

## Τελική Εξέταση 28 Αυγούστου 2015

Η εξέταση διαρκεί 2.5 ώρες. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε αριθμομηχανή. Απαγορεύεται η χρήση κινητών τηλεφώνων. Καλή σας επιτυχία!

1. Ο Σείριος Α, έχει φαινόμενο οπτικό μέγεθος  $m_v = -1.47$  και ακτίνα  $R = 1.7R_{\odot}$  και αποτελεί το κύριο αστέρι ενός διπλού συστήματος σε απόσταση 8.6 έτη φωτός από τη Γη. Το 1844 ο συνοδός του, Σείριος Β, ανακαλύφθηκε από το γνωστό μαθηματικό και αστρονόμο Bessel, λόγω της κίνησης του Σείριου Α στον ουρανό. α) Αν γνωρίζετε ότι ο Σείριος Β είναι 10 μεγέθη πιο αμυδρός από τον Σείριο Α, και έχει τον ίδιο φασματικό τύπο, υπολογίστε την ακτίνα του. **(1.5 μονάδες)** β) Η μάζα του Σείριου Β είναι  $0.98M_{\odot}$ . Υπολογίστε την πυκνότητά του και σχολιάστε τι είδους αστέρας είναι. **(1 μονάδα)**
2. α) Ποια βασική διεργασία συντελείται στο εσωτερικό ενός αστέρα όταν αυτός βρίσκεται στην Κύρια Ακολουθία του διαγράμματος H-R; **(0.5 μονάδες)**  
β) Χρησιμοποιώντας τη σχέση μάζας-λαμπρότητας υπολογίστε πόσο χρόνο θα ζήσει στην κύρια ακολουθία ένας αστέρας με μάζα  $M_1 = 10M_{\odot}$  και ένας με μάζα  $M_2 = 0.5 M_{\odot}$ . Υποθέστε ότι και οι δύο αστέρες αποτελούνται κατά 75% από υδρογόνο. **(1 μονάδα)**.  
γ) Για να απαντήσετε στο α) έχετε κάνει έμμεσα κάποιες υποθέσεις σχετικά με το ποσοστό του υδρογόνου μεταστοιχείων σε άλλα στοιχεία. Σχολιάστε τις συνέπειες των υποθέσεων αυτών στο αριθμητικό αποτέλεσμα που βρήκατε **(0.5 μονάδες)**  
δ) Εξηγήστε ποια θα είναι η τελική κατάσταση στην οποία θα καταλήξει το καθένα από τα δύο αυτά άστρα όταν δε μπορούν πλέον να γίνουν πυρηνικές αντιδράσεις στο εσωτερικό τους καθώς και ποια θα είναι περίπου η ακτίνα του καθενός. **(1 μονάδα)**
3. Στο εσωτερικό του Ήλιου τα φωτόνια που δημιουργούνται από τις πυρηνικές αντιδράσεις σκεδάζονται από τα ηλεκτρόνια και τα ιόντα εκτελώντας έναν «τυχαίο βηματισμό», και η μέση ελεύθερη διαδρομή τους ανάμεσα σε κάθε σκέδαση είναι  $l = 0.5 \text{ cm}$ . α) Αποδείξτε ότι ο αριθμός  $N$  των βημάτων/κρούσεων που απαιτούνται για να μπορέσει να διανύσει το φωτόνιο μια απόσταση  $r$  είναι  $N = \frac{r^2}{l^2}$  **(0.5 μονάδες)** β) Χρησιμοποιώντας το αποτέλεσμα του α) υπολογίστε πόσα χρόνια απαιτούνται για να φθάσει ένα φωτόνιο που δημιουργείται στο κέντρο του Ήλιου από το κέντρο στην επιφάνειά του. **(1 μονάδα)**
4. Το 1987 παρατηρήθηκε από τη Γη το φως από την έκρηξη ενός υπερκαινοφανούς στο Μεγάλο Νέφος του Μαγγελάνου, το οποίο βρίσκεται σε απόσταση 51,400 pc. Συγκρίνοντας τη θέση του υπερκαινοφανούς με παλαιές φωτογραφίες, βρέθηκε ότι ο αστέρας που εξερράγη ήταν φασματικού τύπου B3, είχε μάζα  $16 M_{\odot}$ , ενεργό θερμοκρασία  $T_{\text{eff}} = 16,000 \text{ K}$  και λαμπρότητα  $L = 3 \times 10^4 L_{\odot}$ . α) Υπολογίστε ποια ήταν η ακτίνα του αστέρα πριν εκραγεί **(1 μονάδα)**. β) Σχεδιάστε ένα διάγραμμα H-R και τοποθετήστε σε αυτό τον αστέρα, όπως ήταν αυτός πριν εκραγεί. Βρίσκεται ο αστέρας στην κύρια ακολουθία και γιατί; **(1 μονάδα)**. γ) Ποιο ήταν το έτος στη Γη όταν έγινε η έκρηξη του υπερκαινοφανούς; **(0.5 μονάδες)** δ) Αν και δεν έχει ακόμη ανακαλυφθεί αστρικό υπόλειμμα στο σημείο της έκρηξης, μπορείτε να εκτιμήσετε τι θα μπορούσε να είναι και ποια περίπου θα ήταν η μέγιστη και η ελάχιστη μάζα που θα μπορούσε να έχει; **(0.5 μονάδες)**

### Δίνονται

Η λαμπρότητα του Ήλιου  $L_{\odot} = 3.85 \times 10^{26} \text{ Watt}$ , η μάζα του Ήλιου  $M_{\odot} = 1.98 \times 10^{30} \text{ kg}$ , η ακτίνα του Ήλιου  $R_{\odot} = 6.95 \times 10^8 \text{ m}$  και η διάρκεια ζωής του Ήλιου στην Κύρια Ακολουθία είναι  $9 \times 10^9$  έτη.