



Frage 1: Cepheiden

Diese Aufgabe wird in den Übungen gemeinsam bearbeitet.

Das wichtigste Werkzeug für die Entfernungsbestimmung im näheren Universum ist die Perioden-Leuchtkraft-Beziehung der Cepheiden. In dieser Aufgabe werden wir sehen, daß diese Beziehung eine natürliche Folge der Tatsache ist, dass Cepheiden schwingende Gasbälle sind:

- Zeigen Sie, daß $P \sim (G\rho)^{-1/2}$ die Dimension einer Periode hat, d.h. in Sekunden gemessen wird, und damit typische Schwingungsperioden eines Gasballs mit $(G\rho)^{-1/2}$ skalieren sollten (dieses Argument wird eine "Dimensionsanalyse" genannt). Hier ist ρ die mittlere Dichte des Sterns und $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$.
- Zeigen Sie unter Verwendung der Beziehung der vorherigen Teilaufgabe, $P \propto \rho^{-1/2}$, sowie der Abhängigkeit der mittleren Dichte eines Sterns von Masse und Radius, daß $\log P = c_1 + c_2 \log L$ wo c_1 und c_2 Konstanten sind. Benutzen Sie diese Abhängigkeit, um zu zeigen, dass $m = c_3 - c_4 \log P$ wo m die beobachtete scheinbare Helligkeit des Cepheiden ist und c_3 und c_4 ebenfalls Konstanten sind. Beachten Sie dabei, dass für die Leuchtkraft eines Sterns gilt $L \propto R^2 T^4$ (warum?).
- Beobachtungen ergeben, daß für Cepheiden

$$\frac{\langle M_V \rangle}{\text{mag}} \propto -2.3 \log \left(\frac{P}{1 \text{ d}} \right) - 1.7 \quad (1.1)$$

Ein Cepheide wird mit einer scheinbaren mittleren Helligkeit von $\langle m \rangle = 19 \text{ mag}$ und einer Periode von 30 Tagen in M31 entdeckt. Wie groß ist die Entfernung zur Andromeda Galaxie in parsec?

Frage 2: Die Hubble-Beziehung und die Entfernungen der Quasare

Das sternartige Objekt HE0624+6907 wurde als sogenannter Quasar der scheinbaren visuellen Helligkeit 14.2 mag entdeckt (Groote et al., 1989, A&A 223, L1). Die Wasserstoffline $H\alpha$ (Ruhesystem: $\lambda = 6563 \text{ \AA}$) befindet sich bei $8990 \text{ \AA}$.

- Wie gross ist die Rotverschiebung dieses Objekts?
- Wie gross ist die Entfernung des Quasars ($H_0 = 72 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$)?
- Wie gross ist seine absolute Helligkeit im Optischen? Vergleichen Sie die Leuchtkraft des Quasars mit der der Sonne und der der Milchstraße (letztere hat $M_V = -20.2 \text{ mag}$)!

Frage 3: Vorlesungsnachbearbeitung

- Diskutieren Sie, warum die Tangentialmethode für die Bestimmung der Rotationskurve der Milchstrasse nur für galaktische Längen $\ell < 90^\circ$ und $\ell > 270^\circ$ funktioniert und daher Messungen der Rotationskurve der Milchstrasse innerhalb von 8.5 kpc deutlich besser sind als für größere Abstände.
- Warum ist MOND keine befriedigende physikalische Theorie, wo doch die Dunkle Materie auch postuliert werden muss?
- Betrachten Sie den Aufbau der kosmischen Entfernungsleiter und der wesentlichen Schritte hin zur Bestimmung von H_0 .