

Astronomie II

Beispiel 8

Heuritsch Julia (0904211), Kenn Michael (8725258)

17. April 2010

Aufgabenstellung :

Aufgabe war es, die Jeans-Masse M_J für zwei Parameterkonstellationen auszurechnen. Die Berechnungen finden sich im Excel-Sheet.

Grundlagen :

Die Jeans-Masse M_J ist die minimale Masse, bei der eine Gaswolke kollabieren kann. sie ist gegeben durch

$$M_J = \frac{4\pi}{3} \rho_0 \left(\frac{l_J}{2} \right)^3$$

ρ_0 bezeichnet die Massendichte, l_J die Jeans-Länge. Die Massendichte ρ_0 errechnet sich aus dem Molekulargewicht μ , der Teilchendichte n und der Avogadro-Konstante $N_A \approx 6.022 \cdot 10^{26} \text{ kmol}^{-1}$:

$$\rho_0 = \frac{n\mu}{N_A}$$

Die Jeans-Länge ist gegeben durch

$$l_J = \sqrt{\frac{\pi \cdot c_s^2}{G\rho_0}}$$

Hier bezeichnet c_s die Schallgeschwindigkeit und G ist die Gravitationskonstante. Die Schallgeschwindigkeit wiederum errechnet sich aus

$$c_s^2 = \frac{\kappa kT}{m} = \frac{\kappa RT}{M}$$

mit κ Adiabatenindex, k Boltzmannkonstante, m Molekülmasse, R Gaskonstante und M Molmasse. Für einatomige Moleküle (von diesen kann hier aufgrund der geringen Molekulargewichts μ ausgegangen werden) ist der Adiabatenindex $\kappa = \frac{5}{3}$. Die durchschnittliche Molekülmasse m ist dann

$$m = \frac{\mu}{N_A}$$

Auswertung :

Die Jeans-Massen M_J für die Parameterkonstellationen der Angabe ergeben sich nach Einsetzen in die Formeln:

μ [kg/kmol]	n [m ⁻³]	T [K]	l_J [pc]	M_J [kg]	M_J [M_\odot]
2.4	10^7	100	27	$1.175 \cdot 10^{34}$	5900
1.0	10^6	10000	2031	$2.141 \cdot 10^{38}$	10^8

Virial-Masse :

Die Virial-Masse errechnet sich aus der gesamten radialen Bewegungsenergie aller Teilchen einer Wolke und ist eine reale Größe. Die Jeans-Masse gibt dagegen eine theoretische Bedingung für die Massenuntergrenze für den Kollaps einer Wolke.