

ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ "ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ-1"
ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2011

1ο Θέμα: α) Δείξτε ότι ο ρυθμός διαφυγής μάζας από την επιφάνεια του Ήλιου είναι $\sim 3 \times 10^{-14} M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$, αν η ταχύτητα και πυκνότητα του Ηλιακού ανέμου είναι **500 km/sec** και $7 \times 10^6 \text{ ιόντα H/m}^3$, σε απόσταση **1 AU** από τον Ήλιο **(1)**. **β)** Δείξτε ότι ο ρυθμός με τον οποίο ελαττώνεται η μάζα του Ήλιου λόγω των πυρηνικών αντιδράσεων που πραγματοποιούνται στο κέντρο του είναι ίσος με $\sim 7 \times 10^{-14} M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ (μην ξεχνάτε ότι $E=mc^2$) **(0.5)**. Θεωρείστε και τις δύο τιμές ελάττωσης της μάζας που υπολογίσατε. Θα αλλάξει σημαντικά η μάζα του Ήλιου όσο βρίσκεται στην κύρια ακολουθία; **(0.5)**.

2ο Θέμα: α) Δείξτε ότι για τον Ήλιο $m_{\text{sun}} - M_{\text{sun}} = -31.57$ **(1)**. **β)** Η γωνία παράλληλης για τον Σείριο είναι $0.379''$. Βρείτε την απόσταση του σε μέτρα. Αν $m_{\text{bol}} = -1.53$ για το Σείριο, υπολογίστε το απόλυτο "βολομετρικό" μέγεθος του. Πόσο πιο λαμπρός είναι ο Σείριος από τον Ήλιο; **(1)**.

3ο Θέμα: α) Αποδείξτε ότι στο εσωτερικό ευσταθούς αστέρα ισχύει: $\frac{dP}{dr} = \frac{-GM(r)\rho(r)}{r^2}$

(1). **β)** Όπως δείξαμε στις παραδόσεις, η λαμπρότητα αστέρα μάζας **M** που βρίσκεται στην κύρια ακολουθία (δηλαδή σε κατάσταση υδροστατικής ισορροπίας) δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερη από το όριο Eddington: $L_E = (4\pi c G / \kappa) M$, όπου κ μία σταθερά. Υπολογίστε το L_E για αστέρες μάζας $M_1 = 0.0072 M_{\odot}$ και $M_2 = 120 M_{\odot}$ (δηλαδή για αστέρες στο κατώτατο και στο ανώτατο σημείο της κύριας ακολουθίας, με $\kappa_1 = 0.001 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ και $\kappa_2 = 0.034 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$, αντίστοιχα) **(1)**. **γ)** Αν για τον πρώτο αστέρα ισχύει ότι $\log(L/L_{\odot}) = -4.3$ και για τον δεύτερο αστέρα $\log(L/L_{\odot}) = 6.25$, σχολιάστε το αποτέλεσμα σας **(1)**.

4ο Θέμα: Από παρατηρήσεις γνωρίζουμε ότι η μάζα και η ακτίνα του Σείριου B είναι $M = 0.97 M_{\odot}$ και $R = 0.008 R_{\odot}$. Υπολογίστε τη μέση πυκνότητα του αστέρα αυτού. Αν υποθέσετε ότι ο Σείριος B είναι αστέρι ευσταθές, δείξτε ότι η πίεση στο κέντρο του αστέρα θα πρέπει να είναι $\sim 6 \times 10^{22} \text{ Nm}^{-2}$ **(1)**. **β)** Η πίεση ενός ιδανικού αερίου δίνεται από τη σχέση $P_g = nkT$, όπου n είναι η σωματιδιακή πυκνότητα του αερίου. Δείξτε ότι η παραπάνω σχέση μπορεί να γραφεί και ως: $P_g = \rho k T / \mu m_H$, όπου $\mu \equiv \bar{m} / m_H$ και \bar{m} είναι η μέση μάζα ενός σωματιδίου του αερίου. Υπολογίστε το P_g στο κέντρο του Σείριου B. Υπολογίστε και την πίεση ακτινοβολίας στο κέντρο του ίδιου αστέρα. Σχολιάστε τα αποτελέσματά σας και εξηγήστε (εν συντομία!) πως καταφέρνει ο αστέρας να παραμείνει σε κατάσταση ευστάθειας (στο κέντρο του Σείριου B: $T = 3 \times 10^7 \text{ K}$, ενώ $\mu = 1.71$) **(2)**.

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ. Ι. ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ

Δίνονται ότι: $L_{\odot} = 3.84 \times 10^{26} \text{ W}$, $M_{\odot} = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$, $R_{\odot} = 7 \times 10^8 \text{ m}$, $T_{\odot} = 5800 \text{ K}$, $1 \text{ AU} = 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$, $\sigma = 5.7 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4}$, $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$, $G = 6.672 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$, $m_H = 1.677 \times 10^{-27} \text{ kg}$, $a = 7.57 \times 10^{-16} \text{ Jm}^{-3} \text{ K}^{-4}$, $1 \text{ pc} = 3.09 \times 10^{16} \text{ m}$, $M_{\text{sun}} = 4.74$