

# Sternentstehung

Übung zur Vorlesung:  
Einführung in astrophysikalische Plasmen

Blatt 6, 5.11. - 19.11.2018

1. Untersuche den Kollaps einer interstellaren Wolke bei der Entstehung eines Sterns. Gehe von einem Interstellaren Medium der Dichte  $1 \text{ Atom/cm}^3$  aus mit einem Magnetfeld von  $3\mu\text{G}$ , welches zu einem Stern mit typischer Dichte  $1 \text{ g/cm}^3 \sim 10^{24} \text{ Atome/cm}^3$  kollabiert.
  - (a) Berechne die zu erwartende Magnetfeldstärke im Stern und den zugehörigen magnetischen Druck  $p = B^2/8\pi$ .
  - (b) Vergleiche mit dem thermischen Druck unter der Annahme einer Temperatur im Stern von  $kT = 100 \text{ eV}$ . Ist dieser Stern stabil?
  - (c) Vielleicht liegt es ja an der Gültigkeit von 'flux freezing'. Vergleiche die Zeitskala des Kollapses der Wolke  $\tau \sim 1/\sqrt{G\rho}$  mit der Zeitskala für den Zerfall des Magnetfelds. Sind die Magnetfeldlinien tatsächlich eingefroren oder diffundieren sie weg während des Kollapses?
  - (d) Wie können sich Sterne denn überhaupt bilden? Schlage nach unter dem Stichwort "ambipolar diffusion" und erkläre.
2. Im allgemeinen haben astrophysikalische Objekte Drehimpuls. Nimm an dass die Wolke mit einer Periode von  $20 \text{ Gy}$  rotiert. Drücke den spezifischen Drehimpuls durch die Winkelgeschwindigkeit  $\Omega$  und den Radius  $r$  aus. Leite aus der Erhaltung des spezifischen Drehimpulses und der Abschätzung  $\rho \propto r^{-3}$  eine Skalierungsrelation  $\Omega \propto \rho^x$  ab. Berechne damit die erwartete Winkelgeschwindigkeit des Sterns. Kann die Sternoberfläche so schnell rotieren? Aus welchem Grund könnte die Annahme der Erhaltung des spezifischen Drehimpulses falsch sein?