

8^η Ομάδα ασκήσεων

Παράδοση: Δευτέρα 30 Νοεμβρίου 2015 στις 16:00

Οι ασκήσεις πρέπει να παραδίδονται γραμμένες σε σελίδες μεγέθους A4, συρραμμένες, με μόνο μία άσκηση ανά φύλλο ακόμη και αν η λύση είναι λιγότερη από δύο σελίδες. Εξηγήστε όσο πιο αναλυτικά μπορείτε τον τρόπο σκέψης σας. Καθυστερημένη παράδοση ασκήσεων δε γίνεται δεκτή και οι ασκήσεις δε θα επιστραφούν.

Άσκηση 1

Στο τέλος της φάσης του ερυθρού γίγαντα στον πυρήνα του Ήλιου γίνεται η λεγόμενη «έκλαμψη ηλίου» (helium flash). α) Περιγράψτε τι συμβαίνει σε αυτήν, ποιες πυρηνικές αντιδράσεις συμβαίνουν, και για ποιο λόγο γίνονται εκρηκτικά, ενώ οι μέχρι τότε πυρηνικές αντιδράσεις γινόταν με πιο αργούς ρυθμούς. β) Για ποιο λόγο μετά την έκλαμψη ηλίου και την μετάβαση των αστεριών στην περιοχή του διαγράμματος H-R που ονομάζεται Οριζόντιος Κλάδος των Γιγάντων τα αστέρια δεν έχουν την ίδια θερμοκρασία ενώ έχουν παρόμοια λαμπρότητα;

Άσκηση 2

Γνωρίζουμε ότι κατά τη διάρκεια της «ανάβασης» ενός αστεριού στον κλάδο των γιγάντων η λαμπρότητά του αυξάνεται. Ας υποθέσουμε ότι κατά τη διάρκεια αυτής της ανάβασης ενός αστεριού σαν τον Ήλιο (μάζας $M=1M_{\odot}$), η μέση τιμή της λαμπρότητάς του είναι $20L_{\odot}$. Επιπλέον κατά τη διάρκεια της ανάβασης ο πυρήνας του, που αποτελείται από ήλιο, αυξάνεται κατά $0.3M_{\odot}$, μια που υδρογόνο στον υπερκείμενο φλοιό μετατρέπεται σε ήλιο και πέφτει στον πυρήνα. α) Βρείτε το χρονικό διάστημα που διαρκεί η άνοδος αυτή του αστεριού στον κλάδο των γιγάντων σε δισεκατομμύρια χρόνια. β) Συγκρίνετε τη διάρκεια αυτή με το χρονικό διάστημα που ζει το αστέρι στην κύρια ακολουθία.

Άσκηση 3

Ο ρυθμός με τον οποίο χάνει μάζα ένα αστέρι κατά τη διάρκεια που βρίσκεται στον Ασυμπτωτικό Κλάδο των Γιγάντων (Asymptotic Giant Branch = AGB) δίνεται από τη σχέση

$$\frac{dM}{dt} = -4 \times 10^{-13} \eta \frac{L}{gR} M_{\odot} \text{yr}^{-1}$$

γνωστή και ως σχέση Reimers, όπου το η είναι ένας παράγοντας σχεδόν ίσος με τη μονάδα, ενώ τα L , R , και g είναι η λαμπρότητα, η ακτίνα και η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια του αστεριού, μετρημένα σε μονάδες Ήλιου (δηλαδή αν η ακτίνα του αστεριού είναι 10 φορές αυτής του ήλιου, R_{\odot} , τότε στη σχέση θα βάλουμε $R=10$). Εξηγήστε ποιοτικά γιατί τα R , L και g εμφανίζονται έτσι στην παραπάνω εξίσωση (πχ γιατί η απώλεια μάζας να είναι ανάλογη της λαμπρότητας;)

Άσκηση 4

Χρησιμοποιήστε τον τύπο της άσκησης 3 και υπολογίστε την απώλεια μάζας για ένα αστέρι σαν τον Ήλιο ($M=1M_{\odot}$) το οποίο έχει λαμπρότητα $7000 L_{\odot}$ και επιφανειακή θερμοκρασία $T_e=3000^{\circ}\text{K}$. Συγκρίνεται την τιμή που θα βρείτε με το ρυθμό απώλειας μάζας του Ήλιου, όταν αυτός βρίσκεται στην κύρια ακολουθία (τον αναφέραμε ως «Ηλιακό Άνεμο») Δίνεται ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια του Ήλιου είναι $g_{\odot} = 274\text{ms}^{-2}$

Άσκηση 5

Περιγράψτε τον τρόπο με τον οποίο εξελίσσεται ένα αστέρι μάζας $25M_{\odot}$ μετά το τέλος της σύντηξης υδρογόνου σε ήλιο στον πυρήνα του. Πώς κινείται το αστέρι στο διάγραμμα H-R και πώς αλλάζει η δομή στο εσωτερικό του; Ποια θα είναι η τελική κατάσταση στην οποία θα καταλήξει το αστέρι όταν δεν είναι πλέον δυνατές οι πυρηνικές αντιδράσεις στον πυρήνα του;