

Übungen zur Einführung in die  
**Astronomie und Astrophysik I, 3**

1. Das Plancksche Strahlungsgesetz beschreibt die Intensitätsverteilung eines Schwarzen Körpers mit der Temperatur  $T$ . Als Funktion der Frequenz  $\nu$  lautet es

$$B_\nu(T) = \frac{2h}{c^2} \frac{\nu^3}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

- a) Zeigen Sie, dass sich zwei Planck-Kurven unterschiedlicher Temperaturen nicht schneiden ( $\nu \neq 0$ ). Welche physikalische Bedeutung hat dieser Sachverhalt?
- b) Zeigen Sie außerdem, dass die gesamte Energieabstrahlung eines Schwarzen Körpers *proportional* zu  $T^4$  ist.

(2 Punkte)

2. Nehmen Sie an, die Oberflächentemperaturen von Planeten stellten sich durch Strahlungsgleichgewicht von Schwarzen Strahlern ein.

- a) Leiten Sie eine Formel für das Verhältnis der Oberflächentemperaturen zweier physikalisch als gleichartig angenommener Planeten her, die ihr Zentralgestirn in den Abständen  $r_1$  bzw.  $r_2$  umkreisen?
- b) Welche Oberflächentemperatur hätte demnach die Erde (tatsächlich  $15^\circ\text{C}$ ), wenn sie auf der Bahn des Mars wäre?

(2 Punkte)

3. Infrarotmessungen haben für Jupiter ( $A = 0,34$ ) eine Wärmeausstrahlung ergeben, die die absorbierte Sonnenstrahlung um das 1,7-Fache übertrifft. Um welchen Betrag müsste sich der Planetenradius jährlich reduzieren, wenn die benötigte Eigenwärme ausschließlich aus der frei werdenden Gravitationsenergie gewonnen würde?

(2 Punkte)

4. Unter der Annahme, dass hydrostatisches Gleichgewicht vorliegt, gilt für den Druck im Inneren eines kugelförmigen Körpers die hydrostatische Grundgleichung

$$\frac{dP(r)}{dr} = -\frac{GM_r}{r^2} \rho(r)$$

- a) Die Erde werde zunächst als homogene Kugel approximiert. Leiten Sie damit einen Ausdruck für den Zentraldruck in Abhängigkeit von der Masse und dem Radius her und berechne den Druck im Zentrum der Erde.
- b) Um welchen Faktor ändert sich der Zentraldruck, wenn man annimmt, dass die Dichte von außen nach innen linear zunimmt und an der Oberfläche verschwindet?

(4 Punkte)