



Frage 1: 3K Strahlung in der Vergangenheit

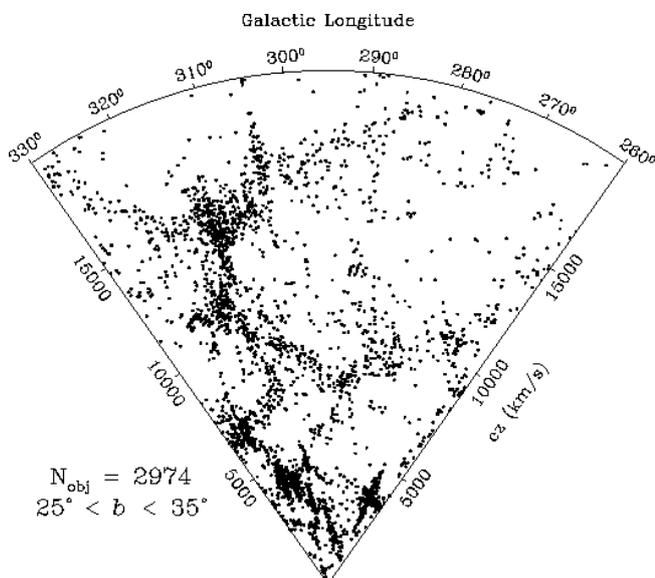
Die Spektralverteilung der Schwarzkörperstrahlung ist gegeben durch

$$\frac{dE}{d\lambda} = \frac{2hc^2/\lambda^5}{\exp(hc/\lambda kT) - 1} \quad (1.1)$$

- Zeige, daß die Spektralform der Schwarzkörperstrahlung bei Rotverschiebung beibehalten wird und daß $T(z) = T(\text{heute})(1 + z)$.
- Die 3 K Hintergrundstrahlung wurde emittiert, als das Universum eine Temperatur von ungefähr 4000 K hatte, da damals der ionisierte Wasserstoff rekombinierte und so das Universum plötzlich für Strahlung durchlässig wurde. Was ist damit also die größte Rotverschiebung, die wir je werden messen können?
- Was ist die heutige Energiedichte des Universums ($T = 3$ K)? Was war sie zum Zeitpunkt der Rekombination?

Für Energiedichten muss im Stefan-Boltzmann-Gesetz anstatt σ die sog. Strahlungskonstante $a = 4\sigma/c = 7.6 \times 10^{-16} \text{ J m}^{-3} \text{ K}^{-4}$ benutzt werden; sinnvolle Einheit: $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$.

Frage 2: Rotverschiebungs Surveys



Die nebenstehende Abbildung zeigt die Verteilung der Galaxien im FLASH survey (Kaldare et al., 2003, MNRAS 339, 652). Dieser Survey hat eine Grenzhelligkeit von 16.7 mag.

- Der Survey erreicht $v_{\text{max}} = 20000 \text{ km s}^{-1}$. Welche maximale Entfernung wird damit beobachtet?
- Was ist die absolute Helligkeit der Galaxien, die bei dieser maximalen Entfernung noch sichtbar sind?
- Die Leuchtkraft der Milchstrasse ist $2 \times 10^{10} L_{\odot}$. Was ist ihre absolute Helligkeit? Was bedeutet dieses Ergebnis für Rotverschiebungssurveys?

$M_{\odot} = 4.8 \text{ mag}$

- d) Die in radialer Richtung elongierten Strukturen, die “Fingers of God”, entstehen aufgrund der Geschwindigkeitsdispersion in Galaxienhaufen. Schätzen Sie diese Dispersion für einen der Haufen im Bild ab. Warum sind solche Strukturen in tieferen Surveys nicht so auffällig?

Frage 3: Vorlesungsnachbearbeitung

- a) Mit welchen Methoden wird die großräumige Struktur des Universums vermessen? Was ist die wesentliche Messung, die hierbei durchgeführt werden muss?
- b) Beschreiben Sie die großräumige Struktur des Universums.
- c) Was meinen wir, wenn wir sagen, dass das Universum zu isotrop ist?