

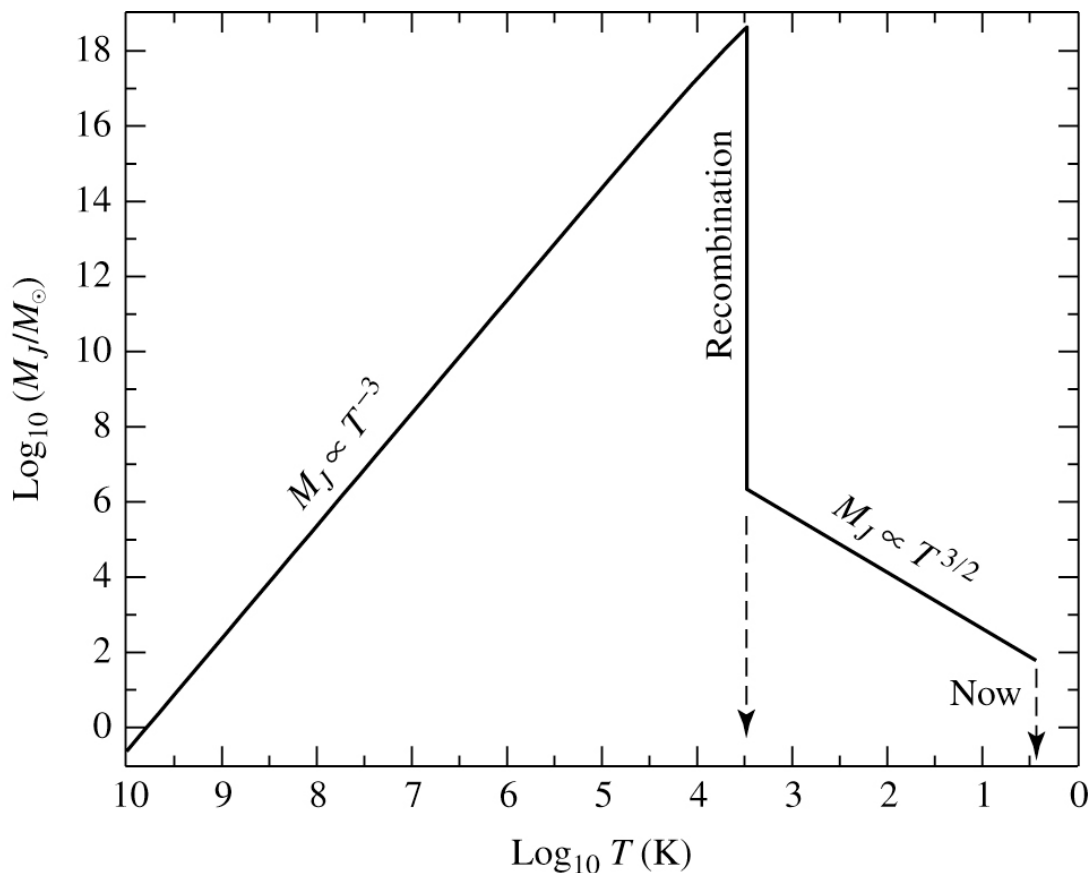
Übungsblatt 18 (Besprechung am 5. Juli 2007)

1. Zeigen Sie, dass im Modell des sphärischen Kollaps der Dichtekontrast zu einem Zeitpunkt t durch:

$$\delta(t) = \frac{3kc^2}{8\pi G\rho(t)a(t)^2}$$

gegeben ist, wobei $a(t)$ = Skalenfaktor und $\rho(t)$ ist die Dichte des flachen ($\Omega_0=1$) Universums. Wie sieht der Dichtekontrast in der Materie- bzw. Strahlungs-dominierten Epoche als Funktion der Zeit aus?

2. a) Schätzen Sie die Masse der baryonischen Materie, die sich innerhalb einer kausal verbundenen Region (Durchmesser = Größe des Horizonts) bei $T = 10^9$ K während der Strahlungs-dominierten Ära befindet, ab (in M_\odot). Vergleichen Sie diese Masse mit der Jeans Masse, die im folgenden Bild dargestellt ist (Jeans-Masse als Fkt. von T).



b) Zeigen Sie, dass während der Strahlungs-dominierten Epoche, die Masse der baryonischen Materie innerhalb dieser kausal verbundenen Region mit T^{-3} variierte. Was sagt dies über die relative Größe der Masse dieser Region und derjenigen der Jeans-Masse während der Strahlungs-dominierten Ära aus?

(Hinweis a) die Horizontdistanz d_h bei $T = 10^9$ K war $d_h = 1.07 \times 10^{11}$ m; b) $d_h = 2 \cdot ct \propto a^2$)

3. a) Schätzen Sie die Masse der baryonischen Materie, die sich innerhalb einer kausal verbundenen Region zur Zeit des Übergangs von der Strahlungs- zur Materie-dominierten Epoche befindet ab (in M_\odot).

b) Mit Hilfe des numerischen Ergebnisses aus (a), beantworten Sie folgende Frage: ist ein Großteil der baryonischen Dichtefluktuationen während der Strahlungs-dominierten oder während der Materie-dominierten Epoche in den Horizont eingetreten?

(Hinweis: $\rho_{b,0} = 4.17 \times 10^{-28}$ kg m^{-3})

4. Zeigen Sie, dass falls eine baryonische Dichtefluktuation zur heutigen Zeit

$$(\delta)_0 = 1$$

ist, dann galt bei einer Rotverschiebung z in der Materie-dominierten Ära

$$\delta = (1+z)^{-1}$$

Um welchen Faktor wächst eine Dichtefluktuation

$$\delta < 1$$

zwischen einer Rotverschiebung z_1 und einer Rotverschiebung z_2 ($z_1 > z_2$) in der Materie-dominierten Ära? Nehmen Sie an, dass das Universum flach ist, und dass $z < 1100$ für baryonische Fluktuationen.