

宇宙物理学 : レポート問題 2

切: 2006/12/15, 物理事務室

1. 以下の問には文字式で答えよ。

- (a) 放射成分 r と物質成分 m の密度はそれぞれ $\rho_r = \rho_{r0}/a^4$, $\rho_m = \rho_{m0}/a^3$ と時間変化する。このことから、放射と物質の共存系におけるフリードマン方程式が

$$H^2 = H_0^2 \left(\frac{\Omega_{r0}}{a^4} + \frac{\Omega_{m0}}{a^3} \right)$$

となることを示せ。

- (b) 等密度時 t_{eq} とは、 $\rho_r = \rho_m$ となる時刻のことである。等密度時のスケール因子 $a_{\text{eq}} = a(t_{\text{eq}})$ とハッブルパラメータ $H_{\text{eq}} = H(t_{\text{eq}})$ を求めよ。
- (c) 宇宙のある時刻において因果関係を持ちうる半径の目安は実距離にして c/H であり、これをハッブルスケールという。これは共動座標の波数にして $k = aH/c$ に対応する。等密度時におけるハッブルスケールの波数 k_{eq} を求めよ。

2. 次の数値

$$\Omega_{r0}h^2 = 4.2 \times 10^{-5}, \quad \Omega_{m0}h^2 = 0.13$$

$$\Omega_{\gamma 0}h^2 = 2.5 \times 10^{-5}, \quad \Omega_{b0}h^2 = 2.3 \times 10^{-2}$$

$$z_{\text{dec}} = 1090, \quad d_A(z_{\text{dec}}) = 12.6 \text{ Mpc}, \quad d_A(1) = 1680 \text{ Mpc},$$

を用いて以下の問に答えよ。

- (a) 等密度時のハッブルスケールの波数 k_{eq} を Mpc^{-1} の単位で求めよ。
- (b) 再結合時の音響振動スケール $r_{s,\text{dec}} = r_s(t_{\text{dec}})$ を Mpc の単位で求めよ。
- (c) 宇宙背景放射ゆらぎパワースペクトルの 1 番めのピーク位置 $l^{(1)}$ を求めよ。ただし、近似式からの補正因子は 0.74 とせよ。
- (d) 銀河サーベイを用いて、赤方偏移 $z = 1$ の密度ゆらぎのパワースペクトルから音響振動スケール $r_{s,\text{dec}}$ を検出する計画がある。そのスケール $r_{s,\text{dec}}$ はこのサーベイにおけるみかけの角度にして何ラジアンに相当するか?

不完全であっても自分の計算と考えを書くこと。万一、同一内容のレポートが提出された場合には、そのどちらも無効レポートとして取り扱うので注意のこと。