

ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ "ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ-1" ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2014

ΟΔΗΓΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ: Δεν επιτρέπεται να βγείτε εκτός αμφιθεάτρου τις πρώτες 2 ώρες της εξέτασης εκτός αν θέλετε να παραδώσετε το γραπτό σας. ΔΙΑΒΑΣΤΕ ΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΡΟΣΕΚΤΙΚΑ. Τα θέματα θα τα παραδώσετε μαζί με το γραπτό σας (θα αναρτηθούν στο διαδίκτυο σε λίγες μέρες). Η διάρκεια της εξέτασης είναι 3 ώρες. Όταν παραδώσετε το γραπτό σας πρέπει να δείξετε και την ταυτότητά σας. ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ, Ι. ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ.

1ο Θέμα. Το "όριο Chandrasekhar" είναι το ανώτατο όριο μάζας για λευκούς νάνους. Ποιά η τιμή του; Εξηγήστε με λόγια (με σαφήνεια και εν συντομία) γιατί υπάρχει ανώτατο όριο στη μάζα ενός λευκού νάνου **(0.5)**. Τι θα συμβεί αν στα τελικά στάδια "ζωής" αστέρα μεγάλης μάζας η μάζα του πυρήνα του ξεπεράσει αυτό το όριο; **(0.5)**

2ο Θέμα. Υποθέστε σφαιρωτό σμήνος αστέρων το οποίο βρίσκεται πολύ μακριά έτσι ώστε να μην μπορούμε να διακρίνουμε το κάθε αστέρι του σμήνους ξεχωριστά. Το συνολικό μέγεθος στο φίλτρο V για το σμήνος είναι $m_V=16$. Υποθέστε ότι το σμήνος αποτελείται από αστέρια, το καθένα με μέγεθος $m_V=21$. Πόσα αστέρια έχει το σμήνος; **(1)** Αν το κάθε αστέρι είναι αστέρι της κύριας ακολουθίας με μάζα ίση με αυτή του Ήλιου, δείξτε ότι η απόσταση του σμήνους από τη Γη είναι **50 kpc. (1)** (Υποθέστε ότι για τον Ήλιο $L_V \sim L_\odot$).

3ο Θέμα. Υπολογίστε την ενέργεια που θα παραχθεί στον πυρήνα του Ήλιου όταν αυτός θα βρίσκεται στον οριζόντιο κλάδο των γιγάντων. Υποθέστε ότι σε αυτή τη φάση της "ζωής" του Ήλιου, μάζα περίπου ίση με $0.5M_\odot$ θα είναι διαθέσιμη για πυρηνικές καύσεις **(1)**. Πως συγκρίνεται το ποσό ενέργειας που υπολογίσατε με το ποσό ενέργειας που θα παραχθεί κατά τη διάρκεια της παραμονής του Ήλιου στην κύρια ακολουθία; **(1)**

4ο Θέμα. Θεωρείστε την εξίσωση συνέχειας στο εσωτερικό ενός αστέρα: $\frac{dm(r)}{dr} = 4\pi r^2 \rho(r)$. Έστω αστέρας για τον οποίο η πυκνότητα στο εσωτερικό του μεταβάλλεται σύμφωνα με τη σχέση: $\rho(r) = \rho_c [1 - \frac{r^3}{R^3}]$, όπου ρ_c και R είναι η πυκνότητα στο κέντρο του αστέρα και η ακτίνα του, αντίστοιχα.

α) Υπολογίστε τη μάζα του αστέρα, $M(r)$, που περικλείεται σε σφαίρα ακτίνας r στο εσωτερικό του, καθώς και την ολική του μάζα **(1)**. **β)** Στη συνέχεια, δείξτε ότι η ολική "ενέργεια σύνδεσης" του δίνεται από τη σχέση:

$$U = -0.7 \frac{GM^2}{R} \quad \mathbf{(1)}$$

(Ακολουθείστε την ίδια ακριβώς διαδικασία με αυτή που ακολουθήσαμε στις διαλέξεις, μόνο που εκεί υποθέσαμε ομοιόμορφη πυκνότητα – προσέξτε ότι η σχέση στην οποία καταλήγουμε δεν είναι και τόσο διαφορετική από εκείνη στην οποία είχαμε καταλήξει όταν υποθέσαμε ομοιόμορφη πυκνότητα στο εσωτερικό του αστέρα!).

5ο 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)** Υπολογίστε το ρυθμό με τον οποίο ο ηλιακός άνεμος "μεταφέρει" κινητική ενέργεια από τον Ήλιο. Το ποσό αυτό είναι μεγάλο ή μικρό; **(1)**

6ο Θέμα. Τα αστέρια περνούν το μεγαλύτερο μέρος της ζωής τους στην κύρια ακολουθία. Γιατί η ενεργός θερμοκρασία του αστέρα είναι σταθερή εκείνη την περίοδο; **(1)**

Δίνονται: $L_\odot = 3.8 \times 10^{26} \text{ W}$, $M_\odot = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$, $R_\odot = 7 \times 10^8 \text{ m}$, $m_H = 1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$, μάζα πυρήνα ατόμου ηλίου $= 6.6465 \times 10^{-27} \text{ kg}$, μάζα πυρήνα ατόμου άνθρακα $= 19.9265 \times 10^{-27} \text{ kg}$, $G = 6.673 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$, $1 \text{ Joule} = 6.24 \times 10^{18} \text{ eV}$, $1 \text{ AU} = 150 \text{ εκατομμύρια χιλιόμετρα}$, $F_{0,V} \equiv \text{φωτεινότητα του Vega στο V φίλτρο} = 3.2 \times 10^{-9} \text{ W/m}^2$, $1 \text{ pc} = 3.1 \times 10^{16} \text{ m}$.