

## Übungen zur Vorlesung „Astronomie und Astrophysik 1“, WS 2021/2022

### 2. Übungsblatt vom 03.11.2021

Abgabe der schriftlichen Übung: Mittwoch, 10.11.2021, nach der Vorlesung oder bis spätestens 17:00 elektronisch an patric.rommel@itp1.uni-stuttgart.de

#### Aufgabe 5: Mars-Raumschiff

(schriftlich, 3 Punkte)

Wie groß wäre die Umlaufzeit eines Raumschiffes, das die Erde unmittelbar über ihrer Oberfläche umkreist? Wie groß wäre sie auf dem Mars?

$$M_{\text{Erde}} = 5,977 \cdot 10^{24} \text{ kg}, R_{\text{Erde}} = 6375 \text{ km}, M_{\text{Mars}}/M_{\text{Erde}} = 0.1075, R_{\text{Mars}}/R_{\text{Erde}} = 0.533, G = 6,6732 \times 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg s}^2}$$

#### Aufgabe 6: Schwarzes Loch aus Wasser

(freiwillig schriftlich 3 Punkte)

Wie groß ist der Radius einer wassergefüllten Kugel zu wählen, so dass der Radius gleich ihrem Schwarzschild-Radius  $R_S = 2GM/c^2$  wird? Drücken Sie das Ergebnis in Astronomischen Einheiten aus. Wie groß wäre die Masse des Objektes (in Sonnenmassen)?

$$G = 6,6732 \times 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg s}^2}, c = 2,9979 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}, 1 \text{ A.E.} = 1,4960 \times 10^8 \text{ km}, M_{\text{Sonne}} = 1,989 \cdot 10^{30} \text{ kg}$$

#### Aufgabe 7: Dichte und Druck im Inneren von Erde und Sonne

(schriftlich 4 Punkte)

In der Vorlesung wird hergeleitet, dass zwischen dem mittleren Druck  $p$  und der mittleren Dichte  $\rho$  eines Sterns mit Radius  $R$  die Beziehung

$$\frac{p}{\rho c^2} \approx \frac{R_S}{R}$$

besteht ( $R_S$ : Schwarzschild-Radius). Berechnen Sie damit den mittleren Druck im Erd- und Sonneninneren und vergleichen Sie die Resultate mit Standardmodellen in der folgenden Abbildung:

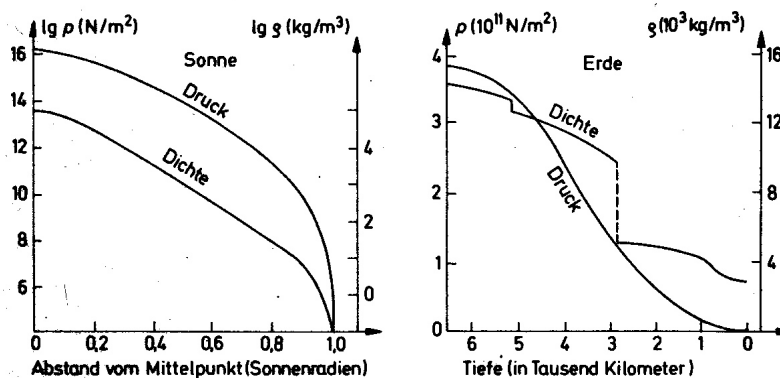


Abb. 1: Druck und Dichte in Sonne und Erde

Quelle: Seidl: Weiße Zwerge, schwarze Löcher, Rowohlt 1975

Die erforderlichen Daten für Sonne und Erde finden Sie auf der Rückseite:

$$\begin{aligned}M_{\text{Sonne}} &= 1,989 \times 10^{30} \text{ kg}, \quad R_{\text{Sonne}} = 6,9598 \times 10^8 \text{ m}, \\M_{\text{Erde}} &= 5,977 \times 10^{24} \text{ kg}, \quad R_{\text{Erde}} = 6375 \text{ km}, \\G &= 6,6732 \times 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg s}^2}, \quad c = 2,9979 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}.\end{aligned}$$