

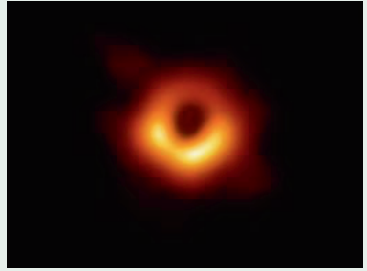
## 3. Zwarte gaten

### Wat zijn zwarte gaten?

Een zwart gat is een gebied van ruimte-tijd waaruit niets kan ontsnappen, zelfs licht kan er niet uit ontsnappen.

Aangezien een lichaam in een kleiner en kleiner volume wordt verpletterd, worden de gravitatiekrachten, en de

vluchtsnelheid groter. Uiteindelijk wordt een punt bereikt waarbij zelfs licht, dat bij 300 000 kilometer per seconde reist, niet snel genoeg meer is om te ontsnappen. Op dit punt kan niets meer ontsnappen aangezien niets sneller dan licht kan reizen. Dit is uiteindelijk een zwart gat.



### Waar komt de term zwart gat vandaan?

De naam is eind jaren '60 bedacht door John Wheeler. Als de brandstof van een zware ster opraakt, kan deze de druk van de zwaartekracht niet langer weerstaan. De kern implodeert en laat een leeg stuk ruimte achter, vandaar de benaming 'gat'. Doordat het licht van een krimpende ster door de tijdvertraging (zwaartekracht vertraagt de tijd!) steeds langzamer gaat trillen, wordt zijn frequentie steeds lager. Dit geeft een rode kleur, totdat de ster uiteindelijk uitdooft zoals de houtskool van een dovend haardvuur. Vandaar de benaming 'zwart'.

### Hoe ontstaan zwarte gaten?

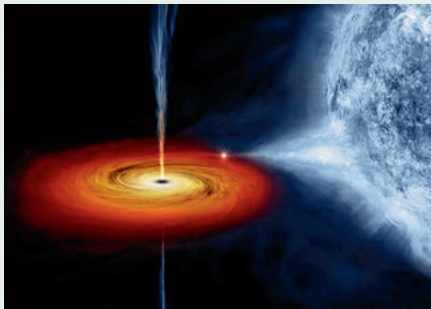
Een zwart gat ontstaat dus wanneer een zware ster zonder brandstof komt te zitten. Maar wat gebeurt er nu precies... Laten we aannemen dat een ster een volmaakt sferische bol is. Stel dat deze steeds verder krimpt, terwijl de hoeveelheid materie behouden blijft. Bij het kleiner worden van de bol wordt de zwaartekracht aan het oppervlak steeds groter. Op een gegeven moment wordt de zwaartekracht zo groot, dat geen enkele soort materie haar nog kan weerstaan. De bol zal dus verder samentrekken, en omdat het een

volmaakte bol is, blijft die al die tijd bolvormig. Met andere woorden: alle materie beweegt in de richting van het geometrische centrum van de bol. Dit proces komt tot een einde wanneer de voormalige ster is samengetrokken tot 1 enkel punt. Omdat een punt oneindig kleine afmetingen heeft, heeft de materie op dat moment een oneindige dichtheid. De zwaartekracht zal in de punt dus oneindig groot zijn. Zo'n object wordt een singulariteit genoemd.

### **Eigenschappen van een zwart gat**

De zwaartekracht vertraagt, hoe groter de zwaartekracht hoe groter de tijdvertraging. Dat heeft natuurlijk gevolgen. Hoe kleiner de bol wordt wanneer hij samentrekt, hoe groter de tijdvertraging. Zodra de bol een kritische grens bereikt heeft, wordt de tijdvertraging oneindig groot (bij een bol van 1 zonnemassa ligt deze grens bij een straal van 3 kilometer). Wanneer je de ster dan van de aarde zou waarnemen, zou je merken dat de tijd daar stilstaat.

### **Zwarte gaten, het definitieve einde?**



Zwarte gaten zijn voorspeld door de algemene relativiteit. Volgens de klassieke algemene relativiteitstheorie kan massa noch informatie van het binnenste van een zwart gat, een waarnemer erbuiten bereiken. Als men bijvoorbeeld een zaklamp op het gat richt, zal men geen reflectie zien, omdat het licht van die reflectie niet kan ontsnappen uit het gat. Quantummechanische effecten zouden toch toelaten dat materie en energie ontsnapt uit het zwarte gat, maar in zeer kleine hoeveelheden (slechts een paar atomen per keer).