

Opgaven werkcollege Zwarte Gat en Actieve Sterrenstelsels

De straal van de waarnemingshorizon van een zwart gat r_s kan berekend worden als:

$$r_s = \frac{2Gm}{c^2},$$

Met G , de gravitatie constante, m de zwart gat massa en c de lichtsnelheid. Deze straal wordt de Schwarzschild radius genoemd, naar haar ontdekker.

1. Bereken de Schwarzschild radius voor een zwart met de massa van de Zon, de Aarde en je eigen massa.
2.
 - (a) Hoe groot moet de kinetische energie (en dus snelheid) zijn op afstand r van een zwart gat tenminste zijn om aan het gat te kunnen ontsnappen volgens de klassieke zwaartekracht theorie?
 - (b) Op welke afstand moet de snelheid tenminste de lichtsnelheid zijn? (Waarom is deze berekening niet correct?)
3.
 - (a) Bereken de massa dichtheid van een zwart gat binnen de Schwarzschild radius indien de massa hierbinnen uniform verdeeld zou zijn.
 - (b) Voor welke massa (en bijbehorende straal) is de gemiddelde dichtheid gelijk aan water? (Waarom is deze berekening nonsens?)

Extra opgave

Actieve sterrenstelsels zenden typisch tussen de 10^{35} en 10^{41} Watt aan licht energie uit. Sterrenkundigen denken dat dit typisch 10% vertegenwoordigt van de opgeslokte massa van het zwarte gat, uitgedrukt in energie. Hint: energie E en massa m zijn in elkaar om te rekenen met de formule $E=mc^2$

4. Bereken hoeveel massa de zwarte gaten in de zwakste en krachtigste actieve sterrenstelsels typisch per jaar opslokken. Druk dit uit in eenheden van een doorsnee sterrenmassa (de Zon).