

Übungen zur Einführung in die Astronomie und Astrophysik II, 1

1. Im vergangenen Semester wurde der Zusammenhang zwischen der (kinetischen) Temperatur und der Halbwertsbreite Δv der 21-cm-Linie des neutralen Wasserstoffs hergeleitet:

$$T = 21.86 \text{ K} \left(\frac{\Delta v}{1 \text{ km s}^{-1}} \right)^2.$$

Eine Wasserstoffwolke bestehe aus $10 \text{ H-Atomen cm}^{-3}$ und zeige eine Halbwertsbreite der 21-cm-Linie von $1,6 \text{ km s}^{-1}$.

- a) Welche Temperatur hat diese Wolke?
- b) Wie groß ist damit die thermische Energiedichte u_{th} der Wolke? Vergleichen Sie das Ergebnis mit der mittleren Energiedichte des interstellaren Strahlungsfeldes von $\sim 10^{-14} \text{ J m}^{-3}$ und diskutieren Sie den Befund.

(2 Punkte)

2. Der Zentralbereich des Orionnebels werde durch eine homogene Gaskugel von 2 pc Durchmesser idealisiert. Man nehme eine Wasserstoffdichte von $n = 10^3 \text{ cm}^{-3}$ sowie eine Temperatur von $T = 8000 \text{ K}$ an. Die radiative Kühlung wird zu einem beträchtlichen Teil ($\sim 20\%$) durch die verbotene Linie $[\text{O II}] \ ^4\text{S} - ^2\text{D}$ bei einer Wellenlänge von 372,6 nm bzw. 372,9 nm bewirkt. Im Rahmen einer vereinfachten Betrachtung lässt sich die Energieabstrahlung (Kühlrate) $P_{\text{cool}} = n^2 \Lambda$ durch folgende Kühlfunktion beschreiben:

$$\Lambda_{[\text{O II}]} = 10^{-37} \text{ W m}^3 \left(\frac{T}{10^4 \text{ K}} \right)^4.$$

Die Heizung des Nebels erfolgt im Wesentlichen durch Photoionisation des Wasserstoffs. Schätzen Sie die abgestrahlte Leistung ab und vergleichen Sie das Ergebnis mit der Gesamtleuchtkraft von $\sim 10^5 L_{\odot}$ der den Nebel ionisierenden Sterne ($\Theta^1 \text{ Ori C}$ und D).

(2 Punkte)

3. Es werde ein B0-Hauptreihenstern mit $M_V = -4,1^{\text{m}}$ beobachtet und eine visuelle Magnitude von $m_V = 8,1^{\text{m}}$ gemessen.
- a) Welche scheinbare Entfernung ergibt sich mit $A_V = 0^{\text{m}}$?
 - b) Die interstellare Extinktion liefert für eine Entfernung d den Wert $A_V = k d$ mit $k = (10^{-3})^{\text{m}} \text{ pc}^{-1}$. Ermitteln Sie daraus die wahre Entfernung des Sternes.

(3 Punkte)

4. Die Extinktion im interstellaren Medium entsteht hauptsächlich durch Staub und beträgt im visuellen Spektralbereich etwa $k = (10^{-3})^{\text{m}} \text{ pc}^{-1}$. Berechnen Sie den Massenanteil des Staubes unter der Annahme, dass der Teilchendurchmesser $0,6 \mu\text{m}$ (sphärische Partikel), die Dichte des Staubmaterials 3000 kg m^{-3} und die Gasdichte 1 Wasserstoffatom pro cm^3 betragen. (Hinweis: Der Wirkungsquerschnitt pro Teilchen sei in guter Näherung durch den geometrischen Querschnitt der Staubpartikel gegeben)

(3 Punkte)

5. Lesen Sie folgenden Artikel:

<https://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/schwarzes-loch-was-sie-ueber-das-phaenomen-wissen-muessen-a-1261885.html>

und finden Sie 3 irreführende, missverständliche oder sogar falsche Aussagen.

(2 Bonuspunkte)