

**Übungen zur Vorlesung „Astronomie und Astrophysik 2“, SS 2019**

## 5. Übungsblatt vom 04.06.2019

Abgabe der schriftlichen Übung: Dienstag, 18.06.2019, 15:30 Uhr, nach der Vorlesung.

**Aufgabe 11: Homogenität der Hintergrundstrahlung    optional: schriftlich (10 Punkte)**

Berechnen Sie den maximalen Winkel, unter dem zu uns kommende Mikrowellen-Hintergrundstrahlung ohne die Annahme einer inflationären Phase dieselbe Temperatur aufweisen kann. Legen Sie das Standardmodell mit flachem Raum ( $q = 0$ ) zugrunde.

**Hinweis:** Zwei Regionen des Universums können nur dann im thermischen Gleichgewicht sein, wenn sie Energie austauschen können. Mit welcher Geschwindigkeit kann der Energieaustausch maximal erfolgen, und welche Zeit steht zur Herstellung des Gleichgewichts zur Verfügung?

**Aufgabe 12: Dipol-Anisotropie der Hintergrundstrahlung    schriftlich (10 Punkte)**

Den größten Beitrag zur Anisotropie der kosmischen Hintergrundstrahlung bildet die Dipolanisotropie, die gegeben ist durch

$$\Delta T = \Delta T_{\max} \cos \vartheta, \quad (1)$$

wobei  $\Delta T_{\max} = 3,369$  mK (Fixsen *et. al.*, *Astrophys. J.* **473** (1996) 576) und der Winkel  $\vartheta$  zu einem geeigneten Bezugspunkt auf der Himmelskugel gemessen wird.

Man deutet die Dipolanisotropie als Doppler-Verschiebung, die dadurch verursacht wird, dass sich die Erde relativ zum Ruhesystem der Hintergrundstrahlung auf den Bezugspunkt zu bewegt. Wie groß muss die Relativgeschwindigkeit dazu sein?

**Hinweis:** Rechnen Sie nichtrelativistisch. Die Rechnung wird einfacher, wenn Sie annehmen, dass die Quelle der Hintergrundstrahlung sich relativ zur Erde bewegt.