

Übungen zur Einführung in die
Astronomie und Astrophysik I, 5

1. Es werde ein Hohlraumstrahler der Temperatur T betrachtet.

- a) Leiten Sie das Wiensche Verschiebungsgesetz aus dem Planckschen Strahlungsgesetz für Wellenlängen $B_\lambda(T)$ her.
- b) Finden Sie eine analoge Beziehung zwischen der Frequenz des Maximums ν_{\max} des Planckschen Strahlungsgesetzes $B_\nu(T)$ und der Temperatur T . Substituieren Sie in dieser Beziehung ν_{\max} durch λ_{\max} . Wieso unterscheidet sich die so erhaltene Relation zwischen λ_{\max} und T von dem in Teil a) abgeleiteten Wienschen Verschiebungsgesetz?

Hinweis: Ermitteln Sie in geeigneter Weise Lösungen für die bei der Herleitung auftretenden Gleichungen der Form

$$\frac{x}{1 - e^{-x}} = a,$$

wobei a eine jeweils zu bestimmende Konstante ist.

(4 Punkte)

2. Der Übergang vom Energieniveau n zum Niveau m im Wasserstoffatom wird in guter Näherung durch die Rydbergformel beschrieben:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad \text{mit } R_H = 1,0973731 \times 10^7 \text{ m}^{-1}.$$

- a) Bestimmen Sie, welche Spektrallinien des H-Spektrums sich im sichtbaren Bereich (380 nm – 780 nm) befinden.
- b) Es wird der Übergang $n = 108$, $m = 107$ beobachtet. Welche Wellenlänge hat diese sog. $H_{107\alpha}$ -Linie?
- c) Die Ionisationsgrenze entspricht $n \rightarrow \infty$. Wieviel eV beträgt die Ionisationsenergie vom Balmer-Grundzustand ($m = 2$) aus?

(2 Punkte)

3. Im Wellenlängenbereich von 545 nm bis 555 nm empfangen wir von der Sonne ($m_{V\odot} = -26,74^m$) pro Quadratmeter und Sekunde etwa 5×10^{19} Photonen. Es werde ein sonnenähnlicher Stern mit Hilfe eines 8-Meter-Teleskops beobachtet. Wieviele Photonen fallen in dem betrachteten Spektralbereich pro Sekunde auf den Spiegel, wenn wir eine visuelle Helligkeit von $m_V = 24^m$ annehmen?

(2 Punkte)

4. Scheinbare und absolute Helligkeiten

- a) Ein Sternhaufen mit geringem Winkeldurchmesser bestehe aus 100 sonnenähnlichen Sternen mit der scheinbaren visuellen Helligkeit von 10^m . Ist dieser Sternhaufen mit bloßem Auge zu erkennen? In welcher Entfernung befindet er sich?
- b) Ein Doppelsternsystem bestehe aus einem heißen Hauptreihenstern ($M_V = 0,5^m$) und einem Roten Riesen ($M_V = -1,2^m$). Die Parallaxe des Systems betrage $0,0012''$. Welche scheinbare visuelle Helligkeit hat das System?

(2 Punkte)