Roche-Grenze nahe Schwarzer Löcher

**Notwendiges Vorwissen:**

*Grafik:
E. Malz*

Gravitationskraft: $F\_{grav}=G∙\frac{m∙M\_{Stern}}{R\_{Stern}^{2}}$, Gezeitenkraft: $F\_{Gezeiten}=2∙G∙R\_{Stern}∙\frac{m∙M\_{SL}}{r^{3}}$

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* $r=\sqrt[3]{\frac{2∙R\_{Stern}^{3}∙M\_{SL}}{M\_{Stern}}}$ *her und erhält r = 1,4∙108 km.*

1. 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∙109km*
2. Berechnen Sie den Schwarzschild-Radius beider Schwarzer Löcher.

*Mithilfe von* $R\_{Schwarzschild}=\frac{2GM\_{SL}}{c^{2}}$ *erhält man für SgrA\* RSchwarzschild = 1,3∙107 km und für M87 RSchwarzschild = 2∙1010 km.*

1. 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.*

1. 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* $M\_{SL}=\sqrt{\frac{R\_{Stern}^{3}∙c^{6}}{8∙G^{3}∙M\_{Stern}}}=1,2∙10^{8}$ *Sonnenmassen.*