

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΟΙ ΑΣΤΕΡΕΣ

A. Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

Για να απαντήσεις στις ερωτήσεις που ακολουθούν αρκεί να επιλέξεις την ή τις σωστές από τις προτεινόμενες απαντήσεις.

1. Το φαινόμενο μέγεθος ενός αστέρα είναι ένα φυσικό μέγεθος, που προσδιορίζει τη φαινόμενη λαμπρότητα του αστέρα, όταν η παρατήρησή του γίνεται από τη Γη.
 - α) Όσο λαμπρότερος φαίνεται ο αστέρας, τόσο μικρότερο φαινόμενο μέγεθος έχει.
 - β) Δύο αστέρες που εκπέμπουν το ίδιο ολικό ποσό φωτεινής ενέργειας, έχουν πάντοτε το ίδιο φαινόμενο μέγεθος.
 - γ) Το φαινόμενο μέγεθος επηρεάζεται από τη μεσοαστρική ύλη, που μεσολαβεί μεταξύ του αστέρα και της Γης.
 - δ) Η Πανσέληνος έχει μεγαλύτερο φαινόμενο μέγεθος από την Αφροδίτη.
 - ε) Ο Σείριος έχει μικρότερο φαινόμενο μέγεθος από τον Μπετελγκέζ γιατί το φάσμα της ακτινοβολίας του είναι μετατοπισμένο προς το κυανό, ενώ του Μπετελγκέζ, προς το ερυθρό.
2. Στα παρατηρησιακά διαγράμματα Hertzsprung – Russel (H – R), οι αστέρες τοποθετούνται σύμφωνα με τη λαμπρότητα (απόλυτο μέγεθος) και την επιφανειακή τους θερμοκρασία, που υπολογίζονται με βάση τα δεδομένα των αστρονομικών παρατηρήσεων. Επιλέγεται σύστημα ορθογωνίων αξόνων λαμπρότητας – θερμοκρασίας και η θέση κάθε αστέρα προσδιορίζεται από τις συντεταγμένες, που αντιστοιχούν στις τιμές της λαμπρότητας και της θερμοκρασίας του.
 - α) Οι αστέρες κατανέμονται ομοιόμορφα και τυχαία στο διάγραμμα H – R.
 - β) Εννέα στους δέκα αστέρες που βλέπουμε στον ουρανό, βρίσκονται σε μια διαγώνια ζώνη του διαγράμματος H – R.
 - γ) Οι ερυθροί υπεργίγαντες εκπέμπουν τεράστια ποσά ενέργειας, αλλά έχουν χαμηλή θερμοκρασία.

- δ) Ο Ήλιος ανήκει στην ομάδα των λευκών νάνων.
 - ε) Αστέρες που ανήκουν σε διαφορετικές ομάδες έχουν πολύ διαφορετικές διαστάσεις μεταξύ τους.
3. Σύμφωνα με τις επικρατέστερες, σύγχρονες απόψεις, οι αστέρες δημιουργούνται από πρωταστέρες, οι οποίοι, με τη σειρά τους, προκύπτουν από μεσοαστρικά νέφη. Οι προτάσεις που ακολουθούν αναφέρονται στη διαδικασία σχηματισμού ενός αστέρα.
- α) Τα μεσοαστρικά νέφη, από τα οποία σχηματίζονται οι πρωταστέρες, αποτελούνται κυρίως από άζωτο και οξυγόνο.
 - β) Ένα μεσοαστρικό νέφος, που καταρρέει λόγω βαρύτητας και ταυτόχρονα περιστρέφεται, δεν μπορεί να διασπαστεί. Έτσι, από κάθε μεσοαστρικό νέφος σχηματίζεται μόνον ένας πρωταστέρας.
 - γ) Ο πρωταστέρας συστέλλεται μέχρις ότου η πίεση που ασκούν τα μόρια του αερίου, από το οποίο αποτελείται, εξουδετερώνει τη βαρυτική κατάρρευση.
 - δ) Η βαρυτική κατάρρευση προκαλεί τεράστια αύξηση της πίεσης και της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του πρωταστέρα, με αποτέλεσμα τον πλήρη ιονισμό της ύλης στον πυρήνα του.
 - ε) Η συστολή του πρωταστέρα σταματάει όταν ξεκινήσουν πυρηνικές αντιδράσεις σύντηξης στον πυρήνα του. Τότε η ενέργεια που ελευθερώνεται, προκαλεί τεράστια αύξηση της εσωτερικής πίεσης, που εξουδετερώνει τη βαρυτική κατάρρευση.
4. Ένας αστέρας γεννιέται με την έναρξη πυρηνικών αντιδράσεων στον πυρήνα ενός πρωταστέρα. Τότε, ο αστέρας απεικονίζεται στην Κύρια Ακολουθία του διαγράμματος $H - R$ (φάση της Κύριας Ακολουθίας). Οι ακόλουθες προτάσεις αναφέρονται στην περίοδο της ζωής αστέρων, που βρίσκεται στη φάση της Κύριας Ακολουθίας.
- α) Η φάση της Κύριας Ακολουθίας ενός αστέρα διαρκεί λιγότερο από κάθε άλλη φάση της ζωής του.
 - β) Όταν ένας αστέρας βρίσκεται στη φάση της Κύριας Ακολουθίας, το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που εκπέμπει, προέρχεται από πυρηνικές αντιδράσεις ηλίου προς άνθρακα, που συμβαίνουν στον πυρήνα του.
 - γ) Ο Ήλιος είναι ένας αστέρας, που βρίσκεται στη φάση της Κύριας Ακολουθίας.

- δ) Η διάρκεια της φάσης της Κύριας Ακολουθίας ενός αστέρα είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα του.
- ε) Όσο ένας αστέρας βρίσκεται στη φάση της Κύριας Ακολουθίας, η επιφανειακή θερμοκρασία του και οι διαστάσεις του μεταβάλλονται σημαντικά.
5. 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.
6. Η έκρηξη υπερκαινοφανούς αστέρα (supernova) συμβαίνει στο τελικό στάδιο της ζωής ορισμένων αστέρων.
- α) Η παρατηρούμενη λαμπρότητα του αστέρα κατ' αυτήν, αυξάνεται απότομα κατά μερικές δεκάδες ή εκατοντάδες φορές.
- β) Για να συμβεί, πρέπει ο αστέρας, όταν διανύει τη φάση της Κύριας Ακολουθίας, να έχει περίπου τη μάζα και το μέγεθος 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.
- ε) Η έκρηξη υπερκαινοφανούς αστέρα συμβαίνει όταν η παραγόμενη ενέργεια στον πυρήνα του αστέρα προέρχεται κυρίως από τη θερμοπυρηνική καύση του υδρογόνου.

B. Ερωτήσεις συμπλήρωσης κενού

Για να απαντήσεις στις ερωτήσεις που ακολουθούν, συμπλήρωσε τα κενά που υπάρχουν στο κείμενο με τις σωστές λέξεις.

1. Το φαινόμενο μέγεθος των αστερών δεν εξαρτάται μόνο από την (δηλαδή την ολική φωτεινή ενέργεια που εκπέμπει ο αστέρας στη μονάδα του χρόνου και σε όλα τα μήκη κύματος) αλλά και του αστέρα από τον παρατηρητή. Οι αστρονόμοι καθορίζουν το φαινόμενο μέγεθος ενός αστέρα σε συγκεκριμένη και το μέγεθος που βρίσκουν με τον τρόπο αυτό το ονομάζουν (M) του αστέρα. Η απόσταση αυτή έχει επιλεγεί αυθαίρετα και είναι ίση με 32,6 έτη φωτός.
2. Η σχέση μεταξύ φαινομένου και απόλυτου μεγέθους είναι η εξής:
.....
3. Η προσεκτική παρατήρηση των αστερών μας οδηγεί και σε μια ακόμα διαπίστωση, ότι δηλαδή έχουν διαφορετικά χρώματα. Η αιτία της διαβάθμισης των χρωμάτων τους είναι κάθε αστέρα. Οι θερμότεροι έχουν χρώμα, ενώ οι πιο ψυχροί
4. Η ακτινοβολία που εκπέμπει ένας αστέρας ορισμένου χρώματος συνίσταται από με μήκη κύματος από όλη την περιοχή του ορατού φάσματος. Το μεγαλύτερο όμως ποσοστό της ενέργειας της ακτινοβολίας του μεταφέρεται από που έχουν μήκη κύματος στην περιοχή του, γεγονός που οφείλεται στη θερμοκρασία του αστέρα.
5. Γνωρίζουμε ότι τα φάσματα των αστερών μοιάζουν με αυτό του Ηλίου αλλά παρουσιάζουν και διαφορές που οφείλονται στη διαφορετική Έτσι, οι αστέρες έχουν ταξινομηθεί σύμφωνα με το φάσμα της ακτινοβολίας που εκπέμπουν. Από τους θερμότερους (χρώματος μπλε) προς τους

ψυχρότερους (χρώματος κόκκινου) κατατάσσονται στους εξής φασματικούς τύπους:

O - - A - - G - - M

6. Σύμφωνα με το διάγραμμα H-R, διαπιστώνουμε ότι οι αστέρες δεν κατανέμονται ομοιόμορφα και τυχαία, αλλά ομαδοποιούνται σε βασικές περιοχές του διαγράμματος. Οι αστέρες κάθε ομάδας έχουν περίπου τις ίδιες
7. Οι περισσότεροι αστέρες του διαγράμματος H-R βρίσκονται κατά μήκος μιας ζώνης που διασχίζει διαγώνια το διάγραμμα και ονομάζεται Οι αστέρες της ζώνης αυτής, ανάμεσα στους οποίους είναι και ο Ήλιος, ονομάζονται Στο κάτω δεξιό άκρο της ζώνης αυτής αντιστοιχούν αστέρες θερμοκρασίας (χρώματος κόκκινου), ενώ στο επάνω αριστερό άκρο αστέρες θερμοκρασίας (χρώματος μπλε).
8. Το 90% των αστερών που βλέπουμε στον ουρανό ανήκουν στην Είναι λοιπόν εύλογο να συμπεράνουμε ότι οι αστέρες περνούν τον περισσότερο χρόνο της ζωής τους ως
9. Πάνω και δεξιά από την Κύρια Ακολουθία είναι κατά σειρά οι Ονομάζονται έτσι, επειδή οι διαστάσεις τους είναι πολύ μεγάλες σε σχέση με τις διαστάσεις των αστερών της Κύριας Ακολουθίας. Κάτω και αριστερά από την Κύρια Ακολουθία βρίσκονται οι Αυτοί ενώ έχουν υψηλές θερμοκρασίες, όπως αποκαλύπτεται από το φάσμα τους, είναι αμυδροί αστέρες εξαιτίας των μικρών τους διαστάσεων.
10. Εξέλιξη ενός αστέρα ονομάζουμε Αιτία των μεταβολών ενός αστέρα είναι οι αλλαγές του είδους των πυρηνικών αντιδράσεων που συμβαίνουν στο εσωτερικό του. Η ενός αστέρα είναι καθοριστική για την εξέλιξή του.

11. Αστέρες με έχουν έναν κύκλο ζωής που διαρκεί λίγες χιλιάδες χρόνια, με πολύ βίαιο τέλος, ενώ οι αστέρες παραμένουν σχεδόν αμετάβλητοι για εκατοντάδες εκατομμύρια ή δισεκατομμύρια χρόνια.
12. Το χρονικό διάστημα αποτελεί την πρώτη φάση της ζωής του. Η δεύτερη φάση της ζωής ενός αστέρα είναι η περίοδος της ζωής του που έχει Το χαρακτηριστικό της φάσης αυτής είναι η καύση στον πυρήνα του αστέρα. Η τρίτη φάση της ζωής του αναφέρεται στην εξέλιξη του αστέρα μετά την Κύρια Ακολουθία και είναι
13. Με την εξάντληση του υδρογόνου η ισορροπία του αστέρα καταστρέφεται. Ο πυρήνας του αρχίζει πάλι να συστέλλεται λόγω βαρύτητας, η θερμοκρασία του ανεβαίνει και, όταν φτάσει περίπου στους 10^8 K, αρχίζει η πυρηνική καύση Η έναρξη αυτής της καύσης συνοδεύεται από τρομερή έκλυση ενέργειας που προκαλεί δραματική του αστέρα. Αυτή η κατάσταση έχει ως αποτέλεσμα την πτώση της θερμοκρασίας του και τη μετατόπιση του φάσματος της ακτινοβολίας του προς το Ο αστέρας τότε μετατρέπεται σε έναν
14. Όταν εξαντληθεί το ήλιο, ο πυρήνας του αστέρα, που αποτελείται τώρα από, συρρικνώνεται πάλι λόγω βαρύτητας. Τελικά φτάνει σε μια κατάσταση, όπου η ύλη βρίσκεται σε Τα ελεύθερα πλέον ηλεκτρόνια σχηματίζουν ένα νέφος, που αναπτύσσει ισχυρή εσωτερική πίεση στον πυρήνα του αστέρα. Η πίεση του νέφους των ηλεκτρονίων αντισταθμίζει και έτσι ο αστέρας ισορροπεί. Έτσι ο αστέρας μετατρέπεται σε έναν
15. Οι αστέρες των οποίων οι μάζες κυμαίνονται από 5 έως 10 ηλιακές μάζες μετά από μια βίαιη έκρηξη, που ονομάζεται έκρηξη, καταλήγουν σε αστέρες νετρονίων. Οι τελευταίοι αποτελούνται κατά κύριο λόγο από νετρόνια. Έχουν εξαιρετικά μεγάλη και η

διάμετρός τους είναι μόλις περί τα 10 km. Οι αστέρες νετρονίων εμφανίζουν πολύ ισχυρό

16. Οι αστέρες πάνω από 20 ηλιακές μάζες αφού περάσουν από το στάδιο του υπεργίγαντα, μετά την έκρηξη υπερκαινοφανούς καταλήγουν σε Πρόκειται για αντικείμενα των οποίων η πυκνότητα θεωρητικά τείνει στο άπειρο και οι γνωστές υλικές δομές καταστρέφονται.
17. Οι μεταβλητοί αστέρες διακρίνονται σε Στους η μεταβολή της λαμπρότητας οφείλεται σε φυσικά αίτια. Στους η παρατηρούμενη μεταβολή της λαμπρότητας οφείλεται σε φαινόμενα έκλειψης του ενός αστέρα από έναν άλλο με τον οποίο αποτελούν μαζί ένα ζεύγος αστέρων.
18. Οι φυσικοί μεταβλητοί διακρίνονται: α) Σε μεταβλητούς, που η μεταβολή της λαμπρότητάς τους οφείλεται σε β) Σε εκρηκτικούς μεταβλητούς, που χαρακτηρίζονται από
19. Ένα αστρικό σύστημα αποτελείται από αστέρες που συνδέονται μεταξύ τους Τέτοια συστήματα είναι οι
20. Υπάρχουν συστήματα που αποτελούνται από μερικές αστέρες. Αυτά γενικά ονομάζονται αστρικά σμήνη, τα οποία στο δικό μας τουλάχιστον Γαλαξία διακρίνονται σε ανάλογα με τα φυσικά τους χαρακτηριστικά.
21. Τα ανοιχτά σμήνη είναι συγκεντρώσεις αστέρων με ακανόνιστο σχήμα, ο αριθμός των αστέρων κυμαίνεται από περίπου. Τα σφαιρωτά σμήνη, αντίθετα, είναι συγκεντρώσεις αστέρων που παρουσιάζουν και περιλαμβάνουν εκατοντάδες χιλιάδες μέλη. Η

συγκέντρωση των αστερών στα σφαιρωτά σμήνη είναι τόσο μεγάλη,
ώστε το κέντρο τους φαίνεται

Γ. Ερωτήσεις αντιστοίχισης

Για να απαντήσεις στις ερωτήσεις που ακολουθούν, κάνε τις σωστές αντιστοιχίες μεταξύ των λέξεων ή / και των προτάσεων που παρατίθενται στις δύο στήλες.

1. Αντιστοίχισε τις κατηγορίες των αστερών που αναγράφονται στην αριστερή στήλη με τα φυσικά χαρακτηριστικά τους, που περιέχει η δεξιά στήλη.

α. Ερυθρός γίγαντας	Α. Το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που εκπέμπει προέρχεται από την πυρηνική καύση του υδρογόνου του πυρήνα του.
β. Νάνος αστέρας	Β. Η αρχική μάζα του αστέρα έχει τιμή μεταξύ 11 και 50 ηλιακών μαζών.
γ. Λευκός νάνος	Γ. Έχει μάζα περίπου ίση με τη μάζα του Ήλιου και το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που εκπέμπει προέρχεται από την πυρηνική καύση ηλίου, στον πυρήνα του.
δ. Ερυθρός υπεργίγαντας	Δ. Η βαρυτική συστολή αντισταθμίζεται από την πίεση του νέφους των ελευθέρων ηλεκτρονίων, που σχηματίζεται στον πυρήνα του αστέρα.
ε. Πλανητικό νεφέλωμα	Ε. Σχηματίζεται από τον αστρικό άνεμο.

2. Ποια θα είναι η κατάληξη των αστερών της Κύριας Ακολουθίας, που έχουν τους φασματικούς τύπους που αναγράφονται στην αριστερή στήλη του πίνακα; Κάνε τις σωστές αντιστοιχίες με τα αντικείμενα που περιέχονται στη δεξιά στήλη.

α. Αστéρας φασματικού τύπου O.

A. Λευκός νάνος.

β. Αστéρας φασματικού τύπου O, με ισχυρό αστρικό άνεμο.

B. Αστéρας νετρονίων.

γ. Αστéρας ίδιου τύπου με τον Ήλιο.

Γ. Μελανή οπή.

3. Αντιστοίχησε (εφ' όσον είναι επιτρεπτό) τις ομάδες αστερών της αριστερής στήλης με τις κατηγορίες των μεταβλητών αστερών που αναγράφονται στη δεξιά στήλη.

α. Υπερκαινοφανείς αστέρες.

A. Παλλόμενοι μεταβλητοί.

β. Αστέρες ίδιου τύπου με τον Ήλιο.

B. Εκρηκτικοί μεταβλητοί.

γ. Κηφίδες

δ. Καινοφανείς αστέρες.

Δ. Ερωτήσεις σωστού - λάθους

Σημείωσε ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές και ποιες λανθασμένες.

	Σωστό	Λάθος
1. Η μορφή του αστερισμού της Μεγάλης Άρκτου πριν από 200 000 έτη, ήταν ακριβώς ίδια με τη σημερινή.	☐	☐
2. Εάν γνωρίζουμε το φαινόμενο και το απόλυτο μέγεθος ενός αστέρα, μπορούμε να υπολογίσουμε την απόστασή του από τη Γη.	☐	☐
3. Οι διαφοροποιήσεις των χρωμάτων των αστέρων, που παρατηρούμε στον ουρανό, οφείλονται στις διαφορές των θερμοκρασιών των ατμοσφαιρών τους.	☐	☐
4. Ο γαλανόλευκος Σείριος έχει υψηλότερη επιφανειακή θερμοκρασία από τον ερυθρό Μπετελγκέζ.	☐	☐
5. Από την ανάλυση του φάσματος της ακτινοβολίας, που εκπέμπει ένας αστέρας μπορούμε να υπολογίσουμε τη θερμοκρασία της επιφάνειάς του.	☐	☐
6. Η φωτεινότητα, ο φασματικός τύπος και η ακτίνα ενός αστέρα, είναι μεγέθη εντελώς ανεξάρτητα μεταξύ τους.	☐	☐
7. Με τη βοήθεια των διαγραμμάτων Hertzsprung – Russel (H – R) έχουμε τη δυνατότητα να εξάγουμε συμπεράσματα σχετικά με την εξέλιξη των αστέρων.	☐	☐
8. Οι ερυθροί γίγαντες και υπεργίγαντες ακτινοβολούν περίπου το ίδιο ποσό ενέργειας ανά δευτερόλεπτο, με τους αστέρες της Κύριας Ακολουθίας.	☐	☐
9. Οι λευκοί νάνοι έχουν θερμοκρασίες χαμηλότερες της θερμοκρασίας της επιφάνειας του Ήλιου.	☐	☐
10. Οι πρωταστέρες σχηματίζονται από τη βαρυτική συστολή και περιστροφή μεσοαστρικών νεφών, που αποτελούνται κυρίως από υδρογόνο	☐	☐

- | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 11. Ένας αστέρας βρίσκεται σε κατάσταση ισορροπίας, εφ' όσον η κατάρρευση της ύλης του λόγω βαρύτητας αντισταθμίζεται από την ενέργεια που εκλύεται από τις θερμοπυρηνικές αντιδράσεις που συμβαίνουν στον πυρήνα του | ☐ | ☐ |
| 12. Τα φυσικά χαρακτηριστικά ενός αστέρα είναι ανεξάρτητα του είδους των θερμοπυρηνικών αντιδράσεων που συμβαίνουν στον πυρήνα του. | ☐ | ☐ |
| 13. Ένας αστέρας βρίσκεται στη φάση της Κύριας Ακολουθίας, εφ' όσον το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που παράγεται στον πυρήνα του, οφείλεται στη θερμοπυρηνική καύση του άνθρακα. | ☐ | ☐ |
| 14. Όσο μεγαλύτερη είναι η αρχική μάζα ενός αστέρα, τόσο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα παραμένει στη φάση της Κύριας Ακολουθίας. | ☐ | ☐ |
| 15. Όταν εξαντληθεί το υδρογόνο στον πυρήνα του Ήλιου, η βαρυτική κατάρρευση του αστέρα θα αντισταθμιστεί από τη πυρηνική καύση του ηλίου προς άνθρακα | ☐ | ☐ |
| 16. Αφού εγκαταλείψει τη φάση της Κύριας Ακολουθίας, ο Ήλιος θα περάσει από την κατάσταση του ερυθρού γίγαντα και θα καταλήξει σε ένα λευκό νάνο. | ☐ | ☐ |
| 17. Ένας αστέρας παρόμοιος με τον Ήλιο, είναι δυνατό να περάσει από τη φάση του υπερκαινοφανούς αστέρα και να καταλήξει σε μια μελανή οπή. | ☐ | ☐ |
| 18. Η ισορροπία ενός λευκού νάνου ή ενός αστέρα νετρονίων επιτυγχάνεται από τις θερμοπυρηνικές αντιδράσεις, που συμβαίνουν στο εσωτερικό τους. | ☐ | ☐ |
| 19. Η ακτίνα ενός αστέρα νετρονίων με μάζα περίπου διπλάσια της ηλιακής, είναι λίγο μεγαλύτερη της ακτίνας της Γης. | ☐ | ☐ |
| 20. Οι έννοιες του χώρου και του χρόνου, στην περιοχή μιας μελανής οπής, διαφέρουν από τις αντίστοιχες έννοιες, | | |

- | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|
| όπως τις χρησιμοποιούμε στην καθημερινή μας ζωή. | ☐ | ☐ |
| 21. Τα χημικά στοιχεία από τα οποία αποτελείται το σώμα μας και τα αντικείμενα που μας περιβάλλουν, σχηματίστηκαν πριν από δισεκατομμύρια χρόνια στον πυρήνα ενός αστέρα που εξερράγη ως υπερκαινοφανής (supernova). | ☐ | ☐ |
| 22. Ο Ήλιος είναι ένας αστέρας, που ανήκει στον πληθυσμό αστέρων τύπου 1. | ☐ | ☐ |
| 23. Οι Κηφείδες είναι αστέρες, των οποίων η λαμπρότητα μεταβάλλεται περιοδικά. | ☐ | ☐ |
| 24. Ο Ήλιος είναι ένας μεταβλητός αστέρας. | ☐ | ☐ |
| 25. Τα φυσικά ζεύγη είναι συστήματα δύο αστέρων, που αλληλεπιδρούν με βαρυτικές έλξεις. | ☐ | ☐ |
| 26. Αστρικό σμήνος είναι σύνολο αστέρων, των οποίων οι αμοιβαίες βαρυτικές αλληλεπιδράσεις επηρεάζουν σημαντικά την κίνησή τους μέσα στο γαλαξία, που ανήκουν. | ☐ | ☐ |

E. Ερωτήσεις ανάπτυξης

1. Γιατί το σχήμα των αστερισμών μεταβάλλεται με το χρόνο; Γιατί οι μεταβολές αυτές δεν γίνονται αντιληπτές από έναν άνθρωπο, που παρατηρεί τον ουρανό με γυμνό μάτι;
2. Πως εξηγείται η σχέση που υπάρχει μεταξύ της θερμοκρασίας της επιφάνειας ενός αστέρα και του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, που εκπέμπει;
3. Οι επιστήμονες έχουν κατασκευάσει θεωρητικά μοντέλα, που αφορούν την εξέλιξη της δομής και τη μεταβολή των φυσικών χαρακτηριστικών των αστέρων. Δεδομένου ότι ο χρόνος ζωής ενός αστέρα είναι αρκετά εκατομμύρια ή δισεκατομμύρια έτη, πως μπορούμε να ελέγξουμε τις θεωρητικές προβλέψεις και εικασίες, μέσω των αστρονομικών παρατηρήσεων; Ποιος είναι ο ρόλος των διαγραμμάτων Hertzsprung – Russel στο ζήτημα αυτό;

4. Με ποιο επιχείρημα μπορείς να υποστηρίξεις την άποψη ότι οι αστέρες περνούν το μεγαλύτερο μέρος της ζωής τους στη φάση της Κύριας Ακολουθίας (νάνοι αστέρες);
5. Ποια είναι τα κοινά χαρακτηριστικά των ερυθρών υπεργιγάντων, με βάση τη θέση τους στο διάγραμμα H – R;
6. Με ποιο μηχανισμό συστέλλεται ένας πρωτοαστέρας; Γιατί κατά τη συστολή του αυξάνεται η πίεση και η θερμοκρασία στο εσωτερικό του;
7. Ποιες διαδικασίες συνιστούν την κατάσταση της δυναμικής ισορροπίας ενός αστέρα που διανύει τη φάση της Κύριας Ακολουθίας;
8. Πως αντισταθμίζεται η βαρυτική κατάρρευση σε έναν πλανήτη και πως σε έναν αστέρα; Γιατί δεν έχουν παρατηρηθεί αστέρες με μάζα ίση με το ένα εκατοστό της ηλιακής; Τεκμηρίωσε την απάντησή σου.
9. Θεωρούμε ότι η κατάσταση ισορροπίας του Ήλιου (όπως και κάθε αστέρα που διανύει τη φάση της Κύριας Ακολουθίας) προσδιορίζεται από το ρυθμό των πυρηνικών αντιδράσεων που συμβαίνουν στον πυρήνα, την ακτίνα του, την εσωτερική πίεση και θερμοκρασία του. Ποια είναι η συνέπεια της ευστάθειας της ισορροπίας του Ήλιου, στις τιμές των παραπάνω μεγεθών; Υποθέτουμε ότι για κάποιο τυχαίο λόγο, ο ρυθμός των πυρηνικών αντιδράσεων στον πυρήνα του αυξάνεται. Πώς θα μεταβληθούν τότε τα υπόλοιπα μεγέθη; Δείξε ότι ο Ήλιος θα επανέλθει στην αρχική κατάσταση ισορροπίας του.
10. Κάτω από ποιες συνθήκες θα αρχίσει η πυρηνική καύση του ηλίου στον πυρήνα του Ήλιου; Γιατί τότε ο Ήλιος θα μετατραπεί σε έναν ερυθρό γίγαντα;
11. Τι θα συμβεί στη Γη, όταν ο Ήλιος μετατραπεί σε ερυθρό γίγαντα;
12. Ποια θα είναι η τύχη του Ήλιου όταν (μετά το υδρογόνο) εξαντληθεί και το ήλιο στον πυρήνα του;
13. Γιατί ένας λευκός νάνος αποτελείται κυρίως από πυρήνες άνθρακα και ελεύθερα ηλεκτρόνια;
14. Πως αντισταθμίζεται η βαρυτική συστολή, και επιτυγχάνεται ισορροπία, σε έναν λευκό νάνο; Γιατί ένας λευκός νάνος σταδιακά μετατρέπεται σε καστανό και τέλος σε μαύρο νάνο;

15. Κάτω από ποιες προϋποθέσεις και με ποιο μηχανισμό σχηματίζεται α) ένας αστέρας νετρονίων και β) μια μελανή οπή.
16. Ποια είναι τα φυσικά χαρακτηριστικά ενός αστέρα νετρονίων;
17. Να καταγράψεις τρία χαρακτηριστικά μιας μελανής οπής. Με ποιο τρόπο γίνεται η αστρονομική παρατήρηση μιας μελανής οπής;
18. Με ποιο μηχανισμό έχουν παραχθεί τα βαρύτερα του ηλίου χημικά στοιχεία που υπάρχουν στο Σύμπαν;
19. Ποια είναι τα χαρακτηριστικά των αστερών τύπου I και ποια των αστερών τύπου II. Σε ποιον από τους δύο τύπους ανήκει ο Ήλιος; Τεκμηρίωσε με επιχειρήματα την άποψή σου.
20. Να καταγράψεις τουλάχιστον δύο διαφορές μεταξύ των παλλόμενων μεταβλητών και των εκρηκτικών μεταβλητών αστερών.
21. Να καταγράψεις δύο διαφορές μεταξύ των ανοικτών και των σφαιρωτών αστρικών σμηνών.
22. Πότε ένας διπλός αστέρας ονομάζεται οπτικό και πότε φυσικό ζεύγος;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΟΙ ΓΑΛΑΞΙΕΣ

A. Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

Για να απαντήσεις στις ερωτήσεις που ακολουθούν αρκεί να επιλέξεις την ή τις σωστές από τις προτεινόμενες απαντήσεις.

1. Ο πρώτος που μελέτησε συστηματικά το Γαλαξία ήταν:
 - α) Ο Γαλιλαίος.
 - β) Ο Χέρσελ.
 - γ) Ο Κοπέρνικος.
 - δ) Ο Δημόκριτος.
2. Ο γαλαξιακός πυρήνας είναι δύσκολο να παρατηρηθεί με οπτικές μεθόδους διότι
 - α) βρίσκεται σε πολύ μεγάλη απόσταση.
 - β) η μεσοαστρική ύλη απορροφά σε μεγάλο βαθμό τη ορατή ακτινοβολία της περιοχής αυτής.
 - γ) η περιοχή αυτή δεν εκπέμπει ορατή ακτινοβολία.
3. Στην περιοχή γύρω από το κέντρο του Γαλαξία η πυκνότητα των αστέρων είναι μεγαλύτερη από αυτή που επικρατεί στην περιοχή του ηλιακού μας συστήματος κατά:
 - α) 1.000 φορές.
 - β) 1.000.000 φορές.
 - γ) 100.000 φορές.

4. Οι αστέρες, που υπάρχουν στο γαλαξιακό πυρήνα, πιθανώς συγκρούονται μεταξύ τους διότι:
- α) έχουν μεγάλη κινητική ενέργεια.
 - β) υπάρχουν μεγάλα βαρυτικά πεδία.
 - γ) οι μεταξύ τους αποστάσεις είναι πολύ μικρές.
5. Ο Ήλιος απέχει από το κέντρο του Γαλαξία περίπου
- α) 30.000 ε.φ.
 - β) 120.000 ε.φ.
 - γ) 300.000 ε.φ.
6. Σκοτεινή ύλη είναι:
- α) ύλη που βρίσκεται στον πυρήνα του γαλαξία και απορροφάται από μια μαύρη τρύπα.
 - β) αντικείμενα που βρίσκονται στο δίσκο του γαλαξία και δεν εκπέμπουν ορατή ακτινοβολία.
 - γ) αντικείμενα που βρίσκονται στην άλω του γαλαξία, των οποίων δεν έχει εξακριβωθεί ακόμη η ταυτότητα.
7. Αν X η διάμετρος του γαλαξιακού εξογκώματος Ψ η διάμετρος του δίσκου του γαλαξία και Z η διάμετρος της άλω τότε:
- α) $\Psi < Z < X$.
 - β) $Z < \Psi < X$.
 - γ) $X < \Psi < Z$.
 - δ) $X < Z < \Psi$.
8. Ο γαλαξίας στον οποίο ανήκουμε είναι
- α) ελλειπτικός.
 - β) σπειροειδής.
 - γ) ανώμαλος.
 - δ) σφαιρικός.

9. Το αποτέλεσμα του φαινομένου «κανιβαλισμός των γαλαξιών» είναι
- α) η πλήρης καταστροφή του ενός γαλαξία από τη σύγκρουσή του με τον άλλο.
 - β) ο σχηματισμός ενός νέου γαλαξία με διαφορετικές ιδιότητες.
 - γ) η δημιουργία πολλών μικρότερων γαλαξιών με ιδιότητες παρόμοιες με αυτές των αρχικών.
 - δ) η απορρόφηση του ενός γαλαξία από τον άλλο.
10. Οι γαλαξίες που ονομάζουμε κβάζαρς έχουν τις παρακάτω ιδιότητες:
- α) Είναι τα πιο απομακρυσμένα αντικείμενα που έχουν παρατηρηθεί μέχρι τώρα.
 - β) Ένας γαλαξίας κβάζαρς έχει μέγεθος μεγαλύτερο από ένα τυπικό γαλαξία.
 - γ) Είναι από τα πιο φωτεινά αντικείμενα που παρατηρούνται στο σύμπαν.
 - δ) Έχει μέγεθος μικρότερο από έναν τυπικό γαλαξία.
 - ε) Εκπέμπει τόση ενέργεια, όση εκατοντάδες γαλαξίες μαζί.
 - ζ) Εκπέμπουν σχετικά ασθενή ακτινοβολία στο ορατό μέρος του φάσματος, με αποτέλεσμα να μην είναι αρκετά φωτεινοί.
11. Η σκοτεινή ύλη καλύπτει το
- α) 20% της ύλης του σύμπαντος.
 - β) 50% της ύλης του σύμπαντος.
 - γ) 90% της ύλης του σύμπαντος.
 - δ) 99% της ύλης του σύμπαντος.

B. Ερωτήσεις συμπλήρωσης κενού

Για να απαντήσεις στις ερωτήσεις που ακολουθούν, συμπλήρωσε τα κενά που υπάρχουν στο κείμενο με τις σωστές λέξεις.

1. Η κεντρική περιοχή του Γαλαξία (ή γαλαξιακό εξόγκωμα) είναι μια ελαφρά με ακτίνα περίπου 12.000 ε.φ. και πάχος περίπου 10.000 ε.φ. Περιέχει

2. Ο γαλαξιακός πυρήνας βρίσκεται στο του γαλαξιακού εξογκώματος. Είναι δύσκολο να παρατηρηθεί με οπτικές μεθόδους, διότι η μεσοαστρική ύλη απορροφά σε μεγάλο βαθμό την ορατή ακτινοβολία της περιοχής αυτής. Όμως, αναλύοντας την που εκπέμπεται από το γαλαξιακό εξόγκωμα, οι επιστήμονες κατάφεραν να «δουν» πιο βαθιά και να παρατηρήσουν τον πυρήνα του.
3. Ο δίσκος του Γαλαξία, στον οποίο ανήκει και το ηλιακό μας σύστημα, έχει διάμετρο περίπου έτη φωτός. Ο Ήλιος απέχει από το κέντρο του περίπου Το πάχος του δεν είναι περισσότερο από
4. Οι ραδιομελέτες έδειξαν ότι ο Γαλαξίας είναι μορφής και ότι ο Ήλιος βρίσκεται σε μια από τις του. Αυτές είναι περιοχές με πυκνότερη ύλη και περισσότερους αστέρες. Γενικά περιέχουν
5. Η άλως είναι μια εκτεταμένη και λεπτή περιοχή με διάμετρο περίπου 300.000 έ.φ. Είναι το παλαιότερο τμήμα του Γαλαξία. Αποτελείται από Σήμερα οι επιστήμονες πιστεύουν ότι η άλως περιέχει και άλλα αντικείμενα, των οποίων δεν έχει εξακριβωθεί ακόμα η ταυτότητα και τα οποία ονομάζονται
6. Οι αστέρες που περιέχονται στον Γαλαξία, χωρίζονται σε δύο «πληθυσμούς», τους I και II. Στον πληθυσμό I ανήκουν αστέρες παρόμοιοι με τον Ήλιο και συναντώνται κυρίως Στον πληθυσμό II ανήκουν αστέρες που Οι αστέρες του πληθυσμού II είναι από τους αστέρες του πληθυσμού I. Σχηματίστηκαν περίπου 15×10^9 χρόνια πριν.
7. Ανάμεσα στους αστέρες του Γαλαξία μας υπάρχει διάχυτη ύλη που ονομάζεται Αυτή δημιουργήθηκε από τους

..... Αποτελείται κυρίως από Βρίσκεται συγκεντρωμένη στις σπείρες του Γαλαξία και η πυκνότητά της είναι πάρα πολύ Όμως ο χώρος που καλύπτεται από το Γαλαξία είναι τόσο, ώστε η μάζα της μεσοαστρικής ύλης, στο σύνολό της, να συγκρίνεται με !

8. Τα νεφελώματα είναι τεράστιες και εντυπωσιακές συγκεντρώσεις αερίου, κυρίως Είναι περιοχές στις οποίες δημιουργούνται συνεχώς Το πρώτο νεφέλωμα ανακαλύφθηκε το 17^ο αιώνα και είναι το νεφέλωμα του Ωρίωνα. Σήμερα είναι γνωστά περισσότερα από 1.000 τέτοια νεφελώματα.
9. Τα μέλη του Γαλαξία ακολουθούν διαφορετικές τροχιές ανάλογα με την περιοχή στην οποία βρίσκονται. Την πιο οργανωμένη κίνηση εμφανίζουν οι αστέρες του..... ο οποίος περιστρέφεται γύρω από το γαλαξιακό κέντρο. Στη περιοχή του Ηλίου οι ταχύτητες περιφοράς των αστερων γύρω από το γαλαξιακό κέντρο φτάνουν τα Αυτό σημαίνει ότι μια πλήρης περιφορά τους διαρκεί 225 εκατομμύρια χρόνια. Σε άλλα σημεία του γαλαξιακού δίσκου η περίοδος αυτή διαφέρει. Είναι μεγαλύτερη σε αποστάσεις από αυτό και μικρότερη στις
10. Η πρώτη συστηματική μελέτη και ταξινόμηση των γαλαξιών με βάση το σχήμα τους έγινε από Οι γαλαξίες, σύμφωνα με την ταξινόμηση αυτή, χωρίζονται στους
11. Οι ελλειπτικοί γαλαξίες ονομάστηκαν έτσι, λόγω του στο τηλεσκόπιο και στις φωτογραφικές πλάκες. Χωρίζονται σε οχτώ επιμέρους κατηγορίες ανάλογα με τη φαινόμενη πλάτυνση, E0, E1, E2, E3, ..., E7. Ο έχει πλάτυνση 0, δηλαδή είναι ένας σφαιρικός γαλαξίας. Ο τύπος είναι ένας ελλειπτικός γαλαξίας με τη μεγαλύτερη πλάτυνση που έχει παρατηρηθεί μέχρι σήμερα.
12. Οι σπειροειδείς γαλαξίες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Σε αυτούς που η και σε αυτούς που

Οι δύο κατηγορίες αυτές χωρίζονται σε υποκατηγορίες ανάλογα με το μέγεθος και τη μορφή τους. Ο Γαλαξίας μας ανήκει στην πρώτη κατηγορία.

13. Οι ανώμαλοι γαλαξίες ονομάζονται έτσι λόγω του
Χωρίζονται και αυτοί σε δύο τύπους, τους IrI και IrII. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι
14. Ένα από τα πιο αξιοσημείωτα φαινόμενα που παρατηρούνται στις ομάδες γαλαξιών είναι οι συγχωνεύσεις και οι συγκρούσεις μεταξύ γαλαξιών. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως
15. Εκτός από τους ελλειπτικούς, σπειροειδείς και ανώμαλους γαλαξίες οι αστρονόμοι ανακάλυψαν και άλλες, τεράστιες, πηγές ακτινοβολίας που ονομάστηκαν ενεργοί γαλαξίες. Αυτοί είναι τριών ειδών: Οι
16. Οι ραδιογαλαξίες χωρίζονται σε δυο κατηγορίες στους συμπαγείς και στους εκτεταμένους με τα εξής χαρακτηριστικά: Οι συμπαγείς ραδιογαλαξίες εμφανίζουν ένα μικρό πυρήνα, ο οποίος δεν υπερβαίνει, με έντονη εκπομπή Γύρω από αυτόν υπάρχει μια εκτεταμένη περιοχή, η άλως, που εκπέμπει αλλά με μικρότερη ένταση. Οι εκτεταμένοι ραδιογαλαξίες είναι εκείνοι των οποίων η ραδιοακτινοβολία προέρχεται από Σε αυτή παρατηρούμε ένα πυρήνα με δύο
17. Τα κβάζαρς είναι από τα πιο φωτεινά αντικείμενα που παρατηρούνται στο Σύμπαν. Κάθε κβάζαρ παρ' όλο που σε μέγεθος είναι από ένα τυπικό γαλαξία, ακτινοβολεί τόση ενέργεια, όση εκατοντάδες γαλαξίες μαζί. Η φωτεινότητά τους αντιστοιχεί σε Ήλιους ή γαλαξίες σαν τον δικό μας.
18. Σύμφωνα με το επικρατέστερο μοντέλο της διαδικασίας σχηματισμού των γαλαξιών, αρχικά η ύλη του Σύμπαντος ήταν Στη

συνέχεια μικρές τυχαίες διαταραχές στην πυκνότητά της δημιούργησαν Η ισχυρότερη βαρύτητα κάθε τέτοιας συγκέντρωσης ήταν η αιτία που προσέλκυσε και άλλο υλικό από τον περιβάλλοντα χώρο και έτσι συνέχισε να μεγαλώνει. Η διαδικασία της συσσώρευσης όλο και μεγαλύτερης σε ορισμένες περιοχές με ταυτόχρονη αύξηση, είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία σχηματισμών μεγάλου όγκου, τους γαλαξίες.

19. Ο υπολογισμός της μάζας της ύλης του Σύμπαντος, όπως προκύπτει από τα δεδομένα των κινήσεων των γαλαξιών, έδειξε ότι είναι από την παρατηρούμενη συνολικά. Προκειμένου οι επιστήμονες να εξηγήσουν την αντίφαση αυτή, δέχτηκαν στη δεκαετία του 1970 την ύπαρξη μη παρατηρούμενης ύλης. Η ύλη αυτή μπορεί να είναι

Γ. Ερωτήσεις αντιστοίχισης

Για να απαντήσεις στις ερωτήσεις που ακολουθούν, κάνε τις σωστές αντιστοιχίες μεταξύ των λέξεων ή / και των προτάσεων που παρατίθενται στις δύο στήλες.

1. Αντιστοίχισε τα σώματα ή χαρακτηριστικά της δεξιάς στήλης με όσα μέρη του Γαλαξία της αριστερής στήλης σχετίζονται άμεσα.

α. Γαλαξιακός πυρήνας	Α. Σκοτεινή ύλη.
	Β. Ήλιος και Γη.
β. Δίσκος του Γαλαξία	Γ. Τεράστια συγκέντρωση μάζας.
	Δ. Σπείρες.
γ. Η άλως του Γαλαξία	Ε. Πιθανές συγκρούσεις αστερών.
	Ζ. Διαφορική περιστροφή.

2. Αντιστοίχισε τα χαρακτηριστικά των γαλαξιών της δεξιάς στήλης με τις κατηγορίες των γαλαξιών της αριστερής στήλης.

α. Ελλειπτικοί	Α. Έχουν λεπτό δίσκο.
	Β. Δεν έχουν συγκεκριμένη δομή.
	Γ. Έχουν πολύ πυκνό πυρήνα.
	Δ. Περιέχουν μόνο παλαιούς αστέρες.
	Ε. Περιέχουν άφθονη σκόνη και αέρια.
β. Σπειροειδείς (S) και (SB)	Ζ. Τα αέρια και οι αστέρες στο δίσκο κινούνται σε τροχιές γύρω από το κέντρο.
γ. Ανώμαλοι	Η. Καμιά σημαντική δημιουργία αστερών τα τελευταία 10 δισεκατομμύρια χρόνια.

3. Αντιστοίχισε τα χαρακτηριστικά των γαλαξιών της δεξιάς στήλης με τις κατηγορίες των ενεργών γαλαξιών της αριστερής στήλης.

- | | |
|------------------------------|--|
| α. Συμπαγείς ραδιογαλαξίες | A. Μικρός πυρήνας με έντονη εκπομπή ραδιοκυμάτων. |
| β. Εκτεταμένοι ραδιογαλαξίες | B. Η ραδιοακτινοβολία προέρχεται από μια τεράστια περιοχή. |
| γ. Γαλαξίες Seyfert | Γ. Τα πιο απομακρυσμένα αντικείμενα που έχουν παρατηρηθεί μέχρι τώρα. |
| δ. Κβάζαρς | Δ. Ύπαρξη ασθενή πυρήνα με δύο λοβούς. |
| | E. Τα πιο φωτεινά αντικείμενα που παρατηρούνται στο Σύμπαν. |
| | Z. Φαινομενικά μοιάζουν με τους σπειροειδείς. |
| | H. Από την άποψη της ενέργειας, που εκπέμπουν, βρίσκονται μεταξύ των τυπικών γαλαξιών και των ραδιογαλαξιών. |

Δ. Ερωτήσεις σωστού - λάθους

Σημείωσε ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές και ποιες λανθασμένες.

- | | Σωστό | Λάθος |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1. Ο γαλαξιακός πυρήνας βρίσκεται στο κέντρο του γαλαξιακού εξογκώματος και είναι εύκολο να παρατηρηθεί με οπτικές μεθόδους. | ☐ | ☐ |
| 2. Ο Ουίλιαμ Χέρσελ ήταν ο πρώτος που μελέτησε συστηματικά το Γαλαξία. | ☐ | ☐ |

- | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 3. Οι επιστήμονες αναλύοντας την υπέρυθρη ακτινοβολία και τη ραδιοακτινοβολία που εκπέμπεται από το γαλαξιακό εξόγκωμα κατάφεραν να «δουν» πιο βαθιά και να παρατηρήσουν τον πυρήνα του. | ☐ | ☐ |
| 4. Στο κέντρο του Γαλαξία πρέπει να υπάρχει μια τεράστια συγκέντρωση μάζας. Η μάζα αυτή ισοδυναμεί με περίπου 500.000 ηλιακές μάζες. | ☐ | ☐ |
| 5. Σκοτεινή ύλη είναι η ύλη που βρίσκεται στον πυρήνα του Γαλαξία και καταρρέει σε μια μαύρη τρύπα. | ☐ | ☐ |
| 6. Οι αστέρες του πληθυσμού II είναι νεώτεροι από τους αστέρες του πληθυσμού I. | ☐ | ☐ |
| 7. Η πυκνότητα της μεσοαστρικής ύλης είναι πάρα πολύ μικρή. Όμως η μάζα της στο σύνολό της συγκρίνεται με τη μάζα του συνόλου των αστερων του Γαλαξία. | ☐ | ☐ |
| 8. Τα νεφελώματα είναι περιοχές στις οποίες δημιουργούνται συνεχώς νέοι αστέρες. | ☐ | ☐ |
| 9. Όλοι οι αστέρες του γαλαξιακού δίσκου περιφέρονται γύρω από το γαλαξιακό κέντρο και έχουν την ίδια περίοδο. | ☐ | ☐ |
| 10. Ο Γαλαξίας είναι ένας ελλειπτικός γαλαξίας. | ☐ | ☐ |
| 11. Τα μέλη μιας ομάδας γαλαξιών έλκονται μεταξύ τους με βαρυτικές δυνάμεις. | ☐ | ☐ |
| 12. Η σύγκρουση δύο γαλαξιών διαρκεί από μερικές εβδομάδες μέχρι μερικούς μήνες. | ☐ | ☐ |
| 13. Κατά τη σύγκρουση των γαλαξιών, οι αστέρες τους δεν συγκρούονται μεταξύ τους. | ☐ | ☐ |
| 14. Εκτεταμένοι ραδιογαλαξίες είναι εκείνοι των οποίων η ραδιοακτινοβολία προέρχεται από ένα μικρό πυρήνα, ο οποίος όμως παρουσιάζει πολύ έντονη εκπομπή ραδιοκυμάτων. | ☐ | ☐ |
| 15. Κάθε γαλαξίας κβάζαρς παρ' όλο που σε μέγεθος είναι μικρότερος από ένα τυπικό γαλαξία, ακτινοβολεί τόση ενέργεια, όση εκατοντάδες γαλαξίες μαζί. | ☐ | ☐ |

- | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 16. Το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας, που εκπέμπεται από ένα ενεργό γαλαξία βρίσκεται στην περιοχή των ραδιοκυμάτων και της υπέρυθρης ακτινοβολίας. | ☐ | ☐ |
| 17. Η ενέργεια που εκπέμπεται από ένα ενεργό γαλαξία είναι κυρίως αστρική, προέρχεται δηλαδή από τους αστέρες τους. | ☐ | ☐ |
| 18. Η τεράστια παραγωγή της ενέργειας των ενεργών γαλαξιών οφείλεται την ύπαρξη μιας τεράστιας μαύρης τρύπας στο κέντρο τους. | ☐ | ☐ |
| 19. Οι ενεργοί γαλαξίες seyfert από την άποψη ενέργειας που εκπέμπουν βρίσκονται μεταξύ των ραδιογαλαξιών και των τυπικών γαλαξιών. | ☐ | ☐ |
| 20. Όταν το φως ενός μακρινού αντικειμένου ταξιδεύει προς τη Γη, δέχεται την επίδραση της βαρύτητας κάθε συγκεντρωμένης μάζας, που πλησιάζει κατά τη διαδρομή του. | ☐ | ☐ |

Ε. Ερωτήσεις ανάπτυξης

1. Ποια είναι τα βασικά χαρακτηριστικά της δομής του πυρήνα του Γαλαξία;
2. Ποια είναι η σύνθεση των σπειρών του Γαλαξία;
3. Τι είναι η γαλαξιακή άλως και από τι αποτελείται;
4. Πώς δημιουργήθηκε η μεσοαστρική ύλη. Από τι αποτελείται; Σχολίασε το μέγεθος της πυκνότητας και της μάζας της;
5. Ποιο φαινόμενο ονομάζεται «διαφορική περιστροφή του Γαλαξία»; Ποια είναι η επίδραση της διαφορικής περιστροφής στο σχήμα του Γαλαξία;
6. Ποιο φαινόμενο ονομάζεται «φυγή των γαλαξιών»; Διατύπωσε το νόμο του Hubble. Γιατί ο νόμος του Hubble αφορά μόνο τους πολύ απομακρυσμένους γαλαξίες, ενώ δεν ισχύει για τους γαλαξίες που ανήκουν στο ίδιο σμήνος;
7. Να περιγράψεις τα βασικά χαρακτηριστικά του φαινομένου της σύγκρουσης δύο γαλαξιών. Ποιο είναι το τελικό της αποτέλεσμα;

8. Ποια είδη ραδιογαλαξιών υπάρχουν; Να περιγράψεις τα βασικά χαρακτηριστικά του κάθε είδους.
9. Τι είναι τα κβάζαρς; Να καταγράψεις χαρακτηριστικά τους, που αφορούν την απόστασή τους από τη Γη, τη φωτεινότητα, το μέγεθος και την ενέργεια που ακτινοβολούν.
10. Να καταγράψεις τρεις παράγοντες, που συντελούν σημαντικά στη μεταβολή και την εξέλιξη των γαλαξιών.
11. Με ποιο τρόπο συνάγουμε συμπεράσματα για τη μορφή που είχαν οι γαλαξίες στο μακρινό παρελθόν;
12. Ποιες παρατηρήσεις οδήγησαν τους αστρονόμους στο συμπέρασμα της ύπαρξης της σκοτεινής ύλης;
13. Να περιγράψεις και να εξηγήσεις το φαινόμενο, που είναι γνωστό ως «βαρυτικός φακός».

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ

A. Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

Για να απαντήσεις στις ερωτήσεις που ακολουθούν αρκεί να επιλέξεις την ή τις σωστές από τις προτεινόμενες απαντήσεις.

1. Αν ποτέ οι άνθρωποι καταφέρουν να ταξιδέψουν σε ένα απομακρυσμένο πλανητικό σύστημα, σε κάποιον άλλο γαλαξία, θα διαπιστώσουν ότι εκεί:
 - α) Οι κινήσεις των πλανητών δεν συμφωνούν καθόλου με τις προβλέψεις της Νευτώνειας Μηχανικής ή της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας του Einstein.
 - β) Υπάρχουν νέα, εντελώς άγνωστα χημικά στοιχεία, τα οποία δεν συναντάμε στη Γη και δεν έχουν παρασκευαστεί στο εργαστήριο.
 - γ) Το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και η θερμοκρασία του αστέρα του πλανητικού συστήματος σχετίζονται σύμφωνα με τους νόμους της Κβαντικής Ηλεκτροδυναμικής, που ανακαλύφθηκαν στη Γη, από γήινους επιστήμονες.
 - δ) Οι τιμές της μέσης πυκνότητας της ύλης στην ευρύτερη περιοχή του μακρινού αυτού γαλαξία και στην περιοχή του Γαλαξία (μας) είναι περίπου ίδιες.
 - ε) Οι γήινοι επισκέπτες θα παρατηρήσουν ότι οι μακρινοί τους γαλαξίες απομακρύνονται απ' αυτούς, όπως συνέβαινε και όταν βρίσκονταν στη Γη.
2. Σύμφωνα με το νόμο του Hubble, οι πλέον μακρινοί γαλαξίες απομακρύνονται από το Γαλαξία, με ακτινικές ταχύτητες ανάλογες των αποστάσεών τους απ' αυτόν. Ποιες από τις ακόλουθες προτάσεις, που σχετίζονται με το φαινόμενο αυτό είναι αληθείς και ποιες όχι;

- α) Ο Γαλαξίας βρίσκεται στο κέντρο του Σύμπαντος και όλοι οι άλλοι γαλαξίες απομακρύνονται απ' αυτόν.
 - β) Το Σύμπαν διαστέλλεται. Έτσι όλοι οι γαλαξίες φαίνονται σαν να απομακρύνονται μεταξύ τους.
 - γ) Οι κοντινοί γαλαξίες δεν υπακούουν στο νόμο του Hubble γιατί αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με αρκετά ισχυρές βαρυτικές έλξεις.
 - δ) Αν η μάζα του Σύμπαντος είναι μεγαλύτερη μιας κρίσιμης τιμής, οι γαλαξίες θα αρχίσουν κάποτε να πλησιάζουν μεταξύ τους.
 - ε) Ο νόμος του Hubble είναι μια συνέπεια της Μεγάλης Έκρηξης, από την οποία γεννήθηκε το Σύμπαν.
3. Τα άτομα των χημικών στοιχείων άρχισαν να σχηματίζονται:
- α) Αμέσως μετά τη Μεγάλη Έκρηξη, όταν σχηματίστηκαν τα πρωτόνια και τα νετρόνια.
 - β) Κατά την περίοδο του πλάσματος, όταν η πτώση της θερμοκρασίας του διαστελλόμενου Σύμπαντος επέτρεψε τη συγκρότηση των πυρήνων των στοιχείων από πρωτόνια και νετρόνια.
 - γ) Μετά την έκρηξη του πρώτου υπερκαινοφανούς αστέρα, οπότε διασκορπίστηκαν στο διάστημα άτομα χημικών στοιχείων με ποικίλους ατομικούς αριθμούς.
 - δ) Όταν η θερμοκρασία του Σύμπαντος έπεσε κάτω των 3000 K, οπότε έγινε δυνατή η παγίδευση ηλεκτρονίων γύρω από τους πυρήνες των ελαφρότερων στοιχείων, που είχαν ήδη συντεθεί.
 - ε) Κατά τη Μεγάλη Έκρηξη σχηματίστηκαν όλα τα άτομα των στοιχείων, που υπάρχουν έως σήμερα.

B. Ερωτήσεις συμπλήρωσης κενού

Για να απαντήσεις στις ερωτήσεις που ακολουθούν, συμπλήρωσε τα κενά που υπάρχουν στο κείμενο με τις σωστές λέξεις.

1. Η σύνθεση των κοσμολογικών μοντέλων στηρίζεται πάνω σε τρεις βασικές υποθέσεις, που είναι γνωστές με τον ενιαίο όρο «κοσμολογική

αρχή»: Στην, στην και στην
του Σύμπαντος.

2. Από παρατηρήσεις της κατανομής των γαλαξιών κυρίως μέχρι την απόσταση των 1.000 Kpc, οδηγούμαστε στην υπόθεση ότι η κατανομή της ύλης και της ενέργειας στο Σύμπαν είναι Δηλαδή δε μεταβάλλεται σε συνάρτηση με την από έναν επίγειο ή θεμελιώδη παρατηρητή.
3. Οι μέσες πυκνότητες της ύλης και της ακτινοβολίας φαίνεται ότι δε μεταβάλλονται ούτε σε συνάρτηση με στην οποία βρίσκεται η περιοχή του Σύμπαντος σε σχέση με τον παρατηρητή. Υποθέτουμε λοιπόν ότι το Σύμπαν είναι Δηλαδή η ύλη και η ακτινοβολία κατανέμονται ομοιόμορφα προς κάθε κατεύθυνση.
4. Ο οποιοσδήποτε παρατηρητής ανεξάρτητα από τη θέση που έχει παρατηρεί τους γαλαξίες να απομακρύνονται από αυτόν με τον ίδιο τρόπο που τα στίγματα που έχουμε σχεδιάσει στην επιφάνεια ενός σφαιρικού μπαλονιού απομακρύνονται αν αρχίσουμε να το φουσκώνουμε. Από οποιοδήποτε στίγμα και αν κάνουμε την παρατήρηση, βλέπουμε ότι όλα τα υπόλοιπα από αυτό. Επιπλέον, όσο πιο απομακρυσμένα μεταξύ τους είναι δύο στίγματα, τόσο περισσότερο που τα χωρίζει καθώς φουσκώνουμε το μπαλόνι. Τα στίγματα δεν πάνω στην επιφάνεια του μπαλονιού. Η σχετική τους απομάκρυνση οφείλεται στη της ίδιας της επιφάνειας πάνω στην οποία βρίσκονται.
5. Το Σύμπαν διαστέλλεται. Οι αποστάσεις μεταξύ των γαλαξιών αυξάνονται διαρκώς. Άρα σ' ένα πάρα πολύ μακρινό παρελθόν οι αποστάσεις μεταξύ των υλικών σωμάτων ήταν ασφυκτικά, η συγκέντρωση της ύλης εξαιρετικά και οι βαρυτικές έλξεις, λόγω της υψηλής πυκνότητας, ήταν πολύ

6. Για να πραγματοποιηθεί η διαστολή του Σύμπαντος, έπρεπε κάποια εποχή να εξουδετερωθεί η προκαλούμενη από τη βαρύτητα τάση για Αυτό όμως θα ήταν εφικτό μόνον, αν τα σωματίδια της ύλης κινούνταν με Δηλαδή, την εποχή αυτή το Σύμπαν θα πρέπει να ήταν υπερβολικά πυκνό και θερμό και η ύλη να βρισκόταν σε κατάσταση.....
7. Ας υποθέσουμε ότι ζούμε την εποχή που το σύμπαν ήταν πολύ θερμό και πυκνό. Θα βλέπαμε τη “νύχτα” φως από το ηλιακό προερχόμενο να διαχέεται σε όλον το χώρο! Τι απέγινε η ακτινοβολία αυτή; Οι φυσικοί επιστήμονες Penzias και Wilson ανακάλυψαν μια ακτινοβολία που έρχεται με την ίδια ένταση από κάθε του χώρου. Η ακτινοβολία αυτή ονομάστηκε και χαρακτηρίζεται από μεγάλη ομοιογένεια και ισορροπία.
8. Η Ιστορία του Σύμπαντος μπορεί να υποδιαιρεθεί σε τέσσερις περιόδους: α) Την περίοδο των (ή βαρέων σωματιδίων) β) Την περίοδο των (ή ελαφρών σωματιδίων) γ) Την περίοδο του και δ) Την περίοδο Οι περίοδοι συνιστούν την εποχή της ακτινοβολίας, ενώ η την εποχή της ύλης.
9. Στην περίοδο των αδρονίων, τα φωτόνια έχουν ώστε μετασχηματίζονται σε σωματίδια ύλης και αντιύλης. Ωστόσο τα σωματίδια της ύλης, όταν συναντηθούν με τα αντισωματίδιά τους, καταστρέφονται αμοιβαία και παράγουν πάλι Έτσι αποκαταστάθηκε μια πρόσκαιρη δυναμική ισορροπία.
10. Από τις πιο σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ στοιχειωδών σωματιδίων κατά την περίοδο των λεπτονίων ήταν:
 - Η παραγωγή υψηλής ενέργειας από την αμοιβαία καταστροφή αντισωματιδίων, που συνεχίστηκε από την προηγούμενη περίοδο.
 - Ο σχηματισμός ζευγών ηλεκτρονίων από φωτόνια γ.

- Ο σχηματισμός νετρονίων από αντιδράσεις μεταξύ πρωτονίων και ή αντιπρωτονίων και
11. Κατά την περίοδο του πλάσματος και λόγω της υψηλής ακόμα θερμοκρασίας, η ύλη είναι πλήρως ιονισμένη. Δηλαδή δεν υπάρχουν γύρω από τους των ατόμων. Το Σύμπαν συμπεριφέρεται σαν ένα πολύ πυκνό και θερμό αέριο που αποτελείται από και ακτινοβολία.
 12. Περίοδος της ύλης: Όταν η θερμοκρασία έπεσε στους 3000 K, έγινε δυνατός ο σχηματισμός των πρώτων.....: Οι πυρήνες των ελαφρών στοιχείων, που είχαν ήδη συντεθεί, παγίδευσαν και δημιουργήθηκαν τα αντίστοιχα ουδέτερα άτομα: υδρογόνου, δευτερίου, τριτίου,
 13. Κατά την περίοδο της ύλης τοπικές διαταραχές της ομοιογένειας της κοσμικής ύλης προκάλεσαν το σχηματισμό των και των..... . Στους πυρήνες των αστερών δημιουργήθηκαν τα υπόλοιπα γνωστά μας στοιχεία. Τελικά σε κάποιο (ή κάποια;) πλανητικά συστήματα διαμορφώθηκαν οι κατάλληλες προϋποθέσεις για
 14. Γνωρίζουμε ότι το Σύμπαν εξακολουθεί να διαστέλλεται. Στη διαστολή του ωστόσο, αντιτίθεται η βαρύτητα, η οποία και την επιβραδύνει. Το τι ακριβώς θα συμβεί εξαρτάται αποκλειστικά από το αν η πυκνότητα της ύλης του Σύμπαντος είναι μεγαλύτερη, ίση ή μικρότερη από μια κρίσιμη τιμή. α) Αν η πραγματική τιμή της πυκνότητας (d) του Σύμπαντος είναι μικρότερη της κρίσιμης ($d < d_c$), τότε το Σύμπαν είναι β) Αν $d = d_c$, τότε η διαστολή τείνει να σταματήσει οριακά σε άπειρο χρόνο. Το Σύμπαν είναι γ) Αν τέλος ισχύει $d > d_c$, τότε η βαρύτητα είναι αρκετά ισχυρή, ώστε να σταματήσει κάποια χρονική στιγμή τη διαστολή του Σύμπαντος. Από τη στιγμή αυτή και μετά θα αρχίσει η συστολή του και διαγράφοντας

αντίστροφα την Ιστορία του θα καταλήξει σε μια μελανή οπή. Στην περίπτωση αυτή το Σύμπαν είναι

15. Οι μέχρι σήμερα μετρήσεις της τιμής της πυκνότητάς του δείχνουν ότι είναι Το Σύμπαν φαίνεται ότι είναι Ωστόσο δεν μπορεί να αποκλειστεί η ανατροπή αυτής της εκδοχής, αν στο μέλλον ανακαλυφθεί ύλη που δεν έχει ακόμα ανιχνευτεί.

Γ. Ερώτηση αντιστοίχισης

Για να απαντήσεις στις ερωτήσεις που ακολουθούν, κάνε τις σωστές αντιστοιχήσεις μεταξύ των λέξεων ή / και των προτάσεων που παρατίθενται στις δύο στήλες.

Αντιστοίχισε τα γεγονότα της Ιστορίας του Σύμπαντος (αριστερή στήλη), με τις συνθήκες κάτω από τις οποίες συνέβησαν (δεξιά στήλη), σύμφωνα με τη θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης.

- α. Παράγονται βαρέα υποατομικά σωματίδια ύλης και αντιύλης, όπως πρωτόνια και αντιπρωτόνια, από φωτόνια πολύ υψηλής ενέργειας.
- β. Παράγονται λεπτόνια (ελαφρότερα υποατομικά σωματίδια, όπως τα ηλεκτρόνια), από φωτόνια γ.
- γ. Συγκροτούνται οι πυρήνες των ισοτόπων του υδρογόνου, του ηλίου και σε μικρότερες αναλογίες, μερικών ακόμα ελαφρών στοιχείων.
- δ. Σχηματίζονται τα ουδέτερα άτομα των ελαφρών στοιχείων.
- ε. Σχηματίζονται τα ουδέτερα άτομα των βαρύτερων στοιχείων.
- στ. Στο Σύμπαν υπάρχει διάχυτη, ομοιόμορφη ακτινοβολία, με μήκη κύματος στην περιοχή των ραδιοκυμάτων.
- Α. Το Σύμπαν διαστέλλεται και ψύχεται. Σήμερα συμπεριφέρεται σαν μελανό σώμα θερμοκρασίας 2,7 K.
- Β. Η θερμοκρασία του Σύμπαντος έχει ελαττωθεί σε τέτοια τιμή, ώστε είναι δυνατή η παγίδευση ηλεκτρονίων γύρω από τους πυρήνες των χημικών στοιχείων.
- Γ. Λόγω της ταχύτατης διαστολής του, η θερμοκρασία του Σύμπαντος έπεσε από τους 10^{13} στους $6 \cdot 10^9$ K. Η ενέργεια των φωτονίων ελαττώθηκε.
- Δ. Η θερμοκρασία του Σύμπαντος ήταν μεγαλύτερη από 10^{12} K. και η ενέργεια των φωτονίων της ακτινοβολίας εξαιρετικά υψηλή.
- Ε. Η ύλη βρίσκεται σε κατάσταση πλάσματος. Λόγω της συνεχούς διαστολής, η θερμοκρασία του Σύμπαντος ελαττώνεται από τους 10^9 στους 3000 K.
- ΣΤ. Από τοπικές διαταραχές της ομοιογένειας της συμπαντικής ύλης σχηματίζονται γαλαξίες και αστέρες. Συμβαίνουν εκρήξεις υπερκαινοφανών αστερών.

Δ. Ερωτήσεις σωστού - λάθους

Σημείωσε ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές και ποιες λανθασμένες.

Σωστό Λάθος

- | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1. Οι φυσικές θεωρίες περιγράφουν και ερμηνεύουν τα φυσικά φαινόμενα, που συμβαίνουν σε οποιαδήποτε περιοχή του Σύμπαντος και σε οποιοδήποτε χρόνο. | ☐ | ☐ |
| 2. Η ένταση της ακτινοβολίας μικροκυμάτων υποβάθρου ελαττώνεται όσο απομακρυνόμαστε από το Γαλαξία. | ☐ | ☐ |
| 3. Οι πιο μακρινοί γαλαξίες απομακρύνονται από το Γαλαξία επειδή ο τελευταίος βρίσκεται στο κέντρο του Σύμπαντος. | ☐ | ☐ |
| 4. Ο νόμος του Hubble δεν αντιφάσκει με την αρχή της ομοιογένειας του Σύμπαντος, εφ' όσον δεχθούμε ότι το Σύμπαν διαστέλλεται ομοιόμορφα. | ☐ | ☐ |
| 5. Ένας παρατηρητής που βρίσκεται σε ένα κβάζαρ, θα διαπιστώσει ότι οι πιο μακρινοί του γαλαξίες, μεταξύ των οποίων και ο Γαλαξίας, απομακρύνονται απ' αυτόν. | ☐ | ☐ |
| 6. Το Σύμπαν συμπεριφέρεται σαν ένα μελανό σώμα πολύ χαμηλής θερμοκρασίας. | ☐ | ☐ |
| 7. Η διαρκής διαστολή του Σύμπαντος προκαλεί συνεχή ελάττωση της θερμοκρασίας του. | ☐ | ☐ |
| 8. Το φάσμα της ακτινοβολίας μικροκυμάτων υποβάθρου είναι γραμμικό. | ☐ | ☐ |
| 9. Η Μεγάλη Έκρηξη συνέβη κάποια χρονική στιγμή, στο παρελθόν, σε κάποιο σημείο του χώρου. | ☐ | ☐ |
| 10. Τα πρωτόνια και τα ηλεκτρόνια έχουν δημιουργηθεί από φωτόνια πολύ υψηλής ενέργειας. | ☐ | ☐ |
| 11. Το στοιχείο ήλιο δημιουργείται μόνον κατά τις θερμοπυρηνικές αντιδράσεις, που συμβαίνουν στους πυρήνες των αστέρων. | ☐ | ☐ |
| 12. Όλα τα χημικά στοιχεία σχηματίστηκαν, στις σημερινές τους αναλογίες, σε χρονικό διάστημα 1 000 000ων ετών μετά τη Μεγάλη Έκρηξη. | ☐ | ☐ |
| 13. Η βαρύτητα είναι δυνατόν να ανακόψει κάποτε τη διαστολή του Σύμπαντος, εφ' όσον η πυκνότητα της ύλης | | |

του είναι μεγαλύτερη από μια κρίσιμη τιμή.

□ □

E. Ερωτήσεις ανάπτυξης

1. Ποιες ενδείξεις υποστηρίζουν τις ακόλουθες υποθέσεις: α) Της παγκοσμιότητας των φυσικών νόμων. β) Της ομοιογένειας και της ισοτροπίας του Σύμπαντος.
2. Πώς συμβιβάζεται η φυγή των γαλαξιών και ο νόμος του Hubble με την αρχή της ομοιογένειας του Σύμπαντος;
3. Πως εξηγείται η διαστολή του Σύμπαντος και η ακτινοβολία μικροκυμάτων υποβάθρου στα πλαίσια της θεωρίας της Μεγάλης Έκρηξης;
4. Πότε και πως σχηματίστηκαν τα πρωτόνια, τα νετρόνια και τα ηλεκτρόνια που υπάρχουν στο Σύμπαν;
5. Πότε και πως έχουν σχηματιστεί οι πυρήνες ηλίου που υπάρχουν στο Σύμπαν;
6. Πως σχηματίστηκαν τα βαρύτερα του ηλίου χημικά στοιχεία που υπάρχουν στο Σύμπαν;
7. Γιατί παραμένει ακόμα ανοικτό το ερώτημα αν η βαρύτητα θα ανακόψει κάποτε τη διαστολή του Σύμπαντος;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΗ

A. Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

Για να απαντήσεις στις ερωτήσεις που ακολουθούν αρκεί να επιλέξεις την ή τις σωστές από τις προτεινόμενες απαντήσεις.

1. Με ποια χρονολογική σειρά πρωτοχρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες συσκευές για τη διεξαγωγή αστρονομικών παρατηρήσεων;
 - α) τα αεροσκάφη, τα διαστημικά μπαλόνια, οι δορυφόροι, οι πύραυλοι.
 - β) τα διαστημικά μπαλόνια, τα αεροσκάφη, οι δορυφόροι, οι πύραυλοι.
 - γ) οι δορυφόροι, οι πύραυλοι, τα διαστημικά μπαλόνια, τα αεροσκάφη.
 - δ) τα διαστημικά μπαλόνια, τα αεροσκάφη, οι πύραυλοι, οι δορυφόροι.
2. Τα διαστημικά μπαλόνια έχουν τις παρακάτω ιδιότητες
 - α) μεταφέρουν φορτίο μέχρι 2 τόνους.
 - β) φτάνουν σε ύψος και πάνω από 80 km.
 - γ) μεταφέρουν φορτίο μέχρι 1 τόνο.
 - δ) μετά το τέλος της αποστολής καταστρέφονται.
 - ε) φτάνουν σε ύψος περίπου 40 km.
3. Όταν ένας δορυφόρος ή διαστημόπλοιο εκτοξευτεί από το έδαφος με τη δεύτερη κοσμική ταχύτητα, τότε αυτός ή αυτό μπορεί να κάνει
 - α) τροχιά έξω από το πλανητικό μας σύστημα.
 - β) δορυφορική τροχιά γύρω από τη Γη.
 - γ) πλανητική τροχιά γύρω από τον Ήλιο.
 - δ) τίποτα από τα παραπάνω.

4. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι πλήρεις;
- α) Ένα αεροσκάφος μεταφέρει ένα τηλεσκόπιο σε πολύ μεγάλο ύψος για αστρονομικές παρατηρήσεις.
 - β) Ένα αεροσκάφος μεταφέρει ένα τηλεσκόπιο και την επιστημονική ομάδα σε μεγάλο ύψος για αστρονομικές παρατηρήσεις σε όλη την περιοχή του φάσματος.
 - γ) Ένα αεροσκάφος μεταφέρει ένα τηλεσκόπιο και επιστημονική ομάδα σε μεγάλο ύψος για αστρονομικές παρατηρήσεις στην υπέρυθρη περιοχή του φάσματος.
 - δ) Ένα αεροσκάφος μεταφέρει ένα τηλεσκόπιο και επιστημονική ομάδα σε χαμηλό ύψος για αστρονομικές παρατηρήσεις στην ορατή περιοχή του φάσματος.
 - ε) Ένα αεροσκάφος μεταφέρει ένα τηλεσκόπιο και επιστημονική ομάδα σε ύψος μεγαλύτερο από 12 km για παρατηρήσεις στην υπέρυθρη περιοχή του φάσματος.
5. Οι πύραυλοι υπερτερούν των αεροσκαφών, ως προς τις αστρονομικές παρατηρήσεις, γιατί:
- α) απλώς μπορούν να πετούν σε μεγαλύτερο ύψος.
 - β) μπορούν να πετούν σε μεγαλύτερο ύψος και να κάνουν παρατηρήσεις για μικρό χρονικό διάστημα.
 - γ) μπορούν να πετούν πάνω από την ζώνη του όζοντος και να κάνουν παρατηρήσεις σε όλη την περιοχή του φάσματος για μικρό όμως χρονικό διάστημα.
 - δ) μπορούν να πετούν πιο ψηλά από τα αεροσκάφη και να μεταφέρουν όργανα για παρατηρήσεις μόνο στην υπεριώδη περιοχή του φάσματος.
 - ε) δεν υπερτερούν σε τίποτα.

6. Ο σχεδιασμός ενός πυραύλου ή δορυφόρου συσχετίζεται με την τροχιά που θα ακολουθήσει. Ο σχεδιασμός της τροχιάς καθορίζεται από τους εξής παράγοντες:
- α) Αποκλειστικά η διασφάλιση καλής επικοινωνίας με τη Γη.
 - β) Αποκλειστικά η διασφάλιση καλής επικοινωνίας και εξασφάλιση της απρόσκοπτης λειτουργίας των οργάνων.
 - γ) Αποκλειστικά η εξασφάλιση του πεδίου παρατήρησης.
 - δ) Όλους τους παραπάνω.
 - ε) Όλους τους παραπάνω και εξασφάλιση επαρκούς χρόνου ζωής της αποστολής.
7. Τα κίνητρα για την κατασκευή διαστημικών αποικιών είναι τα εξής:
- α) Αποκλειστικά, ο εποικισμός άλλων μελών του ηλιακού συστήματος.
 - β) Αποκλειστικά, η διαμόρφωση καλύτερων προϋποθέσεων για τη διεξαγωγή αστρονομικών παρατηρήσεων.
 - γ) Αποκλειστικά, η εκμετάλλευση του ορυκτού πλούτου των άλλων ουρανίων σωμάτων.
 - δ) Αποκλειστικά, η διαφυγή του ανθρώπινου είδους πέρα από το ηλιακό σύστημα και η διάσωση του, όταν οι φυσικές συνθήκες στη Γη πάντων να είναι κατάλληλες για τη συντήρηση της ζωής.
 - ε) Όλα τα παραπάνω.
 - στ) Τα α), β) και δ).
8. Γαιοπλασία είναι
- α) Η μεταφορά κατάλληλων ορυκτών σε ένα άλλο πλανήτη.
 - β) Η τεχνητή αλλαγή των φυσικών συνθηκών των πλανητών, ώστε να είναι κατοικήσιμοι.
 - γ) Η μεταφορά χλωρίδας και πανίδας από τη γη στους πλανήτες.
 - δ) Η δημιουργία διαστημικών αποικιών στους πλανήτες.
 - ε) Τίποτα από τα παραπάνω.

9. Τα βασικά πλεονεκτήματα των διαστημικών λεωφορείων είναι:
- α) Μόνο ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολλές φορές, αφού προσγειώνονται σαν αεροσκάφη σε συνηθισμένο αεροδρόμιο.
 - β) Μόνο ότι είναι ικανά να μεταφέρουν μεγάλο φορτίο.
 - γ) Όλα τα παραπάνω.
 - δ) Όλα τα παραπάνω και ακόμα ότι αναπτύσσουν ταχύτητες μεγαλύτερες των παλαιότερων διαστημοπλοίων.

B. Ερωτήσεις συμπλήρωσης κενού

Για να απαντήσεις στις ερωτήσεις που ακολουθούν, συμπλήρωσε τα κενά που υπάρχουν στο κείμενο με τις σωστές λέξεις.

1. Η ανακάλυψη του τηλεσκοπίου την εποχή του Γαλιλαίου παρ' ότι διεύρυνε σημαντικά τους ορίζοντες της παρατήρησης μεγάλωσε ακόμα περισσότερο την επιθυμία των ερευνητών να κάνουν παρατηρήσεις από πιο κοντά. Έτσι σχεδίασαν και κατασκεύασαν συσκευές με τη βοήθεια των οποίων έφτασαν πιο κοντά στις επιδιώξεις τους. Αυτές οι συσκευές είναι
2. Τα μπαλόνια φτάνουν σε ύψος και το ταξίδι τους διαρκεί ημέρες. Το φορτίο τους μπορεί να ζυγίζει και συνήθως συλλέγεται με αλεξίπτωτο στο τέλος της αποστολής.
3. Με τη βοήθεια αεροσκάφους ένα τηλεσκόπιο μαζί μεταφέρεται σε μεγάλο ύψος, από το οποίο γίνονται παρατηρήσεις όσο διαρκεί η πτήση. Η τεχνική αυτή, ιδιαίτερα σημαντική για την Αστρονομία, ακολουθείται κυρίως για τη διεξαγωγή παρατηρήσεων στην του φάσματος.
4. Παρ' όλες τις επιτυχίες που υπήρξαν στις έρευνες με τη χρησιμοποίηση των αεροπλάνων, τα ύψη στα οποία πετούν δεν ήταν αρκετά για την πλήρη μελέτη του των ακτινοβολιών που εκπέμπουν

τα ουράνια αντικείμενα. Υπήρξε λοιπόν η ανάγκη κατασκευής ενός οχήματος που να είναι ικανό να κάνει πτήση σε ύψος
 Η λύση ήταν ένας.....

5. Τα πλεονεκτήματα της αστρονομικής παρατήρησης που γίνεται από το διάστημα σε σχέση με τις άλλες συσκευές παρατήρησης είναι τα εξής: Έχουμε ήδη γνωρίσει ότι ξεπερνιούνται οι..... . Επιπλέον, σε σχέση με τις αποστολές με τις άλλες διαστημικές συσκευές (μπαλόνια, αεροσκάφη και πυραύλους) οι παρατηρήσεις με δορυφόρους
6. Η ελάχιστη οριζόντια ταχύτητα που πρέπει να αποκτήσει ένα σώμα σε ορισμένο ύψος, για να μπει σε κυκλική τροχιά γύρω από τη Γη, ονομάζεται Η ελάχιστη τιμή του μέτρου της ταχύτητας με την οποία πρέπει να εκτοξευτεί από ορισμένο ύψος ένα σώμα, ώστε να μπορέσει να κινηθεί σε άπειρη απόσταση από τη Γη, ονομάζεται Όταν η εκτόξευση πραγματοποιείται από το έδαφος, η ταχύτητα αυτή καλείται Θεωρώντας ότι η κίνηση του σώματος γίνεται στο κενό, η τιμή της ταχύτητας αυτής είναι
7. Προϋπόθεση για την πραγματοποίηση ταξιδιού έξω από το πλανητικό σύστημα είναι να προσδώσουμε στο σώμα μια ελάχιστη ταχύτητα εκτόξευσης, που ονομάζουμε Το μέτρο της ταχύτητας αυτής, όταν η εκτόξευση γίνεται κατά τη κατεύθυνση της περιφοράς της Γης γύρω από τον Ήλιο, είναι ίσο με
8. Τον Απρίλιο του 1961 τέθηκε για πρώτη φορά επανδρωμένο διαστημόπλοιο σε τροχιά γύρω από την Γη. Ήταν το, με κοσμοναύτη τον Ρώσο, που πραγματοποίησε μία πλήρη περιφορά γύρω από τη Γη μέσα σε μια ώρα και 29 λεπτά. Η μέγιστη ταχύτητά του ήταν 28.968 Km/h.

9. Στις 16 Ιουλίου του 1969 η σεληνάκατος στα πλαίσια του προγράμματος *Απόλλων*, μετέφερε τους κοσμοναύτες στην επιφάνεια της Σελήνης. Ο είναι ο πρώτος άνθρωπος που περπάτησε σε ένα άλλο ουράνιο σώμα.
10. Ένας διαστημικός σταθμός, για να ανταποκρίνεται στους βασικούς σκοπούς της αποστολής του, θα πρέπει να αποτελείται από τις έξι επόμενες βασικές μονάδες:
- Τη μονάδα υποστήριξης της ζωής μέσα στο σταθμό.
 - Τη μονάδα χώρων κατοικίας των κοσμοναυτών.
 - Τη μονάδα αποθήκευσης
 - Τη μονάδα
 - Τη μονάδα ελλιμενισμού των διαστημικών οχημάτων.
 - Τη μονάδα προσαρτημένων εξεδρών, όπου θα έχουν εγκατασταθεί διάφορα επιστημονικά όργανα.
11. Εκτός από τη δημιουργία διαστημικών αποικιών, ένα παρεμφερές θέμα που απασχολεί ιδιαίτερα τους επιστήμονες είναι η δυνατότητα τεχνητής αλλαγής των φυσικών συνθηκών των πλανητών, ώστε να γίνουν παρόμοιοι με τη Γη κι έτσι να κατοικηθούν από ανθρώπους. Το σύνολο των διαδικασιών που απαιτούνται για την πραγματοποίηση του στόχου αυτού ονομάζεται

Γ. Ερωτήσεις αντιστοίχισης

Για να απαντήσεις στις ερωτήσεις που ακολουθούν, κάνε τις σωστές αντιστοιχίες μεταξύ των λέξεων ή / και των προτάσεων που παρατίθενται στις δύο στήλες.

1.

- | | |
|------------------------|--|
| | A. Φτάνουν σε ύψος 40 km περίπου. |
| α. Διαστημικά μπαλόνια | B. Φτάνουν σε ύψος 120 km περίπου. |
| | Γ. Φτάνουν σε ύψος μέχρι 12 km. |
| β. Αεροσκάφη | Δ. Περιφέρεται γύρω από τη Γη, έξω από την ατμόσφαιρά της. |
| γ. Πύραυλοι | E. Παρατηρήσεις στην υπέρυθρη περιοχή του φάσματος. |
| δ. Δορυφόροι | Z. Μικρός γενικά χρόνος παρατήρησης. |
| | H. Πολύ μεγάλος χρόνος παρατήρησης. |
| | Θ. Το μεγαλύτερο μεταφερόμενο φορτίο. |
| | I. Πολύ μεγάλο κόστος. |
| | K. Μεταφέρει την επιστημονική ομάδα, μαζί με τα όργανα μέτρησης. |

2.

- | | |
|--|--|
| | A. Οι λειτουργίες και οι τροχιές που ακολουθούν είναι διαβαθμισμένες. |
| α. Μετεωρολογικοί δορυφόροι | B. Κάνουν παρατηρήσεις σε όλες τις περιοχές του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και αυτές είναι πολύ καλύτερης ποιότητας από τις αντίστοιχες επίγειες. |
| β. Δορυφόροι γεωφυσικών μελετών και ανίχνευσης πλουτοπαραγωγικών πηγών | Γ. Καταγράφουν τις κινήσεις της ατμόσφαιρας της Γης και τροφοδοτούν με στοιχεία επίγειους σταθμούς. |
| γ. Τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι | Δ. Μέσω αυτών σήμερα είναι δυνατή η αποστολή και λήψη ηχητικής και οπτικής πληροφορίας από και προς οποιοδήποτε σημείο της Γης. |
| δ. Δορυφόροι αστρονομικών παρατηρήσεων | E. Κάνουν γεωφυσικές παρατηρήσεις και ανιχνεύουν την ύπαρξη πλουτοπαραγωγικών πηγών στο στερεό φλοιό της Γης. |
| ε. Στρατιωτικοί δορυφόροι | |

Δ. Ερωτήσεις σωστού - λάθους

Σημείωσε ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές και ποιες λανθασμένες.

Σωστό Λάθος

- | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1. Οι αστρονόμοι χρησιμοποιούν τις διαστημικές μηχανές, μόνο για να πραγματοποιούν τις παρατηρήσεις των ουράνιων σωμάτων από μικρότερες αποστάσεις. | ☐ | ☐ |
| 2. Οι πύραυλοι αν και μπορούν να πετάξουν σε μεγάλο ύψος (περίπου 160 km) έχουν τη δυνατότητα διεξαγωγής παρατηρήσεων πάνω από τη ζώνη του όζοντος μόνο για περίπου 5 λεπτά. | ☐ | ☐ |
| 3. Η επιλογή της τροχιάς ενός διαστημόπλοιου ή δορυφόρου προσδιορίζει και το συνολικό κόστος του προγράμματος. | ☐ | ☐ |
| 4. Οι προσδοκίες ενός διαστημικού προγράμματος είναι ανεξάρτητες του ύψους της χρηματοδότησής του. | ☐ | ☐ |
| 5. Ένας δορυφόρος για να πραγματοποιήσει πλανητική τροχιά γύρω από τον Ήλιο πρέπει να εκτοξευτεί με τη δεύτερη κοσμική ταχύτητα. | ☐ | ☐ |
| 6. Το μέτρο της πρώτης κοσμικής ταχύτητας είναι ανεξάρτητο από το ύψος της τροχιάς του δορυφόρου. | ☐ | ☐ |
| 7. Οι Αμερικανοί έθεσαν για πρώτη φορά επανδρωμένο διαστημόπλοιο σε τροχιά γύρω από τη Γη. | ☐ | ☐ |
| 8. Μια σημαντική ανακάλυψη που έγινε τα τελευταία χρόνια είναι η ύπαρξη νερού στο νότιο πόλο της Σελήνης. | ☐ | ☐ |
| 9. Ένας βασικός στόχος της κατασκευής των διαστημικών σταθμών είναι η ελαχιστοποίηση του κόστους των προγραμμάτων της εξερεύνησης του διαστήματος. | ☐ | ☐ |
| 10. Γαιοπλασία είναι η μεταφορά χλωρίδας και πανίδας από την Γη σε άλλους πλανήτες. | ☐ | ☐ |
| 11. Σήμερα, ακόμη δεν είναι γνωστή όλη η τεχνολογία που | | |

απαιτείται για την κατασκευή μιας διαστημικής αποικίας.



E. Ερωτήσεις ανάπτυξης

1. Ποια τα πλεονεκτήματα και ποια τα μειονεκτήματα της αποστολής δορυφόρων στο διάστημα.
2. Ποιοι παράγοντες καθορίζουν το σχεδιασμό της τροχιάς ενός πυραύλου ή δορυφόρου;
3. Περιγράψτε τις τρεις φάσεις της κίνησης ενός διαστημόπλοιου μέσα στο πλανητικό μας σύστημα. Σε ποιες φάσεις το διαστημόπλοιο καταναλώνει τα μεγαλύτερα ποσά ενέργειας και γιατί;
4. Αναφέρατε τις τρεις πιο απλές τροχιές που μπορούν να δοθούν στους πυραύλους και τα διαστημόπλοια.
5. Τι ονομάζεται πρώτη κοσμική ταχύτητα και τι ταχύτητα διαφυγής;
6. Τι ονομάζεται τρίτη κοσμική ταχύτητα; Τι κατεύθυνση πρέπει να έχει αυτή ώστε το μέτρο της να είναι 42,2 km/sec.
7. Ως προς τις αστρονομικές παρατηρήσεις σε τι υπερτερούν α) τα αεροσκάφη των μπαλονιών, β) οι πύραυλοι των αεροσκαφών, γ) οι δορυφόροι των πυραύλων.
8. Αναφέρατε τις έξι βασικές μονάδες από τις οποίες θα πρέπει να αποτελείται ένας διαστημικός σταθμός για να ανταποκρίνεται στους σκοπούς του.
9. Σε ποια σημεία του ηλιακού συστήματος πρέπει να τοποθετηθούν οι διαστημικές αποικίες; Για ποιο λόγο;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΤΟ ΣΥΜΠΑΝ ΚΑΙ Ο ΑΝΘΡΩΠΟΣ

A. Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

Για να απαντήσεις στις ερωτήσεις που ακολουθούν αρκεί να επιλέξεις την ή τις σωστές από τις προτεινόμενες απαντήσεις.

1. Τρεις από τις παρακάτω προϋποθέσεις φαίνεται ότι έπαιξαν κάποιο σημαντικό ρόλο στον σχηματισμό και την εξέλιξη της ζωής στη Γη.
 - α) Η ύπαρξη βαρέων στοιχείων στην Γη
 - β) Η δημιουργία της Γης σχεδόν ταυτόχρονα με τη δημιουργία του Ηλίου.
 - γ) Η θέση και η απόσταση της Γης σε σχέση με τον Ήλιο.
 - δ) Η μεγάλης διάρκειας ζωή που έχει ο Ήλιος.
 - ε) Η ύπαρξη αρκετών πλανητών του ηλιακού συστήματος σε αποστάσεις μεγαλύτερες απ' αυτές της Γης.
2. Για τον υπολογισμό του αριθμού των πολιτισμών αντίστοιχου με τον δικό μας που ενδεχομένως υπάρχουν στον Γαλαξία μας πρέπει να λάβουμε υπόψη μας και τους εξής παράγοντες:
 - α) Τον αριθμό ήλιων που είναι παρόμοιοι με τον δικό μας ήλιο
 - β) Την ύπαρξη πλανητών στα αντίστοιχα ηλιακά συστήματα που η θερμοκρασία της επιφάνειά τους να είναι σαν κι' αυτή της Γης.
 - γ) Το χρονικό διάστημα δημιουργίας του πλανήτη σε σχέση με αυτό του ηλίου.
 - δ) Την ύπαρξη κατάλληλων συνθηκών ώστε η εμφάνιση μιας αρχικής μορφής να μπορεί να εξελιχθεί σε νοήμονα ζωή.
 - ε) Την ύπαρξη εννέα πλανητών στο αντίστοιχο ηλιακό σύστημα.

B. Ερωτήσεις συμπλήρωσης κενού

Για να απαντήσεις στις ερωτήσεις που ακολουθούν, συμπλήρωσε τα κενά που υπάρχουν στο κείμενο με τις σωστές λέξεις.

1. Μέσα στα πρώτα 1000 δευτερόλεπτα μετά τη Μεγάλη Έκρηξη, όσο η θερμοκρασία ήταν ακόμα αρκετά υψηλή, ευνοήθηκαν πυρηνικές αντιδράσεις

που οδήγησαν στο σχηματισμό των ισοτόπων του υδρογόνου, ηλίου και, σε μικρότερες αναλογίες,..... . Τα βαρύτερα στοιχεία ήταν σχεδόν ανύπαρκτα στο νεαρό Σύμπαν. Η σύνθεσή τους πραγματοποιήθηκε..... .

2. Με την εξάντληση του υδρογόνου η απαιτούμενη ενέργεια για την ισορροπία του αστέρα εκλύθηκε από νέες πυρηνικές αντιδράσεις, κατά τις οποίες συντέθηκαν οι πυρήνες βαρύτερων στοιχείων: Οξυγόνου, νέου, μαγνησίου, πυριτίου, νικελίου, μέχρι και του σιδήρου. Τα βαρύτερα στοιχεία του σιδήρου συντέθηκαν μέσα από αρκετά περίπλοκες πυρηνικές διαδικασίες στους αστέρες. Τα υλικά αυτά εκτοξεύτηκαν στη συνέχεια στο διάστημα μέσω του των γιγαντιαίων άστρων ή με το σχηματισμό των πλανητικών είτε κατά τις εκρήξεις των καινοφανών και των υπερκαινοφανών.
3. Πολλά εκατομμύρια χρόνια μετά από την εμπλουτισμένη μεσοαστρική ύλη ξεκινά η δημιουργία του Ηλίου και του πλανητικού μας συστήματος. Κατά το σχηματισμό των πλανητών οι φυσικοί νόμοι ευνόησαν τη συγκέντρωση των κυρίως στους εσωτερικούς ή γήινους πλανήτες. Έτσι, η Γη όπως και η Αφροδίτη, ο Άρης και ο Ερμής μορφοποιήθηκαν από τμήματα του πλανητικού νεφελώματος που περιείχαν σε σημαντικές αναλογίες που συναντάμε στο Σύμπαν.
4. Τα πρώτα ίχνη ζωής πάνω στη Γη τοποθετούνται χρονολογικά περίπου μετά το σχηματισμό της. Για την εμφάνιση του ανθρώπου και του ανθρώπινου πολιτισμού απαιτήθηκαν ακόμα
5. Οι αστέρες που έχουν μάζα πολλαπλάσια του Ηλίου, όπως οι τύπου, έχουν όριο ζωής μόλις μερικές δεκάδες ή εκατοντάδες εκατομμύρια χρόνια. Το φαινόμενο της ζωής δε θα προλάβαινε να εκδηλωθεί στο πλανητικό σύστημα ενός τέτοιου τύπου αστέρα. Ο Ήλιος, αντίθετα, θα εξακολουθεί να ακτινοβολεί για περίπου Ο Ήλιος έχει, επομένως, χρόνο ζωής, μέγεθος και φασματικό τύπο που δημιούργησαν τα απαραίτητα χρονικά περιθώρια

και τις κατάλληλες ενεργειακές συνθήκες για την εμφάνιση και διατήρηση της ζωής στη Γη.

Γ. Ερωτήσεις σωστού - λάθους

Σημείωσε ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές και ποιες λανθασμένες.

Σωστό Λάθος

- | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1. Τα βαρύτερα στοιχεία ήταν σχεδόν ανύπαρκτα στο νεαρό Σύμπαν. Η σύνθεσή τους πραγματοποιήθηκε στο εσωτερικό των αστέρων όταν η βαρυτική κατάρρευση εξισορροπήθηκε από τις πυρηνικές αντιδράσεις κατά τις οποίες συνετέθησαν οι πυρήνες των νέων στοιχείων. | ☐ | ☐ |
| 2. Το φαινόμενο της ζωής δεν μπορεί να εκδηλωθεί σε αστέρες τύπου Ο και Β γιατί αυτοί αποτελούνται από ελαφρά στοιχεία. | ☐ | ☐ |
| 3. Τα πρώτα ίχνη ζωής στη Γη τοποθετούνται με την δημιουργία της Γης στην αρχή της δημιουργίας του ηλιακού συστήματος. | ☐ | ☐ |
| 4. Τα τελευταία χρόνια γίνονται πολλές προσπάθειες να ανακαλυφθούν πλανητικά συστήματα και στη συνέχεια σε ποια απ' αυτά υπάρχουν οι κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη ζωής. | ☐ | ☐ |

Δ. Ερωτήσεις ανάπτυξης

1. Με ποια διαδικασία δημιουργήθηκαν τα βαρύτερα από το υδρογόνο και το ήλιο στοιχεία; Και πώς αυτά εμφανίστηκαν στο ηλιακό μας σύστημα και κυρίως στη Γη;
2. Ποιες προϋποθέσεις απαιτούνται σε ένα ηλιακό σύστημα ώστε να δημιουργηθούν ευνοϊκές συνθήκες για την δημιουργία και εξέλιξη της ζωής σ' αυτό;

3. Ποιοι είναι οι παράγοντες που πρέπει να συνεκτιμηθούν προκειμένου να υπολογιστεί ο αριθμός των πολιτισμών σαν στον δικό μας που μπορεί να υπάρχει στο Σύμπαν;
4. Τι είναι το πρόγραμμα SETI και τι αποτελέσματα έχει ως τώρα;
5. Ποιες είναι, κατά την γνώμη σου, οι κυριότερες αιτίες που η Γη προβλέπεται να γίνει ακατάλληλη για τη φιλοξενία της ανθρώπινης ζωής σ' αυτή;