Übungen zur Einführung in die

Astronomie und Astrophysik II, 6

1. Bei 21-cm-Beobachtungen in Richtung der galaktischen Länge $\ell = 40°$ findet man zahlreiche interstellare H I-Wolken. Wie weit ist das Objekt mit der größten Radialgeschwindigkeit in etwa von uns entfernt und welche Tangentialgeschwindigkeit würden wir messen?
   Hinweis: Nutzen Sie $\omega_\odot = A - B$, aber verwenden Sie nicht die Oortschen Rotationsformeln!

   (3 Punkte)

2. Eine weitere Wolke in gleicher Richtung wie bei Aufgabe 1 hat eine Radialgeschwindigkeit von $v_r = 27\,\mathrm{km\,s^{-1}}$. Wie groß ist deren Entfernung d, wenn man annimmt, dass $d \ll r_\odot$ gilt ($r_\odot$ bezeichnet den Abstand der Sonne zum galaktischen Zentrum). Allerdings gibt es auf dieser Sichtlinie noch einen weiteren Punkt in der Milchstraße, der die identische Radialgeschwindigkeit aufweist (Pekuliarbewegungen sollen dabei ignoriert werden). In welcher Entfernung könnte sich die Wolke daher ebenfalls befinden?

   (3 Punkte)

3. Gegenüber dem Hintergrund weit entfernter Galaxien hat die Radioquelle Sgr A* im galaktischen Zentrum eine Eigenbewegung von $\mu = 0{,}0059''\mathrm{a}^{-1}$.
   a) Welche Geschwindigkeit ergibt sich daraus für die Sonne auf ihrer Bahn um das galaktische Zentrum?
   b) Berechnen Sie die Umlaufzeit für die Sonne unter der Annahme einer Kreisbahn und bestimmen Sie daraus die Masse der Milchstraße innerhalb der Sonnenbahn.

   (2 Punkte)

4. Um das galaktische Zentrum Sgr A* bewegt sich eine Anzahl von Sternen mit extrem hoher Geschwindigkeit. Der Rekordhalter ist derzeit das Objekt S0-102. Seine Umlaufdauer beträgt lediglich 11,5 a auf einer Ellipse mit einer großen Halbachse von $0{,}102''$ und einer Exzentrizität von $\varepsilon = 0{,}68$.
   a) Wie groß ist damit die Zentralmasse, um die der Stern kreist?
   b) Wie nahe kommt der Stern dem Zentrum der Milchstraße? Wie vergleicht sich diese Distanz mit dem Schwarzschild-Radius der Masse aus Aufgabenteil a)?
   c) Wie groß ist die mittlere Dichte innerhalb des Schwarzschildradius?

   (2 Punkte)

5. Die kritische Temperatur für ein entartetes Elektronengas ist bei vollständiger Ionisation gegeben durch (siehe Übungsblatt 2, Aufgabe 4):

$$T_{\mathrm{krit}} = \frac{h^2}{20 m_e k} \left(\frac{3}{\pi}\right)^{2/3} \left(\frac{1}{Au}\right)^{2/3} \frac{Z^{5/3}}{Z+1} \rho^{2/3},$$

   wobei ρ die Massendichte, A die Massenzahl und Z die Ordnungszahl der Ionen ist.
   a) Berechnen Sie den Koeffizienten der Relation $T_{\mathrm{krit}} \propto \rho^{2/3}$ für Helium unter Verwendung von Konstanten aus den Modulen `math` und `scipy.constants` (Hinweis: die Funktion `dir()` listet alle definierten Namen eines Moduls auf).
   b) Definieren Sie eine Python-Funktion, die bei gegebener Temperatur die Mindestdichte für Entartung berechnet. Stellen Sie diese Funktion grafisch für den Temperaturbereich von 10^4 bis $10^9\,\mathrm{K}$ mit doppelt-logarithmischer Skala dar (Hinweis: Verwenden Sie die Funktion `numpy.logspace()`, um ein geeignetes Array von Temperaturwerten mit logarithmischer Unterteilung zu erzeugen).
   c) Betrachten Sie folgende Beispiele: Atmosphäre eines O-Sterns ($T = 30000\,\mathrm{K}$; Wasserstoffanteil kann der Einfachheit halber ignoriert werden), weißer Zwerg ($T = 10^7\,K$), Helium-Blitz im Kern eines Sterns mit $M = 2M_\odot$ ($T = 10^8\,\mathrm{K}$). In welchen Fällen tritt Entartung auf?

   (3 Bonuspunkte)