

Παράσκεψη 13 Ιανουαρίου 2012

Β' πρόοδος Αστροφυσικής Ι 2011-2012

1. Να γράψετε τις εξισώσεις που πρέπει να λύσουμε για να φτιάξουμε ένα αστρικό μοντέλο σε ισορροπία και τις οριακές τους συνθήκες (εξηγώντας κάθε σύμβολο που χρησιμοποιείτε).
2. Να αποδείξετε ότι η μέση μάζα των σωματιδίων (μέσο μοριακό βάρος) σε αστέρες σύστασης σαν του Ηλίου ($X=0.747$, $Y=0.236$, $Z=0.017$) είναι λίγο μεγαλύτερη από το ήμισυ της μάζας του πρωτονίου
3. Να γράψετε τις αντιδράσεις που αποτελούν τον κύκλο PPI και τη θερμοκρασία που απαιτείται για να πραγματοποιηθεί. Συμβολίζοντας την ενέργεια κάθε αντίδρασης με E_n υπολογίστε την ολικά εκλυόμενη ενέργεια.

Ασκήσεις

1 Ένα απλό αστρικό μοντέλο είναι να υποθέσουμε ότι η πυκνότητα στο εσωτερικό ενός αστέρα μάζας M και ακτίνας R είναι σταθερή και ίση με τη μέση πυκνότητά του

$$\rho(r) = \bar{\rho} = 3M/4\pi R^3.$$

a) Αποδείξτε ότι για έναν τέτοιο αστέρα, η πίεση στο κέντρο του είναι

$$P_c = \frac{3GM^2}{8\pi R^4}$$

b) Υποθέτοντας ότι το αέριο που περιέχει είναι πλήρως ιονισμένο υδρογόνο δηλαδή ελεύθερα πρωτόνια και ηλεκτρόνια, δείξτε ότι η πίεση σε κάθε σημείο του αστέρα είναι $P(r) = 2\bar{\rho}kT(r)/m_p$ κι άρα η θερμοκρασία στο κέντρο είναι

$$T_c = \frac{GMm_p}{4Rk}$$

Υπολογίστε για $M=M_\odot$ και $R=R_\odot$.

c) Υπολογίστε την βαρυτική ενέργεια, τη θερμική ενέργεια και την ολική ενέργεια του αστέρα (τα σωματίδια είναι μη σχετικιστικά). (3 μονάδες).

2. Υποθέστε ότι ο Ήλιος αποτελείται από 70% υδρογόνο κατά μάζα. Πόσοι πυρήνες υδρογόνου (N_H) υπάρχουν; Ποια είναι η ολική ενέργεια που του παρέχεται λόγω πυρηνικής σύντηξης εάν μόνο το 13% του υδρογόνου του βρίσκεται στον πυρήνα του και όλο το υδρογόνο του πυρήνα μετατραπεί σε ήλιο. Δίνεται ότι η ισοδύναμη ενέργεια της διαφοράς μάζας της σύντηξης τεσσάρων πυρήνων υδρογόνου σε έναν πυρήνα ηλίου $E=0.03 m_p c^2$). Κάτω από αυτές τις υποθέσεις, ποιος θα είναι ο χρόνος ζωής του Ήλιου στην κύρια ακολουθία; (2 μονάδες).