

Raketten

Raketten lijken mysterieuze high-tech apparaten, die alleen door de allerbeste technici kunnen worden berepen, maar niets is minder waar. Je hebt misschien zelfs al eens een eigen raket gebouwd bij de JWG. Je hoeft niet eens zoveel te weten om een raket te kunnen laten vliegen. Er zijn natuurlijk wel een paar dingetjes waar je even aan moet denken...

Hij moet vliegen...

Tja... dat is natuurlijk wel een beetje waar het om gaat. Raketten die niet vliegen zijn natuurlijk niet leuk (tenzij ze ontploffen). Om te vliegen moet je op de een of andere manier los zien te komen van de grond. Alles op aarde wordt immers door de zwaartekracht naar de grond toegetrokken. Die zwaartekracht is dus omlaag gericht. Om op te kunnen stijgen, moeten we dus zorgen voor een kracht omhoog. Bovendien mag de raket niet teveel wegen, want anders komt hij al helemaal niet los.

Michiel
Brentjens

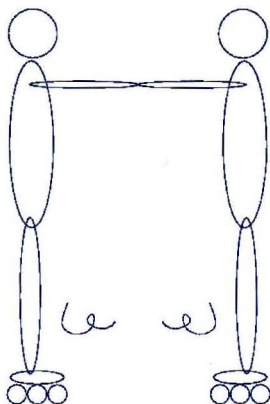


ACTIE = REACTIE

"Actie = reactie", die kreet hebben jullie misschien al eens eerder gehoord. Dit is een van de natuurwetten van Isaac Newton, een Engelse natuurkundige die aan het einde van de 17e eeuw leefde. Hij wil hiermee het volgende zeggen: Als jij een kracht uitoefent op een ding, oefent dat ding een even grote kracht uit op jou en wel in de tegengestelde richting. Die "tegenkracht" kun je gewoon voelen.

Een voorbeeld: als je samen met een broertje/zusje/vriendje/vriendinnetje op rolschaatsen tegenover elkaar gaat staan (zie figuur 1), kunnen jullie je tegen elkaar afzetten. Als die ander ongeveer even zwaar is als jij zullen jullie allebei gaan bewegen. Jij duwt tegen de ander, maar die ander duwt jou net zo hard weer terug. Nu zul je misschien zeggen: "Ja maar.. we zetten ons allebei tegen elkaar af...".

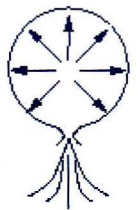
Dat klopt, maar het werkt ook als een zijn/haar armen over elkaar legt en niet duwt, terwijl de ander wel duwt. Je duwt dan volgens Newton nog altijd even hard tegen elkaar.



Figuur 1: De duw test.

Je kunt dus naar achteren gaan bewegen, als je je ergens tegen afzet. Omdat een raket ook in de ruimte moet kunnen vliegen, waar niets is waartegen hij zich kan afzetten, moet een raket zich tegen iets afzetten wat hij zelf meeneemt: zijn stuwstof. Een stuwstof is in principe alles, wat je aan de achterkant uit een raket kunt gooien. Hoe meer gewicht aan stuwstof je aan de achterkant per seconde uit je raket kunt gooien, hoe harder je raket wegvliegt.

Figuur 2: Een leeglopende ballon werkt ook als een raket.



De meest eenvoudig te behandelen stuwstoffen zijn vloeistoffen en gassen. Die kun je namelijk makkelijk naar buiten pompen of blazen. Neem bijvoorbeeld een ballon. Gewoon zo'n opblaasbaar rubber ding, dat je bij iedere speelgoed- of feestwinkel kan kopen. Als je een ballon opblaast kost dat moeite, omdat het rubber van de ballon het gas (je adem dus) door het tuitje weer naar buiten wil duwen. We zeggen dan, dat de druk van het gas in de ballon hoger is dan de druk buiten de ballon. Zolang je je mond nog aan het tuitje hebt en in de ballon probeert te blazen, gebeurt er niet zoveel, maar zodra je de ballon van je mond haalt en loslaat zal hij een enorm grillige vlucht door de kamer gaan maken.

Het gas drukt aan alle kanten stevig tegen de wand van de ballon, behalve aan de onderkant (zie figuur 2). Dat houdt in, dat het gas de ballon omhoog, naar links en naar rechts wil drukken. De krachten naar links en rechts werken elkaar tegen, maar de kracht omhoog wordt niet tegengewerkt door een kracht omlaag, omdat daar een gat zit: het tuitje. Er blijft dus een kracht omhoog over, die de ballon laat vliegen. Zo werkt een raketmotor ook. Alleen wordt er dan gas verbrandt voor het naar buiten geblazen wordt.

Hij moet stabiel vliegen...

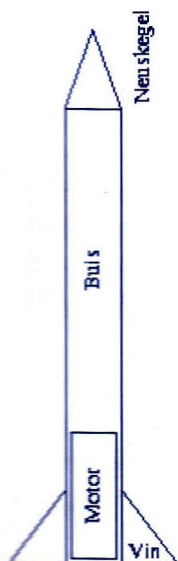
Nu gaan we wat kritischer worden. Die ballon van net heeft dan wel gevlogen, maar waarschijnlijk niet echt in een rechte lijn. Met een beetje pech heb je nog moeten duiken ook omdat hij "recht" op je af kwam! Vliegen is natuurlijk leuk, maar meestal wil je met een raket een bepaalde lading op een bepaalde plaats brengen (een sateliet in een baan om de aarde, een nieuwe bemanning in de MIR of een springlading bij een vijandelijk vliegtuig). Daarvoor is het nodig, dat je van tevoren op zijn minst een beetje kunt voorspellen waar je raket heengaat en hoe die dat doet. Aan de hand van een aantal waargebeurde tests op JoKa 1998 zullen we eens gaan kijken wat er allemaal mis kan gaan. Er is toen geëxperimenteerd met papieren raketten met een vaste brandstof motor.

VLUCHT 1

De eerste raket bestond alleen uit een papieren buis, een papieren neuskegel, papieren vinnen en een vaste brandstof motor. In figuur 3 kun je zien, dat die raket er best als een raket uitzag. Zo vloog hij alleen niet. Hij ging keurig de lucht in, maar vervolgde zijn weg ongeveer net zoals een ballon die leegloopt. O wat waren we blij dat we zestig meter van de lanceer-toren af stonden...

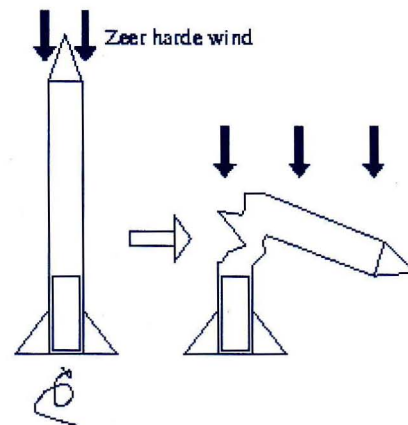
Wat was er nu misgegaan? De gebruikte motor was relatief sterk. Dat had als gevolg dat de raket er met enorme vaart vandoor ging. Op een gegeven moment heeft de raket daardoor zelfs het "gevoel" gehad, dat er een half pak suiker boven op hem lag. Dat werd wat veel, en zoals je in figuur 4 kunt zien, is de raket vlak boven de motor dubbelgeklapt. Door de vreemde vorm die de raket nu gekregen had, wilde de wind de

raket naar linksonder duwen, terwijl de motor hem recht omhoog wilde duwen. Het gevolg was, dat de raket enorm snel en onvoorspelbaar begin te tollen, terwijl hij vloog. Er moest dus iets verzonnen worden, waardoor de raket bij die hoge kracht niet dubbel zou klappen.



Figuur 3: Vlucht 1: De raket bestaat uit alleen papier en een motor.

Figuur 4: Vlucht 1: Door de harde wind en de slappe constructie is de raket gebroken.

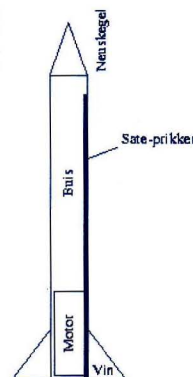


VLUCHT 2

De tweede raket was geboren: om te voorkomen, dat die ook bij de start dubbel zou klappen, werd hij voorzien van een sateprikker (zie figuur 5). Maar ook ditmaal waren we blij dat er een grote afstand was tussen de raket en ons. Weer een 3D-voetzoeker vlucht die alle kanten op ging behalve de goede. Was de raket dan opnieuw gebroken?

Helaas...Nader onderzoek wees uit, dat hij nog helemaal heel was. Er was dus iets anders aan de hand, maar wat? Vanaf nu gaat het verhaal wat ingewikkelder worden.

Figuur 5: Vlucht 2: De raket is verstevigd met een sateprikker.



Alle voorwerpen hebben een punt, ergens in, op, of bij het voorwerp, dat we het zwaartepunt noemen. Het zwaartepunt is een heel bijzonder punt. Als je een voorwerp precies in het zwaartepunt vastpakt, is het in evenwicht. Pak maar eens een lineaal. Als je die op je wijsvinger legt, zal hij ofwel linksom, ofwel rechtsom vallen. Als je even aan hebt geoefend, zul je ontdekken, dat er ook een punt is, waarbij de lineaal op je vinger blijft liggen. Dat punt noemen we het zwaartepunt.

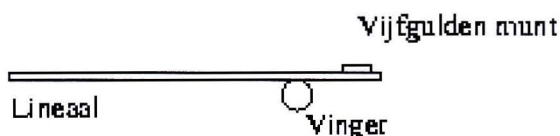
Als je een normale, rechthoekige lineaal hebt genomen zul je waarschijnlijk zien, dat dat punt ergens in het midden van de lineaal ligt (figuur 6). Als je nu een zwaar muntstuk (bijvoorbeeld een vijf gulden munt) op één van de uiteinden van de lineaal plakt, zul je zien dat het zwaartepunt verschoven is in de richting van het muntstuk. Om dat te begrijpen gaan we even wat preciezer kijken naar wat evenwicht nu eigenlijk betekent. In dit geval is er iets dat de lineaal linksom wil laten draaien en iets dat de lineaal rechtsom wil laten draaien. Als datgene dat de lineaal linksom wil laten draaien groter is, dan datgene dat de lineaal rechtsom wil laten draaien, draait de lineaal linksom. Als die dingen allebei even groot zijn, draait de lineaal niet.



Figuur 6: Een gewone lineaal in evenwicht. Het zwaartepunt ligt recht boven de vinger.

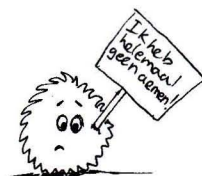
Hij is dan in evenwicht. Iets dat de lineaal links- of rechtsom wil laten draaien noemen we een koppel. Wat maakt nu het ene koppel nu groter dan het andere? Er

bestaat een natuurkunde wet die zegt dat koppel = kracht X arm. Dat betekent dat een koppel groter wordt, naarmate de afstand tot het draaipunt (de arm) toeneemt en naarmate de kracht die wordt uitgeoefend groter wordt. Kijk even naar figuur 7.



Figuur 7: Er is een zwaar muntstuk op een van de uiteinden van de lineaal geplakt. Het zwaartepunt ligt weer boven de vinger.

Het stuk links van de vinger weegt veel minder dan het stuk rechts van de vinger. Toch is de lineaal in evenwicht. Dat komt, omdat het stuk links veel verder uitsteekt dan het stuk rechts: de "arm" is langer. Om precies te zijn is de arm links net zoveel langer dan de arm rechts, als dat het gewicht rechts zwaarder is dan het gewicht links. Anders gezegd: Als het gewicht rechts tien keer zo groot is als het gewicht links, dan is de arm links tien keer zo lang als de arm rechts. Dit heeft de volgende praktische gevolgen: als je iets wilt laten draaien (bijvoorbeeld een deur) kost dat weinig moeite als je ver van het draaipunt duwt (de klink) en veel als je dichtbij het draaipunt duwt (2cm van de scharnieren vandaan). Probeer dat maar eens.



Dat was natuurlijk best weer genieten, zo'n natuurkundeles tussendoor, maar wat heeft dit nu helemaal met raketten te maken? Even geduld nog, je merkt het zo. Het zwaartepunt van een voorwerp heeft namelijk nog een bijzondere eigenschap. Als een voorwerp zich vrij in de ruimte bevindt, is het zwaartepunt het punt waarom het gaat draaien als het voorwerp ergens een zetje krijgt.

Nu even terug naar de raket van vlucht nummer 2. In figuur 8 zie je dat het zwaartepunt van die raket zich ergens in de motor bevindt. De motor weegt immers verreweg het meest van alle onderdelen van de raket. Als het zwaartepunt zich ergens in de motor bevindt, wil dat ook zeggen, dat het draaipunt van de raket zich daar bevindt.

Stel nu eens dat de raket, om wat voor reden dan ook, een beetje scheef op de windrichting komt te liggen. De wind zal dan een beetje van de zijkant tegen de raket blazen. Het zwaartepunt was tegelijkertijd ook het draaipunt van de raket, dus de wind tegen het bovenste deel zal de raket verder scheef willen draaien, terwijl de wind tegen het onderste deel van de raket hem weer recht wil duwen. Degene met het grootste koppel wint dit. Maar welk koppel is dat dan?

Het oppervlak van het deel boven het zwaartepunt is ongeveer even groot als het oppervlak van het deel onder het zwaartepunt (denk aan de vinnen), dus de kracht die daar op werkt is ook ongeveer even groot.



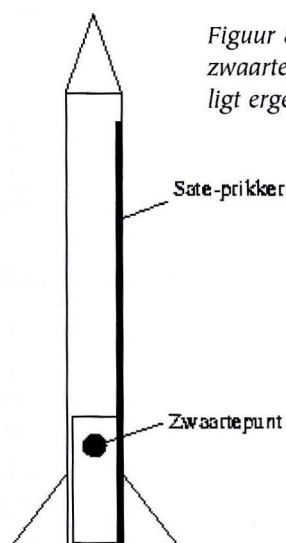
Maar nu het vervelende deel: het bovenste deel heeft een veel langere arm dan het onderste deel. Kortom, het koppel dat de raket verder scheef wil duwen wint: de raket begint met ongecontroleerd tollen. Dat was dus de reden van het onverwachte verloop van vlucht 2.

Nu we weten wat er fout gaat, hoeven we er alleen nog maar een oplossing voor te verzinnen. We moeten er voor gaan zorgen, dat het koppel, dat de raket bij een verstoring weer recht duwt (het onderste) gaat winnen van het koppel dat het alleen maar erger maakt. We kunnen twee dingen doen:

- De vinnen veel groter maken, zodat de kracht en dus het koppel op het onderste deel groter wordt
- Het zwaartepunt omhoog verschuiven, zodat de arm aan de onderkant langer en aan de bovenkant korter wordt. Op die manier wordt het onderste koppel groter en het bovenste kleiner.

We hebben gekozen voor de tweede oplossing, omdat grote vinnen de raket niet erg aerodynamisch maken. Hij zou dan meer last krijgen van de tegenwind en zou minder hard vliegen en dus minder hoog komen. Om het zwaartepunt hoger te krijgen, is toen een zware M10 moer boven in de raket bevestigd (zie figuur 9).





Figuur 8: Vlucht 2: Het zwaartepunt van de raket ligt ergens in de motor.

VLUCHT 3

Zou alles dan eindelijk goed gaan? Vol spanning wordt er afgeteld... De raket vertrekt en WEER zo'n &*%@\$#@*!^!! vlucht!!! Wat was er NU weer aan de hand? Bij het bekijken van de raket bleek dat de moer door de kracht van de lancering los was geschoten en bovenop de motor was gaan liggen. Tja... dan werkt hij niet meer. Gelukkig was dit probleem eenvoudig te verhelpen met een flinke dot lijm, papier en veel plakband.

REGIOKAMPJE ZUID!

Woon je in regio Zuid, ben je jonger dan 15 jaar, en heb je tijd in het weekend van 15 t/m 17 oktober, kom dan naar het geweldige Regiokampje Zuid!

Leer meer mensen kennen die ook nog wel eens omhoog naar de sterren kijken, of kom bekenden tegen van Joka.

Natuurlijk wordt het een onvervalst **JWG-weekendkampje** (uiteraard hoeft ik jullie niet meer te vertellen wat dat betekent), mits jij aanwezig bent!

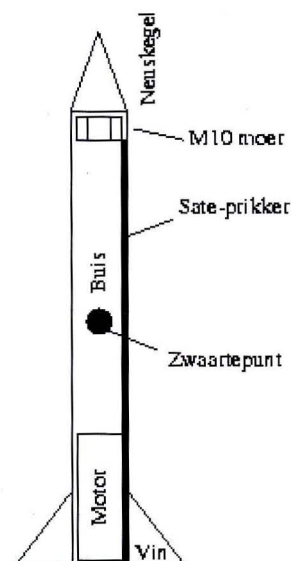
Voor meer informatie kan je contact opnemen met:

Ivo Balk, 't Winkel 26, 6027 NV Soerendonk, 0495-593260

VLUCHT 4

Eindelijk succes. Een mooie vlucht, waarbij de raket rechtop vertrok, mooi recht vloog en zich aan het eind van de vlucht netjes met zijn neus in de grond boorde.

Figuur 9: Vlucht 3: Boven in de raket is een moer bevestigd. Op die manier komt het zwaartepunt hoger te liggen.



Wat is nu echt belangrijk?

Een raket moet:

- stevig en stijf zijn
- licht zijn
- een hoog zwaartepunt hebben
- gestroomlijnd zijn

Raketten zijn boeiende dingen om over na te denken. Wat hierboven verteld is, is nog lang niet alles. Mensen met een beetje verstand van numerieke wiskunde en programmeren zouden misschien zelfs op de computer kunnen proberen een raketvlucht na te bootsen. Veel plezier ermee.

POLARIS OPTISCHE INSTRUMENTEN

**POLARIS OPTISCHE
INSTRUMENTEN**
Nachtegaalstraat 76
3581 AM Utrecht
tel/fax: 030- 2322569

MEADE ETX 90/EC

uit voorraad leverbaar



- * Maksutov Cassegrain systeem
- * Opening 90 mm
- * F = 1250 mm
- * Openingsverhouding F/13.8
- * Magnitude 11.7
- * Scheidend vermogen 1".3
- * Hoofdspiegel Pyrex
- * EMC coating
- * Gewicht ca. 4,5 Kg
- * Inclusief handbedieningskastje (niet afgebeeld)
- * Volgmotoren werken ca. 40 uur op batterijen
- * Aansluiting voor 12V accu