Benedikt Sander
Tahir Kamcili
Matthias Maile

Astroteilchenphysik
Sommersemester 2020

4. Übungsblatt

Aufgabe 12

a) Für die Bestimmung der Hubble-Konstante H_0 gibt es zwei Methoden, welche allerdings zwei abweichende Ergebnisse liefert.
Eine Methode ist es, mit der kosmischen Hintergrundstrahlung die Hubble Konstante zu ermittlen. Dabei erhält man einen Wert für H_0:

$$H_0 = 66.6\ km\ s^{-1} Mpc^{-1}$$

Eine andere Methode ist es, von einem entfernten Objekt mit der kosmischen Abstandsleiter die Distanz zu bestimmen und dann ausgehend von der Distanz und der Rotverschiebung die Hubble-Konstante zu errechnen.
Damit erhält man einen (vom vorherigen Wert stark abweichenden) Wert:

$$H_0 = 74.03\ km\ s^{-1} Mpc^{-1}$$

Die Differenz zwischen den Werten ist sehr signifikant, und bei der Präzision der Messungen auch nicht mit Messfehlern erklärbar.
Da der Hubble-Parameter nicht konstant ist, könnte man eine solche Differenz mit dieser zeitlichen Abhängigkeit erklären. Allerdings weichen die Messwerte auch bei gleichen Messzeiträumen ab. Daher muss es noch weitere Effekte geben, welche noch nicht im kosmologischen Standartmodel einbezogen werden.

Aus dem Zusammenhang $v = H_0 d$ lässt sich das Alter des Universums t_0 abschätzen:

$$\begin{aligned} v &= H_0 d \\ \int_0^{t_0} v\ dt &= \int_0^{t_0} H_0 d\ dt \\ d &= t_0 \cdot H_0 d \\ \Rightarrow t_0 &= \frac{1}{H_0} \end{aligned}$$

Mit dieser Abschäzung erhalten wir für die eben genannten Werte:

Hintergrund-Strahlung	$t_0 = \frac{1}{66.6} \cdot 3.09 \cdot 10^{19} s = 14.8 * 10^9$ Jahre
Distanzleiter	$t_0 = \frac{1}{74.03} \cdot 3.09 \cdot 10^{19} s = 13.4 * 10^9$ Jahre

b)