee in jullie latere leven. Wie een carrière in engineering ambieert, dient dus eerst en vooral aan de veiligheid van het ontwerp te denken, nog voor functionaliteit en efficiëntie.

ONDERZOEKEN



Alvorens we aan de slag kunnen met de raket, moeten we nagaan welke krachten een invloed hebben op de fles, de inhoud en het ei. In ons dagelijks leven komen we continu, bewust en onbewust, in aanraking met verschillende soorten krachten. Tijd om je kennis op te frissen!



Hieronder vind je twee kolommen. In de eerste kolom staan verschillende symbolen en hun betekenis die je mogelijks herkent uit je lessen fysica, chemie en biologie. De tweede kolom bevat verschillende eenheden waarin de symbolen uit de eerste kolom worden uitgedrukt. Gebruik je kennis en vul die eventueel aan met behulp van het internet. Verbind het symbool met de juiste eenheid. Het is mogelijk dat je enkele eenheden meer dan één keer moet gebruiken.

SYMBOLEN

Δl	uitrekking
F_v	veerkracht
C_w	weerstandscoefficiënt
ρ	massadichtheid/luchtdichtheid
$F_{w,l}$	luchtwrijving
m	massa
g	valversnelling
F	kracht
W	arbeid
s	verplaatsing
A	oppervlakte
v	snelheid
q	elektrische lading
B	magnetische veldsterke
E	elektrisch veld
k	veerconstante
P	winddruk

EENHEDEN

N	= Newton
C	= Coulomb
g	= gram
V/m of N/C	= Volt per meter of Newton per Coulomb
m	= meter
kg/m ³	= kilogram per kubieke meter
m ²	= vierkante meter
m/s	= meter per seconde
A	= ampère
m/s ²	= meter per seconde kwadraat
J	= joule
N/m ²	= Newton per meter in het kwadraat

Verbind nu de juiste kracht met de juiste formule.

KRACHTEN

Spierkracht
Veerkracht
Stuwkracht
Zijdelingse wind
Zwaartekracht
Magnetische kracht
Luchtweerstand
Elektrische kracht
Centrifugaalkracht

FORMULES

$F = m * g$
$W = F * s$
$F_{w,l} = \frac{1}{2} * \rho * C_w * A * v^2$
$F = v * dm/dt$
$F = q*(v*B)$
$F = q * E$
$F_v = k * \Delta l$
$F = m * v^2/r$
$F = A * P * Cd$

Niet alle bovengenoemde krachten zijn van toepassing op de flesraket. Duid in de vorige oefening de krachten aan die in dit project aan bod komen.

In onderstaande tekst worden de krachten onderverdeeld in verticale en horizontale krachten. Vul de juiste kracht in!

Te gebruiken woorden:

luchtweerstand, minimaliseren, zijdelingse wind, zwaartekracht (2x), Newton, stuwkracht (2x).

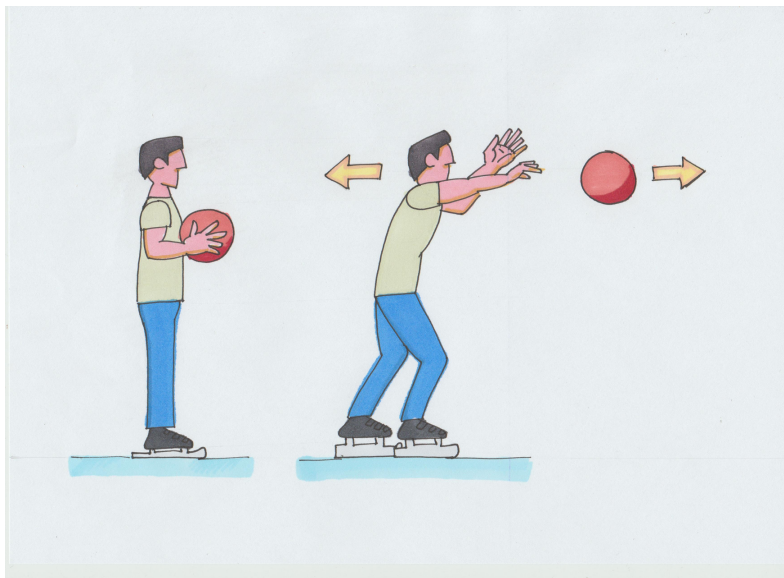
Verticale krachten:

Wanneer de raket op het lanceerplatform staat, zijn de krachten op de raket in evenwicht omdat het oppervlak van het platform de raket omhoog duwt terwijl de _____ze naar omlaag trekt. De eerste wet van _____stelt immers dat een voorwerp in rust blijft wanneer er geen resulterende kracht op inwerkt.

_____ begint een rol te spelen van zodra de stuwstof de raket verlaat. Op dat ogenblik is er geen krachtenevenwicht meer en zal de raket omhoog gaan.

Kracht 1: _____

Het voornaamste principe bij deze kracht is het behoud van impuls. Impuls kunnen we definiëren als de massa van een voorwerp vermenigvuldigd met zijn snelheid. Nemen we als voorbeeld het onwaarschijnlijke geval waarbij iemand op schaatsen een bowlingbal weggooit.



Wanneer de schaatser in rust is, snelheid nul, is de totale impuls 0. Eenmaal de bal is weggegooid, gaat de schaatser achteruit. Het geheel van schaatser en bal heeft nog steeds als impuls 0. De massa van de bal vermenigvuldigd met zijn snelheid is gelijk aan de massa van de schaatser vermenigvuldigd met de snelheid van de schaatser. Weegt de bal 5 kg, en gaat deze 10 m/s, dan zal een schaatser van 50 kg aan 1 m/s in de tegenovergestelde richting gaan.

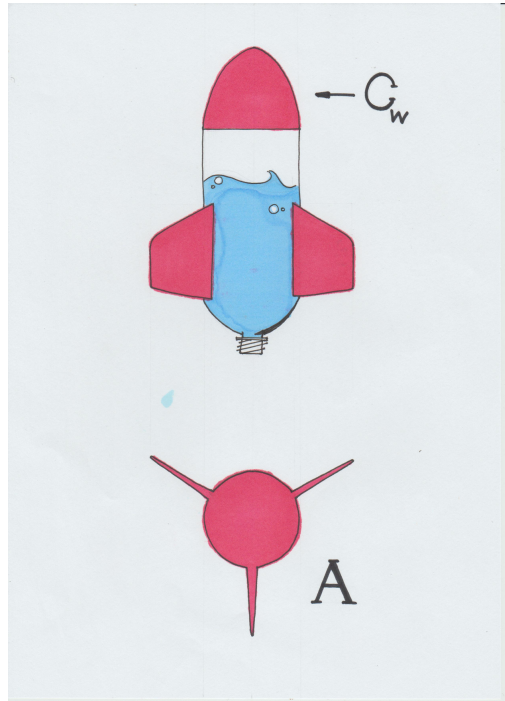
Hetzelfde geldt ook voor de raket. De massa van de fles en het water dat er nog inzit vermenigvuldigd met de snelheid van de fles is gelijk aan de massa uitgestoten water vermenigvuldigd met de snelheid van het uitgestoten water. Dit verklaart ook waarom raketten nog altijd kunnen voortgestuwd worden in het luchtledige van de ruimte: de beweging van de raket verandert door de snelheid en massa van de uitgestoten stuwstof.

Kracht 2: _____

Deze kracht is zoals geweten gelijk aan de massa van de raket met het water erin vermenigvuldigd met de valversnelling.

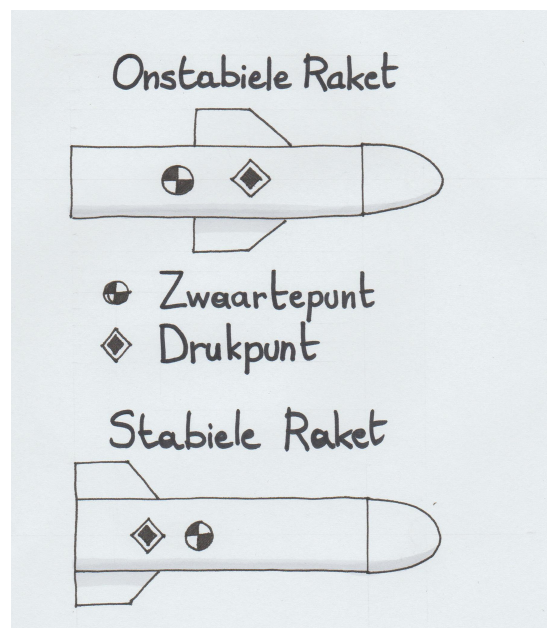
Kracht 3: _____

Deze bedraagt 0 bij stilstand en neemt kwadratisch toe met de snelheid. Verder zijn de weerstandscoëfficiënt en de oppervlakte zoals afgebeeld hieronder van invloed.



Horizontale krachten

De enige kracht van betekenis die hierop inwerkt is de _____. Toch mag dit niet genegeerd worden, want dit heeft invloed op de stabiliteit van de raket. De plaatsing van de vinnen moet dus zo zijn dat het zwaartepunt voor het drukpunt ligt.



Conclusie krachten

Volgens de eerste wet van Newton is bij de geleverde stuwkracht de versnelling van de raket het hoogst wanneer we de massa van de raket _____ . Houd hier dus rekening mee bij het ontwerp. Om de stuwkracht te maximaliseren is de vullingsgraad cruciaal. Wanneer er veel lucht in de raket zit, zit er veel energie in het systeem, maar weinig massa om uit te stoten. Is er daarentegen veel water in de raket, dan geeft dat inderdaad veel massa om uit te stoten, maar dan kan er door het kleine volume lucht ook weinig energie opgeslagen worden. Omdat hier meerdere ingewikkelde factoren van belang zijn, is het onbegonnen werk om dit allemaal te berekenen. Er zijn wel goede simulaties op internet te vinden. Goede zoektermen omvatten o.a. "water rocket filling rate". Zelfs NASA heeft webpagina's aan de flesraket gewijd.

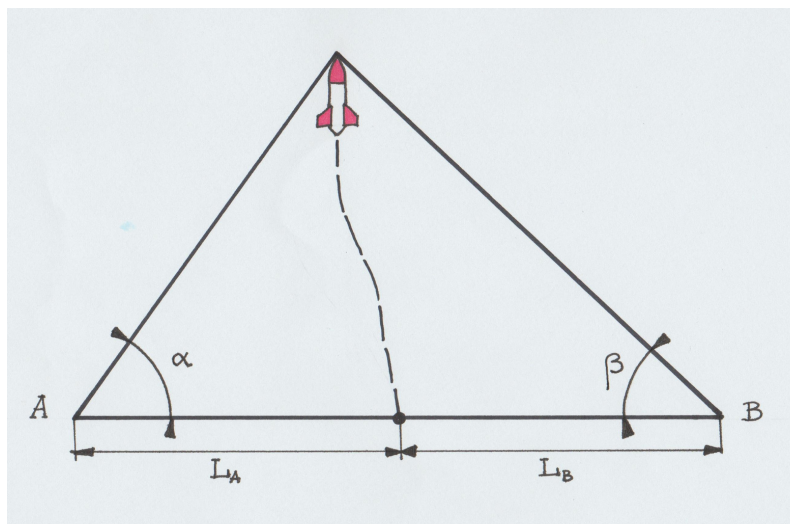
AAN DE SLAG



Om de raket te maken, wordt er vertrokken van een plastic 1,5L fles die gebruikt wordt om bruisende frisdranken te bewaren. Wanneer er flessen worden gebruikt waar niet-bruisende drank in heeft gezeten, is het risico op ontploffing te groot omdat deze flessen niet op een hoge druk zijn berekend. Deze fles wordt dan opgepompt tot een druk van **2 bar**.

Het is de bedoeling dat voor de vinnen en andere toebehoren van de raket zoveel mogelijk met te recycleren materiaal wordt gewerkt.

Om te bepalen hoe hoog de raket is gevlogen, zullen er twee teamleden op een welbepaalde afstand van het lanceerplatform staan om zo de hoek te bepalen die de raket op zijn hoogste punt haalt met de horizon. Door er dan de magie van driehoeksmeting op los te laten is er een goede inschatting te maken van de bereikte vlieghoogte.



Om te oefenen kunnen jullie de hoogte van de schoolgevel op die manier berekenen. Maak hierbij een schets en geef de werkwijze weer.

Schets en werkwijze:

Voor we echt gaan bouwen, is het belangrijk om stil te staan bij de verschillende onderdelen. De vragen hieronder kunnen je helpen om tot een goed ontwerp van je raket te komen.

Welke techniek gebruiken jullie om het ei heel terug naar beneden te krijgen?
Maak een overzichtelijke schets die het werkingsprincipe duidelijk maakt.

Zijn er nog alternatieve mogelijkheden waar jullie aan gedacht hebben?
Wat heeft de doorslag gegeven in het selecteren van de gebruikte techniek?

BOUWEN MAAR!



Ondertussen hebben jullie een plan van aanpak genoteerd en bedacht hoe jullie tework zullen gaan om het ongekoekte ei ongeschonden veilig te laten landen. Nu is het tijd om dat ook echt te gaan doen en jullie plannen om te zetten in realiteit. Bouwen maar!

Op het internet vind je verschillende nuttige websites en filmpjes die je kunnen helpen bij het bouwen van een flesraket. Maak daar zeker gebruik van als je gaat bepalen welke materialen jullie nodig hebben. We herhalen nog even de verplichte vereisten:

*Om de raket te maken, wordt er vertrokken van een plastic 1,5L fles die gebruikt wordt om bruisende frisdranken te bewaren. Wanneer er flessen worden gebruikt waar niet-bruisende drank in heeft gezeten, is het risico op ontploffing te groot omdat deze flessen niet op een hoge druk zijn berekend. Deze fles wordt dan opgepompt tot een druk van **2 bar**.*

Het is de bedoeling dat voor de vinnen en andere toebehoren van de raket zoveel mogelijk met te recycleren materiaal wordt gewerkt.

Zoek op welke materialen jullie gaan gebruiken en wie van het groepje daar voor zal zorgen. Maak een TO DO-lijstje zodat er duidelijke afspraken zijn. Je kan onderstaande lijst zelf nog uitbreiden.

Voorwerp: _____ - Verantwoordelijke: _____

Voorwerp: _____ - Verantwoordelijke: _____

Voorwerp: _____ - Verantwoordelijke: _____

Voorwerp: _____ - Verantwoordelijke: _____

Maak daarna een stappenplan van hoe je de raket in elkaar gaat zetten. Voeg indien nodig nog extra stappen toe.

Stap 1: _____

Stap 2: _____

Stap 3: _____

Stap 4: _____

Stap...

TESTEN



Elk team mag drie pogingen ondernemen. De hoogste wordt als definitief resultaat meegeteld.

Om de invloed van verschillende factoren te testen, kunnen de teams bij elk van de pogingen volgende zaken wijzigen:

- Vullingsgraad van de flessen: wanneer de flessen meer gevuld zijn, kan er langer stuwkracht geleverd worden, maar is de raket bij vertrek wel zwaarder.
- Massadichtheid van de stuwstof: wanneer eenzelfde volume suikerwater (hogere dichtheid) of alcohol (lagere dichtheid) wordt gebruikt, verandert eveneens de stuwkracht, maar daaraan gekoppeld ook het startgewicht van de raket.

Vlucht	Stuwstof	Massa	Volume	Hoogte
1				
2				
3				

VERBETEREN

Teams die het ei niet in z'n geheel terug naar beneden kregen, kunnen in tussentijd verbeteringen doorvoeren voor een tweede lancering de volgende week. Op de volgende bladzijde kan je eventuele verbeteringen noteren.

Andere teams kunnen bv. aerodynamisch de raket beter maken, of verder met de vullingsgraad en stuwstof spelen om nog hoger te raken.

Na vlucht _____ werden de volgende verbeteringen doorgevoerd:

Na vlucht _____ werden de volgende verbeteringen doorgevoerd:

Bronvermelding

Instructies voor het lanceerplatform: NASA

https://www.nasa.gov/audience/foreducators/topnav/materials/listbytype/Water_Rocket_Launcher_Directions.html

Water rocket physics - Scarsdale Public School

https://www.scarsdaleschools.k12.ny.us/cms/lib5/NY01001205/Centricity/Domain/330/water_rocket_physics_and_principles_18621.pdf

A guide to building and understanding the physics of water rockets - National Physical Laboratory - 2007

Youtube kanaal gewijd aan waterraketten: experiment met verschillende vloeistoffen

https://www.youtube.com/watch?v=Fu3rliPy_18