

**Ενδεικτικές Λύσεις για τα Θέματα του Λυκείου**

**Θέμα 1<sup>ο</sup>**

Να επιλέξετε τη μία ή τις περισσότερες σωστές απαντήσεις, σε κάθε μία από τις τέσσερις ομάδες προτάσεων, που ακολουθούν:

**1.** Το φαινόμενο μέγεθος ενός αστέρα είναι ένα φυσικό μέγεθος, που προσδιορίζει τη φαινόμενη λαμπρότητα του αστέρα στο οπτικό φάσμα, όταν η παρατήρησή του γίνεται από τη Γη.

- ✓ **(α)** Όσο λαμπρότερος φαίνεται ο αστέρας, τόσο μικρότερο φαινόμενο μέγεθος έχει.
- ✓ **(β)** Δύο αστέρες από τους οποίους λαμβάνουμε το ίδιο ποσό φωτεινής ενέργειας, έχουν πάντοτε το ίδιο φαινόμενο μέγεθος.
- (γ)** Ο Σείριος έχει μικρότερο φαινόμενο μέγεθος από τον Μπετελγκεζ γιατί το φάσμα της ακτινοβολίας του είναι μετατοπισμένο προς το κυανό, ενώ του Μπετελγκεζ, προς το ερυθρό.
- ✓ **(δ)** Η Πανσέληνος έχει μικρότερο φαινόμενο μέγεθος από την Αφροδίτη

**2.** Στα παρατηρησιακά διαγράμματα Χέρτσπρουγκ – Ράσσελ (Hertzsprung – Russel, H-R), οι αστέρες τοποθετούνται σύμφωνα με τη φωτεινότητα (απόλυτο μέγεθος) και την επιφανειακή τους θερμοκρασία, που υπολογίζονται με βάση τα δεδομένα των αστρονομικών παρατηρήσεων. Επιλέγεται σύστημα ορθογωνίων αξόνων φωτεινότητας – θερμοκρασίας και η θέση κάθε αστέρα προσδιορίζεται από τις συντεταγμένες, που αντιστοιχούν στις τιμές της φωτεινότητας και της θερμοκρασίας του.

**(α)** Εννέα στους δέκα αστέρες που βλέπουμε με γυμνό μάτι στον ουρανό, βρίσκονται σε μια διαγώνια ζώνη του διαγράμματος H-R, που ονομάζεται Κύρια Ακολουθία.

✓ **(β)** Οι ερυθροί υπεργίγαντες του διαγράμματος εκπέμπουν τεράστια ποσά ενέργειας, αλλά έχουν χαμηλή θερμοκρασία.

**(γ)** Ο Ήλιος ανήκει στην ομάδα των λευκών νάνων του διαγράμματος H-R.

**(δ)** Οι αστέρες που ανήκουν στην Κύρια Ακολουθία εξελίσσονται κατά μήκος αυτής.

**3.** Όταν εξαντληθεί το υδρογόνο στον πυρήνα του Ήλιου, η ισορροπία του θα διαταραχθεί και θα εγκαταλείψει τη φάση της Κύριας Ακολουθίας. Θα διέλθει διαδοχικά από τα ακόλουθα στάδια:

**(α)** Πυρηνική καύση ηλίου → Ερυθρός γίγαντας → Πλανητικό νεφέλωμα → Λευκός νάνος.

**(β)** Πυρηνική καύση ηλίου → Ερυθρός γίγαντας → Συστολή → Πυρηνική καύση άνθρακα → Ερυθρός υπεργίγαντας → Υπερκαινοφανής αστέρας → Αστέρας νετρονίων.

✓ **(γ)** Πυρηνική καύση άνθρακα → Καινοφανής αστέρας → Λευκός νάνος.

**(δ)** Πυρηνική καύση ηλίου → Ερυθρός γίγαντας → Συστολή → Πυρηνική καύση άνθρακα → Καινοφανής αστέρας → Λευκός νάνος.

**(ε)** Πυρηνική καύση ηλίου → Ερυθρός γίγαντας → Πλανητικό νεφέλωμα → Μελανή οπή.

**4.** Η έκρηξη υπερκαινοφανούς αστέρα (supernova) συμβαίνει στο τελικό στάδιο της ζωής ορισμένων αστέρων.

✓ **(α)** Η παρατηρούμενη λαμπρότητα του αστέρα κατ' αυτήν, αυξάνεται απότομα τουλάχιστον κατά μερικές δεκάδες ή εκατοντάδες εκατομμύρια φορές.

✓ **(β)** Για να συμβεί, πρέπει ο αστέρας, όταν διανύει τη φάση της Κύριας Ακολουθίας, να έχει τουλάχιστον μάζα 5πλάσια από τη μάζα του Ήλιου.

✓ **(γ)** Κατά την έκρηξη διασκορπίζονται στο Διάστημα βαρέα χημικά στοιχεία, που είχαν σχηματιστεί στον πυρήνα του αστέρα ως προϊόντα πυρηνικών αντιδράσεων.

**(δ)** Μετά την έκρηξη υπερκαινοφανούς αστέρα, ο πυρήνας του καταλήγει πάντοτε σε έναν αστέρα νετρονίων ή μία μελανή οπή.

## Θέμα 2<sup>ο</sup>

Ένα μεγάλο ποσοστό των γαλαξιών του Σύμπαντος είναι ενεργοί γαλαξίες.

**(Α)** Ποιοι ονομάζονται ενεργοί γαλαξίες και ποια είναι τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά αυτών;

**(Β)** Ποια είναι τα είδη των ενεργών γαλαξιών;

(Η απάντησή σας δεν πρέπει να ξεπερνάει τις 200 λέξεις)

### Απάντηση:

**(Α)** Ενεργοί γαλαξίες ονομάζονται εκείνοι που έχουν ενεργό γαλαξιακό πυρήνα και εκπέμπουν τεράστια ποσά ενέργειας, που δεν προέρχονται εξ ολοκλήρου από τους αστέρες τους. Το σημαντικότερο μέρος προέρχεται από την έντονη δραστηριότητα, που παρατηρείται στους πυρήνες τους.

Χαρακτηρίζονται από τις εξής ιδιότητες: **1.** Έχουν τεράστια φωτεινότητα μεγαλύτερη από  $10^{37}$  W, που είναι η ποσότητα της ακτινοβολίας ενός φωτεινού τυπικού γαλαξία. **2.** Η ενέργεια εκπομπής τους δεν προέρχεται από τους αστέρες τους, ακόμα και αν υποθεθεί ότι αποτελούνται από τρισεκατομμύρια αστέρες. **3.** Η ενέργεια που εκπέμπεται δεν είναι σταθερή, αλλά μεταβάλλεται με μεγάλες διακυμάνσεις. Η ενέργεια αυτή προέρχεται από έναν πυρήνα αρκετά μικρό, που δεν ξεπερνά σε μέγεθος το 1 παρσέκ. **4.** Παρατηρούνται συχνά ενδείξεις εκρηκτικής δραστηριότητας στον πυρήνα τους (εμφανίσεις πιδάκων αερίων). **5.** Παρατηρούνται συνήθως σε πολύ μεγάλες αποστάσεις από τη Γη.

**(Β)** Οι ενεργοί γαλαξίες είναι τριών ειδών: **1.** Οι **ραδιογαλαξίες**, που είναι έντονες ραδιοπηγές, με ισχύ πάνω από  $10^{40}$  έργια/δευτ. Είναι η πολυπληθέστερη ομάδα και προέρχεται, συνήθως, από ιδιάζοντες γαλαξίες. **2.** Οι γαλαξίες Σέυφερτ, που έχουν πολύ λαμπρό πυρήνα μικρών διαστάσεων και χαρακτηρίζονται από φάσμα με πολύ έντονες και πλατιές γραμμές εκπομπής. Τέτοιους γαλαξίες παρατήρησε πρώτος ο Καρλ Σέυφερτ, το 1943, περιγράφοντας τον φωτεινό, όμοιο με αστέρα, πυρήνα τους, τους θαμπούς σπειροειδείς βραχίονές τους και τη χαρακτηριστική φασματική γραμμή εκπομπής του πυρήνα τους. **3.** Οι ημιαστέρες ή αστέρες κβάζαρ, που είναι ουράνια αντικείμενα, τα οποία μοιάζουν με αστέρες. Έχουν μεγάλη φωτεινότητα και το φάσμα τους παρουσιάζει μεγάλη μετατόπιση προς το ερυθρό. Πρόκειται για ενεργό πυρήνα ενός γαλαξία, ο οποίος πιθανότατα τροφοδοτείται από την ύλη που καταπίνει μια μαύρη τρύπα εκατοντάδων εκατομμυρίων ηλιακών μαζών.

## Θέμα 3<sup>ο</sup>

Οι αστέρες νετρονίων είναι αστρικά σώματα των οποίων η πυκνότητα είναι περίπου ίδια με την πυκνότητα των ατομικών πυρήνων, δηλαδή  $d_N = 4,6 \times 10^{17}$  kg/m<sup>3</sup>. Ας υποθέσουμε ότι ένας αστέρας αρχίζει να συστέλλεται συνεχώς. Όταν η πυκνότητά του γίνει ίση με την πυρηνική πυκνότητα, πόση θα έχει γίνει η ακτίνα του αστέρα;

Δίδεται ότι η μάζα του αστέρα είναι ίση με  $m = 10^{31}$  kg. Να θεωρηθεί ο αστέρας, καθ' όλη τη διαδικασία της συστολής, ότι είναι σφαιρικός με μεταβαλλόμενη ακτίνα.

### Λύση:

Η πυκνότητα  $d$  ενός σώματος μάζας  $m$  και όγκου  $V$ , δίνεται από τη σχέση:  $d = m/V$ .

$$\text{Αλλά: } V = \frac{4}{3}\pi R^3$$

Άρα για τον αστέρα, όταν η πυκνότητά του θα γίνει ίση με την πυρηνική πυκνότητα, θα ισχύει η σχέση:

$$d_N = m/V_N \quad (1)$$

όπου:  $V_N = \frac{4}{3}\pi R_N^3$  (2) και  $R_N =$  ελάχιστη ακτίνα του αστέρα, όταν γίνει αστέρας νετρονίων.

Συνεπώς η (1), λόγω της (2) γίνεται:

$$d_N = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi R_N^3} = \frac{3m}{4\pi R_N^3} \Leftrightarrow R_N^3 = \frac{3m}{4\pi d_N} \Leftrightarrow R_N = \sqrt[3]{\frac{3m}{4\pi d_N}} \quad (3)$$

Και με την αντικατάσταση των τιμών στην (3), προκύπτει ότι:

$$R_N = \sqrt[3]{\frac{3 \times 10^{31}}{4 \cdot 3,14159 \cdot 4,6 \times 10^{17}}} = \sqrt[3]{\frac{3 \times 10^{14}}{57,8053}} \approx \sqrt[3]{5,1898 \times 10^{12}} \approx 1,7313 \times 10^4 \text{ m} = 17.313 \text{ km}$$

#### Θέμα 4<sup>ο</sup>

Χαρακτηρίστε τις παρακάτω προτάσεις στο γραπτό σας, αν είναι σωστή με (Σ), ενώ αν είναι λάθος με (Λ).

1. Η γωνία, που σχηματίζεται από τη γραμμή των ηλιοστασίων και τον άξονα της τροχιάς της Γης, είναι  $23^{\circ} 27'$ . (Λ)
2. Η μετατόπιση του περιηλίου του Ερμή ερμηνεύεται από τη θεωρία της Σχετικότητας του Αϊνστάιν. (Σ)
3. Ο Αρκτούρος είναι άστρο της Μεγάλης Άρκτου. (Λ)
4. Η εξίσωση Ντρέικ δίνει τον αριθμό των πολιτισμών στο Γαλαξία μας με τους οποίους θα μπορούσαμε να επικοινωνήσουμε. (Σ)
5. Ο αστερισμός του Τοξότη παριστάνει τον μυθικό Κένταυρο Χείρωνα. (Σ)
6. Απαραίτητη προϋπόθεση για την ύπαρξη ζωής σε έναν πλανήτη είναι το κεντρικό άστρο του πλανητικού συστήματος να είναι μεγάλων διαστάσεων. (Λ)
7. Το σμήνος των γαλαξιών του αστερισμού της Παρθένου ανήκει στο Τοπικό Σύστημα γαλαξιών. (Λ)
8. Το εαρινό ισημερινό σημείο γ είναι η αρχή της μετρήσεως της ωριαίας γωνίας. (Λ)
9. Το κέντρο του Γαλαξία μας βρίσκεται προς τη διεύθυνση του αστερισμού του Τοξότη και απέχει 30.000 έτη φωτός από τη Γη μας. (Σ)
10. Το δεύτερο άστρο του ουρανού σε λαμπρότητα είναι ο Κάνωπος. (Σ)

#### Θέμα 5<sup>ο</sup>

Η ακτίνα του ισημερινού ενός πλανήτη είναι  $R = 40.000 \text{ km}$  και η επιτάχυνση βαρύτητας στον ισημερινό του είναι  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Ο πλανήτης περιστρέφεται τόσο γρήγορα, που ένα ελάχιστο άλμα κάποιου ανθρώπου εκεί, θα τον οδηγούσε μακριά από το βαρυτικό πεδίο του πλανήτη. Να ευρεθεί η διάρκεια περιστροφής του πλανήτη γύρω από τον άξονά του.

Λύση:

Όταν ο άνθρωπος πατάει στο έδαφος του πλανήτη ισχύει:

$$\text{(Βάρος ανθρώπου)} - \text{(Αντίδραση του εδάφους)} = \text{(Κεντρομόλος δύναμη)}$$

Όταν αρχίζει να απογειώνεται ο άνθρωπος, τότε η αντίδραση του εδάφους μηδενίζεται, οπότε έχουμε:

$$\text{(Βάρος ανθρώπου)} = \text{(Κεντρομόλος δύναμη)}$$

Δηλαδή:

$$m \cdot g = \frac{m \cdot v^2}{R} \Rightarrow g = \frac{1}{R} \left( \frac{2\pi R}{T} \right)^2 = \frac{4\pi^2 R}{T^2} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 R}{g} \quad (1)$$

Αντικαθιστώντας τα δεδομένα στην (1) βρίσκουμε:

$$T^2 = \frac{4 \cdot 3,14159^2 \cdot 40.000.000}{10} \approx 1,579 \times 10^8$$

Και επομένως:

$$T \approx 12.566 \text{ sec} \approx 3,49 \text{ h}$$

Δηλ. περίπου 7 φορές γρηγορότερα από την περιστροφή της Γης.