

Übungsblatt 9

Abgabe in der Vorlesung am 17.01.07

1. Aufgabe

Interstellares Gas und Staub

Bestimmen Sie die Zahl der Wasserstoffatome (vorkommend als H-Atom oder gebunden in H₂-Molekülen) pro Staubteilchen in einer interstellaren Molekülwolke. Die Staubteilchen sollen aus Kohlenstoff bzw. aus Silikat bestehen.

Die chemische Zusammensetzung der Silikatteilchen wird näherungsweise durch MgSiO₃ beschrieben. Das gesamte, entsprechend der normalen kosmischen Häufigkeiten verfügbare Silizium (Si) bzw. der gesamte Kohlenstoff (C) sei in den Staubteilchen gebunden. Die Materialdichten betragen $\rho(\text{Silikat}) = 2.7 \text{ g cm}^{-3}$ bzw. $\rho(\text{C}) = 2.2 \text{ g cm}^{-3}$. Die Radien der als kugelförmig angenommenen Teilchen sind $a(\text{Silikat}) = 0.045 \mu\text{m}$ bzw. $a(\text{C}) = 0.02 \mu\text{m}$. Die Elementhäufigkeiten verhalten sich in der Wolke wie folgt: $N(\text{H}) : N(\text{H}_2) : N(\text{Si}) : N(\text{C}) = 1 : 0.1 : 3.1 \times 10^{-5} : 3 \times 10^{-4}$.

[4P]

2. Aufgabe

Der gravitative Kollaps

a) Begründen Sie, daß der Sternentstehungsprozeß in Molekülwolken (i) durch einen gravitativen Kollaps initiiert werden kann, während dies in Wolken bestehend aus atomarem Wasserstoff (ii) nicht der Fall ist.

Benutzen Sie hierzu folgende typische Wolkenparameter:

i) H₂ (Molekülwolke): Temperatur $T = 10\text{K}$,
Anzahldichte der Wasserstoffatome $n(\text{H}) = 2 n(\text{H}_2) = 10^5 \text{ cm}^{-3}$,
Wolkenmasse $M = 10^5 M_{\text{Sonne}}$ (Sonnenmassen)

ii) H (atomares Gas): $T = 100\text{K}$, $n(\text{H}) = 10 \text{ cm}^{-3}$, $M = 10 M_{\text{Sonne}}$.

(Hinweis: Bei Ihrer Abschätzung können Sie den Massenbeitrag anderer Elemente - insbesondere den des Heliums - vernachlässigen.)

[2P]

b) Begründen Sie, daß sich die Gravitationsinstabilität in einer Molekülwolke während des dynamischen Kollaps noch verstärkt.

[1P]

3. Aufgabe

Akkretion

Schätzen Sie ab, wieviel (potentielle) Energie durch die Akkretion von 1g Wasserstoff aus der Molekülwolke auf einen Protostern (Radius = 2 Sonnenradien, Masse = 0.5 Sonnenmassen) freigesetzt wird. Wie hoch ist im Vergleich dazu die Energie, die freigesetzt würde, wenn die gleiche Masse auf einen Neutronenstern (Radius = 10 km, Masse = 1 Sonnenmasse) akkretiert werden würde? Vergleichen Sie diesen Wert mit der Energie, welche aus der gleichen Masse an Wasserstoff per Kernfusion freigesetzt werden könnte.

[3P]