

Übungen zur Einführung in die
Astronomie und Astrophysik I, 7

1. Die Balmerlinie H_γ ist der Übergang von dem Niveau $n = 5$ auf $m = 2$.
 - a) Welcher Wellenlänge entspricht dieser Übergang?
 - b) Aus dem Spektrum eines Sterns konnte die H_γ -Absorptionslinie zu $\lambda = 434,282$ nm bestimmt werden. Welche Radialgeschwindigkeit hat der Stern? Bewegt er sich von uns weg oder auf uns zu?
 - c) Neben der Verschiebung $\Delta\lambda$ weist die Linie des Sterns noch eine Verbreiterung $\delta\lambda$ auf. Welche volle Linienbreite $\delta\lambda$ ergäbe sich, wenn die Linie nur durch Rotation verbreitert würde und der Stern mit 50 km s^{-1} rotiert?
 - d) Erläutern Sie weitere Ursachen für eine Verbreiterung $\delta\lambda$.

(3 Punkte)

2. Es werde ein Gas aus neutralem Wasserstoff im thermodynamischen Gleichgewicht betrachtet.
 - a) Bei welcher Temperatur haben der Grundzustand ($n = 1$) und der erste angeregte Zustand ($n = 2$) identische Besetzungszahlen (d. h. $N_1 = N_2$)? Warum zeigen stellare Balmerlinien bei ~ 9500 K ihre maximale Intensität?
 - b) Welche Besetzungszahl (N_3/N_1) ergibt sich bei der in Aufgabenteil a) berechneten Temperatur für das zweite angeregte Niveau ($n = 3$)?

Berücksichtigen Sie bei der Anwendung der Boltzmannformel, dass für die statistischen Gewichte im Wasserstoffatom gilt: $g_n = 2n^2$.

(3 Punkte)

3. Leiten Sie den Zusammenhang zwischen der (kinetischen) Temperatur und der Halbwertsbreite (in Geschwindigkeitseinheiten) der 21-cm-Linie des neutralen Wasserstoffs her. Berücksichtigen Sie dabei, dass die Linienverbreiterung in Beobachtungsrichtung durch die eindimensionale Maxwell-Boltzmann-Verteilung beschrieben wird.

(4 Punkte)