

4^ο Γραφείο Ασκήσεων

1. Αν υποθέσουμε ότι η πυκνότητα των βαρυόνων σήμερα είναι $4.2 \times 10^{-28} \text{ kg/m}^3$, βρείτε την πυκνότητά τους όταν $T \approx 10^{10} \text{ K}$.

2. Δείξτε ότι ο αριθμός των συγκρούσεων μεταξύ ενός νετρονίου n και πρωτονίου σε χρόνο Δt είναι ίδιος με: $n_p \sigma v \Delta t$, όπου: n_p = σωματιδιακή πυκνότητα πρωτονίων, σ είναι η ενεργός διατομή σύγκρουσης νετρονίων και v η ταχύτητά τους [$\sigma = \pi(2r)^2$, $r = 10^{-15} \text{ m}$]. Υποθέστε ότι Δt είναι ο χαρακτηριστικός χρόνος του Σύμπαντος όταν $T \approx 10^9 \text{ K}$ και υπολογίστε την ποσότητα $n_p \sigma v \Delta t$. Τι συμπέρασμα βγάζετε;

3. Στην αρχή, η εξέλιξη του Σύμπαντος καθορίζεται από τη μάζα ξ την αιτιοφορία μόνο. Βρείτε για ποιο z η μάζα άρχισε να κυριαρχεί στο Σύμπαν. Δείξτε ότι αυτή η μετάβαση έγινε όταν $t \approx 5 \times 10^4$ χρόνια ($k = \phi$).

4. Δείξτε ότι για επίπεδο Σύμπαν με μάζα και Λ :
$$\Omega_m(z) = \Omega_{m,\phi} \frac{(1+z)^3}{1 - \Omega_{m,\phi} + (1+z)^3 \Omega_{m,\phi}}$$
 Αν $\Omega_{m,\phi} = 0.3$, πόσο άρχισε η επιτάχυνση του Σύμπαντος;

5. Δείξτε ότι για μεγάλο "σκόνη" ($p = \phi$ και $k = \phi$) η ηλικία του Σύμπαντος ως συνάρτηση του z δίνεται από τη σχέση:

$$\frac{t(z)}{t_H} = \frac{2}{3} \frac{1}{(1+z)^{3/2}} \quad (t_H = 1/H_0)$$
 Βρείτε το $t(z=0)$. Τι συμπέρασμα βγάζετε; Πόσο πίσω στον χρόνο κοιτάμε όταν παρατηρούμε ένα αντικείμενο με μετατόπιση στο φάσμα ίση με z ;
($H_0 = 70 \text{ km/sec/Mpc}$).