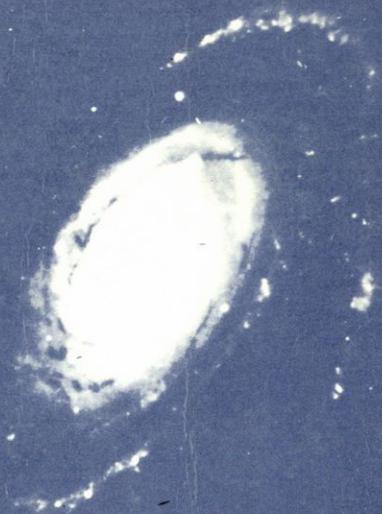


Δ. ΚΩΤΣΑΚΗ - Κ. ΧΑΣΑΠΗ



# ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ 1981

Τ  
Σ  
Β1



## Κ Ο Σ Μ Ο Γ Ρ Α Φ Ι Α

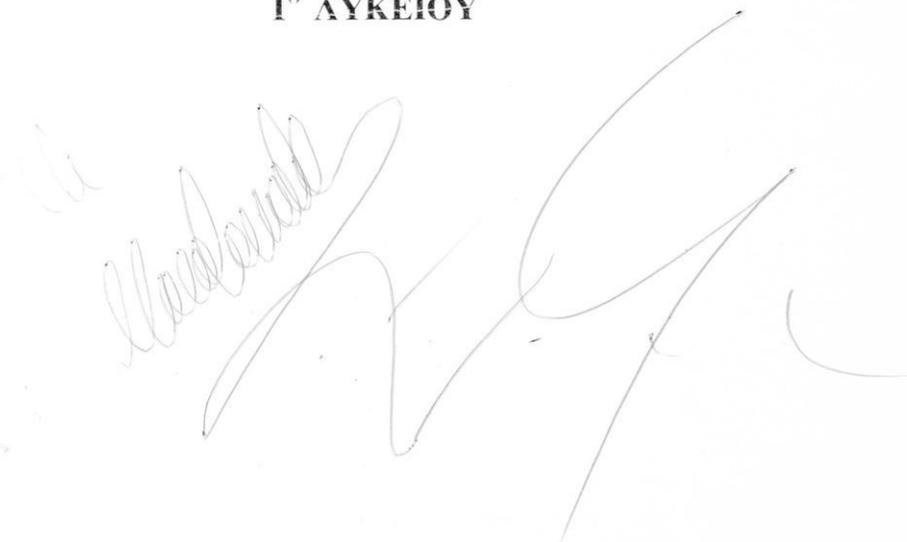
Μέ απόφαση τῆς Ἑλληνικῆς Κυβερνήσεως τά διδακτικά βιβλία τοῦ Δημοτικοῦ, Γυμνασίου καί Λυκείου τυπώνονται ἀπό τόν Ὄργανισμό Ἐκδόσεως Διδακτικῶν Βιβλίων καί μοιράζονται ΔΩΡΕΑΝ.



ΔΗΜ. ΚΩΤΣΑΚΗ καί ΚΩΝΣΤ. ΧΑΣΑΠΗ

# Κ Ο Σ Μ Ο Γ Ρ Α Φ Ι Α

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ

ΑΘΗΝΑ 1981



# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## Ο ΟΥΡΑΝΟΣ ΚΑΙ ΤΟ ΣΥΜΠΑΝ

Ἄν ὑποθέταμε ὅτι δέν ὑπάρχει ἡ γῆ καί ὅτι μένουμε μετέωροι στό διάστημα, τότε θά βλέπαμε νά μᾶς περιβάλλουν ἀπό παντοῦ οἱ ἀστέρες. Θά νομίζαμε μάλιστα ὅτι ὅλοι ἀπέχουν τό ἴδιο ἀπό μᾶς, διασπαρμένοι σέ μιά οὐράνια σφαίρα, πού δέν εἶναι πραγματική, ἀλλά φανταστική.

Πάνω στήν οὐράνια σφαίρα φαίνονται διάφορα ἀντικείμενα πού λέγονται **οὐράνια σώματα**: τέτοια εἶναι: ὁ ἥλιος, ἡ σελήνη, οἱ κομήτες, οἱ ἀστέρες, τά φωτεινά καί σκοτεινά νεφελώματα, ἡ ὕλη πού ὑπάρχει ἀνάμεσα στους ἀστέρες καί πού ἀποτελεῖται ἀπό ἀέριο καί σκόνη, καί ἀκόμα ὁλόκληρος ὁ **γαλαξίας**. Ἀπό τά οὐράνια σώματα περισσότεροι εἶναι οἱ ἀστέρες· σ' ὁλόκληρη τήν οὐράνια σφαίρα φαίνονται μέ γυμνό μάτι 5.000 περίπου. Μέ τά μεγάλα τηλεσκόπια μποροῦν νά φωτογραφηθοῦν 5.000.000.000 ἀστέρες (εἰκ. 1).

Ἡ Γαλαξίας μας ὑπολογίζεται ὅτι ἔχει περισσότερους ἀπό 100 δισεκατομμύρια ἀστέρες. Καί ὑπάρχουν πολλά δισεκατομμύρια γαλαξίες μέ ἀριθμό ἀστέρων ἀνάλογο μέ κείνον πού ἔχει ὁ δικός μας γαλαξίας. Ὅλα αὐτά τά οὐράνια σώματα ἀποτελοῦν τό **Σύμπαν**.

Ἡ Ἀστρονομία εἶναι ἡ ἐπιστήμη, πού ἀσχολεῖται μέ τή μελέτη τῶν οὐράνιων σωμάτων. Χωρίζεται σέ δύο μεγάλους κλάδους: α) Τήν Κλασική Ἀστρονομία, πού ἐξετάζει τίς θέσεις καί τίς κινήσεις τῶν οὐράνιων σωμάτων καί βρῖσκει τίς σχέσεις καί τά αἷτια πού τίς προκαλοῦν. β) Τή Φυσική Ἀστρονομία ἢ Ἀστροφυσική, πού ἀσχολεῖται μέ τά φυσικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα τῶν οὐράνιων σωμάτων, ὅπως εἶναι ἡ λαμπρότητα, ἡ θερμοκρασία, ἡ ἀκτινοβολία, ἡ χημική σύσταση κλπ.

Ἡ Κοσμολογία εἶναι τό σύνολο τῶν στοιχειωδῶν γνώσεων τῆς Ἀστρονομίας. Περιλαμβάνει δηλαδή τίς βασικές γνώσεις τῆς Ἀστρονομίας καί τίς διατυπώνει χωρίς ἀποδείξεις καί χωρίς νά χρησιμοποιεῖ πολλούς μαθηματικούς τύπους.

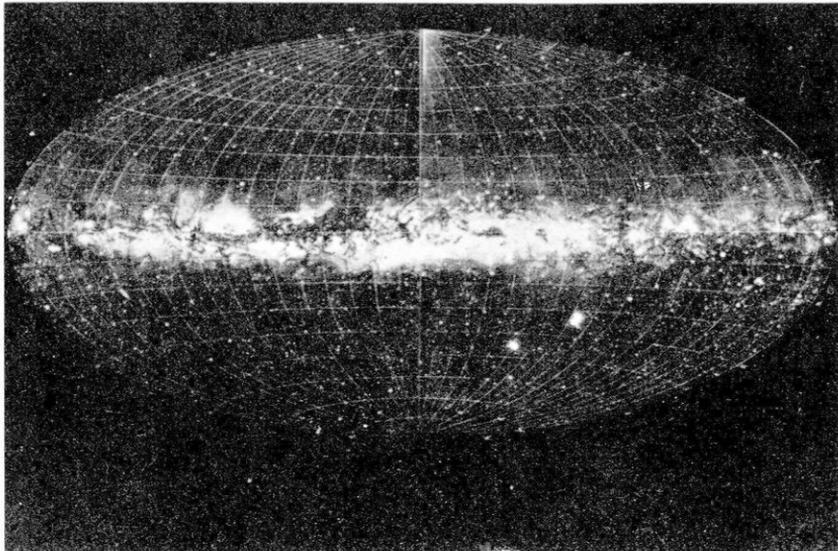
Ἡ χρησιμότητα τῆς Ἀστρονομίας εἶναι πολλαπλή. Οἱ παρατη-

ρήσεις τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν ὁδήγησαν τό Νεύτωνα στή μεγάλη ἀνακάλυψη τοῦ νόμου τῆς βαρύτητας, πού εἶναι ἡ κυριότερη δάση τῆς σύγχρονης θετικῆς ἐπιστήμης. Ἡ ὀπτική (τηλεσκόπιο, μικροσκόπιο) ἀναπτύχθηκε πολύ μέ τήν ἔρευνα τῶν οὐράνιων σωματιῶν. Ἡ Φασματοσκοπία, ἡ Χρονομετρία, ἡ Ναυτιλία καί ἡ Γεωδαισία ἔχουν στενή σχέση μέ τήν Ἀστρονομία. Τελευταία μάλιστα ἡ συμβολή της ἀξήθηγε, ιδιαίτερα στόν τομέα τῆς ἔρευνας τοῦ διαστήματος, μέ τούς τεχνητούς δορυφόρους καί τά διαστημόπλοια.

Ἡ ἀξία ὅμως τῆς Ἀστρονομίας δέν μπορεῖ νά κριθεῖ μόνο ἀπό τή συμβολή της στήν Ἐπιστήμη καί τήν Τεχνική. Τό κέρδος τοῦ μελετητῆ της εἶναι πρῶτ' ἀπ' ὅλα πνευματικό, γιατί γυμνάζει πιό πολύ τό ἀνθρώπινο πνεῦμα. Ἐνισχύει τή μνήμη καί ὀξύνει τήν κρίση· πλαταίνει τή σκέψη καί δίνει φτερά στή φαντασία. Ἡ θαυμαστή τάξη καί ἡ ὑπέροχη ἁρμονία, πού παρατηρεῖται στό Σύμπαν, ἡ μεγαλοπρέπειά του καί ἡ ἀπεραντοσύνη του ἀνεβάξουν τό μελετητή της σέ ψηλότερες πνευματικές σφαῖρες καί τοῦ ἐμπνέουν συναισθήματα ἀνώτερα καί εὐγενικότερα.

Ἡ Ἀστρονομία εἶναι ἐπιστήμη μέ μεγάλη ἠθικοπλαστική δύναμη. Διότι, ἄν ἡ σπουδή της, λέγει ὁ καθηγητής Πλακίδης, ἀποκαλύπτει, μέ τά θαυμάσιά της, στόν ἄνθρωπο τό μεγαλεῖο τοῦ λογικοῦ, μέ τό ὁποῖο προικίστηκε αὐτός ἀπό τή Θεία Πρόνοια, ταυτόχρονα τόν ὀδηγεῖ στήν ἐπίγνωση τῆς πραγματικῆς θέσεώς του στό φθαρτό τοῦτο κόσμο..., ὅταν ἀναλογιστοῦμε τί ἀντιπροσωπεύει στό χώρο καί χρόνο τό ἀνθρώπινο ἐγώ μπροστά στό Σύμπαν.

Ἡ Ἀστρονομία τέλος σχετίζεται στενά μέ τή Φιλοσοφία καί τή Μεταφυσική. Ἄν καί δέν μπορεῖ, σάν Φυσική ἐπιστήμη, νά δώσει ἄμεση ἀπάντηση σέ φιλοσοφικά προβλήματα, ὡστόσο ἡ μελέτη τῶν ἀστρονομικῶν ζητημάτων, ὅπως γράφει ὁ Russell (Ράσσελ) «ἀσχεῖ γενικά σημαντική ἐπίδραση στόν καθορισμό τῆς στάσης τοῦ σκεπτόμενου ἀνθρώπου, πού ἀντιμετωπίζει προβλήματα τῆς φιλοσοφίας, ὅπως εἶναι οἱ ὑποχρεώσεις του στίς μέλλοντες γενιές, ἡ θέση του στό Σύμπαν καί ἡ σχέση του μέ τή Δύναμη, πού βρίσκεται πάνω ἀπό τό Σύμπαν. Πολύ χαρακτηριστικά μάλιστα γράφει ὁ Δ. Αἰγινήτης ὅτι ἡ Ἀστρονομία παρουσιάζει «τήν συγγένειαν τῆς ἰδικῆς μας διανοίας πρός τόν Ἄπειρον Λόγον».



Εικ. 1. Γενική άποψη του ούρανού.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α

### ΣΥΜΠΑΝ, ΓΑΛΑΞΙΕΣ, ΑΣΤΕΡΕΣ ΚΑΙ ΑΣΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.

#### 1. Όρισμός, σχήμα και έκταση του Σύμπαντος.

Σύμπαν ονομάζουμε τό σύνολο τών ύλικών σωμάτων, όπου και άν βρίσκονται αυτά.

Οί διάφορες μορφές ενέργειας, όπως τό φώς, ή θερμότητα, ό ήλεκτροισμός κλπ. συνδέονται μέ τά ύλικά σώματα και, όπως μάς διδάσκει ή σύγχρονη Φυσική, δέν ύπάρχει ουσιαστική διαφορά μεταξύ ύλης και ενέργειας, διότι ή ύλη «έξαυλούμενη» γίνεται ενέργεια και ή ενέργεια «ύλοποιούμενη» είναι δυνατό νά μετατραπεί σέ ύλη. Έτσι γενικεύοντας ονομάζουμε Σύμπαν τό συνολικό ποσό τής ύπάρχουσας ύλης και ενέργειας.

Τό Σύμπαν δέν εἶναι ἄμορφο οὔτε ἄπειρο. Εἶναι πεπε-  
ρασμένο. Αὐτό εἶναι δύσκολο νά τό παραδεχτεῖ κανεῖς μέ τήν  
πρώτη ματιά, ὥστόσο οἱ ἔρευνες κατά τά τελευταῖα πενήντα χρόνια  
ὀδηγοῦν στή διαπίστωση, ὅτι τό Σύμπαν εἶναι περιορισμένο.  
Πρῶτος ὁ Α. Einstein (Ἄϊνσταϊν) κατέληξε στό συμπέρασμα αὐτό  
μέ τή θεωρία τῆς σχετικότητας.

Τό πιό πιθανό εἶναι πῶς τό Σύμπαν ἀποτελεῖ ἕνα σχῆμα **κλει-  
στό** καί χωρίς **πέρατα**. Αὐτό σημαίνει πῶς μπορούμε νά φαντα-  
στούμε τό Σύμπαν σάν ἕνα σφαιροειδές πού, ὅσο περνᾷ ὁ χρόνος διογ-  
κώνεται συνέχεια καί καταλαμβάνει ὄλο καί περισσότερη ἔκταση ἢ,  
ἀντίθετα, ὄλο καί μικραίνει καί καταλαμβάνει λιγότερη ἔκταση. Σή-  
μερα δεχόμαστε ὅτι κατά τό μακρινό παρελθόν ὀλόκληρη ἡ ποσό-  
τητα τῆς ὕλης καί τῆς ἐνέργειας τοῦ Σύμπαντος θρῖσκόταν περιορι-  
σμένη σέ ἕνα μικρό χῶρο καί ὅτι μέσα στά δισεκατομμύρια ἔτη τῆς  
ἱστορίας του δι α σ τ ε λ λ ὅ τ α ν, γεγονός πού καί σήμερα συνεχίζε-  
ται.

Ἐπειδή οἱ ἀποστάσεις, πού χωρίζουν μεταξύ τους τά μέλη τοῦ  
Σύμπαντος, εἶναι τεράστιες, οἱ ἀστρονόμοι ἐπινόησαν γιά τή μέ-  
τρησή τους μιᾶ μεγάλη μονάδα, πού τή λέμε **ἔτος φωτός** (ε.φ.).

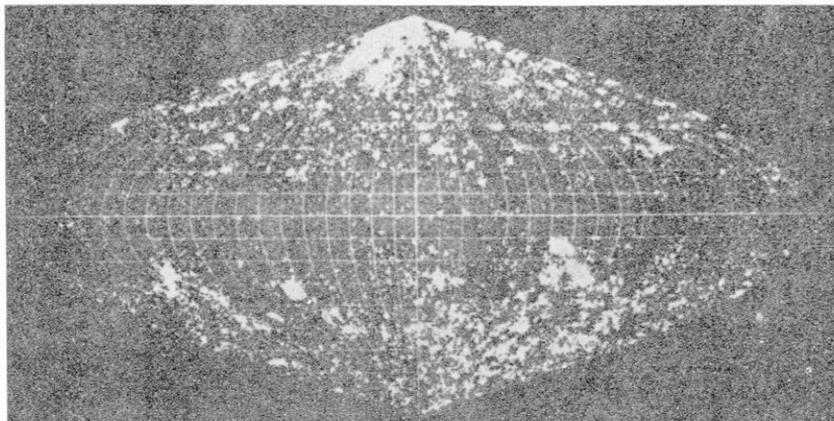
**Ἐτος φωτός εἶναι τό διάστημα πού διατρέχει τό φῶς σέ ἕνα  
ἔτος, ἂν κινεῖται συνέχεια μέ τή γνωστή ταχύτητά του, 300.000 χι-  
λιόμετρα τό δευτερόλεπτο.**

Τό ἔτος φωτός εἶναι ἴσο μέ 9,5 τρισεκατομμύρια χιλιόμετρα.  
Στό ἔξῃς τό ἔτος φωτός θά συμβολίζεται μέ τά ἀρχικά: ε.φ.

Ἄν καί χρησιμοποιοῦνται σήμερα τελειοποιημένα τηλεσκόπια μέ  
μεγάλη ἰσχὺ δέν εἶναι δυνατό νά δοῦμε μέχρι τά πέρατα τοῦ Σύμ-  
παντος. Μέ τά μεγάλα σύγχρονα τηλεσκόπια, π.χ. τοῦ ἀστερο-  
σκοπεῖου Palomar (Παλομάρ) ἢ καί ἄλλα παρόμοια, διακρίνονται  
ἀντικείμενα πού θρῖσκονται σέ ἀπόσταση μεγαλύτερη ἀπό δεκα-  
πέντε δισεκατομμύρια ε.φ. Ἀλλά καί μέ τά μεγάλα ραδιοτηλε-  
σκόπια μπορούμε νά εἰσδύσουμε στό χῶρο τοῦ Σύμπαντος περισ-  
σότερο. Καί πάλι ὁμως δέν μπορέσαμε νά «δοῦμε» τό Σύμπαν σέ  
ὄλη του τήν ἔκταση.

## 2. Πλήθος, σύσταση, μεγέθη καί τοπική ομάδα γαλαξιών.

Παρατηρώντας στά δάθη τοῦ Σύμπαντος μέ τά τηλεσκόπια



Εικ. 2. Κατανομή των νεφελειδών (γαλαξιών) στην οὐράνια σφαίρα.

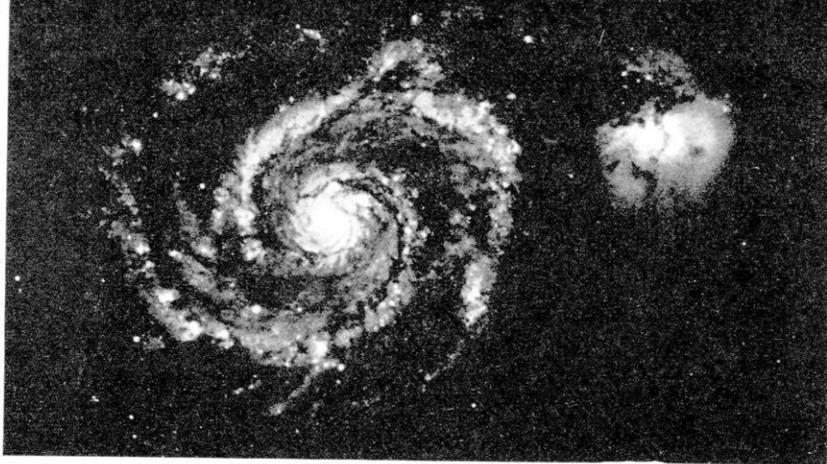
βλέπουμε ότι υπάρχουν διάσπαρτα, σ' όλη τήν έκτασή του και προς όλες τίσ διευθύνσεις, άμέτρητα αντικείμενα, πού φαίνονται πάρά πολύ μικρά και μοιάζουν μέ νεφελειδεϊς άσπρειδερες κηλίδες.

Όνομάζουμε **γαλαξίες** τά τεράστια σέ μέγεθος συγκροτήματα από άστέρες και διάχυτη ύλη, από τά όποια αποτελείται κυρίως τό Σύμπαν. (είκ 2).

Διαπιστώθηκε ότι στό Σύμπαν έκτός από τούς γαλαξίες βρίσκεται διασκορπισμένη και άραιότατη ύλη, πού αποτελείται από άέρια και σκόνη και πού συχνά είναι πιό άραιή από τό τεχνητό κενό. Η ύλη αυτή μπορεί νά θεωρηθεί ότι γεμίζει, γενικά, τό χώρο του Σύμπαντος και όνομάζεται **μεσογαλαξιακή ύλη**.

Έπειδή, όπως είπαμε, δέν μπορούμε νά είσδύσουμε στό χώρο του Σύμπαντος μέ τά τηλεσκόπια πέρα από ένα όρισμένο βάθος, δέν είναι δυνατό και νά μετρήσουμε μέ ακρίβεια όλους τούς γαλαξίες πού υπάρχουν σ' αυτό.

Έκτός απ' αυτό, όσο πιό μακριά από μās βρίσκονται οί γαλαξίες, τόσο πιό δύσκολα τούς διακρίνουμε σάν άμυδρά αντικείμενα. Έξάλλου ή μεσογαλαξιακή ύλη, πού βρίσκεται στό χώρο, απορροφά τό φώς των γαλαξιών, καθώς τρέχει στό διάστημα για νά φτάσει στή γή, μέ συνέπεια νά μή διακρίνουμε καθόλου τούς πιό απομακρυσμέ-



Είκ. 3. Ὁ σπειροειδῆς γαλαξίας N.G.C. 5194 στὸν ἀστερισμὸ τῶν Θηρευτικῶν Κυνῶν.

νοὺς γαλαξίες. Ἡ μεσογαλαξιακὴ ὕλη ὅμως δὲν ἀπορροφᾷ τὴ ραδιοφωνικὴ ἀκτινοβολία καὶ ἔτσι μὲ τὰ ραδιοτηλεσκόπια παρατηροῦμε μακρινότερα ἀντιζέμμενα.

**Μορφές τῶν γαλαξιών.** Οἱ γαλαξίες παρουσιάζουν, γενικά, σχήματα κανονικά. Ὁ Hubble (Χάμπλ) τοὺς ταξινομήσε σύμφωνα μὲ τὸ σχῆμα τους ὡς ἑξῆς:

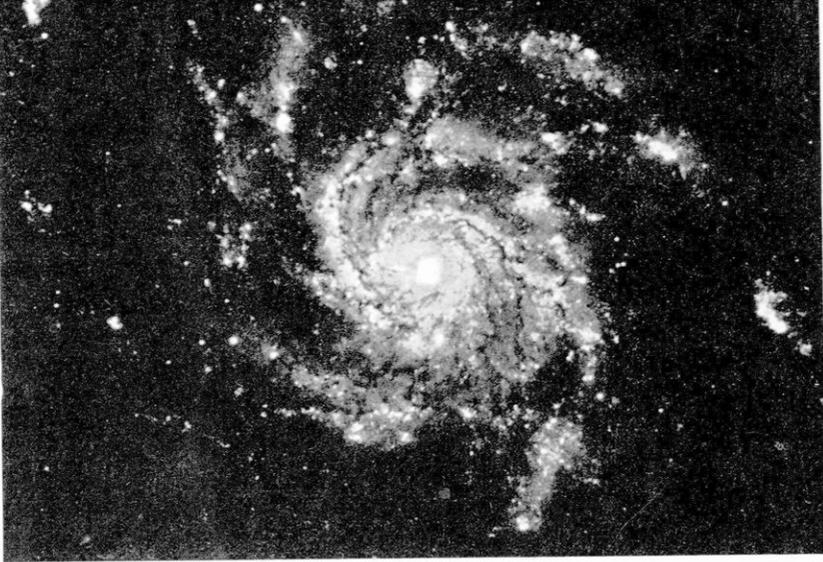
α) Γαλαξίες πού ἔχουν σχῆμα ἔλλειπτικό καὶ ὀνομάζονται **ἔλλειπτικοί**. Ἀποτελοῦν τὸ 17 % στὸ σύνολο τῶν γαλαξιών.

β) Γαλαξίες, πού, ἐπειδὴ ἔχουν πυρήνα γύρω ἀπὸ τὸν ὁποῖο ἐλίσσονται σπείρες ἢ βραχίονες, ὀνομάζονται **σπειροειδεῖς**. Ἀποτελοῦν τὸ 80 % (εἰκ 3).

γ) Γαλαξίες, λίγοι στὸν ἀριθμὸ, πού ἔχουν σχῆμα ἀκανόνιστο καὶ ὀνομάζονται **ἀνόμαλοι**. Αὐτοὶ ἀποτελοῦν τὸ ὑπόλοιπο 3 % στὸ σύνολο τῶν γαλαξιών.

Ὅπως ἀπέδειξαν οἱ ἐρευνες, κατὰ τίς τελευταῖες κυρίως δεκαετίες, κάθε γαλαξίας ἀποτελεῖται ἀπὸ ἀστέρες, νέφελώματα καὶ μεσοαστρικὴ ὕλη.

Οἱ **ἀστέρες** κάθε γαλαξία εἶναι ἥλιοι, ὅπως ὁ ἥλιος μας. Ἐξάλλου, ἐπειδὴ οἱ γαλαξίες θρῖσκονται σὲ μεγάλες ἀποστάσεις ἀπὸ μᾶς, δὲν εἶναι δυνατό νὰ καταμετρήσουμε τοὺς ἀστέρες τους καὶ πῶς πολὺ μάλιστα αὐτοὺς πού θρῖσκονται στὸν πυρήνα. Στούς πολὺ κοντινοὺς μας γαλαξίες μποροῦμε νὰ διακρίνουμε τοὺς ἀστέρες τους, αὐτοὺς κυρίως πού θρῖσκονται στοὺς βραχίονες, πού εἶ-



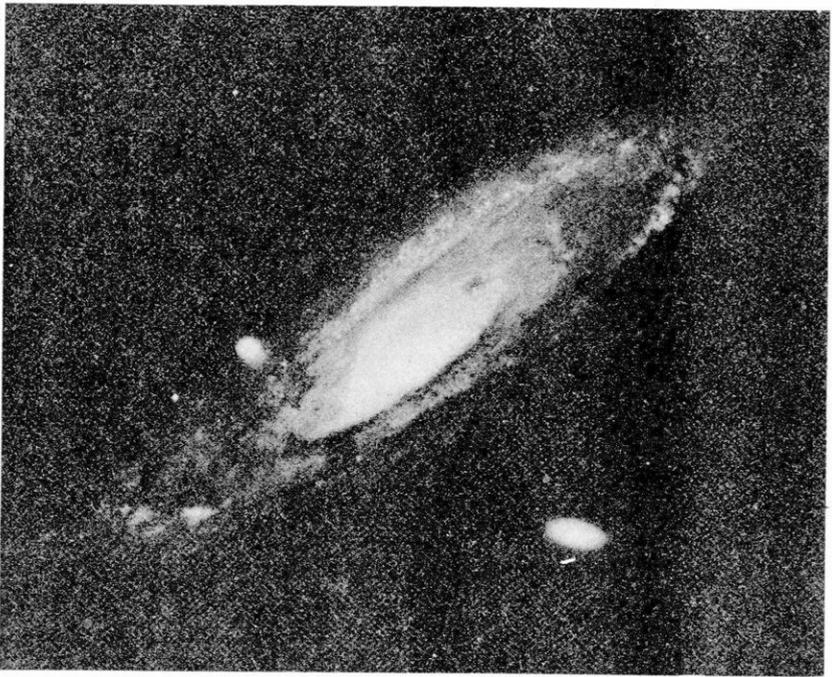
Εικ. 4. Ὁ σπειροειδῆς γαλαξίας στὸν ἀστερισμὸ τῆς Μεγάλης Ἀρκτοῦ, ὅπως ἀναλύεται μερικῶς σὲ ἀστέρες.

1414  
 να ἀραιότεροι, ἐνῶ δὲν μποροῦμε καὶ πάλι νά διακρίνουμε αὐτοὺς πού βρῖσκονται στοὺς πυρήνες. Γενικά τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων κάθε γαλαξία ὑπολογίζεται σὲ δεκάδες ἢ καὶ ἐκατοντάδες δισεκατομμύρια. (εἰκ. 4).

Τὰ νεφελώματα τῶν γαλαξιῶν εἶναι ὕλη νεφελώδης, σχετικά πυκνὴ καὶ συνήθως σκοτεινὴ, ἐκτός ἂν φωτίζεται ἀπὸ γειτονικοὺς ἀστέρες, ὁπότε φαίνεται φωτεινὴ. Τὰ νεφελώματα φαίνονται σάν σκοτεινὲς ταινίες πού ἀμαυρώνουν κατὰ τόπους τόσο τὸν πυρήνα ὅσο καὶ τοὺς βραχίονες κάθε γαλαξία.

Τέλος ἡ μεσοαστρικὴ ὕλη εἶναι ὕλη, ἀπὸ ἀέρα ἢ καὶ σκόνη, πολὺ ἀραιότερη ἀπὸ τὴν ὕλη τῶν νεφελωμάτων, πού ὀνομάστηκε ἔτσι γιατί εἶναι διασκορπισμένη γύρω ἀπὸ τοὺς ἀστέρες κάθε γαλαξία καὶ γεμίζει τὸ μεταξὺ τους ὁλὸν χωρὸν.

Τὸ σχῆμα τῶν γαλαξιῶν, ἂν ἐξαιρέσουμε τοὺς σφαιρικοὺς, εἶναι γενικά πολὺ πλατὺ. Στούς σπειροειδεῖς φαίνεται πλατύτερο. Ἐξαιτίας αὐτοῦ οἱ διαστάσεις κάθε γαλαξία προσδιορίζονται πάντοτε μέ δύο ἀριθμοὺς. Ἀπὸ αὐτοὺς ὁ ἕνας δίνει τὴν διάμετρο τοῦ γαλαξία ἢ καλύτερα τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ἄξονα τοῦ ἔλλειψο-



Εικ. 5. Ο μεγάλος σπειροειδής γαλαξίας  
στον άστερισμό της Άνδρομέδας.

ειδοῦς (φακοειδοῦς) σχήματός του, ἐνῶ ὁ ἄλλος τὸ μῆκος τοῦ μικροῦ ἄξονα, πού ἀντιστοιχεῖ στό «πάχος» τοῦ γαλαξία.

Τὸ μῆκος τῆς διαμέτρου τῶν γαλαξιῶν βρέθηκε ὅτι δέν εἶναι σταθερό· πάντοτε ὅμως ὑπολογίζεται στήν τάξη τῶν χιλιάδων ἢ καί δεκάδων χιλιάδων ε.φ. Συνήθως τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ἄξονα κάθε γαλαξία κυμαίνεται ἀπό 20 ὡς 60 χιλιάδες ε.φ., ἐνῶ τοῦ μικροῦ ἄξονα περιορίζεται στό δέκατο τοῦ μεγέθους τοῦ μεγάλου ἄξονα του. Κατά κανόνα μεγαλύτεροι γαλαξίες εἶναι οἱ σπειροειδεῖς.

Πρῶτος ὁ W. Baade (Μπάαντε) διαπίστωσε πὼς ἀνάμεσα στίς ὁμάδες τῶν γαλαξιῶν ὑπάρχει μιὰ ὁμάδα πολὺ ἐνδιαφέρουσα. Εἶναι ἢ λεγόμενη τοπική ὁμάδα γαλαξιῶν, πού ἀποτελεῖται ἀπὸ 23 γαλαξίες. Μέσα σ' αὐτὴ τὴν τοπικὴ ὁμάδα γαλαξιῶν συγκαταλέγεται καὶ ὁ δικός μας γαλαξίας, πού ἕνας ἀπὸ τοὺς ἀστέρες του εἶναι ὁ ἥλιος

μας. Έπομένως μέσα σ' αυτόν τό γαλαξία βρίσκεται ή γή και κινείται γύρω από τόν ήλιο. Άλλος πολύ γνωστός γαλαξίας είναι τής Άνδρομέδας. (εικ. 5).

## Έρωτήσεις

- 1) Ποιό είναι τό πιθανό σχήμα τοῦ Σύμπαντος και πόση ή έκτασή του;
- 2) Γιατί δέν μπορούμε νά «δοῦμε» τό Σύμπαν σ' όλη του τήν έκταση;
- 3) Τι είναι οί γαλαξίες και από τί αποτελοῦνται;
- 4) Ποιά είναι ή διαφορά ανάμεσα στά νεφελώματα και στή μεσοαστρική όλη;
- 5) Τι ονομάζουμε έτος φωτός;
- 6) Τι μορφές έχουν οί γαλαξίες και ποιές είναι οί διαστάσεις τους;
- 7) Όνομάστε δύο γαλαξίες πού ανήκουν στήν τοπική ομάδα γαλαξιών.

### 3. Σύσταση, διαστάσεις, δομή και περιστροφή τοῦ γαλαξία.

Κατά τίς ασέληνες νύχτες, όταν βρισκόμαστε μακριά από τά φώτα τής πόλης, βλέπουμε καθαρά, ότι ό οὐρανός διασχίζεται από μιá άκανόνιστη, φωτεινή και νεφελώδη ζώνη, πού οί άρχαίοι Έλληνες τήν όνόμασαν **Γαλαξία** από τή γαλακτοχρωμη όψη τής.

Είναι χαρακτηριστικό, ότι πρώτος ό Δημόκριτος (περιπ. 460–370 π.Χ.) χωρίς όργανα, προσδιόρισε ότι ό γαλαξίας αποτελείται από άστéρες, όπως είχε καθορίσει και τή σύσταση τής ύλης από άτομα. Είπε: «**ό γαλαξίας έστí πολλών και μικρών και συνεχών άστéρων, συμφοτιζομένων άλλήλοις, συναυγασμός διά τήν πύκνωσιν**» αυτό δηλαδή πού λέγει και ή σύγχρονη Άστρονομία για τή σύσταση τοῦ Γαλαξία.

Ό γαλαξίας φαίνεται από τή γή σαν μιá ζώνη στόν οὐρανό, γιατί και ή γή, άπ' όπου τόν παρατηρούμε, βρίσκεται μέσα στό γαλαξία. Κατέχει δηλαδή ή γή τέτοια θέση μέσα σ' αυτόν, ώστε νά τόν βλέπουμε σαν φωτεινή ζώνη, πού τήν όνομάζουμε **γαλαξιακή ζώνη**.

Συμβαίνει έδω κάτι άνάλογο, μέ κείνο πού γίνεται, όταν βρισκόμαστε μέσα στό δάσος. Τότε, τά κοντινά σέ μās δέντρα, μās περιβάλλουν από όλα τά μέρη και φαίνονται ξεχωριστά τό καθένα. Τά δέντρα όμως, πού βρίσκονται μακριά μας, δέν μπορούμε νά τά ξεχωρίσουμε. Τά βλέπουμε νά σχηματίζουν γύρω μας ένα άμορφο σύνολο, όπου συγχέονται οί κορμοί, τά κλαδιά και τά φυλλώματα τους, αποτελοῦν δηλαδή ένα άκαθόριστο σύνολο.

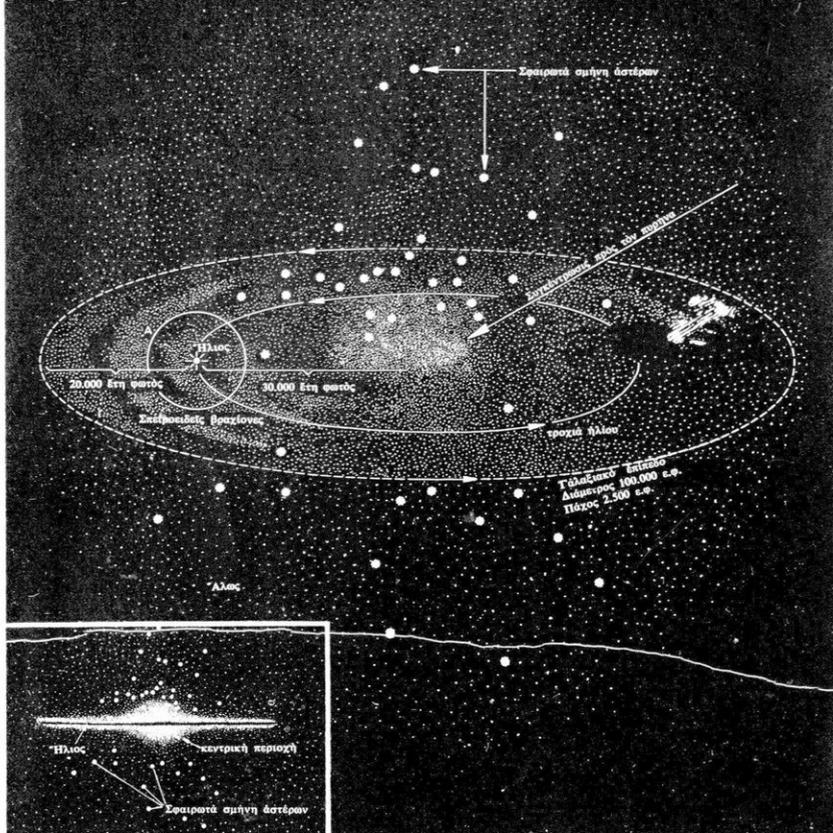
Κατά τόν ἴδιο τρόπο, ὅλοι οἱ ἀστέρες, πού φαίνονται σκορπισμένοι στόν οὐρανό, εἶναι οἱ κοντινοί μας ἀστέρες τοῦ γαλαξία καί ἀντιστοιχοῦν μέ τά κοντινά μας δέντρα τοῦ δάσους. Ἐξάλλου ἡ φωτεινή γαλακτόχρωμη ζώνη εἶναι τά μακρινά σέ μᾶς πλήθη ἀστέρων καί ἀντιστοιχοῦν στά μακρινά δέντρα τοῦ δάσους. Εἶναι τά πλήθη τῶν ἀστέρων, πού εἶναι τόσο πυκνά, ἀλλά καί τόσο μακριά ἀπό μᾶς, ὥστε νά βλέπουμε μόνο τήν ἀσπρειδερή τους ἀνταύγεια. Ὁ γαλαξίας δέν εἶναι μιά σφαῖρα, πού στό κέντρο της θρῖσκεται ἡ γῆ, ὥστε ὅλος ὁ οὐρανός νά ἔχει τή γαλακτόχρωμη ὄψη. Ἔχει σχῆμα φακοῦ καί μακριά ἀπό τό κέντρο του θρῖσκεται ἡ γῆ. Γι' αὐτό καί βλέπουμε ἀπό τή γῆ τό κύριο σῶμα τοῦ φακοειδοῦς γαλαξία νά προβάλλεται στόν οὐρανό, σάν μιά κυκλική φωτεινή ζώνη.

Ἀπό ἐπιμελημένες ἔρευνες, πού ἄρχισε πρῖν διακόσια χρόνια ὁ W. Herschel (Οὐίλ. Ἑρσελ) καί συνεχίστηκαν ὡς σήμερα ἀπό πολλούς ἐπιφανεῖς ἀστρονόμους, ἀποδεικνύεται ὅτι ὁ γαλαξίας μας εἶναι ἓνα πελώριο συγκρότημα ἀπό ἀστέρες, νεφελώματα καί μεσοαστρική ὕλη, ὅπως εἶναι ὅλοι οἱ ἄλλοι γαλαξίες, καί ὅτι ἀνήκει στούς σπειροειδεῖς γαλαξίες.

Ἐπολογίζεται ὅτι ἡ διάμετρος τοῦ γαλαξία εἶναι 100.000 ε.φ., ἐνώ τό πάχος του εἶναι μόνο 10.000 ε.φ.

Ὅρισμένες περιοχές τοῦ οὐρανοῦ ἐκπέμπουν ἔντονα ραδιοφωνικά κύματα. Οἱ πηγές αὐτές ὀνομάζονται ραδιαστέρες ἢ ραδιοπηγές. Ἡ ὑπαρξή τους διαπιστώνεται μέ τά ραδιοτηλεσκόπια. Αὐτοί οἱ ἀστέρες, πού κατά κανόνα δέ φαίνονται μέ τά ὀπτικά τηλεσκόπια, εἶναι ὑπολείμματα «ὑπερνέων» ἀστέρων. Πολύ ἔντονη ραδιοφωνική ἀκτινοβολία ἔρχεται καί ἀπό ἐξωγαλαξιακοῦς ραδιαστέρες. Πρόκειται γιά γαλαξίες πού θρῖσκονται σέ κατάσταση ἐκρήξεως. Οἱ πῖο ἐντυπωσιακές περιπτώσεις ἐκρήξεων γαλαξίων ἀποτελοῦν τούς ἡμιαστέρες ἢ κβάζαορς. Τελευταῖα ἀνακαλύφθηκαν στό διάστημα ραδιοπηγές, πού ἐκπέμπουν πολύ ρυθμική ραδιοφωνική ἀκτινοβολία καί ὀνομάστηκαν πάσσαορς (παλλόμενοι ἀστέρες).

Στόν πυρήνα τοῦ γαλαξία, ἀλλά καί κατά μῆκος τῶν βραχιόνων του, παρατηροῦνται μεγάλες συμπυκνώσεις ἀστέρων, πού ὀνομάζονται ἀστρικά νέφη. Τά νέφη αὐτά φαίνονται καί μέ γυμνό μάτι. Ἐξάλλου καθένα ἀπό τά ἀστρικά νέφη ἀποτελεῖται συνήθως ἀπό



Σχ. 1. Σχηματική παράσταση του Γαλαξία μας.

πολλά σμήνη άστέρων, ενώ κάθε σμήνος περιλαμβάνει εκατοντάδες χιλιάδες ή και δεκάδες χιλιάδες άστéρες.

Ένα από αυτά τά σμήνη άπαρτίζεται από τούς λαμπρότερους άστéρες τού ούρανού, πού εΐναι περίπου πέντακόσιοι. Μολονότι οί άστéρες αυτοί φαίνονται διασκορπισμένοι στόν ούρανό, στήν πραγματικότητα άποτελοϋν σμήνος. Σ' αυτό τό σμήνος θρίσεται καί ή γή μας· εΐναι τό «τοπικό σύστημα».

Καθορίστηκε ή θέση τού ήλιου καί τής γής μέσα στό γαλαξία μας καί θροέθηκε ότι άπέχει από τό κέντρο' αυτού άπόσταση ίση με 30.000 ε.φ. (σχ. 1).

Ἡ μελέτη τῶν κινήσεων τῶν ἀστέρων τοῦ γαλαξία μας δόδηγισε στό συμπέρασμα ὅτι ὁλόκληρος ὁ γαλαξίας περιστρέφεται. Ἡ περιστροφή του γίνεται γύρω ἀπό τό μικρό ἄξονα τοῦ ἑλλειψοειδοῦς πυρήνα του. Γιά μιά πλήρη περιστροφή του χρειάζονται 250 περίπου ἑκατομμύρια ἔτη.

Τό ἐπίπεδο, πού εἶναι κάθετο στόν ἄξονα περιστροφῆς τοῦ γαλαξία καί περνᾷ ἀπό τό κέντρο του, δηλαδή τό ἐπίπεδο συμμετρίας τοῦ φακοειδοῦς πυρήνα του, ὀνομάζεται γαλαξιακό ἐπίπεδο.

Ὁ ἥλιος καί ἡ γῆ βρίσκονται σέ πολύ μικρῆ ἀπόσταση, μόλις 25 ε.φ., ἀπό τό γαλαξιακό ἐπίπεδο. Στή θέση αὐτή, πού ἀπέχει 30.000 ε.φ. ἀπό τό γαλαξιακό κέντρο, κινεῖται ὁ ἥλιος γύρω ἀπό τόν ἄξονο περιστροφῆς τοῦ γαλαξία μέ ταχύτητα 250 km/sec. Μέ τήν ταχύτητα αὐτή συμπαρασύρει καί τή γῆ, μέ ἀποτέλεσμα νά συμπληρώνουν καί οἱ δύο μαζί μιά πλήρη περιστροφή γύρω ἀπό τόν ἄξονο περιστροφῆς τοῦ γαλαξία σέ 250 ἑκατομμύρια ἔτη.

Ἀπό τό χρόνο περιστροφῆς τοῦ γαλαξία προέκυψε ὅτι ἡ συνολική μάζα του εἶναι ἴση μέ  $2,2 \times 10^{11}$  ἡλιακές μάζες.

#### 4. Ἡλιακό σύστημα καί σχέση τῆς γῆς μέ τό γαλαξία καί τό Σύμπαν.

Ὁ ἥλιος μας, σάν ἀστέρας τοῦ γαλαξία, δέν εἶναι μόνος. Γύρω ἀπό αὐτόν κινοῦνται, σέ διάφορες ἀποστάσεις, ἑννέα, σχετικά μεγάλα καί περίπου σφαιρικά, σώματα, σκοτεινά, πού φωτίζονται καί θερμαίνονται ἀπ' αὐτόν καί πού ὀνομάζονται πλανῆτες. Στή σειρά, ἀνάλογα μέ τήν ἀπόστασή τους ἀπό τόν Ἡλιο, οἱ πλανῆτες ἔχουν τά ἑξῆς ὀνόματα: Ἑρμῆς, Ἀφροδίτη, Γῆ, Ἄρης, Ζεῦς, Κρόνος, Οὐρανός, Ποσειδῶν καί Πλούτων.

Ἡ γῆ ἀπέχει ἀπό τόν ἥλιο  $1,5 \times 10^8$  km. Ἡ ἀπόσταση αὐτή ὀνομάζεται συνήθως ἀστρονομική μονάδα. (α.μ.).

Ἐκτός ἀπό τούς κοντινοῦς Ἑρμῆ καί Ἀφροδίτη γύρω ἀπό τούς ἄλλους πλανῆτες κινοῦνται ἕνα ἢ περισσότερα σώματα, μικρότερά τους, πού ὀνομάζονται δορυφόροι τῶν πλανητῶν. Ἡ σελήνη εἶναι ὁ μοναδικός δορυφόρος τῆς γῆς. Γύρω ἀπό τόν ἥλιο, ἐκτός ἀπό τούς πλανῆτες καί τούς δορυφόρους τους, κινοῦνται καί μερικές δεκάδες ἄλλα σώματα, πού, ἐπειδή ἔχουν σχῆμα στενόμακρο, ὅπως ἡ κόμη

(μακριά μαλλιά), ονομάζονται κομήτες.

Οι πλανήτες με τούς δορυφόρους, οί κομήτες και ο ήλιος αποτελούν τό ήλιακό ή πλανητικό σύστημα μας.

Η μάζα τής γής μετρήθηκε με ακρίβεια και βρέθηκε ίση με  $5,5 \times 10^{21}$  ( $5,5 \times 6^{25}$  εκατομ.) τόνους. Αφού γνωρίζουμε ότι ή μάζα του ήλιου είναι 330.000 φορές μεγαλύτερη από τή μάζα τής γής, συμπεραίνουμε ότι ή μάζα του ήλιου είναι ίση με  $1.815 \times 10^{27}$  τόνους (1,8 περίπου οκτάκις εκατομ. τόνους).

Εξάλλου μετρήθηκε ή διάμετρος τής γήινης σφαίρας και βρέθηκε ότι φτάνει στά 12.750 km. Η διάμετρος του ήλιου βρίσκουμε ότι είναι 109 φορές μεγαλύτερη και ο όγκος του 1.300.000 φορές μεγαλύτερος από τόν όγκο τής γής. Όπως βλέπουμε, όχι μόνο ή γή, αλλά και ο ήλιος είναι σώματα πάρα πολύ μικρά σέ σύγκριση με τό τεράστιο μέγεθος τής διαμέτρου του γαλαξία, πού είναι 100.000 ε.φ.

Η γή μας είναι τόσο μικρή, ώστε, αν συγκρίνουμε τήν ακτίνα τής με τήν ακτίνα του γαλαξία, θά δοῦμε ότι είναι άσήμαντη, γιατί ο λόγος τών μεγεθών τους είναι πραγματικά κλάσμα άμελητέο.

Άλλά τότε είναι φανερό, πώς ο πλανήτης μας, τόσο στό ποσό τής ύλης του, όσο και στίς διαστάσεις του, δέν είναι δυνατό νά συγκριθεί με τό τεράστιο μέγεθος του Σύμπαντος, αφού ο γαλαξίας μας συγκεντρώνει ίσως τό τρισεκατομμυριοστό τής ύλης του Σύμπαντος και ο λόγος τής ακτίνας τής γής, 6.378 km, με τήν ακτίνα του Σύμπαντος, 10 δισεκατομμύρια ε.φ., τείνει συνέχεια στό μηδέν.

## 5. Όνομασία, λαμπρότητα και πλήθος άστέρων ούρανογραφία.

Παρατηρώντας τούς άστέρες διαπιστώνουμε ότι ή κατανομή τους στον ούρανό δέν είναι όμοιόμορφη και συχνά σχηματίζουν μερικά ευδιάκριτα συμπλέγματα, πού με τή βοήθεια τής φαντασίας βρίσκουμε ότι έχουν τή μορφή διαφόρων αντικειμένων, ζώων ή και ανθρώπων. Από τή Β' χιλιετηρίδα π.Χ. τά ευδιάκριτα αυτά συμπλέγματα τών άστέρων ονομάστηκαν **αστερισμοί**. Σέ καθένα από αυτά οί αρχαίοι Έλληνες έδωσαν και ένα ιδιαίτερο όνομα. πού τό πήραν από τή μυθολογία. Έτσι υπάρχουν οί αστερισμοί: του **Ήρακλέους**, του **Ωρίωνος**, του **Περσέως**, τής **Άνδρομέδας**, τής **Μεγάλης Άρκτου**, τής **Μικράς Άρκτου** κ.ά. Αργότερα έκτός από τούς

48 συνολικά άστερισμούς, πού καθόρισαν οί Έλληνες, προστέθηκαν καί άλλοι 40, ώστε σήμερα νά εἶναι γνωστοί 88 άστερισμοί.

Ἀπό τούς 88 αὐτούς άστερισμούς οί 6, δηλαδή ἡ **Μεγάλη Ἄρκτος**, ἡ **Μικρά Ἄρκτος**, ἡ **Κασσιόπη**, ὁ **Κηφεύς**, ὁ **Δράκων** καί ἡ **Καμηλοπάρδαλις** εἶναι ὄρατοί ἀπό τήν Ἑλλάδα, ὅλη τή νύχτα καί ὅλες τίς ἐποχές τοῦ ἔτους, στό βόρειο μέρος τοῦ οὐρανοῦ, γι' αὐτό καί ὀνομάζονται ἀειφανεῖς άστερισμοί. Ἀπό τούς ὑπόλοιπους 82, μόνο οί 63 φαίνονται ἀπό τήν Ἑλλάδα, κατὰ διάφορες ἐποχές τοῦ ἔτους καί ὥρες τῆς νύχτας, καί ὀνομάζονται ἀμφιφανεῖς άστερισμοί. Οἱ ὑπόλοιποι 19 άστερισμοί δέ φαίνονται ποτέ ἀπό τήν Ἑλλάδα καί ὀνομάζονται ἀφανεῖς άστερισμοί.

Ἀπό τούς άστέρες μόνο οί 30 λαμπρότεροι ἔχουν ἰδιαίτερο ὄνομα, συνήθως ἑλληνικό, ὅπως ὁ Ἄρκτουρος (ὁ ὀδηγός τῆς Ἄρκτου), ἡ ἄραβικό<sup>1</sup>, ὅπως ὁ Ἀλτάιρ (πετάμενος άετός).

Γενικά ὁμως, τόσο οί 30 άστέρες πού ἔχουν ἰδιαίτερο ὄνομα, ὅσο καί ὅλοι οί άλλοι, πού φαίνονται μέ γυμνό μάτι στόν κάθε άστερισμό, καθορίζονται σ' ὅλα τά ἔθνη μέ ἓνα γράμμα τοῦ ἑλληνικοῦ ἀλφάβητου ὁ καθένας. Τό γράμμα α ἔχει συνήθως ὁ λαμπρότερος άστέρας τοῦ άστερισμοῦ, τό β ὁ ἀμέσως λιγότερο λαμπρός κτλ. Ἔτσι ὁ Βέγας, ὁ λαμπρότερος άστέρας στό βόρειο ἡμισφαίριο τοῦ οὐρανοῦ, πού θρῖσκεται στόν άστερισμό τῆς Λύρας, λέγεται καί α Lyg (α τῆς Λύρας).

Ἐάν σέ ἓνα άστερισμό τό σύνολο τῶν άστέρων του εἶναι περισσότερο ἀπό 24, μετά τά γράμματα τοῦ ἑλληνικοῦ ἀλφάβητου, χρησιμοποιοῦνται τά γράμματα τοῦ λατινικοῦ ἀλφάβητου. Γιά ὅλους τούς ὑπόλοιπους άστέρες, πού συνήθως εἶναι ὄρατοί μέ τηλεσκόπιο, ἀντί γιά ὄνομα χρησιμοποιεῖται ὁ ἀριθμός μέ τόν ὁποῖο ἔχει καταγραφεῖ ὁ άστέρας στους μεγάλους καταλόγους τῶν άστέρων.

Εὐκόλα διαπιστώνουμε λοιπόν ὅτι οί άστέρες δέν παρουσιάζουν ὅλοι τήν ἴδια λαμπρότητα. Μερικοί εἶναι πάρα πολύ λαμπροί, άλλοι φαίνονται πολύ ἀμυδροί καί άλλοι διακρίνονται μέ δυσκολία.

Οἱ ἀρχαῖοι Έλληνες άστρονόμοι, καί κυρίως ὁ Ἴππαρχος καί ὁ Πτολεμαῖος, ταξινόμησαν τούς άστέρες, ἀνάλογα μέ τή λαμπρότητα

1. Οἱ Ἄραβες ἀνέπτυξαν πολύ τήν Ἀστρονομία, κυρίως ἀπό τόν 8ο ἔως τό 10ο αἶ-  
ώνα μ.Χ.

τους, σέ **μεγέθη**. Έπομένως τό «μέγεθος» ενός άστέρα δέν εκφράζει τίς πραγματικές του διαστάσεις, αλλά μόνο τή λαμπρότητά του σέ σχέση μέ τή λαμπρότητα των άλλων άστέρων.

“Όλοι οί όρατοί μέ γυμνό μάτι άστέρες ταξινομήθηκαν σε έξι μεγέθη. Στο πρώτο μέγεθος κατατάχτηκαν οί λαμπρότεροι, στό δεύτερο οί λιγότερο λαμπροί κτλ., ώστε στό έκτο νά άντιστοιχοϋν αυτοί πού μέ δυσκολία διακρίνονται.

Πρώτος ό Γερμανός άστρονόμος J. Herschel (“Ερσελ) υπέδειξε, τό 1830, μέ γενικό τύπο, ότι οί άστέρες του α’ μεγέθους είναι 100 φορές λαμπρότεροι από τούς άστέρες του στ’ μεγέθους.

Μέ μαθηματικές πράξεις βρέθηκε πώς ό άστέρας ενός μεγέθους είναι 2,512 φορές λαμπρότερος από εκείνους πού ανήκουν στό άμέσως επόμενο άκέραιο μέγεθος.

Μέ τά τηλεσκόπια βλέπουμε άστέρες πολύ πιό άμυδρούς από αυτούς πού βλέπουμε μέ γυμνό μάτι. Μπορούμε ακόμα μ’ αυτά, ανάλογα μέ τή διάμετρο του αντικειμενικοϋ φακοϋ ή του κατόπτρου τους, νά φωτογραφίζουμε άστέρες πού ανήκουν μέχρι καί στό 24ο μέγεθος.

Έπειδή οί φωτογραφικές πλάκες είναι πολύ πιό ευαίσθητες από τό μάτι μας, κατορθώνουν νά φωτογραφίσουν μέ κάθε τηλεσκόπιο άστέρες άμυδρότερους κατά 3 έως 4 μεγέθη.

Φυσικό είναι ή μετάδοση από μέγεθος σέ μέγεθος νά μή γίνεται απότομα. Υπάρχει πάντα μιά κλιμάκωση στή λαμπρότητα. Μέ κατάλληλα φωτόμετρα μπορούμε νά μετρήσουμε μέ ακρίβεια τή λαμπρότητα καθενός άστέρα καί νά τήν καθορίσουμε όχι μόνο σέ άκέραιο μέγεθος, αλλά καί σέ δέκατα αυτού. Έτσι ό άστέρας Λαμπραδίας (α του άστερισμοϋ του Ταύρου) έχει μέγεθος 1,1, ενώ ό Πολυδεύκης (β των Διδύμων) έχει μέγεθος 1,2 καί ό Βασιλίσκος (α του Λέοντος) 1,3.

Έτσι διαπιστώθηκε ότι από τούς 20 λαμπρότερους άστέρες α’ μεγέθους, οί 12 έχουν λαμπρότητα πολύ μεγαλύτερη από αυτή πού χαρακτηρίζει τήν ομάδα τους. Γι’ αυτό στήν άκριδή κλίμακα των μεγεθών χρησιμοποιούμε, σάν μεγαλύτερο από τό α’ μέγεθος, τό μηδενικό μέγεθος. Ο Βέγας π.χ. (ό α της Λύρας) έχει μέγεθος 0,1 καί ή Αΐξ (α του Ήνιόχου) 0,1.

Για άστέρες, πού είναι λαμπρότεροι καί από τό μηδενικό μέγεθος χρησιμοποι-

οὐνται ἀρνητικά μεγέθη. Ἐτσι ὁ Ἄρκτοῦρος (α τοῦ Βούτου) ἔχει μέγεθος  $-0,1$  καί ὁ Σείριος (α τοῦ Μεγάλου Κυνός), ὁ λαμπρότερος ἀπό ὅλους τούς ἀστέρες ἔχει μέγεθος  $-1,4$ .

Ἀπό τούς πλανήτες τῆ μεγαλύτερη λαμπρότητα παρουσιάζει ἡ Ἀφροδίτη (Αὐγερινός), φτάνει στό  $-4,4$  μέγεθος.

Ἡ πανσέληνος ἔχει μέγεθος  $-12,6$  καί ὁ ἥλιος  $-26,8$ .

Εἶναι γενική ἡ ἐντύπωση ὅτι οἱ ἀστέρες πού βλέπουμε μέ γυμνό μάτι εἶναι ἄπειροι καί ὅτι δέν μπορούμε νά τούς μετρήσουμε. Ἡ ἐντύπωση ὅμως αὐτή εἶναι ἐσφαλμένη, γιατί ὅλοι οἱ ἀστέρες πού φαίνονται μέ γυμνό μάτι εἶναι περίπου  $5.000$ . Ἀπό τό  $7ο$  ὅμως μέγεθος καί μετά τό πλήθος τῶν ἀστέρων αὐξάνει συνέχεια.

Οἱ ἀστέρες πού μπορούμε νά παρατηρήσουμε μέχρι τό  $6ο$  μέγεθος εἶναι  $5000$  περίπου

» »  $12ο$  » »  $2 \cdot 10^6$

» »  $21ο$  » »  $2 \cdot 10^9$

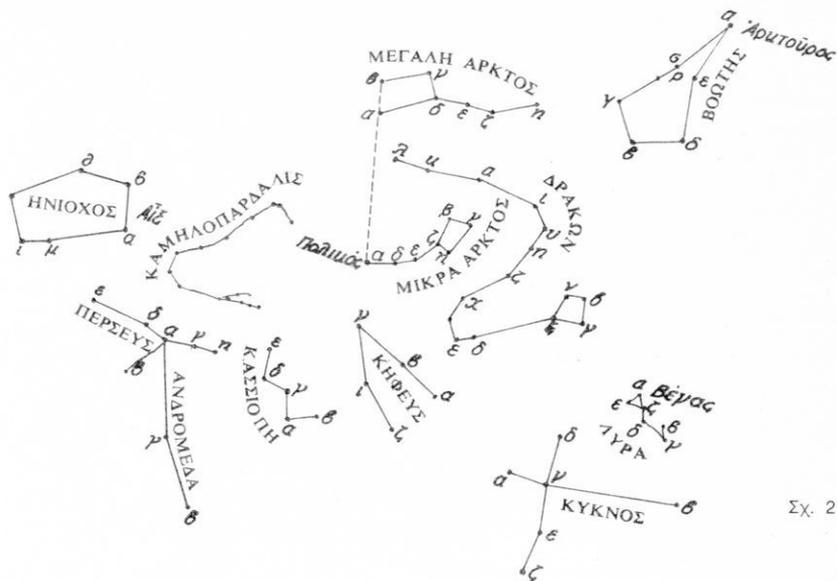
Μέχρι σήμερα ἔχει καταγραφεῖ σέ καταλόγους μεγάλο πλήθος ἀστέρων καί συνεχίζεται ἡ καταγραφή νέων. Μέ τῆ βοήθεια τῶν καταλόγων αὐτῶν συντάσσονται χάρτες καί ἄτλαντες τοῦ οὐρανοῦ μέ μεγάλη ἀκρίβεια.

Οἱ πιά ἀπλοί χάρτες περιέχουν τίς θέσεις πού βρίσκονται οἱ λαμπρότεροι ἀστέρες τῶν ἀστερισμῶν καθώς καί τά χαρακτηριστικά γράμματα μέ τά ὁποῖα ὀνομάζονται οἱ ἀστέρες αὐτοί (βλ. χαρ. 1 καί 2 στό τέλος τοῦ βιβλίου).

**Οὐρανογραφία.** Ἡ ἀνεύρεση καί ἡ ἀναγνώριση τῶν ἀστερισμῶν καί τῶν ἀστέρων ὀνομάζεται **οὐρανογραφία**.

Γιά νά ἀναγνωρίσουμε τούς ἀστέρες στόν οὐρανό, παίρνομε σάν ἀρχή ἀναγνωρίσεως τόν ἀστερισμό τῆς **Μεγάλης Ἄρκτου**. Αὐτός ἀποτελεῖται ἀπό πολλούς ἀστέρες, ἀλλά οἱ κυριότεροι εἶναι μόνο  $7$ · οἱ  $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon, \zeta$  καί  $\eta$  (σχ. 2). Οἱ  $\alpha, \beta, \gamma$  καί  $\delta$  σχηματίζουν τό σῶμα τῆς Ἄρκτου, οἱ  $\epsilon, \zeta$  καί  $\eta$  τήν οὐρά της. Οἱ ἀστέρες τῆς Μεγάλης Ἄρκτου ἀνήκουν στό  $2ο$  μέγεθος, ἕκτος ἀπό τόν  $\delta$ , πού ἀνήκει στό  $4ο$ . Ἄν ἐνώσουμε μέ νοητή γραμμὴ τούς ἀστέρες  $\beta - \alpha$  τῆς Μεγάλης Ἄρκτου καί τὴν προεκτείνουμε κατὰ τό πενταπλάσιό της, συναντοῦμε ἕνα ἀστέρα  $2ου$  μεγέθους, πού ὀνομάζεται **Πολικός**, γιατί θρίσκειται πολύ κοντά στό **θόρειο Πόλο** τοῦ οὐρανοῦ, στό σημεῖο δηλαδή ἐκεῖνο πού ὁ ἄξονας τῆς γῆς, ἂν προεκταθεῖ, ἀπό τό θόρειο πόλο της, συναντᾷ καί διαπερνᾷ τόν οὐρανό.

Ὁ πολικός ἀστέρας χρησιμεύει στόν προσανατολισμό κατὰ τῆ νύχτα. Βλέποντάς



Σχ. 2.

τον έχουμε εμπρός μας τό **βορά**, πίσω μας τό **νότο**, δεξιά τήν **ἀνατολή** καί ἀριστερά τή **δύση**.

Ὁ πολιός ἀστέρας εἶναι ἕνας ἀπό τούς ἑπτά ἀστέρες τῆς **Μικρᾶς Ἄρκτου** καί μάλιστα ὁ α. Οἱ ἀστέρες αὐτοί σχηματίζουν σχῆμα ὁμοιο μέ τό σχῆμα τῆς Μεγάλῆς Ἄρκτου, ἀλλά μικρότερο καί ἀντίθετο σέ σχέση μ' αὐτή. Οἱ ἀστέρες τῆς Μικρᾶς Ἄρκτου εἶναι ἀμυδροί, ἐκτός ἀπό τόν πολικό καί τούς β καί γ πού εἶναι 2ου μεγέθους.

Μεταξύ τῆς Μεγάλῆς καί τῆς Μικρᾶς Ἄρκτου ὑπάρχει μιὰ σειρά ἀστέρων σέ τεθλασμένη γραμμῆ, πού καταλήγει σέ τετράπλευρο. Εἶναι ὁ ἀστερισμός τοῦ **Δράκωντος**. Ἄν προεκτείνουμε ἀκόμα περισσότερο τή γραμμῆ β-α τῆς Μεγάλῆς Ἄρκτου, πού ὀδηγεῖ στόν Πολικό ἀστέρα, συναντοῦμε τόν ἀστερισμό τοῦ **Κηφέως**. Ἄν συνδέσουμε τόν δ τῆς Μεγάλῆς Ἄρκτου μέ τόν Πολικό καί προεκτείνουμε τή γραμμῆ, θρῖσκουμε τόν ἀστερισμό τῆς **Κασσιόπης**. Οἱ ἀστέρες του α, β, γ, δ καί ε εἶναι ὄλοι λαμπροί, 2ου καί 3ου μεγέθους, καί σχηματίζουν τό γράμμα W.

Ἐκτός ἀπό τούς ἕξι αὐτούς ἀστερισμούς, πού εἶναι ἀειφανεῖς γιά τήν Ἑλλάδα, μέ τή βοήθεια τοῦ σχήματος 1, θρῖσκουμε τούς λαμπροῦς ἀστερισμούς τοῦ **Βοώτου** μέ τόν ἀστέρα **Ἀρκτούρο**, τοῦ 1ου μεγέθους, στήν προέκταση τῆς γραμμῆς ζ - η τῆς

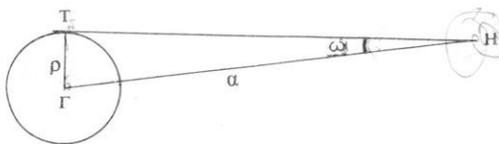
1. Τόν πρῶτο κατάλογο ἀστέρων συντάξε ὁ μέγας Ἕλληνας ἀστρονόμος τῆς ἀρχαιότητος Ἰππάρχος, περιλάμβανε 1022 ἀστέρες ἀπό τούς λαμπρότερος τοῦ οὐρανοῦ.

ούρας της Μεγάλης Άρκτου· τή **Λύρα** μέ τό λαμπρότερο άστέρα στό δόρειο ήμισφαίριο, τό **Βέγα**, καί τόν **Κύκνο**, πού ό άστέρας του α είναι του Ιου μεγέθους, καί τούς δύο αυτους άστερισμούς τούς θρίζουμε πρός τό μέρος του Κηφέως καί του Δράκοντος· τόν **Περσέα** καί τήν Άνδρομέδα, λαμπρούς άστερισμούς, πέρα από τήν Κασσιόπη· τέλος τόν **Ήνίοχο** μέ τό λαμπρό του άστέρα α, τήν **Αίγα**, πέρα από τήν Καμηλοπάρδαλη. Μέ όμοιο τρόπο καί μέ τή βοήθεια των χαρτών μπορούμε νά θρούμε καί νά αναγνωρίσουμε όλους τούς άστερισμούς πού είναι ορατοί από τήν Ελλάδα.

## 6. Αποστάσεις καί κινήσεις των άστερων.

### Αστρονομική μονάδα.

Παίνομε ένα σημείο Γ ενός τόπου στην επιφάνεια της γής (σχ. 3) καί ονομάζουμε Γ καί Η τά κέντρα της γήινης καί της ήλιακης σφαίρας αντίστοιχα. Η θέση του ήλιου Η, σέ σχέση μέ τόν τόπο Γ, όρίστηκε πάνω στον όρίζοντα, γιατί τότε τό τρίγωνο ΓΤΗ είναι



όρθογώνιο. Ονομάζουμε όρίζοντα παράλλαξη του ήλιου τή γωνία ΤΗΓ = ω μέ τήν όποία φαίνεται ή άκτίνα της γής, ΓΤ = ρ, από τό κέντρο του ήλιου Η.

Σχ. 3.

Αν ονομάσουμε α τήν άπόσταση ΗΓ του ήλιου από τή γή, τότε από τό όρθογώνιο τρίγωνο ΓΤΗ έχουμε  $\rho = \alpha \eta\omega$ , ή

$$\alpha = \frac{\rho}{\eta\omega} = 149,5 \text{ κεσα}2 \times 10^6 \quad (1)$$

Επομένως, αν γνωρίζουμε τήν όρίζοντα παράλλαξη ω του ήλιου, μπορούμε νά θρούμε τήν άπόσταση του α από τή γή, διότι ή άκτίνα ρ της γήινης σφαίρας είναι γνωστή.

Υστερα από επιμελημένες μετρήσεις μέ διάφορους τρόπους θρέθηκε ότι ή ω είναι ίση μέ 8",8. Επειδή όμως ή γωνία αυτή είναι πολύ μικρή, μπορούμε στή σχέση (1) αντί ηω νά πάρουμε τή γωνία ω, άρκεί νά μετατρέψουμε τά δευτερόλεπτα του τόξου σέ άκτίνια.

Έτσι ή (1) τελικά γίνεται:

$$\alpha = \frac{206.265}{8",8} \rho \quad \eta \quad \alpha = 23.439,2\rho \quad (2)$$

Ἐπειδὴ δὲ ἡ (ἰσημερινή) ἀκτίνα τῆς γῆς  $\rho$  εἶναι ἴση μὲ 6.378.388 m, ἀπὸ τῆς σχέσης (2) ἔχουμε:

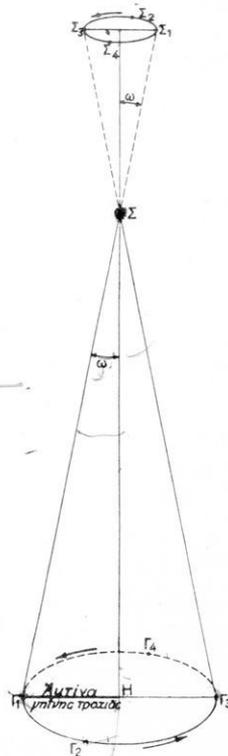
$$\alpha = 149.504.312 = 149.5 \times 10^6 \text{ km} \quad (3)$$

Ἐπομένως ἡ ἀπόσταση τοῦ ἡλίου ἀπὸ τῆς γῆς εἶναι ἴση μὲ 149,5 ἑκατομ. χιλιόμετρα. Τὴν ἀπόσταση αὐτὴ τὴν παίρνουμε ὡς μονάδα, γιὰ νὰ μετροῦμε τὰ γειτονικά στῆ γῆ οὐράνια σώματα καὶ τὴν ὀνομάζουμε **ἀστρονομικὴ μονάδα**.

**Παράλλαξι καὶ μονάδα παραξέκ.** Στὸ σχῆμα 4,  $H$  εἶναι ὁ ἥλιος καὶ  $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \dots, \Gamma_1$  ἡ τροχιά τῆς γῆς γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο. Τὰ σημεῖα  $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \dots$  δείχνουν τίς διάφορες θέσεις τῆς γῆς στὴν τροχιά τῆς γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο, κατὰ τὴν ἐτήσια περιφορὰ τῆς. Ἐὰν  $\Sigma$  εἶναι ἡ θέση κάποιου ἀστέρα στὸ χῶρο, τότε ἀπὸ τὴν θέσιν  $\Gamma_1$  τῆς γῆς ὁ ἀστέρας αὐτὸς προβάλλεται στὸν οὐρανὸ στὴν θέσιν  $\Sigma_1$ , καὶ καθὼς ἡ γῆ κινεῖται πρὸς τὸ σημεῖο  $\Gamma_2$ , ὁ ἀστέρας  $\Sigma$  φαίνεται ὅτι κινεῖται καὶ διαγράφει τὸ τόξο  $\Sigma_1\Sigma_2$ . Ἔτσι, ἐνῶ ἡ γῆ διαγράφει τὴν ἐτήσια κίνησίν της γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο, ὁ ἀστέρας φαίνεται ὅτι διαγράφει τὴν τροχιά  $\Sigma_1\Sigma_2\Sigma_3 \dots \Sigma_1$  στὸν οὐρανὸ. Ἡ τροχιά αὕτη ὀνομάζεται **παραλλαξιακὴ τροχιά τοῦ ἀστέρα  $\Sigma$** .

Ἀπὸ τίς παραλλακτικὰς τροχιάς τῶν ἀστέρων, ὅπως εἶναι εὐνόητο, ἀποδεικνύεται ὅτι ἡ γῆ κινεῖται γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο.

Ἡ γωνία  $\omega$ , πού σχηματίζουν οἱ πλευρὲς  $\Sigma\Gamma_1$  καὶ  $\Sigma H$  τοῦ ὀρθογώνιου τριγώνου  $\Gamma_1 H \Sigma$ , ὀνομάζεται **ἐτήσια παραλλαξι τοῦ ἀστέρα  $\Sigma$** . Ἡ πλευρὰ  $\Sigma H$  δίνει τὴν ἀπόστασιν τοῦ ἀστέρα ἀπὸ τὸν ἥλιο. Ἡ παραλλαξι  $\omega$ , ὅπως εἶναι φυσικό, εἶναι πάντοτε πολὺ μικρὴ, μικρότερη καὶ ἀπὸ τὸ τόξο τοῦ  $1''$ . Εἶναι μάλιστα φανερό ὅτι ὅσο πιο μακριὰ ἀπὸ τὴ γῆ ὄρισκεται ἕνας ἀστέρας, τόσο μικρότερη θὰ εἶναι καὶ ἡ παραλλαξι του.



Σχ. 4

Από την παράλλαξη ενός αστέρα μπορούμε εύκολα να βρούμε την απόστασή του από τη γη, διότι από το ορθογώνιο τρίγωνο Γ<sub>1</sub>ΗΣ (σχ. 4) έχουμε:

$$ΗΓ_1 = Γ_1Σ\eta\mu\omega \text{ και}$$

$$Γ_1Σ = \frac{ΗΓ_1}{\eta\mu\omega}$$

Γνωρίζουμε όμως, ότι η ΗΓ<sub>1</sub> είναι η απόσταση της γης από τον ήλιο και είναι ίση με  $149,5 \times 10^6$  km, δηλαδή η «αστρονομική μονάδα» των αποστάσεων. Έτσι, αν γνωρίζουμε την παράλλαξη κάποιου αστέρα, μπορούμε να βρούμε την απόστασή του από τη γη.

**Παράσεκ** ονομάζουμε την απόσταση, στην οποία ένας αστέρας παρουσιάζει παράλλαξη ίση με 1". Την απόσταση αυτή χρησιμοποιούμε πολύ συχνά σαν μονάδα μετρήσεως των αποστάσεων. Η ονομασία παράσεκ προκύπτει από τη σύντηξη των λέξεων: παράλλαξη και σεκόντ (δευτερόλεπτο).

Ανάμεσα στην παράλλαξη και τις μονάδες μήκους: παράσεκ και έτος φωτός, υπάρχει η έξης αντίστοιχία:

$$\text{παράλλαξη } 1'' = 1 \text{ παράσεκ} = 3,26 \text{ ε.φ.}$$

$$\gg 0'',1 = 10 \gg = 32,60 \text{ ε.φ. κτλ.}$$

**Αποστάσεις και απόλυτο μέγεθος αστέρων.** Ο αστέρας που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη γνωστή παράλλαξη, ίση με 0'',764, και τη μικρότερη απόσταση από τη γη, είναι ο λεγόμενος **έγγυτατος**. Είναι άμυδρος αστέρας και ανήκει στο Πιο μέγεθος, παράλληλα είναι «συνοδός» του λαμπρού αστέρα α του Κενταύρου, που απέχει από τη γη 4,3 ε.φ. ή 1,31 παράσεκ.

Η λαμπρότητα που παρουσιάζουν οι αστέρες εξαρτάται βέβαια από την απόστασή τους από τη γη, αλλά σχετίζεται όποσδήποτε και με τη θερμοκρασία τους και με τις πραγματικές διαστάσεις τους, δηλαδή με την πραγματική φωτεινότητά τους. Γι' αυτό ένας αστέρας μικρός στις διαστάσεις και λίγο φωτεινός μπορεί να φαίνεται λαμπρός, αν βρίσκεται κοντά στη γη, ενώ ένας άλλος, πραγματικά φωτεινότερος και μεγαλύτερος του σε όγκο να φαίνεται άμυδρος, γιατί απέχει πολύ από τη γη.

Αποφασίστηκε λοιπόν, για να είναι δυνατή η σύγκριση των αστέρων μεταξύ τους, να εξετάζεται όχι το φαινόμενο μέγε-

θός τους, αλλά ή λαμπρότητα πού θά είχαν, αν όλοι θρίσκονταν στην ίδια απόσταση από τή γή και συγκεκριμένα σέ απόσταση 10 πارسέκ. Τό μέγεθος πού θά παρουσίαζε τότε κάθε άστέρας ονομάζεται **απόλυτο μέγεθος του άστέρα.**

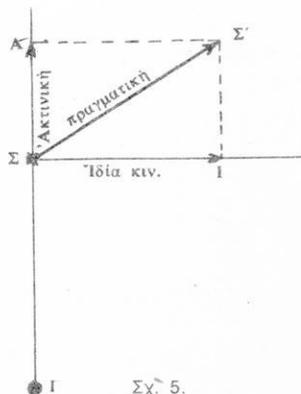
**Πραγματικές κινήσεις των άστέρων.** Πρίν από τρείς αιώνες όλοι πίστευαν ακόμα, ότι οί άστέρες δέν κινούνται. Γι' αυτό και οί άρχαιοί Έλληνες τούς ονόμασαν **άπλανείς**, γιά νά τούς ξεχωρίζουν από τούς πέντε γνωστούς τότε **πλανήτες**, πού φαίνονταν νά κινούνται ανάμεσα στους άπλανείς.

Πρώτος ό Halley (Χάλλεϋ), τό 1718, απέδειξε ότι οί λαμπροί άστέρες Σείριος, Άρκτούρος και Λαμπαδίας κινούνται. Σήμερα γνωρίζουμε ότι όλοι οί άστέρες κινούνται, άσχετα αν οί κινήσεις τους δέν είναι αισθητές σέ μικρά χρονικά διαστήματα, λίγες δεκάδες ή και εκατοντάδες έτη.

Δεχόμαστε ότι ό άστέρας Σ φαίνεται από τή γή Γ (σχ. 5) και ότι ή πραγματική κίνησή του στό χώρο είναι ΣΣ'. Ό παρατηρητής από τή γή δέ βλέπει αυτή τήν πραγματική κίνηση, αλλά τήν αντιλαμβάνεται σαν δύο κινήσεις, τίς ΣΑ και ΣΙ, πού είναι συνιστώσες τής ΣΣ'. Από τίς δύο αυτές συνιστώσες κινήσεις, τή ΣΙ τήν αντιλαμβανόμαστε όπτικά και τήν ονομάζουμε **ίδια κίνηση του άστέρα**, τή ΣΑ τή διαπιστώνουμε φασματοσκοπικά και τήν ονομάζουμε **άκτινική κίνηση**.

Μπορεί ή άκτινική κίνηση νά γίνεται πρós δύο κατευθύνσεις: μιá από τό Σ πρós τό Α, αν ό άστέρας απομακρύνεται από τή γή, και μιá από τό Σ πρós τό Γ, αν ό άστέρας μäs πλησιάζει. Τίς κινήσεις αυτές διαπιστώνουμε μέ τή γνωστή μέθοδο Doppler — Fizeau, διότι, αν ό άστέρας μäs πλησιάζει, οί γραμμές του φάσματός του παρουσιάζουν μετάθεση πρós τό **ιώδες**, ενώ, αν απομακρύνεται, οί γραμμές παρουσιάζουν μετάθεση πρós τό **ερυθρό**.

**Μεταβατική κίνηση του ήλιου.** Έξακριβώθηκε, ότι ό ήλιος, όπως όλοι οί άστέρες, κινείται στό χώρο. Η κίνησή του διαπιστώνεται ως έξής: "Όπως, όταν προχω-



ρούμε μέσα στο δάσος, έχουμε την έντυπωση ότι τα δένδρα, προς τα όποια κινούμαστε, «άνοιγουν», ενώ αντίθετα έχουμε πού αφήνουμε πίσω μας, ότι συγκλίνουν μεταξύ τους, έτσι και οι γειτονικοί στον ήλιο αστέρες, με το πέρασμα αυτού ανάμεσά τους, «άνοιγουν» και συνέχεια απομακρύνονται ο ένας από τον άλλο, ενώ όσοι βρίσκονται στην αντίθετη κατεύθυνση φαινομενικά πλησιάζουν ο ένας τον άλλο. Έμεις από τη γη, πού ακολουθεί τον ήλιο, βλέπουμε πραγματικά τις κινήσεις αυτές των αστερών. Το σημείο του ουρανού, προς το οποίο κατευθύνεται ο ήλιος, ονομάζεται **άπηξ**, ενώ το σημείο από το οποίο απομακρύνεται ονομάζεται **άνταπηξ**.

## Έρωτήσεις

- 8) Ποιά είναι η μορφή του γαλαξία μας και ποιές οι διαστάσεις του;
- 9) Ποιά είναι η δομή του γαλαξία μας;
- 10) Πώς γίνεται η περιστροφή του γαλαξία και σε πόσο χρόνο συμπληρώνεται μία πλήρη περιστροφή του ήλιου μας;
- 11) Πόσο χρόνο χρειάζεται ο ήλιος για να κάνει 100 περιφορές γύρω από τον άξονα του γαλαξία;
- 12) Ποιά είναι τα μέλη του ηλιακού μας συστήματος;
- 13) Πόση είναι η απόσταση ήλιου - γης σε χιλιόμετρα και σε πόσο χρόνο τη διατρέχει το φώς;
- 14) Τι είναι οι αστερισμοί και ποιούς ονομάζουμε άειφανείς, άμφιφανείς και άφανείς αστερισμούς;
- 15) Τι είναι οι ήμιστέρες και τί οι πάσσαρες;
- 16) Τα «μεγέθη» των αστερών εκφράζουν τις πραγματικές τους διαστάσεις; Δικαιολογήστε την άπάντησή.
- 17) Ονομάστε μερικούς από τους λαμπρότερους αστέρες.
- 18) Πόσους αστέρες μπορεί να μετρήσει ένας παρατηρητής στο όρατό ήμισφαίριο με γυμνό μάτι;
- 19) Τι ονομάζουμε παράλλαξη του ήλιου, και αν τη γνωρίζουμε, τί μπορούμε να βρούμε;
- 20) Τι ονομάζουμε έτήσια παράλλαξη ενός άστερα και τί παραλλαξιακή τροχιά; Γράψτε το σχήμα της τροχιάς.
- 21) Τι ονομάζουμε παρσέκ και ποιά η σχέση του με το έτος φωτός;
- 22) Ποιός άπλανής άστερας βρίσκεται πλησιέστερα στη γη;
- 23) Ποιό είναι το άπόλυτο και ποιό το φαινομενικό μέγεθος ενός άστερα;

24) Οί αστέρες κινούνται στό χώρο μέ διάφορες ταχύτητες. Μέ ποιά μέθοδο βρίσκονται οί ακτινικές τους ταχύτητες και πώς διαπιστώνονται οί ίδιες κινήσεις τους;

25) Τί ονομάζουμε μεταβατική κίνηση του ήλιου;

26) Τί ονομάζεται άπυξ και τί άντάπυξ;

## 7. Φυσική κατάσταση και εξέλιξη τών αστέρων.

**Χρώματα και φασματικοί τύποι αστέρων.** Η πείρα μās διδάσκει, πώς, όταν ένα σώμα μέ την αύξηση της θερμοκρασίας του πυρακτωθεί, στην άρχή παρουσιάζει χρώμα έρυθρό (έρυθροπύρωση), μετά, καθώς η θερμοκρασία του άνεβαίνει συνέχεια, γίνεται όλοένα και πιο λευκό πλησιάζοντας προς τό γαλάζιο (λευκοπύρωση).

Μέ τόν ίδιο τρόπο διαπιστώθηκε ότι και οί αστέρες παρουσιάζουν διάφορα χρώματα, πού είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας τους. Έτσι, καθώς προχωρούμε από τούς θερμότερους προς τούς λιγότερο θερμούς, διακρίνουμε τούς αστέρες σέ: κυανόλευκους, λευκούς, λευκοκίτρινους, κίτρινους, χρυσοκίτρινους, έρυθρούς και βαθιά έρυθρούς αστέρες.

Όλοι σχεδόν οί αστέρες παρουσιάζουν φάσμα άπορροφήσεως και πολύ λίγοι φάσμα έκπομπής.

Τό φάσμα άπορροφήσεως άποδεικνύει ότι οί αστέρες είναι διάπυροι και περιβάλλονται από άτμόσφαιρα, πού έχει θερμοκρασία χαμηλότερη από τή θερμοκρασία της επιφάνειάς τους. Η άτμόσφαιρά τους προκαλεί άπορρόφηση του συνεχούς φάσματος της επιφάνειάς τους, μέ άποτέλεσμα νά διακόπτεται αυτό από πολλές σκότεινές γραμμές άπορροφήσεως. Έξάλλου τό φάσμα έκπομπής μέ φωτεινές γραμμές, πού παρουσιάζουν έλάχιστοι αστέρες, άποδεικνύει ότι και αυτοί βρίσκονται σέ διάπυρη κατάσταση και ότι περιβάλλονται από άτμόσφαιρα μέ θερμοκρασία ψηλότερη από τή θερμοκρασία της επιφάνειάς τους.

Από τήν άνάλυση του φάσματός τους προκύπτει ότι οί αστέρες έχουν χημική σύνθεση άνάλογη μέ τή σύνθεση του ήλιου μας, και ότι τά πιο συνηθισμένα στοιχεία, πού υπάρχουν σ' αυτούς, είναι τό ύδρογόνο και τό ήλιο.

Τέλος από τό φάσμα τών αστέρων, αλλά και μέ άλλες μεθόδους, είναι δυνατό νά βρούμε τή θερμοκρασία της επιφάνειάς τους, πού κυμαίνεται γενικά μεταξύ 50.000<sup>ο</sup> και 3.000<sup>ο</sup> K.

Μολονότι τό πλῆθος τῶν ἀστέρων εἶναι μεγάλο, οἱ ποικιλίες τῶν φασμάτων τους δέν εἶναι πολλές. Γι' αὐτό εἶναι δυνατό νά κατατάξουμε ὅλα τά ἀστρικά φάσματα, δηλαδή ὅλους τούς ἀστέρες, σέ διάφορους **φασματικούς τύπους**. Σπουδαιότεροι ἀπό αὐτούς εἶναι οἱ ἑξῆς:

1. **Ἀστέρες τοῦ στοιχείου ἡλίου**. Αὐτοί παρουσιάζουν φάσμα ἀπορροφῆσεως, στό ὁποῖο ἐπικρατοῦν οἱ γραμμές τοῦ στοιχείου ἡλιο. Ἡ ἐπιφανειακή θερμοκρασία τους κυμαίνεται μεταξύ 25.000° καί 15.000° K καί τό χρῶμα τους εἶναι ἀπό κωνόλευκο μέχρι λευκό. Σ' αὐτούς τούς ἀστέρες ἀνήκει ὁ Βασιλίσκος (α Λέοντος).

2. **Ἀστέρες ὑδρογόνου**. Στό φάσμα τους ἐπικρατοῦν οἱ γραμμές τοῦ ὑδρογόνου. Ἡ θερμοκρασία τους κυμαίνεται μεταξύ 12.000° καί 8.000° K καί τό χρῶμα τους εἶναι λευκό. Ὁ Σείριος καί ὁ Βέγας ἀνήκουν σ' αὐτούς.

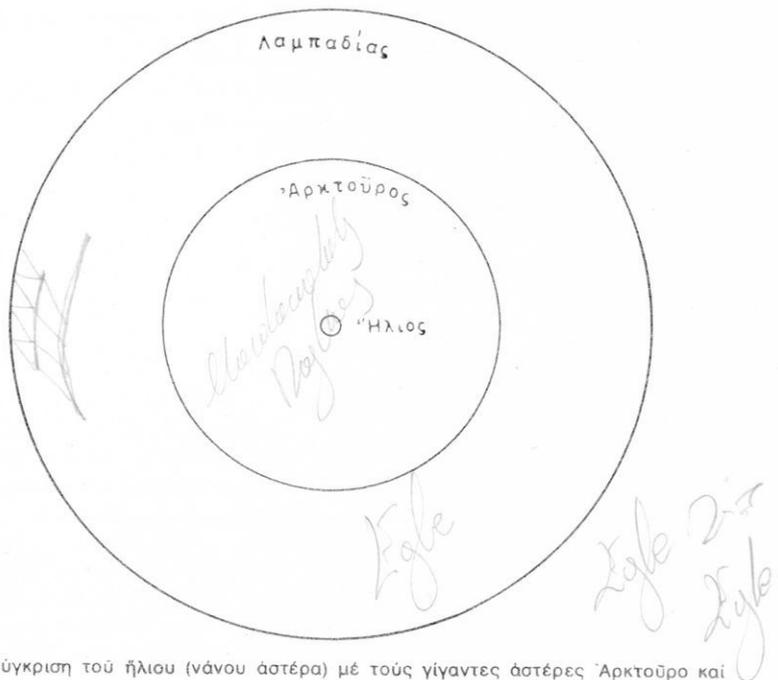
3. **Ἀστέρες ἰονισμένου ἀσβεστίου**. Στό φάσμα τους ἐπικρατοῦν πῶς πολύ οἱ γραμμές τοῦ ἰονισμένου ἀσβεστίου καί μετά τοῦ ὑδρογόνου. Ἡ θερμοκρασία τους εἶναι χαμηλότερη ἀπό 8.000° K καί τό χρῶμα τους εἶναι κίτρινο. Σ' αὐτούς ἀνήκει ὁ Προκύων (α τοῦ Μικροῦ Κυνός).

4. **Ἀστέρες ἡλιακοί**. Τό φάσμα τους εἶναι ἀνάλογο μέ τό φάσμα τοῦ ἡλιου μας, μέ πολλές γραμμές ἀπορροφῆσεως. Ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας τους εἶναι 6.000° K καί ἔχουν χρῶμα κίτρινο. Ἡ Αἰξ (α Ἡνίοχου) ἀνήκει σ' αὐτούς.

5. **Ἀστέρες τοῦ τύπου τῶν ἡλιακῶν κηλίδων**. Αὐτοί εἶναι οἱ περισσότεροι ἀπό τούς ἀστέρες. Τό φάσμα τους εἶναι ὁμοιο μέ τό φάσμα πού παρουσιάζουν οἱ κηλίδες τοῦ ἡλιου. Ἡ θερμοκρασία τους εἶναι 4.600° K καί ἔχουν χρῶμα χρυσοκίτρινο. Σ' αὐτούς ἀνήκει ὁ Ἀρκτοῦρος (α Βοώτου) καί ὁ Λαμπαδίας (α Ταύρου).

**Γίγαντες καί νάνοι ἀστέρες**. Ὅλοι οἱ ἀστέρες, ἕξαιτίας τῆς μεγάλης ἀποστάσεώς τους, δέν παρουσιάζονται σάν μικροί δίσκοι, ἀλλά σάν φωτεινά σημεῖα. Παρ' ὅλα αὐτά κατόρθωσαν νά μετρήσουν τή φαινόμενη διάμετρο ἀρκετῶν ἀστέρων, μέ τή βοήθεια τῆς ιδιότητος τῆς συμβολῆς τοῦ φωτός τους, καί νά βροῦν ὅτι εἶναι πάντοτε μικρότερη ἀπό 0'',05. Ἀπό τή φαινόμενη διάμετρο τῶν ἀστέρων μετρήθηκε καί ἡ πραγματική διάμετρος τους, διότι ἰσχύει ἡ σχέση:

$$\text{ἀκτίνα} = \frac{\text{φαινόμενη ἡμιδιάμετρος}}{\text{παράλλαξη}} \text{ α.μ.}$$



Σχ. 6. Σύγκριση του ήλιου (νάνου αστέρα) με τους γίγαντες αστέρες Άρκτουρο και Λαμπαδία.

Τελευταία πέτυχαν να μετρήσουν και κατευθείαν τη διάμετρο άπλανων αστέρων με ειδικό **συμβολόμετρο**. Έτσι αποτύπωσαν σάν κυκλικό δίσκο τόν Μπετελγκές τού Ώριωνα.

Οί αστέρες διαφέρουν πολύ μεταξύ τους στίς διαστάσεις. Έτσι ό έρυθρός αστέρας Άντάρης (α τού Σκορπιού), μέ θερμοκρασία 3.000° K, παρουσιάζει πολύ μεγάλη φωτεινότητα, διότι ό όγκος του εΐναι πολύ μεγάλος. Η ακτίνα του εΐναι 160 φορές περίπου μεγαλύτερη από τήν ακτίνα τού ήλιου και ό όγκος του 4,1 x 10<sup>6</sup> μεγαλύτερος (σχ. 6).

Όνομάζονται γίγαντες ή αστέρες, πού έχουν διάμετρο 10 ως 100 φορές μεγαλύτερη από τή διάμετρο τού ήλιου, και υπεργίγαντες

αὐτοὶ ποὺ ἔχουν πολὺ πιο μεγάλη διάμετρο. Ἀντίθετα, ἄννοι ὀνομάζονται οἱ ἀστέρες, ποὺ ἔχουν διάμετρο ἀπὸ τὸ δεκαπλάσιο μέχρι τὸ δέκατο τῆς ἡλιακῆς (σχ. 6). Ἐπομένως ὁ ἥλιος μας ἀνήκει στοὺς ἄννοι ἀστέρες. Ὑπάρχουν ἀκόμα καὶ οἱ λεγόμενοι λευκοὶ ἄννοι, μέ διάμετρο ποὺ κυμαίνεται ἀπὸ 0,1 μέχρι καὶ 0,001 τῆς ἡλιακῆς διαμέτρου, οἱ ἀστέρες νετρονίων, μέ πιο μεγάλη πυκνότητα, καὶ οἱ μελανές ὀπές, μέ ἀκόμα μικρότερες διαστάσεις καὶ μεγαλύτερη πυκνότητα.

Μεταξὺ τῶν ὑπεργιγάντων συγκαταλέγεται καὶ ὁ ἀστέρας ε τοῦ Ἡνιόχου, ποὺ, ἐνῶ φαίνεται σάν ἀστέρας 3ου μεγέθους, ἔχει διάμετρο 2.000 φορές μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν ἡλιακὴ καὶ ὄγκο  $8 \times 10^9$  μεγαλύτερο ἀπὸ τὸν ὄγκο τοῦ ἡλίου.

Μεταβλητοὶ ἀστέρες ὀνομάζονται ἐκεῖνοι ποὺ δέν ἔχουν σταθερὴ λαμπρότητα, ἀλλὰ παρουσιάζουν κύμανση. Ἐξακριβώθηκε ὅτι ἡ κύμανση τῆς λαμπρότητας πολλῶν μεταβλητῶν ἀστέρων γίνεται σ' ἓνα ὀρισμένο χρονικὸ διάστημα καὶ ἀνάμεσα σ' ἓνα μέγιστο καὶ ἓνα ἐλάχιστο τῆς φωτεινότητάς τους. Γιὰ τὸ λόγο αὐτὸ οἱ ἀστέρες αὐτοὶ ὀνομάζονται περιοδικοὶ μεταβλητοὶ ἀστέρες. Ἀντίθετα, ἄλλοι μεταβλητοὶ δέν ἔχουν ὀρισμένα ὄρια λαμπρότητας οὔτε ἡ μεταβολὴ τῆς φωτεινότητάς τους γίνεται σέ ὀρισμένο χρονικὸ διάστημα καὶ γι' αὐτὸ ὀνομάζονται ἀνώμαλοι μεταβλητοὶ.

Ἀπὸ τοὺς περιοδικοὺς μεταβλητοὺς πολλοὶ συμπληρώνουν τὴ φωτεινὴ τους κύμανση σέ λίγες ὥρες ἢ λίγες ἡμέρες καὶ ὀνομάζονται μεταβλητοὶ βραχείας περιόδου ἢ κηφείδες, διότι ἀντιπροσωπευτικὸς ἀστέρας αὐτοῦ τοῦ τύπου θεωρεῖται ὁ δ τοῦ Κηφέως, μέ κύμανση ἀπὸ τὸ μέγεθος 3,7 μέχρι τὸ 4,5 σέ χρονικὸ διάστημα 5 ἡμ. καὶ 7 ὥρες.

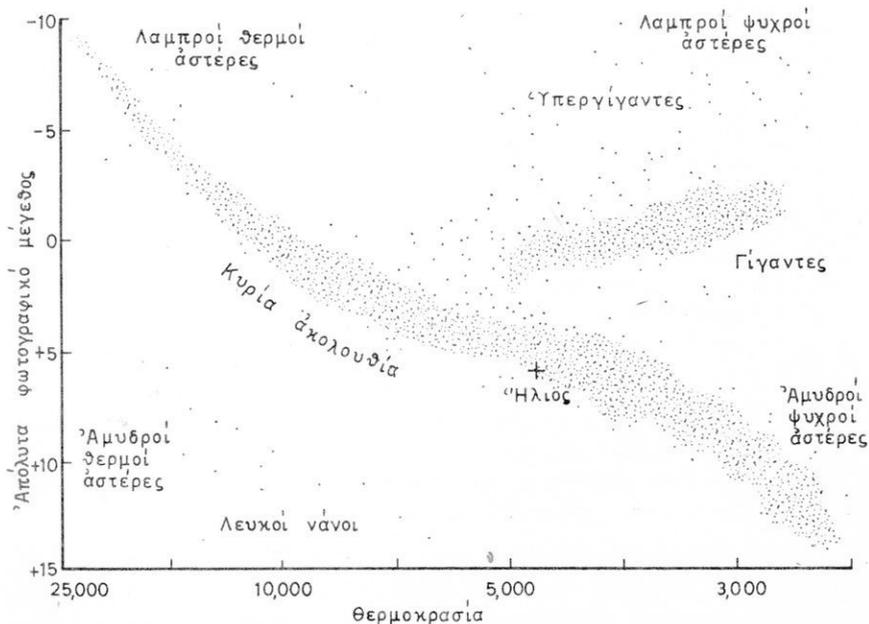
Ἄλλοι πάλι ἔχουν μεγάλη περίοδο ἀπὸ 50 μέχρι 700 ἡμέρες. Γι' αὐτὸ λέγονται μεταβλητοὶ μακρῆς περιόδου. Ἐπίσης εἶναι ὁ ἀστέρας ο τοῦ Κητούς, ποὺ λέγεται καὶ θαυμάσιος (mira).

Στοὺς ἀνώμαλους μεταβλητοὺς ὑπάρχουν μερικοὶ ἀστέρες ποὺ παρουσιάζουν τὰ ἐξῆς φαινόμενα. Ἀστέρες, ποὺ ἀνήκουν σὸ 16ο μέγεθος καὶ πάνω, δηλαδή πολὺ ἀμυδροί, ξαφνικά μέσα σέ λίγες μέρες ἢ ὥρες γίνονται πολὺ λαμπροί, τόσο ποὺ πολλές φορές φαίνονται καὶ μέ γυμνὸ μάτι σάν ἀστέρες πρώτου μεγέθους. Μετὰ ἀπὸ μερικὲς ὁμως ἡμέρες ἢ λαμπρότητά τους ἐλαττώνεται καὶ σιγά σιγά

γίνονται πάλι άμυδροί, όπως και πρώτα. Οί μεταβλητοί αυτοί ονομάζονται **νέοι άστέρες** (novae). Από αυτούς υπάρχουν μερικοί που κάποτε ξεπερνούν σέ λαμπρότητα όλους τούς άστέρες, φαίνονται μάλιστα και τήν ήμέρα, και ονομάζονται **ύπερνεοί** (supernovae). *Συμπροκίονα*

Από τούς περιοδικούς μεταβλητούς και μάλιστα τής βραχείας περιόδου, έξακριδύθηκε, ότι μερικοί οφείλουν τή φωτεινή κύμανσή τους στό γεγονός ότι γύρω τους κινούνται άλλοι άστέρες μέ μικρότερη λαμπρότητα. Έτσι, όταν ο άμυδρότερος άστέρας δροθεθί ανάμεσα σέ μās και στό μεταβλητό άστέρα, τόν κρύβει. Γίνεται δηλαδή ένα είδος *ε κ λ ε ι ψ ε ω ς*.

Άλλοι πάλι περιοδικοί μεταβλητοί, βραχείας και μακράς περιόδου, καθώς και οί ανώμαλοι, είναι πιθανό, ότι βροίζονται σέ μιά συνεχή διαστολή και σύστολή. π ά λ λ ο ν τ α ι. Γι' αυτό, όταν



Σχ. 7. Τό διάγραμμα Hertzsprung — Russell.

έχουν τό μεγαλύτερο όγκο τους, παρουσιάζουν τό μέγιστο τής λαμπρότητάς τους, ένώ, όταν έχουν τόν πιό μικρό όγκο τους, παρουσιάζουν καί τό ελάχιστο τής φωτεινότητάς τους.

Τέλος οί νέοι, πού παρουσιάζονται ξαφνικά, γίνονται καί 50.000 φορές λαμπρότεροι, διότι παθαίνουν έκρηξεις καί διαστέλλεται ή θερμή ύλη τους. Οί «υπερνεοί» γίνονται ώς 100.000.000 φορές λαμπρότεροι.

**Διάγραμμα Χέρτσπρουγγ – Ράσσελ.** Ο Δανός άστρονόμος Hertzsprung (Χέρτσπρουγγ) καί ό Άμερικανός Russell (Ράσσελ) βρήκαν ότι, αν έξεταστεί τό άπόλυτο μέγεθος τών άστέρων, πού συνδέεται μέ τίς πραγματικές διαστάσεις τους, καί συσχετιστεί μέ τούς φασματικούς τύπους τους, πού φανερώνουν τίς θερμοκρασίες καί τή φυσικοχημική κατάστασή τους, τότε προκύπτει, ότι μεταξύ τών δύο αυτών χαρακτηριστικών στοιχείων τών άστέρων υπάρχει σχέση που φανερώνει καί τήν εξέλιξή τους.

Πραγματικά· αν κατασκευάσουμε διάγραμμα (σχ. 7), όπου στόν άξονα τών τετημημένων άντιστοιχούν οί κυριότεροι φασματικοί τύποι ή καί οί θερμοκρασίες τών άστέρων, καί στόν άξονα τών τεταγμένων τά άπόλυτα μεγέθη τών άστέρων, τότε τό διάγραμμα αυτό άποκαλύπτει: α) ότι οί άστέρες δέ διανέμονται τυχαία σ' αυτό καί β) ότι υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ θερμοκρασίας (ή φασματικού τύπου) καί άπόλυτου μεγέθους.

**Έξέλιξη τών άστέρων.** Σήμερα δεχόμαστε, ότι οί άστέρες γεννιούνται από τή συμπύκνωση μεσοαστρικής ύλης. Όσο αυξάνει ή θερμοκρασία τους αυξάνουν στόν όγκο, γίνονται έκρυθροί γίγαντες καί στή συνέχεια έκρυθροί υπεργίγαντες. Άργότερα αρχίζει ή συστολή τους καί συνεχίζουν νά συμπυκνώνονται, ώστε σιγά σιγά νά προχωρούν στά άλλα στάδια τής εξέλιξης τών άστέρων.

Μέ τά δεδομένα αυτά υπολογίζεται, ότι οί άστέρες έχουν διαφορετική ηλικία. Έτσι οί άστέρες του στοιχείου ήλιου είναι οί νεότεροι, έχουν ηλικία  $10^7$  έτη, οί άστέρες του υδρογόνου έχουν μεγαλύτερη ηλικία,  $3 \cdot 10^8$  έτη, ένώ οί επόμενοι τύποι άστέρων, καθώς καί ό ήλιός μας, έχουν ζήσει μέχρι τώρα δισεκατομμύρια έτη. Γενικά πιστεύεται ότι ακόμα καί σήμερα γεννιούνται συνέχεια νέοι άστέρες στούς τόπους όπου υπάρχει άρκετή μεσοαστρική ύλη.

## 8. Άστροικά συστήματα.

**Διπλοί άστέρες** ονομάζονται οί άστέρες, πού, ένώ φαίνονται συνήθως μέ γυμνό μάτι ώς άπλοί, μέ τό τηλεσκόπιο ανάλυνται, καθένας σέ δύο άστέρες, πού φαίνονται ότι βρίσκονται ό ένας κοντά

στόν άλλο. Τά 25 % περίπου τῶν ἀστέρων εἶναι διπλοί.

Ἐπιμελείς παρατηρήσεις ἀπέδειξαν, ὅτι περισσότεροι ἀπό τούς διπλούς ἀστέρες εἶναι **φυσικά ζεύγη** ἀπό ἀστέρες μέ διαφορετική μάζα, μέ ἀποτέλεσμα ἐκεῖνος ὁ ἀστέρας πού ἔχει τή μικρότερη μάζα νά κινεῖται γύρω ἀπό τό μεγαλύτερό του. Ἀκριβέστερα καί οἱ δύο ἀστέρες κινοῦνται γύρω ἀπό τό κοινὸ κέντρο τῆς μάζας τους. Ὁ μικρότερος ἀστέρας ὀνομάζεται **συννοδός**.

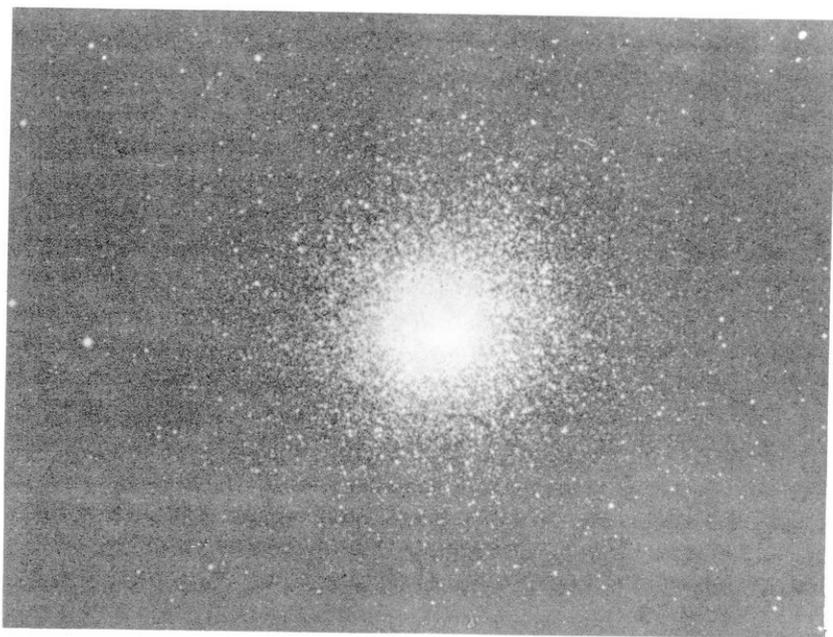
Γιά 500 περίπου ἀστέρες γνωρίζουμε τά πλήρη στοιχεῖα τῆς τροχιάς τοῦ συννοδοῦ γύρω ἀπό τόν κεντρικὸ ἀστέρα. Ὁ χρόνος τῆς περιφορᾶς τοῦ συννοδοῦ, γύρω ἀπό τόν μεγαλύτερο, πού ὀνομάζεται **περίοδος**, θρίσκειται μέ τήν παρατήρηση καί μπορεῖ νά εἶναι ἴσος μέ μερικῆς ἑκατοντάδες ἡμέρες ἢ καί ὀλόκληρους αἰῶνες.

Πολλές φορές ὁ συννοδός ἑνὸς διπλοῦ ἀστέρα εἶναι ἀόρατος, εἴτε γιατί θρίσκειται πολὺ κοντά στόν κύριον ἀστέρα εἴτε γιατί εἶναι πολὺ ἀμυδρός. Τότε ἡ ὑπαρξή του διαπιστώνεται ἀπό τίς ἀνωμαλίες, πού παρουσιάζει ὁ κύριος ἀστέρας κατά τήν κίνησή του στό διάστημα. Ἐξάλλου πολλές φορές διαπιστώνεται ἡ παρουσία τοῦ συννοδοῦ μέ τό φασματοσκόπιο, διότι ὁ διπλὸς ἀστέρας παρουσιάζει περιοδικὸ διπλασιασμὸ στίς γραμμές τοῦ φάσματός τους. Γι' αὐτὸ οἱ ἀστέρες αὐτοὶ ὀνομάζονται **φασματοσκοπικῶς διπλοί**.

Ὅπως δύο ἀστέρες ἀποτελοῦν ἕνα διπλό, ἔτσι καί τρεῖς ἀστέρες ἀποτελοῦν ἕνα **τριπλό ἀστέρα**. Ἡ φαινόμενη ἀπόσταση τοῦ τρίτου ἀστέρα ἀπό τούς δύο ἄλλους, πού ἀποτελοῦν διπλό, εἶναι δυνατό νά φθάνει τά 2'. Κατὰ τόν ἴδιον τρόπο ἔχουμε πολλοὺς **τετραπλοὺς ἀστέρες**. Σ' αὐτούς οἱ τέσσερες ἀστέρες ἀποτελοῦν συνήθως δύο ζεύγη σέ ἀπόσταση μέχρι 3'. Ὑπάρχουν καί πολὺ λίγοι **πενταπλοὶ ἀστέρες**, ἀνάμεσα στους ὁποίους ὁ λαμπρότερος εἶναι ὁ ε τῆς Λύρας. Ἐπίσης ἔχουμε καί συστήματα **πολλαπλῶν ἀστέρων**.

Ἐκτός ἀπό τά συστήματα αὐτά πού ἀποτελοῦνται ἀπό λίγους ἀστέρες, ὑπάρχουν καί συστήματα μέ πολλά μέλη. Αὐτὰ ὀνομάζονται γενικά **ἀστρικά σμήνη**, καί χωρίζονται στά **ἀνοικτά** καί τά **σφαιρωτά**.

**Τά ἀνοικτά σμήνη** ἀποτελοῦνται συνήθως ἀπό μερικῆς δεκάδες ἢ καί ἑκατοντάδες ἀστέρες, διασκορπισμένους χωρὶς τάξη σέ μικρὸ σχετικὰ χώρο τοῦ οὐρανοῦ. Εἶναι γνωστά 334 τέτοια σμήνη, πού θρίσκονται σέ ἀπόσταση ἀπό μᾶς 100 ὠς 15.000 ε.φ., ἐνῶ ἡ διάμετρος τοῦ χώρου πού καταλαμβάνει τό καθένα κυμαίνεται ἀπό 10



Εικ. 6. Τό σφαιρωτό σμήνος τοῦ Ἡρακλέους.

ἕως 50 ε.φ. Τά σπουδαιότερα σμήνη εἶναι οἱ **Πλειάδες** (Πούλια), οἱ **Υάδες** καί ἡ **Φάτνη**, ὁρατά μέ γυμνό μάτι.

Οἱ Πλειάδες ἀποτελοῦνται ἀπό 120 περίπου ἀστέρες. Γύρω στήν περιοχὴ τους ὑπάρχουν δεκαπλάσιοι ἀστέρες, ἀλλά δέν εἴμαστε βέβαιοι ὅτι ἀνήκουν στό σμήνος αὐτό. Μέ γυμνό μάτι διακρίνουμε μόνο 7 ἀστέρες. Ὅλοι οἱ ἀστέρες τοῦ σμήνους βρῖσκονται μέσα σέ πολύ ἀραιό νεφέλωμα καί καταλαμβάνουν χῶρο μέ διάμετρο 20 ε.φ. περίπου.

Τά **σφαιρωτά σμήνη** εἶναι καί τά σπουδαιότερα. Ἐξάλλου καθένα ἀπό αὐτά ἀποτελεῖται, συνήθως, ἀπό χιλιάδες μέχρι καί ἑκατομμύρια ἀστέρες, πού εἶναι συγκεντρωμένοι σέ χῶρο σχετικὰ μικρό καί περίπου σφαιρικό. Τό ἀντιπροσωπευτικό καί τό πιό ἐντυπωσιακό ἀπό τά σφαιρωτά σμήνη εἶναι τό **σμήνος τοῦ Ἡρακλέους** (εἰκ. 6). Στίς φωτογραφίες του μετρήθηκαν περίπου 50.000 ἀστέρες, ἐκ-

τός από εκείνους που βρίσκονται στο κέντρο του σμήνους και είναι αδύνατο να μετρηθούν εξαιτίας της μεγάλης πυκνότητάς τους. Το σμήνος αυτό απέχει από μās 30.000 ε.φ.

Υπάρχουν περίπου 200 σφαιρωτά σμήνη, που είναι διασκορπισμένα σε αποστάσεις από 20 έως 100 χιλιάδες ε.φ.

Οι αστέρες γενικά χωρίζονται σε δύο πληθυσμούς. Στόν αστρικό πληθυσμό I αντιστοιχούν οι αστέρες που βρίσκονται στους πυρήνες των γαλαξιών και στα σφαιρωτά σμήνη. Στόν αστρικό πληθυσμό II αντιστοιχούν οι αστέρες που συγκροτούν τους βραχίονες των γαλαξιών και τα άνοικτά σμήνη.

## Έρωτήσεις

- 27) Τι χρώματα έχουν οι αστέρες;
- 28) Μέ τη φασματική ανάλυση τί μπορούμε να βρούμε στους αστέρες;
- 29) Πώς ταξινομούνται οι αστέρες σχετικά με τη διάμετρό τους;
- 30) Τι είναι οι μεταβλητοί αστέρες και πώς ταξινομούνται;
- 31) Πώς μπορούμε να βρούμε τά απόλυτα μεγέθη ή τίς θερμοκρασίες των αστέρων;
- 32) Στα φυσικά ζεύγη πώς γίνεται ή κίνηση των δύο αστέρων τους;
- 33) Έκτός από τούς διπλούς αστέρες, τί άλλα συστήματα αστέρων έχουμε;
- 34) Τι είναι τά αστρικά σμήνη και πώς ξεχωρίζουν τά άνοικτά από τά σφαιρωτά;

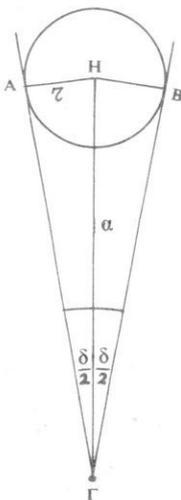
ΗΛΙΟΣ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

**9. Μέγεθος, ενέργεια, φυσική κατάσταση και φάσμα του ήλιου.** Επιμελημένες μετρήσεις έδειξαν, ότι ο ήλιος είναι έντελως σφαιρικό σώμα. Ένώ δηλαδή η γη και οι άλλοι πλανήτες είναι πιεσμένοι στους πόλους του άξονα της περιστροφής τους, ο ήλιος δέν παρουσιάζει αισθητή συμπίεση· γι' αυτό και ο δίσκος του φαίνεται έντελως κυκλικός.

Η σφαιρικότητα του ήλιου έξηγείται από τή βραδεία περιστροφή του.

Πραγματικά· όπως αποδεικνύει η όπτική και φασματοσκοπική παρατήρηση, η ήλιακή σφαίρα κινείται γύρω από άξονα μέ κατεύθυνση από τή Δύση πρὸς τήν Ανατολή και συμπληρώνει μιά περιστροφή, κατά μέσο όρο, σέ 25 ήμ. και 23 λεπτά (ή 25,4 ήμέρες).

Ο χρόνος όμως αυτός δέν είναι ο ίδιος σέ όλα τά σημεία τής ήλιακής επιφάνειας. Έτσι στήν περιοχή του ίσημερινού του ήλιου περιορίζεται σέ 25,4 ήμ., ενώ σέ απόσταση 75° από τόν ίσημερινό είναι 33 περίπου ήμέρες.



Σχ. 8.

**Μέγεθος του ήλιου.** Ονομάζουμε φαινόμενη διάμετρο του ήλιου τή γωνία ΑΓΒ, μέ τήν όποία ο ήλιος Η φαίνεται από τή γη Γ (σχ. 8).

Η φαινόμενη διάμετρος του ήλιου μεταβάλλεται κατά τή διάρκεια του έτους. Έτσι τήν 1η Ιανουαρίου παίρνει τή μέγιστη τιμή της 32' 36'',2, ενώ στίς 2 Ιουλίου παίρνει τήν ελάχιστη τιμή της 31' 32''. Η μέση τιμή της είναι ίση μέ 32' 4'',1.

Η φαινόμενη διάμετρος του ήλιου μεταβάλλεται, γιατί μεταβάλλεται η απόσταση ΓΗ τής γης από τόν ήλιο. Αυτό συμβαίνει, επειδή

ή γη δέν κινείται γύρω από τόν ήλιο σέ κυκλική τροχιά μέ κέντρο τόν ήλιο, αλλά σέ έλλειπτική τροχιά, μέ άποτέλεσμα γύρω στήν 1η Ίανουαρίου ή άπόσταση ΓΗ νά παίρνει τήν έλάχιστη τιμή της, 147.100.000 km περίπου, ένώ γύρω στίς 2 Ίουλίου νά παίρνει τή μέγιστη τιμή της 152.100.000 km. Έπομένως ή μέση τιμή τής άποστάσεως είναι 149.504.312 km.

Η έπιφάνεια του ήλιου είναι 12.000 περίπου φορές μεγαλύτερη από τήν έπιφάνεια τής γής και ό συνολικός όγκος του 1.300.000 φορές μεγαλύτερος από τόν όγκο τής γής.

Από τήν έλκτική δύναμη του ήλιου, πού άσκειται πάνω στή γη, βρίζεται, ότι ή μάζα του ήλιου είναι 332.488 φορές μεγαλύτερη από τή γήινη.

Από τόν όγκο  $V$  και τή μάζα  $M$  του ήλιου βρίζουμε, ότι ή πυκνόττά του είναι ίση μέ 1,41, άν πάρουμε ως μονάδα τήν πυκνότητα του ύδατος.

Τέλος, είναι δυνατό νά βρεθεί ότι ή ένταση τής βαρύτητας πάνω στήν έπιφάνεια του ήλιου είναι 28 φορές μεγαλύτερη από τήν ένταση τής βαρύτητας πάνω στήν έπιφάνεια τής γής και ότι ή ταχύτητα διαφυγής, δηλαδή ή ταχύτητα πού πρέπει νά αναπτύξει ένα σώμα, για νά υπερικήσει τήν ήλιακή έλξη, είναι 617 km/sec.

**Ήλιακή ένέργεια και λαμπρότητα του ήλιου.** Μετρήσεις τής λαμπρότητας του ήλιου απέδειξαν, ότι ό ήλιος είναι  $12 \cdot 10^{10}$  φορές λαμπρότερος από ένα άστέρα α μεγέθους και  $23 \cdot 10^7$  φορές λαμπρότερος από τό φώς όλων των άστέρων. Γι' αυτό έξάλλου τούς άποκρύβει κατά τή διάρκεια τής ημέρας. Τέλος ό ήλιος είναι  $56 \cdot 10^4$  φορές λαμπρότερος από τήν πανσέληνο.

Ο ήλιος φαίνεται τόσο λαμπρός, έξαιτίας τής μικρής σχετικά άπόστασής του από τή γη, σέ σύγκριση βέβαια μέ τούς άλλους άστέρες. Αν όμως μεταφερόταν σέ άπόσταση ίση μέ 10 παρσέκ, τότε θά φαινόταν ως άμυδρός άστέρας 5ου μεγέθους περίπου. Για τήν ακρίβεια τό άπόλυτο μέγεθος του ήλιου είναι +4,8.

Όταν παρατηρούμε τόν ήλιο μέ τηλεσκόπιο, φαίνεται ότι δέν είναι όμοιόμορφα φωτεινός σέ όλη τήν έκταση του δίσκου του, αλλά λαμπρότερος γύρω στό κέντρο, και άμυδρότερος γύρω στά χείλη

του. Αυτό μαρτυρεί, ότι η ήλιακή σφαίρα περιβάλλεται από ατμόσφαιρα, που απορροφά τό φως του.

Η ενέργεια του ήλιου υπολογίζεται, αν μετρηθεί η όλική ενέργεια που παίρνει η γη σε κάθε  $\text{cm}^2$  στο ανώτατο στρώμα της ατμόσφαιράς της στη μονάδα του χρόνου. Η ενέργεια αυτή ονομάζεται **ήλιακή σταθερά**. Η όλική ισχύς του ήλιου είναι ίση με  $5.10^{23}$  Ίππους.

Επειδή η θερμοότητα, που δέχεται η γη από τόν ήλιο, δέ μεταβλήθηκε αισθητά κατά τις δέκα τελευταίες, τουλάχιστο, χιλιετίες, όπως τό αποδεικνύει η σταθερότητα, γενικά, του κλίματος της γής, κατά τό διάστημα αυτό, συμπεραίνεται ότι ο ήλιος συνέχεια αναπληρώνει τήν ενέργεια, που ακτινοβολεί.

Γιά νά εξηγήσουν τή συνεχή ανανέωση της ακτινοβολούμενης ήλιακής ενέργειας, έχουν προτείνει κατά καιρούς διάφορες θεωρίες, από τις οποίες οι σπουδαιότερες είναι:

**Η υπόθεση της συστολής του ήλιου**, που διατυπώθηκε αρχικά τό 1854 από τόν Helmholtz (Χέλμολτς) και συμπληρώθηκε τό 1893 από τό λόρδο Kelvin (Κέλβιν). Σύμφωνα μέ αυτή η ακτινοβολία του ήλιου προκαλεί τήν ψύξη του και έπομένως, τή συστολή του. Άρα τή μετατροπή της δυναμικής ενέργειας σε θερμική.

Αν όμως η ήλιακή ενέργεια συντηρούνταν μ' αυτό τόν τρόπο, η ηλικία του ήλιου δέ θά έπρεπε νά ήταν μεγαλύτερη από  $3 \cdot 10^7$  έτη, ενώ η ηλικία της γής, που έχει άμεση σχέση μέ τήν ύπαρξη του ήλιου, έχει μετρηθεί μέ πολλές μεθόδους και βρέθηκε  $4,5 \cdot 10^9$  έτη. Έτσι η συστολή εξαιτίας της διαρύτητας είναι ανεπαρκής, ώστε νά αποτελεί κύρια πηγή ενέργειας του ήλιου.

**Οι θερμοπυρηνικές αντιδράσεις**, κατά τις οποίες μάζα  $m$  μετατρέπεται σε ενέργεια  $E$ , σύμφωνα μέ τόν τύπο του Einstein:  $E = mc^2$ , όπου  $c$  είναι η ταχύτητα του φωτός. Στόν ήλιο έχουμε τόν «κύκλο του άνθρακα», που διατύπωσαν οι Bethe (Μπέθε) και Weizsaecker (Βάιτςζαϊκερ) τό 1938, και τόν κύκλο «πρωτόνιο - πρωτόνιο». Κατά τις αντιδράσεις αυτές ένα μέρος από τή μεταστοιχειούμενη ύλη, ίσο μέ τό 0,027, μετατρέπεται σε ενέργεια, που ακτινοβολεί ο ήλιος.

Επομένως οι θερμοπυρηνικές αντιδράσεις είναι ικανές νά δι-

νουν τὰ τεράστια ποσά τῆς ἀκτινοβολούμενης ἐνέργειας καί νά προσδιορίσουν τό διάστημα τῆς ζωῆς τοῦ ἥλιου σέ πολλά δισεκατομμύρια ἔτη.

Ἐχει μετρηθεῖ μέ πολλές μεθόδους ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφάνειας τοῦ ἥλιου καί βρέθηκε ὅτι φθάνει στούς  $6.000^{\circ}\text{C}$  περίπου. Ὅσο προχωροῦμε πρὸς τό κέντρο του αὐξάνει καί ὑπολογίζεται ὅτι ἡ θερμοκρασία του σ' αὐτό εἶναι  $14 \cdot 10^6$  βαθμούς.

**Ἡλιακές στιβάδες.** Ἀπό τὰ δεδομένα γιά τῆ θερμοκρασία τοῦ ἥλιου συμπεραίνουμε, ὅτι ἀποτελεῖται ἀπό διάπυρα ἀέρια καί ὅτι ἡ ὕλη του εἶναι διευθετημένη σέ ὁμόκεντρες στιβάδες, στίς ὁποῖες ἡ θερμοκρασία καί ἡ πυκνότητα ἐλαττώνονται, καθὼς προχωροῦμε ἀπό τό κέντρο πρὸς τὴν ἐπιφάνειά του. Οἱ στιβάδες αὐτές εἶναι: ὁ πυρήνας, ἡ φωτόσφαιρα καί ἡ ἀτμόσφαιρα.

Ὁ πυρήνας καταλαμβάνει τό μεγαλύτερο μέρος τῆς σφαίρας τοῦ ἥλιου. Ἐκτείνεται ἀπό τό κέντρο τῆς σφαίρας μέχρι 400 χίλιου. κάτω ἀπό τὴν ἐπιφάνεια τοῦ ἥλιου.

Ἐπιπλέον, ὑπολογίζεται, ὅτι στὴν περιοχὴ τοῦ κέντρου ἡ πυκνότητα τῆς ἡλιακῆς ὕλης εἶναι 135 φορές μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν πυκνότητα τοῦ ὕδατος καί ἡ πίεση ἀνεβαίνει στίς  $2 \cdot 10^{11}$  ἀτμόσφαιρες. Κάτω ἀπὸ αὐτές τίς συνθῆκες καί μέ τῆ θερμοκρασία τῶν  $14 \cdot 10^6$  βαθμῶν, τὰ ἄτομα τῶν στοιχείων βρίσκονται σέ ιονισμένη κατάσταση καί σέ τόση συμπίεση, ὥστε ἡ ὕλη τοῦ πυρήνα, μολονότι βρῖσκεται σέ ἀερίωδη κατάσταση, εἶναι ἀνένδοτη καί συνεκτικὴ περισσότερο ἀπὸ τὰ στερεά.

Ἡ φωτόσφαιρα ἐκτείνεται πάνω ἀπὸ τὸν πυρήνα καί φθάνει μέχρι τὴν ἐπιφάνεια τοῦ ἥλιου. Ἐχει πάχος 400 km. Ἡ στιβάδα αὐτὴ τῆς ἡλιακῆς σφαίρας, ἀπὸ τὴν ὁποία προέρχεται ὅλη ἡ ἀκτινοβολούμενη ἐνέργεια τοῦ ἥλιου, ἡ θερμότητα καί τό φῶς, ὀνομάσθηκε φωτόσφαιρα. Ὡστε ὁ φωτεινὸς δίσκος τοῦ ἥλιου ἀντιστοιχεῖ στὴ φωτόσφαιρα.

Ἡ ἀτμόσφαιρα. Ἐπάνω ἀπὸ τὴ φωτόσφαιρα ὑπάρχει ἡλιακὴ ὕλη σέ στρώμα μεγάλου πάχους, πού ὀνομάζεται ἀτμόσφαιρα.

Ἡ ἀτμόσφαιρα τοῦ ἥλιου χωρίζεται σέ δύο στιβάδες. Ἡ πρώτη, πού βρῖσκεται ἀμέσως μετὰ τὴ φωτόσφαιρα, ὀνομάζεται χρωμόσφαιρα. Τό ὕψος τῆς φθάνει τὰ 15.000 km καί ἡ θερμοκρασία τῆς

τούς  $100.000^{\circ}$  Κ. Έχει χρώμα έντονα ρόδινο, γι' αυτό και ονομάζεται «χρωμόσφαιρα». Η δεύτερη στιβάδα βρίσκεται ακριβώς πάνω από τη χρωμόσφαιρα και ονομάζεται στέμμα. Τα όρια του στέματος φθάνουν στην απόσταση των 3 ως 4 εκατομμυρίων χιλιομέτρων. Η θερμοκρασία του είναι από  $10^6$  έως  $1,5 \cdot 10^6$  βαθμούς.

Από τη συνολική ήλιακή μάζα τα 9/10 ανήκουν στον πυρήνα και μόνο τό 1/10 στη φωτόσφαιρα και στην ατμόσφαιρα του ήλιου.

**Ήλιακό φάσμα.** Τό φάσμα της φωτόσφαιρας είναι συνεχές. Έπειδή όμως ή ατμόσφαιρα, πού βρίσκεται πάνω από τη φωτόσφαιρα, έχει χαμηλότερη θερμοκρασία απ' αυτή, τό φως του ήλιου δίνει φάσμα απορροφήσεως μέ πολλές σκοτεινές γραμμές.

Κατά τίς όλικές έκλείψεις του ήλιου, μόλις γίνεи ή όλοκληρωτική απόκρυψη του ήλιακού δίσκου, οί σκοτεινές γραμμές του ήλιακού φάσματος παύουν, γιά λίγο, νά είναι σκοτεινές και γίνονται όλες λαμπρές. Αυτό συμβαίνει, διότι μέ την απόκρυψη του ήλιακού δίσκου δέν έρχεται πιά φως από τη φωτόσφαιρα, πού νά απορροφάται από τό χαμηλότερο στρώμα της χρωμόσφαιρας. Γι' αυτό και τό χαμηλότερο αυτό στρώμα ονομάζεται απορροφητική στιβάδα ή ανατρεπτική στιβάδα, εξαιτίας της παρατηρούμενης ανατροπής των σκοτεινών γραμμών σέ λαμπρές, κατά τίς ήλιακές έκλείψεις.

Τό ήλιακό φάσμα δέν περιορίζεται μόνο στο όρατό τμήμα του (7500–3400 Å), αλλά εκτείνεται πέρα και από τό ερυθρό και από τό ιώδες μέρος του, στίς υπέρυθρες ακτινοβολίες (20 μικρά έως 7500 Å) και στίς υπεριώδεις (3400–2000 Å).

Και πέρα όμως από τίς υπέρυθρες ακτινοβολίες, διαπιστώθηκε, ότι ό ήλιος εκπέμπει ακτινοβολίες σέ μήκη των ραδιοφωνικών κυμάτων. Τά κύματα αυτά συλλαμβάνονται από τά ραδιοτηλεσκόπια. Είναι ή ραδιοφωνική ήλιακή ακτινοβολία. Ο δίσκος του ραδιο-ήλιου είναι πολύ μεγαλύτερος από τον ήλιακό δίσκο, πού βλέπουμε.

Έκτός από τίς παραπάνω ακτινοβολίες, ό ήλιος εκπέμπει και ακτινοβολίες σέ πολύ μικρά μήκη. Έτσι τελευταία βρέθηκαν ακτίνες X, αλλά και ακτίνες γ, πού προέρχονται από τον ήλιο.

Η μελέτη των γραμμών του ήλιακού φάσματος απέδειξε, ότι ή

ήλιακή ύλη αποτελείται από γνωστά στοιχεία. Μέχρι τώρα διαπιστώθηκε ή ύπαρξη 70 στοιχείων στην ήλιακή ύλη, χωρίς αυτό νά σημαίνει τήν άπουσία τών υπόλοιπων γνωστών στοιχείων, διότι 15, τουλάχιστο, στοιχείων οί γραμμές απορροφήσεως θά πρέπει νά θρίσκονται στό άόρατο υπεριώδες μέρος του φάσματος. Άλλα στοιχεία μπορεί νά υπάρχουν μόνο στό έσωτερικό του ήλιου.

Ή πιθανότερη αναλογία διανομής τών στοιχείων στην ήλιακή ύλη είναι: ύδρογόνο 84 %, ήλιο 15 % καί τά άλλα στοιχεία 1 %.

## Έρωτήσεις

35) Τί ονομάζουμε φαινόμενη διάμετρο του ήλιου καί γιατί μεταβάλλεται ή τιμή της στη διάρκεια του έτους;

36) Ένας άνθρωπος βάρους 75 kg πόσο θά εξύγιζε άν μπορούσε νά βρεθεί στην ήλιακή επιφάνεια;

37) Ποιά θεωρία εξηγεί καλύτερα τή συνέχη ανανέωση της ακτινοβολούμενης ήλιακής ενέργειας;

38) Άπό ποιές στιβάδες αποτελείται ο ήλιος;

39) Πόσα από τά γνωστά στη γή χημικά στοιχεία διαπιστώθηκαν στον ήλιο καί πώς βρέθηκε αυτό;

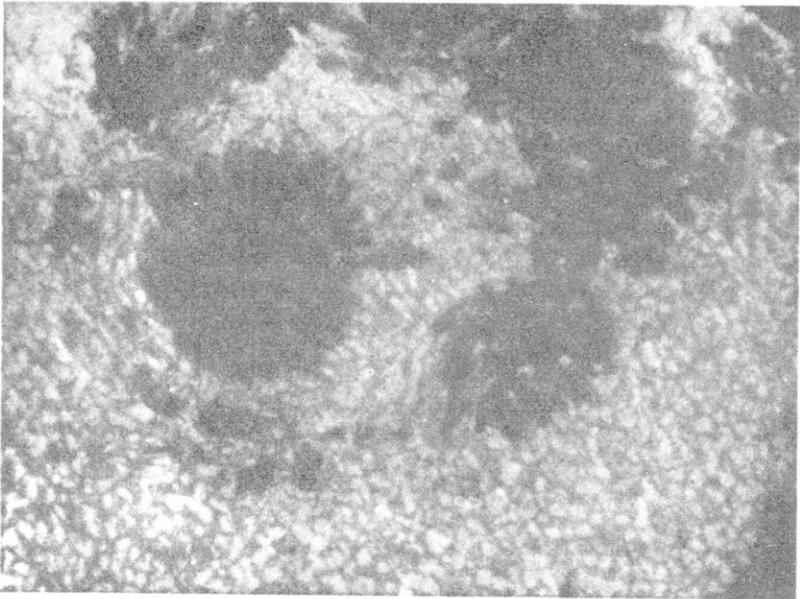
40) Εξηγήστε, γιατί ο ήλιος φαίνεται πιο άμυδρός στά χείλη του δίσκου του. Ύπάρχει διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του κέντρου καί τών χειλέων του;

## 10. Φωτοσφαιρικοί σχηματισμοί καί φαινόμενα τής χρωμόσφαιρας.

Παρατηρώντας τόν ήλιο μέ τό τηλεσκόπιο, βλέπουμε ότι ή επιφάνειά του δέν είναι λεία, αλλά μοιάζει μέ άσπρο σεντόνι, πού τό έχουμε σκεπάσει ομοίομορφα μέ κόκκους. Γι' αυτό τό φαινόμενο αυτό του ήλιου ονομάστηκε **κοκκίασι** (είκ. 7).

Οί κόκκοι είναι λαμπρότεροι από τό υπόδαθρο τής φωτόσφαιρας καί έχουν συνήθως διάμετρο 600 έως 1000 km. Καθένας τους μπορεί νά διατηρηθεί για μερικά μόνο λεπτά τής ώρας.

Άνάμεσα στους κόκκους παρατηρούνται συνήθως μελανά στίγ-



Εικ. 7. Κοκκίαση καί κηλίδες τῆς ἡλιακῆς φωτόσφαιρας.

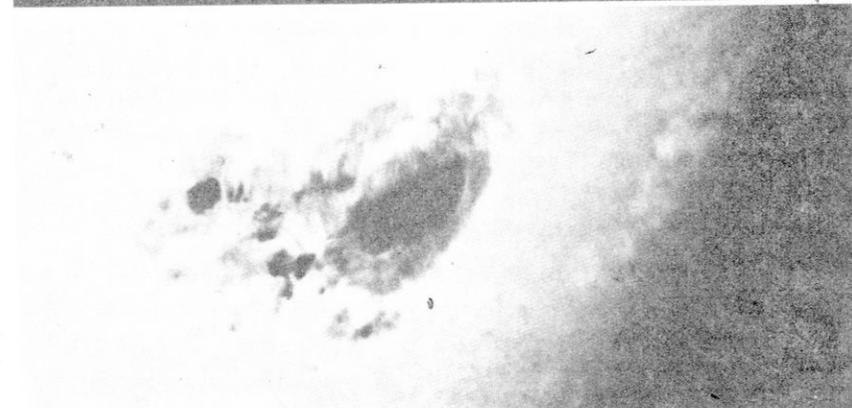
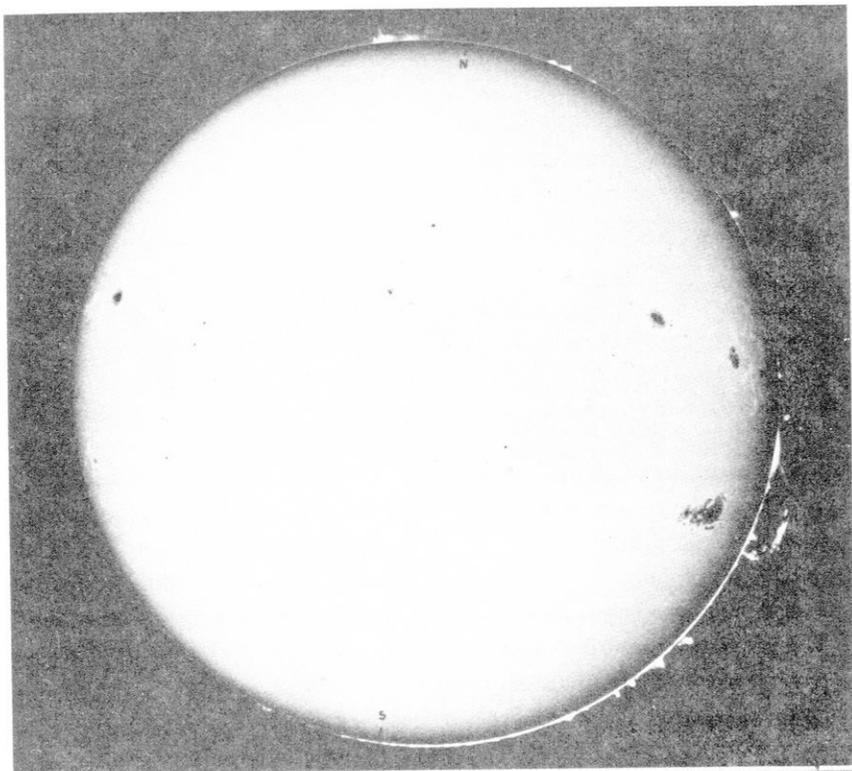
ματα, πού ὀνομάζονται **πόροι**. Διατηροῦνται καί αὐτοί οἱ σχηματισμοί πολύ λίγο, ὅπως οἱ κόκκοι.

Κυρίως, κοντά στή χεῖλη τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου διακρίνονται ἄλλοι σχηματισμοί, λαμπρότεροι ἀπό τούς κόκκους, κυκλικοί ἢ ἀκανόνιστοι, τοποθετημένοι σέ σχῆμα ταινίας, πού ὀνομάζονται **πυρσοί**. Οἱ πυρσοί θεωροῦνται νέφη ἢ ὄρη τῆς φωτόσφαιρας καί ἀλλάζουν συνέχεια σχῆμα καί θέση.

Ἡ παρουσία τῶν πυρσῶν σέ μιά περιοχὴ τῆς φωτόσφαιρας προαναγγέλλει τό σχηματισμό κηλίδων σ' αὐτή.

Οἱ **κηλίδες**, τέλος, εἶναι οἱ πιό ἐντυπωσιακοί καί ἐνδιαφέροντες σχηματισμοί τῆς φωτόσφαιρας. Τίς περισσότερες φορές ἔχουν τήν ὄψη μεγάλων ἢ μικρῶν κυκλικῶν καί ἔντονα μελανῶν ἐπιφανειῶν, πού περιβάλλονται μέ λιγότερο σκοτεινά ἰνώδη στεφάνια. Τό κεντρικό καί πολύ σκοτεινό τμήμα τῆς κηλίδας ὀνομάζεται **σκιά**. Τό στεφάνι ὀνομάζεται **σκιόφω**ς τῆς κηλίδας (εἰκ. 8).

Οἱ κηλίδες διατηροῦνται πολλές ἡμέρες, κάποτε μάλιστα καί



Εικ. 8. Π ά ν ω : Ή φωτόσφαιρα του ήλιου με πληθος κηλίδων και γύρω ή χρωμόσφαιρα με μερικές προεξοχές. Κ ά τ ω : Μιά ομάδα από κηλίδες στις οποίες φαίνεται καθαρά η σκία και τό σκίοφως.

μερικούς μήνες, αν είναι αρκετά μεγάλες. Κατά τό διάστημα τής ζωής τους παρουσιάζουν μεταβολές τής μορφής και τής έντάσεώς τους. Ήξαφανίζονται σιγά σιγά καθώς ελαττώνεται θαθμιαία τό μέγεθος και ή σκοτεινότητά τους.

Συνήθως οί κηλίδες παρουσιάζονται κατά ομάδες. Σέ κάθε ομάδα σχεδόν πάντοτε υπάρχουν δύο πολύ μεγάλες κηλίδες, από τίς όποϊες ή δυτική ονομάζεται ή γ ο υ μ έ ν η και ή ανατολική έ π ο μ έ ν η .

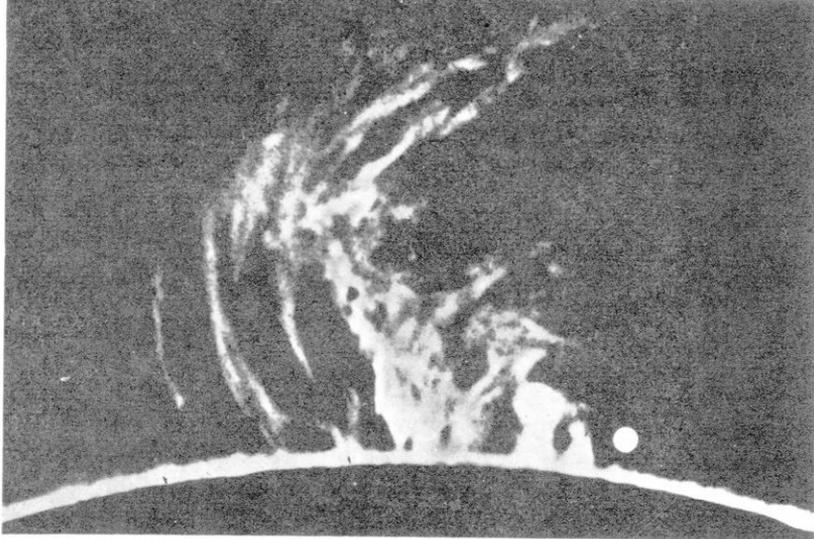
Ή διάμετρος τών κηλίδων μερικές φορές ξεπερνά τά 80.000 km. Οί πολύ μεγάλες κηλίδες, πού έχουν διάμετρο μεγαλύτερη από 40.000 χλμ., δηλαδή μεγαλύτερη και από τό τριπλάσιο τής γήινης διαμέτρου, φαίνονται και μέ γυμνό μάτι. Γενικά οί κηλίδες είναι κοιλότητες τής φωτόσφαιρας, όμοιες μέ χοάνες πού φθάνουν σέ βάθος μέχρι 800 km.

Ή θερμοκρασία τους είναι 4600<sup>0</sup> C, δηλαδή είναι χαμηλότερη από τή θερμοκρασία τής φωτόσφαιρας, σ' αυτό εξάλλου όφείλεται τό μελανό χρώμα τους. Συμβαίνει δηλαδή έδω ό,τι γίνεται και μέ τή φλόγα κεριού, αν τοποθετηθεί μπροστά σ' ένα ήλεκτρικό λαμπτήρα. Ή φλόγα του κεριού φαίνεται μαύρη, γιατί ή θερμοκρασία της είναι χαμηλότερη από τή θερμοκρασία του λαμπτήρα.

Ό Schwabe (Σβάμπε) πρώτος διαπίστωσε, ότι οί κηλίδες δέν έμφανίζονται μέ τήν ίδια πάντοτε συχνότητα. Ύπάρχουν πάντοτε ένα έως δύο έτη, κατά τά όποια σπάνια φαίνονται λίγες μόνο κηλίδες. Έπειτα, για τέσσερα περίπου έτη συνέχεια γίνονται όλο και περισσότερες, για να φτάσουμε τελικά στό μέγιστο πλήθος τους και, γενικά, στό μέγιστο τής επιφάνειας πού σκιάζεται άπ' αυτές. Μετά, για μία περίπου έξαετία, ό αριθμός τών κηλίδων ελαττώνεται συνέχεια, για να ξαναγυρίσουμε και πάλι στό έλάχιστο πλήθος τους και στήν έλάχιστη έκτασή τους.

Άπό τό ένα έλάχιστο μέχρι τό έπόμενο άπαιτούνται, κατά μέσο όρο, 11 έτη. Για τό λόγο αυτό ή περίοδος αυτή ονομάζεται **ένδεκαετής κύκλος** και αποδείχτηκε ότι τόν ακολουθοϋν όλα τά ήλιακα φαινόμενα, τόσο τής φωτόσφαιρας, όσο και τής ατμόσφαιρας του ήλιου.

Μέ ειδικά όργανα, πού έπιτρέπουν τήν καλύτερη μελέτη τής



Εικ. 9. Ήλιακή προεξοχή ύψους 225.000 km. Ο λευκός κυκλικός δίσκος παριστάνει τό σχετικό μέγεθος τής γής.

ήλιακής ατμόσφαιρας, διαπιστώθηκε, ότι ή κυριότερη στιβάδα της έχει ινώδη ύφή.

**Προεξοχές.** Ο κυριότερος από τούς χρωμοσφαιρικούς σχηματισμούς είναι οί **προεξοχές**, ένα είδος πύρινες γλώσσες μέ ρόδινο χρώμα, πού άλλοτε είναι διάχυτες, όπως τά νέφη, καί χαρακτηρίζονται ήρεμες, καί άλλοτε φαίνονται σάν πελώριοι πίδακες, όπότε χαρακτηρίζονται ως έκρηκτικές. Τό ύψος τους φθάνει συνήθως τά 40.000 km, άν καί παρατηρήθηκαν προεξοχές μέ υπερδεκαπλάσιο ύψος (εικ. 9). Η ταχύτητα, μέ τήν όποία κινείται ή ύλη τους κυμαίνεται συνήθως από 50 έως 100 km/sec.

Διαπιστώθηκε, ότι οί προεξοχές εμφανίζονται σέ δυό βασικές ζώνες, όπως οί κηλίδες, καί ότι ή συχνότητά τους ακολουθεί τόν 11ετή κύκλο.

**Εκλάμψεις.** Είναι έκρηξεις, πού παρατηροῦνται συνήθως πάνω από περιοχές μεγάλων κηλίδων καί πού είναι τόσο λαμπρές, ώστε αστράφτουν σάν λαμπροί λευκοί προβολείς. Η διάρκειά τους είναι μικρή, από 10 λεπτά έως μερικές ώρες. Τίς παρατηρούμε μέ ειδικά

όργανα, μερικές φορές όμως φαίνονται και στο όρατό λευκό φως.

Οι εκλάμψεις εκπέμπουν υπεριώδη και κοσμική ακτινοβολία, ακτίνες Χ, και ραδιοκύματα, καθώς και μικρά υλικά σώματα (σωματίδια).

## 11. Επίδρασεις του ήλιου πάνω στη γη

Διαπιστώθηκε, ότι, όταν παρουσιάζονται εκλάμψεις στον ήλιο, πάνω στη γη συμβαίνουν διάφορες διαταραχές, φυσικές και βιολογικές.

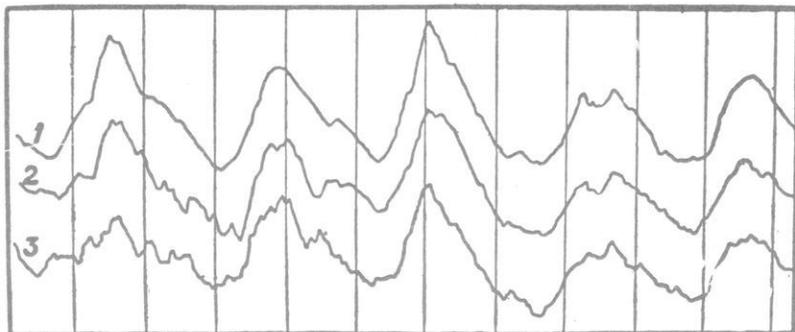
Από τις φυσικές διαταραχές σπουδαιότερες είναι τό σέλας στίς πολικές περιοχές τής γής· οί «μαγνητικές καταιγίδες», δηλαδή διαταραχές του γήινου μαγνητικού πεδίου· έκτακτες διαταραχές του ατμοσφαιρικού ηλεκτρισμού και τέλος ραδιοφωνικές ανωμαλίες.

Από τις βιολογικές διαταραχές σπουδαιότερη είναι ή επίδραση στήν κατάσταση των ασθενών, πού πάσχουν από νευροψυχικά νοσήματα, καθώς και ή επίδραση στο κυκλοφοριακό σύστημα.

Εκτός όμως από τά έκτακτα αυτά φαινόμενα εξεκριώθηκε, ότι τό σέλας των πόλων, ό γήινος μαγνητισμός και τά σπουδαιότερα μετεωρολογικά φαινόμενα, όπως ή διακύμανση τής θερμοκρασίας και ή βροχόπτωση, τέλος και αυτή ακόμα ή στάθμη των υδάτων στίς λίμνες, ακολουθούν γενικά τον 11ετή κύκλο τής ήλιακής δραστηριότητας. Έτσι τά μέγιστα και τά ελάχιστα των γήινων αυτών φαινομένων και γενικότερα οί καμπύλες μεταβολής τους (σχ. 9) παρουσιάζουν αντίστοιχία μέ τις καμπύλες κυμάνσεως των κηλίδων και των άλλων ήλιακών φαινομένων.

Παρόμοια σχέση ορίζεται μερικές φορές και σε μερικά βιολογικά φαινόμενα, κυρίως στήν ανάπτυξη τής βλαστήσεως. Έτσι, ή εξέταση των δακτυλίων πού παρατηρούνται σε εγκάρσια τομή του κορμού των δέντρων αποδεικνύει, ότι οί δακτύλιοι αυτοί γενικά είναι παχύτεροι κατά τά έτη των μεγίστων και στενότεροι κατά τά έτη των ελαχίστων και επομένως, ότι ή έτήσια αύξηση των δέντρων και γενικά τής βλαστήσεως ακολουθεί τον 11ετή ήλιακό κύκλο.

Τά προϊόντα από τις ήλιακές, γενικά, εκρήξεις και κυρίως από τις εκλάμψεις είναι δύο ειδών: α) ή έντονη υπεριώδης ακτινοβολία και β) μικρά υλικά σώματα, φορτισμένα με ηλεκτρικό φορτίο, κυρίως ηλεκτρόνια. Η υπεριώδης ακτινοβολία και οί άλλες κυματικές ακτινοβολίες φθάνουν εδώ μετά από 8 λεπτά περίπου, ενώ τά



Σχ. 9. 1) Η (1) καμπύλη παριστάνει τήν κύμανση τῶν ἡλιακῶν κηλίδων σέ διάστημα 55 ἐτῶν (5 κύκλων 11 ἐτῶν)· ἡ (2) καμπύλη ἀντιστοιχεῖ στήν κύμανση τῶν μαγνητικῶν διαταραχῶν καί ἡ (3) εἶναι ἡ καμπύλη συχνότητος πού ἔχει τό σέλας κατά τό ἴδιο διάστημα. Οἱ τρεῖς καμπύλες παρουσιάζουν τίς ἴδιες διακυμάνσεις καί προπαντός τά ἴδια μέγιστα καί ἐλάχιστα.

φορτισμένα μικρά σώματα μετά ἀπό 20 ἕως 40 ὥρες ἢ καί περισσότερο. Ὅταν τά φορτισμένα μικρά σώματα φθάσουν στή γῆ, ἀκολουθοῦν τίς γραμμές τοῦ γήινου μαγνητικοῦ πεδίου καί κατευθύνονται πρὸς τοὺς πόλους τῆς γῆς. Ἡ κίνησή τους εἶναι σπειροειδῆς καί, καθὼς κινοῦνται κατά μήκος τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν προκαλοῦν τά ἐξῆς ἀποτελέσματα: α) μαγνητικές καταιγίδες· β) ἠλεκτρικά ρεύματα, ἀπό ἀπαγωγῆ, πού διαρρέουν τήν ἀτμόσφαιρα καί διαταράσσουν, γενικά, τίς τηλεπικοινωνίες· καί γ) ἰονίζουν τά άτομα, κυρίως τοῦ ἄζωτου, πού θρῖσκονται στά ἀνώτερα ἀτμοσφαιρικά στρώματα, μέ ἀποτέλεσμα νά ἐμφανίζεται τό πολικό σέλας.

Ἐξάλλου ἡ ἄφθονη ὑπεριώδης ἀκτινοβολία προκαλεῖ ἔκτακτο ἰονισμό στά στρώματα τῆς ἰονόσφαιρας, μέ ἀποτέλεσμα τῆ μερική ἢ ὀλική ἀπορρόφηση τῶν δραστικῶν ραδιοφωνικῶν κυμάτων καί ἐπομένως τήν ἐξασθένηση καί τήν κατασίγαση τῶν μέσων τηλεπικοινωνίας στά κύματα αὐτά.

## Ἑρωτήσεις

41) Ποιοί εἶναι οἱ περισσότερο ἐντυπωσιακοί σχηματισμοί τῆς φωτόσφαιρας τοῦ ἡλίου καί ποιά τά κυριότερα χαρακτηριστικά τους;

42) Τί εἶναι ὁ ἑνδεκαετής κύκλος τῶν κηλίδων τοῦ ἡλίου καί τί ἐπιδράσεις ἔχει πάνω στή γῆ;

43) Πότε, μέσα στόν 11ετή κύκλο τῶν κηλίδων πρέπει νά παρουσιάζονται περισσότερες καί ἐντονότερες α) οἱ προεξοχές καί β) οἱ ἐκλάμψεις;

## 12. Κίνηση τῶν πλανητῶν γύρω ἀπό τόν ἥλιο.

**Γεωκεντρικό καί ἡλιοκεντρικό σύστημα.** Στά χρόνια τῆς ἐλληνικῆς ἀρχαιότητος ἴσχυαν δύο θεωρίες.

Σύμφωνα με την πρώτη, τόσο ο ήλιος, όσο και οι πλανήτες, πιστευόταν, ότι κινούνταν γύρω από τη γη, που αποτελούσε το κέντρο του κόσμου. Γι' αυτό και η θεωρία αυτή ονομάστηκε **γεωκεντρικό σύστημα του κόσμου**. Βασικός εκπρόσωπός της ήταν ο Πτολεμαίος. Σύμφωνα με τη δεύτερη, οι πλανήτες και η γη κινούνταν γύρω από τον ήλιο, ο οποίος αποτελούσε το κέντρο του κόσμου. Γι' αυτό και η θεωρία αυτή ονομαζόταν **ήλιοκεντρικό σύστημα του κόσμου**. Κυριότερος εκπρόσωπός της ήταν ο Άρισταρχος ο Σάμιος.

Ο Πολωνογερμανός αστρονόμος Νικόλαος Κοπέρνικος (1473–1543), αφού μελέτησε τη θεωρία του Άρισταρχου και των άλλων Ελλήνων σοφών, υποστήριξε την ορθότητα της ήλιοκεντρικής ιδέας και συντέλεσε στην έδραίωσή της. Ύστερα απ' αυτό επικράτησε η συνήθεια να ονομάζεται το ήλιοκεντρικό σύστημα «Κοπερνίκαιο», ενώ θα έπρεπε να ονομάζεται «Άριστάρχειο».

Όπως έχει διαπιστωθεί, πραγματικά, οι πλανήτες κινούνται γύρω από τον ήλιο με κατεύθυνση από τα δυτικά προς τα ανατολικά. Η γη, εξάλλου, είναι ένας από τους πλανήτες.

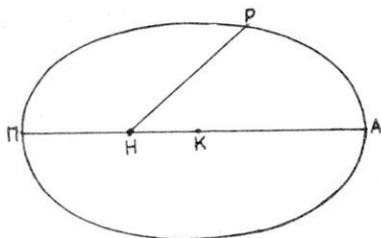
Εξαιτίας της πραγματικής κινήσεώς τους γύρω από τον ήλιο, οι πλανήτες φαίνονται να αλλάζουν συνέχεια θέση στον ουρανό. Ο συνδυασμός όμως της κινήσεώς τους με την κίνηση της γης έχει ως αποτέλεσμα την **έξης φαινομενική κίνησή τους**:

Καθένας απ' αυτούς διαγράφει πάνω στην ουράνια σφαίρα διαδοχικά μεγάλα τόξα από τα δυτικά προς τα ανατολικά, που χωρίζονται από άλλα μικρότερα, τα οποία γράφονται από τα ανατολικά προς τα δυτικά. Ανάμεσα στα μεγάλα και μικρά τόξα παρουσιάζονται οι λεγόμενες **στάσεις** των πλανητών, διότι σ' αυτές οι πλανήτες φαίνονται, ότι σταματούν για λίγο την κίνησή τους.

**Νόμοι Κέπλερ και Νεύτωνα.** Ο Γερμανός αστρονόμος J. Kepler (Γ. Κέπλερ, 1571–1630), μελέτησε τις παρατηρήσεις, που έκαμε ο Δανός αστρονόμος Tycho Brahe (Τύχων 1546–1601) σχετικά με την κίνηση των πλανητών, και βρήκε τρεις νόμους που διέπουν την κίνηση των πλανητών γύρω από τον ήλιο.

**Πρώτος νόμος.** **Οι τροχιές των πλανητών είναι έλλείψεις, που τη μία έστιά, κοινή για όλες τις πλανητικές τροχιές, κατέχει ο ήλιος.**

Ἐτσι ὁ πλανήτης P (σχ. 10) διαγράφει τὴν ἔλλειψη, ποὺ τὴν ἐστία τῆς H κατέχει ὁ ἥλιος. **Περιήλιο** τῆς ἔλλειπτικῆς τροχιάς τοῦ πλανήτη P ὀνομάζουμε τὸ σημεῖο Π τοῦ μεγάλου ἄξονα τῆς. Ὄταν ὁ πλανήτης βρισκεται στὸ σημεῖο αὐτό, ἔχει καὶ τὴ μικρότερη τοῦ ἀπόσταση ἀπὸ τὸν ἥλιο. Ἐπίσης ὀνομάζουμε τὸ σημεῖο A τοῦ μεγάλου ἄξονα, ὅπου ὁ πλανήτης ἔχει τὴ μεγαλύτερη τοῦ ἀπόσταση ἀπὸ τὸν ἥλιο. Τὸ μεγάλο ἡμιάξονα  $PK = KA$  τῆς τροχιάς ὀνομάζουμε **μέση ἀπόσταση** τοῦ πλανήτη ἀπὸ τὸν ἥλιο καὶ τὴν εὐθεῖα HP, ποὺ συνδέει τὰ κέντρα ἡλίου καὶ πλανήτη, σὲ τυχαία θέση τῆς τροχιάς του, τὴν ὀνομάζουμε **ἐπιβατικὴ ἀκτίνα**.

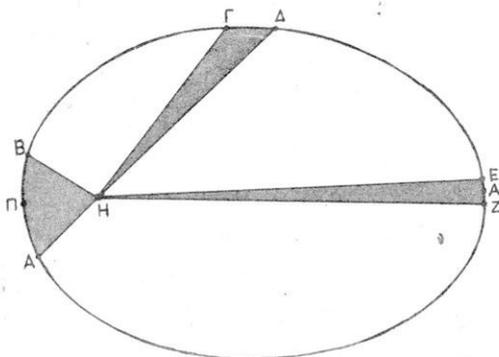


Σχ. 10.

**Δεύτερος νόμος.** Ἡ ἐπιβατικὴ ἀκτίνα τοῦ πλανήτη, ποὺ κινεῖται γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο, γράφει ἐμβαδὰ ἀνάλογα μὲ τοὺς χρόνους περιστροφῆς του.

Ἐτσι τὰ ἐμβαδὰ HAB, ΗΓΔ, ΗΕΖ (σχ. 11) ποὺ γράφει ἡ ἐπιβατικὴ ἀκτίνα σὲ χρόνο  $t$ , π.χ. σ' ἓνα μῆνα, εἶναι ἴσα. Αὐτὸ συμβαίνει, ἐπειδὴ ἡ ἐπιβατικὴ ἀκτίνα δὲν ἔχει σταθερὸ μῆκος, ἀλλὰ παίρνει τὴ μικρότερη τιμὴ στὸ περιήλιο Π καὶ τὴ μεγαλύτερη στὸ ἀφῆλιο A. Ἐπομένως, ἡ **ταχύτητα τοῦ πλανήτη** εἶναι μεγαλύτερη στὸ περιήλιο καὶ μικρότερη στὸ ἀφῆλιο, γι' αὐτὸ μάλιστα καὶ τὰ τόξα AB, ΓΔ, ΕΖ εἶναι ἄνισα, δηλαδή  $\widehat{AB} > \widehat{\Gamma\Delta} > \widehat{ΕΖ}$ .

**Τρίτος νόμος.** Τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων τῆς περιφορᾶς τῶν



Σχ. 11.

πλανητῶν γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο εἶναι ἀνάλογα μὲ τοὺς κύβους τῶν μεγάλων ἡμιαξόνων τῶν τροχιῶν τους.

Ἐτσι, ἂν  $X\gamma$  καὶ  $X\pi$  εἶναι, ἀντίστοιχα, οἱ χρόνοι τῆς περιφορᾶς τῆς γῆς καὶ κάποιου πλανήτη,  $\alpha_I$  καὶ ἐνῶ  $\alpha_{II}$  εἶναι τὰ μῆκη τῶν μεγάλων ἡμιαξόνων τῶν τρο-

χιών τους, δηλαδή οι μέσες αποστάσεις των δύο πλανητών από τον ήλιο, θα έχουμε:

$$\frac{X^2_{\Gamma}}{X^2_{\Pi}} = \frac{\alpha^3_{\Gamma}}{\alpha^3_{\Pi}} \quad \mathcal{M} \quad (1)$$

Επειδή  $\alpha_{\Gamma} = 1 \text{ α.μ}$  και  $X_{\Gamma} = 1 \text{ έτος}$ , η (1) γίνεται

$$\frac{1 \text{ έτ.}}{X^2_{\Pi}} = \frac{1 \text{ α.μ.}}{\alpha^3_{\Gamma}} \quad \mathcal{M} \quad (2)$$

Από τη (2) προκύπτει, ότι, όταν γνωρίζουμε από τις παρατηρήσεις το χρόνο, που χρειάζεται κάποιος πλανήτης, για να συμπληρώσει την περιφορά του γύρω από τον ήλιο, τότε βρίσκουμε άμέσως και τη μέση απόστασή του από τον ήλιο.

Ο I. Newton (Ισαάκ Νεύτωνα) με το νόμο της παγκόσμιας έλξης, που ανακάλυψε, έδωσε τη φυσική εξήγηση στους νόμους του Κέπλερ. Σύμφωνα με το νόμο αυτό, **τά σώματα έλκονται με ευθύ λόγο των μαζών τους και με αντίστροφο λόγο των τετραγώνων των αποστάσεών τους.**

Έτσι, αν  $M$  και  $m$  είναι οι μάζες του ήλιου και κάποιου πλανήτη και  $r$  η απόστασή τους, τότε αυτοί έλκονται μεταξύ τους.

Αν παραστήσουμε με  $F$  τη μεταξύ τους έλξη, έχουμε  $F = \frac{M \cdot m}{r^2}$ .

Αποτέλεσμα αυτής της έλκτικης δυνάμεως είναι η κίνηση του πλανήτη γύρω από τον ήλιο, σύμφωνα με τους νόμους του Κέπλερ.

**Νόμος Μπόντε – Τίτιους.** Οι αστρονόμοι Bode (Μπόντε) και Titius (Τίτιους) βρήκαν μία σχέση που καθορίζει τις αποστάσεις των πλανητών από τον ήλιο. Έτσι, αν πάρουμε τη σειρά των αριθμών 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96..., στην οποία, εκτός από τον πρώτο 0, καθένας είναι δρος γεωμετρικής προόδου με λόγο 2. Σε κάθε ένα από αυτούς, αν προσθέσουμε τό 4, βρίσκουμε τη νέα σειρά 4, 7, 10, 16, 28, 52, 100... Αν διαιρέσουμε έπειτα κάθε αριθμό με τό 10 θα πάρουμε τελικά τη σειρά 0,4, 0,7, 0,1, 1,6, 2,8, 5,2, 10,0...

Ἄν ὁμως θεωρήσουμε, ὅτι ὁ τρίτος ἀριθμὸς (1,0) εἶναι ἡ μέση ἀπόσταση τῆς γῆς ἀπὸ τὸν ἥλιο (1 α.μ.), τότε θρῖσκουμε, ὅτι οἱ ἄλλοι ἀριθμοὶ τῆς σειρᾶς ἀντιστοιχοῦν, μὲ μεγάλη προσέγγιση, στίς ἀποστάσεις τῶν ἄλλων, γνωστῶν ἀπὸ τὴν ἀρχαιότητα, πλανητῶν ἀπὸ τὸν ἥλιο, ὡς ἐξῆς:

0,4	0,7	1,0	1,6	2,8	5,2	10,0
Ἐρμῆς	Ἀφροδίτη	Γῆ	Ἄρης	—	Ζεὺς	Κρόνος

Στὴν ἀπόσταση 2,8 α.μ. δέν ὑπάρχει κανένας πλανήτης, ἀλλὰ πλῆθος μικρῶν πλανητῶν, πού ἡ μέση ἀπόστασή τους ἀπὸ τὸν ἥλιο ἀντιστοιχεῖ στίς 2,8 α.μ. Πιστεύεται, ὅτι αὐτοὶ ἴσως προήλθαν ἀπὸ τὸ θριμματισμὸ ἑνὸς ἄλλοτε μεγάλου πλανήτη.

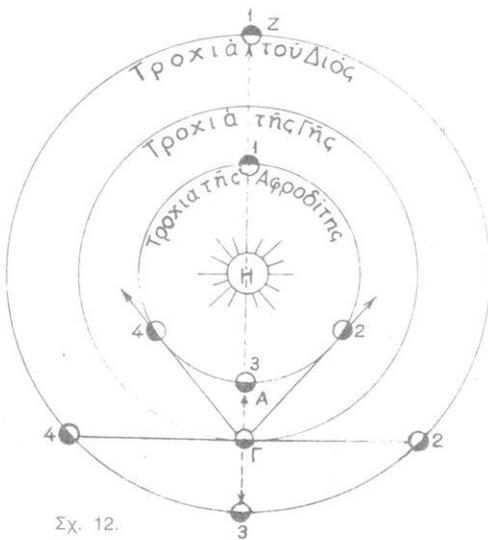
Στὸν πίνακα I (στό τέλος τοῦ διδλίου) δίνονται οἱ ἀποστάσεις καθενὸς πλανήτη ἀπὸ τὸν ἥλιο σέ ἑκατομ. km. καί σέ α.μ., καθὼς καί τὰ σπουδαιότερα στοιχεῖα τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο.

**Συζυγίες, ἀποχές καί φάσεις πλανητῶν.** Ἄν λάβουμε ὑπόψη μας τὴ θέση τῶν πλανητῶν σχετικὰ μὲ τὴ γῆ, τότε τοὺς διακρίνουμε συνήθως α) σέ κείνους πού θρῖσκονται πιὸ κοντὰ στὸν ἥλιο ἀπὸ ὅσο ἡ γῆ καί διαγράφουν τίς τροχιές τους μέσα στὴ γήινη τροχιά, ὀνομάζονται μάλιστα **ἑσωτερικοὶ πλανῆτες**· καί β) σέ κείνους πού θρῖσκονται πέρα ἀπὸ τὴ γῆ καί διαγράφουν τίς τροχιές τους ἔξω ἀπὸ τὴ γήινη τροχιά καί γι' αὐτὸ ὀνομάζονται **ἐξωτερικοὶ πλανῆτες**.

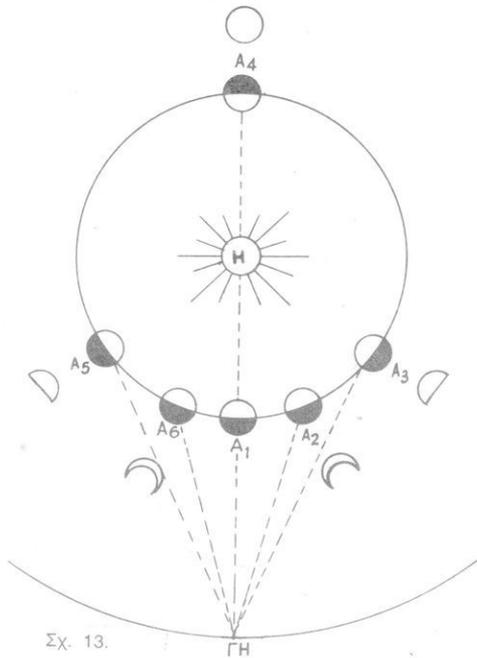
Ἄς πάρουμε τὸν ἥλιο H (σχ. 12), τὴν τροχιά ἑνὸς ἑσωτερικοῦ πλανήτη, π.χ. τῆς Ἀφροδίτης A, τῆς Γῆς Γ, καί ἑνὸς ἐξωτερικοῦ πλανήτη, π.χ. τοῦ Διὸς Z. Ἄς ὑποθέσουμε ἀκόμα ὅτι ὅλες οἱ τροχιές αὐτῶν θρῖσκονται στὸ ἴδιο ἐπίπεδο.

Γενικά, ὅταν ὁ ἥλιος, ἡ γῆ καί κάποιοι πλανῆτες θρῖσκονται σέ εὐθεία γραμμῆ, τότε λέμε ὅτι ὁ ἥλιος καί ὁ πλανῆτης εἶναι σέ **συζυγία**. Ἄν τώρα ὁ ἥλιος καί ὁ πλανῆτης θρῖσκονται πρὸς τὸ μέρος τῆς γῆς, τότε λέμε ὅτι εἶναι σέ **σύνοδο**, ἐνῶ, ὅταν θρῖσκονται ὁ ἕνας ἀπὸ τὴ μιὰ πλευρὰ καί ὁ ἄλλος ἀπὸ τὴν ἄλλη πλευρὰ τῆς γῆς, λέμε, ὅτι εἶναι σέ **ἀντίθεση**. Ἄν, τέλος, τὰ τρία σώματα σχηματίζουν ὀρθή γωνία, λέμε ὅτι θρῖσκονται ὅλα σέ **τετραγωνισμό**. Ὁ χρόνος μεταξύ δύο συνόδων ἑνὸς πλανήτη ὀνομάζεται **συνοδικὴ περίοδος τοῦ πλανήτη**.

Στὸ σχῆμα 12, ὅταν ὁ ἐξωτερικὸς πλανῆτης Ζεὺς εἶναι στὴ θέση 1, θρῖσκεται σέ σύνοδο· στὴ θέση 3 θρῖσκεται σέ ἀντίθεση· ἐνῶ στίς θέσεις 2 καί 4 σέ τετραγωνισμό. Ὁ ἑσωτερικὸς ὁμως πλανῆτης, Ἀφροδίτη, ποτέ δέ θρῖσκεται σέ ἀντίθεση, ἀλλὰ σέ



Σχ. 12.



Σχ. 13.

σύνοδο μόνο στις θέσεις 1 και 3. Αν βρεθεί μεταξύ γης και ήλιου (θέση 3), λέμε ότι βρίσκεται σε **κατώτερη σύνοδο**, ενώ, αν ο ήλιος βρεθεί μεταξύ γης και πλανήτη (θέση 1), τότε λέμε, ότι είναι σε **άνωτερη σύνοδο**.

**Αποχή πλανήτη** ονομάζουμε τή γωνία, πού σχηματίζει ο πλανήτης αυτός με τόν ήλιο, όταν παρατηρείται από τή γή.

Όπως φαίνεται στό σχήμα, ή αποχή του εξωτερικού πλανήτη παίρνει όλες τίς τιμές από  $0^\circ$  έως  $360^\circ$ . Στή θέση 1 (σύνοδος) έχει τιμή  $0^\circ$ , στή θέση 2 (τετραγωνισμός) έχει τιμή  $90^\circ$ , στή θέση 3 (άντιθεση) έχει τιμή  $180^\circ$ , στή θέση 4 (τετραγωνισμός) έχει τιμή  $270^\circ$  και, τέλος, στή θέση 1, αφού έχει διαγράψει όλη τήν τροχιά του, έχει τιμή  $360^\circ$ . Η αποχή όμως του εσωτερικού πλανήτη έχει τιμή  $0^\circ$ , τόσο κατά τήν άνωτερη σύνοδο, όσο και κατά τήν κατώτερη σύνοδο, ενώ παίρνει τή μέγιστη τιμή της στις θέσεις 2 και 4.

Η μέγιστη αυτή αποχή, για τήν Αφροδίτη, φθάνει τίς  $48^\circ$ , ενώ, για τόν Έρμη, περιορίζεται μόνο στις  $28^\circ$ .

Ανάλογα με τή γωνία, πού σχηματίζει κάθε πλανήτη με τόν ήλιο, όταν τόν βλέπουμε από τή γή, παρουσιάζει σε μās δλόκληρο ή μέρος του φωτιζόμενου από τόν ήλιο ήμισφαιρίου του (σχ. 13).

Οί εξωτερικοί πλανήτες δέν παρουσιάζουν φάσεις πολύ αισθητές, ὅπως οί ἐσωτερικοί.

Οί πλανήτες Ἑρμῆς καί Ἀφροδίτη δέν ἔχουν δορυφόρους. Τῆς γῆς δορυφόρος εἶναι ἡ Σελήνη. Ὁ Ἄρης ἔχει δύο δορυφόρους, ὁ Ζεὺς 15, ὁ Κρόνος 11, ὁ Οὐρανός 5, ὁ Ποσειδῶν 4 καί ὁ Πλούτων 1.

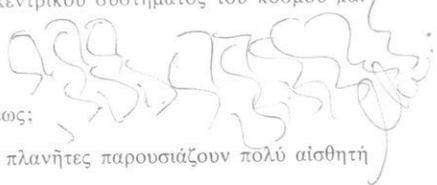
### Ἐρωτήσεις

44) Ποιά εἶναι ἡ βασική διαφορά μεταξύ γεωκεντρικοῦ συστήματος τοῦ κόσμου καί ἠλιοκεντρικοῦ συστήματος;

45) Ποιός εἶναι ὁ τρίτος νόμος τοῦ Κέπλερ;

46) Ποιός εἶναι ὁ νόμος τῆς παγκόσμιας ἐλξεως;

47) Τί ὀνομάζουμε ἀποχή πλανήτη καί ποιοί πλανήτες παρουσιάζουν πολύ αισθητή ἀποχή;



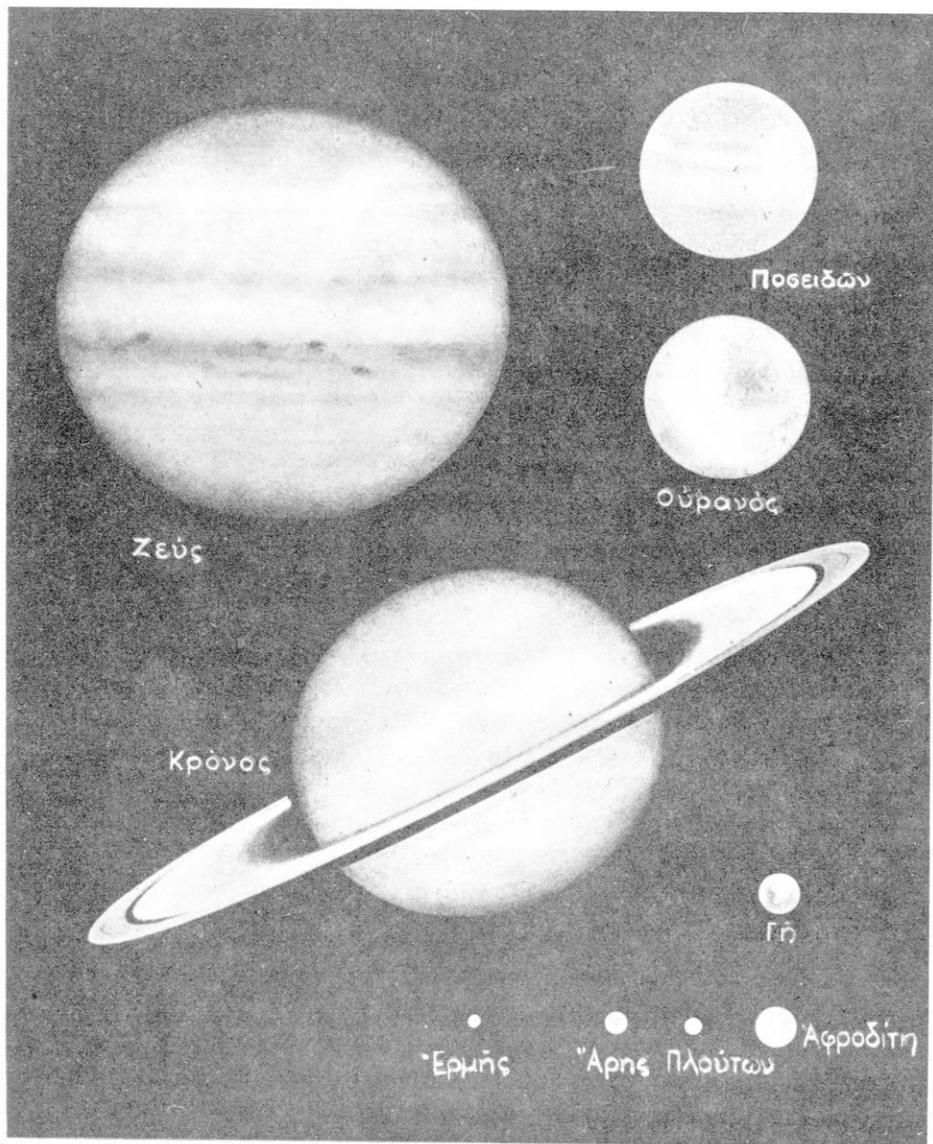
### 13. Οί πλανήτες καί οί δορυφόροι τους.

Στόν πίνακα I (στό τέλος τοῦ βιβλίου) δίνονται ὅλα τά στοιχεῖα τῶν μεγάλων πλανητῶν καί στόν πίνακα II τά κυριότερα στοιχεῖα τῶν δορυφόρων.

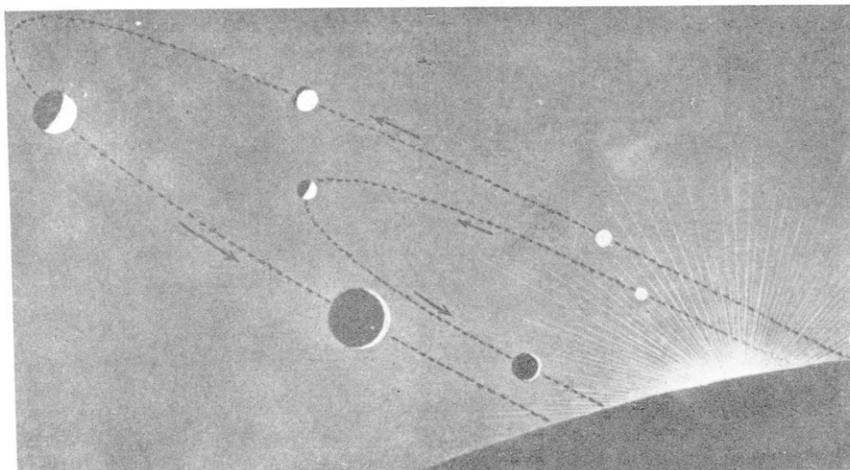
Ὅλοι οί πλανήτες (εἰκ. 10) στρέφονται γύρω ἀπό ἄξονα. Οί περισσότεροι βραδυκίνητοι πλανήτες εἶναι ὁ Ἑρμῆς καί ἡ Ἀφροδίτη, πού ἡ περιστροφή τους διαρκεῖ πολλές δεκάδες ἡμέρες. Ἡ Γῆ καί ὁ Ἄρης περιστρέφονται σέ 24 ὥρες. Ὅλοι ὅμως οί ἄλλοι πλανήτες, ἐκτός ἀπό τόν Πλούτωνα, ἄν καί εἶναι μεγάλοι σέ ὄγκο, περιστρέφονται ταχύτατα, σέ 15 ἕως 10 ὥρες.

Ἐκτός ἀπό τήν Ἀφροδίτη, πού περιστρέφεται ἀπό Α πρὸς Δ (ἀνάδρομη φορά), ὅλοι οί ἄλλοι πλανήτες κινουῦνται γύρω ἀπό τόν ἄξονά τους ἀπό τή Δύση πρὸς τήν Ἀνατολή (ὀρθή φορά).

**Ἑρμῆς καί Ἀφροδίτη.** (εἰκ. 11). Στή μέση ἀπόσταση τῶν 58 ἑκατ. km περίπου ὁ Ἑρμῆς κινεῖται γύρω ἀπό τόν ἥλιο σέ 88 ἡμέρες. Ἐπειδή βρίσκεται πολύ κοντά στόν ἥλιο, δέχεται ἀπ' αὐτόν φῶς καί θερμότητα ἑπτὰ φορές περισσότερο ἀπό τή γῆ. Ἐπειδή ἄκόμα ἔχει μικρή τιμὴ τῆς μέγιστης ἀποχῆς,  $28^\circ$ , ἄν καί εἶναι ἀστέρας ἀμεγέθους, παρατηρεῖται πολύ δύσκολα ἀπό τή γῆ μέσα στό λυκαυγές ἢ στό λυκόφως. Γι' αὐτό καί δέ γνωρίζουμε πολλὰ γι' αὐτόν. Εἶναι ὁ μικρότερος ἀπό τούς πλανήτες.



Εικ. 10. Συγκριτικά μεγέθη των μεγάλων πλανητών.



Εικ. 11. ο Έρμης (έσωτερικά) και η Άφροδίτη (έξωτερικά), καθώς κινούνται γύρω από τόν ήλιο. όπως φαίνονται από τή γή. Διακρίνονται οι διαδοχικές φάσεις τους.

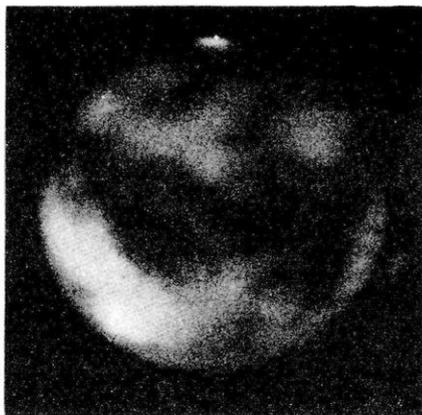
Ο Μάρινερ 10 πλησίασε τόν Έρμη τό 1974 καί 1975. Οί φωτογραφίες, πού πάρθηκαν άπ' αυτόν, έδειξαν, ότι ή επιφάνειά του είναι γεμάτη από κρατήρες. Μοιάζει μέ τή Σελήνη.

Ο Έρμης περιβάλλεται από άτμόσφαιρα, πολύ άραιότερη από τή γήινη. Η θερμοκρασία του φθάνει τούς + 400<sup>0</sup> C, στό ήμισφαίριο πού φωτίζεται από τόν ήλιο, ενώ σ' αυτό πού δέ φωτίζεται, φθάνει τούς -100<sup>0</sup> C.

Η Άφροδίτη είναι ό λαμπρότερος άστέρας τού ούρανοῦ μέ μέγεθος πού κυμαίνεται μεταξύ -4,3 καί -3,0. Ονομάζεται **Έωσφόρος** ή **Αύγερινός**, όταν φαίνεται τό πρωί στό λυκανγές, καί **Έσπερος** ή **Αποσπερίτης**, όταν φαίνεται τό βράδυ μετά από τή δύση τού ήλιου.

Στίς διαστάσεις μοιάζει μέ τή γή περισσότερο από τούς άλλους πλανήτες. Από παρατηρήσεις μέ ραδιοτηλεσκόπια ύπολογίστηκε ό χρόνος περιστροφής της, κατά τήν άνάδρομη φορά, σέ 243 ήμέρες.

Η Άφροδίτη περιβάλλεται από άτμόσφαιρα, πυκνότερη από τή γήινη κατά 90 φορές. Μέσα σ' αυτή διαπιστώθηκε ή ύπαρξη νεφών. Μέ τά διαστημόπλοια, πού στάλθηκαν από τούς Άμερικανούς καί



Εικ. 12. Φωτογραφία του πλανήτη Άρη. Πάνω διακρίνεται ο ένας πόλος του πλανήτη σκεπασμένος από πάγους.

τούς Σοβιετικούς στην Άφροδίτη από τό 1962 έως τό 1975, δρέθηκε, ότι ή ατμόσφαιρά της αποτελείται κατά 90 % από διοξείδιο του άνθρακα καί μόνο κατά 5 % από άζωτο, ενώ τό όξυγόνο καί τό ύδρογόνο περιορίζονται στά 1,5 %. Η θερμοκρασία στην έπιφάνειά της είναι +470° C.

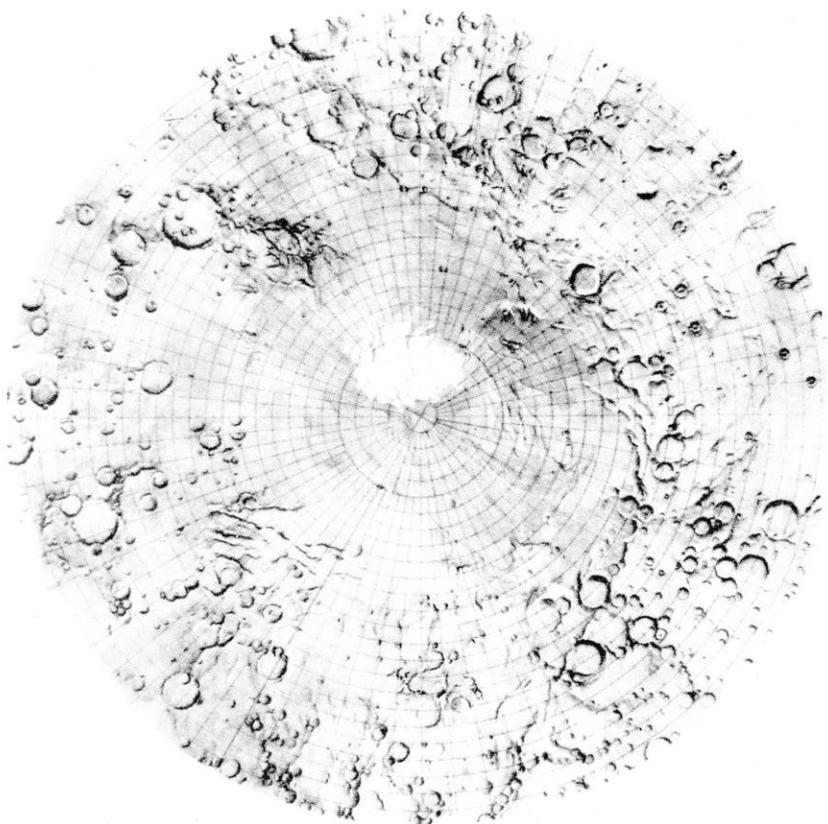
**Άρης.** Είναι ο περισσότερο γνωστός πλανήτη, επειδή μέ ευνοϊκές συνθήκες μπορούμε νά τον παρατηρήσουμε πολύ καλά στίς

αντιθέσεις του, πού γίνονται κάθε δύο χρόνια, αλλά καί κάθε 15 χρόνια, πού πλησιάζει τή γή σέ απόσταση 55 εκατ. km.

Η διάμετρος του αντιστοιχεί στά 0,53 τής γήινης. Η ένταση της βαρύτητας στην έπιφάνειά του περιορίζεται στά 0,38 τής γήινης. Έτσι σώμα μέ βάρος 1 kg, αν μεταφερθεί στον Άρη, ζυγίζει μόνο 380 gr.

Ο Άρης περιστρέφεται γύρω από άξονα σέ χρόνο ίσο σχεδόν μέ εκείνον τής περιστροφής τής γής, δηλαδή σέ 24 ώρ. 37 λ. 22,62 δ., ενώ ο άξονας τής περιστροφής του παρουσιάζει κλίση ίση μέ 23° 59', ενώ ή κλίση του άξονα τής γής είναι 23° 27'. Έξαιτίας τής αντιστοιχίας αυτής τό έτος του Άρη έχει τέσσερες εποχές, ανάλογες μέ τίς γήινες.

Κατά τό χειμώνα, στους πόλους του Άρη (εικ. 12) παρατηρούνται πάγοι, ανάλογοι μέ τούς γήινους, πού κατά τό καλοκαίρι εξαφανίζονται σχεδόν τελείως, έξαιτίας του μικρού πάχους τους. Έξάλλου ή μελέτη των φωτογραφιών τής άρειανής έπιφάνειας, πού πάρθηκαν από διαστημόπλοια, τά όποια πλησίασαν τον Άρη σέ απόσταση 4.000 km κατά τό διάστημα 1965-1972, αποκάλυψε, ότι μεγάλες εκτάσεις του καλύπτονται από κρατήρες, ανάλογους μέ τούς κρατήρες τής Σελήνης καί μέ διάμετρο 5 έως 120 km (εικ. 13).



Εικ. 13. Ο πρώτος στερεογραφικός χάρτης της Νότιας Πολικής περιοχής του Άρη με βάση τις φωτογραφίες του Μάρινερ 9 (1972).

Οί κρατήρες σ' όλη την επιφάνεια του Άρη υπολογίζονται σε 10.000 με μέγιστο βάθος 4.000 μέτρα. Οί κρατήρες καλύπτουν κυρίως τις εκτάσεις, που άλλοτε κάλυπταν οί λεγόμενες «διώρυγες», γιά τίς οποίες πίστευαν, ότι ήταν τεχνικά έργα τών «κατοίκων» του Άρη. Άκόμα στον Άρη υπάρχουν και ενεργά ήφαιστια.

Ο Άρης περιβάλλεται από ατμόσφαιρα τόσο πολύ αραιή, ώστε ή ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνειά του είναι 100 φορές μικρότερη από τή γήινη. Επίσης παρατηρούνται ύδρατμοί και νέφη από

παγοκρυστάλλους και άμμο, τήν όποία σηκώνουν από τήν επιφάνεια τών ξηρήμων του Άρη ισχυροί άνεμοι, πού πνέουν, όπως διαπιστώθηκε, μέ ταχύτητα 36 km/h. Η θερμοκρασία στην περιοχή του ισημερινού του Άρη φθάνει κατά τό καλοκαίρι στους 30° C, ενώ στις πολικές περιοχές φθάνει μέχρι τούς -60° C.

Οί φωτογραφίες από τά διαστημόπλοια άποδεικνύουν, ότι πάνω στον πλανήτη αυτό δέν υπάρχει νερό σέ ύγρη κατάσταση, άφου τά όρη και οί κρατήρες του δέν παρουσιάζουν διαβρώσεις. Φαίνεται πολύ πιθανό, ότι ή κύμανση τής θερμοκρασίας του πλανήτη, σέ συνδυασμό μέ τή χαμηλή τιμή τής ατμοσφαιρικής πίεσεως, δέν επιτρέπουν τήν τήξη τών πολικών χιονιών, αλλά τήν εξάχνωσή τους. Έτσι τό νερό από τήν άεριώδη κατάσταση τών ύδρατιμών πέφτει στην κατάσταση του πάγου και αντίστροφα.

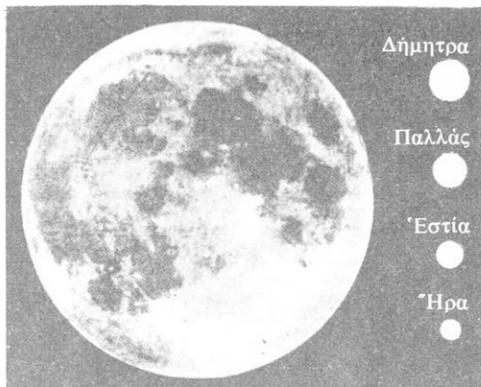
Τό καλοκαίρι του 1976 προσεδαφίστηκαν τά διαστημόπλοια Viking I και II και έστειλαν πλήθος από ενδιαφέρουσες παρατηρήσεις. Έτσι τελευταία επικρατεί ή άποψη, ότι στον Άρη ή ζωή και μέ τήν πιό στοιχειώδη μορφή της είναι προβληματική.

Ο Άρης έχει δύο δορυφόρους, τό **Φόβο** και τό **Δεϊμο**.

**Μικροί πλανήτες (άστεροειδείς).** Ο πρώτος από τούς μικρούς πλανήτες ανακαλύφθηκε τό 1801 από τόν Ιταλό άστρονόμο Piazzi (Πιάτσι 1746-1826), ό όποιος και του έδωσε τό όνομα **Δήμητρα**. Είναι ό πιό μέγáλος μέ διάμετρο 1000 km. Τό 1802 ανακαλύφθηκε ό δεύτερος μικρός πλανήτης, ό **Παλλάς**, μέ διάμετρο 608 km. Από τότε μέχρι τό 1807 ανακαλύφθηκαν άλλοι δύο, ή **Εστία** και ή **Ηρα**, μέ μικρότερη διάμετρο. Μέχρι σήμερα (1980) ανακαλύφθηκαν περισσότεροι από 1900 μικροί πλανήτες, όλοι μικρότεροι από τούς δύο πρώτους (είκ. 14).

Οί άστεροειδείς κινούνται γύρω από τόν ήλιο στή μέση άπόσταση 2,8 α.μ., οί τροχιές τους όμως παρουσιάζουν μερικές φορές τόσο μεγάλες έκκεντρότητες, ώστε μερικοί πλησιάζουν τόν ήλιο περισσότερο από τόν Άρη. Ο **Ίκαρος** μάλιστα, έχει τό περιήλιό του σέ άπόσταση 28 εκατομ. km από τόν ήλιο, δηλαδή πιό κοντά και από τόν Έρμη. Κατά τήν κίνησή του πλησιάζει τή γη σέ άπόσταση 16,5 εκατ. km. Αντίθετα ό **Ίδαλός** έχει τό αφήλιό του κοντά στον Κρόνο, σέ άπόσταση 9,4 α.μ. από τόν ήλιο.

**Ζεύς.** Ὁ Ζεύς δέν εἶναι μόνο ὁ μεγαλύτερος ἀπό τούς πλανήτες, ἀλλά ταυτόχρονα εἶναι μεγαλύτερος ἀπό ὅλους τούς πλανήτες μαζί. Ἡ διάμετρος του εἶναι 143.000 km, καί ὁ ὄγκος του 1300 φορές μεγαλύτερος ἀπό τόν ὄγκο τῆς γῆς. Ἐπίσης ἡ μάζα του εἶναι 318 φορές μεγαλύτερη ἀπό τή γήινη καί 2.5 φορές μεγαλύτερη ἀπό τή μάζα ὅλων τῶν πλανητῶν καί τῶν δορυφόρων μαζί.



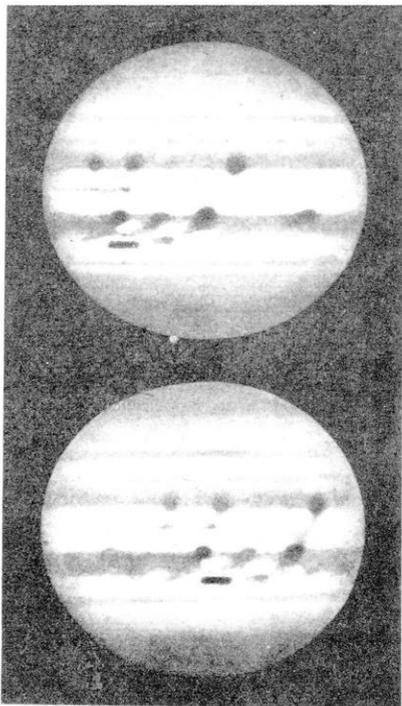
Εἰκ. 14. Συγκριτικά μεγέθη τῶν μεγάλων ἀστεροειδῶν ὡς πρὸς τή Σελήνη.

Παρ' ὅλα αὐτά ἡ πυκνότητά του εἶναι 1,33, ἂν πάρουμε ὡς μονάδα τήν πυκνότητα τοῦ ὕδατος. Ὁ Ζεύς συμπληρώνει μιά περιφορά γύρω ἀπό τόν ἥλιο σέ 11 ἔτη καί 315 ἡμ. περίπου.

Ὁ Ζεύς περιστρέφεται μέ μεγάλη ταχύτητα, μόνο σέ 9 ὥρ. 51 λ. Ἡ περιστροφή του ὁμως δέν εἶναι ὁμοιόμορφη σ' ὅλη του τήν ἔκταση, ἀλλά ἐπιβραδύνεται πρὸς τούς πόλους του.

Περιβάλλεται ἀπό πυκνή ἀτμόσφαιρα, πού ἔχει θερμοκρασία  $-145^{\circ}$  C, καί περιέχει, κυρίως, ἐνώσεις ἀμμωνίας καί μεθάνιου. Μέ τηλεσκόπιο δέ φαίνεται ἡ ἐπιφάνειά του, ἀλλά μόνο ἡ ἀτμόσφαιρά του, πού παρουσιάζει πλατιές ὀκτεινές ταινίες, διαχωριζόμενες ἀπό φωτεινότερες ζώνες, πού ἐκτείνονται παράλληλα πρὸς τόν ἰσημερινό τοῦ πλανήτη (εἰκ. 15). Οἱ ζώνες καί οἱ ταινίες μεταβάλλουν συνέχεια ὄψη καί πλάτος. Ἀνάμεσα στίς ταινίες καί τίς ζώνες παρατηρεῖται ἡ λεγόμενη **ἐρυθρά κηλίδα**, πού ἡ διάμετρος της εἶναι τετραπλάσια ἀπό τή γήινη. Αὐτή μετατοπίζεται λίγο λίγο καί φαίνεται νά αἰωρεῖται μπροστά στό δίσκο τοῦ Δία.

Ἀπό τίς παρατηρήσεις, πού ἔκαναν τά διαστημόπλοια Πρωτόπρος 10 καί 11, τά ὁποῖα τόν πλησίασαν, διαπιστώθηκε, ὅτι ἔχει ἰσχυρό μαγνητικό πεδίο καί ζώνες, ἀνάλογες μέ τίς ζώνες Van Allen τῆς γῆς.



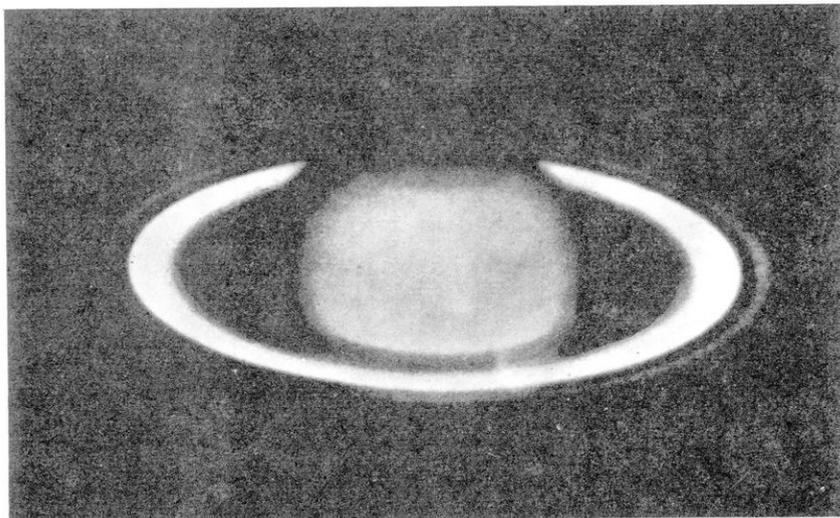
Εικ. 15. Δύο εικόνες του Δία, πού δείχνουν τή μετακίνηση τών διαφόρων σχηματισμών του, μέσα σέ μιά ώρα, εξαιτίας τής γρήγορης περιστροφής του.

Από τούς 15 δορυφόρους τού πλανήτη αὐτοῦ, οἱ τέσσερις, **Γανυμήδης, Καλλιστώ, Ἴω** καί **Εὐρώπη** εἶναι πολύ μεγάλοι, μέ διάμετρο ἀπό 4980 μέχρι 2880 km. Οἱ δύο πρώτοι εἶναι μεγαλύτεροι ἀπό τή σελήνη, πού ἡ διάμετρός της περιορίζεται στά 3476 km. Οἱ ἄλλοι 11 δορυφόροι φαίνονται μόνο μέ ἰσχυρά τηλεσκόπια.

**Κρόνος.** Ὁ Κρόνος βρίσκεται σέ ἀπόσταση 9,54 α.μ. ἀπό τόν ἥλιο καί περιφέρεται γύρω ἀπ' αὐτόν σέ 29 ἔτη καί 167 ἡμ. Γύρω ἀπό τόν ἄξονά του περιστρέφεται σέ 10 ὥρες καί 14 λεπτά, καί, ὅπως ὁ Ζεὺς, περιβάλλεται ἀπό πυκνή ἀτμόσφαιρα, μέ ἀνάλογη σύνθεση καί ὄψη καί μέ ζῶνες καί ταινίες. Ἡ θερμοκρασία στήν ἐπιφάνειά του εἶναι  $-160^{\circ}$  C. Πιστεύεται, ὅτι ὁ Κρόνος ἔχει τήν ἴδια σύσταση μέ τό Δία.

Ὁ Κρόνος περιβάλλεται ἀπό **δακτύλιο** (εἰκ. 16), πού τόν κάνει νά εἶναι ὁ πῖο θαυμάσιος ἀπό τούς πλανῆτες. Στήν πραγματικότητα πρόκειται γιά τρεῖς συγκεντρικούς δακτύλιους, πού ἡ ἐσωτερική διάμετρός τους φθάνει τά 272.000 km καί τό συνολικό πλάτος τους τά 66.000 km. Τό πάχος τους ὅμως εἶναι πολύ μικρό, περίπου 20 km. Τό 1969 ἀνακαλύφθηκε καί τέταρτος δακτύλιος, μέσα ἀπό τούς ἄλλους τρεῖς. Τό 1979 ἀνακαλύφθηκε 1 ἀκόμη δακτύλιος.

Οἱ δακτύλιοι τού Κρόνου δέν εἶναι ὕλη συμπαγής, ἀλλά ἓνα σύνολο ἀπό πολύ μικρά σώματα, πιθανόν παγοκρυσταλλοί, πού περιφέρονται γύρω ἀπό τόν Πλανήτη. Ἐξαιτίας ὅμως τής μεγάλης



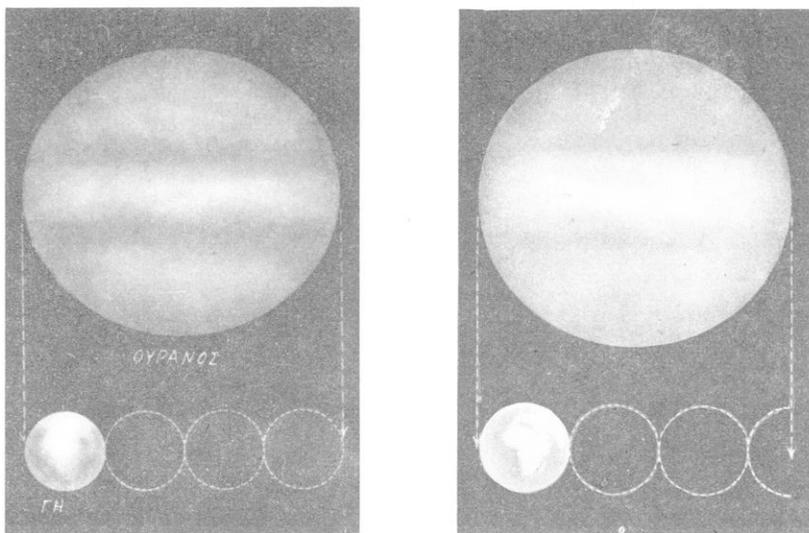
Εικ. 16. Ο πλανήτης Κρόνος.

ἀποστάσεώς τους δίνουν τήν ἐντύπωση, ὅτι ἀποτελοῦν ἓνα συνεχῆ δακτύλιο.

Ὁ Κρόνος ἔχει 10 δορυφόρους. Πιθανῶς ὑπάρχει καί 11ος.

**Οὐρανός – Ποσειδῶν – Πλούτων** (εἰκ. 17). Τόν Οὐρανόν τόν ἀνακάλυψε τυχαῖα τό 1781 ὁ W. Herschel (Χέρσελ). Στρέφεται γύρω ἀπό τόν ἄξονά του σέ 10 ὥρες καί 49 λ. Ἐπειδή ὁ ἄξονάς του ἔχει κλίση περίπου  $98^\circ$ , μποροῦμε νά ποῦμε ὅτι κυλιέται στήν τροχιά του γύρω ἀπό τόν ἥλιο. Παρουσιάζει καί αὐτός ζῶνες καί ταινίες, πού φαίνονται διαδοχικά φωτεινές καί σκοτεινές. Ἡ θερμοκρασία στήν ἐπιφάνειά του καταβαίνει στούς  $-185^\circ \text{C}$ . Ὁ Οὐρανός ἔχει 9 δακτύλιους, πού ἀνακαλύφθηκαν τό 1977. Ἐχει καί 5 δορυφόρους.

Ἡ ὑπαρξη τοῦ **Ποσειδῶνα** διαπιστώθηκε ἀπό τίς παρελξεις, πού ἀσκει στόν πλανήτη Οὐρανό. Ὁ Γάλλος μαθηματικός Le Verrier, (Λεβερριέ 1811–1877), ὑπολόγισε θεωρητικά, μέ τή βοήθεια τῶν Μαθηματικῶν καί ὑπέδειξε τήν ἀκριβή θέση, πού ἔπρεπε νά δοῖσκειται ὁ ἄγνωστος, ὡς τότε, πλανήτης. Πραγματικά, στή θέση αὐτή τόν ἀνακάλυψε, τό 1846, ὁ Γερμανός ἀστρονόμος Galle (Γκάλλε) ὡς



Εικ. 17. Οί πλανήτες Ούρανός και Ποσειδών σε σύγκριση με τη γη.

άστερα 8ου μεγέθους, έπειτα από την υπόδειξη πού του έκανε με έπιστολή του ο Λεβερριέ. Αυτό ήταν μια νίκη της δυνάμεως των Μαθηματικών. Ο Ποσειδών απέχει από τον ήλιο 4,5 δισεκατ. km περίπου και συμπληρώνει την περιφορά του σε 164,8 έτη. Η θερμοκρασία στην επιφάνειά του είναι  $-200^{\circ}$  C. Έχει δύο δορυφόρους.

Ο Πλούτων ανακαλύφτηκε τό 1930 από φωτογραφίες και είναι ο τελευταίος γνωστός σήμερα πλανήτης. Η μέση απόστασή του από τον ήλιο είναι 6 δισεκατομ. km, περίπου, και η περιφορά του συμπληρώνεται σε 248 έτη. Η πραγματική του διάμετρος είναι 5800 km και φαίνεται ως άστερας 14,9 μεγέθους. Τό 1978 ανακαλύφθηκε ότι ο Πλούτων έχει ένα δορυφόρο.

### Έρωτήσεις

- 48) Με ποίο οδράνιο σώμα μοιάζει η επιφάνεια του Έρμη;
- 49) Τι όνομασίες δίνει ο πολύς κόσμος στον πλανήτη Άφροδίτη;

50) Μέ ποιά οὐράνιο σῶμα μοιάζει στις διαστάσεις καί τήν ἀτμόσφαιρα ἡ Ἄφροδιτη;

51) Μποροῦν νά ζήσουν ζωϊκά ἢ φυτικά ὄντα στόν Ἄρη;

52) Πόσους δορυφόρους ἔχει ὁ Ζεὺς καί πόσους ὁ Κρόνος; Μοιάζουν οἱ ἀτμόσφαιρες τῶν δύο αὐτῶν πλανητῶν καί σέ τί;

53) Ἀπό τί εἶδους ὕλη ἀποτελοῦνται οἱ δακτύλιοι τοῦ Κρόνου;

#### 14. Κομήτες καί μετέωρα.

**Μεγέθη, τροχιές, χημική σύσταση τῶν κομητῶν.** Ἐκτός ἀπό τούς πλανήτες καί τούς δορυφόρους τους, στό ἡλιακό σύστημα ἀνήκουν καί οἱ κομήτες.

Κάθε κομήτης (εἰκ. 18) ἀποτελεῖται ἀπό τρία μέρη: τόν **πυρήνα**, πού εἶναι τό λαμπρότερο τμήμα τοῦ κομήτη καί ἔχει τήν ὄψη ἀστέρα· τήν **κόμη**, πού ἔχει ὄψη νεφελώδη καί περιβάλλει τόν πυρήνα· καί τήν **οὐρά**, πού ἀποτελεῖ μιὰ στενόμακρη προέκταση τῆς κόμης. Ὁ πυρήνας καί ἡ κόμη ἀποτελοῦν μαζί τήν κεφαλή τοῦ κομήτη. Μερικοὶ κομήτες παρουσιάζουν καί πολλές οὐρές. Κατά κανόνα, οἱ οὐρές τῶν κομητῶν διευθύνονται πρὸς τό ἀντίθετο μέρος, ἀπό ἐκεῖνο πού θρῖσκειται ὁ ἥλιος.

Ὅλοι σχεδόν οἱ κομήτες εἶναι σώματα μέ τεράστιες διαστάσεις. Ἡ κεφαλή ἔχει συνήθως τό μέγεθος τῆς γῆς, ἀλλά εἶναι δυνατό νά εἶναι καί 10 φορές μεγαλύτερη ἀπ' αὐτή. Ἐξῆλλου, τό μήκος τῆς οὐρᾶς μπορεῖ νά φθάσει καί τίς 2 α.μ. Ὅσοι μάλιστα κομήτες φαίνονται μέ γυμνό μάτι ἔχουν συνήθως οὐρά μέ μήκος ἀπό 10 ἑκατ. km καί πάνω. Ὑπάρχουν ὅμως καί κομήτες χωρίς οὐρά.

Ἄν καί οἱ κομήτες ἔχουν τεράστιο ὄγκο, ἡ μάζα τους εἶναι πάντοτε πολύ μικρή. Ἐνας κομήτης π.χ. μέ μέτριο μέγεθος ἔχει συνήθως μάζα μικρότερη ἀπό τό ἑκατομμυριοστό τῆς μάζας τῆς γῆς.

Οἱ τροχιές τῶν κομητῶν εἶναι, κατά κανόνα, ἢ πολύ στενόμακρες ἐλλείψεις, ἢ παραβολές ἢ ὑπερβολές (σχ. 14).

Ὅσοι κομήτες ἔχουν ἐλλειπτική τροχιά κινοῦνται γύρω ἀπό τόν ἥλιο σέ ὀρισμένο χρόνο καί γι' αὐτό ὀνομάζονται **περιοδικοί**. Ἀντίθετα, ὅταν οἱ τροχιές τους εἶναι ἀνοιχτές (παραβολές ἢ ὑπερβολές), ἔρχονται κοντά στήν ἡλιακή ἐστία, στό περιήλιό τους, μιὰ φορά μο-



Εικ. 18. Ὁ κομήτης τοῦ Μπρούξ.

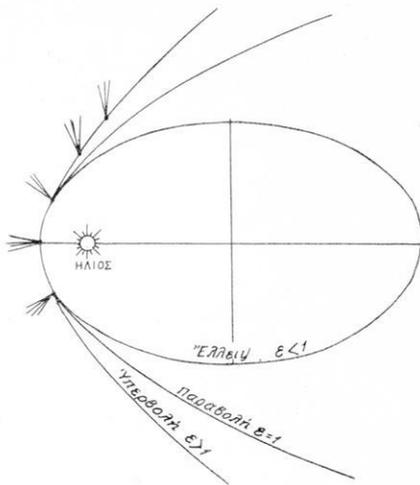
νάχα καί δέν ἐπιστρέφουν ποτέ σ' αὐτό. Γι' αὐτό οἱ κομήτες αὐτοὶ  
δομαζονται **μή περιοδικοί**.

Ἀπό τούς 69 περιοδικούς κομήτες, πού ἡ περίοδος τους εἶναι  
μικρότερη ἀπό 100 ἔτη, οἱ 45 ἔχουν τό ἀφῆλιο τῆς τροχιάς τους  
κοντά στό Δία· οἱ ὑπόλοιποι τό ἔχουν κοντά στούς πλανῆτες Κρό-  
νο, Οὐρανό καί Ποσειδώνα. Ἀπό τά δεδομένα αὐτά θγαίνει τό  
συμπέρασμα, ὅτι οἱ παραπάνω περιοδικοί κομήτες πέρασαν κάποτε  
κοντά σέ κάποιον ἀπό τούς μεγάλους πλανῆτες (πού, μέ τήν ἰσχυρή  
ἔλξη τους, ἄλλαξαν τήν τροχιά τους), ἔγιναν περιοδικοί καί τά ἀφῆ-  
λιά τους εἶναι κοντά σ' ἐκεῖνον τόν πλανῆτη, ὁ ὁποῖος καί τούς  
περιμάζεψε. Ἐξαιτίας αὐτοῦ οἱ κομήτες αὐτοὶ χωρίζονται σέ  
οἰκογένειες. Καθεμίᾳ ἀπό αὐτές περιλαμβάνει τούς κομήτες  
ἐκείνου τοῦ πλανῆτη, πού μέ τό περιμάζεμά του τούς ἔκανε περιοδι-  
κούς.

Τό φῶς τῶν κομητῶν εἶναι, κατά ἓνα μέρος, δικό τους καί ὀφεί-

λεται κυρίως σέ ἐκρήξεις, πού γίνονται στούς πυρήνες τους. Τό μεγαλύτερο ὅμως μέρος ἀπό τό φῶς τους εἶναι ἡλιακό, πού τό ἀνακλοῦν. Γι' αὐτό, ἐξ- ἄλλου, φαίνονται λαμπρότε- ροι, ὅταν πλησιάζουν στόν ἥλιο.

Ἡ φασματοσκοπική ἔρευνα ἀπέδειξε, ὅτι ἡ ὕλη τους ἀπο- τελεῖται κυρίως ἀπό μέταλλα καί περισσότερο ἀπό σίδηρο. Τήν κεφαλή τήν ἀποτελοῦν με- γάλα κομμάτια πάγου ἀπό με- θάνιο, ἀμμωνία καί νερό μέ διάφορες προσμίξεις σίδηρου, νικέλιου καί ἀσβέστιου.



Σχ. 14.

**Οἱ κομήτες τοῦ Biela καί τοῦ Halley.** Ὁ κομήτης τοῦ Biela (Μπιέλα) ἀνακαλύφθηκε τό 1826 καί διαπιστώθηκε, ὅτι ἦταν περι- οδικός, τῆς οἰκογένειας τοῦ Δία, μέ περιοδική ἐμφάνιση 6,6 ἔτη. Ἐνῶ ὅμως ἐπέστρεφε κανονικά κάθε 6,6 ἔτη, ξαφνικά τό 1845 πα- ρουσίασε διόγκωμα τῆς κεφαλῆς, τό ὁποῖο τελικά ἀποκόπηκε καί ἀπομακρύνθηκε ἀπό τόν κυρίως κομήτη. Μιά γέφυρα ἀπό φωτεινή ὕλη συνένωνε τά δύο μέρη. Στήν ἐπόμενη ἐμφάνιση, τό 1852, φαινό- ταν διπλός, μετά ὅμως δέν ξαναεμφανίστηκε. Ὅταν, τέλος, στίς 27 Νοεμβρίου 1872 ἡ γῆ πέρασε ἀπό κάποιο σημεῖο τῆς τροχιάς της, ἀπό τό ὁποῖο ἔπρεπε νά περάσει τότε καί ὁ ἄλλοτε κομήτης, παρα- τηρήθηκε **βροχή διατιόντων ἀστέρων**, πού ὀφειλόταν προφανῶς στούς ἀναρίθμητους κόκκους τῆς σκόνης, τήν ὁποία διασκόρπισε ὁ κομήτης.

Ὁ κομήτης τοῦ Halley (Χάλλεϋ) εἶναι περιοδικός μέ περίοδο 76 ἔτη. Τό ἀφῆλιό του βρῖσκεται κοντά στόν Ποσειδώνα. Ὅπως ἔχει διαπιστωθεῖ ὁ κομήτης παρατηρεῖται πάντοτε, ὅταν περνᾶ ἀπό τό περιήλιό του, ἐπειδή ἔχει μεγάλο μέγεθος. Ἀπό τήν ἀρχαιότητα (240 π.Χ.) μέχρι σήμερα ἔχει παρατηρηθεῖ 28 φορές. Ἡ τελευταία διάβασή του ἀπό τό περιήλιο ἔγινε τόν Ἀπρίλιο τοῦ 1910 (εἰκ. 19).



Είκ. 19. Ὁ κομήτης τοῦ Χάλλεϋ, ὅπως φαινόταν τὴν 8η Μαΐου (ν.ῆ.) 1910.

ἐνῶ ἡ προσεχὴς θὰ γίνεи τό 1986. Ὄταν πέρασε τὴ νύχτα, 19 – πρὸς 20 Μαΐου 1910 – μεταξὺ γῆς καὶ ἡλίου, φαίνεται, ὅτι τό δόρειο ἡμισφαίριο τῆς γῆς εἶχε θυθιστεῖ στήν οὐρά τοῦ κομήτη. Παρ' ὅλα αὐτά κανένα ἀξιόλογο φαινόμενο δέν παρατηρήθηκε. Ἔτσι ἀποδείχτηκε, ὅτι πραγματικά οἱ οὐρές τῶν κομητῶν ἀποτελοῦνται ἀπό πολύ ἀραιή ὕλη καὶ ὅτι ἡ παρουσία τους, ἂν καί ἐπιδηλητική, δέν ἀποτελεῖ κίνδυνο γιά τὴν ἀνθρωπότητα.

**Μετέωρα.** Τά μετέωρα εἶναι μικρά σώματα, ἴσα στό μέγεθος μέ κόκκους ἄμμου καὶ χαλικιῶν, ἢ καὶ μεγαλύτερα, πού δοῖσκονται διάσπαρτα στό χῶρο τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος. Τά μετέωρα προέρχονται, κυρίως, ἀπό τὴ διάλυση τῶν κομητῶν καὶ κινοῦνται μέ ἀρκετά μεγάλες ταχύτητες, συνήθως 15 ἕως 45 km/sec, ταχύτητα δηλαδὴ ἴση μέ τὴν ταχύτητα τῶν κομητῶν.

Ἄν ἡ γῆ, πού κινεῖται μέ ταχύτητα 30 km/sec γύρω ἀπό τόν ἥλιο, συναντήσσει ἕνα μετέωρο, τότε, ἐξαιτίας τῆς συνθέσεως τῆς ταχύτητας γῆς καὶ μετέωρου, τό μετέωρο τριῖεται τόσο πολύ μέ τά μόρια τῆς γῆινης ἀτμόσφαιρας, ὥστε στό ὕψος τῶν 120 km, μέ τὴν

ανάπτυσσόμενη θερμότητα, πυρακτώνεται έξωτερικά. Καί αν τό μετέωρο έχει μικρές διαστάσεις, είναι δηλαδή ίσο μέ κόκκο άμμου, καίγεται καί άποτεφρώνεται μέσα στην άτμόσφαιρα, σέ διάστημα 2 έως 3 δευτερολέπτων. Τό μετέωρο φαίνεται τότε ως άστέρας πού κινείται μέ μεγάλη ταχύτητα καί αφήνει πίσω του φωτεινή ουρά. Γι' αυτό καί επικράτησε νά ονομάζεται **διάπτων άστέρας**. Αν όμως τό μετέωρο έχει μεγαλύτερες διαστάσεις, τότε πυρακτώνεται έξωτερικά καί παθαίνει έκρηξη, όποτε συχνά συνοδεύεται καί από ισχυρό κρότο. Τότε έχουμε φαινόμενο **βολίδας**. Τέλος, αν τό μετέωρο είναι μεγαλύτερο από τό μέγεθος καρυδιού, τότε, όπωσδήποτε, δέν προλαβαίνει νά άποτεφρωθεί μέσα στην άτμόσφαιρα καί πέφτει καιγόμενο στό έδαφος. Τούς μετεωρίτες, πού βρίσκουμε στή γη, τούς ονομάζουμε **μετεωρόλιθους** ή καί **αερόλιθους**. Από τήν πτώση μερικων μετεωρόλιθων έχουν σχηματιστεί στό έδαφος κρατήρες, όπως είναι ό κρατήρας στην Άριζόνα καί στό Κεμπέκ τής Άμερικής.

Υπολογίζεται ότι, κατά μέσο όρο, σέ ένα τόπο πέφτουν 30-40 διάπτοντες τήν ώρα. Ο αριθμός τους φθάνει σέ 10.000 τήν ώρα, αν υπολογιστούν καί οί πολύ άμυδροί, πού φαίνονται μόνο μέ τηλεσκόπιο. Έτσι βρίσκεται, ότι οί διάπτοντες πού πέφτουν κάθε μέρα σ' όλη τή γη ξεπερνούν τά 10 έκατομ. καί ότι κάθε χρόνο φθάνουν στά 4 δισεκ.

Σέ όρισμένες ήμερομηνίες του έτους, παρατηρούνται περισσότεροι διάπτοντες από τούς συνηθισμένους. Τότε λέγομε, ότι έχουμε φαινόμενο **βροχής διαπτόντων**.

Οί βροχές διαπτόντων όφείλονται σέ ύλη, πού προέρχεται συνήθως από κομήτες, οί όποιοι διαλύθηκαν μερικά ή όλικά. Μέσα από αυτή τήν ύλη περνά ή γη όρισμένες ήμέρες του έτους, όταν βρίσκεται στην περιοχή τής τομής τής τροχιάς της καί τής τροχιάς του κομήτη ή κοντά σ' αυτή.

**Ζωδιακό καί αντίζωδιακό φως**. Από τόν Ιανουάριο έως τόν Άπρίλιο, μετά τή λήξη του λυκόφωτος, φαίνεται στό δυτικό όρίζοντα, πολύ ζωηρό ύπόλευκο καί διάχυτο φως σέ σχήμα τριγωνικής στήλης, πού εκτείνεται κατά μήκος τής έκλειπτικής· τό ύψος του φωτός, στην Ελλάδα, φαίνεται νά περιορίζεται σέ 50°. Ανάλογο φως παρατηρείται καί στον άνατολικό όρίζοντα πριν από τό λυκαυγές (Οκτώβριο καί Νοέμβριο). Τό φως αυτό τό ονομάζουμε **ζωδιακό φως**.

Τό ζωδιακό φως προέρχεται από τήν ανάκλαση του ήλιακού φωτός πάνω σέ μικρά σώματα, πού βρίσκονται διάσπαρτα στό χώρο μεταξύ των πλανητών.

Τό **αντιζωδιακό φως**, εξάλλου, είναι πολύ ασθενέστερο από τό ζωδιακό καί έχει

πιθανόν ανάλογη προέλευση. Παρατηρείται πάντοτε σέ θέση αντίθετη, διαμετρικά, από τή θέση πού θρῶσκεται ὁ ἥλιος, καί ἔκτεινεται σέ μικρή περιοχή τοῦ οὐρανοῦ μέ σχῆμα ἔλλειπτικό.

## Ἑρωτήσεις

- 54) Ποιά εἶναι τά κύρια μέρη ἑνός κομήτη;
- 55) Τί εἶναι οἱ οικογένειες τῶν κομητῶν καί πόσες τέτοιες ἔχουμε;
- 56) Ἐπό τί ὑλικό ἀποτελοῦνται οἱ κομήτες καί πού ὀφείλεται τό φῶς τους;
- 57) Τί εἶναι οἱ βροχές διαττόντων ἀστέρων καί ποιά εἶναι ἡ αἰτία πού παρουσιάζονται ;
- 58) Ἐπό τήν προσέγγιση τοῦ κομήτη τοῦ Χάλλεῦ στή γῆ τό 1910 τί συμπεράσματα βγῆκαν;
- 59) Τί εἶναι τά μετέωρα, οἱ βολίδες καί οἱ μετεωρόλιθοι; Πῶς τούς διακρίνουμε μεταξύ τους;
- 60) Πού ὀφείλονται οἱ βροχές διαττόντων ἀστέρων;
- 61) Ποιά σχέση ὑπάρχει μεταξύ κομητῶν καί διαττόντων ἀστέρων;

## ΓΗ ΚΑΙ ΣΕΛΗΝΗ

## 15. Σχήμα, ἀτμόσφαιρα καὶ κινήσεις τῆς γῆς.

Ἡ γῆ εἶναι **σφαιρική καὶ ἀπομονωμένη** στό διάστημα. Αὐτό τό πιστοποιοῦν, ἐκτός ἀπό τίς πολλές ἄλλες ἀποδείξεις, καί οἱ φωτογραφίες τῆς γῆς, πού λάρθηκαν ἀπό τά διαστημόπλοια.

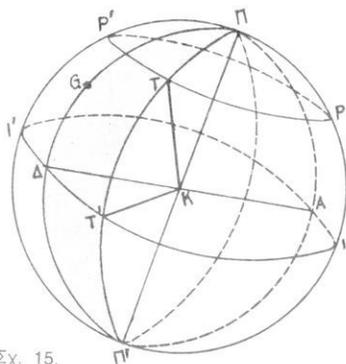
᾽Ονομάζουμε **ἄξονα** τῆς γήινης σφαίρας (σχ. 15) τή διάμετρό της ΠΠ', γύρω ἀπό τήν ὁποία περιστρέφεται. Τά ἄκρα τοῦ ἄξονα, Π καί Π', ὀνομάζονται **πόλοι** τῆς γῆς· **βόρειος** εἶναι ὁ Π, πού εἶναι στραμμένος πρὸς τά βόρεια, καί **νότιος** ὁ Π', πού εἶναι στραμμένος πρὸς τό νότο.

᾽Ονομάζεται **ισημερινός** τῆς γῆς ὁ μέγιστος κύκλος της ΠΤ', πού εἶναι κάθετος στόν ἄξονά της ΠΠ'.

᾽Ο ἰσημερινός χωρίζει τή γῆ σέ δύο ἡμισφαίρια, τό **βόρειο ἡμισφαίριο** καί τό **νότιο ἡμισφαίριο**.

Οἱ μέγιστοι κύκλοι τῆς γῆς, πού περνοῦν ἀπό τοὺς πόλους της, ὅπως ὁ ΠΠΠ', ὀνομάζονται **μεσημβρινοί**. ᾽Από αὐτοὺς ὁ μεσημβρινός G, πού περνᾶ ἀπό τό ἀστεροσκοπεῖο τοῦ Greenwich (Γκρήνουϊτς) τῆς Ἀγγλίας, θεωρεῖται ὡς **πρῶτος μεσημβρινός**. ᾽Ο πρῶτος μεσημβρινός, λ.χ. ΠΓΠ', χωρίζει τή γῆ σέ δύο ἡμισφαίρια. ᾽Από αὐτά, ἐκεῖνο πού ἀντιστοιχεῖ στήν ἡμιπεριφέρεια ΔΙΑ ὀνομάζεται **ἀνατολικό ἡμισφαίριο**, ἐνῶ τό ἄλλο, πού ἀντιστοιχεῖ στό ἄλλο μισό ΔΓΑ **δυτικό ἡμισφαίριο**.

**Γεωγραφικές συντεταγμένες.** Ἐστω T ἓνα τυχαῖο σημεῖο, τόπος, τῆς ἐπιφάνειας τῆς γῆς (σχ. 15), ΚΤ ἢ ἀκτίνα τῆς γῆς, πού περνᾶ ἀπό τό σημεῖο T, καί ΚΤ' ἢ τομή τῶν ἐπιπέδων ἰσημερινοῦ καί μεσημβρινοῦ, ΠΠΠ', τοῦ σημείου T. Ἡ ἐπίπεδη γωνία ΤΚΤ, πού μέτρο της εἶναι τό τόξο ΤΤ' τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ σημείου T, ὀνομάζεται **γεωγραφικό πλάτος** τοῦ σημείου T καί τό συμβολίζουμε μέ τό γράμμα φ.



Σχ. 15.

Αν αυτό τό τόξο βρίσκεται στο βόρειο ημισφαίριο, τό ονομάζουμε **βόρειο πλάτος**, αν βρίσκεται στο νότιο ημισφαίριο, τό ονομάζουμε **νότιο πλάτος**.

**Γεωγραφικό μήκος** του σημείου T ονομάζουμε τή διέδρη γωνία  $\Gamma\Pi\Pi'T$ , που σχηματίζεται από τό επίπεδο του πρώτου μεσημβρινού της γης, G, και του μεσημβρινού, που βρίσκεται ό τόπος T. Αντίστοιχη της διέδρης γωνίας είναι ή επίπεδη γωνία  $\Delta\text{Κ}\Gamma'$ . Τό γεωγραφικό μήκος τό συμβολίζουμε μέ τό γράμμα L.

Τό γεωγραφικό μήκος τό μετρούμε από  $0^\circ$  έως  $180^\circ$  πάνω στον ίσημερινό της γης. Στο σημείο Δ, όπου ό πρώτος μεσημβρινός G τέμνει τόν ίσημερινό, μετρούμε  $0^\circ$ , ενώ στο διαμετρικά αντίθετο σημείο του Δ, τό Α, μετρούμε  $180^\circ$ . Αν τό σημείο βρίσκεται στο ανατολικό ημισφαίριο, τό ονομάζουμε **ανατολικό γεωγραφικό μήκος**, ενώ, αν βρίσκεται στο δυτικό, τό ονομάζουμε **δυτικό γεωγραφικό πλάτος**. Στο σχ. 15 τό σημείο T' βρίσκεται στο ανατολικό ημισφαίριο, άρα τό τόξο  $\Delta\text{T}'$ , έστω  $30^\circ$ , ονομάζεται « $30^\circ$  ανατολικό».

Τό γεωγραφικό πλάτος και τό γεωγραφικό μήκος ενός τόπου ονομάζονται **γεωγραφικές συντεταγμένες του τόπου**.

Ο πλανήτης μας χωρίζεται, βασικά, σε τρεις στιβάδες, που ή κάθε μία βρίσκεται πάνω στην άλλη. Αυτές είναι: ό **πυρήνας**, ό **μανδύας** και ό **φλοιός**.

**Πάνω από τό φλοιό της γης ύπάρχει ή ατμόσφαιρα**. Τό ύψος της ατμόσφαιρας δέ μās είναι γνωστό, ούτε και μπορούμε εύκολα νά

Τό γεωγραφικό πλάτος τό μετρούμε από  $0^\circ$  έως  $90^\circ$  πάνω στο μεσημβρινό του τόπου. Έτσι στο σημείο, που ένας μεσημβρινός τέμνει τόν ίσημερινό (T' σχ. 15) μετρούμε  $0^\circ$ , ενώ στα άκρα Π και Π' του άξονα της γης μετρούμε  $90^\circ$  αντίστοιχα.

Γιά νά μετρήσουμε τώρα τό γεωγραφικό πλάτος του σημείου T, αρχίζουμε από τό σημείο T' (τήν τομή του ίσημερινού μέ τό μεσημβρινό του σημείου T), δηλαδή μετρούμε τό μήκος του τόξου T'T. Αν

τό βροῦμε. Διότι ἡ ὕλη τῆς ἀτμόσφαιρας τῆς γῆς, σέ περιοχές πάνω ἀπό 3.000 km , εἶναι ἀνάμεικτη μέ τήν ὕλη τοῦ μεσοπλανητικοῦ διαστήματος, πού ἀποτελεῖται κυρίως ἀπό ἄτομα διάφορων στοιχείων, ἀκόμα καί ἀπό σωματίδια.

Τά συστατικά τῆς ἀτμόσφαιρας εἶναι: ἄζωτο 78 %, ὀξυγόνο 21 % καί εὐγενή ἀέρια κλπ. 1 %.

Ἡ ἀτμόσφαιρα, ἀνάλογα μέ τήν πυκνότητά της, χωρίζεται σέ πέντε στρώματα: α) τήν **τροπόσφαιρα** μέ μέσο ὕψος 11 km, β) τή **στρατόσφαιρα**, ἀπό 11 ἕως 50 km ὕψος, γ) τή **μεσόσφαιρα**, ἀπό 50 ἕως 80 km ὕψος, δ) τή **θερμόσφαιρα**, ἀπό 80 ἕως 500 km ὕψος καί ε) τήν **ἐξώσφαιρα**, πού ἐκτείνεται ἀπό τά 500 km ὕψος καί πάνω.

Ἡ ἐξώσφαιρα ἀποτελεῖται κυρίως ἀπό ἠλεκτρόνια καί ἰόντα, πού συμπεριφέρονται, ὅπως καί ἡ ὕλη τῶν ἀνωτέρων στιβάδων τοῦ ἠλιακοῦ στέμματος. Τήν κατάσταση αὐτή τῆς ὕλης τήν ὀνομάζουμε **πλάσμα**.

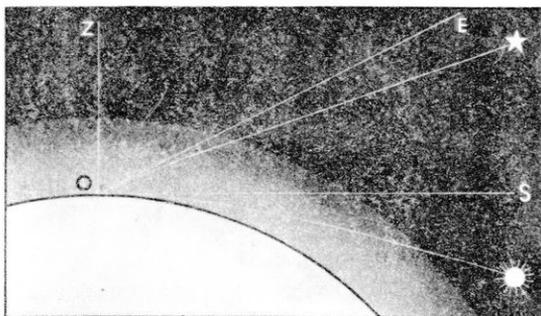
**Στρώμα ὄζοντος.** Σέ ὕψος 15 ἕως 35 km ἡ στρατόσφαιρα καί ἡ μεσόσφαιρα εἶναι πλούσιες σέ ὄζον. Τήν περιοχὴ τήν ὀνομάζουμε **ὄζοντοσφαιρα**. Τό ὄζον ἀπορροφᾷ μεγάλη ποσότητα ἀπό τήν ὑπεριώδη ἀκτινοβολία τῶν ἀκτίνων τοῦ ἡλιου, πού προσβάλλει τά ζωικά εἶδη καί τούς προκαλεῖ ἀκόμα καί θάνατο. Ἡ ὄζοντοσφαιρα λοιπόν ἀποτελεῖ γιά τά ἔμβια ζῶα ἕνα εἶδος προστατευτικοῦ μανθῆα καί ἐξασφαλίζει τήν παρουσία ζωῆς στή γῆ. Ἄν γιά ὀποιοδήποτε λόγο διασκορπιζόταν καί χανόταν αὐτό τό στρώμα, μέσα σέ λίγες ὥρες θά καταστραφοῦν τελείως ἡ ζωὴ πάνω στή γῆ.

**Ἴονόσφαιρα.** Σέ ὕψος 60 km καί πάνω παρατηροῦνται φαινόμενα ἰονισμού τῶν μορίων καί τῶν ἀτόμων τῆς ἀτμόσφαιρας, μέ ἀποτέλεσμα ὀλόκληρα στρώματα, μέ μεγάλο πάχος, νά παρουσιάζονται ἰονισμένα. Ἴονόσφαιρα ὀνομάζουμε τό σύνολο τῶν ἰονισμένων ἀτμοσφαιρικών στρωμάτων. Τά στρώματα τῆς ἰονόσφαιρας ἀνακλόνν τά ραδιοφωνικά κύματα. Ἔτσι, ἐνῶ ἡ γῆ εἶναι σφαιρική, μέ τίς διάφορες ἀνακλάσεις, πού γίνονται στά ραδιοφωνικά κύματα ἀπό τήν ἰονόσφαιρα, εἶναι δυνατό νά ἀκουστεῖ μιὰ ἐκπομπή ἀπό τούς δέκτες, πού βρισκονται πολύ μακριά ἀπό τούς σταθμούς ἐκπομπῆς.

Ἐπειδὴ ἡ γῆνιη ἀτμόσφαιρα ἔχει στρώματα μέ διαφορετικὴ πυκνότητα, τό φῶς τοῦ ἡλιου καί τῶν ἀστέρων, γιά νά φθάσει στή γῆ, παθαίνει συνεχὴ διάθλαση, καθὼς περνᾷ ἀπό τό ἕνα στρώμα στό ἄλλο. Ἡ διάθλαση αὐτή, πού ὀνομάζεται **ἀτμοσφαιρική διάθλαση**, εἶναι τόσο μεγαλύτερη, ὅσο ἡ γωνία προσπίπτσεως τῶν ἀκτίνων τοῦ φωτός στά στρώματα εἶναι μεγαλύτερη. Ἔτσι τῆ μεγαλύτερη τιμὴ τῆς 36' 36" παίρνει, ὅταν τό φῶς περνᾷ ἀπό στρώματα, πού βρισκονται στόν ὀρίζοντα (εἰκ. 20). Ἀντίθετα μηδενίζεται, ὅταν οἱ ἀκτίνες λέφτουν κατακόρυφα.

Τά κυριότερα ἀποτελέσματα τῆς ἀτμοσφαιρικής διαθλάσεως εἶναι:

1. **Μεγαλύτερη διάρκεια τῆς ἡμέρας.** Ὁ ἥλιος, ὅταν βρίσκεται κοντά στόν ὀρίζοντα, ἐξαιτίας τῆς ἀτμοσφαιρικής διαθλάσεως φαίνεται ψηλότερα. Ἔτσι ἡ παρουσία τοῦ



Εικ. 20. Έξαιτίας της ατμοσφαιρικής διαθλάσεως ο ήλιος και ο αστέρας, ενώ βρίσκονται κοντά στον ορίζοντα, ανυψώνονται και φαίνονται στις θέσεις S και E αντίστοιχα.

ήλιου πάνω από τον ορίζοντα διαρκεί περισσότερο και διαρκεί περισσότερο και η ημέρα.

2. **Παραμόρφωση των σωμάτων κοντά στον ορίζοντα.** Ο δίσκος του ήλιου, και της σελήνης, όταν βρίσκεται κοντά στον ορίζοντα, φαίνεται περισσότερο πλατύς και μερικές φορές παραμορφωμένος, εξαιτίας της ατμοσφαιρικής διαθλάσεως.

3. **Στίλβη – τρεμόσθημα – των αστέρων.** Έξαιτίας της ατμοσφαιρικής διαθλάσεως κυρίως, οι αστέρες φαίνονται να σπινθηρίζουν και να μετατοπίζονται λίγο, πάντα όμως γύρω από την πραγματική τους θέση. Το φαινόμενο αυτό το ονομάζουμε στίλβη των αστέρων, και είναι έντονότερο στους αστέρες που βρίσκονται κοντά στον ορίζοντα.

Μέ τούς τεχνητούς δορυφόρους διαπιστώθηκε, ότι υπάρχουν δύο ζώνες μέ έντονη σωματιακή ακτινοβολία σέ ύψος από 1000 έως 8000 km ή πρώτη και από 10.000 έως 65.000 km ή δεύτερη. Τίς ζώνες αυτές τίς ονομάζουμε **ζώνες Βάν Άλλεν**, από τό όνομα του έρευνητή που πρώτος τίς έπισήμανε. Η έντονη ακτινοβολία τους οφείλεται στά σωματίδια, πρωτόνια και ηλεκτρόνια, που κινούνται μέ μεγάλη ταχύτητα πάνω στίς δυναμικές γραμμές του γήινου μαγνητικού πεδίου. Πιο σημαντική είναι ή έξωτερική ζώνη, που δημιουργείται από τά σωματίδια που φθάνουν στή γή από τον ήλιο και σχηματίζουν ζώνη από πλάσμα. Η ζώνη αυτή έχει έντονότερη ακτινοβολία κοντά στό μαγνητικό ίσημερινό της γης.

Τό **πολικό σέλας** είναι φαινόμενο, που παρατηρείται ιδιαίτερα στίς πολικές περιοχές της γης. Πολύ σπάνια παρατηρείται και σέ μικρότερα πλάτη  $\pm 35^\circ$ , όταν κυρίως ο ήλιος βρίσκεται στο μέγιστο της δραστηριότητάς του. Τό πολικό σέλας μοιάζει μέ φωτεινό παραπέτασμα που έχει κρόσσια, ή φωτεινά έρυθρωπά–συνήθως, νέφη, που φαίνονται νά πάλλονται, αλλά και νά μεταμορφώνονται συνέχεια.

**Περιστροφή και περιφορά της γης.** Η γή στρέφεται γύρω από άξονα και τό επίπεδο του ίσημερινού της έχει κλίση σχετικά μέ τό επίπεδο της τροχιάς της γύρω από τον ήλιο  $23^\circ 27'$ . Συμπληρώνει μιά πλήρη περιστροφή σέ 23 ώρ. 56 λ. και 4,091 δ., καθώς κινείται από τή Δύση προς τήν Ανατολή. Αποτέλεσμα της περιστροφής της

γῆς εἶναι ἡ συνεχῆς διαδοχὴ τῆς **ἡμέρας** καὶ τῆς **νύχτας** σέ διάφορους τόπους τῆς.

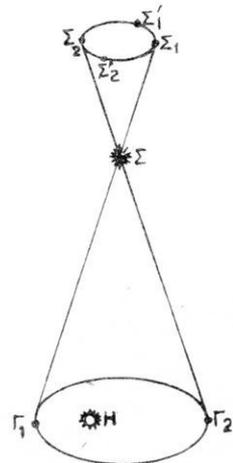
Ἡ γῆ εἶναι ὁ τρίτος στή σειρά πλανήτης τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος. Στρεφεται γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο, μέ κατεύθυνση ἀπὸ Δ πρὸς Α, στή μέση ἀπόσταση ἀπὸ αὐτὸν 149.600.000 km περίπου καὶ γράφει τὴν ἔλλειπτική τροχιά τῆς, μέ μέση ταχύτητα 29,8 χίλιομ./δευτερ., σέ 365,256 ἡμέρες.

Μία ἀπὸ τίς ἀποδείξεις τῆς περιφορᾶς τῆς γῆς γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο εἶναι καὶ ἡ **παραλλακτικὴ ἀπόδειξη**. Ὅπως εἶπαμε, καθένας ἀπὸ τοὺς πιὸ κοντινοὺς ἀστέρες γράφει στὸν οὐρανὸ κάθε χρόνο μικρὴ ἔλλειψη, πού τὴν ὀνομάζουμε **παραλλακτικὴ τροχιά** (σχ. 4 καὶ 16). Ἄν ὁμως ἡ γῆ δέ στρεφόταν γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο Η, οἱ ἀστέρες δέ θά ἔγραφαν, κάθε χρόνο, αὐτὴ τὴν τροχιά.

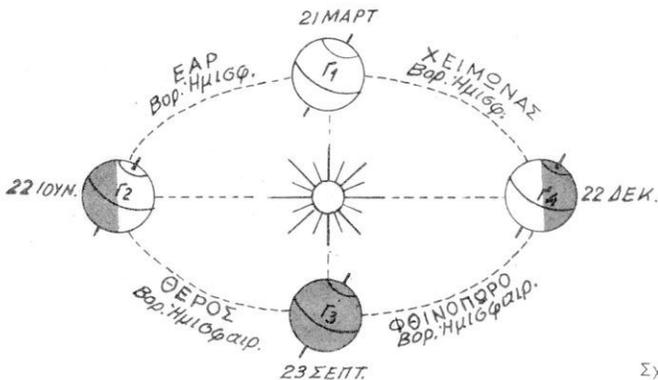
**Ἀποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς καὶ τῆς περιφορᾶς τῆς γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο. Οἱ ἐποχὲς τοῦ ἔτους καὶ ἡ ἀνισότης χρονικῆς διάρκειας ἡμέρας καὶ νύχτας.**  
Ἔστω Η ὁ ἥλιος, πού γιὰ ἀπλούστευση τὸν θεωροῦμε σὸ κέντρο τῆς ἔλλειπτικῆς τροχιάς τῆς γῆς γύρω ἀπὸ αὐτὸν (Σχ. 17).

Κατὰ τὴν 21η Μαρτίου ἡ γῆ θρῖσκεται στή θέση Γ<sub>1</sub>. Τότε ὅλοι οἱ τόποι φωτίζονται τὸ ἴδιο, γι' αὐτὸ καὶ ἔχουν ἴση διάρκεια ἡμέρας καὶ νύχτας. Ἀπὸ τὴν 21η Μαρτίου ἕως τίς 22 Ἰουνίου, πού ἡ γῆ διανύει τὸ τόξο Γ<sub>1</sub>Γ<sub>2</sub>, οἱ τόποι τοῦ δόρειου ἡμισφαίριου φωτίζονται ὅλο καὶ περισσότερο χρόνο ἀπὸ τοὺς τόπους τοῦ νότιου ἡμισφαίριου. Γι' αὐτὸ καὶ ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας στοὺς τόπους τοῦ δόρειου ἡμισφαίριου μεγαλώνει, ἐνῶ τοῦ νότιου μεγαλώνει συνέχεια ἡ διάρκεια τῆς νύχτας. Τὴν 22 Ἰουνίου εἶναι ἡ μεγαλύτερη διάρκεια τῆς ἡμέρας σὸ δόρειο ἡμισφαίριο καὶ ἡ ἐλάχιστη σὸ νότιο. Κατὰ τὸ χρονικὸ αὐτὸ διάστημα ὁ δόρειος πόλος ἔχει συνεχῆ ἡμέρα, ἐνῶ ὁ νότιος πόλος ἔχει συνεχῆ νύχτα. Στὸ δόρειο ἡμισφαίριο, πού ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας εἶναι μεγαλύτερη καὶ οἱ ἀκτίνες τοῦ ἡλίου πέφτουν λιγότερο πλάγιες στοὺς τόπους του, ἡ θερμοκρασία ὀλοένα καὶ ἀνεβαίνει. Σ' αὐτὸ τὸ ἡμισφαίριο ἐπικρατεῖ **ἄνοιξη** (ἔαρ), ἐνῶ σὸ νότιο, πού θερμαίνεται ὀλο καὶ λιγότερο, ἐπικρατεῖ **φθινόπωρο**.

Ἀπὸ τίς 22 Ἰουνίου μέχρι τίς 23 Σεπτεμβρίου, ὁπότε ἡ γῆ διανύει τὸ τόξο Γ<sub>2</sub>Γ<sub>3</sub> τῆς τροχιάς τῆς, συγκεντρώνεται σὸ δόρειο ἡμισφαίριο ἡ μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας καὶ ἐπικρατεῖ ἡ ἐποχὴ τοῦ **θέρος** (καλοκαίρι), ἐνῶ σὸ νότιο ἡμισφαίριο εἶναι ἡ ἐποχὴ τοῦ



Σχ. 16

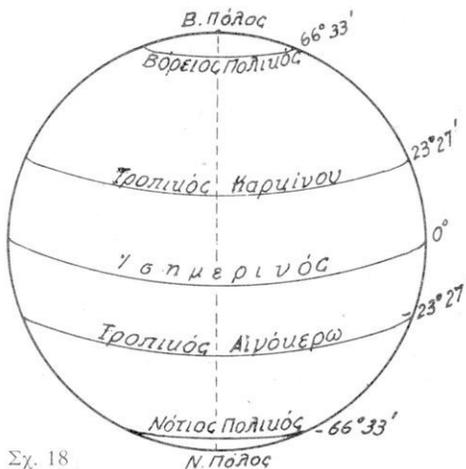


Σχ. 17

**χειμώνα.** Από τις 23 Σεπτεμβρίου μέχρι τις 22 Δεκεμβρίου, επικρατεί στο βόρειο ημισφαίριο η εποχή του **φθινόπωρου**, ενώ στο νότιο η εποχή της **άνοιξης**. Τέλος, από τις 22 Δεκεμβρίου μέχρι τις 21 Μαρτίου, επικρατεί στο βόρειο ημισφαίριο η εποχή του **χειμώνα**, ενώ στο νότιο η εποχή του **θέρος**.

Επειδή ο άξονας της γης έχει κλίση, η κατανομή της θερμότητας και του φωτός στους διάφορους τόπους της είναι άνιση. Έξαιτίας αυτού χώρισαν την επιφάνεια του πλανήτη μας σε πέντε διακριτικές ζώνες.

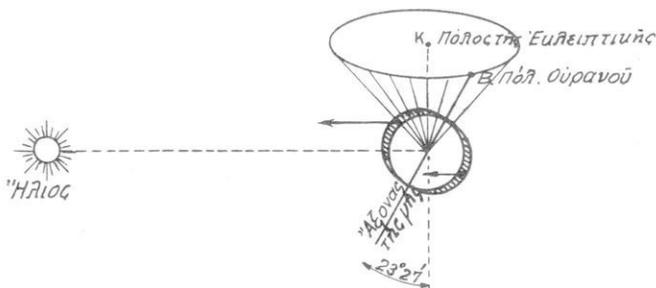
Στό σχήμα 18 η γη είναι χωρισμένη στον ισημερινό ( $0^\circ$ ) και σε τέσσερις παράλληλους κύκλους, δύο στο βόρειο ημισφαίριο (**τροπικός του Καρκίνου**  $+23^\circ 27'$  και **βόρειος πολικός**  $+66^\circ 33'$ ), και δύο στο νότιο ημισφαίριο (**τροπικός του Αιγόκερω**  $-23^\circ 27'$  και **νότιος πολικός**  $-66^\circ 33'$ ).



Σχ. 18

Η πρώτη ζώνη περιλαμβάνει τον ισημερινό και τό τόξο  $\varphi = \pm 23^\circ 27'$ , δηλαδή φθάνει βόρεια έως τον παράλληλο κύκλο του τροπικού του Καρκίνου και νότια ως τον παράλληλο κύκλο του τροπικού του Αιγόκερω. Η ζώνη αυτή ονομάζεται **τροπική** ή **διακεκαυμένη ζώνη**.

Η δεύτερη ζώνη ορίζεται από τον τροπικό του Καρκίνου και τό βόρειο πολικό κύκλο ( $\varphi = +66^\circ 33'$ ). Η ζώνη αυτή ονομάζεται **βόρεια εύκρατη ζώνη**. Αντίστοιχα έχουμε τή **νότια εύκρατη ζώνη**.



Σχ. 19

Ἡ τέταρτη ζώνη ὀρίζεται ἀπὸ τὸ βόρειο πολικό κύκλω καὶ τὸ βόρειο πόλο. Ἡ ζώνη αὕτη ὀνομάζεται **βόρεια πολικὴ ἢ βόρεια κατεψυγμένη ζώνη**.

Ἡ πέμπτη ζώνη ὀρίζεται ἀπὸ τὸ νότιο πολικό κύκλω καὶ τὸ νότιο πόλο. Ἡ ζώνη αὕτη ὀνομάζεται **νότια πολικὴ ἢ νότια κατεψυγμένη ζώνη**.

**Ἄλλες κινήσεις τῆς γῆς.** Ἐκτὸς ἀπὸ τὴν περιστροφή καὶ τὴν περιφορά τῆς γῆς ἀπὸ τὸν ἥλιο, ἡ γῆ ἐκτελεῖ ἄλλες δώδεκα κινήσεις. Ἀπὸ αὐτὲς σπουδαιότερες εἶναι ἡ **μετάπτωση** καὶ ἡ **κλόνιση**.

Τῆ **μετάπτωση** τὴν ἀνακάλυψε ὁ Ἕλληνας ἀστρονόμος Ἰππάρχος (190–120 π.Χ.). Αὕτῃ ἡ κίνηση προκαλεῖται ὡς ἑξῆς: Ὅπως γνωρίζουμε, ἡ γῆ ἔχει σχῆμα ἐλλειψοειδές, δηλαδή εἶναι πλατυσμένη στοὺς πόλους καὶ ἐξογκωμένη στὸν ἰσημερινό. Ἡ ἔλξη τοῦ ἡλίου στὸν ἰσημερινό εἶναι ἀνομοιόμορφη. Εἶναι μεγαλύτερη στὸ μέρος ποὺ στρέφεται πρὸς αὐτόν, ποὺ θρῖσκεται καὶ πιὸ κοντὰ του, καὶ μικρότερη στὸ διαμετρικὰ ἀντίθετο σημεῖο (σχ.19). Ἡ ἀνομοιόμορφη ὁμοῦ αὕτῃ ἔλξη τείνει νὰ «ἀνατρέψει» τὴ γῆ. Γιὰ νὰ μὴ συμβεῖ αὐτό, ἡ γῆ ἀναγκάζεται νὰ κάνει κίνηση, ὁμοία μὲ τὴν κίνηση τῆς σφοῦρας (παιχνίδι). Ἔτσι ὁ ἄξονας τῆς γῆς γράφει, σὲ 25.800 περίπου ἔτη, διπλό κῶνο, ποὺ ἡ κορυφὴ του θρῖσκεται στὸ κέντρο τῆς γῆς καὶ ἡ κυκλικὴ δάση του, μὲ ἀκτῖνα  $23^{\circ} 27'$ , γράφεται ἀπὸ τὸν καθένα πόλο τῆς γῆς.

Τὴν **κλόνιση** τὴν ἀνακάλυψε ὁ Ἀγγλος ἀστρονόμος Bradley (Μπράντλεϋ) τὸ 1742. Αὕτῃ ὀφείλεται στὴν ὁμοιόμορφη ἔλξη ποὺ ἄσκει ἡ σελήνη στὸ ἰσημερινό ἐξογκωμα τῆς γῆς.

## Ἑρωτήσεις

- 62) Γιατί ὄλοι οἱ μεσημβρινοὶ εἶναι ἴσοι μεταξύ τους;
- 63) Ποῖος ὀνομάζεται πρῶτος μεσημβρινός καὶ σὲ τί αὐτὸς χωρίζει τὴ γῆ;
- 64) Τί ὀνομάζουμε γεωγραφικὸ πλάτος καὶ τί γεωγραφικὸ μῆκος ἐνός τόπου τῆς ἐπιφάνειας τῆς γῆς;
- 65) Ποιά εἶναι τὰ στρώματα τῆς γήινης ἀτμόσφαιρας καὶ ἀπὸ τί ἀποτελοῦνται;

66) Ἡ ἀτμοσφαιρική διάθλαση τί φαινόμενα προκαλεῖ στά οὐράνια σώματα (ἥλιο, σελήνη, ἀστέρες);

67) Τί μᾶς λέγει ἡ παραλλακτική ἀπόδειξη;

68) Ποῦ ὀφείλονται οἱ ἐποχές τοῦ ἔτους καί ἡ ἀνισότητα χρονικῆς διάρκειας ἡμέρας καί νύχτας;

69) Γιατί οἱ δίσκοι τοῦ ἡλίου καί τῆς σελήνης φαίνονται πλατυσμένοι κοντά στόν ὄριζοντα;

70) Γιατί ἡ στίλβη τῶν ἀστέρων περιορίζεται, ὅταν αὐτοί εἶναι σέ θέση κατακόρυφη σχετικά μέ τόν παρατηρητή;

71) Ποιές εἶναι κατά σειρά μεγέθους οἱ ζῶνες τῆς γῆς;

72) Τί εἶναι ἡ μετάπτωση καί ποῖος τήν ἀνακάλυψε;

## 16. Ἀπόσταση, κίνηση καί φυσική κατάσταση τῆς σελήνης.

Ἀκριβεῖς μετρήσεις τῆς παραλλάξεως τῆς σελήνης ἔδειξαν, ὅτι ἡ ἀπόστασή της ἀπό τή γῆ κυμαίνεται ἀπό μιά μέγιστη τιμή, ἴση μέ 405.500 km, καί μιά ἐλάχιστη, ἴση μέ 363.300 km. Ἔτσι προκύπτει, ὅτι ἡ μέση ἀπόστασή της εἶναι ἴση μέ 384.400 km.

Μέ δεδομένο, ὅτι ἡ φαινόμενη διάμετρος τῆς σελήνης, ἀνάλογα μέ τήν ἀπόστασή της, μεταβάλλεται μεταξὺ 33' 49'' καί 28' 21'', ἡ μέση τιμή της εἶναι ἴση μέ 31' 5''. Ἀπό τήν ἀπόσταση καί τή φαινόμενη διάμετρο, μποροῦμε νά ὑπολογίσουμε τήν πραγματική διάμετρο μέ ἀπλή σχέση, σύμφωνα μέ τήν ὁποία: κάθε σῶμα, πού τοποθετεῖται σέ ἀπόσταση ἴση μέ 57 διαμέτρους του, ἔχει φαινόμενη διάμετρο 1°. Γνωρίζουμε ἀκόμα, ὅτι ἡ φαινόμενη διάμετρος εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογη τῆς πραγματικῆς. Ἔτσι θορίζουμε ὅτι ἡ διάμετρος τῆς σελήνης εἶναι 3.476 km.

Τέλος, ἀπό τή μελέτη τῆς κινήσεως τοῦ κέντρου μάζας τοῦ συστήματος γῆς – σελήνης γύρω ἀπό τόν ἥλιο προκύπτει, ὅτι ἡ μάζα τῆς σελήνης εἶναι τό 1/81 τῆς μάζας τῆς γῆς, δηλαδή 73.10<sup>18</sup> τόνους, καί ἡ πυκνότητά της 3,33, ἄν πάρουμε ὡς μονάδα τήν πυκνότητα τοῦ ὕδατος. Ἀπό τή μάζα καί τήν ἀκτίνα θορίζομε, ὅτι ἡ τιμή τοῦ g πάνω στήν ἐπιφάνεια τῆς σελήνης περιορίζεται στό 1/6 τῆς γήινης καί ὅτι ἡ ταχύτητα διαφυγῆς ἀπό τή σελήνη εἶναι 2,4 km/sec.

Ἡ σελήνη, καθῶς κινεῖται γύρω ἀπό τή γῆ ἀπό Δ πρός Α, γράφει ἔλλειψη, πού ἡ ἐκκεντρότητά της εἶναι μικρή, ὅπως προκύπτει

από τή μέγιστη καί ἐλάχιστη ἀπόστασή της ἀπό τή γῆ. **Περίγειο** τῆς σελήνης ὀνομάζουμε τό σημεῖο τῆς τροχιᾶς της, πού ἔχει τήν ἐλάχιστη ἀπόσταση ἀπό τή γῆ.

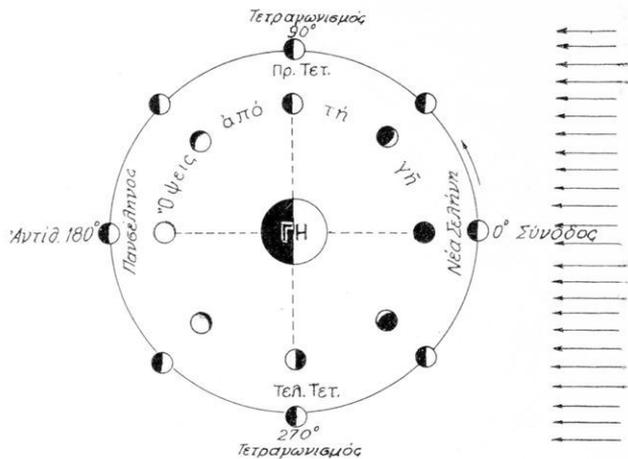
**Ἀπόγειο** τῆς σελήνης ὀνομάζουμε τό σημεῖο τῆς τροχιᾶς της, ὅπου σημειώνεται ἡ μέγιστη ἀπόστασή της ἀπό τή γῆ.

Ὁ χρόνος, πού χρειάζεται γιά μιά πλήρη περιφορά τῆς σελήνης

γύρω ἀπό τή γῆ, εἶναι ἴσος μέ 27 ἡμ. 7 ὥρ. 43 λ 11,5 δ. (27,322 ἡμ.) καί ὀνομάζεται **ἀστρονόμενος μῆνας**. Ἀπό αὐτό προκύπτει, ὅτι ἡ μέση ταχύτητα τῆς σελήνης, καθώς κινεῖται γύρω ἀπό τή γῆ, εἶναι ἴση μέ 1,02 km/sec.

**Φάσεις τῆς σελήνης.** Ἀνάλογα μέ τήν ἀποχή της ἀπό τόν ἥλιο, ἡ σελήνη παρουσιάζει σ' ἐμάς, κάθε ἡμέρα, διαφορετικό μέρος ἀπό τό φωτιζόμενο ἀπό τόν ἥλιο ἡμισφαίριό της. **Φάσεις τῆς σελήνης** ὀνομάζουμε τίς διάφορες ὄψεις της κατά τήν καθημερινή περιφορά της γύρω ἀπό τή γῆ.

Ἔτσι, ὅταν ἡ σελήνη βρισκεται σέ σύνοδο μέ τόν ἥλιο (ἀποχή  $0^\circ$ ), στρέφει πρὸς τή γῆ τό ἡμισφαίριό της, πού δέ φωτίζεται (σχ. 20). Τότε λέγομε ὅτι ἔχουμε **νέα σελήνη** (Ν.Σ.) ἢ **νουμηνία**. Ὑστερα, ὅσο μεγαλώνει ἡ ἀποχή της ἀπό τόν ἥλιο, στρέφει πρὸς τή γῆ, στήν ἀρχή μικρό πού ὄλο μεγαλώνει, μέρος ἀπό τό φωτιζόμενο ἡμισφαίριό της, πού φαίνεται σάν δρεπανοειδῆς κοιλόκυρτος **μηνίσκος**, στραμμένος πρὸς τήν Ἀνατολή. Μετά ἀπό 7 ἡμ. καί 9 ὥρες περίπου ἀπό τή Ν.Σ., ὅταν ἔρχεται σέ τετραγωνισμό (ἀποχή  $90^\circ$ ), φαίνεται φωτισμένη ἡ μισή τῆς φάσης αὐτῆς ὀνομάζουμε **πρῶτο τέταρτο** (Π.Τ.). Καθώς ἡ ἀποχή μεταβάλλεται ἀπό  $90^\circ$  ἕως  $180^\circ$ , ἡ σελήνη



Σχ. 20.

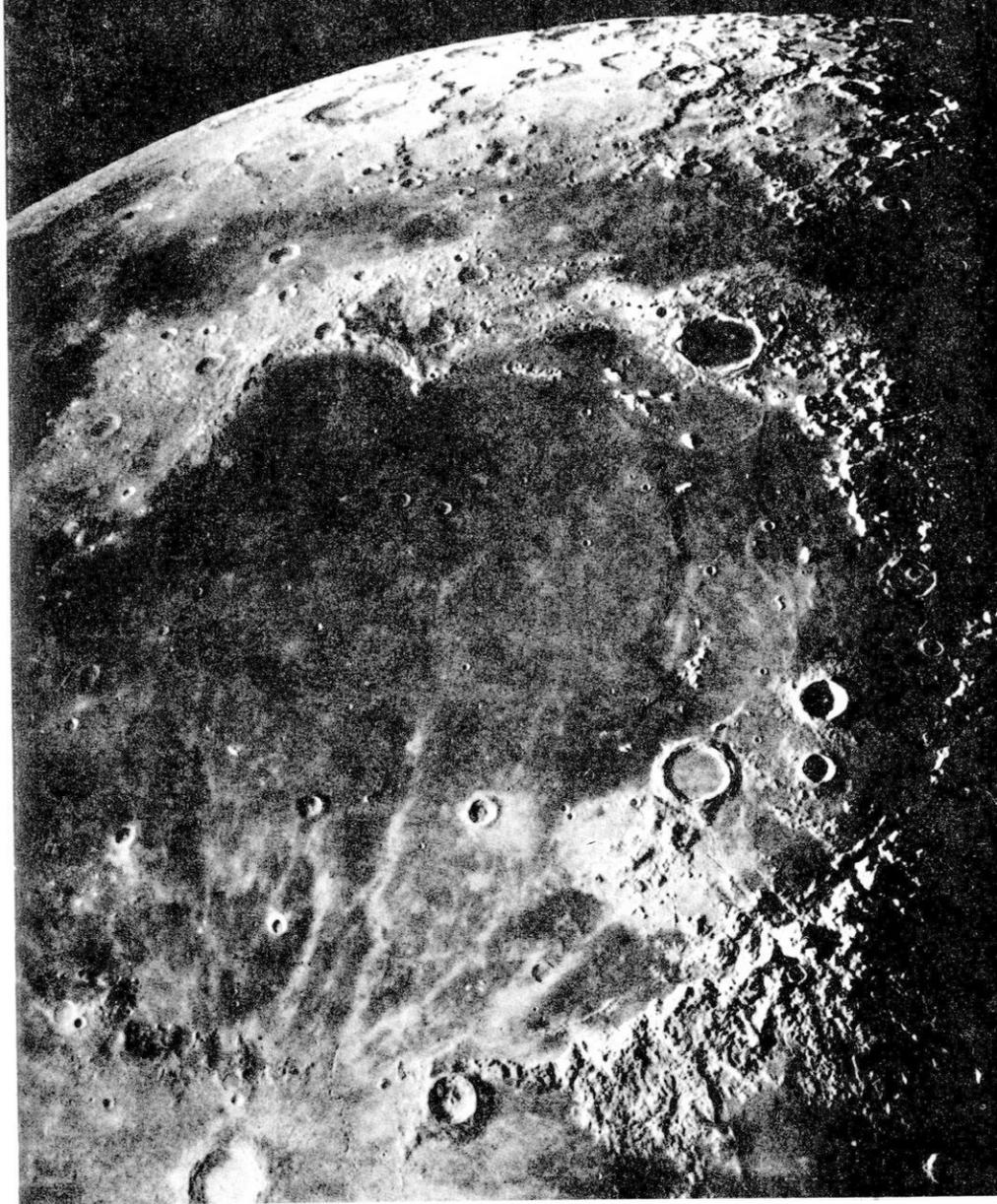
καθημερινά στρέφει σέ μᾶς μεγαλύτερο μέρος ἀπό τό φωτιζόμενο ἡμισφαίριό της καί ὁ μηνίσκος εἶναι τώρα ἀμφίκυρτος. Μετά 7 ἡμ. καί 9 ὥρ. ἀπό τό Π.Τ., ἡ σελήνη ἔρχεται σέ ἀντίθεση (ἀποχή 180°) καί στρέφει στή γῆ ὀλόκληρο τό φωτιζόμενο ἡμισφαίριό της· τότε λέγομε ὅτι ἔχουμε **πανσέληνο**. Κατά τήν πανσέληνο ἡ σελήνη ἀνατέλλει, ὅταν δύει ὁ ἥλιος.

Καθῶς συνεχίζει νά μεγαλώνει ἡ ἀποχή ἀπό 180° ἕως 270° ἡ σελήνη στρέφει στή γῆ ὀλοένα καί μικρότερο μέρος ἀπό τό φωτιζόμενο ἡμισφαίριό της καί παίρνει σχῆμα ἀμφίκυρτου μηνίσκου, πού τώρα εἶναι στραμμένος πρός τή Δύση. Μετά 7 ἡμ. καί 9 ὥρ. ἀπό τήν πανσέληνο ἔρχεται πάλι σέ τετραγωνισμό (ἀποχή 270°) καί φαίνεται ἡμιφώτιστη. Τότε λέγομε ὅτι θρῖσκεται στή φάση τοῦ **τελευταίου τέταρτου** (Τ.Τ.). Τέλος, ὅσο ἡ ἀποχή πλησιάζει πρός τίς 360°, ὁ μηνίσκος τῆς σελήνης γίνεται κοιλόκυρτος, λεπτύνεται συνέχεια μέχρι νά συμπληρωθοῦν πάλι ἄλλες 7 ἡμ. καί 9 ὥρ. ὁπότε ἡ σελήνη ἔρχεται σέ σύνοδο μέ τόν ἥλιο καί ἀρχίζει πάλι ἡ ἴδια περιοδικότητα φάσεων.

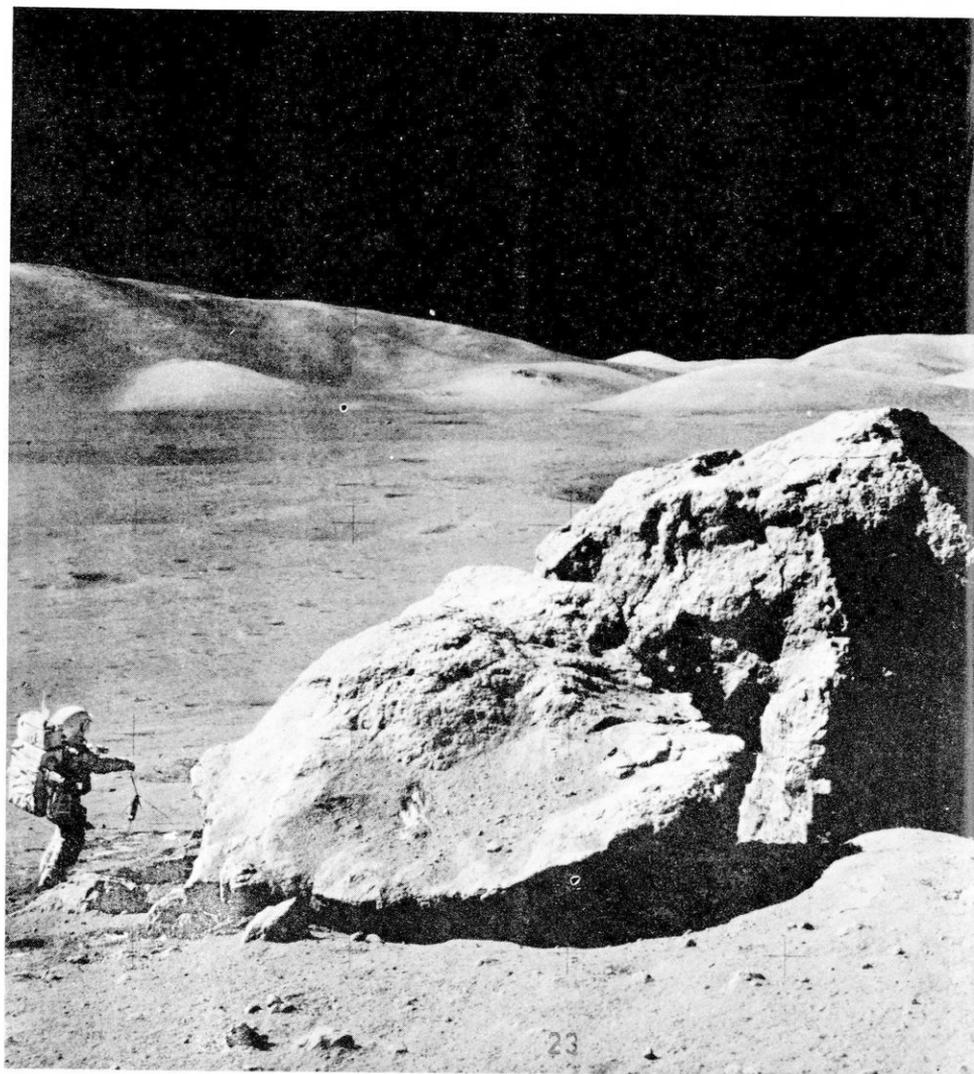
**Συνοδικός μήνας** εἶναι ὁ χρόνος πού χρειάζεται ἡ σελήνη ξεκινώντας ἀπό σύνοδο νά βρεθεῖ σέ σύνοδο. Αὐτός ὁ χρόνος εἶναι ἴσος μέ 29 ἡμ. 12 ὥρες 44 λ. 2,86 δ. ἢ 29,531 ἡμ.

Ἡ σελήνη στρέφεται γύρω ἀπό τόν ἑαυτό της, ἀπό Δ πρός Α, σέ χρόνο ἴσο μέ τό χρόνο μιᾶς περιφορᾶς της γύρω ἀπό τή γῆ, δηλαδή σέ 27 ἡμ. 7 ὥρ. 43 λ. 11,5 δ. Αὐτό ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα νά στρέφει πάντοτε πρός τή γῆ τὸ ἴδιο πάντοτε ἡμισφαίριό της. Μποροῦμε νά καταλάβουμε, πῶς γίνεται αὐτό, ἂν, κοιτώντας πρός τό κέντρο ἑνός στρογγυλοῦ τραπέζιου, γυρίζουμε γύρω γύρω ἀπό τό τραπέζι. Τότε, γυρίζοντας γύρω γύρω ἀπό τό τραπέζι, κάνουμε ταυτόχρονα μιᾶ στροφή γύρω ἀπό τόν ἑαυτό μας, ἐνῶ τό πρόσωπό μας εἶναι πάντοτε στραμμένο πρός τό κέντρο τοῦ τραπέζιου.

Ἡ σελήνη δέν ἔχει οὔτε νερό οὔτε ἀτμόσφαιρα. Γι' αὐτό ἡ ἐπιφάνειά της παρουσιάζει τή μονότονη ἀχρωμία τῶν ἐρήμων. Τή μονοτονία διακόπτουν οἱ κρατήρες, πού διατηρήθηκαν δισεκατομμύρια χρόνια, γιατί ἀκριβῶς δέν ἔχουν διαθρῶθεῖ ἀπό τό νερό ἢ τήν ἀτμόσφαιρα. Ἡ μικρῆ μάζα τῆς σελήνης δικαιολογεῖ καί τό γιατί δέν ὑπάρχει ἀτμόσφαιρα· δέν μπόρεσε νά τήν κρατήσει.



Εικ. 21. Περιοχή τής σεληνιακής επιφάνειας. Διακρίνονται δύο μεγάλες όροσειρές (πάνω και κάτω), πού περιβάλλουν τήν επίπεδη έκταση τής «θάλασσας τών όμβρων», και αρκετοί κρατήρες.



Εικ. 22. Βράχος και βουνά της Σελήνης (‘Από φωτογραφία του ‘Απόλλων 17).

Στις όμαλές και επίπεδες εκτάσεις του σεληνιακού εδάφους, πού τό χρώμα τους είναι πιό σκούρο δόθηκε κατά τό παρελθόν τό

ὄνομα «θάλασσεσ», γιατί μέ τά μικρά τηλεσκόπια φαίνονταν σάν ὤκεανοί γήινοι. Αὐτό τό ὄνομα ἐξακολουθεῖ νά χρησιμοποιεῖται καί σήμερα, χωρίς φυσικά νά ὑπάρχει νερό στή σελήνη (εἰκ. 21).

**Θερμοκρασία καί ἐξέλιξη τῆς σελήνης.** Ἐπειδή δέν ὑπάρχει ἀτμόσφαιρα, τῆ σελήνη τήν προσβάλλει ἀπευθείας ἡ ἡλιακή ἀκτινοβολία κατά τή διάρκεια τῆς «ἡμέρας» τῆς (διαρκεῖ 14 γήινες ἡμέρες) καί ἡ θερμοκρασία γίνεται μεγαλύτερη ἀπό 100° C. Ἔτσι, καί ἂν ὑπῆρχε νερό, αὐτό θά ἐξατμιζόταν. Τῆ νύχτα ἡ θερμοκρασία στήν ἐπιφάνειά τῆς πέφτει στούς -150° C. Στό ἐσωτερικό ἡ θερμοκρασία εἶναι λίγες ἑκατοντάδες βαθμοί Κελσίου, γι' αὐτό ὑποθέτουμε ὅτι μπορεῖ νά ὑπάρχει νερό σέ στερεή κατάσταση. Ἔχουμε ἐνδείξεις, ὅτι ἡ σελήνη ἔχει μικρό πυρήνα, μέ διάμετρο 1000 km περίπου, σέ ρευστή ἢ πλαστική κατάσταση.

Ἀπό τά πετρώματα καί τή χονδρή ἄμμο, πού μετέφεραν στή γῆ οἱ Ἀμερικανοί ἀστροναῦτες τοῦ προγράμματος «Ἀπόλλων», ὅπως καί τίς ἐρευνες τῶν Σοβιετικῶν «Λούνα», διαπιστώθηκε, ὅτι ἡ ἡλικία τῆς σελήνης εἶναι 2,5 ἕως 3,9 δισεκατομμύρια ἔτη (εἰκ. 22). Ἐνα ἀπό τά παραπάνω πετρώματα ἔχει ἡλικία 4,5 δισεκατομμύρια ἔτη. Οἱ μόνες φανερές ἀλλαγές στήν ἐπιφάνειά τῆς προέρχονται ἀπό τήν πτώση τεράστιων μετεωριτῶν, γιατί, ἐξαιτίας τῆς μεγάλης θερμοκρασίας πού δημιουργεῖται, προκαλεῖται μερικό λειώσιμο τῶν πετρωμάτων.

Ἀπό τούς σειсмоγράφους πού ἐγκατέστησαν στή σελήνη διαπιστώθηκε ὅτι παρατηροῦνται σεισμοί βάθους καί φλοιοῦ.

Ἡ σελήνη δέν ἔχει καμιά μορφή ζωῆς· οὔτε σέ μεγάλης ἡλικίας πετρώματα διαπιστώθηκε ὀργανική ζωή.

Ἡ ἡλικία τῆς σελήνης, πού ἀναφέραμε πιο πάνω, εἶναι περίπου ἡ ἴδια μέ τήν ἡλικία τῆς γῆς. Αὐτό συμφωνεῖ μέ τήν ἡλικία, πού ὑπολογίζεται ὅτι ἔχει τό ἡλιακό σύστημα.

## Ἐρωτήσεις

73) Τί ὀνομάζουμε Περίγειο καί τί Ἀπόγειο τῆς σελήνης;

74) Πότε λέμε ότι έχουμε νέα σελήνη ή νομηνία; πότε πρώτο τέταρτο; και πότε πανσέληνο;

75) Ποιές νυχτερινές ώρες παρατηρείται η φάση του τελευταίου τέταρτου της σελήνης;

76) Γιατί η σελήνη στρέφει πάντοτε το ίδιο ημισφαίριό της στη γη; Πώς εξηγείται αυτό;

77) Ποιά είναι τα κυριότερα χαρακτηριστικά της επιφάνειας της σελήνης;

78) Πόσο πρέπει να ζυγίζει στη σελήνη ένας άνθρωπος που στη γη έχει βάρος 60kg;

79) Υπάρχει στη σελήνη διάχυτο φως, λυκαυγές, λυκόφως και παρασκιά; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

80) Γιατί δεν υπάρχει νερό στην επιφάνεια της σελήνης;

81) Φαίνονται αστέρες και την ημέρα στον ουρανό της σελήνης; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

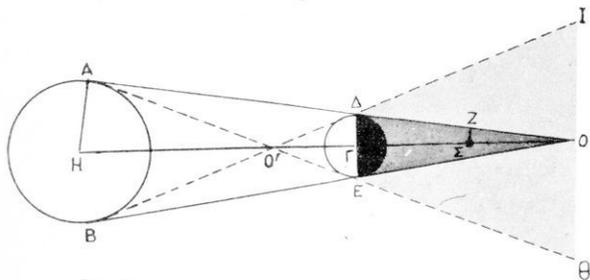
## 17. Έκλειψεις και παλίρροιας.

Η γη, οι πλανήτες και οι δορυφόροι τους, ως σκοτεινά σφαιρικά σώματα, που φωτίζονται από τον ήλιο, ρίχνουν πίσω τους σκιά σέ σχήμα κώνου. Η γη Γ π.χ. (σχ. 21), που φωτίζεται από τον ήλιο Η, ρίχνει πίσω της την κωνική σκιά ΔΟΕ, και την παρασκιά ΙΔΕΘ, που έχει σχήμα κολουρου κώνου. Ο κολουρος κώνος προκύπτει από τον κώνο ΙΟ'Θ, που δημιουργείται από τις εσωτερικές εφαπτόμενες ΑΕ και ΒΔ. Ο κώνος της σκιάς ΔΟΕ προκύπτει από τις εξωτερικές εφαπτόμενες ΑΔ και ΒΕ.

Όταν η σελήνη μπει μέσα στον κώνο της σκιάς της γης, τότε έχουμε **έκλειψη σελήνης**. Η έκλειψη είναι **όλιγη**, αν ο δίσκος της σελήνης μπει ολόκληρος μέσα στη σκιά. Αν μπει ένα μέρος του, τότε

έχουμε έκλειψη **μερική**.

Για να γίνει όμως έκλειψη σελήνης, θα πρέπει η σκιά της γης να διευθύνεται προς τη σελήνη. Αυτό γίνεται κάθε φορά που έχουμε πανσέληνο, γιατί τότε, εξαιτίας της αντιθέσεως σελήνης - ήλιου, η γη ρίχνει τη



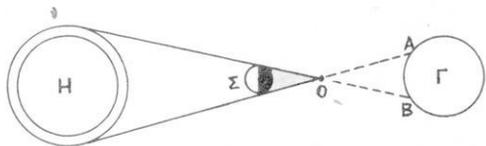
Σχ. 21.

σκιά της προς τό μέρος της σελήνης. Βέβαια σέ κάθε πανσέληνο δέν ἔχουμε καί ἔκλειψη, γιατί γιά νά συμβεῖ αὐτό, θά πρέπει καί τά ἐπίπεδα τῆς γήινης καί τῆς σεληνιακῆς τροχιᾶς νά συμπίπτουν. Μόνο τότε τά τρία σώματα ἥλιος – γῆ – σελήνη θά θρῖσκονται στήν ἴδια εὐθεῖα. Ὅμως, τά ἐπίπεδα αὐτά σχηματίζουν γωνία  $5^{\circ} 8'$ , γι' αὐτό καί ἡ σκιά τῆς γῆς, κατά τήν πανσέληνο, περνᾷ συνήθως πάνω ἢ κάτω ἀπό τή σελήνη καί δέ γίνεται ἔκλειψη.

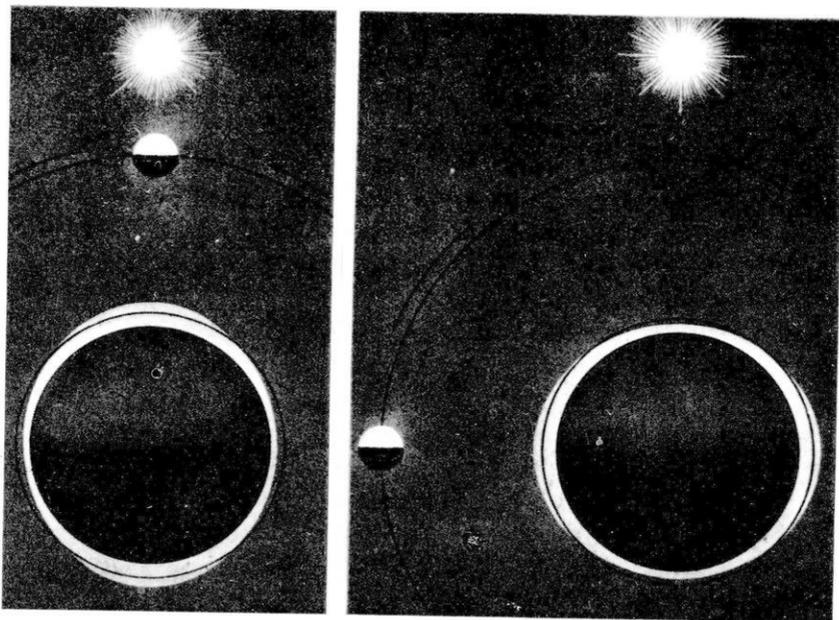
Ὅταν ἡ σκιά τῆς σελήνης φθάσει στή γῆ, τότε, καθώς κινεῖται ἡ σελήνη, ἡ σκιά της σκεπάζει στήν ἐπιφάνεια τῆς γῆς μιά λουριδα, πού τό πλάτος της μπορεῖ νά φθάσει τά 300 km. Τότε, καί σ' ὄλους τούς τόπους, ἀπό τούς ὁποίους περνᾷ ἡ σκιά, ὁ δίσκος τῆς σελήνης κρύβει τό δίσκο τοῦ ἡλίου, γιατί ἡ φαινόμενη διάμετρος τῆς σελήνης εἶναι μεγαλύτερη ἀπό τή φαινόμενη διάμετρο τοῦ ἡλίου, ὅταν ἡ σκιά της φθάνει μέχρι τή γῆ. Στούς τόπους αὐτούς γίνεται **ὀλική ἔκλειψη τοῦ ἡλίου**. Οἱ τόποι ὅμως τῆς γῆς, πού σκεπάζονται ἀπό τήν παρασκιά τῆς σελήνης, ἔχουν **μερικῆ ἔκλειψη τοῦ ἡλίου**. Σ' αὐτούς τούς τόπους ὁ δίσκος τῆς σελήνης κρύβει μέρος ἀπό τό δίσκο τοῦ ἡλίου.

Ὅταν ὅμως ὁ κῶνος τῆς σκιάς τῆς σελήνης δέ φθάνει στή γῆ (σχ. 22), τότε, σ' ὄλους τούς τόπους, στούς ὁποίους φθάνει ὁ κατακορυφήν πρὸς τή σκιά κῶνος AOB, ὁ δίσκος τῆς σελήνης δέν κρύβει ὀλόκληρο τό δίσκο τοῦ ἡλίου, ἀλλά μόνο ἓνα τμήμα του, ἀφήνοντας γύρω γύρω ἓνα ἀκάλυπτο φωτεινό δακτύλιο. Στούς τόπους πού ἔχουν τέτοια ἔκλειψη, λέμε, ὅτι ἔχουν **δακτυλιοειδή ἔκλειψη τοῦ ἡλίου**, ἐνῶ οἱ τόποι, πού σκεπάζονται ἀπό τήν παρασκιά ἔχουν μερικῆ ἔκλειψη.

Ἐχει παρατηρηθεῖ, κυρίως σέ στενά περάσματα θαλασσῶν, ὅπως προθμούς, ἰσθμούς κ.λ.π., ὅτι ἡ στάθμη τῶν νερῶν τῆς θάλασσας γιά 6 ὥρες συνέχεια ἀνεβαίνει καί ὑστερα ἀρχίζει πάλι γιά 6 ὥρες νά κατεβαίνει. Δηλαδή κάθε 24ωρο παρατηροῦνται δύο ἄνοδοι δύο καί κάθοδοι. Ἡ ἄνοδος τῶν νερῶν ὀνομάζεται **πλημμυρίδα** καί ἡ κάθοδος **ἀμπώτιδα**. Καί τά δύο φαινόμενα μαζί ἀποτελοῦν τό φαινόμενο τῆς **παλίρροιας**.



Σχ. 22



Είχ. 23. Έξήγηση του φαινομένου των παλίρροιαν. Ἀριστερά· κατά τή φάση τῆς Ν.Σ. ἡ συνδυασμένη ἔλξη σελήνης καί ἡλίου προκαλεῖ ἰσχυρότερη παλίρροια. Δεξιά, κατά τόν τετραγωνισμό, ἡ ἔλξη τῆς σελήνης ἐξουδετερώνεται ἐν μέρει ἀπό τήν ἔλξη τοῦ ἡλίου καί ἡ παλίρροια εἶναι ἀσθενέστερη.

Τό φαινόμενο τῆς παλίρροιας προκαλεῖται κυρίως ἀπό τή σελήνη. Πρῶτος ὁ Νεύτωνας ἐξήγησε τό φαινόμενο τῶν παλίρροιαν. Ἔχει ἀποδειχθεῖ ὅτι ἡ ἔλξη τῆς σελήνης πάνω στό ὑγρό στοιχεῖο τῆς γῆς εἶναι 2,2 φορές μεγαλύτερη ἀπό τήν ἔλξη, πού ἀσκεῖ στό ἴδιο στοιχεῖο ὁ ἥλιος. Μέ αὐτό ὡς δεδομένο, ἂν ὑποθέσουμε, ὅτι ὅλη ἡ ἐπιφάνεια τῆς γῆς καλύπτεται ἀπό νερά, τότε μέ τήν ἐπίδραση τῆς ἔλξεως τῆς σελήνης τά νερά τῶν θαλασσῶν θά μαζεῦονταν περισσότερο πρός τό μέρος τῆς σελήνης καί, ὅπως διδάσκει ἡ Μηχανική τῶν ρευστῶν, θά μαζεῦονταν καί στό διαμετρικά ἀντίθετο μέρος τῆς γῆς. Τότε ὅμως τό σχῆμα τῆς γῆς θά ἦταν ἐλλειψοειδές (εἰχ. 23) καί ὄχι σφαιρικό. Ἄν μάλιστα πρός τό μέρος τῆς σελήνης βρεθεῖ καί ὁ ἥλιος (σύνοδος), τότε ἡ συνδυασμένη ἔλξη ἡλίου καί σελήνης θά κάνει τό ἐλλειψοειδές περισσότερο πλατύ· αὐτό ἀκριβῶς συμβαίνει στίς συ-

ζυγίες. Κατά τούς τετραγωνισμούς, όποτε σελήνη, γή και ήλιος σχηματίζουν όρθή γωνία και ή έλξη του ήλιου έξουδετερώνει ένα μέρος από τήν έλξη τής σελήνης, και τό έλλειψοειδές σχήμα θά είναι λιγότερο πλατύ και στραμμένο πάντα προς τή σελήνη (είκ. 23 δεξιά). Έπειδή όμως ή γή περιστρέφεται και αυτή, στρέφει συνεχώς προς τή σελήνη διαφορετικά μέρη τής επιφανείας της. Έπομένως και τό έλλειψοειδές σχήμα θά αλλάζει συνεχώς τή θέση των δύο υδάτινων έξογκώσεων του, δηλαδή των πλημμυρίδων και των μεταξύ τους άμπώτιδων.

**Η παλίρροια του Εύριπου.** Ο πορθμός του Εύριπου έχει πλάτος 39 m, μήκος 40 m και βάθος 8,5 m. Σ' αυτόν παρουσιάζεται τό έξής πολύ περίεργο φαινόμενο: τά νερά του κινούνται συνεχώς, ενώ ταυτόχρονα αλλάζουν και φορά κινήσεως. Άλλοτε κατευθύνονται προς τό βόρειο και άλλοτε προς τό νότιο Εύβοϊκό. Για 22 έως 23 ήμέρες τό μήνα τό φαινόμενο αυτό παρουσιάζει μιá κανονικότητα και αλλάζει φορά κάθε 6 ώρες περίπου, όπως ή παλίρροια, ενώ τίς υπόλοιπες 6 ή 7 ήμέρες του μήνα τό ρεύμα είναι άκανόνιστο.

Σήμερα δεχόμαστε τήν έξής εξήγηση: Τό κύμα τής παλίρροιας έρχεται κυρίως από τή Μεσόγειο θάλασσα στην Εύβοια και μπαίνει στό βόρειο και νότιο Εύβοϊκό μέ κατεύθυνση προς τόν Εύριπο. Έπειδή υπάρχει διαφορά στό μήκος τής διαδρομής από βορρά προς νότο, τό κύμα πού έρχεται από τό νότο φθάνει στόν Εύριπο 1 ώρ. και 15 λεπτά νωρίτερα από τό κύμα, πού φθάνει από τό βορρά. Έτσι, οί περισσότεροι υδάτινοι όγκοι φθάνουν από τά νότια νωρίτερα, μέ αποτέλεσμα νά άνεβάζουν τή στάθμη στό μέρος εκείνο κατά 30 έως 40 cm, όποτε δημιουργείται τό ρεύμα από τά νότια προς τά βόρεια. Μετά έξι ώρες αντιστρέφονται οί συνθήκες και δημιουργείται αντίθετο ρεύμα και έτσι ή άμπώτιδα διαδέχεται τήν πλημμυρίδα, γιατί τότε στό βόρειο τμήμα έχουν συσσωρευτεί περισσότερα νερά.

Όταν έχουμε συζυγίες, όποτε ή ένταση τής παλίρροιας είναι μεγάλη, τό ρεύμα παρουσιάζεται κανονικό. Κατά τούς τετραγωνισμούς όμως τό ρεύμα είναι άσθενέστερο. Τότε ή διαμόρφωση του βυθού των δύο λιμένων, οί άνεμοι πού φυσούν και άλλα αίτια συντελούν, ώστε νά παρουσιάζεται άνωμαλία στή ροή των νερών.

Τό πρόβλημα τῆς παλίρροιας τοῦ Εὐρίπου ἐρεύνησαν πολλοί ἀρχαῖοι καί νεώτεροι ἐπιστήμονες, ὅπως ὁ Ἀριστοτέλης, ὁ Πλίνιος, ὁ Μάνσελ καί ὁ Μιαούλης. Τήν ἐξήγηση ὁμως ἔδωσε τό 1928 ὁ καθηγητής Δ. Αἰγινήτης, πού στηρίχθηκε σέ πλούσιο ὕλικό ἐπιστημονικῶν παρατηρήσεων.

## Ἑρωτήσεις

- 82) Πότε γίνεται ὀλική καί πότε μερική ἔκλειψη τῆς σελήνης;
- 83) Σέ τί φάση τῆς σελήνης ἔχουμε ἔκλειψη αὐτῆς;
- 84) Γιατί δέν ἔχουμε σέ κάθε πανσέληνο ἔκλειψη τῆς σελήνης;
- 85) Σέ ποιούς τόπους τῆς γῆς ἔχουμε ὀλική ἔκλειψη τοῦ ἡλίου καί σέ ποιούς μερική ἔκλειψη;
- 86) Πότε γίνεται δακτυλοειδῆς ἔκλειψη τοῦ ἡλίου;
- 87) Ποιά φαινόμενα συνιστοῦν τήν παλίρροια;
- 88) Ποιό αἶτιο προκαλεῖ τό φαινόμενο τῆς παλίρροιας καί σέ ποιά φάση τῆς σελήνης εἶναι περισσότερο ἔντονο;
- 89) Ποιές ἰδιομορφίες παρουσιάζει ἡ παλίρροια στόν Εὐρίπο καί ποιές εἶναι οἱ αἰτίες τους;

## ΟΥΡΑΝΙΑ ΣΦΑΙΡΑ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΗ ΧΡΟΝΟΥ

## 18. Γῆ καὶ οὐράνια σφαίρα.

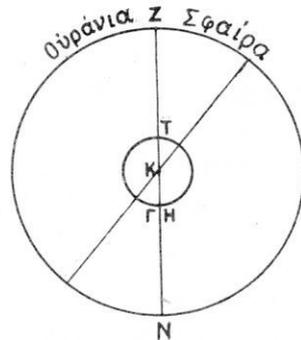
**Οὐράνια σφαίρα** ονομάζουμε τὴ σφαίρα πού περιβάλλει τὴ γῆ καὶ πάνω της φαίνονται νὰ εἶναι καρφωμένοι οἱ ἀστέρες.

Κέντρο τῆς σφαίρας αὐτῆς εἶναι τὸ κέντρο  $K$  τῆς γῆς (σχ. 24). Ἐπειδὴ ὁμως ἡ ἀκτίνα τῆς οὐράνιας σφαίρας μπορεῖ νὰ θεωρηθεῖ ὅτι ἔχει ἄπειρο μῆκος, γι' αὐτὸ θεωροῦμε τὴν ἀκτίνα  $KT$  τῆς γῆνης σφαίρας ἀμελητέα καὶ παίρνουμε τυχαῖο σημεῖο  $T$  τῆς ἐπιφάνειας τῆς γῆς ὡς κέντρο τῆς οὐράνιας σφαίρας. Ἔτσι μποροῦμε νὰ πάροουμε ὡς ἀκτίνα τὴν  $TZ$ , ἀντὶ τὴν  $KZ$ . Μποροῦμε νὰ ποῦμε, γιὰ μεγαλύτερη ἀπλούστευση, ὅτι ὁ τόπος  $T$  τῆς ἐπιφάνειας τῆς γῆς συμπίπτει μὲ τὸ κέντρο  $K$  τῆς οὐράνιας καὶ τῆς γῆνης σφαίρας.

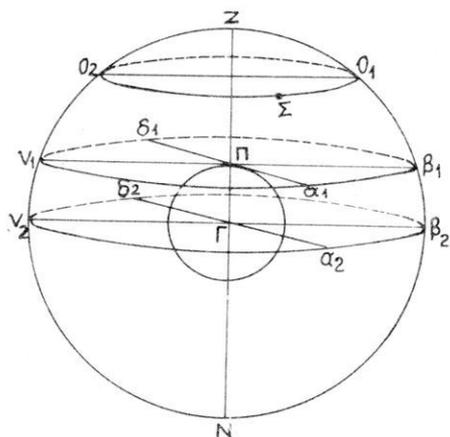
Τὴν οὐράνια σφαίρα τὴν ονομάζουμε καὶ οὐράνιο θόλο ἢ ἀπλά, οὐρανό. Τὸ γαλάζιο χρῶμα του ὀφείλεται κυρίως στὴ διάχυση τῆς γαλάζιας, ἰδιαίτερα, ἀκτινοβολίας τοῦ ἡλιακοῦ φωτός ἀπὸ τὰ μόρια τῆς γῆνης ἀτμόσφαιρας.

**Κατακόρυφος τόπος  $T$**  τῆς ἐπιφάνειας τῆς γῆς ονομάζεται ἡ διεύθυνση τῆς βαρύτητας στὸν τόπο  $T$ . Ἡ κατακόρυφος τοῦ τόπου  $T$  ὀρίζεται καὶ ὡς ἡ διεύθυνση τῆς γῆνης ἀκτίνας, πού περνᾶ ἀπ' αὐτόν.

Ἄν προεκτείνουμε τὴν κατακόρυφο ἑνὸς τόπου, λ.χ.  $T$  (σχ. 24), νοερώς πρὸς τὰ ἔπάνω, αὐτὴ συναντᾶ τὴν οὐράνια σφαίρα στὸ σημεῖο  $Z$ . Τὸ σημεῖο αὐτὸ τὸ ονομάζουμε **Ζενίθ** τοῦ τόπου  $T$ . Ἄν προεκτείνουμε τὴν κατακόρυφο πρὸς τὰ κάτω, αὐτὴ θὰ περάσει ἀπὸ τὸ κέντρο τῆς γῆς  $K$  καὶ θὰ συναντήσῃ τὴν οὐράνια σφαίρα στὸ σημεῖο  $N$ , πού εἶναι διαμετρικὰ ἀντίθετο ἀπὸ τὸ  $Z$ . Τὸ σημεῖο  $N$  τὸ ονομάζουμε **Ναδί** τοῦ τόπου  $T$ .



Σχ. 24



Σχ. 25

Ἐστω παρατηρητής, πού στέκει στό σημεῖο Π τῆς ἐπιφάνειας τῆς γῆς Γ (σχ. 25). Τό ὀριζόντιο ἐπίπεδο, πού περνᾶ ἀπό τά μάτια του, τέμνει τήν οὐράνια σφαῖρα σέ σχῆμα κύκλου  $\delta_1 \delta_2 \nu_1 \alpha_1$ . Κέντρο τοῦ κύκλου αὐτοῦ εἶναι τό σημεῖο Π, πού στέκει ὁ παρατηρητής. Διάμετρος του εἶναι ἡ  $\delta_1 \nu_1$ , πού εἶναι κάθετη στήν κατακόρυφο ΖΝ. Τόν κύκλο  $\delta_1 \delta_2 \nu_1 \alpha_1$  ὀνομάζουμε **αἰσθητό ὀριζόντιο** τοῦ σημείου Π.

**Ζενίθια ἀπόσταση** ἑνός σημείου τῆς οὐράνιας σφαίρας ἢ ἑνός ἀστέρα, σέ ὀρισμένη στιγμή, ὀνομάζουμε τή γωνιώδη ἀπόσταση τοῦ σημείου ἀπό τό ζενίθ τοῦ τόπου, πού στεκόμαστε. Τή ζενίθια ἀπόσταση τή συμβολίζουμε μέ τό γράμμα Ζ καί τή μετροῦμε πάνω στόν κατακόρυφο κύκλο, πού περνᾶ ἀπό τό σημεῖο ἢ τόν ἀστέρα, ἀρχίζοντας ἀπό τό ζενίθ. Μεταβάλλεται ἀπό  $0^\circ$  ἕως  $180^\circ$ . Ἡ Ζ τοῦ ἀστέρα Σ (σχ. 26) εἶναι ἡ ΖΟΣ, πού μέτρο της εἶναι τό τόξο ΖΣ.

**Ὑψος** ἑνός σημείου ἢ ἀστέρα, σέ κάποια ὀρισμένη στιγμή, ὀνομάζουμε τή γωνιώδη ἀπόστασή του ἀπό τόν ὀριζόντιο τοῦ τόπου, πού στεκόμαστε. Γιά νά βροῦμε τό ὕψος τοῦ ἀστέρα Σ (σχ. 26), φέρνουμε τήν κατακόρυφό του ΖΣΝ καί ἀπό τό θ φέρνουμε τίς ἀκτίνες ΟΣ καί ΟΣ'. Ἡ γωνιώδης ἀπόσταση τοῦ ἀστέρα Σ ἀπό τόν ὀριζόντιο θά εἶναι ἡ γωνία Σ'ΟΣ, μέ μέτρο τό τόξο Σ'Σ.

Ἡ γωνία ΝΟΣ', πού μετροῦει τή διέδρη γωνία μεταξύ μεσημβρι-

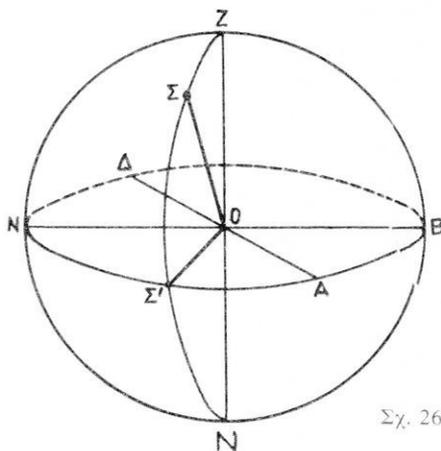
**Κατακόρυφα ἐπίπεδα** ὀνομάζονται τά ἄπειρα ἐπίπεδα, πού περνοῦν ἀπό τήν κατακόρυφο ἑνός τόπου. Κάθε ἕνα ἀπό τά κατακόρυφα αὐτά ἐπίπεδα τέμνει τήν οὐράνια σφαῖρα κατά κύκλο **μέγιστο**, πού ὀνομάζεται **κατακόρυφος κύκλος**.

**Φυσικό ὀριζόντιο** ἑνός τόπου ὀνομάζουμε τή γραμμή, πού ὁ οὐρανός φαίνεται ὅτι ἀγγίζει τή γῆ. Κάθε ἐπίπεδο, κάθετο στήν κατακόρυφο, ὀνομάζεται **ὀριζόντιο ἐπίπεδο**.

νοῦ καὶ κατακόρουφου τοῦ ἀστέρα  $\Sigma$  ὀνομάζεται **ἀξιμούθιο** τοῦ ἀστέρα  $\Sigma'$ .

Τὸ ὕψος τὸ συμβολίζουμε μὲ τὸ γράμμα  $\nu$  καὶ τὸ μετροῦμε πάνω στὸν κατακόρουφο κύκλο, πού περνᾶ ἀπὸ τὸ σημεῖο ἢ τὸν ἀστέρα, μὲ ἀρχὴ τὸ σημεῖο  $\Sigma'$  τοῦ ὀρίζοντα.

Τὸ ἀξιμούθιο συμβολίζεται μὲ τὸ γράμμα  $A$  καὶ μεταβάλλεται ἀπὸ  $0^\circ$  ἕως  $360^\circ$  κατὰ τὴν ἀνάδρομη φορά.

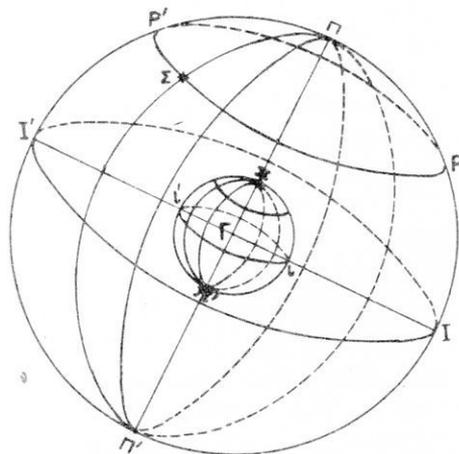


Σχ. 26

**Ἄξονας τοῦ κόσμου καὶ οὐράνιος ἰσημερινός.** Ἐστω  $\Gamma$  ἡ γῆ, πού κατέχει τὸ κέντρο τῆς οὐράνιας σφαίρας, καὶ  $\Pi\Pi'$  ὁ ἄξονας περιστροφῆς τῆς·  $\pi$  εἶναι ὁ βόρειος πόλος καὶ  $\pi'$  ὁ νότιος πόλος τῆς γῆς. Ἐν ἐπεκτείνουμε τὸν ἄξονα τῆς γῆς στὸ ἄπειρο, θά τμήσει τὴν οὐράνια σφαῖρα στὰ σημεῖα  $\Pi$  καὶ  $\Pi'$ , πού εἶναι ἀντίστοιχα μὲ τὰ  $\pi$  καὶ  $\pi'$  τῆς γῆς (σχ. 27). Τὸν  $\Pi\Pi'$  ὀνομάζουμε **ἄξονα τῆς οὐράνιας σφαίρας** ἢ καὶ **ἄξονα τοῦ κόσμου**.

Ἐξάλλου ὀνομάζουμε **βόρειο πόλο** τῆς οὐράνιας σφαίρας τὸ σημεῖο  $\Pi$ , ἀντίστοιχο τοῦ γήινου βόρειου πόλου  $\pi$ , καὶ **νότιο πόλο** τὸ σημεῖο  $\Pi'$ , ἀντίστοιχο τοῦ νότιου γήινου πόλου  $\pi'$ .

Ἐν τὸ ἐπίπεδο  $\mu'$  τοῦ ἰσημερινοῦ τῆς γῆς τὸ προεκτείνουμε, στὸ ἄπειρο, θά τμήσει τὴν οὐράνια σφαῖρα κατὰ μέγιστο κύκλο, τὸν  $\Pi\Pi'$ , πού ὀνομάζουμε **οὐράνιο ἰσημερινό**.



Σχ. 27



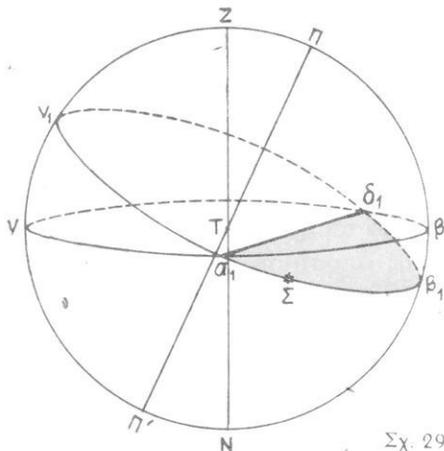
κινούμαστε, μᾶς δημιουργείται ἡ ἐντύπωση ὅτι κινοῦνται τὰ δένδρα, τὰ σπίτια, οἱ λόφοι κλπ. μέ φορά ἀντίθετη ἀπό αὐτή πού κινούμαστε. Ἄκόμα, ὅπως ἀκριβῶς, ἂν περιστραφεῖ κάποιος γύρω ἀπό τόν ἑαυτό του, νομίζει ὅτι καί τὰ γύρω του ἀντικείμενα κινοῦνται κυκλικά, ἀλλά μέ ἀντίθετη φορά. Ἔτσι καί ἐξαιτίας τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς γύρω ἀπό τόν ἄξονά της, ἀπό τή δύση πρὸς τήν ἀνατολή, ἐμεῖς πού βρισκόμαστε πάνω σ' αὐτή, ἔχουμε τήν ἐντύπωση, ὅτι κινεῖται ἡ οὐράνια σφαῖρα, πού περιβάλλει τή γῆ, ἀπό τήν ἀνατολή πρὸς τή δύση, γύρω ἀπό τόν ἄξονα τοῦ κόσμου.

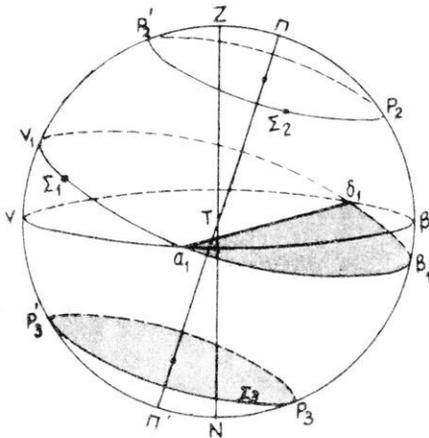
Ἄς παρακολουθήσουμε τήν κίνηση τοῦ ἀστέρα Σ (σχ. 29), καθὼς αὐτός διαγράφει τήν περιφέρεια τοῦ παράλληλου κύκλου του Σαινιδιδις. Ὄταν φθάνει στό σημεῖο αἰ, στό σημεῖο δηλαδή τῆς τροχιᾶς του μέ τόν ὀρίζοντα αινιδιβ τοῦ τόπου Τ, λέμε ὅτι ὁ ἀστέρας **ἀνατέλλει**. Ἐπειδή ἐκεῖνη τήν ὥρα ὁ ἀστέρας βρισκεται πάνω στόν ὀρίζοντα, τό ὕψος του εἶναι 0°. Ὁ ἀστέρας προχωρεῖ καί φθάνει στό σημεῖο νι. Ἐκεῖ ἔχει τό μεγαλύτερο ὕψος του, ἐπάνω ἀπό τόν ὀρίζοντα, ἴσο μέ τό τόξο ννι. Στή συνέχεια τό ὕψος του ἀρχίζει νά ἐλαττώνεται καί τελικά φθάνει στό σημεῖο δι, πού εἶναι τό ἄλλο ἄκρο τῆς τομῆς αἰδι τῆς τροχιᾶς του μέ τόν ὀρίζοντα. Τότε τό ὕψος του γίνεται πάλι 0° καί λέμε ὅτι ὁ ἀστέρας τή στιγμή αὐτή **δύει**.

**Ἡμερήσιο τόξο** ἀστέρα, ὀνομάζουμε τό τόξο, πού διαγράφει ὁ ἀστέρας πάνω ἀπό τόν ὀρίζοντα τοῦ τόπου, πού στεκόμαστε, ὅπως εἶναι τό τόξο αινιδι τοῦ ἀστέρα Σ (σχ. 29). **Νυχτερινό τόξο** ἀστέρα, ὀνομάζουμε τό τόξο, πού διαγράφει ὁ ἀστέρας κάτω ἀπό τόν ὀρίζοντα τοῦ τόπου, πού στεκόμαστε, ὅπως εἶναι τό τόξο διβιαι τοῦ ἴδιου ἀστέρα Σ.

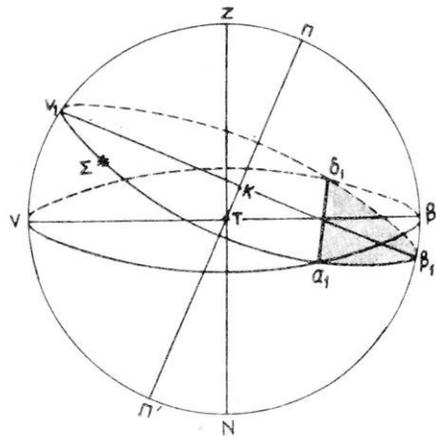
**Ἄνω μεσουράνηση ἀστέρα,** ὀνομάζουμε τή στιγμή πού ὁ ἀστέρας ἔχει τό μεγαλύτερο ὕψος του σέ ἓνα τόπο, ἀνεξάρτητα ἂν εἶναι ἀειφανής ἢ ἀφανής στόν τόπο αὐτό. Ἔτσι ὁ ἀστέρας Σ<sub>1</sub> (σχ. 30) μεσουρανεῖ ἄνω στό σημεῖο νι τῆς τροχιᾶς του. Ὁ ἀειφανής Σ<sub>2</sub> ἔχει τήν ἄνω μεσουράνησή του στό σημεῖο Ρ<sub>2</sub> καί ὁ ἀφανής Σ<sub>3</sub>, ὅταν φθάνει στό σημεῖο Ρ<sub>3</sub> τῆς τροχιᾶς του.

**Κάτω μεσουράνηση ἀστέρα,** ὀνομάζουμε τή στιγμή, πού ὁ ἀστέρας ἔχει τό μικρότερο ὕψος του σέ ἓνα τόπο.





Σχ. 30



Σχ. 31

Ο οὐράνιος μεσημβρινός έχει δύο βασικές ιδιότητες:

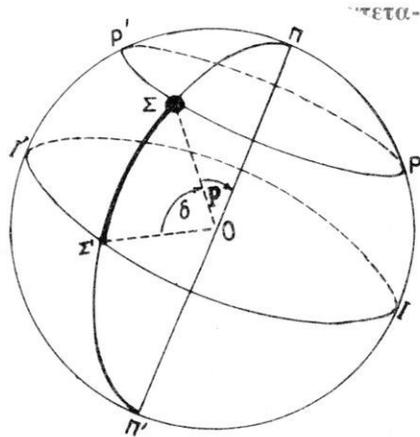
- α) Ο οὐράνιος μεσημβρινός τέμνει τούς παράλληλους κύκλους, πού διαγράφουν οι αστέρες, κατά διάμετρο, πού έχει πέρατα τά σημεία τής άνω και κάτω μεσουρανήσεως κάθε αστέρα (σχ. 31).
- β) Ο οὐράνιος μεσημβρινός διχοτομεί και τά ημερησία και τά νυχτερινά τόξα τών αστέρων.

**Ἀπόκλιση και πολική απόσταση αστέρα.** Ἀπόκλιση ενός αστέρα Σ (σχ., 32) ονομάζουμε τή γωνιώδη απόστασή του από τόν οὐράνιο ἰσημερινό ΙΣΤΓ.

Γιά νά βροῦμε τήν απόκλιση τοῦ αστέρα Σ, φέρνουμε τόν ὠριαίο κύκλο του ΠΣΣ'Π' και από τό Ο τίς δύο ὀπτικές ἀκτίνες ΟΣ και ΟΣ'. Ἡ ΟΣ', ὅπως βλέπουμε, κατευθύνεται πρὸς τό Σ', πού εἶναι τό σημείο τομῆς τοῦ ἰσημερινοῦ ἀπό τόν ὠριαίο τοῦ αστέρα. Ἡ γωνιώδης απόσταση τοῦ αστέρα Σ ἀπό τόν ἰσημερινό εἶναι ἡ γωνία Σ'ΟΣ, πού μέτρο τῆς εἶναι τό τόξο Σ'Σ τοῦ ὠριαίου τοῦ αστέρα Σ. Τήν απόκλιση τή συμβολίζουμε μέ τό γράμμα δ και τή μετροῦμε πάνω στόν ὠριαίο τοῦ αστέρα. Ἀρχίζουμε τή μέτρηση ἀπό τό σημείο Σ' τοῦ ἰσημερινοῦ· μπορεῖ νά μεταβάλλεται ἀπό 0<sup>0</sup> ἔως 90<sup>0</sup>. Θετική εἶναι, ἂν ὁ αστέρας βρῖσκεται στό βόρειο ἡμισφαίριο τοῦ οὐρανοῦ· ἀρνητική, ἂν ὁ αστέρας βρῖσκεται στό νότιο ἡμισφαίριο.

### Πολική απόσταση ενός

άστερα ονομάζουμε τή γωνιώδη απόστασή του από τό βόρειο πόλο τής ουράνιας σφαίρας. Έτσι ή πολική απόσταση του  $\Sigma$  (σχ. 32) είναι ή γωνία  $\text{ΠΟ}\Sigma$ , πού μέτρο της είναι τό τόξο  $\text{Π}\Sigma$  του ωριαίου του άστερα  $\Sigma$ . Τήν πολική απόσταση συμβολίζουμε μέ τό γράμμα  $P$  και τή μετρούμε πάνω στον ωριαίο του άστερα. Η μέτρηση αρχίζει από τό βόρειο πόλο τής ουράνιας σφαίρας και μπορεί νά μεταβάλλεται από  $0^\circ$  ως  $180^\circ$ .

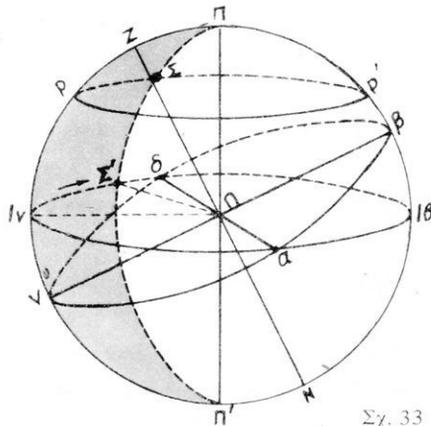


Σχ. 32

Έστω ό τόπος  $O$  και θανδδ ό όρίζοντάς του (σχ. 33). Ο ωριαίος  $\text{Π}\Sigma\P'$  του άστερα  $\Sigma$  τέμνει τόν ουράνιο ισημερινό  $\text{Ι}\beta\text{Ι}\nu\delta$  στό σημείο  $\Sigma'$  και σχηματίζει μέ τό μεσημβρινό  $\text{Π}\Sigma\P'$  τή δίεδρη γωνία  $\text{Ι}\nu\P\P'\Sigma$ . Αντίστοιχη τής δίεδρης ατήης στό έπίπεδο του ισημερινού είναι ή γωνία  $\text{Ι}\nu\text{Ο}\Sigma'$ , γιατί τό σημείο  $\text{Ι}\nu$  είναι τό σημείο πού ό ουράνιος ισημερινός τέμνεται από τό μεσημβρινό. Η δίεδρη γωνία  $\text{Ι}\nu\P\P'\Sigma$  και ή αντίστοιχή της έπίπεδη  $\text{Ι}\nu\text{Ο}\Sigma'$  έχουν ως μέτρο τό τόξο  $\text{Ι}\nu\Sigma'$  του ισημερινού.

### Ωριαία γωνία του άστερα

$\Sigma$  ή άλλου τυχαίου σημείου τής ουράνιας σφαίρας ονομάζουμε τή δίεδρη γωνία, πού ό ωριαίος του άστερα ή του σημείου σχηματίζει μέ τό μεσημβρινό του τόπου, πού θρισκόμαστε. Τήν ωριαία γωνία συμβολίζουμε μέ τό γράμμα  $H$  και τή μετρούμε πάνω στην περιφέρεια του ισημερινού. Η μέτρηση αρχίζει από τό σημείο  $\text{Ι}\nu$ , στό όποιο ό ουράνιος ισημερινός τέμνεται από τό με-



Σχ. 33

ἀνὰ δρομή φορά, δηλαδή ἀπὸ τὴν ἀνατολή  
ὡς κινεῖται φαινομενικά ἢ οὐράνια σφαίρα)· μπο-  
λλεῖται ἀπὸ  $0^{\circ}$  ἕως  $360^{\circ}$ .

## Ἑρωτήσεις

- 90) Τί ὀνομάζουμε οὐράνια σφαίρα;
- 91) Τί εἶναι κατακόρυφος σ' ἓναν τόπο;
- 92) Τί ὀνομάζουμε ζενίθ καὶ τί ναδίρ ἑνὸς τόπου;
- 93) Τί ὀνομάζουμε φυσικὸ ὀρίζοντα σ' ἓναν τόπο;
- 94) Τί ὀνομάζουμε αἰσθητὸ ὀρίζοντα σ' ἓναν τόπο;
- 95) Τί εἶναι ζενιθία ἀπόσταση ἑνὸς ἀστέρα σ' ἓναν τόπο καὶ πῶς μετριέται;
- 96) Τί εἶναι ὕψος ἀστέρα σ' ἓναν τόπο καὶ πῶς μετριέται;
- 97) Τί εἶναι ἀζιμούθιο σ' ἓναν τόπο καὶ πῶς μετριέται;
- 98) Τί ὀνομάζουμε ἄξονα τοῦ κόσμου καὶ τί βόρειο καὶ νότιο πόλο τῆς οὐράνιας σφαι-  
ρας;
- 99) Τί ὀνομάζουμε οὐράνιο ἰσημερινό;
- 100) Τί ὀνομάζουμε ὠριαῖο κύκλο;
- 101) Τί εἶναι τὸ μεσημβρινὸ ἐπίπεδο σ' ἓναν τόπο;
- 102) Τί εἶναι μεσημβρινὸς ἑνὸς τόπου;
- 103) Τί εἶναι μεσημβρινή γραμμὴ;
- 104) Γιατί ἡ οὐράνια σφαίρα περιστρέφεται ἀπὸ τὴν ἀνατολὴ πρὸς τὴ δύση;
- 105) Τί εἶναι ἡμερήσιο καὶ τί νυχτερινὸ τῶξο ἑνὸς ἀστέρα;
- 106) Ποιῆς εἶναι οἱ βασικὲς ιδιότητες τοῦ μεσημβρινοῦ ἑνὸς τόπου;
- 107) Τί ὀνομάζουμε ἀπόκλιση ἑνὸς ἀστέρα καὶ πῶς μετριέται;
- 108) Τί ὀνομάζουμε πολικὴ ἀπόσταση ἑνὸς ἀστέρα καὶ πῶς μετριέται;
- 109) Τί ὀνομάζουμε ὠριαία γωνία ἑνὸς ἀστέρα καὶ πῶς μετριέται;

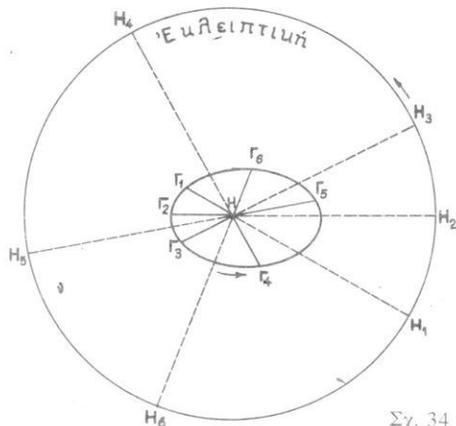
**19. Ὁ ἥλιος στήν οὐράνια σφαίρα. Οὐρανογραφικές συντεταγμένες.**

**Ἐκλειπτική.** Μιά συστηματική παρακολούθηση τοῦ ἡλίου, ἡμέρα μέ τήν ἡμέρα, ἀποδεικνύει, ὅτι αὐτός δέ μένει ἀκίνητος στήν οὐράνια σφαίρα. Ἐκτός ἀπό τήν καθημερινή κίνησή του, πού εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς φαινόμενης κινήσεως τῆς οὐράνιας σφαίρας, ὁ ἥλιος ἀλλάζει συνεχῶς θέση στόν οὐρανό. Ἔτσι μέσα σ' ἓνα χρόνο ἀκριβῶς διαγράφει, πάντοτε καί σταθερά, μιá πλήρη κυκλική τροχιά, κατά μήκος μέγιστου κύκλου τῆς οὐράνιας σφαίρας.

Οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες τό μέγιστο κύκλο τῆς ἐτήσιας τροχιάς τοῦ ἡλίου τόν ὀνόμασαν **ἐκλειπτική**.

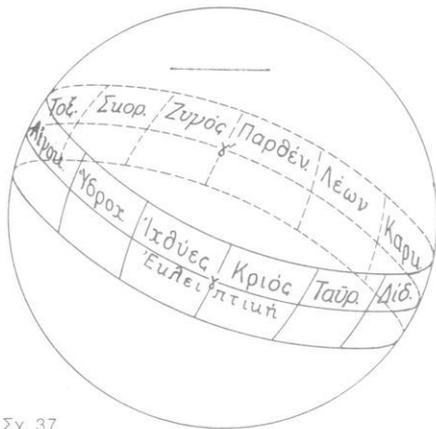
Ἡ ἐτήσια κίνηση τοῦ ἡλίου κατά μήκος τῆς ἐκλειπτικῆς δέν εἶναι πραγματική, ἀλλά φαινομενική. Ὅπως ἡ ἡμερήσια κίνηση αὐτοῦ, καθῶς καί ἡ κίνηση ὀλόκληρης τῆς οὐράνιας σφαίρας, εἶναι τό ἀποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς, ἔτσι καί ἡ φαινόμενη ἐτήσια κίνηση του κατά μήκος τῆς ἐκλειπτικῆς ὀφείλεται στήν πραγματική κίνηση τῆς γῆς γύρω ἀπό τόν ἥλιο.

Πραγματικά, ἂν  $\Gamma_1$  εἶναι μιá τυχαία θέση τῆς γῆς πάνω στήν ἐλλειπτική τροχιά της γύρω ἀπό τόν ἥλιο  $H$  (σχ. 34), τότε ἀπό τή θέση αὐτή ὁ ἥλιος φαίνεται, στήν οὐράνια σφαίρα, στή θέση  $H_1$ . Ἡ θέση  $H_1$  ὀρίζεται ἀπό τήν προέκταση τῆς ὀπτικῆς ἀκτίνας  $\Gamma_1 H$  (πού διευθύνεται ἀπό τή γῆ  $\Gamma$  πρὸς τόν ἥλιο  $H$ ), μέχρι νά φθάσει τήν οὐράνια σφαίρα. Ἡ γῆ, καθῶς κινεῖται ἀπό τά δυτικά πρὸς τά ἀνατολικά γύρω ἀπό τόν ἥλιο, ὅταν σέ κάποιο διάστημα, π.χ. ἓνα μήνα, φθάσει στή θέση  $\Gamma_2$ , τότε ὁ ἥλιος θά φαίνεται νά προβάλλεται μέ τόν ἴδιο τρόπο, στή θέση  $H_2$  τῆς οὐράνιας σφαίρας. Ἐνα μήνα ἀργότερα ἡ γῆ θά ὀρίσκει στή θέση  $\Gamma_3$  καί ὁ ἥλιος θά φαίνεται στή θέση  $H_3$



Σχ. 34

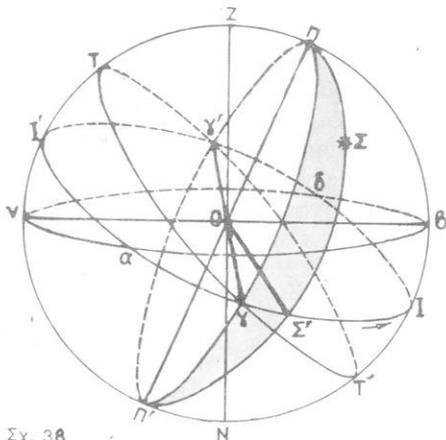




Σχ. 37

μείο ή **θερινή τροπή**. Έπειδή ο ήλιος, λίγες ημέρες πριν και λίγες ημέρες μετά τή θερινή τροπή, φαίνεται να βραδυπορεί πάνω στην εκλειπτική, **σάν να στέκεται**, τό θερινό τροπικό σημείο ονομάζεται και **θερινό ήλιοστάσιο**.

Από τό σημείο Τ ο ήλιος προχωρεί συνέχεια προς τό νότο και, αφού φθάσει στό γ', συνεχίζει να κατεβαίνει προς τό νότιο ήμισφαίριο του ούρανού. Τελικά, φθάνει στό σημείο Γ', τό νοτιότερο τής τροχιάς του, και τ ρ ε π ε τ αί πάλι προς τόν Ισημερινό. Τό σημείο Τ ονομάζεται **χειμερινό τροπικό σημείο** ή **χειμερινή τροπή**. Τό χειμερινό τροπικό σημείο ονομάζεται και **χειμερινό ήλιοστάσιο**. Η διάμετρος τής ούρανίας σφαίρας ΤΤ', πού συνδέει τά σημεία τών τροπών, ονομάζεται **γραμμή τών τροπών** ή **γραμμή τών ήλιοστασίων**.



Σχ. 38

Σεπτεμβρίου), ονομάζεται **φθινοπωρινό ισημερινό σημείο**. Ο ώριαιος κύκλος ΠγΠ'γ', πού περνά από τά ισημερινά σημεία, ονομάζεται **κόλυρος τών ισημερινών**.

Από τό εαρινό ισημερινό σημείο ο ήλιος ανεβαίνει στό βόρειο ήμισφαίριο του ούρανού και μετά τρεις μήνες (στις 22 Ιουνίου) φθάνει στό βορειότερο σημείο τής εκλειπτικής, τό Τ. Από τό σημείο αυτό αρχίζει να κατεβαίνει, τ ρ ε π ό μ ε ν ο ς (γυρίζοντας) και πάλι προς τόν ισημερινό. Τό σημείο Τ ονομάζεται **θερινό τροπικό ση-**

Κατά τήν άρχαιότητα οί Έλληνες άστρονόμοι είχαν διαπιστώσει, ότι οί πλανήτες, καθώς κινούνται γύρω από τόν ήλιο, διαγράφουν τίσ τροχιές τους μέσα σε μία στενή ζώνη του ούρανού με πλάτος 16°, ή όποία διχοτομούνταν μάλιστα από τήν εκλειπτική. Η ζώνη αυτή χωριζόταν σε δώδεκα ίσα μέρη (σχ. 37), τά όποία ονομάστηκαν **οίκοι (του ήλιου)**, γιατί μέσα στον καθένα τους παραμένει ο ήλιος κάθε χρόνο για ένα μήνα. Έπειδή μάλιστα, στο καθένα από τά δώδεκα αυτά τμήματα, οί εφρι-

σζόμενοι αστέρες αποτελούσαν αντίστοιχα και από ένα αστερισμό. πού συνήθως ονομάζονταν με το όνομα ενός ζώου, οι οποίοι ονομάζονταν και **ζώδια**, ενώ ολόκληρη η ζώνη ονομάστηκε **ζωδιακή ζώνη** ή και **ζωδιακός κύκλος**.

**Όρθη αναφορά αστέρα.** Έστω ο τόπος Ο και βανδβ ό όριζόντας του (σχ. 38).

(Στό σχήμα χρειαζόμαστε τόν όριζόντα γιά νά αναγνωρίσουμε τίς θέσεις τών κυρίων σημείων αυτού, προκειμένου νά καθορίσουμε τήν όρθή φορά από τή δύση πρός τήν άνατολή).

Έστω άκόμα ό ίσημερινός ΙγΙγ' και ή έκλειπτική γΥ'Τ', ενώ γγ' είναι ή τομή τους, δηλαδή ή γραμμή τών ίσημερινών. Έχουμε επίσης τόν κόλουρο τών ίσημερινών ΠγΠ'γ', δηλαδή τόν ώριαίο, πού περνά από τά ίσημερινά σημεία γ και γ', και τόν ώριαίο του άστέρα Σ, δηλαδή τό ήμικύκλιο ΠΣΠ'. Ό ώριαίος αυτός τέμνει τόν ουράνιο ίσημερινό στό σημείο Σ'.

**Όρθή αναφορά του άστέρα Σ,** ή όποιοιδήποτε άλλου τυχαίου σημείου τής ουράνιας σφαίρας, ονομάζουμε τή διέδρη γωνία πού σχηματίζει ό ώριαίος κύκλος του άστέρα, ή του σημείου μέ τόν ώριαίο του γ.

Η όρθή αναφορά του άστέρα Σ (σχ. 38) είναι ή διέδρη γωνία γΠΠ'Σ, πού σχηματίζει ό ώριαίος του άστέρα ΠΣΠ' μέ τό ήμικύκλιο του κόλουρου τών ίσημερινών, πού περνά από τό έαρινό σημείο γ, δηλαδή μέ τό ΠγΠ'. Αντίστοιχη τής διέδρης γωνίας είναι ή επίπεδη γωνία γΟΣ', πού όρίζεται στό επίπεδο του ίσημερινού. Μέτρο τής είναι τό γΣ', πού είναι και μέτρο τής διέδρης. Η όρθή αναφορά συμβολίζεται μέ τό γράμμα α. Τή μετρούμε πάνω στήν περιφέρεια του ίσημερινού, άρχίζοντας από τό γ, κατά τήν όρθή φορά, δηλαδή από τή δύση πρός τήν άνατολή και μεταβάλλεται από 0<sup>ο</sup> έως 360<sup>ο</sup>.

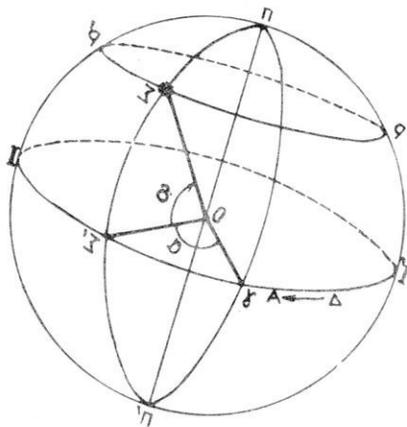
Έτσι μεταξύ όρθής αναφοράς και ώριαίας γωνίας ύπάρχουν οι έξης διαφορές:

α) Ένώ στήν ώριαία γωνία παίρνουμε ως πρώτο κάθετο κύκλο πάνω στόν ίσημερινό, τό μεσημβρινό του τόπου και άπ' αυτόν άρχίζουμε τίς μετρήσεις, στήν όρθή αναφορά ως πρώτο κάθετο κύκλο πάνω στόν ίσημερινό παίρνουμε τόν ώριαίο του γ.

β) Ένώ τήν ώριαία γωνία τή μετρούμε κατά τήν άνάδρομη φορά (Α → Δ), τήν όρθή αναφορά τή μετρούμε κατά τήν όρθή φορά (Δ → Α).

**Θέση σημείου στήν ουράνια σφαίρα.** Έστω άστέρας Σ, πού ό ώριαίος του είναι ό ΠΣΠ' (σχ. 39) και ό παράλληλός του ό ΡΣΡ'. Αν ΠγΠ' είναι ό ώριαίος του γ, τότε ή όρθή αναφορά του είναι ίση

μέ τη γωνία  $\gamma\Omega\Sigma'$  (όπου  $\Sigma$  είναι τό σημείο, πού ὁ ὠριαῖος τοῦ ἀστέρα τέμνει τόν ἰσημερινό) καί ἡ ἀπόκλισή του εἶναι ἴση μέ τη γωνία  $\Sigma'\Omega\Sigma$ . Μέτρο τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς του ( $\alpha$ ) εἶναι τό τόξο  $\gamma\Sigma'$  τοῦ ἰσημερινοῦ, πού μετροῦμε τήν ὀρθή φορά, καί τῆς ἀποκλίσεως ( $\delta$ ) εἶναι τό τόξο  $\Sigma\Sigma'$ , πού μετροῦμε πάνω στόν ὠριαῖο τοῦ ἀστέρα.



Σχ. 39

Συνεπῶς, ἂν γνωρίζουμε τήν ὀρθή ἀναφορά καί τήν ἀπόκλιση ἑνός ἀστέρα, μπορούμε νά καθορίσουμε τή θέση του στήν οὐράνια σφαίρα, ἀφοῦ καί οἱ δύο συντεταγμένες εἶναι ἀνεξάρτητες καί ἀπό τόν τόπο τῆς παρατηρήσεως καί ἀπό τό χρόνο. Ἡ ὀρθή ἀναφορά καί ἡ ἀπόκλιση ὀνομάζονται **οὐρανογραφικές συντεταγμένες** τοῦ σημείου καί τίς χρησιμοποιοῦμε μαζί, γιά νά καθορίσουμε τή θέση ἑνός ἀστέρα ἢ σημείου στήν οὐράνια σφαίρα.

## Ἑρωτήσεις

- 110) Τί ὀνομάζουμε ἐκλειπτική;
- 111) Τί εἶναι ἡ λόξωση τῆς ἐκλειπτικῆς;
- 112) Τί ὀνομάζουμε ἰσημερινά σημεία;
- 113) Τί ὀνομάζουμε ἡλιοστάσια (ἢ τροπές) καί ποιά εἶναι αὐτά;
- 114) Τί εἶναι ἡ ὀρθή ἀναφορά ἑνός ἀστέρα, πῶς μετρεῖται καί ποιά εἶναι ἡ χαρακτηριστική ιδιότητα αὐτῆς;
- 115) Ποιές συντεταγμένες λέγονται οὐρανογραφικές;
- 116) Τί ὀνομάζουμε ζωδιακή ζώνη;

## 20. Ἡμέρα, ἡλιακός καί παγκόσμιος χρόνος.

Γιά τή μέτρηση τοῦ χρόνου χρησιμοποιοῦνται ὡς μονάδες:

- α) Ἡ διάρκεια περιστροφῆς τῆς γῆς γύρω ἀπό τόν ἄξονά της, πού τήν ὀνομάζουμε, γενικά, **ἡμέρα**· καί  
β) ἡ διάρκεια τῆς περιφορᾶς τῆς γῆς γύρω ἀπό τόν ἥλιο, πού τήν ὀνομάζουμε, γενικά, **ἔτος**.

Γιά νά καθορίσουμε τό ἀκριβές μέγεθος τῶν δύο αὐτῶν χρονικῶν μονάδων, χρησιμοποιοῦμε τά φαινόμενα, πού προκαλοῦν ἡ περιστροφή τῆς γῆς γύρω ἀπό τόν ἄξονά της καί ἡ περιφορά της γύρω ἀπό τόν ἥλιο.

Στήν Ἀστρονομία δέ χρησιμοποιεῖται ὁ ἥλιος γιά τή μέτρηση τῆς διάρκειας τῆς ἡμέρας, ἀλλά τό ἔαρινό ἰσημερινό σημεῖο γ. Τό σημεῖο γ, ὅπως ξέρομε, εἶναι ἕνα ὀρισμένο σημεῖο τῆς οὐράνιας σφαίρας καί σχεδόν σταθερό, ἀφοῦ ἡ ἐτήσια μετατόπισή του, ἐξαιτίας τῆς μεταπτώσεως κατά  $50''$ ,2 μόνο, μπορεῖ νά θεωρηθεῖ ἀμελητέα. Ἀντίθετα, ὁ ἥλιος κινεῖται κατά  $1^\circ$  περίπου τήν ἡμέρα, ἀφοῦ ὀλόκληρη τήν περιφέρεια τῆς ἐκλειπτικῆς τή διατρέχει σέ  $365,242217$  ἡμ. καί τό σπουδαιότερο, δέν κινεῖται ὁμαλά, ἀλλά μέ ἄνιση ταχύτητα.

Ὅπως οἱ ἀστέρεις, ἔτσι καί τό σημεῖο γ, ἐξαιτίας τῆς φαινόμενης περιστροφῆς τῆς οὐράνιας σφαίρας, διαγράφει καθημερινά μιᾶ πλήρη περιφέρεια. Ἐπειδή ὁμως θρῖσκεται πάνω στόν ἰσημερινό, ἀντί νά γράφει παράλληλο, διαγράφει τόν ἴδιο τόν ἰσημερινό. Ἄν πάρουμε ὡς ἀρχή τῶν συνεχῶν περιφορῶν τοῦ γ μιᾶ ἀπό τίς ἄνω μεσουρανήσεις του, εἶναι φανερό, ὅτι τό γ θά ἐπιστρέφει πάντοτε σ' αὐτή, κάθε μιᾶ ἀστρική ἡμέρα, δηλαδή κάθε 23 ὥρ. 56 λ. 4 δ.

Γι' αὐτό **ἀστρική ἡμέρα** ὀνομάζουμε **τό χρόνο, πού περιέχεται μεταξύ δύο διαδοχικῶν ἄνω μεσουρανήσεων τοῦ ἔαρινοῦ ἰσημερινοῦ σημείου γ.**

Ἐξάλλου, ὅταν ὁ χρόνος μετρεῖται σέ ἀστρικές ἡμέρες καί σέ ὑποδιαίρεσεις τῆς ἀστρικῆς ἡμέρας ὀνομάζεται **ἀστρικός χρόνος**.

Ἀφοῦ τό σημεῖο γ διαγράφει τήν περιφέρεια τοῦ ἰσημερινοῦ, δηλαδή διαγράφει  $360^\circ$  σέ μιᾶ ἀστρική ἡμέρα, σέ μιᾶ ἀστρική ὥρα θά διαγράφει  $\frac{360^\circ}{24} = 15^\circ$ . Ἐπομένως, μετά μιᾶ ἀστρική ὥρα ἀπό τήν ἄνω μεσουράνησή του, ὁ ὠριαῖος τοῦ σημείου θά σχηματίζει μέ

τό μεσημβρινό ωριαία γωνία 15°. Μετά δύο, τρεις κλπ. αστρικές ώρες ή ωριαία γωνία του θα είναι 30°, 60° κλπ.

“Ωστε, ό αστρικός χρόνος, σέ μία οποιαδήποτε στιγμή, θά είναι ίσος μέ τήν τιμή τής ωριαίας γωνίας του σημείου γ κατά τήν ίδια στιγμή.

“Εστω άστέρας Σ<sub>1</sub> (σχ. 40), πού βρίσκεται πάνω στό μεσημβρινό του τόπου Τ, κατά τήν άνω μεσουράνησή του. “Αν γ είναι τό έαρινό ίσημερινό σημείο και ΠγΠ' ό ωριαίος του, τότε ή ωριαία γωνία του ΙΤγ μετρά τόν αστρικό χρόνο Τ, κατά τή στιγμή τής άνω μεσουράνησεως του άστέρα Σ<sub>1</sub>. Τήν ίδια γωνία, άν τή μετρήσουμε κατά όρθή φορά (άπό τό γ προς τό Ι), θά βροϋμε ότι είναι ίση μέ τήν όρθή άναφορά α<sub>1</sub> του άστέρα Σ<sub>1</sub>. Θά έχουμε δηλαδή:

$$T = \alpha_1 \quad (1)$$

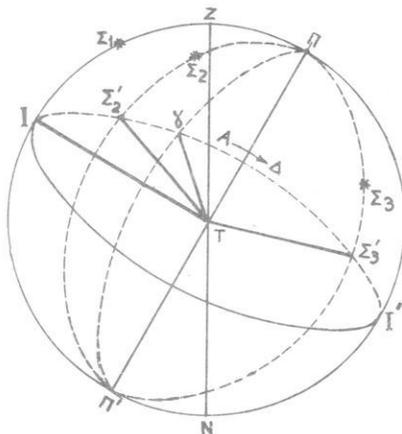
“Από τά παραπάνω βγάζουμε τό συμπέρασμα, ότι, όταν ένας άστέρας μεσουρανει άνω, τότε ή όρθή άναφορά του είναι ίση μέ τόν αστρικό χρόνο.

Αυτό σημαίνει, ότι, για νά βροϋμε τήν όρθή άναφορά ενός άστέρα, θά πρέπει νά έπισημάσουμε τή στιγμή πού βρίσκεται στην άνω μεσουράνησή του.

“Όπως δλέπουμε στό σχήμα 40, όταν ένας άστέρας Σ<sub>2</sub> ά κ ο λ ο υ θ ε ι τό γ, βρίσκεται άνατολικά του Σ<sub>1</sub> και μεταξύ του ωριαίου του γ και του μεσημβρινού του τόπου. “Η ωριαία γωνία του Η<sub>2</sub> είναι ίση μέ τό τόξο ΙΣ<sub>2</sub> και ή όρθή άναφορά του α<sub>2</sub> ίση μέ τό τόξο γΣ<sub>2</sub>. “Ετσι ό αστρικός χρόνος Τ=τόξ. Ιγ είναι ίσος μέ τό άθροισμα Η<sub>2</sub>+α<sub>2</sub>.

Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ότι ό αστρικός χρόνος Τ είναι ίσος μέ τό άθροισμα τής ωριαίας γωνίας και τής όρθής άναφοράς του άστέρα, πού ά κ ο λ ο υ θ ε ι τό γ στην ήμερήσια κίνηση τής ουράνιας σφαίρας.

“Εχουμε δηλαδή



Σχ. 40

$$T = H + \alpha$$

(2)

Ἐξ παρακολουθήσουμε τώρα τὸν ἀστέρα Σ<sub>3</sub>, πού προηγείται τοῦ γ, στὴ φαινόμενη κίνηση τῆς οὐράνιας σφαίρας. Ἡ ὠριαία γωνία τοῦ H<sub>3</sub> εἶναι ἴση μὲ τὸ τόξο ΙΣ<sub>3</sub> καὶ ἡ ὀρθή ἀναφορά τοῦ α<sub>3</sub> εἶναι τὸ τόξο γΠΣ<sub>3</sub> (τῆς κοίτης γωνίας). Τὸ ὑπόλοιπο τόξο τῆς περιφέρειας τοῦ ἡμερινοῦ, δηλαδή τὸ γΣ<sub>3</sub> εἶναι ἴσο μὲ 24 ὥρ. -α<sub>3</sub>. Ἔτσι θὰ ἔχουμε: H<sub>3</sub> = ΙΣ<sub>3</sub> = Ιγ + γΣ<sub>3</sub>

Ἐπειδὴ ὁμως Ιγ = T καὶ γΣ<sub>3</sub> = 24 ὥρ. -α<sub>3</sub> θὰ εἶναι καὶ

$$H_3 = T + 24 \text{ ὥρ.} - \alpha_3 \text{ ἢ}$$

$$T + 24 \text{ ὥρ.} = H_3 + \alpha_3$$

Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ὅτι τὸ ἄθροισμα τῆς ὠριαίας γωνίας καὶ τῆς ὀρθῆς ἀναφοράς ἐνὸς ἀστέρα, πού προπορεύεται τοῦ γ στὴν ἡμερήσια κίνηση τῆς οὐράνιας σφαίρας, εἶναι ἴσο μὲ τὸν ἀστρικό του χρόνο, αὐξημένο κατὰ 24 ὥρες, δηλαδή κατὰ μία ἀστρική ἡμέρα.

**Ἄνομάζουμε ἀληθινὴ ἡλιακὴ ἡμέρα τὸ χρόνο, πού χοιιάζεται τὸ κέντρο τοῦ δίσκου τοῦ ἡλίου, γιὰ νὰ κάνει δύο διαδοχικὲς ἄνω μεσουρανήσεις (μεσημβρίες).**

Ἀληθινὴ μεσημβρία ὀνομάζουμε τὴ στιγμή τῆς ἄνω μεσουρανήσεως τοῦ κέντρου τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου καὶ ἀληθινὸ μεσονύκτιο τὴ στιγμή τῆς κάτω μεσουρανήσεως αὐτοῦ.

Ἐπειδὴ ὁ ἥλιος, συγχρόνως μὲ τὴν ἡμερήσια κίνησή του, κινεῖται συνέχεια καὶ πάνω στὴν ἐκλειπτική του, γι' αὐτὸ, κάθε μεσημβρία, ὅταν ξαναγυρίζει στὸ μεσημβρινὸ ἐνὸς τόπου, ἡ ὀρθή του ἀναφορά, δηλαδή ἡ γωνιώδης ἀπόστασή του ἀπὸ τὸ γ, διαρκῶς ἀλλάζει καὶ αὐξάνει κάθε μέρα κατὰ 1<sup>ο</sup> περίπου.

Ἔτσι, ἂν συμβεῖ στίς 21 Μαρτίου, ἀκριβῶς τὸ μεσημέρι, τὸ κέντρο τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου νὰ συμπέσει μὲ τὸ γ, τότε, στὸ διάστημα τῆς ἀστρικῆς ἡμέρας ἀπὸ 21 πρὸς 22 Μαρτίου, ὁ ἥλιος θὰ μετατοπισθεῖ ἀπὸ τὸ γ καὶ θὰ κινηθεῖ κατὰ ὀρθή φορά, 1<sup>ο</sup> περίπου. Τὸ ἀποτέλεσμα αὐτῆς τῆς μεταθέσεως θὰ εἶναι, ὅτι στίς 22 Μαρτίου, ὅταν τὸ γ θὰ περῶν ἀπὸ τὸ μεσημβρινὸ καὶ θὰ ἔχει συμπληρωθεῖ μιὰ ἀστρική ἡμέρα, ὁ ἥλιος θὰ θρῖσκεται ἀνατολικότερα τοῦ γ κατὰ 1<sup>ο</sup> καὶ ἔτσι θὰ περάσει ἀπὸ τὸ μεσημβρινὸ 4 λ. περίπου ἀργότερα ἀπὸ τὸ γ (1<sup>ο</sup> = 4λ).

Τὸ ἴδιο θὰ γίνεται κάθε ἡμέρα· ὁ ἥλιος θὰ ἔρχεται στὸ μεσημ-

δρινό και θά γίνεται μεσημβρία, κατά 4 λεπτά αστρικού χρόνου περίπου, αργότερα από την προηγούμενη. Γι' αυτό ή ήλιακή ήμέρα θά έχει συνεχώς διάρκεια 24 ώρες, ενώ ή αστρική θά διαρκεί 4 λεπτά λιγότερο.

Έπομένως ή ήλιακή ήμέρα έχει μεγαλύτερη διάρκεια από την αστρική, 4 λεπτά περίπου.

Όπως ονομάσαμε αστρικό χρόνο την ωριαία γωνία του γ, σε κάποια στιγμή, έτσι **άληθινό ήλιακό χρόνο σ'** ένα τόπο, σε κάποια στιγμή, ονομάζουμε την ωριαία γωνία του κέντρου του ήλιακού δίσκου, στον τόπο αυτό, την ίδια στιγμή.

Ό ήλιος, μολονότι κανονίζει γενικά την καθημερινή ζωή (μέ τά διαδοχικά φαινόμενα της ήμέρας και της νύχτας, πού προκαλεί), δέν προσφέρεται για τή μέτρηση του χρόνου. Γι' αυτό θεσπίστηκε νά γίνεται ή μέτρηση μέ τή βοήθεια ενός φανταστικού ήλιου, για τόν όποιο δεχόμαστε:

α) ότι κινείται μέ τήν ίδια ταχύτητα,

β) ότι δέ διατρέχει τήν εκλειπτική, αλλά τόν ούράνιο ίσημερινό,

γ) ότι συμπληρώνει τήν περιφέρεια του ίσημερινού στον ίδιο χρόνο, πού χρειάζεται ο άληθινός ήλιος, για νά συμπληρώσει τήν περιφέρεια της εκλειπτικής, δηλαδή ένα έτος.

Ό φανταστικός αυτός ήλιος ονομάζεται **μέσος ήλιος**.

Όνομάζουμε **μέση ήλιακή ήμέρα τό χρόνο, πού χρειάζεται τό κέντρο του δίσκου του «μέσου ήλιου» νά κάνει δύο διαδοχικές άνω μεσουρανήσεις**.

Άφου δεχτήκαμε, ότι ή κίνηση του μέσου ήλιου γίνεται μέ τήν ίδια ταχύτητα, ή διαφορά μεταξύ αστρικής και μέσης ήλιακής ήμέρας γίνεται πιά σταθερή, δηλαδή 3 λ. και 56 δευτ. Γίνεται έτσι ίση μέ τή μέση  $\delta \iota \alpha \rho \chi \epsilon \iota \alpha$  των 365 άληθινών ήλιακών ήμερών του έτους.

**Μέση μεσημβρία** ονομάζουμε τή στιγμή της άνω μεσουρανήσεως του μέσου ήλιου. **Μέσο μεσονύκτιο** ονομάζουμε τή στιγμή της κάτω μεσουρανήσεως του μέσου ήλιου.

Σύμφωνα μέ τόν όρισμό της, ή μέση ήλιακή ήμέρα, αστρονομικά, άρχίζει από τή μεσημβρία. Για πρακτικούς όμως λόγους, στην καθημερινή ζωή, δεχτήκαμε, ότι άρχίζει από τό μεσονύκτιο.

Μέσο ήλιακό χρόνο, σε κάποια στιγμή, ονομάζουμε τήν ωριαία γωνία του κέντρου του δίσκου του «μέσου ήλιου» στον τόπο<sup>9</sup> πού διοικούμαστε, τήν ίδια στιγμή.

**Έξιωση του χρόνου** ονομάζουμε τή διαφορά του άληθινού ήλιακού χρόνου (Χα) από τό μέσο ήλιακό χρόνο (Χμ), σε κάποια ήμέρα του έτους. Τήν έξιωση του χρόνου τή συμβολίζουμε μέ τό γράμμα ε. Έτσι έχουμε:

$$\varepsilon = X_{\mu} - X_{\alpha}$$

Είναι φανερό, πώς, άν ύπήρχε πραγματικά ό μέσος ήλιος, τότε ό άληθινός ήλιος άλλοτε θά προπορευόταν και άλλοτε θά τόν άκολουθούσε. Έπομένως και ή έξιωση

του χρόνου άλλοτε είναι θετική, άλλοτε αρνητική και άλλοτε ίση με τό μηδέν.

Ἐξ αὐτοῦ καὶ ὁ ἀστρικός καὶ ὁ ἀληθινός καὶ ὁ μέσος ἡλιακός χρόνος ὀρίζονται μετὰ τὴν ὠριαία γωνία, καὶ ἀφοῦ ἡ γωνία αὕτη ἀλλάζει ἀπὸ τόπο σὲ τόπο, ἐπειδὴ ἀλλάζει ὁ μεσημβρινός, συμπεραίνουμε, ὅτι ὅλοι αὐτοὶ οἱ χρόνοι εἶναι τοπικοί. Αὐτὸ ἐξάλλου φαίνεται πιὸ καθαρά ἀπὸ τὸ ὅτι ἡ ἀρχὴ τῆς ἀστρικής ἡμέρας (δηλαδὴ ἡ ἄνω μεσουράνηση τοῦ  $\gamma$ ) καὶ ἡ μεσημβρία σ' ἓνα τόπο (εἴτε ἡ ἀληθινὴ εἴτε ἡ μέση) διαφέρουσι ἀπὸ τῆς μεσουράνησης τοῦ  $\gamma$  καὶ τῆς μεσημβρίας σ' ἓνα ἄλλο τόπο, ἀνατολικότερο ἢ δυτικότερο, διότι οἱ μεσημβρινοὶ τῶν δύο τόπων εἶναι διαφορετικοί.

**Τοπικὸν χρόνον**, ἀστρικὸν καὶ ἡλιακόν, ἀληθινὸν ἢ μέσον, ὀνομάζουμε τὸν χρόνον, πού μετροῦμε μετὰ τὴν ὠριαία γωνία στὸν τόπον αὐτόν.

Γιὰ νὰ μὴν ἔχει κάθε τόπος δικόν του μέσον ἡλιακόν χρόνον, τοπικόν, ὁπότε ἄλλη ὥρα θὰ εἶχε ἡ Ἀθήνα, ἄλλη ἡ Πάτρα, ἄλλη ἡ Μυτιλήνη, πού θὰ δυσκόλευε πολὺ ὄχι μόνον τίς τηλεπικοινωνίας καὶ τίς συγκοινωνίας, ἀλλὰ γενικὰ καὶ τὴ συνεννόησιν, χρησιμοποιήθηκε τὸ σύστημα τῶν ὠριαίων ἀτράκτων.

\* Ἄτρακτος ὀνομάζεται τὸ μέρος τῆς σφαίρας, πού ὀρίζεται ἀπὸ δύο μεσημβρινούς τῆς. Οἱ 24 ἴσες ἄτρακτοι τῆς γῆς δίνουν σ' αὕτη τὴ μορφή πορτοκαλιοῦ, πού ἔχει 24 ἴσες φέτες.

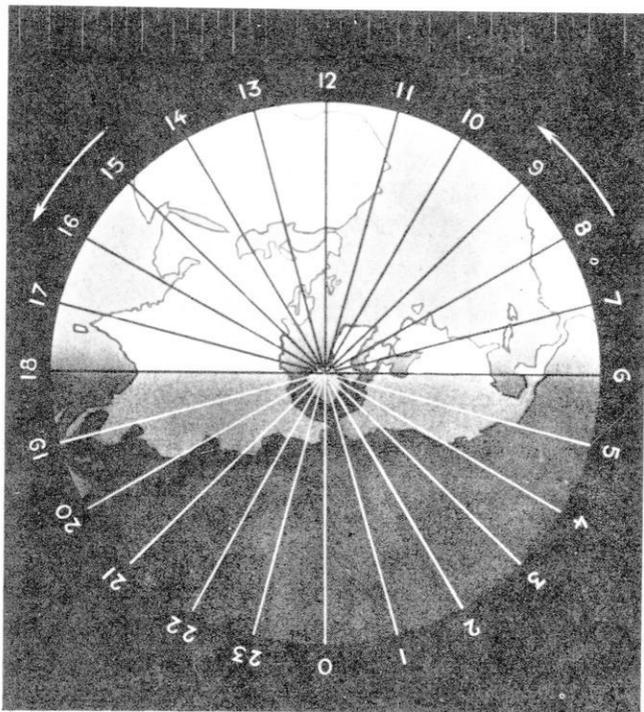
Κάθε ἄτρακτος ἔχει πλάτος  $15^{\circ}$  (διότι  $360^{\circ}:24=15^{\circ}$ ). Καὶ ἐπειδὴ  $15^{\circ}=1$  ὥρα, οἱ 24 ἄτρακτοι λέγονται ὠριαῖες.

Εἶναι φανερό, ὅτι τὸ πλάτος κάθε ἀτράκτου, ( $15^{\circ}=1$  ὥρα), ἀντιστοιχεῖ στὴ διαφορὰ τοῦ γεωγραφικοῦ μήκους τῶν δύο μεσημβρινῶν τῆς γῆς, πού ὀρίζουν κάθε ἄτρακτον.

Οἱ ἄτρακτοι τῆς γῆς ἀριθμίζονται ἀπὸ 0 ἕως 23, (ὅπως οἱ ὥρες). Μηδενικὴ παίρουμε τὴν ἄτρακτον, πού διχοτομεῖται ἀπὸ τὸν πρῶτον μεσημβρινόν τοῦ Γκρήνουιτς (σχ. 41).

Ἐξ αὐτοῦ ἡ γῆ χωρίσθηκε σὲ 24 ἀτράκτους, συμφωνήθηκε, ὥστε ὅλοι οἱ τόποι, πού περιέχονται σὲ κάθε ἄτρακτον νὰ ἔχουν τὴν ἴδιαν ὥραν· καὶ μάλιστα τὴν ὥραν πού ἀντιστοιχεῖ στὸ γήινον μεσημβρινόν, ὁ ὁποῖος διχοτομεῖ τὴν ἄτρακτον. Αὕτη εἶναι ἡ ἐπίσημη ὥρα.

**Παγκόσμιος χρόνος** εἶναι ὁ τοπικὸς μέσος ἡλιακὸς χρόνος τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ Γκρήνουιτς.



Σχ. 41 Οι 24 ζώνες της γης.

Έτσι τόποι πού βρίσκονται σέ διαφορετικές ατράκτους, όποι-  
αδήποτε στιγμή, διαφέρουν μόνο κατά ά κ έ ρ α ι ε ς ώ ρ ε ς, δηλαδή  
τά ρολόγια σέ όλους τούς τόπους, σέ όλες τίς ατράκτους δείχνουν  
πάντοτε τά ίδια λεπτά και δευτερόλεπτα, διαφέρουν μόνο  
στήν ώρα (0, 1, 2... 23 ώρα).

Η Εύρώπη εκτείνεται στίς τρεις πρώτες ατράκτους. Οί ώρες πού  
άντιστοιχούν σ' αυτές είναι: τής μηδενικής ατράκτου (Γκρήνουιτς),  
**ώρα δυτικής Εύρώπης**· τής 1ης ατράκτου, **ώρα Κεντρικής Εύρώ-  
πης**· και τής 2ης ατράκτου, **ώρα ανατολικής Εύρώπης**.

Η Ελλάδα εκτείνεται πάνω στήν 1η και τή 2η ατράκτο. Για νά  
μήν έχουμε όμως στή χώρα μας δύο διαφορετικές ώρες, άποφασί-  
στηκε όλη ή Ελλάδα νά έχει τήν ώρα τής 2ης ατράκτου. δηλαδή τής

ανατολικής Ευρώπης, πού διαφέρει από την ώρα της ατράκτου του Γκρήνουιτς 2 ώρες, δηλαδή όταν στην Ἀγγλία ή ώρα είναι 12 μεσημέρι, στην Ἑλλάδα είναι 2 απόγευμα.

Ἐπειδή τό γεωγραφικό μήκος τῶν Ἀθηνῶν είναι  $L=1$  ὥρ. 34 λ. 52 δ. Α., ὁ τοπικός Ἀθηνῶν διαφέρει σταθερά ἀπό τόν παγκόσμιο χρόνο κατά

$$2 \text{ ὥρες} - (1 \text{ ὥρα } 34 \text{ λ. } 52 \text{ δ.}) = 25 \text{ λ. } 8 \text{ δ.}$$

## Ἐρωτήσεις

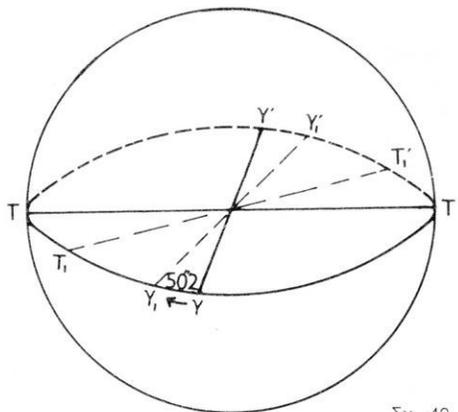
- 117) Τί ὀνομάζουμε ἀστρική ἡμέρα;
- 118) Τί ὀνομάζουμε ἀστρικό χρόνο;
- 119) Τί είναι ἡ ἀληθινή ἡλιακή ἡμέρα;
- 120) Τί είναι ὁ ἀληθινός ἡλιακός χρόνος;
- 121) Τί είναι ἡ ἐξίσωση τοῦ χρόνου καί σέ τί μᾶς χρειάζεται;
- 122) Ὄταν ἔχουμε ἓνα ἀστρικό χρονόμετρο, πῶς μπορούμε νά βροῦμε τήν ὀρθή ἀναφορά ἑνός ἀστέρη;
- 123) Τί είναι μέσος ἥλιος;
- 124) Τί ὀνομάζουμε μέση ἡλιακή ἡμέρα;
- 125) Τί ὀνομάζουμε μέσο ἡλιακό χρόνο;
- 126) Τί είναι τοπικός χρόνος;
- 127) Ποιά είναι ἡ ἐπίσημη ὥρα στήν Ἑλλάδα;
- 128) Τί είναι παγκόσμιος χρόνος καί τί ἐπίσημη ὥρα;

## 21. Ἔτος, ἡμερολόγια, ἑορτή τοῦ Πάσχα.

Ἀστρικό ἔτος ὀνομάζουμε τό χρόνο, πού χρειάζεται ἡ γῆ, γιά νά συμπληρώσει μιᾶ περιφορά τῆς γύρω ἀπό τόν ἥλιο, ἢ τό χρόνο πού χρειάζεται ὁ ἥλιος, γιά νά διαγράψει μιᾶ πλήρη περιφέρεια κύκλου, κινούμενος πάνω στήν ἐκλειπτική.

Τό αστρικό έτος είναι ίσο μέ 365,256374 μέσες ήλιακές ήμέρες.

Έστω ότι, κατά τήν εαρινή ίσημερία κάποιου έτους, ή γραμμή τών ίσημεριών κατέχει τή θέση  $\gamma\gamma'$  τής έλλειπτικής  $\gamma\Gamma\gamma'\Gamma'$  (σχ. 42) καί ότι τό  $\gamma$  είναι τό εαρινό σημείο. Τότε, στή διάρκεια ενός έτους, πού ό ήλιος θά φαίνεται, ότι κινείται κατά τήν όρθή φορά, εξαιτίας τής μεταπτώσεως τών ίσημεριών,



Σχ. 42

ή  $\gamma\gamma'$  θά κινηθεί κατά τήν ανάδρομη φορά καί θά πάρει τή θέση  $\gamma_1\gamma_1'$ . Η  $\gamma_1$  θά είναι ή νέα θέση του  $\gamma$  καί θά διαφέρει από τήν άρχική θέση του  $\gamma$  καί θά διαφέρει από τήν άρχική θέση  $50''$ , 2. Έτσι, μετά ένα έτος ή νέα ίσημερία θά γίνει, όταν ό ήλιος θά βρεθεί στή θέση  $\gamma_1$ . Τότε όμως ό ήλιος δέ θά έχει διαγράψει άκόμα όλόκληρη τήν περιφέρεια τής έλλειπτικής. Θά έχει διαγράψει τό τόξο  $\gamma\Gamma\gamma_1$ , πού διαφέρει από τήν περιφέρεια  $50''$ , 2. Ωστε ό χρόνος πού χρειάζεται, γιά νά συμπληρωθούν δύο εαρινές ίσημερίες δέν είναι ένα όλόκληρο αστρικό έτος, αλλά μικρότερο χρονικό διάστημα.

**Τροπικό έτος** ονομάζουμε τό χρόνο, πού περιέχεται ανάμεσα σί δύο διαβάσεις του κέντρου του ήλιακού δίσκου από τό εαρινό ίσημερινό σημείο  $\gamma$ , δηλαδή τό χρονικό διάστημα πού μεσολαθεί μεταξύ δύο διαδοχικών ίσημεριών.

Τό τροπικό έτος είναι ίσο μέ 365,242217 μέσες ήλιακές ήμέρες. Στήν καθημερινή ζωή μας δέ χρησιμοποιούμε τά αστρικά έτη, αλλά τά τροπικά, διότι αυτά αντιλαμβανόμαστε από τή συνεχή έναλλαγή τών εποχών του έτους.

Έπειδή ή διάρκεια του τροπικού έτους δέν έχει άκέραιο άριθμό ήμερών καί στήν πρακτική ζωή δέν είναι δυνατό νά χρησιμοποιηθεί γιά τή μέτρηση τών έτων, θεοπίστηκε τό **πολιτικό έτος**, μέ άκέραιο πάντοτε άριθμό ήμερών.

Γιά νά ύπάρχει έναρμόνιση μεταξύ τής φυσικής διάρκειας του

τροπικου̅ έτους και τής διάρκειας του̅ πολιτικού̅ έτους, έπινοήθηκαν κατά καιρούς διάφορα **ήμερολόγια**.

**Τό̅ Ίουλιανό̅ και τό̅ Γρηγοριανό̅ ήμερολόγιο.** Τό̅ Ίουλιανό̅ ήμερολόγιο είναι αυτό, που̅ ονομάζομε σήμερα παλαιό̅ ήμερολόγιο. Ονομάζεται Ίουλιανό̅ από τό̅ όνομα του̅ Ρωμαίου̅ αυτοκράτορα Ίούλιου Καίσαρα, ό̅ όποιος τό̅ καθιέρωσε τό̅ 44 π.Χ. σ' όλη τήν̅ έκταση του̅ Ρωμαϊκού̅ κράτους.

Έπειδή τό̅ έτος θεωρούταν μέχρι τότε ίσο με 365 ήμ., δηλαδή μικρότερο από τό̅ τροπικό̅ έτος κατά 0,242217 ήμ. = 5 ώρ. 48 λ. και 48 δ. περίπου, γι' αυτό, στο̅ διάστημα από τό̅ 700 π.Χ. έως τό̅ 45 π.Χ., οι̅ χρονολογίες, όπως τής μετρούσαν, ήταν φυσικό να̅ πρ ο - χω ρ ο ύ ν γρηγορότερα από τής έποχές. Έτσι, κατά τήν̅ έαρινή̅ ίσημερία του̅ 45 π.Χ. (23 Μαρτίου τότε), τό̅ ήμερολόγιο προπορευόταν κατά 80 ήμέρες και έλεγε 12 Ίουνίου.

Ο̅ Ίούλιος Καίσαρας κάλεσε, τότε, από τήν̅ Άλεξάνδρεια τόν̅ Έλληνα̅ άστρονόμο Σωσιγένη να̅ διορθώσει τό̅ ήμερολόγιο. Ο̅ Σωσιγένης χρησιμοποίησε τό̅ τροπικό̅ έτος για τή̅ μέτρηση τών̅ έτων. Έτσι παρέτεινε τό̅ έτος 45 π.Χ. κατά 80 ήμέρες, οι̅ όποιες όμως δέ μετρήθηκαν· γιατί τόσες περισσότερες ακριδώς είχαν μετρηθεί έως τότε, χωρίς στήν̅ πραγματικότητα να̅ έχουν διανυθει. Με τόν̅ τρόπο αυτό, τό̅ 44 π.Χ., ή̅ έαρινή̅ ίσημερία ήλθε στή̅ φυσική της θέση, στις 23 Μαρτίου.

Ο̅ Σωσιγένης όμως υπολόγιζε τή̅ διάρκεια του̅ τροπικού̅ έτους ίση με 365,25 ήμ., δηλαδή μεγαλύτερη από τήν̅ πραγματική. Γι' αυτό και θέσπισε, ώστε τά̅ έτη να̅ έχουν 365 ήμέρες και σε κάθε τέταρτο έτος να̅ προσθέεται μιá̅ άκόμα ήμέρα (0,25x4=1 ήμ.). Τά̅ έτη αυτά, που̅ είχαν 366 ήμέρες, ονομάστηκαν δίσεκτα. Καί̅ αυτό, γιατί ή̅ 366η̅ ήμέρα, άρχικά, έμπαινε ανάμεσα στήν̅ 24η̅ και 25η̅ Φεβρουαρίου, που̅ τότε ονομαζόταν «έκτη̅ πρό τών̅ καλενδών του̅ Μαρτίου», και μετρούταν, για δεύτερη φορά, ως δίς̅ έκτη̅. Σήμερα ή̅ 366η̅ ήμέρα τών̅ δίσεκτων έτων μετριέται, ως 29η̅ Φεβρουαρίου.

Κατά τούς̅ χριστιανικούς̅ χρόνους θεσπίσθηκε να̅ θεωρούντία̅ ως δίσεκτα̅ εκείνα̅ τά̅ έτη, που̅ ό̅ άριθμός τους είναι διαιρετός τό̅ 4.

Ἐπειδὴ τὸ ἔτος τοῦ Ἰουλιανοῦ ἡμερολόγιου ὑπολογίζονταν με-  
γαλύτερο ἀπὸ τὸ τροπικὸ, κατὰ  $365,25 - 365,242217 =$   
 $0,007783$  ἡμ., γι' αὐτὸ, κάθε 129 ἔτη, ἡ διαφορά ἐφθανε  $0,007783 \times$   
 $129 = 1,004$  ἡμέρα. Ἐπομένως κάθε 129 ἔτη οἱ ἡμερομηνίες θά κα-  
θυστεροῦσαν, σχετικὰ μὲ τὶς ἐποχές, κατὰ μίαν ἡμέραν.

Πραγματικὰ, ἐνῶ τὸ 44 π.Χ., πού θεοσιτίστηκε τὸ Ἰουλιανὸ ἡμε-  
ρολόγιο, ἡ ἑαρινὴ ἰσημερία ἐγινε στίς 23 Μαρτίου, τὸ 85 μ.Χ. ἐγινε  
στίς 22 Μαρτίου καὶ τὸ 214 μ.Χ. ἐγινε ἀκόμα μίαν ἡμέραν νωρίτερα,  
στίς 21 Μαρτίου, πού θά συνεχιζόταν ἄλλα 129 ἔτη, δηλαδή μέχρι  
τὸ 343 μ.Χ. Ὅταν συνῆλθε, τὸ 325 μ.Χ., ἡ Α' Οἰκουμενικὴ Σύνοδος  
καὶ ὄρισε πότε θά γιορτάζεται τὸ Πάσχα, ἡ ἑαρινὴ ἰσημερία, σύμ-  
φωνα μὲ τὸ ἡμερολόγιο, ἐγινε στίς 21 Μαρτίου.

Ἡ καθυστέρηση αὐτὴ στό ἡμερολόγιο, σχετικὰ μὲ τὶς ἐποχές,  
συνεχιζόταν καὶ τὸ 1582 ἡ ἑαρινὴ ἰσημερία σημειώνονταν ἡμερολο-  
γιακῶς στίς 11 Μαρτίου, δηλαδή δέκα ἡμέρες νωρίτερα σέ σύγκριση  
μὲ τὸ 365 μ.Χ. Γι' αὐτὸ ὁ πάπας Γρηγόριος ὁ ΙΓ' ἀναγκάστηκε τότε  
νά ἀναθέσει στὸν ἀστρονόμο Lilio ἀπὸ τὴν Καλαβρία, α) νά συγ-  
χρονίσει τὸ ἡμερολόγιο μὲ τὶς ἐποχές καὶ β) νά τὸ μεταρρυθμίσει,  
ὥστε νά σταματήσει ἡ ἀνωμαλία.

Ὁ Lilio, γιὰ νά καλύψει τὴν ἡμερολογιακὴ καθυστέρηση τῶν  
δέκα ἡμερῶν, ἀπὸ τὸ 325 μέχρι τὸ 1582 μ.Χ., ἔκανε ὅ,τι εἶχε κάνει ὁ  
Σωσιγένης, δηλαδή πρόσθεσε τὶς δέκα ἡμέρες στίς 4 Ὀκτωβρίου  
1582 καὶ θεώρησε τὴν ἡμερομηνία αὐτὴ ὡς 15η Ὀκτωβρίου. Γιατί  
οἱ ἡμέρες αὐτές εἶχαν πραγματικὰ διανυθεῖ, ἀλλὰ δέν εἶχαν μετρη-  
θεῖ. Ἐξάλλου, γιὰ νά μὴν ἐπαναληφτεῖ τὸ λάθος, ὄρισε κάθε 400 ἔτη  
νά θεωροῦνται δίσεκτα ὄχι τὰ 100, ἀλλὰ μόνο τὰ 97. Ἔτσι κάθε  
τέσσερις αἰῶνες ἡ ἐτήσια διαφορά τῶν 0,007783 ἡμ. γίνεται:  
 $0,007783 \times 400 = 3,1132$  ἡμέρες. Γι' αὐτὸ καὶ θέσπισε τὸν παρακάτω  
κανόνα γιὰ τὸν ὑπολογισμό τῶν δίσεκτων ἐτῶν: **Ἀπὸ τὰ ἐπαιώνια  
ἔτη (πού δείχνουν ὀλόκληρους αἰῶνες καὶ ὄχι κλάσματά τους) δίσε-  
κτα εἶναι μόνο αὐτὰ πού ὁ ἀριθμὸς τῶν αἰῶνων (16, 17, 18, 19, 20  
κλπ.) διαιρεῖται ἀκριβῶς μὲ τὸ 4.** Ἔτσι δίσεκτα εἶναι μόνο τὰ  
(ἐπαιώνια) ἔτη 1600, 2000, 2400 κλπ., ἐνῶ κατὰ τὸ Ἰουλιανὸ ἡμε-  
ρολόγιο ὅλα τὰ ἐπαιώνια ἔτη ἦταν δίσεκτα.

Μὲ τὴ ρύθμιση αὐτὴ ὑπάρχει πάλι καθυστέρηση στό ἡμερολό-  
γιο, ἀλλὰ εἶναι μίαν ἡμέραν περὶ πᾶν 4000 ἔτη.

Τό καινούριο ἡμερολόγιο ὀνομάσθηκε **Γρηγοριανό** ἀπό τό ὄνομα τοῦ πάπα Γρηγορίου τοῦ ΙΓ΄.

Τό Γρηγοριανό ἡμερολόγιο τό δέχτηκαν ὅλα τά πολιτισμένα κράτη. Στήν Ἑλλάδα ἐγίνε δεκτό τό 1923. Ἐπειδή ὁμως ἀπό τό 1582 ἕως τό 1923 μ.Χ. εἶχε γίνει καθυστέρηση στό Ἰουλιανό ἄλλες τρεῖς ἡμέρες (δηλαδή 13 ἡμέρες ἀπό τό 325 μ.Χ.), ἡ 16η Φεβρουαρίου 1923 ἐγίνε στό ἡμερολόγιο 1 Μαρτίου 1923.

Τό Γρηγοριανό ἡμερολόγιο στήν Ἑλλάδα ὀνομάζεται συνήθως νέο ἡμερολόγιο, ἐνῶ τό Ἰουλιανό παλαιό ἡμερολόγιο.

Ἐπειδή οἱ Ἑβραῖοι γιόρταζαν τό Πάσχα κατὰ τήν ἡμέρα τῆς πανσέληνου, πού γινόταν μετὰ τήν ἑαρινή ἰσημερία, καί ἐπειδή ὁ Ἰησοῦς Χριστός ἀναστήθηκε μετὰ τήν ἑορτή τοῦ ἑβραϊκοῦ πάσχα, δηλαδή μετὰ τήν ἑαρινή πανσέληνο, γι' αὐτό ἡ Α΄ Οἰκουμενική Σύνοδος, στή Νίκαια τό 325 μ.Χ., θέσπισέ γιά τόν ἑορτασμό τοῦ Πάσχα τόν ἑξῆς κανόνα:

**Τό Χριστιανικό Πάσχα πρέπει νά γιορτάζεται τήν πρώτη Κυριακή μετὰ τήν πανσέληνο, πού θά γίνει κατὰ τήν ἡμέρα τῆς ἑαρινῆς ἰσημερίας ἢ μετὰ ἀπ' αὐτή. Ἄν ὁμως ἡ πανσέληνος γίνει Κυριακή, τότε τό Πάσχα θά ἑορτάζεται τήν ἐπόμενη Κυριακή.** Αὐτό ἐγίνε, γιά νά μή συμπίπτει ποτέ τό Χριστιανικό μέ τό Ἑβραϊκό Πάσχα.

Ἐπομένως, γιά νά δοῦμε, πότε θά γιορταστεῖ τό Πάσχα κάποιο ἔτος, εἶναι ἀρκετό νά γνωρίζουμε, ποιά εἶναι ἡ ἡμερομηνία τῆς ἑαρινῆς πανσέληνου. Τότε Πάσχα θά ἔχουμε τήν πρώτη, μετὰ τήν πανσέληνο, Κυριακή. Ἡ ἡμερομηνία τῆς ἑαρινῆς πανσέληνου υπολογίζεται ἀπό τοὺς Ὀρθόδοξους μέ τόν ὀνομαζόμενο κύκλο τοῦ Μέτωνα.

**Τό παγκόσμιο ἡμερολόγιο.** Ἀπό τά ἡμερολόγια, πού ἔχουν προταθεῖ, αὐτό πού φαίνεται ὅτι θρῖσκειται πιό κοντά στή λύση τοῦ θέματος τῆς καθυστερήσεως εἶναι τό **παγκόσμιο ἡμερολόγιο.**

Σύμφωνα μ' αὐτό τό ἔτος διαιρεῖται σέ 4 τρίμηνα μέ 91 ἡμέρες κάθε ἓνα καί 13 ἑβδομάδες ( $13 \times 7 = 91$ ). Οἱ πρώτοι μῆνες τῶν τριμήνων (Ἰανουάριος, Ἀπρίλιος, Ἰούλιος καί Ὀκτώβριος) ἔχουν ἀπό 31 ἡμέρες. Ὅλοι οἱ ἄλλοι μῆνες ἔχουν ἀπό 30. Ἐτσι τό ἔτος ἔχει συνολικά ( $4 \times 91$ ) 364 ἡμέρες καί 52 ἑβδομάδες ( $52 \times 7 = 364$ ).

Ἡ 1η ἡμέρα τοῦ ἔτους καί ἡ 1η κάθε τριμήνου εἶναι πάντοτε Κυριακή. Ἐξάλλου ἡ 1η ἡμέρα τῶν δευτέρων μηνῶν τῶν τριμήνων (1η Φεβρουαρίου, 1η Μαΐου, 1η Αὐ-

γούστου και 1η Νοεμβρίου) είναι πάντοτε Τετάρτη. Η 1η ημέρα των τρίτων μηνών των τρίμηνων (1η Μαρτίου, 1η Ιουνίου, 1η Σεπτεμβρίου και 1η Δεκεμβρίου) είναι πάντοτε Παρασκευή. Έτσι όλες οι ημερομηνίες μίας ημέρας της εβδομάδας θα είναι οι ίδιες πάντοτε με μία ημέρα άλλης εβδομάδας, δηλαδή μία γιορτή, π.χ. του Αγίου Δημητρίου, που γιορτάζεται στις 26 Οκτωβρίου, θα είναι πάντοτε ημέρα Πέμπτη.

Τό Πάσχα θα γιορτάζεται πάντοτε στις 8 Απριλίου, που είναι Κυριακή, και όλες οι κινητές εορτές θα σταθεροποιηθούν.

Η 365η ημέρα του έτους θα είναι η μέρα λ ε ν κ ή. Δέ θα έχει δηλαδή όνομα και αριθμηση, γι' αυτό και θα ονομάζεται λ ε ν κ ή ή μέρα. Η ημέρα αυτή, που μπαίνει μεταξύ 30 Δεκεμβρίου (Σάββατο) και 1ης του έτους (Κυριακή), θα είναι άφιερωμένη σε παγκόσμιο έορτασμό.

Στά δίσεκτα έτη υπάρχει και δεύτερη λευκή ημέρα, πάλι για παγκόσμιο έορτασμό, και μπαίνει μεταξύ 30 Ιουνίου (Σάββατο), τελευταία ημέρα του Ιου έξιμήνου, και 1ης Ιουλίου (Κυριακή).

Τό παγκόσμιο ημερολόγιο, αν γίνει τελικά δεκτό, θα είναι παγκόσμιο πραγματικά, γιατί θα ισχύει σ' όλο τον κόσμο. Μέχρι τώρα τό έχουν αποδεχτεί ό Ο.Η.Ε., όλοι οι άρχηγοί των διάφορων θρησκειών, αλλά και γενικότερα όλοι οι παγκόσμιοι οργανισμοί (οικονομικοί, εργατικά συνδικάτα κλπ). Δέν έχει όμως άκόμα άρχίσει ή χρησιμοποίησή του, γιατί πρέπει, πρώτα νά γίνει ή σχετική διαφώτιση των λαών. Η άπλότητά του φαίνεται στόν παρακάτω πίνακα.

#### ΝΕΟ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ ΑΠΡΙΛΙΟΣ ΙΟΥΛΙΟΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ ΜΑΪΟΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ,	ΜΑΡΤΙΟΣ ΙΟΥΝΙΟΣ Σ/ΜΒΡΙΟΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
Κ. Δ. Τ. Τ. Π. Π. Σ. 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 31	Κ. Δ. Τ. Τ. Π. Π. Σ. 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	Κ. Δ. Τ. Γ. Π. Π. Σ. 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
Σημείωση: Η λευκή ημέρα στά κοινά έτη μπαίνει μετά τίς 30 Δεκεμβρίου. Η λευκή ημέρα στά δίσεκτα μπαίνει μετά τίς 30 Ιουνίου.		

#### Έρωτήσεις

129) Τι ονομάζουμε άστρικό έτος;

130) Τι ονομάζουμε τροπικό έτος;

- 131) Τι ονομάζουμε πολιτικό έτος;
- 132) Τι είναι ήμερολόγιο;
- 133) Πότε ένα έτος λέγεται δίσεκτο;
- 134) Τι διαφέρει τό Ίουλιανό από τό Γρηγοριανό ήμερολόγιο;
- 135) Πότε εορτάζεται τό Χριστιανικό Πάσχα;
- 136) Τι είναι παγκόσμιο ήμερολόγιο;
- 137) Τι πλεονεκτήματα θά έχει τό παγκόσμιο ήμερολόγιο, όταν θά χρησιμοποιηθεί;

## ΚΟΣΜΟΓΟΝΙΑ

**22. Μικροκοσμογονία και μακροκοσμογονία.**

Ἡ Κοσμογονία εἶναι κλάδος τῆς Ἀστρονομίας καί ἀσχολεῖται μέ τήν προέλευση καί ἐξέλιξη τοῦ Σύμπαντος.

Ἡ Κοσμογονία διαίρεται σέ δύο μέρη: Στή μικροκοσμογονία, πού ἀσχολεῖται μέ τήν προέλευση καί ἐξέλιξη τοῦ ἡλιακοῦ μας συστήματος, καί στή μακροκοσμογονία, πού ἀσχολεῖται μέ τήν προέλευση καί ἐξέλιξη τῶν ἀστέρων, τῶν γαλαξιών καί ὁλόκληρου, γενικά, τοῦ σύμπαντος.

Κοσμογονικές θεωρίες πού διατυπώθηκαν μέχρι σήμερα εἶναι:

– τοῦ Λαπλάς (Laplace), πού τή διατύπωσε στά τέλη τοῦ 18ου αἰώνα καί ἐπικράτησε περισσότερο ἀπό 100 χρόνια.

– τοῦ Τζήνς (Jeans). Διατυπώθηκε στίς ἀρχές τοῦ 20οῦ αἰώνα καί μέ μερικές τροποποιήσεις ἴσχυσε μέχρι τό 1940.

– τοῦ Κάρολ φον Βαϊτσζαϊκερ (Carl von Weizsaecker). Διατυπώθηκε τό 1944 καί συμπληρώθηκε τό 1951 ἀπό τόν ἀστρονόμο Κούπερ (G. Kuiper). Αὐτή ἡ θεωρία ἰσχύει μέχρι σήμερα καί θεωρεῖται ἡ ἀκριβέστερη ἐξελικτική θεωρία γιά τό ἡλιακό μας σύστημα.

Τό ἡλιακό σύστημα παρουσιάζει ὀρισμένα χαρακτηριστικά γνωρίσματα. Σπουδαιότερα εἶναι τά ἐξῆς:

α) Οἱ μεγάλοι πλανῆτες κινοῦνται γύρω ἀπό τόν ἥλιο μέ τήν ἴδια φορά (ἀπό Δ πρὸς Α) καί πάνω στό ἴδιο περίπου ἐπίπεδο.

β) Οἱ ἀστεροειδεῖς περιφέρονται γύρω ἀπό τόν ἥλιο πάντοτε ἀπό τή Δ πρὸς τήν Α καί πάνω στό ἴδιο περίπου ἐπίπεδο.

γ) Οἱ περισσότεροι δορυφόροι κινοῦνται καί αὐτοί ἀπό τή Δ πρὸς τήν Α γύρω ἀπό τούς πλανῆτες τους.

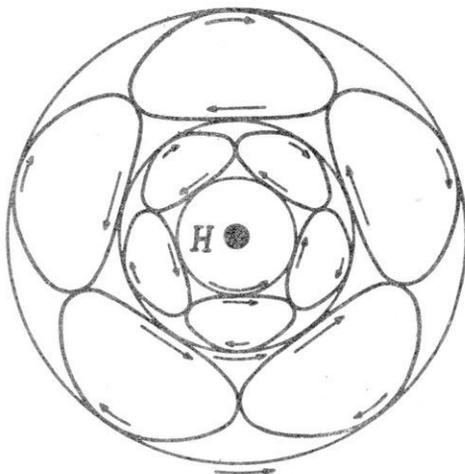
δ) Ὁ ἥλιος καί ὅλοι οἱ πλανῆτες, ἐκτός ἀπό ἕνα, περιστρέφονται γύρω ἀπό τόν ἄξονά τους ἀπό τή Δ πρὸς τήν Α. Τήν ἴδια κίνηση ἐκτελοῦν καί οἱ δακτύλιοι τοῦ Κρόνου.

ε) Γιά τούς πλανῆτες ἰσχύει ὁ νόμος τῶν ἀποστάσεων τῶν Μπόντε-Τίτιους.

**Ἡ «πρωτοπλανητική θεωρία».** Ἡ σύγχρονη θεωρία δέχεται ὅτι ἀρχικά ὑπῆρχε ἓνα νεφέλωμα. Στό κέντρο τοῦ νεφελώματος διαμορφώθηκε ἓνας πυρήνας, ὁ πρωτοῆλιος. Γύρω ἀπό τόν πρωτοῆλιο ὑπῆρχε ἓνα κέλυφος ἀπό ἀεριώδη ἢ νεφελική ὕλη, ὕδρογόνο καί ἥλιο, σέ πολύ μεγάλη ἔκταση, μέ μάζα τό 0,1 τῆς μάζας τοῦ πρωτοῆλιου.

Ὁ Weizsaecker ἔκανε τήν ὑπόθεση, πῶς ἡ κεντρική μάζα (ὁ πρωτοῆλιος) διαμορφώθηκε στό σημερινό μας ἥλιο. Στό νεφελικό κέλυφος δημιουργήθηκαν στροβίλοι, ἐξαιτίας ἐσωτερικῶν τριβῶν. Οἱ στροβίλοι σχημάτισαν δακτύλιους καί κάθε δακτύλιος ἀποτελοῦνταν ἀπό πέντε στροβίλους. Ὅλοι μαζί οἱ δακτύλιοι περιστρέφονταν γύρω ἀπό τό κοινό κέντρο τους, τόν ἥλιο. Οἱ τριβές μεταξύ δύο στροβίλων, πού ἀνήκαν σέ διαφορετικούς δακτύλιους, προκάλεσαν σχηματισμό συμπυκνώσεων, πού ἀργότερα ἐξελίχτηκαν σέ πλανῆτες (Σχ. 43).

Τή θεωρία αὐτή τοῦ Weizsaecker συμπλήρωσε ἀργότερα ὁ Kuiper. Αὐτός δέχτηκε ὅτι οἱ στροβίλοι, πού σχηματίσθηκαν στό ἥλιακό νεφέλωμα, δέν εἶχαν οὔτε τό ἴδιο μέγεθος οὔτε τή διάταξη, πού δέχτηκε ὁ Weizsaecker.



Σχ. 43. Οἱ στροβίλοι ἀπό τοὺς ὁποίους σχηματίσθηκαν οἱ πλανῆτες (κατά τή θεωρία τοῦ Weizsaecker).

Ὁ Kuiper δέχτηκε, ὅτι ἀπό τοὺς στροβίλους σχηματίσθηκαν συμπυκνώσεις σ' ὅλη τήν ἔκταση τοῦ νεφελικοῦ δίσκου, πού ἐξελίχτηκαν ἀργότερα σέ πρωτοπλανῆτες. Οἱ κεντρικοί πυρήνες τῶν πρωτοπλανητῶν περιεῖχαν ὕδρογόνο, ἥλιο, ὕδρατιμούς καί ἄμμωνία.

Στήν ἀρχή δημιουργήθηκαν πολλοί πρωτοπλανῆτες. Κατά τήν κίνησή τους ὁμως γύρω ἀπό τόν ἥλιο συγκρούονταν μεταξύ τους, σέ περιο-

χές πού πλησίαζαν ό ένας τόν άλλο, μέ αποτέλεσμα άλλοι νά καταστρέφονται και άλλοι νά δέχονται ύλη και έτσι νά αυξάνει ή μάζα τους. Οί δορυφόροι τών πλανητῶν δημιουργήθηκαν από τούς πρωτοπλανήτες, ὅπως δημιουργήθηκαν οί πλανήτες γύρω από τόν πρωτοήλιο. Δηλαδή σέ μερικούς πρωτοπλανήτες, από ὀρισμένα αἷτια, σχηματίστηκε γύρω τους ένας περιστρεφόμενος δίσκος, ὅπως αὐτός πού σχηματίστηκε γύρω από τόν πρωτοήλιο, από τόν ὁποῖο δημιουργήθηκαν οί δορυφόροι.

### **23. Διαστολή και ηλικία τοῦ Σύμπαντος.**

Ὁ Ἄμερικανός ἀστρονόμος Σλάιφερ (Slipher) παρατήρησε, από τό 1912, ὅτι οί περισσότεροι γαλαξίες παρουσιάζουν μετάθεση στίς γραμμές τοῦ φάσματός τους πρὸς τό ἐρυθρό. Αὐτό φανέρωνε πώς οί γαλαξίες ἀπομακρύνονται μέ ταχύτητα μερικές ἑκατοντάδες χιλιόμετρα τό δευτερόλεπτο. Ἀργότερα οί Ἄμερικανοί ἀστρονόμοι Χάμπλ (Hubble) και Χιούμασον (Humason), διαπίστωσαν ὅτι ἀπομάκρυνση παρουσίαζαν και οί πολύ ἀπομακρυσμένοι από μᾶς ἀμυδροί γαλαξίες. Βρῆκαν μάλιστα, ὅτι ὅσο πῶ μακριά βρίσκονται οί γαλαξίες, τόσο οί ταχύτητες πού ἀπομακρύνονται εἶναι μεγαλύτερες.

Ἄφου ὁμως οί γαλαξίες ἀπομακρύνονται μέ κάποια ταχύτητα και μέ μεγαλύτερη ταχύτητα αὐτοί πού βρίσκονται πῶ μακριά, συμπεραίνουμε πώς τό σύμπαν φαίνεται νά διαστέλλεται. Γι' αὐτό και τό φαινόμενο τῆς ἀπομακρύνσεως τῶν γαλαξιῶν ὀνομάζεται διαστολή τοῦ σύμπαντος.

Δεχόμεστε, σήμερα, τή θεωρία τοῦ Lemaître (Λεμαίτρο), ὅτι οί γαλαξίες προήλθαν από τήν ἔκρηξη ἑνός ἀρχικοῦ «πυκνοῦ» –ἀτόμου. Ἄν οί ταχύτητες, πού δημιουργήθηκαν από τήν ἔκρηξη και πού θά πρέπει νά μήν ἦταν ἴσες, ἔξακολουθοῦν νά παραμένουν σταθερές μεταξύ τους, τότε και οί ἀποστάσεις μεταξύ τῶν γαλαξιῶν θά πρέπει νά εἶναι ἀνάλογες μέ τῆς ταχύτητές τους. Μ' αὐτό τόν τρόπο μπορούμε νά ὑπολογίσουμε, πότε ἔγινε ή ἀρχική ἔκρηξη, γιατί γνωρίζουμε τίς ἀποστάσεις, πού ἔχουν ἀρκετά σμήνη γαλαξιῶν και μάλιστα τά πῶ ἀπομακρυσμένα από μᾶς. Μποροῦμε δηλαδή νά ὑπολογίσουμε πρίν πόσο χρόνο οί γαλαξίες και τά σμήνη ἦταν συγκεντρωμένα στήν ἀρχική σφαῖρα. Ἀπό τό νόμο τῆς διαστολῆς

και με ορισμένα δεδομένα βρίσκεται τιμή μεγαλύτερη από  $10^{10}$  έτη. Δηλαδή από τότε που άρχισε ή διαστολή μέχρι σήμερα έχουν περάσει περισσότερα από  $10^{10}$  έτη. Τό διάστημα αυτό τό ονομάζουμε ήλικία τοῦ σύμπαντος. Σήμερα δεχόμαστε πώς ή ήλικία τοῦ σύμπαντος πρέπει νά είναι 18 ή 20 δισεκατομμύρια έτη.

**Ἄρχή και τέλος τοῦ σύμπαντος.** Ἡ Κοσμογονία κατόρθωσε νά εισδύσει στά βάθη τοῦ σύμπαντος, μέχρι τήν αρχή τῆς διαστολῆς του, όταν σχηματίζονταν τά στοιχεῖα τῆς ὕλης. Δέν κατόρθωσε ὅμως ἀκόμα νά δώσει ἀπάντηση στό βασικό ἐρώτημα: Πῶς δημιουργήθηκε τό ἀρχικό και πολύ πυκνό σύμπαν-ἄτομο; Ἄπό πού πῆρε τήν πρώτη κίνησή του; Τό ζήτημα αυτό παύει νά είναι πρόβλημα ἀστρονομικό. Είναι καθαρά μεταφυσικό και ὁ ἀνθρώπινος νοῦς εἶναι ἀνίσχυρος νά τό ἀντιμετωπίσει. Δέν μπορεί ὅμως κανείς νά δεχτεῖ και τήν ὑπόθεση ὅτι δημιουργήθηκε μόνο του, τυχαῖα. Γι' αυτό και ὁ ἐπιστήμονας προσφεύγει στή μόνη λογική ἀπάντηση, πῶς τό πολύ πυκνό σύμπαν-ἄτομο δέ δημιουργήθηκε μόνο του, ἀλλά είναι δημιούργημα μιᾶς Ἄνωτέρας Δυνάμεως. Γι' αυτό και πολύ σωστά λέγεται, πῶς ὁ Δημιουργός τοῦ κόσμου δέν ἀποδεικνύεται, ἀλλά ἀποκαλύπτεται μέσα στό σύμπαν.

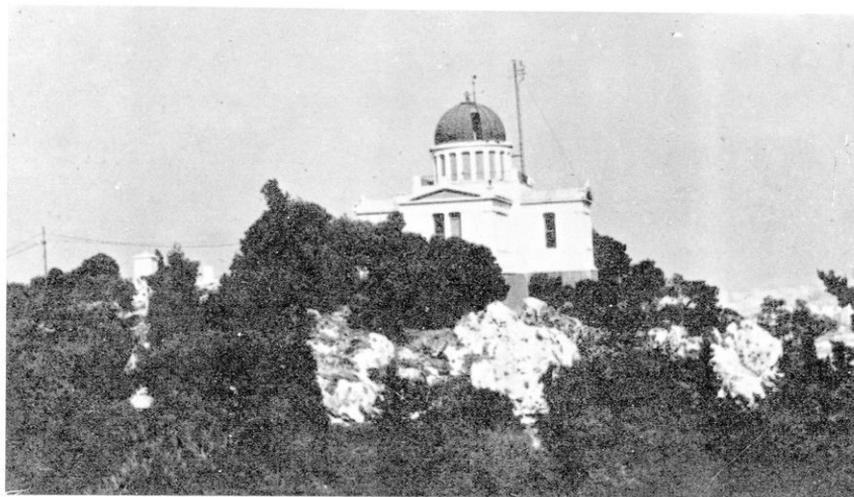
Ἡ σύγχρονος Ἄγγλος ἀστρονόμος, καθηγητής W. Smart, γράφει: «Ὅταν ἐξετάζουμε τό σύμπαν, μπορούμε νά ἐκτιμήσουμε και τό μέγεθος και τό ρυθμό, πού ἐπικρατεῖ σ' αυτό, ὥστε νά ἀναγνωρίζουμε μιᾶ Δημιουργική Δύναμη, ἕνα Κοσμικό Σκοπό, πού δέν μπορεί νά συλλάβει ὁ ἀνθρώπινος νοῦς... Για πολλούς ἀπό μᾶς, εἴτε εἴμαστε ἐπιστήμονες εἴτε ὄχι, ή πίστη στό Θεό-Δημιουργό είναι περισσότερο ἀναγκαῖα τώρα ἀπό ἄλλοτε. Για ἕνα ἀστρονόμο μάλιστα ἰσχύει ὅτι: «Οἱ οὐρανοί διηγοῦνται δόξαν Θεοῦ, ποίησιν δέ χειρῶν αὐτοῦ ἀναγγέλει τό στερέωμα» (Ψαλμ. ιη', 2).

## Ἐρωτήσεις

138) Ποιά θεωρία ἰσχύει σήμερα για τήν προέλευση τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος;

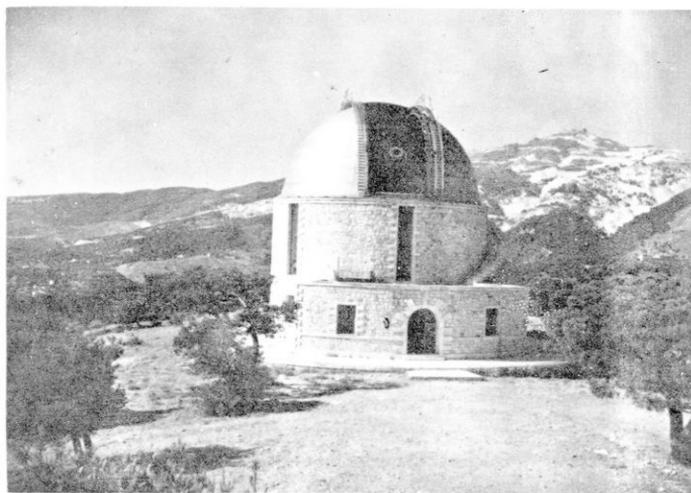
139) Τί είναι ή διαστολή τοῦ Σύμπαντος και ποιό τή διαπίστωσαν;

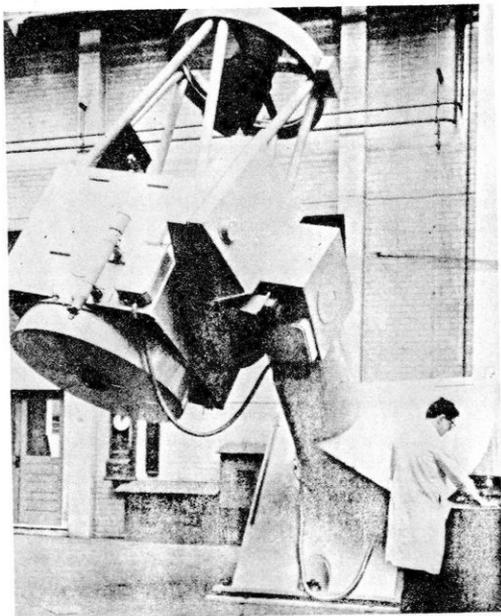
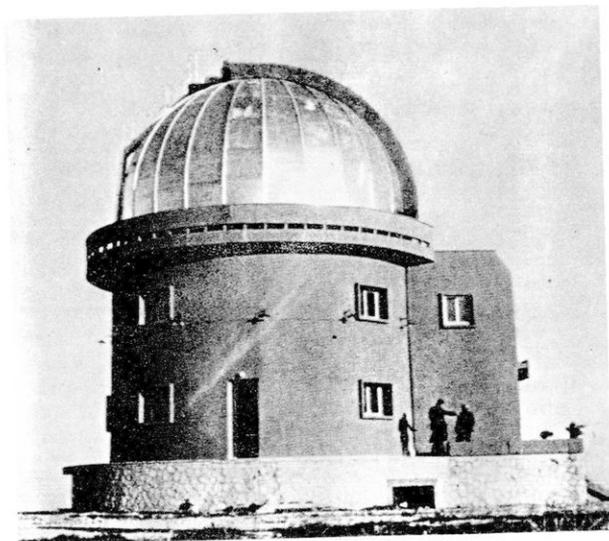
140) Πῶς δημιουργήθηκε τό Σύμπαν;



Εικ. 24. Τό Άστεροσκοπείο Άθηνών, λειτουργεί από τό 1846.

Εικ. 25. Τό Άστεροσκοπείο Πεντέλης, λειτουργεί από τό 1960.





Είκ. 26. Τό νέο Άστεροσκοπείο στό Κριονέρι τής Κορινθίας σέ λειτουργία άπό τό 1976.

## ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

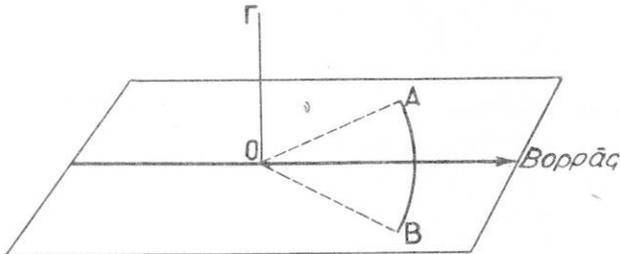
**24. Γνώμονας και τηλεσκόπιο.**

Ο γνώμονας είναι τό πιο άπλό από τά αστρονομικά όργανα. Τόν χρησιμοποιήσαν πολύ οί αστρονόμοι όλων τών λαών και ιδιαίτερα οί Έλληνες από τήν αρχαιότητα.

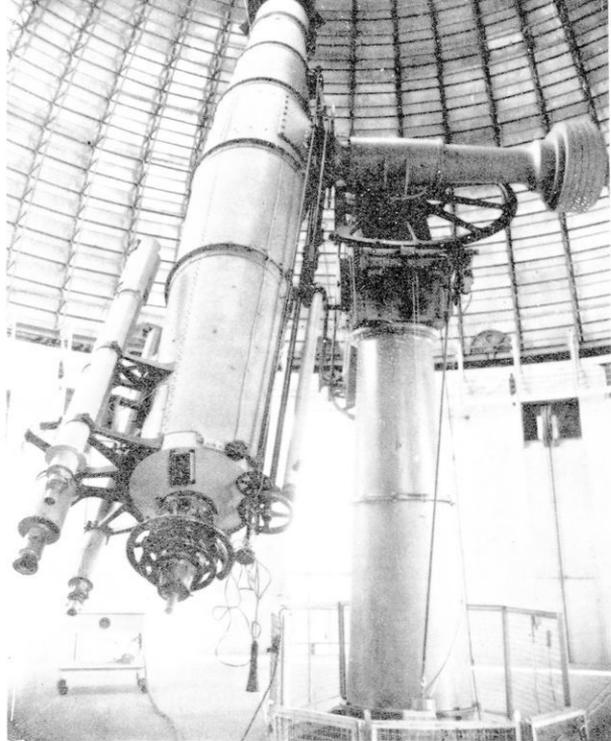
Ο γνώμονας είναι ένας στύλος, πού στερεώνεται κατακόρυφα σέ όριζόντιο επίπεδο και σέ θέση πού νά πέφτουν πάνω του οί ακτίνες του ήλιου, ώστε νά ρίχνει πίσω του σκιά.

Μέ τό γνώμονα μπορούν νά μελετηθούν πολλά αστρονομικά φαινόμενα, όπως: α) ή ήμερομηνία πού αρχίζει κάθε εποχή του έτους, β) ή διάρκεια του τροπικού έτους, γ) ή τιμή της λοξώσεως της εκλειπτικής, δ) ή μεταβολή της απόκλισεως του ήλιου κάθε ήμέρα, ε) ο πραγματικός ήλιακός χρόνος κατά τήν ήμέρα, στ) ο ακριβής καθορισμός των κύριων σημείων του όρίζοντα σ' ένα τόπο.

Γιά νά καθορίσουμε τή διεύθυνση της μεσημβρινής γραμμής, εργαζόμαστε ως εξής: Κάποια στιγμή, πριν από τό μεσημέρι, σημειώνουμε στό όριζόντιο επίπεδο τό μήκος της σκιάς ΟΑ του γνώμονα ΟΓ (σχ. 44). Ύστερα μέ κέντρο τό Ο και ακτίνα ΟΑ γράφουμε περιφέρεια κύκλου. Σέ λίγο θά παρατηρήσουμε, ότι όσο πλησιάζει μεσημέρι, ή σκιά αρχίζει νά μικραίνει σιγά-σιγά και μόλις γίνει ακριβώς μεσημέρι, ή σκιά παίρνει τό μικρότερο μήκος της. Έπειτα αρχίζει πάλι σιγά-σιγά ή σκιά νά μεγαλώνει, όσο περνά ή ώρα. Μόλις τό μήκος της σκιάς γίνει ΟΒ, τότε ΟΒ=ΟΑ, γιατί και τά δύο μήκη είναι ακτίνες του κύκλου Ο, σταματούμε τήν παρατήρηση και



Σχ. 44



Είκ. 27. Τό διοπτρικό τηλεσκόπιο τοῦ Ἀστεροσκοπείου Πεντέλης ἔχει διάμετρο φακοῦ 625 mm.

ἐντελῶς ἀμελητέο. Ἡ ἀκρίβειά τους φτάνει περίπου τό ἕνα ἑκατοτακισχιλιοστό τοῦ δευτερολέπτου.

**Τό ἀστερονομικό τηλεσκόπιο** ἀποτελεῖται ἀπό σωλήνα, πού στό ἕνα ἄκρο του, αὐτό πού στρέφεται πρὸς τόν οὐρανό, φέρει σύστημα φακῶν, πού ὀνομάζεται **ἀντικειμενικό** καί στό ἄλλο ἄκρο, ἐκεῖ πού ὁ παρατηρητής τοποθετεῖ τόν ὀφθαλμό του, φέρει ἄλλο σύστημα φακῶν, πού ὀνομάζεται **προσοφθάλμιο**.

**Διοπτρικό** τηλεσκόπιο (εἰκ. 27) ὀνομάζεται τό τηλεσκόπιο πού ἔχει ἀντικειμενικό σύστημα φακῶν.

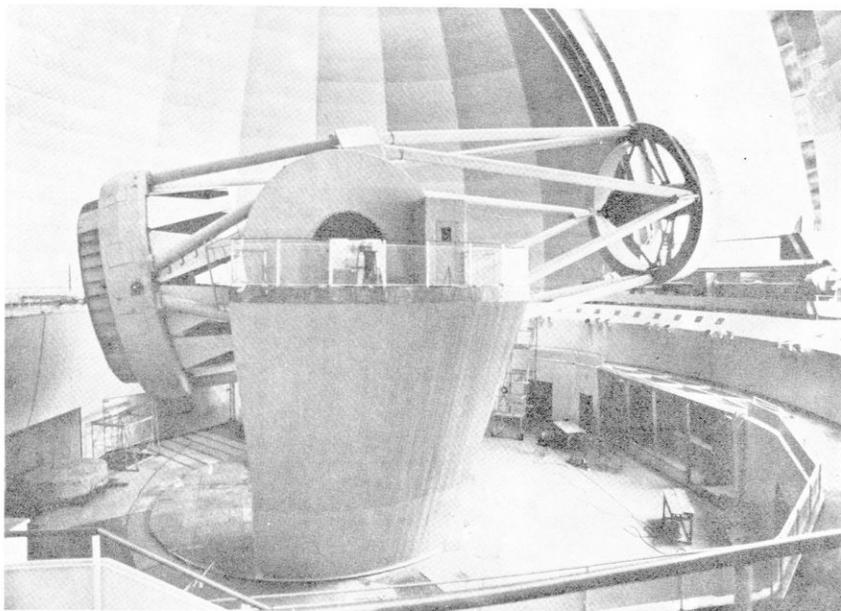
Ἐπάρχουν τηλεσκόπια, πού γιά ἀντικειμενικό σύστημα φακῶν ἔχουν κοίλο κάτοπτρο, γυάλινο ἢ μεταλλικό. Αὐτά ὀνομάζονται **κατοπτρικά** τηλεσκόπια (εἰκ. 28 καί 29).

φέρουμε τή διχοτόμο  $OB$  τῆς γωνίας  $AOB$ . Ἡ διχοτόμος αὐτή μᾶς δίνει τή διεύθυνση τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς.

Μέ τή δοῆθεια τοῦ γνώμονα λειτουργοῦν τὰ **ἡλιακά ρολόγια**.

Γιά νά μετροῦμε τό χρόνο, τόν ἀστροικό ἢ μέσο ἡλιακό, χρησιμοποιοῦμε ρολόγια μέ μεγάλη ἀκρίβεια, πού ὀνομάζονται **χρονόμετρα**. Τό σφάλμα τους εἶναι δυνατό νά περιοριστεῖ σέ μικρό κλάσμα, συνήθως τό ἑκατοστό τοῦ δευτερολέπτου τήν ἡμέρα.

Μετά τόν πόλεμο κατασκευάζονται **ἠλεκτρονικά χρονόμετρα**, πού εἶναι δυνατό νά περιορίσουν τόσο πολύ τό σφάλμα τους, ὥστε νά καταντᾶ αὐτό



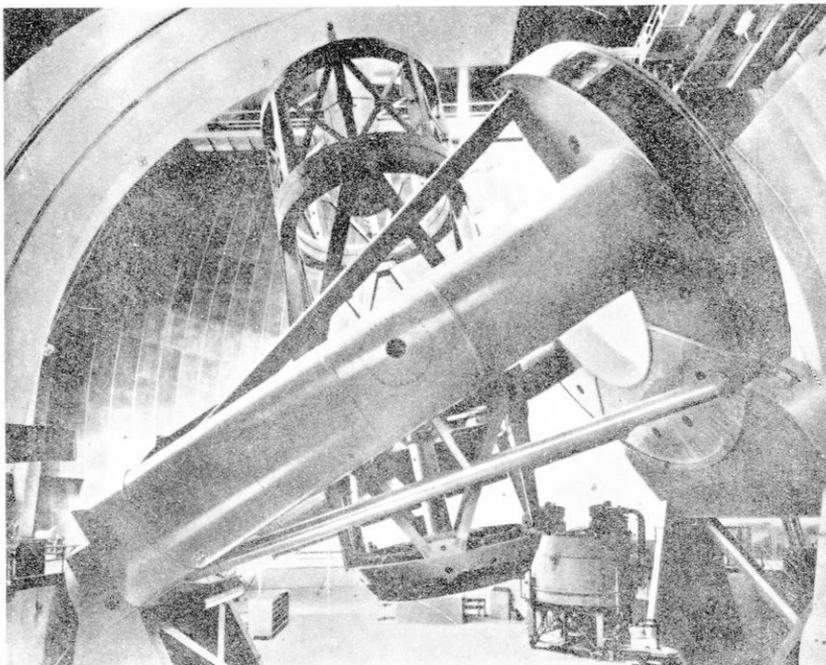
Εικ. 28. Τό μεγαλύτερο κατοπτρικό τηλεσκόπιο τού κόσμου. Βρίσκεται στόν Καύκασο (Σοβιετική Ένωση) ἔχει διάμετρο κατόπτρου 6 m.

Χρησιμοποιοῦμε κάτοπτρα ἀντί γιά φακούς, διότι ἡ κατασκευή φακῶν μέ διάμετρο μεγαλύτερη ἀπό ἕνα μέτρο παρουσιάζει δυσκολία, μιά καί εἶναι ἀνάγκη νά γίνουν λείες τέσσερις ἐπιφάνειες, δύο γιά τόν κάθε φακό· ἐνῶ στά κάτοπτρα γίνεται λεία μιά μονάχα ἐπιφάνεια, ἡ **ἀνακλαστική** ἐπιφάνεια.

### **25. Τά μεγαλύτερα τηλεσκόπια καί ραδιοτηλεσκόπια.**

Τά μεγαλύτερα τηλεσκόπια, πού ὑπάρχουν στόν κόσμο σήμερα (1976) εἶναι:

α) Ἀπό τά διοπτρικά τό τηλεσκόπιο τού Ἀστεροσκοπεῖου τού Yerkes (Γιέρκις) τῆς Ἀμερικῆς. Ἐχει διάμετρο 1,02 m καί ἐστιακή ἀπόσταση 19,3 m. β) Ἀπό τά κατοπτρικά τό τηλεσκόπιο τού Καυκάσου τῆς Σοβιετικῆς Ἐνώσεως εἶναι τό πρῶτο (εἰκ. 28). Ἐχει διάμετρο 6 m. Δεύτερο εἶναι τό Ἀστεροσκοπίο τού Palomar (Πάλομαρ), στήν Ἀμερική, μέ διάμετρο 5 m καί ἐστιακή ἀπόσταση 16,8 m (εἰκ. 29).



Εικ. 29. Τό μεγαλύτερο μέχρι τό 1976 κατοπτρικό τηλεσκόπιο του κόσμου, του Άστεροσκοπείου του Palomar τής Άμερικής έχει διάμετρο κατόπτρου 5 m.

Σύγχρονα καί καλύτερα σέ απόδοση τηλεσκόπια είναι τά δί-  
δυμα τηλεσκόπια του Kitt Peak στήν Άριζόνα (Η.Π.Α) καί του  
Cerro Tololo τής Χιλής (Νότια Άμερική), μέ διάμετρο 4 m.

Στήν Εϋρώπη τό μεγαλύτερο διοπτρικό τηλεσκόπιο είναι του  
άστεροσκοπείου τής Meudon (Μεντόν), στό Παρίσι. Έχει διάμετρο  
83 cm καί έστιακή απόσταση 16,2 m. Στήν Έλλάδα ύπάρχει τό δι-  
οπτρικό τηλεσκόπιο του άστρονομικού σταθμού Πεντέλης, πού έχει  
διάμετρο 62,5 cm καί έστιακή απόσταση 8,8 m (εικ. 27). Θεωρείται  
άπό τά σχετικώς μεγαλύτερα στόν κόσμο. Τό 1976 άποκτήσαμε,  
στήν Έλλάδα, καί κατοπτρικό τηλεσκόπιο. Βρίσκεται στόν άστρο-  
νομικό σταθμό Κρουνερίου Κορινθίας (ύψομ. 900 m). Έχει διάμε-  
τρο 1,20 m. Είναι τό μεγαλύτερο τηλεσκόπιο στά Βαλκάνια καί άπό  
τά μεγαλύτερα στήν Εϋρώπη (εικ. 26).

Τά τηλεσκόπια, πού χρησιμοποιούν γιά τήν έρευνα τής φυσικήσ καταστάσεωσ τών ουράνιων σωμάτων καί γενικά γιά τήν εξέταση καί τήν έρευνα του σύμπαντος, στηρίζονται πάνω σέ δύο άξονεσ. Πάνω σ' αυτούσ εύκολα μπορεί νά μετρηθεί ή ώριαία γωνία καί ή απόκλιση, πού ονομάζονται **ισημερινέσ συντεταγμένεσ**. "Όλο αυτό τό σύστημα στηρίξεωσ ονομάζεται **ισημερινό** καί τό τηλεσκόπιο **ισημερινό τηλεσκόπιο**.

**Τηλεσκόπια Schmidt (Σμίτ)**. Τά τηλεσκόπια Σμίτ έχουν ειδική κατασκευή καί μικρό μήκοσ, γι' αυτό καί έχουν ευρύ οπτικό πεδίο. Έτσι μπορούν νά φωτογραφίζουν έκτάσεισ σέ πολλέσ τετραγωνικήσ μοίρεσ του ουρανού. Αντίθετα, τά διοπτρικά καί κατοπτρικά τηλεσκόπια, όσο μεγαλύτερα είναι, τόσο περισσότερο περιορισμένο έχουν τό οπτικό τουσ πεδίο· περιορίζεται σέ λίγα τετραγωνικά λεπτά τής μοίρασ.

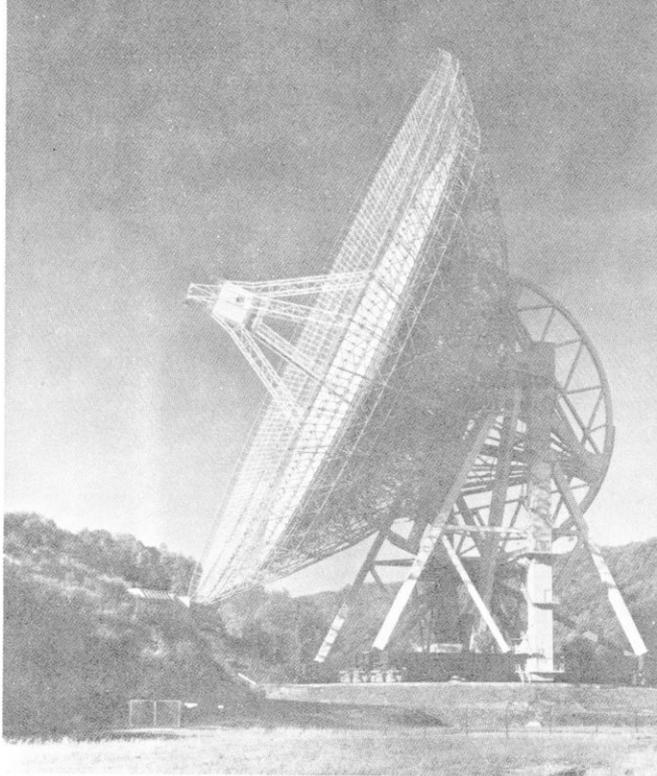
Μέ τά τηλεσκόπια Σμίτ μπορούμε νά φωτογραφίσουμε πολύ άμυδρούσ άστέρεσ σέ πολύ μικρό σχετικά χρόνο, ενώ μέ τά συνηθισμένα χρειάζεται πολύωρη έκθεση γιά τά άμυδρά άντικείμενα, όπωσ είναι οί μακρινοί γαλαξίεσ.

Γιά νά γίνεται ειδική μελέτη στά ουράνια σώματα, στή θέση του προσοφθάλμιου συστήματοσ τών τηλεσκοπιών προσαρμόζονται άλλα όργανα, όπωσ: α) **μικρόμετρα**, γιά νά μετρούμε μέ ακρίβεια τίσ φαινόμενεσ διαμέτρουσ τών σωμάτων καί τίσ γωνιώδεισ άποστάσεισ τουσ· β) **φωτογραφικοί θάλαμοι**, γιά νά φωτογραφίζουμε άστέρεσ· γ) **φωτόμετρα**, γιά νά μετρούμε τήν ένταση πού έχει τό φώσ τών άστέρων, καί δ) **φασματοσκόπια** ή **φασματογράφοι**, γιά νά εξετάζουμε τό φάσμα τών ουράνιων σωμάτων.

Τελευταία χρησιμοποιούνται διάφορα **ραδιοτηλεσκόπια**. Αυτά δέν είναι οπτικά τηλεσκόπια, αλλά δέκτησ ραδιοφωνικών κυμάτων καί συγκεντρώνουν ραδιοφωνική άκτινοβολία (μήκοσ κύματοσ από 0,25 cm έωσ 30 m).

Η εξέταση τών ουράνιων σωμάτων καί γενικότερα του σύμπαντος μέ αυτά τά «τηλεσκόπια» άνοιξε νέουσ όριζόντεσ στήν Άστρονομία, μέ άποτέλεσμα νά δημιουργηθεί νέοσ κλάδοσ τήσ, ή **Ραδιοαστρονομία**. "Όσοι άστέρεσ εκπέμπουν φυσικά ραδιοκύματα, ονομάζονται **ραδιαστέρεσ** καί οί γαλαξίεσ **ραδιογαλαξίεσ**.

Τά μεγαλύτερα ραδιοτηλεσκόπια σήμερα (1980) βρίσκονται στό Green Bank (Η.Π.Α.) καί στή Βόννη τής Γερμανίασ μέ διάμετρο κατόπτρου άντιστοιχώσ 92m καί 100 m (είκ. 30).



Εικ. 30. Τό μεγάλο Ραδιοτηλεσκόπιο στή Βόννη, Γερμανίας.

### Έρωτήσεις

- 141) Τί εργασίες μπορούν νά γίνουν μέ τό γνώμονα;
- 142) Πόσα είδη χρονομέτρων έχουμε;
- 143) Τί όνομάζουμε διοπτρικό τηλεσκόπιο;
- 144) Τί όνομάζουμε κατοπτρικό τηλεσκόπιο;
- 145) Ποιά είναι τά μεγαλύτερα κατοπτρικά τηλεσκόπια στόν κόσμο;
- 146) Ποιό είναι τό μεγαλύτερο διοπτρικό τηλεσκόπιο στην Εύρώπη;
- 147) Τί είναι τά τηλεσκόπια Σμίτ;
- 148) Ποιό είναι τό μεγαλύτερο τηλεσκόπιο στην Έλλάδα;
- 149) Τί είναι τά ραδιοτηλεσκόπια καί πού βρίσκονται τά μεγαλύτερα από αυτά;

## ΑΣΤΡΟΝΑΥΤΙΚΗ

**26. Κίνηση τεχνητών δορυφόρων.**

Τά ταξίδια στο διάστημα και ή αστροναυτική έχουν μιὰ ιστορία, πού δυθίζεται στην έλληνική προϊστορία. Ο μυθικός Ίκαρος πέταξε πρώτος στο διάστημα με τεχνητά (κέρινα) φτερά, πού διαλύθηκαν από τή θερμότητα του ήλιου και πνίγηκε στο πέλαγος, πού από τό όνομά του ονομάζεται Ίκάριο πέλαγος.

Κατά τά νεώτερα χρόνια, 1883–1914, ό Ρώσος Κ. Tsiolkovsky (Τσιολκόβσκι) πειραματίζεται πάνω σε γενικά προβλήματα μηχανικής. Τό 1919 ό Άμερικανός R. Goddard (Γκόνταρντ) μελετά τους πυραύλους και στίς 16 Μαρτίου 1926 έκτοξεύει τόν πρώτο πύραυλο.

Άπό τό 1937, οί Γερμανοί προγραμματίζουν τήν κατασκευή πυραύλων με έπικεφαλής τόν Wernher von Braun (Βέρνερ φόν Μπράουν). Στο δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, 1942, έκτοξεύεται με έπιτυχία ό πρώτος γερμανικός πύραυλος V–2, πού έφθασε σε ύψος 95 χιλιομ. Μ' αυτό τόν τύπο πυραύλων οί Γερμανοί βομβάρδισαν τήν Άγγλία.

**Σταθμό στην έπιστήμη του διαστήματος αποτελεί ή 4η Όκτωβρίου 1957, γιατί τότε έκτοξεύτηκε με έπιτυχία ό πρώτος τεχνητός δορυφόρος τής γής.**

**Ταχύτητα διαφυγής** είναι ή ταχύτητα πού πρέπει να αναπτύξει ένα σώμα, όταν έκτοξεύεται από τήν επιφάνεια τής γής, ενός πλανήτη κλπ., για να υπερνικήσει τήν έλξη και να φύγει στο διάστημα, έφόσον βέβαια δέν υπάρχει αντίσταση στην κίνησή του. Η ταχύτητα διαφυγής παίζει βασικό ρόλο στην έκτοξευση πυραύλων, δορυφόρων κλπ. και εκφράζεται με τή σχέση:

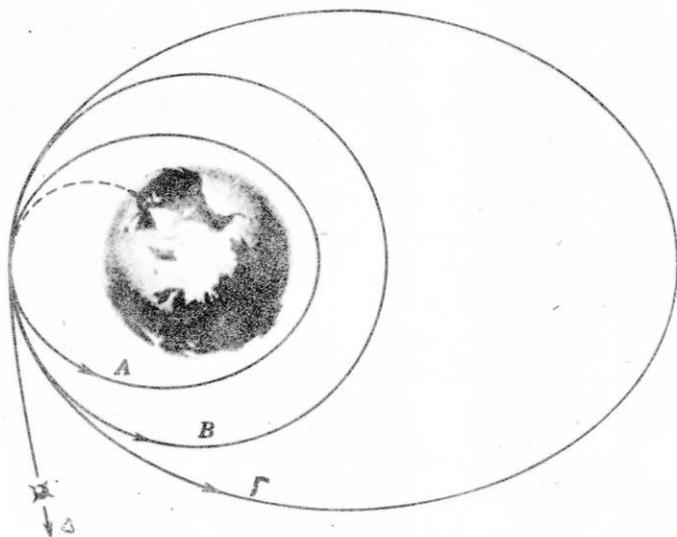
$$V^2 = 2GM/R \quad \eta \quad V = \sqrt{2GM/R}$$

όπου: V είναι ή ταχύτητα διαφυγής· M ή μάζα του σώματος (τής γής ή κάποιου πλανήτη) και R ή ακτίνα του.

Ἡ ταχύτητα διαφυγῆς ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τῆς γῆς, χωρὶς νὰ λαμβάνεται ὑπόψη ἡ ἀντίσταση τῆς ἀτμόσφαιρας, εἶναι 11,18 km/sec, ἀπὸ τὴ σελήνη 2,38 km/sec καὶ ἀπὸ τὸν ἥλιο 618 km/sec. Ἡ ταχύτητα διαφυγῆς ἐλαττώνεται, ὅσο τὸ μικρὸ σῶμα ἀπομακρύνεται ἀπὸ τὸ μεγαλύτερο. Ἄν τὸ μικρότερο σῶμα ἔχει ταχύτητα μικρότερη ἀπὸ τὴν ταχύτητα διαφυγῆς, τότε ποτὲ δὲν ἐγκαταλείπει τὸ κύριο σῶμα· περιφέρεται γύρω ἀπὸ τὸ μεγαλύτερο ἢ πέφτει στὴν ἐπιφάνειά του.

Οἱ κινήσεις τῶν τεχνητῶν δορυφόρων ἀκολουθοῦν τοὺς τρεῖς νόμους τοῦ Κέπλερ, πού ἰσχύουν καὶ γιὰ τοὺς πλανῆτες καὶ τοὺς φυσικοὺς δορυφόρους. Ἡ διάρκεια κάθε περιόδου περιφορᾶς τοῦ τεχνητοῦ δορυφόρου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴ μέση ἀκτίνα τῆς τροχιάς τοῦ δορυφόρου καὶ ἀπὸ τὴ μάζα τῆς γῆς. Ἡ μέση ἀκτίνα καὶ τὸ σχῆμα (ἢ μορφή) τῆς τροχιάς ἐξαρτοῦνται: α) ἀπὸ τὸ ὕψος, πού ὁ δορυφόρος θὰ μπεῖ σὲ τροχιά, προωθούμενος ἀπὸ πύραυλο, β) ἀπὸ τὴν ταχύτητα, πού θὰ ἔχει ὁ δορυφόρος, τὴ στιγμή πού θὰ μπαίνει στὴν τροχιά καὶ γ) ἀπὸ τὴ διεύθυνσὴ του σχετικὰ μὲ τὸ γήινο ὀρίζοντα.

Γιὰ νὰ κινηθεῖ ἓνας δορυφόρος πάνω σὲ κυκλικὴ τροχιά (σχ. 45



Σχ. 45

τροχιά Β), θά πρέπει ή ταχύτητά του, στό αντίστοιχο ύψος, νά είναι όρισμένη. "Αν ή ταχύτητα είναι μικρότερη από εκείνη πού δίνει κυκλική τροχιά καί ή διεύθυνση τής τροχιάς είναι παράλληλη στόν τοπικό όρίζοντα, τότε ό δορυφόρος θά διαγράψει τήν έλλειπτική τροχιά Α. "Αν πάλι, ή ταχύτητα είναι μεγαλύτερη από τήν κυκλική ταχύτητα, τότε θά διαγράψει τήν έλλειπτική τροχιά Γ (σχ. 45).

**Οί τρείς κοσμικές ταχύτητες.** 'Η ταχύτητα, πού πρέπει νά έχει ένα σώμα σέ όρισμένο ύψος γιά νά μπει σέ κυκλική τροχιά, όνομάζεται πρώτη κοσμική ταχύτητα.

"Όταν ένα σώμα άποκτήσει τήν ταχύτητα διαφυγής, δηλαδή 11,2 km/sec, τότε θά διαγράψει παραβολή (σχ. 45 τροχιά Δ). "Αν τέλος τό σώμα κινηθεί μέ ταχύτητα μεγαλύτερη από 11,2 km/sec, τότε θά διαγράψει ύπερβολή. Καί στίς δύο περιπτώσεις τό σώμα θά εγκαταλείψει τή γή καί δέ θά γυρίσει ποτέ σ' αυτή. 'Η ταχύτητα διαφυγής όνομάζεται παραβολική ταχύτητα ή δεύτερη κοσμική ταχύτητα.

Κάθε σώμα, πού κινείται μέ τή δεύτερη κοσμική ταχύτητα, γίνεται τεχνητός πλανήτης, δηλαδή περιφέρεται γύρω από τόν ήλιο καί έλκεται άπ' αυτόν. Γιά νά φύγει αυτό τό σώμα καί νά μή μπει σέ τροχιά γύρω από τόν ήλιο, νά ξεφύγει δηλαδή από τό ήλιακό σύστημα, πρέπει νά εκτοξευτεί από τήν επιφάνεια τής γής καί πρós τή διεύθυνση τής κινήσεώς της γύρω από τόν ήλιο, μέ ταχύτητα 16,6 km/sec. 'Η ταχύτητα αυτή όνομάζεται τρίτη κοσμική ταχύτητα. Τό 1974 κατασκευάστηκαν πύραυλοι, πού άναπτύσσουν τέτοια ταχύτητα.

"Όταν πρόκειται νά μπουν δορυφόροι σέ τροχιά γύρω από τή γή ή νά σταλουν όχήματα στή σελήνη ή στους άλλους πλανήτες, χρησιμοποιούνται προωθητικοί πύραυλοι. Αυτό γίνεται, γιατί στήν άνωτερη άτμόσφαιρα λείπει τό πυκνό στρώμα άέρα, πού θά μπορούσαν νά χρησιμοποιηθοϋν έλικες ή πτερυγία γιά νά δώσουν σταθερή διεύθυνση σ' αυτούς.

'Η κίνηση του όχήματος (πύραυλου) στό διάστημα στηρίζεται στό γνωστό άξίωμα τής δράσεως καί αντίδράσεως.

$$\Delta \rho \acute{\alpha} \sigma \eta = \text{'Αντίδραση}$$

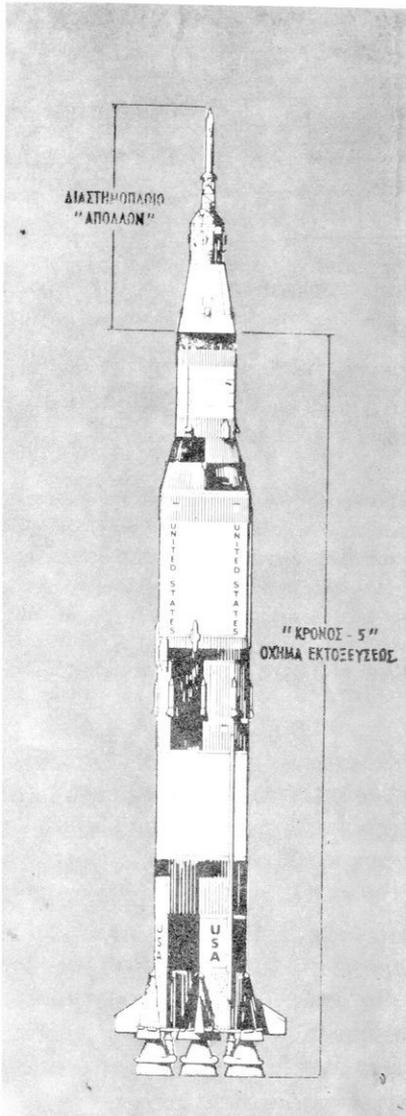
Προκαλοῦμε καύση, πού παράγει ἐνέργεια καί μέ τή βοήθεια τῆς ἐνέργειας αὐτῆς προωθοῦνται τά ἀέρια, πού δημιουργοῦνται ἀπό τήν καύση. Στόν πύραυλο χρησιμοποιεῖται μίγμα ἀπό καύσιμη οὐσία καί ὀξυγόνο, πού χρειάζεται γιά τήν καύση. Ἡ ποσότητα ἀερίων πού παράγεται μέσα στόν πύραυλο, ὅση εἶναι ἀπαραίτητη, θγαίνει καί κινεῖται πρὸς τά πίσω, ἐνῶ ὅλο τό ὄχημα προωθείται πρὸς τήν ἀντίθετη φορά, σύμφωνα μέ τήν ἀρχή τῆς ἀντιδράσεως. Τό ἀέριο, πού παράγεται, βρῖσκεται σέ μεγάλη θερμοκρασία καί πίεση καί ἔτσι, θγαίνοντας, ἐκτονώνεται πρὸς μιά διεύθυνση καί κάνει τόν πύραυλο νά κινεῖται ἀκριβῶς πρὸς τήν ἀντίθετη διεύθυνση.

Πύραυλοι ἔχουν κατασκευαστεῖ σέ διάφορους τύπους. Ἀπό τοὺς τελειότερους εἶναι ὁ πύραυλος «Κρόνος V» (σχ. 46 α καί 46 β), μέ τόν ὁποῖο ἐκτοξεύτηκαν τά διαστημόπλοια τοῦ προγράμματος «Ἀπόλλων» τῆς NASA.

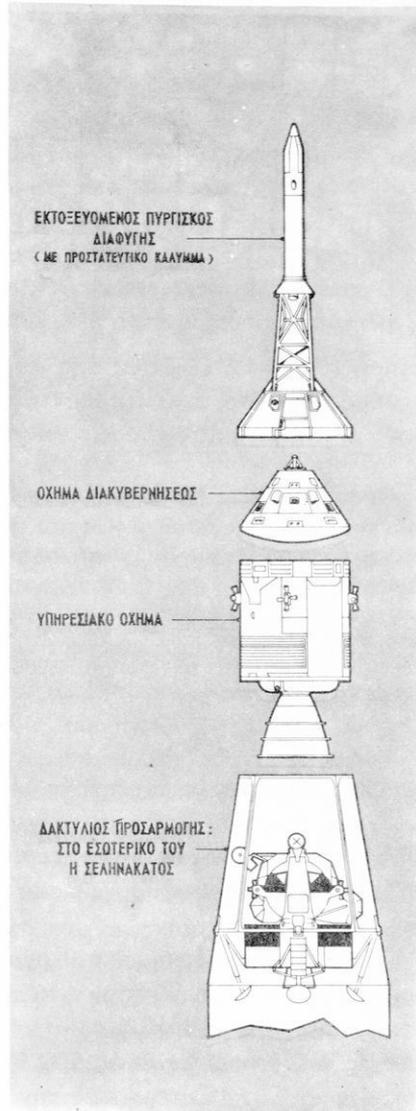
**Τοποθέτηση δορυφόρου σέ τροχιά.** Ἐπειδή ἡ γῆ περιστρέφεται γύρω ἀπό τόν ἄξονά της ἀπό τή Δ πρὸς τήν Α, πρὸς τήν ἴδια κατεύθυνση ἐκτοξεύονται καί οἱ δορυφόροι. Αὐτό γίνεται, γιά νά ἐκμεταλλευτοῦμε καί τήν ταχύτητα περιστροφῆς τῆς γῆς γιά τήν προώθηση τῶν πυραύλων. Στόν ἰσημερινό ἡ ἐφαπτομενική ταχύτητα περιστροφῆς τῆς γῆς εἶναι 465 m/sec· σέ γεωγραφικό πλάτος 30<sup>0</sup> γίνεται 402 m/sec καί σέ πλάτος 45<sup>0</sup> εἶναι 328 m/sec.

Στήν ἀρχή ἡ ἐκτόξευση γίνεται κατακόρυφα (Σχ. 47 θέση 1), γρήγορα ὅμως, μέ εἰδικό μηχανισμό, ὁ πύραυλος παίρνει κλίση πρὸς τό ὀριζόντιο ἐπίπεδο (θέση 2) καί μέ τή συνεχή ἀνύψωση φθάνει στό σημεῖο, πού θά τοποθετηθεῖ σέ κυκλική ἢ ἔλλειπτική τροχιά (θέση 6). Ἀνάλογα μέ τό ἔργο, πού ἔχει νά ἐκτελέσει ὁ πύραυλος, ὑπολογίζεται ἀπό πρῖν τό ὕψος πού θά φθάσει, ἡ διεύθυνση τῆς τροχιάς του καί ρυθμίζεται ἡ ταχύτητά του, γιά νά τοποθετηθεῖ στήν προῦπολογισμένη τροχιά.

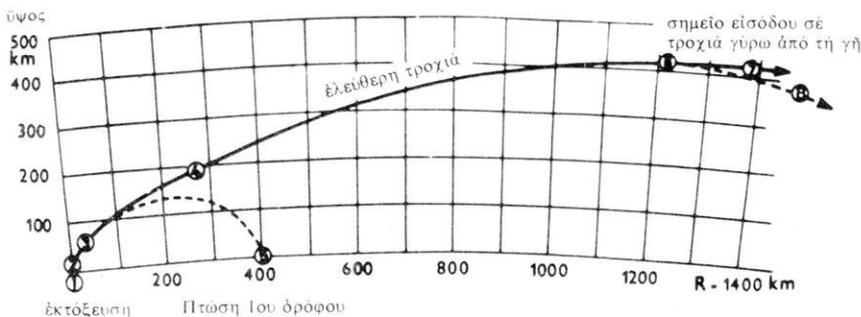
Ὅταν καταναλωθοῦν τά καύσιμα τῆς ἀρχικῆς προωθήσεως, τοῦ πρώτου ὀρόφου (σχ. 47 θέση 3), μέ εἰδικό μηχανισμό ἀποχωρίζεται τό σῶμα αὐτό ἀπό τό σῶμα τοῦ κυρίως πυραύλου καί πέφτει στή γῆ (θέση 5). Ταυτόχρονα πυροδοτεῖται ὁ δεύτερος ὀρόφος. Ὅταν καταναλωθοῦν τά καύσιμα καί τοῦ δευτέρου ὀρόφου, τό ὑπόλοιπο σῶμα τοῦ πυραύλου διαγράφει τροχιά σχεδόν παράλληλη πρὸς τόν ὀρίζοντα (θέση 4 ἕως 6). Ἀπό κεῖ καί πέρα ἀρχίζει ἡ ἐλεύθερη



Σχ. 46α. Ο πύραυλος Κρόνος V. Με αυτόν έκτοξεύθηκαν τα διαστημόπλοια «Απόλλων».



Σχ. 46β. Τα τέσσερα κύρια μέρη του διαστημόπλοιου «Απόλλων».



Σχ. 47

πτήση (θέση 4), εξαιτίας της αδράνειας. Από αυτή τη στιγμή οι σταθμοί έλέγχου, που βρίσκονται στη γή, αρχίζουν να παρακολουθούν τό όχημα και να τό κατευθύνουν.

Η διάρκεια ζωής του δορυφору, δηλαδή ό χρόνος κατά τον οποίο θά κινείται στην τροχιά του, εξαρτάται κυρίως από τό ύψος, που περιφέρεται και από τή μορφή τής τροχιάς του. Αν κινείται κοντά στη γή, όπου ή ατμόσφαιρα είναι κάπως πυκνή, εξαιτίας τής τριβής ό δορυφоруs θά περιφέρεται ολοένα και σε μικρότερη τροχιά, γιατί θά αρχίζει σιγά-σιγά να πέφτει προς τήν επιφάνεια τής γής. Αν ή τροχιά του είναι πολύ έλλειπτική, πάλι ή διάρκεια τής ζωής του είναι σχετικά μικρή. Κυμαίνεται συνήθως από μερικούς μήνες μέχρι 10.000 έτη και περισσότερο, ανάλογα με τήν πρό-δλεψη γι' αυτούς.

## 27. Έρευνες με τεχνητούς δορυφоруs και διαστημόπλοια.

Από τότε που μπήκε σε τροχιά ό σοβιετικός δορυφоруs Sputnik I (4 Οκτωβρ. 1957) μέχρι σήμερα έχουν εκτοξευθεί πολλές εκατοντάδες τεχνητοί δορυφоруs με σκοπό τήν εκτέλεση ειδικών επιστημονικών προγραμμάτων.

Ο Sputnik I μέτρησε τή θερμοκρασία και τήν ατμοσφαιρική πίεση από τά 80 km ύψος και πάνω. Βρέθηκε, ότι ή πυκνότητα τής ατμόσφαιρας μεταβάλλεται κατά τήν ήμέρα και τή νύχτα ή με τίσ εποχές του έτους. Σε ύψος 500 km ή πυκνότητα τήν ήμέρα είναι 3 έως 4 φορές μεγαλύτερη από τήν πυκνότητα κατά τή νύχτα, ενώ σε ύψος 1500 km ή πυκνότητα είναι 80 φορές μεγαλύτερη. Ο Sputnik I διέγραψε έλλειπτική τροχιά. Αργότερα εκτοξεύτηκαν οι Sputnik II και Sputnik III.

Τό 1958 οί άμερικανικοί Explorer 1 και Explorer 3 ανακάλυψαν τίς ζώνες άκτινοβολίας Van Allen. Άλλοι δορυφόροι τεχνητοί μέτρησαν διάφορα στοιχειά τής γήινης άτμόσφαιρας σέ μεγάλη ύψη και τίς διάφορες άκτινοβολίες (άκτίνες X, ύπεριώδη άκτινοβολία κλπ.). Μέτρησαν άκόμα τούς μετεωρίτες, πού κινούνται στό διάστημα, τό μαγνητικό πεδίο τής γής, τίς ζώνες άκτινοβολίας και τή μετάδοση ραδιοακτινοβολίας.

Άργότερα (1962), άλλοι δορυφόροι, πού ήταν έφοδιασμένοι μέ τηλεσκόπια και άλλα άστρονομικά όργανα, έκαναν πολλές ένδιαφέρουσες παρατηρήσεις του ήλιου, χωρίς νά έμποδίζονται από τήν άτμόσφαιρα τής γής.

Τά «τροχιακά ήλιακά παρατηρητήρια» και τά «τροχιακά άστρονομικά παρατηρητήρια», όπως όνομάζονται οί δορυφόροι άνάλογα μέ τήν άποστολή τους, εκτέλεσαν και συνεχίζουν νά εκτελούν άξιόλογες παρατηρήσεις άστέρων και συμπυκνώσεων ύλης.

Έκτοξεύτηκαν άκόμα και τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι μέ σκοπό τήν εύκολη και ταχύτερη άναμετάδοση, μεταξύ τών ήπείρων τής γής, τηλεφωνημάτων, ραδιοφωνικών προγραμμάτων και προγραμμάτων τηλεοράσεως. Πρώτος τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος είναι ό Gouirier IB. Έκτοξεύτηκε τό 1960 και προδλέπεται νά έχει διάρκεια ζωής 1000 έτη. Έχει διάφορες διόδους (κανάλια), ώστε νά είναι σέ θέση νά μεταδιβάξει μέχρι 68.000 λέξεις τό λεπτό. Πολύ χρησιμοποιούνται και οί δορυφόροι Telstar, ειδικοί για διηπειρωτικές μεταδιβάσεις προγραμμάτων τηλεοράσεως και τηλεφωνικής επικοινωνίας.

Έξάλλου οί ναυτιλιακοί δορυφόροι προσδιορίζουν μέ άκριβεια τή θέση τών πλοίων στους ώκεανούς και μποροϋν νά τά διευκολύνουν, ώστε νά κάνουν τά δρομολόγια τους συντομότερα και άσφαλέστερα. Οί γεωδαιτικοί δορυφόροι μελετοϋν τό ακριβές σχήμα τής γής και μερικοί από αυτούς άνιχνεύουν για κοιτάσματα πετρελαίου, μετάλλων, και για θαλάσσιο πλούτο. Και μετεωρολογικοί δορυφόροι προσφέρουν πολλά στήν πρόγνωση του καιρού και τή γεωργία.

**Έξέδρες του διαστήματος.** Τό πρόγραμμα έρευνών του διαστήματος προδλέπει και τήν κατασκευή μόνιμης εξέδρας στο διάστημα, πού θά κινείται γύρω γύρω από τή

γή. Ἀπό πολλά ἔτη ὁ W. von Braun ἔχει ἐκπονήσει τὰ σχέδια γιὰ μιά ἑξέδρα, πού θά περιφέρεται γύρω ἀπό τή γῆ σέ ὕψος 1000 km. Γιὰ τὸ σκοπὸ τῆς κατασκευῆς τῆς ἔγραψε ὁ Braun τὸ 1958: «Ὁ Σταθμὸς τοῦ διαστήματος (ἑξέδρα τοῦ διαστήματος), πού θά ἔχει τὴ δυνατότητα νὰ ἔρευνᾷ τὸ διάστημα μὲ σκοπὸ τὴν ἐπιστημονικὴ πρόοδο, ἀλλὰ καὶ τὴ διατήρηση τῆς εἰρήνης στὴ γῆ (ἢ καὶ γιὰ τὸν ἔξαφανισμό τοῦ πολιτισμοῦ μας) μπορεῖ νὰ κατασκευασθεῖ. Γιὰ πολλοὺς λόγους ἡ κατασκευὴ τοῦ Σταθμοῦ αὐτοῦ εἶναι ἀναπόφευκτη ἀνάγκη, ἀκόμα καὶ γιὰ νὰ ἰκανοποιήσῃ τὴν ἀκόρεστη περιέργεια τοῦ ἀνθρώπου, πού στὸ παρελθόν τὸν ὀδήγησε στὴ θάλασσα καὶ ἀργότερα στὴν ἀτμόσφαιρα... Ἄν ὁ Σταθμὸς αὐτὸς δέ γίνει μὲ σκοπὸ τὴ διατήρηση τῆς εἰρήνης, τότε θά γίνει γιὰ ἄλλους σκοποὺς, ὅπως εἶναι ὁ ἀφανισμὸς».

Στὴν ἑξέδρα αὐτὴ ὑπολογίζεται νὰ ὑπάρχει χῶρος, γιὰ νὰ διαμένουν καὶ νὰ ἐργάζονται 20 ἢ περισσότεροι ἐπιστήμονες, πού θά παρακολουθοῦν καὶ θά ἐκτελοῦν ὀρισμένα προγράμματα ἔρευνας. Μποροῦν ὁμως οἱ ἑξέδρες νὰ παρακολουθοῦν καὶ νὰ ἐλέγχουν, ἴσως καὶ νὰ κατευθύνουν διάφορες ἐνέργειες τοῦ ἀνθρώπου πάνω στὸν πλανήτη μας.

Οἱ ἑξέδρες τοῦ διαστήματος ἔχουν καὶ ἓνα ἄλλο σκοπὸ. Μποροῦν νὰ χρησιμοποιοῦνται ὡς βάσεις, ἀπὸ ὅπου θά ξεκινοῦν διαστημόπλοια γιὰ τὸ χῶρο πέρα ἀπὸ τὴ γῆ. Τότε ἡ ἐκτόξευση θά εἶναι εὐκολότερη, γιατί, πρακτικὰ δὲ θά ὑπάρχει τὸ ἐμπόδιο τῆς ἀντιστάσεως τῆς ἀτμόσφαιρας.

Τὸ Νοέμβριο 1973 ἐκτοξεύτηκε ἡ πρώτη διαστημικὴ ἑξέδρα-ἐργαστήριο Skylab (Σκάυλάμπ) μὲ πύραυλο Κρόνο. Τὸ πλήρωμα μὲ 3 ἀστρωναῦτες παρέμεινε στὸ διάστημα 84 ἡμ. Τὸ Σογιούζ 26, μὲ 2 ἀστρωναῦτες παρέμεινε (1977) στὸ διάστημα 96 ἡμ. καὶ τὸ Σογιούζ 31, πάλι μὲ 2 ἀστρωναῦτες (τὸ 1978), παρέμεινε 140 ἡμέρες. Καὶ τὸν Ὀκτώβριο τοῦ 1980 ἐπέστρεψαν μὲ τὸ Σογιούζ οἱ ἀστρωναῦτες ἔπειτα ἀπὸ 185 ἡμέρες. Αὐτὰ τὰ πληρώματα ἐκτέλεσαν διάφορα πειράματα, ὅπως: Παρατηρήσεις τοῦ ἡλίου καὶ ἄλλων ἀστέρων, γεωγραφικές, ὠκεανογραφικές καὶ μετεωρολογικές παρατηρήσεις τῆς γῆς. Μελέτησαν ἀκόμα καὶ τὴν ἀντοχὴ τοῦ ἀνθρώπινου ὀργανισμοῦ, γιὰ ἀρκετὸ χρόνο, σὲ συνθήκες μηδενικῆς βαρύτητας.

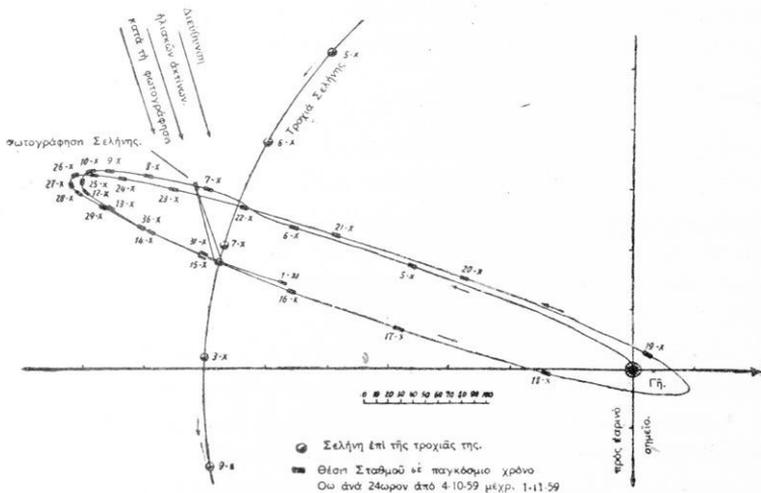
Γιὰ τὴν ἔρευνα τοῦ διαστήματος τὸ πρόγραμμα προέβλεπε καὶ τὴν ἀποστολὴ διαστημοπλοίων πέρα ἀπὸ τὸ πεδίο ἔλξεως τῆς γῆς μὲ σκοπὸ νὰ ἔρευνήσουν: α) τὸ χῶρο πού ὑπάρχει μεταξὺ γῆς, σελήνης, πλανητῶν καὶ ἡλίου καὶ β) τὰ οὐράνια σώματα, δηλαδή τὴ σελήνη, τὴν Ἄφροδίτη, τὸν Ἐρμῆ, τὸν Ἄρη, τὸ Δία, τὸν Κρόνο, τὸν Οὐρανὸ, τὸν Ποσειδῶνα καὶ τὸν Πλούτωνα.

Τὸ πρόγραμμα, πού ἐκτελέστηκε, σὲ ὀρισμένους τομεῖς, καὶ συνεχίζεται, ὀφείλει τὴν ἐπίτυχία του σὲ δύο κυρίως παράγοντες: α) Στὴν **τεχνικὴ ἐπιστήμη**, πού μὲ τὴ βοήθειά της σχεδιάστηκαν καὶ κατασκευάστηκαν ἰσχυροὶ πύραυλοι μὲ ἰκανότητα νὰ ἐκτοξεύουν μεγάλες μάζες, εἰδικῆς διαστημοσυσκευῆς μὲ ἄρτιο ἔξοπλισμὸ καὶ

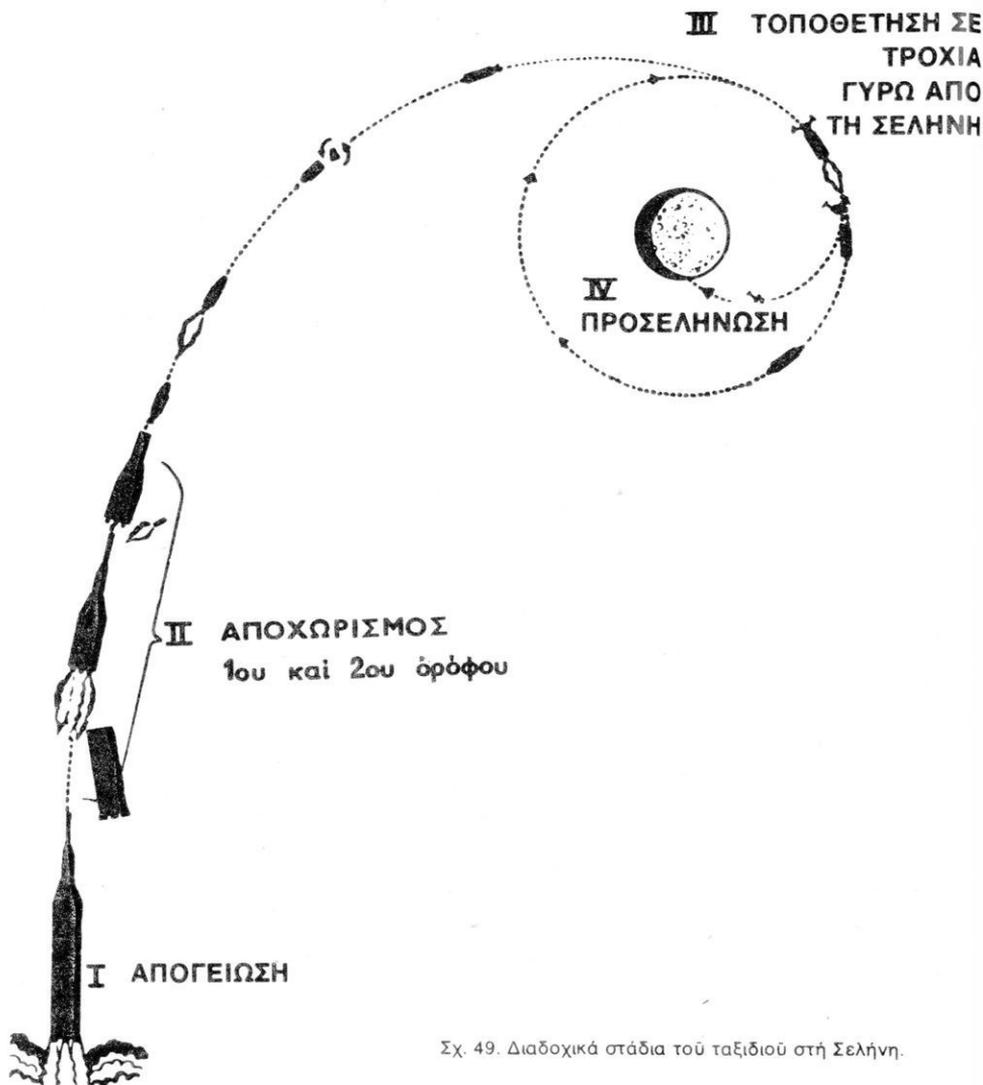
τελειοποιημένα ηλεκτρονικά συστήματα για τήν παρακολούθηση και τόν έλεγχο τών διαστημικών πτήσεων. δ) Στή **μαθηματική επίσημη**, γιατί έλλυσε πολλά και δύσκολα προβλήματα, πού είχαν σχέση μέ τήν εύρεση τής τροχιάς, τήν όποία πρέπει νά ακολουθήσουν τά διαστημόπλοια.

Τό πρώτο διαστημόπλοιο, πού έκτοξεύτηκε μέ σκοπό νά γίνει τεχνητός πλανήτης, ήταν τό σοβιετικό Luna I (1959), πού πέρασε κοντά από τή σελήνη. Τόν ίδιο χρόνο έκτοξεύτηκε από τούς Άμερικανούς ό τεχνητός πλανήτης Pioneer 4, πού πέρασε και αυτός κοντά από τή σελήνη.

**Διαστημόπλοια πρós τή σελήνη και τούς πλανήτες.** Τό πρώτο διαστημόπλοιο, πού πλησίασε τή σελήνη και προχώρησε πέρα απ' αυτή, και ακολουθώντας έλλειπτική τροχιά πλησίασε πάλι τόν πλανήτη μας είναι ό Luna 3. Έκτοξεύτηκε στις 4 ΄Οκτωβρίου 1959. Τήν 6η πρós τήν 7η ΄Οκτωβρίου βρισκόταν πίσω από τή σελήνη (σχ. 48). Από απόσταση 60.000 km φωτογράφησε αρκετές φορές τήν άόρατη πλευρά της, πού φωτιζόταν τότε από τόν ήλιο, και έστειλε τίς φωτογραφίες στή γή. Αργότερα ό Luna 3 καταστράφηκε.



Σχ. 48



Σχ. 49. Διαδοχικά στάδια του ταξιδιού στη Σελήνη.

Τό 1966 προσεληνώθηκαν ὁμαλά στόν «ὠκεανό τῶν καταιγίδων», ὁ σοβιετικός Luna 9 καί ὁ ἀμερικανικός Surveyor (Σερβέϋορ) 1. Πῆραν χιλιάδες φωτογραφίες τῆς ἐπιφάνειας τῆς σελήνης, τῶν ἀνωμαλιῶν καί τῶν βουνῶν τῆς περιοχῆς, πού προσεληνώθηκαν.

καί τίς ἔστειλαν στή γῆ. Εἰκόνα τῆς πορείας ἑνός διαστημοπλοίου δίνει τό σχῆμα 49.

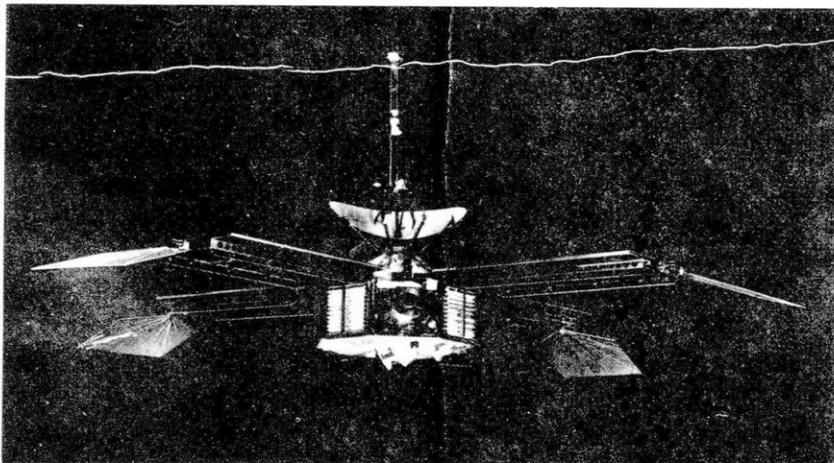
Ἡ μελέτη τῆς σεληνιακῆς ἐπιφάνειας συμπληρώθηκε τό 1966–1968 πάρα πολύ, μέ τή βοήθεια τῶν τεχνητῶν δορυφόρων τῆς σελήνης. Οἱ δορυφόροι αὐτοί φωτογράφιζαν τό ὄρατό καί ἀόρατο ἡμισφαίριο τῆς ἐπιφάνειας τῆς σελήνης ἀπό ὕψος 360 km καί ἔστελναν τίς φωτογραφίες στή γῆ. Ἔτσι κατορθώθηκε νά γίνει πλήρης τοπογραφικός χάρτης τοῦ δορυφόρου μας. Οἱ δορυφόροι μελέτησαν ἀκόμα τό μαγνητικό πεδίο τῆς σελήνης, τήν πυκνότητα τῶν μετεωριτῶν καί τίς διάφορες ἀκτινοβολίες γύρω ἀπό τή σελήνη.

Δυσκολία ἀντιμετώπισαν οἱ ἐπιστήμονες, γιά νά μπορέσουν νά δάλουν τούς δορυφόρους σέ τροχιά γύρω ἀπό τή σελήνη. Τόσο ὁμως οἱ Ἀμερικανοί μέ τούς Lunar Orbiter 1, 2 καί 3, ὅσο καί οἱ Σοβιετικοί μέ τούς Luna 10, 11 καί 12, κατόρθωσαν νά ξεπεράσουν τή δυσκολία. Οἱ Luna 16, 20 καί 24 μετέφεραν σεληνιακό χῶμα.

Τό 1962 οἱ Ἀμερικανοί ἐκτόξευσαν μέ ἐπιτυχία τό Mariner 2, μέ ἀποστολή νά πλησιάσει τήν Ἀφροδίτη. Βασικό στάδιο, μετά τήν ἐκτόξευσή του, ἦταν νά μπεῖ σέ τροχιά γύρω ἀπό τόν ἥλιο. Νά γίνει δηλαδή τεχνητός πλανήτης. Ὑπολογίστηκε ὁμως νά διαγράψει τέτοια τροχιά, ὥστε τό ἐπίπεδό της νά βρίσκεται κοντά στό ἐπίπεδο τῆς τροχιάς τῆς Ἀφροδίτης. Ἔτσι ἡ ἐκτόξευση τοῦ Mariner 2 ἔγινε σέ χρόνο τέτοιο, πού νά συμπέσει ἡ Ἀφροδίτη καί ὁ δορυφόρος νά περνοῦν ἀπό τό πλησιέστερο σημεῖο τῆς τροχιάς τους, γιά νά ἔχουν τήν πλησιέστερη ἀπόσταση.

Ὁ Mariner 2, μέ βάρος 200 κιλά, ὕστερα ἀπό ταξίδι 3 1/2 μῆνες, πέρασε ἀπό τήν Ἀφροδίτη σέ ἀπόσταση 33.000 km, στίς 14 Δεκεμβρίου 1962. Κατά τή διαδρομή του διορθώθηκε ἡ πορεία του ἀπό τούς σταθμούς παρακολουθήσεώς του στή γῆ. Περίπου ἑκατό ὥρες, πρῖν φτάσει στή μικρότερη ἀπόσταση ἀπό τήν Ἀφροδίτη, ἄρχισαν νά λειτουργοῦν δύο ἀκτινόμετρα. Τό ἕνα μετροῦσε τήν ὑπέρυθη ἀκτινοβολία καί τό ἄλλο τά μικροκύματα. Ἔτσι σέ λίγο ὁ Mariner 2 ἔστειλε στή γῆ τίς μετρήσεις τῆς θερμοκρασίας τῆς Ἀφροδίτης, πού δέν ἀπείχαν πολύ ἀπό τίς γνωστές παρατηρήσεις, πού εἶχαν κάνει οἱ ἀστρονόμοι ἀπό τή γῆ.

Στίς 14 μέ 15 Ἰουλίου 1965, ὕστερα ἀπό ταξίδι 228 ἡμέρες, ὁ Mariner 4 πλησίασε τόν Ἄρη σέ ἀπόσταση 10.000 km (εἰκ. 31 καί

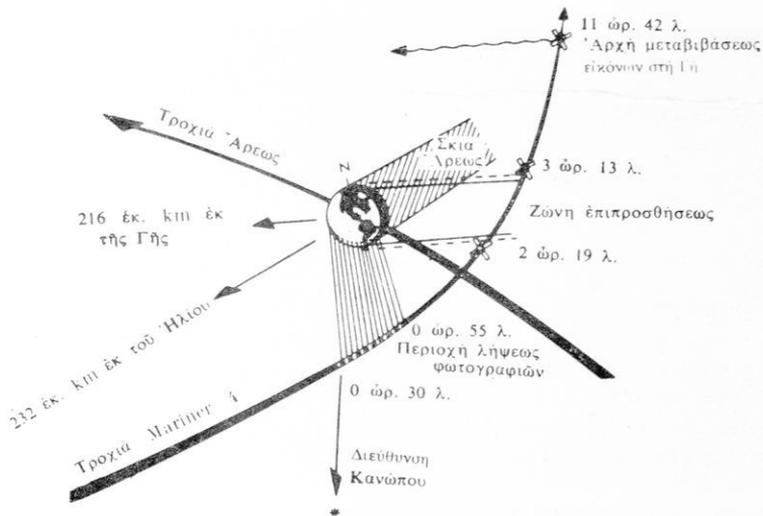


Εικ. 31. Ὁ Μάρινερ 4.

σχ. 50) καί πήρε 22 φωτογραφίες τοῦ πλανήτη. Τήν ἐποχὴ ἐκείνη ὁ Ἄρης δορισκόταν σέ ἀπόσταση 216 ἑκατομ. km ἀπό τή γῆ καί 232 ἀπό τόν ἥλιο. Οἱ φωτογραφίες δείχνουν ὅτι ἡ ἐπιφάνειά του παρουσιάζει ὄροσειρές καί πολλούς κρατήρες, ὅπως ἀκριβῶς καί τῆς σελήνης. Ὁ Mariner 4 μελέτησε τή θερμοκρασία τοῦ Ἄρη, τήν πυκνότητα τῆς ἀτμόσφαιράς του καί τό μαγνητικό πεδίο του. Παρόμοιες παρατηρήσεις ἐπέτελεσαν τό 1969 οἱ Mariner 6 καί Mariner 7. Τό 1971 καί 1972 ὁ Mariner 9, ὁ Mars 2 καί ὁ Mars 3, καθώς κινουῦνταν μῆνες γύρω ἀπό τόν Ἄρη, ἐστείλαν φωτογραφίες τοῦ πλανήτη καί τοῦ δορυφόρου του, Φόβου. Τόν Ἰούλιο καί Σεπτέμβριο 1976 προσεδαφίστηκαν στόν Ἄρη οἱ Viking I καί Viking II καί ἔκαναν λεπτομερῆ ἔρευνα τοῦ πλανήτη.

Τόν Ὀκτώβριο 1967, πλησίασε τήν Ἀφροδίτη ὁ Mariner 5 καί ὁ Venera 4, πού προώθησε στήν ἐπιφάνειά της εἰδική ἔκκατο μέ ἐπισημονικά ὄργανα. Τό διαστημόπλοιο Mariner 10, κατά τό Φεβρουάριο 1974, πλησίασε τήν Ἀφροδίτη καί τό Μάρτιο, τόν Ἑρμῆ καί μετέδωσε πολλές φωτογραφίες, ἀπό τήν ἄγνωστη μέχρι σήμερα ἐπιφάνειά του, μέ πολλές λεπτομέρειες. Ὁ Mariner 10 πλησίασε ἀκόμα δύο φορές τόν Ἑρμῆ.

Τό διαστημόπλοιο «Πρωτοπόρος 10» κατά τό Δεκέμβριο τοῦ



Σχ. 50. Τροχιά του Μάρινερ 4 καθώς περνά κοντά στον Άρη.

1974 φωτογράφησε τό Δία. Ύστερα κατευθύνθηκε προς τόν Κρόνο καί θά φθάσει στόν Πλούτωνα τό 1987. Ύπολογίζεται ότι στό τέλος τοῦ αἰώνα μας ὁ Πρωτοπόρος 10 θά εἶναι τό πρῶτο ἀνθρώπινο κατασκεῦασμα πού θά ξεφύγει ἀπό τό ἡλιακό μας σύστημα. Πιο τέλειο πρόγραμμα ἐκτέλεσε ὁ Πρωτοπόρος 11, πού πέρασε κοντά στό Δία τό Δεκέμβριο τοῦ 1974 καί τό Σεπτέμβριο 1979 πλησίασε τόν Κρόνο.

**Διαπλανητικά ταξίδια.** Πρῶτο διαστημόπλοιο, μέ ἀνθρώπινο πλήρωμα, θεωρεῖται ὁ τεχνητός δορυφόρος Wostok 1 (1961), πού ἐπέβαινε ὁ Ρῶσος ἀστροναύτης Gagarin. Ὁ δορυφόρος ἔκανε μιά περιφορά γύρω ἀπό τή γῆ καί προσγειώθηκε ὀμαλά. Τό 1962 ὁ Ἀμερικανός ἀστροναύτης Glenn μέ τό διαστημόπλοιο Mercury 6 ἔκανε τρεῖς περιφορές γύρω ἀπό τή γῆ καί προσθαλασώθηκε ὀμαλά.

Ἀργότερα οἱ ἐπανδρωμένες πτήσεις συνεχίστηκαν μέ ταχύτερο ρυθμό καί μέ τά διαστημόπλοια μεταφέρονταν δύο καί τρεῖς ἀστροναῦτες ταυτόχρονα.

Οἱ ἀστροναῦτες γιά νά πετάξουν στό διάστημα ὑποβάλλονται σέ πολλές καί μα-

κροχρόνιες ασκήσεις. 'Επιλέγονται συνήθως από τούς πιό έμπειρους αεροπόρους. Δοκιμάζονται στην αντίδραση του οργανισμού τους ύστερα από παραμονή σε κλειστό χώρο, στη μεταβολή της έπιταχύνσεως της βαρύτητάς τους, στην ψυχική άντοχη τους κλπ. Οί ίδιοι εξασκούνται να έκτελούν με ακρίβεια και μεγάλη ταχύτητα πολλούς και λεπτούς χειρισμούς, ώστε να μπορούν να κυβερνοϋν τό διαστημόπλοιο με έπιτυχία και να κάνουν και τίς απαραίτητες παρατηρήσεις.

'Ασκοϋνται, ειδικότερα, στη μεταβολή έπιταχύνσεως της βαρύτητάς τους, ώστε να μπορεί ό οργανισμός τους να άντέχει σε αύξηση της τιμής της 4 έως 9 φορές περισσότερο από την τιμή του  $g$  πάνω στη γη. 'Ακόμα δοκιμάζονται να συνήθισουν σε μηδενική τιμή του  $g$  ( $g=0$ ), δηλαδή να κινούνται στο διάστημα χωρίς να έχουν βάρος.

"Όταν ξεκινά τό διαστημόπλοιο (όσο ακόμα είναι ένωμένο με τούς πυραύλους του), άποκτά σε μικρό χρονικό διάστημα (λίγα λεπτά) έπιτάχυνση πενταπλάσια ή έννεαπλάσια από την τιμή του  $g$  στη γη, όποτε και τό βάρος τών άστροναυτών έννεαπλαιάζεται. "Όταν τό διαστημόπλοιο μπει σε κυκλική τροχιά, ή έπιτάχυνση μηδενίζεται. 'Επομένως οί άστροναϋτες περιφέρονται γύρω από τή γη ή τή σελήνη, χωρίς γχεδόν να ύπάρχει έλξη, και «στέκονται» σε όποιαδήποτε θέση και άν βρισκονται, χωρίς να έχουν τήν αίσθηση, ότι δέν ίσορροποϋν. Αυτό γίνεται, γιατί ή κεντρομόλη δύναμη άντισταθμίζεται, κάθε στιγμή, από τήν αντίθετη της δύναμη, που δημιουργείται, τή φυγόκεντρη, όποτε οί άστροναϋτες δέν έχουν βάρος. "Αν ή τροχιά ήταν αίσηθατά έλλειπτική, τότε οί άστροναϋτες θά μπορούσαν να κινήθουν με  $g$  διάφορη του μηδενός, δηλαδή θά είχαν βάρος που θά άλλαζε συνεχώς. "Όταν τό διαστημόπλοιο εγκαταλείψει τήν κυκλική τροχιά και έπιστρέψει στη γήινη ατμόσφαιρα, ή έπιτάχυνση  $g$  αρχίζει να αυξάνει, και όταν φθάσει στη γη, οί άστροναϋτες άποκτούν τό κανονικό βάρος τους.

'Από τά μέχρι σήμερα ταξίδια γύρω από τή γη άποδείχτηκε, ότι ό άνθρωπος, άν προετοιμαστεί κατάλληλα, με ειδικές ασκήσεις, είναι δυνατό να ζήσει σε συνθήκες του διαστήματος περισσότερο από 10 έβδομάδες.

Τό πρόγραμμα τών 'Αμερικανών στον τομέα τών διαπλανητικών ταξιδιών σχεδιάστηκε από τό 1961 και άρχισε να πραγματοποιείται με τήν εξής σειρά:

1ον Πρόγραμμα «'Ερμης» (Mercury). Κατασκευή και άποστολή γύρω από τή γη διαστημόπλοιου με πλήρωμα έναν άνδρα.

2ον Πρόγραμμα «Δίδυμοι» (Gemini). Κατασκευή και άποστολή γύρω από τή γη διαστημοπλοίων με πλήρωμα δύο άστροναϋτες. «Περίπατοι» άστροναυτών στο διάστημα. Συνάντηση, σύνδεση και άποσύνδεση διαστημόπλοιων στο διάστημα.

3ον Πρόγραμμα «'Απόλλων» (Apollo). Κατασκευή μεγαλύτερων και πιό ευρύτερων διαστημοπλοίων με πλήρωμα τρεις άστροναϋτες. Κατασκευή πυραύλων με μεγάλη προωστική δύναμη, με σκοπό να τοποθετηθούν τά διαστημόπλοια σε τροχιά. Χρησιμοποιήθηκε ό πύραυλος «Κρόνος V».

Τό πρόγραμμα «'Απόλλων» είχε τελικό σκοπό τήν προσηδάφιση ανθρώπων στη σελήνη. Κυριότερα από αυτά ήταν:

«'Απόλλων 8» (Δεκέμβριος 1968). Ταξίδι τριών άστροναυτών στη σελήνη, 10 περιφορές γύρω από αυτή σε ύψος 110 km και έπιστροφή στη γη. 'Η άποστολή αυτή πέτυχε πλήρως (ειχ. 32).



Εικ. 32. Ἡ γῆ, αἰωρούμενη στό διάστημα, κοντά στόν ὀρίζοντα σεληνιακοῦ τοπίου. Ἀπό φωτογραφία πού πήρε τό «Ἀπόλλων 8».

« Ἐπὶ τῶν 11 » (Ἰούλιος 1969). Ἀποστολή τριῶν ἀστροναυτῶν στὴ σεληνὴ μετὰ πυραυλο Κρόνος V (σχ. 46). Κάθοδος δύο ἀστροναυτῶν μετὰ τὴν σεληνάκατο « Ἀετός » στὴ θάλασσα τῆς Ἡρακλίας, σὲ μέρος ποῦ εἶχαν ἐπιλέξει σὲ προηγούμενες ἀποστολὲς οἱ Lunar Orbiter, τὰ Surveyor καὶ οἱ ἀστροναῦτες τοῦ προγράμματος « Ἀπόλλων ». Ἐξόδος τῶν δύο ἀστροναυτῶν στὴν ἐπιφάνεια τῆς σεληνῆς. Λήψη φωτογραφιῶν, τοποθέτηση σεισμογράφου καὶ κάτοπτρου ἀκτίνων Λέιζερ, μέτρηση ἀκτινοδοσιῶν καὶ μεταφορά σεληνιακῶν πετρωμάτων.

« Ἐπὶ τῶν 12 » (Νοέμβριος 1969). Ἀποστολή τριῶν ἀστροναυτῶν στὴ σεληνὴ. Προσεδάφιση τῶν δύο στὴν ἐπιφάνεια τῆς σεληνῆς, τοποθέτηση ἄλλου σεισμογράφου, μαγνητόμετρου καὶ ἄλλων ὀργάνων. Ἀκόμα τοποθέτηση μικροῦ « πυρηνικοῦ » ἐργοστάσιου ἐνεργείας, γιὰ τὴ λειτουργία τῶν ὀργάνων καὶ τὴν ἀποστολὴ τῶν παρατηρήσεων τοὺς στὴ γῆ.

« Ἐπὶ τῶν 14 » (Φεβρουάριος 1971). Προσεδάφιση σεληνάκατο « Ἀντάρης » στὴν ὄροσειρὰ Fra Mauro καὶ ἐκτέλεση ἀπὸ ἀστροναῦτες τῆς ἀποστολῆς τοὺς.

« Ἐπὶ τῶν 15 » (Ἰούλιος 1971). Προσεδάφιση σεληνάκατο « Ἰέραξ » στὰ Ἀπέννινα ὄρη, κοντὰ στὴ χαράδρα Handley. Τρεῖς ἐξοδοὶ ἀστροναυτῶν ἀπὸ τὴν σεληνάκατο καὶ ἐξερεύνηση, μετὰ τὴ βοήθεια εἰδικοῦ αὐτοκινήτου « Rover », περιοχῆς σὲ ἀκτίνια μεγαλύτερη ἀπὸ 50 km.

« Ἐπὶ τῶν 16 » (Ἀπρίλιος 1972). Προσεδάφιση σεληνάκατο στὰ βόρεια τοῦ κρατήρα Καρτέσιο. Περιουλλογὴ πετρωμάτων ἀπὸ τοὺς ἀστροναῦτες καὶ ἐξερεύνηση περιοχῆς 25 km μετὰ τὸ εἰδικὸ αὐτοκίνητο « Rover ».

« Ἐπὶ τῶν 17 » (Δεκέμβριος 1972). Προσεδάφιση σεληνάκατο στὰ νότια τοῦ κρατήρα Λίττροϋ.

Μετὰ αὐτὴν τὴν ἀποστολὴ συμπληρώθηκε τὸ πρόγραμμα Ἀπόλλων.

Ἀπὸ τῆς ἀποστολῆς τῆς Σοβιετικῆς Ἐνώσεως σημαντικότερη εἶναι τὸ πρόγραμμα « Σογιούζ », μετὰ περιφορά ἀστροναυτῶν γύρω ἀπὸ τὴν γῆ καὶ προπαρασκευὴ γιὰ πτήση μετὰ συνεργασία Ρωσίας – Ἀμερικῆς τὸν Ἰούλιο 1975, ποῦ πραγματοποιήθηκε μετὰ μεγάλη ἐπιτυχία. Ἐπίσης ἐπιτυχία τοὺς ἦταν οἱ μὴ ἐπανδρωμένες προσεληνώσεις τῶν « Λούνα 16 » (1970), « Λούνα 20 » (1972) καὶ « Λούνα 24 » (1976), ἡ παραλαβὴ σεληνιακοῦ ἐδάφους καὶ ἡ αὐτόματη ἐπιστροφή τοὺς στὴ γῆ. Μάλιστα ὁ « Λούνα 24 » μετέφερε σεληνιακὸ ὕλικὸ ἀπὸ βάθος 2 m.

Οἱ Βόϊντζερ I καὶ II ξεκίνησαν (1977) γιὰ τὸ Δία, τὸν πλησίαν (1979) καὶ ἔκαμαν ἐνδιαφέρουσες παρατηρήσεις. Βοήκαν ὅτι περιβάλλεται ἀπὸ δακτύλιο καὶ οἱ δορυφόροι τοῦ ἔχουν ἠφαίστεια σὲ δράση. Ὁ Βόϊντζερ I πλησίασε (1980) τὸν Κρόνον καὶ ἀργότερα θὰ προσεγγίσει ἴσως τὸν Οὐρανὸ (1986) καὶ τὸν Ποσειδῶνα (1989).

Ἡ αὐτοπρόσωπη παρουσία τοῦ ἀνθρώπου στοὺς γειτονικοὺς μας πλανῆτες ἀνοίγει μιὰ νέα ἐποχὴ στὴν ἐπιστῆμιν τοῦ διαστήματος. Δημιουργεῖ πολλές προοπτικὲς σὲ πολυάριθμες ἐκδηλώσεις τῆς ἀνθρώπινης δραστηριότητος καὶ ξαναφέρει σὲ ἐπικαιρότητα γιὰ συζήτηση καὶ μελέτη γενικότερα προβλήματα γιὰ τὴ ζωὴ καὶ τὸν

κόσμο.

Αυτό δέ σημαίνει, βέβαια, ότι ο άνθρωπος κατόρθωσε να «κατακτήσει» τό σύμπαν, γιατί, αν υπολογίσουμε ότι η απόσταση γής –σελήνης, πού είναι 384.000 km, μόλις ξεπερνά τό ένα δευτερόλεπτο του έτους φωτός και όλη ή ακτίνα του σύμπαντος είναι πολύ μεγαλύτερη από δέκα δισεκατομμύρια ε.φ., αντιλαμβάνομαστε πόσο μικρό δῆμα πραγματοποίησε ο άνθρωπος στό σύμπαν...

Εἶπαν τόν άνθρωπο μικρο-μέγα. Εἶναι πράγματι μικρός μὲν ἀπό ὕλικῆς πλευρᾶς — σέ σύγκριση μέ τίς τεράστιες μάζες τῶν ἀστέρων καί τῶν γαλαξιδῶν — ἀλλά μέγας ἀπό τήν ἄποψη τοῦ πνεύματος. Διότι εἶναι προικισμένος ἀπό τό Δημιουργό του μέ τό πνεῦμα καί τήν ψυχή, πού τόν κάνουν ἰκανό νά ἐρευνᾶ τό τεράστιο καί φαινομενικά ἀπέραντο σύμπαν, νά βρίσκει τούς νόμους πού τό κυβερνοῦν, νά συγκινεῖται ἀπό τό μεγαλεῖο του καί νά εἶναι σέ θέση νά θαυμάζει Ἐκεῖνον, ὁ ὁποῖος τά «πάντα ἐν σοφίᾳ ἐποίησε».

## Ἑρωτήσεις

- 150) Τί ὀνομάζουμε ταχύτητα διαφυγῆς;
- 151) Ποιούς νόμους ἀκολουθοῦν στήν κίνησή τους οἱ τεχνητοί δορυφόροι;
- 152) Ποιές εἶναι οἱ τρεῖς κοσμικές ταχύτητες;
- 153) Πῶς προκαλεῖται ἡ κίνηση τῶν τεχνητῶν δορυφόρων;

## ΒΙΟΓΡΑΦΙΕΣ

**Δ. Αίγινητής.** Καθηγητής του Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν καὶ Διευθυντής τοῦ Ἐθνικοῦ Ἀστεροσκοπείου Ἀθηνῶν (1862–1934).

**Ἀρίσταρχος ὁ Σάμιος** (περίπου 320-230 π.χ.). Ἀπὸ τοὺς διασημότερους ἀστρονόμους τῆς Ἀλεξανδρινῆς περιόδου. Πρῶτος αὐτὸς παρουσίασε σαφὴ τὴν εἰκόνα τοῦ ἠλιοκεντρικοῦ συστήματος. Τοῦ ἔδωσαν τὸ ὄνομα: «Κοπέρνικος τῆς ἀρχαιότητος». Τοῦτο ἀποτελεῖ σφάλμα, ἐφόσον ὑπῆρξε κατὰ 1800 χρόνια προγενέστερος τοῦ Κοπέρνικου. Μᾶλλον ὁ Κοπέρνικος εἶναι ὁ «Ἀρίσταρχος τῆς Ἀναγεννήσεως».

**Ἐρατοσθένης** (περίπου 284–192 π.Χ.). Εἶναι ὁ πρῶτος πού μέτρησε τὸ μέγεθος τῆς γῆς μέ ἀρκετὰ μεγάλη ἀκρίβεια τὸ 250 π.Χ. Μέτρησε τὸ μῆκος τοῦ τόξου τοῦ μεσημβρινοῦ, πού περιλαμβάνεται μεταξύ Ἀλεξάνδρειας καὶ Συήνης καὶ ἔβλεπε ὅτι εἶναι 7° 12' καὶ ἔχει μῆκος 5000 στάδια. Τὸ μῆκος, λοιπόν, τοῦ μεσημβρινοῦ τὸ ὑπολόγισε σὲ 250.000 στ. ἢ 39.375.000 μέτρα, ἀφοῦ τὸ στάδιο εἶναι 157,5 μέτρα.

**Ἴπταρχος** (180–120 π.Χ.). Ἀπὸ τοὺς μεγαλύτερους ἀστρονόμους τῶν τῶν ἐποχῶν. Σ' αὐτὸν ὀφείλεται ἡ ἀνακάλυψη τῆς τρίτης κινήσεως τῆς γῆς, τῆς **μεταπτώσεως** καὶ πολλῶν ἄλλων, ὥστε δίκαια ὀνομάστηκε «πατὴρ τῆς Ἀστρονομίας».

**Κλαύδιος Πτολεμαῖος** (Β' αἰῶνας μ.Χ.). Καὶ αὐτὸς θεωρεῖται ἀπὸ τοὺς μεγάλους ἀστρονόμους. Τὸ ἔργο του «Μαθηματικὴ Σύνταξη» εἶναι τὸ σημαντικότερο ἀστρονομικὸ βιβλίον τῆς ἀρχαιότητος.

**Στ. Πλακίδης.** Ὁμότιμος Καθηγητής τῆς Ἀστρονομίας στὸ Πανεπιστήμιον Ἀθηνῶν καὶ τ. Διευθυντής τοῦ Ἐθνικοῦ Ἀστεροσκοπείου Ἀθηνῶν.

**W. Baade** (1893–1960). Γερμανὸς ἀστρονόμος, ἀπὸ τοὺς κυριότερους ἐρευνητὲς τῶν γαλαξιών καὶ γενικότερα τοῦ σύμπαντος.

**E. Barnard** (1857–1923). Ἐπιφανὴς Ἀμερικανὸς ἀστρονόμος. Ἀσχολήθηκε περισσότερο μὲ τὴν ἀπαρίθμηση καὶ μελέτη τῶν μεγάλων σκοτεινῶν νεφελωμάτων.

**Wernher von Braun.** Διάσημος Γερμανὸς τεχνικὸς στοὺς πυραύλους καὶ στὴ διαστημικὴ ἔρευνα. Γεννήθηκε τὸ 1912. Ἀπὸ τὸ 1946 ἐργαζόταν στὴν Ἀμερικὴ. Τὸ 1958 ἐκτόξευσε τὸν πρῶτο ἀμερικανικὸ δορυφόρο «Explorer». Θεωρεῖται ὁ μεγαλύτερος εἰδικὸς στὴν ἔρευνα τοῦ διαστήματος μὲ τὰ διαστημόπλοια. Πέθανε τὸ 1976.

**A. Einstein** (1879–1955). Γερμανοεβραῖος φυσικὸς, ἀστρονόμος καὶ κοσμολόγος. Εἰσηγητὴς τῆς περιφημῆς θεωρίας τῆς σχετικότητας. Θεωρεῖται μιὰ ἀπὸ τίς μεγαλύτερες μορφές τοῦ αἰῶνα μας.

**A.S. Eddington** (1882–1944). Ἐπιφανὴς Βρεταννὸς ἀστρονόμος. Διακρίθηκε στὴν ἔρευνα τῆς ἐσωτερικῆς συστάσεως τῶν ἀστέρων καὶ γενικά ὀλόκληρου τοῦ σύμπαντος.

**Galileo Galilei** (1564–1642). Διάσημος Ἰταλὸς μαθηματικὸς, φυσικὸς καὶ ἀστρονόμος.

**E. Halley** (1656–1742). Περίφημος Ἀγγλὸς ἀστρονόμος, γνωστὸς ἀπὸ τὸν κομήτη, πού φέρει τὸ ὄνομά του.

**W. Herschel.** (1758–1822). Γερμανὸς ἀστρονόμος, ἀπὸ τοὺς μεγαλύτερους.

**E. Hertzsprung** (1873–1967). Δανὸς ἀστρονόμος, ἓνας ἀπὸ τοὺς θεμελιωτὲς τῆς σύγχρονης ἀστροφυσικῆς.

Ἐξεῖσε καί ἐργάστηκε στήν Ἀγγλία. Σ' αὐτόν, ἐκτός ἀπό τόσα ἄλλα, ὀφείλεται καί ἡ ἀνακάλυψη τοῦ πλανήτη Οὐρανοῦ.

**Fr. Hoyle.** Ἀγγλος ἀστροφυσικός. Γεννήθηκε τό 1915. Θεωρεῖται ἀπό τοὺς μεγαλύτερους σύγχρονους ἀστρονόμους.

**E. Hubble** (1889–1953). Διάσημος Ἀμερικανός ἀστρονόμος. Ἀπό τοὺς κυριότερους ἐρευνητές τοῦ σύμπαντος. Διατύπωσε, τό νόμο τῆς διαστολῆς τοῦ σύμπαντος, σὸν ὁποῖο ὑπακούουν οἱ γαλαξίες.

**J. Jeans** (1877–1946). Διάσημος Ἀγγλος ἀστροφυσικός καί κοσμολόγος. Ἀσχολήθηκε μέ τή συμπεριφορὰ τῶν ἀερίων, τῶν ὑγρῶν καί τῶν στερεῶν, πού ὑπόκεινται στήν ἐπίδραση τῆς βαρύτητας καί θρῖσκονται σέ περιστροφή. Θεωρεῖται σάν ἕνα ἀπό τοὺς μεγάλους ἐπιστήμονες καί φιλόσοφους τῶν νεώτερων χρόνων.

**J. Kepler** (1571–1630). Διάσημος Γερμανός ἀστρονόμος. Ἀνακάλυψε τοὺς τρεῖς νόμους κινήσεως τῶν πλανητῶν. Ὀνομάστηκε «νομοθέτης τοῦ Οὐρανοῦ».

**N. Kopernicus** (1473–1543). Ἐπιφανῆς Πολωνο-γερμανός ἀστρονόμος. Ἔγινε παγκόσμια γνωστός σάν εἰσηγητής καί ὑποστηρικτῆς τοῦ ἡλιοκεντρικοῦ συστήματος, πού εἶχε ἐπινοήσει τόν 3ο π.Χ. αἰῶνα ὁ Ἕλληνας ἀστρονόμος Ἀρίσταρχος ὁ Σάμιος.

**P. Kuiper** (1905–1973). Διαπρεπῆς Ὁλλανδο-ἀμερικανός ἀστρονόμος εἰδικός στήν ἔρευνα τῶν πλανητῶν.

**P. Laplace** (1749–1827). Διαπρεπῆς Γάλλος ἀστρονόμος καί μαθηματικός, γνωστότατος διεθνῶς κυρίως ἀπό τὴν κοσμογονικὴ θεωρία του.

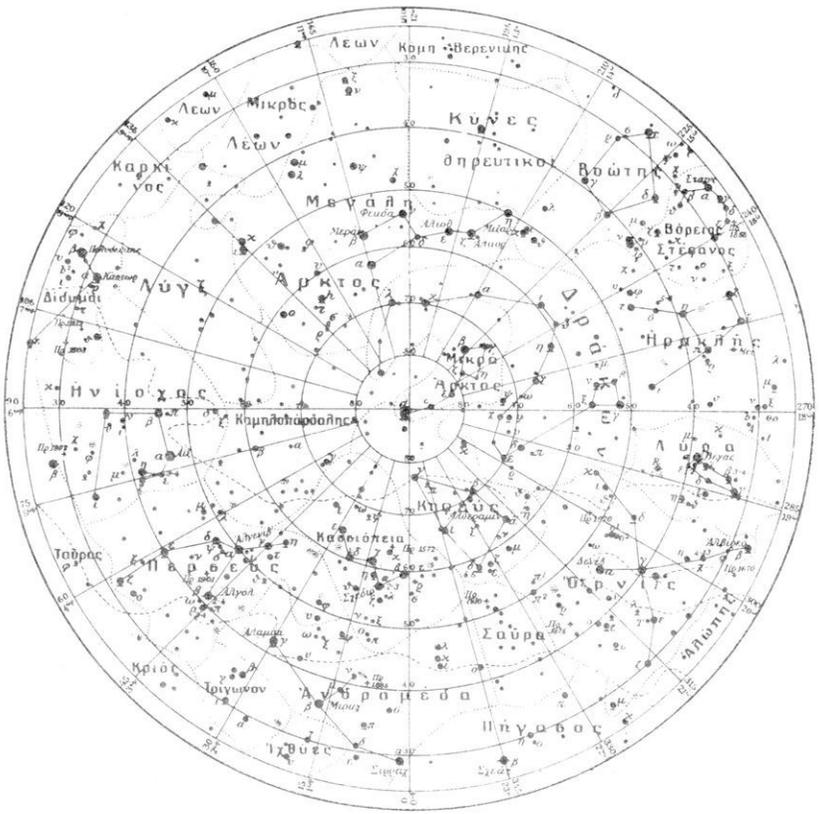
**G. Lemaitre** (1894–1966). Διάσημος Βέλγος ἀστροφυσικός, μαθηματικός καί κοσμολόγος.

**Isaac Newton** (1643–1727). Διάσημος Ἀγγλος ἀστρονόμος, μαθηματικός καί φυσικός. Θεωρεῖται ὁ «πατὴρ τῆς Οὐρανίου Μηχανικῆς».

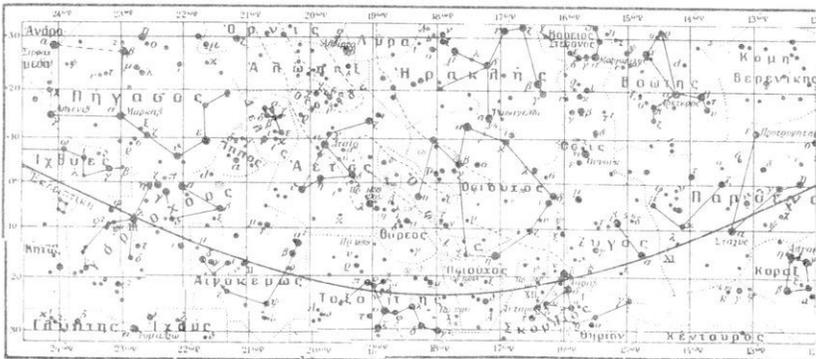
**H.N. Russell** (1877–1957). Διάσημος Ἀμερικανός ἀστροφυσικός. Συνέβαλε πάρα πολὺ στίς γνώσεις μας γιὰ τὴ χημικὴ σύσταση τοῦ σύμπαντος καί τὴν ἐξέλιξη τῶν ἀστέρων.

**K. Tsiolkovsky** (1857–1935). Ἐπιφανῆς Ρῶσος ἐρευνητῆς πού ἀσχολήθηκε μέ προβλήματα ἀεροδυναμικῆς. Κατανόησε τὴ χρησιμότητα τῶν πυραύλων καί μελέτησε θεωρητικὰ τὸν ἀκριβῆ τρόπο τῆς προωθήσεώς τους.

**Carl von Weizsaecker** (1910– ). Ἀπό τοὺς μεγαλύτερους σύγχρονους ἀστρονόμους καί φυσικούς. Ἀσχολήθηκε καί μέ προβλήματα φιλοσοφίας.



Βόρειο ημισφαίριο



ΑΓ. ΚΤ

Ίσημερινή ζώνη



**ΠΙΝΑΚΑΣ Ι**  
**ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ**

Πλανήτης	Απόσταση εκ του Ήλιου		Περιφορά του Ήλιου		Συνολική περίοδος σε ημέρες	Τροχιάς		Μέγεθος (Γ <sub>η</sub> =1)				Ένταση δυνάμεως km/sec	Περιφορά		Πλάτος	
	Σε εκατομ. γήμ.	Σε α.μ.	Χρόνος περιφ. έτη ήμ.	Ταχύτητα περιφ. χλμ/έτη		Εκκεντρότητα	Κλίση ως προς την Εκλειπική	Διάμετρος	Όγκος	Μάζα	Πυκνότητα		Χρόνος ως προς Κλίση	ήμ. ως λ.		
Έρως	58	0,387	88	47,8	116	0,206	7	0	0,37	0,05	0,06	0,98	0,42	3,6	59 21 46	0
Αφροδίτη	108	0,723	225	35,0	584	0,007	3	24	0,96	0,88	0,82	0,91	0,87	10,3	243 16 48 23;	1:303
Γη	149,5	1	365	29,8	-	0,017	0	0	1	1	1	1	1	11,2	23 56 23 27	1:293
Άρης	228	1,524	1 822	24,2	780	0,093	1	51	0,53	0,15	0,11	0,69	0,38	5,0	24 37 23 59	1:288
Ζεύς	778	5,203	11 315	13,1	399	0,048	1	19	11,2	1,318	318,00	0,24	2,64	61,6	9 51 3 5	1:115
Κρόνος	1.426	9,539	29 167	9,7	378	0,056	2	30	9,4	769	95,22	0,13	1,13	37	10 14 26 44	1:10
Ουρανός	2.868	19,18	84 7	6,8	370	0,047	0	46	4,0	50	14,55	0,22	1,07	22	10 49 98	1:12
Ποσειδών	4.494	30,06	164 280	5,4	367	0,009	1	47	3,5	42	17,23	0,22	1,41	25	14 28 48	;
Πλούτων	5.896	39,5	248	4,7	367	0,247	17	9	0,54	0,16	0,9;	5,6;	;	;	6 9	;

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ**  
**ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΔΟΥΡΥΦΟΡΩΝ**

Αριθ. Αεροσκάφους	Σημειώσεις	Όνομα	Διάμετρος σε χμ.	Απόσταση από τον Πλανήτη σε ακίντες του πλαν.	Χρόνος Περιφοράς Ώμ. ώρ. λ.	Φορά κινήσεως	Έτος Ανακαλύψεως	Όνομα Ανακαλύψαντος	
<b>ΓΗ</b>									
1		Σελήνη	-12,7	3.476	60,28	27 7 43	Ορθή	-	-
<b>Α Ρ Η Σ</b>									
1	I	Φόβος	11,5	16	2,77	7 39	Ορθή	1877	Α. Χάλ
2	II	Δέιμος	12,5	8	6,95	1 6 18	»	1877	Α. Χάλ
<b>Ζ Ε Υ Σ</b>									
1	V	Άμάλθεια	13,0	160	2,53	11 57	Ορθή	1892	Μπαρνάρ
2	I	Ίο	5,5	3.220	5,91	1 18 28	»	1610	Γαλιλαίος
3	II	Ευρώπη	5,7	2.880	9,40	3 13 14	»	1610	»
4	III	Γανυμήδης	5,1	4.980	14,99	7 343	»	1610	»
5	IV	Καλλιστώ	6,3	4.500	26,36	16 16 32	»	1610	»
6	VI		13,7	120	160	250 14	»	1904	Περραίν
7	VII		16,2	40	164	259 14	»	1905	»
8	X		17,9	20	165	260 12	»	1938	Νικόλασον
9	XII		18,1	20	293	625	Ανάδορ.	1951	»
10	XI		17,5	22	317	700	»	1938	»
11	VIII		16,2	40	329	739	»	1908	Μελόττ
12	IX		17,7	22	338	758	»	1914	Νικόλασον
13	XIII		-	16	145	211	»	1974	Κόβαλ
14	XIV	-	-	-	-	-	-	1979	Κόβαλ
15	XV	-	-	70-80	3,1	16 15	-	1979	-
<b>Κ Ρ Ο Ν Ο Σ</b>									
1	XI	Ίανός						1967	Ντολφούς
2	I	Μίμας	12,1	520	3,07	22 37	Ορθή	1789	Ουίλ Έρσελ
3	II	Εγκέλαδος	11,7	600	3,94	1 8 53	»	1789	»
4	III	Τηθύς	10,6	1.200	4,88	1 21 18	»	1684	Κασσινί
5	IV	Διώνη	10,7	1.300	6,24	2 17 41	»	1684	»
6	V	Ρέα	10	1.800	8,72	4 12 25	»	1672	»
7	VI	Τιτάν	8,3	5.000	20,2	15 22 41	»	1655	Χουίγγενς
8	VII	Υπερίων	14	400	24,5	21 6 38	»	1848	Μπόντε
9	VIII	Ίαπετός	11	1.200	58,9	79 7 55	»	1671	Κασσινί
10	IX	Φοιδή	14,5	300	214,4	550 11 24	Ανάδορ.	1898	Πάικριγγκ
<b>Ο Υ Ρ Α Ν Ο Σ</b>									
1	V	Μιράντα	17	200	5,2	1 9 56	Ορθή	1948	Κόιπερ
2	I	Άρηλ	15,5	600	7,7	2 12 29	Ανάδορ.	1851	Λάσσελ
3	II	Ουμβριήλ	16	400	10,7	4 3 28	»	1851	»
4	III	Τιτανία	14	1.000	17,6	8 16 56	»	1787	Ουίλ Έρσελ.
5	IV	Όδερόν	14,2	800	23,6	13 11 7	»	1787	»
<b>Π Ο Σ Ε Ι Δ Ω Ν</b>									
1	I	Τρίτων	13,6	4.000	13,3	5 21 3	Ανάδορ.	1846	Λάσσελ
2	II	Νηρεΰς	19,5	300	211	359 10	Ορθή	1949	Κόιπερ

**ΟΙ 88 ΑΣΤΕΡΙΣΜΟΙ  
ΤΑ ΔΙΕΘΝΗ ΟΝΟΜΑΤΑ ΤΟΥΣ ΚΑΙ ΤΑ ΣΥΜΒΟΛΑ ΤΟΥΣ**

**Α' Βόρειοι άστερισμοί, άμικφανείς στην Έλλάδα (6)**

1. Μεγάλη Άρκτος· Ursa Major	UMa	5. Δράκων· Draco	Dra
2. Μικρά Άρκτος· Ursa minor	UMi	6. Καμηλοπαρδάλις·	Cam
3. Κασσιόπη· Cassiopeia	Cas	Camelopardalus·	
4. Κηφέυς· Cepheus	Cep		

**Β' Βόρειοι άστερισμοί, άμικφανείς στην Έλλάδα (23)**

7. Άνδρομέδα· Andromeda	And	18. Όφις· Serpens	Ser
8. Τρίγωνον· Triangulum	Tri	19. Όφιούχος· Ophiuchus	Oph
9. Περσεύς· Perseus	Per	20. Άσπίς· Scutum	Sct
10. Ηνίοχος· Auriga	Aur	21. Λύρα· Lyra	Lyr
11. Λύξ· Lynx	Lyn	22. Κύκνος· Cygnus	Cyg
12. Μικρός Λέων· Leo Minor	LMi	23. Βέλος· Sagitta	Sge
13. Θηρευτικοί κύνες· Canes Venatici	CVn	24. Άετός· Aquila	Aql
14. Κόμη· Coma	Com	25. Άλώπηξ· Vulpecula	Vul
15. Βοώτης· Bootes	Boo	26. Δελφίν· Delphinus	Del
16. Βόρειος Στέφανος· Corona Borealis	CrB	27. Ίππάρχιον· Equuleus	Equ
17. Ηρακλής· Hercules	Her	28. Σάυρα· Lacerta	Lac
		29. Πήγασος· Pegasus	Peg

**Γ' Άστερισμοί του Ζωδιακού Κύκλου, όρατοί στην Έλλάδα (12)**

30. Κριός· Aries	Ari	36. Ζυγός· Libra	Lib
31. Ταύρος· Taurus	Tau	37. Σκορπιός· Scorpius	Sco
32. Δίδυμοι· Gemini	Gem	38. Τοξότης· Sagittarius	Sgr
33. Καρκίνος· Cancer	Cnc	39. Αιγόκερωσ· Capricornus	Cap
34. Λέων· Leo	Leo	40. Ύδροχόος· Aquarius	Aqr
35. Παρθένος· Virgo	Vir	41. Ίχθύες· Pisces	Psc

**Δ' Νότιοι άστερισμοί, όρατοί στην Έλλάδα (28)**

42. Κήτος· Cetus	Cet	49. Τρόπις· Carina	Car
43. Ήριδανός· Eridanus	Eri	50. Πούμπα· Puppis	Pup
44. Όρίων· Orion	Ori	51. Ίστία· Vela	Vel
45. Λαγώς· Lepus	Lep	52. Ύδρα· Hydra	Hya
46. Περιστερά· Columba	Col	53. Κρατήρ· Crater	Crt
47. Μέγας Κύν· Canis Major	CMa	54. Κόραξ· Corvus	Crv
48. Μικρός Κύν· Canis Minor	CMi	55. Κένταυρος· Centaurus	Cen

56. Λύκος· Lupus	Lup	63. Μονόκερως· Monoceros	Mon
57. Βωμός· Ara	Ara	64. Πυξίς· Pyxis	Pyx
58. Νότιος Στέφανος· Corona Au- stralis	CrA	65. Ἀντλία· Antlia	Ant
59. Νότιος Ἰχθύς· Piscis Au- stralis	PsA	66. Ἑξιάς· Sextans	Sex
60. Γλύπτης· Sculptor	Scl	67. Γνώμων· Norma	Nor
61. Φοῖνιξ· Phoenix	Phe	68. Μικροσκόπιον· Microscopium	Mic
62. Κάμινος· Fornax	For	69. Γερανός· Grus	Gru

**Ε' Νότιοι ἀστερισμοί, ἀόρατοι στήν Ἑλλάδα (19)**

70. Τουκάνα· Tucana	Tuc	80. Διαθήτης· Circinus	Cir
71. Ὁρολόγιον· Horologium	Hor	81. Μυία· Musca	Mus
72. Γλυφείον· Coelum	Coe	82. Νότιος Σταυρός· Crux	Cru
73. Ὑδρος· Hydros	Hyi	83. Πτηνόν· Apus	Aps
74. Δίκτυον· Reticulum	Ret	84. Νότιον Τρίγωνον· Triangulum Australe	TrA
75. Δοράς· Dorado	Dor	85. Ὀκτάς· Octas	Oct
76. Ὁκρίδας· Pictor	Pic	86. Τάως· Pavo	Pav
77. Τράπεζα· Mensa	Men	87. Τηλεσκόπιον· Telescopium	Tel
78. Ἰπτάμενος Ἰχθύς· Volans	Vol	88. Ἰνδός· Indus	Ind.
79. Χαμαιλέων· Chamaeleon	Cha		

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ. Ὁ Οὐρανός καί τό Σύμπαν ..... σ. 5 – 6

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α΄. ΣΥΜΠΑΝ, ΓΑΛΑΞΙΕΣ, ΑΣΤΕΡΕΣ ΚΑΙ ΑΣΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ..... σ. 7 – 35

1. Ὅρισμός, σχῆμα καί ἔκταση τοῦ Σύμπαντος ..... σ. 7
2. Πλήθος, σύσταση, μεγέθη καί τοπική ομάδα γαλαξιών .... 8
3. Σύσταση, διαστάσεις, δομή καί περιστροφή τοῦ γαλαξία .. 13
4. Ἡλιακό σύστημα καί σχέση τῆς γῆς μέ τό γαλαξία καί τό Σύμπαν ..... 16
5. Ὀνομασία, λαμπρότητα καί πλήθος ἀστέρων· Οὐρανογραφία ..... 17
6. Ἀποστάσεις καί κινήσεις τῶν ἀστέρων. Ἀστρική μονάδα . 22
7. Φυσική κατάσταση καί ἐξέλιξη τῶν ἀστέρων ..... 27
8. Ἀστρικά συστήματα ..... 32

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β΄. ΗΛΙΟΣ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ..... σ. 36 – 68

9. Μέγεθος, ἐνέργεια, Φυσική κατάσταση καί φάσμα τοῦ ἡλίου. 36
10. Φωτοσφαιρικοί σχηματισμοί καί φαινόμενα τῆς χρωμόσφαιρας ..... 41
11. Ἐπιδράσεις τοῦ ἡλίου πάνω στή γῆ ..... 46
12. Κίνηση τῶν πλανητῶν γύρω ἀπό τόν ἥλιο ..... 47
13. Οἱ πλανῆτες καί οἱ δορυφόροι τους ..... 53
14. Κομήτες καί μετέωρα ..... 63

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ΄. Γῆ ΚΑΙ ΣΕΛΗΝΗ ..... σ. 69 – 86

15. Σχῆμα, ἀτμόσφαιρα καί κινήσεις τῆς γῆς ..... 69
16. Ἀπόσταση, κίνηση καί φυσική κατάσταση τῆς σελήνης ... 76
17. Ἐκλείψεις καί παλίρροιας ..... 82

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Δ΄. ΟΥΡΑΝΙΑ ΣΦΑΙΡΑ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΗ ΧΡΟΝΟΥ

..... σ. 87 – 112

18. Γῆ καί οὐράνια σφαίρα ..... 87

19. Ὁ ἥλιος στὴν οὐράνια σφαίρα. Οὐρανογραφικὲς συντεταγμένες .....	95
20. Ἡμέρα, ἡλιακὸς καὶ παγκόσμιος χρόνος .....	100
21. Ἔτος, ἡμερολόγια, ἑορτὴ τοῦ Πάσχα .....	106
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ε΄. ΚΟΣΜΟΓΟΝΙΑ</b> .....	σ. 113 – 116
22. Μικροκοσμογονία καὶ μακροκοσμογονία .....	113
23. Διαστολὴ καὶ ἡλικία τοῦ Σύμπαντος .....	115
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΤ΄. ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ</b> .....	σ. 119 – 124
24. Γνώμονας καὶ τηλεσκόπιο .....	119
25. Τὰ μεγαλύτερα τηλεσκόπια καὶ ραδιοτηλεσκόπια .....	121
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ζ΄. ΑΣΤΡΟΝΑΥΤΙΚΗ</b> .....	σ. 125 – 141
26. Κίνηση τεχνητῶν δορυφόρων .....	125
27. Ἔρευνες μὲ τεχνητοὺς δορυφόρους καὶ διαστημόπλοια ..	130
Βιογραφίες .....	142 – 143
Χάρτες .....	144 – 145
Πίνακες .....	146 – 147
Ὄνόματα ἀστερισμῶν .....	148 – 149

7-9-17 22 28

30 - 3442

51-55-59-71

87-95- 101

106- 111- 115

117 - 120

126-133

136-140

147 150



024000019646

ΕΚΔΟΣΗ ΙΓ (V) 1981 ΑΝΤΙΤΥΠΑ 85.000 ΣΥΜΒΑΣΗ 3503/18-11-80

ΕΚΤΥΠΩΣΗ ΓΕ.ΜΟ. Α.Ε. ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΑ: ΑΦΟΙ ΧΑΤΖΗΧΡΥΣΟΥ



