

Übungen zur Einführung in die Astrophysik II

Musterlösung

Blatt 7

7. Juni 2020

René Reifarh, Tanja Heftrich
Anton Görtz, Enis Lorenz, Dominik Plonka

1. Vergrößert man den Radius einer Kugel, wächst die Oberfläche mit r^2 , d.h. ein festes Raumwinkelelement wird immer größer mit r^2 . Da die abgestrahlte Energie aber gleich bleibt, sinkt der Fluss mit r^2 . Zusammengefasst kompensiert sich dies und die Oberflächenhelligkeit bleibt gleich. Gleiches gilt für Sterne, falls man sie auflösen kann.
2. Wir nehmen an, das Photon verhalte sich wie eine Punktmasse, für die die Newtonsche Mechanik gilt. Auf Grund des Superpositionsprinzip kann man die horizontale (in +x-Richtung) und die vertikale (in -y-Richtung) Bewegung getrennt betrachten.

Für den Fall gilt dann nach Newton:

$$-m \cdot g = m \frac{d^2 y}{dt^2}$$

$$y(t) = -\frac{gt^2}{2}$$

$$v_{ph} = c = \frac{x}{t}$$

$$t = \frac{x}{c}$$

$$y(t) = -\frac{gx^2}{2c^2}$$

Mit den Werten $x = 1$ m und $c = 3 \cdot 10^8$ m/s eingesetzt folgt: $y \approx -5,5 \cdot 10^{-17}$ m

3. Für eine stabile Kreisbahn muss für die nach innen wirkende Gravitationskraft gelten:

$$\frac{GMm}{R^2} = \frac{mc^2}{R}$$

Die Photonen bewegen sich hierbei mit $v = c$. Somit:

$$R_{Stabil} = \frac{GM}{c^2} \approx 1,5 \cdot 10^3 \text{ m}$$

Für den Schwarzschildradius gilt:

$$R_{Schwarzschild} = \frac{2GM}{c^2} = 2 \cdot R_{Stabil}$$

Damit ist die stabile Kreisbahn innerhalb des Schwarzschildradius.

4. Qualitativ würde sich an der Bewegung der Erde nichts ändern, da für die Bewegung nur die Masse der Sonne verantwortlich ist. Und ob diese innerhalb des Sonnenradius homogen verteilt ist, oder punktförmig in einem Schwarzen Loch vorliegt, ist egal. Es gibt allerdings kleine Korrekturen, da die Sonne nicht perfekt kugelförmig ist.

Nur wäre es ohne Sonne etwas zu kalt und dunkel...