

## Übungsblatt 6 (Besprechung am 6. Dezember, zusammen mit Übungsblatt 7)

1. Nehmen Sie an, dass Sie Beobachtungen durch ein optisch dickes Gas mit einer konstanten Temperatur und einem konstanten Druck vornehmen wollen. Die Dichte des Gases ist  $2.5 \times 10^{-7} \text{ g cm}^{-3}$ , und die Temperatur 5770 K (typische Werte in der Photosphäre der Sonne). Die Opazität des Gases bei einer Wellenlänge  $\lambda_1$  ist  $\kappa_{\lambda_1} = 0.26 \text{ cm}^2\text{g}^{-1}$  und  $\kappa_{\lambda_2} = 0.30 \text{ cm}^2\text{g}^{-1}$  bei einer Wellenlänge  $\lambda_2$ . Berechnen Sie die Distanz bei der die optische Tiefe für jede der Wellenlängen ( $\lambda_1$  und  $\lambda_2$ ) den Wert  $2/3$  annimmt. Bei welcher Wellenlänge kann man tiefer in das Gas sehen? Wie viel tiefer? (dieser Effekt erlaubt Astronomen, die Sonnenatmosphäre bei verschiedenen geometrischen Tiefen zu proben).

2. Die **natürliche Breite** von Spektrallinien kommt durch die Heisenberg'sche Unschärferelation zustande. Die Unschärfe in der emittierten Wellenlänge ist:

$$\Delta\lambda \approx \frac{\lambda^2}{2\pi c} \left( \frac{1}{\Delta t_i} + \frac{1}{\Delta t_f} \right)$$

wobei  $\Delta t_i$  und  $\Delta t_f$  die Lebensdauer des Elektrons in dem Anfangs- und im Endzustand darstellen. Die Lebensdauer eines Elektrons im ersten und zweiten angeregten Zustand von H ist etwa  $\Delta t = 10^{-8} \text{ s}$ . Was ist die natürliche Linienbreite der H $\alpha$ -Linie des Wasserstoffs? Wie groß ist diese im Vergleich mit der Dopplerverbreiterung derselben Linie?

3. Sternmaterie ist im Wesentlichen ein Plasma, zB ist das H ionisiert und die Elektronen können sich frei bewegen. In der Photosphäre der Sonne haben die Sonnenflecken typische Radien von  $r = 10^6 \text{ m}$ . Welche Stromstärke (in A) ist notwendig, um auf dieser Skala ein Magnetfeld von 1 T zu erzeugen? Wieviele Elektronen müssen also durch den Querschnitt eines Magnetfeldschlauches fließen? Wieviele Elektronen stehen bei einer typischen Dichte der Sonnenatmosphäre von  $\rho \approx 10^{-5} \text{ kg m}^{-3}$  zur Verfügung, und welcher Prozentsatz müsste sich geordnet bewegen, um solche hohen Feldstärken zu erzeugen? (Die Definition der Magnetfeldstärke ist:)

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{\mathbf{I}}{r}$$

