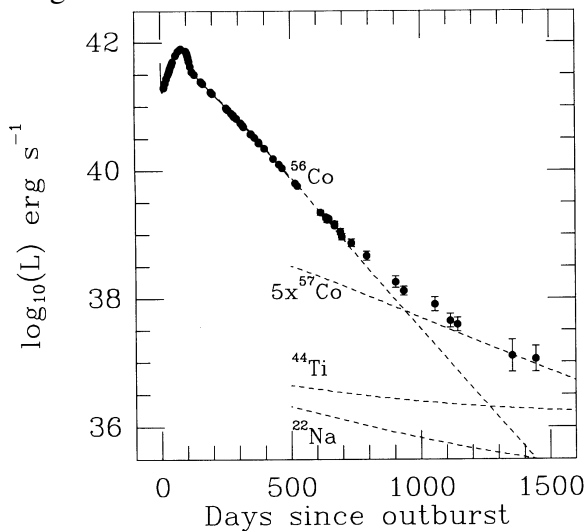




## Frage 1: SN 1987A Lichtkurve

Die Energie, die beim Zerfall eines  $^{56}\text{Co}$  Atoms (Halbwertszeit 77.7 Tage) frei wird, beträgt 3.72 MeV. In SN 1987a sind  $0.075 M_{\odot}$   $^{56}\text{Co}$  entstanden. Wieviel Energie wird pro Sekunde durch den Cobaltzerfall frei:

1. unmittelbar nach der SN (vergleichen Sie mit der Sonnenleuchtkraft).
2. ein Jahr später.
3. Vergleichen Sie mit der Lichtkurve von SN 1987A.



Lichtkurve von SN 1987a, (1 erg =  $10^{-7}$  J; Suntzeff et al. 1992, ApJ 384, L33)

## Frage 2: Entwicklung des Universums

Die Friedmann-Gleichung lautet

$$\dot{R}(t)^2 = +\frac{8\pi G\rho(t)}{3}R(t)^2 - kc^2 \quad (2.1)$$

- a) Überzeuge Dich, daß für normale Materie ("Baryonen")

$$R(t)^3\rho(t) = \rho_0 R_0^3 \quad (2.2)$$

wo  $\rho_0$  die heute gemessene Baryonendichte und  $R_0$  der heutige Wert des Skalenparameters ist.

- b) Zeige, daß für den Fall des flachen materiedominierten Universums die Friedmann-Gleichung in der Form

$$\frac{dR}{dt} = H_0 R_0^{3/2} R^{-1/2} \quad ()$$

geschrieben werden kann.

- c) Löse die Friedmann-Gleichung mit Hilfe der Methode der Trennung der Variablen und der Randbedingung  $R(t=0) = 0$  (beachte:  $R_0$  ist *nicht*  $R(0)$ !). Zeige, daß für den betrachteten Fall des flachen und materiedominierten Universums das Universum bis in alle Ewigkeiten expandieren wird und daß das heutige Alter des Universums (das "Weltalter") durch

$$t_0 = \frac{2}{3H_0} \quad ()$$

gegeben ist.

- d) Berechne mit Hilfe des heutigen Wertes von  $H_0$  das Weltalter eines flachen, materiedominierten Universums. Vergleiche dieses mit dem korrekten Weltalter des Universums.