Universität Karlsruhe (TH) Prof. Dr. Wim de Boer
Institut für Experimentelle Kernphysik Dr. Jörg R. Hörandel

Übungen zur Einführung in die Kosmologie
5. Aufgabenblatt

1. Zeigen Sie, daß eine Expansion um den Faktor S das Schwarzkörperspektrum
$$n_\gamma(\nu)d\nu = \frac{8\pi}{c^3}\frac{\nu^2 d\nu}{e^{h\nu/kT}-1}$$
bis auf die Abnahme von T auf T/S nicht verändert.

2. Beweisen Sie die für Strahlung im thermischen Gleichgewicht geltende Beziehung
$$P = \frac{1}{3}\rho c^2 \quad .$$

3. Ein kugelförmiger (Radius r) schwarzer Satellit fliegt mit dem Abstand d um die Sonne. Die Sonne strahlt wie ein Schwarzkörper bei 6000 K. Der Satellit sieht die Sonne unter einem Winkel $\theta \ll 1$. Leiten Sie einen Ausdruck für die Gleichgewichts-Temperatur des Satelliten in Abhängigkeit von θ her.

4. Zeigen Sie, daß ein Beobachter, der sich mit der Geschwindigkeit β in Richtung θ relativ zum CMB bewegt, das Schwarzkörper-Spektrum mit der Temperatur T im Ruhesystem als ein Schwarzkörper-Spektrum mit der Temperatur
$$T' = \frac{T}{\gamma\,(1-\beta\cos\theta)}$$
sieht. Bis zur ersten Ordnung in β entspricht dies der Dipol-Anisotropie
$$T(\theta) = T(\alpha)(1+\beta\cos\theta) \quad .$$
Die Dipol-Anisotropie wird mit $1.2\times10^{-3}\,T_0$ gemessen. Bestimmen Sie die Geschwindigkeit der Erde relativ zum mitbewegten Koordinatensystem.

Die Aufgaben werden in den Übungen am 2. Juni 2004 um 14:00 im Seminarraum 3/1 besprochen.
Informationen zu den Übungen unter http://www-ik.fzk.de/~joerg/uebungen.html.