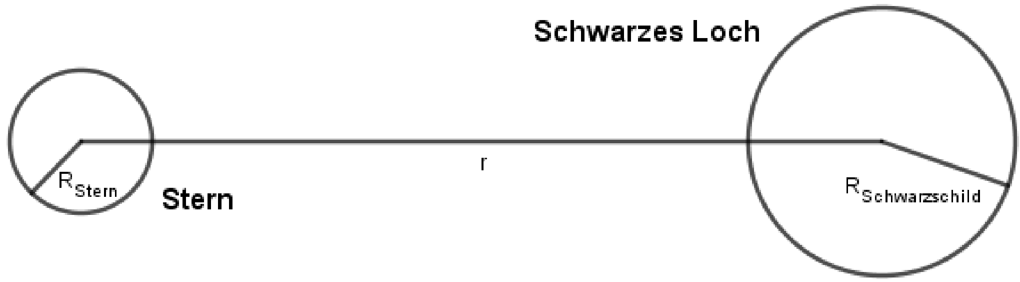
ROCHE-GRENZE NAHE SCHWARZER LÖCHER

Notwendiges Vorwissen:



Grafik: E. Malz

Gravitationskraft: $F_{grav} = G \cdot \frac{m \cdot M_{Stern}}{R_{Stern}^2}$, Gezeitenkraft: $F_{Gezeiten} = 2 \cdot G \cdot R_{Stern} \cdot \frac{m \cdot M_{SL}}{r^3}$

In die Gleichungen wurden schon die passenden Bezeichnungen eingesetzt. Die Masse *m* ist jeweils die Masse eines Gaspakets, auf die die beiden Kräfte wirken. Beachten Sie die unterschiedlichen Abhängigkeiten von der Entfernung bei beiden Kräften.

Aufgaben:

1. Stellen Sie sich vor, unsere Sonne würde sich Sagittarius A*, dem Schwarzen Loch im Zentrum der Milchstraße, nähern. Dessen Masse beträgt etwa 4,2 Millionen Sonnenmassen. Leiten Sie eine Gleichung für die Entfernung r her, bei der die Sonne beginnen würde, sich aufzulösen. Berechnen Sie diese Entfernung.

   Aus dem Ansatz $F_{grav} = F_{Gezeiten}$ leitet man die Gleichung $r = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot R_{Stern}^3 \cdot M_{SL}}{M_{Stern}}}$ her und erhält $r = 1{,}4 \cdot 10^8$ km.

2. Es gibt noch deutlich massereichere Schwarze Löcher in den Zentren größerer Galaxien als der Milchstraße. Wiederholen Sie Ihre Rechnung für das Schwarze Loch im Zentrum von M87, einer großen elliptischen Galaxie. Dessen Masse beträgt 6,6 Milliarden Sonnenmassen. *$r = 1{,}7 \cdot 10^9$ km*
3. Berechnen Sie den Schwarzschild-Radius beider Schwarzer Löcher.

   Mithilfe von $R_{Schwarzschild} = \frac{2GM_{SL}}{c^2}$ erhält man für SgrA $R_{Schwarzschild} = 1{,}3 \cdot 10^7$ km und für M87 $R_{Schwarzschild} = 2 \cdot 10^{10}$ km.*

4. Findet das Zerreißen des Sterns vor dem Erreichen des Schwarzschild-Radiuses statt, bildet das Material eine Akkretionsscheibe, deren Strahlung man beobachten kann. Findet das Zerreißen des Sterns erst dahinter statt, kann es nicht mehr beobachtet werden. Der Stern verschwindet dann einfach. Entscheiden Sie, welcher Fall beim Schwarzen Loch im Zentrum der Milchstraße eintreten würde und welcher beim zentralen Schwarzen Loch in M87.
   Für SgrA ist der Schwarzschild-Radius kleiner als r, d.h. das Zerreißen findet außerhalb des Schwarzen Loches statt. Beim Schwarzen Loch in M87 wäre das Zerreißen nicht zu beobachten, da es erst innerhalb des Ereignishorizonts stattfindet.*
5. Berechnen Sie, welche Masse ein Schwarzes Loch mindestenshaben müsste, damit man das Zerreißen der Sonne nicht mehr beobachten könnte.

   Aus dem Ansatz $r = R_{Schwarzschild}$ folgt für die Grenzmasse eines Schwarzen Lochs $M_{SL} = \sqrt{\frac{R_{Stern}^3 \cdot c^6}{8 \cdot G^3 \cdot M_{Stern}}} = 1{,}2 \cdot 10^8$ Sonnenmassen.