

Εταιρεία  
Αστρονομίας και Διαστήματος  
Βόλος 2012

# Ημέρατα και σπανήσεις

Πανελληνίων Μαθητικών Διαγωνισμών  
Αστρονομίας και Διαστημικής

**2006-2012**

(11ος - 17ος διαγωνισμός)

**Τόμος 2ος**



Έκδοση Εταιρείας Αστρονομίας και Διαστήματος  
Βόλος 2012

# Θέματα

## και απαντήσεις

Πανελληνίων Μαθητικών Διαγωνισμών  
Αστρονομίας και Διαστημικής

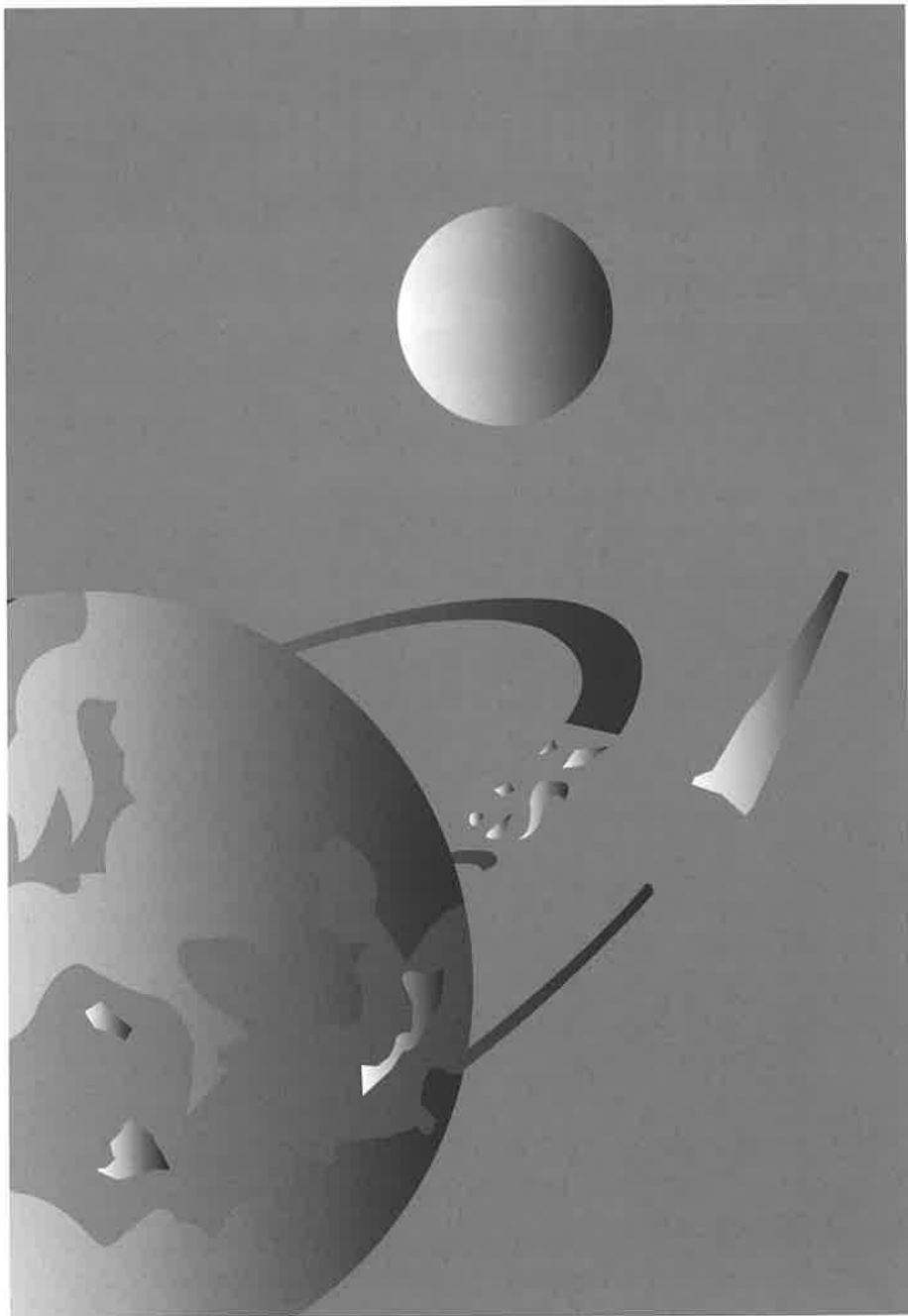
2006 - 2012

(11ος - 17ος διαγωνισμός)

Τόμος 2ος



Έκδοση Εταιρείας Αστρονομίας και Διαστήματος, Βόλος 2012



**Εταιρεία Αστρονομίας και Διαστήματος**

Copyright  
**Εταιρεία Αστρονομίας και Διαστήματος**  
Γεωργίου Καρτάλη 72 Τ.Κ. 383 33 ΒΟΛΟΣ  
ΤΗΛ. 24 210 51061 & 46253 ΦΑΞ: 24 210 51061  
e-mail: zachilas@uth.gr & mavrommk@otenet.gr  
www.astronomos.gr

Επιμέλεια ύλης  
**Κωνσταντίνος Μαυρομάτης**

Καλλιτεχνική επιμέλεια  
**Αλεξάνδρα Τζόρτζεβιτς**  
**Λουκάς Ζαχείλας**

Σελιδοποίηση  
**Αλεξάνδρα Τζόρτζεβιτς**

Εικόνα εξωφύλλου  
Κρατήρας Τιμοχάρης (Timocharis) που βρίσκεται στη Σελήνη, στην περιοχή  
Mare Imbrum. Η φωτογραφία είναι από την αποστολή της NASA - Αρλλο 15.

photo@nasa.gov

Αριθμός αντιτύπων: 1000

ΙΣΒΝ: 978 - 960 - 88536 - 8 - 3

Έκδοση  
Εταιρείας Αστρονομίας και Διαστήματος, Βόλος 2012

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

• Πρόλογος	
• 11ος Πανελλήνιος Μαθητικός Διαγωνισμός Αστρονομίας και Διαστημικής 2006.....	008
• 1η φάση «ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ». Πίνακας επιτυχόντων.....	010
• Θέματα και απαντήσεις 1ης φάσης.....	011
• 2η φάση «ΙΠΠΑΡΧΟΣ». Πίνακας επιτυχόντων.....	017
• Θέματα και απαντήσεις 2ης φάσης.....	018
• 12ος Πανελλήνιος Μαθητικός Διαγωνισμός Αστρονομίας και Διαστημικής 2007.....	026
• 1η φάση «ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ». Πίνακας επιτυχόντων.....	028
• Θέματα και απαντήσεις 1ης φάσης.....	029
• 2η φάση «ΙΠΠΑΡΧΟΣ». Πίνακας επιτυχόντων.....	037
• Θέματα και απαντήσεις 2ης φάσης.....	038
• 13ος Πανελλήνιος Μαθητικός Διαγωνισμός Αστρονομίας και Διαστημικής 2008.....	048
• 1η φάση «ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ». Πίνακας επιτυχόντων.....	050
• Θέματα και απαντήσεις 1ης φάσης.....	051
• 2η φάση «ΙΠΠΑΡΧΟΣ». Πίνακας επιτυχόντων.....	061
• Θέματα και απαντήσεις 2ης φάσης.....	062
• 14ος Πανελλήνιος Μαθητικός Διαγωνισμός Αστρονομίας και Διαστημικής 2009.....	070
• Πίνακας επιτυχόντων 1ης φάσης «ΕΥΔΟΞΙΟΣ» και 2ης φάσης «ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ».....	072
• Θέματα και απαντήσεις 1ης φάσης «ΕΥΔΟΞΙΟΣ».....	073
• Θέματα και απαντήσεις 2ης φάσης «ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ».....	078
• 3η φάση «ΙΠΠΑΡΧΟΣ». Πίνακας επιτυχόντων.....	087
• Θέματα και απαντήσεις 3ης φάσης «ΙΠΠΑΡΧΟΣ».....	088
• 15ος Πανελλήνιος Μαθητικός Διαγωνισμός Αστρονομίας και Διαστημικής 2010.....	094
• Πίνακας επιτυχόντων 1ης φάσης «ΕΥΔΟΞΙΟΣ» και 2ης φάσης «ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ».....	096
• Θέματα και απαντήσεις 1ης φάσης για το Λύκειο.....	097
• Θέματα και απαντήσεις 1ης φάσης για το Γυμνάσιο.....	103
• Θέματα και απαντήσεις 2ης φάσης για το Λύκειο.....	110
• Θέματα και απαντήσεις 2ης φάσης για το Γυμνάσιο.....	114
• 3η φάση «ΙΠΠΑΡΧΟΣ». Πίνακας επιτυχόντων.....	117
• Θέματα και απαντήσεις 3ης φάσης για το Λύκειο.....	118
• Θέματα και απαντήσεις 3ης φάσης για το Γυμνάσιο.....	123
• 16ος Πανελλήνιος Μαθητικός Διαγωνισμός Αστρονομίας και Διαστημικής 2011.....	128
• Πίνακας επιτυχόντων 1ης φάσης «ΕΥΔΟΞΙΟΣ» και 2ης φάσης «ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ».....	130
• Θέματα και απαντήσεις 1ης φάσης για το Λύκειο.....	132
• Θέματα και απαντήσεις 1ης φάσης για το Γυμνάσιο.....	139
• Θέματα και απαντήσεις 2ης φάσης για το Λύκειο.....	145
• Θέματα και απαντήσεις 2ης φάσης για το Γυμνάσιο.....	150
• 3η φάση «ΙΠΠΑΡΧΟΣ». Πίνακας επιτυχόντων.....	155
• Θέματα και απαντήσεις 3ης φάσης για το Λύκειο.....	156
• Θέματα και απαντήσεις 3ης φάσης για το Γυμνάσιο.....	160
• 4η φάση «ΠΤΟΛΕΜΑΙΟΣ». Πίνακας επιτυχόντων.....	163
• Θέματα και απαντήσεις ανάλυσης δεδομένων 4ης φάσης.....	164
• Θέματα και απαντήσεις παρατηρησιακής άσκησης 4ης φάσης.....	172
• Θέματα και απαντήσεις θεωρίας 4ης φάσης.....	173
• 17ος Πανελλήνιος Μαθητικός Διαγωνισμός Αστρονομίας και Διαστημικής 2012.....	180
• Πίνακας επιτυχόντων 1ης φάσης «ΕΥΔΟΞΙΟΣ» και 2ης φάσης «ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ».....	182
• Θέματα και απαντήσεις 1ης φάσης για το Λύκειο.....	184
• Θέματα και απαντήσεις 1ης φάσης για το Γυμνάσιο.....	189
• Θέματα και απαντήσεις 2ης φάσης για το Λύκειο.....	194
• Θέματα και απαντήσεις 2ης φάσης για το Γυμνάσιο.....	198
• 3η φάση «ΙΠΠΑΡΧΟΣ». Πίνακας επιτυχόντων.....	201
• Θέματα και απαντήσεις 3ης φάσης για το Λύκειο.....	202
• Θέματα και απαντήσεις 3ης φάσης για το Γυμνάσιο.....	207
• 4η φάση «ΠΤΟΛΕΜΑΙΟΣ». Πίνακας επιτυχόντων.....	211
• Θέματα και απαντήσεις ανάλυσης δεδομένων 4ης φάσης.....	212
• Θέματα και απαντήσεις παρατηρησιακής άσκησης 4ης φάσης.....	220
• Θέματα και απαντήσεις θεωρίας 4ης φάσης.....	222



## Πρόλογος

Με πολλή χαρά και ιδιαίτερη ικανοποίηση προσφέρουμε στην μαθητιώσα νεολαία, που έχει αγάπη αλλά και πάθος για την αστρονομία, τον 2ο Τόμο του βιβλίου «θέματα και απαντήσεις Πανελληνίων Μαθητικών Διαγωνισμών Αστρονομίας και Διαστημικής». Περιλαμβάνει τους διαγωνισμούς, οι οποίοι διεξήχθησαν από το έτος 2006 έως το έτος 2012, δηλ. από τον 11ο έως και τον 17ο διαγωνισμό.

Μετά την έκδοση του 1ου Τόμου, με την πρώτη 10ετία των διαγωνισμών, αποφασίσαμε ότι δεν θα έπρεπε να τελειώσει και η δεύτερη 10ετία, προκειμένου να βγάλουμε το 2ο τόμο, για δυο κυρίως λόγους:

Πρώτα επειδή επισωρεύθηκε κατά το διάστημα αυτό αφθονότατη αστρονομική ύλη διαγωνισμών, αφού, τώρα πλέον, δεν είναι δυο οι φάσεις των διαγωνισμών, αλλά τέσσερις (προσθήκη 1ης φάσης «ΕΥΔΟΞΟΣ» και 4ης φάσης «ΠΤΟΛΕΜΑΙΟΣ»), με περισσότερα θέματα του κάθε διαγωνισμού. Προστέθηκαν ακόμη, τα θέματα του Διαγωνισμού του Γυμνασίου, που δεν υπήρχαν στον 1ο τόμο, διότι δεν είχε θεσμοθετηθεί ακόμη ο Διαγωνισμός για το Γυμνάσιο. Αυτός είναι ο λόγος που ο τόμος αυτός, αν και περιλαμβάνει 7 διαγωνισμούς (11ο έως 17ο) εντούτοις έχει διπλάσιες σελίδες του 1ου Τόμου.

Ο δεύτερος λόγος είναι η αδημονία, αφενός μεν των μαθητών του Γυμνασίου να έχουν δείγματα των θεμάτων, που προορίζονταν για αυτούς, διότι στον 1ο Τόμο δεν υπήρχαν τέτοιου είδους θέματα, αφού τότε, δεν γινόταν ο διαγωνισμός αυτός, αφετέρου δε των μαθητών του Λυκείου που ήθελαν και αυτοί να γνωρίζουν τα θέματα που μπαίνουν στην 4η φάση «Πτολεμαίος», ώστε να προετοιμαστούν κατάλληλα για τις Ολυμπιάδες.

Κατά τα άλλα θα μπορούσαμε να επαναλάβουμε όλα εκείνα που εκθέσαμε στον 1ο Τόμο για τη χρησιμότητα και του τόμου αυτού. Ότι δηλαδή είναι χρήσιμος και για τους παλαιότερους μαθητές, που διακρίθηκαν στους διαγωνισμούς, αφού μέσα σ' αυτόν παρελαύνουν τα ονόματά τους και οι φωτογραφίες τους. Ότι είναι χρήσιμο για κάθε φίλαστο, διότι τα θέματά του είναι ποικίλα και καλύπτουν ολόκληρο το φάσμα των διαφόρων κλάδων της Αστρονομίας. Ότι αν και μερικές απαντήσεις δίδονται από τους αριστεύσαντες μαθητές, εντούτοις είναι επιστημονικά τεκμηριωμένες και ολόσωστες. Και πολλά άλλα.

Ευελπιστούμε, λοιπόν, ότι με το νέο αυτό βιβλίο, προσφέρουμε ένα πολύτιμο βοήθημα στους μαθητές του Γυμνασίου και του Λυκείου, που θέλουν να διευρύνουν τις αστρονομικές γνώσεις τους και να αποκτήσουν τα απαραίτητα εφόδια για μια επιτυχή προσπάθεια σε επόμενους πανελλήνιους διαγωνισμούς.

Ας γνωρίζουν δε πάντα, ότι η γνώση είναι κέρδος, η δε αστρονομική γνώση είναι πολλαπλά κερδοφόρα, αφού συνδυάζει πολλές επιστήμες, από τη Φυσική και τα Μαθηματικά μέχρι την Αστροφυσική, την Αστροχημεία, την Αστροβιολογία και τις άλλες σύγχρονες επιστήμες.

Και κάτι τελευταίο, που θα μπορούσε να είναι πρώτο. Το βιβλίο αυτό βλέπει το φως της δημοσιότητας χάρη στην αυθόρμητη συνδρομή της «Ελληνογερμανικής Αγωγής» των Αθηνών, οι άνθρωποι της οποίας εκτίμησαν και συμπάθησαν το έργο της Εταιρείας μας και ανέλαβαν τα έξοδα της εκτύπωσης αυτού του 2ου τόμου. Τους ευχαριστούμε θερμά και από τη θέση αυτή.

Βόλος, Δεκέμβριος 2012

### Το Διοικητικό Συμβούλιο

**Κωνσταντίνος Μαυρομάτης**, μαθηματικός – πρώην λυκειάρχης, πρόεδρος

**Κωνσταντίνος Μουτσιάρας**, μαθηματικός, αντιπρόεδρος

**Λουκάς Ζαχείλας**, επίκουρος καθ. Πανεπιστημίου Θεσσαλίας - Δρ. αστρονομίας, γραμματέας

**Χρήστος Μαυρομάτης**, γεωπόνος, ταμίας

**Χρήστος Ξενάκης**, Δρ. φυσικός, επίτιμος σύμβουλος φυσικών, ειδικός γραμματέας

**Ευστάθιος Ζαφραντζάς**, οικονομολόγος, επί των δημοσίων σχέσεων

**Ιωάννης Σκοτεινιώτης**, συντηρητής έργων τέχνης, υπεύθυνος υλικού

# 11ος Πανελλήνιος Μαθητικός Διαγωνισμός ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ και ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΗΣ 2006



## 1η φάση «ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ»

## Πίνακας επιτυχόντων

1. Τσιτάλη Αναστασία – Ελένη, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Έδεσσας
2. Καραγιαννόπουλος Δημήτριος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Νάουσας
3. Καλόσι Νεσίμ, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Αγ. Δημητρίου Αθηνών
4. Ζαγκλιβέρης Δημήτριος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Συκεών Θεσσαλονίκης
5. Κατσιαμάκα Αμαλία, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Νάουσας
6. Ηλιακοπούλου Κατερίνα, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Αλεξανδρούπολης
7. Γιάχος Γεράσιμος, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Άρτας
8. Κελεσίδου Ουρανία, του Λυκείου Ειρηνούπολης Ημαθίας
9. Γεωργογιάννη Δήμητρα, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Νάουσας
10. Μιχαηλίδης Γεώργιος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Συκεών Θεσσαλονίκης
11. Μπαϊτάσης Θωμάς, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Νάουσας
12. Ευαγγελόπουλος Παναγιώτης, της Ελληνογαλλικής Σχολής Πειραιά
13. Βενετσάνος Αλέξανδρος, του Τσιτσασίου Αρσακείου Εκάλης Αθηνών
14. Κουμαρά Φωτεινή, του 5<sup>ου</sup> Λυκείου Βέροιας
15. Ροδόπουλος Δημήτριος, του Αμερικανικού Κολεγίου Αθηνών
16. Γιαταγάνας Γεώργιος – Ευθύμιος, του 2<sup>ου</sup> Λυκείου Φαρσάλων
17. Λιάπη Ελένη, του 4<sup>ου</sup> Λυκείου Αγρινίου
18. Προφητηλιώτης Γεώργιος, του 2<sup>ου</sup> Λυκείου Έδεσσας
19. Αντωνόπουλος Ορέστης, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Αγίας Παρασκευής Αθηνών
20. Δούλλας Γεώργιος, των εκπαιδευτηρίων Βασιλειάδη Θεσσαλονίκης
21. Πουλιόπουλος Αντώνιος, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Καλαμαριάς Θεσσαλονίκης
22. Κατράνας Κωνσταντίνος, του 5<sup>ου</sup> Λυκείου Βέροιας
23. Συμεωνίδου Αντωνία, του 2<sup>ου</sup> Αρσακείου Παλαίου Ψυχικού Αθηνών
24. Αναστασοπούλου Κωνσταντίνα, του Λυκείου Παραλίας Πατρών
25. Κωστακόπουλος Νικόλαος, της Σχολής Μωραΐτη Αθηνών
26. Νόλτσες Μιχάλης, του 2<sup>ου</sup> Λυκείου Νάουσας
27. Σύρος Γεώργιος του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Βόλου
28. Κωστήδη Ευανθία, του 2<sup>ου</sup> Λυκείου Χίου
29. Κελεμουρίδης Γεώργιος, του 2<sup>ου</sup> Λυκείου Νάουσας
30. Γιαμπουράνης Νικόλαος, της Ερασμίου Ελληνογερμανικής Σχολής Αθηνών
31. Παπανικολάου Σωτήριος, του Λυκείου Λουτρακίου Κορινθίας
32. Οραιόπουλος Ευθύμιος, του 2<sup>ου</sup> Λυκείου Δράμας
33. Κορνός Γεώργιος, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Βόλου
34. Κοκκώνη Νικολίτσα, του Λυκείου Παραλίας Πατρών
35. Σπανός Γεώργιος, του 4<sup>ου</sup> Λυκείου Καλαμάτας

## Θέματα και Απαντήσεις 1ης φάσης «ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ»

1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Το ηλιακό μας σύστημα μελετήθηκε και διερευνήθηκε αρκετά, ώστε να μπορούμε με βεβαιότητα να απαντήσουμε σε πολλά καίρια ερωτήματα.

- A) Πότε και πώς δημιουργήθηκε το ηλιακό μας σύστημα;
- B) Ποια ήταν η πρωταρχική ύλη, από την οποία συγκροτήθηκε;
- Γ) Ποιοι επιστήμονες ανέπτυξαν διάφορες θεωρίες για τη δημιουργία του ηλιακού μας συστήματος και ποιες είναι αυτές οι θεωρίες συνοπτικά;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Της μαθήτριας Τσιτάλη Αναστασίας – Ελένης, του 1ου Λυκείου Έδεσσας, που ήρθε πρώτη στο διαγωνισμό «ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ»

Οι αστρονόμοι από πολύ νωρίς ήθελαν να λύσουν το μυστήριο της δημιουργίας του ηλιακού μας συστήματος και να καταλήξουν σε συμπεράσματα για τον τρόπο της δημιουργίας του, καθώς και για την εξέλιξη της ζωής πάνω στο μικρό, αλλά πανέμορφο πλανήτη μας, που ονομάζεται Γη. Αρχικά οι επικρατούσες θεωρίες υποστήριζαν το γεωκεντρικό σύστημα, δηλ. ότι κέντρο του ηλιακού μας συστήματος, καθώς και του Σύμπαντος, ήταν η Γη και γύρω από αυτή περιφέρονταν ο Ήλιος, η Σελήνη και όλοι οι γνωστοί τότε πλανήτες, καθώς και όλα τα άστρα του ουρανού. Θερμοί υποστηρικτές αυτού του συστήματος υπήρξαν ο Αριστοτέλης (που με την αυθεντία του το εδραίωσε για πολλές εκατονταετίες) καθώς και ο Πτολεμαίος. Με την πάροδο, όμως, του χρόνου αποδείχτηκε ότι όλοι οι πλανήτες καθώς και η Γη με τη Σελήνη, περιφέρονται γύρω από τον Ήλιο, το κέντρο δηλ. του ηλιακού μας συστήματος. Η θεωρία αυτή πρωτοδιατυπώθηκε από τον Αρίσταρχο το Σάμιο και μετά από 1800 χρόνια περίπου, επανήλθε στο προσκήνιο από τον Κοπέρνικο, οπότε και αποδείχτηκε πειραματικά.

Κατ' αυτόν τον τρόπο, μετά την παγίωση της θεωρίας του ηλιοκεντρικού συστήματος, πολλοί ήταν οι επιστήμονες που έσπευσαν να εξηγήσουν τον τρόπο δημιουργίας αυτού του περιέργου σίκου μας. Έτσι δημιουργήθηκε ο κλάδος της κοσμολογίας, ο οποίος ασχολείται με την επιστημονική διερεύνηση της δημιουργίας των πλανητών και του Ηλίου.

Η κυρίαρχη θεωρία της δημιουργίας του ηλιακού μας συστήματος είναι η λεγόμενη νεφελική θεωρία συμπύκνωσης, σύμφωνα με την οποία το ηλιακό μας σύστημα δημιουργήθηκε πριν από 4,5 δισεκατομμύρια χρόνια. Ο χρόνος αυτός της δημιουργίας υπολογίζεται με διάφορους τρόπους. Ένας από αυτούς είναι με την επεξεργασία των ορυκτών πετρωμάτων της Γης. Έτσι οι επιστήμονες προσπάθησαν με τη μελέτη τους να εξαγάγουν συμπεράσματα σχετικά με την πιθανή χρονολογία δημιουργίας τους και κατ' επέκταση το χρόνο, κατά τον οποίο σχηματίστηκε η Γη. Η προσπάθεια ανίχνευσης ραδιενεργού ισότοπου του μολύβδου αποτελεί σημαντική πληροφορία για το στόχο αυτό των επιστημόνων καθώς έχει υπολογιστεί ότι το ραδιενεργό στοιχείο ουράνιο μεταστοιχειώνεται σε ραδιενεργό μόλυβδο σε 4,5 δισεκατομμύρια χρόνια. Είχαν ήδη ανιχνευθεί ραδιενεργά ισότοπα του μολύβδου σε αρκετά πετρώματα. Άρα το άμεσο συμπέρασμα είναι ότι ο χρόνος 4,5 δισεκατομμυρίων χρόνων αποτελεί και χρόνο δημιουργίας του ηλιακού μας συστήματος.

Ακόμη, πολύτιμες πληροφορίες μας δίνουν τα διάφορα υπολείμματα της αρχικής δημιουργίας, όπως για παράδειγμα οι κομήτες, οι οποίοι επίσης έχουν κρυμμένα τα διάφορα στοιχεία για την προέλευση του ηλιακού μας συστήματος. Έτσι πριν από 4,5 δισεκατομμύρια χρόνια άρχισε η βαρυτική συστολή ενός μεσοαστρικού νέφους με αποτέλεσμα τη δημιουργία του Ήλιου και στη συνέχεια των πλανητών.

Μεσοαστρικό νέφος καλούμε κάθε συγκέντρωση αερίου και σκόνης που βρίσκεται ανάμεσα στα αστέρια των γαλαξιών. Το νέφος αυτό στην αρχική του κατάσταση, καθώς είχε πυκνότητα μεγαλύτερη από τον περιβάλλοντα χώρο, η βαρυτική του επίδραση στα γειτονικά μέρη ήταν καθοριστικής σημασίας για την περαιτέρω εξέλιξή του. Η έλξη που ασκούσε είχε ως αποτέλεσμα τα άτομα και οι κόκκοι σκόνης, που υπήρχαν, να πλησιάζουν περισσότερο προς το μεσοαστρικό αυτό νέφος. Καθώς, λοιπόν, αυτό συγκέντρωνε ύλη, συνεχώς η πυκνότητά του σταδιακά αυξανόταν και κατ' αυτόν τον τρόπο η βαρυτική του επίδραση γινόταν μεγαλύτερη, ώστε τελικά να αρχίσει μια αργή βαρυτική συστολή ή άλλως κατάρρευση προς το κέντρο του νεφελώματος. Κατά τη διάρκεια της κίνησης των σωματιδίων προς το κέντρο, το νέφος άρχισε να περιστρέφεται γύρω από έναν νοητό άξονα που διαπέρασε το κέντρο της μάζας του. Η περιστροφή αυτή γινόταν ολοένα και με γρηγορότερους ρυθμούς καθώς η πυκνότητα του νέφους διαρκώς αυξανόταν και η συστολή του επιταχυνόταν. Το κέντρο αυτού του νέφους, καθώς συμπυκνωνόταν, συνεχώς αύξανε τη θερμοκρασία του και ακόμη η θερμοκρασία του άρχισε να μεταδίδεται προς τις εξωτερικές του περιοχές. Όταν η πυκνότητα του κέντρου πήρε μια κρίσιμη τιμή, η συμπίκνωσή του ήταν τόσο μεγάλη, ώστε να δημιουργηθεί ένα κεντρικό αυτοτελές κομμάτι ύλης, που επρόκειτο να δημιουργήσει τον πρωτοήλιο δηλ. τον σημερινό μας Ήλιο, στα πρώτα, όμως, στάδια της ανάπτυξής του.

Το υπόλοιπο τμήμα του νεφελώματος άρχισε σταδιακά να αποκτά συγκεκριμένο σχήμα και μορφή. Οι φυγόκεντρες δυνάμεις, σε συνδυασμό με τη βαρυτική έλξη της κεντρικής περιοχής, δημιούργησαν ένα πεπλατυσμένο δίσκο γύρω από τον πρωτοήλιο. Αυτός άρχισε να περιστρέφεται γύρω του, με αρχικά αργούς ρυθμούς, παράλληλα η πυκνότητα στο κέντρο του πρωτοηλίου, που αρχικά ήταν τεραστίων διαστάσεων, είχε φτάσει σε ένα σημείο, ώστε να αρχίσει να ακτινοβολεί στο διάστημα τη θερμότητα, που παραγόταν στο εσωτερικό του, μέσω της βαρυτικής κατάρρευσης. Το δισκοειδές νέφος σταδιακά χωρίστηκε σε δακτυλίους, οι οποίοι συνέχισαν να περιστρέφονται γύρω από τον Ήλιο. Σ' αυτούς τους δακτυλίους δημιουργήθηκαν τυχαίες συμπυκνώσεις ύλης, που λόγω της πυκνότητάς τους άρχισαν να έλκουν βαρυτικά την γύρω ύλη, με αποτέλεσμα να αυξάνονται συνεχώς οι διαστάσεις τους. Στο εσωτερικό του πρωταρχικού αυτού νέφους η θερμοκρασία, λόγω ακτινοβολίας από τον Ήλιο, ήταν σαφώς μεγαλύτερη από αυτήν στις εξωτερικές περιοχές. Έτσι τα αέρια, που βρίσκονταν κοντά στον Ήλιο, δηλ. τα μέρη τους, απέκτησαν μεγάλη ενέργεια, μεγάλες ταχύτητες, και έτσι έτειναν να φύγουν από τις κεντρικές περιοχές του νεφελώματος. Παράλληλα οι τυχαίες συμπυκνώσεις στους δακτυλίους άρχισαν να διαμορφώνουν τους πρωτοπλανήτες, δηλ. σώματα που έμελλαν να γίνουν οι σημερινοί πλανήτες. Κάθε «ελαφρό στοιχείο» που υπήρχε στις εσωτερικές περιοχές διέφυγε και άρχισε να κινείται προς τις εξωτερικές και ψυχρότερες, όπου μπορούσε να σταθεροποιηθεί. Αυτό, όμως, ήταν καθοριστικό για τη σύσταση των πλανητών καθώς τα μόνα στοιχεία που παρέμεναν στο εσωτερικό του πρωτοπλανητικού νεφελώματος ήταν τα περισσότερο βάρεια στοιχεία, βράχοι και μέταλλα. Αυτά συμπυκνώθηκαν και στερεοποίησαν τους πλανητικούς σχηματισμούς και αποτέλεσαν το κύριο σώμα τους. Αυτοί ήταν οι «πρόγονοι» των γήινων ή εσωτερικών πλανητών (Ερμή, Αφροδίτης, Γης, Άρην).

Αντίθετα στις εξωτερικές περιοχές μετανάστευσε το υδρογόνο, το ήλιο, καθώς και άλλα στοιχεία, τα οποία δεν μπόρεσαν να παγιδευτούν βαρυτικά από τους εσωτερικούς πλανήτες, επειδή απέκτησαν ταχύτητες μεγαλύτερες της ταχύτητας διαφυγής (της επιφάνειάς τους). Αντίθετα οι πρωτοπλανήτες των εξωτερικών σχηματισμών αποτέλεσαν πόλο έλξης γι' αυτά, καθώς οι ταχύτητές τους σ' αυτές τις περιοχές ήταν κατά πολύ μικρότερες. Έτσι στον εσωτερικό αυτό χώρο δημιουργήθηκαν οι λεγόμενοι αέριοι γίγαντες, καθώς στους πλανήτες αυτούς συσσωρεύτηκε το περιβάλλον αέριο και τα ελαφρά στοιχεία που είχαν διαφύγει από το εσωτερικό νέφος.

Αντίθετες θεωρίες, για ένα ήρεμα στροβιλιζόμενο νέφος, προτάθηκαν οι λεγόμενες κατακλυσιμαίες ή καταστροφικές θεωρίες. Μια τέτοια θεωρία διατυπώνει την άποψη ότι μετά τη δημιουργία του Ήλιου, στην περιοχή όπου αυτός υπήρχε, ένα αντικείμενο μεγάλης μάζας συγκρούστηκε μ' αυτόν, με αποτέλεσμα να αποκολληθεί από αυτόν ύλη και να δημιουργήσει τους πλανήτες. Η άποψη αυτή προτάθηκε από τον Buffon.

Ακόμη διατυπώθηκε η άποψη ότι το νέφος που δημιούργησε τους πλανήτες δεν περιστρεφόταν εξ αρχής γύρω από τον Ήλιο, αλλά «αιχμαλωτίστηκε» βαρυτικά από αυτόν καθώς διέσχισε την κοντινή του περιοχή. Έτσι συντελέστηκε ύστερα η δημιουργία του πλανητικού μας συστήματος.

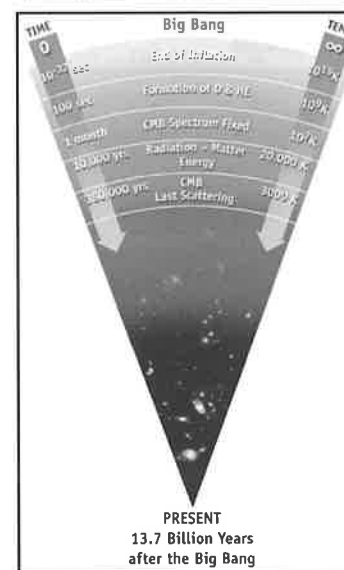
## 2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Μετά από τη στιγμή της Μεγάλης Έκρηξης, το Σύμπαν που δημιουργήθηκε άρχισε να διαστέλλεται και να περνάει από διάφορες φάσεις.

- A) Τι γνωρίζετε για το λεγόμενο «χρόνο Πλανκ» της διαστολής του Σύμπαντος;  
 B) Τι γνωρίζετε για το πληθωριστικό Σύμπαν;  
 Γ) Ποια περίοδο δημιουργήθηκαν οι γαλαξίες και με ποιο τρόπο;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Του μαθητή Καραγιαννοπούλου Δημητρίου, του 1ου Λυκείου Νάουσας, που ήρθε δεύτερος στο διαγωνισμό «ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ»



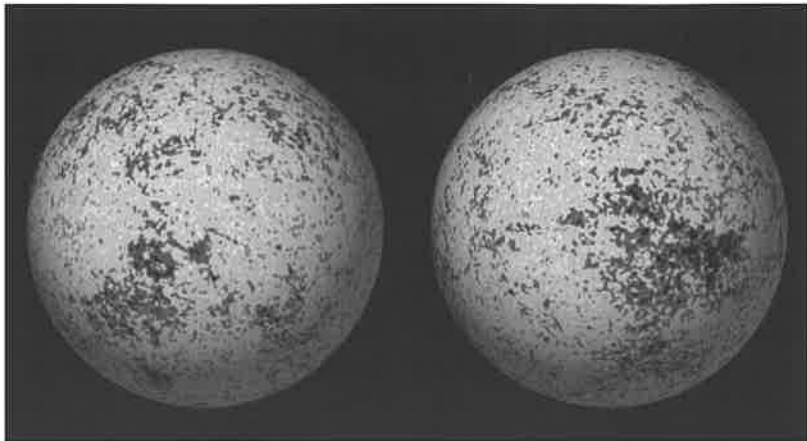
A) Ένα εύλογο ερώτημα, που έθεσε ο άνθρωπος στον εαυτό του από τα πανάρχαια χρόνια, όταν άρχισε να κατανοεί σχετικά με το τι συμβαίνει στο Σύμπαν, ήταν πώς δημιουργήθηκε αυτό. Τι υπάρχει στο μηδέν; Κάποιοι που πίστευαν σε μια ανώτερη δύναμη κράτησαν παθητική στάση και απέδωσαν το γεγονός στη βούληση του θεού. Κάποιοι άλλοι, όμως, αποφάσισαν να μελετήσουν και να «γυρίσουν το χρόνο πίσω», με τη βοήθεια βέβαια και της επιστημονικής έρευνας. Έτσι κατέληξαν σ' αυτό που ονομάστηκε Μεγάλη Έκρηξη (Μπιγκ Μπάνγκ).

Το Σύμπαν, λοιπόν, που δημιουργήθηκε πριν από 14 δισεκατομμύρια χρόνια περίπου, άρχισε να διαστέλλεται και να περνά από διάφορες φάσεις. Με την τεχνολογία που ανέπτυξε ο άνθρωπος μέχρι σήμερα, μπόρεσε να κάνει πάρα πολλές σημαντικές παρατηρήσεις, που, εν μέρει, απαντούν στο πρωταρχικό ερώτημά του.

Μια δυσκολία που συνάντησε, όμως, είναι ο λεγόμενος «χρόνος Πλανκ» της διαστολής του Σύμπαντος. Σύμφωνα μ' αυτή τη θεωρία υπάρχει ένα σημείο μετά τη Μεγάλη Έκρηξη, πριν από το οποίο ο άνθρωπος δεν δύναται να γνωρίζει τι έγινε. Γιατί, σύμφωνα με τη θεωρία της Σχετικότητας του Αϊνστάιν, υπάρχουν εξηγήσεις της εξέλιξης του Σύμπαντος μόνο μετά το  $10^{-43}$  sec. Δηλ. η θεωρία της Σχετικότητας ισχύει και μπορεί να δώσει απαντήσεις μόνο μετά απ' αυτόν τον χρόνο. Σήμερα, ωστόσο, γίνονται προσπάθειες ένωσης της κβαντικής μηχανικής και της θεωρίας της Σχετικότητας.

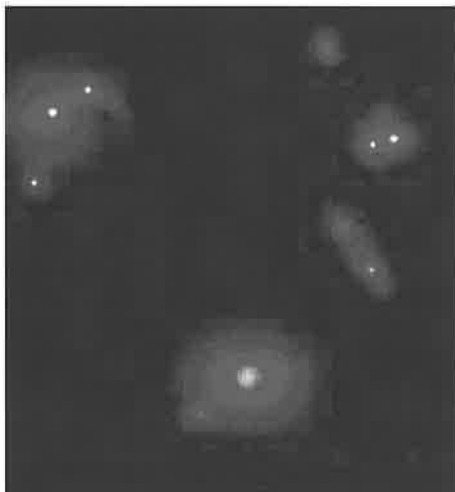
B) Αρκετοί, όπως προαναφέρθηκε, ερευνητές προσπάθησαν να εξηγήσουν τη δημιουργία και την κατάσταση του Σύμπαντος, όπως ο Χόουλ, ο οποίος μίλησε για τη σταθερή κατάσταση. Υπάρχει, όμως, ένα σημείο στο παρελθόν, το λεγόμενο «πληθωριστικό Σύμπαν», το οποίο εμφανίζεται αντιδιαμετρικά αντίθετο με τη θεωρία της σταθερής κατάστασης. Σύμφωνα, λοιπόν, με το «πληθωριστικό Σύμπαν» τη χρονική στιγμή  $10^{-35}$  sec έχουμε την ταχύτερη αύξηση του Σύμπαντος. Επιστήμονες, όπως ο Linde και άλλοι Ρώσοι αστρονόμοι, προσπάθησαν να δώσουν τις δικές τους ερμηνείες. Πρόκειται, λοιπόν, για την απότομη διαστολή του Σύμπαντος τη στιγμή εκείνη των  $10^{-35}$  sec κατά  $10^{500}$  περίπου φορές. Έτσι μπορούμε να εξηγήσουμε όλες τις ανωμαλίες που συνέβησαν την περίοδο εκείνη. Διότι τότε είχαμε μια απότομη αλλαγή της φάσης διαστολής του Σύμπαντος, με αποτέλεσμα η βαρύτητα να μεταβληθεί από ελκτική σε απωστική δύναμη.





Γ) Υπάρχουν αρκετές θεωρίες για τη δημιουργία ενός γαλαξία, οι επικρατέστερες από τις οποίες είναι οι εξής:

Όπως γνωρίζουμε στο ομογενές Σύμπαν αρχικά είχαμε ομοιόμορφα κατανεμημένη την ύλη, δηλ. υπήρχε αέριο και κονιορτός παντού στο χώρο. Για διαφόρους λόγους, όμως, έτυχε κάποια στιγμή να συγκεντρωθεί ύλη, περισσότερο σε ένα σημείο από ό,τι σε ένα άλλο. Έτσι εκείνο το σημείο έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από ό,τι κάποιο άλλο. Συνεπώς αρχίζουν από εκείνο το σημείο να εκπέμπονται κύματα βαρύτητας και να έλκουν οποιοδήποτε σωματίδιο βρίσκεται γύρω τους. Έτσι δημιουργείται ένας αρχικός πυρήνας, από τον οποίο γεννιούνται οι ήλιοι. Λόγω των βαρυτικών έλξεων αρχίζουν να περιστρέφονται και λόγω της στροφορμής δημιουργούνται ελκτικές δυνάμεις. Έτσι έχουμε τους σπειροειδείς γαλαξίες για παράδειγμα.



Οι διάφορες φάσεις της ζωής ενός γαλαξία είναι οι εξής:

α) Περίοδος αδρονίων. Φθάνει γύρω στα  $10^{-10}$  sec και αργότερα έχουμε τη δημιουργία ύλης και αντιύλης.

β) Περίοδος των λεπτονίων. Φθάνει μέχρι περίπου στα 5 sec από τη Μεγάλη Έκρηξη.

γ) Περίοδος πλάσματος, η οποία ακολουθεί την περίοδο των λεπτονίων.

δ) Περίοδος ύλης, που αρχίζει από το τέλος της περιόδου του πλάσματος και εξακολουθεί να υπάρχει μέχρι σήμερα.

Υπάρχουν, όμως και άλλες θεωρίες. Με το τηλεσκόπιο του Χαμπλ (Hubble) παρατήρησαν πως οι γαλαξίες δημιουργούνται αρχικά με συγκρούσεις και στη συνέχεια ακολουθούν τη μορφή που ξέρουμε. Η δυσκολία, όμως, στη μελέτη της ζωής ενός γαλαξία έγκειται στο γεγονός ότι χρειάζονται 200 δισεκατομμύρια χρόνια για να πεθάνουν Γι' αυτό το λόγο, αφού η ηλικία του Σύμπαντος είναι πιο μικρή, δεν έχουμε παρατηρήσει το θάνατο κανενός γαλαξία.

### 3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Ας φαντασθούμε ότι μεταβαίνει κάποιος στη Σελήνη και ζει στην επιφάνειά της:

- Α) Ποιες θα είναι οι φυσικές συνθήκες που θα αντιμετωπίσει εκεί;
- Β) Τι είναι εκείνο που πρέπει να προσέξει, για να μην πάθει κανένα κακό;
- Γ) Υπάρχουν άραγε ομορφιές στη Σελήνη που εδώ στη Γη δεν τις δοκιμάζει;

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Του μαθητή **Καλόσι Νεσίμ**, του 3ου Λυκείου Αγίου Δημητρίου Αθηνών, που ήρθε 3ος στο διαγωνισμό «ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ».

Α) Ένας άνθρωπος που ζει στην επιφάνεια της Σελήνης, πρώτα απ' όλα παρατηρεί ότι δεν υπάρχει ατμόσφαιρα, ούτε καν υποτυπώδης. Από το γεγονός αυτό συμπεραίνεται ότι τα καιρικά φαινόμενα, όπως βροχή, αέρας κ.λπ., αποκλείεται να τα παρατηρήσει. Θα αντιμετωπίσει μεγάλες θερμοκρασίες της τάξης των  $200\text{ }^\circ\text{C}$  και άνω, αν βρίσκεται στην πλευρά που χτυπάει ο Ήλιος ή πολύ μικρές της τάξης των  $-175\text{ }^\circ\text{C}$  και κάτω στην πλευρά που έχει σκοτάδι. Και αυτό το φαινόμενο οφείλεται στην έλλειψη ατμόσφαιρας, η οποία βοηθά να συγκρατηθεί μέρος της θερμότητας ακόμα και αν ένα σώμα δεν «ζεσταίνεται» εκείνη τη στιγμή από ένα άλλο θερμό σώμα. Σίγουρο είναι ότι η κυκλοφορία χωρίς στολή είναι αδύνατη και μόνο με μια μάσκα οξυγόνου θα ήταν δυνατή. Όχι μόνο δε λόγω των θερμοκρασιών, αλλά επίσης και λόγω της υπερϊώδους ακτινοβολίας του Ήλιου, που θα τον προκαλούσε τρομερά εγκαύματα και στο τέλος το θάνατο. Αυτό το φαινόμενο οφείλεται στην ιδιότητα της υπεριώδους ακτινοβολίας να διασπά τους κρυσταλλικούς και όχι μόνο σχηματισμούς και ενώσεις του άνθρακα, από τον οποίο αποτελούμαστε.

Ένα άλλο, ίσως μικρότερο πρόβλημα, είναι η ισχυρή ανακλαστικότητα που δεν θα του επιτρέψει να κυκλοφορήσει χωρίς γυαλιά Ηλίου. Στην ανακλαστικότητα του εδάφους της οφείλει η Σελήνη τη λαμπρότητά της, που εμείς παρατηρούμε το βράδυ. Τέλος, θα παρατηρήσει όρη, πεδιάδες και κρατήρες. Οι πεδιάδες ή όπως αλλιώς τις ονομάζουμε «θάλασσες», υπάρχουν παντού στο έδαφος της Σελήνης και είναι κατάσπαρτες από τους μικρούς και μεγάλους κρατήρες. Οι κρατήρες δεν οφείλονται σε νηφίστεια, όπως συνήθως συμβαίνει στη Γη, γιατί η Σελήνη έχει βραχώδη πυρήνα και όχι ρευστό, ενώ απουσιάζουν εξ ολοκλήρου οι τεκτονικές πλάκες. Οι κρατήρες οφείλονται σε πτώση μετεωριτών και μικρών κομητών. Η επιφάνεια της Σελήνης είναι κατάσπαρτη από τέτοιους κρατήρες, αφού οι συγκρούσεις της με τέτοιου είδους σώματα είναι ουκ ολίγες.

Β) Ο άνθρωπος που θα μεταβεί στη Σελήνη πρέπει να εστιάζει την προσοχή του στο να κυκλοφορεί πάντα με διαστημική στολή, αλλιώς η υπεριώδης ακτινοβολία θα τον βλάψει ανεπανόρθωτα. Άλλος επίσης κίνδυνος, που θα ήταν πολύ μεγάλος και στη Γη αν δεν υπήρχε το μαγνητικό πεδίο της, είναι ο ηλιακός άνεμος, που αποτελεί ένα είδος ανέμου, που προέρχεται από τον Ήλιο και αποτελείται από ιονισμένη ύλη. Επίσης το χτίσιμο οικίας στην επιφάνεια του Φεγγαριού δεν θα ήταν πολύ σοφή επιλογή, διότι ελλοχεύει ο κίνδυνος να χτυπηθεί από κάποιον κομήτη ή μετεωρίτη. Καλύτερη ιδέα θα ήταν μια οικία στο υπέδαφος του δορυφόρου αυτού. Τέλος, καλό θα ήταν, να μπορεί να δημιουργήσει με κάποιον τρόπο στην αποικία του ένα τεχνητό βαρυτικό πεδίο παρόμοιο με τη Γη, γιατί αλλιώς κινδυνεύει να ατροφήσουν τα πόδια του, καθώς και να πάθει υπέρταση, γιατί η καρδιά του είναι συνηθισμένη στη βαρύτητα και στις πιέσεις της Γης.

Γ) Όπως είναι φυσικό, η Σελήνη δεν θα ήταν το καλύτερο μέρος για πικ νικ ή για κυνήγι, αφού η επιφάνειά της είναι ξερή, άγονη και κυρίως χωρίς ζωή. Αυτό, όμως, που γοητεύει τους λάτρεις του ουρανού είναι η καταπληκτική θέα που προσφέρει. Δηλ. λόγω της έλλειψης ατμόσφαιρας δεν υπάρχει κανένα φυσικό εμπόδιο που να κάνει τα μακρινά αστέρια να τρεμοσβήνουν. Έτσι δημιουργείται μια φαντασμαγορική θέα με πάρα πολλά ορατά αστέρια. Τα δυο αντικείμενα, όμως, που δεσπόζουν στην επιφάνεια της Σελήνης, είναι ο Ήλιος και η Γη. Ειδικότερα η εικόνα της Γης από τη Σελήνη είναι για μας τους γήινους κάτι συναρπαστικό. Βλέπεις τον πλανήτη σου, τη Γη, εύθραυστη και μόνη, που η συγκίνηση είναι μεγάλη. Πολύ ωραία είναι επίσης και τα χρώματά της. Πιστεύω πως ένα τέτοιο ταξίδι θα άλλαζε σε πολλούς την οπτική γωνία για τη Γη και το περιβάλλον, έτσι ώστε να σταματήσουμε να την καταστρέφουμε.

4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Από τους αρχαιότετους χρόνους η μυθολογία τροφοδότησε το ανθρώπινο γένος με πλήθος από μύθους, άλλοι από τους οποίους αναφέρονται στους αστερισμούς και άλλοι στα διαστημικά ταξίδια.

Α) Ποιους από τους μύθους αυτούς γνωρίζετε;

Β) Να αναφέρετε λεπτομερειακά δυο από τους μύθους αυτούς, που αφορούν τους αστερισμούς.

Γ) Να αναφέρετε λεπτομερειακά έναν μύθο, που αφορά την πτήση στο διάστημα.

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Του μαθητή Καραγιαννοπούλου Δημητρίου, του 1ου Λυκείου Νάουσας, που ήρθε 2ος στο διαγωνισμό «ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ».

**Α, Β)** Από την αρχαιότητα ακόμη, οι άνθρωποι είχαν μαγευτεί από τα φωτεινά σώματα του ουρανού. Αρκετοί, αφού αδυνατούσαν να τα εξηγήσουν, διατύπωσαν διάφορους μύθους, σύμφωνα με τους οποίους απέδιδαν στα άστρα και στους αστερισμούς ιστορίες για ανθρώπους, ζώα και καταστάσεις. Πολλοί μάλιστα θεωρούσαν πως η θέση των αστεριών στον ουρανό καθόριζε και τη ζωή του ανθρώπου μόλις γεννιόταν, αλλά και την εξέλιξη της κοινωνίας, αφού προσδιόριζαν τον καιρό ή το αποτέλεσμα ενός πολέμου. Οι μύθοι αυτοί μέχρι και σήμερα εξακολουθούν να μαγεύουν τους ανθρώπους, οι οποίοι τους μεταδίδουν μέσω συγγραμμάτων από γενιά σε γενιά.

Ένας από τους πιο γνωστούς μύθους αναφέρεται στο αστερισμό του Ωρίωνα. Ο Ωρίων, κατά τους αρχαίους, ήταν γιος του Ποσειδώνα. Θεωρούσε δε ότι ήταν ο πιο δυνατός και γι' αυτόν το λόγο ο Απόλλωνας έστειλε το Σκορπιό για να τον κυνηγήσει. Έτσι, όταν ανατέλλει ο Σκορπιός, δύει ο Ωρίωνας, αφού φοβάται μήπως τον πιάσει. Ο Ωρίων ήταν δεινός κυνηγός και είχε δυο σκυλιά το Σείριο (α – Μεγάλου Κυνός) και τον Πρόκυνα (α – Μικρού Κυνός).

Ένας άλλος μύθος αναφέρεται στην Κασσιόπη. Αυτή ήταν βασίλισσα της Αιθιοπίας και διακήρυξε ότι ήταν η πιο όμορφη γυναίκα του κόσμου, ακόμη ομορφότερη και από τις Νηρηίδες. Για να την τιμωρήσει ο Δίας γι' αυτή της την υπεροψία, την έβαλε όσο πιο μακριά μπορούσε στον ουρανό, κοντά στο βόρειο πόλο και την ανάγκασε να μη δύει ποτέ και να μην λούζει τα μαλλιά της στον απέραντο Ωκεανό, που περιβάλλει τη Γη. Έτσι σήμερα η Κασσιόπη είναι αειφανής αστερισμός.

Άλλες ιστορίες γράφθηκαν και ειπώθηκαν για τη Μικρή και τη Μεγάλη Άρκτο, οι οποίες είναι επίσης αειφανείς αστερισμοί, αφού και αυτοί δεν φτάνουν ποτέ στα νερά του Ωκεανού για να καθαριστούν. Η δέ'Ηρα έβαλε το Δράκοντα να κωρίζει τις δυο αυτές Άρκτους.

Τέλος, αξίζει να αναφέρουμε το μύθο του Φαέθοντα, ο οποίος έκλεψε το άρμα του Ήλιου μια μέρα και πέταξε στον ουρανό. Από απειρία, όμως, πέταξε πολύ κοντά στη Γη, με αποτέλεσμα να υπάρχει κίνδυνος να κάψει τους ανθρώπους. Γι' αυτό ο Δίας τον κεραυνοβόλησε και τον έριξε στην Ηριδανό ποταμό, ο οποίος έτσι αποτέλεσε έναν άλλο ουράνιο αστερισμό.

Γ) Ακόμη και οι πρώτοι άνθρωποι είχαν την προσδοκία να πετάξουν κάποια στιγμή στο Διάστημα για να ικανοποιήσουν την περιέργειά τους. Αυτό προσπάθησε να κάνει και ο μυθικός Ίκαρος. Από μικρός ακόμη ήταν πεπεισμένος ότι θα καταφέρει να πετάξει στον ουρανό, τόσο ψηλά, ώστε να ακουμπήσει τον Ήλιο. Το όνειρο αυτό το εκπλήρωσε με τη βοήθεια του πατέρα του, του Δαίδαλου. Μαζί κατασκεύασαν φτερά από κέρι, τα οποία προσάρμοσαν στους βραχιόνες τους. Όταν ήρθε η στιγμή να θέσουν σε εφαρμογή το σχέδιό τους, ο Ίκαρος, παρά τις συμβουλές του πατέρα του, πέταξε τόσο ψηλά, ώστε να λιώσουν τα κέρινα φτερά από τις θερμές ακτίνες του Ήλιου και να πέσει στο πέλαγος και να πνιγεί. Από εκείνη την περίοδο το συγκεκριμένο μέρος του πελάγους ονομάστηκε Ίκάριο Πέλαγος.

Πολλά χρόνια αργότερα οι άνθρωποι τελικά κατάφεραν να πετάξουν και να στείλουν διαστημικές συσκευές, όχι μόνο προς τον Ήλιο, αλλά και προς τα πέρατα του πλανητικού μας συστήματος. Η φιλοδοξία τους ήταν τόσο μεγάλη, που τελικά κατάφεραν να «ανοίξουν τα φτερά τους». Όπως είπε και ο ποιητής: «Γιατί, απλά, οι άνθρωποι ήθελαν να ζωγραφίσουν τον Ίκαρο πέρα και πάνω από τον Ήλιο».

## 2η φάση «ΙΠΠΑΡΧΟΣ»

## Πίνακας επιτυχόντων

## ΓΙΑ ΤΗ NASA

1. Τσιτάλη Αναστασία - Έλενη, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Έδεσσας
2. Καλόσι Νεσίμ, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Αγίου Δημητρίου Αθηνών

## ΒΡΑΒΕΙΑ

1. Τσιτάλη Αναστασία - Έλενη, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Έδεσσας
2. Καλόσι Νεσίμ, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Αγίου Δημητρίου Αθηνών
3. Γιαταγάνας Γεώργιος - Ευθύμιος, του 2<sup>ου</sup> Λυκείου Φαρσάλων

## ΕΠΑΙΝΟΙ

1. Γιάχος Γεράσιμος, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Άρτας
2. Ευαγγελόπουλος Παναγιώτης, της Ελληνογαλλικής Σχολής Πειραιά
3. Ζαγκλιβέρης Δημήτριος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Συκεών Θεσσαλονίκης
4. Κατσιμάκα Αμαλία, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Νάουσας
5. Δούγκας Γεώργιος, των εκπαιδευτηρίων Βασιλειάδη Θεσσαλονίκης
6. Καραγιαννόπουλος Δημήτριος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Νάουσας
7. Αναστασοπούλου Κωνσταντίνα, του Λυκείου Παραλίας Πατρών
8. Συμεωνίδου Αντωνία, του 2<sup>ου</sup> Αρσακείου Λυκείου Ψυχικού Αθηνών
9. Παπανικολάου Σωτήριος, του Λυκείου Λουτρακίου Κορινθίας
10. Γιαμπουράνης Νικόλαος, της Ερασμίου Ελληνογερμανικής Σχολής Αθηνών
11. Πουλιόπουλος Αντώνιος, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Καλαμαριάς Θεσσαλονίκης
12. Ξωστακόπουλος Νικόλαος, της Σχολής Μωραΐτη Αθηνών
13. Αντωνόπουλος Ορέστης, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Αγίας Παρασκευής Αθηνών
14. Βενετσάνος Αλέξανδρος, του Τσιτσισιού Αρσακείου Εκάλης Αθηνών
15. Ηλιακοπούλου Κατερίνα, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Αλεξανδρούπολης
16. Κοκκώνη Νικολίτσα, του Λυκείου Παραλίας Πατρών
17. Κουμαρά Φωτεινή, του 5<sup>ου</sup> Λυκείου Βέροιας
18. Κομνός Γεώργιος, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Βόλου
19. Μιχαηλίδης Γεώργιος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Συκεών Θεσσαλονίκης
20. Σύρος Γεώργιος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Βόλου
21. Νόλτσης Μιχάλης, του 2<sup>ου</sup> Λυκείου Νάουσας

## Θέματα και Απαντήσεις 2ης φάσης "ΙΠΠΑΡΧΟΣ"

1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

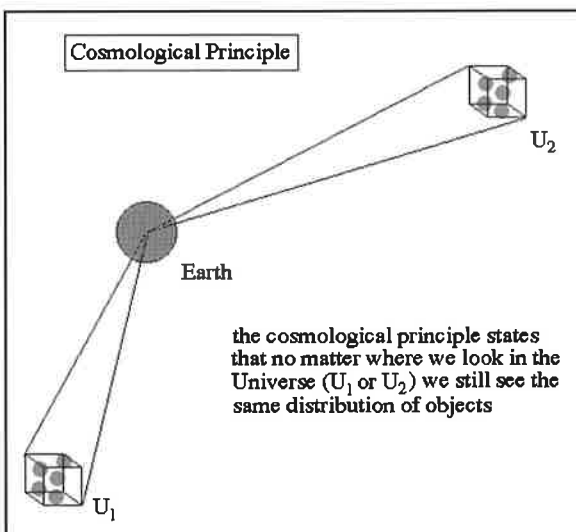
Η λεγόμενη «κοσμολογική αρχή» στηρίζεται σε τρεις βασικές υποθέσεις:

- A) Στην παγκοσμιότητα των φυσικών νόμων
- B) Στην ομοιογένεια του Σύμπαντος και
- Γ) Στη ισοτροπία του Σύμπαντος

Τι γνωρίζετε για τις τρεις αυτές υποθέσεις;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Της μαθήτριάς Τσιτάλη Αναστασίας - Ελένης, του 1ου Λυκείου Έδεσσας, που ήρθε πρώτη στο διαγωνισμό



A) Από την αρχαιότητα οι αστρονόμοι, ως κύριο στόχο τους είχαν να εξερευνήσουν τη δομή του Σύμπαντος και να κατανοήσουν τα μυστικά του. Αποτελούσε μυστήριο ο τρόπος με τον οποίο κατάφερε ο χώρος, στον οποίο ζουν ή εξελίσσονται τα φυσικά γεγονότα να αναπτυχθεί και να καταλήξει σ' αυτόν τον υπέροχο «Υπέρκοσμο», όπου μορφοποιούνται όλες οι φυσικές δομές και τα ανθρώπινα όντα. Έτσι προ αιώνων άρχισαν οι άνθρωποι να προσπαθούν να κατασκευάζουν τα λεγόμενα κοσμολογικά μοντέλα, δηλαδή θεωρίες, οι οποίες εξηγούν τις διαδικασίες, με τις οποίες το Σύμπαν δημιουργήθηκε, εξελίχθηκε, καθώς και με το ποια πρόκειται να είναι η μετέπειτα πορεία του.

Έτσι ονομάζουμε κοσμολογικό μοντέλο κάθε επιστημονική θεωρία που εξηγεί τη δημιουργία, εξέλιξη και δομή του Σύμπαντος. Τα πρώτα κοσμολογικά μοντέλα εισήχθησαν από τον Einstein, τον De Sitter, τον Lemaître και τον Freedman και αποτέλεσαν την έναρξη μιας νέας εποχής, η οποία έμελλε να αποκαλύψει πολλά από το χώρο, στον οποίο ζούμε.

Μια κοσμολογική θεωρία, όμως, είναι αδύνατο να εξελιχθεί, αν δεν στηριχθεί σε κάποιες καθορισμένες αρχές ή κανόνες, που να συμφωνούν με τα εκάστοτε παρατηρησιακά δεδομένα ή αποκάλυπτουν τα διάφορα χαρακτηριστικά του Σύμπαντος.

Κατ' αρχήν από παλιά οι αστρονόμοι είχαν κατανοήσει το γεγονός ότι το Σύμπαν διέπεται από φυσικούς νόμους. Δηλαδή μερικά φυσικά φαινόμενα ή γεγονότα επαναλαμβάνονταν αναλλοίωτα, όταν τους προσφέρονταν οι ίδιες ακριβώς συνθήκες. Έτσι έσπευσαν να περιγράψουν τους φυσικούς αυτούς νόμους ή να υποψιαστούν τον τρόπο «συμπεριφοράς» του Σύμπαντος. Προκειμένου, όμως, να δημιουργήσουν οποιοδήποτε κοσμολογικό μοντέλο, ήταν απαραίτητο οι νόμοι με τους οποίους εξελίσσεται το Σύμπαν να παραμένουν αναλλοίωτοι και να μπορούν να εφαρμοστούν σε κάθε γωνία του, ώστε να προκύψουν έγκυρα επιστημονικά δεδομένα.

Παρόλα αυτά, πολλά προβλήματα προέκυψαν στην προσπάθεια των αστρονόμων να αποδείξουν αυτή τη χρησιμότητα αρχή. Σε πολλές περιοχές του Σύμπαντος φαίνεται οι φυσικοί νόμοι να μην ισχύουν και να έχουν ως αποτέλεσμα να μην μπορούν να μελετήσουν τη δομή κάποιων συμπαντικών περιοχών. Αυτές οι περιοχές, γνωστές ως «μελανές οπές», είναι μέρη του συμπαντικού χώρου, όπου το σύνολο των φυσικών νόμων παύει να ισχύει και είναι ανεφάρμοστες οποιοσδήποτε αρχές. Όμως, επειδή τα κοσμολογικά μοντέλα μελετούν το Σύμπαν σε μεγάλη κλίμακα, θεωρήθηκε ότι μπορούσε να παραβλεφθεί το γεγονός αυτό, εφόσον οι περιοχές αυτές αποτελούν ένα απειροστά μικρό μέρος του συμπαντικού γίγνεσθαι.

Παρατηρήσεις, που εκτελέστηκαν, έδειξαν ότι η χημική σύσταση των μακρινών άστρων και γαλαξιών είναι ίδια σε κάθε περιοχή του Σύμπαντος, άρα οι φυσικοί νόμοι μπορούν να εφαρμοστούν και στις απομακρυσμένες περιοχές. Η ίδια σύσταση μαρτυρεί την ίδια προέλευση και κατ' επέκταση τον ίδιο τρόπο εξέλιξης και δομής. Συνεπώς το σύνολο των φυσικών νόμων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μετρήσεις και επεξεργασία όλων των περιοχών του Σύμπαντος.

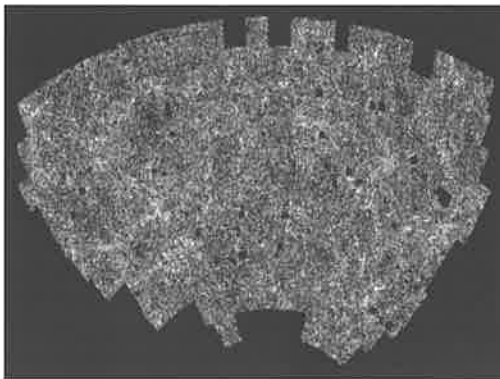
Ακόμη, οι επιστήμονες, μετά από παρατηρήσεις και αδιάκοπες μελέτες, συμπέραναν ότι οι νόμοι του Νεύτωνα μπορούν να εφαρμοστούν σε άστρα, σε γαλαξίες, πλανήτες και άλλα συμπαντικά αντικείμενα και να δώσουν σωστά αποτελέσματα με καλή προσέγγιση. Έτσι αποφασίστηκε να δεχτεί η επιστημονική κοινότητα αξιωματικά, δηλαδή χωρίς απόδειξη, το γεγονός ότι οι φυσικοί νόμοι παραμένουν αναλλοίωτοι και ότι αυτοί μπορούν να εφαρμοστούν σε κάθε περιοχή του συμπαντικού χώρου και να εξαχθούν έγκαιρα επιστημονικά συμπεράσματα.

B) Η λεγόμενη «κοσμολογική αρχή», όμως, αποτελείται από τρεις παραδοχές. Αυτές είναι η ομοιογένεια, η ισοτροπία του Σύμπαντος και η παγκοσμιότητα των φυσικών νόμων. Από παρατηρήσεις με επίγεια τηλεσκόπια και διαστημικούς σταθμούς και από μελέτες και συμπεράσματα των διαφόρων άλλων επιστημονικών οργάνων, που βρίσκονται έξω από της ατμόσφαιρα της Γης, έχουν γίνει ακριβείς έρευνες, που δείχνουν ότι το Σύμπαν είναι ομοιογενές σε μεγάλη κλίμακα. Δηλαδή η ύλη και η ενέργεια, που το αποτελούν, κατανέμονται ομοιόμορφα σε όλη τους την έκταση και δεν παρουσιάζονται «ανωμαλίες» στο συμπαντικό χώρο, όσον αφορά αυτή την κατανομή της ύλης. Αυτό σημαίνει ότι ένας οποιοσδήποτε παρατηρητής, ο οποίος βρίσκεται σε απομακρυσμένη γωνία του Σύμπαντος παρατηρεί το χώρο, όπως ακριβώς ένας παρατηρητής πάνω στη Γη. Δεν διακρίνονται διαφορές όσον αφορά την κατανομή της ύλης στην ισοδύναμη αυτή περιοχή και η ενέργεια είναι ελαττωμένη στο χώρο με τον ίδιο τρόπο. Αυτό το γεγονός έχει ως αποτέλεσμα οι παρατηρήσεις από οποιοδήποτε ισοδύναμο παρατηρητή, σχετικά με τη δομή του Σύμπαντος, να δίνουν ακριβώς τα ίδια αποτελέσματα και να δημιουργούνται τα ίδια κοσμολογικά μοντέλα και θεωρίες (ανάλογα βέβαια και από την εξέλιξη του εκάστοτε πολιτισμού στον επιστημονικό τομέα).

Παρατηρήσεις που υποστήριζαν την ομοιογένεια του Σύμπαντος είναι ποικίλες. Κατ' αρχήν οι γαλαξίες φαίνονται να κατανέμονται ομοιόμορφα στο χώρο και να μην εξαρτώνται από την απόσταση του παρατηρητή. Δηλαδή προς όποια κατεύθυνση και αν κοιτάξουμε βλέπουμε τον ίδιο περίπου αριθμό γαλαξιών με ίδια μέση πυκνότητα. Έτσι ο αριθμός των γαλαξιών ανά στερεά γωνία του Σύμπαντος είναι σταθερός. Ακόμη, παρατηρήσεις έδειξαν ότι τα σμήνη των γαλαξιών κατανέμονται και αυτά ομοιόμορφα γύρω από το Γαλαξία μας σε μια έκταση περίπου έως 1000 κpc.

Βέβαια οι ανομοιογένειες της ύλης σε μικρή κλίμακα δεν παύουν να υπάρχουν και είναι μάλιστα ιδιαίτερα έντονες. Αυτές οι ανομοιογένειες αναφέρονται στη δομή του Σύμπαντος, το οποίο αποτελείται από γαλαξιακά σμήνη, γαλαξίες, άστρα, πλανήτες και ηλιακά συστήματα, το σύνολο των οποίων προήλθε από τοπικές ανομοιογένειες της ύλης, που κατέρρευσε και εξελίχθηκε σε αυτές τις δομές. Κατ' αυτόν τον τρόπο δημιουργήθηκε όλο το αισθητό σε μας Σύμπαν, που μας περιβάλλει και το παρατηρούμε. Παρ' όλες δε αυτές τις ανομοιογένειες, διαπιστώθηκε ότι εάν παρατηρήσουμε το Σύμπαν σε μεγάλη κλίμακα, τότε αυτό παρουσιάζεται ως ομοιογενές, δηλαδή οι ανομοιομορφίες οι τοπικές, που περιέχονται σ' αυτό, εκτείνονται ομοιόμορφα στο χώρο.

Γι' αυτό το λόγο δεχόμαστε την αξιωματική αρχή, η οποία αναφέρει ότι το Σύμπαν σε μεγάλη κλίμακα είναι ομοιογενές, δηλαδή η ύλη και η ενέργεια που περιέχει κατανέμονται με τον ίδιο τρόπο σε κάθε περιοχή του.



Το γεγονός αυτό διευκολύνει τις προσπάθειες των κοσμολόγων, καθώς μπορούν να δημιουργούν ακριβέστερα κοσμολογικά μοντέλα. Η ανομοιογένεια του Σύμπαντος εξηγείται και από τη θεωρία του πληθωρισμού, κατά την οποία το «Σύμπαν διαστάληκε εκθετικά τις πρώτες στιγμές της ζωής του». Σ' αυτή την εκθετική διαστολή οφείλει το γεγονός ότι, επειδή τις πρώτες στιγμές ο χώρος που καταλάμβανε το Σύμπαν ήταν πολύ μικρός και ομοιογενής, εφόσον δεν είχαν προλάβει να δημιουργηθούν οι τοπικές ανομοιομορφίες και συμπυκνώσεις της ύλης, η κατάσταση αυτή «πάγωσε» και διαστάληκε απότομα, ώστε με τον πληθωρισμό, ο οποίος τελείωσε στα  $10^{-36}$  sec, το Σύμπαν είχε παραμείνει ομογενές. Ως συνέπεια αυτή της πληθωριστικής φάσης, η περαιτέρω εξέλιξη του Σύμπαντος έγινε κατά τρόπο, ώστε να διατηρηθεί η ομοιογένεια και η συνοχή του.

Γ) Η τρίτη παραδοχή που συνθέτει την κοσμολογική αρχή, είναι η λεγόμενη ισοτροπία του Σύμπαντος. Σύμφωνα μ' αυτή η ύλη και η ακτινοβολία κατανέμονται προς κάθε κατεύθυνση ισότροπα, δηλαδή με τον ίδιο τρόπο. Άμεσα συνέπεια είναι κάθε παρατηρητής, που βρίσκεται σε διαφορετικό ουράνιο σώμα από τη Γη, να λαμβάνει και να παρατηρεί το ίδιο ποσό ενέργειας και ακτινοβολίας με τους δέκτες και τα τηλεσκόπια που διαθέτει.

Η ισοτροπία του Σύμπαντος υποστηρίζεται από πολλές παρατηρήσεις. Κατ' αρχήν τα παρατηρησιακά δεδομένα των δορυφόρων COBE και του WMAP έδειξαν ότι η κοσμική ακτινοβολία μικροκυμάτων, θερμοκρασίας  $2,7$  °K κατανέμεται ισότροπα. Η ακτινοβολία υποβάθρου ανακαλύφθηκε το 1965 από τους Penzias και Wilson σαν μια διάχυτη ακτινοβολία, που ερχόταν από κάθε σημείο του συμπαντικού χώρου. Έτσι οι παρατηρήσεις που ακολούθησαν έδειξαν ότι η ακτινοβολία αυτή, που είναι ο ραδιοφωνικός απόηχος της Μεγάλης Έκρηξης, φτάνει από κάθε σημείο του χώρου με την ίδια ένταση και ποσότητα και δεν παρουσιάζει ανισοτροπίες, παρά μόνο μικρής κλίμακας, της τάξης του  $0,2\%$ , που εξηγούνται από τις τοπικές συμπυκνώσεις ύλης, η οποία δημιουργήθηκε κατά την αστρική φάση της εξέλιξης του Σύμπαντος.

Ακόμη έχει παρατηρηθεί ότι οι πηγές της ακτινοβολίας  $\gamma$ , είναι και αυτές κατανεμημένες ισότροπα στο συμπαντικό χώρο, καθώς τα ποσά ενέργειας που οι δέκτες μας λαμβάνουν, δείχνουν να προέρχονται από περιοχές του ουρανού, η μέση πυκνότητα των οποίων είναι ίδια σε κάθε κατεύθυνση. Το ίδιο παρατηρείται και για τις ακτινοβολίες ακτίνων  $\gamma$ , καθώς και για τις υπεριώδεις και ραδιοφωνικές ακτινοβολίες.

Ο πληθωρισμός με τον ίδιο τρόπο, όπως και για την ομοιογένεια, καταφέρνει να εξηγήσει την ισοτροπία του Σύμπαντος, λόγω δηλαδή της απότομης διαστολής του χώρου τη χρονική περίοδο  $10^{-32}$  sec μέχρι  $10^{-36}$  sec. Πριν από τη διαστολή αυτή όλες οι περιοχές του Σύμπαντος επικοινωνούσαν μέσω ακτινοβολίας και συνεπώς αντάλλασαν πληροφορίες και ως εκ τούτου στην εποχή που ακολούθησε τη διαστολή η ακτινοβολία και η ύλη συνέχισε να κατανέμεται ομοιόμορφα.

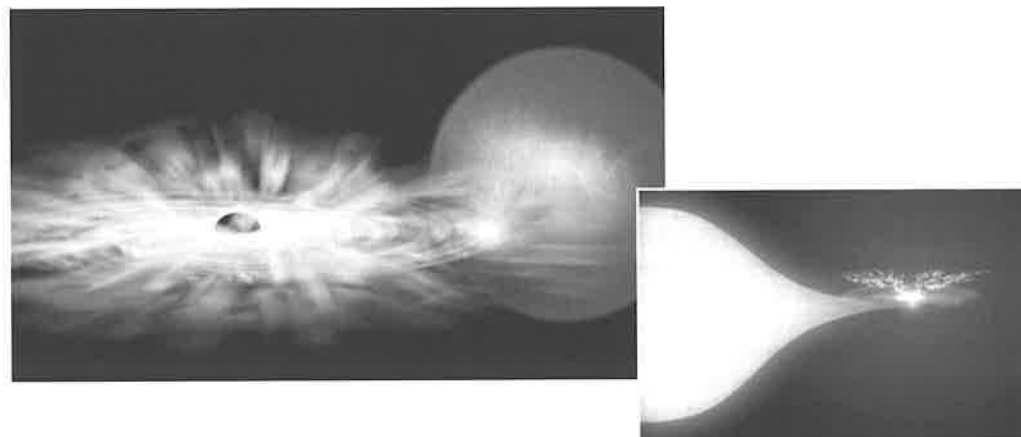
## 2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Ας υποθέσουμε ότι είστε ένας αστροναύτης που ξανοίγεστε με το διάστημόπλοιά σας στο Διάστημα και πλησιάζετε μια μαύρη τρύπα.

- Α) Πώς θα προσπαθήσετε να την πλησιάσετε, τι θα προσέξετε στην πορεία σας και ποιους ελιγμούς θα κάνετε, ώστε να γίνει ομαλή η προσέγγιση;  
 Β) Αν είχατε μαζί σας ένα διαστημικό τηλεσκόπιο και παρατηρούσατε, πώς θα βλέπατε τους γαλαξίες και το Σύμπαν γενικότερα;  
 Γ) Όταν τελικά μπειτε μέσα στη μαύρη τρύπα τι θα αντικρίσετε; Πού θα σας βγάλει αυτή, σύμφωνα με τις υπάρχουσες θεωρίες;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Του μαθητή Καλόσι Νεσίμ, του 3ου Λυκείου Αγίου Δημητρίου Αθηνών, που ήρθε 2ος στο διαγωνισμό.



Α) Κατ' αρχήν για να μπορέσω να πλησιάσω επιτυχώς τη μαύρη τρύπα, δεν θα την προσεγγίσω με ταχύτητες κοντά στην ταχύτητα του φωτός, ή, έστω και αν χρησιμοποιήσω τέτοιες ταχύτητες, θα φροντίσω να φρενάρω εγκαίρως για να μην πέσω μέσα της. Ύστερα, αν η μαύρη τρύπα βρίσκεται σε κάποια πυκνοκατοικημένη περιοχή του Σύμπαντος κι εκείνη τη στιγμή βρίσκεται «εν ώρα εργασίας», καταβροχθίζει δηλαδή κάποιο άστρο, θα προσπαθήσω να αποφύγω τα κύματα των σωματιδίων, τα οποία θα πέφτουν επάνω μου με σχετιστικές ταχύτητες. Επίσης θα αποφύγω πιθανούς πίδακες ύλης, που σχηματίζονται εκείνη τη στιγμή. Απαραίτητο, για να αποφύγω κάποια ασθένεια, όπως καρκίνο, θα ήταν να έχω κάποια στολή, την οποία οι ακτίνες  $\gamma$  και  $\chi$ , που σχηματίζονται κοντά στη μαύρη τρύπα δεν θα διαπερνούν. Καλό θα ήταν, μιας και θα μου ήταν αδύνατο να παρατηρήσω τη μαύρη τρύπα και να δω τα όριά της, να έχω κάνει τους υπολογισμούς μου και να ξέρω μέχρι πού περίπου εκτείνεται ο ορίζοντας των γεγονότων της, γιατί από εκείνο το σημείο και μετά η διαδρομή μου θα ήταν χωρίς επιστροφή. Για να βρω μέχρι πού εκτείνεται ο ορίζοντας των γεγονότων αρκεί να λύσω τις εξισώσεις του Schwarzschild και να βρω την ακτίνα Schwarzschild της μαύρης τρύπας. Αν για κάποιο λόγο ερχόμουν σε πολύ κοντινή απόσταση με τον ορίζοντα των γεγονότων εκείνη τη στιγμή, θα φρόντιζα να φουλάρω τις μηχανές του διαστημόπλοιού μου για να μπορέσω να πετύχω ταχύτητες κοντά στην ταχύτητα του φωτός και η τροχιά μου να είναι εφαπτόμενη στον ορίζοντα των γεγονότων. Κατ' αυτόν τον τρόπο, ή και με μια καμπύλωση της τροχιάς και αρκετή απώλεια ενέργειας, θα μπορούσα να ξεφύγω από τη βαρυτική δίνη της μαύρης τρύπας.



**Β)** Σίγουρα λόγω του πολύ ισχυρού βαρυτικού πεδίου της μαύρης τρύπας θα παρατηρούσα μεγάλη συμπίκνωση του φωτός, άρα οι εικόνες που θα έβλεπα δεν θα έμοιαζαν πολύ με αυτές που θα παρατηρούσα στη Γη. Τουλάχιστον δεν θα έμοιαζαν πολύ με την πρώτη ματιά, γιατί αν διέθετα και μερικά άλλα επιστημονικά όργανα θα μπορούσα να ιδώ μια πολύ ευκρινή και μεγεθυμένη εικόνα χωρίς να έχω χρησιμοποιήσει το τηλεσκόπιό μου. Αν μάλιστα χρησιμοποιούσα το τηλεσκόπιό μου, η οξύτητα των εικόνων θα συγκρινόταν ή και θα ξεπερνούσε εκείνη των μεγαλύτερων τηλεσκοπίων του κόσμου. Αυτό το φαινόμενο θα παρατηρούνταν γιατί η μαύρη τρύπα θα λειτουργούσε ως βαρυτικός φακός και μάλιστα πολύ καλός, λόγω της μεγάλης καμπύλωσης του χωρόχρονου, που θα προκαλούσε. Κατ' αυτόν τον τρόπο θα μπορούσα να έχω πολύ καλές εικόνες γαλαξιών, καθώς και των άστρων τους. Όσο για την εικόνα του Σύμπαντος, θα μπορούσα να ιδώ ως τα βάθη του, δηλαδή να κοιτάξω βαθιά στο παρελθόν του, πολλά δισεκατομμύρια χρόνια πριν, ίσως ακόμα και τα πρώτα στάδια σχηματισμού των γαλαξιών.

Αν τώρα η μαύρη τρύπα καταβρόχθιζε κάποιο κοντινό αστέρι κι εγώ βρισκόμουν πολύ κοντά στο φαινόμενο, τότε, ναί μεν το οπτικό μου πεδίο θα ήταν χάλια, αλλά θα είχα μπροστά μου έναν πολύ καλό επιταχυντή σωματιίων, εκατομμύρια φορές ισχυρότερου του CERN. Τα πειράματα και τα παρατηρησιακά δεδομένα που θα κατέγραφα, θα μου ήταν πολύ χρήσιμα.

**Γ)** Πρώτον, η είσοδος σε μια μαύρη τρύπα είναι κάτι, τουλάχιστον με τη σημερινή τεχνολογία, πρακτικώς αδύνατον, γιατί η μεγάλη βαρυτική έλξη θα έλκυε με μεγαλύτερη ή μικρότερη δύναμη τα διάφορα μέρη του σώματός μου, όπου αλλού η μάζα είναι συγκεντρωμένη περισσότερο και αλλού λιγότερο. Αυτό θα είχε ως αποτέλεσμα να με σκίσει σε κομματάκια και πιθανότατα, μέχρι να φθάσω να μπω στη μαύρη τρύπα, θα είχαν μείνει μόνα τα ατομικά ή υποατομικά σωματίδια, που κάποτε με αποτελούσαν. Απάνθρωπο σενάριο, δεν νομίζετε;

Έστω, όμως, ότι έχω την τεχνολογία και την τεχνολογία να μπω ανέπαφος στη μαύρη τρύπα. Τότε, ναί μεν θα μπορούσα να ιδώ πέρα από τον ορίζοντα των γεγονότων, αλλά η εικόνα που θα έβλεπα θα ήταν κυρίως το κόκκινο φως, χωρίς να μπορώ να διακρίνω κάτι το ιδιαίτερο. Η κόκκινη εικόνα οφείλεται κυρίως στην απώλεια ενέργειας των φωτονίων στην προσπάθειά τους να διαφύγουν από τη μαύρη τρύπα. Αν κι εγώ θα «έβλεπα» κάτι, όσοι βρίσκονται απ' έξω από τη μελανή οπή, θα έχαναν κάθε οπτική ή άλλου είδους επαφή μαζί μου. Βέβαια, σύμφωνα με τις επικρατούσες θεωρίες, εγώ ουδέποτε θα μπορούσα να βγω από τη μαύρη τρύπα, γιατί από τη χωροχρονική αυτή ανωμαλία τίποτα, ούτε καν το φως, μπορεί να ξεφύγει. Υπάρχει πιθανότητα μέσω της μαύρης τρύπας να μπορούσα να βγω σε κάποιο άλλο σημείο του Σύμπαντος μέσω μιας λευκής τρύπας, οντότητα που έχει αποδειχθεί ότι υπάρχει και έχει ακριβώς αντίθετες ιδιότητες από τη μαύρη τρύπα.

Μια λευκή τρύπα είναι ένα αντικείμενο, στο οποίο σωματίδια ή αντικείμενα μπορούν μόνο να εξέλθουν και όχι να εισέλθουν. Τέτοιο ήταν και το λεγόμενο Big – Bang. Η παραπάνω θεωρία είναι μια ιδέα για γρήγορα διαγαλαξιακά ταξίδια που δεν περιορίζονται από την ταχύτητα του φωτός. Υπάρχει, όμως, η πιθανότητα, η μαύρη τρύπα να μην οδηγεί σε μια λευκή τρύπα του Σύμπαντος, αλλά σε μια λευκή τρύπα ενός παράλληλου Σύμπαντος.

Ακόμη, όμως και αν οι θεωρίες περί λευκών οπών δεν ισχύουν, υπάρχει μια πιθανότητα να ξαναβγώ στο δικό μας Σύμπαν ύστερα από πολλά δισεκατομμύρια χρόνια. Τι εννοώ; Εννοώ ότι οι μαύρες τρύπες χάνουν μάζα με την ακτινοβολία Hawking και καθώς μικραίνουν, η θερμοκρασία τους ανεβαίνει. Όταν φθάσουν να γίνουν πολύ μικρές, απειροελάχιστα σωματίδια, οι μαύρες τρύπες εκρήγνυνται με ένα θεαματικό φαινόμενο, φωτεινότερο και από σουπερνόβα και διασκορπίζουν την ύλη, που έχουν καταβροχθίσει σε μορφή σωματιδίων, τα οποία, όμως, δεν έχουν σχέση με την ύλη που ήταν κάποτε, καθώς η στροφορμή και οι άλλες ιδιότητές τους έχουν μεταβληθεί.

3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Η 10ετία του 1960 αποτελεί αναμφισβήτητη την αφετηρία της ανάπτυξης της διαστημικής εποχής μας. Στην ανάπτυξη αυτή συνέβαλε τόσο το αμερικανικό όσο και το σοβιετικό πρόγραμμα.

**Α)** Ποιες σειρές διαστημολογίων γνωρίζετε ότι εκτοξεύθηκαν κατά την περίοδο αυτή και από τα δυο προγράμματα των χωρών αυτών;

**Β)** Ποια ήταν τα αποτελέσματα των εκτοξεύσεων αυτών;

**Γ)** Να περιγράψετε τον τρόπο, με τον οποίο πραγματοποιήθηκε ένα ταξίδι διαστημολογίου, το σπουδαιότερο κατά τη γνώμη σας.

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Του μαθητή Γαταγάνα Γεωργίου – Ευθυμίου, του 2ου Λυκείου Φαρσάλων, που ήρθε 3ος στο διαγωνισμό.

**Α)** Η δεκαετία του 1960 είναι η αρχή της διαστημικής εποχής. Κατά την περίοδο αυτή γίνονται προσπάθειες, τόσο από την Αμερική όσο και από τη Σοβιετική Ένωση για την κατάκτηση του Διαστήματος και κυρίως την προεδάφιση των διαστημολογίων στη Σελήνη. Ας μην ξεχνάμε όμως, την προσφορά τεσσάρων σπουδαίων επιστημόνων, που χωρίς τη συμβολή τους, η εκτόξευση των πυραύλων, των δορυφόρων και των διαστημολογίων θα ήταν εξαιρετικά δύσκολη. Αυτοί είναι: Ο Ρώσος Κωνσταντίνος Εντουαρντόβιτς Τσιολκόφσκι, ο Αμερικανός Ρόμπερτ Χάγκινς Γκόντφριντ, ο Ούγγρος Χέρμαν Πούλιους Όμπερτ και ο σπουδαιότερος από όλους Βέρνερ Φον Μπράουν, ο οποίος κατασκεύασε τους πυραύλους V – 2. Οι Ρώσοι πρωτοστάτησαν στέλνοντας τους δορυφόρους «Σπούτνικ – 1 & 2» στον περιγήινο χώρο. Αργότερα έστειλαν μια σειρά διαστημολογίων, που ονομαζόταν «Βοστόκ» και στη συνέχεια μια άλλη σειρά, που ονομαζόταν «Βοσχόντ». Από την άλλη μεριά οι Αμερικανοί φημίζονται για τη σειρά των διαστημολογίων "Αρόλλο" και "Pionner".

**Β)** Το διαστημόπλοιο των Σοβιετικών «Βοστόκ – 1» μετέφερε τον πρώτο άνθρωπο στο διάστημα, τον Ρώσο Γιούρι Γκαγκάριν, ο οποίος έκανε μια πλήρη περιφορά γύρω από τη Γη. Τα επόμενα διαστημικά σκάφη των Αμερικανών και των Σοβιετικών προσπαθούσαν να κατακτήσουν τη Σελήνη. Πολλά από αυτά έφτασαν ως τη Σελήνη και έκαναν περιφορές γύρω από αυτή, μελετώντας το έδαφος της και τραβώντας φωτογραφίες. Αυτό που κατάφερε να την κατακτήσει ήταν το επανδρωμένο διαστημόπλοιο "Αρόλλο – 11". Ο Νηλ Άρμστρονγκ, και ο Έντουιν Όλντριν, προσεδάφιστηκαν με τη σεληνάκατο «Αετός» στην επιφάνεια της Σελήνης και έκαναν για μερικές ώρες εντατικές μελέτες ενώ ο Τζων Κόλλινς, το 3ο μέλος της αποστολής «Απόλλων» περιφερόταν γύρω από τη Σελήνη. Τα "Voyager – 1 & 2", που εκτοξεύθηκαν λίγο αργότερα από τη 10ετία αυτή, κατάφεραν να φτάσουν ως τις παρυφές του ηλιακού μας συστήματος.

Αξίζει να αναφέρουμε ότι επικεφαλής του προγράμματος της NASA κατά τις τελευταίες αυτές εκτοξεύσεις ήταν ο διαπρεπής αστροφυσικός Σταμάτης Κριμιζής. Φυσικά οι εκτοξεύσεις αυτές αύξησαν σε μεγάλο βαθμό την τεχνολογία και την επί πλέον κατανόηση των νόμων, που διέπουν το ηλιακό μας σύστημα, με αποτέλεσμα οι επόμενες αποστολές να γίνονται όλο και πιο πετυχημένες.

**Γ)** Όλα τα ταξίδια που έγιναν στη διάρκεια της 10ετίας του 1960 ήταν καθοριστικά και σημαντικά για την εξέλιξη της διαστημικής. Το σπουδαιότερο κατά τη γνώμη μου είναι αυτό του "Αρόλλο – 11", με τους τρεις αστροναύτες που ανέφερα πρωύτερα. Ήταν το πρώτο επανδρωμένο διαστημόπλοιο που προσεδάφιστηκε ομαλά στη Σελήνη και πραγματοποίησε διάφορα πειράματα στην επιφάνειά της. Η σεληνάκατος «Αετός» προσεδάφιστηκε στις 20 Ιουλίου του 1969 στη θάλασσα της Ηρεμίας. Επιβάτες της ήταν ο Άρμστρονγκ και ο Όλντριν, ενώ ο Κόλλινς είχε μείνει στο κύριο διαστημόπλοιο που περιστρεφόταν σε τροχιά γύρω από τη Σελήνη. Κατά τη διάρκεια των λίγων ωρών παραμονής τους στην επιφάνεια, οι δυο αστροναύτες συνέλεξαν πετρώματα από τη Σελήνη (κυρίως από βασάλτη και ανορθωσίτη), προκειμένου να μελετηθούν και να προσδιοριστεί η χημική σύσταση της επιφάνειάς της Σελήνης, καθώς επίσης και η ηλικία της. Ύστερα επιβίβαστηκαν στη σεληνάκατο και από αυτή στο κύριο διαστημόπλοιο "Αρόλλο – 11" και επέστρεψαν με επιτυχία πίσω στη Γη. Το ταξίδι αυτό δεν ήταν σημαντικό μόνο για την εξέλιξη της διαστημικής, αλλά και για την ίδια την αστρονομία, καθώς τα πετρώματα που μεταφέρθηκαν από τη Σελήνη στη Γη, βοήθησαν στον ακριβή προσδιορισμό διαφόρων χαρακτηριστικών του φυσικού δορυφόρου μας.

4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Τα τηλεσκόπια και τα ραδιοτηλεσκόπια αποτελούν τα «βαθιά μάτια» των αστρονόμων που εξερευνούν του Διάστημα.

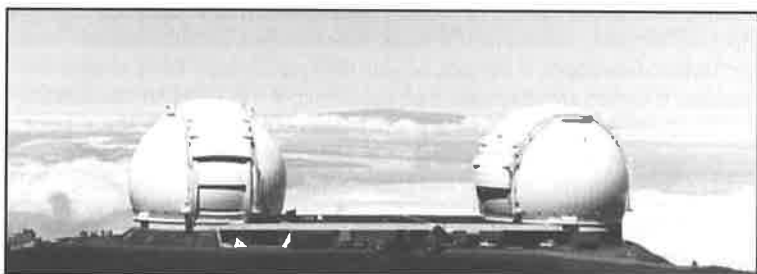
A) Να αναφέρετε τρία από τα μεγαλύτερα επίγεια τηλεσκόπια και ραδιοτηλεσκόπια του κόσμου που γνωρίζετε;

B) Να περιγράψετε το Πολύ Μεγάλο Τηλεσκόπιο (Very Large Telescope – VLT) και το σπουδαιότερο κατά τη γνώμη σας ραδιοτηλεσκόπιο.

Γ) Ποια τηλεσκόπια της Ελλάδος γνωρίζετε;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Του μαθητή Γιάκου Γεράσιμου, του 3ου Λυκείου Άρτας, που ήρθε τέταρτος στο διαγωνισμό.



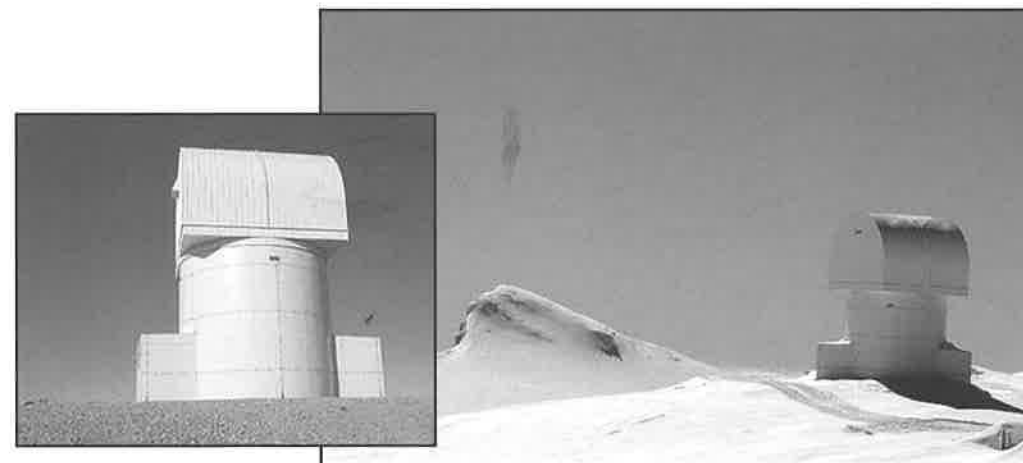
A) Οπτικά τηλεσκόπια: Τα δύο τηλεσκόπια Keck – 1 και Keck – 2, με διάμετρο 10 μ. στη Χαβάη. Εκεί πάνω από τα σύννεφα και σε ύψος 4.200 μ. βρίσκονται τοποθετημένα μερικά από τα μεγαλύτερα τηλεσκόπια του κόσμου, όπως τα Γεπιπί. Μεγάλο ακόμη τηλεσκόπιο είναι και του όρους Παλομάρ με διάμετρο κατόπτρου 5 μ.

Από τα ραδιοτηλεσκόπια, ένα μεγάλο βρίσκεται στη Βόννη με διάμετρο 100 μ. Επίσης πολύ μεγάλο ραδιοτηλεσκόπιο είναι του Πόρτο Ρίκο με διάμετρο 300 μ. Βρίσκεται μέσα σε μία κοιλάτιττα του εδάφους. Είναι από τα ισχυρότερα του κόσμου. Τόσο στο παρελθόν όσο και σήμερα μας έχει στείλει εντυπωσιακές εικόνες από το Σύμπαν. Αυτό το ραδιοτηλεσκόπιο δεν είναι κινητό, δεν μπορεί δηλαδή να κινηθεί μέσω ηλεκτρικών χειρισμών από υπολογιστές και έτσι βασίζεται στην περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονά της κάθε 24 ώρες, ενώ βρίσκεται πολύ κοντά στον ισημερινό της Γης. Ακόμη αυτό το ραδιοτηλεσκόπιο διαθέτει μια παραβολική επιφάνεια που συλλέγει ακτινοβολίες σε μεγάλα μήκη κύματος, γι' αυτό άλλωστε είναι και τόσο μεγάλο.

Το ραδιοτηλεσκόπιο Ratan, εξάλλου, βρίσκεται στους πρόποδες του Καυκάσου και έχει διάμετρο 600 μ.



B) Το VLT αποτελείται από 4 τηλεσκόπια των 8,2 μ., ενώ ενωμένα τα τηλεσκόπια αυτά δίνουν ένα άλλο πολύ μεγάλο, με διάμετρο δεκάδων μέτρων που ανταγωνίζεται το διαστημικό τηλεσκόπιο Χαμπλ (HST). Τα τηλεσκόπια αυτά είναι κατοπτρικά και τα κάτοπτρά τους αποτελούνται από πλήθος μικρών κατόπτρων, για να αντισταθμίζουν τις ατμοσφαιρικές παραμορφώσεις. Φυσικά δαπανήθηκαν πολλά εκατομμύρια δολάρια για την κατασκευή αυτού του μεγαθρύου, που είναι και το ισχυρότερο επίγειο τηλεσκόπιο του κόσμου.



Γ) Το καινούργιο τηλεσκόπιο «Αρίσταρχος» στο Χελμό της Πελοποννήσου είναι το μεγαλύτερο στην Ελλάδα και στα Βαλκάνια και τώρα κατασκευάζεται. Το τηλεσκόπιο του Κρουονερίου Κορινθίας, έχει διάμετρο 1,2 μ. Το τηλεσκόπιο του Σκίνακα Κρήτης έχει διάμετρο 1,3 μ. Φυσικά υπάρχουν και μικρότερα τηλεσκόπια μερικών ή περισσότερων δεκάδων εκατοστών, όπως για παράδειγμα αυτό, που βρίσκεται στη στέγη του Πανεπιστημίου Αθηνών και έχει διάμετρο 40 εκατοστών.

# 12ος Πανελλήνιος Μαθητικός Διαγωνισμός ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΗΣ 2007



## 1η φάση «ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ»

## Πίνακας επιτυχόντων

1. Μιχαηλίδης Γεώργιος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Συκεών Θεσσαλονίκης
2. Γιαταγάνας Γεώργιος - Ευθύμιος, του 2<sup>ου</sup> Λυκείου Φαρσάλων
3. Μυριαγκός Παναγιώτης, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Κορίνθου
4. Αντωνόπουλος Ορέστης - Ιωάννης, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Αγίας Παρασκευής Αθηνών
5. Αναστασοπούλου Κωνσταντίνα, του Λυκείου Παραλίας Πατρών
6. Γιάχος Γεράσιμος, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Άρτας
7. Ζαγκλιβέρης Δημήτριος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Συκεών Θεσσαλονίκης
8. Καλόσι Νεσίμ, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Αγίου Δημητρίου Αθηνών
9. Σταυρακάκης Γεώργιος, του Λυκείου Νεαπόλεως Λασιθίου
10. Μουλαντζίκος Γεώργιος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Καρδίτσας
11. Γιαννάκης Αλέξανδρος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Πρέβεζας
12. Σταμέλος Κωνσταντίνος, του 6<sup>ου</sup> Λυκείου Ζωγράφου Αθηνών
13. Βαλογιάννης Γεώργιος, του 4<sup>ου</sup> Λυκείου Τρικάλων
14. Αλευρόπουλος Αθανάσιος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Ωραιοκάστρου Θεσσαλονίκης
15. Χαϊδούλη Ειρήνη, της Γερμανικής Σχολής Θεσσαλονίκης
16. Κοκκώνη Νικολίτσα, του Λυκείου Παραλίας Πατρών
17. Προφητηλιώτης Γεώργιος, του 2<sup>ου</sup> Λυκείου Έδεσσας
18. Κρικέλη Μαρία, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Κοζάνης
19. Τζαγιούσης Σωκράτης, του 4<sup>ου</sup> Λυκείου Ζωγράφου Αθηνών
20. Λεβεντέα Ελένη, της Ελληνογερμανικής Αγωγής Παλλήνης Αθηνών
21. Κική Γεωργία, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Κοζάνης
22. Παπαδόπουλος Νικόλαος, του Λυκείου Ιερισσού Χαλκιδικής
23. Δούλας Γεώργιος, των Εκπαιδευτηρίων Βασιλειάδη Θεσσαλονίκης
24. Τσατσόπουλος Θωμάς, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Καβάλας
25. Στεφανόπουλος Αναστάσιος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Ναυπλίου
26. Παπαδοπούλου Ερμιόνη, του Πειραματικού Λυκείου Παν/μίου Μακεδονίας Θεσσαλονίκης
27. Μαύρος Στέφανος, του 2<sup>ου</sup> Λυκείου Θεσσαλονίκης
28. Λαζαρίδου Ευθυμία, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Δράμας
29. Στασινόπουλος Γιάννης, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Αγίας Παρασκευής Αθηνών
30. Χρόνη Λαμπρινή, του 52<sup>ου</sup> Λυκείου Αθηνών
31. Σουλτσιώτης Νικόλαος, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Λάρισας
32. Κρικέλη Ελένη, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Κοζάνης
33. Περοντσά Αναστασία, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Σταυρούπολης Θεσσαλονίκης
34. Σουλτανίδη Ιωάννης, του Πειραματικού Λυκείου Παν/μίου Μακεδονίας Θεσσαλονίκης
35. Ζαφειρίου Σοφία, του 2<sup>ου</sup> Λυκείου Νάουσας
36. Αποστολίδου - Κιούπη Φανή, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Νάουσας
37. Παυλάκος Γεώργιος, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Κορίνθου

## Θέματα και Απαντήσεις 1ης φάσης “ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ”

1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Ήλιος, το άστρο της ημέρας.

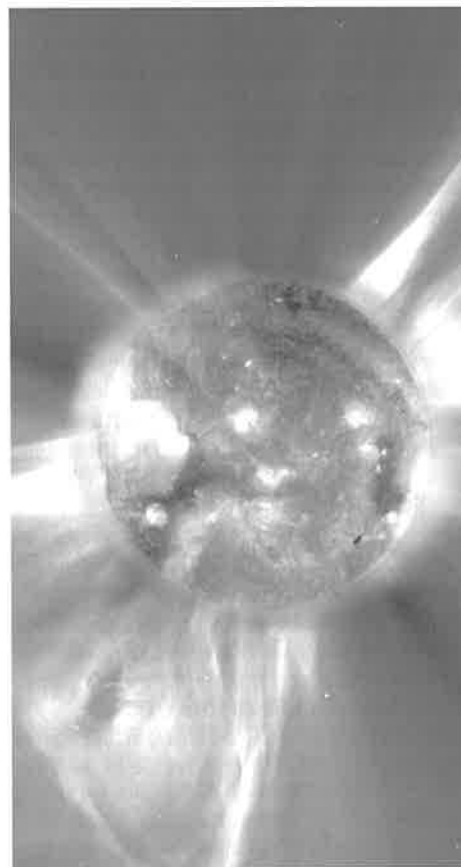
Α) Ποια είναι η πηγή ενέργειας του Ήλιου και για πόσο θα τη διατηρεί;

Β) Ποιους σχηματισμούς παρατηρούμε στη φωτόσφαιρα του Ήλιου και ποιους στο στέμμα του;

Γ) Πότε ήταν η τελευταία, ορατή από την Ελλάδα, έκλειψη του Ήλιου και από ποιες φάσεις διήλθε; Μήπως γνωρίζετε εάν κάποιο χημικό στοιχείο παρατηρήθηκε πριν από η Γη, για πρώτη φορά στον Ήλιο κατά τη διάρκεια έκλειψης;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Του μαθητή Μιχαηλίδη Γεωργίου, του 1ου Λυκείου Συκεών Θεσσαλονίκης, που ήρθε πρώτος στο διαγωνισμό



Α) Ο Ήλιος είναι το άστρο του ηλιακού μας συστήματος. Ένας μαγνητικός, μεταβλητός μακράς περιόδου, λευκοκίτρινος αστέρας, φασματικού τύπου G2. Κατά καιρούς είχαν διατυπωθεί διάφορες θεωρίες για την παραγωγή ενέργειας στον Ήλιο. Οι επιστήμονες, τότε, γνώριζαν ότι ο Ήλιος είχε ηλικία δισεκατομμυρίων ετών και εξέπεμπε ακτινοβολία και ενέργεια ασταμάτητα όλα αυτά τα χρόνια. Μια θεωρία που είχε διατυπωθεί ήταν η θεωρία της συστολής. Με βάση αυτή ο Ήλιος, λόγω της ενέργειας που εξέπεμπε, ψυχόταν, οπότε συρρικνωνόταν και λόγω της συρρίκνωσής του αυξανόταν η θερμοκρασία και η πυκνότητά του, με αποτέλεσμα να εκπέμπει εκ νέου ενέργεια. Παρ' όλα αυτά σύντομα εγκαταλείφθηκε αυτή η άποψη καθώς οι τότε επιστήμονες γνώριζαν ότι ο Ήλιος είχε ηλικία δισεκατομμυρίων ετών και με αυτόν τον τρόπο παραγωγής ενέργειας θα μπορούσε να υφίσταται και να παράγει ενέργεια μόνο για μερικά εκατομμύρια χρόνια.

Σήμερα είναι ευρέως αποδεκτή από την επιστημονική κοινότητα η παραγωγή ενέργειας μέσω θερμοπυρηνικών αντιδράσεων. Έτσι και μόνον έτσι είναι δυνατό να εξηγηθεί η τόσο μεγάλη ενέργεια που ακτινοβολείται ανεξάντλητα από τον Ήλιο εδώ και 4,5 δισεκατομμύρια χρόνια, από τη δημιουργία του. Σήμερα ο Ήλιος είναι στη φάση της Κύριας Ακολουθίας του και ένας νάνος αστέρας. Στο εσωτερικό του υπάρχει ακόμη άφθονο υδρογόνο. Η παραγωγή της ενέργειας στον Ήλιο γίνεται μέσω της μετατροπής του υδρογόνου σε ήλιο. Αυτό επιτυγχάνεται με τη θερμοπυρηνική σύντηξη. Δηλ. την ένωση ελαφρύτερων πυρήνων υδρογόνου για τη σύνθεση βαρύτερων πυρήνων ηλίου.



Η συνολική μάζα των τελικών πυρήνων του ηλίου είναι ελαφρώς μικρότερη από τη συνολική μάζα των αρχικών πυρήνων υδρογόνου. Το έλλειμμα μάζας ονομάζεται «μάζα αφάνειας» και μετατρέπεται σε ενέργεια με βάση την εξίσωση του Αϊνστάιν  $E = m \cdot c^2$ , όπου  $E$  η ενέργεια που ακτινοβολείται σε έργα,  $m$  η μάζα του σώματος και  $c$  η ταχύτητα του φωτός στο κενό ( $= 300.000 \text{ km/sec}$ ). Πάνω σ' αυτή τη λογική στηρίζεται ο μηχανισμός παραγωγής ενέργειας του Ήλιου και ενδεικτικά υπάρχουν δύο κύριοι μηχανισμοί θερμοπυρηνικής σύντηξης. Ο κύκλος του άνθρακα (ή κύκλος Μπέτε) και ο κύκλος πρωτονίου – πρωτονίου.

Ο κύκλος του άνθρακα απαιτεί τεράστιες θερμοκρασίες και δεν έχει πολύ μεγάλη απόδοση. Γι' αυτό και ο Ήλιος μας χρησιμοποιεί μόνο το 1% της παραγόμενης ενέργειας. Αντίθετα στους γίγαντες και υπεργίγαντες αστέρες χρησιμοποιείται κατ' εξοκλήν ο κύκλος αυτός. Το άλλο 99% της παραγόμενης ενέργειας επιτυγχάνεται μέσω του κύκλου πρωτονίου – πρωτονίου, που απαιτεί χαμηλότερες θερμοκρασίες και στον Ήλιο μας έχει μεγαλύτερη απόδοση.

Κατά τους κύκλους αυτούς, 4 πυρήνες υδρογόνου συντίθενται σε έναν πυρήνα ηλίου, με ταυτόχρονη εκπομπή 2 νετρίνων και 2 ποζιτρονίων. Το έλλειμμα μάζας μεταξύ των αρχικών πυρήνων υδρογόνου και των τελικών ηλίου μετατρέπεται σε ενέργεια.

Ειδικότερα στον κύκλο πρωτονίου – πρωτονίου συμβαίνουν τα εξής:

Πρώτη φάση:

1 πρωτόνιο (πυρήνας υδρογόνου) + 1 πρωτόνιο  $\rightarrow$  2 πρωτόνια + 1 ποζιτρόνιο + 1 νεutrino.

Δεύτερη φάση:

2 πρωτόνια + 1 πρωτόνιο  $\rightarrow$  1 ήλιο-3 + ακτίνες  $\gamma$ .

Τρίτη φάση:

ήλιο-3 + ήλιο-3  $\rightarrow$  ήλιο-4 + 2 πρωτόνια.

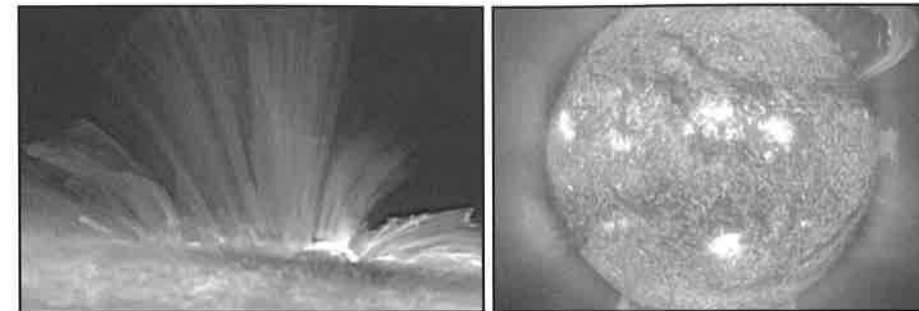
Αυτοί είναι σε γενικές γραμμές οι κυριότεροι τρόποι παραγωγής ενέργειας στο εσωτερικό του Ηλίου. Ο Ήλιος θα συνεχίσει να καίει το υδρογόνο του για άλλα 4,5 δισεκατομμύρια χρόνια, οπότε και θα τελειώσει. Τότε θα αρχίσει να καίει το ήλιο σε άνθρακα, αφού θα έχει μετατραπεί σε ερυθρό γίγαντα και στη συνέχεια, επειδή δεν θα έχει αρκετή μάζα, ώστε λόγω της βαρυτικής συστολής του να πυροδοτηθεί η καύση του άνθρακα, θα μετατραπεί σε λευκό νάνο, έπειτα σε καστανό και τέλος σε μαύρο νάνο.

**Β)** Στη φωτόσφαιρα του Ήλιου και στο στέμμα του παρατηρούμε διάφορους σχηματισμούς. Κατ' αρχήν στη φωτόσφαιρα παρατηρούμε τους φωτοσφαιρικούς κόκκους, οι οποίοι είναι αποτέλεσμα του φαινομένου της φωτοσφαιρικής κοκκίασης, που οφείλεται σε ανοδικά ρεύματα αερίων. Είναι τεράστιοι κόκκοι που αναβλύζουν στην επιφάνεια με διάμετρο μέχρι και 2.000 χλμ.

Τα σημαντικότερα φαινόμενα, όμως, που παρατηρούνται στην ηλιακή φωτόσφαιρα και στο ηλιακό στέμμα είναι αυτά, που οφείλονται στη δράση του Ηλίου και παρατηρούνται στις περιοχές δράσης του. Κατ' αρχήν η δράση του Ηλίου οφείλεται στο μαγνητικό πεδίο του Ήλιου, σε συνδυασμό με τα ανοδικά ρεύματα ύλης.

Ο Ήλιος είναι ένα μακροπερίοδος μαγνητικά μεταβλητός αστέρας με περίοδο αλλαγής πολικότητας κάθε 11 χρόνια (στα 22 χρόνια το μαγνητικό πεδίο επανέρχεται στον αρχικό του προσανατολισμό). Αυτή η αλλαγή οφείλεται στη δράση του. Τα διάφορα στρώματα της επιφάνειας του Ήλιου έχουν διαφορετική περιστροφή. Αυτό σημαίνει ότι περιστρέφονται με διαφορετικές γωνιακές ταχύτητες. Έτσι, μια περιοχή του ισημερινού εκτελεί πλήρη περιστροφή σε 25 ημέρες, ενώ ένα σημείο στους πόλους σε περισσότερες ημέρες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, όσο προχωράμε από τους πόλους προς τον ισημερινό του, στα διάφορα ηλιογραφικά πλάτη, η ταχύτητα των στρωμάτων αυξάνει. Έτσι οι μαγνητικές γραμμές στρεβλώνονται, όπως τα νήματα στους κόμπους ενός σκοινιού. Αυτή η περιπλοκή, σε συνδυασμό με την αλληλεπίδραση από την αναδύμενη ύλη του εσωτερικού του, παρουσιάζει κατά τόπους πολύ ισχυρά μαγνητικά πεδία, τις περιοχές δράσης, οι οποίες εκδηλώνονται στη φωτόσφαιρα και στην ατμόσφαιρα του Ήλιου με διάφορους βίαιους σχηματισμούς.

Συγκεκριμένα στη φωτόσφαιρα παρατηρούνται οι ηλιακές κηλίδες, οι οποίες είναι φαινόμενα που παρατηρούνται πάνω στην ηλιακή φωτόσφαιρα, με θερμοκρασία 4.500 °C, σε αντίθεση με τους 6.000 °C της γύρω περιοχής.



Γι' αυτό και στο κέντρο του παρουσιάζονται σκοτεινοί σχηματισμοί, σε αντίθεση με το γεγονός ότι αν παρουσιάζονταν μόνοι τους στο Διάστημα θα φωτοβολούσαν έντονα με ζωηρό κόκκινο χρώμα. Θερμό φωτόσφαιρικό υλικό αναβλύζει ανάμεσα στις κηλίδες, εκσφενδονίζεται προς τα έξω, ψύχεται και πέφτει πάλι στη γύρω περιοχή.

Οι κηλίδες αλλάζουν την πολικότητά τους και τον προσανατολισμό τους κάθε 11 χρόνια και επανέρχονται πάλι μετά από άλλα 11 χρόνια. Δηλ. συνολικά κάθε 22 χρόνια επανέρχονται στην αρχική τους πολικότητα και προσανατολισμό. Χαρακτηριστικός είναι ο νόμος της πολικότητας των κηλίδων, σύμφωνα με τον οποίο: 1. Η ηγούμενη κηλίδα κάθε ζεύγους έχει πολικότητα αντίθετη της επόμενης. 2. Οι πολικότητες ανάμεσα στην ηγούμενη κηλίδα του βορείου ημισφαιρίου και του νοτίου ημισφαιρίου είναι αντίθετες. 3. Διο διαδοχικές περιοχές του βορείου ημισφαιρίου και του νοτίου έχουν αντίθετη πολικότητα.

Επίσης γνωστό είναι το διάγραμμα πεταλούδας, το οποίο παριστάνει την κατανομή των ηλιακών κηλίδων για ολόκληρο τον κύκλο τους σε διάφορα ηλιογραφικά πλάτη.

Αποτέλεσμα των κηλίδων είναι οι εκλάμψεις, οι οποίες μοιάζουν με ηλεκτρικές εκκενώσεις στις ηλεκτρομαγνητικές καταγίδες. Κατά τις εκλάμψεις απελευθερώνεται τεράστια ποσότητα ενέργειας σε όλα τα μήκη κύματος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Επίσης σημαντικές είναι οι ηλιακές προεξοχές, δηλ. θερμοκρυσταλλικά αερίων, που εκτείνονται αρκετά πάνω από τη φωτόσφαιρα, και λόγω της χαμηλότερης θερμοκρασίας τους, όταν προβάλλονται στη φωτόσφαιρα, εμφανίζονται ως σκοτεινοί σχηματισμοί, που λέγονται νήματα, ενώ εάν προβληθούν στον περίγυρο του ηλιακού δίσκου, φαίνονται ως μεγάλα λαμπρά δένδρα.

Τέλος στο στέμμα η εκδήλωση των περιοχών δράσης γίνεται με την παρουσία των στεμματικών συμπεκνώσεων και οπών. Είναι συμπεκνώσεις της στεμματικής ύλης με μεγαλύτερη θερμοκρασία, λόγω της μεγαλύτερης κινητικότητάς της και παράγει έντονη αντινοβολία – Χ.

**Γ)** Φυσικά η τελευταία ορατή έκλειψη Ήλιου ήταν η γνωστότατη ολική έκλειψη που έγινε το Μάρτιο του 2006 στο Καστελόριζο. Χιλιάδες άνθρωποι συγκεντρώθηκαν εκεί και με τη χρήση ειδικών γυαλιών, με φίλτραρισμένους φακούς, μπόρεσαν να δουν την έκλειψη χωρίς πρόβλημα. Ολική έκλειψη είχαμε επειδή η Σελήνη (φάση Νέας Σελήνης) παρεμβλήθηκε ανάμεσα στον Ήλιο και στη Γη. Έτσι η Γη μπήκε στον κώνο της σκιάς της Σελήνης και είχαμε την ολική έκλειψη του Ήλιου. Μερική έκλειψη έχουμε όταν η Γη μπει στην παρασκιά της Σελήνης και δακτυλιοειδή όταν μπει στην προέκταση του κώνου της σκιάς της.

Η έκλειψη στο Καστελόριζο έγινε ορατή από την υπόλοιπη Ελλάδα ως μερική και πραγματοποιήθηκε λίγο μετά το μεσημέρι. Οι διαδοχικές φάσεις ήταν οι εξής: Ξαφνικά άρχισε να εμφανίζεται κάτω και δεξιά του δίσκου της Σελήνης η κάλυψη του Ήλιου. Στη συνέχεια καταλαμβανόταν όλο και περισσότερο μέρος του δίσκου του Ήλιου, ώπου τον εξαφάνισαν όμως διόλου. Τότε επικράτησε κάποιο σκοτάδι, ώστε φαινόταν μερικά λαμπρά άστρα στο Καστελόριζο. Στη συνέχεια άρχισε κάτω και δεξιά του Ήλιου να εξαφανίζεται η κάλυψη της Σελήνης και σιγά – σιγά να εμφανίζεται πάλι ο ηλιακός δίσκος. Κατά τη διάρκεια της έκλειψης έγινε δυνατή η θέαση τμήματος της χρωμόσφαιρας και του στέμματος (όπως στον στεματογράφο, ο οποίος προκαλεί τεχνητή ηλιακή έκλειψη). Τότε παρατηρήθηκε από τους ερευνητές πιθανότατα η γραμμή Ηα του ουδέτερου υδρογόνου, το οποίο οφείλει το κόκκινο χρώμα του στη χρωμόσφαιρα του Ήλιου.

Σε μια άλλη έκλειψη Ηλίου, στο παρελθόν, παρατηρήθηκε και η άγνωστη μέχρι τότε γραμμή του He, η οποία ανήκε στο άγνωστο στοιχείο ήλιο. Ονομάστηκε έτσι επειδή ανακαλύφθηκε για πρώτη φορά στον Ήλιο και αργότερα ανακαλύφθηκε και στη Γη.

2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Από την αρχαία ακόμη περίοδο οι άνθρωποι παρατηρούσαν και προσπαθούσαν να εξηγήσουν το φαινόμενο των παλίρροιών.

Α) Τι γνωρίζετε, γενικά για το φαινόμενο των παλίρροιών;

Β) Πού οφείλεται το φαινόμενο αυτό; Συγκεκριμένα εξηγήστε ποιο ουράνιο σώμα είναι κυρίως υπεύθυνο γι' αυτές.

Γ) Ποιες επιπτώσεις έχει πάνω στη Γη και ποιες πάνω στη Σελήνη;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Του μαθητή **Γιαταγάνα Γεωργίου**, του 2ου Λυκείου Φαρσάλων, που ήρθε 2ος στο διαγωνισμό.

Α) Το φαινόμενο των παλίρροιών είναι όντως ένα εντυπωσιακό φαινόμενο, κατά το οποίο παρατηρείται η άμπωτη (πτώση της στάθμης του νερού) και η πλημμυρίδα (άνυψωση της στάθμης του νερού). Οι παλίρροιες έχουν σχέση με τη μετακίνηση του νερού των ωκεανών και των θαλασσών γενικότερα, λόγω της επίδρασης του Ήλιου και της Σελήνης. Σε πολλά μέρη του κόσμου το φαινόμενο αυτό είναι ιδιαίτερα έντονο, αφού η στάθμη της θάλασσας στο ελάχιστο και στο μέγιστο έχουν διαφορά ενός έως πέντε μέτρων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα ο κόλπος Fundy του Καναδά.

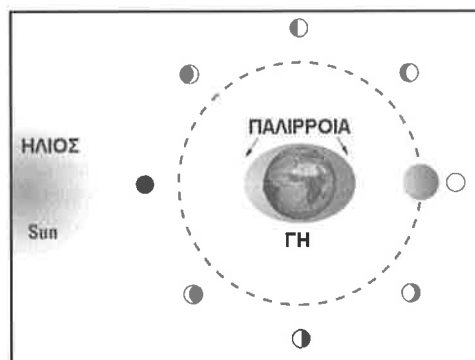
Β) Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στην έλξη της Γης από τη Σελήνη κυρίως και λιγότερο από τον Ήλιο, λόγω της κοντινής τους απόστασης. Γενικά οι παλίρροιακές δυνάμεις μεταξύ δύο σωμάτων είναι μεγαλύτερες, όταν η απόστασή τους είναι μικρή. Αυτό προκύπτει και από το νόμο της παγκόσμιας έλξης του Νεύτωνα,

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$$

ο οποίος εξηγεί και το φαινόμενο των παλίρροιών.

Οι παλίρροιες, φυσικά, έχουν διαφορετικό μέγεθος και ισχύ, ανάλογα με τη θέση της Σελήνης, καθώς αυτή περιστρέφεται γύρω από τη Γη. Τα νερά της Γης εξογκώνονται, όταν η Σελήνη βρίσκεται πάνω από αυτά, ή στο αντίθετο μέρος της. Το αντίθετο συμβαίνει, στα νερά της Γης που βρίσκονται δεξιά και αριστερά από την κατακόρυφη θέση της Σελήνης (βλ. σχήμα).

Το φαινόμενο αυτό είναι εντονότερο, όταν προς το ίδιο μέρος, ή προς το αντίθετο βρίσκεται και ο Ήλιος, δηλ. όταν έχουμε Πανσέληνο ή Νέα Σελήνη. Ενώ όταν έχουμε πρώτο και τελευταίο τέταρτο, οπότε τα σώματα Ήλιος – Γη – Σελήνη σχηματίζουν ορθή γωνία, το φαινόμενο είναι μικρής έντασης.



Γ) Το φαινόμενο αυτό έχει βέβαια επιπτώσεις τόσο στη Γη όσο και στη Σελήνη. Όσον αφορά τη Γη το φαινόμενο την επηρεάζει ευεργετικά στο γεγονός ότι οι μεγάλες μάζες νερού λόγω της μετακίνησής του «ανακατεύονται». Αν και με πρώτη ματιά, το φαινόμενο αυτό δεν φαίνεται σημαντικό, έχει μεγάλη σημασία για τον πλανήτη, αφού τα θερμά ρεύματα αναμιγνύονται με τα ψυχρά ρεύματα σ' ένα βαθμό και διατηρείται έτσι η μέση θερμοκρασία της Γης. Επί πλέον, οι παλίρροιες ευθύνονται για την επιβράδυνση της περιστροφής της Γης γύρω από τον άξονά της. Όπως υπολόγισαν οι αστρονόμοι, η περιστροφή της Γης επιβραδύνεται λόγω των παλίρροιών κατά 0,0016 δευτερόλεπτα ανά αιώνα. Η επιβράδυνση αυτή φαίνεται ιδιαίτερα μικρή, αλλά στο πέρασμα των αιώνων και των χιλιετιών γίνεται τεράστια. Για παράδειγμα, πριν από 1.130.000 χρόνια η περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονά της κρατούσε 22 ώρες, σήμερα 23 ώρες, 56 λεπτά και 4 δευτερόλεπτα ενώ σε μερικά δισεκατομμύρια χρόνια (με την προϋπόθεση ότι θα υπάρχει ακόμη η Γη) η διάρκεια περιστροφής θα είναι 27 ημέρες, δηλ. περίπου ίση με τη Σελήνη.

Φυσικά η παλίρροια επηρεάζει και τη Σελήνη. Συγκεκριμένα, η αόρατη πλευρά της Σελήνης έχει ακτίνα 300 μ. μεγαλύτερη από την ορατή πλευρά της λόγω του φαινομένου της παλίρροιας, αλλά και λόγω της αρχής δράσης – αντίδρασης. Επίσης, λόγω της επιβράδυνσης της περιστροφής της Γης, η Σελήνη, προκειμένου να διατηρηθεί, απομακρύνεται. Έτσι οι απόγονοί μας θα χάσουν με τον τρόπο αυτό και το εντυπωσιακό φαινόμενο της ολικής έκλειψης, αφού λόγω της μεγάλης απόστασης που θα υπάρχει, δεν θα πέφτει η σκιά της Σελήνης πάνω στη Γη, αλλά η προέκτασή της, δημιουργώντας έτσι στην καλύτερη περίπτωση δακτυλιοειδή έκλειψη.

Γενικά το φαινόμενο της παλίρροιας, μπορεί να πει κανείς, ότι έχει συνέπειες, οι οποίες δεν κατανοούνται χωρίς τη χρήση αστρονομικών οργάνων και το ευτύχημα είναι ότι δεν επηρεάζουν αρνητικά τον πλανήτη μας.

3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Το Σύμπαν αποτελείται από γαλαξίες. Για να μελετήσουμε τους γαλαξίες αυτούς εξετάζουμε πρώτα το δικό μας Γαλαξία.

- Α) Τι είναι ο Γαλαξίας μας;  
 Β) Ποιο είναι το μέγεθος και το σχήμα του και εμείς σε ποια θέση βρισκόμαστε;  
 Γ) Ποια είναι γενικότερα η δομή του;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Του μαθητή Μυριακού Παναγιώτη, του 3ου Λυκείου Κορίνθου, που ήρθε 3ος στο διαγωνισμό.



Α) Ο Γαλαξίας μας είναι ένας συνηθισμένος γαλαξίας, ανάμεσα στα δισεκατομμύρια των γαλαξιών του ορατού Σύμπαντος. Είναι μια νησίδα αστέρων και μεσοαστρικής ύλης καθώς και μεγάλη ποσότητα σκοτεινής ύλης. Ο Γαλαξίας μας αποτελεί μέλος της Τοπικής Ομάδας των γαλαξιών, στους οποίους ο δικός μας Γαλαξίας και ο γαλαξίας της Ανδρομέδας αποτελούν τους μεγαλύτερους. Γύρω από το δικό μας κινούνται δυο γαλαξίες δορυφόροι, τα Νέφη του Μαγγελάνου, τα οποία χαρακτηρίζονται ως ανώμαλοι γαλαξίες. Είναι μικροί (νάνοι) γαλαξίες και στο μέλλον θα αφομοιωθούν στον δικό μας Γαλαξία.

Β) Ο Γαλαξίας μας έχει διάμετρο 100.000 έτη φωτός και πάχος 15.000 έτη φωτός. Το σχήμα του είναι σπειροειδές τύπου Sb, σύμφωνα με το διάγραμμα κατάταξης του Hubble, ενώ κατ' άλλους στην κατηγορία Sbb, καθώς διακρίνουν μια ραβδοειδή διάταξη αστέρων κατά μήκος του πυρήνα του. Αποτελείται από δύο κύριους βραχίονες, του Τοξότη και του Περσέα. Ο Ήλιος μας, οπότε και εμείς, βρισκόμαστε στο βραχίονα του Ωρίωνα, έναν δευτερεύοντα βραχίονα, ο οποίος παίζει το ρόλο της γέφυρας μεταξύ των δύο κύριων βραχιόνων. Απέχουμε 30.000 έτη φωτός από το κέντρο του Γαλαξία μας, δηλ. κατά κάποιο τρόπο βρισκόμαστε στα προάστια.

Γ) Στον πυρήνα του Γαλαξία μας, διαμέτρου 6.000 ετών φωτός, η πυκνότητα είναι συγκριτικά τεράστια σε σχέση με τους αραιούς βραχίονες. Πιθανότατα υπάρχει μια τεράστια μαύρη τρύπα εκεί, η οποία τρέφεται με άστρα εκλύοντας τεράστιες ποσότητες θερμότητας κυρίως δε ακτίνων Χ (οι οποίες προέρχονται από το δίσκο προσαύξησης της μαύρης τρύπας). Περιέχει αστέρες τύπου II. Γύρω από το κέντρο αναπτύσσονται οι βραχίονες, όπου υπάρχουν μεγαλύτερες ποσότητες αερίου, το οποίο μπορεί να καταρρεύσει και να δημιουργηθούν νέοι αστέρες. Έτσι στους βραχίονες συναντάμε αστέρες τύπου I, δηλ. αστέρες που είναι πλούσιοι σε μέταλλα. Γύρω από τους βραχίονες εκτείνεται η άλω, μια περιοχή που περικλείει το Γαλαξία μας. Σ' αυτή υπάρχουν μόνο γηραιοί αστέρες και σφαιρωτά σμήνη. Επίσης στην άλω υπάρχει μεγάλη ποσότητα σκοτεινής ύλης με τη μορφή των MACHO (συμπαγών αντικειμένων στην άλω), καθώς και WIMP (Weakly Interacting Massive Particles), νετρίνα κ.λπ.

4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Ο Τζων Γκλεν, ο πρώτος Αμερικανός αστροναύτης, περιγράφοντας την παρθενική πτήση του, το 1962, είπε μεταξύ των άλλων:

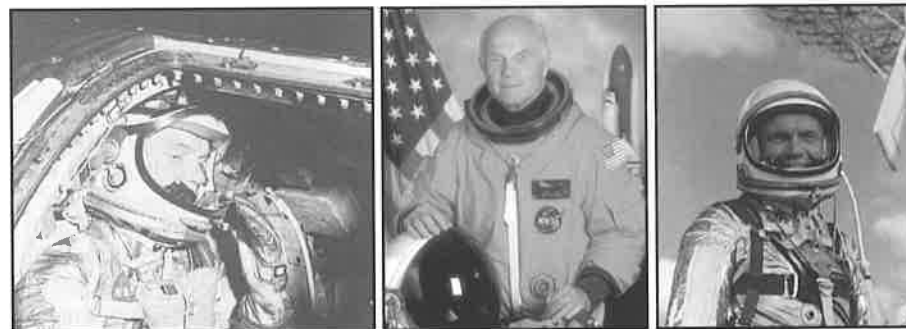
*Πόσο όμορφη ήταν η θέα της Γης! Ο λαμπερός γαλάζιος ωκεανός, οι αμμοθύελλες στη Σαχάρα, ο χορός των αστραπών στα σύννεφα. Τη στιγμή της δύσεως του Ηλίου, ύστερα από 40 λεπτά πτήσεως - η πρώτη για μένα εκείνη την ημέρα - έλαμπε με όλα τα χρώματα του φάσματος, από κόκκινο και πορτοκαλί μέχρι λουλακί και βιολετί.*

*Ύστερα από τρεις στροφές γύρω από τον πλανήτη, η επάνοδος στην ατμόσφαιρα ήταν μια διαφορετική διαδικασία... Κοιτάζοντας από το μικρό παράθυρο, είδα φλεγόμενα κομμάτια μετάλλων να περιπίπτανται και μια πορτοκαλί πύρινη μπάλα. Δεν ήμουν βέβαιος αν τα κομμάτια προέρχονταν από τους πυραύλους, που είχαν πυροδοτηθεί ή από τη διάσπαση της θερμικής ασπίδας του «Φιλία - 7». Ο θάλαμος, όμως, άντεξε και πέντε ώρες αργότερα, μετά την αναχώρησή μου από τη Φλόριντα έπλεα στον Ατλαντικό, περιμένοντας ένα αντιτορπιλικό να με περισυλλέξει.*

- Α) Να σχολιάσετε την αφήγηση αυτή του Τζων Γκλεν.  
 Β) Ποια διαστημικά συμπεράσματα εξάγετε από την πρώτη παράγραφο;  
 Γ) Ποια διαστημικά επίσης συμπεράσματα εξάγετε από τη δεύτερη παράγραφο;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Του μαθητή Μιχαηλίδη Γεωργίου, του Λυκείου Συκεών Θεσσαλονίκης, που ήρθε πρώτος στο διαγωνισμό.



Α) Ο Τζων Γκλεν ήταν ο πρώτος Αμερικανός Αστροναύτης που ταξίδεψε στο Διάστημα. Έκανε τρεις κύκλους γύρω από τη Γη, και ύστερα εισήλθε στη γήινη ατμόσφαιρα, βλέποντας τα πύρινα απομεινάρια του διαστημοπλοίου του, λόγω τριβής με την ατμόσφαιρα, να φλέγονται. Ύστερα προσθαλασώθηκε στον Ατλαντικό Ωκεανό περιμένοντας το αντιτορπιλικό να τον περισυλλέξει. Δεν είχαν εφευρεθεί, τότε, τα διαστημικά λεωφορεία, τα οποία προσγειώνονται σαν αεροπλάνα.

Πρόκειται για μια αφήγηση άκρως συναισθηματική. Ήταν ο πρώτος Αμερικανός αστροναύτης στη χρονιά, που βγήκε έξω από τα όρια της Γης. Φαίνεται ότι είναι άκρως ενθουσιασμένος απ' αυτή του την εμπειρία. Αυτό δείχνει τη χαρά, που δίνει στον άνθρωπο η επίτευξη ενός ταξιδιού στο Διάστημα. Το γεγονός αυτό είναι κοσμοϊστορικό και σηματοδοτεί την αρχή μιας νέας εποχής: Της διαστημικής εποχής. Της εποχής της έναρξης των αμερικανικών διαστημικών ταξιδιών. Έτσι κατακτήσαμε τη Σελήνη, εξερευνήσαμε ολόκληρο το ηλιακό μας σύστημα και φθάσαμε να σχεδιάζουμε πτήση προς τον Άρη. Με τους ποικίλους διαστημικούς σταθμούς, όπως τον Σαλιούτ, τον Μπρ και τον I.S.S. Ο ενθουσιασμός αυτός του Γκλεν δείχνει την κρυφή επιθυμία του κάθε ανθρώπου, που την έχει ενδόμυχα απ' τη στιγμή της γένεσής του. Να ταξιδέψει στο Διάστημα και ν' ανακαλύψει τον κόσμο γύρω του και να τον ερευνήσει. Στο τέλος της αφήγησης φαίνεται και η αγωνία του για την επιβίωσή του, αφού είναι αμφίβολο αν θα αντέξει ο θαλαμίσκος του να τον επαναφέρει πίσω στη Γη.

**Β)** Από την πρώτη παράγραφο εξάγονται τα εξής συμπεράσματα:

1. Από μια θέση εκτός της Γης μπορείς να ιδείς τα πάντα ξεκάθαρα, όπως π.χ. το σφαιρικό σχήμα της Γης, τους ωκεανούς, της Σαχάρα, ακόμη και τις αστραπές, που δημιουργούνται μέσα στα σύννεφα.

2. Επίσης είναι ορατή η δύση του Ήλιου, πίσω από τη γήινη σφαίρα, φυσικά, όχι όπως τη βλέπουμε εμείς στη Γη μας.

3. Ο Ήλιος εκπέμπει ποικίλη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σε όλα τα μέρη του φάσματος. Από το κόκκινο και το πορτοκαλί (μεγάλα μήκη κύματος) μέχρι το λουλακί και το βιολετί (μικρά μήκη κύματος). Από τον άνθρωπο είναι ορατές μόνο οι γραμμές του «οπτικού παραθύρου» του φάσματος από το ιώδες μέχρι το ερυθρό και όχι το υπεριώδες, οι ακτίνες - Χ, το υπέρυθρο και τα ραδιοκύματα.



**Γ)** Από τη δεύτερη παράγραφο εξαγωγή επίσης ποικίλα διαστημικά συμπεράσματα, τα οποία είναι τα εξής:

1. Φαίνεται ότι ήταν ένα διαστημικό ταξίδι, που είχε σκοπό να γίνουν 3 περιφορές γύρω από τη Γη.

2. Με το τέλος των περιφορών αναγκαία ήταν η επιστροφή στη Γη, η οποία συνεπάγεται την απελευθέρωση όλων των κομματιών του διαστημοπλοίου, την αποσυρματόλογησή του δηλ., και την παραμονή του αστροναύτη σε έναν θάλαμο, ο οποίος προσθαλασσωνόταν (ήταν προγραμματισμένη η κενή πτώση για να μην υπάρξει ατύχημα).

3. Επίσης για την επανείσοδο στη γήινη ατμόσφαιρα απαραίτητη είναι η χρήση πυραύλων αντίδρασης, για να επιβραδύνεται η πτώση και να μην υπάρξει υπερθέρμανση του θαλαμίσκου.

4. Απαραίτητη είναι η θερμική ασπίδα του θαλαμίσκου. Ο λόγος είναι ο εξής: Κατά την είσοδο στην ατμόσφαιρα της Γης μ' εκείνη την ιλιγγιώδη ταχύτητα, όπως ακριβώς συμβαίνει με τους μετεωρίτες και τους κομήτες, η τριβή είναι τόσο μεγάλη, ώστε τα εξωτερικά στρώματα του διαστημοπλοίου πυρακτώνονται. Οπότε αν δεν υπήρχε θερμική ασπίδα, θα πυρακτωνόταν ο θαλαμίσκος με αποτέλεσμα τον οδυνηρό θάνατο του αστροναύτη.

5. Βεβαίως είναι αμφίβολη και η «επιβίωση» του θαλαμίσκου, έστω και με τη θερμική ασπίδα. Οπότε φαίνεται το ρίσκο του αστροναύτη σε κάθε παρόμοια επιχείρηση.

6. Τα αντιτορπιλικά πρέπει να είναι έτοιμα και σε προσδιορισμένη εκ των προτέρων θέση για να περισυλλέξουν το θαλαμίσκο. Οι υπολογισμοί έγιναν και γίνονται συνεχώς, ώστε να στεφθεί από επιτυχία η όλη επιχείρηση.

## 2η φάση «ΙΠΠΑΡΧΟΣ»

## Πίνακας επιτυχόντων

## ΓΙΑ ΤΗ NASA

1. Γιαταγάνας Γεώργιος - Ευθύμιος, του 2<sup>ου</sup> Λυκείου Φαρσάλων
2. Αναστασοπούλου Κωνσταντίνα, του Λυκείου Παραλίας Πατρών

## ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΤΗΣ ΤΑΥΛΑΝΔΗΣ

1. Γιαταγάνας Γεώργιος - Ευθύμιος, του 2<sup>ου</sup> Λυκείου Φαρσάλων
2. Αντωνόπουλος Ορέστης - Ιωάννης, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Αγίας Παρασκευής Αθηνών
3. Μαύρος Στέφανος, του 2<sup>ου</sup> Λυκείου Θεσσαλονίκης
4. Αναστασοπούλου Κωνσταντίνα, του Λυκείου Παραλίας Πατρών
5. Μουλαντζίκος Γεώργιος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Καρδίτσας (χάλκινο μετάλλιο)

## ΒΡΑΒΕΙΑ

1. Γιαταγάνας Γεώργιος - Ευθύμιος, του 2<sup>ου</sup> Λυκείου Φαρσάλων
2. Αντωνόπουλος Ορέστης - Ιωάννης, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Αγίας Παρασκευής Αθηνών
3. Μαύρος Στέφανος, του 2<sup>ου</sup> Λυκείου Θεσσαλονίκης

## ΕΠΑΙΝΟΙ

1. Αναστασοπούλου Κωνσταντίνα, του Λυκείου Παραλίας Πατρών
2. Μουλαντζίκος Γεώργιος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Καρδίτσας
3. Μυριαγκός Παναγιώτης, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Κορίνθου
4. Μιχαηλίδης Γεώργιος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Συκεών Θεσσαλονίκης
5. Σταμέλος Κωνσταντίνος, του 6<sup>ου</sup> Λυκείου Ζωγράφου Αθηνών
6. Λεβεντέα Ελένη, της Ελληνογερμανικής Αγωγής Αθηνών
7. Γιάχος Γεράσιμος, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Άρτας
8. Βαλργιάννης Γεώργιος, του 4<sup>ου</sup> Λυκείου Τρικάλων
9. Τζαγιούσης Σωκράτης, του 4<sup>ου</sup> Λυκείου Ζωγράφου Αθηνών
10. Σουλτσιώτης Νικόλαος, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Λάρισας
11. Στασινόπουλος Ιωάννης, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Αγίας Παρασκευής Αθηνών
12. Σουλτανίδης Ιωάννης, του Πειραματικού Λυκείου Παν/μίου Μακεδονίας Θεσσαλονίκης
13. Καλόσι Νεσίμ, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Αγίου Δημητρίου Αθηνών
14. Περοντσά Αναστασία, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Σταυρούπολης Θεσσαλονίκης
15. Χρόνη Λαμπρινή, του 52<sup>ου</sup> Λυκείου Αθηνών
16. Κρικέλη Μαρία, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Κοζάνης
17. Κρικέλη Ελένη, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Κοζάνης
18. Στεφανόπουλος Αναστάσιος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Ναυπλίου



## Θέματα και Απαντήσεις 2ης φάσης “ΙΠΠΑΡΧΟΣ”

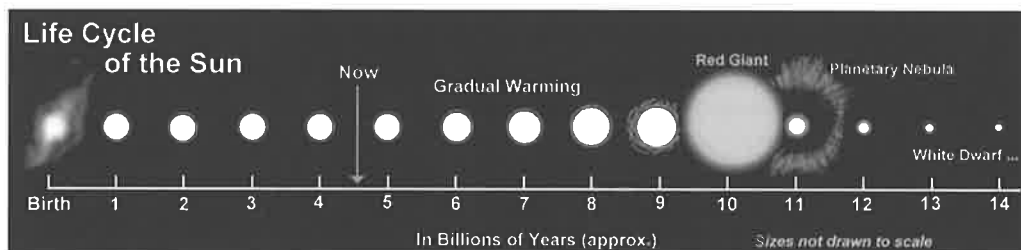
1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Μας είναι γνωστό σήμερα ότι οι αστέρες δεν παραμένουν πάντα οι ίδιοι, αλλά προοδευτικά εξελίσσονται.

- Α) Τι γνωρίζετε για την εξέλιξη των αστερών και το ρόλο της μάζας τους στην εξέλιξη αυτή;  
 Β) Ποια είναι τα διαδοχικά στάδια της εξέλιξης ενός άστρου;  
 Γ) Ποια είναι τα τελικά στάδια της εξέλιξης αυτού;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Του μαθητή Γεωργίου – Ευθυμίου Γαταγάνα, του 2ου Λυκείου Φαρσάλων, που ήρθε 1ος στο διαγωνισμό.



Α) Το Σύμπαν, σύμφωνα με τις νέες επιστημονικές γνώσεις μας, αποτελείται από 73% σκοτεινή ενέργεια, 23% σκοτεινή ύλη και μόνο 4% συνηθισμένη ύλη. Αυτή η τελευταία ύλη αποτελείται από γαλαξίες, αστέρες και διάφορα σωματίδια.

Τι είναι, λοιπόν, οι αστέρες;

Αστέρες ονομάζονται τα αέρια εκείνα ουράνια σώματα, τα οποία μπορούν να «καίνε» τα συστατικά, που βρίσκονται στον πυρήνα τους (υδρογόνο, ήλιο, άνθρακα κ.λπ.), δια μέσου των θερμοπυρηνικών αντιδράσεων του κύκλου πρωτονίου – πρωτονίου, όταν η θερμοκρασία του πυρήνα είναι

$$T < 20 \cdot 10^6 \text{ } ^\circ\text{K}$$

και του κύκλου του άνθρακα – αζώτου – οξυγόνου, όταν

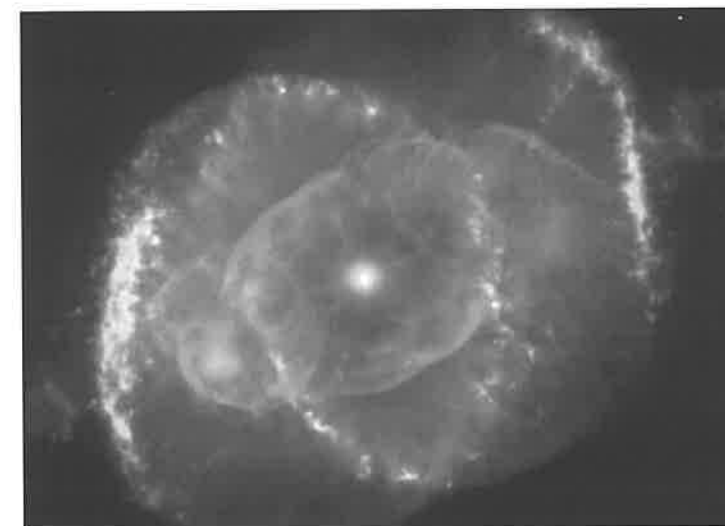
$$T > 20 \cdot 10^6 \text{ } ^\circ\text{K}$$

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αστέρα είναι ο Ήλιος μας, ο οποίος είναι υπεύθυνος σε μεγάλο βαθμό για την ύπαρξη ζωής στη Γη μας, αφού συντελεί στη φωτοσύνθεση των φυτών και η τροφική αλυσίδα παραμένει σταθερή.

Οι αστέρες έχουν ένα κοινό χαρακτηριστικό με την επιστήμη της ... αστρονομίας. Και στα δυο αυτά αναφερόμαστε με αριθμούς, που εγγίζουν τα εκατομμύρια και τα δισεκατομμύρια. Οι αστέρες ζουν εκατομμύρια ή και δισεκατομμύρια χρόνια. Αυτό εξαρτάται από τη μάζα τους. Ένας αστέρας δημιουργείται από ένα μεσοαστρικό νέφος, το οποίο είναι πλούσιο σε υδρογόνο και ήλιο, ενώ περιέχει και ελάχιστη ποσότητα βαρύτερων στοιχείων. Οι κόκκοι του νέφους είναι της τάξης μεγέθους των  $10^{-15}$  –  $10^{-5}$  εκατοστών. Κάποια «στιγμή» δημιουργούνται οι κατάλληλες συνθήκες και μεταβολές, ώστε να είναι δυνατό να γίνουν τοπικές συμπυκνώσεις, οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα τη συγκέντρωση μάζας, οπότε η βαρύτητα βοηθά στη συστολή του νεφελώματος και τη σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας του. Με την πάροδο αρκετών εκατομμυρίων ετών δημιουργείται ο πρωτοαστέρας, ο οποίος έχει διάμετρο μερικών ετών φωτός. Ωστόσο δεν φαίνεται στο ορατό φάσμα, γιατί το νέφος που τον περιβάλλει, απορροφά την ακτινοβολία του και την επανεκπέμπει στο υπέρυθρο.

Εν τω μεταξύ ο πρωτοαστέρας συνεχίζει να συστέλλεται και με την πάροδο περίπου 1000 ετών αποκτά ημι – υδροστατική ισορροπία. Τότε σιγά – σιγά η συστολή αρχίζει να επιβραδύνεται, μέχρις ότου ο πυρήνας του αστέρα ν’ αποκτήσει θερμοκρασία  $500.000 \text{ } ^\circ\text{K}$ . Τη «στιγμή» αυτή γεννιέται ο αστέρας, ο οποίος αρχίζει τις θερμοπυρηνικές του αντιδράσεις καίγοντας τα ελαφρά στοιχεία υδρογόνο, δευτέριο, βόριο και βηρύλλιο. Μετά από αρκετές χιλιάδες χρόνια ο ισχυρός αστρικός άνεμος που δημιουργείται στην επιφάνεια του αστέρα, διώχνει τα εναπομείναντα νέφη που τον περιβάλλουν και έτσι γίνεται πλέον ευδιάκριτος στο ορατό φάσμα.

Το γεγονός, που θα καθορίσει τη μετέπειτα ζωή και την εξέλιξη του αστέρα, είναι η μάζα του που είχε, όταν από πρωτοαστέρας έγινε αστέρας. Πάντως, ανεξάρτητα από ηλικία, όλοι οι αστέρες περνούν το μεγαλύτερο στάδιο της ζωής στη λεγόμενη κύρια ακολουθία, δηλ. στην κατάσταση που καίνε το υδρογόνο του πυρήνα τους. Ενδεικτικά ο Ήλιος θα περάσει 9 δισεκατομμύρια χρόνια στην κύρια ακολουθία και ο θάνατός του θα επέλθει στα 12 δισεκατομμύρια χρόνια περίπου.



Β) Όπως προαναφέρθηκε, τα διαδοχικά στάδια της εξέλιξης ενός άστρου είναι η εξέλιξη πριν από την κύρια ακολουθία, η εξέλιξη κατά την κύρια ακολουθία και η εξέλιξη μετά την κύρια ακολουθία. Κατά την κύρια ακολουθία, όλοι οι αστέρες καίνε το υδρογόνο, που υπάρχει στον πυρήνα τους. Στην κύρια ακολουθία, ο αστέρας (ανεξαρτήτου μάζας) βρίσκεται σε απόλυτη υδροστατική ισορροπία, αφού η δύναμη της βαρύτητας αντισταθμίζεται από τις εσωτερικές πιέσεις του αστέρα, λόγω της καύσης του υδρογόνου, η οποία για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα είναι σταθερή. Οι αστέρες ξοδεύουν μόλις το 10% της μάζας του υδρογόνου σε θερμοκρασίες πάνω από  $1.000.000 \text{ } ^\circ\text{K}$ , γιατί μόνο έτσι είναι δυνατό ν’ αντισταθμιστεί η τεράστια δύναμη της βαρύτητας.

Μετά το στάδιο αυτό, κατά το οποίο ο αστέρας μετατρέπει το υδρογόνο σε ήλιο, ο πυρήνας του πλημμυρίζει από ήλιο. Τώρα πλέον ο αστέρας φεύγει από την κύρια ακολουθία και διακρίνεται πλέον από μεγάλη σταθερότητα. Όταν σταματήσει η καύση του υδρογόνου σε ήλιο, αρχίζει η δύναμη της βαρύτητας να συστέλλει και πάλι τον αστέρα. Έτσι μειώνεται η δυναμική ενέργειά του και λόγω της ισχύος του θεωρήματος του Virial, αυξάνεται τόσο η θερμοκρασία του αστέρα, όσο και η ακτινοβολία του, προκειμένου η δύναμη της βαρύτητάς του να εξισορροπηθεί με τις εσωτερικές πιέσεις. Η ισορροπία επέρχεται όταν η θερμοκρασία αυξηθεί στους  $2 \cdot 10^6 \text{ } ^\circ\text{K}$ , οπότε αρχίζει η καύση του ηλίου σε άνθρακα. Βέβαια η καύση των πυρηνικών παραγώγων σε βαρύτερα στοιχεία εξαρτάται από τη μάζα του αστέρα. Για παράδειγμα ο Ήλιος μας θα κάψει το υδρογόνο του και θα το μετατρέψει σε ήλιο, αλλά όπως θα δούμε παρακάτω, δεν θα μπορέσει να κάψει το ήλιο σε άνθρακα.

Γ) Τα τελικά στάδια της εξέλιξης ενός άστρου εξαρτώνται και αυτά από τη μάζα του. Αστέρρες με μάζα παραπλήσια με τον Ήλιο μας θα γίνουν λευκοί νάνοι. Αυτό γίνεται ως εξής:

Ο αστέρας, λίγο πριν από το τελικό στάδιό της ζωής του ξοδεύει το ήλιο του πυρήνα του και το μετατρέπει σε άνθρακα, ενώ το υδρογόνο συνεχίζει να καίγεται σ' έναν φλοιό γύρω από τον πυρήνα του. Στη φάση αυτή, ο ηλιακός άνεμος της ατμόσφαιρας του αστέρα είναι ιδιαίτερα ισχυρός, με αποτέλεσμα ο αστέρας να χάνει 20 – 30% της μάζας του. Η αποβολή τη μάζας αυτής του αστέρα στο διαστημικό χώρο έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός πλανητικού νεφελώματος. Παράλληλα ο αστέρας συνεχίζει να καίει το ήλιο σε άνθρακα.

Όταν το ήλιο του πυρήνα εξαντληθεί, τότε οι εσωτερικές πιέσεις ελαττώνονται και η βαρύτητα συστέλλει και πάλι τον αστέρα. Για να γίνει, όμως, η καύση του άνθρακα σε βαρύτερα στοιχεία πρέπει να αναπτυχθεί θερμοκρασία  $10^9$  °K. Ωστόσο, λόγω της μειωμένης μάζας του αστέρα, η οποία διαφεύγει στο Διάστημα με τον αστρικό άνεμο, η βαρύτητα δεν είναι τόσο ισχυρή. Έτσι ο αστέρας αντιστέκεται στη βαρύτητα αυτή με τον εκφυλισμό του πυρήνα του, ο οποίος υπακούει στη στατιστική Fermi – Dirac και όχι στην κατανομή Boltzmann. Έτσι δημιουργείται ο λευκός νανος αστέρας, του οποίου ο πυρήνας αποτελείται από άνθρακα. Επειδή δε δεν αναπτύσσει θερμοκρασία  $10^9$  °K, ώστε ν' αρχίσουν οι πυρηνικές αντιδράσεις του άνθρακα, ο αστέρας συνεχίζει να λάμπει λόγω θερμικής ακτινοβολίας. Η θερμότητα, όμως, που δημιουργείται με την πάροδο δισεκατομμυρίων χρόνων συντελεί στο να μετατραπεί ο αστέρας σε μαύρο νάνο, ένα σώμα, το οποίο ούτε καν ακτινοβολεί.

Αν τώρα η μάζα του αστέρα μετά την καύση του ηλίου είναι πολύ μεγάλη, τότε ο άνθρακας καίγεται συνεχώς και δημιουργεί βαρύτερα στοιχεία μέχρι να φθάσει στο σίδηρο, ο οποίος έχει το σταθερότερο πυρήνα και έτσι δεν μπορεί να διασπασθεί περαιτέρω. Επί πλέον δεν μπορεί να μεταστοιχειωθεί εύκολα, γιατί, για να γίνει αυτό, χρειάζεται ενέργεια (ενδόθερμη μεταβολή). Ο αστέρας παρέχει την ενέργεια αυτή και έτσι γίνεται αντίδραση, που έχει ως αποτέλεσμα την τόσο μεγάλη συμπίεση του άστρου, ώστε αυτός εκρήγνυται με μια έκρηξη υπερκαινοφανούς (supernova).

Υπάρχουν δυο θεωρίες για την έκρηξη αυτή: Η πρώτη είναι του F. Zwicky, ο οποίος αναφέρει ότι η έκρηξη γίνεται γιατί ο αστέρας ελευθερώνει αιφνίδια τη δυναμική του ενέργεια, ώστε να καταλήξει να γίνει αστέρας νετρονίων. Η δεύτερη είναι του H. Fowler, ο οποίος αναφέρει ότι η διάσπαση του σιδήρου σε ήλιο έχει ως αποτέλεσμα την έκρηξη του αστέρα. Η έκρηξη supernova είναι καταστρεπτική για τον αστέρα και το τελικό στάδιο εξέλιξης εξαρτάται από τη μάζα του πυρήνα του εκείνη τη στιγμή.

Αν η μάζα του είναι

$$1,4 < M < 3,2 \text{ ηλιακές μάζες,}$$

ο αστέρας γίνεται αστέρας νετρονίων, ένα σώμα με διάμετρο 10 – 20 km, το οποίο περιστρέφεται σαν φάρος στο Σύμπαν με περίοδο 0,03 έως 3 sec. Ο αστέρας νετρονίων εκπέμπει μεγάλη ποσότητα ραδιοκυμάτων και ακτίνων – Χ.

Αν η μάζα του αστέρα είναι μεγαλύτερη από 3,2 ηλιακές μάζες η κατάρρευση του πυρήνα του είναι τόσο μεγάλη, ώστε ο αστέρας καταλήγει σε μια ιδιομορφία, γίνεται δηλ. μαύρη τρύπα. Χαρακτηριστικό της μαύρης τρύπας είναι ο ορίζοντας των γεγονότων, ο οποίος υπολογίζεται από τη σχέση:

$$R = 2GM/c^2$$

και συμπίπτει με την ακτίνα Σβάρτςχιλντ (Schwarzschild). Η μαύρη τρύπα έχει τόσο μεγάλο βαρυτικό πεδίο, που δεν αφήνει ούτε το ίδιο το φως να ξεφύγει από αυτή.

Ανακεφαλαιώνοντας, ο αστέρας από τη δημιουργία του μέχρι το θάνατό του βρίσκεται σε συνεχή «μάχη» με τη βαρύτητα. Αυτή μπορεί ν' αντισταθμισθεί για μεγάλα χρονικά διαστήματα από τον αστέρα μέσω των πυρηνικών του αντιδράσεων, που αυξάνουν την εσωτερική πίεση, αλλά αργά ή γρήγορα ο αστέρας θα χάσει αυτή τη μάχη. Πάντως, αστέρες με μικρές μάζες ζουν δισεκατομμύρια χρόνια, ενώ αστέρες με μεγάλες μάζες ζουν μόλις λίγα εκατομμύρια χρόνια.

## 2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Η αστρονομία, από την αρχαιότητα ακόμη, χρησιμοποιούσε διάφορα αστρονομικά όργανα για την παρατήρηση των άστρων και γενικότερα την καταγραφή των ουρανίων φαινομένων.

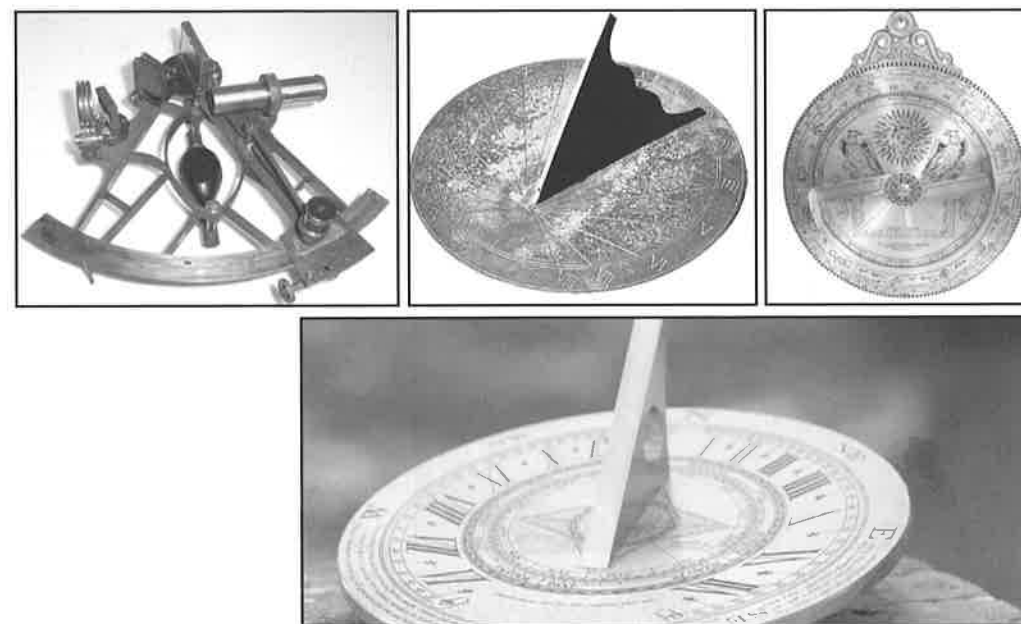
Α) Να αναφέρετε και να περιγράψετε τα αστρονομικά όργανα, πριν από την εφεύρεση του τηλεσκοπίου.

Β) Ποια ήταν η χρήση των οργάνων αυτών και ποια τα αποτελέσματά τους για την επιστήμη της αστρονομίας;

Γ) Τι γνωρίζετε ειδικότερα για το μηχανισμό των Αντικυθήρων;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

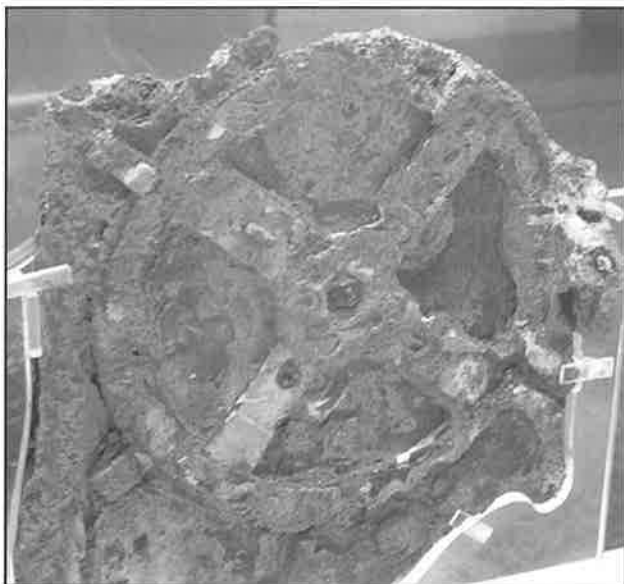
Του μαθητή **Ορέστη – Ιωάννη Αντωνόπουλου**, του 1ου Λυκείου Αγίας Παρασκευής Αθηνών, που ήρθε 2ος στο διαγωνισμό.



Α) Το αρχαιότερο αστρονομικό όργανο, που είναι διαθέσιμο στον οποιονδήποτε είναι τα μάτια. Πράγματι σημαντικό μέρος των αστρονομικών παρατηρήσεων κατά την αρχαιότητα έγιναν διά γυμνού οφθαλμού. Άλλα όργανα, πριν από την εφεύρεση του τηλεσκοπίου, ήταν ο εξάντας και ο αστρολάβος. Αυτά τα όργανα χρησιμοποιούσαν τις θέσεις των αστερών στον ουράνιο θόλο για να υπολογίσουν ακόμη και αποστάσεις επί της Γης. Κατά κύριο λόγο, λοιπόν, ήταν όργανα μάλλον χρήσιμα για τη ναυσιπλοΐα, ακόμη και αν φτιάχτηκαν να ακολουθούν γενικές αστρονομικές αρχές. Η χρήση δε του αστρολάβου και του εξάντα στην αστρονομία περιοριζόταν στον υπολογισμό αποστάσεων. Επίσης χρησιμοποιούνταν πίνακες και κατάλογοι άστρων, καπνισμένα γυαλιά (για παρατήρηση των εκλείψεων του Ήλιου) και ακόμη γινόταν συστηματική εφαρμογή των μαθηματικών. Ωστόσο χρησιμοποιούνταν κάτοπτρα και φακοί για την απεικόνιση και μελέτη των ειδώλων, χωρίς ακόμη να κατασκευασθεί το τηλεσκόπιο.

Εξάλλου, ένα σπουδαίο αστρονομικό όργανο της αρχαιότητας ήταν το ηλιακό ωρολόγιο.

Β) Οι παρατηρήσεις που γίνονταν με τα όργανα αυτά μπορεί σήμερα να φαντάζουν βασικές, όμως αποτελούν τη βάση της σύγχρονης αστρονομίας. Κατ' αυτόν τον τρόπο παρατηρήθηκαν και ταξινομήθηκαν για πρώτη φορά τα άστρα κατά ομάδες, τους ακόμη ισχύοντες αστερισμούς, καθώς και κατά τη λαμπρότητά τους (Ιππάρχος). Ξεχώρισαν έτσι οι αρχαίοι αστρονόμοι τους πλανήτες από τα άλλα άστρα, παρατηρώντας την κίνησή τους στον ουρανό ανάμεσα στα άστρα εκείνα, που ήταν φαινομενικά ακίνητα, και έτσι πήραν το όνομα «πλανήτες», που δηλώνει πως ταξιδεύουν και περιδιαβαίνουν τον ουράνιο θόλο. Μπόρεσαν με βάση απλές παρατηρήσεις και μαθηματικές εφαρμογές σ' αυτά, να κάνουν εξαιρετικά καλές προσεγγίσεις μεγεθών, όπως η ακτίνα και η περίμετρος της Γης (Ερατοσθένης). Θεώρησαν, σωστά, μετά τις παρατηρήσεις τους ότι ο Γαλαξίας αποτελείται από πολλά άστρα (Δημόκριτος). Και έφτασαν στο συμπέρασμα ότι τα γνωστά σ' αυτούς, τότε, κινούμενα ουράνια σώματα, έκαναν περιφορά γύρω από τον Ήλιο (Αρίσταρχος, ο Σάμιος, υποστηριζόμενος από τους Πυθαγορείους, Ηράκλειτο κ.ά.). Αυτά τα συμπεράσματα αποτελούν τις βάσεις της σύγχρονης αστρονομίας, ταυτόχρονα, βέβαια, σε παραμεταφυσικό στάδιο, συνδέθηκαν τα άστρα με τις ζωές των ανθρώπων, δημιουργώντας τη γοητευτική μεν, αβάσιμη δε, «επιστήμη» της αστρολογίας, που συνεχίζει να υφίσταται μέχρι τις ημέρες μας, δυστυχώς.



Γ) Ο μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι ένα τεχνολογικό επίτευγμα του αρχαίου ελληνικού πολιτισμού, φυλασσόμενος στο Αρχαιολογικό Μουσείο των Αθηνών, που βρέθηκε στις αρχές του 20ού αιώνα σε ναυάγιο έξω από το νησί των Αντικυθήρων και που θεωρείται ότι κατασκευάστηκε πιθανότατα στα τέλη του 2ου – αρχές του 1ου π.Χ. αιώνα. Ακτινογραφίες του αντικειμένου, που έχουν ληφθεί, το δείχνουν να αποτελείται από ένα πολύπλοκο σύστημα γραναζιών, περίπου σαν ωρολογιακό μηχανισμό. Πολλές υποθέσεις έχουν γίνει για την πιθανή χρήση του κατά την αρχαιότητα. Υποθέσεις, που κατά καιρούς του δίνουν το ρόλο μηχανικού υπολογιστή τσέπης ή πρώτης φορητής βάσης δεδομένων. Η σύνδεση με την αστρονομική επιστήμη επιτυγχάνεται μέσω της θεωρίας, που έχει προταθεί σχετικά πρόσφατα, ότι στην πραγματικότητα επρόκειτο για μηχανισμό, ο οποίος προέβλεπε τη θέση των άστρων και λοιπών ουρανίων σωμάτων ανά πάσα χρονική στιγμή, τις φάσεις της Σελήνης, όπως επίσης και τις επικείμενες εκλείψεις της Σελήνης και του Ηλίου.

Μένει ν' αποδειχθεί εάν αυτή η θεωρία ισχύει. Πάντως υπάρχουν στοιχεία που τη δείχνουν αρκετά πιθανή και, εάν αποδεικνυόταν η αλήθειά της, θα έριχνε νέο φως στην τεχνολογική και αστρονομική πρόοδο της αρχαιότητας.

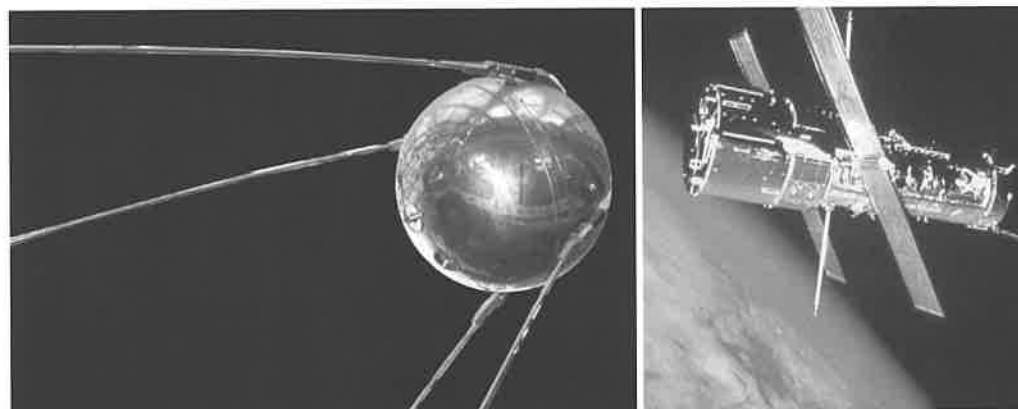
3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Εφέτος συμπληρώνονται 50 χρόνια από την πρώτη εκτόξευση διαστημοπλοίου στο διαστημικό χώρο.

- Α) Να αναφέρετε, το πολύ 10 από τις μεγάλες αποστολές αυτής της εποχής, που γνωρίζετε.  
 Β) Τι ειδικότερα συνέβησαν κατά τις 5 σπουδαιότερες εξ αυτών, κατά τη γνώμη σας;  
 Γ) Ποια αποτελέσματα είχαν για την ανθρωπότητα οι αποστολές αυτές;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

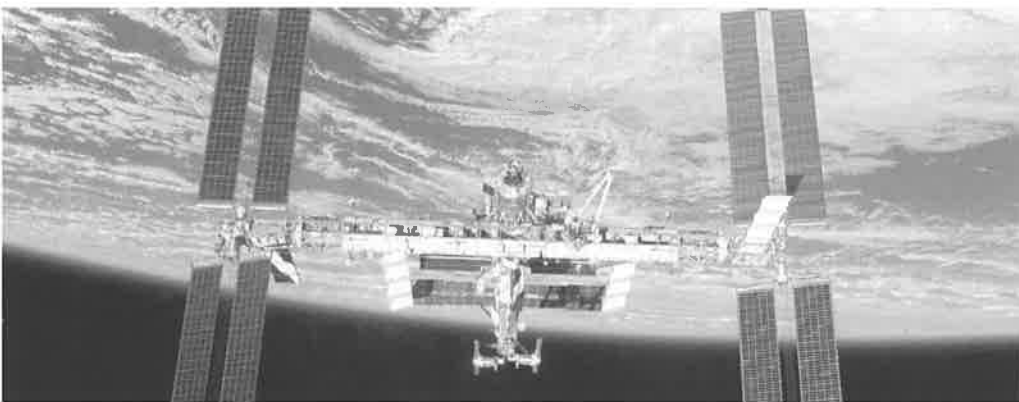
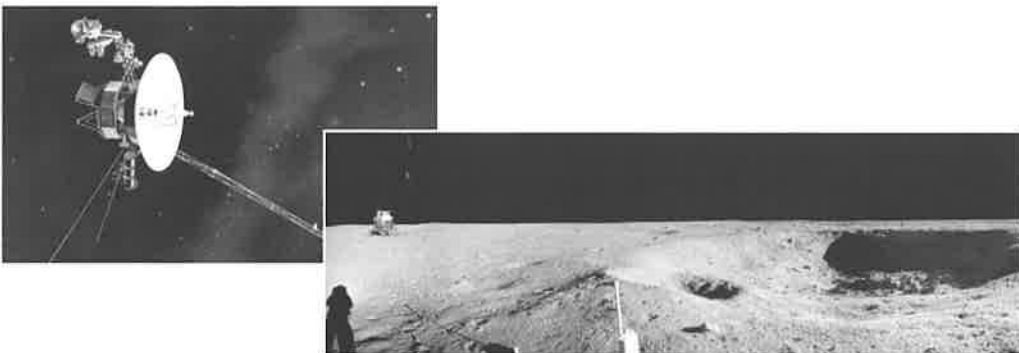
Του μαθητή **Στέφανου Μαύρου**, του 2ου Λυκείου Θεσσαλονίκης, που ήρθε 3ος στο διαγωνισμό.



Α) Γενικά για την ανάπτυξη της αστρονομίας και της διαστημικής σημαντικό ρόλο έπαιξε η ανάπτυξη της αεροδιαστημικής και η κατάκτηση του Διαστήματος από τους ανθρώπους. Τα τελευταία 50 χρόνια στο χώρο του Διαστήματος υπήρξαν επιτυχίες, αλλά συνάμα και αποτυχίες διαστημικών αποστολών.

Θα μπορούσαμε ν' αναφέρουμε πολλές αποστολές, οι οποίες συνέβαλαν, όχι μόνο στην ανάπτυξη της αστρονομίας, αλλά και άλλων επιστημών. Σημαντικότερες από αυτές τις αποστολές είναι οι εξής:

1. Η εκτόξευση του 1ου διαστημικού δορυφόρου, από τους Ρώσους, του «Σπούτνικ – 1», το 1957.
2. Η εκτόξευση του πρώτου επανδρωμένου οχήματος, από τους Ρώσους, με πληγό τον Γιούρι Γκαγκάριν, του οποίου η πτήση διήρκεσε 1 ώρα και 29 λεπτά.
3. Η εκτόξευση του πρώτου διαστημοπλοίου με έμβιο ον, τη σκυλίτσα «Λάικα», από τους Ρώσους.
4. Η σειρά «Απόλλων», αλλά κυρίως το «Απόλλων – 11», οπότε οι πρώτοι άνθρωποι Νηλ Άρμστρονγκ και Έντουντ Γλντριν πάτησαν το πόδι τους σε άλλο ουράνιο σώμα, τη Σελήνη, το 1969.
5. Οι δυο τραγωδίες των διαστημικών λεωφορείων του «Τσάλεντζερ», το 1986, και του «Κολούμπια», το 2003.
6. Η τοποθέτηση του δορυφόρου «Κόμπε» σε περιγήνη τροχιά, ο οποίος μελέτησε την κοσμική ακτινοβολία υποβάθρου.
7. Η εκτόξευση του διαστημικού τηλεσκοπίου «Χαμπλ» και η επιδιόρθωσή του, το 1993.
8. Η αποστολή των διαστημοπλοίων «Βόγιατζερ – 1 & 2», που μελέτησαν το εξωτερικό ηλιακό μας σύστημα.
9. Η αποστολή του ηλιακού τηλεσκοπίου "SOHO" για τη μελέτη της ηλιακής δραστηριότητας.
10. Η εκτόξευση του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού και οι μετέπειτα αποστολές για τη συναρμολόγησή του.



**Β, Γ)** Οι σημαντικότερες από αυτές τις αποστολές είναι οι ακόλουθες:

1. Η εκτόξευση του πρώτου δορυφόρου της Γης του «Σπούτνικ – 1», από τους Ρώσους, καθώς ήταν μια απόδειξη ότι η ανθρώπινη θέληση και επιμονή, μπορεί να αποφέρει αποτελέσματα σημαντικά, όπως η κατασκευή μιας συσκευής, η οποία μπορεί να διαφύγει από την επιφάνεια του πλανήτη μας και να μας ανοίξει νέους ορίζοντες στην εξερεύνηση του Διαστήματος.
2. Η εκτόξευση του πρώτου επανδρωμένου διαστημικού οχήματος, με το Ρώσο κοσμοναύτη Γιούρι Γκαγκάριν, αποδεικνύει ότι ο άνθρωπος μπορεί να αφήσει τον πλανήτη μας και να επιζήσει εκτός των ορίων της γήινης ατμόσφαιρας επιστρέφοντας σώος με αξιόλογα επιστημονικά αποτελέσματα.
3. Η σειρά των αποστολών του προγράμματος «Απόλλων», το οποίο έδωσε τη δυνατότητα στο ανθρώπινο γένος να εξερευνήσει για πρώτη φορά νέους κόσμους εκτός του γήινου περιβάλλοντος, να συλλέξει χρήσιμες πληροφορίες, αλλά και να μεταφέρει στη Γη δειγματοληπτικό υλικό.
4. Οι τραγωδίες των διαστημικών λεωφορείων «Τσάλεντζερ» και «Κολούμπια». Ο οδυνηρός χαμός των πληρωμάτων αυτών, πρέπει να μας υπενθυμίζει, ότι για την επίτευξη των στόχων μας, αλλά και για την εξέλιξη και ανέλιξη του πολιτισμού και των επιστημών, είναι αναπόφευκτες οι θυσίες και μάλιστα οι ανθρώπινες θυσίες. Ακόμη πρέπει και όταν ακόμη είμαστε απολύτως σίγουροι, να βλέπουμε την κατάκτηση του Διαστήματος σαν μια συλλογική προσπάθεια και όχι σαν κερδοσκοπικό αγώνα χωρών και εταιρειών, γιατί έτσι είναι βέβαια τα λάθη και οι παραλείψεις, που μπορούν να έχουν ολέθριες συνέπειες.
5. Και τέλος, καθοριστικού χαρακτήρα για την ανάπτυξη της αστρονομίας ήταν η αμερικανική αποστολή, που διόρθωσε, το 1993, τη βλάβη του διαστημοπλοίου «Χαμπλ», καθώς η ορθή λειτουργία του κατάφερε να εξασφαλίσει ζωτικής σημασίας πληροφορίες από παρατηρήσεις για την ανάπτυξη της αστρονομίας και των σχετικών θεωριών, που αφορούν την αστρική εξέλιξη και της γένεση αυτού του ίδιου του Σύμπαντος.

#### 4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Να απαντήσετε στα τρία επί μέρους ερωτήματα του θέματος αυτού.

- Α) Οι αστρονόμοι, για τη μέτρηση της απόστασης ενός άστρου, εισήγαγαν και την έννοια της παράλλαξης. Πώς ορίζεται η παράλλαξη, ποια είναι η μονάδα μέτρησης και ποια η σχέση της με το έτος φωτός;
- Β) Επίσης οι αστρονόμοι, εκτός από το φαινόμενο μέγεθος ενός άστρου εισήγαγαν και το απόλυτο μέγεθος αυτού. Τι ονομάζουμε φαινόμενο μέγεθος ενός άστρου, τι απόλυτο μέγεθος αυτού και ποιος τύπος συνδέει τα δυο αυτά μεγέθη;
- Γ) Ένας αστέρας απέχει 32,6 έ.φ. και το φαινόμενο μέγεθός του είναι 8,5. Ποιο είναι το απόλυτο μέγεθός του;

#### ΑΙΙΑΝΤΗΣΗ

Της μαθήτριας **Κωνσταντίνας Αναστασοπούλου**, του Λυκείου Παραλίας Πατρών, που ήρθε 4η στο διαγωνισμό



Α) Παράλλαξη π ενός άστρου ονομάζουμε τη γωνία υπό την οποία βλέπει ένας παρατηρητής από το άστρο την απόσταση Γης – Ήλιου. Εάν Σ είναι το άστρο, Η ο Ήλιος και Γ η Γη, τότε από το ορθογώνιο τρίγωνο ΣΗΓ (Η = 1 ορθή) έχουμε:

$$\eta_{\mu\pi} = \text{ΗΓ} / \Sigma\Gamma$$

Όμως η απόσταση ΗΓ ισούται με 1 αστρονομική μονάδα, οπότε ο τύπος δίνει:

$$\eta\mu\pi = 1/\Sigma\Gamma$$

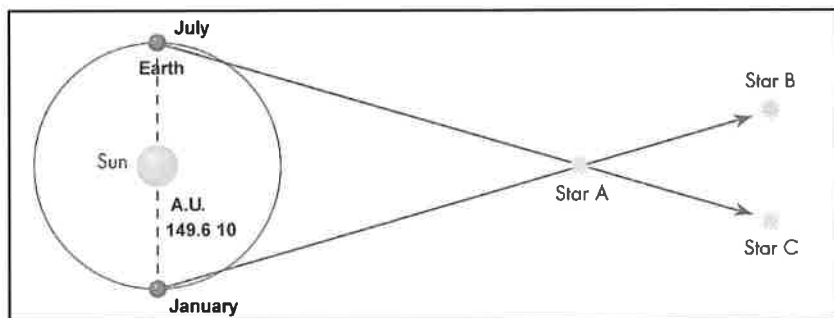
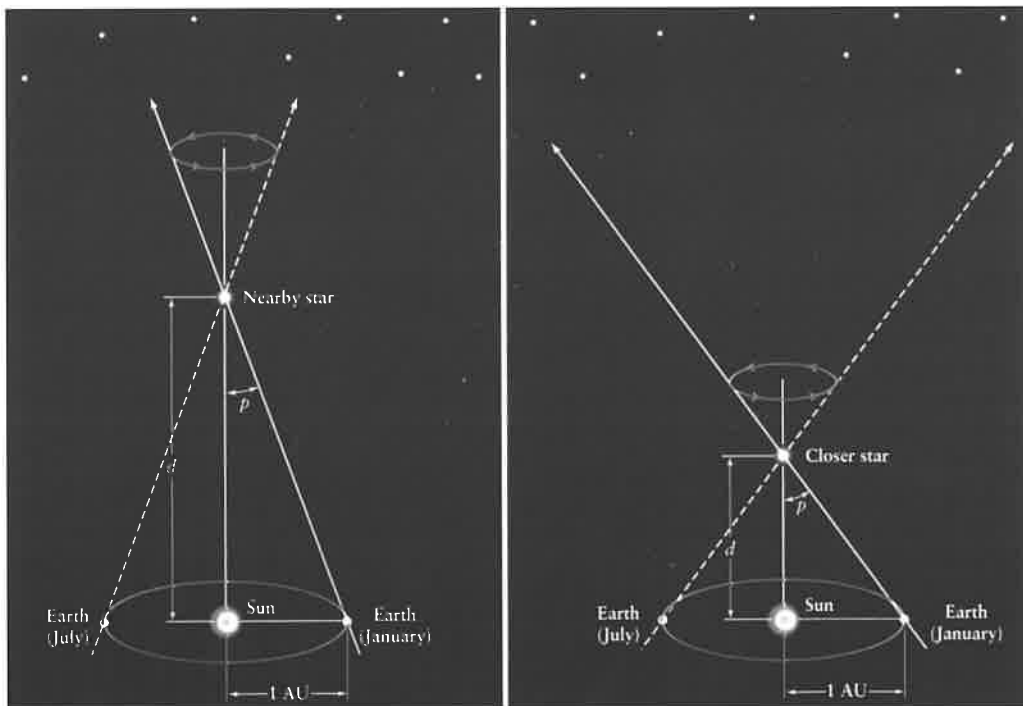
Για πολύ μακρινούς αστέρες η παράλλαξη είναι πολύ μικρή και μάλιστα μικρότερη από 1 δευτερόλεπτο της μοίρας, οπότε είναι

$$\eta\mu\pi = \pi$$

Άρα ο τύπος γίνεται

$$\pi = 1/\Sigma\Gamma$$

Εάν αντικαταστήσουμε το  $\pi$  με ακτίνια, τότε μπορούμε να βρούμε την απόσταση ενός αστέρα. Πιο συγκεκριμένα, ένας αστέρας, του οποίου η παράλλαξη είναι  $1''$  του τόξου, η απόστασή του αντιστοιχεί σε 1 parsec ή 1pc, η οποία λαμβάνεται ως μονάδα μέτρησης αστρικών αποστάσεων. Είναι δε  $1 \text{ pc} = 3,26 \text{ έτη φωτός}$ .



Β) Στον ουρανό πλέον μπορούμε να παρατηρήσουμε με γυμνό μάτι 3.000 αστέρες στο βόρειο ημισφαίριο. Από αυτούς άλλοι φαίνονται φωτεινότεροι και άλλοι αμυδρότεροι. Πλέον γνωρίζουμε ότι αυτή η φωτεινότητα είναι πλαστή, αφού υπάρχουν άστρα, που επειδή βρίσκονται πολύ μακριά από εμάς τα βλέπουμε αμυδρά.

Έτσι φαινόμενο μέγεθος ενός άστρου ορίζεται ως η ακτινοβολία που λαμβάνουμε εμείς από αυτό και είναι συνάρτηση της απόστασης, αλλά και της πραγματικής φωτεινότητας αυτού. Έχουμε κατατάξει, λοιπόν, τα ουράνια σώματα ανάλογα με το φαινόμενο μέγεθός τους σε 6 μεγέθη. Οι λαμπρότεροι αστέρες του ουρανού έχουν 1ο φαινόμενο μέγεθος και οι αμυδρότεροι 6ο φαινόμενο μέγεθος. Ο πρώτος που έκανε την κατάταξη αυτή ήταν ο αρχαίος Έλληνας αστρονόμος Ίππαρχος. Εμείς, όμως, έχουμε σήμερα και μεγέθη, που είναι κάτω του μηδενός. Γνωρίζουμε δε ότι κάθε φαινόμενο μέγεθος είναι λαμπρότερο από το επόμενο του κατά 2,5 φορές περίπου.

Επειδή τώρα, όπως είπαμε, το φαινόμενο μέγεθος μας δίνει πλαστή εικόνα για τη λαμπρότητά του, θεωρήθηκε αναγκαίο να ορίσουμε ένα μέγεθος που να μας δίνει την πραγματική φωτεινότητα των άστρων, σε σύγκριση μεταξύ τους. Έτσι ορίσαμε το απόλυτο μέγεθος ενός άστρου, το μέγεθος το οποίο έχει αυτό, αν τοποθετηθεί σε απόσταση 10 pc. Έτσι δηλ. τοποθετώντας σε ίση απόσταση τους αστέρες μπορούμε πλέον να τους συγκρίνουμε, ως προς την πραγματική λαμπρότητά τους.

Για παράδειγμα ο αστέρας Σείριος έχει φαινόμενο μέγεθος  $-1,3$ . Αν, όμως, τον φέρουμε στην απόσταση των 10 pc, τότε θα δούμε ότι ο Σείριος έχει μέγεθος 1,3, το οποίο καλούμε απόλυτο μέγεθος. Και ο Betelgeuse (α - Ωρίωνα), ενώ έχει φαινόμενο μέγεθος 0,41, το απόλυτο μέγεθός του είναι  $-5,6$ .

Αν ξέρουμε τώρα το φαινόμενο και το απόλυτο μέγεθος ενός άστρου, μπορούμε να υπολογίσουμε την απόστασή του από τη Γη. Ή αν ξέρουμε την απόστασή του μπορούμε να υπολογίσουμε κάποιο από τα άλλα μεγέθη. Αυτό μπορούμε να το πετύχουμε με τη βοήθεια του τύπου του Pogson, ο οποίος είναι:

$$m - M = 5 \log r - 5 + K$$

όπου  $r$  η απόσταση του άστρου σε parsec,  $m$  τα φαινόμενο μέγεθος,  $M$  το απόλυτο μέγεθος αυτού και  $K$  σταθερά που δηλώνει ότι το άστρο μπορεί να μειώσει το φαινόμενο μέγεθός του κατά τη σταθερά αυτή εφόσον θεωρούμε ότι ένα μέρος της ορατής του ακτινοβολίας απορροφάται από τη μεσοαστρική ύλη. Όμως, για αστέρες που βρίσκονται σε αποστάσεις μικρότερες των 300 pc η σταθερά αυτή είναι πρακτικά μηδέν. Άρα η σχέση παίρνει τη μορφή

$$m - M = 5 \log r - 5$$

Γ) Η απόσταση 32,6 έτη φωτός αντιστοιχεί στην απόσταση των 10 parsec. Άρα από τον παραπάνω τύπο θα έχουμε:

$$m - M = 5 \log r - 5 \Leftrightarrow M = m - 5 \log r + 5 \Leftrightarrow M = 8,5 - 5 \log 10 + 5 \Leftrightarrow M = 8,5 - 5 + 5 \Leftrightarrow M = 8,5$$

Άρα το απόλυτο μέγεθος του άστρου είναι 8,5 δηλ. ίσο με το φαινόμενο μέγεθός του, πράγμα αναμενόμενο αφού ο αστέρας, που βρίσκεται σε απόσταση 10 parsec θα έχει ίσο φαινόμενο και απόλυτο μέγεθος.



# 13ος Πανελλήνιος Μαθητικός Διαγωνισμός ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΗΣ 2008



## 1η φάση «ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ»

## Πίνακας επιτυχόντων

1. Μουλαντζίκος Γεώργιος, του 1ου Λυκείου Καρδίτσας
2. Χρόνη Λαμπρινή, του 52ου Λυκείου Αθηνών
3. Βαλογιάννης Γεώργιος, του 4ου Λυκείου Τρικάλων
4. Σταμέλος Κωνσταντίνος, του 6ου Λυκείου Ζωγράφου Αθηνών
5. Στεφανής Ιωάννης, του 3ου Λυκείου Κομοτηνής
6. Καλόσι Νεσίμ, του Λυκείου Ν. Γενιάς Ζηρίδη Αθηνών
7. Τσακνίδου Κυριακή, του 3ου Λυκείου Δράμας
8. Κρικέλη Μαρία, του 1ου Λυκείου Κοζάνης
9. Λαφάρας Δημήτριος, του 2ου Λυκείου Νάουσας
10. Μπελμπάσης Λάζαρος, του 2ου Λυκείου Φλώρινας
11. Μαύρος Στέφανος, του 2ου Λυκείου Θεσσαλονίκης
12. Μποσκίδης Κωνσταντίνος, του 1ου Λυκείου Ορεστιάδας
13. Σουλτανίδης Ιωάννης, του Πειραματικού Λυκείου Μακεδονίας Θεσσαλονίκης
14. Σουλτσιώτης Νικόλαος, του 3ου Λυκείου Λάρισας
15. Κρικέλη Ελένη, του 1ου Λυκείου Κοζάνης
16. Μαυρονικόλα Μαρία, του 3ου Λυκείου Ρόδου
17. Μπελτές Αλέξανδρος, του 1ου Λυκείου «Ανατόλια» Θεσσαλονίκης
18. Μοτεονίτσαλης Ευάγγελος, του 2ου Λυκείου Φλώρινας
19. Τσομπανίδης Αλέξανδρος, του 1ου Αρσακείου Λυκείου Ψυχικού Αθηνών
20. Αλευρόπουλος Αθανάσιος, του Λυκείου Ωραιοκάστρου Θεσσαλονίκης
21. Κατσάρης Ζαφείρης, του 2ου Λυκείου Νάουσας
22. Μυριαγκός Παναγιώτης, του 3ου Λυκείου Κορίνθου
23. Μαυρογορδάτος Θεμιστοκλής, του Κολλεγίου Αθηνών
24. Παρολίνη Μάξιμος, του 6ου Λυκείου Βόλου
25. Παυλάκος Γεώργιος, του 3ου Λυκείου Κορίνθου
26. Τσιάρας Άγγελος, του 2ου Λυκείου Δράμας
27. Γκουσδουβάς Χρήστος, του 1ου Λυκείου Νάουσας
28. Κιμπιζή Αθηνά – Δέσποινα, του 1ου Λυκείου Κορωπίου Αττικής
29. Μέγας Ευστάθιος, του 2ου Λυκείου Λιβαδειάς
30. Δουρούκης Γεώργιος, του 3ου Λυκείου Κομοτηνής
31. Οικονόμου Ευάγγελος, της Σχολής Μωραΐτη Ψυχικού Αθηνών
32. Μαργαζόγλου Γεώργιος, του Αμερικανικού Κολλεγίου Αγίας Παρασκευής Αθηνών
33. Σταυρακίδης – Ζάχου Ορέστης, του 3ου Λυκείου Κατερίνης
34. Μπαριαμπάς Κωνσταντίνος, του Λυκείου Μυκόνου Κυκλάδων
35. Γρηγοροπούλου Αναστασία, του 1ου Αρσακείου Λυκείου Ψυχικού Αθηνών
36. Τσατσόπουλος Θωμάς, του 1ου Λυκείου Καβάλας
37. Λυτρίδης Νικόλαος, του 2ου Λυκείου Έδεσσας
38. Τζαγιούσης Σωκράτης, του 4ου Λυκείου Ζωγράφου Αθηνών
39. Ζαχαρία Ευφημία – Μαρία, του 1ου Λυκείου Αχαρνών Αθηνών
40. Παπαδογιαννάκη Σεμέλη, του Σαββατιάτικου Σχολείου Στοκχόλμης

## Θέματα και Απαντήσεις 1ης φάσης “ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ”

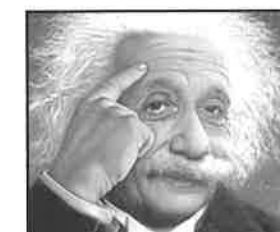
1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Η θεωρία της Σχετικότητας, του Αϊνστάιν, υπήρξε αναμφισβήτητη η βάση για την εξέλιξη της αστρονομίας κατά τη διάρκεια του 20ού αιώνα.

- A) Ποιος ήταν ο λόγος που ο Αϊνστάιν εισήγαγε την κοσμολογική σταθερά στη Γενική θεωρία της Σχετικότητας;
- B) Ποια ήταν, συγκεκριμένα, τα επιτεύγματα της θεωρίας της Σχετικότητας;
- Γ) Τι γνωρίζετε για του λεγόμενους βαρυτικούς φακούς;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Του Γεωργίου Μουλαντζίκου, μαθητή του 1ου Λυκείου Καρδίτσας, που ήρθε πρώτος στο διαγωνισμό



A) Η θεωρία της Σχετικότητας ήταν αναμφισβήτητη η βάση για τη μελέτη της αστρονομίας κατά τον 20ό αιώνα και μαζί με την κβαντομηχανική, η σπουδαιότερη θεωρία φυσικής του αιώνα αυτού. Οι προβλέψεις της άλλαξαν τον τρόπο, με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε το Σύμπαν και πολλές από αυτές έρχονται σε αντίθεση με την κοινή λογική.

Η θεωρία της Σχετικότητας αποτελείται ουσιαστικά από δύο θεωρίες:

1. Την ειδική θεωρία της Σχετικότητας, που μελετά τις κινήσεις, όπως τις αντιλαμβάνονται οι παρατηρητές από αδρανειακά συστήματα αναφοράς. Η ειδική θεωρία της Σχετικότητας δημοσιεύθηκε το 1905 με τίτλο: «Περί της ηλεκτροδυναμικής των κινουμένων σωμάτων».

$$G_{\mu\nu} = \kappa \cdot T_{\mu\nu}$$

2. Την γενική θεωρία της Σχετικότητας, η οποία αποτελεί επέκταση της ειδικής για μη αδρανειακά συστήματα αναφοράς. Η γενική θεωρία της Σχετικότητας δημοσιεύθηκε το 1915. Βασική εξίσωσή της ήταν:

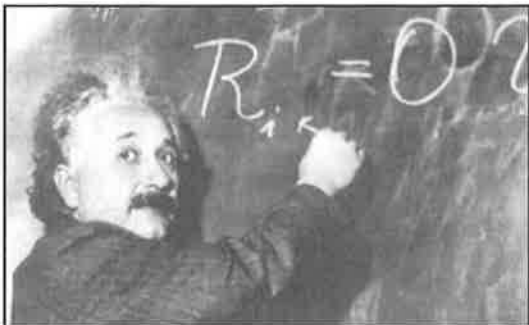
$$\epsilon \quad G_{\mu\nu} = \Lambda_{g\mu\nu} + \kappa \cdot T_{\mu\nu}$$

Τα μεγέθη  $G_{\mu\nu}$  και  $T_{\mu\nu}$  ονομάζονται τανυστές και περιγράφουν: Ο πρώτος τον τρόπο, με τον οποίο καμπυλώνεται ο χωρόχρονος ως αποτέλεσμα της παρουσίας ύλης και ενέργειας και ο δεύτερος τον τρόπο με τον οποίο κατανέμεται η ύλη και η ενέργεια στο χώρο.

Μελετώντας τις συνέπειες αυτής της σχέσης ο Einstein παρατήρησε ότι δεν εξασφάλιζαν ένα στατικό Σύμπαν. Έτσι εισήγαγε την κοσμολογική σταθερά στην εξίσωσή του, η οποία έγινε:

$$G_{\mu\nu} = \Lambda_{g\mu\nu} + \kappa \cdot T_{\mu\nu}$$

Αργότερα, όταν διαπιστώθηκε η επιταχυνόμενη διαστολή του Σύμπαντος με τις παρατηρήσεις του Hubble χαρακτήρισε την κοσμολογική σταθερά ως το μεγαλύτερο λάθος της ζωής του. Στην πραγματικότητα το «λάθος» του δεν ήταν και τόσο μεγάλο, καθώς η κοσμολογική σταθερά μπορεί να εκφράσει τις συνέπειες της σκοτεινής ενέργειας, που βρίσκεται σε ποσοστό 73% στο Σύμπαν.



Β) Η ειδική θεωρία της Σχετικότητας ξεκινάει από δύο αξιώματα:

1. Οι νόμοι της φυσικής έχουν την ίδια μορφή σε όλα τα αδρανειακά συστήματα αναφοράς.
2. Η ταχύτητα του φωτός στο κενό έχει την ίδια τιμή για όλους τους παρατηρητές. Από αυτά τα δυο αξιώματα η Σχετικότητα κάνει όλες τις μεγαλειώδεις προβλέψεις της. Έτσι προβλέπει τη συστολή των μηκών κατά τη διεύθυνση της κίνησης και τη διαστολή του χρόνου όταν ένας ακίνητος παρατηρητής βλέπει ένα κινούμενο αντικείμενο. Οι συνέπειες αυτές, βέβαια, γίνονται ορατές σε ταχύτητες, που πλησιάζουν την ταχύτητα του φωτός.

Οι σχέσεις που υπολογίζουν τη συστολή του μήκους και τη διαστολή του χρόνου είναι:

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}} \quad \text{και} \quad t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}}}$$

όπου  $l_0$  και  $t_0$  τα αρχικά: μήκος και χρόνος,  $l$ ,  $t$  τα τελικά,  $V$  η ταχύτητα του σώματος και  $C$  η ταχύτητα του φωτός.

Η διαστολή του χρόνου έκανε θεωρητικά δυνατό το ταξίδι σε μακρινά άστρα (κάτι τέτοιο είναι πολύ μακριά από τις δυνατότητες της σύγχρονης τεχνολογίας).

Η πιο γνωστή σχέση της ειδικής Σχετικότητας είναι η

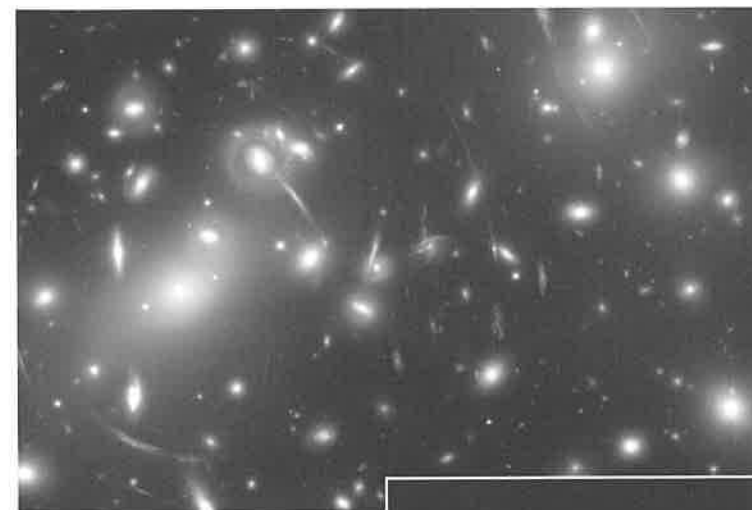
$$E = m \cdot c^2$$

Όπου  $E$  είναι η ενέργεια που προκύπτει από τη μάζα  $m$  και  $c$  είναι η ταχύτητα του φωτός, που ισούται με 300.000 km/s. Με βάση τη σχέση αυτή ερμηνεύθηκαν οι πυρηνικές αντιδράσεις στο εσωτερικό των άστρων.

Επίσης η θεωρία της Σχετικότητας έδειξε ότι το φως δεν χρειάζεται μέσο διάδοσης και έτσι έκανε άχρηστη την ύπαρξη του αιθέρα, στον οποίο ήταν προσκολλημένοι οι φυσικοί του 19ου αιώνα.

Η γενική θεωρία της Σχετικότητας ξεκινάει από την αρχή της ισοδυναμίας. Έτσι η κίνηση σε ένα επιταχυνόμενο σύστημα αναφοράς είναι ισοδύναμη με την κίνηση σε ένα πεδίο βαρύτητας. Από αυτή μόνο την αρχή η γενική θεωρία της Σχετικότητας κατόρθωσε να αλλάξει την αντίληψη του ανθρώπου για το Σύμπαν. Ερμήνευσε τη βαρύτητα, όχι σαν μια δύναμη, όπως η ηλεκτρομαγνητική ή η ισχυρή πυρηνική (με άγνωστη δηλ. προέλευση), αλλά ως αποτέλεσμα της καμπύλωσης του χωροχρόνου από την παρουσία υλοενέργειας! Με τη θεωρία αυτή ξεκινούν και οι πρώτες επιστημονικές θεωρίες για τη δημιουργία του Σύμπαντος και έτσι σήμερα η θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης, παρά τις ατέλειές της, περιγράφει ικανοποιητικά την εξέλιξη του Σύμπαντος από τη στιγμή των  $10^{-43}$  δευτερολέπτων μετά τη δημιουργία του. Επίσης προέβλεψε την ύπαρξη των μελανών οπών, οι οποίες σήμερα πιστεύουμε ότι κρύβουν πολλά μυστικά στο Σύμπαντος. Τέλος, στη θεωρία αυτή βασίζεται η λειτουργία του GPS, ενώ έχουν γίνει προβλέψεις για την καμπύλωση του φωτός, όταν περνά κοντά σε ένα πεδίο βαρύτητας (επιβεβαιώθηκε από τον Eddington, κατά τη διάρκεια έκλειψης Ηλίου), για την εκπομπή βαρυτικών κυμάτων κ.ά.

Γ) Μια από τις προβλέψεις της γενικής θεωρίας της Σχετικότητας είναι το φαινόμενο των βαρυτικών φακών. Το φως καμπυλώνεται, όταν περνά μέσα από ένα ισχυρό βαρυτικό πεδίο. Έτσι, αν μεταξύ του παρατηρητή και του παρατηρούμενου σώματος παρεμβάλλεται μια μάζα, αυτή λειτουργεί ως κοινός φακός μεγεθύνοντας το σώμα ή μεταβάλλοντας τη φωτεινότητά του. Η λειτουργία του φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Ο γαλαξίας του σχήματος θα έχει τη μορφή δακτυλίου. Βέβαια, επειδή η μάζα  $M$  δεν είναι πάντα διαφανής και η ευθυγράμμιση των σωμάτων δεν είναι πάντα τέλεια, αντί για δακτύλιο, μπορεί να έχουμε πολλαπλά είδωλα του παρατηρούμενου σώματος. Το φαινόμενο αυτό έχει επιβεβαιωθεί από παρατηρήσεις του διαστημικού τηλεσκοπίου "Hubble". Μάλιστα η γωνία, κατά την οποία εκτρέπονται οι ακτίνες, μπορεί να υπολογισθεί όταν υπάρχει πλήρης ευθυγράμμιση από τον τύπο:

$$\theta = \sqrt{\frac{4GM}{C^2} \cdot \frac{D_{LS}}{D_L \cdot D_S}}$$

όπου  $D_{LS}$  = απόσταση σώματος μάζας  $M$  από γαλαξία,  $D_L$  = απόσταση σώματος από τη Γη,  $D_S$  = απόσταση γαλαξία από τη Γη,  $G$  = σταθερά της παγκόσμιας έλξης και  $C$  η ταχύτητα του φωτός.

Έτσι οι βαρυτικοί φακοί μπορούν να βοηθήσουν στον υπολογισμό της μάζας του σώματος, που λειτουργεί ως φακός.

2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Αν ζούσατε στον Τιτάνα, θα μπορούσατε να ξεγελαστείτε ότι είσθε στη Γη, θα αναγνωρίζατε γνώριμα τοπία, αν και τα χρώματα θα κινούνταν στις αποχρώσεις του κόκκινου. Όλα θα ήταν πιο πορτοκαλί και λίγο πράσινα, μακριά από το γαλάζιο, που κυριαρχεί στον πλανήτη μας. Θα μύριζε αφόρητα, όπως σε ένα εργοστάσιο πετρελαίου, αφού ο δορυφόρος αυτός είναι κανονικό χημικό εργαστήριο, θα κρυώνατε πολύ – αν καταφέρνατε να επιβιώσετε – αφού οι θερμοκρασίες είναι  $-150^{\circ}\text{C}$ . Έχει σχεδόν μονίμως ομίχλη, ρίχνει ψιλοβρόχι μεθανίου, το φως είναι 500 φορές δυνατότερο από εκείνο της Πανσελήνου, άρα αρκετό, η πίεση μίξιμο φορά μεγαλύτερη εκείνης της Γης. Θα νιώθατε όπως μέσα σε θάλασσα, σε 5 μέτρα βάθος. Ακόμη η ημέρα διαρκεί 8 γήινες ημέρες. Παρ' όλα αυτά είναι ό,τι πιο κοντινό υπάρχει στον πλανήτη μας, λέγει ο Ζαν Πιερ Λεμπρετόν (Jean - Pierre Lebreton), επιστημονικός διευθυντής του «Χόιγκενς» (Huygens) από την ESA.

Α) Να σχολιάσετε την αφήγηση αυτή από αστρονομικής απόψεως.

Β) Ποια καινούργια στοιχεία έρχονται στο φως από τα στοιχεία της αφηγήσεως;

Γ) Τι γνωρίζετε για την αποστολή «Χόιγκενς»;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

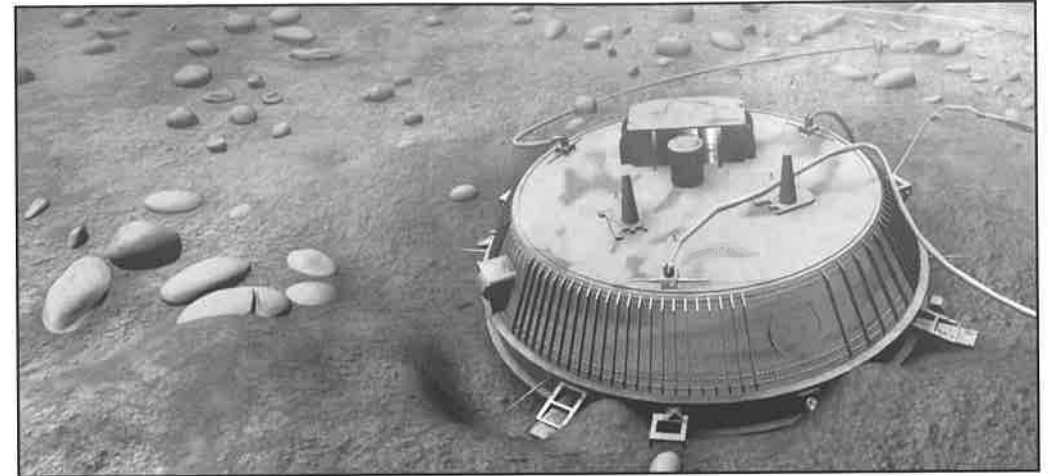
Του Γεωργίου Βαλογιάννη, μαθητή του 4ου Λυκείου Τρικάλων, που ήρθε 3ος στο διαγωνισμό



Α) Η συγκεκριμένη αφήγηση του διευθυντή της ESA, αναφέρεται στον Τιτάνα, το δορυφόρο του Κρόνου, που αποτελεί το μεγαλύτερο δορυφόρο του ηλιακού μας συστήματος μετά το Γανυμήδη και έχει διάμετρο 5.150 km περίπου. Ο Τιτάνας, μαζί με την Ιώ, το δορυφόρο του Δία, είναι οι μοναδικοί δορυφόροι του ηλιακού μας συστήματος, στους οποίους έχει ανιχνευθεί ενδογενής ατμόσφαιρα. Διαβάζοντας τη συγκεκριμένη αφήγηση, αυτό το γεγονός επικυρώνεται καθ' ό,τι βλέπουμε ότι υπάρχουν μετεωρολογικά φαινόμενα (ψιλοβρόχι μεθανίου, ομίχλη και ατμοσφαιρική πίεση).

Αναμφισβήτητο ο Τιτάνας προκαλεί μεγάλο αστρονομικό ενδιαφέρον, διότι αποτελεί τον πρώτο και ίσως τον μοναδικό «κόσμο» στο ηλιακό μας σύστημα, που παρουσιάζει παρόμοιες συνθήκες με αυτές της Γης (θερμοκρασία έστω και  $-150^{\circ}\text{C}$ , αρκετό φως και γήινα χρώματα).

Βέβαια ο άνθρωπος δύσκολα θα επιζούσε σε ένα τέτοιο περιβάλλον, αλλά ο Τιτάνας αποτελεί έμπρακτη απόδειξη, ότι η διαμόρφωση συνθηκών κατάλληλων για ζωή, δεν είναι μοναδικό φαινόμενο, γεγονός που ενισχύεται και από τον ολοένα αυξανόμενο αριθμό εξωηλιακών πλανητών και πλανητικών συστημάτων.



Β) Ακόμη, αυτή η αφήγηση φέρνει στο φως έναν μεγάλο αριθμό στοιχείων του Τιτάνα. Σύμφωνα με τις έρευνες των διαστημικών συσκευών περιέχει λίμνες υγρών υδρογονανθράκων, πράγμα για το οποίο μας πληροφορεί και η εν λόγω αφήγηση (θα μύριζε σαν εργοστάσιο πετρελαίου, πορτοκαλί και πράσινο χρώμα, σε αντίθεση με το δικό μας γαλάζιο, γεγονός που μαρτυρεί ύπαρξη υγρών όγκων, αλλά με διαφορετική σύσταση από τους γήινους).

Ακόμη πληροφορούμαστε για τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν ( $-150^{\circ}\text{C}$ , ομίχλη, ψιλοβρόχι μεθανίου, πίεση ίση με 1,5 atm). Τέλος μας πληροφορεί ότι ο Τιτάνας δέχεται αρκετή ποσότητα φωτός (300 φορές περισσότερο της πανσελήνου), που προφανώς προέρχεται από τον Ήλιο άμεσα, αλλά και έμμεσα, διότι ο Τιτάνας στρέφεται γύρω από το γίγαντα πλανήτη Κρόνο, ο οποίος έχει μεγάλη φωτεινότητα, λόγω του μεγέθους του.



Γ) Όλα τα προηγούμενα σημαντικά και διαφωτιστικά στοιχεία περί τον Τιτάνα προσδόθηκαν για λογαριασμό της ανθρωπότητας από το διαστημικό σκάφος "Cassini - Huygens", που αποτελεί μια από τις πιο επιτυχημένες διαστημικές αποστολές. Εκτοξεύθηκε, το 1997, με τη συνεργασία NASA και ESA, έχοντας ως προορισμό τον πλανήτη Κρόνο. Στη διαδρομή φωτογράφησε και το γίγαντα πλανήτη Δία, στέλνοντάς μας, ίσως τις λεπτομερέστερες φωτογραφίες της μεγάλης κόκκινης κηλίδας του. Αφότου έφθασε με επιτυχία στον Κρόνο αποδεσμεύτηκε το διαστημικό όχημα "Huygens", το οποίο προσεδάφιστηκε στον Τιτάνα και μας παρέσχε σπουδαίες πληροφορίες, ένα μέρος των οποίων φαίνεται στο απόσπασμα. Το "Cassini" συνέχισε τις μελέτες του, στον Κρόνο, βοηθώντας μας να εξαγάγουμε σημαντικά συμπεράσματα για τη σύσταση του ίδιου, όσο και των δακτυλίων του. Μάλιστα ανακάλυψε και μια πληθώρα νέων δορυφόρων του Κρόνου, οι οποίοι πλέον προσεγγίζουν τον αριθμό 60. Ύστερα, όμως, το "Cassini" δεν σταμάτησε το προσοδοφόρο έργο του, καθότι ακόμα και προσφάτως ανακάλυψε την ύπαρξη μιας εξαγωνικής, κυψελοειδούς μορφής στο βόρειο πόλο του Κρόνου, κάνοντας μελέτες στο υπέρυθρο. Η ύπαρξη των εξαγωνικών αυτών σχηματισμών ήταν, βέβαια, γνωστή και από τις αποστολές "Viking" της 10ετίας του 1970, αλλά πρώτη φορά λαμβάνουμε μια τόσο λεπτομερή εικόνα. Το "Cassini - Huygens" είναι αναμφισβήτητο μια από τις πιο επιτυχημένες διαστημικές αποστολές της ανθρωπότητας.

3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Ένας αστέρας διανύει το ημερήσιο τόξο σε 16ώ. 24λ. 2δ. και μεσουρανεύ κάτω την 5ώ. 30λ. 30δ.

- Α) Ποια ώρα ανατέλλει;  
 Β) Ποια ώρα μεσουρανεύ άνω;  
 Γ) Ποια ώρα δύει;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Του **Κωνσταντίνου Σταμέλου**, μαθητή του 6ου Λυκείου Ζωγράφου Αθηνών, που ήρθε 4ος στο διαγωνισμό:

Από τη στιγμή που η τροχιά κάθε αστέρα, εξαιτίας της περιστροφής της Γης γύρω από τον άξονά της είναι κυκλική, ο χρόνος που θα χρειασθεί για να διανύσει έναν πλήρη κύκλο πρέπει να ισούται ακριβώς με 24 ώρες. Γνωρίζω, όμως, ότι ο αστέρας διανύει το ημερήσιο τόξο σε 16ώ. 24λ. 02δ. Άρα στον εναπομείναντα χρόνο πρέπει να διανύει τον υπόλοιπο κύκλο.

Έχω λοιπόν:

$$24\omega. - (16\omega. 24\lambda. 02\delta. \text{ ημερήσιο τόξο}) = (23\omega. 59\lambda. 60\delta.) - (16\omega. 24\lambda. 2\delta.) \\ = 7\omega. 35\lambda. 58\delta. \text{ νυκτερινό τόξο}$$

Το μισό του νυκτερινού τόξου το διανύσει σε:

$$(7\omega. 35\lambda. 58\delta.) : 2 = 3\omega. 47\lambda. 59\lambda.$$

Α) Αφού μεσουρανεύ κάτω την 5ώ. 30λ. 30δ., θα ανατείλει την:

$$(5\omega. 30\lambda. 30\delta.) + (3\omega. 47\lambda. 59\delta.) = 8\omega. 77\lambda. 89\delta. = 9\omega. 18\lambda. 29\delta.$$

Β) Αφού διανύει το ημερήσιο τόξο σε 16ώ. 24λ. 2δ., το μισό του τόξου αυτού θα το διανύει σε:

$$(16\omega. 24\lambda. 2\delta.) : 2 = 8\omega. 12\lambda. 1\delta.$$

Άρα θα μεσουρανεύ άνω στις:

$$(9\omega. 18\lambda. 29\delta.) + (8\omega. 12\lambda. 1\delta.) = 17\omega. 30\lambda. 30\delta.$$

Γ) Σκεπτόμενοι όπως και προηγουμένως βρίσκουμε ότι θα δύει στις:

$$(17\omega. 30\lambda. 30\delta.) + (8\omega. 12\lambda. 1\delta.) = 25\omega. 42\lambda. 31\delta. \\ \text{ήτοι } 1\omega. 42\lambda. 31\delta. \text{ της επόμενης ημέρας.}$$

4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Οι Γερμανοί αστρονόμοι Τίτιους (Titius) και Μπόντε (Bode) ανακάλυψαν έναν εμπειρικό νόμο, με τον οποίο υπολογίζονται οι αποστάσεις των πλανητών.

- Α) Τι γνωρίζετε γενικά για το νόμο αυτό;  
 Β) Να αναπτύξετε το νόμο αυτό, όπως διατυπώθηκε από τους δύο επιστήμονες.  
 Γ) Πόσο χρόνο θα χρειασθεί ένα διαστημόπλοιο για να μεταβεί από τη Γη στο Δία, αν υποθέσουμε ότι κινείται με σταθερή ταχύτητα 20 km/sec και ο Δίας βρίσκεται α) σε σύνοδο και β) σε αντίθεση; (Υποθέστε, χάριν απλότητας, ότι κατά τη διάρκεια της μετάβασης και στις δυο περιπτώσεις, οι δύο πλανήτες παραμένουν ακίνητοι).

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Της **Λαμπρινής Χρόνη**, μαθήτριας του 52ου Λυκείου Αθηνών, η οποία ήρθε 2η στο διαγωνισμό.



**A & B)** Ο νόμος, που διατυπώθηκε από τους **Bode** και **Titius**, είναι ένας εμπειρικός νόμος, ο οποίος είναι σε θέση να υπολογίσει τις αποστάσεις των πλανητών από τον Ήλιο σε αστρονομικές μονάδες. Έτσι χρησιμοποιώντας τους όρους της γεωμετρικής προόδου:

$$0 \quad 3 \quad 6 \quad 12 \quad 24 \quad 48 \quad 96 \quad 192$$

Προσθέτω αυθαίρετως τον αριθμό 4 σε κάθε έναν από αυτούς τους όρους και έχω:

$$4 \quad 7 \quad 10 \quad 16 \quad 28 \quad 52 \quad 100 \quad 196$$

Διαιρώ τον καθένα από τους όρους αυτούς διά 10 και έχω:

$$0,4 \quad 0,7 \quad 1 \quad 1,6 \quad 2,8 \quad 5,2 \quad 10 \quad 19,6$$

Οι νέοι αυτοί αριθμοί δίνουν με μεγάλη ακρίβεια τις αποστάσεις των πλανητών από τον Ήλιο σε αστρονομικές μονάδες ήτοι:

**Ερμής Αφροδίτη Γη Άρης Αστεροειδείς Δίας Κρόνος Ουρανός**

Στην αρχή τα παρατηρησιακά δεδομένα δεν συμφωνούσαν απόλυτα με αυτόν το νόμο. Όμως, μόλις οι αστρονόμοι ανακάλυψαν τον Ουρανό στην αναμενόμενη από το νόμο απόσταση, έσπευσαν να ανακαλύψουν και το αντικείμενο, που βρίσκεται μεταξύ Άρη και Δία, σε απόσταση 2,8 α.μ. Έτσι ο Ριάτζί, με παρατηρήσεις που έκανε, εντόπισε στη θέση αυτή τη Δήμητρα, την 1η Ιανουαρίου 1801, έναν από τους μεγαλύτερους αστεροειδείς στη ζώνη των αστεροειδών. Στη συνέχεια ανακαλύφθηκαν και άλλα τέτοια σώματα, που όλα μαζί βρίσκονταν στη ζώνη αυτή. Στη συνέχεια ανακαλύφθηκαν: ο Ουρανός, ο Ποσειδώνας και ο Πλούτωνας. Για τον Ουρανό ισχύει ο νόμος των Μπόντε - Τίτιου, ενώ για τον Ποσειδώνα και τον Πλούτωνα δεν ισχύει. Μάλιστα ο Πλούτωνας, τώρα τελευταία «εξοστρακίσθηκε» από πλανήτη και κατατάχθηκε στους νάνους πλανήτες.





Γ) Από το νόμο των Bode – Titius, ο Δίας βρίσκεται σε απόσταση 5,2 από τον Ήλιο.

α) Ο Δίας σε σύνοδο. Όταν ο πλανήτης Δίας βρίσκεται σε σύνοδο, είναι στην ίδια ευθεία με τον Ήλιο και τη Γη, αλλά ο Ήλιος βρίσκεται ανάμεσά τους. Έτσι το διαστημόπλοιο για να μεταβεί από τη Γη στο Δία θα διανύσει απόσταση:

$$1 + 5,2 = 6,2 \text{ α.μ.}$$

Όπως διαπιστώνουμε από μια σχηματική παράσταση:

$$(Γη) \leftarrow 1\text{α.μ.} \rightarrow (\text{Ήλιος}) \leftarrow 5,2\text{α.μ.} \rightarrow (\text{Δίας})$$

Όμως

$$1\text{α.μ.} = 150 \cdot 10^6 \text{ χλμ.}$$

Άρα:

$$6,2 \times 150 \cdot 10^6 \text{ χλμ.} = 930 \cdot 10^6 \text{ χλμ.}$$

είναι η απόσταση Γης – Δία.

Οπότε

$$930 \cdot 10^6 \text{ χλμ.} : 20 \text{ χλμ/δ.} = 46,5 \cdot 10^6 \text{ δ.}$$

θα κάνει για να φθάσει στο Δία.

β) Ο Δίας σε αντίθεση. Όταν ο Δίας βρίσκεται σε αντίθεση με τη Γη, τότε η Γη βρίσκεται ανάμεσα στο Δία και τον Ήλιο, άρα το διαστημόπλοιο θα διανύσει απόσταση ίση με

$$X = 5,2 - 1 = 4,2\text{α.μ.}$$

και θα έχουμε το ενδεικτικό σχήμα:

$$(\text{Ήλιος}) \leftarrow 1\text{α.μ.} \rightarrow (Γη) \leftarrow X \rightarrow (\text{Δίας})$$

$$(\text{Ήλιος}) \leftarrow 5,2\text{α.μ.} \rightarrow (\text{Δίας})$$

Όμως:

$$4,2 \times 150 \cdot 10^6 \text{ χλμ.} = 630 \cdot 10^6 \text{ χλμ.}$$

είναι η απόσταση Γης – Δία.

Οπότε:

$$630 \cdot 10^6 \text{ χλμ.} : 20 \text{ χλμ/δ.} = 31,5 \cdot 10^6 \text{ δ.}$$

θα κάνει για να φθάσει στο Δία

5<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Να σημειώσετε στην κόλλα σας την ορθή απάντηση στα παρακάτω ερωτήματα (π.χ. 5.3.x, όπου x το γράμμα της απάντησης που θεωρείτε σωστή).

5.1. Τα πιο μακρινά ουράνια αντικείμενα είναι:

- α) Τα κβάζαρς,
- β) Τα πάλαρς,
- γ) Τα άστρα νετρονίων,
- δ) Τα γαλαξιακά σμήνη,
- ε) Οι μαύρες τρύπες.

5.2. Ένα έτος φωτός είναι:

- α) Η ταχύτητα του φωτός στο κενό,
- β) Η απόσταση Γης – Ήλιου,
- γ) Η διάρκεια του ηλιακού έτους,
- δ) Η απόσταση που διανύει το φως σε ένα χρόνο,
- ε) Η κοντινότερη απόσταση ενός άστρου.

5.3. Το φως στο κενό ταξιδεύει με:

- α) 300.000 χλμ/δ,
- β) 3.000 χλμ/δ
- γ) 3.000.000 μ/δ,
- δ) 300.000 μίλια/δ, 30.000 πόδια/δ.

5.4. Ποια πειραματική διάταξη αναλύει το φως των μακρινών ουρανίων αντικειμένων;

- α) Συμβολομετρία,
- β) Φωτομετρία,
- γ) Φασματοσκοπία,
- δ) Μετατόπιση Νεόπλερ.

5.5. Σχεδόν όλα όσα ξέρουμε για το Σύμπαν προέρχονται, κατά κύριο λόγο, από τη μελέτη της ενέργειας, που ταξιδεύει στο διάστημα με τη μορφή:

- α) Ατόμων,
- β) Φωτός,
- γ) Ακτινοβολίας,
- δ) Κοσμικής ακτινοβολίας.

5.6. Η ατμόσφαιρα της Γης, μας προστατεύει από την ακτινοβολία.

Οι εξαιρέσεις είναι:

- α) Το ορατό φως και τα ραδιοκύματα,
- β) Οι ακτίνες – Χ και η υπεριώδης ακτινοβολία,
- γ) Μόνο η ορατή ακτινοβολία,
- δ) Οι ακτίνες – Χ & γ.

5.7. Η πειραματική μέθοδος η σχετική με την αστρονομία είναι:

- α) Η φασματοσκοπία,
- β) Η συμβολομετρία σημειακής πηγής,
- γ) Η επιστημονική μέθοδος,
- δ) Ραδιοαστρονομία.

5.8. Η θεωρία του Κέπλερ βασίστηκε πάνω στην ανάλυση των μετρήσεων που έκανε:

- α) Ο Τύχων Μπράχε,
- β) Ο Κοπέρνικος,
- γ) Ο Γαλιλαίος,
- δ) Ο Πτολεμαίος.

5.9. Μετά τον Κοπέρνικο, ένας Δανός αστρονόμος χρησιμοποίησε αστρονομικά όργανα για την παρατήρηση των πλανητών. Αυτός ήταν:

- α) Ο Γαλιλαίος Γαλιλέι,
- β) Ο Ισαάκ Νεύτωνας,
- γ) Ο Γιοχάνες Κέπλερ,
- δ) Ο Τύχων Μπράχε.

5.10. Η συσκευή που έδωσε αποδείξεις για την κίνηση της Γης περί τον άξονά της, το 19ο αιώνα ήταν:

- α) Το τηλεσκόπιο,
- β) Το γυροσκόπιο,
- γ) Το ρολόι με το εκκρεμές,
- δ) Ο τροχός του Φιζώ,
- ε) Το εκκρεμές του Φουκώ.

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

- 5.1.α
- 5.2.δ
- 5.3.α
- 5.4.γ
- 5.5.β
- 5.6.α
- 5.7.α
- 5.8.α
- 5.9.δ
- 5.10.ε

5.11. Η «Αστρονομική Εφημερίδα» είναι:

- α) Μια ημερήσια εφημερίδα, που εκδίδεται από τη Διεθνή Αστρονομική Ένωση,
- β) Ένα βιβλίο, που περιέχει θέσεις πλανητών, θέσεις ορατών αστερών και κυρίων αστρονομικών γεγονότων
- γ) Ένας χάρτης πλανητών και ορατών αστερών,
- δ) Ένα μοντέλο του ηλιακού μας συστήματος.

5.12. Η φαινόμενη αλλαγή της φοράς, κατά την οποία κινείται ένα ουράνιο σώμα, που προέρχεται από την ετήσια κίνηση της Γης, λέγεται:

- α) Ανάδρομη κίνηση,
- β) Παράλλαξη,
- γ) Συζυγία,
- δ) Ηλιακή ανατολή.

5.13. Το πρώτο αστρονομικό όργανο που χρησιμοποιήσε ο Ερατοσθένης (270 π.Χ.) ήταν:

- α) Το διαφορικό,
- β) Η έλικα,
- γ) Το ηλιακό ρολόι,
- δ) Ο γνόμωνας.

5.14. Στο μοντέλο του Σύμπαντος του Πτολεμαίου (140 π.Χ.), οι πλανήτες κινούνταν πάνω σε μικρούς κύκλους, με κέντρα πάνω σε μεγαλύτερους κύκλους που λέγονταν:

- α) Διαφορικοί,
- β) Επίκυκλοι,
- γ) Έκκεντροι,
- δ) Ισημερισιοί,
- ε) Παράλληλοι.

5.15. Οι ιδέες του Σύμπαντος του Πτολεμαίου για το Σύμπαν περιέχονται στο βιβλίο του με τίτλο:

- α) Εγκυκλοπαίδεια,
- β) Αλμαγέστη,
- γ) Συμπαντική,
- δ) Πρώτον κινούν,
- ε) Περί περιστροφών.

5.16. Στο Αριστοτέλειο Σύμπαν, εκείνο που κινούσε τα ουράνια σώματα γύρω από τη Γη ήταν:

- α) Η εκλειπτική,
- β) Ο Γαλαξίας,
- γ) Ο ζωδιακός κύκλος,
- δ) Το πρώτο κινούν,
- ε) Ο θεός.

5.17. Οι «ημέρες του Κυνός» [ή τα κυνικά καύματα (εγκαύματα)] κατά το Καλοκαίρι καθορίζονται από την ταυτόχρονη ανατολή του Ήλιου και του:

- α) του Φεγγαριού,
- β) του Σειρίου,
- γ) της Αίγας,
- δ) του Διός,
- ε) του Γαλαξία.

5.18. Η εκλειπτική είναι:

- α) Η φαινόμενη τροχιά του Ηλίου στον ουράνιο θόλο,
- β) Το επίπεδο του ηλιακού συστήματος,
- γ) Η διαχωριστική γραμμή μεταξύ του βορρά – Νότου, στον ουρανό,
- δ) Η γραμμή στον ουρανό ακριβώς πάνω από τον ισημερινό της Γης.

5.19. Όταν οι πλανήτες κινούνται αντίθετα με την ημερήσια κίνηση των άστρων, αυτή η κίνηση λέγεται:

- α) Ηλιακή ανατολή,
- β) Περιπλάνηση,
- γ) Ανάδρομη κίνηση,
- δ) Πρώτη κίνηση.

5.20. Στο νόμο της παγκόσμιας έλξης του Νεύτωνα, το G είναι:

- α) Η δύναμη της βαρύτητας,
- β) Η μάζα του Ηλίου
- γ) Η σταθερά της Παγκόσμιας Έλξης,
- δ) Η σταθερά του Πλάνκ,
- ε) Το μέγεθος της Γης.

#### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

- 5.11.β
- 5.12.α
- 5.13.δ
- 5.14.β
- 5.15.β
- 5.16.δ
- 5.17.β
- 5.18.α
- 5.19.γ
- 5.20.γ

## 2η φάση «ΙΠΠΑΡΧΟΣ»

### Πίνακας επιτυχόντων

#### ΓΙΑ ΤΗ NASA

1. Μουλαντζίκος Γεώργιος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Καρδίτσας
2. Κρικέλη Μαρία, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Κοζάνης

#### ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΤΗΣ ΙΝΔΟΝΗΣΙΑΣ

1. Μουλαντζίκος Γεώργιος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Καρδίτσας (έπαινος)
2. Κρικέλη Μαρία, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Κοζάνης
3. Μαύρος Στέφανος, του 2<sup>ου</sup> Λυκείου Θεσσαλονίκης (έπαινος)
4. Βαλογιάννης Γεώργιος, του 4ου Λυκείου Τρικάλων (έπαινος)
5. Χρόνη Λαμπρινή, του 52<sup>ου</sup> Λυκείου Αθηνών

#### ΒΡΑΒΕΙΑ

1. Μουλαντζίκος Γεώργιος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Καρδίτσας
2. Κρικέλη Μαρία, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Κοζάνης
3. Μαύρος Στέφανος, του 2<sup>ου</sup> Λυκείου Θεσσαλονίκης

#### ΕΠΑΙΝΟΙ

1. Βαλογιάννης Γεώργιος, του 4<sup>ου</sup> Λυκείου Τρικάλων
2. Χρόνη Λαμπρινή, του 52<sup>ου</sup> Λυκείου Αθηνών
3. Κρικέλη Ελένη, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Κοζάνης
4. Σουλτσιώτης Νικόλαος, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Λάρισσας
5. Τσομπανίδης Αλέξανδρος, του 1<sup>ου</sup> Αρσακείου Λυκείου Ψυχικού Αθηνών
6. Καλόσι Νεσίμ, του Λυκείου Νέας Γενιάς Ζηρίδη Αθηνών
7. Μποσκίδης Κωνσταντίνος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Ορεστιάδας
8. Μαυρονικόλα Μαρία, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Ρόδου
9. Τσιάρας Άγγελος, του 2<sup>ου</sup> Λυκείου Δράμας
10. Γκουσδουβάς Χρήστος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Νάουσας
11. Παπαδογιαννάκη Σεμέλη, του Ελληνικού Λυκείου Στοκχόλμης Σουηδίας
12. Μπελτές Αλέξανδρος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου «Ανατόλια» Θεσσαλονίκης
13. Ζαχαρία Ευφημία – Μαρία, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Αχαρνών Αθηνών
14. Αλευρόπουλος Αθανάσιος, του Λυκείου Οραιοκάστρου Θεσσαλονίκης
15. Μοτεσίντσαλης Ευάγγελος, του 2<sup>ου</sup> Λυκείου Φλώρινας
16. Τσατσόπουλος Θωμάς, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Καβάλας
17. Μαυρογορδάτος Θεμιστοκλής, του Κολλεγίου Αθηνών

## Θέματα και Απαντήσεις 2ης φάσης “ΙΠΠΑΡΧΟΣ”

1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Η κοσμική ακτινοβολία υποβάθρου είναι μια από τις επικρατέστερες ενδείξεις για τη θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης του Σύμπαντος.

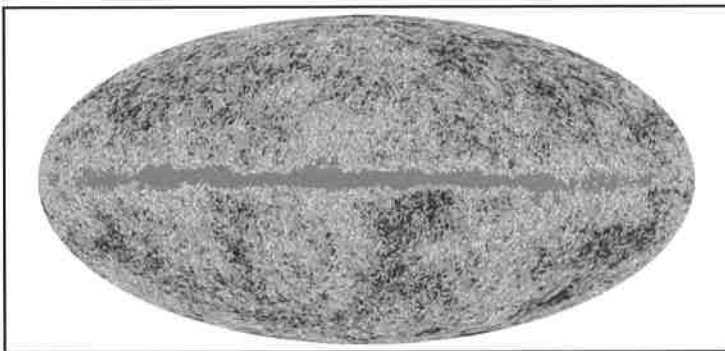
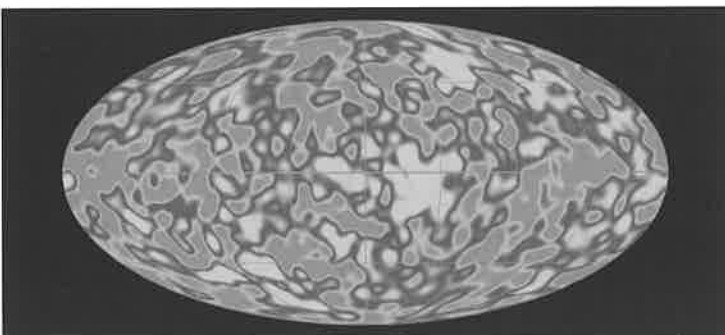
Α) Πώς δικαιολογείτε την άποψη αυτή;

Β) Πότε και πώς ανακαλύφθηκε η κοσμική ακτινοβολία υποβάθρου;

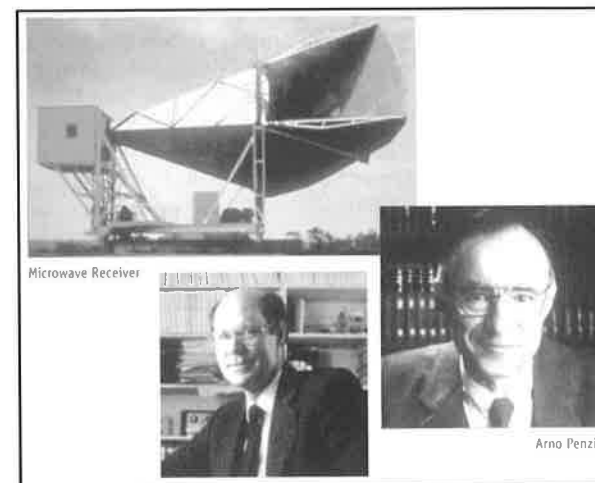
Γ) Ποιες διαστημικές συσκευές εκτοξεύθηκαν για να ανιχνεύσουν την ακτινοβολία υποβάθρου και ποια είναι τα ευρήματά τους;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Της Κρικέλη Μαρίας, μαθήτριας του 1ου Λυκείου Κοζάνης, που ήρθε 2η στο διαγωνισμό



Α) Η θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης πρωτοδιατυπώθηκε από τον Lemaître, το 1927 περίπου. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, το Σύμπαν δημιουργήθηκε από μια σημειακή ανωμαλία. Μάλιστα υποστήριξε ότι κατά τη Μεγάλη Έκρηξη η εντροπία του Σύμπαντος ήταν ελάχιστη, δηλ. επικρατούσε η μέγιστη δυνατή οργάνωση, αφού η εντροπία, σύμφωνα με την κλασική φυσική, είναι το μέτρο της αταξίας της ύλης. Έτσι με βάση αυτά, υποστήριξε ακόμη ότι κατά τη Μεγάλη Έκρηξη δημιουργήθηκαν τα ελαφρύτερα στοιχεία, τα οποία ήταν το υδρογόνο, το δευτέριο και το ήλιο και ως υπόλειμμα της έκρηξης αυτής πρέπει να είχε απομείνει ένας απόηχος της. Την άποψη αυτή την ενστερνίστηκε ο γνωστός Ρωσοαμερικανός φυσικός George Gamow, το 1944, και υποστήριξε ο ίδιος ότι πρέπει στο Σύμπαν να έχει απομείνει μια ακτινοβολία, η οποία ήταν ο απόηχος της Μεγάλης Έκρηξης.



Mikrowave Receiver

Arno Penzias

Β) Έτσι, λοιπόν, την ακτινοβολία υποβάθρου την ανακάλυψαν τυχαία, το 1965, ο Arno Penzias και ο Robert Wilson. Συγκεκριμένα, με το ραδιοτηλεσκόπιό τους είχαν εντοπίσει έναν «θόρυβο», ο οποίος ερχόταν ισότροπα από όλες τις κατευθύνσεις. Νομίζοντας ότι έφταιγε το ραδιοτηλεσκόπιο, το καθάρισαν από κάθε ρύπο, διότι πίστευαν ότι αυτός ήταν ο κυρίαρχος λόγος αυτού του «θορύβου». Όμως, μετά τον καθαρισμό, πάλι λάμβαναν αυτόν τον «θόρυβο». Τελικά κατάλαβαν ότι ο «θόρυβος» αυτός προερχόταν από το Διάστημα και ερχόταν ισότροπα, με θερμοκρασία 2,74 °Κ. Για την ανακάλυψή τους αυτή, τιμήθηκαν με το βραβείο Νόμπελ της φυσικής, το 1978.

Πρέπει να σημειώσουμε εδώ ότι η κοσμική ακτινοβολία υποβάθρου, εκτός του ότι εξηγεί και πιστοποιεί τη Μεγάλη Έκρηξη, επαληθεύει και τη θεωρία της ισοτροπίας του Σύμπαντος.



Γ) Για την ανακάλυψη των μυστικών που κρύβει η κοσμική ακτινοβολία υποβάθρου, οι επιστήμονες έστειλαν δορυφόρους κατά καιρούς. Ο πρώτος δορυφόρος που στάλθηκε ήταν ο COBE (COsmic Background Explorer) για την ανακάλυψη αυτών των μυστικών, που δια φωτίζουν περισσότερο τους επιστήμονες για τη θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης. Ο COBE χαρτογραφώντας με τα ευαίσθητα όργανά του το Σύμπαν εντόπισε την κοσμική ακτινοβολία υποβάθρου, η οποία δεν παρουσίαζε καμιά ανισοτροπία, παρά μόνο μερικές μικρές ανεπαίσθητες διακυμάνσεις.

Μετά από τον COBE στάλθηκε από τη NASA ο WMAP, το 2001, που είχε πολύ πιο ευαίσθητα και πιο εξελιγμένα όργανα και παρατήρησε στη ραδιοφωνική περιοχή. Έβγαλε δε τα ίδια αποτελέσματα με τον COBE, αλλά η χαρτογράφηση του Σύμπαντος ήταν λεπτομερέστατη με εκείνον. Τέλος, πρόσφατα, εντός του 2008, πρόκειται να σταλεί από την ESA ο νέος δορυφόρος "Planck" για να διερευνήσει ακόμη περισσότερο το θέμα.

2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

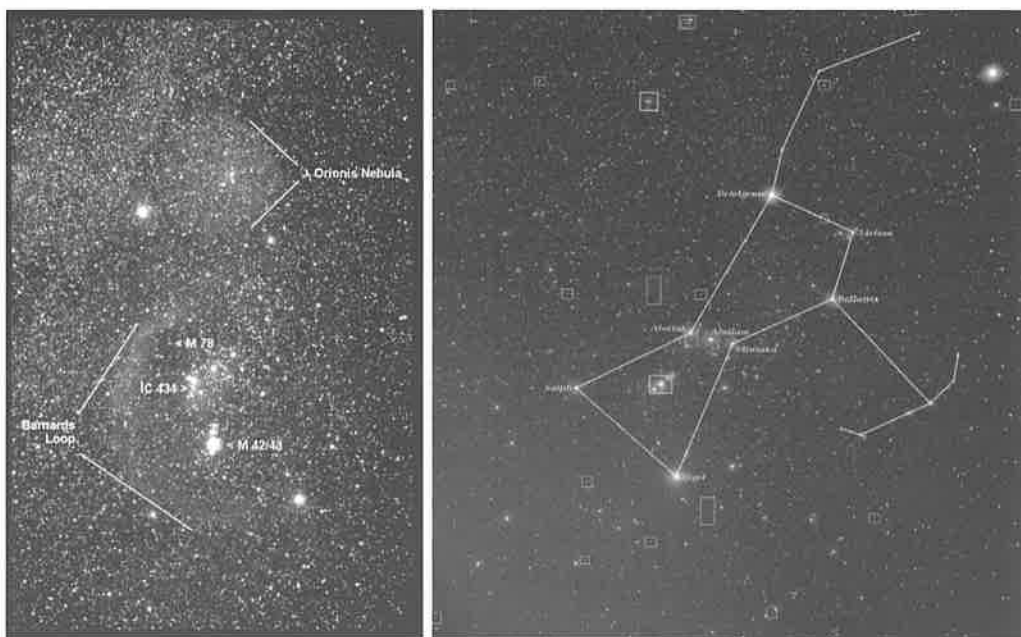
Ένας από τους πιο εντυπωσιακούς αστερισμούς του χειμώνα είναι και ο αστερισμός του Ωρίωνα.

- A)** Να σχεδιάσετε τον αστερισμό αυτό με τους 4 λαμπρότερους αστέρες του, ανάλογα με το φαινόμενο μέγεθός τους, σημειώνοντας το μέγεθος αυτό με περιθώριο λάθους 0,5.  
**B)** Τι γνωρίζετε για τον αστερισμό αυτό από αστρονομική και μυθολογική άποψη;  
**Γ)** Τι γνωρίζετε για το νεφέλωμα του Ωρίωνα και για τους λαμπρότερους αστέρες της περιοχής του;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Του Στέφανου Μαύρου, μαθητή του 2ου Λυκείου Θεσσαλονίκης, που ήρθε 3ος στο διαγωνισμό

A)



**B)** Ο αστερισμός του Ωρίωνα είναι ένας από τους ωραιότερους και ποικιλόμορφους αστερισμούς του νυχτερινού ουρανού, που κυριαρχεί και στα δυο ημισφαίρια. Το χειμώνα στο βόρειο και το καλοκαίρι στο νότιο. Περιέχει ένα μεγάλο πλήθος αστρικών αντικειμένων του NGC (New General Catalog) και κυρίως νεφελώματα.

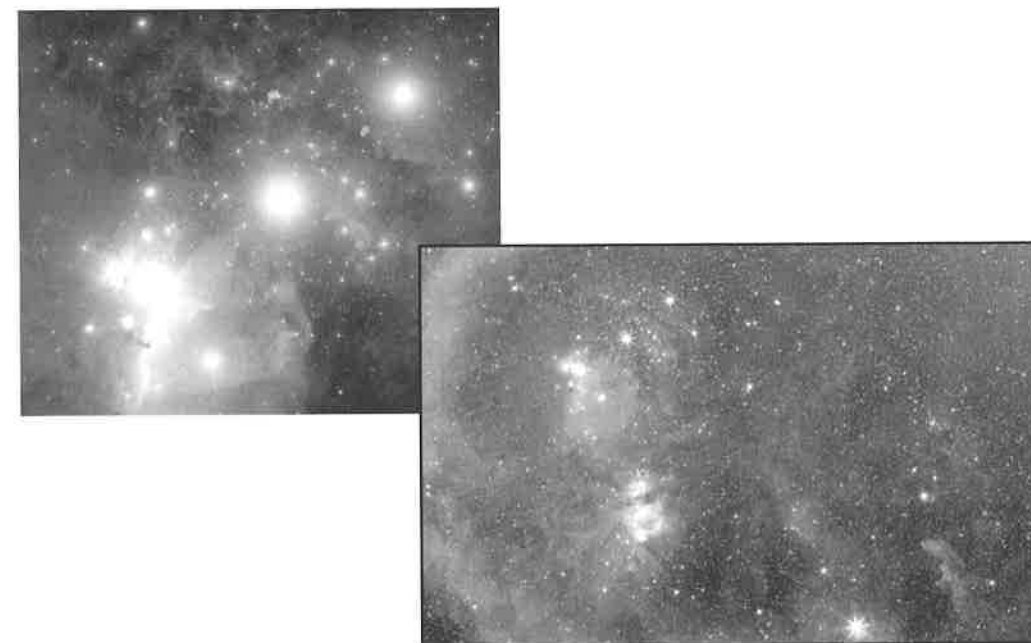
Σε μέγεθος είναι από τους μεγαλύτερους, όπως ορίστηκαν τα όρια των αστερισμών, κατά το τέλος της 10ετίας του 1920 από την I.A.U. (International Astronomy Union). Θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι ένας πολύ φωτογραφημένος αστερισμός, τόσο από τους ερασιτέχνες αστρονόμους όσο και από μεγάλα επίγεια τηλεσκόπια.

Η δημοσιότητα και η αναγνωρισιμότητα, που έχει αποκτήσει τον έχει φέρει στους γνωστότερους αστερισμούς για το ευρύ κοινό μετά τη Μεγάλη και τη Μικρή Άρκτο. Το όνομά του έχει γίνει σχεδόν συνώνυμο με την αστρονομία, αφού έχει χρησιμοποιηθεί και από τις μεγαλύτερες εταιρείες τηλεσκοπίων την ORION και την ORION OPTICS.

Στον αστερισμό, κυρίαρχο ρόλο παίζουν τα νεφελώματα. Ο αστερισμός έδωσε το όνομά του και σε έναν από τους τρεις πιο μεγάλους βραχίονες του Γαλαξία μας. Τον βραχίονα του Ωρίωνα. Σημαντικότερο νεφέλωμα είναι το νεφέλωμα του Ωρίωνα, το οποίο κατέχει τη θέση 42 στον κατάλογο του Messier (M – 42). Άλλα σημαντικά νεφελώματα είναι το Flaming Nebula και η Κεφαλή Ίππου. Το τελευταίο αυτό, είναι σκοτεινό νεφέλωμα.

Ο Ωρίωνας, κατά τους αρχαίους Έλληνες, πήρε το όνομα από το διάσημο κυνηγό Ωρίωνα, της ελληνικής μυθολογίας. Η ίδια μορφή του αστερισμού αναπαριστά ακριβώς τον μυθολογικό κυνηγό της ελληνικής αρχαιότητας. Η μορφή του οριοθετείται από τα φωτεινότερα αστέρια του αστερισμού τον Betelgeuse, τον Rigel και τον Bellatrix, ενώ η «Ζώνη του Ωρίωνα» αποτελείται από τρία λαμπρά άστρα ευθυγραμμισμένα και πολύ κοντά στον ουράνιο ισημερινό. Επίσης υπάρχει και το «ξίφος» του Ωρίωνα, το οποίο αποτελείται από δύο άστρα και το νεφέλωμα του Ωρίωνα.

Ο Betelgeuse είναι ένας ερυθρός υπεργίγαντας αστέρας, χρώματος πορτοκαλί, που πιθανό να δώσει στο μέλλον έναν υπερκαινοφανή (supernova), αυξάνοντας κατά πολύ τη φωτεινότητά του και δημιουργώντας ένα καινούργιο νεφέλωμα, ενώ θα αφήσει πίσω του έναν αστέρα νετρονίων πάσσαρ (pulsar) ή μια μαύρη τρύπα.



**Γ)** Το νεφέλωμα του Ωρίωνα είναι το μεγαλύτερο και φωτεινότερο σε ένταση νεφέλωμα στο βόρειο ημισφαίριο, το οποίο είναι ορατό και με γυμνό μάτι. (Στο νότιο ημισφαίριο το μεγαλύτερο νεφέλωμα είναι το νεφέλωμα Καρίνας, κοντά στην αστέρα η – Καρίνας). Πρόκειται για ένα νεφέλωμα εκπομπής, το οποίο αποτελείται από σκόνη και αέριο υδρογόνο. Το υδρογόνο ιονίζεται από την επίδραση των νέων άστρων, που γεννιούνται στο εσωτερικό του νεφελώματος. Κατά την αποδιέγερσή του το νεφέλωμα, όχι μόνον εκπέμπει, αλλά και ανακλά την ακτινοβολία των γύρω του άστρων.

Ο πιο όμορφος, αλλά και πιο ενδιαφέρων σχηματισμός στο νεφέλωμα του Ωρίωνα είναι το λεγόμενο «Τράπέζιο» αυτού. Πρόκειται για ένα τηλεσκοπικώς τετραπλό σύστημα αστέρων! Αυτός είναι και ο λόγος της ακτινοβολίας του M – 42 (νεφέλωμα του Ωρίωνα), το οποίο είναι και ένα από τα κοντινότερα στη Γη νεφελώματα. Αρκεί να αναλογισθούμε ότι το φαινόμενο μέγεθός του είναι λίγο μεγαλύτερο από +3.

Γενικότερα η σκόνη και το αέριο του νεφελώματος είναι μέρος μιας μεγάλης συγκέντρωσης ύλης γύρω από τον αστερισμό, τα οποία, όμως, δεν εκπέμπουν, μιας και δεν φωτίζονται από άστρα.

**3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

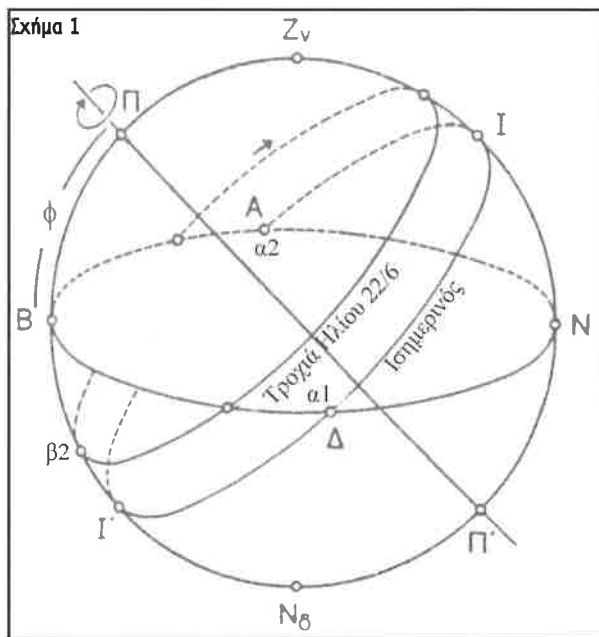
Για έναν παρατηρητή στην πόλη του Βόλου ( $\phi = 39^\circ, 22'$ ) να υπολογισθεί:

- A1) Το ύψος του Ήλιου στις 21 Μαρτίου, όταν το αζιμούθιο του είναι  $90^\circ$  και
- A2) Στις 21 Σεπτεμβρίου, όταν το αζιμούθιο του είναι  $270^\circ$ .
- B1) Το ύψος του Ήλιου στις 22 Δεκεμβρίου, όταν η ωριαία γωνία του είναι  $0^\circ$ , και
- B2) στις 22 Ιουνίου, όταν η ωριαία γωνία του είναι  $180^\circ$ .

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

ΣΗΜΕΙΩΣΗ κεντρικής επιτροπής διαγωνισμού.

Αντί να σημειώσουμε την απάντηση ενός μαθητού του διαγωνισμού, προτιμούμε να παρουσιάσουμε αυτούσια τη λύση του θέματος αυτού, όπως τη διατύπωσε ο καθηγητής κ. **Ιωάννης Σειραδάκης**, καθηγητής αστροφυσικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και μάλιστα με δύο μορφές: Για μαθητές με λίγες γνώσεις και για προχωρημένους μαθητές.



Καταρχήν ο μαθητής που συμμετέχει στη 2η φάση του Μαθητικού Διαγωνισμού Αστρονομίας πρέπει να γνωρίζει ότι στις 21 Μαρτίου και 21 Σεπτεμβρίου έχουμε ισημερία και επομένως η απόκλιση του Ήλιου είναι  $\delta = 0^\circ$ . Επίσης στις 22 Δεκεμβρίου και 22 Ιουνίου έχουμε το χειμερινό και το θερινό ηλιοστάσιο και επομένως η απόκλιση του Ήλιου είναι  $\delta = -23^\circ, 5'$  και  $\delta = +23^\circ, 5'$ , αντίστοιχα. Επίσης πρέπει να γνωρίζει ότι η διεύθυνση του άξονα περιστροφής της Γης ( $\Pi\Pi'$ ) και ο ορίζοντας του παρατηρητή ( $AN\Delta B$ ) σχηματίζουν γωνία,  $\phi$ , ίση με το γεωγραφικό πλάτος του παρατηρητή (στην περίπτωση μας  $\phi = 39^\circ 22'$ ). Επομένως στο Σχήμα 1 οι γωνία  $BZv = \phi$ , η  $ZvI = (90^\circ - \phi) = 50^\circ 38'$ , η  $IN = \phi$ , κ.ο.κ. κυκλικά μέχρι τη γωνία  $I'B$  που ισούται με  $(90^\circ - \phi)$ . Τέλος πρέπει να γνωρίζει ότι τόσο το αζιμούθιο όσο και η ωριαία γωνία μετρώνται από το Νότο (Το αζιμούθιο επί του ορίζοντος και η ωριαία γωνία επί του Ισημερινού).

1) Απάντηση με απλές γνώσεις

(A1 και A2):

Στις 21 Μαρτίου και 21 Σεπτεμβρίου ο Ήλιος κινείται πάνω στον Ισημερινό

$$(\delta = 0^\circ)$$

Επειδή το αζιμούθιο του είναι  $90^\circ$  και  $270^\circ$ , αντίστοιχα, θα βρίσκεται στα σημεία ( $\alpha_1$ ) και ( $\alpha_2$ ) στο Σχήμα 1. Το ύψος του θα είναι  $0^\circ$ .

(B2):

Στις 22 Ιουνίου, η απόκλιση του Ήλιου είναι  $+23^\circ, 5'$ . Η τροχιά του έχει σχεδιαστεί στο Σχήμα 1. Επειδή έχει ωριαία γωνία  $180^\circ$ , βρίσκεται στο Βορρά, στην κάτω μεσουράννηση, δηλαδή στο σημείο  $\beta_2$  του Σχήματος 1. Το ύψος του είναι

$$-(90^\circ - \phi) + 23^\circ, 5' = -(90^\circ - 39^\circ 22') + 23^\circ 30' = -50^\circ 38' + 23^\circ 30', \text{ ή } \phi = -27^\circ 08'$$

Βρίσκεται δηλαδή κάτω από τον ορίζοντα.

(B1):

Για να μην γίνει πολύπλοκο το σχήμα δεν σχεδιάστηκε η τροχιά του Ήλιου στις 22 Δεκεμβρίου, οπότε ο Ήλιος έχει

$$\delta = -23^\circ, 5'$$

Επειδή έχει ωριαία γωνία  $0^\circ$ , βρίσκεται στο μεσημβρινό του Νότου. Το ύψος του είναι

$$+(90^\circ - \phi) - 23^\circ, 5'$$

δηλαδή

$$+27^\circ 08'$$

ii) Απάντηση για προχωρημένους

Χρησιμοποιώντας σφαιρική τριγωνομετρία μπορούμε να επιλύσουμε το πρόβλημα στη γενικευμένη του μορφή. Κατασκευάζουμε την ουράνια σφαίρα και το τρίγωνο θέσης ( $\Pi Zv\Delta$ ) ενός τυχαίου αντικειμένου πάνω στην ουράνια σφαίρα (Σχήμα 2). Χρησιμοποιώντας τη σχέση του συνημιτόνου

$$\text{συν } \alpha = \text{συν } \beta \text{ συν } \gamma + \eta\mu \beta \eta\mu \gamma \text{ συν } A$$

για τη γωνία  $(90^\circ - \delta)$  έχουμε:

$$\text{συν}(90^\circ - \delta) = \text{συν}(90^\circ - \phi) \text{συν}(90^\circ - \nu) + \eta\mu(90^\circ - \phi) \eta\mu(90^\circ - \nu) \text{συν}(180^\circ - A) \quad (1)$$

όπου  $\delta$  είναι η απόκλιση,  $\phi$  το γεωγραφικό πλάτος,  $\nu$  το ύψος και  $A$  το αζιμούθιο του αντικειμένου. Το αντικείμενο που μας ενδιαφέρει είναι προφανώς ο Ήλιος.



**Περίπτωση α1)** [ $\delta = 0^\circ$ ,  $\varphi = 39^\circ 22'$  και  $A = 90^\circ$ ]:

Η παραπάνω σχέση (1) γράφεται:

$$\begin{aligned} \sin(90^\circ) &= \sin(90^\circ - 39^\circ 22') \sin(90^\circ - \nu) + \eta\mu(90^\circ - 39^\circ 22') \eta\mu(90^\circ - \nu) \sin(90^\circ) \\ 0 &= \sin(50^\circ 38') \sin(90^\circ - \nu) + \eta\mu(50^\circ 38') \eta\mu(90^\circ - \nu) \times 0 \\ 0 &= \sin(50^\circ 38') \sin(90^\circ - \nu) \end{aligned}$$

Επειδή το  $\sin(50^\circ 38')$  είναι  $\neq 0$ , έπεται ότι το  $\sin(90^\circ - \nu) = 0$  και επομένως,  $\nu = 0^\circ$ .

**Περίπτωση α2)** [ $\delta = 0^\circ$ ,  $\varphi = 39^\circ 22'$  και  $A = 270^\circ$ ]:

Χρησιμοποιώντας πάλι τη σχέση (1), βρίσκουμε  $\nu = 0^\circ$ .

**Περίπτωση β1)** [ $\delta = -23^\circ .5'$ ,  $\varphi = 39^\circ 22'$  και  $A = 0^\circ$ ]:

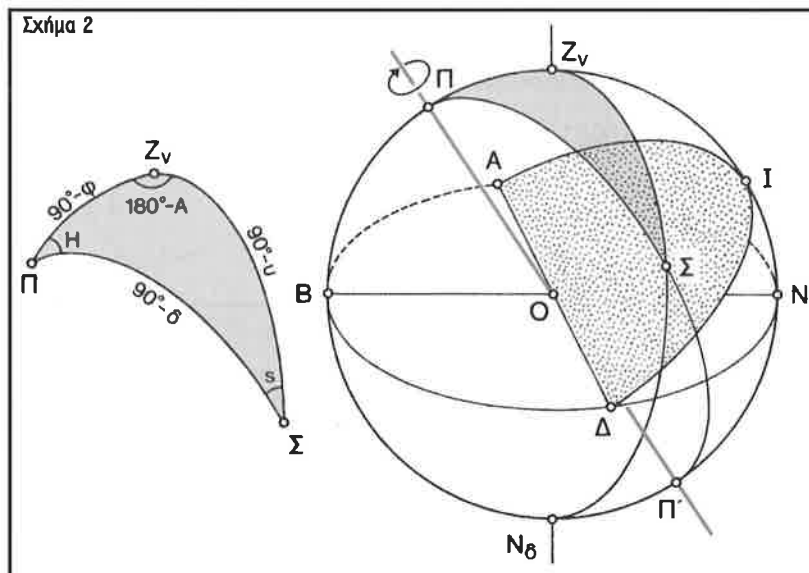
Χρησιμοποιώντας τη σχέση του συνημιτόνου για τη γωνία  $(90^\circ - \nu)$  έχουμε:

$$\sin(90^\circ - \nu) = \sin(90^\circ - \varphi) \sin(90^\circ - \delta) + \eta\mu(90^\circ - \varphi) \eta\mu(90^\circ - \delta) \sin(H) \quad (2)$$

όπου  $H$  είναι η ωριαία γωνία. Από την οποία βρίσκουμε  $\nu = +27^\circ 08'$ .

**Περίπτωση β2)** [ $\delta = +23^\circ .5'$ ,  $\varphi = 39^\circ 22'$  και  $A = 0^\circ$ ]:

Χρησιμοποιώντας πάλι τη σχέση (2), βρίσκουμε  $\nu = -27^\circ 08'$ .



Ας σημειωθεί ότι η γενικευμένη σχέση του συνημιτόνου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οποιοδήποτε συνδυασμό [ $\delta$ ,  $\varphi$ ,  $\nu$ ,  $A$ ,  $H$ ,  $S$ ] (Σχήμα 2).

( $S$  είναι η παραλλακτική γωνία, η οποία χρησιμοποιείται για στροφή πεδίου και σε πολωσιμετρικές παρατηρήσεις).

**4ο ΘΕΜΑ**

Να λύσετε τα ακόλουθα απλά και ανεξάρτητα μεταξύ τους προβλήματα:

**A)** Ποια είναι η ταχύτητα απομάκρυνσης ενός γαλαξία, που βρίσκεται σε απόσταση 200 Μpc, αν η σταθερά του Χαμπλ θεωρηθεί ότι είναι 75 km/s/Mpc;

**B)** Πόση θα έπρεπε να είναι η ακτίνα του Ήλιου, αν αυτός ήταν δυνατό να μετατραπεί σε μαύρη τρύπα;

(Δίδονται:  $G = 6,67 \cdot 10^{-8} \text{gr}^{-1} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{sec}^{-2}$ ,  $M_{\text{Ηλίου}} = 1,99 \cdot 10^{33} \text{gr}$  και  $C = 3 \cdot 10^{10} \text{cm/sec}$ ).

**Γ)** Ένας αστεροειδής βρίσκεται σε απόσταση 3 Α.Υ. Πόση είναι η περίοδος περιφοράς του γύρω από τον Ήλιο;

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

Του μαθητή Γεωργίου Μουλαντζίκου, του 1ου Λυκείου Καρδίτσας, που ήρθε 1ος στο διαγωνισμό

**A)** Σύμφωνα με το νόμο του Hubble ισχύει:

$$v = H \cdot d. \text{ Άρα } v = 75 \times 200 = 15.000 \text{ km.s}^{-1}$$

**B)** Αν ο Ήλιος μετατρεπόταν σε μαύρη τρύπα, η ακτίνα Schwarzschild αυτού θα δινόταν από τη σχέση:

$$R = \frac{2GM}{C^2} = \frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-8} \cdot 1,99 \cdot 10^{33}}{(3 \cdot 10^{10})^2} = \frac{26,54 \cdot 10^{25}}{9 \cdot 10^{20}} = 2,95 \cdot 10^5 \text{ cm}$$

**Γ)** Για τα σώματα του ηλιακού μας συστήματος ο λόγος  $T^2 : a^3$  είναι σταθερός.

Άρα

$$\begin{aligned} \frac{(T_{\text{ΓΗ}})^2}{(a_{\text{ΓΗ}})^3} &= \frac{(T_{\text{ΑΣΤ}})^2}{(a_{\text{ΑΣΤ}})^3} \Leftrightarrow (T_{\text{ΑΣΤ}})^2 = \left(\frac{a_{\text{ΑΣΤ}}}{a_{\text{ΓΗ}}}\right)^3 (T_{\text{ΓΗ}})^2 \Leftrightarrow T_{\text{ΑΣΤ}} = T_{\text{ΓΗ}} \sqrt{\left(\frac{a_{\text{ΑΣΤ}}}{a_{\text{ΓΗ}}}\right)^3} \\ \Leftrightarrow T_{\text{ΑΣΤ}} &= T_{\text{ΓΗ}} \sqrt{3^3} \Leftrightarrow T_{\text{ΑΣΤ}} \approx T_{\text{ΓΗ}} \cdot 5,2 \Leftrightarrow T_{\text{ΑΣΤ}} = 5,2 \epsilon\tau\eta \end{aligned}$$



# 14ος Πανελλήνιος Μαθητικός Διαγωνισμός ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ και ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΗΣ 2009



## 1η φάση «ΕΥΔΟΞΟΣ» και η 2η φάση «ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ»

## Πίνακας επιτυχόντων

1. Βαλογιάννης Γεώργιος, 4<sup>ο</sup> Λύκειο Τρικάλων
2. Σάλιαρης Κωνσταντίνος, Λύκειο Αγ. Νικολάου Χαλκιδικής
3. Μοτεσονίτσαλης Ευάγγελος, 2<sup>ο</sup> Λύκειο Φλώρινας
4. Γεωργακόπουλος Χρήστος, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Ν. Ιωνίας Βόλου
5. Παρολίνη Μάξιμος, 6<sup>ο</sup> Λύκειο Βόλου
6. Δρακονταειδή Ελευθερία, Λύκειο Ληξουρίου Κεφαλληνίας
7. Μούγιος Βασίλειος, Λύκειο Ληξουρίου Κεφαλληνίας
8. Βουτυράς Ορφέας, 1<sup>ο</sup> Αρσάκειο Τοσ. Λύκειο Αθηνών
9. Λούκας Χαρίσης, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Κοζάνης
10. Βορριάς Αλέξανδρος, 3<sup>ο</sup> Λύκειο Χίου
11. Μαρούλης Γεράσιμος, Λύκειο Ληξουρίου Κεφαλληνίας
12. Νίκου Πέτρος, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Κοζάνης
13. Τσιάρας Άγγελος, 2<sup>ο</sup> Λύκειο Δράμας
14. Καμενάκη Ευτυχία, 2<sup>ο</sup> Λύκειο Χίου
15. Παντελίδης Βασίλης, Πειραματικό Λύκειο Θεσ/νικης
16. Μαργαζόγλου Γεώργιος, Αμερικανικό Κολέγιο Ελλάδας (Pierce)
17. Λιούτας Γεώργιος, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Τρικάλων
18. Τσελέπης Ιωάννης, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Καματερού Αθηνών
19. Κώττης Νικόλαος, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Νάουσας
20. Μέγας Ευστάθιος, 2<sup>ο</sup> Λύκειο Λιβαδειάς
21. Πετρόπουλος Βασίλειος, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Λαμίας
22. Φλεμοτόμος Νικόλαος, 1<sup>ο</sup> Αρσάκειο Λύκειο Ψυχικού Αθηνών
23. Μπασόπουλος Σωτήριος, 4<sup>ο</sup> Λύκειο Κατερίνης
24. Μονδήλος Χαράλαμπος, Λύκειο Ληξουρίου Κεφαλληνίας
24. Βαρβέρης Νικόλαος, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Νάουσας
26. Τορμπαντώνης Αντώνης-Στέφανος, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Νάουσας
27. Μίχας Χρήστος, Σχολή Μωραΐτη Αθηνών
28. Βολιώτη - Μαραγκού Ελένη, 2<sup>ο</sup> Λύκειο Βόλου
29. Χαριτίδης Αλέξανδρος, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Νάουσας
30. Θεοφιλάτος Αναστάσιος, Λύκειο Ληξουρίου Κεφαλληνίας
31. Εμμανουηλίδης Αλέξανδρος, 5<sup>ο</sup> Λύκειο Καβάλας
32. Τσέκος Βασιλάκης, Λύκειο Ερατεινής Φωκίδας
33. Στυλιανού Δάφνη, 2<sup>ο</sup> Λύκειο Νάουσας
34. Χατζηνικολάου Αθανάσιος, Λύκειο Κανήθου Χαλκίδας
35. Λουκαδή Παναγιώτα, Λύκειο Ερατεινής Φωκίδας
36. Κοκκινάκη Κατερίνα, Λύκειο Κισάμου Χανίων
37. Γκίκα Σοφία, Λύκειο Ερατεινής Φωκίδας
38. Παπαγεωργίου Δημήτριος, 2<sup>ο</sup> Πειραμ. Λύκειο Αγ. Αναργ. Αθηνών
39. Κατσαμακίδης Παντελής, 3<sup>ο</sup> Λύκειο Κομοτηνής
40. Καραδήμα Σοφία, Λύκειο Ερατεινής Φωκίδας
41. Μπτράκης Αθανάσιος, Ελληνικό Λύκειο Βρυξελλών
42. Μαυρογορδάτος Θεμιστοκλής, Κολέγιο Ψυχικού Αθηνών
43. Καραστάθης Βάσιος, 2<sup>ο</sup> Λύκειο Λιβαδειάς

## Θέματα και Απαντήσεις 1ης φάσης “ΕΥΔΟΞΟΣ”

1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Αν η παράλλαξη ενός απλανούς αστέρα είναι  $\pi' = 1''$ , τότε η απόστασή του από τη Γη είναι (βάλτε ένα X δίπλα από την σωστή απάντηση):

- α) 200 AU (αστρονομικές μονάδες)
- β) 206.265 AU
- γ) 500.365 AU
- δ) 5 AU
- ε) 2.305.746 AU

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Διότι:

Η απόσταση του απλανούς σε AU δίνεται από τον τύπο:

$$d = 206.256/\pi''$$

όπου

$$\pi'' = \text{η ετήσια παράλλαξη σε δευτερόλεπτα}$$

Εάν τώρα

$$\pi = 1''$$

τότε

$$d = 206.256/1 = 206.256 \text{ AU}$$

2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Ένας αστέρας είναι λαμπρότερος κατά 2,5 φορές από αστέρα του επομένου μεγέθους. Τότε ένας άλλος αστέρας 10ου μεγέθους είναι λαμπρότερος από αστέρα 14ου μεγέθους κατά (βάλτε ένα X δίπλα από την σωστή απάντηση):

- α) 50 φορές
- β) 39 φορές
- γ) 45 φορές
- δ) 4,8 φορές
- ε) 62,5 φορές

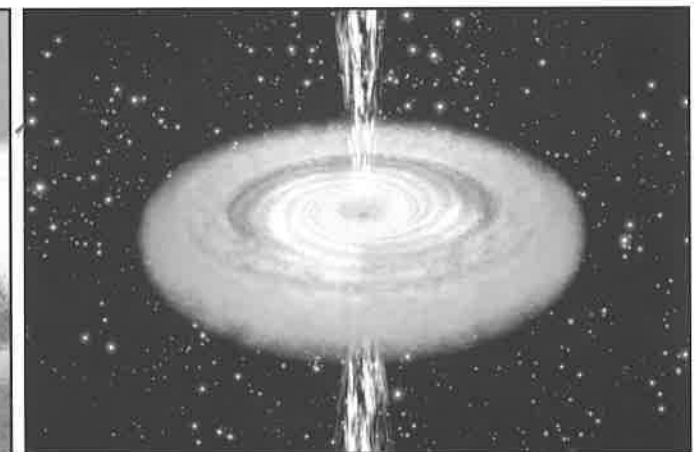
## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Διότι:

$$L_{10} / L_{14} = (2,5)^{14 - 10} = (2,5)^4 \sim 39$$

Άρα

$$L_{10} = 39L_{14}$$



**3ο ΘΕΜΑ**

Αν σας ζητούσαν να μετρήσετε το βάρος ενός σώματος και τη μάζα του στην επιφάνεια του πλανήτη Άρη, ποια όργανα θα χρησιμοποιούσατε, αντίστοιχα; (Η απάντησή σας να δοθεί με 50 λέξεις το πολύ).

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

**Τη μάζα με το ζυγό.** Διότι: Το βάρος σε γραμμάρια, που θα βρίσκαμε από τη ζύγιση, θα ήταν ίσο με τη μάζα σε γραμμάρια του σώματος.

**Το βάρος με το δυναμόμετρο.** Διότι: Το δυναμόμετρο μετράει τη δύναμη, που εδώ είναι το βάρος του σώματος.

**4ο ΘΕΜΑ**

Αν γνωρίζετε τη μάζα ενός σώματος ( $m$ ) και την τιμή της σταθεράς της παγκόσμιας έλξης ( $G$ ), ποια είναι τα υπόλοιπα στοιχεία του πλανήτη Άρη, που πρέπει να γνωρίζετε, για να υπολογίσετε το βάρος του σώματος στην επιφάνεια του πλανήτη; (Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας με 50 λέξεις το πολύ, θεωρώντας τον πλανήτη Άρη σφαιρικό).

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

Τα υπόλοιπα στοιχεία είναι η μάζα του Άρη και η

$$B = M \cdot g_A$$

Διότι: Είναι

αλλά

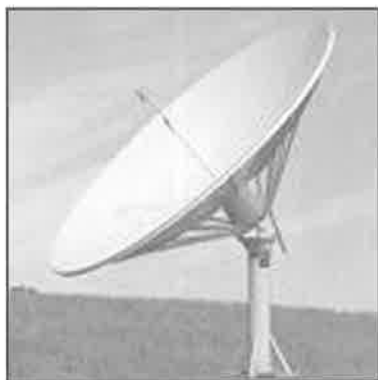
$$m \cdot g_A = \frac{G \cdot M_A \cdot m}{R_A^2} \Leftrightarrow g_A = \frac{G \cdot M_A}{R_A^2}$$

**5ο ΘΕΜΑ**

Ποιο είναι το γεωγραφικό πλάτος της πόλης (με ακρίβεια  $\pm 5^\circ$ ), όπου είναι εγκατεστημένη η δορυφορική κεραία της φωτογραφίας;

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

Γεωγραφικό πλάτος:  $45^\circ$



**6ο ΘΕΜΑ**

Υποθέστε ότι έχετε ένα σφαιρικό αστέρα ακτίνας  $R$  και φωτεινότητας  $L$ . Αν  $F_r$  είναι η φαινόμενη λαμπρότητα του αστέρα και  $F_0$  η επιφανειακή λαμπρότητά του (δηλ. η λαμπρότητά του σε απόσταση  $r = R$ ), να υπολογίσετε την απόσταση του αστέρα από την Γη. Υποθέστε ότι δεν υπάρχουν απορροφήσεις από την ατμόσφαιρα του αστεριού καθώς και από την μεσοαστρική ύλη.

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

$$\frac{F_r}{F_0} = \frac{\frac{L}{4\pi r^2}}{\frac{L}{4\pi R^2}} = \frac{R^2}{r^2} \Rightarrow r^2 = \frac{F_0 R^2}{F_r} \Rightarrow r = \sqrt{\frac{F_0 R^2}{F_r}}$$

**7ο ΘΕΜΑ**

Ένα γήινο έτος διαρκεί  $E = 365,25$  ημέρες και η Γη περιστρέφεται σε απόσταση  $A = 1$  Α.Υ. =  $1,496 \times 10^{13}$  cm από τον Ήλιο. Αν θεωρήσουμε την τροχιά της Γης κυκλική, υπολογίστε την μάζα του Ήλιου σε γραμμάρια ( $gr$ ). Δίδεται η τιμή της σταθεράς της παγκόσμιας έλξης:

$$G = 6,67 \times 10^{-8} \text{ cm}^3 \times \text{gr}^{-1} \times \text{sec}^{-2}$$

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

$$F_K = F_G \Rightarrow \frac{M_T \cdot u_T^2}{A} = G \cdot \frac{M_T \cdot M_{\text{ΗΛΙΟΥ}}}{A^2} \Rightarrow M_{\text{ΗΛΙΟΥ}} = \frac{u_T^2 \cdot A}{G}$$

Επίσης:

$$u_T = \frac{2\pi \cdot A}{E}$$

Συνδυάζοντας τις δύο παραπάνω σχέσεις έχουμε:

$$M_{\text{ΗΛΙΟΥ}} = \frac{4\pi^2 \cdot A^3}{G \cdot E^2} = 1,99 \times 10^{33} \text{ gr}$$

**8ο ΘΕΜΑ**

Προσδιορίστε την ταχύτητα απομάκρυνσης ενός ημιστέρα (quasar), αν η μετατόπιση του φάσματος προς το ερυθρό είναι:

$$\Delta\lambda/\lambda = 2$$

Δίδεται η ταχύτητα του φωτός:

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m} \times \text{sec}^{-1}$$

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} + 1 = \sqrt{\frac{c+u}{c-u}} \Rightarrow 2+1 = \sqrt{\frac{c+u}{c-u}} \Rightarrow 9 = \frac{c+u}{c-u} \Rightarrow u = 0,8c = 2,4 \times 10^8 \text{ m/sec}$$



9<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Σε κάθε μία από τις ακόλουθες προτάσεις να σημειώσετε το γράμμα Σ, εάν είναι Σωστή ή το γράμμα Λ, εάν είναι Λάθος.

9.1 Ο Κέπλερ δεν θα μπορούσε να εξαγάγει τους νόμους της κίνησης των πλανητών από βασικές φυσικές αρχές. Τους ανακάλυψε από την ανάλυση παρατηρησιακών δεδομένων.

Σ

9.2 Ο νόμος της Παγκόσμιας έλξης του Νεύτωνα λέει, ότι η βαρυτική δύναμη που έλκει δύο σώματα, είναι ανάλογη του γινομένου των μαζών τους και αντιστρόφως ανάλογη των αποστάσεών τους.

Λ

9.3 Η ανακάλυψη από το Γαλιλαίο με το τηλεσκόπιο του περισσότερων άστρων από όσα βλέπει το γυμνό μάτι, ήταν ένα σοβαρό ράπισμα στη θεωρία του Πτολεμαίου.

Λ

9.4 Η εκκεντρότητα μιας έλλειψης είναι ο λόγος της απόστασης των εστιών προς το μήκος του μεγάλου ημιάξονα αυτής.

Λ

9.5 Το ορατό φάσμα είναι ένα μεγάλο μέρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.

Λ

9.6 Το 1 νανόμετρο (1 nm) είναι ίσο με 10 Άνγκστρεμ (10 Å).

Σ

9.7 Στα τηλεσκόπια Σμιτ – Κασσεγκραίν (Schmidt – Cassegrain) το κύριο κάτοπτρο είναι σφαιρικό και όχι παραβολικό.

Σ

9.8 Στο Αριστοτελικό μοντέλο του Σύμπαντος, η πιο εξωτερική σφαίρα ήταν αυτή του πλανήτη Κρόνου.

Λ

10<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Να σημειώσετε την απάντηση στα παρακάτω ερωτήματα, βάζοντας ένα Χ δίπλα από την σωστή:

10.1 Όταν ένας εξαιρετικά λαμπρός διάττοντας αστέρας σπάει σε μικρότερα κομμάτια λέγεται:

- α) βολίδα
- β) μετέωρο
- γ) μετεωρίτης
- δ) μπάλα φωτιάς
- ε) μετεωροειδές

10.2 Η βροχή διαττόντων είναι:

- α) σμήνη κοντινών αστεροειδών
- β) υπολείμματα κομητών
- γ) αστέρια που πέφτουν
- δ) μετεωροειδείς που προέρχονται από το φεγγάρι
- ε) ατμοσφαιρικά φαινόμενα

10.3 Η κατανομή της απόστασης των αστεροειδών από τον Ήλιο δεν είναι ομοιόμορφη. Υπάρχουν περιοχές όπου απουσιάζουν αστεροειδείς (λόγω συντονισμών με το Δία). Οι περιοχές αυτές είναι γνωστές ως:

- α) χάσματα Μπόντε
- β) κενά Κίρκγουντ
- γ) διαίρεσεις Κασίνι
- δ) περιοχές Γκάους
- ε) ζώνες Πιάτζι

10.4 Οι οργανικές ενώσεις είναι αυτές που περιέχουν:

- α) αργό
- β) οξυγόνο
- γ) άνθρακα
- δ) υδρογόνο
- ε) άζωτο

10.5 Ένας διπλός αστέρας, επειδή τα δυο μέλη του, αν και βρίσκονται σε διαφορετικές αποστάσεις, βρίσκονται στην ίδια σχεδόν οπτική ευθεία με τον παρατηρητή, λέγεται:

- α) αστρομετρικά διπλός αστέρας
- β) οπτικά διπλός αστέρας
- γ) εκλειπτικά διπλός αστέρας
- δ) φασματοσκοπικά διπλός αστέρας
- ε) φωτομετρικά διπλός αστέρας

10.6 Η σχέση περιόδου – λαμπρότητας εφαρμόζεται στους:

- α) κηφείδες
- β) εκλειπτικά διπλούς αστέρες
- γ) ανώμαλους μεταβλητούς αστέρες
- δ) μεταβλητούς τύπου Mira
- ε) μεταβλητούς RR – Λύρας

10.7 Σε σχέση με τα ψυχρότερα άστρα της κύριας ακολουθίας, τα θερμότερα άστρα της κύριας ακολουθίας έχουν μεγαλύτερη:

- α) ανακλαστικότητα
- β) διάμετρο
- γ) καμπύλη φωτός
- δ) περίοδο
- ε) μεταβλητότητα

10.8 Η κοκκίαση του Ήλιου δημιουργείται από την:

- α) αγωγή θερμότητας
- β) ζώνη μεταφοράς
- γ) ακτινοβολία
- δ) ραδιενέργεια
- ε) θερμική ροή

10.9 Όσο προχωρά ο ηλιακός κύκλος, οι κηλίδες του Ήλιου πλησιάζουν:

- α) στις στεμματικές οπές
- β) στην εκλειπτική
- γ) στους μαγνητικούς πόλους
- δ) στον ηλιακό ισημερινό
- ε) στους ηλιακούς πόλους

10.10 Όταν βλέπουμε ή μελετάμε το φως των άστρων, βλέπουμε μόνο:

- α) τα εξωτερικά στρώματα
- β) τον πυρήνα
- γ) το στρώμα όπου παράγεται η ενέργεια
- δ) την ατμόσφαιρα
- ε) τη χρωμόσφαιρα



## Θέματα και Απαντήσεις 2ης φάσης "ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ"

1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Στη διαστημική εποχή μας, εκτός από τα επίγεια τηλεσκόπια, έχουμε και τα Διαστημικά τηλεσκόπια, που περιφέρονται ως τεχνητοί δορυφόροι έξω από την ατμόσφαιρα της Γης.

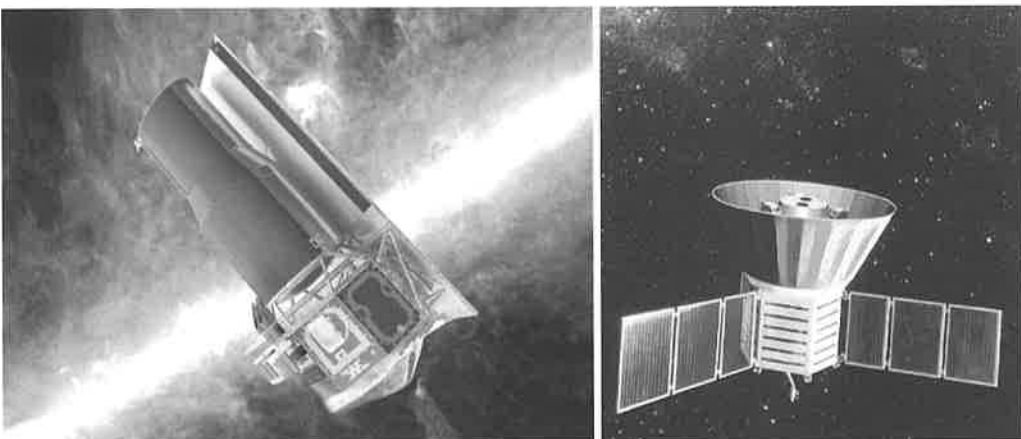
Α) Ποιους σκοπούς εξυπηρετούν τα τηλεσκόπια αυτά;

Β) Αναφέρατε τρία (3) από τα πρώτα διαστημικά τηλεσκόπια, που εκτοξεύθηκαν και ποιες ήταν οι σπουδαιότερες ανακαλύψεις, τις οποίες έκαναν;

Γ) Ποια διαστημικά τηλεσκόπια γνωρίζετε ότι είναι εν ενεργεία σήμερα και ποια είναι η συνεισφορά τους στην επιστήμη της Αστρονομίας;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Του Γεωργίου Βαλογιάννη, μαθητή του 4ου Λυκείου Τρικάλων, που ήρθε 1ος στο διαγωνισμό

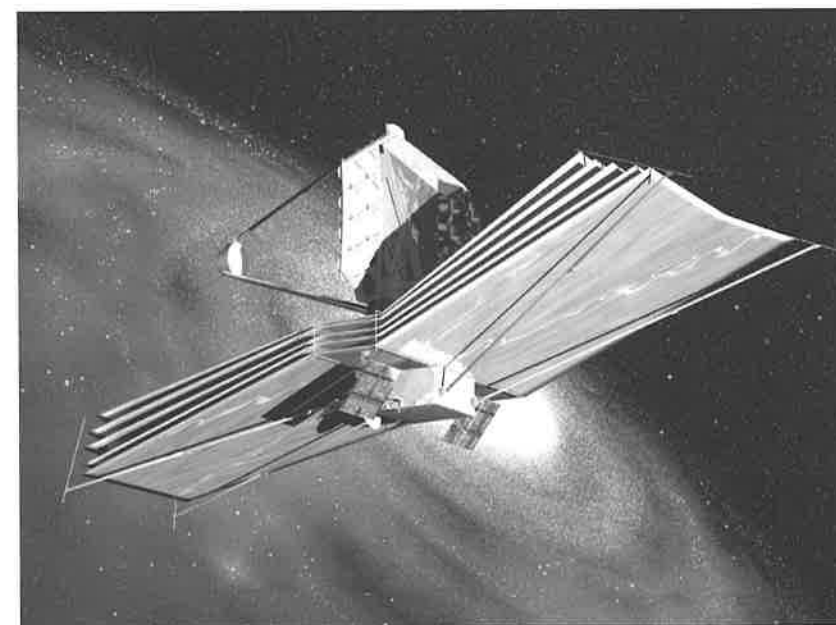


Α) Όταν, από τα πανάρχαια χρόνια, ο άνθρωπος έστρεψε το βλέμμα του στον ουρανό, αναμφισβήτητα η θαυμάσια θέα του κέντρισε το ενδιαφέρον, και θέλησε εναγωνίως να το μελετήσει. Από το 1609, οπότε ο Ιταλός αστρονόμος Γαλιλαίος κατασκεύασε το πρώτο, χαμηλών δυνατοτήτων, τηλεσκόπιο, μέχρι σήμερα η χρήση τηλεσκοπίων γνώρισε αλματώδη ανάπτυξη. Ωστόσο, σύντομα επισήμανθηκαν εμπόδια, που επιβράδυναν την επιστημονική και όχι μόνο, επίγεια παρατήρηση. Το βασικό αυτό πρόβλημα προκαλούσε η γήινη ατμόσφαιρα, το αέριο αυτό περίβλημα, που διασφαλίζει τις ομαλές συνθήκες διαβίωσης στον πλανήτη μας.

Όπως έγινε γνωστό στους επιστήμονες του 20ού αιώνα, η ακτινοβολία που εκπέμπεται από τα άστρα δεν περιορίζεται στη στενή περιοχή του ορατού φάσματος, αλλά διαδίδεται σε ένα ευρύ φάσμα μηκών κύματος, όπως ραδιοκύματα, μικροκύματα, υπέρυθρο, υπεριώδες, ακτίνες - X και ακτίνες - γ. Τα άτομα, όμως, οξυγόνου, αζώτου κ.λπ. της γήινης ατμόσφαιρας εμποδίζουν το μεγαλύτερο μέρος των ακτινοβολιών, εκτός του ορατού και ενός μέρους των ραδιοκυμάτων, να τη διαπεράσουν. Επομένως όλες οι χρήσιμες πληροφορίες, που είναι γνωστό ότι μεταφέρει η ακτινοβολία των ουρανίων σωμάτων σε αυτά τα μήκη κύματος, αποκρύπτονται. Έτσι, εκτοξεύθηκε μια σειρά τηλεσκοπίων - δορυφόρων της Γης, τα οποία εκτέλεσαν και εκτελούν συστηματικές παρατηρήσεις, μακριά από την επίδραση της γήινης ατμόσφαιρας.

Ένα ακόμη σημαντικό πρόβλημα είναι η παραμόρφωση των ειδώλων των ουρανίων σωμάτων από την επίδραση της ατμόσφαιρας. Συγκεκριμένα στους αστρονόμους είναι διαδεδομένος ο όρος «σίινγκ» ("seeing"), που εκφράζει την ατμοσφαιρική σταθερότητα. Κάτω από την επίδραση πολλών παραγόντων, όπως οι μεγάλες διαφορές θερμοκρασίας, που δημιουργούν τυρβώδεις ροές του αέρα, έχουμε ως αποτέλεσμα την παραμόρφωση των φωτεινών ειδώλων, καθώς και το γνωστό «τρεμόπαιγμα» του φωτός των άστρων, που παρατηρείται συχνά στον έναστρο ουρανό. Είναι σαν να βλέπουμε τον ουρανό από τον πάτο μιας πισίνας.

Παρά τις ποικίλες τεχνικές, λοιπόν, που επινοήθηκαν για να δώσουν ώθηση στην επίγεια παρατήρηση (όπως π.χ. προσαρμοστική οπτική στο "Very Large Telescope", κατασκευή τηλεσκοπίων σε μεγάλα υψόμετρα, όπως το "Mauna Kea" της Χαβάης, επιλογή της Ανταρκτικής ως κατάλληλης τοποθεσίας), τίποτε δεν μπόρεσε να αντισταθμίσει τα καταπληκτικά πλεονεκτήματα που προσέφεραν οι τεχνητοί δορυφόροι.



Β) Έτσι, από τα μέσα του 20ού αιώνα και σε συνδυασμό με την εκρηκτική ανάπτυξη της διαστημικής, ένα πλήθος διαστημικών δορυφόρων - τηλεσκοπίων τέθηκε σε τροχιά. Το πρώτο και αναμφισβήτητο το πιο σημαντικό τηλεσκόπιο, που εκτοξεύθηκε και πραγματοποίησε αστρονομικές παρατηρήσεις στο ορατό, αλλά και όχι μόνο, ήταν το διαστημικό τηλεσκόπιο Χαμπλ (Hubble), του οποίου η παραμονή στο Διάστημα διαρκεί μέχρι σήμερα.

Παρά τα αρχικά προβλήματα που παρουσίασαν τα συστήματά του, προς απογοήτευση των τεχνικών της NASA, στη συνέχεια επιδιορθώθηκε από αστροναύτες στο Διάστημα, και μας έδωσε μοναδικές ανακαλύψεις, κάνοντάς το, ίσως, το πλέον επιτυχημένο διαστημικό τηλεσκόπιο.

Συγκεκριμένα, μακριά από την επίδραση της γήινης ατμόσφαιρας μας έδωσε θαυμάσιες φωτογραφίες χιλιάδων αστερών, γαλαξιών, υπερκαινοφανών, νεφελωμάτων κ.λπ. Ίσως η πιο σημαντική του ανακάλυψη ήταν το «βαθύ πεδίο του Χαμπλ» ("Hubble deep field") και στη συνέχεια το «άκρως βαθύ πεδίο του Χαμπλ» (Hubble ultra deep field"), κάνοντας παρατηρήσεις στον αστερισμό της Καμίνου, το τηλεσκόπιο Χαμπλ, αποτύπωσε φωτογραφίες της νεαρής ηλικίας του Σύμπαντος σε απόσταση 13,2 δισεκατομμυρίων ετών φωτός, δηλ. μόλις 500 εκατομμύρια έτη μετά τη δημιουργία του Σύμπαντος.



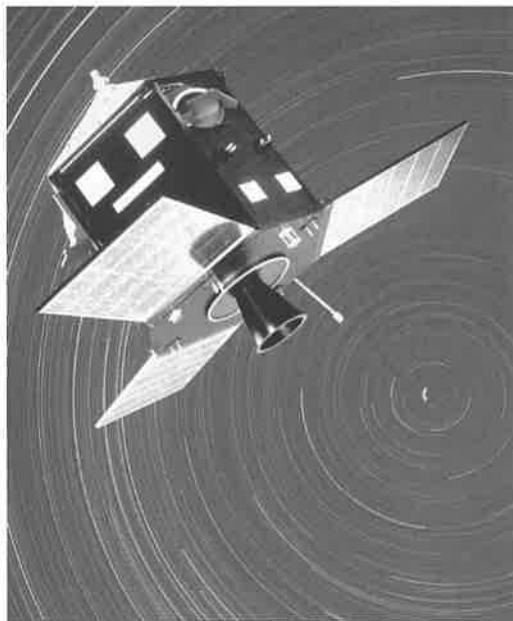
Ο κατάλογος με τις ανακαλύψεις του τηλεσκοπίου Χαμπλ είναι τεράστιος και δίκαια, ίσως, θεωρείται το σημαντικότερο επιστημονικό εγχείρημα στον τομέα της διαστημικής. Μέχρι και σήμερα, το γερασμένο πλέον τηλεσκόπιο Χαμπλ πραγματοποιεί παρατηρήσεις, όταν του επιτρέπουν τα τεχνικά προβλήματα που αντιμετωπίζει, και θα συνεχίσει έως ότου θα αντικατασταθεί από το διάδοχό του, το νέας γενιάς τηλεσκόπιο James Webb, γύρω στο 2013.

Ένα από τα πρώτα, επίσης, τηλεσκόπια σε περιγήνη τροχιά, στον τομέα του, ήταν ο διαστημικός δορυφόρος COBE. Μετά την ανακάλυψη, το 1965, από τους Arno Alan Penzias και Robert Wilson ότι παντού γύρω μας ανιχνεύεται ισότροπα μια ακτινοβολία στα μικροκύματα, θερμοκρασίας 2,7 °K, το επιστημονικό ενδιαφέρον οξύνθηκε. Έτσι εστάλη στο διάστημα ο δορυφόρος COBE με αποστολή την εξονυχιστική μελέτη της Κοσμικής Ακτινοβολίας Υποβάθρου (CMB). Πράγματι, ο COBE πέτυχε τη δημιουργία του πρώτου χάρτη της κοσμικής ακτινοβολίας, στον οποίο μάλιστα παρουσιάζονταν ανισορροπίες, δείγμα της γαλαξιακής γένεσης στο απώτατο συμπαντικό παρελθόν. Ο COBE, αργότερα, αντικαταστάθηκε από τον μεταγενέστερο WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe), ο οποίος πραγματοποίησε παρατηρήσεις πολύ μεγαλύτερης ακρίβειας.

Τέλος, ένα από τα πρώτα διαστημικά τηλεσκόπια που εκτοξεύθηκαν, ήταν ο δορυφόρος Ήπαραχος (Hipparchos). Εξαιτίας της επίδρασης της γήινης ατμόσφαιρας, πολλές φορές παρεμποδιζόταν η μέτρηση αποστάσεων με τη μέθοδο της τριγωνομετρικής παράλλαξης, καθότι, πολλές φορές οι μικροαναταράξεις ήταν πολύ μεγαλύτερες απ’ ό,τι την ίδια την παράλλαξη ενός αστέρα. Έτσι ο Ήπαραχος κατόρθωσε να μετρήσει τις παραλλάξεις, επομένως και την απόσταση χιλιάδων αστέρων κατά τη διάρκεια της «διαστημικής» ζωής του.

Γ) Ακόμη και σήμερα, πολλά εν ενεργεία διαστημικά τηλεσκόπια, συνεχίζουν το έργο των προκατόχων τους, βοηθώντας τους αστρονόμους να εξαγάγουν χρήσιμα συμπεράσματα. Εξέχουσα θέση ανάμεσά τους κατέχει το ηλιακό παρατηρητήριο SOHO, το οποίο, με τα υψηλής τεχνολογίας όργανά του, πραγματοποιεί παρατηρήσεις των ηλιακών φαινομένων, όπως π.χ. του στέμματος. Επίσης σημαντική είναι η παρουσία του και στις μελέτες κατά τη διάρκεια των ηλιακών εκλείψεων.

Ακόμη το τηλεσκόπιο Spitzer της NASA πραγματοποιεί αστρονομικές παρατηρήσεις στο υπέρυθρο, καταφέρνοντας έτσι να διεисθύνει στις περιοχές που βρίσκονται «κρυμμένες» πίσω από πυκνές συγκεντρώσεις ύλης. Για παράδειγμα το τηλεσκόπιο Spitzer μας έχει δώσει εικόνες γαλαξιακού πυρήνα, όπως αυτός προβάλλεται στον αστερισμό του Τοξότη, παρακάμπτοντας την απορρόφηση στο ορατό από τα πυκνά στρώματα ύλης που τον περιβάλλουν.



## 2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Από τους πιο γνωστούς αστερισμούς, που μπορούμε να παρατηρήσουμε από την Ελλάδα, είναι η Μικρή και η Μεγάλη Άρκτος, καθώς και η Κασσιόπη.

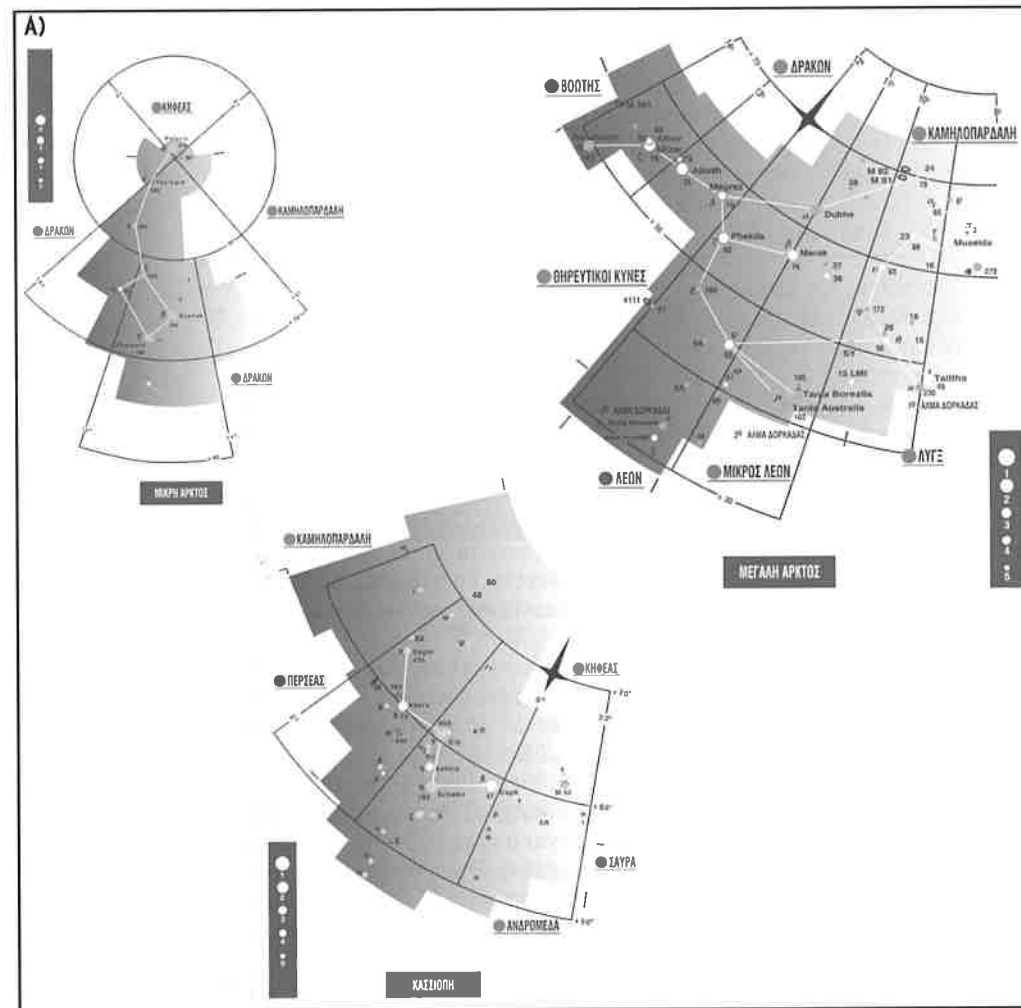
Α) Να σχεδιάσετε, στο ίδιο σχήμα, τους αστερισμούς αυτούς, όπως προβάλλονται στην ουράνια σφαίρα για έναν παρατηρητή του βορείου ημισφαιρίου, στις 21 Μαρτίου και να σημειώσετε με την ελληνική αλφάβητο τους λαμπρότερους αστέρες τους.

Β) Τι γνωρίζετε για τους αστερισμούς αυτούς;

Γ) Τι γνωρίζετε για τους λαμπρότερους αστέρες τους και για άλλα ουράνια αντικείμενα, που παρατηρούνται σ’ αυτούς, με μικρά τηλεσκόπια;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Του Ευάγγελου Μοτεσνίτσαλη, του 2ου Λυκείου Φλώρινας, που ήρθε 3ος στο διαγωνισμό



**Β)** Και οι τρεις αυτοί αστερισμοί είναι γνωστοί από την αρχαιότητα, από τον Πτολεμαίο και ως τις ημέρες μας, μιας και αποτελούν μέλη των 88 διεθνώς αναγνωρισμένων αστερισμών από την Διεθνή Αστρονομική Ένωση (IAU). Για την Ελλάδα, που βρίσκεται στο βόρειο ημισφαίριο της Γης, είναι αιφανείς αστερισμοί, καθώς βρίσκονται ολόκληροι στο βόρειο ημισφαίριο του ουρανού.

Οι λατινικές ονομασίες τους είναι: Μεγάλη Άρκτος: Ursa Major (Uma), Μικρή Άρκτος: Ursa Minor (Umi), Κασσιόπη: Cassiopeia (Cas).

Παλαιότερα οι ναυτικοί χρησιμοποιούσαν τους αστερισμούς της Μικρής και της Μεγάλης Άρκτου για να προσανατολισθούν, αφού, αν κανείς προεκτείνει 5 φορές το ευθύγραμμο τμήμα των αστέρων α & β – Μεγάλης Άρκτου, βρίσκει την άκρη της Μικρής Άρκτου, τον πολικό αστέρα (α – Polaris), στην κατεύθυνση του οποίου βρίσκεται πάντα ο Βορράς.

Ο μύθος για τη Μεγάλη Άρκτο αναφέρει πως αυτή παριστάνει τη νύμφη Καλλιστώ, η οποία μεταμορφώθηκε σε αρκούδα από την Ήρα, όταν την ερωτεύθηκε ο Δίας, ενώ η Μικρή Άρκτος παριστάνει το γιο της Καλλιστώ, τον Αρκά. Όσον αφορά την Κασσιόπη, αυτή απεικονίζει τη βασίλισσα της Αιθιοπίας Κασσιόπη, καθισμένη σε θρόνο.

Οι τρεις αστερισμοί γίνονται εύκολα αντιληπτοί στον ουράνιο θόλο. Η Μικρή και η Μεγάλη Άρκτος είναι γνωστές από το σχήμα του τηγανιού ή της κατσαρόλας, που σχηματίζουν τα άστρα, από τα οποία απαρτίζονται, ενώ η Κασσιόπη διακρίνεται εύκολα για το χαρακτηριστικό ζιγκ – ζαγκ που σχηματίζουν οι αστέρες της.

**Γ)** Ο αστερισμός της Κασσιόπης εμπεριέχει πολλούς μεταβλητούς αστέρες διαφόρων τύπων, όπως π.χ. τύπου Mira ή κηφείδες. Γνωστό είναι, επίσης, το Νεφέλωμα Φυσαλίδας (Bubble nebula, M – 103), το οποίο παρατηρώντας με τηλεσκόπιο παρουσιάζεται ανάλογος σχηματισμός. Στην Κασσιόπη υπάρχει, επίσης, ένα ορατό υπόλειμμα από τον γνωστό υπερκαινοφανή του Τύχωνα, που εξερράγη το 1572 μ.Χ. Ακόμη, πλήθος άλλων αντικειμένων του καταλόγου NGC υπάρχουν στην Κασσιόπη, όπως και τα αντικείμενα M – 52 και M – 103 του καταλόγου του Μεσιέ (Messier).

Πέρα από τον πολικό αστέρα ή Polaris, η Μικρή Άρκτος δεν διαθέτει άλλους γνωστούς αστέρες ή άλλα ουράνια αντικείμενα, σε αντίθεση με τη Μεγάλη Άρκτο, η οποία λόγω του μεγέθους της, που καλύπτει ένα αρκετά μεγάλο μέρος του ουράνιου θόλου, διαθέτει αρκετά αξιόλογα αντικείμενα. Οι αστέρες η & ζ – Μεγάλης Άρκτου είναι από τους γνωστότερους διπλούς αστέρες του ουρανού, ενώ υπάρχουν και αστέρες, στους οποίους πιθανολογείται η ύπαρξη πλανητών.

Δημοφιλές ουράνιο αντικείμενο για τους ερασιτέχνες αστρονόμους είναι και το Νεφέλωμα Κουκουβάγιας με το χαρακτηριστικό σχήμα.

Ασφαλώς και στη Μεγάλη Άρκτο υπάρχει πληθώρα αντικειμένων, τόσο του καταλόγου NGC (New General Catalogue), όσο και του καταλόγου του Μεσιέ (Messier), με πιο διάσημα τα: M – 81 και M – 82 (ελλειπτικοί γαλαξίες που διακρίνονται εύκολα με μικρό τηλεσκόπιο), M – 97, M – 101 (πολύ γνωστός και εντυπωσιακός γαλαξίας) και M – 102.

Τέλος αναφέρουμε τον ζ – Μεγάλης Άρκτου ή Μιζάρ (Mizar), που είναι ο προτελευταίος αστέρας της ουράς της και παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Στα αραβικά λέγεται Μιζάρ δηλ. ζώνη (που δεν σημαίνει τίποτε το ιδιαίτερο). Ο Μιζάρ είναι ο πρώτος διπλός αστέρας που ανακαλύφθηκε από τον Γαλιλαίο, το 1620, με τη βοήθεια τηλεσκοπίου. Πολύ κοντά του βρίσκεται ο Αλκόρ (Alkor) ή Δοκιμή (της όρασης). Το όνομά του οφείλεται στο γεγονός ότι μπορούν να τον διακρίνουν και να τον ξεχωρίσουν από τον Μιζάρ μόνο εκείνοι που έχουν μεγάλη οξυδέρκεια. Γι' αυτό τον χρησιμοποιούσαν πολύ στο στρατό παλαιότερα για να ελέγξουν την οξυδέρκεια των στρατιωτών. Μερικοί αναφέρουν ότι οι αρχαίοι σπαρτιάτες τον χρησιμοποιούσαν για το σκοπό αυτό.

### 3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Το βάρος ενός εξωγήινου αντικειμένου στην επιφάνεια της Γης είναι κατά 80% μεγαλύτερο από το βάρος που έχει στον πλανήτη, από τον οποίο προέρχεται. Αν η επιτάχυνση της βαρύτητας στη Γη είναι  $g = 9,81 \text{ m/sec}^2$ , να βρείτε την επιτάχυνση της βαρύτητας στον πλανήτη, από όπου προήλθε το εξωγήινο αντικείμενο.

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

της Κεντρικής Επιτροπής του διαγωνισμού



Το βάρος του σώματος στη Γη είναι:

$$B = m \cdot g \quad (1)$$

(όπου  $g$  η επιτάχυνση της βαρύτητας της Γης)

Αλλά το ίδιο βάρος του σώματος, σύμφωνα με την εκφώνηση είναι:

$$B = B' + 0,80B' = (1 + 0,80)B' = 1,80B' = 1,80 \cdot m \cdot g' \quad (2)$$

(όπου  $B'$ ,  $g'$  το βάρος του σώματος και η επιτάχυνση αυτή στον άλλο πλανήτη)

Επομένως εκ των (1) και (2) έχουμε:

$$m \cdot g = 1,80 \cdot m \cdot g' \leftrightarrow g = 1,80g' \leftrightarrow 9,81 = 1,80g' \leftrightarrow g' = 9,81 : 1,80 = 5,45 \text{ m/sec}^2$$

4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Ένας αστέρας έχει ορθή αναφορά  $\alpha = 2^{\omega} 42' 35''$ . Ένας αστρονόμος, που εργάζεται σε ένα αστεροσκοπείο, τον παρατηρεί να δύει, όταν το αστρικό ρολόι του αστεροσκοπείου δείχνει  $08^{\omega} 42' 35''$ . Να βρείτε:

- A) Την απόκλιση του αστέρα.  
 B) Την ώρα κατά την οποία ο αστέρας αυτός μεσουρανή κάτω στον ίδιο τόπο.  
 Γ) Την ώρα κατά την οποία ο ίδιος αστέρας ανατέλλει στον τόπο αυτό.



## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

της Κεντρικής Επιτροπής του διαγωνισμού

A) Επειδή, γενικά, κατά την άνω μεσουράνηση ισχύει  $X = \alpha$ , ο αστέρας αυτός μεσουρανή στις:  $2^{\omega} 42' 35''$ .  
 Επομένως ο αστέρας αυτός θα διανύσει το τόξο από το μεσημβρινό μέχρι τη δύση του σε:

$$(8^{\omega} 42' 35'') - (2^{\omega} 42' 35'') = 6^{\omega}$$

Το ημερήσιο τόξο του αστέρα θα είναι λοιπόν  $12^{\omega}$ , όπως και το νυκτερινό.  
 Ο αστέρας, επομένως, κινείται σε περιφέρεια μεγίστου κύκλου, δηλ. στον ουράνιο ισημερινό. Έχει, λοιπόν, απόκλιση  $\delta = 0^{\circ}$ .

B) Ο αστέρας θα μεσουρανή κάτω στις

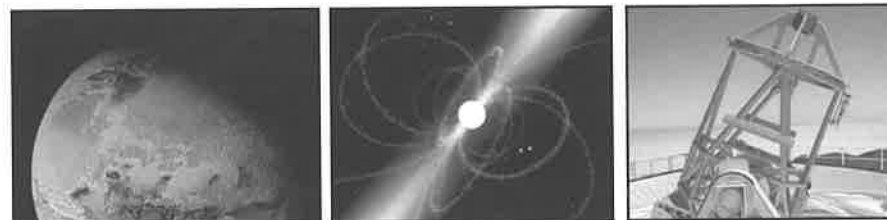
$$(2^{\omega} 42' 35'') + 12^{\omega} = 14^{\omega} 42' 35''$$

Γ) Ο αστέρας θα ανατέλλει στις

$$(14^{\omega} 42' 35'') + 6^{\omega} = 20^{\omega} 42' 35''$$

5<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Να σημειώσετε στην κόλλα σας την ορθή απάντηση στα παρακάτω ερωτήματα (π.χ. 5.3.x, όπου x το γράμμα της απάντησης που θεωρείτε σωστή).



5.1. Έχει παρατηρηθεί ότι όσο πιο μακριά από ένα άστρο περιφέρεται ένας πλανήτης, τόσο περισσότερο χρόνο χρειάζεται για να κάνει την περιφορά του και ο χρόνος περιφοράς μεγαλώνει με μεγαλύτερο ρυθμό από τον ρυθμό αύξησης του μεγέθους της τροχιάς του. Αυτό εξηγείται από: (α) τον 1ο νόμο του Κέπλερ, (β) το νόμο των ίσων εμβαδών, (γ) τον 3ο νόμο του Κέπλερ, (δ) το 2ο νόμο του Νεύτωνα.

5.2. Το φαινόμενο που επιτρέπει τους παρατηρητές να δουν αχνά, (π.χ. κατά το πρώτο τέταρτο), το μη φωτιζόμενο από τον Ήλιο τμήμα της Σελήνης, είναι: (α) το σχήμα της τροχιάς της Σελήνης, (β) ο νόμος των εμβαδών, (γ) το ανακλώμενο φως της Γης, (δ) η εκκεντρότητα της τροχιάς της Σελήνης, (ε) η ανάδρομη κίνηση της Σελήνης.

5.3. Αν ο Άρης βρισκόταν σε διπλάσια από τη σημερινή του απόσταση από τον Ήλιο, πόσο πιο μεγάλη θα ήταν η περίοδος της περιφοράς του γύρω από τον Ήλιο: (α) 2 φορές, (β) 4 φορές, (γ) 8 φορές, (δ) περίπου 1,4 φορές, (ε) σχεδόν 2,8 φορές.

5.4. Η ικανότητα να ξεχωρίζουν οι αστρονόμοι λεπτομέρειες ή δύο κοντινά αντικείμενα, οφείλεται στην: (α) ανακλαστική ικανότητα, (β) διάθλαση, (γ) διάμετρο του τηλεσκοπίου, (δ) διαχωριστική ικανότητα, (ε) φασματοσκοπία.

5.5. Η ατμόσφαιρα της Γης έχει ένα «παράθυρο» για την ορατή ακτινοβολία και ακόμη ένα «παράθυρο» για: (α) τα ραδιοκύματα, (β) τις κοσμικές ακτίνες, (γ) τις ακτίνες - γ, (δ) την υπερύθη ακτινοβολία, (ε) τη θερμότητα.

5.6. Η ενέργεια που ακτινοβολείται από μια πηγή ακτίνων - γ (π.χ. το ruisar στο Νεφέλωμα του Καρκίνου) αντιστοιχεί σε συχνότητα: (α) 108MHz, (β) 11GHz, (γ)  $>10^{20}$  Hz, (δ) 100 Hz.

5.7. Ένα διοπτρικό τηλεσκόπιο, με το οποίο παρατηρούμε τον ουρανό, περιλαμβάνει οπωσδήποτε έναν αντικειμενικό φακό και: (α) έναν καθρέφτη, (β) μια φωτοσυλλεκτική επιφάνεια, (γ) ένα μέσο, (δ) ένα είδωλο, (ε) έναν προσοφθάλμιο.

5.8. Όταν φως διαφορετικών μηκών κύματος εστιάζεται από φακό, το χρώμα που συγκεντρώνεται πλησιέστερα στο φακό είναι το: (α) κόκκινο, (β) πορτοκαλί, (γ) κίτρινο, (δ) πράσινο, (ε) γαλάζιο.

5.9. Ένα ανακλαστικό τηλεσκόπιο που χρησιμοποιεί δευτερεύον κάτοπτρο για να ανακλά το φως προς το πλάι του τηλεσκοπίου, λέγεται: (α) Νευτώνιο, (β) Κασσεγκραίν. (γ) Σμιτ. (δ) Γρηγοριανό.

5.10. Τα φάσματα απορρόφησης των αστέρων οφείλονται: (α) στο μεσοαστρικό χώρο, (β) στην ατμόσφαιρα του αστέρα, (γ) σε ανάκλαση από την επιφάνεια του αστέρα, (δ) στην απομάκρυνση ή προσέγγιση του αστέρα.

5.11. Όταν το λευκό φως διέρχεται από πρίσμα, διαχωρίζεται στις συνιστώσες ακτινοβολίες λόγω: (α) διάθλασης, (β) απορρόφησης, (γ) σφαιρικής εκτροπής, (δ) φαινομένου Doppler.

5.12. Όταν ένα τηλεσκόπιο με εστιακή απόσταση 2000 χιλιοστά χρησιμοποιεί έναν προσοφθάλμιο φακό με εστιακή απόσταση 20 χιλιοστά, τότε δίνει μεγέθυνση: (α) 10, (β) 20, (γ) 100, (δ) 1000.

5.13. Η γωνιώδης διάμετρος ενός αντικειμένου συνήθως εκφράζεται σε μοίρες, πρώτα λεπτά και δεύτερα λεπτά: (α) πλάτους, (β) γεωγραφικού μήκους, (γ) τόξου, (δ) χρόνου.

5.14. Το χαρακτηριστικό του τηλεσκοπίου, που διαφημίζεται συχνά, αλλά έχει μικρή σημασία, όταν παρατηρούμε μεμονωμένα άστρα ή άλλα μακρινά αντικείμενα, είναι: (α) το μέγεθος, (β) η εστιακή απόσταση, (γ) το βάρος, (δ) η μεγέθυνση.

5.15. Το σύστημα που χρησιμοποιείται για να καθοριστεί σε ποιον αστερισμό ανήκει ένα αστέρι, πρώτα αναπτύχθηκε από τον: (α) Γιόχαν Μπάγιερ, (β) Γαλιλαίο Γαλιλέι, (γ) Ισαάκ Νεύτωνα, (δ) Γιοχάνες Κέπλερ, (ε) Τύχωνα Μπράχε.

5.16. Η κύρια διαφορά των πλανητών από τα άστρα, όπως τους βλέπουμε από τη Γη, είναι ότι: (α) τρεμοπαίζουν έντονα, (β) αλλάζουν χρώμα, (γ) είναι πιο μικροί, (δ) μετακινούνται στον ουρανό, (ε) αλλάζουν σχήμα.

5.17. Οι κύκλοι σταθερού γεωγραφικού μήκους, που διέρχονται από το βόρειο και το νότιο πόλο λέγονται: (α) ισημερινοί, (β) μεγάλοι κύκλοι, (γ) ωρταίοι κύκλοι, (δ) μεσημβρινοί, (ε) προβολές.

5.18. Σε σχέση με την ηλιακή ημέρα, η αστρική ημέρα είναι: (α) 4 λεπτά μεγαλύτερη, (β) 4 λεπτά μικρότερη, (γ) ίσης διάρκειας, (δ) μεταβάλλεται με το χρόνο.

5.19. Όταν ο Ήλιος δεν δύνει ποτέ σε έναν τόπο έχουμε: (α) ανάλημμα, (β) ισημερία, (γ) μεσημβρινό του τόπου, (δ) ηλιοστάσιο, (ε) ήλιο μεσουυκτίου.

5.20. Τα άστρα κοντά στους ουράνιους πόλους φαίνονται να κινούνται σε: (α) τόξα, (β) κύκλους, (γ) ελλείψεις, (δ) παραβολές, (ε) ευθείες.



#### ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

1 - γ

2 - γ

3 - δ

4 - δ

5 - α

6 - γ

7 - ε

8 - ε

9 - α

10 - β

11 - α

12 - γ

13 - γ

14 - δ

15 - α

16 - δ

17 - δ

18 - β

19 - ε

20 - β

### 3η φάση «ΙΠΠΑΡΧΟΣ»

#### Πίνακας επιτυχόντων

##### ΓΙΑ ΤΗ NASA

1. Βαλογιάνης Γεώργιος, του 4<sup>ου</sup> Λυκείου Τρικάλων
2. Δρακονταειδή Ελευθερία, του Λυκείου Ληξουρίου Κεφαλληνίας

##### ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΤΗΣ ΤΕΧΕΡΑΝΗΣ

1. Βαλογιάνης Γεώργιος, του 4<sup>ου</sup> Λυκείου Τρικάλων
2. Τσιάρας Άγγελος, του 2<sup>ου</sup> Λυκείου Δράμας (έπαινος)
3. Βουτυράς Ορφέας, του Α΄ Αρσακείου Τσιτσαίου Λυκείου Εκάλης Αθηνών
4. Μπράκης Αθανάσιος, του Ελληνικού Λυκείου Βρυξελλών (έπαινος)
5. Λιούτας Γεώργιος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Τρικάλων

##### ΒΡΑΒΕΙΑ

1. Βαλογιάνης Γεώργιος, του 4<sup>ου</sup> Λυκείου Τρικάλων
2. Τσιάρας Άγγελος, του 2<sup>ου</sup> Λυκείου Δράμας
3. Βουτυράς Ορφέας, του Α΄ Αρσακείου Τσιτσαίου Λυκείου Εκάλης Αθηνών

##### ΕΠΑΙΝΟΙ

4. Μπράκης Αθανάσιος, του Ελληνικού Λυκείου Βρυξελλών
5. Λιούτας Γεώργιος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Τρικάλων
6. Μοτεσνίτσαλης Ευάγγελος, του 2<sup>ου</sup> Λυκείου Φλώρινας
7. Μπασόπουλος Σωτήριος, του 4<sup>ου</sup> Λυκείου Κατερίνης
8. Μέγας Ευστάθιος, του 2<sup>ου</sup> Λυκείου Λιβαδειάς
9. Μίχας Χρήστος, της Σχολής Μωραΐτη Αθηνών
10. Μαργαζόγλου Γεώργιος, του Αμερικανικού Κολεγίου Ελλάδος (Pierce) Αθηνών
11. Γεωργακόπουλος Χρήστος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Νέας Ιωνίας Βόλου
12. Δρακονταειδή Ελευθερία, του Λυκείου Ληξουρίου Κεφαλληνίας
13. Βοριάς Αλέξανδρος, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Χίου
14. Εμμανουηλίδης Αλέξανδρος, του 5<sup>ου</sup> Λυκείου Καβάλας
15. Τσελέπης Ιωάννης, του Λυκείου Καματερού Αθηνών
16. Βαρβέρης Νικόλαος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Νάουσας
17. Παντελιός Βασίλειος, του Πειραματικού Λυκείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης
18. Παρολίνι Μάξιμος, του 6<sup>ου</sup> Λυκείου Βόλου
19. Χατζηνικολάου Αθανάσιος, του Λυκείου Κανήθου Χαλκίδας



## Θέματα και Απαντήσεις 3ης φάσης "ΙΠΠΑΡΧΟΣ"

1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Τα διαστημικά λεωφορεία αποτελούν τις τελευταίες 10ετίες το καλύτερο μέσο για τις διαστημικές πτήσεις γύρω από τη Γη.

- Α) Πότε άρχισαν οι πτήσεις αυτές και ποια διαστημικά λεωφορεία χρησιμοποιήθηκαν;  
 Β) Ποιους προορισμούς είχαν τα διαστημικά λεωφορεία στην μέχρι τώρα πορεία τους;  
 Γ) Είχαμε περιπτώσεις διακοπής του προγράμματος και για ποιους λόγους;

(Η συνολική απάντησή σας να δοθεί με 350 λέξεις το πολύ. Απαντήσεις με περισσότερες λέξεις θα έχουν αρνητική επίπτωση στη βαθμολόγηση).

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Του Γεωργίου Βαλογιάννη, μαθητή του 4ου Λυκείου Τρικάλων, που ήρθε 1ος στο διαγωνισμό



Α) Στη διάρκεια των αιώνων, διακαής πόθος της ανθρωπότητας ήταν η ανάπτυξη ενός ταξιδιού στο Διάστημα. Όταν, λοιπόν, το 1957, με τον "Sputnik - 1", το όνειρο αυτό πραγματοποιήθηκε, ο νέος πλέον κλάδος, που ονομάστηκε «Διαστημική» γνώρισε εκρηκτική ανάπτυξη, με αποτέλεσμα την προσελήνωση του ανθρώπου στις 21 Ιουλίου 1969. Μετά, όμως, τον ενθουσιασμό των πρώτων επιτευγμάτων, η νεοσύστατη NASA (National Aeronautics and Space Administration = Εθνική Αεροναυτική και Διαστημική Υπηρεσία) συνειδητοποίησε ότι η αποστολή στο Διάστημα σκαφών μιας χρήσης δεν ήταν συμφέρουσα. Έτσι επινοήθηκε ένα νέο μέσο για τις επανδρωμένες αποστολές, το διαστημικό λεωφορείο, το οποίο μπορούσε να έχει πολλαπλές χρήσεις.

Η παραπάνω ιδέα υλοποιήθηκε στις αρχές της 10ετίας του 1980 και μια σειρά διαστημικών λεωφορείων εξυπηρέτησαν τη σύγχρονη διαστημική. Τα διαστημικά λεωφορεία, τα οποία πραγματοποιήσαν και αντίστοιχες πολλαπλές αποστολές ήταν τα: "Atlantis", "Discovery", "Endeavor", "Challenger" και "Columbia". Μάλιστα τα δύο τελευταία συνδέθηκαν με έντονες αναμνήσεις των ασχολουμένων με τη διαστημική, διότι το μεν "Challenger" εξερράγη λίγα δευτερόλεπτα μετά την εκτόξευσή του, οδηγώντας στο θάνατο το πλήρωμά του, το 1986, το δε "Columbia" υπέστη βλάβη στη θερμική του ασπίδα και οδηγήθηκε στην καταστροφή.

Β) Ασφαλώς τα διαστημικά λεωφορεία εξυπηρετούσαν και εξυπηρετούν ακόμη ορισμένους σκοπούς. Βέβαια, κανένα από αυτά δεν είχε προορισμό κάποιο άλλο σώμα του ηλιακού μας συστήματος, όμως, έθεσαν σε τροχιά ένα πλήθος τεχνητών δορυφόρων και μετέφεραν πληρώματα στους διαστημικούς σταθμούς. Για παράδειγμα τα διαστημικά λεωφορεία μετέφεραν στο Διάστημα το τηλεσκόπιο "Hubble", όπως επίσης και πλήρωμα στο διαστημικό σταθμό "MIR", αλλά ακόμη και σήμερα η πρόσβαση των αστροναυτών στο Διεθνές Διαστημικό Σταθμό ("I.S.S.") πραγματοποιείται μέσω διαστημικών λεωφορείων.

Γίνεται, συνεπώς, αντιληπτό, ότι τα διαστημικά λεωφορεία δεν χρησιμοποιήθηκαν με σκοπό επανδρωμένες αποστολές στο ηλιακό μας σύστημα, όμως βοήθησαν, σε μεγάλο βαθμό, να τεθούν σε τροχιά οι τεχνητοί δορυφόροι της Γης και να επανδρώνονται οι διαστημικοί σταθμοί.



Γ) Ωστόσο, είναι χρήσιμο να αναφερθεί ότι, παρά την ευρεία χρήση τους, τα διαστημικά λεωφορεία δεν ικανοποίησαν πλήρως τις προσδοκίες της "NASA". Εκτός, βέβαια, από τα δύο τραγικά δυστυχήματα ή τις παρά λίγο αποτυχίες, υπήρξαν και περιπτώσεις διακοπής διαστημικών προγραμμάτων. Πολλές φορές λόγω μη έγκρισης των σχετικών κονδυλίων η "NASA" αναγκάστηκε να διακόψει ή να ματαιώσει μελλοντικές αποστολές. Επίσης οι καιρικές συνθήκες αποτελούν κατά καιρούς παράγοντα επιβράδυνσης στις εκτοξεύσεις διαστημικών λεωφορείων. Ας σημειωθεί ότι οι μηχανικοί της "NASA" αγνόησαν το ψύχος, που επικρατούσε στο χώρο της εκτόξευσης του "Challenger" την προηγούμενη νύχτα, γεγονός που οδήγησε στη δυσλειτουργία των μηχανικών συστημάτων και στην καταστροφή τους. Επίσης, πολλές διακοπές υπήρξαν λόγω βλαβών (π.χ. θερμικές ασπίδες), που διαπιστώθηκαν, τόσο σε περιγήνη τροχιά, όσο και πριν από την εκτόξευση.

Η "NASA" σχεδιάζει να αποσύρει τα διαστημικά λεωφορεία και μετά τη λήξη του χρονοδιαγράμματος της χρήσης τους, θα αντικατασταθούν από νέους τύπους διαστημικών σκαφών.

2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Είναι γνωστό ότι οι μεταβλητοί αστέρες αποτελούν μια μεγάλη πλειοψηφία των αστερών του ουρανού.

Α) Ποια είναι τα είδη των μεταβλητών αστερών που γνωρίζετε;

Β) Τι γνωρίζετε για το κάθε είδος;

Γ) Τι γνωρίζετε για τον αστέρα δ του αστερισμού του Κηφέα;

(Η συνολική απάντησή σας να δοθεί με 350 λέξεις το πολύ. Απαντήσεις με περισσότερες λέξεις θα έχουν αρνητική επίπτωση στη βαθμολόγηση).

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Του **Ορφέα Βουτυρά**, μαθητή του 1ου Αρσακείου - Τσιτσασίου Λυκείου Εκάλης Αθηνών, που ήρθε 3ος στο διαγωνισμό

Υπάρχουν στην αστρονομία διάφοροι τρόποι μετρήσεως των αποστάσεων των ουρανίων σωμάτων από τη Γη, όπως:

1. Η ετήσια παράλλαξη ενός αστέρα
2. Η εκπομπή ραδιοκυμάτων για τη μέτρηση των κοντινών σε μας πλανητών, όπως συνέβη με τον Ερμή.
3. Με τη βοήθεια της μετατόπισης Doppler κ.ά.

Με τη βοήθεια των μεταβλητών αστερών είναι δυνατή η μέτρηση μεγάλων αποστάσεων. Στις αρχές του προηγούμενου αιώνα, όταν δεν είχε ξεκαθαριστεί ακόμη αν οι γαλαξίες ήταν συστήματα αστερών, που προβάλλονταν μέσα στο Γαλαξία μας ή ανεξάρτητα αντικείμενα μακριά από αυτόν, ο Hubble, στηριζόμενος στις εργασίες της αστρονόμου Leavitt και με τη βοήθεια ενός μεταβλητού της κατηγορίας των κηφειδών (του πολύ γνωστού πλέον δ - Κηφέως) βρήκε την απόσταση του τότε συστήματος αστερών M - 31, ότι ήταν 2.000 έ.φ. μακριά, ενώ η διάμετρος του Γαλαξία είναι 120.000 έ.φ. περίπου. Έτσι έγινε αντιληπτό, πως υπάρχουν και άλλοι γαλαξίες (νησίδες αστερών, όπως αποκαλούνται) εκτός από τον δικό μας, όπως είναι ο κοντινός σε μας γαλαξίας της Ανδρομέδας (M - 31) με τους συνοδούς του, οι νάνοι γαλαξίες «Μικρό & Μεγάλο Νέφος του Μαγγελάνου δίπλα στο Γαλαξία μας κ.ά.

Γνωρίζοντας, λοιπόν, τις αποστάσεις μεταβλητών αστερών, μπορούμε να μετρήσουμε και άλλες μεγάλες αποστάσεις στον εξωγαλαξιακό χώρο (μέχρι κάποιο όριο, βέβαια).

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα Η - R, οι μεταβλητοί είναι μια κατηγορία αστερών, οι οποίοι, καθώς μεταβάλλεται η φωτεινότητά τους «φεύγουν» από την κύρια ακολουθία των νάνων αστερών και «κατευθύνονται» προς τον κλάδο των ερυθρών γιγάντων, καθώς η λαμπρότητά τους μεταβάλλεται (και συχνά περιοδικά), είναι εύκολο να υπολογίσουμε την απόστασή τους.

Μεταβλητοί αστέρες είναι οι κηφείδες (που έχουν αντιπρόσωπό τους τον αστέρα δ - Κηφέως), οι παλλόμενοι αστέρες, οι διπλοί και πολλαπλοί αστέρες, οι μεταβλητοί λόγω έκλειψης, οι καινοφανείς (novae) και υπερκαινοφανείς (supernovae), οι αστέρες Wolf - Rayet κ.λπ.

Μεταβλητοί αστέρες είναι και τα διπλά συστήματα αστερών, που όταν βρίσκονται σε συζυγίες ως προς εμάς, η λαμπρότητά τους μεταβάλλεται περιοδικά, λόγω περιστροφής τους γύρω από το κοινό κέντρο μάζας τους.

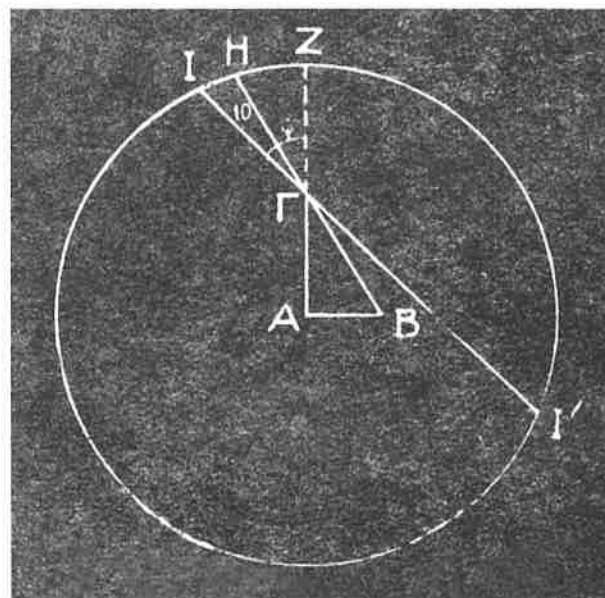
Ο αστέρας δ - Κηφέως είναι από τους πιο εντυπωσιακούς μεταβλητούς, καθώς αλλάζει τη λαμπρότητά του, μέσα σε 5 περίπου ημέρες και ήταν από τους πρώτους, που παρατηρήθηκαν και εντάχθηκαν στην κατηγορία των μεταβλητών αστερών.

3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Στις 16 Απριλίου 2008, σε έναν τόπο με βόρειο γεωγραφικό πλάτος  $40^\circ$ , παρατηρήθηκε ότι ένα δένδρο, τη στιγμή της μεσουράνησης του Ήλιου, έριχνε σκιά μήκους  $2\sqrt{3}$  μέτρα. Την ημέρα εκείνη ο Ήλιος είχε απόκλιση  $10^\circ$ . Πόσο είναι το ύψος του δένδρου;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Της Κεντρικής Επιτροπής του διαγωνισμού



Έστω ΑΓ το δένδρο, ΑΒ η σκιά αυτού (επομένως  $\Gamma ΑΒ = 1$  ορθή) και Η, η μεσημβρινή θέση του Ηλίου επί της ευθείας ΒΓ (σχ. 1). Επειδή η απόκλιση του Η είναι θετική, το σημείο αυτό κείται προς το βορρά του ουρανού ισημερινού ΙΙ' και σύμφωνα με την υπόθεση είναι  $IΗ = 10^\circ$ .

Επειδή είναι:

$$IΗ + ΗΖ = ΙΖ \text{ ή } 10^\circ + ΗΖ = 30^\circ$$

και επειδή η γωνία

$$\Gamma ΑΒ = ΗΓΖ = 30^\circ$$

από το ορθογώνιο τρίγωνο ΓΑΒ

θα έχουμε:

$$\Gamma Α = ΑΒ \times \sigma\phi 30^\circ = 2\sqrt{3} \times \sqrt{3} = 6 \text{ μέτρα.}$$

4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Το διαστημικό τηλεσκόπιο Χαμπλ (Hubble) περιφέρεται γύρω από τη Γη (ας υποθέσουμε ότι η τροχιά του είναι απολύτως κυκλική), με περίοδο 96 min, σε ύψος 568 km από την επιφάνεια του εδάφους. Υπολογίστε την τροχιακή ταχύτητα ( $v$ ), του διαστημικού τηλεσκοπίου (σε m/sec) και στη συνέχεια, γνωρίζοντας την  $v$ , υπολογίστε τη μάζα της Γης ( $M_{ΓΗ}$  σε kg).

Δίνεται:  $G=6.67 \times 10^{-11} \text{ kg}^{-1} \text{ m}^3 \text{ sec}^{-2}$

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Της Κεντρικής Επιτροπής του διαγωνισμού

Η κεντρομόλος δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα που κινείται σε κυκλική τροχιά δίνεται από την σχέση:

$$F = \frac{m \cdot v^2}{r} \quad (1)$$

όπου  $m$  είναι η μάζα του αντικειμένου (στο πρόβλημά μας το σώμα είναι το Διαστημικό Τηλεσκόπιο),  $v$  είναι η τροχιακή ταχύτητα του αντικειμένου και  $r$  η απόσταση του αντικειμένου από το κέντρο της τροχιάς (στο πρόβλημά μας το κέντρο της τροχιάς είναι το κέντρο της Γης).

Η τροχιακή ταχύτητα  $v$  που ζητάμε υπολογίζεται ως εξής:

Α) η συνολική ακτίνα της τροχιάς είναι:  $r = 6378 \text{ km} + 568 \text{ km} = 6946 \text{ km} = 6.946.000 \text{ m}$

Β) Άρα η περίμετρος της κυκλικής τροχιάς θα είναι:

$$\Gamma = 2\pi r = 2 \cdot 3,141592654 \cdot 6.946.000 = 43.643.005,14 \text{ m}$$

Γ) Και τελικά η τροχιακή ταχύτητα θα είναι:

$$v = \frac{\Gamma}{t} = \frac{43.643.005,14}{96 \cdot 60} = 7.576,9 \text{ m/sec}$$

Ο παγκόσμιος νόμος του Νεύτωνα λέει:

$$F = G \cdot \frac{M_{ΓΗ} \cdot m}{r^2} \quad (2)$$

(όπου  $M_{ΓΗ}$  η μάζα της Γης,  $m$  η μάζα του Hubble,  $G$  η παγκόσμια σταθερά και  $r$  η απόσταση των κέντρων μάζας των δύο σωμάτων).

Για να παραμένει το Hubble σε κυκλική τροχιά θα πρέπει οι δυνάμεις (1) και (2) να ισορροπούν.

Άρα:

$$\frac{m \cdot v^2}{r} = G \cdot \frac{M_{ΓΗ} \cdot m}{r^2} \Leftrightarrow M_{ΓΗ} = \frac{v^2 \cdot r}{G}$$

Επομένως:

$$M_{ΓΗ} = \frac{7.576,9^2 \cdot 6.946.000}{6,67 \times 10^{-11}} = 5,9785 \times 10^{24} \text{ kg}$$

5<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Ένα διαστημόπλοιο βρίσκεται σε τροχιά μικρής απόστασης γύρω από έναν άγνωστο πλανήτη. Ο μάγειρας του διαστημοπλοίου τοποθετεί το φαγητό στο φούρνο και ρυθμίζει τον χρονοδιακόπτη στα 45 min. Μετά από 45 min ο χρονοδιακόπτης χτυπά και την ίδια στιγμή ο μάγειρας κοιτάζει έξω από το φινιστρίνι και παρατηρεί ότι το σκάφος βρίσκεται στο ίδιο ακριβώς σημείο που βρισκόταν όταν έβαζε το φαγητό στο φούρνο. Το αναφέρει στο πλήρωμα και ο μηχανικός του διαστημοπλοίου λέει έκπληκτος: «Τα 45 min είναι ακριβώς η μισή περίοδος περιστροφής του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού που βρίσκεται σε περιφορά γύρω από τη Γη». Ο κυβερνήτης δίνει αμέσως οδηγίες για την αποστολή μιας ομάδας στον πλανήτη και δηλώνει: «Φαίνεται ότι ο πλανήτης είναι φτιαγμένος από σχεδόν καθαρή πλατίνα». Πώς έφτασε στο συμπέρασμα αυτό;

Δίνονται:

η πυκνότητα της Γης:

$$\delta_{ΓΗ} = 5.515 \text{ gr/cm}^3$$

και η πυκνότητα πλατίνας που είναι περίπου τετραπλάσια της Γήινης:

$$\delta_{Ρε} = 21.45 \text{ gr/cm}^3$$

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Της Κεντρικής Επιτροπής του διαγωνισμού

Αν  $m_{\delta}$  είναι η μάζα του διαστημοπλοίου, τότε για να παραμένει σε τροχιά γύρω από τον πλανήτη, θα πρέπει οι δυνάμεις  $F$  (όπως στο θέμα 4) να ισορροπούν.

$$\frac{m_{\delta} \cdot v^2}{r} = G \cdot \frac{M_{\Pi} \cdot m_{\delta}}{r^2}$$

όπου  $M_{\Pi}$  η μάζα του πλανήτη,  $m_{\delta}$  η μάζα του διαστημοπλοίου και  $r$  η ακτίνα του πλανήτη.

$$\text{Αντικαθιστώντας: } M_{\Pi} = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 \cdot d_{\Pi}$$

όπου  $d_{\Pi}$  η πυκνότητα του πλανήτη και λύνοντας την ανωτέρω σχέση ως προς  $v^2$ , παίρνουμε:

$$v^2 = G \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot r^2 \cdot d_{\Pi}$$

$$\text{θέτοντας στην ανωτέρω: } v = \frac{2\pi r}{T_{\delta}} \quad \text{καταλήγουμε στην σχέση: } \frac{\pi}{T_{\delta}} = \frac{G \cdot d_{\Pi}}{3} \quad (1)$$

Με την ίδια ακριβώς σειρά πράξεων για την περίπτωση του διαστημικού σταθμού που περιφέρεται γύρω από τη Γη, θα καταλήξουμε στην σχέση:

$$\frac{\pi}{T_{\Delta\epsilon}} = \frac{G \cdot d_{ΓΗ}}{3} \quad (2)$$

όπου  $T_{\Delta\epsilon}$  η περίοδος του διαστημικού σταθμού και  $d_{ΓΗ}$  η πυκνότητα της Γης.

Από τις (1) και (2), διαιρώντας κατά μέλη:

$$\frac{T_{\Delta\epsilon}^2}{T_{\delta}^2} = \frac{d_{\Pi}}{d_{ΓΗ}} \Leftrightarrow \left( \frac{2T_{\delta}}{T_{\delta}} \right)^2 = \frac{d_{\Pi}}{d_{ΓΗ}} \Leftrightarrow 4 = \frac{d_{\Pi}}{d_{ΓΗ}} \Leftrightarrow d_{\Pi} = 4 \cdot 5,515 \Rightarrow d_{\Pi} \approx 22 \text{ gr/cm}^3$$

δηλ. η πυκνότητα της πλατίνας.

# 15ος Πανελλήνιος Μαθητικός Διαγωνισμός ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ και ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΗΣ 2010



## 1η φάση «ΕΥΔΟΞΟΣ» και η 2η φάση «ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ»

## Πίνακας επιτυχόντων Λυκείου

1. Βουτυράς Ορφέας, 1<sup>ο</sup> Αρσ. Τσίτσο. Λύκειο Εκάλης Αθηνών
2. Μητράκης Αθανάσιος, Ελληνικό Λύκειο Βρυξελλών
3. Λιούτας Γεώργιος, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Τρικάλων
4. Φλεμοτόμος Νικόλαος, 1<sup>ο</sup> Αρσ. Λύκειο Ψυχικού Αθηνών
5. Βορριάς Αλέξανδρος, 3<sup>ο</sup> Λύκειο Χίου
6. Αζά Δανάη, 2<sup>ο</sup> Λύκειο Δράμας
7. Κύπρη Πάουλα, 5<sup>ο</sup> Λύκειο Βέροιας
8. Παζούλη Δέσποινα, 3<sup>ο</sup> Λύκειο Δράμας
9. Ανδρικόπουλος Κωνσταντίνος, 1<sup>ο</sup> Αρσ. Λύκειο Ψυχικού Αθηνών
10. Κώττης Νικόλαος, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Νάουσας
11. Αθανασίου Γεώργιος, Πειραματικό Λυκ. ΑΕΙ Πατρών
12. Γεωργακόπουλος Χρήστος, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Ν. Ιωνίας Μαγνησίας
13. Πιλέσσα Πολυξένη, Λύκειο Ερατεινής Φωκίδας
14. Καρπίδα Χρύσα, Λύκειο Ερατεινής Φωκίδας
15. Κύρου Δημήτριος, 3<sup>ο</sup> Λύκειο Κατερίνης
16. Αντωνιάδης Σωτήριος, 3<sup>ο</sup> Λύκειο Κατερίνης
17. Μπίνιας Γεώργιος, 3<sup>ο</sup> Λύκειο Κατερίνης
18. Γεωργίου Χρήστος, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Ηγουμενίτσας
19. Καμενάκη Ευτυχία, 2<sup>ο</sup> Λύκειο Χίου
20. Παντελιός Βασίλειος, Πειραματικό Λύκ. Παν. Θεσ/νίκης
21. Τύρος Στέφανος, Λύκειο Μπουγά Καλαμάτας
22. Βαρβέρης Νικόλαος, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Νάουσας
23. Τσακίδου Μαρία-Ειρήνη, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Νάουσας
24. Μπούπωλος Σωτήριος, 4<sup>ο</sup> Λύκειο Κατερίνης
25. Καπετανάκη Ελένη, 5<sup>ο</sup> Λύκειο Βέροιας
26. Καλλίγερος Κωνσταντίνος, 11<sup>ο</sup> Λύκειο Πειραιά
27. Τορμπαντώνης Αντώνης-Στέφανος, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Νάουσας
28. Σίσκογλου Ουρανία, Λύκειο Καλλιπόλης Αθηνών
29. Σαμαρά Ευαγγελία, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Χίου
30. Τσελέπη Ιωάννης, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Καματερού Αθηνών

## Πίνακας επιτυχόντων Γυμνασίου

1. Τσαπράνη Ελένη, Γυμν. Ιδιωτ. Εκπαιδευτ. Βέροιας
2. Μαυρίδης Αναστάσιος, 2<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Κοζάνης
3. Δρακονταειδής Γεώργιος, Γυμν. Ληξουρίου Κεφαλληνίας
4. Πράπας Ευθύμιος - Αλκιβιάδης, 15<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Λάρισας
5. Κούρκουλου Ιωάννα, 1<sup>ο</sup> Γυμν. Γλυκών Νερών Αττικής
6. Ανωγιάτης Διονύσιος, Λέοντειο Γυμν. Ν. Σμύρνης Αθηνών
7. Λυκόπουλος Σεραφείμ, 3<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Πετρούπολης Αθηνών
8. Νευραδάκης Ιωσήφ-Ιωάννης, Λέοντειο Γυμν. Ν. Σμύρνης Αθηνών
9. Δημάκη Γεωργία, 52<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Αθηνών
10. Μαντάς Ευάγγελος, Λέοντειο Γυμν. Ν. Σμύρνης Αθηνών
11. Μάγειρα Πηνελόπη, Σχολή Αυγ. Λιναρδάτου Αθηνών
12. Καλομοίρη Κωνσταντίνα, 4<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Λιβαδιάς

## Θέματα και Απαντήσεις 1ης φάσης “ΕΥΔΟΞΟΣ”

## ΓΙΑ ΤΟ ΛΥΚΕΙΟ

1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Από τη Γη βλέπουμε τη Σελήνη, να ανατέλλει, να δύει και να έχει διάφορες φάσεις. Για έναν υποθετικό κάτοικο της Σελήνης:

- Α) Πώς φαίνεται, γενικά η Γη; Φαίνεται να ανατέλλει και να δύει;
- Β) Εάν ναι, για ποιους λόγους και γιατί;
- Γ) Έχει φάσεις;

Δικαιολογείστε τις απαντήσεις σας.

Σημείωση: Η συνολική απάντησή σας δεν πρέπει να ξεπερνά τις 200 λέξεις.

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Ένας υποθετικός παρατηρητής μένει κατάπληκτος, όταν αντικρίζει ένα τεράστιο ουράνιο σώμα, τη Γη μας, να μένει σε σταθερό σημείο στον ουρανό της Σελήνης. Το παράδοξο αυτό φαινόμενο οφείλεται στο γεγονός ότι η περιφορά της Σελήνης γύρω από τη Γη και η περιστροφή γύρω από τον άξονά της συμπίπτουν.

Οι μόνοι επί της Σελήνης παρατηρητές, που βλέπουν τη Γη κατά περιόδους να βυθίζεται κάτω από τον ορίζοντα, είναι αυτοί, που βλέπουν τη Γη πολύ χαμηλά στον ορίζοντά τους. Η Γη σ' αυτή την περίπτωση, δύει και ανατέλλει λόγω του φαινομένου λικνίσσεως της Σελήνης.

Ο επί της Σελήνης παρατηρητής βλέπει μεν τη Γη ακίνητη ως προς τον ορίζοντά του, αλλά να παρουσιάζει φάσεις. Όταν στη Γη έχουμε Νέα Σελήνη, τότε η Γη στρέφει προς τη Σελήνη ολόκληρο το φωτιζόμενο από τον Ήλιο ημισφαίριό της και επομένως ο επί τη Σελήνης παρατηρητής απολαμβάνει την «Πανγή» ή καλύτερα την «πασσιφάη Γη», πολύ πιο φωτεινή από τη δική μας Πανσέληνο. Στις άλλες θέσεις έχουμε τις διάφορες άλλες φάσεις της Γης.





**2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

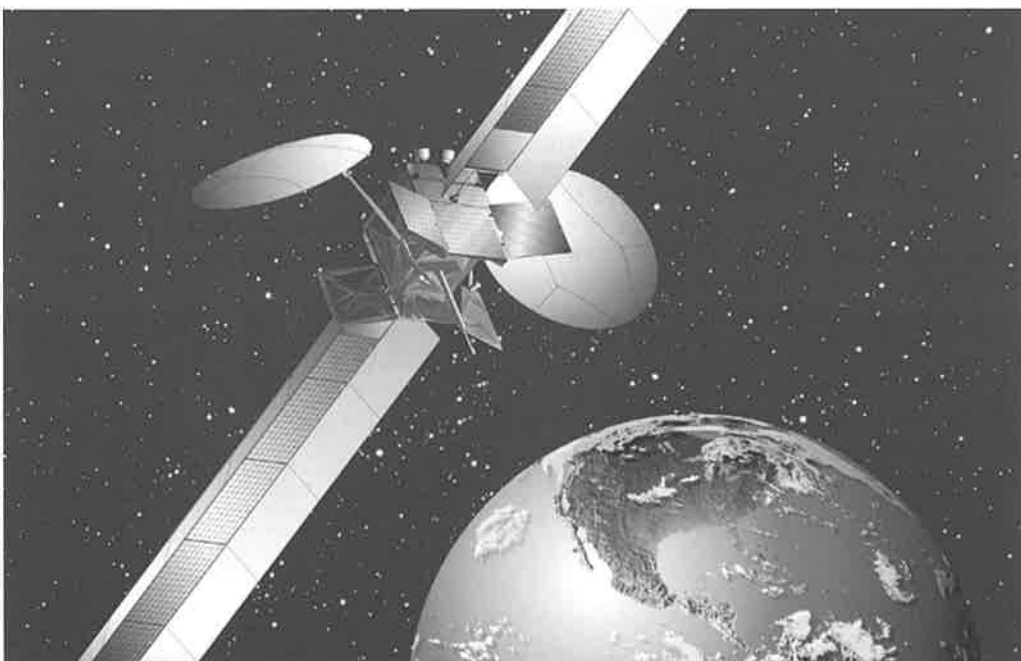
Να υπολογισθεί η ταχύτητα απομάκρυνσης ενός γαλαξία, που βρίσκεται σε απόσταση από τη Γη,  $d = 200 \text{ Mpc}$ , αν η σταθερά του Χαμπλ θεωρηθεί ότι είναι  $h = 75 \text{ km/sec/Mpc}$ .

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

$$v = h \times d = 75 \text{ km/sec/Mpc} \times 200 \text{ Mpc} = 15.000 \text{ km/sec}$$

**3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Να ευρεθεί ο τύπος, που μας δίνει την ταχύτητα κίνησης ενός δορυφόρου σε ύψος  $h$  από την επιφάνεια της Γης. Η ταχύτητα αυτή είναι ανεξάρτητη από τη μάζα του δορυφόρου;



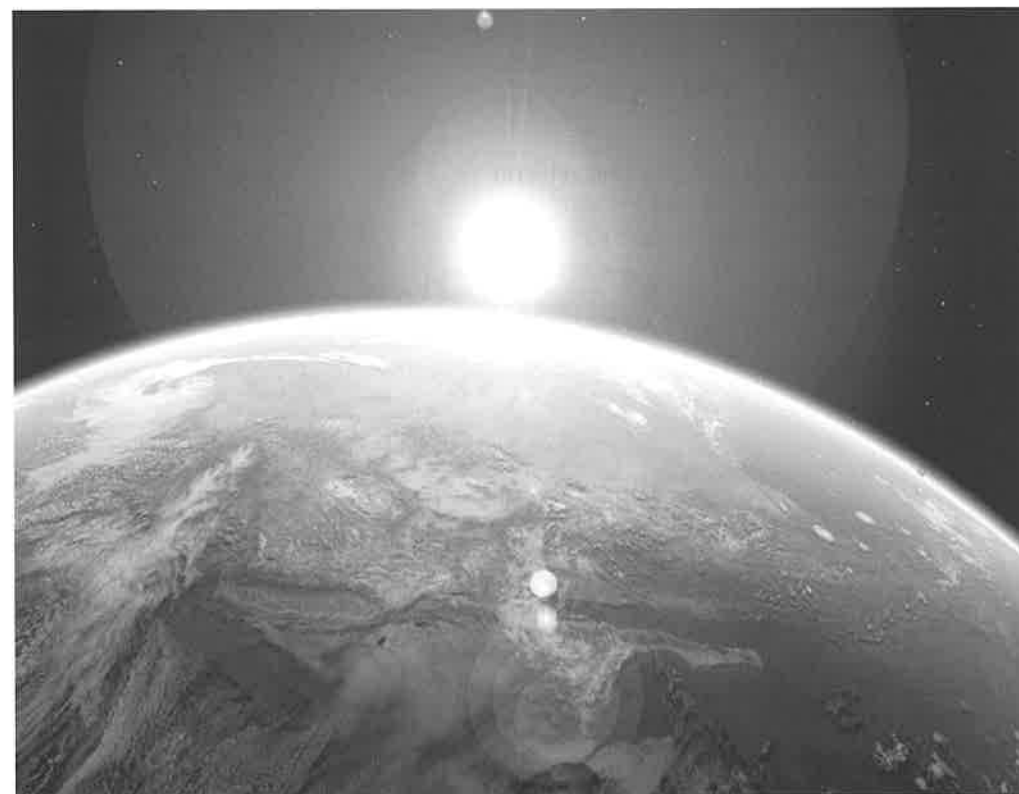
**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

Αν  $m_\delta$  είναι η μάζα του δορυφόρου,  $v$  η ταχύτητά του,  $R_\oplus$  η ακτίνα της Γης και  $M_\oplus$  η μάζα της, τότε ισχύει:

$$F_k = F_b \Leftrightarrow \frac{m_\delta \cdot v^2}{R_\oplus + h} = G \cdot \frac{M_\oplus \cdot m_\delta}{(R_\oplus + h)^2} \Leftrightarrow \frac{v^2}{R_\oplus + h} = \frac{G \cdot M_\oplus}{(R_\oplus + h)^2} \Leftrightarrow v^2 = \frac{G \cdot M_\oplus}{R_\oplus + h} \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{G \cdot M_\oplus}{R_\oplus + h}}$$

**4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Ένας αστέρας έχει απόλυτο μέγεθος  $M = 5$  και φαινόμενο μέγεθος  $m = 20$ . Πόσο πιο μακριά βρίσκεται ο αστέρας από τη Γη σε σύγκριση με την απόσταση Γης – Ήλιου, που ως γνωστόν την λαμβάνουμε ως 1 αστρονομική μονάδα (1 AU);



**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

$$m - M = 5 \log r - 5 \Rightarrow 20 - 5 = 5 \log r - 5 \Rightarrow 20 = 5 \log r \Rightarrow \log r = 4 \Rightarrow r = 10^4 \text{ pc} \\ \Rightarrow r = 10^4 \cdot 206265 \text{ AU} = 2.062.650.000 = 2,06265 \times 10^9 \text{ AU}$$

5<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Ο Ερατοσθένης κατάφερε να υπολογίσει την ακτίνα της Γης με μεγάλη προσέγγιση. Αν αλλοιώνουμε ελαφρώς την ιστορική αλήθεια και υποθέτουμε ελεύθερα ότι βρήκε την ακτίνα της Γης,  $R = 6.300 \text{ Km}$  έχοντας τοποθετήσει τους δύο πασσάλους σε απόσταση  $s = 400 \text{ Km}$  τον ένα από τον άλλο. Τι ύψος  $h$  θα είχε ο πάσσαλος που άφηνε σκιά  $d = 7 \text{ cm}$ ;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ • 1ος ΤΡΟΠΟΣ

Σύμφωνα με τη Γεωμετρία, η περίμετρος της Γης είναι:

$$\Gamma = 2\pi R = 2 \cdot 3,14159 \cdot 6300 = 39.584 \text{ Km}$$

Η επίκεντρη γωνία ανάμεσα στους δύο πασσάλους θα είναι (σε μοίρες):

$$\varphi = \frac{s}{\Gamma} \cdot 360^\circ = \frac{400}{39584} \cdot 360^\circ \approx 3,64^\circ$$

Και άρα στο ορθογώνιο τρίγωνο που σχηματίζεται από τον πάσσαλο και τη σκιά του, θα έχουμε:

$$\varepsilon\varphi\varphi = \frac{d}{h} \Rightarrow \varepsilon\varphi 3,64^\circ = \frac{7}{h} \Rightarrow h = \frac{7}{0,063615} \approx 110 \text{ cm}$$



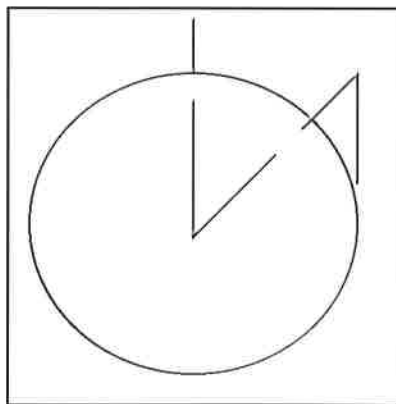
## ΑΠΑΝΤΗΣΗ • 2ος ΤΡΟΠΟΣ

Επειδή η γωνία  $\varphi$  είναι πολύ μικρή έχουμε:

$$\phi_{(rad)} = \frac{s}{R_{\oplus}}, \varphi = \frac{d}{h}$$

Άρα:

$$\frac{s}{R_{\oplus}} = \frac{d}{h} \Rightarrow h = \frac{d \cdot R_{\oplus}}{s} \Rightarrow h = \frac{7 \cdot 6300}{400} = 110 \text{ cm}$$

6<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Υποθέτουμε ότι η τροχιά ενός κομήτη, που περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο είναι έλλειψη. Η απόσταση του περιηλίου του κομήτη είναι  $1,42$  αστρονομικές μονάδες (AU), ενώ η απόσταση του αψηλίου του είναι  $5,80$  AU. Υπολογίστε τον χρόνο περιφοράς του κομήτη γύρω από τον Ήλιο σε έτη και ημέρες.

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Ο μεγάλος άξονας περιφοράς του κομήτη είναι:

$$1,42 + 5,80 = 7,22 \text{ AU}$$

Επομένως ο ημίμαξονας είναι:

$$7,22 / 2 = 3,61 \text{ AU}$$

Τότε (σύμφωνα με το Νόμο του Κέπλερ) θα είναι:

$$T^2 = a^3 \Rightarrow T^2 = 3,61^3 \Rightarrow T^2 = 47,045881 \Rightarrow T = 6,859 \text{ έτη} \approx 6 \text{ έτη } 314 \text{ ημ}$$

7<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Να σημειώσετε με Σ, εάν είναι σωστή ή με Λ, αν είναι λάθος, την καθεμιά από τις παρακάτω προτάσεις:

- 7.1. Η Πούλια είναι αστέρι. (Λ)
- 7.2. Ο αρχαίος Έλληνας αστρονόμος Πτολεμαίος διατύπωσε πρώτος το ηλιοκεντρικό σύστημα. (Λ)
- 7.3. Το ουράνιο σώμα Γανυμήδης είναι δορυφόρος του Δία. (Σ)
- 7.4. Ο γαλαξίας της Ανδρομέδας ανήκει στο Τοπικό Σύστημα Γαλαξιών. (Σ)
- 7.5. Ο Γαλαξίας μας είναι ραβδωτός σπειροειδής. (Λ) & (Σ)
- 7.6. Δύο τεχνητοί δορυφόροι της Γης, που έχουν το ίδιο μέτρο ταχύτητας, έχουν την ίδια τροχιά κίνησης. (Λ)
- 7.7. Όταν (για παράδειγμα με τη βοήθεια ενός πρίσματος) το λευκό φως διαχωρίζεται στα συνιστώσα χρώματα, αυτά είναι πάντα σε συγκεκριμένη σειρά. (Σ)
- 7.8. Ένα αστρικό έτος είναι ακριβώς 365,25 ημέρες. (Λ)
- 7.9. Σε μια ισημερινή βάση τηλεσκοπίου ο πολικός άξονας είναι κάθετος στον ουράνιο ισημερινό. (Σ)
- 7.10. Οι ακτίνες γ και Χ αφενός και τα ραδιοκύματα αφετέρου, είναι ριζικά σε διαφορετικά μέρη του φάσματος. (Σ)

8<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Να σημειώσετε τη σωστή απάντηση σε κάθε ένα από τα παρακάτω θέματα:

8.1. Η απόκλιση ενός άστρου μετριέται από:

- Α) Τον ουράνιο ισημερινό   
 Β) Την ουράνια σφαίρα  
 Γ) Την εκλειπτική  
 Δ) Τον ορίζοντα του παρατηρητή  
 Ε) Τον πρώτο μεσημβρινό

8.2. Στο οριζόντιο σύστημα συντεταγμένων, η συντεταγμένη που μετριέται σε μοίρες, κάθετα προς τον ορίζοντα, ονομάζεται:

- Α) Ύψος   
 Β) Αζιμούθιο  
 Γ) Απόκλιση  
 Δ) Ορθή αναφορά  
 Ε) Αστρικός χρόνος

8.3. Το πιο εξωτερικό στρώμα του Ήλιου λέγεται:

- Α) Φωτόσφαιρα  
 Β) Ηλιακό στέμμα   
 Γ) Προεξοχές  
 Δ) Χρωμόσφαιρα  
 Ε) Ηλιακές κηλίδες

8.4. Όταν η Σελήνη βρίσκεται σε συζυγία με τον Ήλιο, αλλά δεν τον καλύπτει πλήρως, έχουμε τότε:

- Α) Μερική έκλειψη Σελήνης  
 Β) Μερική έκλειψη Ηλίου  
 Γ) Δακτυλιοειδή έκλειψη Ηλίου   
 Δ) Ολική έκλειψη Σελήνης  
 Ε) Ολική έκλειψη Ηλίου

8.5. Ένας γήινος παρατηρητής μπορεί να δει από τον τόπο του τα 5/8 της σεληνιακής επιφάνειας εξ αιτίας του φαινομένου:

- Α) Της ανάκλασης του γήινου φωτός πάνω στη Σελήνη  
 Β) Της λίκνισης της Σελήνης   
 Γ) Της τροχιάς της Σελήνης  
 Δ) Των ρηγμάτων της Σελήνης  
 Ε) Της περιστροφής της Σελήνης

8.6. Τα περισσότερα πετρώματα στις σεληνιακές «θάλασσες» είναι:

- Α) Ανορθοσίτες  
 Β) Βασάλτες   
 Γ) Βραχώδη  
 Δ) Κρυσταλλογενή  
 Ε) Ιζηματογενή

8.7. Οι υπερκαινοφανείς τύπου II παράγονται από:

- Α) Διπλά άστρα  
 Β) Μικρής μάζας άστρα  
 Γ) Άστρα της κύριας ακολουθίας  
 Δ) Πολύ μεγάλης μάζας άστρα   
 Ε) Λευκού νάνου

8.8. Οι υπερκαινοφανείς αναγνωρίζονται και κατατάσσονται από το φάσμα τους με:

- Α) Τηλεσκόπια εξοπλισμένα με κάμερες ccd  
 Β) Ανάλυση της καμπύλης του φωτός τους   
 Γ) Μακροχρόνιες παρατηρήσεις  
 Δ) Ειδικά φίλτρα του τηλεσκοπίου  
 Ε) Παρατηρήσεις ακτίνων - Χ.

8.9. Το 1967, η Τζόζελιν Μπελ Μπαρνέλ ανακάλυψε μαζί με το Χιούις έναν νέο τύπο ουρανού αντικειμένου, που λέγεται:

- Α) Δίδυμο άστρο  
 Β) Καφέ νάνος  
 Γ) Πάλσαρ   
 Δ) Ερυθρός γίγαντας  
 Ε) Κβάζαρ

8.10. Η ύπαρξη των μελανών οπών προβλέπεται από:

- Α) Τη γενική θεωρία της Σχετικότητας   
 Β) Τους νόμους του Κέπλερ  
 Γ) Τους νόμους του Νεύτωνα  
 Δ) Την κβαντομηχανική  
 Ε) Το νόμο της παγκόσμια έλξης

## Θέματα και Απαντήσεις 1ης φάσης “ΕΥΔΟΞΟΣ”

## ΓΙΑ ΤΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ

1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Από τα πρώτα σχολικά μας χρόνια μαθαίνουμε για το πλανητικό μας σύστημα.

- Α) Ποιος είναι ο πρώτος και ποιος ο τελευταίος πλανήτης κατά σειρά απόστασης από τον Ήλιο;  
 Β) Ποιος είναι ο μεγαλύτερος και ποιος ο μικρότερος πλανήτης σε διάμετρο;  
 Γ) Ποιος πλανήτης έχει τους περισσότερους δορυφόρους, ποιος τους λιγότερους και ποιοι δεν έχουν κανέναν δορυφόρο;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Α) Ο Ερμής είναι πρώτος και τελευταίος ο Ποσειδώνας, σύμφωνα με την τελευταία απόφαση της Διεθνούς Αστρονομικής Ένωσης.

Β) Μεγαλύτερος σε διάμετρο είναι ο Δίας και μικρότερος είναι ο Ερμής

Γ) Ο Δίας έχει τους περισσότερους δορυφόρους και η Γη τους λιγότερους και οι πλανήτες με κανέναν δορυφόρο είναι ο Ερμής και η Αφροδίτη.



**2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Γνωρίζουμε ότι ο Δίας είναι ένας από τους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος.

- A) Να αναφέρετε 4 χαρακτηριστικά γνωρίσματα του πλανήτη αυτού.
  - B) Να αναφέρετε τους 4 μεγαλύτερους δορυφόρους του κατά σειρά απόστασης από τον Δία.
  - Γ) Τι γνωρίζετε για καθένα από τους 4 αυτούς δορυφόρους;
- (Σημείωση: Η συνολική σας απάντηση δεν πρέπει να ξεπερνά τις 200 λέξεις.)

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**



A) Πρώτο γνώρισμα είναι το μέγεθός του, καθώς είναι ο πλανήτης με τη μεγαλύτερη διάμετρο. Δεύτερο γνώρισμα είναι η αεριώδης σύστασή του, καθώς δεν διαθέτει έδαφος όπως η Γη. Τρίτο γνώρισμα είναι η τεράστια κόκκινη κηλίδα του, καθώς το μέγεθός της ξεπερνά τη διάμετρο της Γης. Και τέταρτο γνώρισμα είναι ο πολύ μεγάλος αριθμός δορυφόρων.

B) Οι 4 μεγαλύτεροι δορυφόροι του κατά σειρά απόστασης από τον Δία είναι η Ιώ, η Ευρώπη, ο Γανυμήδης και η Καλλιστώ.

Γ) Η Ιώ είναι ένας δορυφόρος με ενεργά φαινόμενα. Η Ευρώπη καλύπτεται από ένα παχύ παγωμένο έδαφος, που παρουσιάζει ρήγματα, κάτω από το οποίο υπάρχει ωκεανός. Ο Γανυμήδης είναι ο μεγαλύτερος δορυφόρος του ηλιακού μας συστήματος και υπάρχουν υποψίες ότι διαθέτει (όπως η Ευρώπη) ωκεανό. Η Καλλιστώ είναι ο δορυφόρος με τους περισσότερους κρατήρες στο ηλιακό σύστημα και είναι ο τέταρτος σε απόσταση Γαλιλαϊκός δορυφόρος.



**3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Ένας αστέρας, που παρατηρούμε στον ουρανό, ανατέλλει στις 21:00 η ώρα και δύει στις 6:00 η ώρα.

- A) Πόσες ώρες ήταν ορατός στον ουράνιο θόλο;
- B) Πόσες ώρες θα είναι αόρατος;
- Γ) Ποια ώρα μεσουράνησε;

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

- A) 9 ώρες
- B) 15 ώρες
- Γ) Στις 1:30 π.μ.

**4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Ο κάτοχος του παγκοσμίου ρεκόρ των 100 μέτρων δρομέας Usain Bolt τρέχει με ταχύτητα περίπου 40km/h. Αν μπορούσε να διατρέξει τον πρώτο μεσημβρινό, πόσος χρόνος θα χρειαζόταν για να κάνει 2 φορές τον γύρο της Γης; (θεωρείστε ότι η πολική ακτίνα της Γης είναι περίπου 6.357 Km).



**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

Πρέπει να χρησιμοποιηθεί η πολική ακτίνα ή το μήκος του πρώτου μεσημβρινού. Εδώ παίρνουμε την πολική ακτίνα της Γης, που δίνεται ότι είναι προσεγγιστικά  $R_{\oplus} = 6357 \text{ Km}$  και υπολογίζουμε το μήκος του πρώτου μεσημβρινού  $\Gamma_M$ :

$$\Gamma_M = 2\pi R_{\oplus} = 2 \cdot 3,14159 \cdot 6357 = 39942,17 \text{ Km}$$

Άρα η απόσταση που καλείται ο Bolt να διανύσει είναι:

$$D = 2 \cdot \Gamma_M \Rightarrow D = 79884,34 \text{ Km}$$

Σύμφωνα με τον τύπο της ταχύτητας (απλής ευθύγραμμης κίνησης):

$$v = \frac{D}{t} \Rightarrow t = \frac{D}{v} = \frac{79884,34}{40} = 1997,1h$$

5<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Ας υποθέσουμε ότι ένα πολύ γρήγορο τρένο κινείται κατά μήκος του ισημερινού της Γης με τόση ταχύτητα, όση κινείται η Γη γύρω από τον Ήλιο. Πόσες φορές θα έκανε τον γύρο της Γης μέσα σε μια ώρα; (Δίδεται ότι η ταχύτητα της Γης γύρω από τον Ήλιο είναι 107.000 Km/h).

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ • 1ος ΤΡΟΠΟΣ

Ισχύουν οι ίδιες επισημάνσεις με το προηγούμενο θέμα, μόνο που τώρα αφορούν στην ισημερινή ακτίνα (που είναι 6378 Km) ή το μήκος του ισημερινού.

Εδώ θα πάρουμε  $R_{\oplus} = 6378 \text{ Km}$  και υπολογίζουμε το μήκος του ισημερινού,  $\Gamma_I$ :

$$\Gamma_I = 2\pi R_{\oplus} = 2 \cdot 3,14159 \cdot 6378 = 40074,12 \text{ Km}$$

Η τροχιακή ταχύτητα της Γης γύρω από τον Ήλιο είναι περίπου (σύμφωνα με το διδακτικό βιβλίο):

$$v_{\oplus} = 107.000 \text{ Km/h}$$

Επομένως και το τρένο κινείται με ταχύτητα

$$v_T = 107.000 \text{ Km/h}$$

Άρα τον ισημερινό της Γης θα τον διανύσει σε:

$$v_T = \frac{\Gamma_I}{t} \Rightarrow t = \frac{\Gamma_I}{v_T} = \frac{40074,12}{107000} = 0,375 \text{ h}$$

Και τελικά μέσα σε μία ώρα (1h) θα κάνει τον γύρο της Γης:

$$\frac{1 \text{ h}}{0,375 \text{ h}} = 2,6666$$

φορές.

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ • 2ος ΤΡΟΠΟΣ

Μέσα σε μια ώρα το τρένο διανύει διάστημα:

$$s = v \cdot t = 107.000 \times 1 = 107.000 \text{ km}$$

Άρα θα έκανε το γύρο της Γης:

$$N = \frac{s}{2\pi R} = \frac{107000}{2 \cdot 3,14159 \cdot 6378} = \frac{107000}{40074,12} = 2,6701$$

φορές.

6<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Για τον προσδιορισμό ενός ορισμένου τόπου της Γης χρησιμοποιούμε τις γεωγραφικές συντεταγμένες.

- Α) Ποιες είναι και πώς ορίζονται οι γεωγραφικές συντεταγμένες της Γης;  
 Β) Ποιοι ονομάζονται παράλληλοι κύκλοι και ποιοι μεσημβρινοί της Γης;  
 Γ) Δύο πόλεις έχουν και οι δύο γεωγραφικό πλάτος  $0^\circ$ . Η πρώτη έχει γεωγραφικό μήκος  $50^\circ$  και η δεύτερη  $80^\circ$ . Πόση είναι η απόσταση μεταξύ τους σε μίρες;  
 (Σημείωση: Η συνολική σας απάντηση να μην ξεπερνά τις 200 λέξεις.)

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Α) Γεωγραφικές συντεταγμένες ορίζονται:

α) το γεωγραφικό πλάτος, το οποίο είναι απόσταση ενός σημείου της Γης από τον ισημερινό της (μετρημένο κατά μήκος του μεσημβρινού του τόπου). Όσοι τόποι βρίσκονται στο βόρειο ημισφαίριο έχουν βόρειο γεωγραφικό πλάτος (από  $0^\circ$  έως  $90^\circ$ ), ενώ όσοι είναι στο νότιο ημισφαίριο έχουν νότιο γεωγραφικό πλάτος (από  $0^\circ$  έως  $-90^\circ$ ).

β) το γεωγραφικό μήκος, το οποίο είναι η απόσταση ενός σημείου της Γης από τον πρώτο μεσημβρινό της (μετρημένο κατά μήκος ενός κύκλου παράλληλου με τον ισημερινό). Όσοι τόποι βρίσκονται ανατολικά του πρώτου μεσημβρινού του Γκρήνουϊτς έχουν ανατολικό γεωγραφικό μήκος (από  $0^\circ$  έως  $180^\circ$ ) και όσοι τόποι βρίσκονται δυτικά του πρώτου μεσημβρινού έχουν δυτικό γεωγραφικό μήκος (από  $0^\circ$  έως  $-180^\circ$ ).

Β) Παράλληλοι κύκλοι ονομάζονται οι κύκλοι που είναι παράλληλοι με τον ισημερινό της Γης, ενώ μεσημβρινοί ονομάζονται οι μέγιστοι κύκλοι που διέρχονται από τους πόλους της Γης και περιέχουν τον άξονα της Γης.

Γ) Αφού οι δύο τόποι έχουν και οι δύο γεωγραφικό πλάτος  $0^\circ$  αυτό σημαίνει ότι βρίσκονται πάνω στον Ισημερινό. Άρα η απόστασή τους θα είναι:  $80^\circ - 50^\circ = 30^\circ$ .



**7<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Να σημειώσετε τη σωστή απάντηση σε κάθε ένα από τα παρακάτω θέματα:

7.1 Οι ουράνιοι μεσημβρινοί είναι:

- A) 12  
B) 24  
Γ) 1545  
Δ) Άπειροι   
E) Τίποτε από τα παραπάνω

7.2 Στις 22 Μαρτίου στο Βόρειο ημισφαίριο έχουμε:

- A) Τη μεγαλύτερη μέρα του χρόνου  
B) Τη μεγαλύτερη νύχτα του χρόνου  
Γ) Ίση διάρκεια μέρας και νύχτας   
Δ) Τίποτε από τα παραπάνω

7.3 Κατά το θερινό ηλιοστάσιο του Βόρειου ημισφαιρίου:

- A) Φωτίζεται περισσότερο το βόρειο ημισφαίριο   
B) Φωτίζεται λιγότερο το βόρειο ημισφαίριο  
Γ) Φωτίζεται περισσότερο το νότιο ημισφαίριο  
Δ) Φωτίζονται το ίδιο και τα δυο ημισφαίρια  
E) Τίποτε από τα παραπάνω

7.4 Η φθινοπωρινή ισημερία για το νότιο ημισφαίριο συμβαίνει στις:

- A) 22 Μαρτίου   
B) 23 Σεπτεμβρίου  
Γ) 21 Δεκεμβρίου  
Δ) 21 Ιουνίου  
E) Τίποτε από τα παραπάνω

7.5 Όταν η Σελήνη έχει σχήμα μισοφεγγαρου και βρίσκεται ακριβώς από πάνω μας (μεσουρανή), τότε ο Ήλιος βρίσκεται:

- A) Στην Ανατολή  
B) Στη Δύση  
Γ) Κοντά στη Σελήνη  
Δ) Είτε στην Ανατολή είτε στη Δύση   
E) Τίποτε από τα παραπάνω

7.6 Στις 12 η ώρα το μεσημέρι:

- A) Ο Ήλιος ανατέλλει  
B) Ο Ήλιος δύει  
Γ) Ο Ήλιος δεν έχει ανατείλει ακόμη  
Δ) Ο Ήλιος έχει προ πολλού δύσει   
E) Τίποτε από τα παραπάνω

7.7 Όταν το μεσημέρι έχουμε έκλειψη Ηλίου, η Σελήνη βρίσκεται:

- A) Στην Ανατολή  
B) Στη Δύση  
Γ) Ακριβώς από πάνω μας   
Δ) Δεν έχει ανατείλει ακόμη  
E) Έχει προ πολλού δύσει

7.8 Το διαστημικό λεωφορείο "Atlantis" είναι:

- A) Λεωφορείο μεταφοράς των αστροναυτών στο κέντρο εκτόξευσης  
B) Όχημα μεταφοράς αστροναυτών με προορισμό τον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό   
Γ) Διαστημόπλοιο με προορισμό τον Άρη  
Δ) Διαστημόπλοιο με προορισμό τη Σελήνη  
E) Τίποτε από τα παραπάνω

**8<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Να σημειώσετε τη σωστή απάντηση σε κάθε ένα από τα παρακάτω θέματα:

8.1 Η κύρια διαφορά των πλανητών από τα άστρα του ουρανού, όπως τα βλέπουμε από τη Γη, είναι ότι:

- A) Τρεμοπαίζουν έντονα  
B) Αλλάζουν χρώμα  
Γ) Είναι πιο μικροί  
Δ) Μετακινούνται στον ουράνιο θόλο   
E) Αλλάζουν σχήμα

8.2 Σε φωτογραφία που τραβήξαμε κατά τη διάρκεια μιας ολόκληρης νύχτας, τα άστρα που είναι αρκετά μακριά από το Βόρειο Πόλο του ουρανού φαίνονται να κινούνται σε:

- A) Τόξα κύκλου   
B) Πλήρεις κύκλους  
Γ) Ελλείψεις  
Δ) Ευθείες  
E) Ανώμαλες γραμμές

8.3 Το ημερολόγιο, το οποίο χρησιμοποιούμε σήμερα, λέγεται ειδικότερα:

- A) Βαβυλωνιακό  
B) Γρηγοριανό   
Γ) Ιουλιανό  
Δ) Ρωμαϊκό  
E) Ελληνικό

8.4 Το άστρο β του αστερισμού της Μεγάλης Άρκτου είναι:

- A) Το δεύτερο σε λαμπρότητα μετά το άστρο α-Μεγάλης Άρκτου   
B) Ανακαλύφθηκε δεύτερο στον αστερισμό της Μεγάλης Άρκτου  
Γ) Είναι το δεύτερο της ουράς της Μεγάλης Άρκτου  
Δ) Είναι φασματικού τύπου B  
E) Τίποτε από τα παραπάνω

8.5 Όταν το Φεγγάρι είναι στο πρώτο τέταρτο και ο Ήλιος δύει, τότε το Φεγγάρι βρίσκεται:

- A) Ακριβώς από πάνω μας   
B) Στον πρώτο μεσημβρινό  
Γ) Στον ανατολικό ορίζοντα  
Δ) Στο δυτικό ορίζοντα  
E) Κάτω από τον ορίζοντα

8.6 Το επίπεδο που ορίζεται από την ετήσια τροχιά του Ήλιου σε σχέση με τα άστρα λέγεται:

- A) Ουράνιος ισημερινός  
B) Ουράνια σφαίρα  
Γ) Εκλειπτική   
Δ) Γραμμή των ισημεριών  
E) Πρώτος μεσημβρινός

8.7 Όταν έχουμε έκλειψη Ηλίου, τότε:

- A) Η Γη είναι ανάμεσα στον Ήλιο και στη Σελήνη  
B) Ο Ήλιος είναι ανάμεσα στη Γη και στη Σελήνη  
Γ) Η Σελήνη είναι ανάμεσα στη Γη και στον Ήλιο   
Δ) Η Γη, η Σελήνη και ο Ήλιος σχηματίζουν ορθή γωνία  
E) Τίποτε από τα παραπάνω

8.8 Ο πλανήτης Άρης έχει:

- A) Έναν δορυφόρο, τον Φόβο  
B) Τρεις δορυφόρους, τον Φόβο, τον Τρόμο και τον Δείμο  
Γ) Κανέναν δορυφόρο  
Δ) Δύο δορυφόρους, τον Φόβο και τον Δείμο   
E) Δύο δορυφόρους, τον Φόβο και τον Τρόμο

## Θέματα και Απαντήσεις 2ης φάσης "ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ"

ΓΙΑ ΤΟ ΛΥΚΕΙΟ

1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Είναι γνωστό ότι οι μεταβλητοί αστέρες αποτελούν ένα μεγάλο ποσοστό των αστερών του ουρανού.

- Α) Ποια είναι τα είδη των μεταβλητών αστερών;  
 Β) Ποια κατηγορία μεταβλητών αστερών βοήθησε στον προσδιορισμό της απόστασης των κοντινών γαλαξιών και πώς;  
 Γ) Να αναφέρετε τρεις γνωστούς υπερκαινοφανείς αστέρες.  
 (Η απάντησή σας δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 200 λέξεις)

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

(Α) Οι μεταβλητοί αστέρες χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες ανάλογα με τα αίτια που προκαλούν τη μεταβλητότητά τους ήτοι:

1. Στους παλλόμενους μεταβλητούς (pulsating variable).
2. Στους εκρηκτικά μεταβλητούς (eruptive variable) και
3. Στους μεταβλητούς λόγω εκλείψεων (eclipsing variables).

Οι δυο πρώτες κατηγορίες αποτελούν του γνήσιους μεταβλητούς αστέρες, που οφείλουν τη μεταβολή τους σε εσωτερικά αίτια (intrinsic variable), ενώ η τρίτη κατηγορία αφορά τους μεταβλητούς αστέρες εξ αιτίας εξωτερικών αιτιών (extrinsic or geometric variable).

Εξάλλου μορφολογικά διακρίνουμε τους μεταβλητούς αστέρες σε δυο κατηγορίες. Στους περιοδικούς και στους μη περιοδικούς.

Οι περιοδικοί μεταβλητοί χωρίζονται σε:

1. Μεταβλητούς λόγω έκλειψης, που οφείλουν τη μεταβολή του φωτός τους σε εξωτερικά αίτια (τις εκλείψεις).
2. Τους μεταβλητούς βραχείας και μακράς περιόδου, ή φυσικούς μεταβλητούς, που οφείλουν τη μεταβολή της λαμπρότητάς τους σε εσωτερικά αίτια. Ταξινομούνται δε στις ακόλουθες κατηγορίες:
  - α. Μεταβλητοί ανάπασης, οι οποίοι ακολουθούν τη θεωρία ανάπασης των αστερών.
  - β. Εκρηκτικοί μεταβλητοί, που περιλαμβάνουν αστέρες νόβα, σουπερνόβα κ.ά.
  - γ. Διάφορες άλλες ειδικές κατηγορίες μεταβλητών.

Οι μη περιοδικοί μεταβλητοί αστέρες διακρίνονται σε:

1. Ανώμαλους μεταβλητούς αστέρες και
2. Καινοφανείς (νόβα) και υπερκαινοφανείς (σουπερνόβα) αστέρες.

(Β) Οι κηφείδες είναι χρησιμότατοι για την εύρεση των αποστάσεων των γαλαξιών, στους οποίους ανήκουν, γιατί τα απόλυτα μεγέθη τους συνδέονται με την περίοδο μεταβολής της λαμπρότητάς τους. Επομένως, βρίσκοντας την περίοδο διακύμανσης του φωτός ενός κηφείδη, που δεν ξέρουμε την απόστασή του, μπορούμε να υπολογίσουμε το φαινόμενο μέγεθός του και στη συνέχεια τη φαινόμενη λαμπρότητά του. Συσχετίζοντας αυτές τις ποσότητες με τις αντίστοιχες ηλιακές, μπορούμε να προσδιορίσουμε την απόστασή τους. Οι κηφείδες αποτελούν, λοιπόν, τους δείκτες αποστάσεων μέσα στο Σύμπαν.

(Γ) Του 1054 μ.Χ. στον αστερισμό του Καρκίνου, του 1572 μ.Χ. του Τύχο Μπράχε, του 1604 μ.Χ. του Κέπλερ και του 1987Α, στο Μεγάλο Νέφος του Μαγγελάνου.

2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Ας υποθέσουμε ότι, στο μακρινό μέλλον, οι άνθρωποι έχουν καταφέρει να επικοινωνούν δύο πλανήτες ενός άλλου ηλιακού συστήματος. Δύο φιλικά ζευγάρια, που κατοικούν το πρώτο στον πλανήτη Άλφα και το δεύτερο στον πλανήτη Βήτα, αποκτούν ταυτόχρονα παιδιά. Τα παιδιά μεγαλώνουν σε διαφορετικούς, λοιπόν, πλανήτες. Μετά από κάποιο χρονικό διάστημα επικοινωνούν τη μέρα των γενεθλίων τους και στη συζήτηση συνειδητοποιούν ότι ο ένας είναι 8 ετών, ενώ ο άλλος 10! «Πώς γίνεται αυτό;» απορούν. Η βιολογική τους ηλικία είχε διαπιστωθεί ότι ήταν ίδια.

- Α) Εξηγήστε το παραπάνω φαινόμενο. (Η απάντηση να μην ξεπερνά τις 100 λέξεις)  
 Β) Ένας αστρονόμος, που γνώριζε ότι η μέση απόσταση του πλανήτη Άλφα από τον κεντρικό αστέρα του είναι  $A_1 = 2,4 \text{ A.U.}$ , κατάφερε με τις παραπάνω πληροφορίες να υπολογίσει τη μέση απόσταση  $A_2$  του άλλου πλανήτη Βήτα. Μπορείτε να την υπολογίσετε κι εσείς;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Α) Οι πλανήτες έχουν διαφορετική περίοδο περιφοράς  $T$  γύρω από τον κεντρικό αστέρα τους. Έτσι η διάρκεια του έτους είναι διαφορετική για τους δύο πλανήτες και συνεπώς τα παιδιά φαίνεται να έχουν διαφορετική ηλικία.

Β) Το χρονικό διάστημα που πέρασε από την γέννηση των δύο παιδιών μέχρι την ημέρα των γενεθλίων τους που επικοινωνήσαν, προφανώς και για τους δύο, είναι το ίδιο. Αν  $T_1$  είναι η περίοδος περιφοράς του πλανήτη Άλφα και  $T_2$  η περίοδος περιφοράς του πλανήτη Βήτα, για το χρονικό διάστημα που πέρασε θα ισχύει:

$$10 \cdot T_1 = 8 \cdot T_2 \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{8}{10}$$

Άρα, σύμφωνα με τον 3ο νόμο του Κέπλερ:

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^3 \Rightarrow \left(\frac{8}{10}\right)^2 = \left(\frac{2,4}{A_2}\right)^3 \Rightarrow 0,64 = \frac{13,824}{A_2^3} \Rightarrow A_2^3 = 21,6 \Rightarrow A_2 = 2,785 \text{ AU}$$

3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Ένα αστέρι απομακρύνεται από τη Γη με ακτινική ταχύτητα  $v = 45,7108 \text{ km/s}$ . Φασματοσκοπικές αναλύσεις έδειξαν ότι παρουσιάζει μια γραμμή απορρόφησης στα  $6564 \text{ \AA}$ . Ποιο θα ήταν το μήκος κύματος αυτής της γραμμής, αν ο αστέρας ήταν ακίνητος; Δίνεται η ταχύτητα του φωτός  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ .

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

$$v = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} \cdot c \Rightarrow v = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} \cdot c \Rightarrow v \cdot \lambda_0 = (\lambda - \lambda_0) \cdot c \Rightarrow v \cdot \lambda_0 + \lambda_0 \cdot c = \lambda \cdot c \Rightarrow$$

$$\lambda_0 = \frac{\lambda \cdot c}{v + c} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{6564 \cdot 3 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^8 + 45710,8} \text{ \AA} \Rightarrow \lambda_0 = 6563 \text{ \AA}$$

**4ο ΘΕΜΑ**

Ένας κομήτης περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο σε 6,454 έτη και το περιήλιό του είναι σε απόσταση  $a_{περ} = 1,172 \text{ AU}$ .

- A) Να ευρεθεί η απόσταση του αφηλίου του σε χιλιόμετρα.  
B) Να ευρεθεί η εκκεντρότητα της τροχιάς του.

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**



A) Σύμφωνα με τον 3ο νόμο του Κέπλερ, εάν θεωρήσουμε ότι  $a_1$  και  $a_2$  είναι οι ημιάξονες του κομήτη και της Γης, αντίστοιχα, ενώ  $T_1$  και  $T_2$  είναι οι περίοδοι αυτών και ακόμη  $a_{αφ}$  είναι η απόσταση του αφηλίου του κομήτη από τον Ήλιο, θα έχουμε:

$$\frac{a_1^3}{a_2^3} = \frac{T_1^2}{T_2^2} \Rightarrow \frac{\left(\frac{a_{περ} + a_{αφ}}{2}\right)^3}{1^3} = \frac{T_1^2}{1^2} \Rightarrow \left(\frac{1,172 + a_{αφ}}{2}\right)^3 = T_1^2 \Rightarrow$$

$$\frac{1,172 + a_{αφ}}{2} = \sqrt[3]{T_1^2} \Rightarrow \frac{1,172 + a_{αφ}}{2} = \sqrt[3]{6,454^2} \Rightarrow 1,172 + a_{αφ} = 6,933$$

Επομένως:

$$a_{αφ} = 6,933 - 1,172 = 5,761 \text{ AU} = 5,761 \times 150 \times 10^6 \text{ km} = 8,642 \times 10^8 \text{ km}.$$

B) Είναι γνωστό ότι η εκκεντρότητα  $e$  δίνεται από τον τύπο:  $e = \gamma/a$ , όπου  $\gamma$  είναι η απόσταση των εστιών της έλλειψης και  $a$  ο μεγάλος ημιάξονας αυτής.

Οπότε για τον κομήτη θα έχουμε:

$$a_1 = \frac{a_{περ} + a_{αφ}}{2} = \frac{1,172 + 5,761}{2} = 3,466 \text{ AU}$$

$$2\gamma = 2a_1 - 2a_{περ} \Rightarrow \gamma = a_1 - a_{περ} = 3,466 - 1,172 = 2,294 \text{ AU}$$

Οπότε:

$$e = \frac{\gamma}{a_1} = \frac{2,294}{3,466} = 0,662$$

**5ο ΘΕΜΑ**

Να σημειώσετε με (Σ) εάν είναι σωστή και με (Λ) αν είναι λάθος, η κάθε μία από τις επόμενες προτάσεις.

5.1 Στο Πτολεμαϊκό μοντέλο οι πλανήτες κινούνται με σταθερή γωνιώδη ταχύτητα πάνω σε μεγάλους κύκλους, που ονομάζονται φέροντες κύκλοι. (Σ)

5.2 Η πρώτη εμφάνιση ενός άστρου στο ανατολικό ορίζοντα πριν την ανατολή του Ηλίου, λεγόταν στην αρχαιότητα πρωινή επιτολή. (Σ)

5.3 Το τεφρώδες φως της Σελήνης είναι το λαμπρό μέρος αυτής που βλέπουμε σε κάποια φάση της. (Λ)

5.4 Η απόδειξη της περιστροφής της Γης γύρω από τον άξονά της έγινε από τον Φουκώ (Foucault). (Σ)

5.5 Ο Νεύτωνας παρατήρησε έναν πολύ λαμπερό αστέρα που ονομάστηκε υπερκαινοφανής. (Λ)

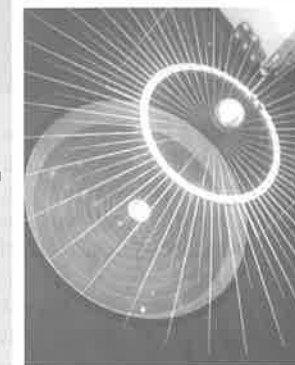
5.6 Αφού οι ακτίνες-Χ διαπερνούν τα μέταλλα, δεν μπορούμε να φτιάξουμε τηλεσκόπια ακτίνων-Χ. (Λ)

5.7 Όταν καθόμαστε στον ισημερινό τα άστρα κινούνται κάθετα προς τον ορίζοντα. (Σ)

5.8 Η στήριξη του τηλεσκοπίου, στην οποία παρακολουθούμε ένα άστρο περιστρέφοντας το τηλεσκόπιο γύρω από μόνο έναν άξονα λέγεται ισημερινή. (Σ)

5.9 Το διαστημικό σκάφος «Μάρινερ - 10» ("Mariner - 10") ακόμη και σήμερα περνάει κοντά στον Ερμή κάθε λίγους μήνες. (Σ)

5.10 Όταν ένα αντικείμενο, έχει Χ στο όνομά του, όπως π.χ. «Κύκνος Χ-3», σημαίνει ότι το αντικείμενο αυτό είναι πηγή κοσμικών ακτίνων. (Λ)



## Θέματα και Απαντήσεις 2ης φάσης “ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ”

ΓΙΑ ΤΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ

1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Να απαντήσετε με το πολύ 50 λέξεις στα παρακάτω δύο ερωτήματα:

- A) Σε ποιο φαινόμενο οφείλονται οι εποχές του έτους;  
B) Γιατί έχουμε υψηλότερες θερμοκρασίες το Καλοκαίρι και χαμηλότερες το Χειμώνα;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

A) Στη γωνία που σχηματίζει ο άξονας περιστροφής της Γης με το επίπεδο περιφοράς της γύρω από τον Ήλιο.

B) Διότι η Γη είναι σφαίρα, οπότε οι ακτίνες του Ήλιου σε άλλες ζώνες πέφτουν κάθετα ή πλησιάζουν προς την κάθετο και σε άλλες πέφτουν πλάγια. Έτσι το Καλοκαίρι στο βόρειο ημισφαίριο πέφτουν σχεδόν κάθετα στη ζώνη των τόπων μας, ενώ το Χειμώνα πέφτουν πλάγια. Εξάλλου η διάρκεια της ημέρας το καλοκαίρι είναι μεγαλύτερη από τη διάρκεια της ημέρας το Χειμώνα.

2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Να απαντήσετε με το πολύ 100 λέξεις στα παρακάτω δύο ερωτήματα:

- A) Γιατί δεν έχουμε ταυτόχρονα νύχτα σε ολόκληρη τη Γη;  
B) Πώς μπορούμε να αποδείξουμε τη σφαιρικότητα της Γης; Να αναφέρετε τρεις τρόπους.



## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

A) Διότι η Γη είναι σφαιρική, οπότε η μισή σφαίρα φωτίζεται από τον Ήλιο και έχει ημέρα, ενώ η άλλη μισή δεν φωτίζεται και επομένως έχει νύχτα.

B) Για τη σφαιρικότητα της Γης έχουμε τις ακόλουθες αποδείξεις:

- Κατά τη διάρκεια των σεληνιακών εκλείψεων η σκιά της Γης πάνω στη Σελήνη έχει πάντα σχήμα τόξου. Αυτό οφείλεται στο ότι η σφαιρική Γη ρίχνει τη σκιά της στο ουράνιο αυτό σώμα.
- Στο ταξίδι του Μαγγελάνου, ο οποίος έκανε τον περίπλοο της σφαιρικής Γης
- Στις εικόνες των τεχνητών δορυφόρων, οι οποίες δείχνουν σφαιρική τη Γη.

3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Να απαντήσετε χωριστά στο καθένα από τα παρακάτω ερωτήματα, με 100 λέξεις το πολύ:

- A) Ποια είναι η διαφορά μεταξύ ενός άστρου και ενός αστερισμού;  
B) Να αναφέρετε τα ονόματα τεσσάρων αστερών και τεσσάρων αστερισμών.  
Γ) Τι γνωρίζετε ειδικά για τον Πολικό αστέρα;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

A) Το άστρο είναι ένα αυτόφωτο ουράνιο σώμα, το οποίο φαίνεται ως ένα φωτεινό σημείο στον ουρανό, ενώ ο αστερισμός αποτελείται από πολλά άστρα, που βρίσκονται φαινομενικά κοντά μεταξύ τους και παρουσιάζουν όλα μαζί ένα ορισμένο σχήμα.

- B) Τέσσερις αστέρες: Αλτάιρ, Ντενέμπ, Κάστωρ και Πολυδεύκης.  
Τέσσερις αστερισμοί: Μικρή Άρκτος, Μεγάλη Άρκτος, Ωρίων και Κασσιόπη.

Γ) Ο Πολικός αστέρας είναι ο λαμπρότερος αστέρας του αστερισμού της Μικρής Άρκτου, η θέση του οποίου μάλιστα συμπίπτει με τη θέση του βόρειου πόλου του ουρανού. Ανευρίσκεται εύκολα εάν πενταπλασιάσουμε την απόσταση β – α των αστερών της Μεγάλης Άρκτου, που βρίσκεται πάντα πάνω από το Βορρά του τόπου. Είναι ο τελευταίος αστέρας της ουράς της Μικρής Άρκτου και τον έχουν ως οδηγό οι ναυτικοί, οι στρατιωτικοί, οι εκδρομείς κ.λπ. Την ιδιότητά του αυτή οφείλει στο ότι ο άξονας της Γης προεκτεινόμενος διέρχεται πολύ κοντά του, σχεδόν μια μοίρα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να φαίνεται ακίνητος, ενώ οι άλλοι αστέρες περιφέρονται γύρω απ’ αυτόν.

4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Ένας αστέρας ανατέλλει στις 18ώ 12λ. και δύει στις 5ώ. 6λ.

- A) Πόση ώρα έκανε να φθάσει από την ανατολή στη δύση του;  
B) Ποια ώρα μεσουράνησε (δηλ. βρέθηκε στο υψηλότερο σημείο της τροχιάς του);  
Γ) Πόσο χρόνο βρισκόταν κάτω από τον ορίζοντα;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

- A) Μέχρι να λήξει το 24ωρο έχουμε:  
 $(23\omega\ 60\lambda) - (18\omega\ 12\lambda) = 5\omega\ 48\lambda$

Από την ανατολή μέχρι τη δύση του έκανε:  
 $(5\omega\ 48\lambda) + (5\omega\ 6\lambda) = 10\omega\ 54\lambda$

- B) Από την ανατολή μέχρι την άνω μεσουράνηση έκανε:  
 $(10\omega\ 54\lambda) : 2 = 5\omega\ 27\lambda$

Επομένως μεσουράνησε την:  
 $(18\omega\ 12\lambda) + (5\omega\ 27\lambda) = 23\omega\ 39\lambda$

- Γ) Κάτω από τον ορίζοντα βρισκόταν κατά:  
 $(23\omega\ 60\lambda) - (10\omega\ 54\lambda) = 13\omega\ 6\lambda$

5<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Να σημειώσετε τη σωστή απάντηση στις παρακάτω προτάσεις:

5.1 Η ανακάλυψη του Γαλιλαίου που ενίσχυσε το ηλιοκεντρικό σύστημα ήταν:

- A) Οι φάσεις της Αφροδίτης  
B) Τα Φεγγάρια του Δία   
Γ) Το ανώμαλο σχήμα του Κρόνου  
Δ) Ο μεγάλος αριθμός των άστρων που παρατήρησε  
E) Τίποτε από τα παραπάνω.

5.2 Ο δεύτερος φακός του τηλεσκοπίου, από τον οποίο εξαρτάται η μεγέθυνση του ειδώλου που παρατηρούμε, λέγεται:

- A) Αντικειμενικός  
B) Καθρέφτης  
Γ) Προσοφθάλμιος   
Δ) Φωτοσυλλεκτική επιφάνεια  
E) Εκτροπή

5.3 Μια συσκευή που αναλύει το φάσμα ηλεκτρονικά ή με φωτογραφικό φιλμ λέγεται:

- A) Πρίσμα  
B) Φασματογράφος   
Γ) Φράγμα περίθλασης  
Δ) Φασματοσυλλέκτης  
E) Τίποτε από τα παραπάνω

5.4 Σύμφωνα με την τελευταία απόφαση της Διεθνούς Αστρονομικής Ένωσης, ο πρώτος νάνος πλανήτης στο πλανητικό μας σύστημα είναι:

- A) Ο Ερμής  
B) Ο Ποσειδώνας  
Γ) Ο Χάροντας  
Δ) Ο Πλούτωνας   
E) Ο Κρόνος

5.5 Σύμφωνα με την τελευταία απόφαση της Διεθνούς Αστρονομικής Ένωσης, σήμερα ο πιο απομακρυσμένος πλανήτης του ηλιακού μας συστήματος είναι:

- A) Ο Ποσειδώνας   
B) Ο Ουρανός  
Γ) Ο Πλούτωνας  
Δ) Ο Κρόνος  
E) Ο Χάροντας

5.6 Η πιο δημοφιλής θεωρία για τους κομήτες είναι αυτή που συγκρίνει τον πυρήνα τους με:

- A) Τον πυρήνα ενός κυττάρου  
B) Μια βρώμικη χιονόμπαλα   
Γ) Τον πυρήνα της Γης  
Δ) Τον πυρήνα μιας μαύρης τρύπας  
E) Έναν αστεροειδή

5.7 Το στρώμα του όζοντος της ατμόσφαιρας της Γης αρχίζει πάνω από την:

- A) Υδρόσφαιρα  
B) Μεσόσφαιρα  
Γ) Στρατόσφαιρα   
Δ) Θερμόσφαιρα  
E) Τροπόσφαιρα

5.8 Το χαρακτηριστικό μέγεθος της Σελήνης, που είναι περίπου το 1/4 του αντίστοιχου γήινου μεγέθους είναι:

- A) Η διάμετρος   
B) Η μάζα  
Γ) Η επιτάχυνση της βαρύτητας  
Δ) Το βάρος της  
E) Ο όγκος της

5.9 Όταν ένας κρατήρας της Σελήνης δημιουργείται πάνω σε έναν άλλο κρατήρα, τότε αυτός ο υπερτιθέμενος κρατήρας λέγεται:

- A) Βασιλικός  
B) Μεγαλύτερος  
Γ) Αρχαιότερος  
Δ) Μικρότερος  
E) Νεότερος

5.10 Για περίπου πόσο χρονικό διάστημα (το πολύ) είναι ορατός ο Ερμής πριν από την Ανατολή του Ήλιου ή μετά τη Δύση του Ήλιου:

- A) Μισή ώρα  
B) Δύο ώρες   
Γ) Τέσσερις ώρες  
Δ) Οκτώ ώρες  
E) Δέκα ώρες

## 3η φάση «ΙΠΠΑΡΧΟΣ»

## Α' Πίνακας επιτυχόντων Λυκείου

## ΓΙΑ ΤΗ NASA

1. Βουτυράς Ορφέας, του 1<sup>ου</sup> Αρσακείου Τσιτσειού Λυκείου Εκάλης Αθηνών (ισοβαθμία)
2. Λιούτας Γεώργιος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Τρικάλων (ισοβαθμία)
3. Παζούλη Δέσποινα, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Δράμας

## ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΤΟΥ ΠΕΚΙΝΟΥ

1. Βουτυράς Ορφέας, του 1<sup>ου</sup> Αρσακείου Τσιτσειού Λυκείου Εκάλης Αθηνών (χάλκινο μετάλλιο)
2. Λιούτας Γεώργιος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Τρικάλων (χάλκινο μετάλλιο)
3. Φλεμοτόμος Νικόλαος, του 1<sup>ου</sup> Αρσακείου Λυκείου Ψυχικού Αθηνών (έπαινος)
4. Παζούλη Δέσποινα, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Δράμας
5. Μπτράκης Αθανάσιος, του Ελληνικού Λυκείου Βρυξελλών

## ΒΡΑΒΕΙΑ

1. Βουτυράς Ορφέας, του 1<sup>ου</sup> Αρσακείου Τσιτσειού Λυκείου Εκάλης Αθηνών
2. Λιούτας Γεώργιος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Τρικάλων
3. Φλεμοτόμος Νικόλαος, του 1<sup>ου</sup> Αρσακείου Λυκείου Ψυχικού Αθηνών

## ΕΠΑΙΝΟΙ

1. Παζούλη Δέσποινα, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Δράμας
2. Μπτράκης Αθανάσιος, του Ελληνικού Λυκείου Βρυξελλών
3. Τύρος Στέφανος, του Λυκείου Μπουγά Καμαλάτας
4. Καρπίδα Χρυσούλα, του Λυκείου Ερατεινής Φωκίδας
5. Γεωργακόπουλος Χρήστος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Νέας Ιωνίας Μαγνησίας
6. Αζά Δανάη, του 2<sup>ου</sup> Λυκείου Δράμας
7. Σίσκογλου Ουρανία, του Λυκείου Καλλιπόλης Αθηνών
8. Τσελέπης Ιωάννης, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Καματερού Αθηνών
9. Βορριάς Αλέξανδρος, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Χίου
10. Αντωνιάδης Σωτήριος, του 3<sup>ου</sup> Λυκείου Κατερίνης
11. Γεωργίου Χρήστος, του 1<sup>ου</sup> Λυκείου Ηγουμενίτσας
12. Μπτσόπουλος Σωτήριος, του 4<sup>ου</sup> Λυκείου Κατερίνης

## Β' Πίνακας επιτυχόντων Γυμνασίου

## ΒΡΑΒΕΙΑ

1. Πράπας Ευθύμιος – Αλκιβιάδης, του 15<sup>ου</sup> Γυμνασίου Λάρισας
2. Τσαπράζη Ελένη, του Γυμνασίου Ιδιωτικών Εκπαιδευτηρίων Βέροιας
3. Κούρκουλου Ιωάννα, του 1<sup>ου</sup> Γυμνασίου Γλυκών Νερών Αττικής

## ΕΠΑΙΝΟΙ

1. Μαυρίδης Αναστάσιος, του 2<sup>ου</sup> Γυμνασίου Κοζάνης
2. Μάγετρα Πηνελόπη, του Γυμνασίου Αυγουλέα Λιναρδάτου Αθηνών
3. Δρακονταειδής Γεώργιος, του Γυμνασίου Ληξουρίου Κεφαλληνίας



**Θέματα και Απαντήσεις 3ης φάσης "ΙΠΠΑΡΧΟΣ"**

ΓΙΑ ΤΟ ΛΥΚΕΙΟ

**1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

A) Δίνεται ο παρακάτω πίνακας με τους 20 πιο λαμπρούς αστέρες του ουρανού και τον Ήλιο. Ας υποθέσουμε ότι μένετε στο Βόλο (γεωγραφικό πλάτος 39° 22' Β). Ποιοι αστέρες του ανωτέρω πίνακα (εκτός από τον Ήλιο) είναι αειφανείς, ποιοι αμφιφανείς και ποιοι είναι αφανείς (δηλ. δεν τους βλέπετε ποτέ από την πόλη του Βόλου). Εξηγήστε την απάντησή σας.

**Οι Λαμπρότεροι Αστέρες**

Όνομα αστέρα	Ορθή Αναφορά ω λ	Απόκλιση ο '		Φασματική τάξη	Απόλυτο Μέγεθος		
		ο	'				
Sirius	α Canis Majoris	06	46	-16	44	A	1.5
Canopus	α Carinae	06	24	-52	42	A	-5.4
Arcturus	α Bootis	14	16	+19	10	K	-0.6
Rigel Kentaurus	α Centauri	14	40	-60	52	G	4.2
Vega	α Lyrae	18	37	+38	47	A	0.6
Capella	α Aurigae	05	17	+46	00	G	-0.8
Rigel	β Orionis	05	15	-08	12	B	-6.6
Procyon	α Canis Minoris	07	40	+05	12	F	2.8
Achernar	α Eridani	01	38	-57	12	B	-2.9
Betelgeuse	α Orionis	05	56	+07	24	M	-5.0
Hadar	β Centauri	14	04	-60	25	B	-5.5
Altair	α Aquilae	19	51	+08	53	A	2.1
Aldebaran	α Tauri	04	36	+16	31	K	-0.8
Spica	α Virginis	13	26	-11	12	B	-3.6
Antares	α Scorpii	16	30	-26	27	M	-5.8
Pollux	β Geminorum	07	46	+28	01	K	1.1
Formalhaut	α Piscis Austrini	22	58	-29	35	A	1.6
Deneb	α Cygni	20	42	+45	18	A	-7.5
Acrux	α Crucis	12	27	-63	08	B	-4.0
Becrux	β Crucis	12	48	-59	43	B	-4.0

B) Με τη βοήθεια του Πίνακα (πιο πάνω) και για τους αστέρες: (1) Betelgeuse, (2) Procyon, (3) Spica και (4) Sirius, γράψτε το αντίστοιχο νούμερο δίπλα από την κάθε περιγραφή

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

A)

**Αειφανείς:**

κανείς (θα έπρεπε να έχει απόκλιση μεταξύ 51° και 90°)

**Αμφιφανείς:**

Sirius, Arcturus, Vega, Capella, Rigel, Procyon, Betelgeuse, Altair, Aldebaran, Spica, Antaries, Pollux, Fomalhaut, Deneb (έχουν απόκλιση μεταξύ -51° και 51°)

**Αφανείς:**

Rigel Kentaurus, Achernar, Hadar, Acrux, Becrux (έχουν απόκλιση μεταξύ -51° και -90°)

B)

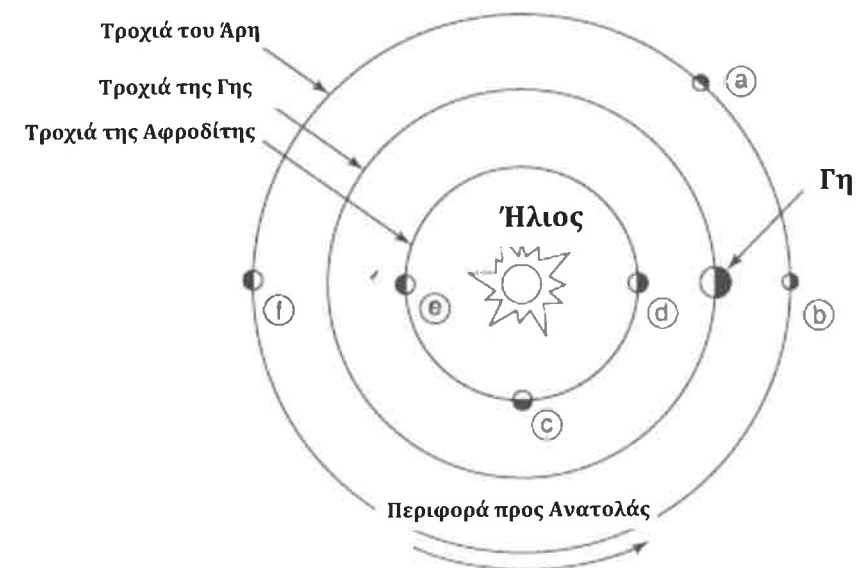
- \_\_\_\_\_ (α) θερμότερος
- \_\_\_\_\_ (β) Ψυχρότερος
- \_\_\_\_\_ (γ) Πιο φωτεινός
- \_\_\_\_\_ (δ) Λιγότερο φωτεινός

Απάντηση: (α) 3, (β) 1, (γ) 1, (δ) 2

**2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Το κατωτέρω σχήμα παρουσιάζει τις τροχιές (orbits) της Αφροδίτης (Venus), της Γης (Earth) και του Άρη (Mars). Σε ποιο γράμμα αντιστοιχούν οι παρακάτω τέσσερις θέσεις:

- (1) Η Αφροδίτη είναι Αποσπερίτης (βραδινό «αστέρι»)
- (2) Η Αφροδίτη είναι σε νέα φάση
- (3) Ο Άρης είναι σε αντίθεση
- (4) Ο Άρης δεν είναι ορατός στον νυκτερινό ουρανό



**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

- 1-c
- 2-d
- 3-b
- 4-f

3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Μια ομάδα αστρονόμων παρατηρώντας κάποιο γαλαξία σε απόσταση  $d = 100 \text{ Mpc}$  κατάφερε να απομονώσει και να αφαιρέσει τις επιμέρους κινήσεις και να υπολογίσει την ταχύτητα, που οφείλεται μόνο στην διαστολή του Σύμπαντος και τη βρήκε  $v = 8149,77 \text{ km/s}$ . Η ομάδα αυτή υπέθεσε ότι το Σύμπαν διαστέλλεται παντού ομοιόμορφα και με τον ίδιο ακριβώς ρυθμό από τη Μεγάλη Έκρηξη μέχρι και σήμερα και κατάφερε να υπολογίσει έτσι την ηλικία του Σύμπαντος. Βρείτε πόσο την υπολόγισε σε έτη.

Δίνεται ότι  $1 \text{ pc} = 3,26 \text{ έτη φωτός}$ ,  $1 \text{ έτος φωτός} = 9,46053 \times 10^{12} \text{ km}$

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Από νόμο Hubble  $v = H \cdot d$  Αλλά επίσης  $v = \frac{d}{t}$  όπου  $t$  η ηλικία του Σύμπαντος.

Από τις δύο παραπάνω εξισώσεις προκύπτει  $t = \frac{1}{H}$

Η απ' όπου μπορώ να υπολογίσω την ηλικία του Σύμπαντος αν γνωρίζω το  $H$ . Για να βρω το  $H$ :

$$v = H \cdot d \Rightarrow H = \frac{v}{d} \Rightarrow H = \frac{8149,77}{100} = 81,4977 \frac{\text{km}}{\text{s} \cdot \text{Mpc}} \quad (1)$$

Είναι

$$1 \text{ Mpc} = 10^6 \text{ pc} = 10^6 \cdot 3,261 \text{ έ.φ.} = 10^6 \cdot 3,261 \cdot 9,461 \cdot 10^{12} \text{ km} = 30,852 \cdot 10^{18} \text{ km}$$

Οπότε η (1) γίνεται

$$H = \frac{81,4977}{30,852 \cdot 10^{18}} = 2,642 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}$$

Άρα

$$t = \frac{1}{H} = \frac{1}{2,642 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}} = 3,785 \cdot 10^{17} \text{ s}$$

Όμως,  $1 \text{ έτος} = 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s} = 31536000 \text{ s}$

άρα σε έτη

$$t = \frac{3,785 \cdot 10^{17}}{31536000} \approx 1,2 \cdot 10^{10} \text{ έτη}$$

4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Ο ημιαστέρρας (quasar) PC 1247+3406 παρουσιάζει φασματική μετάθεση  $z=4,73$

A) Να υπολογίσετε σε ποιά μήκος κύματος παρατηρείται η γραμμή Lyman- $\alpha$  του υδρογόνου, η οποία σε γήινα εργαστήρια έχει μετρηθεί σε μήκος κύματος  $\lambda_0 = 1261 \text{ \AA}$ .

B) Να υπολογίσετε την απόστασή του από τη Γη.

Δίνεται ο τύπος:  $1+z = \sqrt{\frac{1+v/c}{1-v/c}}$  Και ότι η σταθερά του Hubble είναι:  $H_0 = 72 \frac{\text{km}}{\text{s} \cdot \text{Mpc}}$

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

A) Από τη σχέση

$$z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0}$$

Βρίσκω  $\lambda = 7225,53 \text{ \AA}$ , που είναι ερυθρό άκρο του ορατού φάσματος.

B) Καταρχήν επειδή το  $z=4,73$  θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί η σχετικιστική σχέση:

$$1+z = \sqrt{\frac{1+v/c}{1-v/c}}$$

Η απόσταση του υπολογίζεται από το νόμο του Hubble, αν γνωρίζουμε την ταχύτητα απομάκρυνσης του  $v$ .

Η  $v$  υπολογίζεται από τη σχέση που δίνεται

Πράγματι:

$$1+z = \sqrt{\frac{1+v/c}{1-v/c}} \Rightarrow (1+z)^2 = \frac{1+v/c}{1-v/c} \Rightarrow 32,83 \cdot (1-v/c) = 1+v/c \Rightarrow 32,83 - 32,83 \cdot \frac{v}{c} = 1 + \frac{v}{c} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 31,83 = 33,83 \cdot \frac{v}{c} \Rightarrow \frac{v}{c} = 0,94$$

Άρα:  $v=0,94c$

Από τον νόμο του Hubble θα έχουμε:

$$d = \frac{v}{H_0} = \frac{0,94c}{72} = \frac{282000 \text{ km/s}}{72 \text{ km/s/Mpc}} = 3916,66 \text{ Mpc} \approx 3,92 \text{ Gpc}$$

**5<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Βρείτε τη σωστή απάντηση στα ακόλουθα ερωτήματα:

- |  |   |
|--|---|
| <p>5.1. Τα άστρα δημιουργούνται και συγκρατούνται από:</p> <p>A) Την πίεση του φωτός<br/>                 B) Τη βαρύτητα <input checked="" type="checkbox"/><br/>                 Γ) Την ενέργεια<br/>                 Δ) Την πυρηνική σύντηξη<br/>                 Ε) Τη μαγνητική δύναμη</p>   | <p>5.6. Ένα άστρο που φαίνεται απλό, αλλά μεταβάλλεται συνεχώς το φάσμα του λέγεται:</p> <p>A) Αστρομετρικά διπλό.<br/>                 B) Οπτικά διπλό<br/>                 Γ) Εκλειπτικά διπλό<br/>                 Δ) Φασματοσκοπικά διπλό <input checked="" type="checkbox"/><br/>                 Ε) Ορατά διπλό</p> |
| <p>5.2. Ο αστρονόμος Ίππαρχος, πριν από 2200 χρόνια, πρώτος κατέταξε τα άστρα σε κατηγορίες ανάλογα με:</p> <p>A) Τη λαμπρότητά τους <input checked="" type="checkbox"/><br/>                 B) Το χρώμα τους<br/>                 Γ) Τη μάζα τους<br/>                 Δ) Το μέγεθός τους<br/>                 Ε) Τη θερμότητά τους</p>                                  | <p>5.7. Ένα αστρικό σμήνος, χωρίς συγκεκριμένο σχήμα λέγεται:</p> <p>A) Σφαιρωτό σμήνος<br/>                 B) Ανοιχτό σμήνος <input checked="" type="checkbox"/><br/>                 Γ) Περιοχή πληθυσμού I<br/>                 Δ) Περιοχή πληθυσμού II<br/>                 Ε) Τίποτε από τα παραπάνω</p>            |
| <p>5.3. Ο προσδιορισμός της απόστασης ενός άστρου εφαρμόζοντας τριγωνομετρία στην αστρική παράλλαξή του λέγεται:</p> <p>A) Αστρομετρία<br/>                 B) Χρωματική παράλλαξη<br/>                 Γ) Φασματοσκοπική παράλλαξη<br/>                 Δ) Τριγωνομετρική παράλλαξη <input checked="" type="checkbox"/><br/>                 Ε) Συμβολομετρία σημείου</p> | <p>5.8. Η διάδοση της θερμότητας στα εξωτερικά στρώματα του Ήλιου γίνεται διά:</p> <p>A) Αγωγής<br/>                 B) Μεταφοράς <input checked="" type="checkbox"/><br/>                 Γ) Ακτινοβολίας<br/>                 Δ) Ραδιενέργειας<br/>                 Ε) Θερμής αγωγής</p>                                |
| <p>5.4. Ο εσωτερικότερος από τους 5 μεγάλους δορυφόρους του Δία είναι:</p> <p>A) Η Ιώ<br/>                 B) Η Ευρώπη<br/>                 Γ) Ο Γανυμήδης<br/>                 Δ) Η Καλλιστώ<br/>                 Ε) Η Αμάθεια <input checked="" type="checkbox"/></p>  | <p>5.9. Το 1801 ο Σικελός αστρονόμος Γκιουζέπε Πιάττσι ανακάλυψε τον πρώτο</p> <p>A) Μετεωρίτη<br/>                 B) Μετεωροειδή<br/>                 Γ) Διπλό αστέρα<br/>                 Δ) Αστεροειδή <input checked="" type="checkbox"/><br/>                 Ε) Κομήτη</p>   |
| <p>5.5. Η περιφορά των δακτυλίων του Κρόνου μπορεί να προσδιοριστεί από τη Γη με τη μέτρηση:</p> <p>A) Των βαρυτικών επιδράσεων<br/>                 B) Του φαινομένου Ντόπλερ <input checked="" type="checkbox"/><br/>                 Γ) Των μεταβολών του φωτός τους<br/>                 Δ) Των ραδιοσημάτων<br/>                 Ε) Του πλάτους των χασμάτων</p>      | <p>5.10. Η γραμμή των 21 εκατοστών, που ευρύτατα χρησιμοποιείται από τους ραδιοαστρονόμους προέρχεται από:</p> <p>A) Αμμωνία<br/>                 B) Φορμαλδεΐδη <input checked="" type="checkbox"/><br/>                 Γ) Υδρογόνο<br/>                 Δ) Υδροξύλιο<br/>                 Ε) Νερό</p>                  |

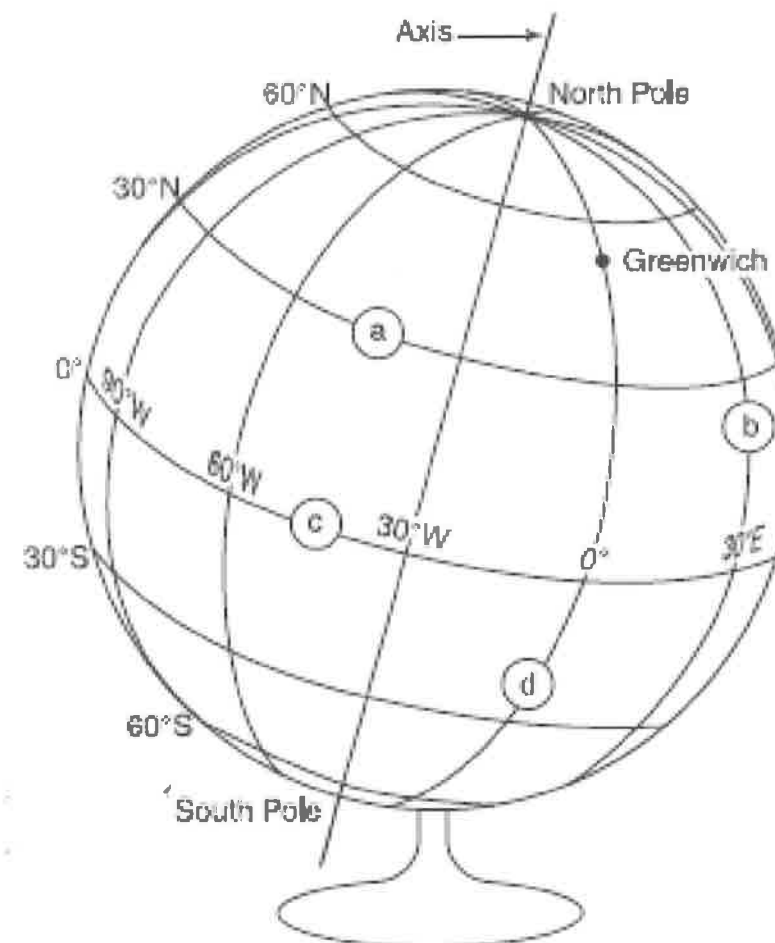
**Θέματα και Απαντήσεις 3ης φάσης "ΙΠΠΑΡΧΟΣ"**

ΓΙΑ ΤΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ

**1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Βλέποντας την παρακάτω εικόνα, κάντε τις σωστές αντιστοιχίες:

- |                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 1.1 Ισημερινός              | (a) |
| 1.2 Πρώτος μεσημβρινός      | (b) |
| 1.3 Γεωγραφικό πλάτος 30° Β | (c) |
| 1.4 Γεωγραφικό μήκος 30° Α  | (d) |



**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

- (a) Γεωγραφικό πλάτος 30° Β  
 (b) Γεωγραφικό μήκος 30° Α  
 (c) Ισημερινός  
 (d) Πρώτος μεσημβρινός

**2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Στην παρακάτω εικόνα δίνονται οι φάσεις της Σελήνης για το Νοέμβριο του 2009. Αναγνωρίστε τις φάσεις της Σελήνης στις εξής ημερομηνίες:

- α) 2 Νοεμβρίου
- β) 9 Νοεμβρίου
- γ) 16 Νοεμβρίου και
- δ) 24 Νοεμβρίου

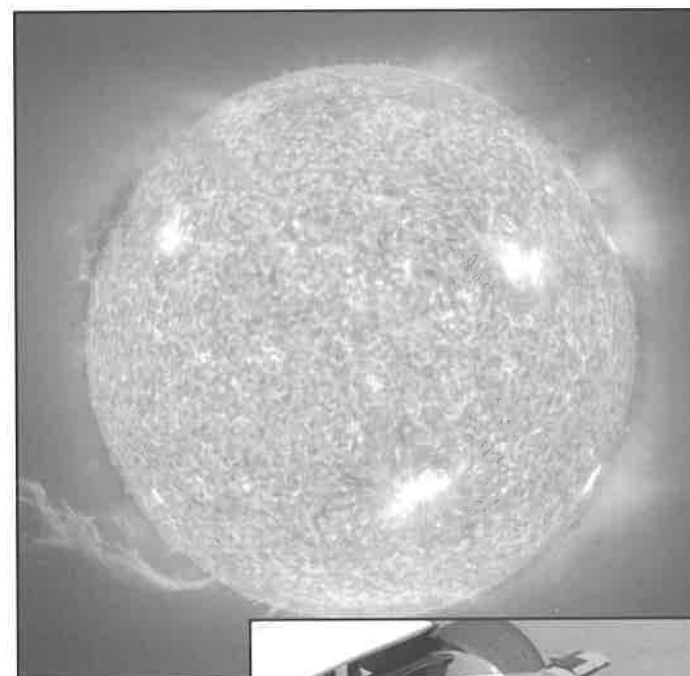
November 2009						
Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

- α) Πανσέληνος
- β) Τελευταίο τέταρτο
- γ) Νέα Σελήνη
- δ) Πρώτο τέταρτο

**3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Ο Ήλιος ταξιδεύει στο διάστημα με περίπου 20Km/s. Ένα αγωνιστικό αυτοκίνητο formula – 1 τρέχει με περίπου 200 Km/h. Ποιος κινείται γρηγορότερα; Πόσες φορές κινείται γρηγορότερα σε σχέση με τον άλλο;



**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

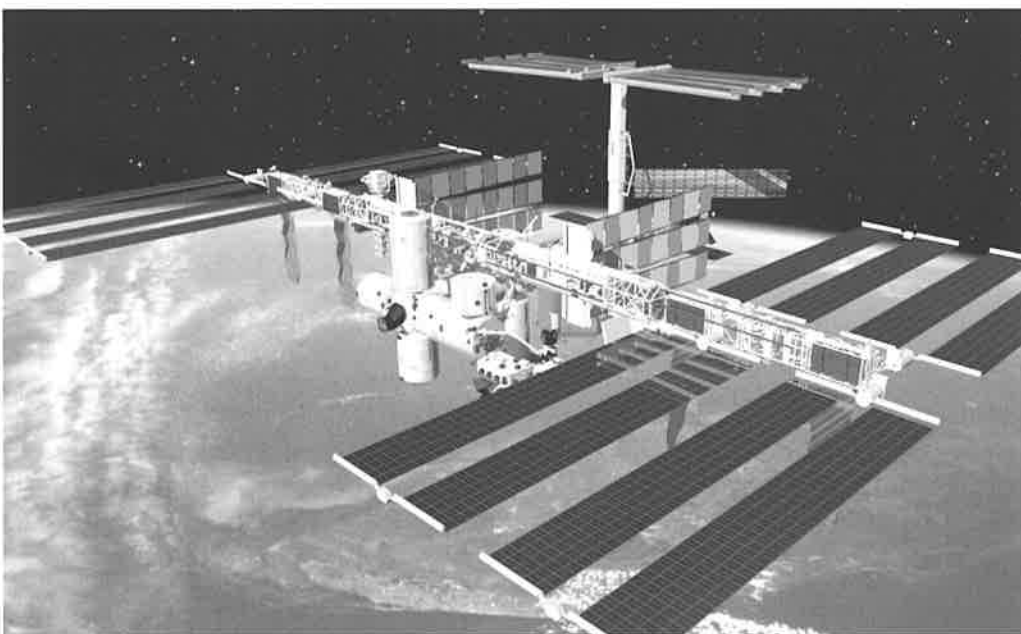
$$u_f = 200\text{Km/h} = 200\text{Km}/3600\text{s} = 0,056\text{Km/s}. \text{ Οπότε } u_H = 20\text{Km/s} > 0,056\text{Km/s} = u_f$$

$$u_H/u_f = 20/0,056 \approx 357 \text{ φορές}$$

4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Ας υποθέσουμε, χάρη απλούστευσης, ότι ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός, που περιφέρεται γύρω από τη Γη, έχει περίοδο 1ώ 30λ. και διέρχεται από το zenith του τόπου μας.

- Α) Πόση ώρα θα τον βλέπουμε κατά τη νύχτα;  
 Β) Εάν ανατέλλει στις 6ώ. 14λ. Ποια ώρα δύει;  
 Γ) Ποια ώρα μεσουρανή;



## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Α) Θα τον βλέπουμε κατά τη μισή περίοδο ήτοι:

$$(1\omega\ 30\lambda) : 2 = 90\lambda : 2 = 45\lambda$$

Β) Θα δύσει στις

$$(6\omega\ 14\lambda) + 45\lambda = 6\omega\ 59\lambda$$

Γ) Από την ανατολή μέχρι τη μεσουράνηση κάνει:

$$(45\lambda) : 2 = 22,5\lambda$$

Επομένως θα μεσουρανή την

$$(6\omega\ 14\lambda) + (22,5\lambda) = 6\omega\ 36,5\lambda$$

5<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Να σημειώσετε τη σωστή απάντηση:

5.1. Ο μεγαλύτερος δορυφόρος του πλανητικού μας συστήματος είναι:

- Α) Η Ίω του Δία  
 Β) Η Ευρώπη του Δία  
 Γ) Ο Γανυμήδης του Δία   
 Δ) Ο Τιτάνας του Κρόνου  
 Ε) Ο Τρίτωνας του Ποσειδώνα

5.2. Ο Κρόνος αποτελείται κυρίως από

- Α) Υδρογόνο   
 Β) Ήλιο  
 Γ) Μεθάνιο  
 Δ) Αμμωνία  
 Ε) Θειάφι

5.3. Το κενό (χάσμα) μεταξύ των δύο βασικών δακτυλίων του Κρόνου λέγεται:

- Α) Όριο Ρός  
 Β) Γραμμή Κασσίνι   
 Γ) Χάσμα Ρος  
 Δ) Δακτύλιος G  
 Ε) Μαύρος δακτύλιος

5.4. Ο πλανήτης Ουρανός ανακαλύφθηκε το 1781 από τον:

- Α) Χάλλεϋ  
 Β) Χέρσελ   
 Γ) Νεύτωνα  
 Δ) Κέπλερ  
 Ε) Τύχωνα

5.5. Σε σχέση με τους δακτυλίους του Κρόνου, οι δακτύλιοι του Ουρανού είναι:

- Α) Πολύ μεγάλοι  
 Β) Επίπεδοι  
 Γ) Κοντοί  
 Δ) Ελικοειδείς  
 Ε) Πολύ στενοί

5.6. Σε σχέση με τον πλανήτη Ουρανό ο Ποσειδώνας είναι:

- Α) Μικρότερος   
 Β) Μεγαλύτερος  
 Γ) Σχεδόν του ίδιου μεγέθους

5.7. Σε σχέση με την απόσταση Γης - Ήλιου, η απόσταση Ποσειδώνα - Ήλιου είναι:

- Α) 10 φορές μεγαλύτερη  
 Β) 20 φορές μεγαλύτερη  
 Γ) 30 φορές μεγαλύτερη   
 Δ) 40 φορές μεγαλύτερη  
 Ε) 50 φορές μεγαλύτερη

5.8. Όταν τον βλέπουμε μέσα από ένα τηλεσκόπιο ο Ποσειδώνας φαίνεται:

- Α) Κόκκινος  
 Β) Πράσινος  
 Γ) Μπλε   
 Δ) Κίτρινος  
 Ε) Λευκός

5.9. Στην αρχαιότητα ο Ίππαρχος είχε ταξινομήσει τα άστρα του ουρανού ανάλογα με τη λαμπρότητά τους σε:

- Α) 2 κατηγορίες  
 Β) 4 κλάσεις  
 Γ) 5 κλάσεις  
 Δ) 6 τάξεις   
 Ε) 10 τάξεις

5.10. Το μέγεθος ενός άστρου, που βασίζεται στην εντύπωση που προκαλεί η λαμπρότητά του, λέγεται:

- Α) Απόλυτο μέγεθος  
 Β) Φαινόμενο μέγεθος   
 Γ) Φωτεινό μέγεθος  
 Δ) Πραγματικό μέγεθος  
 Ε) Ορατό μέγεθος

# 16ος Πανελλήνιος Μαθητικός Διαγωνισμός ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΗΣ 2011

**16ος**  
**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ**  
**ΜΑΘΗΤΙΚΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ**  
**ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ**  
**ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΗΣ 2011**

1η φάση: Προβλήματα  
Με 20 προβλήματα από αρχή έως τέλος  
και με επιπλέον από 50 λεπτά

2η φάση: «Αριστοτέλης»  
Στις 21 Σεπτεμβρίου 2011, ώρα 9 π.μ.,  
στο Πανεπιστήμιο Πειραιά & Γενάρια 100 & Δ.Ε.Π. θα δοθεί η 2η φάση  
με 10 ερωτήσεις από 20 & 200 λεπτά

3η φάση: «Πτολεμαίος»  
Στις 22 Σεπτεμβρίου 2011, ώρα 9 π.μ.,  
στο Πανεπιστήμιο Πειραιά & Γενάρια 100 & Δ.Ε.Π. θα δοθεί η 3η φάση  
με 10 ερωτήσεις από 20 & 200 λεπτά

4η φάση: «Απολλώνιος»  
Στις 23 Σεπτεμβρίου 2011, ώρα 9 π.μ.,  
στο Πανεπιστήμιο Πειραιά & Γενάρια 100 & Δ.Ε.Π. θα δοθεί η 4η φάση  
με 10 ερωτήσεις από 20 & 200 λεπτά





## 1η φάση «ΕΥΔΟΞΟΣ» και η 2η φάση «ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ»

## Πίνακας επιτυχόντων Λυκείου

1. Αγαθαγγελίδης Δημήτριος, 5<sup>ο</sup> Λύκειο Βέροιας
2. Λιούτας Γεώργιος, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Τρικάλων
3. Παζούλη Δέσποινα, 3<sup>ο</sup> Λύκειο Δράμας
4. Πράπας Ευθύμιος - Αλκιβιάδης, 3<sup>ο</sup> Λύκειο Λάρισας
5. Μιχαήλ Σταμάτης, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Φιλιππιάδας Πρέβεζας
6. Γεωργακόπουλος Χρήστος, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Ν. Ιωνίας Βόλου
7. Κούρκουλου Ιωάννα, 2<sup>ο</sup> Λύκειο Παλλήνης Αθηνών
8. Φώτος Θεόφιλος, Λύκειο Πεδινης Ιωαννίνων
9. Τύρος Στέφανος, Λύκειο Μπουγά Καλαμάτας
10. Αζά Δανάη, 2<sup>ο</sup> Λύκειο Δράμας
11. Βουρλιώτης Εμμανουήλ, 26<sup>ο</sup> Λύκειο Αθηνών
12. Λάντζος Δημήτριος, 3<sup>ο</sup> Λύκειο Βέροιας
13. Ζησιμοπούλου Αλεξάνδρα, 2<sup>ο</sup> Λύκειο Σούδας Χανίων
14. Τζιτζιμπάσης Παρασκευάς, Λύκειο Δοξάτου Δράμας
15. Καραγιώργος Ιωάννης, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Αγρινίου
16. Μπίνιας Γεώργιος, 3<sup>ο</sup> Λύκειο Κατερίνης
17. Βαλλής Δημοσθένης, Λεόντειο Λύκειο Αθηνών
18. Κουτρόπουλος Δημήτριος, Λύκειο Δοξάτου Δράμας
19. Δασκαλάς Δημήτριος, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Αγίας Παρασκευής Αθηνών
20. Μοντσενίγος Ευάγγελος, Λύκειο Ιωννιδίου Σχολής Πειραιά
21. Αθανασίου Γεώργιος, Πειραματικό Λύκειο Παν/μίου Πατρών
22. Μαΐτης Μιχαήλ - Παΐσιος, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Καλύμνου
23. Παπαγεωργάκης Χρήστος, 3<sup>ο</sup> Λύκειο Κορωπίου Αθηνών
24. Περγίκης Δημήτριος, 2<sup>ο</sup> Λύκειο Θεσσαλονίκης
25. Μαυρίδης Αναστάσιος, 4<sup>ο</sup> Λύκειο Κατερίνης
26. Ορφανίδης Κυριάκος, 5<sup>ο</sup> Λύκειο Βέροιας
27. Αντωνιάδης Κων/νος, 2<sup>ο</sup> Λύκειο Νάουσας
28. Μουράντ - Σάμπερ Αιμίλιος, Λύκειο Παλαιάς Πεντέλης
29. Καλλίγερος Κωνσταντίνος, 3<sup>ο</sup> Λύκειο Πειραιά
30. Λαζαρίδης Ιωσήφ, 4<sup>ο</sup> Λύκειο Δράμας
31. Παπαδόπουλος Αλέξιος, Λύκειο «Πολύτροπη Αρμονία» Χαϊδαρίου Αθηνών
32. Φωτοπούλου Αναστασία, Αρσάκειο Λύκειο Πατρών
33. Καρατζένης Νικόλαος, 8<sup>ο</sup> Λύκειο Ιωαννίνων

## Πίνακας επιτυχόντων Γυμνασίου

1. Τσαπράζη Ελένη, Γυμνάσιο Εκπαιδευτηρίων Βέροιας
2. Κουτάλιος Ιωάννης, 2<sup>ο</sup> Πειραματικό Γυμνάσιο Θεσσαλονίκης
3. Παναγιωτακόπουλος Χρήστος, 1<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Αργυρούπολης Αθηνών
4. Ευθυμάκη Παναγιώτα, Πειραματικό Γυμνάσιο Πατρών
5. Κουκουφίλιππας Νικόλαος, 1<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Κορωπίου Αττικής
6. Τοπάλογλου Γεώργιος, 2<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Καβάλας
7. Δελιβορτιάς Μιχαήλ, Αρσάκειο Γυμνάσιο Πατρών
8. Βαλμάς Αντώνιος, Πειραματικό Γυμνάσιο Αναβρύτων
9. Μπαρμπέρης Μιχαήλ, 2<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Περάματος Αθηνών
10. Τσιγκάλιδας Διονύσιος, 2<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Αμαλιάδας
11. Ρεπούλιου Αναστασία, Γυμνάσιο Κολλεγίου Ψυχικού Αθηνών
12. Κάτσαρη Χριστίνα, 2<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Περάματος Αθηνών
13. Κολιοπούλου Κωνσταντίνα, Γυμνάσιο Νέας Περάμου Αθηνών
14. Χατζηκοτέλης Αθανάσιος, 2<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Βόλου
15. Λυκόπουλος Σεραφεΐμ, 3<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Πετρούπολης Αθηνών
16. Μάγετρα Πηνελόπη, Γυμνάσιο Σχολής Αυγουλέα - Λιναρδάτου Αθηνών

## Θέματα και Απαντήσεις 1ης φάσης “ΕΥΔΟΞΟΣ”

ΓΙΑ ΤΟ ΛΥΚΕΙΟ

1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Δίνεται ο κατωτέρω πίνακας με τέσσερις αστέρες:

Αστέρας	Φαινόμενο μέγεθος	Απόλυτο μέγεθος	Φασματικός τύπος	Παράλλαξη (σε ")
Alpha Centauri	0,0	4,3	G	0,742
Thuban	4,7	5,9	K	0,173
Barnard's Star	9,5	13,2	M	0,549
Altair	0,8	2,1	A	0,194

- α) Ποιος αστέρας είναι πιο θερμός;  
 β) Ποιος αστέρας είναι πιο ψυχρός;  
 γ) Ποιος αστέρας είναι λαμπρότερος;  
 δ) Ποιος αστέρας είναι αμυδρότερος;  
 ε) Ποιος αστέρας είναι πιο φωτεινός στην πραγματικότητα;  
 στ) Ποιος αστέρας είναι λιγότερο φωτεινός στην πραγματικότητα;  
 ζ) Ποιος αστέρας είναι κοντύτερος προς τον Ήλιο;  
 η) Ποιος αστέρας είναι μακρύτερος από τον Ήλιο;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

- α) Altair (φασματικός τύπος A)  
 β) Barnard's Star (φασματικός τύπος M)  
 γ) Alpha Centauri A (φαινόμενο μέγεθος -0,0)  
 δ) Barnard's Star (φαινόμενο μέγεθος 9,5)  
 ε) Altair (απόλυτο μέγεθος 2,1)  
 στ) Barnard's Star (απόλυτο μέγεθος 13,2)  
 ζ) Alpha Centauri A (παράλλαξη 0",742, ή απόσταση = 1/παράλλαξη = 1/0",742 = 1,3 pc)  
 η) Thuban (παράλλαξη = 0",173 ή απόσταση = 1/0",173 = 5,7 pc).

2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Στην αστρονομία είναι γνωστός ο όρος «διάβαση».

- A) Τι ονομάζουμε διάβαση ενός ουρανίου σώματος;  
 Β) Σε ποια ουράνια σώματα παρατηρούνται διαβάσεις;  
 Γ) Πόσο συχνές είναι οι διαβάσεις αυτές;  
 (Η απάντησή σας να μην υπερβαίνει τις 300 λέξεις)

Διάβαση ονομάζεται το πέρασμα ενός μικρότερου ουρανίου σώματος μπροστά από ένα άλλο μεγαλύτερο (γενικά), ή το πέρασμα ενός σώματος από μια βασική γραμμή. Έχουμε, λοιπόν, τις ακόλουθες διαβάσεις:

1. Διάβαση του μεσημβρινού ενός τόπου. Όλα τα άστρα περνούν μια φορά το ημερονύκτιο από τον ουράνιο μεσημβρινό ενός τόπου, τη στιγμή που ο αστρικός χρόνος ισούται με την ορθή αναφορά του, διότι τότε ισχύει ο τύπος:

$$X = \alpha$$

όπου X είναι ο αστρικός χρόνος και α η ορθή αναφορά του άστρου. Η στιγμή αυτή είναι η άνω μεσουράνηση του άστρου και είναι δυνατό να προσδιοριστεί με τη βοήθεια του λεγόμενου μεσημβρινού τηλεσκοπίου.

2. Διάβαση των δορυφόρων του Δία. Οι τέσσερις πιο μεγάλοι δορυφόροι του Δία (που ονομάζονται και δορυφόροι του Γαλιλαίου) μερικές φορές περνούν μπροστά από το δίσκο του και έτσι η σκιά τους προβάλλεται πάνω σ' αυτόν και φαίνεται σαν σκοτεινή κηλίδα.

3. Διάβαση του Ερμή και της Αφροδίτης. Ο Ερμής και η Αφροδίτη, που αποτελούν τους εσωτερικούς πλανήτες, πολλές φορές περνούν μπροστά από τον Ήλιο, οπότε μπορούν να φωτογραφηθούν σαν μαύρες κηλίδες. Οι διαβάσεις αυτές λέγονται ειδικότερα πλανητικές διαβάσεις. Ο αριθμός των διαβάσεων του Ερμή υπολογίζεται σε 13 ανά αιώνα. Συμβαίνουν δε πάντα Μάιο ή Νοέμβριο. Το Νοέμβριο είναι περισσότερες γιατί τότε ο Ερμής είναι στο περιήλιό του. Οι διαβάσεις της Αφροδίτης είναι πολύ πιο σπάνιες, αλλά πιο εντυπωσιακές γιατί η Αφροδίτη είναι μεγαλύτερη από τον Ερμή και είναι πιο κοντά σε μας, οπότε κρύβει μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας του Ήλιου. Οι διαβάσεις της Αφροδίτης γίνονται Ιούνιο και Δεκέμβριο.

Η τελευταία διάβαση της Αφροδίτης έλαβε χώρα το 2004, ενώ η προηγούμενη διάβαση έγι νε το 1882. Εξάλλου οι τελευταίες διαβάσεις του Ερμή ήταν το 2003 και το 2006.

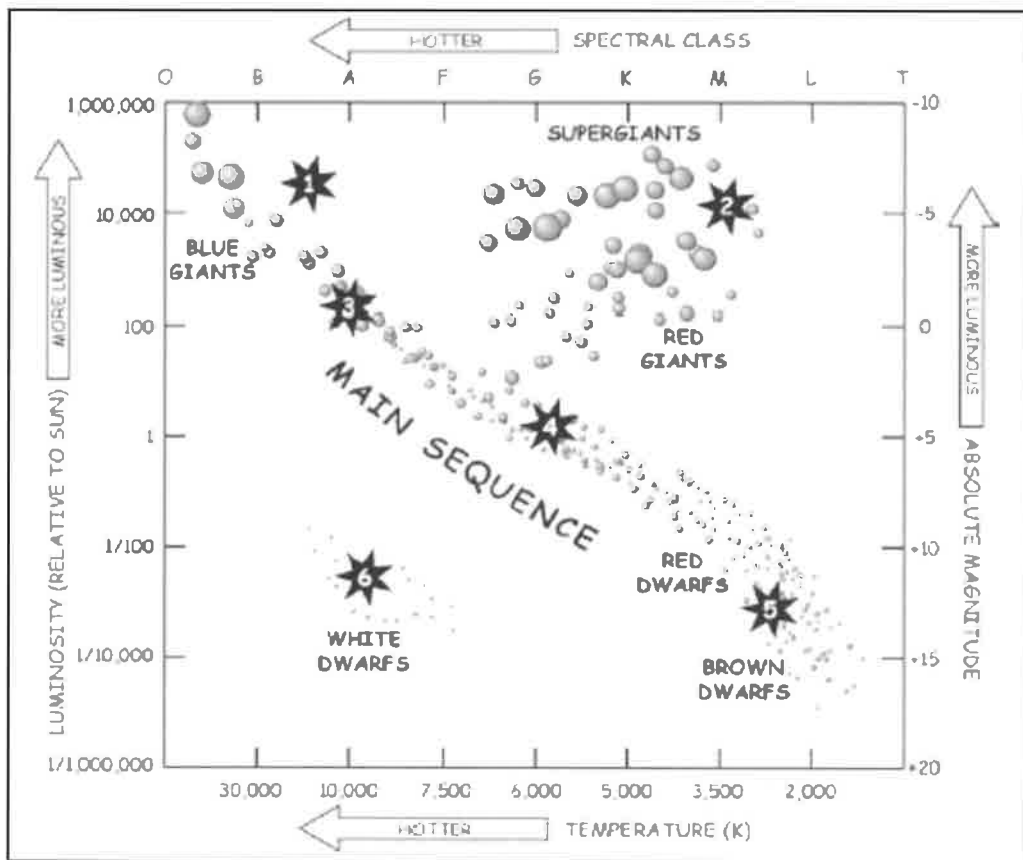
4. Διάβαση κομήτη από το περιήλιό του. Η διάβαση αυτή υπολογίζεται για κάθε κομήτη με μαθηματικές μεθόδους. Η διάβαση π.χ. του κομήτη του Χάλλεϋ από το περιήλιό του υπολογίστηκε από τους αστρονόμους και έγινε στις 13 Μαρτίου 1759, ενώ η επόμενη πάλι υπολογίστηκε και έγινε στις 4 Νοεμβρίου 1835. Οι επόμενες διαβάσεις έγιναν το Μάιο του 1910 και τον Φεβρουάριο του 1986.

**3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Δίνεται το παρακάτω γνωστό διάγραμμα Hertzsprung - Russell (H-R).  
Βρείτε σε ποιους αστέρες αντιστοιχούν τα νούμερα;

- α) Rigel (-6,6)
- β) Vega (0,6)
- γ) Ήλιος (4,8)
- δ) Betelgeuse (-5,0)
- ε) Barnard's star (13,2)
- στ) Sirius B (11,3)

Τα νούμερα μέσα στις παρενθέσεις αντιστοιχούν στα απόλυτα μεγέθη των αστέρων.



**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

- α) 1      γ) 4      ε) 5
- β) 3      δ) 2      στ) 6

**4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Ταιριάξτε τις δύο στήλες:

α) Μπορούμε να τους διακρίνουμε με τηλεσκόπιο	1) Αστρομετρικά διπλό ζεύγος αστέρων
β) Αόρατος συνοδός που προκαλεί παρέλξεις στην κίνηση του ορατού συνοδού	2) Εκλειπτικά διπλό ζεύγος αστέρων
γ) Φυσικά διπλό ζεύγος που διακρίνεται από το φάσμα του	3) Φαινομενικά διπλό ζεύγος αστέρων
δ) Μεταβολές στην λαμπρότητα καθώς ο ένας αστέρας αποκρύπτει τον συνοδό του κατά την παρατήρησή τους	4) Φασματοσκοπικά διπλό ζεύγος αστέρων
ε) Τα δύο μέλη του ζεύγους δεν έχουν φυσική σχέση ο ένας με τον άλλον	5) Οπτικά διπλό ζεύγος αστέρων

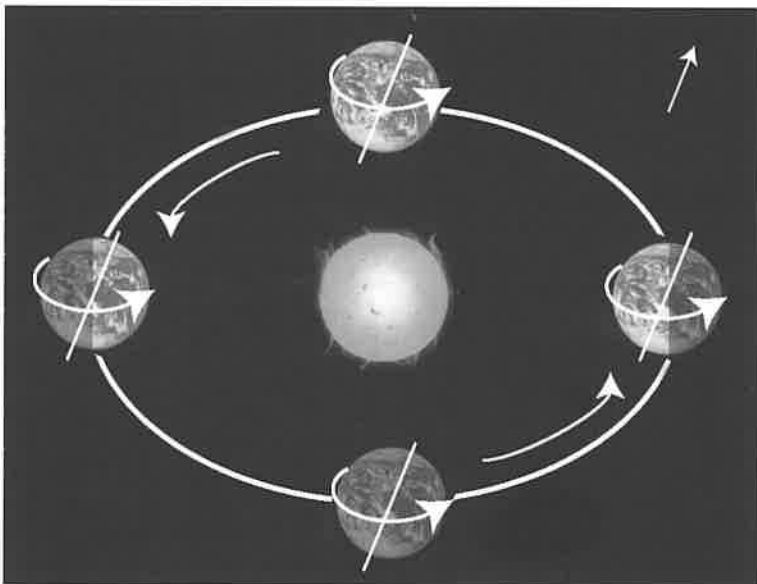


**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

- α-5      β-1      γ-4      δ-2      ε-3

**5<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Είναι γνωστό ότι η Γη κινείται στο διαστημικό χώρο, κάνοντας πολλές κινήσεις. Να αναφέρετε και να περιγράψετε 6 από τις κινήσεις αυτές με το πολύ 300 λέξεις.



**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

Η Γη μετέχει σε πάνω από 12 κινήσεις. Οι κυριότερες από αυτές είναι:

1. Η περιστροφή γύρω από τον άξονά της σε 23 ώ 56 λ 4 δ Στην κίνηση αυτή οφείλεται η διαδοχή της ημέρας και της νύχτας.
2. Η περιφορά γύρω από τον Ήλιο σε 365 ημέρες περίπου. Αποτέλεσμα της κίνησης αυτής είναι, κυρίως, η διαδοχή των εποχών του έτους και το άνοιξη της ημέρας και της νύχτας στις διάφορες εποχές.
3. Η μετάπτωση, κατά την οποία ο άξονας της Γης δεν παραμένει σταθερός, αλλά διαγράφει κωνική επιφάνεια. Έτσι το ένα σημείο, στο οποίο τέμνει την ουράνια σφαίρα γράφει κυκλική τροχιά, με αποτέλεσμα η Γη να περιστρέφεται γύρω από τον εαυτό της όπως η σβούρα. Η περίοδος της μετάπτωσης είναι 25.780 χρόνια, ανακαλύφθηκε δε από τον αρχαίο Έλληνα αστρονόμο Ίππαρχο (180 – 120 π.Χ.).
4. Η κλόνηση του άξονα της Γης (ή του άξονα του κόσμου, όπως συνήθως λέγεται). Σύμφωνα με την κίνηση αυτή, ο κώνος, που διαγράφεται από τον άξονα της Γης, δεν είναι ομαλός αλλά «ριγών» (= τρεμουλιαστός, ζικ – ζακ). Αυτή η κυματοειδής κίνηση έχει περίοδο 19 έτη.
5. Η ελλειπτική τροχιά, την οποία διαγράφει η Γη κατά την ετήσια κίνησή της γύρω από τον Ήλιο δεν μένει σταθερή μέσα στο ηλιακό μας σύστημα. Ο μεγάλος άξονάς της (περιηλίου – αφηλίου) περιστρέφεται γύρω από άλλον άξονα, κάθετο στον επίπεδο της τροχιάς της, με περίοδο περιστροφής 200 αιώνες.
6. Ο Ήλιος μέσα στο Γαλαξία μας κινείται με ταχύτητα 20 χλμ/δ. προς ένα σημείο του ουρανού που λέγεται άπκας ή κόρυμβος παρασύροντας μαζί του και ολόκληρο το πλανητικό μας σύστημα. Έτσι η Γη, που περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο, «βιδώνεται» μέσα στο διάστημα, διαγράφοντας ελλειπτική τροχιά.

**6<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Αντιστοιχίστε τον αστρονόμο της δεύτερης στήλης με την σημαντική συνεισφορά του στην αστρονομία (στην πρώτη στήλη):



α) Περιέγραψε το γεωκεντρικό σύστημα στην Αλμαγέστη, γύρω στο 150 π.Χ.	1) Κοπέρνικος
β) Προσδιόρισε εμπειρικά τους τρεις νόμους της κίνησης των πλανητών από παρατηρήσεις	2) Γαλιλαίος
γ) Χρησιμοποίησε πρώτος τηλεσκόπιο για αστρονομικούς σκοπούς και ανακάλυψε τις φάσεις της Αφροδίτης	3) Κέπλερ
δ) Έγραψε ένα βιβλίο, που περιέγραφε το ηλιοκεντρικό μοντέλο, το οποίο εκδόθηκε το 1543, το έτος που πέθανε	4) Νεύτωνας
ε) Διατύπωσε μαθηματικά τους τρεις θεμελιώδεις νόμους της κίνησης	5) Πτολεμαίος
στ) Παρατήρησε και κατέγραψε τις πλανητικές κινήσεις για περίπου 20 χρόνια	6) Τύχο Μπράχε
ζ) Ανακάλυψε με μαθηματικό τρόπο έναν πλανήτη	7) Αντωνιάδης
η) Υποστήριξε πρώτος ότι δεν υπάρχουν κανάλια στον Άρη	8) Λεβεριέ
θ) Έγραψε ποίημα για τους αστερισμούς στην αρχαιότητα	9) Ερατοσθένης
ι) Έγραψε για τη μυθολογία των αστερισμών στην αρχαιότητα.	10) Άρατος

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

- |        |        |         |        |         |
|--------|--------|---------|--------|---------|
| α) - 5 | γ) - 2 | ε) - 4  | ζ) - 8 | θ) - 10 |
| β) - 3 | δ) - 1 | στ) - 6 | η) - 7 | ι) - 9  |

7<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Ένας αστεροειδής κινείται γύρω από τον Ήλιο σε ελλειπτική τροχιά, η οποία έχει μεγάλο ημιάξονα  $a = 6 \cdot 10^{11}$  m (4 αστρονομικές μονάδες) και μικρό ημιάξονα  $\beta = 5,9 \cdot 10^{11}$  m. Να βρεθεί ο χρόνος (σε έτη), κατά τον οποίο θα διανύσει εμβαδό  $E_1 = 27,789 \cdot 10^{22}$  m<sup>2</sup>. (Δίδεται ο τύπος του εμβαδού της έλλειψης:  $E = \pi \cdot a \cdot \beta$ .)

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Ο 3ος νόμος του Κέπλερ για τον αστεροειδή και τη Γη μας δίνει ότι:

$$\frac{T^2}{r^2} = \frac{4^3}{1^3} \Rightarrow T^2 = 64 \Rightarrow T = 8 \text{ έτη}$$

Το εμβαδό της έλλειψης που διαγράφει ο αστεροειδής είναι:

$$E_{\text{ολ}} = \pi \cdot a \cdot \beta = 3,14 \cdot 6 \cdot 10^{11} \cdot 5,9 \cdot 10^{11} = 111,156 \cdot 10^{22} \text{ m}^2$$

Σύμφωνα τώρα με το 2ο νόμο του Κέπλερ, τα εμβαδά που γράφει η επιβατική ακτίνα είναι ανάλογα των χρόνων ήτοι:

$$\frac{E_1}{E_{\text{ολ}}} = \frac{t}{T} \Rightarrow t = \frac{E_1}{E_{\text{ολ}}} \cdot T = \frac{27,78910^{22}}{111,15610^{22}} \cdot 8 = 2 \text{ έτη}$$

8<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Να βρείτε την επιτάχυνση της βαρύτητας  $g$  σε ύψος  $h = 2R$ , από το κέντρο της Γης (όπου  $R$  είναι η ακτίνα της Γης), εάν υποθέσουμε ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης είναι  $g = 10 \text{ m/sec}^2$ .

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Εάν  $M$  είναι η μάζα της Γης και  $G$  η σταθερά της Παγκόσμιας Έλξης, τότε το βάρος του σώματος μάζας  $m$  στο ύψος  $h$  είναι:

$$B = \frac{GMm}{h^2} = \frac{GMm}{(2R)^2} = \frac{GMm}{4R^2} \quad (1)$$

Το βάρος του ίδιου σώματος στην επιφάνεια της Γης είναι:

$$B_r = \frac{GMm}{R^2} \quad (2)$$

Διαιρώντας τις (1) και (2) κατά μέλη και υποθέτοντας ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης είναι  $g_r$  έχουμε:

$$\frac{B}{B_r} = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{mg}{mg_r} = \frac{1}{4} \Rightarrow g = \frac{g_r}{4} = \frac{10}{4} = 2,5 \text{ m/sec}^2$$

## Θέματα και Απαντήσεις 1ης φάσης “ΕΥΔΟΞΟΣ”

## ΓΙΑ ΤΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ

1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Σήμερα γνωρίζουμε ότι διανύουμε τη διαστημική εποχή.

- Α) Πότε άρχισε και με ποια γεγονότα (2 έως 3 το πολύ) η εποχή αυτή;  
 Β) Ποια ήταν τα μεγαλύτερα (2 έως 3 το πολύ) κατορθώματά μας, κατά τη γνώμη σας;  
 Γ) Να περιγράψετε ένα από τα κατορθώματα αυτά, χωρίς η απάντησή σας να ξεπερνά τις 100 λέξεις.



## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Α) Η διαστημική εποχή άρχισε, το 1957, με τα εξής γεγονότα:

1. Τον Οκτώβριο του 1957, οπότε εκτοξεύθηκε από του Ρώσους ο «Σπούτνικ – 1».
2. Τον Απρίλιο του 1961, οπότε εκτοξεύθηκε στο Διάστημα ο Ρώσος Γιούρι Γκαγκάριν.
3. Το Φεβρουάριο του 1962, οπότε εκτοξεύθηκε στο Διάστημα ο Αμερικανός Τζων Γκλεν.

Β) Τα μεγαλύτερα επιτεύγματα είναι:

1. Το πρόγραμμα «Απόλλων – 11» των Αμερικανών, με το οποίο, τον Ιούλιο του 1969, ο πρώτος αστροναύτης Νηλ Άρμστρονγκ πάτησε το πόδι του στη Σελήνη.
2. Ο Ρωσικός διαστημικός σταθμός «Μίρ», που εκτοξεύθηκε, το 1986, γύρω από τη Γη και φιλοξένησε διαδοχικά δεκάδες κοσμοναύτες, μέχρι το 2001, οπότε κατέπεσε στη θάλασσα.
3. Ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός, ο οποίος άρχισε να συναρμολογείται στο Διάστημα, κινούμενος γύρω από τη Γη, το 1998, και παραμένει ακόμη στο Διάστημα, φιλοξενώντας πολυάριθμους αστροναύτες και κοσμοναύτες.

Γ) Το σπουδαιότερο από τα επιτεύγματα αυτά θεωρώ ότι είναι το διαστημόπλοιο «Απόλλων – 11», που εκτοξεύθηκε στις 16.7.1969 με τρεις αστροναύτες: τον Άρμστρονγκ, τον Όλντριν και τον Κόλινς. Η εκτόξευση έγινε με τη βοήθεια του γιγαντιαίου πυραύλου «Κρόνος – 5», ύψους 121 μ. Ύστερα από 3 ημέρες άρχισε να πλησιάζει τη Σελήνη και σιγά – σιγά να γίνεται δορυφόρος αυτής. Τότε ο Όλντριν και ο Άρμστρονγκ φόρεσαν τις στολές τους, άφησαν το τμήμα διακυβέρνησης με τον Κόλινς, μπήκαν στη σεληνάκατο, που της έδωσαν το όνομα «Λετός» και προσεδάφιστηκαν στην επιφάνεια της Σελήνης.

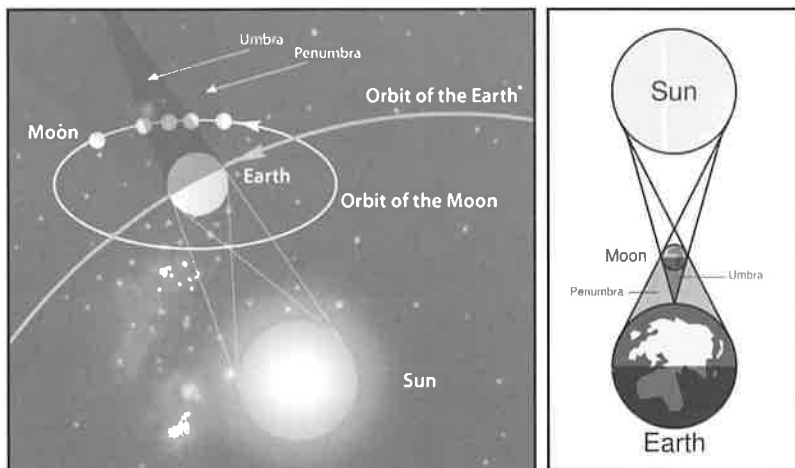
**2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Όλοι γνωρίζουμε, από τα παιδικά μας χρόνια, για τις εκλείψεις του Ήλιου και της Σελήνης.

- Α) Πότε έχουμε έκλειψη Ηλίου και πότε Σελήνης; Να σχεδιάσετε τα αντίστοιχα σχήματα.
- Β) Ποια λέγεται μερική έκλειψη Ηλίου και ποια μερική έκλειψη Σελήνης; Σε τι διαφέρουν οι εκλείψεις αυτές από τις ολικές εκλείψεις;
- Γ) Εκτός από τη μερική και την ολική έκλειψη Ηλίου γνωρίζετε άλλου είδους έκλειψη Ηλίου; Πότε δημιουργείται και με ποιο τρόπο δημιουργείται;

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

Έκλειψη Ηλίου έχουμε όταν η Σελήνη μπαίνει μπροστά μας και καλύπτει τον Ήλιο, οπότε δε τον βλέπουμε, ενώ έκλειψη Σελήνης έχουμε όταν ο δορυφόρος αυτός της Γης μπαίνει στη σκιά της, πίσω δηλ. από αυτή σε σχέση με τον Ήλιο και έτσι δεν την βλέπουμε.



Κάθε συνοδικό μήνα (29,5 ημέρες) η Σελήνη διέρχεται μια φορά ανάμεσα στον Ήλιο και στη Γη (δηλ. βρίσκεται σε σύνοδο με τον Ήλιο) και άλλη μια φορά διέρχεται από την προέκταση της ημιευθείας Ήλιου – Γης (δηλ. βρίσκεται σε αντίθεση με τον Ήλιο). Έπρεπε, λοιπόν, κάθε μήνα να έχουμε μια έκλειψη Ήλιου και μια Σελήνης.

Αυτό, όμως, δεν συμβαίνει πάντα διότι τα τρία αυτά ουράνια σώματα βρίσκονται σπάνια στην ίδια ευθεία γραμμή. Ειδικότερα, τα επίπεδα των τροχιών της Γης και της Σελήνης δεν συμπίπτουν, αλλά σχηματίζουν γωνία 5° 9'. Εκλείψεις, λοιπόν, συμβαίνουν μόνο όταν η Σελήνη διέρχεται από τους συνδέσμους. Είναι δε οι εκλείψεις αυτές άλλοτε μεν μερικές, οπότε δεν καλύπτεται ολόκληρος ο δίσκος της Σελήνης από τη σκιά της Γης και άλλοτε ολικές, οπότε ολόκληρος ο δίσκος της Σελήνης μπαίνει μέσα στη σκιά της Γης και δεν φαίνεται καθόλου.

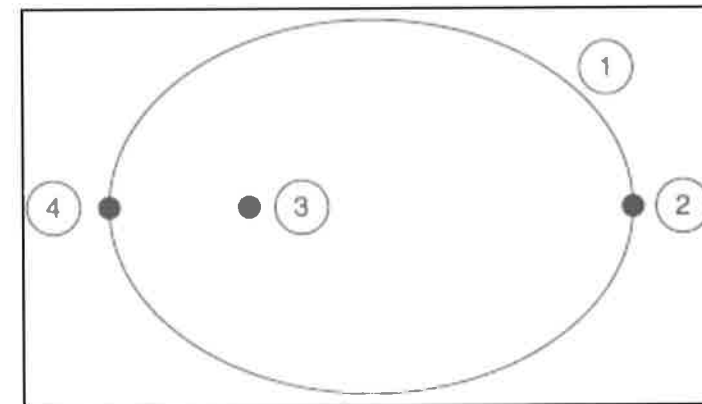
Το πρόβλημα των εκλείψεων απασχολήσε από τα πανάρχαια χρόνια τους σοφούς, που ασχολήθηκαν με τα άστρα. Και δεν άργησαν να ανακαλύψουν ότι τα φαινόμενα των εκλείψεων είναι περιοδικά φαινόμενα και επαναλαμβάνονται κάθε 18 χρόνια και 11 μέρες. Την περίοδο αυτή οι Χαλδαίοι την ονόμασαν σάρο και με βάση αυτή μπορούσαν να προβλέπουν τις εκλείψεις, τόσο της Σελήνης, όσο και του Ηλίου, οι οποίες επαναλαμβάνονται πανομοιότυπες.

Για τον Ήλιο, εκτός από τις μερικές και ολικές εκλείψεις του έχουμε και τη λεγόμενη δακτυλιοειδή έκλειψη, κατά την οποία η Σελήνη βρίσκεται αρκετά μακριά από τη Γη και δεν κρύβει ολόκληρο το δίσκο του Ηλίου, ώστε να έχουμε ολική έκλειψη, αλλά αφήνει έναν δακτύλιο ακάλυπτο περιφερειακά. Γι' αυτό η σπάνια αυτή έκλειψη λέγεται δακτυλιοειδής.

**3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Παρατηρήστε το παρακάτω σχήμα, και βρείτε τα ακόλουθα σημεία:

- α) Ήλιος \_\_\_\_\_
- β) Έλλειψη \_\_\_\_\_
- γ) Αφήλιο \_\_\_\_\_
- δ) Περιήλιο \_\_\_\_\_
- ε) Η δύναμη της βαρύτητας είναι μέγιστη \_\_\_\_\_
- στ) Ο πλανήτης έχει την μικρότερη ταχύτητα \_\_\_\_\_



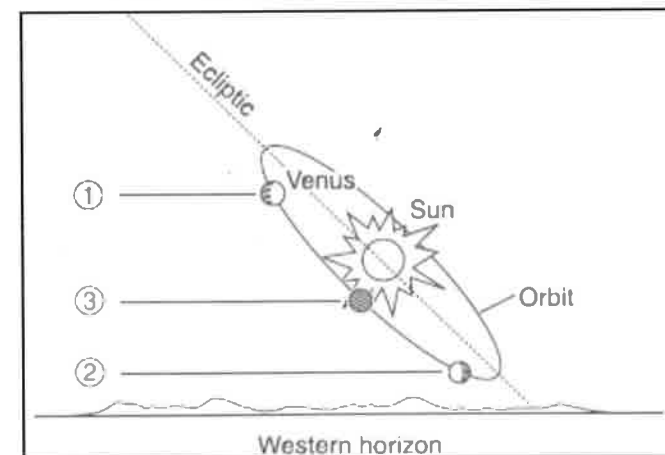
**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

- α) 3
- β) 1
- γ) 2
- δ) 4
- ε) 4
- στ) 2

**4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Βρείτε τη σχετική θέση της Αφροδίτης ως προς τον Ήλιο, όταν είναι

- α) Αποσπερίτης (βραδινό «αστέρι»)
- β) Αυγερινός (πρωινό «αστέρι»)
- γ) σε σύνοδο



**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

- α) 1
- β) 2
- γ) 3



5<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Η Σελήνη ανατέλλει σήμερα σε ένα τόπο στις 20ώ. 30λ. και δύει στις 8ώ. 10λ. της επόμενης ημέρας.

- Α) Πόση ώρα κάνει να διανύσει το ημερήσιο τόξο της;  
 Β) Ποια ώρα μεσουρανήϊ;  
 Γ) Αν υποθέσουμε ότι η περιφορά της γύρω από τη Γη γίνεται σε 30 ακριβώς ημέρες, ποια ώρα θα ανατείλει αύριο;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Α) Μέχρι τα μεσάνυχτα περνούν

$$24\omega - 20\omega 30\lambda = 23\omega 60\lambda - 20\omega 30\lambda = 3\omega 30\lambda$$

Επομένως το ημερήσιο τόξο το διανύσει σε:

$$3\omega 30\lambda + 8\omega 10\lambda = 11\omega 40\lambda$$

Β) Από την ανατολή μέχρι την άνω μεσουράνηση θα κάνει:

$$11\omega 40\lambda : 2 = 5\omega 50\lambda$$

Επομένως θα μεσουρανήσει στις

$$20\omega 30\lambda + 5\omega 50\lambda = 25\omega 80\lambda = 26\omega 20\lambda$$

ή  $26\omega 20\lambda - 24\omega = 2\omega 20\lambda$  της επόμενης ημέρας.

Γ) Αφού σε 30 ημέρες διαγράφει ολόκληρη την περιφορά σε 1 ημέρα θα διαγράψει το 1/30 αυτής. Επομένως θα κινηθεί ανατολικότερα επί 24/30 της ώρας ή 24.60/30 λεπτά ή 1440/30 λεπτά = 48 λ.

Δηλ. θα ανατείλει 48λ. αργότερα, ήτοι:

$$20\omega 30\lambda + 48\lambda = 20\omega 78\lambda = 21\omega 18\lambda$$

6<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Σημειώστε με Σ τη σωστή και με Λ τη λανθασμένη απάντηση στις παρακάτω προτάσεις:

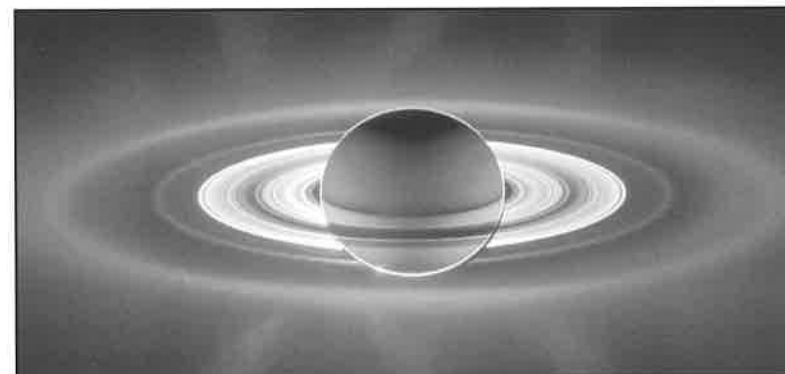
- |   |   |
|---|---|
| 6.1. Οι πλανήτες στην αρχαία εποχή ήταν γνωστά ως περιπλανώμενα άστρα. (Σ)                            | 6.6. Το φως τρέχει με ταχύτητα 250.000 χιλιόμετρα το δευτερόλεπτο. (Λ)  |
| 6.2. Ο Ερατοσθένης μέτρησε για πρώτη φορά το μέγεθος της Γης. (Σ)                                     | 6.7. Ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός κατοικείται από αστροναύτες ακόμη και τώρα. (Σ)                                      |
| 6.3. Οι αστερισμοί είναι σχηματικές παραστάσεις στον ουράνιο θόλο. (Σ)                                | 6.8. Ο Ποσειδώνας ανακαλύφθηκε, μετά την πρόβλεψή του από μεταβολές στην τροχιά του Κρόνου. (Λ)                         |
| 6.4. Όταν ένας πλανήτης βρίσκεται στη μακρινότερη θέση από τον Ήλιο, λέμε ότι είναι στο περιήλιο. (Λ) | 6.9. Ο πλησιέστερος πλανήτης προς τον Ήλιο, που δεν ήταν γνωστός στους αρχαίους είναι ο πλανήτης Ουρανός. (Σ)           |
| 6.5. Ο Γαλιλαίος ανακάλυψε τους δακτυλίους του Κρόνου. (Λ)  | 6.10. Στην αρχαιότητα, τα άστρα του ουρανού είχαν καταταγεί σε 3 φαινόμενα μεγέθη, ανάλογα με τις λαμπρότητές τους. (Λ) |

7<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Σήμερα ο νάνος πλανήτης Πλούτωνας, βρίσκεται τώρα (Δεκέμβριος 2010) στον αστερισμό του Τοξότη και ο Κρόνος στον αστερισμό της Παρθένου.

Α) Να βρείτε τη θέση που θα κατέχει ο Πλούτωνας στον ουράνιο θόλο τα έτη 2.258 και 2.506 και γιατί.

Β) Να βρείτε τη θέση που θα κατέχει ο Κρόνος στον ουράνιο θόλο τα έτη 2040, 2070 και 2.190 και γιατί.



## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Α) Η περίοδος περιφοράς του Πλούτωνα είναι 248 έτη. Μέχρι το 2258 θα περάσουν

$$2258 - 2010 = 248$$

Επομένως θα βρεθεί πάλι στον αστερισμό του Τοξότη. Ομοίως μέχρι το 2.506 θα περάσουν

$$2506 - 2010 = 496 = 2 \times 248$$

Επομένως θα κάνει και δεύτερη περιφορά γύρω από τον Ήλιο και θα βρεθεί πάλι στον αστερισμό του Τοξότη.

Β) Ομοίως σκεπτόμενοι για τον Κρόνο, του οποίου η περίοδος περιφοράς είναι 30 έτη θα έχουμε:

$$2040 - 2010 = 30 \text{ έτη}$$

Δηλ. κάνει μία περιφορά και βρίσκεται πάλι στην Παρθένο.

$$2070 - 2010 = 60 \text{ έτη}$$

Δηλ. κάνει δύο περιφορές και βρίσκεται πάλι στην Παρθένο.

$$2190 - 2010 = 180 \text{ έτη}$$

Δηλ. κάνει 6 περιφορές και βρίσκεται πάλι στην Παρθένο.

**8<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Να απαντήσετε στο καθένα από τα παρακάτω ερωτήματα πολλαπλής επιλογής.

- |  |  |
|--|--|
| <p><b>8.1.</b> Η Πούλια είναι:</p> <p>A) Ένα αστέρι στον ουρανό<br/>                 B) Ανοιχτό σμήνος αστέρων <input checked="" type="checkbox"/><br/>                 Γ) Σφαιρωτό σμήνος αστέρων<br/>                 Δ) Ένα νεφέλωμα στον ουρανό<br/>                 Ε) Ένας γαλαξίας</p>  | <p><b>8.6.</b> Ο Ήλιος απέχει από τη Γη:</p> <p>A) 8 ώρες φωτός<br/>                 B) 8 έτη φωτός<br/>                 Γ) 300.000 χιλιόμετρα<br/>                 Δ) 100 εκατομμύρια χιλιόμετρα<br/>                 Ε) Τίποτε από τα παραπάνω <input checked="" type="checkbox"/></p>   |
| <p><b>8.2.</b> Εαρινή ισημερία έχουμε:</p> <p>A) Στις 21 Ιουνίου<br/>                 B) Στις 23 Αυγούστου<br/>                 Γ) Στις 21 Μαρτίου <input checked="" type="checkbox"/><br/>                 Δ) Στις 22 Σεπτεμβρίου<br/>                 Ε) Στις 25 Δεκεμβρίου</p>  | <p><b>8.7.</b> Οι αστεροειδείς είναι:</p> <p>A) Μικρά αστέρια;<br/>                 B) Μικρά ουράνια σώματα που μοιάζουν με αστέρια;<br/>                 Γ) Ουράνια σώματα που κινούνται ανάμεσα στις τροχιές του Άρη και του Δία <input checked="" type="checkbox"/><br/>                 Δ) Ουράνια σώματα που κινούνται γύρω από τον Κρόνο<br/>                 Ε) Τίποτε από όλα αυτά</p> |
| <p><b>8.3.</b> Μετά τη Νέα Σελήνη έχουμε Πανσέληνο ύστερα από:</p> <p>A) 10 ημέρες<br/>                 B) 12 ημέρες<br/>                 Γ) 13 ημέρες<br/>                 Δ) 14 ημέρες <input checked="" type="checkbox"/><br/>                 Ε) 30 ημέρες</p>   | <p><b>8.8.</b> Η θέση του Κρόνου στο πλανητικό μας σύστημα είναι:</p> <p>A) Πέρα από το Δία <input checked="" type="checkbox"/><br/>                 B) Πέρα από τον Ουρανό<br/>                 Γ) Μεταξύ Γης και Άρη<br/>                 Δ) Μεταξύ Αφροδίτης και Ερμή<br/>                 Ε) Τίποτε από τα παραπάνω</p>  |
| <p><b>8.4.</b> Το πλησιέστερο σημείο της τροχιάς της Γης προς τον Ήλιο λέγεται:</p> <p>A) Περιήλιο <input checked="" type="checkbox"/><br/>                 B) Θερινό ηλιοστάσιο<br/>                 Γ) Φθινοπωρινό ισημερινό σημείο<br/>                 Δ) Αφήλιο<br/>                 Ε) Τίποτε από όλα αυτά</p>                               | <p><b>8.9.</b> Το βάρος ενός γήινου σώματος είναι:</p> <p>A) Μεγαλύτερο στη Σελήνη<br/>                 B) Μικρότερο στη Σελήνη <input checked="" type="checkbox"/><br/>                 Γ) Ίσο στη Σελήνη<br/>                 Δ) Μικρότερο στο Δία<br/>                 Ε) Τίποτε από τα παραπάνω</p>  |
| <p><b>8.5.</b> Το ηλιοκεντρικό σύστημα διατυπώθηκε για πρώτη φορά από:</p> <p>A) Τον Κλαύδιο Πτολεμαίο<br/>                 B) Τον Αρίσταρχο το Σάμιο <input checked="" type="checkbox"/><br/>                 Γ) Την Υπατία την Αλεξανδρινή<br/>                 Δ) Τον Αριστοτέλη το Σταγειρίτη<br/>                 Ε) Τον Γαλιλαίο Γαλιλέι</p> | <p><b>8.10.</b> Οι δεινόσαυροι εξαφανίστηκαν ύστερα από βομβαρδισμό της Γης:</p> <p>A) Με κοσμικές ακτίνες<br/>                 B) Με ακτίνες - Χ<br/>                 Γ) Με σμήνος μετεωριτών<br/>                 Δ) Με πτώση μεγάλου μετεωρίτη <input checked="" type="checkbox"/><br/>                 Ε) Τίποτε από τα παραπάνω</p>   |

**Θέματα και Απαντήσεις 2ης φάσης "ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ"**

**ΓΙΑ ΤΟ ΛΥΚΕΙΟ**

**1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

A) Ένας τεχνητός δορυφόρος περιφέρεται σε κυκλική τροχιά γύρω από τη Γη και σε απόσταση R από το κέντρο της ( $R > R_{ΓΓ}$ ). Αν ύστερα από κατάλληλους χειρισμούς η απόστασή του από το κέντρο της Γης μειωθεί στο μισό, τότε η ελκτική δύναμη, που δέχεται ο δορυφόρος από τη Γη (και παίζει το ρόλο της κεντρομόλου δύναμης):

- α) θα μειωθεί στο μισό
- β) θα διπλασιαστεί
- γ) θα τετραπλασιαστεί
- δ) θα παραμείνει η ίδια
- ε) θα μειωθεί στο τέταρτο

Όταν επιλέξετε τη σωστή για σας απάντηση, προσπαθήστε να την αποδείξετε κάνοντας χρήση του νόμου της παγκόσμιας έλξης.

**ΛΥΣΗ**

Σύμφωνα με το νόμο της Παγκόσμιας Έλξης, όταν ο δορυφόρος κινείται στην πρώτη τροχιά έχουμε:

$$F = G \cdot \frac{M_{\Gamma} \cdot m}{r^2} \quad (1)$$

Όταν κινείται στη δεύτερη τροχιά έχουμε:

$$F' = G \cdot \frac{M_{\Gamma} \cdot m}{\left(\frac{r}{2}\right)^2} \quad (2)$$

Διαιρώντας τις (1) και (2) κατά μέλη έχουμε:

$$\frac{F'}{F} = \frac{G \frac{M_{\Gamma} \cdot m}{r^2}}{G \frac{M_{\Gamma} \cdot m}{\left(\frac{r}{2}\right)^2}} = \frac{4}{1} = 4 \Rightarrow F' = 4F$$

- Β)** Ποια είναι η σωστή απάντηση στο ερώτημα: Πού οφείλεται ο πλιακός άνεμος;
- α) Στο ισχυρό μαγνητικό πεδίο του Ήλιου.
  - β) Στα δινορεύματα του Ήλιου.
  - γ) Στο ότι η ενέργεια που συνδέεται με το βαρυτικό πεδίο του Ήλιου δεν μπορεί να αντισταθμίσει την κινητική ενέργεια των αερίων του στέμματός του.
  - δ) Στη βαρυτική έλξη των μεγάλων εξωτερικών πλανητών.
  - ε) Στη βαρυτική έλξη των εσωτερικών πλανητών.

- Γ)** Βρείτε τη σωστή απάντηση στο ερώτημα: Πού οφείλεται η κοσμική ακτινοβολία υποβάθρου;
- α) Στην ακτινοβολία της μεσοαστρικής ύλης
  - β) Στη θερμική ακτινοβολία που εκπέμπεται από την εξαΰλωση μαύρων τρυπών.
  - γ) Στη θερμική ακτινοβολία της Μεγάλης Έκρηξης.
  - δ) Στην ακτινοβολία που εκπέμπεται από τους pulsars.
  - ε) Στην ακτινοβολία που εκπέμπεται από την έκρηξη των υπερκαινοφανών.

**Δ)** Ταίριαξτε τις δύο στήλες:

α) Τόπος γέννησης νέων αστέρων	1) Betelgeuse στον Ωρίωνα
β) Υποψήφια μελανή οπή	2) Νεφέλωμα Καρκίνου στον Ταύρο
γ) Κυανός γίγαντας	3) Πάσσαρ Καρκίνου στον Ταύρο
δ) Αστéρας κυρίας ακολουθίας	4) Κύκνος Χ-1
ε) Αστéρας νετρονίων	5) Αστéρας Mira στο Κήτος
στ) Μεταβλητός αστέρας που πάλλεται	6) Νεφέλωμα στον Ωρίωνα
ζ) Ερυθρός γίγαντας	7) Rigel στον Ωρίωνα
η) Υπόλειμμα υπερκαινοφανούς	8) Ήλιος

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

- α) - 6                      δ) - 8                      ζ) - 1
- β) - 4                      ε) - 3                      η) - 2
- γ) - 7                      στ) - 5

**2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

- Οι γαλαξίες είναι οι νησίδες του Σύμπαντος
- Α) Ποιοι γαλαξίες ονομάζονται σπειροειδείς;
  - Β) Ποιοι γαλαξίες ονομάζονται ελλειπτικοί;
  - Γ) Να αναφέρετε τρεις βασικές διαφορές μεταξύ σπειροειδών και ελλειπτικών γαλαξιών. (Η απάντησή σας δεν πρέπει να ξεπερνάει τις 20 σειρές).



**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

**Α)** Οι σπειροειδείς γαλαξίες συμβολίζονται με S και αποτελούν τον ένα από τους τρεις τύπους, στους οποίους διαιρούνται βασικά οι γαλαξίες. Χαρακτηρίζονται από δυο συνήθως σπείρες (ή βραχίονες) συμμετρικές, οι οποίες ξεκινούν από τον κεντρικό πυρήνα (συνθιτισμένοι σπειροειδείς) ή από τα άκρα μιας ευθύγραμμης ράβδου (ραβδωτοί σπειροειδείς).

**Β)** Οι ελλειπτικοί γαλαξίες συμβολίζονται με E, που είναι το αρχικό γράμμα της λέξης ελλειπτικός, επειδή έχουν ελλειπτικό σχήμα. Το σχήμα αυτό ποικίλλει, από σφαιρικό σε πολύ επίμηκες, με βαθμό ελλειπτικότητας, ο οποίος συμβολίζεται με τους αριθμούς 0 (σφαιρικός) μέχρι 8 (πολύ ελλειπτικός), ανάλογα με τη φαινόμενη πλάτυνσή τους. Η ένταση του φωτός τους ελαττώνεται ομαλά από το κέντρο προς την περιφέρεια, χωρίς να υπάρχουν καθαρά πέρατα.

**Γ)** Εκτός από τη βασική διαφορά της ύπαρξης ή όχι σπειρών, οι κυριότερες διαφορές μεταξύ σπειροειδών και ελλειπτικών γαλαξιών είναι οι εξής:

- (i) Οι μεγαλύτεροι γαλαξίες, που έχουν παρατηρηθεί είναι οι ελλειπτικοί.
- (ii) Ο λόγος τυχαίων ταχυτήτων προς την ταχύτητα περιστροφής είναι πολύ μεγαλύτερος στους ελλειπτικούς γαλαξίες.
- (iii) Οι ελλειπτικοί δεν περιέχουν αέρια και σκόνη. Αντίθετα αυτό είναι ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα των σπειροειδών και ανώμαλων γαλαξιών.
- (iv) Οι ελλειπτικοί γαλαξίες δεν περιέχουν νεαρούς αστέρες και αυτό οφείλεται στην έλλειψη αερίων και σκόνης, που απαιτούνται για τη δημιουργία των πρωταστέρων.
- (v) Οι σπειροειδείς έχουν ισχυρές γραμμές εκπομπής στο φάσμα τους, ενώ οι ελλειπτικοί, λόγω έλλειψης αερίων και σκόνης, δεν παρουσιάζουν ούτε γραμμές εκπομπής ούτε γραμμές απορρόφησης.

3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Οι αστρονόμοι και οι επιστήμονες, γενικότερα, έχουν στείλει διάφορα διαστημικά σκάφη προς τους πλανήτες.

Α) Να αναφέρετε 5 από τα διαστημικά αυτά σκάφη που γνωρίζετε, πότε εκτοξεύθηκαν και ποιος ήταν ο προορισμός τους.

Β) Ποια από τα σκάφη αυτά βρίσκονται σε λειτουργία σήμερα;

Γ) Ποιος είναι ο κύριος σκοπός της λειτουργίας αυτής;

(Η απάντησή σας δεν πρέπει να ξεπερνάει τις 15 σειρές).



## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Πολλά διαστημικά σκάφη εκτοξεύθηκαν με προορισμό τους πλανήτες του πλανητικού μας συστήματος. Τα κυριότερα από αυτά που γνωρίζω είναι:

1. Το 2004 έχουμε δυο επισκέψεις διαστημικών σκαφών στον Άρη: Του «Σπίριτ» και του «Οπอร์ตούνιτι», τα οποία έστειλαν πολλές πληροφορίες στις περιοχές όπου προσεδαφίστηκαν.

2. Το 2007 εκτοξεύθηκε ο «Φοίνικας» ("Phoenix"), που προσεδαφίστηκε ομαλά τον επόμενο χρόνο στην επιφάνεια του Άρη και συνέλεξε, σκάβοντας στο υπέδαφός του για πρώτη φορά και ανέλυσε δείγματα από το χώμα αυτού.

3. Το 1995, το διαστημόπλοιο «Γαλιλαίος» έφθασε στο Δία και με αλεξίπτωτο πέρασε μέσα στην ατμόσφαιρά του. Επισήμανε δε ζώνες ακτινοβολίας πολύ πιο ισχυρές από τις ζώνες Βαν Άλλεν.

4. Το 1997 εκτοξεύθηκε από τη NASA το δίδυμο διαστημικό όχημα, «Κασίνι – Χούκενς» ("Cassini – Huygens"), με προορισμό τον πλανήτη Κρόνο, όπου έφθασε το 2004, αφού πρώτα πέρασε από την Αφροδίτη και το Δία. Αμέσως φωτογράφησε τους δακτυλίους του με τον «Υπεριώδη Απεικονιστικό Φασματογράφο». Παραμένει εκεί ακόμη και σήμερα και στέλνει πληροφορίες όχι μόνο για τον Κρόνο, αλλά και για τα 4 μεγάλα φεγγάρια του. Ο κύριος προορισμός του, όμως, είναι ο δορυφόρος Τιτάνας του Κρόνου, προς τον οποίο έφθασε η συσκευή «Χούκενς» για την διερεύνηση της ατμόσφαιράς του, η οποία περιέχει μεγάλη ποσότητα μεθανίου, που πέφτει στην επιφάνεια του Τιτάν με τη μορφή βροχής.

4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Να βρεθεί ο χρόνος που χρειάζεται ένα διαστημόπλοιο, το οποίο κινείται με σταθερή επιτάχυνση  $a_1 = 2 \text{ m/s}^2$  στο πρώτο μισό του ταξιδιού του προς τον α – Κενταύρου και στη συνέχεια με επιβράδυνση  $a_2 = -2 \text{ m/s}^2$  στο δεύτερο μισό της διαδρομής του, για να φθάσει στο γειτονικό μας άστρο με ταχύτητα 0. Ποια ταχύτητα θα έχει στο μισό της διαδρομής του;

Δίνεται:

1) Η απόσταση του α – Κενταύρου 4,3 έτη φωτός.

2) Το ένα έτος φωτός ισούται με  $9,46 \cdot 10^{15} \text{ m}$ .

3) Ο ένας χρόνος ισούται με  $3,15 \cdot 10^7 \text{ s}$ .

4) Η αρχική ταχύτητα του διαστημοπλοίου είναι:  $v_0 = 0$ .

5) Θεωρείστε ότι δεν χρειάζονται τύποι της Ειδικής Σχετικότητας.

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Για την πρώτη επιταχυνόμενη κίνηση ισχύει ο τύπος:

$$S_1 = \frac{1}{2} a t_1^2 \quad (1)$$

Το διάστημα αυτό είναι το μισό της όλης διαδρομής και ισούται με:

$$S_1 = \frac{1}{2} \cdot 4,3 \cdot 9,46 \cdot 10^{15} \text{ m} \quad (2)$$

Επομένως από τις (1) και (2) θα έχουμε:

$$\frac{1}{2} \cdot 4,3 \cdot 9,46 \cdot 10^{15} = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot t_1^2$$

Οπότε:

$$t_1 = \sqrt{2,15 \cdot 9,46 \cdot 10^{15}} = \sqrt{2,0339 \cdot 10^{16}} = 1,43 \cdot 10^8 \text{ sec}$$

Άρα χρειάζεται  $t = 1,43 \cdot 10^8 : 3,15 \cdot 10^7 = 4,53$  χρόνια.

Στο δεύτερο μέρος της διαδρομής, που έχει επιβράδυνση, η τελική ταχύτητα 0, την οποία θα έχει όταν φθάσει στον προορισμό του δίνεται από τον τύπο:

$$v = v_0 - a \cdot t_2 \rightarrow 0 = a \cdot t_1 - a \cdot t_2 \rightarrow t_1 = t_2$$

Δηλ. ο ίδιος χρόνος.

Άρα συνολικά το ταξίδι θα διαρκέσει 9,06 χρόνια.

Η ταχύτητα δε στο μισό της διαδρομής θα είναι:

$$v = a \cdot t = 2 \cdot 1,43 \cdot 10^8 = 2,86 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

## Θέματα και Απαντήσεις 2ης φάσης "ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ"

## ΓΙΑ ΤΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ

1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Ο πλανήτης Κρόνος, το διαμάντι του ουρανού.

- Α) Κατατάξετε τον Κρόνο από άποψη μεγέθους σε σχέση με τους άλλους πλανήτες.  
 Β) Τι γνωρίζετε για τη φυσική κατάστασή του και τους δακτυλίους του;  
 Γ) Τι γνωρίζετε για τους δορυφόρους του Κρόνου;  
 (Να απαντήσετε με το πολύ 20 σειρές).

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Α) Ο Κρόνος είναι δεύτερος κατά σειρά μεγέθους από όλους τους πλανήτες του πλανητικού μας συστήματος, μετά το Δία, που είναι ο μέγιστος των πλανητών. Επομένως είναι μεγαλύτερος από τη Γη μας και από τους άλλους αεριώδεις μεγάλους πλανήτες, τον Ουρανό και τον Ποσειδώνα.

Β) Η τηλεσκοπική όψη και η σύσταση του Κρόνου είναι παρόμοια με εκείνη του Δία. Η ατμόσφαιρά του αποτελείται κυρίως, από αμμωνία, μεθάνιο και υδρογόνο. Η αμμωνία είναι, ως επί το πλείστον, σε στερεή κατάσταση.

Στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας η πυκνότητα αυξάνεται τόσο πολύ, ώστε το αέριο μετατρέπεται σε υγρό. Δεν φαίνεται δε να υπάρχει στρώμα, που θα μπορούσαμε να το ονομάσουμε επιφάνεια. Έτσι, τόσο η «επιφάνεια» του Κρόνου, όσο και το εσωτερικό του, βρίσκονται σε αεριώδη ή ρευστή κατάσταση, αρκετά πυκνή.

Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό, το οποίο παρουσιάζει ο Κρόνος, είναι οι δακτύλιοί του, που φαίνονται πολύ καθαρά έστω και με μικρό τηλεσκόπιο.

Οι δακτύλιοι του Κρόνου αποτελούνται από ένα μεγάλο πλήθος σωματιδίων σε αέρια μορφή, πιθανό παγοκρυστάλλων σε πολύ αραιή κατάσταση, ώστε λαμπροί αστέρες πίσω από αυτούς να μπορούν να διακρίνονται. Έχουν πάχος 10 έως 20 χλμ. και πλάτος 60.000 χλμ. Με μικρό τηλεσκόπιο διακρίνονται δύο δακτύλιοι, ο εσωτερικός και ο εξωτερικός, που ξεχωρίζουν με τη λεγόμενη γραμμή Κασίνι (Jean Cassini, 1625 – 1712), την οποία διέκρινε πρώτος ο ομώνυμος Ιταλός αστρονόμος. Το 1981, το διαστημόπλοιο «Βόγιατζερ – 1» ("Voyager – 1") φωτογράφησε αμέτρητους δακτυλίους, στους οποίους τελικά αναλύονται οι δακτύλιοι του Κρόνου.

Γ) Μέχρι το 1981, ξέραμε ότι ο Κρόνος έχει 10 δορυφόρους. Το έτος αυτό, όμως, ανακαλύφθηκαν άλλοι 7 δορυφόροι με το διαστημικό σκάφος «Βόγιατζερ» ("Voyager") και άλλοι αργότερα. Ο μεγαλύτερος από όλους τους δορυφόρους του Κρόνου είναι ο Τιτάνας, που φαίνεται σαν αστέρας θου μεγέθους. Είναι ο μόνος δορυφόρος του πλανητικού μας συστήματος που, χωρίς αμφιβολία, έχει ατμόσφαιρα.

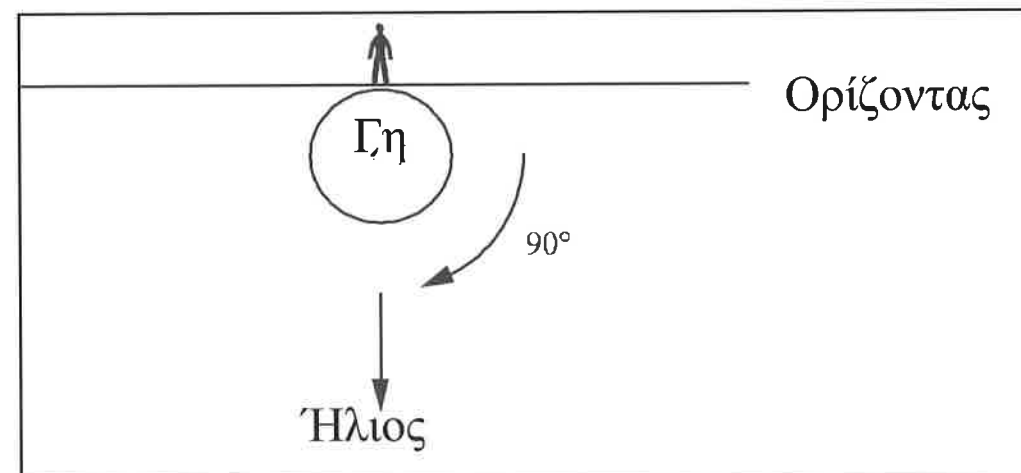
Οι 10 πρώτοι δορυφόροι του περιφέρονται όλοι κατά την ορθή φορά γύρω από τον πλανήτη, εκτός από τη Φοίβη, που περιφέρεται κατά την ανάδρομη φορά. Ο 10ος κατά σειρά ανακάλυψης είναι ο Ιανός, που ανακαλύφθηκε το 1967. Οι 7 τελευταίοι είναι πολύ μικροί και αποτυπώθηκαν στις φωτογραφίες του «Βόγιατζερ» ("Voyager"), που τις πήρε από πολύ κοντά.

2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Ένας φίλος σας ισχυρίζεται ότι είδε τον πλανήτη Ερμή στον ουρανό κοντά στα μεσάνυχτα. Πώς μπορείτε να τον πείσετε ότι έχει λάθος; Μήπως έχει δει την Αφροδίτη;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Για να μπορέσουμε να δούμε ένα αντικείμενο κοντά στα μεσάνυχτα, θα πρέπει η γωνία: Αντικείμενο – Γη – Ήλιος να είναι τουλάχιστον 90° (βλ. σχήμα). Ο Ερμής, ως γνωστόν, είναι εσωτερικός πλανήτης και επομένως βρίσκεται πάντα κοντά στον Ήλιο, σε μέση απόσταση 0,39 AU. Ακόμη και όταν βρίσκεται στην μεγαλύτερη γωνιώδη απόσταση απ' τον Ήλιο, η γωνία Ερμή – Γης – Ήλιου είναι το πολύ 28°, δηλ. πολύ μικρότερη των 90°. Άρα ο φίλος μας δεν θα μπορούσε ποτέ να είχε δει τον Ερμή! Αλλά ούτε και την Αφροδίτη, που και αυτή είναι εσωτερικό πλανήτη με αντίστοιχη γωνία, Αφροδίτης – Γης – Ήλιου το πολύ 48° περίπου.



3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Να απαντήσετε στις ακόλουθες ερωτήσεις επιλέγοντας τη σωστή από τις προτεινόμενες απαντήσεις.

1. Ας ονομάσουμε  $X$  την απόσταση ενός εκ των δύο εσωτερικών πλανητών του ηλιακού συστήματος από τον Ήλιο και αν Α.Υ. (Astronomical Unit) σημαίνει αστρονομική μονάδα, τότε:

- α)  $X < 0,1$  Α.Υ  
 β)  $X < 1$  Α.Υ   
 γ)  $X > 10$  Α.Υ.  
 δ)  $0,8$  Α.Υ.  $< X < 2$  Α.Υ  
 ε)  $2$  Α.Υ.  $< X < 10$  Α.Υ

2. Το αφθονότερο στοιχείο στην ατμόσφαιρα των Δίων πλανητών του Ηλιακού Συστήματος είναι το:

- α) Διοξείδιο του άνθρακα  
 β) Υδρογόνο   
 γ) Οξυγόνο  
 δ) Άζωτο  
 ε) Μεθάνιο

3. Ποια από τις κατωτέρω προτάσεις είναι η σωστή:

- α) Δακτύλιους έχει μόνο ο Δίας και ο Κρόνος  
 β) Δακτύλιους έχει μόνο ο Δίας, ο Κρόνος και ο Ουρανός  
 γ) Δακτύλιους έχει μόνο ο Κρόνος  
 δ) Δακτύλιους έχει μόνο ο Κρόνος, ο Ουρανός και ο Ποσειδώνας  
 ε) Δακτύλιους έχουν όλοι οι Δίοι πλανήτες

4. Η πυκνότητα ύλης του μεσοπλανητικού χώρου, όσο απομακρυνόμαστε από τον Ήλιο:

- α) Αυξάνεται  
 β) Ελαττώνεται   
 γ) Παραμένει σταθερή  
 δ) Έχει ακανόνιστη μεταβολή  
 ε) Τίποτα από τα προηγούμενα

5. Ένας αστροναύτης ξεκινώντας από τη Γη (ως πρώτο σώμα) σκοπεύει να επισκεφτεί διαδοχικά την Σελήνη, τον Άρη και στη συνέχεια τον Δία. Το βάρος που θα έχει στα τέσσερα αυτά ουράνια σώματα κατά αύξουσα σειρά, θα είναι:

- α) βάρος στη Σελήνη  $<$  βάρος στον Δία  $<$  βάρος στον Άρη  $<$  βάρος στη Γη  
 β) βάρος στη Γη  $<$  βάρος στη Σελήνη  $<$  βάρος στον Άρη  $<$  βάρος στον Δία  
 γ) βάρος στη Σελήνη  $<$  βάρος στον Άρη  $<$  βάρος στη Γη  $<$  βάρος στον Δία   
 δ) βάρος στη Σελήνη  $<$  βάρος στη Γη  $<$  βάρος στον Δία  $<$  βάρος στον Άρη  
 ε) βάρος στη Σελήνη  $<$  βάρος στη Γη  $<$  βάρος στον Άρη  $<$  βάρος στον Δία

6. Το φαινόμενο μέγεθος ενός αστέρα είναι ένα φυσικό μέγεθος, που προσδιορίζει τη φαινόμενη λαμπρότητα του αστέρα, όταν η παρατήρησή του γίνεται από τη Γη. Βρείτε τη σωστή απάντηση στις ακόλουθες προτάσεις:

- 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 δεν 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

7. Ο πρώτος που μελέτησε συστηματικά το Γαλαξία μας ήταν:

- α) Ο Γαλιλαίος  
 β) Ο Χέρσελ   
 γ) Ο Κοπέρνικος  
 δ) Ο Δημόκριτος  
 ε) Ο Πτολεμαίος

8. Ο Γαλαξίας μας (στον οποίο βρίσκεται το ηλιακό μας σύστημα) είναι:

- α) Ελλειπτικός  
 β) Σπειροειδής   
 γ) Ανώμαλος  
 δ) Σφαιρικός  
 ε) Τίποτε από τα παραπάνω

9. Με ποια χρονολογική σειρά χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά 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

10. Κηφείδες αστέρες ονομάζονται:

- α) Περιοδικοί αστέρες με περίοδο 1 – 50 ημέρες   
 β) Περιοδικοί αστέρες, που ανήκουν στον αστερισμό του Κηφέα  
 γ) Όσοι αστέρες δεν παράγουν ενέργεια  
 δ) Μη περιοδικοί αστέρες  
 ε) Όλοι οι διά αναπλάσεων περιοδικοί αστέρες



4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Στις παρακάτω προτάσεις βάλτε δίπλα από την πρόταση που είναι σωστή (Σ) και δίπλα στην πρόταση που είναι λάθος (Λ).

1. Οι τροχιές των πλανητών γύρω από τον Ήλιο είναι κυκλικές. (Λ)
2. Οι επιβατικές ακτίνες των πλανητών γράφουν σε ίσους χρόνους ίσα εμβαδά. (Σ)
3. Οι πλανήτες είναι ουράνια σώματα, που περιφέρονται γύρω από τον Ήλιο και δεν εκπέμπουν στο ορατό φως. (Σ)
4. Ο νόμος των Μπόντε – Τίτιους ισχύει για όλους τους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος. (Λ)
5. Ο Αριστοτέλης θεωρείται ότι είναι ο πατέρας της αστρονομίας. (Λ)
6. Το φως κάνει να φθάσει από τον Ήλιο στη Γη περίπου 480 δευτερόλεπτα. (Σ)
7. Στο ηλιακό μας σύστημα ο Ερμής και η Αφροδίτη θεωρούνται εξωτερικοί πλανήτες. (Λ)
8. Ο άνθρωπος πάτησε το πόδι του στη Σελήνη το 1960. (Λ)
9. Ο Γαλαξίας μας ανήκει στο σμήνος των γαλαξιών της Παρθένου. (Λ)
10. Ο Αποσπερίτης είναι μια λαϊκή ονομασία της Αφροδίτης. (Σ)

5<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Ας υποθέσουμε ότι δεν υπάρχει η Γη και στη θέση της ας φανταστούμε έναν νάνο-πλανήτη διαμέτρου 100 χλμ., να περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο σε απόσταση 1 AU. Ποια είναι η ταχύτητα περιφοράς του;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Προφανώς ο χρόνος περιφοράς του είναι 1 έτος, κατά τη διάρκεια του οποίου κάνει μια πλήρη περιφορά γύρω από τον Ήλιο. Το διάστημα που διανύει είναι:

$$2\pi \cdot r$$

Η ακτίνα περιφοράς είναι:

$$1 \text{ AU} (= 1,5 \times 10^{11} \text{ m})$$

και επομένως η συνολική απόσταση που διανύει ο νάνος – πλανήτης θα είναι:

$$2\pi \cdot r = 2,3,14159 \cdot 1,5 \cdot 10^{11} = 9, 43 \cdot 10^{11} \text{ m}$$

Το έτος έχει: 3,16.10<sup>7</sup> sec, άρα η ταχύτητα περιφοράς του θα είναι:

$$v = d:t = (9,43 \cdot 10^{11}) : (3,16 \cdot 10^7) = 2,98 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

## 3η φάση «ΙΠΠΑΡΧΟΣ»

## Α' Πίνακας επιτυχόντων Λυκείου

## ΓΙΑ ΤΗ NASA

1. Τζιτζιμπάσης Παρασκευάς, Λύκειο Δοξάτου Δράμας
2. Ζησιμοπούλου Αλεξάνδρα, 2<sup>ο</sup> Λύκειο Σούδας Χανίων

## ΒΡΑΒΕΙΑ

1. Τζιτζιμπάσης Παρασκευάς, Λύκειο Δοξάτου Δράμας
2. Λιούτας Γεώργιος, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Τρικάλων
3. Αθανασίου Γεώργιος, Πειραματικό Λύκειο Παν/μίου Πατρών

## ΕΠΑΙΝΟΙ

4. Βουρλιώτης Εμμανουήλ, 26<sup>ο</sup> Λύκειο Αθηνών
5. Τύρος Στέφανος, Λύκειο Μπουγά Καλαμάτας
6. Παζούλη Δέσποινα, 3<sup>ο</sup> Λύκειο Δράμας
7. Γεωργακόπουλος Χρήστος, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Ν. Ιωνίας Βόλου
8. Μιχαήλ Σταμάτης, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Φιλιππιάδας Πρέβεζας
9. Αντωνιάδης Κωνσταντίνος, 2<sup>ο</sup> Λύκειο Νάουσας
10. Ζησιμοπούλου Αλεξάνδρα, Λύκειο Σούδας Χανίων
11. Δασκαλάς Δημήτριος, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Αγίας Παρασκευής Αθηνών
12. Καρατζένης Νικόλαος, 8<sup>ο</sup> Λύκειο Ιωαννίνων
13. Κούρκουλου Ιωάννα, 2<sup>ο</sup> Λύκειο Παλλήνης Αθηνών
14. Φώτος Θεόφιλος, Λύκειο Πεδινής Ιωαννίνων
15. Μαυρίδης Αναστάσιος, 4<sup>ο</sup> Λύκειο Κατερίνης

*ΣΗΜ. Οι 10 πρώτοι μαθητές επιλέγονται για να συμμετάσχουν στην 4η και τελευταία φάση «ΠΤΟΛΕΜΑΙΟΣ» του διαγωνισμού για τη στελέχωση της 5μελούς Ολυμπιακής Ομάδας της Πολωνίας.*

## Β' Πίνακας επιτυχόντων Γυμνασίου

## ΒΡΑΒΕΙΑ

1. Τσαπράζη Ελένη, Γυμνάσιο Εκπαιδευτηρίων Βέροιας
2. Τοπάλογλου Γεώργιος, 2<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Καβάλας
3. Κουκουφίλιπας Νικόλαος, 1<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Κορωπίου Αττικής

## ΕΠΑΙΝΟΙ

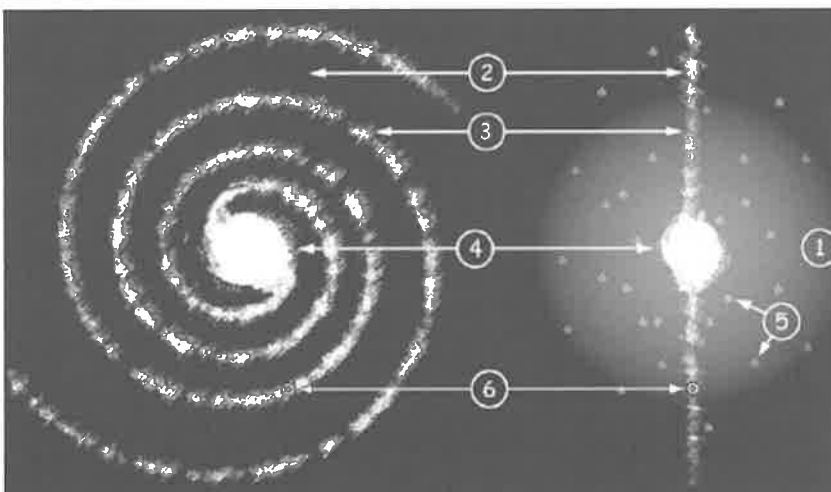
4. Κουταλιός Ιωάννης, 2<sup>ο</sup> Πειραματικό Γυμνάσιο Θεσσαλονίκης
5. Χατζηκοτέλης Αθανάσιος, 2<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Βόλου
6. Μάγειρα Πηνελόπη, Γυμνάσιο Σχολής Αυγουλέα – Λιναρδάτου Αθηνών
7. Ρεπούλιου Αναστασία, Γυμνάσιο Κολλεγίου Ψυχικού Αθηνών

**Θέματα και Απαντήσεις 3ης φάσης "ΙΠΠΑΡΧΟΣ" ΓΙΑ ΤΟ ΛΥΚΕΙΟ**

**1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

**Α)** Παρατηρήστε το παρακάτω σχήμα που απεικονίζει τον Γαλαξία μας, και βρείτε σε ποιους αριθμούς αντιστοιχούν τα εξής μέρη του:

- α) Δίσκος, β) Άλως, γ) Βραχίονας σπείρας, δ) Σφαιροειδής πυρήνας  
ε) θέση του Ήλιου και της Γης, στ) θέση σφαιρωτών σμηνών



**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

- α) 2      β) 1      γ) 3      δ) 4      ε) 6      στ) 5

**Β)** Ταϊριάξτε τις δύο στήλες:

α) Έχει την πιο μεγάλη μετατόπιση προς ερυθρό	1) Ελλειπτικός γαλαξίας
β) Περιέχει πολύ λίγα νέφη αερίων και σκόνης	2) Γαλαξίες Seyfert
γ) Παρατηρήσεις δείχνουν δύο περιοχές με έντονη εκπομπή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και πολύ μεγαλύτερο μήκος κύματος από τα οπτικά κύματα στις αντίθετες πλευρές ενός ελλειπτικού γαλαξία που βρίσκεται ανάμεσά τους	3) Κανονικός γαλαξίας
δ) Έχει εξαιρετικά λαμπρό και μεταβλητό πυρήνα με μεγάλο εύρος γραμμών εκπομπής στο φάσμα του	4) Κβάζαρ
ε) Η οπτική φωτεινότητά του μπορεί να εξηγηθεί σαν μια σύνθεση πολλών μεμονωμένων αστέρων	5) Ραδιογαλαξίας

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

- α) 4      β) 1      γ) 5      δ) 2      ε) 3

**2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**



Βάλτε (Σ) σε κάθε μια από τις παρακάτω προτάσεις που θεωρείτε σωστές και (Λ) στις προτάσεις που θεωρείτε λάθος:

- 2.1. Ο Αριέλ είναι δορυφόρος του Ουρανού. (Σ)
- 2.2. Οι ελλειπτικοί γαλαξίες είναι, γενικά, μεγαλύτερης μάζας από τους σπειροειδείς. (Σ)
- 2.3. Ο Βέγας είναι κυανός υπεργίγαντας φασματικού τύπου O. (Λ)
- 2.4. Η κλίση της τροχιάς του Πλούτωνα, ως προς το επίπεδο της εκλειπτικής είναι 35°. (Λ)
- 2.5. Οι ενεργοί πυρήνες γαλαξιών εκπέμπουν συνήθως περισσότερη ενέργεια στα ραδιοκύματα, παρά στο ορατό μέρος του φάσματος. (Σ)
- 2.6. Στην αναζήτηση πλανητικών συστημάτων οι ειδικοί εξετάζουν άστρα, που έχουν μικρή στροφορμή. (Σ)
- 2.7. Το σωματίδιο Χιγκς (Higgs) είναι σωματίδιο που ανήκει στους πυρήνες των ατόμων των στοιχείων. (Λ)
- 2.8. Η θεωρία του πληθωριστικού Σύμπαντος διατυπώθηκε από τον Γεώργιο Γκαμόφ (George Gamow). (Λ)
- 2.9. Η ηλεκτρομαγνητική δύναμη ήταν η πρώτη, που ελευθερώθηκε μετά τη Μεγάλη Έκρηξη (Λ)
- 2.10. Στην εξίσωση Ντρέικ (Drake), ένας από τους παράγοντες είναι και ο ρυθμός δημιουργίας νέων αστέρων. (Σ)

3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Ανάμεσα στα άστρα του Γαλαξία μας βρίσκεται η μεσοαστρική ύλη.

- A) Τι είναι η μεσοαστρική ύλη και από τι αποτελείται;  
 Β) Όταν αυτή είναι πυκνή τι δημιουργεί;  
 Γ) Ποιες είναι οι κατηγορίες των διαφόρων «δημιουργημάτων» της;  
 (Να απαντήσετε μέσα σε 30 σειρές.)



## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Η μεσοαστρική ύλη είναι αφθονότατη διάχυτη ύλη, σε αραιή κατάσταση, που είναι διασκορπισμένη ανάμεσα στους αστέρες του ουρανού. Παρουσιάζεται δε υπό δύο βασικές μορφές: Τη μεσοαστρική σκόνη, που αποτελείται από κόκκους πολύ μικρών διαστάσεων σε αραιότατη μορφή και το μεσοαστρικό αέριο, που περιλαμβάνει μόρια αερίων στοιχείων και ιδιαίτερα υδρογόνου, το οποίο ανιχνεύεται από το φάσμα του.

Πολλές φορές, για διάφορους λόγους και υπό κατάλληλες συνθήκες, η μεσοαστρική ύλη συγκεντρώνεται σε ένα λιγότερο ή περισσότερο πυκνό νέφος και αποτελεί έτσι ένα νεφέλωμα.

Τα νεφελώματα παρατηρούνται με τηλεσκόπια και τα χωρίζουμε σε δύο είδη:

- Τα φωτεινά νεφελώματα
- και τα σκοτεινά νεφελώματα

Τα **φωτεινά νεφελώματα** φωτίζονται από κάποιο γειτονικό άστρο και έτσι φαίνονται στον ουράνιο θόλο. Διακρίνονται δε σε δύο είδη:

**α)** Τα νεφελώματα ανάκλασης, τα οποία ανακλούν ή διαχέουν το φως που έρχεται από εκεί κοντά. Τέτοιο νεφέλωμα π.χ. είναι αυτό που περιβάλλει το σμήνος των Πλειάδων.

**β)** Τα νεφελώματα εκπομπής, τα οποία εκπέμπουν δική τους ακτινοβολία. Αυτή οφείλεται στη διέγερση που προκαλούν οι γειτονικοί λαμπροί αστέρες. Τέτοιο είναι το νεφέλωμα, που βρίσκεται στο κέντρο του αστερισμού του Ωρίωνα.

Τα **σκοτεινά νεφελώματα** όχι μόνο δεν φωτίζονται από γειτονικούς αστέρες, αλλά επί πλέον απορροφούν το φως των αστέρων, που βρίσκονται πίσω από αυτούς, με αποτέλεσμα οι περιοχές αυτές του ουρανού να είναι άδειες από άστρα και γι' αυτό το λόγο παρουσιάζονται σκοτεινές. Τα σκοτεινά νεφελώματα έχουν διαπιστωθεί από χάσματα, που υπάρχουν στα διάφορα μέρη του ουρανού. Ένα τέτοιο χάσμα είναι το Μέγα Ρήγμα, που βρίσκεται στον αστερισμό του Κύκνου.

Κατά γενικό κανόνα τα σκοτεινά νέφη συνοδεύονται σχεδόν πάντα από φωτεινά. Πολλές φορές μάλιστα, ένα σκοτεινό νεφέλωμα προβάλλεται σε ένα φωτεινό και έτσι γίνονται φανερά τα όριά του. Αυτό συμβαίνει με τα σκοτεινά νεφέλωμα της Κεφαλής Ίππου, που βρίσκεται στον αστερισμό του Ωρίωνα.

Ειδική κατηγορία φωτεινών νεφελωμάτων αποτελούν τα πλανητικά νεφελώματα, που έχουν, γενικά, κυκλική ή ελλειπτική μορφή και έτσι μοιάζουν με δίσκους πλανητών. Στο κέντρο κάθε πλανητικού νεφελώματος βρίσκεται πάντα ένας πολύ θερμός αστέρας. Παράδειγμα πλανητικού νεφελώματος είναι το πλανητικό νεφέλωμα Λύρας.

4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Να βρεθεί η απόσταση της Ιούς από το κέντρο του Δία, αν γνωρίζουμε ότι η μάζα του Δία είναι  $2 \cdot 10^{27}$  kg και η περίοδος περιφοράς της γύρω από το Δία είναι  $T = 153.000$  sec ( $1,771$  ημέρες). Η σταθερά της Παγκόσμιας Έλξης  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  Nm<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup> και υποθέτουμε ότι η τροχιά είναι κυκλική.

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Η κεντρομόλος δύναμη είναι ίση με τη βαρυτική έλξη του Δία, οπότε θα ισχύει:

$$\frac{M_1 v^2}{R} = G \cdot \frac{M_\Delta \cdot M_1}{R^2} \Rightarrow v^2 = G \cdot \frac{M_\Delta}{R} \quad (1)$$

Αλλά

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

Οπότε η (1) γίνεται:

$$\left(\frac{2\pi R}{T}\right)^2 = G \cdot \frac{M_\Delta}{R} \Rightarrow \frac{4\pi^2 R^2}{T^2} = \frac{G \cdot M_\Delta}{R} \Rightarrow R^3 = \frac{G \cdot M_\Delta \cdot T^2}{4\pi^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{27} \cdot (1,53 \cdot 10^5)^2}{4 \cdot 10}$$

$$\begin{aligned} \text{Ή } R^3 &= 7,8 \cdot 10^{25} = 78,10^{24} \\ R &= 4,21 \cdot 10^8 \text{ m} = 421.000 \text{ km} \end{aligned}$$

5<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Σε ποιο σημείο της ευθείας Γης – Σελήνης και ανάμεσα στα δύο σώματα πρέπει να τοποθετηθεί ένας διαστημικός σταθμός, ώστε να ισορροπεί;

Δίδονται:

- α)** η μάζα της γης  $M_T = 81M_L$ , (όπου  $M_L$  είναι η μάζα της Σελήνης),  
**β)** η απόσταση Γης Σελήνης:  $60R_T$ , όπου η ακτίνα της Γης  $R_T = 6.400$  km και  
**γ)** τα δύο ουράνια σώματα Γη και Σελήνη να θεωρηθούν ακίνητα.

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Το σημείο αυτό πρέπει να είναι ένα σημείο Λαγκράνζ (Lagrange), όπου οι δύο δυνάμεις έλξεως, που επιδρούν στην εξέδρα από τη Γη και τη Σελήνη, να είναι ίσες. Δηλ.  $F_1 = F_2$ , οπότε, εάν καλέσουμε  $d$  την απόσταση Γης – Σελήνης και  $x$  την απόσταση της εξέδρας από τη Γη, θα έχουμε:

$$G \cdot \frac{M_T \cdot m}{x^2} = G \cdot \frac{M_S \cdot m}{(d-x)^2} \Leftrightarrow \frac{81M_S}{x^2} = \frac{M_S}{(d-x)^2} \Leftrightarrow \frac{9}{x} = \frac{1}{d-x}$$

Στη συνέχεια είναι:

$$9d - 9x = x \rightarrow 9d = 10x \rightarrow x = 0,9 \times 60 \times 6400 = 345.600 \text{ km}$$

Σημείωση: Αν δεν βγάλουμε τις τετραγωνικές ρίζες και συνεχίσουμε τη λύση της εξίσωσης 2ου βαθμού θα βρούμε και άλλη ρίζα:  $x = 432.000$  χλμ., την οποία απορρίπτουμε λόγω της εκφώνησης.

## Θέματα και Απαντήσεις 3ης φάσης “ΙΠΠΑΡΧΟΣ” ΓΙΑ ΤΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ

1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Η Σελήνη, κατά την περιφορά της γύρω από τη Γη παρουσιάζει διάφορες φάσεις:

- A)** Πώς ονομάζεται η κάθε φάση της Σελήνης και πόσος χρόνος μεσολαβεί μεταξύ αυτών των φάσεων;  
**B)** Πού οφείλονται οι φάσεις της Σελήνης;  
**Γ)** Σε πόσο χρόνο γίνεται η περιφορά της Σελήνης γύρω από τη Γη και πώς ονομάζεται ο χρόνος αυτός;  
*(Η απάντησή σας να μην υπερβεί τις 30 γραμμές)*

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

**A, B)** Τα διάφορα φωτεινά σχήματα, με τα οποία παρουσιάζεται η Σελήνη, κατά τη διάρκεια ενός συνοδικού μήνα αυτής λέγονται φάσεις της Σελήνης. Οι φάσεις οφείλονται στο ότι από τη Γη βλέπουμε μέρος του φωτιζόμενου ημισφαιρίου της Σελήνης από τον Ήλιο. Οι βασικότερες φάσεις της Σελήνης είναι:

## 1.1. Νέα Σελήνη ή Νουμηνία

Είναι η φάση, κατά την οποία η Σελήνη βρίσκεται σε σύνοδο και επομένως είναι αόρατη. Άλλωστε, επειδή φαίνεται πολύ κοντά στον Ήλιο, το λαμπρό φως αυτού δεν μας επιτρέπει να τη διακρίνουμε. Κατά τις ημέρες που αρχίζει η Νέα Σελήνη, ο Ήλιος και η Σελήνη ανατέλλουν και δύουν σχεδόν ταυτόχρονα.

## 1.2. Πρώτο Τέταρτο Σελήνης

Λίγες ημέρες αργότερα από τη Νουμηνία, η Σελήνη μετατοπίζεται ανατολικότερα από ό,τι ο Ήλιος και έτσι αρχίζει να φαίνεται μέρος από το φωτιζόμενο ημισφαίριό της σαν μηνίσκος, με το κυρτό μέρος προς τα δυτικά. Μετά από 7 ημέρες και 9 ώρες περίπου ο μηνίσκος γίνεται ημικυκλικός δίσκος. Τότε η Σελήνη βρίσκεται στη θέση τετραγωνισμού και μεσουραναί, όταν ο Ήλιος δύει. Η φάση αυτή λέγεται Πρώτο Τέταρτο.

## 1.3. Πανσέληνος

Μερικές ημέρες μετά το πρώτο τέταρτο, το φωτεινό μέρος της Σελήνης αρχίζει να γίνεται αμφικυρτό και μετά από 7 ημέρες και 9 ώρες περίπου, γίνεται ολόκληρος δίσκος. Τότε η Σελήνη είναι σε θέση αντιθέσεως και στρέφει προς τη Γη ολόκληρο το φωτιζόμενο μέρος της. Η φάση αυτή λέγεται Πανσέληνος και όταν η Σελήνη ανατέλλει σε έναν τόπο, τότε ο Ήλιος δύει στον τόπο αυτό.

## 1.4. Τελευταίο Τέταρτο

Στη φάση του Τελευταίου Τέταρτου βρίσκεται η Σελήνη μετά από 7 ημέρες και 9 ώρες από την Πανσέληνο και έχει σχήμα ημικυκλικού δίσκου με το κυρτό μέρος του, στρεφόμενο ανατολικά, προς το μέρος του Ήλιου. Κατά τη φάση αυτή η Σελήνη βρίσκεται σε θέση τετραγωνισμού και ανατέλλει τα μεσάνυχτα.

Οι φάσεις, γενικά, της Σελήνης επαναλαμβάνονται μετά από 29,5 ημέρες περίπου. Η περίοδος αυτή λέγεται συνοδικός μήνας της Σελήνης.

**Γ)** Η περιφορά της Σελήνης γύρω από τη Γη γίνεται σε 27,32 ημέρες. Η περίοδος αυτή ονομάζεται αστρικός μήνας της Σελήνης.

2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Η ατμόσφαιρα που περιβάλλει τη Γη, εκτός του ότι είναι ένας προστατευτικός μανδύας, ασκεί και διάφορες αστρονομικές επιδράσεις, μία των οποίων είναι η ατμοσφαιρική διάθλαση. Ποια είναι τα αποτελέσματα της ατμοσφαιρικής διάθλασης στα αστρονομικά φαινόμενα;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Οι κυριότερες από τις επιδράσεις της ατμοσφαιρικής διάθλασης του φωτός στα ατμοσφαιρικά φαινόμενα είναι οι εξής:

- 2.1.** Η φαινόμενη ανύψωση των αστέρων του ουρανού (όπως και του Ήλιου και της Σελήνης), καθώς και η στίλβη αυτών.  
**2.2.** Η παράταση της διάρκειας της ημέρας, λόγω του φαινομένου της πρόωρης ανατολής του Ήλιου και της φαινόμενης παράτασης της δύσης του.  
**2.3.** Η μεγέθυνση ή η παραμόρφωση του Ήλιου και της Σελήνης, όταν βρίσκονται κοντά στον ορίζοντα.

Δύο άλλα φαινόμενα που οφείλονται στην ατμόσφαιρα της Γης είναι:

- 2.4.** Το λυκαυγές, δηλ. το μισόφωτο, που παρουσιάζεται λίγο πριν από την ανατολή του Ήλιου και λέγεται κοινώς χαρσυγή ή χάραμα ή γλυκοχάραμα.  
**2.5.** Το λυκόφωτο, δηλ. το μισόφωτο που παρουσιάζεται μετά τη δύση του Ήλιου και διαρκεί πολλή ώρα, λέγεται δε κοινώς σούρουπο.

Και τα δύο αυτά φαινόμενα οφείλονται, βασικά, στη διάχυση του φωτός του Ήλιου, που προκαλείται από τα μόρια της ατμόσφαιρας της Γης.

Ακόμη η ατμόσφαιρα μας προφυλάσσει από τις υπεριώδεις ακτίνες του Ήλιου, αφού τις απορροφάει και δεν τις αφήνει να φθάσουν στην επιφάνειά της για να επιδράσουν επάνω μας.

3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Βάλτε (Σ) μετά από τις παρακάτω προτάσεις που θεωρείτε σωστές και (Λ) στις προτάσεις που θεωρείτε λάθος:

- 3.1.** Ο Ήλιος και όλοι οι πλανήτες περιστρέφονται γύρω από τον εαυτό τους με την ίδια φορά, με την οποία περιφέρονται γύρω από τον Ήλιο. (Λ)  
**3.2.** Οι πλανήτες Ερμής, Άρης και Αφροδίτη, μοιάζουν πολύ με τη Γη ως προς τη σύστασή τους και γι' αυτό λέγονται γήινοι πλανήτες. (Σ)  
**3.3.** Οι αστεροειδείς είναι μικρά σώματα του ηλιακού μας συστήματος, με διάμετρο ο καθένας μικρότερη από 1000 km. (Σ)  
**3.4.** Η ατμόσφαιρα του Δία αποτελείται κυρίως από υδρογόνο, ήλιο, μεθάνιο και αμμωνία. (Σ)  
**3.5.** Ο Κρόνος είναι ο μοναδικός πλανήτης που περιβάλλεται από δακτυλίους. (Λ)  
**3.6.** Οι κομήτες είναι εντυπωσιακά ουράνια σώματα με μεγάλες διαστάσεις. (Σ)  
**3.7.** Τα μετέωρα είναι μικρά ουράνια σώματα που εισέρχονται στην ατμόσφαιρα της Γης και άλλα καίγονται σ' αυτή, ενώ άλλα, τα μεγαλύτερα, φτάνουν στην επιφάνειά της, ως μετεωρίτες. (Σ)  
**3.8.** Οι μεγαλύτεροι δορυφόροι του Κρόνου είναι η Ιώ, η Ευρώπη, η Καλλιστό και ο Γανυμήδης. (Λ)  
**3.9.** Η αθέατη πλευρά της Σελήνης δεν φωτίζεται ποτέ από τον Ήλιο. (Λ)  
**3.10.** Η Σελήνη στερείται ατμόσφαιρας γιατί έχει ασθενές βαρυτικό πεδίο. (Σ)

**4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Είναι γνωστό ότι ο πλανήτης Ερμής περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο σε 88 ημέρες, δηλ. το έτος του Ερμή είναι 88 γήινες ημέρες. Ένας άνθρωπος 70 ετών, πόσων ετών θα ήταν στον Ερμή (σε έτη, βέβαια, του Ερμή);

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

Ο άνθρωπος αυτός στη Γη ζει επί:

$$70 \text{ έτη} \times 365 \text{ ημέρες που έχει το έτος} = 25.550 \text{ ημέρες}$$

Για να βρούμε, λοιπόν, πόσων ετών θα είναι στον Ερμή, θα πρέπει να διαιρέσουμε τις ημέρες αυτές διά του 88 που έχει το έτος του Ερμή, ήτοι:

$$25.550 : 88 = 290 \text{ ετών!}$$

**5<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Για τη μετάβαση των αστροναυτών στο Διάστημα οι πρώην Σοβιετικοί και σήμερα οι Ρώσοι χρησιμοποιούν διάφορα οχήματα.

- Α) Να περιγράψετε το βασικό όχημα που χρησιμοποιούν.  
 Β) Πότε άρχισε η χρήση του και ποια είναι τα πλεονεκτήματά του;  
 Γ) Ποια είναι η κύρια χρήση του σήμερα;  
 (Η απάντησή σας δεν πρέπει να ξεπερνά μας 20 σειρές).

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

Το «Σογιούζ» ("Soyuz" = «Ένωση») είναι το πρώτο και το μακροβιότερο όχημα που χρησιμοποιείται από το 1957 μέχρι σήμερα από την πρώην Σοβιετική Ένωση και τη Ρωσία μετέπειτα. Είναι κατασκευασμένο για να χωράει 3 αστροναύτες και περιέχει δυο καμπίνες διαστάσεων 2Χ2Χ2 μ. περίπου. Μια για να μένουν οι αστροναύτες κατά την εκτόξευση και κατά την επιστροφή και άλλη μια για το υπόλοιπο πρόγραμμα. Τα διαστημόπλοια αυτά περιφέρονται σε ύψος 200 έως 300 χλμ. πάνω από την επιφάνεια της Γης, έχουν βάρος 6,8 τόνους, μέγιστο μήκος 7,5 μ. και μέγιστη διάμετρο 2,72 μ.

Οι Σοβιετικοί είχαν ανακοινώσει στην αρχή ότι το «Σογιούζ» μπορούσε να πετάξει αυτόνομο σε περιγήνη τροχιά επί 30 ημέρες, μολονότι καμιά αποστολή δεν διήρκεσε τόσο πολύ. Η μεγαλύτερη αποστολή διήρκεσε σχεδόν 18 ημέρες και είχε διμελές πλήρωμα («Σογιούζ - 9», το 1970).

Παρά τα αρχικά του προβλήματα, σήμερα αποτελεί το πιο αξιόπιστο μέσο μεταφοράς ανθρώπων και εξοπλισμού σε τροχιά και, τώρα που αποσύρθηκαν τα διαστημικά λεωφορεία είναι το μόνο μέσο για τροχιακές επανδρωμένες πτήσεις. Το «Σογιούζ» προβλέπεται να αντικατασταθεί, το 2014 από το επαναχρησιμοποιούμενο διαστημόπλοιο «Κλίπερ».

Το «Σογιούζ» χρησιμοποιήθηκε για τη μεταφορά κοσμοναυτών, τόσο στους διαστημικούς σταθμούς «Σαλιούτ» όσο και στο διαστημικό σταθμό «Μιρ». Από τις αρχές της 10ετίας του 2000, αρκετά βελτιωμένο, χρησιμοποιήθηκε για να μεταφέρει κοσμοναύτες και αστροναύτες στο Διεθνή Διαστημική Σταθμό. Δεν είχε παρά ένα ατύχημα στις αρχές της 10ετίας του 1970, οπότε τρεις κοσμοναύτες έχασαν τη ζωή τους.

**4η φάση «ΠΤΟΛΕΜΑΙΟΣ»****Πίνακας επιτυχόντων  
για την 5η Ολυμπιάδα της Ποθωνίας**

1. Λιούτας Γεώργιος, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Τρικάλων (χάλκινο μετάλλιο)
2. Παζούλη Δέσποινα, 3<sup>ο</sup> Λύκειο Δράμας (χάλκινο μετάλλιο)
3. Τζιτζιμπάσης Παρασκευάς, Λύκειο Δοξάτου Δράμας (έπαινος)
4. Τύρος Στέφανος, Ιδιωτικό Λύκειο Μπουγά Καλαμάτας (έπαινος)
5. Βουρλιώτης Εμμανουήλ, 26<sup>ο</sup> Λύκειο Αθηνών (έπαινος)

**Θέματα και Απαντήσεις 4ης φάσης “ΠΤΟΛΕΜΑΙΟΣ”**

**ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

**ΠΡΟΒΛΗΜΑ**

**Διαστολή του Σύμπαντος**

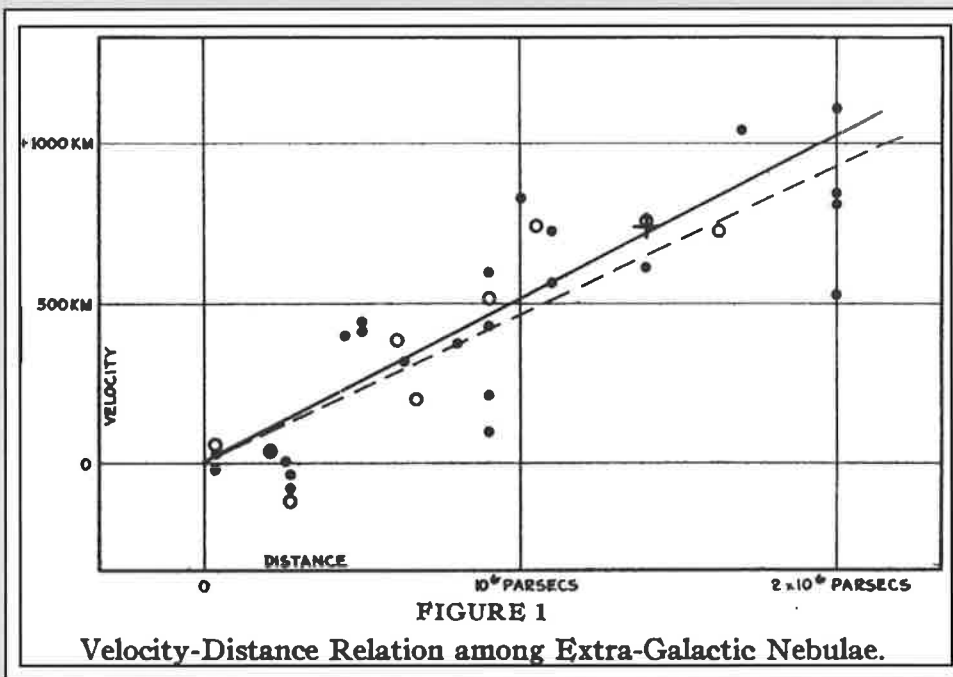
**Σκοπός:** Διαστολή του Σύμπαντος, από μετρήσεις της μετατόπισης προς το ερυθρό (red shift) των γραμμών απορρόφησης σε φάσματα γαλαξιών.  
**Υλικό:** Φάσματα κάποιων γαλαξιών.

**Γενικά**

Η διαστολή του Σύμπαντος εκφράζεται από τη σχέση:

$$V_a = H \cdot r \quad (1)$$

Η σχέση (1) είναι γνωστή και ως νόμος του Hubble, επειδή προτάθηκε από αυτόν, το 1929. Στη σχέση αυτή η  $V_a$  είναι η ακτινική ταχύτητα (σε Km/sec),  $r$  η απόσταση του γαλαξία και  $H$  η σταθερά του Hubble. Στο σχήμα 1 (figure 1, από το αυθεντικό άρθρο του Hubble) αποδίδεται γραφικά η σχέση (1), που δηλώνει ότι η ταχύτητα απομάκρυνσης ενός γαλαξία είναι ανάλογη προς την απόστασή του. Ο οριζόντιος άξονας είναι η απόσταση του γαλαξία (σε pc), ενώ ο κατακόρυφος άξονας είναι η ακτινική ταχύτητα απομάκρυνσης (σε Km/sec).



Η τιμή της σταθεράς του Hubble προσδιορίζεται από παρατηρήσεις, αλλά ο προσδιορισμός της είναι αρκετά δύσκολος. Η τιμή της κυμαίνεται από 30 – 75 Km/sec/Mpc, και η μέση και κοινά αποδεκτή τιμή της στα μέσα της δεκαετίας του 80 ήταν τα 50 Km/sec/Mpc.

Επειδή και οι γαλαξίες παρουσιάζουν ίδιες κινήσεις, δεν είναι εύκολο, για γαλαξίες που βρίσκονται σχετικά κοντά μας, να ξεχωρίσουμε το ποσοστό, που προέρχεται από την ίδια τους κίνηση και αυτό, που οφείλεται στην απομάκρυνσή τους. Έτσι η απομάκρυνση των γαλαξιών παρατηρείται σε αποστάσεις μεγαλύτερες από 35 εκατομμύρια έτη φωτός (δηλ.  $35 \times 10^6$  ly).

Η σχέση (1) γράφεται και ως:

$$c \cdot z = H \cdot r \quad (2)$$

όπου  $z$  είναι η σχετική μετατόπιση ενός γαλαξία προς ερυθρό,

δηλ. 
$$z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda}$$
 και  $c$  η ταχύτητα του φωτός.

Για κανονικές τιμές του  $z$  ισχύει ο νόμος του Doppler:

$$\frac{V_a}{c} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \quad (3)$$

Για πολύ μεγάλες τιμές του  $z$ , δηλαδή για πολύ μεγάλες μετατοπίσεις, άρα και πολύ μεγάλες ταχύτητες, ισχύει ο ρελατιβιστικός τύπος:

$$\frac{V_a}{c} = \frac{(1+z)^2 - 1}{(1+z)^2 + 1} \quad (4)$$

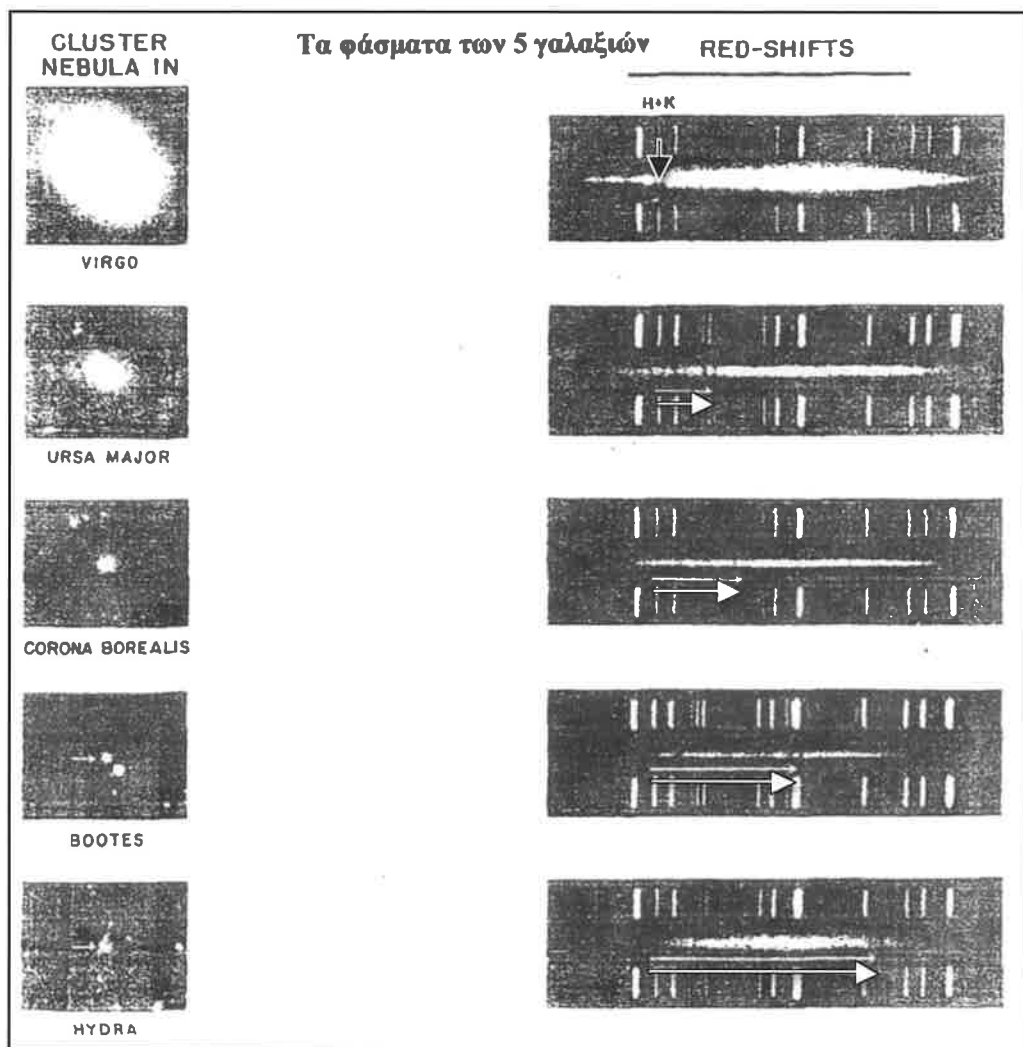


**ΕΦΑΡΜΟΓΗ - ΑΣΚΗΣΗ**

Δίνονται τα φάσματα πέντε γαλαξιών, που είναι μέλη διαφορετικών σμηνών, των οποίων γνωρίζουμε τις αποστάσεις. Από την παρατηρούμενη μετατόπιση των φασματικών γραμμών του ιονισμένου ασβεστίου, CaII, προς το ερυθρό, να υπολογιστούν οι ταχύτητες απομάκρυνσης των γαλαξιών. Στα φάσματα, τα κίτρινα οριζόντια βέλη δείχνουν την μετατόπιση των φασματικών γραμμών

$$H (\lambda = 3933,67\text{\AA})$$

και  $K (\lambda = 3968,47\text{\AA})$  του ασβεστίου.



Το μαύρο κατακόρυφο βέλος στο πρώτο φάσμα δείχνει την αρχική θέση των γραμμών του ιονισμένου ασβεστίου. Η μαύρη οριζόντια γραμμή πάνω από τα φάσματα δηλώνει μια απόσταση 1000Å (κλίμακα).

**1η ΕΡΩΤΗΣΗ**

Μετρήστε το μήκος της μαύρης οριζόντιας γραμμής, με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια, και χρησιμοποιείστε την ως μέτρο σύγκρισης (κλίμακα για τις μετατοπίσεις των φασματικών γραμμών).

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

Η μαύρη οριζόντια γραμμή είναι 43 mm. Άρα τα 43 χιλιοστά αντιστοιχούν σε 1000 Å.

**2η ΕΡΩΤΗΣΗ**

Φτιάξτε έναν πίνακα για τις μετρήσεις σας, όπως π.χ. ο πίνακας που ακολουθεί, και συμπληρώστε τον σύμφωνα με τα υποερωτήματα (α) και (β)

α) Μετρήστε τη μετατόπιση Doppler σε mm και με τη βοήθεια της κλίμακας, μετατρέψτε τα mm σε Å.

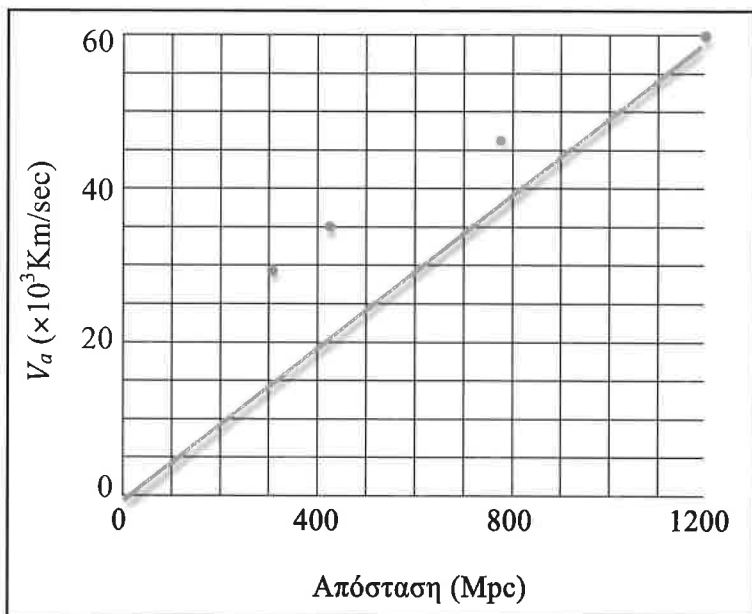
β) Υπολογίστε την ακτινική ταχύτητα του κάθε γαλαξία, από τη σχέση (3), λαμβάνοντας ως λ τη μέση τιμή των μηκών κύματος των δύο φασματικών γραμμών του ιονισμένου ασβεστίου H και K, ( $\lambda = 3951 \text{ \AA}$ ).

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

Σμήνος γαλαξιών	r (Mpc)	Μετατόπιση d (mm)	Δλ (Å)	V <sub>a</sub> (Km/sec)
Παρθένου	24	0,5	11,63	883,07
Μεγάλης Άρκτου	310	9	209,3	15892,18
B. Στεφάνου	430	14	325,58	24721,33
Βοώτη	770	22	511,63	38848,14
Ύδρας	1200	35	813,95	61803,34

**3η ΕΡΩΤΗΣΗ**

Από τις τιμές των αποστάσεων και των ακτινικών ταχυτήτων για τους 5 γαλαξίες, φτιάξτε ένα διάγραμμα παρόμοιο προς το Σχήμα 1. Για διευκόλυνσή σας χρησιμοποιείστε το μιλιμετρέ χαρτί που σας έχει δοθεί, και βάλτε τις κλίμακες του παρακάτω πλαισίου.



**4η ΕΡΩΤΗΣΗ**

Χαράξτε μια ευθεία που να διέρχεται από την αρχή των αξόνων και όσο πιο κοντά γίνεται από τα 5 σημεία. Η κλίση της είναι η τιμή της σταθεράς H του Hubble. Συγκρίνατε την τιμή που βρήκατε προς αυτή από τη βιβλιογραφία (της δεκαετίας του '80).

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

Η κλίση θα είναι: 51,5 περίπου, δηλαδή πολύ κοντά στην τιμή (50) της σταθεράς του Hubble.

**5η ΕΡΩΤΗΣΗ**

Γιατί η ευθεία πρέπει να διέρχεται από την αρχή των αξόνων;

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

Γιατί η σχέση  $V_a = H \cdot r$  (1) είναι γραμμική και δεν έχει σταθερό όρο.

**6η ΕΡΩΤΗΣΗ**

Σε κάποιο σμήνος γαλαξιών οι γραμμές H και K του ιονισμένου ασβεστίου είναι μετατοπισμένες κατά 430 Å. Ποια είναι η εκτίμησή σας για την απόστασή του;

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

Για  $\Delta\lambda = 430\text{Å}$ , η ταχύτητα (σύμφωνα με τη σχέση (3)) δίνει: **32650 km/s**  
Σύμφωνα με το διάγραμμα, αυτή η ταχύτητα αντιστοιχεί σε απόσταση (περίπου) 720 Mpc.

**7η ΕΡΩΤΗΣΗ**

Στον ημιστέρα (quasar) PHL 1127, η γραμμή Lyman-α του υδρογόνου,  $L_\alpha$ , που κανονικά βρίσκεται στα 1216 Å, βρέθηκε μετατοπισμένη στα 3648 Å. Υπολογίστε την ακτινική του ταχύτητα με τον κλασικό και τον ρελατιβιστικό νόμο του Doppler και εξηγήστε τα αποτελέσματά σας.

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

$$\Delta\lambda = 3648 - 1216 = 2432 \text{ Å}$$

Άρα με τον κλασικό τύπο:

$$V_a = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} c = \frac{2432}{3951} \cdot 3 \times 10^5 \text{ km/s} = 184662,11 \text{ km/s}$$

Ενώ με τον ρελατιβιστικό:

$$\frac{V_a}{c} = \frac{(1+z)^2 - 1}{(1+z)^2 + 1} = \frac{(1+0,615)^2 - 1}{(1+0,615)^2 + 1} = 0,446$$

$$\text{Άρα: } V_a = 0,446 \cdot 300000 = 133793,66 \text{ km/s}$$

**8η ΕΡΩΤΗΣΗ**

Εφαρμόστε τον ρελατιβιστικό τύπο για τα σμήνη των γαλαξιών στην Παρθένο και την Ύδρα. Συγκρίνετε τα αποτελέσματά σας με αυτά που έχετε ήδη υπολογίσει με τον κλασικό νόμο. Σε τι συμπεράσματα καταλήγετε;

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

Για την Παρθένο:  $V_a = 881,77 \text{ km/s}$  (Διαφορά από τον κλασικό: 0,15%)

Για την Ύδρα:  $V_a = 55547,33 \text{ km/s}$  (Διαφορά από τον κλασικό: 10,12%)

Όταν το  $z = \Delta\lambda/\lambda$  είναι μικρό (δηλ. το σμήνος είναι κοντά μας) τότε η απόκλιση μεταξύ κλασικού και ρελατιβιστικού τύπου είναι πολύ μικρή.

**9η ΕΡΩΤΗΣΗ**

Η ευθεία του διαγράμματος, που φτιάξατε, δίνει την σχέση (1). Αν την γράψουμε ως:

$$\frac{1}{H} = \frac{r}{V_a}$$

τότε το  $1/H$  έχει μονάδες χρόνου. Ο χρόνος αυτός είναι περίπου η ηλικία του Σύμπαντος. Υπολογίστε την ηλικία του Σύμπαντος χρησιμοποιώντας για το  $H$  τη μέση τιμή  $H = 50 \text{ Km/sec/Mpc}$ .

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

Η ηλικία του Σύμπαντος είναι:

$$T = \frac{1}{H_0} = \frac{1 \text{ Mpc}}{50 \text{ km}} s = \frac{1}{50} \frac{3,09 \times 10^{16} \times 10^6 \text{ m}}{10^3 \text{ m}} s$$

$$T = \frac{3,09 \times 10^{18}}{5} s = 6,18 \times 10^{17} s = \frac{6,18 \times 10^{17}}{8,6164 \times 10^4} \text{ days}$$

$$T = \frac{6,18 \times 10^{17}}{8,6164 \times 10^4 \times 365,25} \text{ years} = \frac{61,88 \times 10^{16}}{8,6164 \times 3,6525 \times 10^6} \text{ years}$$

$$T = 1,9 \times 10^{10} \text{ years} \rightarrow T = 19,6 \times 10^9 \text{ years}$$

Δηλαδή η ηλικία του Σύμπαντος είναι περίπου 19,6 δισεκατομμύρια έτη. Αν αντί για

$$H_0 = 50 \text{ km/s/Mpc},$$

$$\text{θέσουμε } H_0 = 73 \text{ km/s/Mpc},$$

τότε η ηλικία του Σύμπαντος βρίσκεται ίση προς  $T = 13,4$  δισεκατομμύρια έτη.

**10η ΕΡΩΤΗΣΗ**

Στον Πίνακα του 2ου ερωτήματος προσθέστε άλλη μια στήλη στο τέλος με την ακτινική ταχύτητα  $V_a$ , υπολογισμένη με τον ρελατιβιστικό τύπο. Δείξτε, τότε, ότι το σφάλμα στον υπολογισμό της ακτινικής ταχύτητας με τον κλασικό τύπο είναι 5%, εάν  $\Delta\lambda/\lambda = 0,1$ .

Σμήνος γαλαξιών	$r$ (Mpc)	Μετατόπιση $d$ (mm)	$\Delta\lambda$ (Å)	$V_a$ (Km/sec)
Παρθένου	24	0,5	11,63	883,07
Μεγάλης Άρκτου	310	9	209,3	15892,18
B. Στεφάνου	430	14	325,58	24721,33
Βοώτη	770	22	511,63	38848,14
Ύδρας	1200	35	813,95	61803,34

$\Delta\lambda/\lambda$	$V_a$ (classic) (km/sec)	$V_a$ (relativistic) (km/sec)	Ποσοστό σφάλματος
0,003	883,07	881,77	0,15%
0,053	15892,18	15471,8	2,65%
0,082	24721,33	23705,95	4,11%
0,129	38848,14	36351,37	6,43%
0,206	61803,34	55547,33	10,12%

Πράγματι το σφάλμα είναι πάνω από 5%, όταν  $\Delta\lambda/\lambda > 0,1$  (Βοώτης και Ύδρα).

## Θέματα και Απαντήσεις 4ης φάσης “ΠΤΟΛΕΜΑΙΟΣ”

## ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

## 1η ΕΡΩΤΗΣΗ

Ο εξεταστής θα σας δείξει στον ουράνιο θόλο 3 αντικείμενα με ένα δυνατό laser. Κάθε αντικείμενο θα σας το δείχνει για 1 λεπτό. Βρείτε τα 3 αυτά αντικείμενα σύμφωνα με την ονομασία που τους έχει δοθεί από την Διεθνή Αστρονομική Ένωση (IAU).

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Τα τρία αντικείμενα που έδειξε ο εξεταστής είναι:

- α) Τον αστερισμό του Σκορπιού
- β) Τον αστερισμό του Λέοντα
- γ) Τον αστερισμό του Βορείου Στέφανου

## 2η ΕΡΩΤΗΣΗ

Να εντοπίσετε και να δείξετε με τη βοήθεια του laser το θερινό Τρίγωνο.

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Τα τρία αντικείμενα που αποτελούν το θερινό Τρίγωνο είναι:

- Ο Αλτάιρ (α – Αετού)
- Ο Ντενέμπ (α – Κίκνου)
- Ο Βέγας (α – Λύρας)

## 3η ΕΡΩΤΗΣΗ

Να εντοπίσετε με τη βοήθεια του τηλεσκοπίου τον Αρκτούρο, ούτως ώστε να φαίνεται στο κέντρο του προσοφθάλμιου.

## 4η ΕΡΩΤΗΣΗ

Να εντοπίσετε με τη βοήθεια του τηλεσκοπίου το σφαιρωτό σμήνος M – 13 στον αστερισμό του Ηρακλή, ούτως ώστε να φαίνεται στο κέντρο του προσοφθάλμιου.

## Θέματα και Απαντήσεις 4ης φάσης “ΠΤΟΛΕΜΑΙΟΣ”

## ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ

## Θέμα πολλαπλών επιλογών

Σημειώστε τη σωστή απάντηση.

1. Το υδρογόνο σε μια ΗΙ περιοχή του Διαστήματος είναι κυρίως:
  - A) Ιονισμένο
  - B) Μοριακό
  - Γ) Ουδέτερο
  - Δ) Μέσα σε χημικές ενώσεις
2. Η ολική επίδραση στο σκεδαζόμενο και απορροφώμενο ορατό φως των άστρων λέγεται:
  - A) Επίδραση συσκότισης
  - B) Εξασθένηση των μεγάλων μηκών κύματος
  - Γ) Απόσβεση των μικρών μηκών κύματος
  - Δ) Απορρόφηση
  - E) Μετατόπιση προς το ερυθρό
3. Η λέξη «κβάζαρ» είναι ακρωνύμιο που χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσει:
  - A) Ένα κβαντικό άστρο
  - B) Μια μικρής ενέργειας αστρονομική ραδιοπηγή
  - Γ) Ένα μικρής ενέργειας αστρονομικό αντικείμενο
  - Δ) Ένα ημιαστρικό αντικείμενο που εκπέμπει και ραδιοκύματα
  - E) Μία ημιαστρική ραδιοπηγή που δεν εκπέμπει οπτική ακτινοβολία
4. Η ασυνήθιστη φύση των «κβάζαρ» αποκαλύφθηκε, όταν παρατηρήθηκε ότι οι γραμμές εκπομπής του υδρογόνου στο ορατό φάσμα τους έδειχναν ένα τεράστιο (ή μια τεράστια)
  - A) Μετατόπιση Ντόπλερ
  - B) Απορρόφηση
  - Γ) Ποσότητα μοριακού υδρογόνου
  - Δ) Ποσότητα ιονισμένου υδρογόνου
  - E) Μεταβολή του χρώματος προς το ερυθρό
5. Η δυσκολία της θεωρητικής ερμηνείας των κβάζαρ ήταν το ότι η τεράστια ενέργεια που εκπέμπουν προέρχεται από τόσο μικρό όγκο. Η δυσκολία αυτή αναφέρεται ως:
  - A) Πρόβλημα διατήρησης
  - B) Ενεργειακό πρόβλημα
  - Γ) Πρόβλημα τροφοδοσίας (ταΐσματος του τέρατος)
  - Δ) Παγκόσμιο πρόβλημα
  - E) Πρόβλημα όγκου
6. Όταν ένας πρωτοαστέρας, λίγο πριν εγκατασταθεί στην κύρια ακολουθία και την έναρξη της καύσης υδρογόνου στον πυρήνα του, συστέλλεται και γίνεται λαμπρότερος, στο διάγραμμα H – R, κινείται
  - A) Προς τα κάτω
  - B) Προς τα δεξιά
  - Γ) Προς τα αριστερά
  - Δ) Προς τα πάνω
  - E) Παραμένει στάσιμος
7. Κατά τη διάρκεια της ζωής του ένας νάνος αστέρας της κύριας ακολουθίας μετακινείται:
  - A) Προς τα κάτω
  - B) Προς τα πάνω
  - Γ) Παραμένει στο ίδιο μέρος
  - Δ) Προς τα αριστερά
  - E) Προς τα δεξιά
8. Τα άστρα που αναπτύσσονται πιο γρήγορα είναι:
  - A) Τα πιο ψυχρά
  - B) Τα μεγαλύτερα
  - Γ) Τα πιο πυκνά
  - Δ) Τα μεγάλης μάζας
  - E) Τα συμμετρικά
9. Αν το Σύμπαν δείχνει το ίδιο, ανεξάρτητα από την κατεύθυνση, προς την οποία κοιτάμε, τότε είναι:
  - A) Κλειστό
  - B) Ομογενές
  - Γ) Ισότροπο
  - Δ) Ανοικτό
  - E) Κοσμολογικά τέλειο
10. Η ανακάλυψη (α) του Μεγάλου Ελκυστή και (β) των τεράστιων διαστάσεων κενών που υπάρχουν στο Σύμπαν, δεν ικανοποιεί:
  - A) Την αρχή της ισοδυναμίας
  - B) Την κοσμολογική αρχή
  - Γ) Το ενεργειακό πρόβλημα
  - Δ) Το παράδοξο Όλμπερς
  - E) Την τέλεια κοσμολογική αρχή

**Σύντομα Προβλήματα**

**1ο ΠΡΟΒΛΗΜΑ**

Ένας αστέρας μένει πάνω από τον ορίζοντα ενός παρατηρητή επί 10,6 αστρικές ώρες και μεσουρανεύει άνω μαζί με το γ'.

- α) Ποια αστρική ώρα ανατέλλει;
- β) Ποια αστρική ώρα δύει;

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

Εξ ορισμού, όταν το γ μεσουρανεύει σε ένα τόπο, ο αστρικός χρόνος του τόπου είναι 0h. Προφανώς όταν μεσουρανεύει το γ', τότε ο αστρικός χρόνος του τόπου είναι 12h. Το ορατό (πάνω από τον ορίζοντα) τόξο της τροχιάς ενός αστέρα διχοτομείται από το σημείο της μεσουράνησής του.

Επομένως ο αστέρας:

- α) ανατέλλει στις  $12^h - 5,3^h = 6,7^h = 6^h 42^m$
- β) δύει στις  $12^h + 5,3^h = 17,3^h = 17^h 18^m$

**2ο ΠΡΟΒΛΗΜΑ**

Αν υπερθέσουμε τα φάσματα που παίρνουμε από το ανατολικό και το δυτικό χείλος του Ισημερινού του Ήλιου, βρίσκουμε ότι η γραμμή H $\alpha$  του υδρογόνου ( $\lambda = 6563 \text{ \AA}$ ) εμφανίζεται διπλή, με διάκενο  $0,087 \text{ \AA}$ . Πόση είναι η περίοδος περιστροφής του Ήλιου στην περιοχή του ισημερινού του;

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

Από το χείλος που πλησιάζει προς εμάς έχουμε: 
$$-\frac{\Delta\lambda_1}{\lambda} = \frac{v_1}{c} \quad (1)$$

Ενώ από το χείλος που απομακρύνεται έχουμε: 
$$\frac{\Delta\lambda_2}{\lambda} = \frac{v_2}{c} \quad (2)$$

Όπου  $\mathbf{v}_1$  και  $\mathbf{v}_2$  είναι, αντίστοιχα, οι γραμμικές ταχύτητες, ως προς παρατηρητή στη Γη, του ηλιακού ισημερινού στο ανατολικό και το δυτικό χείλος. Αυτές, προφανώς, πρέπει να έχουν αντίθετα πρόσημα, δηλαδή  $\mathbf{v}_1 = -\mathbf{v}_2$ .

Αφαιρώντας τη σχ.(1) από τη σχ.(2) κατά μέλη, βρίσκουμε: 
$$\frac{\Delta\lambda_1 + \Delta\lambda_2}{\lambda} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v_1 + v_2}{c} = \frac{2v}{c} \quad (3)$$

όπου  $\Delta\lambda = 0,087$ .

Επειδή όμως:  $T = \frac{2\pi R}{v}$  η σχ.(3) μας δίνει:  $T = 2\pi R \cdot \frac{2\lambda}{\Delta\lambda \cdot c} = \dots = 25,5 \text{ ημέρες}$

**3ο ΠΡΟΒΛΗΜΑ**

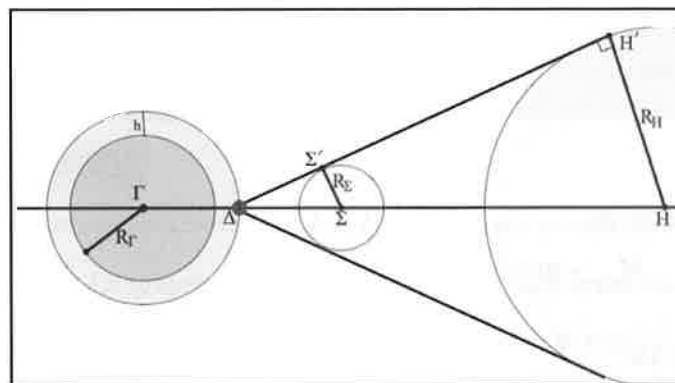
α) Με ένα απλό σχεδιάγραμμα να αποδειχθεί, ότι με παρατηρήσεις που διεξάγονται μέσα από έναν τεχνητό δορυφόρο ( $\Delta$ ), περιφερόμενο περί την Γη ( $\Gamma$ ), είναι δυνατό να δημιουργηθεί και να παρατηρηθεί τεχνητή ολική έκλειψη του Ηλίου ( $H$ ) με παρεμβάλλον σώμα τη Σελήνη ( $\Sigma$ ). Υποθέσατε ότι οι τροχιές του τεχνητού δορυφόρου, της Σελήνης και της Γης είναι κυκλικές και συνεπίπεδες.

β) Να αποδειχθεί, ότι το ελάχιστο ύψος του δορυφόρου πρέπει να είναι ίσο με 2642,55 χιλιόμετρα.

γ) Σχολιάστε το αποτέλεσμα

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

α) Κατασκευάζουμε το παρακάτω σχήμα:



β) Από τα όμοια τρίγωνα  $\Delta\Sigma\Sigma'$  και  $\Delta\text{H}\text{H}'$  του σχήματος προκύπτει:

$$\lambda = \frac{R_\Sigma}{R_\odot} = \frac{\Delta\Sigma}{\Delta\text{H}} = \frac{\Gamma\Sigma - \Gamma\Delta}{\Gamma\text{H} - \Gamma\Delta} = \frac{\Gamma\Sigma - (R_\Gamma + h)}{\Gamma\text{H} - (R_\Gamma + h)} = \frac{(r_\Sigma - R_\Gamma) - h}{(r_\odot - R_\Gamma) - h}$$

Ή, ισοδύναμα:

$$h = \frac{1}{1 - \lambda} [r_\Sigma - R_\Gamma - \lambda(r_\odot - R_\Gamma)] = 2642,55 \text{ km}$$

γ) Η απόσταση αυτή είναι  $\sim 0,414 R_\Gamma$  ή  $\sim 7,5 \times$  Ύψος του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού.

• Εάν η τροχιά του τεχνητού δορυφόρου είναι σύγχρονη με την περιστροφή της Γης (γεωστατικός δορυφόρος), τότε θα ήταν δυνατή η παρατήρηση εκλείψεων κάθε 29,53 ημέρες (συνοδική περίοδος της Σελήνης).

• Επειδή η τροχιά της Σελήνης γύρω από τη Γη δεν είναι συνεπίπεδη με την τροχιά της Γης γύρω από τον Ήλιο, οι παραπάνω τεχνητές ολικές ηλιακές εκλείψεις δεν θα ήταν τόσο συχνές.

• Η δυνατότητα παρατήρησης ολικών ηλιακών εκλείψεων από ένα τέτοιο τεχνητό δορυφόρο, θα εξυπηρετούσε τις επιστημονικές παρατηρήσεις των «κυνητών εκλείψεων» πολύ συχνά και με λιγότερα έξοδα!

## 4ο ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Η γωνιώδης διάμετρος του σφαιρωτού σμήνους M13, στον αστερισμό του Ηρακλή, είναι  $d_\Sigma = 5$  και το φαινόμενο μέγεθός του, ως συνόλου,  $m_\Sigma = 5,7$ . Το φαινόμενο μέγεθος του καθενός από τους αστέρες RR Lyrae που περιέχει το σμήνος είναι  $m = 15,5$ . Γνωρίζουμε ότι το απόλυτο μέγεθος των αστέρων RR Lyrae είναι  $M_{RR} = +0,6$ . Υποθέσατε ότι δεν υπάρχει μεσοαστρική απορρόφηση.

α) Να υπολογισθούν η απόσταση,  $r_\Sigma$  και η φυσική διάμετρος,  $D_\Sigma$  του M13 σε pc.

β) Να υπολογισθεί ο αριθμός των αστέρων του σμήνους, αν υποτεθεί ότι όλοι έχουν την ίδια φωτεινότητα με αυτήν του Ήλιου ( $L_{Sun}$ ).

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Η απόσταση υπολογίζεται από τη σχέση:

$$M_{RR} - m = 5 - 5 \log r$$

$$\text{Ή: } r = 10^{(m+5-M_{RR})/5} = 10^{19,9/5} \approx 10 \text{ kpc}$$

Η φυσική διάμετρος υπολογίζεται από την σχέση:

$$D_\Sigma = r \times \tan(d_\Sigma)$$

Επειδή η γωνιώδης διάμετρος του σμήνους είναι πολύ μικρή ( $d_\Sigma = 5$ ), η σχέση αυτή γράφεται:

$$D_\Sigma = r \times d_\Sigma (\text{rad}) = r \cdot \frac{5}{60 \cdot 57,3} \approx 14 \text{ pc}$$

β) Χρησιμοποιούμε τη σχέση:

$$m_1 - m_2 = 2,5 \log(\ell_2 / \ell_1)$$

Δηλαδή:

$$m_\Sigma - m_{Sun} = 2,5 \log\left(\left(\frac{L_{Sun}}{r^2}\right) / \left(N \cdot \frac{L_{Sun}}{D^2}\right)\right)$$

Από τη οποία βρίσκουμε:  $N = 4 \times 10^7$  αστέρες.

## Πρόβλημα Μεσαίας Ανάπτυξης

## 5ο ΠΡΟΒΛΗΜΑ

α) Να συγκρίνετε την τροχιακή στροφορμή του Δία, που είναι ο μεγαλύτερος πλανήτης του ηλιακού μας συστήματος, με την περιστροφική στροφορμή του Ήλιου. Ποια από τις δύο είναι μεγαλύτερη και κατά τι ποσοστό;

β) Θεωρητικά προκύπτει ότι κατά τη γένεση του ηλιακού συστήματος οι δύο στροφορμές θα έπρεπε να είναι το πολύ της ίδιας τάξης μεγέθους. Σε αυτή την περίπτωση, πόση ήταν η αρχική μάζα του Ήλιου, τη στιγμή της δημιουργίας του: μεγαλύτερη ή μικρότερη από τη σημερινή;

Θεωρήστε ότι ο Ήλιος είναι ομογενής σφαίρα, ο Δίας σημείο και η τροχιά του Δία είναι κυκλική. Δίνεται ότι η ροπή αδρανείας ομογενούς σφαίρας περί άξονα διερχόμενο από το κέντρο της είναι,  $I = (2/5) M R^2$ .

Δίνεται ότι η ακτίνα της τροχιάς του Δία είναι 5,2 AU και η περίοδος περιφοράς του Δία είναι 11,9 έτη.

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Η στροφορμή είναι πάντα:  $L = I \times \omega$ , όπου  $\omega$  η γωνιακή ταχύτητα και  $I$  η ροπή αδρανείας

Για τον Δία (σημείο):  $I = M \times R^2$ , όπου  $R$  = τροχιακή ακτίνα του Δία

$$(5,2 \text{ AU} = 5,2 \times 1,5 \times 10^{11} \text{ m} = 7,8 \times 10^{11} \text{ m}).$$

Επίσης:  $\omega = 2\pi/T$ , (αλλά,  $T = 11,9$  έτη = 375.280.000 sec)  $\Rightarrow \omega = 1,675 \times 10^{-8}$

$$\text{Άρα: } L_{\Delta\alpha} = I \cdot \omega = M_{\Delta\alpha} \cdot R_{\Delta\alpha}^2 \cdot 1,675 \times 10^{-8} = 1,9 \times 10^{27} \text{ kg} \cdot 60,84 \times 10^{22} \text{ m}^2 \cdot 1,675 \times 10^{-8} \text{ s}^{-1}$$

$$\text{Άρα: } L_{\Delta\alpha} = 1,94 \times 10^{43}$$

$$L_{\text{Ηλ}} = 0,4 \cdot M_{\text{Ηλ}} \cdot R_{\text{Ηλ}}^2 \cdot \frac{2\pi}{T}$$

$$\text{Αλλά } T = 27 \text{ μέρες} = 2,33 \times 10^6 \text{ sec} \Rightarrow \omega_{\text{Ηλιου}} = 2,69 \times 10^{-6}$$

$$L_{\text{Ηλιου}} = 0,4 \times 2 \times 10^{30} \text{ kg} \times (6,96 \times 10^8)^2 \text{ m}^2 \times 2,69 \times 10^{-6} = 1,04 \times 10^{42}$$

Άρα η τροχιακή στροφορμή του Δία ΕΙΝΑΙ πάνω από ΔΕΚΑΠΛΑΣΙΑ της ιδιοστροφορμής του Ήλιου!

β) Αν για θεωρητικούς λόγους έπρεπε να είναι ίσες, τότε η μάζα του Ήλιου θα έπρεπε να είναι μεγαλύτερη (δεκαπλάσια).



## 6ο ΠΡΟΒΛΗΜΑ

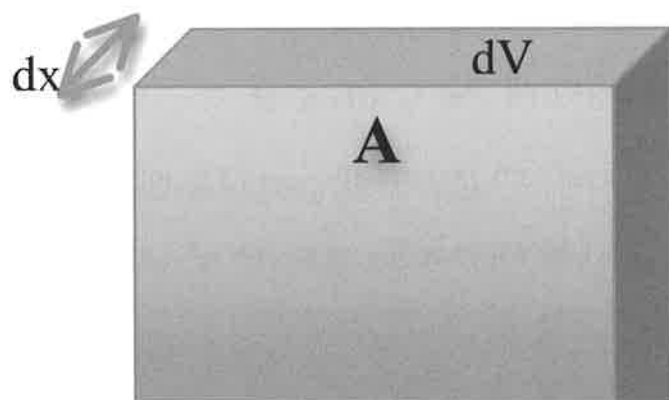
Το διαστημόπλοιο Giotto, μάζας 975 kg, όταν πλησίασε τον κομήτη Halley, πέρασε μέσα από περιοχή σκόνης, πυκνότητας  $0,1 \text{ gr/m}^3$ . Υποθέτοντας ότι η σκόνη εναποτίθεται μόνο στην επίπεδη μετωπική επιφάνεια του διαστημόπλοιου, εμβαδού  $10 \text{ m}^2$ , να βρείτε την επιβράδυνση του διαστημικού οχήματος κατά τη χρονική στιγμή της διέλευσης και κατά την οποία η ταχύτητά του ήταν  $200 \text{ m/s}$ .

Υποθέστε ότι οι βαρυτικές έλξεις του Ήλιου και των πλανητών είναι αμελητέες.

Δίνεται ότι ο στιγμιαίος ρυθμός μεταβολής του γινομένου δύο φυσικών ποσοτήτων  $(X \cdot Y)$ , είναι:

$$\frac{d(X \cdot Y)}{dt} = \frac{dX}{dt} Y + X \frac{dY}{dt}$$

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ



Έστω  $A$  το εμβαδό της μετωπικής επιφάνειας του διαστημόπλοιου. Σε χρόνο  $dt$  το διαστημόπλοιο διανύει απόσταση  $dx$  και επιβραδύνεται από τη σκόνη που περιέχεται στον όγκο:

$$dV = A \cdot dx$$

Έστω  $\rho$  η πυκνότητα της σκόνης και  $v$  η στιγμιαία ταχύτητα του διαστημόπλοιου. Τότε η μάζα της σκόνης που περιέχεται στον όγκο  $dV$  είναι:

$$dM = \rho \cdot dV = \rho \cdot A \cdot dx$$

Η μάζα που επιβραδύνει το διαστημόπλοιο σε χρόνο  $dt$ , εξαρτάται από την ταχύτητα,  $v$ , του διαστημόπλοιου:

$$\frac{dM}{dt} = \rho \cdot A \cdot \frac{dx}{dt} = \rho \cdot A \cdot v \quad (1)$$

Αλλά:

$$F_{εξ} = \frac{dP}{dt} = \frac{d(M \cdot v)}{dt} = \frac{dM}{dt} \cdot v + \frac{dv}{dt} M$$

Όμως:  $F_{εξ} = 0$ , άρα:

$$a = -\frac{1}{M} \frac{dM}{dt} \quad (2)$$

Από τις σχέσεις (1) και (2), θα έχουμε:

$$a = -\frac{1}{M} \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 \Leftrightarrow |a| = 4,1 \text{ cm/s}^2$$

# 17ος Πανελλήνιος Μαθητικός Διαγωνισμός ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ και ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΗΣ 2012



**17ος 2011**  
ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΜΑΘΗΤΙΚΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ  
ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΗΣ

ΤΥΠΟ ΣΠΙΝ ΑΣΤΡΑ, ΤΥΠΟ ΝΕΩ ΕΒΕΛ ΠΑΡΑΒΟΛΕΣ ΔΙΑ ΒΟΥΛΩΝ ΔΙΟΡΘΩΣΕΩΣ ΚΑΙ ΒΡΩΣΕΥΣΕΩΣ  
ΜΕ ΤΗ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΕΩΝ ΔΙΑΒΑΛΩΝ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΕΩΣ

Αποτελεσματικό, αξιόπιστο, αναγνωριστικό και διαφανές  
ΤΗΛΕΦΩΝΟ 010974 010974 010974 010974 010974 010974 010974 010974 010974 010974

Το πρόβλημα «Επίλυση»  
Στις 28 Σεπτεμβρίου 2011  
πρώτη του διαγωνισμού, μετά την επίλυση του προβλήματος.

Το πρόβλημα «Αστρονομία»  
Στις 29 Σεπτεμβρίου 2011, στις 8 π.μ.  
με κεντρικό θέμα «Το Γαλαξίας και ο Σημείο του Ηλίου»  
σε έναν από τους πρώτους διαγωνισμούς του διαγωνισμού.

Το πρόβλημα «Διαστημική»  
Στις 30 Σεπτεμβρίου 2011, στις 8 π.μ.  
με κεντρικό θέμα «Ο Διαστημικός Διαγωνισμός»  
και το θέμα «Διαστημική».

Το πρόβλημα «Επιστήμη»  
Στις 1η Οκτωβρίου 2011, στις 8 π.μ.  
με κεντρικό θέμα «Ο Διαστημικός Διαγωνισμός»  
και το θέμα «Επιστήμη».

Από το 2011, ο διαγωνισμός «Αστρονομία και Διαστημική»  
είναι πλέον ένας από τους πιο σημαντικούς διαγωνισμούς  
για τους μαθητές της Γενικής Εκπαίδευσης.

Από το 2011, ο διαγωνισμός «Αστρονομία και Διαστημική»  
είναι πλέον ένας από τους πιο σημαντικούς διαγωνισμούς  
για τους μαθητές της Γενικής Εκπαίδευσης.

ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ  
ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ  
ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ



## 1η φάση «ΕΥΔΟΞΟΣ» και η 2η φάση «ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ»

## Πίνακας επιτυχόντων Λυκείου

1. Σταμάτης Μιχαήλ, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Φιλιππιάδας Πρέβεζας
2. Πράπας Ευθύμιος-Αλκιβιάδης, Λύκειο Ανατόλια Θεσ/νίκης
3. Κουκουφίλιππας Νικόλαος, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Κορωπίου Αττικής
4. Μαρούδα Κρηνιώ, Λύκειο Λεχαινών Ηλείας
1. Τσαπράζη Ελένη, Λύκειο Εκπαιδευτηρίων Μαντουλίδη
2. Ορφανίδης Κυριάκος, 5<sup>ο</sup> Λύκειο Βέροιας
3. Μοντсенίγος Ευάγγελος, Ιωνίδειος Σχολή Πειραιά
4. Γεωργαντέλης Ευστράτιος, 5<sup>ο</sup> Λύκειο Μυτιλήνης
5. Τζιτζιμπάσης Παρασκευάς, Λύκειο Δοξάτου Δράμας
6. Φώτος Θεόφιλος, Λύκειο Πεδινής Ιωαννίνων
7. Αντωνιάδης Κωνσταντίνος, 2<sup>ο</sup> Λύκειο Νάουσας
8. Νενέρογλου Γεώργιος, 3<sup>ο</sup> Λύκειο Σερρών
9. Βουρλιώτης Μάνος, 26<sup>ο</sup> Λύκειο Αθηνών
10. Καρατζένης Νικόλαος, 8<sup>ο</sup> Λύκειο Ιωαννίνων
11. Κούρκουλου Ιωάννα, Λύκειο Εκπαιδευτηρίων Κωστέα – Γείτονα
12. Γραμμένου Μαρία – Χριστίνα, Λύκειο Αμφίκλειας Φθιώτιδας
13. Γκενεράλη Ηλιάνα, Λύκειο Αμφίκλειας Φθιώτιδας
14. Κόλλια Παναγιώτα, Λύκειο Αμφίκλειας Φθιώτιδας
15. Οκαλίδης Περικλής, Αρσάκειο Λύκειο Θεσσαλονίκης
16. Παλάσκος Αχιλλέας, 11<sup>ο</sup> Λύκειο Θεσσαλονίκης
17. Κουτσογιάννη Ζωή – Λίνα, 3<sup>ο</sup> Λύκειο Σερρών
18. Γκόγκου Αθανασία, 3<sup>ο</sup> Λύκειο Σερρών
19. Παπαγεωργάκης Χρήστος, 3<sup>ο</sup> Λύκειο Κορωπίου Αττικής
20. Καπιωτάς Ευάγγελος, 5<sup>ο</sup> Λύκειο Μυτιλήνης
21. Κατωτριάτης Προκόπιος, 5<sup>ο</sup> Λύκειο Μυτιλήνης
22. Νουβάκη Χρυσούλα, 3<sup>ο</sup> Λύκειο Σερρών
23. Δαυΐδ Χαράλαμπος, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Σερρών
24. Χατζηστογιάννης Δημήτριος, 3<sup>ο</sup> Λύκειο Σερρών
25. Ζαγόρας Οδυσσέας, 3<sup>ο</sup> Λύκειο Σερρών
26. Καραγιώργος Ιωάννης, 2<sup>ο</sup> Λύκειο Αγρινίου
27. Σουλτανίδου Σοφία, 3<sup>ο</sup> Λύκειο Σερρών
28. Ζησιμοπούλου Αλεξάνδρα, Λύκειο Σούδας Χανίων
29. Ανθουλάκης Αναστάσιος, 3<sup>ο</sup> Λύκειο Σερρών
30. Παπάζογλου Αλέξανδρος, 4<sup>ο</sup> Λύκειο Ν. Ηρακλείου Αττικής
31. Μερτζιάνης Εμμανουήλ, 3<sup>ο</sup> Λύκειο Σερρών

## Πίνακας επιτυχόντων Γυμνασίου

1. Μπουγιουκλού Τούμπα, 6<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Ξάνθης
2. Ζαφειριάδου Γεωργία, 6<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Ξάνθης
3. Κουταλιός Ιωάννης, 2<sup>ο</sup> Πειραματικό Γυμνάσιο Θεσσαλονίκης
4. Ευθυμάκη Παναγιώτα, Πειραματικό Γυμνάσιο Πατρών
5. Τσιγκαλίδας Διονύσιος, Γυμνάσιο Αμαλιάδας Ηλείας
6. Κετσεσιδής Ραφαήλ, Γυμνάσιο Εκπαιδευτηρίων Μαντουλίδη
7. Λομβαρδέας Οδυσσέας, 6<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Ξάνθης
8. Βαλμάς Άντώνιος, Πειραματικό Γυμνάσιο Αναβρύτων
9. Παρπαλάς Θεόδωρος, 6<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Ξάνθης
10. Μεταφετζής Γεώργιος, 5<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Βόλου
11. Μεταφετζή Βασιλική, 5<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Βόλου
12. Σιάννας Σπυρίδων, Μουσικό Γυμνάσιο Άρτας
13. Παπαχατζάκης Γεώργιος, Μουσικό Γυμνάσιο Άρτας
14. Κολαΐτης Νικόλαος, Γυμνάσιο Πάστρας Κεφαλληνίας
15. Βογιατζής Ιωάννης – Γεώργιος, 1<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Κουφαλιών Θεσ/νίκης

## Θέματα και Απαντήσεις 1ης φάσης “ΕΥΔΟΞΟΣ”

## ΓΙΑ ΤΟ ΛΥΚΕΙΟ

1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Σημείωσε με Σ τη σωστή και με Λ τη λάθος, από τις παρακάτω προτάσεις

- 1.1. Με τη βοήθεια των διαγραμμάτων Hertzprung – Russell (H – R) έχουμε τη δυνατότητα να εξαγάγουμε συμπεράσματα σχετικά με την εξέλιξη των αστέρων. [Σ]
- 1.2. Οι ερυθροί γίγαντες και υπεργίγαντες ακτινοβολούν περίπου το ίδιο ποσό ενέργειας ανά δευτερόλεπτο με τους αστέρες της Κύριας Ακολουθίας. [Λ]
- 1.3. Οι λευκοί νάνοι, στο τελευταίο στάδιο της ζωής τους, έχουν θερμοκρασίες χαμηλότερες της θερμοκρασίας της επιφάνειας του Ηλίου. [Σ]
- 1.4. Όσο μεγαλύτερη είναι η αρχική μάζα ενός αστέρα, τόσο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα παραμένει στη φάση της Κύριας Ακολουθίας. [Λ]
- 1.5. Οι έννοιες του χώρου και του χρόνου στην περιοχή μιας μαύρης τρύπας, διαφέρουν από τις αντίστοιχες έννοιες, όπως τις χρησιμοποιούμε στην καθημερινή μας ζωή. [Σ]
- 1.6. Ο αστερισμός του Τοξότη παριστάνει μυθολογικά τον Κένταυρο Χείρωνα. [Σ]
- 1.7. Απαραίτητη προϋπόθεση για την ύπαρξη ζωής (όπως τη γνωρίζουμε στη Γη) σε έναν πλανήτη άλλου ηλιακού συστήματος είναι το κεντρικό άστρο του να είναι μεγάλων διαστάσεων. [Λ]
- 1.8. Το σμήνος των γαλαξιών του αστερισμού της Παρθένου ανήκει στο τοπικό σύστημα γαλαξιών [Λ]
- 1.9. Το εαρινό ισημερινό σημείο γ είναι η αρχή μετρήσεως της ωριαίας γωνίας. [Λ]
- 1.10. Το δεύτερο άστρο σε λαμπρότητα είναι το άστρο Κάνωπος του αστερισμού της Αργούς. [Σ]

2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Τις τελευταίες 10ετίες πολλά διαστημικά σκάφη εκτοξεύθηκαν με επιτυχία για να εξερευνηθούν το πλανητικό μας σύστημα. Ένα από τα σκάφη αυτά ήταν και ο «Γαλιλαίος».

- A) Τι γνωρίζετε για την επιχείρηση του Γαλιλαίου;
  - B) Ποιος ήταν ο προορισμός του;
  - Γ) Τελικά πέτυχε στον προορισμό του αυτό;
- (Η απάντησή σας δεν πρέπει να ξεπερνάει τις 250 λέξεις).

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Το διαστημικό σκάφος «Γαλιλαίος» ("Galileo") εκτοξεύτηκε το 1989 και στις αρχές του 1990 πέρασε κοντά στην Αφροδίτη και μας έστειλε πολλές φωτογραφίες της. Το 1991, όμως τυχαία, συνάντησε, φωτογράφησε και έδωσε στοιχεία για τον αστεροειδή Γκάσπρα, λίγο αργότερα, το 1993, ανακάλυψε τον πρώτο μικρό δορυφόρο, το Δάκτυλο, του αστεροειδή – 243 «Ιδν» και το 1994, φωτογράφησε και μελέτησε τις συγκρούσεις του κομήτη Σουμέικερ – Λέβυ με το Δία. Το 1995 έφθασε στο Δία και έγινε ο πρώτος τεχνητός δορυφόρος αυτού.

Τότε εκτόξευσε προς την επιφάνειά του ένα δευτερεύον σκάφος, το οποίο έκανε βουτιά μέσα στα πυκνά νέφη του Δία και μας έστειλε πολύτιμες πληροφορίες για τη σύσταση και τις συνθήκες που επικρατούν σ' αυτά, χαρίζοντάς μας άλλη μια πρωτιά στην αποστολή.

Εν τω μεταξύ το κύριο διαστημόπλοιο συνέχιζε να περιφέρεται γύρω από το Δία ως τεχνητός δορυφόρος αυτού. Υπολογιζόταν δε ότι το 2003, τα αποθέματα του προωθητικού αερίου θα εξαντληθούν και θα κατευθυνθεί προς το Δία, όπου και θα συντριβεί μέσα στην τεράστια ατμοσφαιρική πίεση του πλανήτη αυτού, πράγμα που έγινε.

Πολλά είναι τα νέα στοιχεία που προσκόμισε στην αστρονομία η επίσκεψη αυτή του «Γαλιλαίου» στο Δία για την πίεση της ατμόσφαιράς του, τη θερμοκρασία, την αέναη κίνηση των αερίων του και τους λεπτούς δακτυλίους του. Χαρτογράφησε τις επικίνδυνες ζώνες ακτινοβολίας, που απλώνονται γύρω από τον πλανήτη, καθώς και το πανίσχυρο μαγνητικό πεδίο.

3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

- A) Σε ποια σημεία του ορίζοντα ανατέλλει και δύει ο Ήλιος κατά την εαρινή ισημερία;
- B) Πώς μετακινούνται τα σημεία της ανατολής και της δύσης στο χρονικό διάστημα μεταξύ της εαρινής ισημερίας και του θερινού ηλιοστασίου;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

A) Κατά την εαρινή ισημερία (21η Μαρτίου), τα σημεία της ανατολής και της δύσης του Ηλίου, ταυτίζονται με τα αντίστοιχα γεωγραφικά σημεία του ορίζοντα.

B) Τα σημεία της ανατολής και της δύσης του Ηλίου στο χρονικό διάστημα μεταξύ της εαρινής ισημερίας (21η Μαρτίου) και του θερινού ηλιοστασίου (22α Ιουνίου) μετακινούνται από τα αντίστοιχα γεωγραφικά σημεία του ορίζοντα που βρίσκονται και η γωνιακή απόστασή τους από το σημείο του βορρά στον ορίζοντα μικραίνει συνεχώς μέχρι να ελαχιστοποιηθεί την 22α Ιουνίου.

4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

- A) Ποια παρατηρησιακά δεδομένα ενισχύουν την υπόθεση της ομοιογένειας του Σύμπαντος και ποια της ισοτροπίας του;
- (Η απάντησή σας δεν πρέπει να ξεπερνά τις 150 λέξεις).

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Το Σύμπαν εμφανίζεται ισότροπο και ομογενές γύρω από όλους τους παρατηρητές που συμμετέχουν στη διαστολή, σε όλα τα σημεία και σε όλες τις περιόδους. Με άλλα λόγια ο Γαλαξίας μας βρίσκεται πραγματικά στο κέντρο του Σύμπαντος, αλλά το ίδιο συμβαίνει και με κάθε άλλον γαλαξία.

Όταν λέμε ότι το Σύμπαν είναι ισότροπο εννοούμε ότι για έναν σχετικά ακίνητο παρατηρητή, παρουσιάζει τα ίδια φυσικά χαρακτηριστικά προς όποια κατεύθυνση και αν αυτός το ερευνήσει. Όταν δε λέμε ότι το Σύμπαν είναι ομογενές εννοούμε ότι από όποιο σημείο του και αν κάνουμε τις παρατηρήσεις μας, θα διαπιστώσουμε ότι γύρω μας επικρατούν οι ίδιες φυσικές ιδιότητες.

Η κοσμολογική αρχή δέχεται ότι στο Σύμπαν επικρατούν παντού οι ίδιοι φυσικοί νόμοι. Εντούτοις οι φυσικοί νόμοι δεν ισχύουν στις μαύρες τρύπες, οι οποίες είναι απροσδιόριστες στον αριθμό τους. Έχουμε, λοιπόν, μια εξαίρεση της παραπάνω γενικής παραδοχής.

Αν παραβλέψουμε την εξαίρεση αυτή, έχουμε σήμερα ενδείξεις, που ενισχύουν την αλήθεια της κοσμολογικής αρχής ήτοι:

1. Αν λάβουμε υπόψη την μεσοαστρική απορρόφηση, που ελαττώνει το φως πολλών γαλαξιών, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η κατανομή των γαλαξιών προς όλες τις διευθύνσεις είναι ισότροπη. Δηλ. προς οποιανδήποτε διεύθυνση και αν κοιτάξουμε, στη μονάδα του όγκου του Σύμπαντος, θα εντοπίσουμε περίπου τον ίδιο αριθμό γαλαξιών.

2. Η ένταση της κοσμικής ακτινοβολίας μικροκυμάτων, που διαπίστωσαν τόσο οι αστρονόμοι Πενζίας και Γουίλσον, όσο και οι τεχνητοί δορυφόροι "Cobe", "Wmap" και "Planck", είναι περίπου η ίδια, άσχετα με τη διεύθυνση, προς την οποία είναι στραμμένοι οι δέκτες μας.

3. Για την ομογένεια του Σύμπαντος, μια πρώτη ένδειξη έδωσε, το 1958, ο Άμπελ (Abell), ο οποίος μελετώντας την κατανομή των σημανών γαλαξιών ανακάλυψε ότι δεν παρουσιάζει σημαντική διαφορά στα δυο γαλαξιακά ημισφαίρια, ούτε σημαντικές μεταβολές συναρτήσει της απόστασης. Αποτέλεσμα των ερευνών του ήταν ότι το Σύμπαν παρουσιάζει αρκετές ενδείξεις ομογένειας σε μια κλίμακα της τάξεως των 1000 Mpc.

## 5<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Πώς ταξινομούνται οι γαλαξίες κατά Χάμπλ και ποια είναι τα κύρια χαρακτηριστικά τους ανά κατηγορία;

(Η απάντησή σας δεν πρέπει να ξεπερνά τις 200 λέξεις).

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Η ταξινόμηση κατά Χαμπλ των γαλαξιών περιελάμβανε τις ακόλουθες τρεις κατηγορίες γαλαξιών, στις οποίες αργότερα προστέθηκαν και οι ραβδωτοί γαλαξίες, ήτοι:

1. Τους σπειροειδείς γαλαξίες (σύμβολο S), που είναι οι αφθονότεροι και σε ποσοστό 80%. Οι γαλαξίες αυτοί είναι οι πιο εντυπωσιακοί και αποτελούνται συνήθως από έναν λαμπρό πυρήνα και δύο συνεπίπεδες αντιδιαμετρικές και συμμετρικές σπείρες. Ανάλογα με τη διάμετρο τη φωτεινότητα του πυρήνα και τη μορφή των περιελίξεων των σπειρών τους υποδιαιρούνται σε άλλες τρεις επί μέρους κατηγορίες: Τους Sa με λαμπρούς πυρήνες και κλειστές σπείρες, τους Sb με κάπως αμυδρότερους πυρήνες και πιο ανοιχτές σπείρες και τους Sc με αμυδρούς και μικρούς πυρήνες και πολύ ανοιχτές σπείρες. Ο Γαλαξίας μας και ο γαλαξίας της Ανδρομέδας (M-31) ανήκουν στην κατηγορία των σπειροειδών γαλαξιών Sb.

2. Τους ραβδωτούς σπειροειδείς SB, που αποτελούν το ένα τρίτο των σπειροειδών γαλαξιών και οι σπείρες τους δεν ξεκινούν εφαιπομενικά από τον πυρήνα, αλλά από τα άκρα της κεντρικής ράβδου. Αποτελούνται από αστέρες, αέρια και σκόνη. Ανάλογα με τη λαμπρότητα του πυρήνα και τη μορφή των περιελίξεων των σπειρών τους, διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: SBa, SBb και SBc, σε αναλογία με την προηγούμενη κατηγορία.

3. Τους ελλειπτικούς E, σε ποσοστό 17%, που αποτελούν τον πιο κοινό τύπο γαλαξία. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι πιο μεγάλοι από τους γαλαξίες, που έχουν παρατηρηθεί μέχρι σήμερα, είναι ελλειπτικοί. Ανάλογα δε με την ελλειπτικότητά τους (δηλ. την πλάτυνση της έλλειψης) διακρίνονται σε 8 τύπους: E0, E1, E2, ... E7. Ο αριθμός που συνοδεύει το E είναι το 10πλάσιο της πλάτυνσης. Παλαιότερα επικρατούσε η αντίληψη ότι το σχήμα των ελλειπτικών γαλαξιών είναι σφαιροειδές (ελλειψοειδές εκ περιστροφής) και ότι παρουσιάζονται ως ελλειπτικοί λόγω προβολής τους πάνω στο επίπεδο του ουρανού. Τελευταία (2009), όμως, διαπιστώθηκε ότι πολλοί ελλειπτικοί γαλαξίες έχουν σχήμα ελλειψοειδούς, δηλ. έχουν τρεις άνισους άξονες. Ανάλογα δε με τη μάζα τους διακρίνονται σε νάνους ελλειπτικούς, με μάζα  $10^7$  ηλιακές μάζες και γίγαντες ελλειπτικούς, με μάζα που φθάνει από  $10^{12}$  μέχρι  $10^{13}$  ηλιακές μάζες.

4. Τους ανώμαλους I, σε ποσοστό 3%, οι οποίοι δεν παρουσιάζουν εμφανή συμμετρία και η κατανομή της ύλης τους είναι ακανόνιστη. Χωρίζονται σε δυο κατηγορίες: Αυτούς που ανήκουν στον τύπο I και περιέχουν πολύ λίγη σκόνη και αέρια, οπότε οι αστέρες τους διακρίνονται εύκολα, και αυτούς που ανήκουν στον τύπο II και περιέχουν ζώνες σκόνης, οι οποίες εμποδίζουν την παρατήρηση μεμονωμένων αστέρων. Ανώμαλοι γαλαξίες του τύπου I αποτελούν τα Νέφη του Μαγγελάνου.

## 6<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Ένας αστέρας βρίσκεται σε απόσταση 52,6 ε.φ. και το φαινόμενο μέγεθός του είναι 8, ποιο είναι το απόλυτο μέγεθος του αστέρα;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Η σχέση που συνδέει το απόλυτο και το σχετικό μέγεθος ενός αστέρα είναι:

$$m - M = 5 \log r - 5 \quad (1)$$

όπου: M= απόλυτο μέγεθος του αστέρα, m = φαινόμενο μέγεθος και r = απόσταση του αστέρα από τον παρατηρητή σε parsec (1 parsec = 3,26 ε.φ.).

Λύνουμε την (1) ως προς M ήτοι:

$$M = m - 5 \log r + 5 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow M = 8 + 5 - 5 \cdot \log (52,6/3,26) = 13 - 5 \cdot \log (16,135) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow M = 13 - 5 \cdot 1,207 = 13 - 6,035 = 6,965$$

όπου η απόσταση των ετών φωτός έχει μετατραπεί σε parsec διαιρώντας με 3,26.

## 7<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Ποια είναι η ταχύτητα απομάκρυνσης ενός γαλαξία, που βρίσκεται σε απόσταση 200 Mpc, αν η σταθερά του Χάμπλ θεωρηθεί ότι είναι ίση με 75 Km/s/Mpc;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Από το νόμο του Χάμπλ έχουμε:  $u = H \cdot d$

όπου u = ταχύτητα απομάκρυνσης του γαλαξία, H = σταθερά του Χάμπλ και d = απόσταση του Γαλαξία σε Mpc

Άρα:  $u = 75 \times 200 = 15.000 \text{ km/s}$

8<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Υποθέστε ότι η μέση μάζα καθενός από τους 6.000 αστεροειδείς μιας ομάδας αστεροειδών, είναι 1000 tn. Να συγκρίνετε τη συνολική τους μάζα με τη μάζα της Γης.

Δίνονται: μέση ακτίνα Γης,  $R_T = 6.400 \text{ km}$  και μέση πυκνότητα Γης,  $d = 5 \text{ gr/cm}^3$ . Η Γη θεωρείται σφαιρική.

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Μάζα Γης:

$$M_T = d_T \cdot V_T$$

όπου:  $d_T$  = μέση πυκνότητα Γης και  $V_T$  = όγκος της Γης.

Μάζα ομάδας αστεροειδών:  $m_A = N \cdot m_i$

όπου  $N$  = αριθμός αστεροειδών και  $m_i$  = μέση μάζα κάθε αστεροειδούς.

Άρα:

$$V_T = \frac{4}{3} \pi \cdot (6,4 \cdot 10^6)^3 = 1,098 \cdot 10^{21} \text{ m}^3 \quad (1)$$

$$d_T = 5 \cdot \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} = 5 \cdot \frac{10^{-3} \text{ kg}}{10^{-6} \text{ m}^3} = 5 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad (2)$$

Από τις (1) και (2) έχουμε ότι:

$$M_T = V_T \cdot d_T = 1,098 \cdot 10^{21} \text{ m}^3 \cdot 5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 = 5,49 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

Εξάλλου είναι:

$$m_A = N \cdot m_i = 6 \cdot 10^3 \cdot 10^6 = 6 \cdot 10^9 \text{ kg}$$

Άρα:

$$\frac{M_T}{m_A} = \frac{5,49 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{6 \cdot 10^9 \text{ kg}} = 0,915 \cdot 10^{15}$$

Δηλ. η μάζα της Γης είναι σχεδόν  $10^{15}$  φορές μεγαλύτερη από τους 1000 αστεροειδείς.

## Θέματα και Απαντήσεις 1ης φάσης “ΕΥΔΟΞΟΣ”

## ΓΙΑ ΤΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ

1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Συμπληρώστε κατάλληλα τα παρακάτω κενά στην κόλλα σας:

1.1. Οι πλανήτες διαιρούνται σε δύο κατηγορίες: Στους ..... σε σχέση με τη Γη πλανήτες, που είναι ο Ερμής και η Αφροδίτη, και στους ....., που είναι οι πέραν της Γης πλανήτες. Ακόμη μπορούν να χωριστούν ανάλογα με τη σύστασή και την πυκνότητά τους στους ..... πλανήτες, που είναι οι Ερμής, Αφροδίτη, Γη και Άρης, και στους ..... που είναι οι υπόλοιποι πλανήτες.

1.2. Οι αποστάσεις μέσα στο ηλιακό μας σύστημα είναι πολύ μεγάλες για να μετρώνται με μονάδα μέτρησης το μέτρο και το χιλιόμετρο. Οι αστρονόμοι καθιέρωσαν ως μονάδα μέτρησης των αποστάσεων εντός του ηλιακού συστήματος την ....., η οποία είναι ίση με τη μέση απόσταση Γης - Ηλίου και ισούται με ..... περίπου.

1.3. Οι ηλιακές κηλίδες είναι ένα φαινόμενο περιοδικό. Το πλήθος τους μεταβάλλεται περιοδικά, με περίοδο ....., από έναν μέγιστο αριθμό μέχρι σχεδόν πλήρους εξαφάνισής τους από τον ηλιακό δίσκο. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται .....

1.4. Η Αστρονομία είναι ..... όλων των επιστημών. Εμφανίστηκε την 4η χιλιετηρίδα π.Χ. με την ανάπτυξη των αρχαίων πολιτισμών στη ....., ..... την Ινδία και την Κίνα.

1.5. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι πρώτες παρατηρήσεις του ουρανού ερμηνεύονταν ..... Η Αστρολογία (λέξη που προέρχεται από το .....) βασίζεται πάνω στην ιδέα (πίστη) ότι τα διάφορα ουράνια σώματα και φαινόμενα έχουν σημαντική ....., ακόμη και στη ..... και το πεπρωμένο των ανθρώπων.

1.6. Η ανάπτυξη, όμως, της Αστρονομίας ως επιστήμης, άρχισε στην αρχαία Ελλάδα από την εποχή ....., το 600 π.Χ. περίπου.

1.7. Οι θεωρίες που διατυπώθηκαν από τους Αρχαίους Έλληνες για το μέχρι τότε γνωστό Σύμπαν ήταν δύο: Η ..... θεωρία του Αρίσταρχου, που θεωρούσε ότι ο Ήλιος είναι στο κέντρο του Σύμπαντος, και η ..... θεωρία του Ίππαρχου και του Πτολεμαίου, που θεωρούσε ότι η Γη ήταν το κέντρο του Σύμπαντος και ίσχυσε μέχρι το 17ο αιώνα.

1.8. Η μεγάλη επανάσταση στην Αστρονομία έγινε το 16ο αιώνα στην Ευρώπη από τον Κοπέρνικο (1473 – 1543). Στην εργασία του De Revolutionibus Orbium Coelestium (Περί της περιστροφής των ουρανίων σωμάτων), που δημοσιεύθηκε το 1543, επαναδιατύπωσε τη θεωρία ..... Σύμφωνα με αυτή, ο Ήλιος βρίσκεται ....., που αποτελούσε και το μέχρι τότε γνωστό Σύμπαν.

1.9. Η ανακάλυψη του τηλεσκοπίου στην Ολλανδία στις αρχές του 17ου αιώνα και η χρησιμοποίησή του στην Ιταλία, το 1609, είχε σημαντική επίδραση στην ανάπτυξη της Αστρονομίας. Ο ..... ήταν εκείνος που χρησιμοποίησε το πρώτο αστρονομικό τηλεσκόπιο με το οποίο παρατήρησε αντικείμενα που δεν ήταν .....

1.10. Με τη βοήθεια δορυφόρων, εφοδιασμένων με σύγχρονα τηλεσκόπια (όπως το διαστημικό τηλεσκόπιο Χαμπλ (Hubble)) και ανιχνευτές, είναι δυνατόν να κάνουμε παρατηρήσεις σε όλες τις περιοχές ....., από τα ραδιοκύματα μέχρι τις ακτίνες .....



**ΑΙΔΑΝΤΗΣΗ**

1. εσωτερικούς • εξωτερικούς • γήινους • δίους
2. αστρονομική μονάδα (A. U.) • 150.000.000 χλμ.
3. 11 έτη • ενδεκαετής κύκλος
4. η αρχαιότερη • Μεσοποταμία, την Αίγυπτο
5. αστρολογικά • άστρο + λόγος • επίδραση σε γεγονότα πάνω στη Γη • ζωή
6. του θαλή
7. ηλιοκεντρική • γεωκεντρική
8. ηλιοκεντρικού συστήματος • στο κέντρο του ηλιακού συστήματος
9. Γαλιλαίος • ορατά με γυμνό μάτι
10. του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος • Χ και γ.

**2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

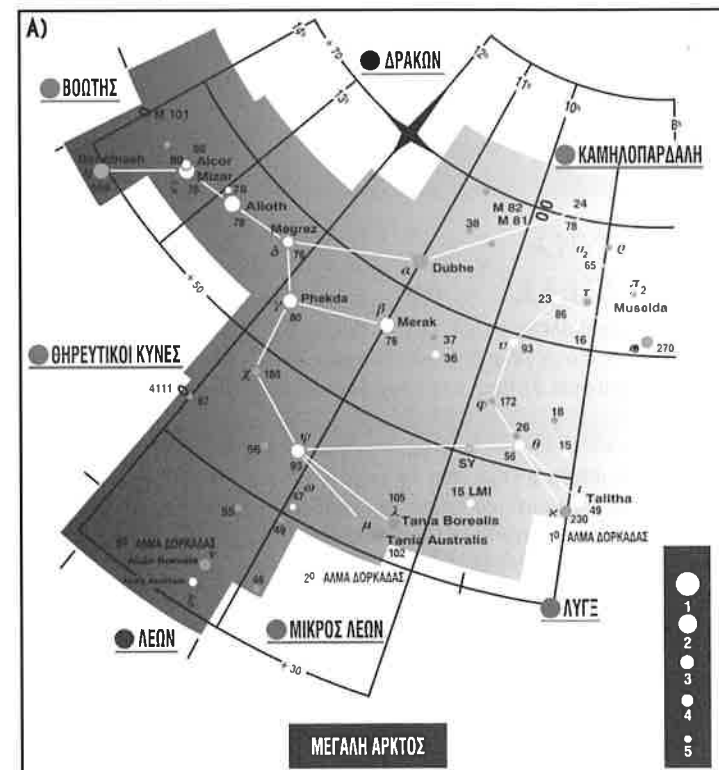
Να σημειώσετε με Σ, εάν είναι σωστή και με Λ, εάν είναι λάθος η κάθε μια από τις εξής προτάσεις:

- 2.1. Η εαρινή ισημερία είναι στις 22 Ιουνίου. [Λ]
- 2.2. Ο Ήλιος απέχει από τη Γη 8 ώρες φωτός. [Λ]
- 2.3. Έκλειψη της Σελήνης έχουμε όταν η Σελήνη μπει ανάμεσα στον Ήλιο και στη Γη [Λ]
- 2.4. Η μονάδα μέτρησης αποστάσεων στο ηλιακό μας σύστημα είναι το έτος φωτός. [Λ]
- 2.5. Η φωτόσφαιρα είναι το εξωτερικό μέρος του Ήλιου που βλέπουμε. [Σ]
- 2.6. Πανσέληνο έχουμε όταν η Σελήνη ανατέλλει και ο Ήλιος δύει. [Σ]
- 2.7. Το βάρος ενός σώματος στη Γη είναι μικρότερο από το βάρος του στη Σελήνη [Λ]
- 2.8. Οι μετεωρίτες είναι τα πεφτάστερα που λέει ο λαός. [Λ]
- 2.9. Ο Κρόνος είναι ο μόνος πλανήτης που έχει δακτυλίους. [Λ]
- 2.10. Φωτογραφίες Δία & Κρόνου μας έστειλε το διαστημικό σκάφος «Βόγιατζερ» [Σ]

**3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Ο αστερισμός της Μεγάλης Άρκτου είναι ένας μεγάλος και πολύ γνωστός αστερισμός.

- Α) Σχεδιάστε πρόχειρα τον αστερισμό της Μεγάλης Άρκτου.
- Β) Τι γνωρίζετε για το μεσαίο άστρο της ουράς της;
- Γ) Πώς μπορούμε με τη βοήθεια της Μεγάλης Άρκτου να προσδιορίσουμε τον πολικό αστέρα;

**ΑΙΔΑΝΤΗΣΗ**

Β) Ο μεσαίος αστέρας της Μεγάλης Άρκτου λέγεται Μιζάρ (Mizar) ή z – Μεγάλης Άρκτου (z – Ursae Major). Είναι διπλός αστέρας και αποτελεί τον πρώτο διπλό αστέρα, που ανακαλύφθηκε και παρατηρήθηκε από τον Ιταλό αστρονόμο Ριτσιόλι (Riccioli), το 1650. Συνοδός του είναι ο Αλκός ή Δοκίμη. Το διπλό αυτό σύστημα παρατηρήθηκε συστηματικά το ίδιο έτος από το ζεύγος Gottfried Kirch και Maria Margaretha, των αστρονόμων. Το 1854, ο Μιζάρ ήταν ο πρώτος διπλός αστέρας που μελετήθηκε μέσω αστρονομικών φωτογραφικών παρατηρήσεων από τον Αμερικανό αστρονόμο Γεώργιο Μποντ (George Bond, 1825 – 1865) στο Χάρβαρντ. Αργότερα ο Πίκερινγκ (1889) διαπίστωσε ότι οι δυο αυτοί αστέρες είναι φασματικά διπλοί και έτσι πρόκειται για τετραπλό αστέρα, που η τροχιακή του κίνηση γίνεται αντιληπτή από την περιοδικότητα που παρουσιάζουν οι μετατοπίσεις «Ντόπλερ» των φασματικών γραμμών του. Το όνομά του είναι αραβικό και σημαίνει «ζώνη». Βρίσκεται σε απόσταση 88 ε.φ. και έχει φαινόμενο μέγεθος 2ο έως 4ο.

Γ) Ο πολικός αστέρας (polaris) ή α – Μικράς Άρκτου είναι ο λαμπρότερος αστέρας του αστερισμού της Μικράς Άρκτου, ο οποίος μάλιστα κατέχει τη θέση του βορείου πόλου του ουρανού. Για το λόγο αυτό είναι από τους σπουδαιότερους αστέρες του ουρανού. Βρίσκεται εύκολα εάν πενταπλασιάσουμε την απόσταση β – α των αστέρων της Μεγάλης Άρκτου, που βρίσκεται πάντα πάνω από το βορρά του τόπου. Είναι ο τελευταίος αστέρας της ουράς της Μικράς Άρκτου και τον έχουν ως οδηγό οι ναυτικοί, οι στρατιωτικοί, οι εκδρομείς κ.λπ. Την ιδιότητά του αυτή οφείλει στο ότι ο άξονας της Γης προεκτεινόμενος διέρχεται πολύ κοντά του, σχεδόν μια μοίρα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να φαίνεται ακίνητος, ενώ οι άλλοι αστέρες περιφέρονται γύρω απ' αυτόν. Σήμερα απέχει μόλις 1° από τον πραγματικό βόρειο πόλο ενώ το έτος 8.000 θα βρίσκεται 6° μακριά από αυτόν.

4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Μια από τις τελευταίες διαστημικές αποστολές ήταν εκείνη του διπλού οχήματος «Κασίνι – Χόιχενς» (“Cassini – Huygens”).

- Α) Τι γνωρίζετε για την αποστολή αυτή και πώς πραγματοποιήθηκε;  
 Β) Ποια ήταν τα αποτελέσματά της;  
 Γ) Τι γνωρίζετε για τη σημερινή κατάσταση των οχημάτων αυτών;  
 (Η απάντησή σας να μην ξεπερνάει τις 200 λέξεις)

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Διαστημικό όχημα Κασίνι – Χόιχενς εκτοξεύτηκε, το 1997, με προορισμό τον πλανήτη Κρόνο, όπου έφθασε το 2004. Μεγάλη εντύπωση προκάλεσε στους αστρονόμους η αυξημένη ποσότητα σκόνης που εντοπίστηκε στη «γραμμή Κασίνι», το μεγάλο δηλ. κενό, που χωρίζει στα δυο το δακτύλιο του Κρόνου. Το σκάφος «Κασίνι» φωτογράφησε επίσης και τους δορυφόρους του Κρόνου και πρόκειται να παραμείνει εκεί μέχρι το 2013.

Εξάλλου ο κύριος προορισμός του «Χόιχενς» ήταν ο Τιτάνας, ο μεγαλύτερος δορυφόρος του Κρόνου, προς τον οποίο κατευθύνθηκε, αφού αποσπάστηκε από το μητρικό σκάφος «Κασίνι», προκειμένου να διερευνήσει την επιφάνειά του. Πραγματικά τρεις εβδομάδες αργότερα, εισήλθε στην ατμόσφαιρά του και άρχισε να μεταδίδει εικόνες στη Γη. Οι εικόνες αυτές αποκαλύπτουν ότι η επιφάνεια του Τιτάνα περιέχει υγρό μεθάνιο, το οποίο έπεσε με τη μορφή βροχής λίγο πριν φτάσει το σκάφος «Χόιχενς». Μερικές φωτογραφίες της επιφάνειάς του δείχνουν έδαφος με ίχνη διάβρωσης, που είναι ενδεικτική της πιθανής ποτάμιας δραστηριότητας στο παρελθόν. Το χώμα είναι μαλακό, νοτισμένο, με λεπτό στερεό φλοιό, ίσως αποτέλεσμα βροχής μεθανίου ή παρουσίας ρευστού κάτω από την επιφάνεια.

Το αλεξίπτωτο του «Χόιχενς» άνοιξε στην ανώτερη ατμόσφαιρα και ο ανιχνευτής χτυπιόταν από τους ανέμους καθώς έπεφτε στην πυκνή ομίχλη και προσεδάφιστηκε στη λάσπη του Τιτάνα. Το αμυδρό φως που περνούσε, έδινε στο έδαφος μια μουντή πορτοκαλί λάμψη, σαν την άσφαλτο, που φωτίζεται τη νύχτα από λάμπες νατρίου.

Το «Χόιχενς» είδε ξερές λίμνες και ακτές, βράχους και χαλίκια, κανάλια και δέλτα ποταμών. Υπάρχει, λοιπόν, «καιρός» στον Τιτάνα υπό μορφή μαύρης βροχής μεθανίου, που πέφτει σχεδόν συνεχώς. Απότομοι βράχοι από πάγο μεθανίου διακρίνονται αμυδρά στον ορίζοντα.

5<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Πριν από μερικά χρόνια στους Ολυμπιακούς αγώνες που έγιναν στην πόλη του Μεξικού (με υψόμετρο 2000 m.) ο Μπομπ Μπιμόν πραγματοποίησε το φοβερό άλμα (για τότε) των 8,90 m. στο μήκος. Μερικοί αμφισβήτησαν το άλμα αυτό λόγω του υψομέτρου της πόλεως του Μεξικού. Μπορείτε να πείτε πού στήριξαν τις αμφιβολίες τους;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Οι αμφιβολίες τους στηρίχτηκαν σε δύο λόγους:

α) Το βάρος του σώματος του αθλητή στο υψόμετρο των 2.000 m. είναι μικρότερο από το βάρος του στην επιφάνεια της θάλασσας γιατί η επιτάχυνση της βαρύτητας στο ύψος του Μεξικού είναι μικρότερη από την επιτάχυνση της βαρύτητας χαμηλότερα και ιδιαίτερα στην επιφάνεια της θάλασσας.

β) Η ατμόσφαιρα στο ύψος εκείνο είναι πιο αραιή και επομένως η αντίσταση του αέρα στο σώμα του αθλητή πιο μικρή.

6<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Ο Ήλιος μας έχει διάμετρο  $1,4 \times 10^9$  m. και το πλησιέστερο αστέρι, ο α – Κενταύρου, απέχει  $4 \times 10^{16}$  m. (4,3 έτη φωτός). Αν σχεδιάσετε τον Ήλιο μας να έχει διάμετρο 1 m: σε ποια απόσταση θα βρισκόταν ο α – Κενταύρου;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Η διάμετρος του Ήλιου και η απόσταση του α – Κενταύρου πρέπει να πληρούν την αναλογία:

$$\frac{1,4 \cdot 10^9}{4 \cdot 10^{16}} = \frac{1}{x} \Rightarrow x = \frac{4 \cdot 10^{16}}{1,4 \cdot 10^9} = 2,857 \cdot 10^7 \text{ m}$$

7<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Να εξηγήσετε τη διαφορά που υπάρχει μεταξύ μετεώρου και μετεωρίτη (με 50 λέξεις).

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Το μεν μετέωρο είναι μικρό ουράνιο σώμα, μεγέθους ενός κόκκου άμμου ή ενός σπόρου, ο δε μετεωρίτης έχει μεγαλύτερο μέγεθος. Και τα δύο κινούνται γύρω από τον Ήλιο και όταν πλησιάσουν τη Γη έλκονται από αυτή.

β) Το μεν μετέωρο διασχίζει τη γήινη ατμόσφαιρα ως διάττοντας αστέρας (όταν έχει μικρή μάζα) ή ως βολίδα (όταν έχει κάπως μεγαλύτερη μάζα) και φωτοβλώντας καίγεται και χάνεται, οπότε ο λαός το ονομάζει πεφτάστερο. Ο δε μετεωρίτης διασχίζει και αυτός την ατμόσφαιρα της Γης ως διάττοντας αστέρας ή βολίδα, όμως, επειδή είναι μεγαλύτερος, δεν καίγεται ολόκληρος, ως πεφτάστερο, αλλά φθάνει μέχρι την επιφάνειά της και δημιουργεί κρατήρα (π.χ. κρατήρας της Αριζόνας).

8<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Ένας αστέρας ανατέλλει στις 21ώ. 45λ. σε έναν τόπο και δύει στις 4ώ. 25λ. της επόμενης αστρικής ημέρας.

- Α) Πόση ώρα κάνει από την Ανατολή του μέχρι τη Δύση του (δηλ. σε πόση ώρα διανύει το ημερήσιο τόξο του);  
 Β) Ποια ώρα μεσουρανεύει άνω;  
 Γ) Σε πόση ώρα διανύει το νυκτερινό τόξο του (δηλ. το τόξο από τη Δύση του μέχρι την Ανατολή του);

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Α) Από την ώρα που ανατέλλει μέχρι το τέλος αυτής της αστρικής ημέρας είναι:

$$24 - 21\omega 45\lambda = 23\omega 60\lambda - 21\omega 45\lambda = 2\omega 15\lambda$$

Επομένως το ημερήσιο τόξο το διανύει ο αστέρας σε:  $2\omega 15\lambda + 4\omega 25\lambda = 6\omega 40\lambda$

Β) Ο αστέρας μεσουρανεύει άνω μετά από:  $6\omega 40\lambda : 2 = 3\omega 20\lambda$

από την ανατολή του. Άρα θα μεσουρανεύει άνω στις:  $21\omega 45\lambda + 3\omega 20\lambda = 24\omega 65\lambda = 25\omega 5\lambda$

Ήτοι στις:  $25\omega 5\lambda - 24\omega = 1\omega 5\lambda$

της επόμενης αστρικής ημέρας.

Γ) Το νυκτερινό τόξο του θα το διανύσει σε:  $24\omega - 6\omega 40\lambda = 23\omega 60\lambda - 6\omega 40\lambda = 17\omega 20\lambda$

## Θέματα και Απαντήσεις 2ης φάσης "ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ"

## ΓΙΑ ΤΟ ΛΥΚΕΙΟ

1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Να απαντήσετε στις ακόλουθες ερωτήσεις επιλέγοντας τη σωστή από τις προτεινόμενες απαντήσεις.

1.1. Η γραμμή των 21 εκατοστών, που ευρύτατα χρησιμοποιείται από τους ραδιοαστρονόμους, αναφέρεται στο:

- Α) Άζωτο  
Β) Μεθάνιο  
Γ) Υδρογόνο   
Δ) Υδροξύλιο  
Ε) Νερό

1.2. Οι γαλαξίες στην ακολουθία Χαμπλ κατατάσσονται ανάλογα με:

- Α) Τη φωτεινότητά τους  
Β) Τη μάζα τους  
Γ) Το σχήμα τους   
Δ) Το μέγεθός τους  
Ε) Το πλήθος των αστέρων τους

1.3. Η διαδικασία, με την οποία ένας μεγάλος γαλαξίας, υπό την επίδραση των βαρυτικών έλξεων, συγχωνεύει έναν μικρότερο, συνοδό, γαλαξία λέγεται:

- Α) Γαλαξιακή απορρόφηση  
Β) Γαλαξιακός κανιβαλισμός   
Γ) Γαλαξιακή αποσύνθεση  
Δ) Γαλαξιακή αλληλεπίδραση  
Ε) Γαλαξιακή υπέρθεση

1.4. Η φαινόμενη κίνηση ενός άστρου στον ουρανό, σχετικά με τα άλλα άστρα λέγεται:

- Α) Απόκλιση  
Β) Προκύπτουσα κίνηση  
Γ) Ιδία κίνηση   
Δ) Ακτινική κίνηση  
Ε) Διαφορική κίνηση

1.5. Ο αστρονόμος Γκιουζέπε Πιάττι (Giuseppe Piazzi) ανακάλυψε, το 1801, για πρώτη φορά:

- Α) Μετεωρίτη  
Β) Μετεωροειδή  
Γ) Μετέωρο  
Δ) Αστεροειδή   
Ε) Κομήτη

1.6. Το χρώμα ενός άστρου φασματικού τύπου G είναι:

- Α) Μπλε  
Β) Ασπρογάλαζο  
Γ) Πορτοκαλί  
Δ) Κόκκινο  
Ε) Κίτρινο

1.7. Το διαστημικό σκάφος «Βόγιατζερ - 1» ("Voyager - 1") εκτοξεύθηκε:

- Α) Το 1965  
Β) Το 1969  
Γ) Το 1977   
Δ) Το 1985  
Ε) Το 2004

1.8. Το «Σκάλιαμπ» ("Skylab") ήταν:

- Α) Διαπλανητικό σκάφος, που χαρτογράφησε τον Άρη  
Β) Διαστημικό λεωφορείο  
Γ) Διαστημικό σκάφος που καταστράφηκε στο Δία  
Δ) Διαστημικός σταθμός   
Ε) Όχημα, που καταστράφηκε στον Άρη

1.9. Το πρόγραμμα «Απόλλων» για την κατάκτηση της Σελήνης τελείωσε:

- Α) Το 1967, με το διαστημόπλοιο «Απόλλων 15»  
Β) Το 1969, με το διαστημόπλοιο «Απόλλων 16»  
Γ) Το 1972, με το διαστημόπλοιο «Απόλλων 17»   
Δ) Το 1981, με το διαστημόπλοιο «Απόλλων 18»  
Ε) Το 1986, με το διαστημόπλοιο «Απόλλων 17»

1.10. Μια στήριξη τηλεσκοπίου, που ο σωλήνας του περιστρέφεται γύρω από κατακόρυφο άξονα και πάνω κάτω στο κατακόρυφο επίπεδο, λέγεται:

- Α) Αλταζιμουθιακή   
Β) Συμβατική  
Γ) Ντομπσονιαν (Dobsonian)  
Δ) Ισημερινή  
Ε) Πολική

2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Κατά το περασμένο έτος 2011, τα τρία από τα 10 μεγαλύτερα επιτεύγματα της επιστήμης ήταν αστρονομικά. Ένα από αυτά ήταν το τηλεκατευθυνόμενο ιαπωνικό διαστημικό σκάφος «Χαγιαμπούσα» ("Hayabusa" = «γεράκι»). Τι γνωρίζετε για το εγχείρημα αυτό; (Η απάντησή σας να μη ξεπερνάει τις 150 λέξεις).



## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Το διαστημικό σκάφος «Χαγιαμπούσα» εκτοξεύθηκε στις 2.5.2003 και έφτασε στην περιοχή του αστεροειδή «Ιτοκάβα» ("Itokawa"), στις 4.11.2005. Πάνω στον αστεροειδή αυτό προσεδαφίστηκε το ρομπότ «Μινέρβα» («Αθηνά»), το οποίο συνέλεξε δείγματά του. Η επιχείρηση ολοκληρώθηκε «χωρίς προβλήματα», ωστόσο στη συνέχεια χάθηκαν τα ίχνη του «Χαγιαμπούσα» και ύστερα από πολλές έρευνες βρέθηκαν μόλις το 2010, οπότε οι Ιάπωνες το κατεύθυναν προς τη Γη. Πραγματικά στις 15.6.2010 το «Χαγιαμπούσα» επέστρεψε στη Γη μετά από περιπετειώδες ταξίδι 7 ετών. Το μητρικό σκάφος κάρκε μέσα στην ατμόσφαιρα της Γης και, όπως είχε σχεδιαστεί, μία μικρή κάψουλα απελευθερώθηκε και κατέπεσε με αλεξίπτωτο σε ερημική περιοχή της Αυστραλίας. Η πρώτη ανάλυση δειγμάτων από αστεροειδή, που έγινε με ηλεκτρονικά μικροσκόπια, έδειξαν ότι περιέχουν εξωγήινα υλικά "με διαφορετικά χαρακτηριστικά".

Το «Χαγιαμπούσα» διέθετε ένα ιδιαίτερα προηγμένο σύστημα πλοήγησης. Οι κινητήρες του βασιζόνταν στην εκτόξευση ιόντων του αερίου «ξένου», τα οποία επιταχύνονται μεταξύ δύο ηλεκτροδίων με αντίθετο φορτίο. Η προωθητική αυτή μηχανή του λειτουργούσε με ιόντα, που εκτινάσσονταν με μεγάλη ταχύτητα, δίνοντας έτσι στο όχημα αρκετή ώθηση.

Η όλη αποστολή είναι ιδιαίτερα σημαντική, γιατί στα δείγματα που μας έφερε πίσω έχει αποτυπωθεί η ιστορία του πλιακού μας συστήματος, αφού έχουν μείνει αναλλοίωτα εδώ και 4,6 δισεκατομμύρια χρόνια.

3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

- A) Ποιος είναι ο ρόλος της βαρύτητας στη μελλοντική εξέλιξη του Σύμπαντος;  
B) Γιατί δεν μπορούμε να αποφανθούμε με βεβαιότητα αν το Σύμπαν είναι κλειστό ή ανοικτό;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Σύμφωνα με τη Μεγάλη Έκρηξη το Σύμπαν εξακολουθεί να διαστέλλεται. Στη διαστολή του, ωστόσο, αντιτίθεται η βαρύτητα, η οποία και την επιβραδύνει. Είναι άραγε η βαρύτητα αρκετά ισχυρή, ώστε να ανακόψει κάποτε τη διαστολή εντελώς και να προκαλέσει στη συνέχεια συστολή του Σύμπαντος; Ή το Σύμπαν θα συνεχίσει να διαστέλλεται επ' άπειρον, έστω και με μειούμενο ρυθμό;

Όλα τα πιθανά σενάρια απορρέουν από τη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας: Το τι θα συμβεί εξαρτάται αποκλειστικά από το αν η πυκνότητα της ύλης του Σύμπαντος είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από μια κρίσιμη τιμή, η οποία υπολογίζεται σε  $d_c = 5 \cdot 10^{-27} \text{ Kg/m}^3$

Διαμορφώνονται, λοιπόν τρία πιθανά ενδεχόμενα:

1. Αν η πυκνότητα του Σύμπαντος είναι μικρότερη από την κρίσιμη ( $d < d_c$ ), τότε το Σύμπαν είναι ανοικτό και θα διαστέλλεται παντοτινά.

2. Αν η πυκνότητα του Σύμπαντος ισούται με την κρίσιμη ( $d = d_c$ ), τότε η διαστολή του Σύμπαντος θα σταματήσει σε άπειρο χρόνο και το Σύμπαν θα είναι «επίπεδο».

3. Αν, τέλος, η πυκνότητα είναι μεγαλύτερη από την κρίσιμη ( $d > d_c$ ), τότε η βαρύτητα είναι αρκετά ισχυρή και κάποια στιγμή θα σταματήσει τη διαστολή του Σύμπαντος. Τότε θα αρχίσει η συστολή αυτού και τελικά θα καταλήξει σε μια μαύρη τρύπα. Στην περίπτωση αυτή το Σύμπαν λέγεται «κλειστό» ή «παλλόμενο».

Σήμερα, οι τιμές που έχουμε για την πυκνότητα του Σύμπαντος πλησιάζουν πολύ στην κρίσιμη πυκνότητα αυτού. Επομένως κλείνουμε προς την άποψη ότι το Σύμπαν είναι επίπεδο.

4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Στην επιφάνεια ενός πλανήτη εμφανίζονται συνθήκες έλλειψης βαρύτητας. Η περίοδος περιστροφής του πλανήτη γύρω από τον άξονά του είναι  $T$ . Να εκφράσετε την πυκνότητα  $d$  του πλανήτη συναρτήσει της περιόδου του  $T$  και της παγκόσμιας έλξης  $G$ .

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Έστω  $R$  η ακτίνα του πλανήτη, που έχει μάζα  $M$  και  $m$  είναι η μάζα ενός σώματος πάνω στην επιφάνειά του, που περιστρέφεται μαζί με τον πλανήτη με ταχύτητα  $v$ . Τότε η κεντρομόλος δύναμη του σώματος ισούται με τη δύναμη της παγκόσμια έλξης που ασκείται επ' αυτού ήτοι:  $F_k = F$

Από τη σχέση αυτή έχουμε διαδοχικά:

$$\frac{mv^2}{R} = G \cdot \frac{M \cdot m}{R^2} \Rightarrow v^2 = G \cdot \frac{M}{R} = G \cdot \frac{V \cdot d}{R} = G \cdot \frac{\frac{4}{3}\pi R^3 d}{R} = G \cdot \frac{4}{3}\pi \cdot R^2 \cdot d \quad (1)$$

$$\text{Εξάλλου η γραμμική ταχύτητα } v \text{ εκφράζεται από τον τύπο: } v = \frac{2\pi R}{T} \quad (2)$$

Οπότε η (1) με βάση τη (2) γίνεται:

$$\left(\frac{2\pi R}{T}\right)^2 = G \cdot \frac{4}{3}\pi \cdot R^2 \cdot d \Rightarrow \frac{4\pi^2 \cdot R^2}{T^2} = G \cdot \frac{4}{3}\pi \cdot R^2 \cdot d \Rightarrow \frac{\pi}{T^2} = \frac{G}{3} \cdot d \Rightarrow d = \frac{3\pi}{G \cdot T^2}$$

όπου  $V$  είναι ο όγκος του πλανήτη.

5<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Το φάσμα ενός γαλαξία τύπου Seyfert, μάζας  $M$ , δείχνει ότι η ταχύτητα περιστροφής του σε απόσταση  $r = 1,2 \text{ pc}$  από το κέντρο του, είναι  $1200 \text{ km/s}$ . Υποθέτοντας ότι η περιστροφή του γαλαξία είναι κυκλική και ότι ισχύει ο 3ος νόμος του Κέπλερ, να υπολογίσετε τη μάζα  $M$  αυτού.

(Δίδονται:  $1 \text{ pc} = 3,2 \cdot 10^{13} \text{ km}$ ,  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$ ).

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Ο 3ος νόμος του Κέπλερ έχει ως εξής:

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M} \quad (1)$$

Από τη γραμμική δε ταχύτητα της αέριας μάζας έχουμε ότι:

$$v = \omega \cdot r = \frac{2\pi}{T} \cdot r \Leftrightarrow T = \frac{2\pi \cdot r}{v} \quad (2)$$

Επομένως η (1) λόγω της (2) γίνεται:

$$\left(\frac{2\pi \cdot r}{v}\right)^2 = \frac{4\pi^2}{G \cdot M} \Leftrightarrow \frac{4\pi^2 \cdot r^2}{v^2 \cdot r^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M} \Leftrightarrow \frac{1}{v^2 \cdot r} = \frac{1}{G \cdot M} \Leftrightarrow M = \frac{v^2 \cdot r}{G} \quad (3)$$

Αντικαθιστώντας τώρα στην (3) τις αντίστοιχες τιμές που δόθηκαν ήτοι:

$$v = 1.200 \text{ km/s} = 1.200.000 \text{ m/s} = 12 \times 10^5 \text{ m/s}^2$$

$$\text{και } r = 1,2 \times 3,2 \times 10^{13} \text{ km} = 3,84 \times 10^{16} \text{ m}$$

έχουμε:

$$M = \frac{(12 \times 10^5)^2 \times 3,84 \times 10^{16}}{6,67 \times 10^{-11}} = \frac{144 \times 3,84 \times 10^{26}}{6,67 \times 10^{-11}} \approx 83 \times 10^{37} \text{ kg}$$

## Θέματα και Απαντήσεις 2ης φάσης “ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ”

## ΓΙΑ ΤΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ

1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Αντιστοιχίστε τα χαρακτηριστικά της δεξιάς στήλης σε έναν ή περισσότερους, από τους πλανήτες της αριστερής στήλης που ταιριάζουν:

α) Ερμής	Α) Ισχυρό μαγνητικό πεδίο
β) Αφροδίτη	Β) Συμπαγής πυρήνας
γ) Γη	Γ) Λεπτοί δακτύλιοι
δ) Άρης	Δ) Πυκνή ατμόσφαιρα
ε) Δίας	Ε) Επιφάνεια με πολλούς κρατήρες
ζ) Κρόνος	Ζ) Ελάχιστο οξυγόνο
η) Ουρανός	Η) Πάνω από 10 δορυφόρους
θ) Ποσειδώνας	Θ) Λεπτή ατμόσφαιρα κυρίως από CO <sub>2</sub>
	Ι) Ύπαρξη μεθανίου στην ατμόσφαιρα

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α – Β&Ε&θ	ε – Α&Β&Γ&Δ&Η&Ι
β – Δ&Ε&Ζ	ζ – Β&Γ&Δ&Η&Ι
γ – Α&Δ	η – Α&Β&Γ&Δ&Ι
δ – Β&Ε&Ζ	θ – Α&Β&Γ&Δ&Η&Ι

2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Η Αφροδίτη ονομάζεται «αδερφός» πλανήτη της Γης, γιατί έχει μέγεθος, μάζα και πυκνότητα περίπου ίδια με τη Γη. Παρόλα αυτά, δεν θα μπορούσατε να ζήσετε εκεί. Δώστε τρεις συνοπτικές απαντήσεις για το θέμα αυτό.

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

- 1) Έχει επιφανειακή θερμοκρασία 480° C
- 2) Έχει ατμόσφαιρα διοξειδίου του άνθρακα (που είναι δηλητηριώδης)
- 3) Έχει ατμοσφαιρική πίεση πολύ υψηλή (γύρω στις 90 φορές μεγαλύτερη από της Γης)

3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Να απαντήσετε στις ακόλουθες ερωτήσεις επιλέγοντας τη σωστή από τις προτεινόμενες απαντήσεις:

3.1. Ο άνθρωπος πάτησε το πόδι του στη Σελήνη για πρώτη φορά το:

- Α) 1961  
 Β) 1969   
 Γ) 1984  
 Δ) 2000  
 Ε) 2011

3.2. Από τους παρακάτω επιστήμονες αστρονόμος είναι μόνο ο:

- Α) Φέρμι  
 Β) Χαμπλ   
 Γ) Χάιζενμπεργκ  
 Δ) Δαρβίνος  
 Ε) Ιούλιος Βερν

3.3. Ο Σείριος είναι αστέρας που ανήκει στον αστερισμό:

- Α) Του Ωρίωνα  
 Β) Του Μεγάλου Κυνός   
 Γ) Της Κασσιόπης  
 Δ) Του Περσέως  
 Ε) Της Μεγάλης Άρκτου

3.4. Από τα παρακάτω ονόματα ένα αντιστοιχεί σε αστερισμό:

- Α) Ο Μπετελγκέζ  
 Β) Η Δήμητρα  
 Γ) Ο Ηρακλής   
 Δ) Η Πούλια  
 Ε) Η Αφροδίτη

3.5. Η Σελήνη κατά την περιφορά της γύρω από τη Γη παρουσιάζει τέσσερις βασικές φάσεις, από τις οποίες η κάθε μία διαρκεί περίπου:

- Α) 5 ημέρες  
 Β) 24 ημέρες  
 Γ) 7 ημέρες   
 Δ) 10 ημέρες  
 Ε) 29 ημέρες

3.6. Ο Αυγερινός ή Έσπερος ή Αποσπερίτης είναι ονομασίες που αντιστοιχούν στον πλανήτη:

- Α) Άρη  
 Β) Ποσειδώνα  
 Γ) Δία  
 Δ) Αφροδίτης   
 Ε) Κανέναν από τους παραπάνω.

3.7. Ο Πολικός Αστέρας ανήκει στον αστερισμό:

- Α) Της Καμηλοπάρδαλης  
 Β) Του Ταύρου  
 Γ) Της Μικρής Άρκτου   
 Δ) Του Βοώτη  
 Ε) Του Λέοντα

3.8. Ένα σώμα, για να φύγει από την ελκτική δύναμη ενός πλανήτη πρέπει να κινηθεί με ταχύτητα που εξαρτάται από τη μάζα του πλανήτη. Η ταχύτητα αυτή είναι μεγαλύτερη:

- Α) Στη Γη   
 Β) Στην Αφροδίτη  
 Γ) Στον Ερμή  
 Δ) Στον Άρη  
 Ε) Στον Πλούτωνα

3.9. Ένα ουράνιο σώμα του πλανητικού μας συστήματος ονομάστηκε νάνος πλανήτης.

- Αυτός είναι ο:  
 Α) Ερμής  
 Β) Ποσειδώνας   
 Γ) Πλούτωνα  
 Δ) Ουρανός  
 Ε) Άρης

3.10. Η Γη βρίσκεται στο κοντινότερο σημείο της τροχιάς της γύρω από τον Ήλιο:

- Α) Τον Ιούλιο  
 Β) Τον Αύγουστο  
 Γ) Το Μάρτιο  
 Δ) Τον Ιανουάριο   
 Ε) Το Δεκέμβριο

4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

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

1. Οι νόμοι της κίνησης των πλανητών διατυπώθηκαν για πρώτη φορά από το Γαλιλαίο. (Λ)
2. Ο νόμος των Μπόντε – Τίτιους ισχύει για ολόκληρο το πλανητικό μας σύστημα. (Λ)
3. Η περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονά της γίνεται αντίθετα από την περιστροφή της Αφροδίτης γύρω από τον άξονά της. (Σ)
4. Ο γαλαξίας της Ανδρομέδας ανήκει στην τοπική ομάδα των γαλαξιών. (Σ)
5. Ο νόμος της Παγκόσμιας έλξης το Νεύτωνα λέει ότι η δύναμη που έλκει δύο ουράνια σώματα είναι ανάλογος του τετραγώνου της απόστασης των μαζών. (Λ)
6. Η Σελήνη δεν περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της, γι' αυτό παρουσιάζει πάντοτε την ίδια επιφάνεια προς τη Γη μας. (Λ)
7. Ο Πολικός Αστéρας είναι ο τελευταίος αστέρας στην ουρά της Μικρής Άρκτου. (Σ)
8. Το φως του Ήλιου για να φθάσει στη Γη χρειάζεται 8 δευτερόλεπτα. (Λ)
9. Η δομή του Γαλαξία μας είναι σπειροειδής. (Σ)
10. Οι δύο δορυφόροι του πλανήτη Άρη είναι ο Φανυμίδης και η Ευρώπη. (Λ)

5<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Πόσα χρόνια χρειάζεται ένα διαστημόπλοιο για να φθάσει στον αστέρα α – Κενταύρου, σε απόσταση 4,3 έ.φ. (έτη φωτός), αν κινείται με ταχύτητα 200 χλμ/δ.;

(Δίδεται:  $1 \text{ έ.φ.} = 9,46 \times 10^{12} \text{ χλμ.}$ )

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Η απόσταση S, που θα διανύσει το διαστημόπλοιο είναι:

$$S = 4,3 \times 9,46 \times 10^{12} = 40,678 \times 10^{12} \text{ χλμ.}$$

Από τον τύπο δε:

$$t = \frac{S}{v} = \frac{40,678 \times 10^{12}}{200} = 20,339 \times 10^{10} \text{ sec}$$

Και επειδή το έτος έχει:

$$3.600\delta. \times 24\omega. \times 365 \eta\mu. = 31.536.000 \delta.$$

Η απόσταση σε έτη θα είναι:

$$203.390.000.000 : 31.536.000 = 6.449,45 \text{ έτη}$$

## 3η φάση «ΙΠΠΑΡΧΟΣ»

## Α' Πίνακας επιτυχόντων Λυκείου

## ΓΙΑ ΤΗ NASA

1. Κούρκουλου Ιωάννα, Λύκειο Εκπαιδευτηρίων Κωστήα – Γείτονα Αθηνών
2. Κουκουφίλλππας Νικόλαος, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Κορωπίου Αττικής

## ΒΡΑΒΕΙΑ

1. Κούρκουλου Ιωάννα, Λύκειο Εκπαιδευτηρίων Κωστήα – Γείτονα Αθηνών
2. Κουκουφίλλππας Νικόλαος, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Κορωπίου Αττικής
3. Καραγιώργος Ιωάννης, 2<sup>ο</sup> Λύκειο Αγρινίου

## ΕΠΑΙΝΟΙ

4. Σταμάτης Μιχαήλ, 1<sup>ο</sup> Λύκειο Φιλιππιάδας Πρέβεζας
5. Μαρούδα Κρινιώ, Λύκειο Λεχαινών Ηλείας
6. Βουρλιώτης Μάνος, 26<sup>ο</sup> Λύκειο Αθηνών
7. Τζιτζιμπάσης Παρασκευάς, Λύκειο Δοξάτου Δράμας
8. Πράπας Ευθύμιος-Αλκιβιάδης, Λύκειο Ανατόλια Θεσσαλονίκης
9. Τσαπράζη Ελένη, Λύκειο Εκπαιδευτηρίων Μαντουλίδη Θεσσαλονίκης
10. Οκαλίδης Περικλής, Αρσάκειο Λύκειο Θεσσαλονίκης
11. Μοντσενίγος Ευάγγελος, Λύκειο Ιωνιδείου Σχολής Πειραιά
12. Καρατζένης Νικόλαος, 8<sup>ο</sup> Λύκειο Ιωαννίνων
13. Παπαγεωργάκης Χρήστος, 3<sup>ο</sup> Λύκειο Κορωπίου Αττικής
14. Παλάσκος Αχιλλέας, 11<sup>ο</sup> Λύκειο Θεσσαλονίκης
15. Φώτος Θεόφιλος, Λύκειο Πεδινής Ιωαννίνων

**ΣΗΜ.** Οι 11 πρώτοι μαθητές επιλέγονται για να συμμετάσχουν στην 4η και τελευταία φάση «ΠΤΟΛΕΜΑΙΟΣ» του διαγωνισμού για τη στελέχωση της 5μελούς Ολυμπιακής Ομάδας της Βραζιλίας.

## Β' Πίνακας επιτυχόντων Γυμνασίου

## ΒΡΑΒΕΙΑ

1. Βαλμάς Αντώνιος, Πειραματικό Γυμνάσιο Αναβρύτων Αθηνών
2. Βογιατζής Ιωάννης – Γεώργιος, 1<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Κουφαλιών Θεσσαλονίκης
3. Κουταλιός Ιωάννης, 2<sup>ο</sup> Πειραματικό Γυμνάσιο Θεσσαλονίκης

## ΕΠΑΙΝΟΙ

4. Λομβαρδέας Οδυσσέας, 6<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Ξάνθης
5. Παπαχατζάκης Γεώργιος, Μουσικό Γυμνάσιο Άρτας
6. Κετσετσίδης Ραφαήλ, Γυμνάσιο Εκπαιδευτηρίων Μαντουλίδη Θεσσαλονίκης
7. Τσιγκαλίδας Διονύσιος, Γυμνάσιο Αμαλιάδας Ηλείας
8. Ζαφειριάδου Γεωργία, 6<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Ξάνθης
9. Μεταφετζή Βασιλική, 5<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Βόλου



## Θέματα και Απαντήσεις 3ης φάσης “ΙΠΠΑΡΧΟΣ”

## ΓΙΑ ΤΟ ΛΥΚΕΙΟ

1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Το απόλυτο μέγεθος του Ηλίου είναι 4,82. Υπάρχουν άστρα, από τη γειτονιά των οποίων ο Ήλιος θα είναι ορατός σαν αστέρι πρώτου μεγέθους; Αν ναι, ποια είναι τα άστρα αυτά, που φαίνονται στον ουρανό με γυμνό μάτι;

(Δίδεται ότι  $1pc = 3,26 \text{ έ.φ.}$ ).

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Βάσει της σχέσης

$$M = m + 5 - 5 \cdot \log D$$

όπου  $M$  το απόλυτο μέγεθος ενός άστρου,  $m$  το φαινόμενο μέγεθος του και  $D$  η απόσταση του άστρου από τον παρατηρητή σε parsecs, αντικαθιστώντας θα έχουμε:

$$4,82 = 1 + 5 - 5 \cdot \log D \rightarrow 5 \log D = 1,18$$

απ' όπου προκύπτει:

$$\log D = \frac{1,18}{5} = 0,236 \Rightarrow D = 1,722 \text{ parsec}$$

Και μετατρέποντας τα parsec σε έτη φωτός έχουμε:

$$D = 1,722 \times 3,26 = 6,61 \text{ έ.φ.}$$

Μέσα σε σφαίρα ακτίνας 6,61 έ.φ. γνωστοί αστέρες είναι μόνο ο  $\alpha$  - Κενταύρου (4,2 έ.φ.), με μηδενικό φαινόμενο μέγεθος. (Σημ. Ο  $\alpha$  - Κενταύρου είναι διπλός Α, Β)

2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Η Γη κινείται σε περίπου κυκλική τροχιά γύρω από τον Ήλιο, σε απόσταση  $r = 8 \text{ μπν. φωτός}$  και με περίοδο  $T_r = 1$  έτος.

Παρόμοια, ο Ήλιος κινείται σε περίπου κυκλική τροχιά γύρω από το κέντρο του Γαλαξία μας και σε απόσταση  $R = 30.000$  έτη φωτός με περίοδο  $T_H = 240$  εκατομμύρια έτη.

Με αυτά τα δεδομένα, υπολογίστε τη μάζα  $M_G$  του Γαλαξία μας συναρτήσει της μάζας  $M_H$  του Ήλιου, θεωρώντας ότι το σύνολο σχεδόν της γαλαξιακής μάζας είναι συγκεντρωμένο εσωτερικά της τροχιάς του Ήλιου έτσι, ώστε η βαρυτική έλξη του Γαλαξία στον Ήλιο να μπορεί να προσεγγισθεί, θεωρώντας ότι όλη η μάζα  $M_G$  του Γαλαξία είναι συγκεντρωμένη στο κέντρο του.

Δίδεται:  $1 \text{ έτος} = 365 \text{ μέρες}$ .

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Από την περιστροφή της Γης γύρω από τον Ήλιο έχουμε:

$$F_{\text{κεντρ.}} = F_{\text{βαρ.}} \Leftrightarrow \frac{m_r \cdot v_r^2}{r} = G \cdot \frac{M_H \cdot m_r}{r^2} \Leftrightarrow v_r^2 = G \cdot \frac{M_H}{r} \quad (1)$$

Όμως:

$$v_r = \omega_r \cdot r = \frac{2\pi}{T_r} \cdot r \Leftrightarrow v_r^2 = \frac{4\pi^2}{T_r^2} \cdot r^2 \quad (2)$$

Οπότε, εξισώνοντας τις (1) και (2) θα έχουμε:

$$G \cdot \frac{M_H}{r} = \frac{4\pi^2}{T_r^2} \cdot r^2 \quad (3)$$

Με τον ίδιο τρόπο εργαζόμενοι βρίσκουμε ότι για την περιφορά του Ήλιου γύρω από το γαλαξιακό κέντρο ισχύει ο ίδιος τύπος ήτοι:

$$G \cdot \frac{M_G}{R} = \frac{4\pi^2}{T_H^2} \cdot R^2 \quad (4)$$

Διαιρώ τις (3) και (4) κατά μέλη και έχω:

$$\frac{\frac{M_G}{R}}{\frac{M_H}{r}} = \frac{\frac{1}{T_H^2} \cdot R^2}{\frac{1}{T_r^2} \cdot r^2} \Leftrightarrow \frac{M_G \cdot r}{M_H \cdot R} = \frac{T_r^2}{T_H^2} \cdot \frac{R^2}{r^2} \Leftrightarrow M_G = \left(\frac{R}{r}\right)^3 \cdot \left(\frac{T_r}{T_H}\right)^2 \cdot M_H \quad (5)$$

Αντικαθιστώντας στην (5) τα δεδομένα έχω:

$$M_G = \left(\frac{30.000}{8}\right)^3 \cdot \left(\frac{1}{240 \times 10^6}\right)^2 M_H \text{ ή } M_G = \left(\frac{3 \times 10^4}{8}\right)^3 \cdot \frac{1}{576 \times 10^{12}} \cdot M_H$$

$$\text{Ή } M_G = (197 \times 110^6)^3 \times \frac{1}{576 \times 10^{12}} \approx 767633 \times 50^{18} \times \frac{1}{576 \times 10^{12}} \approx 10^{11} \cdot M_H$$

**3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

«Η Μεσοποταμιακή κατάταξη των αστερισμών έχει επιζήσει μέχρι σήμερα, διότι έγινε η βάση ενός αριθμητικού σχήματος αναφοράς του εκλειπτικού ή ζωδιακού, συστήματος. Αυτό συνέβη περί το 450 π.Χ., όταν η εκλειπτική αναγνωρίσθηκε σαφώς και διαιρέθηκε σε 12 ίσα ζώδια» (Εγκυκλοπαίδεια Π. – Λ. – Β.)

Με τη λέξη "ίσα" εννοείται "τόξα ίσου πλάτους", δηλ. ακριβώς 30° το καθένα (κάτι που δεν αληθεύει για τους αντίστοιχους αστερισμούς, αλλά άλλο οι αστερισμοί και άλλο τα ζώδια).

Ως γνωστόν, ο Ήλιος, στο βορειότερο σημείο της φαινομενικής ετήσιας παλινδρόμησής του, μεσουρανή ακριβώς στο zenίθ στο βορειότερο παράλληλο που αυτό είναι δυνατόν να συμβεί (δηλ. περίπου στον παράλληλο των 23,5° βόρεια), την 21η Ιουνίου. Από την επόμενη ημέρα ο Ήλιος "τρέπεται" προς νότο. Την εποχή που η Αστρονομία ανθούσε στη Μεσοποταμία, στις 21 Ιουνίου ο Ήλιος μόλις εισερχόταν στην περιοχή του ζωδίου του Καρκίνου, έτσι ο παράλληλος των 23,5° βόρεια ονομάστηκε (πολύ αργότερα, βέβαια – το 1545) "Τροπικός του Καρκίνου".

Δοθέντος ότι η περίοδος της μετάπτωσης του άξονα της Γης είναι περίπου 25.800 χρόνια, αν έπρεπε να δώσουμε σήμερα μια ονομασία στον παράλληλο των 23,5° βόρεια, πώς θα τον ονομάζαμε;

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

Αφού τα ζώδια είναι δώδεκα και ίσου πλάτους, αυτό σημαίνει ότι κάθε  $25.800 : 12 = 2.150$  χρόνια, οπότε το σημείο γ (και όλη η υπόλοιπη εξέλιξη της τροχιάς του Ήλιου) "αλλάζει ζώδιο" (οπισθοχωρώντας). Από το 450 π.Χ. μέχρι σήμερα παρήλθαν  $2012 + 450 = 2462$  χρόνια, άρα έχουν αλλάξει δύο ζώδια. Δύο ζώδια πριν τον Καρκίνο είναι ο Ταύρος, άρα σήμερα ο Τροπικός του Καρκίνου θα έπρεπε να ονομάζεται Τροπικός του Ταύρου.

**4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Τα κατοπτρικά τηλεσκόπια, εκτός των άλλων, περιλαμβάνουν ένα αντικειμενικό ή πρωτεύον κάτοπτρο και ένα δευτερεύον κάτοπτρο.

- A) Γιατί επιδιώκεται να κατασκευάζονται τα κατοπτρικά τηλεσκόπια, με όσο το δυνατό μεγαλύτερο αντικειμενικό κάτοπτρο;
- B) Γιατί στην ανακλαστική επιφάνεια του αντικειμενικού κατόπτρου ενός τέτοιου τηλεσκοπίου, δίνεται παραβολοειδές σχήμα;
- Γ) Ποιος ο ρόλος του προσοφθάλμιου φακού;
- Δ) Για ποιο λόγο τοποθετούνται τηλεσκόπια σε τροχιά γύρω από τη Γη, παρά το μεγάλο τους κόστος;

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

A) Όσο μεγαλύτερο είναι το αντικειμενικό κάτοπτρο τόσο περισσότερο φως του αντικειμένου συγκεντρώνει και επομένως τόσο καλύτερο και ευκρινέστερο είναι το είδωλό του και τόσο αμυδρότερα αντικείμενα μπορούμε να παρατηρήσουμε.

B) Το παραβολοειδές κάτοπτρο περιορίζει δραστικά τη λεγόμενη σφαιρική αποπλάνηση του φωτός που εισέρχεται στο τηλεσκόπιο. Έτσι επιτυγχάνεται καλής ποιότητας είδωλα των αστέρων, διότι οι ακτίνες συγκεντρώνονται ακριβώς στην κύρια εστία του κατόπτρου και όχι στην περιοχή της κύριας εστίας.

Γ) Ο προσοφθάλμιος φακός χρησιμεύει για να μεγεθύνει το είδωλο του αντικειμένου που παρατηρείται. Όσο μεγαλύτερη μεγέθυνση, όμως, πετυχαίνουμε, τόσο αμυδρότερο είναι το είδωλο.

Δ) Οι παρατηρήσεις που γίνονται με επίγεια τηλεσκόπια επηρεάζονται σημαντικά από την ατμόσφαιρα της Γης. Η βασική αιτία αυτής της επίδρασης είναι η διαρκής και απρόβλεπτη μεταβολή της πυκνότητας των στρωμάτων του αέρα, μέσα από τα οποία διέρχεται η συλλεγόμενη ακτινοβολία. Το αποτέλεσμα της επίδρασης της ατμόσφαιρας είναι η συνεχής μετατόπιση του ειδώλου γύρω από την κεντρική του θέση και η αυξομείωση της λαμπρότητάς του.

Εξάλλου οι περισσότερες ακτινοβολίες απορροφώνται από την ατμόσφαιρα της Γης: Οι ακτίνες χ και γ, από τα άτομα και τα μόρια του αζώτου και του οξυγόνου, οι υπεριώδεις από το όζον και οι υπέρυθρες από τους υδρατμούς και το διοξείδιο του άνθρακα.

Όλα αυτά αποφεύγονται με τα τηλεσκόπια του Διαστήματος.

**5<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Το Τρίγωνο του Καλοκαιριού είναι ένας ωραίος σχηματισμός άστρων κατά τη διάρκεια του Καλοκαιριού.

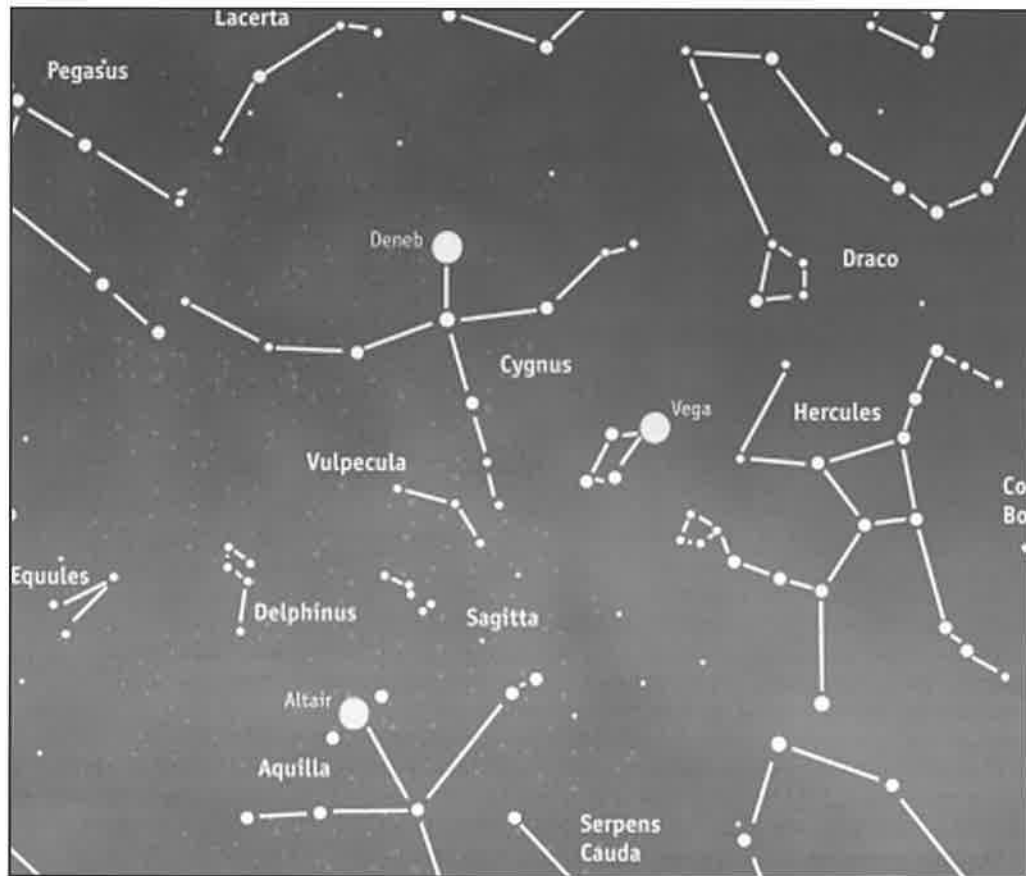
- A) Ποια είναι τα άστρα που το απαρτίζουν και σε ποιους αστερισμούς ανήκουν;
- B) Ποια πλευρά του Τριγώνου, αν προεκταθεί θα συναντήσει τελικά το κέντρο του Γαλαξία μας;
- Γ) Να σχεδιάσετε, όσο γίνεται καλύτερα, τους αστερισμούς αυτούς με τα λαμπρότερα άστρα τους.

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

A) Το Τρίγωνο του Καλοκαιριού ή θερινό Τρίγωνο, σχηματίζεται από τους λαμπρούς αστέρες: Ντενέμπ του αστερισμού του Κύκνου, Βέγα του αστερισμού της Λύρας και Αλτάιρ του αστερισμού του Αετού. Το τρίγωνο αυτό φαίνεται επιβλητικό κατά τους μήνες του Καλοκαιριού και είναι παρόμοιο με το Χειμερινό Τρίγωνο.

B) Η πλευρά Ντενέμπ – Αλτάιρ αν προεκταθεί θα συναντήσει το κέντρο του Γαλαξία μας.

Γ)



**Θέματα και Απαντήσεις 3ης φάσης "ΙΠΠΑΡΧΟΣ" ΓΙΑ ΤΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ**

**1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Αντιστοιχίστε τα χαρακτηριστικά που αναγράφονται στην αριστερή στήλη, με τη σωστή κατηγορία ουρανίων σωμάτων της δεξιάς στήλης.

A) Οι γωνιακές τους αποστάσεις διατηρούνται σχεδόν αμετάβλητες στη διάρκεια μιας ανθρώπινης ζωής.	1) Πλανήτες
B) Μοιάζουν στα θεμελιώδη τους χαρακτηριστικά με τον Ήλιο.	
Γ) Οι γωνιακές αποστάσεις τους ως προς τους απλανείς αστέρες μεταβάλλονται στη διάρκεια του έτους.	2) Απλανείς αστέρες
Δ) Ως προς έναν επίγειο παρατηρητή, διαγράφουν σε 24 ώρες κυκλικές τροχιές γύρω από τον άξονα της Γης.	
E) Περιφέρονται γύρω από τον Ήλιο	

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

A-2 • B-2 • Γ-1 • Δ-2 • E-1

**2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ**

Ένας από τους διαστημικούς σταθμούς που έστειλε ο άνθρωπος να περιφέρεται γύρω από τη Γη ήταν και ο διαστημικός σταθμός «Μιρ» ("Mir").

- A) Τι γνωρίζετε γι' αυτό το διαστημικό σταθμό, γενικά;
- B) Πόσο μεγάλος ήταν και ποια περίοδο λειτουργήσε;
- Γ) Γνωρίζετε δυο – τρεις κοσμοναύτες και αστροναύτες που κατοίκησαν μέσα σ' αυτόν;

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

A) Ο διαστημικός σταθμός «Μιρ» ("Mir" = «Ειρήνη»), ανήκε στην πρώην Σοβιετική Ένωση και εκτοξεύθηκε το 1986. Είχε μήκος 13,2 μ., πλάτος 4,2 μ., βάρος 21 τόνους και χωρούσε στην αρχή 2 και αργότερα, όταν ολοκληρώθηκε, μέχρι 6 άτομα.

B) Ο χώρος μέσα ήταν αρκετά άνετος, αφού διέθετε ατομικές καμπίνες για 2 κοσμοναύτες, με τραπέζι, πολυθρόνα, υπνόσακο, φινιστρίνι και σφαιρικό νιπτήρα. Κοινόχρηστη ήταν μόνο η κουζίνα και η τουαλέτα, ενώ υπήρχε ντους και γυμναστήριο με κυλιόμενο τάπητα, καθώς και εργομετρικό ποδήλατο για φυσική άσκηση.

Γ) Το ρεκόρ παραμονής στο Διάστημα έκανε ο αστροναύτης Σεργκέι Αντβέγιεφ (Sergei Adveev), που έζησε στον «Μιρ» επί 748 ημέρες και αμέσως μετά ο Βαλερί Πολιακόφ (Valery Polyakov) που έμεινε μέσα στο σταθμό «Μιρ» επί 438 ημέρες. Φιλοξένησε δε τόσο κοσμοναύτες όσο και αστροναύτες τα τελευταία χρόνια.

Το κύκνειο άσμα του διαστημικού σταθμού «Μιρ», ήταν το 2001, οπότε με εντολή από τη Γη βυθίστηκε στην ατμόσφαιρα της Γης και τα συντρίμματά του έπεσαν στο Ειρηνικό Ωκεανό, κοντά στη Νέα Ζηλανδία.

3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Να σημειώσετε με (Σ) τη σωστή και με (Λ) τη λανθασμένη, καθεμιά από τις παρακάτω προτάσεις:

- 3.1. Ο Αντάρης είναι το λαμπρότερο άστρο του αστερισμού του Σκορπιού. (Σ)
- 3.2. Το Μεγάλο και το Μικρό Νέφος του Μαγγελάνου είναι δύο ανώμαλοι γαλαξίες. (Σ)
- 3.3. Ο Πλούτωνας είναι πλανήτης, που μάλιστα έχει και ένα δορυφόρο, το Χάροντα. (Λ)
- 3.4. Η μετάπτωση του άξονα της Γης ανακαλύφθηκε από το Γαλιλαίο. (Λ)
- 3.5. Ο άξονας περιστροφής του πλανήτη Ουρανού κείται σχεδόν στο επίπεδο της τροχιάς του. (Σ)
- 3.6. Αν τον πλανήτη Κρόνο τον ρίχναμε σε έναν τεράστιο ωκεανό δεν θα βούλιαζε. (Σ)
- 3.7. Το πλανητικό μας σύστημα βρίσκεται σε απόσταση 30.000 έτη φωτός από το κέντρο του Γαλαξία της. (Σ)
- 3.8. Οι κομήτες είναι ουράνια σώματα, που δεν ανήκουν στο πλανητικό μας σύστημα. (Λ)
- 3.9. Η διαστημική συσκευή «Ικνηλάτης» ("Pathfinder") προσεδαφίστηκε στο Γανυμήδη, το δορυφόρο του Δία. (Λ)
- 3.10. Ο μηχανισμός των Αντικυθήρων ήταν ένα αρχαίο τηλεσκόπιο. (Λ)

4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Έστω ότι διπλασιάζεται η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής της Γης γύρω από τον άξονά της. Πόσο θα διαρκούσε η νύχτα στο Βόλο κατά της ισημερίας; Δικαιολογήστε την απάντησή της.

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Έστω  $\omega$  η γωνιακή ταχύτητα της Γης και  $\omega'$  η διπλάσια γωνιακή ταχύτητα της. Τότε εάν  $T$  είναι η περίοδος περιστροφής της (δηλ. 24 ώρες) και  $T'$  η νέα περίοδος περιστροφής, που ζητείται, θα είναι:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \text{ \& \ } \omega' = \frac{2\pi}{T'} \quad (1)$$

Αλλά σύμφωνα με την εκφώνηση:  $\omega' = 2\omega$ , επομένως η (1) δίνει:

$$\frac{2\pi}{T'} = 2 \cdot \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \frac{1}{T'} = \frac{2}{T} \Rightarrow T' = \frac{T}{2}$$

Και επειδή  $T = 24$  ώ, τότε  $T' = 12$  ώ θα διαρκεί το ημερονύκτιο.  
Άρα η νύχτα θα διαρκεί 6 ώρες.

5<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση στην καθεμιά από τις παρακάτω προτάσεις:

5.1. Η περίοδος περιστροφής ενός πλανήτη περί τον άξονά του είναι μεγαλύτερη από την περίοδο περιφοράς του γύρω από τον Ήλιο. Αυτός ο πλανήτης είναι:

- A) Ο Άρης  
B) Ο Κρόνος  
Γ) Η Αφροδίτη   
Δ) Ο Δίας  
E) Ο Ποσειδώνας

5.2. Ένας αστέρας φαίνεται λαμπρότερος ενός άλλου όταν το φαινόμενο μέγεθος του είναι:

- A) Μεγαλύτερο  
B) Μικρότερο   
Γ) Ίσο  
Δ) Άλλοτε μικρότερο και άλλοτε μεγαλύτερο  
E) Τίποτε από τα παραπάνω

5.3. Ένας από τους παρακάτω τύπους εκφράζει το νόμο της Παγκόσμιας Έλξης. Αυτός είναι:

- A)  $F = G \cdot \frac{M_1 M_2}{R^2}$    
B)  $F = G \cdot \frac{M_1^2}{R^2}$   
Γ)  $F = G \cdot \frac{M_1 + M_2}{R^2}$   
Δ)  $F = G \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{R}$   
E)  $F = G \cdot \frac{M_2^2}{R^2}$

5.4. Ένα από τα δορυφορικά τηλεσκόπια έχει το όνομα ενός αστρονόμου. Αυτός ο αστρονόμος είναι:

- A) Ο Αντωνιάδης  
B) Ο Πτολεμαίος  
Γ) Ο Άρθουρ Έντινγκτον (Arthur Eddington)  
Δ) Ο Γουίλιαμ Χέρσελ (William Herschel)   
E) Ο Τύχωνας Μπραχε (Tycho Brahe)

5.5. Η απόσταση του Δία από τον Ήλιο σε αστρονομικές μονάδες είναι:

- A) 0,4  
 B) 0,7  
 Γ) 1  
 Δ) 5,2   
 E) 12,3

5.6. Σε έναν από τους παρακάτω πλανήτες η ταχύτητα διαφυγής είναι μεγαλύτερη από τους άλλους. Αυτός ο πλανήτης είναι:

- A) Ο Κρόνος  
 B) Ο Ερμής  
 Γ) Ο Άρης  
 Δ) Ο Δίας   
 E) Η Γη

5.7. Ο λαμπρότερος αστέρας του ουρανού, ο Σείριος, ανήκει σε έναν από τους παρακάτω αστερισμούς. Αυτός είναι:

- A) Ο Ωρίωνας  
 B) Ο Μεγάλος Κύων   
 Γ) Ο Βώτης  
 Δ) Ο Σκορπιός  
 E) Ο Κύκνος

5.8. Οι τροχιές των αστεροειδών είναι μεταξύ των τροχιών δύο πλανητών. Αυτοί είναι:

- A) Ο Ερμής και η Αφροδίτη  
 B) Η Γη και ο Άρης  
 Γ) Ο Άρης και ο Δίας   
 Δ) Ο Δίας και ο Κρόνος  
 E) Ο Κρόνος και ο Ποσειδώνας

5.9. Η Πανσέληνος επαναλαμβάνεται περίπου κάθε

- A) 7 ημέρες  
 B) 15 ημέρες  
 Γ) 28 ημέρες   
 Δ) 30 ημέρες  
 E) 42 ημέρες

5.10. Οι δύο πρώτοι αστροναύτες (Σοβιετικός και Αμερικανός) που πέταξαν στο Διάστημα και έκαναν το γύρο της Γης ήταν:

- A) Ο Νηλ Άρμστρονγκ (Neil Armstrong) και ο Γιούρι Γκαγκάριν (Yuri Gagarin)  
 B) Ο Νηλ Άρμστρονγκ (Neil Armstrong) και ο Τζων Γκλεν (John Glen)  
 Γ) Ο Γιούρι Γκαγκάριν (Yuri Gagarin) και ο Τζων Γκλεν (John Glen)   
 Δ) Ο Έντουιν Άλντριν (Edwin Aldrin) και ο Βλαδίμηρος Τιτόφ (Vladimir Titov)  
 E) Βλαδίμηρος Τιτόφ (Vladimir Titov) και ο Μάικελ Κόλινς (Michael Collins)

## 4η φάση «ΠΤΟΛΕΜΑΙΟΣ»

**Πίνακας επιτυχόντων  
 για την 6η Ολυμπιάδα της Βραζιλίας**

1. Μαρούδα Κρηγιώ, Λύκειο Λεχαινών Ηλείας (χάλκινο μετάλλιο)
2. Βουρλιώτης Μάνος, 26<sup>ο</sup> Λύκειο Αθηνών (αργυρό μετάλλιο)
3. Τζιτζιμπάσης Παρασκευάς, Λύκειο Δοξάτου Δράμας (έπαινος)
4. Πράπας Ευθύμιος-Αλκιβιάδης, Λύκειο Ανατόλια Θεσσαλονίκης (έπαινος)
5. Κούρκουλου Ιωάννα, Λύκειο Εκπαιδευτηρίων Κωστέα - Γείτονα Αθηνών (χάλκινο μετάλλιο)

Παρακαλούμε, διαβάστε προσεκτικά τα παρακάτω:

- Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τον χάρακα και το κομπιουτεράκι σας.
- Ο διαθέσιμος χρόνος για να απαντήσετε στο μοναδικό πρόβλημα της Ανάλυσης Δεδομένων είναι 3 ώρες.
- Χρησιμοποιείστε μόνο μολύβια και στυλό χρώματος μαύρου ή μπλε.
- Συμπληρώστε τα πλαίσια στο άνω μέρος κάθε κόλλας με τον κωδικό που σας δόθηκε, τον «αριθμό του προβλήματος» και τον συνολικό αριθμό των σελίδων που χρησιμοποιήσατε για την επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος.
- Στο τέλος της εξέτασης βάλτε όλες τις σελίδες μέσα στον φάκελο που σας δόθηκε.
- Γράψτε με λογικά βήματα τις ενδιάμεσες εξισώσεις και υπολογισμούς μέχρι την τελική λύση.

## Πίνακας Σταθερών

(όλες οι μονάδες είναι στο σύστημα SI)

Σταθερά	Σύμβολο	Τιμή
Σταθερά της βαρύτητας	G	$6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Σταθερά του Πλανκ	h	$6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
Ταχύτητα του φωτός	c	$3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Μάζα του Ήλιου	$M_{\odot}$	$1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$
Ακτίνα του Ήλιου	$R_{\odot}$	$6,96 \times 10^8 \text{ m}$
Λαμπρότητα του Ήλιου	$L_{\odot}$	$3,83 \times 10^{26} \text{ W}$
Φαινόμενο μέγεθος Ήλιου	$m_{\odot}$	-26,8
Περίοδος περιστροφής Ήλιου		~27 ημέρες
Ηλιακή σταθερά	$b_{\odot}$	$1,37 \times 10^3 \text{ W m}^{-2}$
Μάζα του Δία		$1,90 \times 10^{27} \text{ kg}$
Μάζα της Γης	$M_{\oplus}$	$5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$
Ακτίνα της Γης	$R_{\oplus}$	$6,38 \times 10^6 \text{ m}$
Μέση πυκνότητα της Γης	$\rho_{\oplus}$	$5 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$
Επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της θάλασσας	g	$9,81 \text{ m s}^{-2}$
Τροπικό έτος		365,24 ημέρες
Συνοδικό έτος		365,26 ημέρες
Συνοδική ημέρα		86164 s
Κλίση του ισημερινού ως προς την εκλειπτική	E	23°,5
Parsec	pc	$3,09 \times 10^{16} \text{ m}$
Έτος φωτός	ly	$9,46 \times 10^{15} \text{ m}$
Αστρονομική Μονάδα	AU	$1,50 \times 10^{11} \text{ m}$
Απόσταση Γης – Σελήνης		$3,84 \times 10^8 \text{ m}$
Απόσταση Ήλιου από το κέντρο του Γαλαξία	R	$8 \times 10^3 \text{ pc}$
Σταθερά του Hubble	H	$75 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$
Μάζα του ηλεκτρονίου	$m_e$	$9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Μάζα του πρωτονίου	$m_p$	$1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$



## Πρόβλημα:

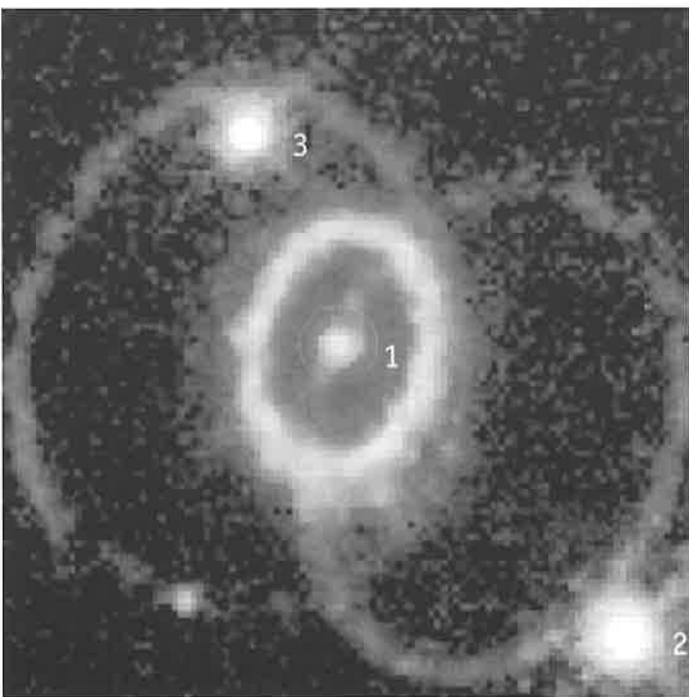
«Μετρώντας την απόσταση του Supernova 1987A»

Ο προσδιορισμός των αποστάσεων στο Σύμπαν είναι ένα από τα θεμελιώδη προβλήματα στην Αστρονομία. Στις 23 Φλεβάρη 1987 ένας υπερκαινοφανής ορατός με γυμνό μάτι εμφανίστηκε στο Μεγάλο Νέφος του Μαγγελάνου. Μια ακριβής μέτρηση της απόστασης του SN 1987A μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό της απόστασης του ίδιου του Μεγάλου Νέφους του Μαγγελάνου.

Οι πρώτες εικόνες του SN 1987A πάρθηκαν από το NASA/ESA Hubble Space Telescope. Δείχνουν τρία κυκλικά νεφελώματα που περιβάλλουν τον υπερκαινοφανή, ένα εσωτερικό και δύο εξωτερικά. Θα χρησιμοποιήσουμε μόνο το εσωτερικό. Όλα αυτά φαίνονται στις εικόνες 1 και 2. Το δακτυλίδι βρίσκεται πολύ μακριά από τον υπερκαινοφανή για να είναι υλικό που εκτοξεύθηκε κατά τη στιγμή της έκρηξης. Μάλλον σχετίζεται με ένα νεφέλωμα, το οποίο είχε δημιουργηθεί νωρίτερα, πιθανότατα ως υλικό που απομακρύνθηκε από τον αστέρα μέσω του αστρικού του ανέμου κατά τις τελευταίες χιλιετίες της ζωής του. Όταν μια έκλαμψη υπεριώδους ακτινοβολίας έφτασε στο νεφέλωμα από τον SN 1987A, άρχισε να ακτινοβολεί. Θα υποθέσουμε ότι το δακτυλίδι είναι εντελώς κυκλικό, αλλά το βλέπουμε υπό κλίση, και για αυτό έχει το σχήμα έλλειψης. Αν δεν το βλέπαμε υπό κλίση, όλα τα μέρη του δακτυλιδιού θα «άναβαν» την ίδια στιγμή, όταν η υπεριώδης ακτινοβολία θα έφτανε από τον υπερκαινοφανή.

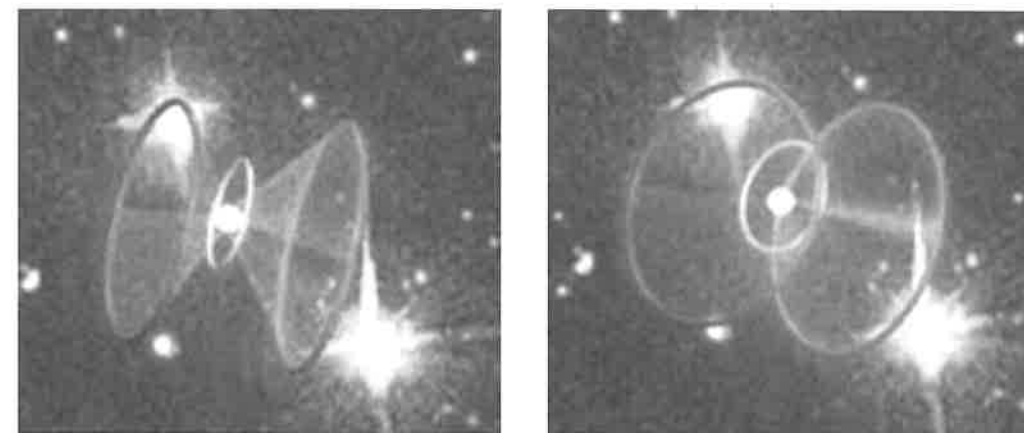
Ωστόσο, επειδή το βλέπουμε υπό κλίση, το κοντινότερο του προς εμάς μέρος ακτινοβόλησε πρώτο (λόγω της πεπερασμένης ταχύτητας του φωτός) και έπειτα το φως φάνηκε να «κινείται» πάνω στο δακτυλίδι, φτάνοντας στο πιο απομακρυσμένο σημείο στο τέλος. Δηλαδή, αν και όλα τα μέρη του δακτυλιδιού άρχισαν να ακτινοβολούν ταυτόχρονα, εμείς είδαμε πρώτα να ακτινοβολούν τα κοντινότερα μέρη. Αυτό φαίνεται στην εικόνα 3.

Εφόσον το αέριο συνέχισε να ακτινοβολεί και άρχισε να αργοσβήνει αφού πέρασε η έκλαμψη, η λαμπρότητα του δακτυλιδιού έφτασε το μέγιστο όταν όλη η περιφέρεια ακτινοβόλησε.



Εικόνα 1:

Αστέρες γύρω από τον SN1987A. Το φίλτρο που χρησιμοποιείται εδώ δεν απορροφά το κόκκινο χρώμα που ακτινοβολείται από το εκπέμπον (glowing) αέριο υδρογόνου, η γραμμή ακτινοβολίας Balmer-α.



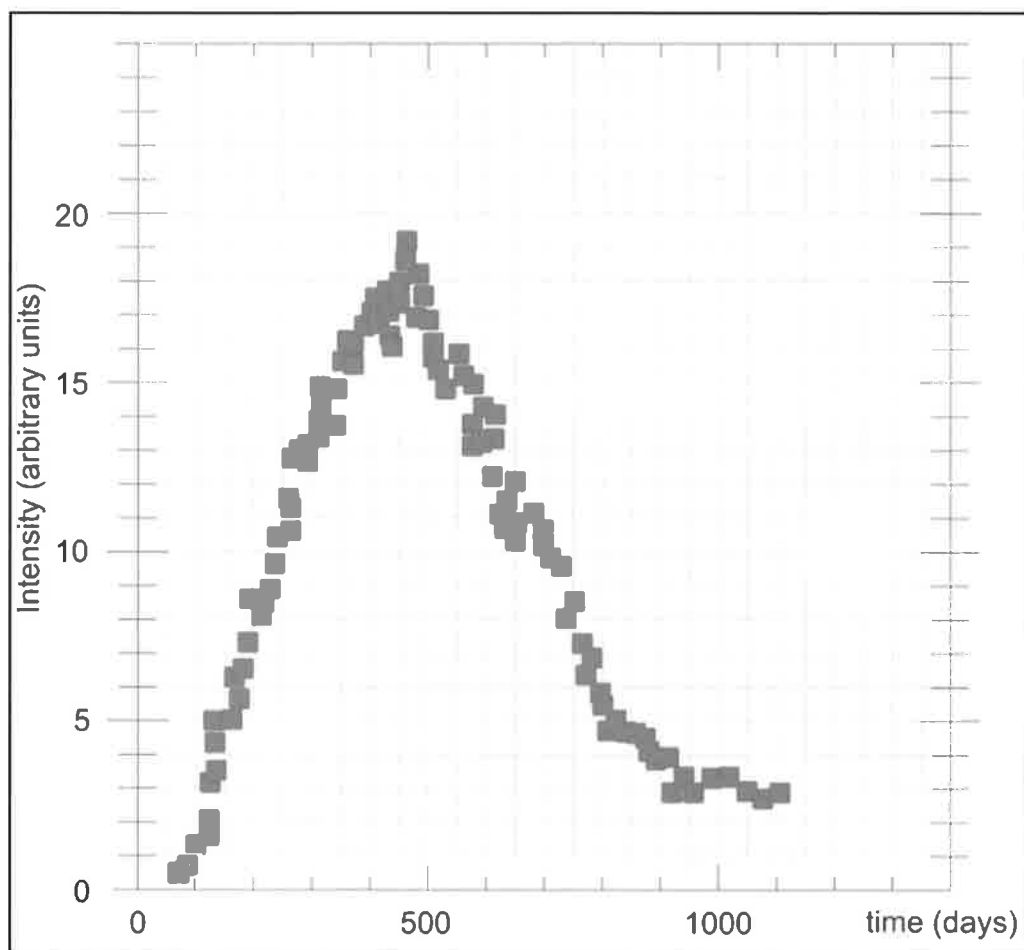
Εικόνα 2:

Τα δακτυλίδια. Αν μπορούσαμε να δούμε τον SN 1987A από διαφορετική γωνία, θα βλέπαμε τρία κυκλικά δακτυλίδια με τον SN 1987A στο κέντρο του μικρότερου δακτυλιδιού και τα δύο μεγαλύτερα σε παράλληλα επίπεδα (εικόνα 2α, αριστερά). Ωστόσο, από την οπτική γωνία του Hubble τα τρία δακτυλίδια φαίνονται στο ίδιο επίπεδο (εικόνα 2β, δεξιά).



Εικόνα 3:

Το δακτυλίδι ανάβει. Όπως δείχνει η φωτογραφία, το φως από τον SN 1987A φτάνει στο δακτυλιοειδές νεφέλωμα που βρίσκεται γύρω του και αυτό αρχίζει να ακτινοβολεί. Αν και το φως φτάνει σε όλα τα σημεία του νέφους ταυτόχρονα, εμείς βλέπουμε φως να περικυκλώνει σταδιακά τον υπερκαινοφανή και από τις δύο κατευθύνσεις. Μετρώντας την χρονική καθυστέρηση που παρατηρείται από τότε που πρωτακτινοβολεί το κοντινότερο σε εμάς τμήμα του δακτυλιδιού μέχρι τη χρονική στιγμή που βλέπουμε να ακτινοβολεί το πιο απομακρυσμένο τμήμα του (να κλείνει δηλαδή ο κύκλος) μπορούμε να υπολογίσουμε την απόσταση του υπερκαινοφανούς.



Σχήμα 4:

Καμπύλη φωτός του δακτυλιδιού. Η ένταση του φωτός αυξάνεται όσο φτάνει φως σε εμάς από όλο και πιο απομακρυσμένα σημεία του δακτυλιδιού. Το μέγιστο φτάνει όταν φωτίζεται ολόκληρο. Ως μηδέν θεωρούμε τη χρονική στιγμή που έγινε η έκρηξη του supernova. Τις 100 πρώτες ημέρες δεν έχουμε μετρήσεις για να ξέρουμε πότε πρωτοεμφανίστηκε στον ουρανό μας φωτεινό τμήμα του δίσκου.

## 1η ΕΡΓΑΣΙΑ

Προσδιορίστε την κλίμακα της εικόνας 1 (μέσος όρος) βρίσκοντας τη σχέση μεταξύ των τιμών που δίνονται και απευθείας μετρήσεων πάνω στην εικόνα 1. Οι σχετικές θέσεις των αστέρων 1, 2 και 3 στην εικόνα 1, δίνονται στον κατωτέρω πίνακα.

	απόσταση (mm)	απόσταση (arcseconds)	κλίμακα (arcseconds/mm)
αστέρας 2 σε σχέση με τον 1		3.0	
αστέρας 3 σε σχέση με τον 1		1.4	
αστέρας 3 σε σχέση με τον 2		4.3	

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

	απόσταση (mm)	απόσταση (arcseconds)	κλίμακα (arcseconds/mm)
αστέρας 2 σε σχέση με τον 1	88	3.0	0,034
αστέρας 3 σε σχέση με τον 1	50	1.4	0,028
αστέρας 3 σε σχέση με τον 2	135	4.3	0,032

Συνεπώς, η κλίμακα είναι ο μέσος όρος των παραπάνω, δηλαδή 0,031 arcseconds/mm. Οι μετρήσεις έγιναν από τα κέντρα των αστέρων.

**Βαθμολογικό Σχήμα:** 0,5 μονάδα ανά σωστή μέτρηση • 0,5 μονάδα ανά σωστό υπολογισμό κλίμακας • και 2 μονάδα για τον μέσο όρο • Σύνολο μέγιστης βαθμολόγησης: 5 μονάδες.

**2η ΕΡΓΑΣΙΑ**

1. Μετρήστε τον μεγάλο ημιάξονα  $a$  και τον μικρό ημιάξονα  $b$  του δακτυλιδιού σε mm και βρείτε τις αντίστοιχες τιμές τους σε arcsecond.

11. Δώστε την τιμή της διαμέτρου του δακτυλιδιού σε ακτίνια (αυτή είναι η γωνία  $\varphi$  υπό την οποία φαίνεται η διάμετρος του δακτυλιδιού από τη Γη).

111. Έστω η γωνία κλίσης  $i$ . Αν ήταν  $i = 0^\circ$  ή  $i = 180^\circ$ , θα βλέπαμε έναν κύκλο, ενώ αν ήταν  $i = 90^\circ$ , θα βλέπαμε ένα ευθύγραμμο τμήμα. Για οποιαδήποτε άλλη γωνία μεταξύ  $0^\circ$  και  $180^\circ$ , βλέπουμε μια έλλειψη. Προσδιορίστε την κλίση  $i$  με τις τιμές που βρήκατε για τους ημιάξονες.

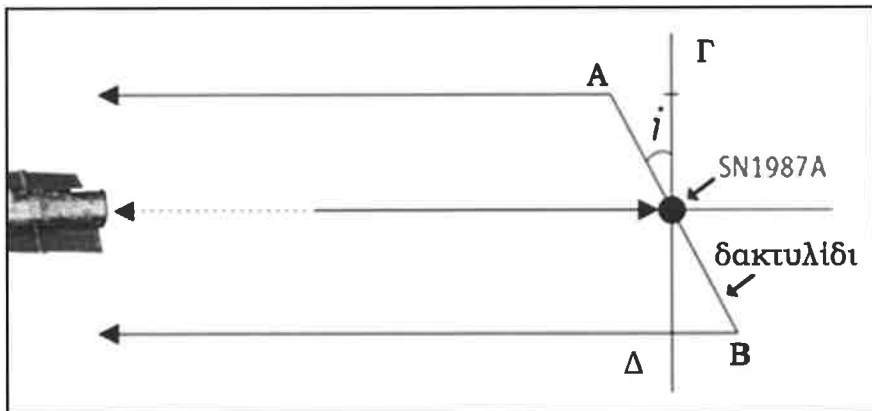
**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

Χρησιμοποιώντας την εικόνα 1 πάλι, βρίσκουμε ότι:

$$a = 51/2 \text{ mm} = 25,5 \text{ mm} \Rightarrow a = (25,5 \times 0,031) \text{ arcs} \Rightarrow a = 0,709 \text{ arcs}$$

$$b = 38/2 \text{ mm} = 19 \text{ mm} \Rightarrow b = (19 \times 0,031) \text{ arcs} \Rightarrow b = 0,589 \text{ arcs}$$

Οι μετρήσεις έγιναν παίρνοντας το νοτιό δακτύλιο μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού μέρους του κεντρικού δακτυλίου.



Ουσιαστικά, ο μεγάλος άξονας είναι η διάμετρος του δακτυλιδιού, συνεπώς:

$$\varphi = 2*a = 1,581 \text{ arcs} = 1,581 / 206265 \text{ rad} \Rightarrow$$

$$\varphi = 7,665 \times 10^{-6} \text{ rad}$$

Το AB είναι η πραγματική διάμετρος, το ΓΔ η προβολή της διαμέτρου του δακτυλιδιού στο επίπεδο του ουρανού. Το ΓΔ είναι ίσο με  $2b$  και το AB ίσο με  $2a$ . Συνεπώς,

$$\cos i = b / a = 0,7451 \Rightarrow i = 41^\circ,8324$$

**Βαθμολογικό Σχήμα:** Αν βρει τον μεγάλο ημιάξονα: 1 μονάδα. • Αν βρει τον μικρό ημιάξονα: 1 μονάδα • Αν βρει την τιμή της διαμέτρου σε ακτίνια: 1 μονάδα • Αν βρει την γωνία κλίσης  $i$ : 2 μονάδες • Σύνολο μέγιστης βαθμολογίας: 5 μονάδες

**3η ΕΡΓΑΣΙΑ**

Το κλειδί στη λύση του προβλήματος είναι η ταχύτητα του φωτός. Όταν ο υπερκαινοφανής εκρήγνυται, εκπέμπει μια πολύ ισχυρή λάμψη φωτός. Αυτή η λάμψη διαδίδεται με την ταχύτητα του φωτός  $c$ . Αργότερα,  $t$  δευτερόλεπτα μετά την έκρηξη, η λάμψη θα φωτίσει το δακτυλίδι. Καθώς θεωρήσαμε ότι το δακτυλίδι είναι κυκλικό και ότι ο υπερκαινοφανής βρίσκεται στο κέντρο του, όλα τα μέρη του δακτυλιδιού θα φωτιστούν ταυτόχρονα, όπως θα το έβλεπε ένας παρατηρητής βρισκόμενος πάνω στον υπερκαινοφανή. Αυτό όμως δεν ισχύει για έναν παρατηρητή στη Γη. Η απόσταση μεταξύ του πιο κοντινού και πιο απομακρυσμένου σε εμάς τμήματος του νέφους μπορεί να υπολογιστεί από τη διαφορά χρόνου μεταξύ των δύο αυτών γεγονότων, όπως παρατηρούνται από τη Γη με την καμπύλη φωτός του σώματος. Η καμπύλη φωτός δίνεται στο σχήμα 4. Μετρήστε αυτό τον χρόνο  $t$  από την καμπύλη φωτός.

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

Από την καμπύλη του φωτός βλέπουμε ότι η διαφορά χρόνου από τη στιγμή που «άναψε» το δακτυλίδι μέχρι τη στιγμή που έφτασε το μέγιστο της λαμπρότητάς του είναι:

$$t = 460 - 60 \text{ ημέρες} \Rightarrow t = 400 \text{ ημέρες}$$

**Βαθμολογικό Σχήμα:** Αν βρει ακριβώς το αποτέλεσμα (με μια ανοχή 10 ημερών): 5 μονάδες • Αν βρει αποτέλεσμα 350-390 ή 410-450: 4 μονάδες • Αν βρει αποτέλεσμα 250-345 ή 455-550: 3 μονάδες. • Άλλως: καμία μονάδα

**4η ΕΡΓΑΣΙΑ**

Θα θεωρήσουμε ότι οι γραμμές που συνδέουν τη Γη με τα άκρα του μικρού ημιάξονα του δακτυλιδιού είναι παράλληλες, καθώς η γωνιακή διάμετρος του δακτυλιδιού είναι πολύ μικρή σε σύγκριση με την απόστασή του από εμάς.

1. Βρείτε την πραγματική διάμετρο  $D$  του δακτυλιδιού σε km.

11. Βρείτε την απόσταση  $d$  του supernova από εμάς σε pc.

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

Αφού  $t$  είναι ο χρόνος που θα κάνει να φτάσει το φως από το κοντινότερο άκρο σε σχέση με εμάς, προς το μακρύτερο σε σχέση με εμάς (βλέπε σχήμα 3), ισχύει ότι:

$$(A\Gamma + \Delta B) = c*t \Rightarrow 2*b*tan i = c*t \Rightarrow b = c*t / (2*tan i)$$

Γνωρίζουμε επίσης ότι:

$$D = 2*a$$

Συνεπώς,

$$D = 2*a = 2*b / \cos i = (2*c*t / (2*tan i)) / \cos i \Rightarrow$$

$$D = c*t / \sin i = (3 \times 10^5 \text{ km/s}) * (400 * 24 * 3,600 \text{ s}) / 0,6669$$

$$\Rightarrow D = 1,5547 \times 10^{13} \text{ km}$$

Επειδή  $D \ll d$ , ισχύει ότι η απόσταση του supernova από εμάς είναι:

$$d = D / \varphi = (1,5547 \times 10^{13} \text{ km}) / (7,665 \times 10^{-6} \text{ rad}) = 2028 * 10^{15} \text{ km} \Rightarrow$$

$$d = (2028 \times 10^{15} \text{ km}) / (3,1 \times 10^{13} \text{ km/pc}) \Rightarrow d = 65,4 \text{ kpc}$$

**Βαθμολογικό Σχήμα:** Εύρεση τύπου για το  $b$ : 2 μονάδες • Εύρεση τύπου για την  $D$ : 2 μονάδες • Αν υπολογίσει σωστά το  $D$ : 2 μονάδες • Εύρεση τύπου για το  $d$ : 2 μονάδες • Αν υπολογίσει σωστά το  $d$ : 2 μονάδες • Σύνολο μέγιστης βαθμολογίας: 10 μονάδες

## Θέματα και Απαντήσεις 4ης φάσης “ΠΤΟΛΕΜΑΙΟΣ”

## ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

Παρακαλούμε διαβάστε προσεκτικά τις οδηγίες:

1. Ο διαθέσιμος χρόνος για την απάντηση των Παρατηρησιακών προβλημάτων είναι 20 λεπτά. Θα έχετε 4 ερωτήσεις. Οι δύο πρώτες ερωτήσεις θα σας γίνουν την στιγμή που θα βρίσκεστε στο τηλεσκόπιο. Τις άλλες δύο θα μπορείτε να τις απαντήσετε στη συνέχεια μόλις απομακρυνθείτε από το τηλεσκόπιο, αλλά εντός του προκαθορισμένου συνολικού χρόνου σας.

2. Δώστε τις απαντήσεις των δύο πρώτων ερωτήσεων στον εξεταστή, έτσι ώστε να καταγραφεί στο φύλλο της εξέτασής σας. Για τις άλλες δύο ερωτήσεις θα απαντήσετε στο φύλλο της εξέτασής σας μόνοι σας.

3. Η Παρατηρησιακή εξέταση θα γίνει σε περιοχή κοντά στο Βόλο, με καθαρό ουρανό προς Νότο και με λίγη φωτορρύπανση προς Βορρά.

1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Να σκοπεύσετε με το τηλεσκόπιο το πιο γνωστό σφαιρωτό σμήνος στον αστερισμό του Σκορπιού. (6 μονάδες)

Το ζητούμενο σφαιρωτό σμήνος είναι το M4. Αν το πετύχει στο κέντρο του προσοφθάλμιου, τότε παίρνει όλες τις μονάδες (6). Αν βρίσκεται στην περίμετρο του προσοφθάλμιου παίρνει 3 μονάδες.

2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Να εντοπίσετε και να δείξετε με τη βοήθεια του laser τους αστερισμούς του Κόρακα, της Κόμης της Βερενίκης και του Ηρακλή.

(6 μονάδες)

Για τον Ηρακλή (1,5 μονάδα), για την Κόμη της Βερενίκης (2 μονάδες) και για τον Κόρακα (2,5 μονάδες). Σύνολο 6 μονάδες.

3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Να σημειώσετε για την ώρα της παρατήρησης, 4 αστερισμούς από τους οποίους διέρχεται ο ουράνιος ισημερινός καθώς και τον αστερισμό που βρίσκεται στο zenith του τόπου παρατήρησης. (6 μονάδες)

α) Ώρα παρατήρησης: π.χ. 22:20

β) Αστερισμοί Ισημερινού: Αετός, Όφις, Οφιούχος και Παρθένος

(4 μονάδες: 1 μονάδα ανά αστερισμό)

γ) Αστερισμός στο Zenith: Ο Βώτης (από 22:00 έως 23:20 περίπου) μετά ο Ηρακλής.

(2 μονάδες)

4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Δίνονται τα στοιχεία του χάρτη από κάτω.

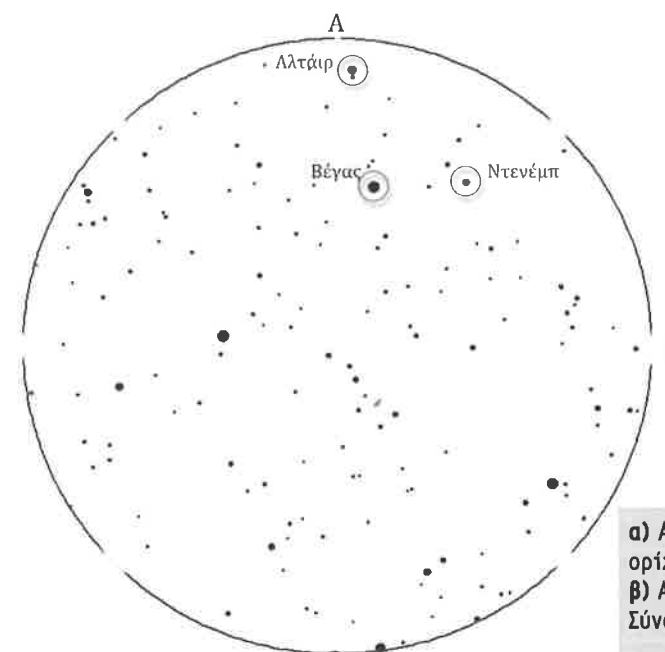
Ημερομηνία: 28/05/2011

Ώρα: 22.30 (τοπική)

α) Σημειώστε στα αντίστοιχα κενά, που βρίσκονται στην περιφέρεια του κύκλου, τα σημεία του Βορρά (B) και της Ανατολής (A).

β) Είναι ορατό το θερινό Τρίγωνο; Αν ναι, σημειώστε πάνω στον χάρτη τις 3 κορυφές του και γράψτε δίπλα από την κάθε κορυφή το όνομα του αστερά που το αποτελούν.

(7 μονάδες)



α) Από 0,5 μονάδα για κάθε σημείο του ορίζοντα. Σύνολο 1 μονάδα  
β) Από 1 μονάδα για κάθε σωστό κύκλο. Σύνολο 3 μονάδες

Από 1 μονάδα για κάθε σωστό όνομα. Σύνολο 3 μονάδες

## Θέματα και Απαντήσεις 4ης φάσης “ΠΤΟΛΕΜΑΙΟΣ”

## ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ

Παρακαλούμε, διαβάστε προσεκτικά τα παρακάτω:

1. Ο διαθέσιμος χρόνος για την απάντηση των θεωρητικών προβλημάτων είναι 4 ώρες. Θα έχετε: 3 προβλήματα σύντομης ανάπτυξης (Προβλήματα 1 ως 3), 2 μεσαίας ανάπτυξης (Προβλήματα 4 και 5) και 2 μακράς ανάπτυξης (Προβλήματα 6 και 7).
2. Χρησιμοποιείτε μόνο μολύβι και στυλό χρώματος μαύρου ή μπλε.
3. ΜΗΝ χρησιμοποιήσετε το πίσω μέρος της κόλλας στην οποία απαντάτε τα προβλήματα.
4. Κάθε πρόβλημα να το απαντάτε σε ξεχωριστή κόλλα απαντήσεων.
5. Συμπληρώστε τα πλαίσια στο άνω μέρος κάθε κόλλας με τον κωδικό που σας δόθηκε, τον «αριθμό του προβλήματος» και τον συνολικό αριθμό των σελίδων που χρησιμοποιήσατε για την επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος.
6. Η αρχή και το τέλος του χρόνου της εξέτασης θα αναγγέλλεται με ένα κουδούνισμα.
7. Η τελική απάντηση σε κάθε ερώτηση πρέπει να συνοδεύεται από τις μονάδες της, οι οποίες πρέπει να είναι στο σύστημα SI ή στις μονάδες στις οποίες αναφέρεται το πρόβλημα. Αν η απάντηση δοθεί χωρίς μονάδες, ακόμη κι αν είναι σωστή, θα αφαιρεθεί ένα ποσοστό 20% από τη βαθμολογία που αναλογεί στην απάντηση.
8. Η απαιτούμενη αριθμητική ακρίβεια των απαντήσεων, εξαρτάται από το πλήθος των ψηφίων που δίνονται στα δεδομένα κάθε προβλήματος. Αν η απάντηση δοθεί χωρίς την απαιτούμενη από το πρόβλημα ακρίβεια, ακόμη κι αν είναι σωστή, θα αφαιρεθεί ένα ποσοστό 20% από την βαθμολογία που αναλογεί στην απάντηση. Χρησιμοποιείτε τις σταθερές ακριβώς όπως δίνονται στον πίνακα των σταθερών.
9. Στο τέλος της εξέτασης, βάλτε όλα τα χαρτιά σας, ακόμη και τα πρόχειρα, μέσα στον φάκελο που σας δόθηκε.

## Πίνακας Σταθερών

(όλες οι μονάδες είναι στο σύστημα SI)

Σταθερά	Σύμβολο	Τιμή
Σταθερά της βαρύτητας	G	$6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Σταθερά του Πλανκ	h	$6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
Ταχύτητα του φωτός	c	$3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Μάζα του Ήλιου	$M_{\odot}$	$1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$
Ακτίνα του Ήλιου	$R_{\odot}$	$6,96 \times 10^8 \text{ m}$
Λαμπρότητα του Ήλιου	$L_{\odot}$	$3,83 \times 10^{26} \text{ w}$
Φαινόμενο μέγεθος Ήλιου	$m_{\odot}$	-26,8
Περίοδος περιστροφής Ήλιου		~27 ημέρες
Ηλιακή σταθερά	$b_{\odot}$	$1,37 \times 10^3 \text{ w m}^{-2}$
Μάζα του Δία		$1,90 \times 10^{27} \text{ kg}$
Μάζα της Γης	$M_{\oplus}$	$5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$
Ακτίνα της Γης	$R_{\oplus}$	$6,38 \times 10^6 \text{ m}$
Μέση πυκνότητα της Γης	$\rho_{\oplus}$	$5 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$
Επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της θάλασσας	g	$9,81 \text{ m s}^{-2}$
Τροπικό έτος		365,24 ημέρες
Συνοδικό έτος		365,26 ημέρες
Συνοδική ημέρα		86164 s
Κλίση του ισημερινού ως προς την εκλειπτική	E	23°,5
Parsec	pc	$3,09 \times 10^{16} \text{ m}$
Έτος φωτός	ly	$9,46 \times 10^{15} \text{ m}$
Αστρονομική Μονάδα	AU	$1,50 \times 10^{11} \text{ m}$
Απόσταση Γης – Σελήνης		$3,84 \times 10^8 \text{ m}$
Μάζα της Σελήνης	ML	$7,34 \times 10^{22} \text{ kg}$
Ακτίνα της Σελήνης	RL	$1,74 \times 10^6 \text{ m}$
Απόσταση Ήλιου από το κέντρο του Γαλαξία	R	$8 \times 10^3 \text{ pc}$
Σταθερά του Hubble	H	$75 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$
Μάζα του ηλεκτρονίου	$m_e$	$9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Μάζα του πρωτονίου	$m_p$	$1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Μάζα πυρήνα ηλίου (Helium)	$m_{he}$	$6,641 \times 10^{-27} \text{ kg}$

## Σύντομη Ανάπτυξη Προβλήματος (4 μονάδες έκαστο)

1<sup>ο</sup> ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Ο μεγάλος ημιάξονας της τροχιάς του Ερμή γύρω από τον Ήλιο είναι 0,387 AU και της Αφροδίτης 0,723 AU.

α) Να βρεθεί η μέγιστη γωνιώδης απόσταση (αποχή) των δύο αυτών πλανητών από τον Ήλιο.

β) Είναι δυνατόν να παρατηρηθούν οι δύο αυτοί πλανήτες από τον Βόλο τα μεσάνυχτα κάποια ημέρα του έτους; Δικαιολογήστε την απάντησή σας;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Η μέγιστη αποχή,  $\varphi_E$  του Ερμή είναι  $\sin^{-1}\varphi_E = 0,387 \rightarrow \varphi_E = 22,8^\circ$  και της Αφροδίτης  $\varphi_A = 46,3^\circ$ .  
β) Προφανώς αυτό είναι αδύνατον, εφόσον η αποχή των δύο εσωτερικών αυτών πλανητών από τον Ήλιο είναι μικρή ( $\varphi < 90^\circ$ ).

*Βαθμολογικό Σχήμα:*

*Αν γράψει ότι η μέγιστη αποχή Ερμή των 0,387 AU σημαίνει  $\sin^{-1}\varphi_E$ , τότε: 1 μονάδα*

*Αν υπολογίσει το τόξο ημιτόνου: 0,5 μονάδα*

*Αν γράψει ότι η μέγιστη αποχή Αφροδίτης των 0,723 AU σημαίνει  $\sin^{-1}\varphi_E$ , τότε: 1 μονάδα*

*Αν υπολογίσει το τόξο ημιτόνου: 0,5 μονάδα*

*Αν απαντήσει ότι είναι αδύνατον: 1 μονάδα*

2<sup>ο</sup> ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Ο πλανήτης Ουρανός απέχει από τον Ήλιο 19,19 AU. Ποια είναι η μέγιστη γωνιακή απόσταση της Γης από τον Ήλιο, για ένα υποθετικό παρατηρητή που βρίσκεται στον Ουρανό;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Για ένα παρατηρητή που βρίσκεται στον Ουρανό, η Γη θα έχει τη μέγιστη γωνιακή της απόσταση από τον Ήλιο, όταν η ευθεία Ουρανού - Γης είναι εφαπτομένη της τροχιάς της Γης περί τον Ήλιο. Θα έχουμε, λοιπόν, ένα ορθογώνιο τρίγωνο ΟΓΗ, με ορθή γωνία στο Γ, που η υποτείνουσά του (ΟΗ) έχει μήκος 19,19 AU και η μικρότερη από τις κάθετες πλευρές (ΓΗ) έχει μήκος 1 AU. Ζητείται η γωνία  $\theta$ .

Με απλή τριγωνομετρία,  $\sin(\theta) = 1/19,19 = 0,05211$ , άρα  $\theta = 2,987^\circ$  (τρεις μοίρες).

*Βαθμολογικό Σχήμα:*

*Αν φτιάξει σωστό σχήμα (όπως περιγράφεται πιο πάνω στη λύση): 2 μονάδες*

*Αν εφαρμόσει τον τύπο της τριγωνομετρίας: 1 μονάδα*

*Αν βρει σωστό αποτέλεσμα: 1 μονάδα*

3<sup>ο</sup> ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Σύμφωνα με την Ελληνική μυθολογία, ο Λεάνδρος, που κατοικούσε στην Ασιατική ακτή του Ελλοσπόντου, πήγαινε κάθε βράδυ κολυμπώντας να συναντήσει την αγαπημένη του Ηρώ, που κατοικούσε στην Ευρωπαϊκή πλευρά και λίγο πριν από το ξημέρωμα επέστρεφε, κολυμπώντας πάλι. Η ιστορία είχε τραγική κατάληξη (πνιγμός του Λεάνδρου και εν συνεχεία της Ηρώς), αλλά ενέπνευσε πολλούς συγγραφείς, μουσικούς, ζωγράφους και ποιητές (ακόμα και τον λόρδο Μπάιρον). Να μια ζωγραφιά του William Etty, από το 1827, με τίτλο «Ο χωρισμός» (δηλ. η επιστροφή του Λεάνδρου στην Ασιατική ακτή):

Ποιό είναι το λάθος του ζωγραφικού πίνακα και γιατί;



## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Ο μηνίσκος της Σελήνης είναι «αύξων», δηλ. λίγες μέρες μετά τη Νέα Σελήνη. Αλλά τότε η Σελήνη δίνει λίγο μετά τη δύση του Ήλιου, επομένως εκείνη την ώρα μάλλον θα έπρεπε να ξεκινάει ο Λεάνδρος για να συναντήσει την καλή του, παρά να επιστρέφει.

(Ανατολή αποκλείεται να είναι, διότι τότε θα έπρεπε ήδη να λάμπει ο Ήλιος)

*Βαθμολογικό Σχήμα:*

*Αν αναφέρει τη λέξη «αύξων» ή ότι η Σελήνη είναι λίγες μέρες μετά τη Νέα Σελήνη: 2 μονάδες.*

*Αν αναφέρει ακριβώς το λάθος (ότι η Σελήνη δεν μπορεί να βρίσκεται στη Δύση ως μηνίσκος αύξων): 2 μονάδες*



## Μεσαιώας Ανάπτυξης Προβλήματα (8 μονάδες έκαστο)

4<sup>ο</sup> ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Σε απόσταση 400 ε.φ. βρίσκεται το άστρο δ – Σκορπιού. Αν υποθέσουμε ότι εκρήγνυται ως υπερκαινοφανής μετατρέποντας σε ακτίνες-γ μάζα ίση προς το 1/10 της ηλιακής μάζας, να βρείτε αν είναι θανατηφόρα για τους ανθρώπους στη Γη αυτή η έκρηξη.

Δίνεται ότι η κατανομή της ακτινοβολίας είναι ισότροπη γύρω από το άστρο και ότι η θανατηφόρα δόση για τον άνθρωπο είναι 600 J/kg. Θεωρείστε ότι η μάζα του μέσου ανθρώπου είναι 100 kg και ότι η μετωπική εξωτερική επιφάνεια που δέχεται την ακτινοβολία είναι 0,5 m<sup>2</sup>. Η ατμόσφαιρα της Γης απορροφά το 99% της κοσμικής ακτινοβολίας-γ.

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Η ενέργεια που εκπέμπεται από την έκρηξη είναι:

$$E = mc^2 = \frac{1}{10} M_{\text{H}} c^2 = \frac{1}{10} \cdot 2 \times 10^{30} \cdot (3 \times 10^8)^2 = 1,8 \times 10^{46} \text{ J}$$

Η ακτινοβολία όταν διαδίδεται στο χώρο ισότροπα, φθάνει στη Γη με πυκνότητα ενέργειας ανά m<sup>2</sup> ίση με:

$$E' = \frac{E}{4\pi R^2} = \frac{1,8 \times 10^{46}}{4\pi \cdot 400^2} = \frac{1,8 \times 10^{46}}{4 \cdot 3,14 \cdot (400 \cdot 9,46 \times 10^{15})^2} =$$

$$= \frac{1,8 \times 10^{46}}{12,56 \cdot 14,29 \times 10^{34}} \approx \frac{1,8 \times 10^{46}}{180 \times 10^{34}} = 10^{10} \text{ J/m}^2$$

Αν απορροφήσει η ατμόσφαιρα το 99% αυτής της ακτινοβολίας, μένουν 10<sup>8</sup> J/m<sup>2</sup>, δόση η οποία είναι θανατηφόρα για τον άνθρωπο, αφού η ελάχιστη θανατηφόρα δόση είναι 600 J/m<sup>2</sup>.

Βαθμολογικό Σχήμα:

Για τον υπολογισμό της ενέργειας: 3 μονάδες

Για τον υπολογισμό της ακτινοβολίας: 4 μονάδες

Τελικό συμπέρασμα: 1 μονάδα

5<sup>ο</sup> ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Ο Σείριος Α, με οπτικό μέγεθος  $m_A = -1,47$  (ο λαμπρότερος αστέρας του ουρανού) και ακτίνα  $R_A = 1,7R_{\odot}$  είναι ο πρωτεύων αστέρας ενός διπλού συστήματος. Ο συνοδός του, Σείριος Β, ανιχνεύθηκε το 1844 αστρομετρικά από τον Bessel, χωρίς να εντοπισθεί οπτικά. Υποθέτοντας ότι οι δύο αστέρες ανήκουν στον ίδιο φασματικό τύπο και ότι ο Σείριος Β είναι κατά 10 μεγέθη αμυδρότερος, ο Bessel υπολόγισε την ακτίνα του Σείριου Β. Πώς την υπολόγισε και πόση την βρήκε;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Επειδή και οι δύο αστέρες βρίσκονται στην ίδια απόσταση,

$$m_B - m_A = 2,5 \log \frac{\frac{L_A}{4\pi r^2}}{\frac{L_B}{4\pi r^2}} = 2,5 \log \frac{L_A}{L_B} \quad (1)$$

από όπου προκύπτει

$$L_A = 10^4 L_B \quad (2)$$

Από τη σχέση

$$L = 4\pi R^2 \sigma T_{\text{eff}}^4$$

βρίσκουμε:

$$L_A/L_B = (R_A/R_B)^2 (T_A/T_B)^4 \quad (3)$$

και υποθέτοντας ότι οι δύο αστέρες ανήκουν στον ίδιο φασματικό τύπο (επομένως  $T_A = T_B$ ) βρίσκουμε:

$$R_B = 0,01R_A = 0,01 \times 1,7 \times 696000 \text{ km} = 11832 \text{ km}$$

Άρα η ακτίνα του Σείριου Β που βρήκε ο Bessel ήταν 11832 km. Ας σημειωθεί ότι η ακτίνα του Σείριου Β είναι περίπου η μισή από αυτή που βρήκε ο Bessel.

Βαθμολογικό Σχήμα:

Για τον πρώτο τύπο: 3 μονάδες

Για την σχέση (2): 1 μονάδα

Για την σχέση (3): 3 μονάδες

Για την σχέση την τελική: 1 μονάδα.

6<sup>ο</sup> ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Η αποστολή Euro – Moon 2000 (που τελικά δεν πραγματοποιήθηκε), είχε σχεδιαστεί να χρησιμοποιήσει ένα πύραυλο της σειράς Ariane-4, του οποίου ο ρόλος ήταν να θέσει ένα διαστημικό όχημα μάζας  $m = 3000 \text{ kg}$  σε κυκλική τροχιά, η οποία θα διέρχονταν πάνω από τους πόλους της Σελήνης, σε ύψος  $h_L = 200 \text{ km}$ . Συμβολίζουμε με  $R_L$  την ακτίνα της Σελήνης και  $M_L$  τη μάζα της.

α) Να δείξετε ότι η συνολική μηχανική ενέργεια του οχήματος στο ύψος  $h_L$  είναι:

$$E = -\frac{GM_L \cdot m}{2(R_L + h_L)}$$

Υποθέτουμε ότι η δυναμική ενέργεια είναι μηδέν στο άπειρο και ότι τα βαρυτικά πεδία άλλων σωμάτων (π.χ. Γης, Ηλίου, κλπ.) δεν επηρεάζουν το όχημα.

β) Να υπολογιστεί αριθμητικά η συνολική μηχανική ενέργεια  $E$  του συγκεκριμένου διαστημικού οχήματος.

γ) Ένα άλλο στάδιο της αποστολής ήταν η τοποθέτηση ενός σεληνιακού εργαστηρίου μάζας  $m' = 1000 \text{ kg}$ , κοντά στο νότιο πόλο της Σελήνης, σε μία περιοχή που φωτίζεται συνεχώς από τον Ήλιο. Να υπολογισθεί το έργο  $W$  το οποίο απαιτείται, ώστε το εργαστήριο το οποίο επίσης βρίσκεται σε κυκλική τροχιά γύρω από τη Σελήνη σε ύψος  $h_L = 200 \text{ km}$  να προσεληνωθεί με μηδενική ταχύτητα.

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α)  $E_{\text{μνχ.}} = E_{\text{κιν.}} + E_{\text{δυν.}}$ , όπου:

$$E_{\text{μνχ.}} = 1/2 m v^2 \quad (1) \text{ και } E_{\text{δυν.}} = -G M_L m / (R_L + h_L) \quad (2)$$

όμως, στο ύψος  $h_L$  η ελκτική δύναμη της Σελήνης πάνω στο όχημα, δρα ως κεντρομόλος. Άρα:

$$G M_L m / (R_L + h_L)^2 = m v^2 / (R_L + h_L) \Leftrightarrow v^2 = G M_L / (R_L + h_L) \quad (3).$$

Αντικαθιστώ την (3) στην (1) και έχω:

$$E_{\text{κιν.}} = 1/2 m G M_L / (R_L + h_L) = G M_L m / 2 (R_L + h_L) \quad (4).$$

Συνεπώς, η  $E_{\text{μνχ.}}$  προκύπτει από το άθροισμα των (2) και (4), ήτοι:

$$E_{\text{μνχ.}} = -G M_L \cdot m / 2 (R_L + h_L) \quad (5).$$

β) Αντικαθιστούμε στην (5) τις τιμές και βρίσκουμε την  $E_{\text{μνχ.}}$  σε Joules.

γ) Στο ύψος των 200 km, το σεληνιακό εργαστήριο μάζας  $m' = 1000 \text{ kg}$  έχει μηχανική ενέργεια που υπολογίζεται από τη σχέση (5) με αντικατάσταση.

Στην επιφάνεια της Σελήνης, εφόσον προσεδαφίζεται με μηδενική ταχύτητα, θα έχει μόνο δυναμική ενέργεια ίση με:  $E_{\text{δυν.}} = -G M_L m' / R_L$ .

Εφαρμόζοντας την αρχή διατήρησης της ενέργειας μεταξύ των δύο θέσεων θα έχουμε:

$$-G M_L m' / 2 (R_L + h_L) + W = -G M_L m' / R_L$$

$$W = -G M_L m' / R_L + G M_L m' / 2 (R_L + h_L).$$

Με αντικατάσταση, βρίσκουμε το απαιτούμενο έργο σε Joules.

*Βαθμολογικό Σχήμα*

Για την απόδειξη του τύπου: 5 μονάδες

Για την αντικατάσταση (β): 2 μονάδες

Για την εύρεση του έργου: 3 μονάδες, και για τον αριθμητικό υπολογισμό: 1 μονάδα

7<sup>ο</sup> ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Ο Ήλιος, για όσο διάστημα θα βρίσκεται στην κύρια ακολουθία, είναι, ουσιαστικά, μια μονάδα παραγωγής ενέργειας η οποία χρησιμοποιεί την θερμοπυρηνική σύντηξη και ειδικότερα την διαδικασία της αλυσίδας πρωτονίου-πρωτονίου συντήκοντας 4 πυρήνες υδρογόνου σε έναν πυρήνα ηλίου. Επίσης θεωρούμε ότι η φωτεινότητά του παραμένει σταθερή, τουλάχιστον για όσο χρόνο θα βρίσκεται στην κύρια ακολουθία.

α) Να υπολογίσετε την επί τοις εκατό (%) απόδοση της θερμοπυρηνικής σύντηξης, δηλαδή το ποσοστό της αρχικής μάζας που μετατρέπεται σε ενέργεια.

β) Εάν γνωρίζετε ότι ο Ήλιος αποτελούνταν αρχικά από 70% υδρογόνο και ότι μπορεί να συντήξει μόνο το 13% αυτού (μόνο το υδρογόνο του πυρήνα και ένα μικρό μέρος γύρω από τον πυρήνα), να υπολογίσετε τον χρόνο παραμονής του στην κύρια ακολουθία.

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Για την αλυσίδα πρωτονίου-πρωτονίου η αρχική μάζα είναι αυτή των 4 πυρήνων υδρογόνου, δηλαδή των 4 πρωτονίων:

$$m_i = 4 * m_p = 4 * 1,67 * 10^{-27} = 6,688 * 10^{-27} \text{ kg} \quad (1 \text{ μονάδα})$$

Η τελική μάζα είναι αυτή του ενός πυρήνα ηλίου άρα η απόδοση είναι ο λόγος της μάζας που μετατρέπεται σε ενέργεια, δηλαδή της διαφοράς ανάμεσα στην αρχική και την τελική μάζα προς την αρχική μάζα:

$$\frac{m_i - m_f}{m_i} * 100\% = \frac{6,688 - 6,641}{6,688} * 100\% = 0,7\% \quad (2 \text{ μονάδες})$$

β) Η μάζα του Ήλιου που λαμβάνει μέρος στις θερμοπυρηνικές είναι:

$$0,7 * 0,13 * 1,99 * 10^{30} = 1,81 * 10^{29} \text{ kg} \quad (1 \text{ μονάδα})$$

Εφόσον η απόδοση των αντιδράσεων είναι 0,7% η μάζα που θα μετατραπεί σε ενέργεια θα είναι:

$$\frac{0,7}{100} 1,81 * 10^{29} = 1,27 * 10^{27} \text{ kg} \quad (1 \text{ μονάδα})$$

Άρα η ενέργεια που μπορεί να παράξει ο Ήλιος είναι:

$$E = mc^2 = 1,27 * 10^{27} * (3 * 10^8)^2 = 11,43 * 10^{43} \text{ J} \quad (2 \text{ μονάδες})$$

Όμως ο ρυθμός με τον οποίο ο Ήλιος εκλύει ενέργεια είναι σταθερός και ίσος με:

$$L = \frac{E}{t} = 3,82 * 10^{26} \frac{\text{J}}{\text{s}} \rightarrow t = \frac{E}{L} = \frac{11,43 * 10^{43}}{3,82 * 10^{26}} = 2,99 * 10^{17} \text{ s} \quad (3 \text{ μονάδες})$$

Άρα ο Ήλιος μας θα ζήσει στην κύρια ακολουθία για:

$$t = 3,27 * 10^{17} \text{ s} = \frac{2,99 * 10^{17}}{365,25 * 24 * 60 * 60} = 9,47 * 10^9 \text{ y} \quad (1 \text{ μονάδα})$$

Δηλαδή ο Ήλιος θα ζήσει συνολικά στην κύρια ακολουθία για 9,47 δισεκατομμύρια χρόνια.