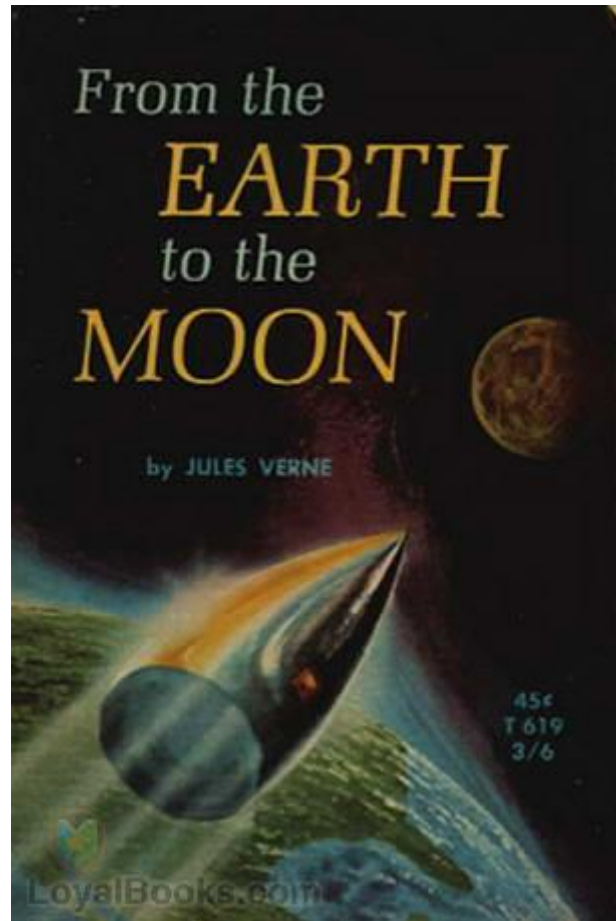


**Ontsnappingsnelheden in het heelal zijn veel hoger  
dan de snelheid van een kogel uit een geweer**



**1865 - Jules Verne - De la Terre à la Lune**

## Ontsnappingsnelheden in het heelal zijn veel hoger dan de snelheid van een kogel uit een geweer.

### Typische range voor de snelheid van een kogel uit een geweer.

Alhoewel de snelheid van een kogel uit een geweer afhangt van het ontwerp van de kogel en het geweer, is een typische range voor een snelheid van een kogel, die een geweer verlaat 2500 km/uur tot 4000 km/uur.

**Als referentie gebruiken we hier verder de hoogste kogelsnelheid van 4000 km/uur of 1,12 km/sec.**

### De zwaartekracht ontsnappingsnelheid voor de aarde.

De ontsnappingsnelheid voor de aarde is 11,2 km/sec oftewel 40.000 km/uur\*.

\* (zonder atmosfeer, zonder wrijvingsweerstand van de atmosfeer van de aarde).

### Een reis naar de maan.

Voor een reis naar de maan moet een astronaut aan de zwaartekracht van de aarde kunnen ontsnappen.

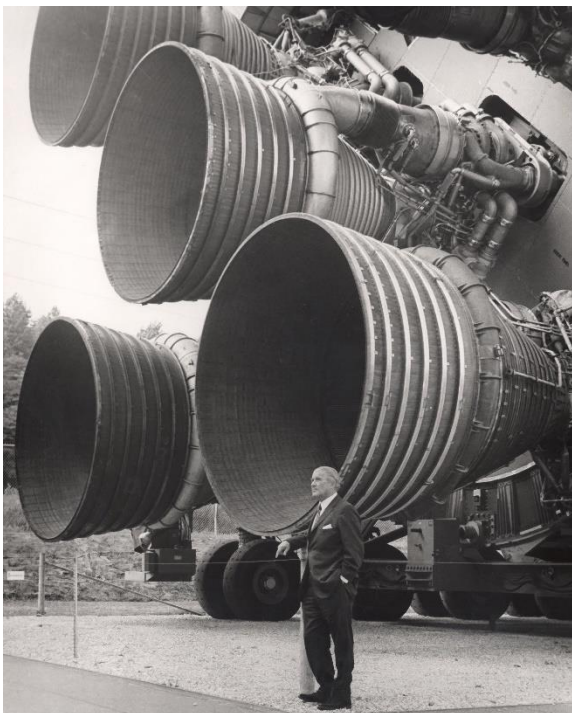
De snelheid van een astronaut is dan minimaal 11,2 km/sec of 40.000 km/uur.

*De snelheid van een astronaut op weg naar de maan is op een gegeven moment tien keer de snelheid van een kogel uit een geweer.*

### Pro memorie juli 1969.

Op 16 juli 1969 gebeurde dit voor het eerst met de lancering van Apollo 11 met een superzware draagraket, de Saturn V raket, die 111 meter hoog was – 18 meter hoger dan het Vrijheidsbeeld – een diameter had van 10 meter en 2900 ton zwaar was, oftewel 2,9 miljoen kg zwaar inclusief brandstof.

Met deze Saturn V raket slaagden de drie astronauten Neil Armstrong, Buzz Aldrin en Michael Collins erin, om zich los te maken van de zwaartekracht van de aarde, op weg naar de maan. Vier dagen later, op 20 juli 1969 landden Neil Armstrong en Buzz Aldrin op de maan. (de ontsnappingsnelheid vanaf de maan is 2,38 km/s).



De Saturnus V raket bestond voornamelijk uit aluminium en was ontworpen onder leiding van de Duitser/Amerikaan Wernher von Braun.

De projectkosten bedroegen 6,4 miljard dollar, of 50 miljard dollar in dollars van 2020.

De eerste trap werd aangedreven door kerosine en vloeibare zuurstof, de tweede en derde trap werden aangedreven door vloeibare waterstof en vloeibare zuurstof.

Tijdens de lancering produceerde de raket een record geluid op aarde van 203 decibels.

**Dr. Wernher von Braun staat bij de vijf F1 raketmotoren van de eerste trap van de Saturnus V raket.**

**De vijf raketmotoren van de eerste trap verbrandden bij de lancering – elke seconde – 15 ton vloeibare zuurstof en kerosine om voldoende stuwkracht te produceren om uiteindelijk met de tweede en derde trap van de raket te kunnen ontsnappen aan de zwaartekracht van de aarde.**

## **De zwaartekracht ontsnappingsnelheid voor ons zonnestelsel.**

### **Een reis maken naar andere sterren in de Melkweg door te ontsnappen uit ons zonnestelsel.**

NASA is erin geslaagd de ruimtevaartuigen Voyager 1 en 2, die beiden in augustus 1977 gelanceerd zijn, te laten ontsnappen uit ons zonnestelsel.

Als eerste ruimtevaartuig in de geschiedenis verliet Voyager 1 op 25 augustus 2012, na een reis van 35 jaar, het zonnestelsel op 18 miljard km afstand van de zon, met een snelheid van 61.200 km/u oftewel 17 km/sec.

**De ontsnappingsnelheid van Voyager 1 bedroeg 15 keer de snelheid van een kogel uit een geweer.**

Ruimteschip Voyager 2 verliet, na een reis van 41 jaar het zonnestelsel op 05 november 2018, op een afstand van 18 miljard km van de zon, met een snelheid van 55.345 km/u oftewel 15,4 km/sec.

**De ontsnappingsnelheid van Voyager 2 bedroeg 14 keer de snelheid van een kogel uit een geweer.**

## **Het ontsnappen uit ons zonnestelsel komt neer op het kunnen ontsnappen aan onze zon.**

Om aan het zonnestelsel te kunnen ontsnappen betekent, dat men aan de zwaartekracht van de totale massa van het zonnestelsels moet kunnen ontsnappen. Omdat de massa van de zon 99,86% is van de totale massa van ons zonnestelsel, *moet men in feite aan de zon kunnen ontsnappen.*

De ontsnappingsnelheid vanaf het zonne-oppervlak bedraagt 618 km/sec. Hoe verder weg men zich van de zon in het zonnestelsel bevindt, hoe lager de ontsnappingsnelheid van de zon of het zonnestelsel.

Zo is de ontsnappingsnelheid voor de zon op aarde (150 miljoen km van de zon) 42,1 km/sec ipv 618 km/sec.

Nog verder weg, ergens tussen Jupiter en Saturnus, slaagden ruimtevaartuigen Voyager 1 en Voyager 2 erin om los te komen van de zon met ontsnappingsnelheden van respectievelijk 17 km/s en 15,4 km/sec.

## **Hoe lang duurt het voordat Voyager 1 aankomt bij een andere ster van onze Melkweg?**

De dichtstbijzijnde ster van de zon in de Melkweg is Proxima Centauri op 4,24 lichtjaar.

Nu is het traject van Voyager 1 niet richting Proxima Centauri.

Stel dat Voyager 1 wel op koers lag richting Proxima Centauri - de dichtstbijzijnde ster in de Melkweg.

**Met zijn snelheid van 61.200 km/uur of 17 km/sec of 15 keer de snelheid van een kogel uit een geweer, zou ruimtevaartuig Voyager 1 over  $(300.000/17 \times 4,24)$  jaar aankomen bij de ster Proxima Centauri, oftewel over 75.000 jaar.**

## **De zwaartekracht ontsnappingsnelheid voor de Melkweg.**

Om aan de Melkweg te kunnen ontsnappen (astronomen gaan ervan uit, dat ons melkwegstelsel 100 miljard tot 400 miljard sterren bevatten, plus donkere materie) moet je kunnen ontsnappen aan de zwaartekracht van al die massa in de Melkweg. Astronomen hebben een ruwe berekening gemaakt en komen op een ontsnappingsnelheid voor de Melkweg vanaf de aarde van 550 km/s oftewel 2 miljoen km/uur. Met deze snelheid kan de mens ons melkwegstelsel verlaten om naar andere sterrenstelsels in het heelal te reizen.

**De ontsnappingsnelheid voor de Melkweg is 500 keer de snelheid van een kogel uit een geweer.**

**Het dichtstbijzijnde grote sterrenstelsel is het Andromeda-sterrenstelsel of de Andromedanevel en ligt op ongeveer 2,5 miljoen lichtjaar afstand van de aarde.**

**Hoe lang zou een ruimtereis voor de mens duren om het dichtstbijzijnde grote sterrenstelsel in het heelal – de Andromedanevel – te kunnen bezoeken?**

Een ruimtevaartuig met een ontsnappingsnelheid van 550 km/s, voor het kunnen ontsnappen uit de Melkweg, – 500 keer de snelheid van een kogel uit een geweer – zou bij de Andromedanevel arriveren na een ruimtereis van  $(300.000/550 \times 2,5 \text{ miljoen})$  jaar, **oftewel na 1,4 miljard jaar\***.

Zelfs als we de snelheid in het ruimtevaartuig, in theorie, zouden kunnen opvoeren van 550 km/s naar de lichtsnelheid van 300.000 km/s **zijn we nog steeds 2,5 miljoen jaar onderweg** voordat we het Andromeda sterrenstelsel, onze grote galactische buur, bereiken.

**\* Opmerking:**

Hierbij is geen rekening gehouden met het feit, dat het Andromeda-sterrenstelsel met een snelheid van 110 km/s op ons melkwegstelsel afkomt.