

4ο φύλλο Ασκήσεων.

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

2 Στα πρώτα στάδια εξέλιξης του Σίμπατος η εξέλιξη του καθορίζεται από τη μάζα και την αυτοβρομία μόνο. Βρείτε για ποιο Z η μάζα άρχισε να κυριαρχεί στο Σίμπατ. Δείξτε ότι αυτή η μετάβαση έγινε όταν $t = 5.6 \times 10^4$ χρόνια ($k = \phi$).

3 Η ολική παράμετρος πυκνότητας ορίζεται ως $\mathcal{R} = \mathcal{R}_m + \mathcal{R}_{ad} + \mathcal{R}_r$. Δείξτε ότι: $H(z) = H_0(1+z) [\mathcal{R}_{m,\phi}(1+z) + \mathcal{R}_{ad,\phi}(1+z)^2 + \mathcal{R}_{r,\phi}(1+z)^{-2} + 1 - \mathcal{R}_0]^{1/2}$.

Δείξτε επίσης ότι:

$$\mathcal{R}(z) = 1 - \frac{1 - \mathcal{R}_0}{\mathcal{R}_{m,\phi}(1+z) + \mathcal{R}_{ad,\phi}(1+z)^2 + \mathcal{R}_{r,\phi}(1+z)^{-2} + 1 - \mathcal{R}_0}$$

Τι συμπέρασμα βγάξετε για τη "φύση" του πρώτου Σίμπατος;

4 Δείξτε ότι για επίπεδο Σίμπατ με μάζα και Λ :

$$\mathcal{R}_m(z) = \mathcal{R}_{m,\phi} \frac{(1+z)^3}{1 - \mathcal{R}_{m,\phi} + (1+z)^3 \mathcal{R}_{m,\phi}}$$

Αν $\mathcal{R}_{m,\phi} = 0.3$, πότε άρχισε η

επιτάχυνση του Σίμπατος;