

Introductie

Ruimtemissie Rosetta

Tien jaar kostte het ruimtesonde Rosetta om op de plaats van bestemming te komen: komeet 67P/Churyumov-Gerasimenko: een reis van bijna 6,4 miljard kilometer. Rosetta begeleidt de komeet in zijn tocht rond de zon. Het is voor het eerst dat een komeet gedurende zo'n lange tijd van zo dichtbij wordt onderzocht.

Deze les is een inleiding bij een serie lessen en filmpjes gemaakt door ESERO NL en NTR SchoolTV waarin wordt uitgelegd wat er komt kijken bij ruimtereizen als die van Rosetta

Vorbereiding

Bekijk de lessen *Reizen door het zonnestelsel* en *Met een katapult door de ruimte*. Beide lessen zijn te vinden op www.ruimtevaartindeklas.nl onder de lespakketten voor klas 1-2. Maak een keuze welke lessen u met de leerlingen wilt doen. Maak aan de hand daarvan een keuze welke NTR-video's u aanbiedt. Zet deze klaar.

Benodigheden

Naar keuze

- NTR-video *Ruimtemissie Rosetta*: www.bit.ly/ruimtemissie_rosetta
- NTR-video *Met een katapult door de ruimte*: www.bit.ly/katapult_maken
- NTR-Clipphanger *Hoe reis je door de ruimte?*: www.bit.ly/reizen_door_de_ruimte
- NTR-Clipphanger *Hoe is ons zonnestelsel ontstaan?*: www.bit.ly/ontstaan_zonnestelsel

Tijdsduur

45 minuten

Kerdoelen

28, 29, 31, 32

Vakken

Natuurkunde
Science
Techniek

Lesbeschrijving *Ruimtemissie Rosetta*

De ruimtemissie 20 minuten

De leerlingen bekijken de NTR-film *Ruimtemissie Rosetta* (www.bit.ly/ruimtemissie_rosetta). In de film worden kort een aantal factoren uitgelegd die belangrijk zijn bij een ruimtemissie.

In het filmpje komen drie experts aan het woord:

- Rebecca van der Molen is hoofd productie ruimtevaartonderdelen. Zij vertelt over de tests die een ruimteschip moet doorstaan voordat het de ruimte in gaat. De omstandigheden in de ruimte zijn heel anders dan op aarde. Alle onderdelen moeten worden getest of ze nog goed werken bij die omstandigheden (extreem hoge en lage temperaturen, vacuüm, gevaarlijke straling).
- Raymond Hoofs is planner wetenschappelijke ruimtemissies. Hij zorgt ervoor dat de sonde aankomt op de plaats van bestemming. De route moet vooraf goed gepland worden en gedurende de reis voortdurend gecontroleerd worden. Tijdens de reis zijn lancering en aankomst de meest spannende momenten.

- Inge Loes ten Kate is astrobiologe. Zij vertelt over het reisdoel van Rosetta. Door naar de komeet te reizen kun je meer leren over de samenstelling daarvan. Wetenschappers denken dat kometen vroeger belangrijke stoffen zoals water en organisch materiaal naar de aarde hebben gebracht om leven mogelijk te maken.

Vraag in een onderwijsleergesprek waar je aan moet denken als je op reis gaat naar de ruimte. Vraag eventueel waar je naar toe wilt, waarom je daar naartoe wilt en met welke omstandigheden je rekening moet houden. Buiten de antwoorden die in de film gegeven kan je ook denken aan de volgende:

- De onderdelen in een ruimtesonde moeten goed in elkaar passen. Wetenschappers, ingenieurs en technici moeten hiervoor goed samenwerken. Ze komen uit verschillende landen uit Europa en moeten soms op afstand samenwerken of voor langere tijd in het buitenland werken.
- Het moment van lanceren is heel belangrijk. Alle hemellichamen zijn continu in beweging. Alleen als je op het juiste moment lanceert, kun je op de plek van bestemming komen. Dit komt aan de orde in de les *Reizen door het zonnestelsel*.
- Ruimteschepen worden altijd met een raket gelanceerd. Het wegvaren van de aarde kost veel energie. Na het verlaten van de aarde, wordt de raket afgestoten en blijft de ruimtesonde over. Hierover meer in de les *Met een katapult door de ruimte*
- Op een ruimteschip zitten veel verschillende onderdelen, zoals; instrumenten om op de plek van bestemming onderzoek te doen; communicatieapparatuur om contact met de aarde te maken; stuurraketten om bij te sturen en zonnepanelen voor de energievoorziening.

Het zonnestelsel 10 minuten

We maken ruimtereizen onder andere om meer te weten komen over het heelal waarin wij leven. Door te kijken naar de samenstelling van sterren, planeten en andere hemellichamen, leren we meer over de geschiedenis en de toekomst van dit heelal. De ruimtesonde Rosetta gaat naar een komeet. Kometen zijn overblijfselen uit de begintijd van het zonnestelsel. Hoe dat precies zit kunnen leerlingen bekijken in de NTR-Cliphanger *Hoe is ons zonnestelsel ontstaan?* (www.bit.ly/ontstaan_zonnestelsel)

In deze Cliphanger wordt uitgelegd dat het zonnestelsel is ontstaan uit een stofwolk. Door de zwaartekracht klontert de meeste stof samen in het midden. Hier wordt de zon gevormd. Dichtbij de zon worden uit het overgebleven stof planeten gevormd. Verder van de zon blijft er stof over dat samenklontert tot grote ijsblokken: kometen. Deze ijsblokken hebben ongeveer dezelfde samenstelling als de stofwolk waaruit het zonnestelsel is ontstaan. Sommige kometen komen door botsingen in een nieuwe baan dicht bij de zon terecht. Soms kunnen we ze vanaf de aarde zien. En we kunnen we er ook een ruimtesonde op af sturen.

Afsluiting 10 minuten

Vertel dat in de komende lessen de nadruk ligt op de ruimtereis. Rosetta is 10 jaar onderweg geweest. In die 10 jaar tijd heeft de sonde meer dan 6 miljard kilometer afgelegd. De afgelegde baan is geen rechte lijn; hij wordt beïnvloed door de werking van de zwaartekracht. Een ruimtesonde verbruikt de meeste brandstof bij de lancering. Daarna komt hij in een baan om de zon terecht, waar de zwaartekracht een grote rol speelt.

Laat eventueel de NTR-video *Met een katapult door de ruimte* (www.bit.ly/reizen_door_de_ruimte) zien met de uitdaging door expert Raymond Hoofs en sluit af met de aankondiging van de lessen die de leerlingen gaan volgen.

Achtergrondinformatie

Rosetta is een ruimtesonde van de Europese ruimtevaartorganisatie ESA die gelanceerd is in 2004. De ruimtesonde is 10 jaar onderweg geweest naar de komeet 67P/Churyumov-Gerasimenko. In november 2014 laat Rosetta de kleine robotlander Philae neer op de komeet; de eerste keer dat er op een komeet wordt geland. De lander neemt bodemonsters en bestudeert de samenstelling van de komeet.

Een bijzondere reis

De reis van Rosetta is om een aantal redenen bijzonder. Allereerst is landen op een komeet anders is dan landen op een planeet. Een komeet heeft nauwelijks zwaartekracht en de lander moet op eigen kracht naar de komeet bewegen. Daar moet de lander zich vasthechten aan de komeet waardoor hij niet kan lopen of rijden zoals landers op een planeet.

Gedurende 2,5 jaar is Rosetta in 'winterslaap' geweest. Tussen 2011 en 2014 was Rosetta het verst verwijderd van de zon. In deze periode viel er weinig zonlicht op de panelen waardoor er weinig energie werd opgewekt. Daarom werd de ruimtesonde in een winterslaap gebracht, de eerste keer dat zoiets gebeurde in de geschiedenis van de ruimtevaart. In januari 2014 ontwaakte Rosetta op een afstand van 9 miljoen kilometer van de komeet en maakte opnieuw contact met de aarde.

Ook de baan die de sonde aflegt is bijzonder. Geen enkele bestaande raket kan een ruimtesonde zo'n hoge snelheid geven dat het via de kortste weg bij de komeet kan komen. Daarvoor zou de sonde tegen de zwaartekracht van de zon in moeten vliegen. Om toch voldoende snelheid op te bouwen, maakt Rosetta gebruik van een zogenaamde zwaartekrachtslinger, ook wel gravity assist genoemd. Door op de goede manier langs een planeet te vliegen, kan de ruimtesonde snelheid krijgen van de planeet via impulsoverdracht. Het principe is vergelijkbaar met een tennisbal die botst tegen een rijdende trein. Botst de tennisbal aan de voorkant, dan krijgt de tennisbal snelheid van de trein mee via impulsoverdracht. Bij de zwaartekrachtslinger vindt er geen botsing plaats, maar wordt de impuls overgedragen door slim achter de planeet langs te bewegen.

De komeet draait in een ellips om de zon op een afstand tussen de 200 miljoen en 800 miljoen kilometer. De kleinst mogelijke hemelsbrede afstand tot de aarde is ongeveer 50 miljoen kilometer. Toch legt het ruimteschip meer dan 6 miljard kilometer af om zijn doel te bereiken. De komeet is zeer klein (4 km in doorsnede). Als de komeet de grootte zou hebben van een zoutkorrel (0,4 mm), dan zou op dezelfde schaal gezien, de reis die Rosetta moest afleggen meer dan 600 kilometer zijn. Het ruimteschip naar de plaats van bestemming schieten vereist dus een enorme precisie. Rosetta begon zijn reis met een aantal omwentelingen om de zon, in dezelfde richting als de aarde. Tijdens deze omwentelingen passeerde Rosetta driemaal de aarde en

eenmaal Mars. Tijdens deze passages versnelde of vertraagde Rosetta en veranderde de richting. De sonde bereikte een maximum snelheid van meer dan 460 kilometer per seconde ten opzichte van de zon. In augustus 2014 kwam Rosetta in een baan om de komeet op een afstand van ongeveer 100 km.

Meer informatie

- Interactieve visualisatie van de reis van Rosetta: www.bit.ly/where_is_Rosetta
- Animatie door ESA die de hoogtepunten van de reis laat zien: www.bit.ly/rosetta_journey
- Filmpje van The Washington Post waarin de ruimtemissie kort wordt uitgelegd: www.bit.ly/1qfoKm9
- Bij het schrijven van het lesmateriaal was de missie van Rosetta nog niet voltooid. Het verloop van de missie kunt u volgen op onderstaande blogs van ESA (EN) en Scientias (NL): <http://blogs.esa.int/rosetta/> en www.scientias.nl/rosetta