

---

# Einführung in die Astronomie und Astrophysik 2

Ralf Klessen, ZAH/ITA, Albert-Ueberle-Str. 2

---

## *Dynamik der Milchstraße — Abgabe am 28. April 2011*

### 2.1 Dynamik von sphärischen Systemen

Untersuchen Sie die Dynamik von sphärischen System aus  $N$  gleichartigen, kugelförmigen Objekten. Die mittlere Zeit bis zu einem Zweierstoß ist näherungsweise bestimmt durch die mittlere Geschwindigkeit  $v_{\text{rms}}$ , die mittlere Anzahldichte  $n$  der Sterne bzw. Galaxien im System und dem Radius  $R$  der Objekte. Leiten Sie eine Formel zur Berechnung der mittleren Stoßzeit her und diskutieren Sie die folgenden Anwendungsbeispiele:

- Sterne in der Sonnenumgebung ( $v_{\text{rms}} = 10 \text{ km s}^{-1}$ ,  $n = 1 \text{ pc}^{-3}$ ,  $R = R_{\odot}$ ).
- Sterne in Kugelhaufen. Typischer Haufenradius  $R_h = 15 \text{ pc}$ ; die Sterne seien sonnenähnlich; der Haufen enthalte  $10^5$  Sterne mit einer mittleren Geschwindigkeit von  $v_h = (GM_h/R_h)^{0.5}$ .
- Galaxien im Virgo Haufen mit: Haufenradius  $R_h = 1 \text{ Mpc}$ , Anzahl der Galaxien  $N_g = 3000$ ,  $R_g = 10 \text{ kpc}$ ,  $v_{\text{rms}} = 800 \text{ km s}^{-1}$ . (3 Punkte)

### 2.2 Rotationskurven von Scheibengalaxien

Im Folgenden sei eine flache, scheibenförmige Galaxie angenommen, wobei wir die Dicke der Scheibe vernachlässigen.

- Berechnen Sie die Rotationskurve, wenn die Galaxie von einem massiven Objekt der Masse  $M$  im Zentrum dominiert wird.
- Berechnen Sie die Rotationskurve, wenn die Flächenmassendichte  $\Sigma(r)$  konstant ist.
- Berechnen Sie die Rotationskurve wenn für die Flächenmassendichte als Funktion des Abstandes  $r$  vom Zentrum gilt

$$\Sigma(r) = \Sigma_0 r^{-\varepsilon} \quad .$$

Welcher Bereich ist für den Exponenten  $\varepsilon$  physikalisch sinnvoll?

- Was bedeutet eine "flache" Rotationskurve,  $v(r) = \text{const.}$  für  $r_1 < r < r_2$ , für die Flächenmassendichte  $\Sigma(r)$  im Bereich  $r_1 < r < r_2$ ? (4 Punkte)

### 2.3 Oszillation von Sternen um die Ebene der Milchstraße

**ACHTUNG: DIESE AUFGABE IST SO NICHT LÖSBAR!** Als Ansatz für die Bewegung eines Sternes in vertikaler Richtung nehmen Sie an, dass die Scheibe der Milchstraße als unendlich ausgedehnte Ebene mit konstanter Flächendichte  $\Sigma = 50 M_{\odot} \text{ pc}^{-2}$  — das ist der Wert von Sternen und Gas in der Sonnenumgebung — beschrieben werden kann. Berechnen Sie die Periode der Oszillation des Sternes um die Mittelebene der Scheibe und vergleichen Sie mit der Periode der Bahnbewegung um das Galaktische Zentrum. (3 Punkte)