

Δ. ΚΩΤΣΑΚΗ - Κ. ΧΑΣΑΠΗ



ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ 1979

Κ Ο Σ Μ Ο Γ Ρ Α Φ Ι Α

Μέ απόφαση τῆς Ἑλληνικῆς Κυβερνήσεως τὰ 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

Α Θ Η Ν Α 1979

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο ΟΥΡΑΝΟΣ ΚΑΙ ΤΟ ΣΥΜΠΑΝ

Αν υποθέταμε ότι δεν υπάρχει η γη και ότι μένουμε μετέωροι στο διάστημα, τότε θα βλέπαμε να μας περιβάλλουν από παντού οι αστέρες. Θα νομίζαμε μάλιστα ότι όλοι απέχουν τό ίδιο από μας, διασπαρμένοι σε μία ουράνια σφαίρα, πού δεν είναι πραγματική, αλλά φανταστική.

Πάνω στην ουράνια σφαίρα φαίνονται διάφορα αντικείμενα πού λέγονται **ουράνια σώματα**. τέτοια είναι: ο ήλιος, η σελήνη, οι κομήτες, οι αστέρες, τά φωτεινά και σκοτεινά νεφελώματα, ή ύλη πού υπάρχει ανάμεσα στους αστέρες και πού αποτελείται από αέριο και σκόνη, και ακόμα ολόκληρος ο **γαλαξίας**. Από τά ουράνια σώματα περισσότεροι είναι οι αστέρες· σ' ολόκληρη την ουράνια σφαίρα φαίνονται με γυμνό μάτι 5.000 περίπου. Με τά μεγάλα τηλεσκόπια μπορούν να φωτογραφηθούν 5.000.000.000 αστέρες (είκ. 1).

Ο Γαλαξίας μας υπολογίζεται ότι έχει περισσότερους από 100 δισεκατομμύρια αστέρες. Και υπάρχουν πολλά δισεκατομμύρια γαλαξίες με αριθμό αστέρων ανάλογο με κείνον πού έχει ο δικός μας γαλαξίας. Όλα αυτά τά ουράνια σώματα αποτελούν τό **Σύμπαν**.

Η Αστρονομία είναι ή επιστήμη, πού ασχολείται με τή μελέτη των ουράνιων σωμάτων. Χωρίζεται σε δύο μεγάλους κλάδους: α) Τήν Κλασική Αστρονομία, πού εξετάζει τίς θέσεις και τίς κινήσεις των ουράνιων σωμάτων και βρίσκει τίς σχέσεις και τά αίτια πού τίς προκαλούν. β) Τή Φυσική Αστρονομία ή Αστροφυσική, πού ασχολείται με τά φυσικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα των ουράνιων σωμάτων, όπως είναι ή λαμπρότητα, ή θερμοκρασία, ή όκτινοβολία, ή χημική σύσταση κλπ.

Η Κοσμογραφία είναι τό σύνολο των στοιχειωδών γνώσεων της Αστρονομίας. Περιλαμβάνει δηλαδή τίς βασικές γνώσεις της Αστρονομίας και τίς διατυπώνει χωρίς αποδείξεις και χωρίς να χρησιμοποιεί πολλούς μαθηματικούς τύπους.

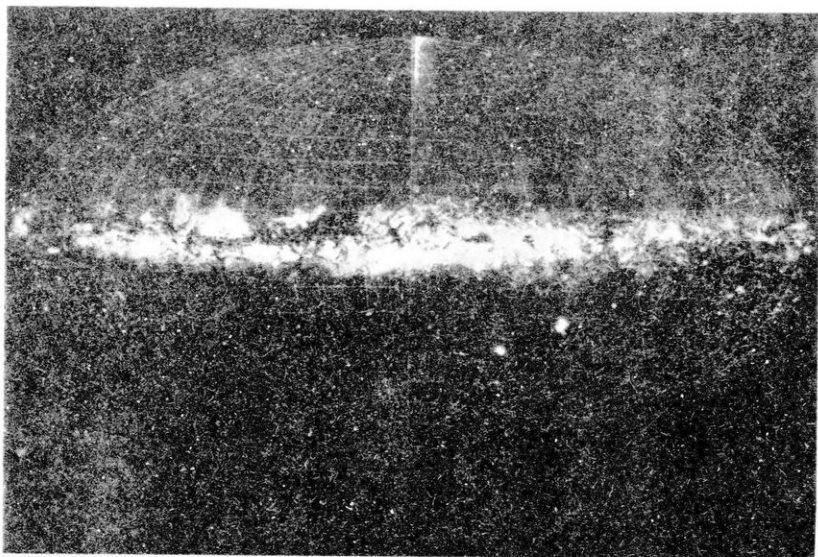
Η χρησιμότητα της Αστρονομίας είναι πολλαπλή. Οί παρατη-

ρήσεις τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν ὀδήγησαν τὸ Νεύτωνα στὴ μεγάλη ἀνακάλυψη τοῦ νόμου τῆς βαρύτητας, πού εἶναι ἡ κυριότερη δάση τῆς σύγχρονης θετικῆς ἐπιστήμης. Ἡ ὀπτική (τηλεσκόπιο, μικροσκόπιο) ἀναπτύχθηκε πολὺ μέ τὴν ἔρευνα τῶν οὐράνιων σωμάτων. Ἡ Φασματοσκοπία, ἡ Χρονομετρία, ἡ Ναυτιλία καί ἡ Γεωδαισία ἔχουν στενὴ σχέση μέ τὴν Ἀστρονομία. Τελευταία μάλιστα ἡ συμβολὴ τῆς αὐξήθηκε, ιδιαίτερα στὸν τομέα τῆς ἔρευνας τοῦ διαστήματος, μέ τούς τεχνητούς δορυφόρους καί τὰ διαστημόπλοια.

Ἡ ἀξία ὅμως τῆς Ἀστρονομίας δέν μπορεῖ νά κριθεῖ μόνο ἀπὸ τὴ συμβολὴ τῆς στὴν Ἐπιστήμη καί τὴν Τεχνική. Τὸ κέρδος τοῦ μελετητῆ τῆς εἶναι πρῶτ' ἀπ' ὅλα πνευματικό, γιατί γυμνάζει πιο πολὺ τὸ ἀνθρώπινο πνεῦμα. Ἐνισχύει τὴ μνήμη καί ὀξύνει τὴν κρίση· πλαταίνει τὴ σκέψη καί δίνει φτερά στὴ φαντασία. Ἡ θαυμαστὴ τάξη καί ἡ ὑπέροχη ἁρμονία, πού παρατηρεῖται στὸ Σύμπαν, ἡ μεγαλοπρέπειά του καί ἡ ἀπεραντοσύνη του ἀνεβάζουν τὸ μελετητῆ τῆς σέ ψηλότερες πνευματικὲς σφαιρὲς καί τοῦ ἐμπνέουν συναισθήματα ἀνώτερα καί εὐγενικότερα.

Ἡ Ἀστρονομία εἶναι ἐπιστήμη μέ μεγάλη ἠθικοπλαστικὴ δύναμη. Διότι, ἂν ἡ σπουδὴ τῆς, λέγει ὁ καθηγητῆς Πλακίδης, ἀποκαλύπτει, μέ τὰ θαυμάσιά της, στὸν ἄνθρωπο τὸ μεγαλεῖο τοῦ λογικοῦ, μέ τὸ ὁποῖο προικίστηκε αὐτός ἀπὸ τὴ Θεία Πρόνοια, ταυτόχρονα τὸν ὀδηγεῖ στὴν ἐπίγνωση τῆς πραγματικῆς θέσεώς του στὸ φθαρτὸ τοῦτο κόσμο..., ὅταν ἀναλογιστοῦμε τί ἀντιπροσωπεύει στὸ χωρὸ καί χρόνο τὸ ἀνθρώπινο ἐγὼ μπροστά στὸ Σύμπαν.

Ἡ Ἀστρονομία τέλος σχετίζεται στενά μέ τὴ Φιλοσοφία καί τὴ Μεταφυσική. Ἄν καί δέν μπορεῖ, σάν Φυσικὴ ἐπιστήμη, νά δώσει ἄμεση ἀπάντηση σέ φιλοσοφικά προβλήματα, ὥστόσο ἡ μελέτη τῶν ἀστρονομικῶν ζητημάτων, ὅπως γράφει ὁ Russell (Ράσελ) «ἀσκει γενικά σημαντικὴ ἐπίδραση στὸν καθορισμὸ τῆς στάσης τοῦ σκεπτόμενου ἀνθρώπου, πού ἀντιμετωπίζει προβλήματα τῆς φιλοσοφίας, ὅπως εἶναι οἱ ὑποχρεώσεις του στὶς μέλλοντες γενιές, ἡ θέση του στὸ Σύμπαν καί ἡ σχέση του μέ τὴ Δύναμη, πού δοῖσεται πάνω ἀπὸ τὸ Σύμπαν. Πολὺ χαρακτηριστικὰ μάλιστα γράφει ὁ Δ. Αἰγινήτης ὅτι ἡ Ἀστρονομία παρουσιάζει «τὴν συγγένειαν τῆς ἰδικῆς μας διανοίας πρὸς τὸν Ἀπειρον 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 θρίσκονται αυτά.

Οί διάφορες μορφές ενέργειας, όπως τό φώς, ή θερμότητα, ό ήλεκτρισμός κλπ. συνδέονται μέ τά ύλικά σώματα και, όπως μās 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 μετατραπει σε ύλη. Έτσι γενικεύοντας ονομάζουμε Σύμπαν τό συνολικό ποσό τής ύπάρχουσας ύλης και ενέργειας.

Τό Σύμπαν δέν εἶναι ἄμορφο οὔτε ἄπειρο. Εἶναι πεπερασμένο. 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 (Ἐϊνστάϊν) κατέληξε στό συμπέρασμα αὐτό μέ τή θεωρία τῆς σχετικότητας.

Τό πιό πιθανό εἶναι πῶς τό Σύμπαν ἀποτελεῖ ἕνα σχῆμα **κλειστό** καί χωρίς **πέρατα**. Αὐτό σημαίνει πῶς μπορούμε νά φανταστοῦμε τό Σύμπαν σάν ἕνα σφαιροειδές πού, ὅσο περνᾷ ὁ χρόνος διογκώνεται συνέχεια καί καταλαμβάνει ὄλο καί περισσότερη ἔκταση ἢ, ἀντίθετα, ὄλο καί μικραίνει καί καταλαμβάνει λιγότερη ἔκταση. Σήμερα δεχόμαστε ὅτι κατά τό μακρινό παρελθόν ὀλόκληρη ἡ ποσότητα τῆς ὕλης καί τῆς ἐνέργειας τοῦ Σύμπαντος βρισκόταν περιορισμένη σέ ἕνα μικρό χωρο καί ὅτι μέσα στά δισεκατομμύρια ἔτη τῆς ἱστορίας του **διαστελλόταν**, γεγονός πού καί σήμερα συνεχίζεται.

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

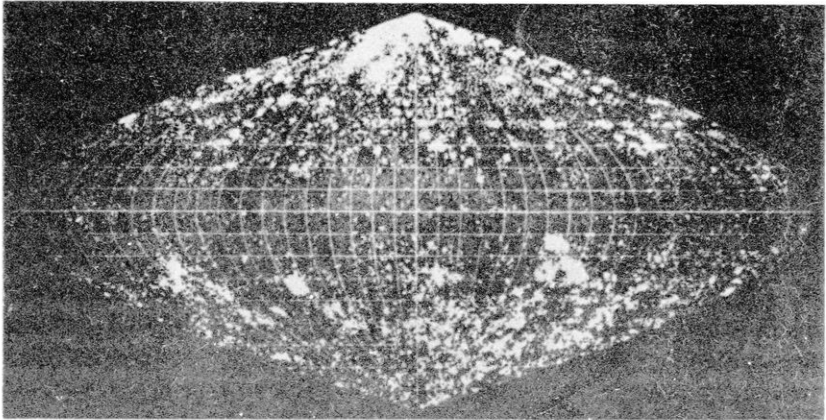
Ἐτος φωτός εἶναι τό διάστημα πού διατρέχει τό φῶς σέ ἕνα ἔτος, ἄν κινεῖται συνέχεια μέ τή γνωστή ταχύτητά του, 300.000 χιλιόμετρα τό δευτερόλεπτο.

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 ἰσχύ δέν εἶναι δυνατό νά δοῦμε μέχρι τά πέρατα τοῦ Σύμπαντος. Μέ τά μεγάλα σύγχρονα **τηλεσκόπια**, π.χ. τοῦ ἀστεροσκοπείου Palomar (Παλομάρ) ἢ καί ἄλλα παρόμοια, διακρίνονται ἀντικείμενα πού βρισκονται σέ ἀπόσταση μεγαλύτερη ἀπό δεκαπέντε δισεκατομμύρια ε.φ. Ἄλλά καί μέ τά μεγάλα **ραδιοτηλεσκόπια** μπορούμε νά εἰσδύσουμε στό χωρο τοῦ Σύμπαντος περισσότερο. Καί πάλι ὅμως δέν μπορέσαμε νά «δοῦμε» τό Σύμπαν σέ ὄλη του τήν ἔκταση.

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

Παρατηρώντας στά βάθη τοῦ Σύμπαντος μέ τά τηλεσκόπια



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

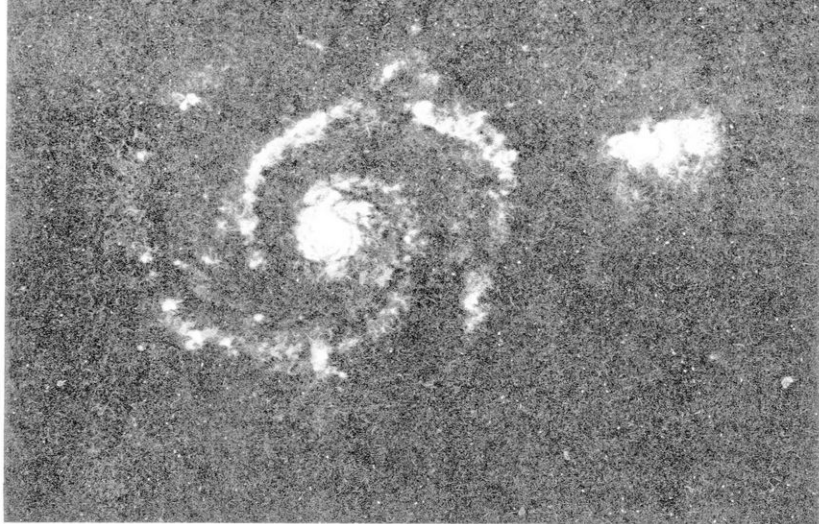
βλέπουμε ότι υπάρχουν διάσπαρτα, σ' όλη τήν έκτασή του καί πρός όλες τίς διευθύνσεις, ἀμέτρητα ἀντικείμενα, πού φαίνονται πάρα πολύ μικρά καί μοιάζουν μέ νεφελειδεῖς ἀσπριδερές κηλίδες.

Ὄνομάζουμε **γαλαξίες** τά τεράστια σέ μέγεθος συγκροτήματα ἀπό ἀστέρες καί διάχυτη ὕλη, ἀπό τά ὁποῖα ἀποτελεῖται κυρίως τό Σύμπαν. (εἶκ 2).

Διαπιστώθηκε ὅτι στό Σύμπαν ἐκτός ἀπό τούς γαλαξίες θρῖσκεται διασκορπισμένη καί ἀραιότατη ὕλη, πού ἀποτελεῖται ἀπό ἀέρια καί σκόνη καί πού συχνά εἶναι πιό ἀραιή ἀπό τό τεχνητό κενό. Ἡ ὕλη αὐτή μπορεῖ νά θεωρηθεῖ ὅτι γεμίζει, γενικά, τό χῶρο τοῦ Σύμπαντος καί ὀνομάζεται **μεσογαλαξιακή ὕλη**.

Ἐπειδή, ὅπως εἶπαμε, δέν μποροῦμε νά εἰσδύσουμε στό χῶρο τοῦ Σύμπαντος μέ τά τηλεσκόπια πέρα ἀπό ἕνα ὀρισμένο βάθος, δέν εἶναι δυνατό καί νά μετρήσουμε μέ ἀκριδεῖα ὅλους τούς γαλαξίες πού ὑπάρχουν σ' αὐτό.

Ἐκτός ἀπ' αὐτό, ὅσο πιό μακριά ἀπό μᾶς θρῖσκονται οἱ γαλαξίες, τόσο πιό δύσκολα τούς διακρίνουμε σάν ἀμυδρά ἀντικείμενα. Ἐξάλλου ἡ μεσογαλαξιακή ὕλη, πού θρῖσκεται στό χῶρο, ἀπορροφᾷ τό φῶς τῶν γαλαξιών, καθῶς τρέχει στό διάστημα γιά νά φτάσει στή γῆ, μέ συνέπεια νά μῆ διακρίνουμε καθόλου τούς πιό ἀπομακρυσμέ-



Εικ. 3. Ὁ σπειροειδῆς γαλαξίας N.G.C. 5194 στὸν ἄστερισμὸ τῶν Θηρευτικῶν Κυνῶν.

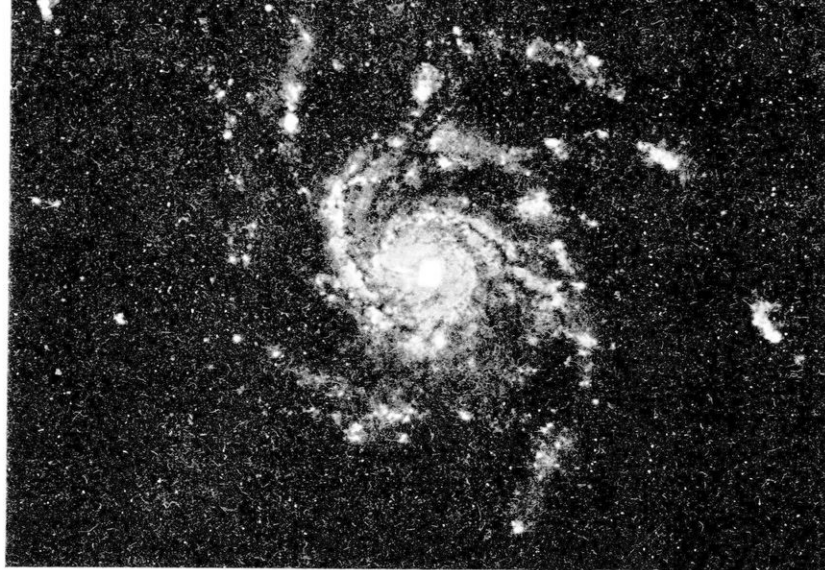
νοὺς γαλαξίες. Ἡ μεσογαλαξιακὴ ὕλη ὁμῶς δὲν ἀπορροφᾷ τὴ ραδιοφωνικὴ ἀκτινοβολία καὶ ἔτσι μὲ τὰ ραδιοτηλεσκόπια παρατηροῦμε μακρινότερα ἀντικείμενα.

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

- α) Γαλαξίες πού ἔχουν σχῆμα ἑλλειπτικὸ καὶ ὀνομάζονται **ἑλλειπτικοί**. Ἀποτελοῦν τὸ 17 % τὸ 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 % τὸ σύνολο τῶν γαλαξιών.

Ὅπως ἀπέδειξαν οἱ ἔρευνες, κατὰ τίς τελευταῖες κυρίως δεκαετίες, κάθε γαλαξίας ἀποτελεῖται ἀπὸ ἀστέρες, νεφελώματα 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 δυνατὸ νὰ καταμετρήσουμε τοὺς ἀστέρες τους καὶ πῶς πολὺ μάλιστα αὐτοὺς πού θρῖσκονται στὸν πυρήνα. Στους πολὺ κοντινοὺς μας γαλαξίες μποροῦμε νὰ διακρίνουμε τοὺς ἀστέρες τους, αὐτοὺς κυρίως πού θρῖσκονται στους βραχίονες, πού εἶ-



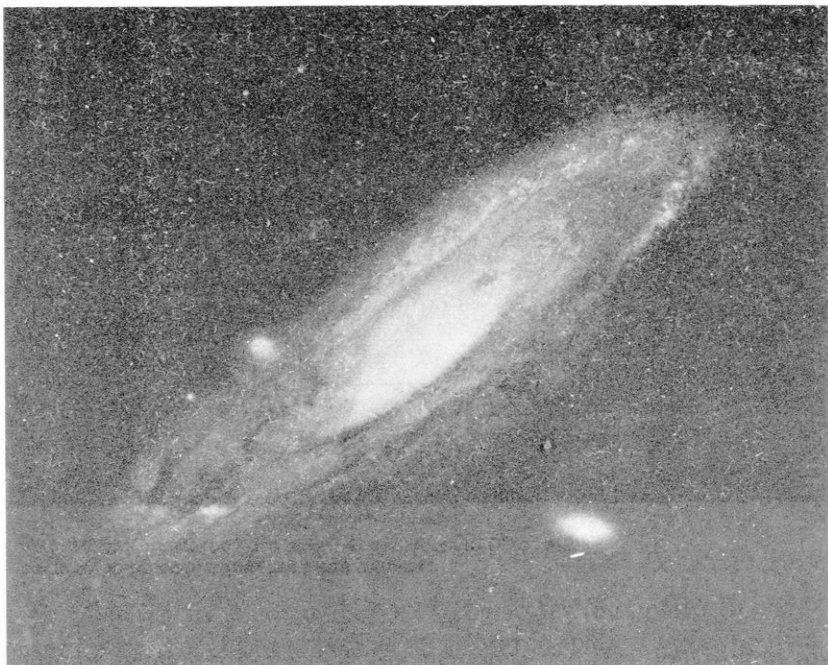
Είκ. 4. Ὁ σπειροειδῆς γαλαξίας στὸν ἀστερισμὸ τῆς Μεγάλης Ἀρκτοῦ, ὅπως ἀναλύεται μερικῶς σὲ ἀστέρες.

ναί ἀραιότεροι, ἐνῶ δὲν μποροῦμε καί πάλι νά διακρίνουμε αὐτοὺς πού βρισκονται στοὺς πυρῆνες. Γενικά τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων κάθε γαλαξία ὑπολογίζεται σὲ δεκάδες ἢ καί ἑκατοντάδες δισεκατομμύρια. (εἰκ. 4).

Τά **νεφελώματα** τῶν γαλαξιῶν εἶναι ὕλη νεφελώδης, σχετικά πυκνή καί συνήθως σκοτεινή, ἐκτός ἂν φωτίζεται ἀπὸ γειτονικούς ἀστέρες, ὁπότε φαίνεται φωτεινή. Τά νεφελώματα φαίνονται σάν σκοτεινές ταινίες πού ἀμυρῶνουν κατὰ τόπους τόσο τὸν πυρῆνα ὅσο καί τοὺς βραχίονες κάθε γαλαξία.

Τέλος ἡ **μεσοαστρική ὕλη** εἶναι ὕλη, ἀπὸ ἀέρα ἢ καί σκόνη, πολὺ ἀραιότερη ἀπὸ τὴν ὕλη τῶν νεφελωμάτων, πού ὀνομάστηκε ἔτσι γιατί εἶναι διασκορπισμένη γύρω ἀπὸ τοὺς ἀστέρες κάθε γαλαξία καί γειμίζει τὸ μετὰξὺ τους χῶρο.

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



Εικ. 5. Ο μεγάλος σπειροειδής γαλαξίας
στόν άστερισμό τής Άνδρομέδας.

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

Τό μήκος τῆς διαμέτρου τῶν γαλαξιῶν βρεθήκε ὅτι δέν εἶναι σταθερό· πάντοτε ὅμως ὑπολογίζεται στήν τάξη τῶν χιλιάδων ἢ καί δεκάδων χιλιάδων ε.φ. Συνήθως τό μήκος 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 (Μπάναντε) διαπίστωσε πῶς ἀνάμεσα στίς ὁμάδες τῶν γαλαξιῶν ὑπάρχει μιᾶ ὁμάδα πολύ ἐνδιαφέρουσα. Εἶναι ἡ λεγόμενη **τοπική ὁμάδα γαλαξιῶν**, πού ἀποτελεῖται ἀπό 23 γαλαξίες. Μέσα σ' αὐτή τήν τοπική ὁμάδα γαλαξιῶν συγκαταλέγεται καί ὁ δικός μας γαλαξίας, πού ἕνας ἀπό τοῦς 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, (είκ. 5).

Έρωτήσεις

- 1) Ποιό είναι τό πιθανό σχήμα του Σύμπαντος και πόση ή Έκτασή του;
- 2) Γιατί δέν μπορούμε νά «δούμε» τό Σύμπαν σ' όλη του τήν Έκταση;
- 3) Τι είναι οί γαλαξίες και από τί αποτελούνται;
- 4) Ποιά είναι ή διαφορά ανάμεσα στά νεφελώματα και στη 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 στην τοπική ομάδα γαλαξιών.

3. Σύσταση, διαστάσεις, δομή και περιστροφή του γαλαξία.

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

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

Ό γαλαξίας φαίνεται από τή γή σαν μιá ζώνη στον ουρανό, γιατί και ή γή, απ' όπου παρατηρούμε, βρίσκεται μέσα στο 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 ανάλογο, μέ κείνο πού γίνεται, όταν βρισκόμαστε μέσα στο 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 φυλλώματά τους, αποτελούν δηλαδή ένα άκαθόριστο σύνολο.

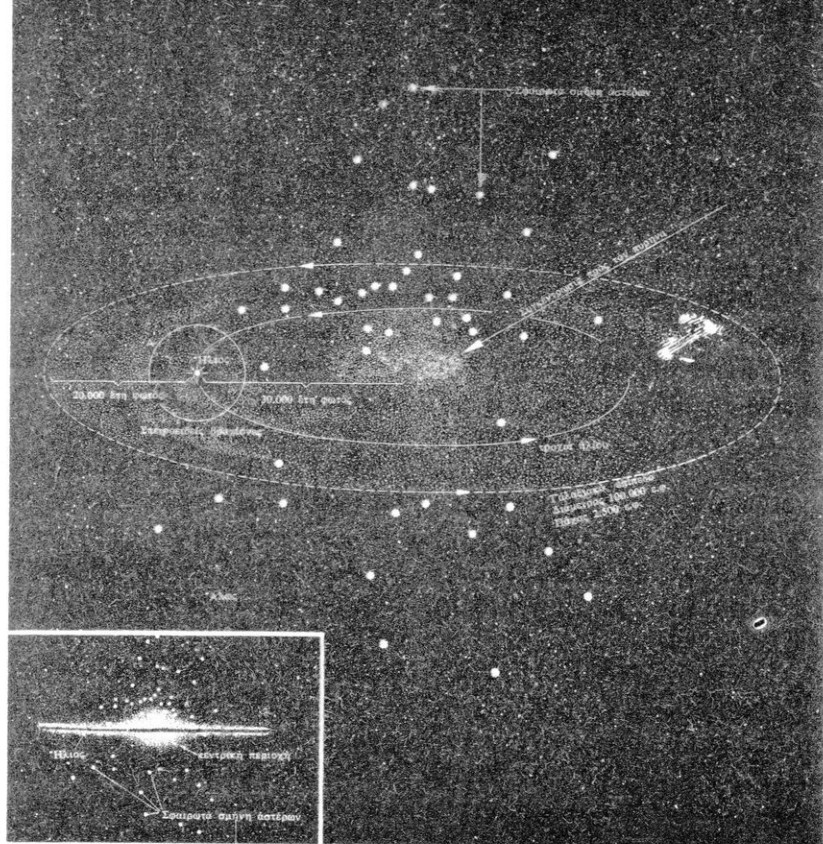
Κατά τόν ἴδιο τρόπο, ὄλοι οἱ ἀστέρες, πού φαίνονται σκορπισμένοι στόν οὐρανό, εἶναι οἱ κοντινοί μας ἀστέρες τοῦ γαλαξία καί ἀντιστοιχοῦν μέ τά κοντινά μας δέντρα τοῦ δάσους. Ἐξάλλου ἡ φωτεινή γαλακτοχρωμη ζώνη εἶναι τά μακρινά σέ μᾶς πλήθη ἀστέρων καί ἀντιστοιχοῦν στά μακρινά δέντρα τοῦ δάσους. Εἶναι τά πλήθη τῶν ἀστέρων, πού εἶναι τόσο πυκνά, ἀλλά καί τόσο μακριά ἀπό μᾶς, ὥστε νά δῆλουμε μόνο τήν ἀσπριδερή τους ἀνταύγεια. Ὁ γαλαξίας δέν εἶναι μιά σφαῖρα, πού στό κέντρο της θρῖσκειται ἡ γῆ, ὥστε ὄλος ὁ οὐρανός νά ἔχει τή γαλακτοχρωμη ὄψη. Ἔχει σχῆμα φακοῦ καί μακριά ἀπό τό κέντρο του θρῖσκειται 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 πρίν 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 ὄλοι οἱ ἄλλοι γαλαξίες, καί ὅτι ἀνήκει στούς σπειροειδεῖς γαλαξίες.

Ἐυλογεῖται ὅτι ἡ διάμετρος τοῦ γαλαξία εἶναι 100.000 ε.φ., ἐνῶ 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 ἐξωγαλαξιακούς ραδιαστέρες. Πρόκειται γιά γαλαξίες πού θρῖσκονται σέ κατάσταση ἐκρήξεως. Οἱ πιό ἐντυπωσιακές περιπτώσεις ἐκρήξεων γαλαξιῶν ἀποτελοῦν τούς ἡμιστέρες ἢ κβάρζαρες. Τελευταῖα ἀνακαλύφθηκαν στό διάστημα ραδιοπηγές, πού ἐκπέμπουν πολύ ρυθμική ραδιοφωνική ἀκτινοβολία καί ὀνομάστηκαν πάλσαρες (παλλόμενοι ἀστέρες).

Στόν πυρήνα τοῦ γαλαξία, ἀλλά καί κατά μήκος τῶν θραχιόνων 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 άστρων**, ενώ κάθε σμήνος περιλαμβάνει εκατοντάδες χιλιάδες ή και δεκάδες χιλιάδες άστρες.

Ένα από αυτά τα σμήνη **απαρτίζεται** από τους λαμπρότερους άστρες του ουρανού, που είναι περίπου πεντακόσιοι. Μολονότι οι άστρες αυτοί φαίνονται διασκορπισμένοι στον ουρανό, στην πραγματικότητα αποτελούν σμήνος. Σ' αυτό το σμήνος **βρίσκεται** και η γη μας· είναι το «τοπικό σύστημα».

Καθορίστηκε η θέση του ήλιου και της γης μέσα στο γαλαξία μας και βρέθηκε ότι απέχει από το κέντρο αυτού απόσταση ίση με 30.000 ε.φ. (σχ. 1).

Ἡ μελέτη τῶν κινήσεων τῶν ἀστέρων τοῦ γαλαξία μας ὀδήγησε στό συμπέρασμα ὅτι ὁλόκληρος ὁ γαλαξίας περιστρέφεται. Ἡ περιστροφή του γίνεται γύρω ἀπό τό μικρό ἄξονα τοῦ ἔλλειψοειδοῦς 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 θρῖσκονται σέ πολύ μικρή 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 συμπληρῶνουν 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 ἀπὸ 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 τή γῆ, οἱ πλανῆτες ἔχουν τά ἑξῆς ὀνόματα: **Ἑρμῆς, Ἀφροδίτη, Γῆ, Ἄρης, Ζεὺς, 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 τόν Ἑρμῆ, τήν Ἀφροδίτη καί τόν Πλούτωνα γύρω ἀπό τοὺς 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 τοὺς πλανῆτες καί τοὺς δορυφόρους τους, κινοῦνται καί μερικές δεκάδες ἄλλα σώματα, πού, ἐπειδὴ ἔχουν σχῆμα στενόμα-

κρο, όπως ή κόμη (μακριά μαλλιά), ονομάζονται **κομήτες**.

Οί πλανήτες μέ τούς δορυφόρους, οί κομήτες καί ό ήλιος αποτελοῦν τό **ήλιακό ή πλανητικό σύστημά** μας.

Ἡ **μάζα τῆς γῆς** μετρήθηκε μέ ἀκρίβεια καί βρέθηκε ἴση μέ $5,5 \times 10^{21}$ ($5,5 \times 6$ ἑκατομ.) τόνους. Ἀφού γνωρίζουμε ότι ή μάζα τοῦ ήλιου εἶναι 330.000 φορές μεγαλύτερη ἀπό τή μάζα τῆς γῆς, συμπεραίνουμε ότι ή μάζα τοῦ ήλιου εἶναι ἴση μέ 1.815^{27} τόνους (1.8 περίπου ὀκτάκις ἑκατομ. τόνους).

Ἐξάλλου μετρήθηκε ή διάμετρος τῆς γήινης σφαίρας καί βρέθηκε ότι φτάνει στά 12.750 km. Ἡ διάμετρος τοῦ ήλιου βρίσκουμε ότι εἶναι 109 φορές μεγαλύτερη καί ό ὄγκος του 1.300.000 φορές μεγαλύτερος ἀπό τόν ὄγκο τῆς γῆς. Ὅπως βλέπουμε, ὄχι μόνο ή γῆ, ἀλλά καί ό ήλιός εἶναι σώματα πάρα πολύ μικρά σέ σύγκριση μέ τό τεράστιο μέγεθος τῆς διαμέτρου τοῦ γαλαξία, πού εἶναι 100.000 ε.φ.

Ἡ γῆ μας εἶναι τόσο μικρή, ὥστε, ἂν συγκρίνουμε τήν ἀκτίνα της μέ τήν ἀκτίνα τοῦ γαλαξία, θά δοῦμε ότι εἶναι ἀσήμαντη, γιατί ό λόγος τῶν μεγεθῶν τους εἶναι πραγματικά κλάσμα ἀμελητέο.

Ἀλλά τότε εἶναι φανερό, πώς ό πλανήτης μας, τόσο στό ποσό τῆς ὕλης του, ὄσο καί στίς διαστάσεις του, δέν εἶναι δυνατό νά συγκριθεῖ μέ τό τεράστιο μέγεθος τοῦ Σύμπαντος, ἀφού ό γαλαξίας μας συγκεντρώνει ἴσως τό τρισεκατομμυριοστό τῆς ὕλης τοῦ Σύμπαντος καί ό λόγος τῆς ἀκτίνας τῆς γῆς, 6.378 km, μέ τήν ἀκτίνα τοῦ Σύμπαντος, 10 δισεκατομμύρια ε.φ., τείνει συνέχεια στό μηδέν.

5. Ὀνομασία, λαμπρότητα καί πλήθος ἀστέρων· οὐρανογραφία.

Παρατηρώντας τούς ἀστέρες διαπιστώνουμε ότι ή κατανομή τους στόν οὐρανό δέν εἶναι ὁμοιόμορφη καί συχνά σχηματίζουν μερικά εὐδιάκριτα συμπλέγματα, πού μέ τή βοήθεια τῆς φαντασίας βρίσκουμε ότι ἔχουν τή μορφή διαφόρων ἀντικειμένων, ζώων ή καί ἀνθρώπων. Ἀπό τή Β' χιλιετηρίδα π.Χ. τά εὐδιάκριτα αὐτά συμπλέγματα τῶν ἀστέρων ὀνομάστηκαν **ἀστερισμοί**. Σέ καθένα ἀπό αὐτά οί ἀρχαίοι Ἑλληνες ἔδωσαν καί ἕνα ἰδιαίτερο ὄνομα, πού τό πήραν ἀπό τή μυθολογία. Ἔτσι ὑπάρχουν οί ἀστερισμοί: **τοῦ Ἡρακλέους, τοῦ Ὡρίωνος, τοῦ Περσέως, τῆς Ἀνδρομέδας, τῆς Μεγάλης Ἀρκτου, τῆς Μικρᾶς Ἀρκτου** κ.ἄ. Ἀργότερα ἐκτός ἀπό τούς

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

Άπό τούς 88 αὐτούς άστερισμούς οί 6, δηλαδή ἡ **Μεγάλη Ἐρκτος**, ἡ **Μικρά Ἐρκτος**, 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, κατά 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**.

Άπό τούς άστέρες μόνο οί 30 λαμπρότεροι ἔχουν ἰδιαίτερο ὄνομα, συνήθως ἑλληνικό, ὅπως ὁ Ἐρκτοῦρος (ὁ ὀδηγός τῆς Ἐρκτου), ἡ ἀραβικό¹, ὅπως ὁ Ἀλταίρ (πετάμενος αἰτός).

Γενικά ὅμως, τόσο οί 30 άστέρες πού ἔχουν ἰδιαίτερο ὄνομα, ὅσο καί ὅλοι οί ἄλλοι, 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 βρίσκεται στόν άστερισμό τῆς Λύρας, λέγεται καί α Lyr (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 στοῦς μεγάλους καταλόγους τῶν άστέρων.

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

Οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες άστρονόμοι, καί κυρίως ὁ Ἰππάρχος καί ὁ Πτολεμαῖος, ταξινόμησαν τούς άστέρες, ἀνάλογα μέ τή λαμπρότητά

1. Οἱ Ἀραβες ἀνέπτυξαν πολύ τήν Ἀστρονομία, κυρίως ἀπό τόν 8ο ἕως τό 10ο αἶώνα μ.Χ.

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

“Όλοι οί όρατοί μέ γυμνό μάτι άστέρες ταξινομήθηκαν σέ έξι μεγέθη. Στο πρώτο μέγεθος κατατάχθηκαν οί λαμπρότεροι, στο δεύτερο οί λιγότερο λαμπροί κτλ., ώστε στο έκτο νά αντιστοιχούν αυτοί πού μέ δυσκολία διακρίνονται.

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

Μέ μαθηματικές πράξεις βρέθηκε πώς ό άστέρας ενός μεγέθους είναι 2,512 φορές λαμπρότερος από εκείνους πού ανήκουν στο 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 αντικειμενικού φακού ή του κατόπτρου τους, νά φωτογραφίζουμε άστέρες πού ανήκουν μέχρι καί στο 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 μετάβαση από μέγεθος σέ μέγεθος νά μή γίνεται άπτόμα. Έγάρχει πάντα μιά κλιμάκωση στή λαμπρότητα. Μέ κατάλληλα φωτόμετρα μπορούμε νά μετρήσουμε μέ ακρίβεια τή λαμπρότητα καθενός άστέρρα καί νά τήν καθορίσουμε όχι μόνο σέ άκέραιο μέγεθος, αλλά καί σέ δέκατα αυτού. Έτσι ό άστέρας *Λαμπραδίας* (α του άστερισμού του Ταύρου) έχει μέγεθος 1,1, ενώ ό *Πολυδευκής* (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 ακριδή 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.

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

οὐνται ἄρνητικά μεγέθη. Ἔτσι ὁ Ἄρκτοῦρος (α τοῦ Βοότου) ἔχει μέγεθος $-0,1$ καί ὁ Σείριος (α τοῦ Μεγάλου Κυνός), ὁ λαμπρότερος ἀπό ὅλους τοὺς ἀστέρες ἔχει μέγεθος $-1,4$.

Ἀπό τοὺς πλανῆτες τῆ μεγαλύτερη λαμπρότητα παρουσιάζει ἡ Ἀφροδίτη (Αὐγηνός), φτάνει στό $-4,4$ μέγεθος.

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

Εἶναι γενικὴ ἡ ἐντύπωση ὅτι οἱ ἀστέρες πού βλέπουμε μέ γυμνὸ μάτι εἶναι ἄπειροι καί ὅτι δέν μπορούμε νά τοὺς μετρήσουμε. Ἡ ἐντύπωση ὁμως αὐτὴ εἶναι ἐσφαλμένη, γιατί ὅλοι οἱ ἀστέρες πού φαίνονται μέ γυμνὸ μάτι εἶναι περίπου 5.000. Ἀπό τό 7ο ὁμως μέγεθος καί μετὰ τό πλῆθος τῶν ἀστέρων αὐξάνει συνέχεια.

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

» » 12ο » » $2 \cdot 10^6$ »

» » 21ο » » $2 \cdot 10^9$

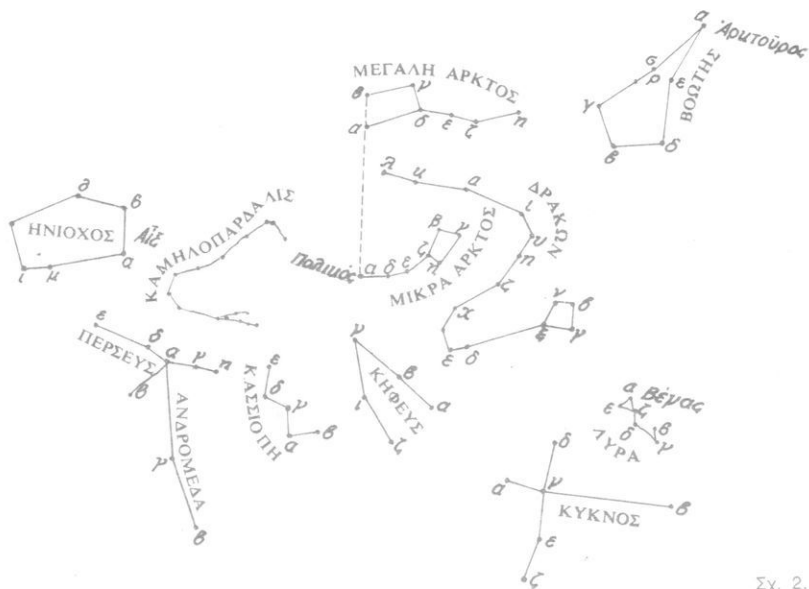
Μέχρι σήμερα ἔχει καταγραφεῖ σέ καταλόγους μεγάλο πλῆθος ἀστέρων καί συνεχίζεται ἡ καταγραφή νέων. Μέ τῆ βοήθεια τῶν καταλόγων αὐτῶν συντάσσονται χάρτες καί ἄτλαντες τοῦ οὐρανοῦ μέ μεγάλη ἀκρίβεια.

Οἱ πιὸ ἀπλοὶ χάρτες περιέχουν τίς θέσεις πού θροίσκονται οἱ λαμπρότεροι ἀστέρες τῶν ἀστερισμῶν καθώς καί τὰ χαρακτηριστικά γράμματα μέ τὰ ὅποια ὀνομάζονται οἱ ἀστέρες αὐτοὶ (βλ. χαρ. 1 καί 2 στό τέλος τοῦ διβλίου).

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

Γιά νά ἀναγνωρίσουμε τοὺς ἀστέρες στὸν οὐρανὸ, παίρνοῦμε σάν ἀρχὴ ἀναγνώρισεως τὸν ἀστερισμὸ τῆς **Μεγάλης Ἄρκτου**. Αὐτὸς ἀποτελεῖται ἀπὸ πολλοὺς ἀστέρες, ἀλλὰ οἱ κυριότεροι εἶναι μόνο 7· οἱ α, β, γ, δ, ε, ζ καί η (σχ. 2). Οἱ α, β, γ καί δ σχηματίζουν τὸ σῶμα τῆς Ἄρκτου, οἱ ε, ζ καί η τὴν οὐρά της. Οἱ ἀστέρες τῆς Μεγάλης Ἄρκτου ἀνήκουν στό 2ο μέγεθος, ἐκτός ἀπὸ τὸν δ, πού ἀνήκει στό 4ο. Ἄν ἐνώσουμε μέ νοσητὴ γραμμὴ τοὺς ἀστέρες δ – α τῆς Μεγάλης Ἄρκτου καί τὴν προεκτείνουμε κατὰ τὸ πενταπλάσιό της, συναντοῦμε ἓνα ἀστέρου 2ου μεγέθους, πού ὀνομάζεται **Πολικός**, γιατί θροίσκεται πολὺ κοντὰ στό **δόρειο Πόλο** τοῦ οὐρανοῦ, στό σημεῖο δηλαδή ἐκεῖνο πού ὁ ἄξονας τῆς γῆς, ἂν προεκταθεῖ, ἀπὸ τό δόρειο πόλο της, συναντᾷ καί διαπερνᾷ τὸν οὐρανὸ.

Ὁ πολικός ἀστέρης χρησιμεύει στὸν προσανατολισμὸ κατὰ τὴ νύχτα. Βλέποντάς



Σχ. 2.

τον έχουμε εμπρός μας τό βορά, πίσω μας τό νότο, δεξιά τήν ανατολή καί αριστερά τή δύση.

Ο πολικός άστέρας είναι ένας από τούς έφτά άστéρες τής Μικράς Άρκτου καί μάλιστα ο α. Οί άστéρες αὐτοί σχηματίζουν σχήμα όμοιο μέ τό σχήμα τής Μεγάλης Άρκτου, αλλά μικρότερο καί αντίθετο σέ σχέση μ' αὐτή. Οί άστéρες τής Μικράς Άρκτου είναι άμυδροί, εκτός από τόν πολικό καί τούς β καί γ πού είναι 2ου μεγέθους.

Μεταξύ τής Μεγάλης καί τής Μικράς Άρκτου ύπάρχει μιά σειρά άστéρων σέ τεθλασμένη γραμμή, πού καταλήγει σέ τετράπλευρο. Είναι ο άστερισμός του Δράκοντος. Αν προεκτείνουμε ακόμα περισσότερο τή γραμμή β-α τής Μεγάλης Άρκτου, πού οδηγεί σπόν Πολικό άστéρα, συναντούμε τόν άστερισμό του Κηφέως. Αν συνδέσουμε τόν δ τής Μεγάλης Άρκτου μέ τόν Πολικό καί προεκτείνουμε τή γραμμή, βρίσκουμε τόν άστερισμό τής Κασσιόπης. Οί άστéρες του α, β, γ, δ καί ε είναι όλοι λαμπροί, 2ου καί 3ου μεγέθους, καί σχηματίζουν τό γράμμα W.

Εκτός από τούς έξι αὐτούς άστερισμούς, πού είναι άειφανείς για τήν Ελλάδα, μέ τή βοήθεια του σχήματος ¹, βρίσκουμε τούς λαμπρούς άστερισμούς του Βούτου μέ τόν άστéρα Άρκτούρο, του 1ου μεγέθους, στην προέκταση τής γραμμής ζ - η τής

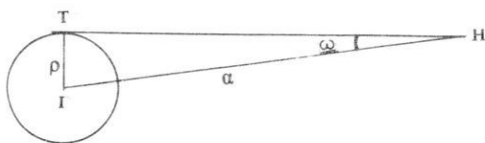
1. Τόν πρώτο κατάλογο άστéρων συνέταξε ο μεγάλος Έλληνας άστρονόμος τής αρχαιότητας Ίππαρχος, περιλάμβανε 1022 άστéρες από τούς λαμπρότερους του ουρανού.

ούρας της Μεγάλης "Αρκτου· τή **Λύρα** με τό λαμπρότερο άστέρα στό δόρειο ήμισφαίριο, τό **Βέγα**, καί τόν **Κύκνο**, πού ο άστέρας του α είναι του Ιου μεγέθους, καί τούς δύο αὐτούς άστερισμούς τούς θρίζουμε πρός τό μέρος του Κηφέως καί του Δράκοντος· τόν **Περσέα** καί τήν "Ανδρομέδα, λαμπρούς άστερισμούς, πέρα από τήν Κασσιόπη· τέλος τόν **Ηνίοχο** με τό λαμπρό του άστέρα α, τήν **Αίγα**, πέρα από τήν Καμηλοπάρδαλη. Με όμοιο τρόπο καί με τή βοήθεια των χαρτών μπορούμε νά βροϋμε καί νά αναγνωρίσουμε όλους τούς άστερισμούς πού είναι ορατοί από τήν "Ελλάδα.

6. "Αποστάσεις καί κινήσεις των άστέρων.

"Αστρονομική μονάδα.

Παίρνουμε ένα σημείο Τ 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, σε σχέση με τόν τόπο Τ, ορίστηκε πάνω στον ορίζοντα, γιατί τότε τό τρίγωνο ΓΤΗ είναι



Σχ. 3.

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

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

$$\alpha = \frac{\rho}{\eta \omega} \quad (1)$$

"Επομένως, αν γνωρίζουμε τήν οριζόντια παράλλαξη ω του ήλιου, μπορούμε νά βροϋμε τήν απόσταση του α από τή γή, διότι ή άκτίνα ρ της γήινης σφαίρας είναι γνωστή.

"Υστερα από έπιμελημένες μετρήσεις με διάφορους τρόπους βρέθηκε ότι ή ω είναι ίση με 8",8. "Επειδή όμως ή γωνία αὐτή είναι πολύ μικρή, μπορούμε στή σχέση (1) αντί ημω νά πάρουμε τή γωνία ω, άρκεί νά μετατρέψουμε τά δευτερόλεπτα του τόξου σε άκτίνα.

"Ετσι 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 ρ εἶναι ἴση μὲ 6.378.388 m. ἀπὸ τῆς σχέσης (2) ἔχομε:

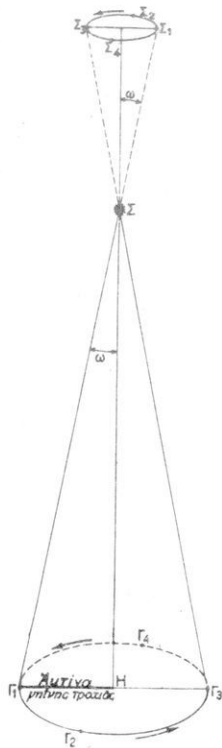
$$a = 149.504.312 = 149.5 \times 10^6 \text{ km} \quad (3)$$

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 γειτονικὰ στὴ γῆ οὐράνια σώματα καὶ τὴν ὀνομάζουμε **ἀστρονομικὴ μονάδα**.

Παράλλαξι καὶ μονάδα παραξ. Στὸ σχῆμα 4, Η 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 τὶς διαφορὰς θέσεις τῆς γῆς στὴν τροχιά της γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο, κατὰ τὴν ἐτήσια περιφορὰ της. Ἄν Σ εἶναι ἡ θέση κάποιου ἀστέρα στὸ χῶρο, τότε ἀπὸ τὴν θέση Γ_1 τῆς γῆς ὁ ἀστέρας αὐτὸς προβάλλεται στὸν οὐρανὸ στὴ θέση Σ_1 , καὶ καθὼς ἡ γῆ κινεῖται πρὸς τὸ σημεῖο Γ_2 , ὁ ἀστέρας Σ 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 Σ** .

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

Ἡ γωνία ω , ποὺ σχηματίζουν οἱ πλευρὲς $\Sigma\Gamma_1$ καὶ ΣH τοῦ ὀρθογώνιου τριγώνου $\Gamma_1\text{H}\Sigma$, ὀνομάζεται **ἐτήσια παράλλαξι τοῦ ἀστέρα Σ** . Ἡ πλευρὰ ΣH δίνει τὴν ἀπόσταση τοῦ ἀστέρα ἀπὸ τὸν ἥλιο. Ἡ παράλλαξι ω , ὅπως εἶναι φυσικό, εἶναι πάντοτε πολὺ μικρὴ, μικρότερη καὶ ἀπὸ τὸ τόξο τοῦ 1". Εἶναι μάλιστα φανερό ὅτι ὅσο πῶ μακριὰ ἀπὸ τῆς γῆ θίσκεται ἓνας ἀστέρας, τόσο μικρότερη θὰ εἶναι καὶ ἡ παράλλαξι του.



Σχ. 4

Από την παράλλαξη ενός αστέρα μπορούμε εύκολα να βρούμε την απόστασή του από τη γη, διότι από το ορθογώνιο τρίγωνο Γ₁ΗΣ (σχ. 4) έχουμε:

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

$$Γ_1Σ = \frac{ΗΓ_1}{\eta\mu\omega}$$

Γνωρίζουμε όμως, ότι η ΗΓ₁ 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.

Παράξ 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 παράξ προκύπτει από τη σύντηξη των λέξεων: παράλλαξη και σεκόντ (δευτερόλεπτο).

Ανάμεσα στην παράλλαξη και τις μονάδες μήκους: παράξ και έτος φωτός, υπάρχει η έξηξ αντιστοιχία:

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

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

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 **έγγυτάτος**. Είναι άμυδρος αστέρας και ανήκει στο 11ο μέγεθος, παράλληλα είναι «συνόδος» του λαμπρού αστέρα α του Κενταύρου, που απέχει από τη γη 4,3 ε.φ. ή 1,31 παράξ.

Η λαμπρότητα που παρουσιάζουν οι αστέρες εξαρτάται βέβαια από την απόστασή τους από τη γη, αλλά σχετίζεται οποσδήποτε 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 σε απόσταση 10 παρσεκ. Τό μέγεθος πού θά παρουσίαζε τότε κάθε άστέρας ονομάζεται **απόλυτο μέγεθος του άστέρα**.

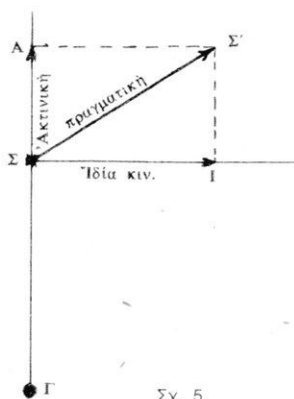
Πραγματικές κινήσεις των άστέρων. Πρίν από τρεις αιώνες όλοι πίστευαν ακόμα, ότι οί άστέρες δέν κινούνται. Γι' αυτό και οί αρχαίοι Έλληνες τούς ονόμασαν **άπλανείς**, γιά νά τούς ξεχωρίζουν από τούς πέντε γνωστούς τότε πλανήτες, πού φαίνονταν νά κινούνται ανάμεσα στους άπλανείς.

Πρώτος ό Halley (Χάλλεϋ), τό 1718, απέδειξε ότι οί λαμπροί άστέρες Σείριος, Άρκτουρος και Λαμπαδίας κινούνται. Σήμερα γνωρίζουμε ότι όλοι οί άστέρες κινούνται, άσχετα αν οί κινήσεις τους δέν είναι αισθητές σε 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 αντιλαμβάνομαστε όπτικά και τήν ονομάζουμε **ιδία κίνηση του άστέρα**, τή ΣΑ τή διαπιστώνουμε φασματοσκοπικά και τήν ονομάζουμε **άκτινική κίνηση**.

Μπορεί ή άκτινική κίνηση νά γίνεται πρός δύο κατευθύνσεις: μία από τό Σ πρός τό Α, αν ό άστέρας απομακρύνεται από τή γή, και μία από τό Σ πρός 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 πρός τό **ιώδες**, ενώ, αν απομακρύνεται, οί γραμμές παρουσιάζουν μετάθεση πρός τό **ερυθρό**.

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



Σχ. 5.

ρούμε μέσα στο δάσος, έχουμε την εντύπωση ότι τὰ δένδρα, πρὸς τὰ ὅποια ζινοῦμαστε, «ἀνοίγουν», ἐνῶ ἀντίθετα ἔχεινα πού ἀφήνουμε πίσω μας, ὅτι συγχλίνουν μεταξύ τους, ἔτσι καί οἱ γειτονικοί στὸν ἥλιο ἀστέρες, μὲ τὸ πέρασμα αὐτοῦ ἀναμεσαί τους, «ἀνοίγουν» καί συνέχεια ἀπομακρύνονται ὁ ἕνας ἀπὸ τὸν ἄλλο, ἐνῶ ὅσοι ὀρίζονται στὴν ἀντίθετη κατεύθυνση φαινομενικά πλησιάζουν ὁ ἕνας τὸν ἄλλο. Ἐμεῖς ἀπὸ τὴ γῆ, πού ἀκολουθεῖ τὸν ἥλιο, βλέπουμε πραγματικά τίς κινήσεις αὐτῆς τῶν ἀστέρων. Τὸ σημεῖο τοῦ οὐρανοῦ, πρὸς τὸ ὁποῖο κατευθύνεται ὁ ἥλιος, ὀνομάζεται **ἀπῆξ**, ἐνῶ τὸ σημεῖο ἀπὸ τὸ ὁποῖο ἀπομακρύνεται ὀνομάζεται **ἀντάπῆξ**.

Ἐρωτήσεις

- 8) Ποιὰ εἶναι ἡ μορφή τοῦ γαλαξία μας καί ποιές οἱ διαστάσεις του;
- 9) Ποιὰ εἶναι ἡ δομὴ τοῦ γαλαξία μας;
- 10) Πῶς γίνεται ἡ περιστροφή τοῦ γαλαξία καί σέ πόσο χρόνο συμπληρώνεται μιὰ πλήρης περιστροφή τοῦ ἡλίου μας;
- 11) Πόσο χρόνο χρειάζεται ὁ ἥλιος γιὰ νὰ κάνει 100 περιφορές γύρω ἀπὸ τὸν ἄξονα τοῦ γαλαξία;
- 12) Ποιὰ εἶναι τὰ μέλη τοῦ ἡλιακοῦ μας συστήματος;
- 13) Πόση εἶναι ἡ ἀπόσταση ἡλίου - γῆς σέ χιλιόμετρα καί σέ πόσο χρόνο τὴ διατρέχει τὸ φῶς;
- 14) Τί εἶναι οἱ ἀστερισμοὶ καί ποιούς ὀνομάζουμε ἀειφανεῖς, ἀμφιφανεῖς καί ἀφανεῖς ἀστερισμούς;
- 15) Τί εἶναι οἱ ἡμιστέρες καί τί οἱ πάσσαρς;
- 16) Τὰ «μεγέθη» τῶν ἀστέρων ἐκφράζουν τίς πραγματικὲς τους διαστάσεις; Δικαιολογεῖστε τὴν ἀπάντησή.
- 17) Ὀνομάστε μερικούς ἀπὸ τοὺς λαμπρότερους ἀστέρες.
- 18) Πόσους ἀστέρες μπορεῖ νὰ μετρήσει ἕνας παρατηρητὴς στὸ ὁρατὸ ἡμισφαίριο μὲ γυμνὸ μάτι;
- 19) Τί ὀνομάζουμε παράλλαξη τοῦ ἡλίου, καί ἂν τὴ γνωρίζουμε, τί μποροῦμε νὰ βροῦμε;
- 20) Τί ὀνομάζουμε ἐτήσια παράλλαξη ἐνὸς ἀστέρα καί τί παραλλαξιακὴ τροχιά; Γράψτε τὸ σχῆμα τῆς τροχιάς.
- 21) Τί ὀνομάζουμε παρσέκ καί ποιὰ ἡ σχέση του μὲ τὸ ἔτος φωτός;
- 22) Ποιὸς ἀπλανὴς ἀστέρας βρίσκεται πλησιέστερα στὴ γῆ;
- 23) Ποιὸ εἶναι τὸ ἀπόλυτο καί ποιὸ τὸ φαινομενικὸ μέγεθος ἐνὸς ἀστέρα;

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

25) Τί όνομάζουμε μεταβατική κίνηση του ήλιου;

26) Τί όνομάζεται άπυξ και τί άντάπυξ;

7. Φυσική κατάσταση και εξέλιξη τών άστέρων.

Χρώματα και φασματικοί τύποι άστέρων. Ή πείρα μάζ διδάσκει, πώς, όταν ένα σώμα μέ τήν αύξηση τής θερμοκρασίας του πυρακτωθεί, στην άρχή παρουσιάζει χρώμα έρυθρό (έρυθροπύρωση), μετά, καθώς ή θερμοκρασία του άνεβαίνει συνέχεια, γίνεται όλοένα και πιο λευκό πλησιάζοντας προς τό γαλάζιο (λευκοπύρωση).

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

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

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

Άπό τήν άνάλυση του φάσματός τους προκύπτει ότι οί άστέρες 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 άστέρων, αλλά και μέ άλλες μεθόδους, είναι δυνατό νά βρούμε τή θερμοκρασία τής επιφάνειάς τους, πού κυμαίνεται γενικά μεταξύ 50.000⁰ και 3.000⁰ K.

Μολονότι τό πλήθος 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 ἡλίου. Ἡ ἐπιφανειακή θερμοκρασία τους κυμαίνεται μεταξύ 25.000⁰ καί 15.000⁰ 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 12.000⁰ καί 8.000⁰ K καί τό χρῶμα τους εἶναι λευκό. Ὁ Σείριος καί ὁ Βέγας ἀνήκουν σ' αὐτούς.

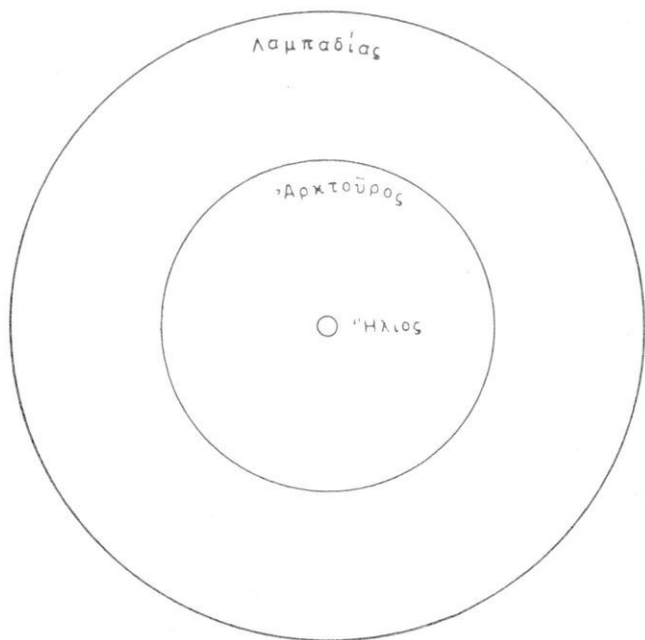
3. **Ἀστέρες ἰονισμένου ἀσβεστίου**. Στό φάσμα τους ἐπικρατοῦν πιό πολύ οἱ γραμμές τοῦ ἰονισμένου ἀσβεστίου καί μετά τοῦ ὑδρογόνου. Ἡ θερμοκρασία τους εἶναι χαμηλότερη ἀπό 8.000⁰ K καί τό χρῶμα τους εἶναι κίτρινο. Σ' αὐτούς ἀνήκει ὁ Προκύων (α τοῦ Μικροῦ Κυνός).

4. **Ἀστέρες ἡλιακοί**. Τό φάσμα τους εἶναι ἀνάλογο μέ τό φάσμα τοῦ ἡλιου μας, μέ πολλές γραμμές ἀπορροφῆσεως. Ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφάνειάς τους εἶναι 6.000⁰ K καί ἔχουν χρῶμα κίτρινο. Ἡ Αἴξ (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 4.600⁰ K καί ἔχουν χρῶμα χρυσοκίτρινο. Σ' αὐτούς ἀνήκει ὁ Ἄρκτουρος (α Βώτου) 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 γά μετρήσουν τή φαινόμενη διάμετρο ἀρκετῶν ἀστέρων, μέ τή βοήθεια τῆς ιδιότητος τῆς συμβολῆς τοῦ φωτός τους, καί νά ἔβρουν ὅτι εἶναι πάντοτε μικρότερη ἀπό 0",05. Ἀπό τή φαινόμενη διάμετρο τῶν ἀστέρων μετρήθηκε καί ἡ πραγματική διάμετρος τους, διότι ἰσχύει ἡ σχέση:

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



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

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

Οί αστέρες διαφέρουν πολύ μεταξύ τους στίς διαστάσεις. Έτσι ό έρυθρός αστέρας Αντάρης (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 $4,1 \times 10^6$ μεγαλύτερος (σχ. 6).

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

αυτοί που έχουν πολύ πιο μεγάλη διάμετρο. Αντίθετα, **νάνοι** ονομάζονται οι αστέρες, που έχουν διάμετρο από το δεκαπλάσιο μέχρι το δέκατο της ήλιακής (σχ. 6). Έπομένως ο ήλιος μας ανήκει στους νάνους αστέρες. Υπάρχουν ακόμα και οι λεγόμενοι **λευκοί νάνοι**, με διάμετρο που κυμαίνεται από 0,1 μέχρι και 0,001 της ήλιακής διαμέτρου, οι **αστέρες νετρονίων**, με πιο μεγάλη πυκνότητα, και οι **μελανές όπες**, με ακόμα μικρότερες διαστάσεις και μεγαλύτερη πυκνότητα.

Μεταξύ των υπεργιγάντων συγκαταλέγεται και ο αστέρας ε του Ήνιόχου, που, ενώ φαίνεται σαν αστέρας 3ου μεγέθους, έχει διάμετρο 2.000 φορές μεγαλύτερη από την ήλιακή και όγκο $8X10^9$ μεγαλύτερο από τον όγκο του ήλιου.

Μεταβλητοί αστέρες ονομάζονται εκείνοι που δεν έχουν σταθερή λαμπρότητα, αλλά παρουσιάζουν κύμανση. Έξακριβώθηκε ότι η κύμανση της λαμπρότητας πολλών μεταβλητών αστερών γίνεται σ' ένα ορισμένο χρονικό διάστημα και ανάμεσα σ' ένα μέγιστο και ένα ελάχιστο της φωτεινότητάς τους. Για τό λόγο αυτό οι αστέρες αυτοί ονομάζονται **περιοδικοί μεταβλητοί αστέρες**. Αντίθετα, άλλοι μεταβλητοί δεν έχουν ορισμένα όρια λαμπρότητας ούτε η μεταβολή της φωτεινότητάς τους γίνεται σέ ορισμένο χρονικό διάστημα και γι' αυτό ονομάζονται **άνώμαλοι μεταβλητοί**.

Από τούς περιοδικούς μεταβλητούς πολλοί συμπληρώνουν τή φωτεινή τους κύμανση σέ λίγες ώρες ή λίγες ημέρες και ονομάζονται **μεταβλητοί θραχείας περιόδου** ή **κηφείδες**, διότι αντιπροσωπευτικός αστέρας αυτού του τύπου θεωρείται ο δ του Κηφέως, με κύμανση από τό μέγεθος 3,7 μέχρι τό 4,5 σέ χρονικό διάστημα 5 ήμ. και 7 ώρες.

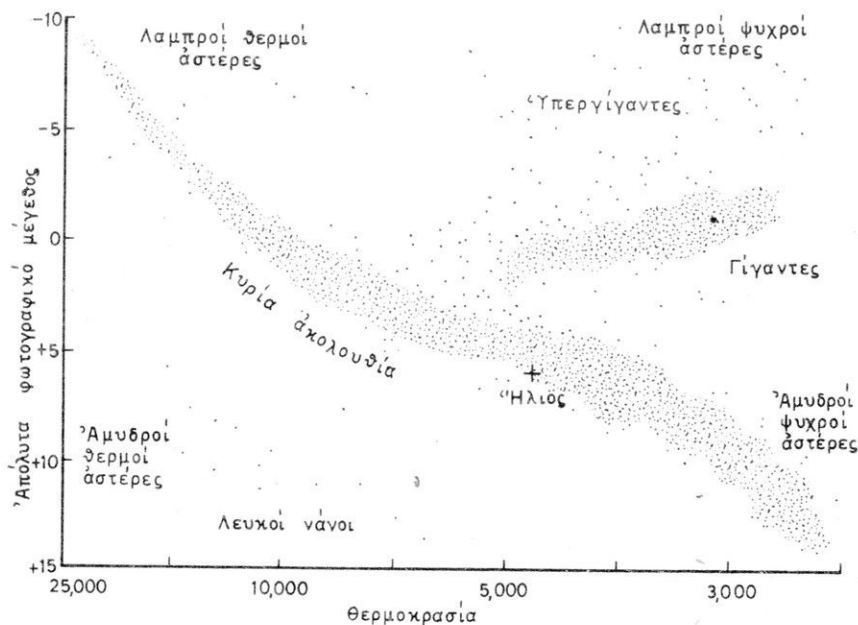
Άλλοι πάλι έχουν μεγάλη περίοδο από 50 μέχρι 700 ημέρες. Γι' αυτό λέγονται **μεταβλητοί μακρῶς περιόδου**. Τέτοιος είναι ο αστέρας ο του Κήτους, που λέγεται και **θαυμάσιος** (mira).

Στούς ανώμαλους μεταβλητούς υπάρχουν μερικοί αστέρες που παρουσιάζουν τά ἑξῆς φαινόμενα. Αστέρες, που ανήκουν στό 16ο μέγεθος και πάνω, δηλαδή πολύ άμυδροί, ξαφνικά μέσα σέ λίγες μέρες ή ώρες γίνονται πολύ λαμπροί, τόσο που πολλές φορές φαίνονται και μέ γυμνό μάτι σαν αστέρες πρώτου μεγέθους. Μετά από μερικές όμως ημέρες ή λαμπρότητά τους ελαττώνεται και σιγά σιγά

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

Από τούς περιοδικούς μεταβλητούς και μάλιστα τής θραχείας περιόδου, έξακριώθηκε, ότι μερικοί όφείλουν τή φωτεινή κύμανσή τους στό γεγονός ότι γύρω τους κινούνται άλλοι άστέρες μέ μικρότερη λαμπρότητα. Έτσι, όταν ό άμυδρότερος άστέρας βρεθεί ανάμεσα σε μäs και στό μεταβλητό άστέρα, τόν κρύβει. Γίνεται δηλαδή ένα είδος *έκλειψης*.

Άλλοι πάλι περιοδικοί μεταβλητοί, θραχείας και μακράς περιόδου, καθώς και οί ανώμαλοι, είναι πιθανό, ότι θροίσκονται σε μία συνεχή διαστολή και συστολή· *πάλλονται*. Γι' αυτό, όταν



Σχ. 7. Τό διάγραμμα Hertzsprung — Russell.

έχουν τό μεγαλύτερο όγκο τους, παρουσιάζουν τό μέγιστο τής λαμπρότητάς τους, ενώ, 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 «ύπερνέοι» γίνονται ώς 100.000.000 φορές λαμπρότεροι.

Διάγραμμα Χέρτσπρουγγ – Ράσσελ. Ο Δανός άστρονόμος Hertzsprung (Χέρτσπρουγγ) καί ό Άμερικανός Russell (Ράσσελ) βρήκαν ότι, άν 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 ύπάρχει σχέση που φανερώνει καί τήν εξέλιξή τους.

Πραγματικά· άν κατασκευάσουμε διάγραμμα (σχ. 7), όπου στόν άξονα τών τετμημένων 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 ύπάρχει 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 έφρηθοί γίγαντες καί στή συνέχεια έφρηθοί ύπεργίγαντες. Άργότερα άρχίζει ή συστολή τους καί συνεχίζουν νά συμπτκνώνονται, ώστε σιγά σιγά νά προχωρουν στά άλλα στάδια τής εξέλιξης τών άστέρων.

Μέ τά δεδομένα αυτά ύπολογίζεται, ότι οί άστέρες έχουν διαφορετική ήλικία. Έτσι οί άστέρες του στοιχείου ήλιου είναι οί νεώτεροι, έχουν ήλικία 10^7 έτη, οί άστέρες του ύδρογόνου έχουν μεγαλύτερη ήλικία, $3 \cdot 10^8$ έτη, ενώ οί επόμενοι τύποι άστέρων, καθώς καί ό ήλιος μας, έχουν ζήσει μέχρι τώρα δισεκατομμύρια έτη. Γενικά πιστεύεται ότι ακόμα καί σήμερα γεννιούνται συνέχεια νέοι άστέρες στους τόπους όπου ύπάρχει αρκετή μεσοαστρική ύλη.

8. Άστρικά συστήματα.

Διπλοί άστέρες ονομάζονται οί άστέρες, πού, ενώ φαίνονται σνήθως μέ γυμνό μάτι ώς άπλοί, μέ τό τηλεσκόπιο αναλύονται, καθένας σέ δύο άστέρες, πού φαίνονται ότι βρισκονται ό ένας κοντά

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

Ἐπιμελεῖς 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. Ἀκριθέστερα καί οἱ δύο ἀστέρες κινοῦνται γύρω ἀπό τό κοινό κέντρο τῆς μάζας τους. Ὁ μικρότερος ἀστέρας ὀνομάζεται **συννοδός**.

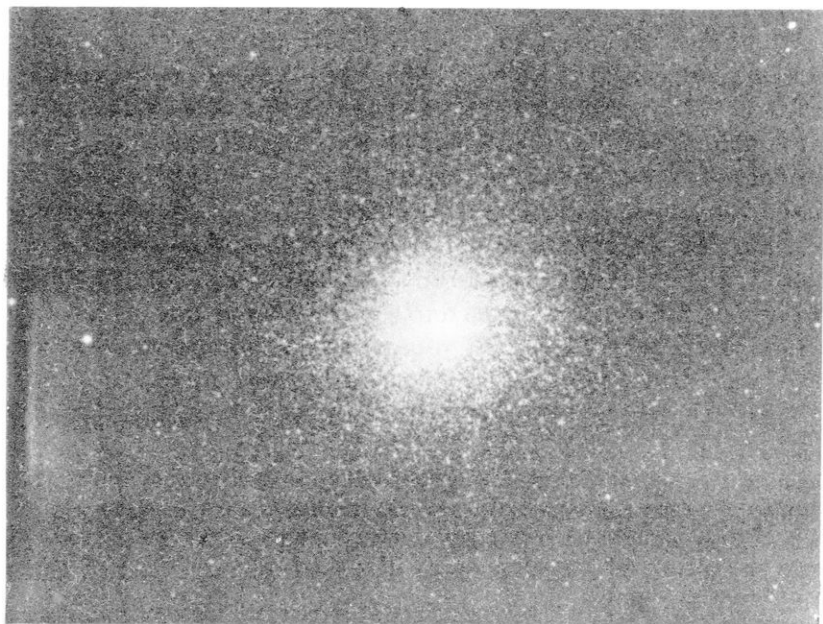
Γιά 500 περίπου ἀστέρες γνωρίζουμε τά πλήρη στοιχεῖα τῆς τροχιάς τοῦ συννοδοῦ γύρω ἀπό τόν κεντρικό ἀστέρα. Ὁ χρόνος τῆς περιφορᾶς τοῦ συννοδοῦ, γύρω ἀπό τόν μεγαλύτερο, πού ὀνομάζεται **περίοδος**, βρίσκεται μέ τήν παρατήρηση καί μπορεῖ νά εἶναι ἴσος μέ μερικῆς ἑκατοντάδες ἡμέρες ἢ καί ὀλόκληρους αἰῶνες.

Πολλές φορές ὁ συννοδός ἑνός διπλοῦ ἀστέρα εἶναι ἀόρατος, εἴτε γιατί βρίσκεται πολύ κοντά στόν κύριο ἀστέρα εἴτε γιατί εἶναι πολύ 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 διπλός ἀστέρας παρουσιάζει περιοδικό διπλασιασμό στίς γραμμές τοῦ φάσματός τους. Γι' αὐτό οἱ ἀστέρες αὐτοῖ 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'. Κατά τόν ἴδιο τρόπο ἔχουμε πολλούς **τετραπλούς ἀστέρες**. Σ' αὐτούς οἱ τέσσερες ἀστέρες ἀποτελοῦν συνήθως δύο ζεύγη σέ ἀπόσταση μέχρι 3'. Ὑπάρχουν καί πολύ λίγοι **πενταπλοῖ ἀστέρες**, ἀνάμεσα στούς 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. Αὐτά ὀνομάζονται γενικά **ἀστρικά σμήνη**, καί χωρίζονται στά **ἀνοικτά** καί τά **σφαιρωτά**.

Τά ἀνοικτά σμήνη ἀποτελοῦνται συνήθως ἀπό μερικῆς δεκάδες ἢ καί ἑκατοντάδες ἀστέρες, διασκορπισμένους χωρίς τάξη σέ μικρό σχετικά χώρο τοῦ οὐρανοῦ. Εἶναι γνωστά 334 τέτοια σμήνη, πού βρίσκονται 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 **Φάτιη**, ὁρατά μέ γυμνό μάτι.

Οἱ Πλειάδες ἀποτελοῦνται ἀπό 120 περίπου ἀστέρες. Γύρω στήν περιοχὴ τους ὑπάρχουν δεκαπλάσιοι ἀστέρες, ἀλλά δέν εἶμαστε βέβαιοι ὅτι ἀνήκουν στό σμήνος αὐτό. Μέ γυμνό μάτι διακρίνουμε μόνο 7 ἀστέρες. Ὅλοι οἱ ἀστέρες τοῦ σμήνους δοῦσκονται 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 σχετικά 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 μας 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 τι 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 τα απόλυτα μεγέθη ή τις θερμοκρασίες των αστερων;
- 32) Στα φυσικά ζεύγη πώς γίνεται ή κίνηση των δύο αστερων τους;
- 33) Εκτός από τους διπλούς αστέρες, τι άλλα συστήματα αστερων έχουμε;
- 34) Τι είναι τα αστρικά σμήνη και πώς ξεχωρίζουν τα άνοικτά από τα σφαιρωτά;

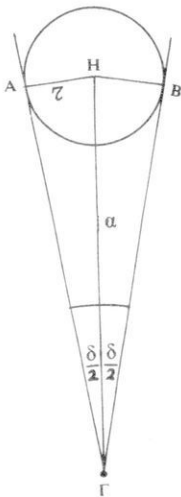
ΗΛΙΟΣ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

9. Μέγεθος, ενέργεια, φυσική κατάσταση και φάσμα του ήλιου. Ἐπιμελημένες μετρήσεις ἔδειξαν, ὅτι ὁ ἥλιος εἶναι ἐντελῶς σφαιρικό σῶμα. Ἐνῶ δηλαδή ἡ γῆ καί οἱ ἄλλοι πλανῆτες εἶναι πιεσμένοι στούς πόλους τοῦ ἄξονα τῆς περιστροφῆς τους, ὁ ἥλιος δέν παρουσιάζει αἰσθητή συμπίεση· γι' αὐτό καί ὁ δίσκος του φαίνεται ἐντελῶς κυκλικός.

Ἡ σφαιρικότητα τοῦ ἡλίου ἐξηγεῖται ἀπό τή βραδεία περιστροφή του.

Πραγματικά· ὅπως ἀποδεικνύει ἡ ὀπτική καί φασματοσκοπική παρατήρηση, ἡ ἡλιακή σφαῖρα κινεῖται γύρω ἀπό ἄξονα μέ κατεύθυνση ἀπό τή Δύση πρὸς τήν Ἀνατολή καί συμπληρώνει μιά περιστροφή, κατά μέσο ὄρο, σέ 25 ἡμ. καί 23 λεπτά (ἢ 25,4 ἡμέρες).

Ὁ χρόνος ὅμως αὐτός δέν εἶναι ὁ ἴδιος σέ ὅλα τά σημεῖα τῆς ἡλιακῆς ἐπιφάνειας. Ἔτσι στήν περιοχή τοῦ ἰσημερινοῦ τοῦ ἡλίου περιορίζεται σέ 25,4 ἡμ., ἐνῶ σέ ἀπόσταση 75° ἀπό τόν ἰσημερινό εἶναι 33 περίπου ἡμέρες.



Σχ. 8.

Μέγεθος τοῦ ἡλίου. Ὀνομάζουμε **φαινόμενη διάμετρο** τοῦ ἡλίου τή γωνία AGB, μέ τήν ὁποία ὁ ἥλιος Η φαίνεται ἀπό τή γῆ Γ (σχ. 8).

Ἡ φαινόμενη διάμετρος τοῦ ἡλίου μεταβάλλεται κατά τή διάρκεια τοῦ ἔτους. Ἔτσι τήν 1ῆ Ἰανουαρίου παίρνει τή μέγιστη τιμή της $32' 36''$, 2, ἐνῶ στίς 2 Ἰουλίου παίρνει τήν ἐλάχιστη τιμή της $31' 32''$. Ἡ μέση τιμή της εἶναι ἴση μέ $32' 4''$, 1.

Ἡ φαινόμενη διάμετρος τοῦ ἡλίου μεταβάλλεται, γιατί μεταβάλλεται ἡ ἀπόσταση ΓΗ τῆς γῆς ἀπό τόν ἥλιο. Αὐτό συμβαίνει, ἐπειδή

ή γή δέν κινεῖται γύρω ἀπό τόν ἥλιο σέ κυκλική τροχιά μέ κέντρο τόν ἥλιο, ἀλλά σέ ἑλλειπτική τροχιά, μέ ἀποτέλεσμα γύρω στήν 1η Ἰανουαρίου ἡ ἀπόσταση ΓΗ νά παίρνει τήν ἐλάχιστη τιμή της, 147.100.000 km περίπου, ἐνῶ γύρω στίς 2 Ἰουλίου νά παίρνει τή μέγιστη τιμή της 152.100.000 km. Ἐπομένως ἡ μέση τιμή της ἀποστάσεως εἶναι 149.504.312 km.

Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἥλιου εἶναι 12.000 περίπου φορές μεγαλύτερη ἀπό τήν ἐπιφάνεια τῆς γῆς καί ὁ συνολικός ὄγκος του 1.300.000 φορές μεγαλύτερος ἀπό τόν ὄγκο τῆς γῆς.

Ἀπό τήν ἑλκτική δύναμη τοῦ ἥλιου, πού ἀσκεῖται πάνω στή γῆ, βρῖσκεται, ὅτι ἡ μάζα τοῦ ἥλιου εἶναι 332.488 φορές μεγαλύτερη ἀπό τή γήινη.

Ἀπό τόν ὄγκο V καί τή μάζα M τοῦ ἥλιου βρῖσκουμε, ὅτι ἡ πυκνότητά του εἶναι ἴση μέ 1,41, ἂν πάρουμε ὡς μονάδα τήν πυκνότητα τοῦ ὕδατος.

Τέλος, εἶναι δυνατό νά βρεθεῖ ὅτι ἡ ἔνταση τῆς βαρύτητας πάνω στήν ἐπιφάνεια τοῦ ἥλιου εἶναι 28 φορές μεγαλύτερη ἀπό τήν ἔνταση τῆς βαρύτητας πάνω στήν ἐπιφάνεια τῆς γῆς καί ὅτι ἡ ταχύτητα διαφυγῆς, δηλαδή ἡ ταχύτητα πού πρέπει νά ἀναπτύξει ἕνα σῶμα, γιά νά ὑπερνηκῆσει τήν ἡλιακή ἔλξη, εἶναι 617 km/sec.

Ἡλιακή ἐνέργεια καί λαμπρότητα τοῦ ἥλιου. Μετρήσεις τῆς λαμπρότητας τοῦ ἥλιου ἀπέδειξαν, ὅτι ὁ ἥλιος εἶναι $12 \cdot 10^{10}$ φορές λαμπρότερος ἀπό ἕνα ἀστέρα α μεγέθους καί $23 \cdot 10^7$ φορές λαμπρότερος ἀπό τό φῶς ὄλων τῶν ἀστέρων. Γι' αὐτό ἐξάλλου τοῦς ἀποκρύβει κατά τή διάρκεια τῆς ἡμέρας. Τέλος ὁ ἥλιος εἶναι $56 \cdot 10^4$ φορές λαμπρότερος ἀπό τήν πανσέληνο.

Ὁ ἥλιος φαίνεται τόσο λαμπρός, ἐξαιτίας τῆς μικρῆς σχετικῆς ἀπόστασής του ἀπό τή γῆ, σέ σύγκριση θέβαια μέ τοῦς ἄλλους ἀστέρες. Ἄν ὁμως μεταφερόταν σέ ἀπόσταση ἴση μέ 10 παρσέκ, τότε θά φαινόταν ὡς ἀμυδρός ἀστέρας 5ου μεγέθους περίπου. Γιά τήν ἀκρίβεια τό ἀπόλλυτο μέγεθος τοῦ ἥλιου εἶναι +4,8.

Ὅταν παρατηροῦμε τόν ἥλιο μέ τηλεσκόπιο, φαίνεται ὅτι δέν εἶναι ὁμοίμορφα φωτεινός σέ ὅλη τήν ἔκταση τοῦ δίσκου του, ἀλλά λαμπρότερος γύρω στό κέντρο καί ἀμυδρότερος γύρω στά χεῖλη

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

Η ενέργεια του ήλιου υπολογίζεται, αν μετρηθεί η ολική ενέργεια που παίρνει η γη σε κάθε cm^2 στο ανώτατο στρώμα της ατμόσφαιράς της στη μονάδα του χρόνου. Η ενέργεια αυτή ονομάζεται **ήλιακή σταθερά**. Η ολική ισχύς του ήλιου είναι ίση με $5 \cdot 10^{23}$ ίππους.

Επειδή η θερμότητα, που δέχεται η γη από τον ήλιο, δε μεταβλήθηκε αισθητά κατά τις δέκα τελευταίες, τουλάχιστο, χιλιετίες, όπως το αποδεικνύει η σταθερότητα, γενικά, του κλίματος της γης, κατά το διάστημα αυτό, συμπεραίνεται ότι ο ήλιος συνέχεια αναπληρώνει την ενέργεια, που ακτινοβολεί.

Για να εξηγήσουν τη 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 το 1854 από τον Helmholtz (Χέλμολτς) και συμπληρώθηκε το 1893 από το λόρδο Kelvin (Κέλβιν). Σύμφωνα με αυτή η ακτινοβολία του ήλιου προκαλεί την ψύξη του και επομένως, τη συστολή του. Άρα τη μετατροπή της δυναμικής ενέργειας σε θερμική.

Αν όμως η ήλιακή ενέργεια συντηρούνταν μ' αυτό τον τρόπο, η ηλικία του ήλιου δε θα έπρεπε να ήταν μεγαλύτερη από $3 \cdot 10^7$ έτη, ενώ η ηλικία της γης, που έχει άμεση σχέση με την ύπαρξη του ήλιου, έχει μετρηθεί με πολλές μεθόδους και βρέθηκε $4,5 \cdot 10^9$ έτη. Έτσι η συστολή εξαιτίας της βαρύτητας είναι ανεπαρκής, ώστε να αποτελεί κύρια πηγή ενέργειας του ήλιου.

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

Επομένως οι θερμοπυρηνικές αντιδράσεις είναι ικανές να δί-

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

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

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

Ὁ **πυρήνας** καταλαμβάνει τό μεγαλύτερο μέρος τῆς σφαίρας τοῦ ἡλίου. Ἐκτείνεται ἀπό τό κέντρο τῆς σφαίρας μέχρι 400 χιλιομ. κάτω ἀπό τήν ἐπιφάνεια τοῦ ἡλίου.

Ἐπολογίζεται, ὅτι στήν περιοχὴ τοῦ κέντρου ἡ πυκνότητα τῆς ἡλιακῆς ὕλης εἶναι 135 φορές μεγαλύτερη ἀπὸ τήν πυκνότητα τοῦ ὕδατος καί ἡ πίεση ἀνεβαίνει στίς $2 \cdot 10^{11}$ ἀτμόσφαιρες. Κάτω ἀπὸ αὐτές τίς συνθήκες καί μέ τή θερμοκρασία τῶν $14 \cdot 10^6$ βαθμῶν, τὰ άτομα τῶν στοιχείων δορῶνται σέ ἰονισμένη κατάσταση καί σέ τόση συμπύεση, ὥστε ἡ ὕλη τοῦ πυρήνα, μολονότι δορῶνται σέ ἀεριοῦδη κατάσταση, εἶναι ἀνένδοτη καί συνεκτικὴ περισσότερο ἀπὸ τὰ στερεά.

Ἡ **φωτόσφαιρα** ἐκτείνεται πάνω ἀπὸ τόν πυρήνα καί φθάνει μέχρι τήν ἐπιφάνεια τοῦ ἡλίου. Ἐχει πάχος 400 km. Ἡ στιβάδα αὐτὴ τῆς ἡλιακῆς σφαίρας, ἀπὸ τήν ὁποία προέρχεται ὅλη ἡ ἀκτινοβολούμενη ἐνέργεια τοῦ ἡλίου, ἡ θερμότητα καί τό φῶς, ὀνομάσθηκε **φωτόσφαιρα**. Ὡστε ὁ φωτεινός δίσκος τοῦ ἡλίου ἀντιστοιχεῖ στή φωτόσφαιρα.

Ἡ **ἀτμόσφαιρα**. Ἐπάνω ἀπὸ τή φωτόσφαιρα ὑπάρχει ἡλιακὴ ὕλη σέ στρωμα μεγάλου πάχους, πού ὀνομάζεται **ἀτμόσφαιρα**.

Ἡ ἀτμόσφαιρα τοῦ ἡλίου χωρίζεται σέ δύο στιβάδες. Ἡ πρώτη, πού δορῶνται ἀμέσως μετὰ τή φωτόσφαιρα, ὀνομάζεται **χρωμόσφαιρα**. Τό ὕψος τῆς φθάνει τὰ 15.000 km καί ἡ θερμοκρασία τῆς

τούς 100.000⁰ 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 στέμματος φθάνουν στην απόσταση των 3 ως 4 εκατομμυρίων χιλιομέτρων. Η θερμοκρασία του είναι από 10⁶ έως 1,5 · 10⁶ 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 φώς του ήλιου δίνει φάσμα απορροφήσεως μέ πολλές σκοτεινές γραμμές.

Κατά τίς όλικές εκλείψεις του ήλιου, μόλις γίνει ή ολοκληρωτική 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 φώς 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 εκλείψεις.

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. Ό 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 η ύπαρξη 70 στοιχείων στην ήλιακή ύλη, χωρίς αυτό να σημαίνει την απουσία των υπόλοιπων γνωστών στοιχείων, διότι 15, τουλάχιστο, στοιχείων οι γραμμές απορροφήσεως θα πρέπει να βρίσκονται στο άορατο υπεριώδες μέρος του φάσματος. Άλλα στοιχεία μπορεί να υπάρχουν μόνο στο έσωτερικό του ήλιου.

Η πιθανότερη αναλογία διανομής των στοιχείων στην ήλιακή ύλη είναι: υδρογόνο 84 %, ήλιο 15 % και τα άλλα στοιχεία 1 %.

Έρωτήσεις

35) Τι ονομάζουμε φαινόμενη διάμετρο του ήλιου και γιατί μεταβάλλεται η τιμή της στη διάρκεια του έτους;

36) Ένας άνθρωπος βάρους 75 kg πόσο θα εξύγιζε αν μπορούσε να βρεθεί στην ήλιακή επιφάνεια;

37) Ποιά θεωρία εξηγεί καλύτερα τη συνεχή ανανέωση της ακτινοβολούμενης ήλιακης ενέργειας;

38) Από ποιές στιβάδες αποτελείται ο ήλιος;

39) Πόσα από τα γνωστά στη γη χημικά στοιχεία διαπιστώθηκαν στον ήλιο και πώς βρέθηκε αυτό;

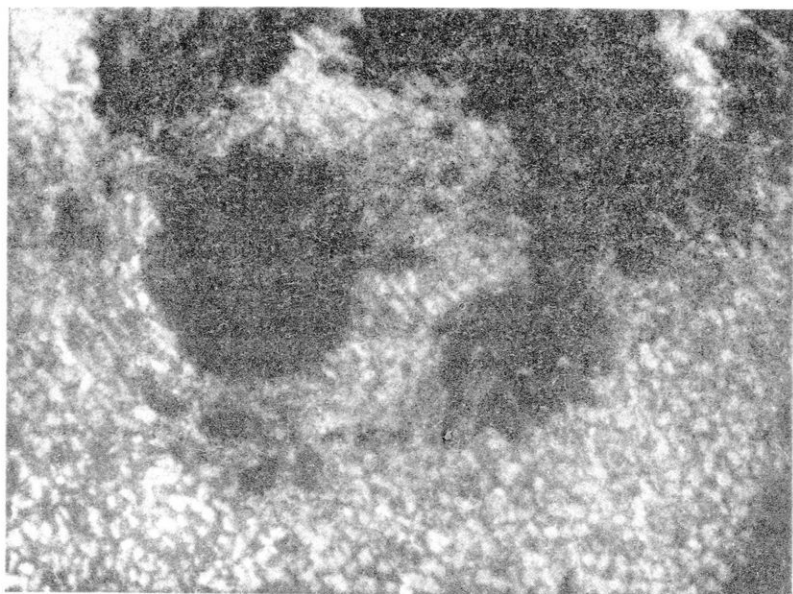
40) Εξηγήστε, γιατί ο ήλιος φαίνεται πιο άμυδρος στα χείλη του δίσκου του. Υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του κέντρου και των χειλέων του;

10. Φωτοσφαιρικοί σχηματισμοί και φαινόμενα της χρωμόσφαιρας.

Παρατηρώντας τον ήλιο με το τηλεσκόπιο, βλέπουμε ότι η επιφάνειά του δεν είναι λεία, αλλά μοιάζει με άσπρο σεντόνι, πού τό έχουμε σκεπάσει ομοίμορφα με κόκκους. Γι' αυτό τό φαινόμενο αυτό του ήλιου ονομάστηκε **κοκκίασι** (εικ. 7).

Οί κόκκοι είναι λαμπρότεροι από τό υπόβαθρο της φωτόσφαιρας και έχουν συνήθως διάμετρο 600 έως 1000 km. Καθένας τους μπορεί να διατηρηθεί για μερικά μόνο λεπτά της ώρας.

Ανάμεσα στους κόκκους παρατηρούνται συνήθως μελανά στί-



Εικ. 7. Κοκκίαση και κηλίδες της ήλιακης φωτόσφαιρας.

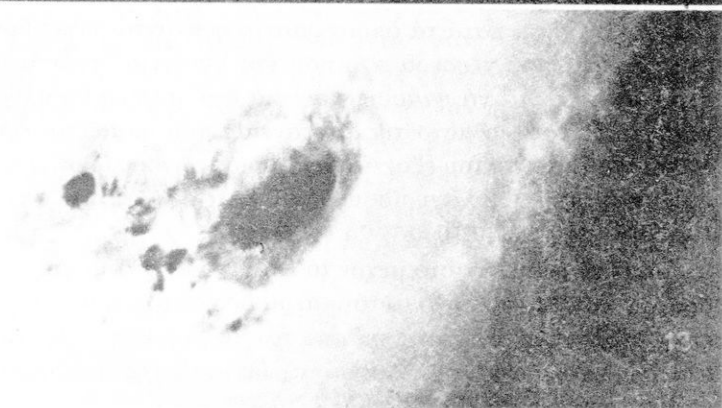
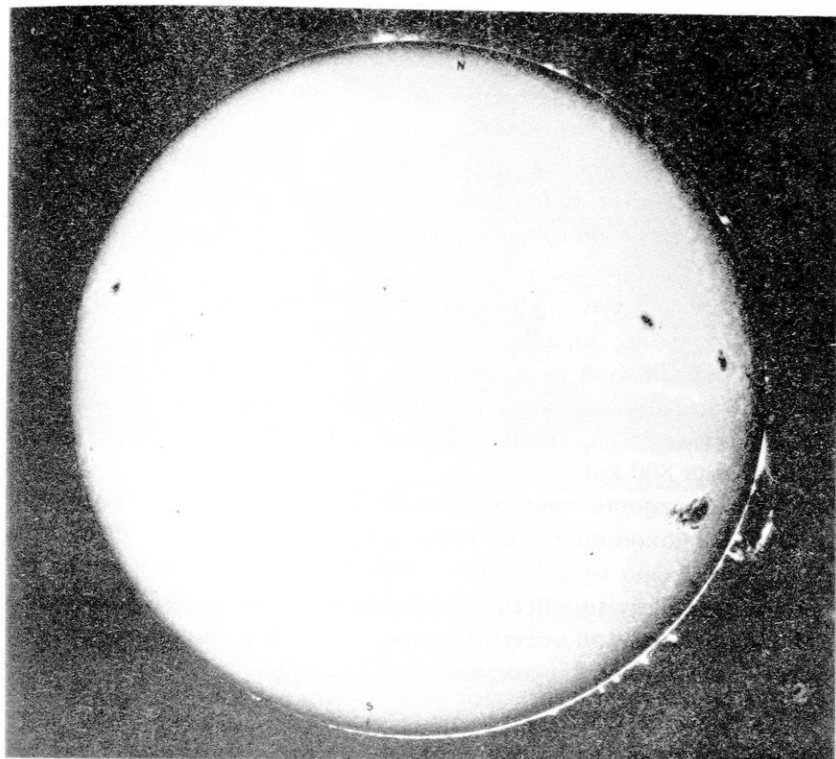
γματα, πού ονομάζονται **πόροι**. Διατηρούνται καί αὐτοί οἱ σχηματισμοί πολύ λίγο, ὅπως οἱ κόκκοι.

Κυρίως, κοντά στά χεῖλη τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου διακρίνονται ἄλλοι σχηματισμοί, λαμπρότεροι ἀπό τοὺς κόκκους, κυκλικοί ἢ ἀκανόνιστοι, τοποθετημένοι σέ σχῆμα ταινίας, πού ονομάζονται **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 τὸ σχηματισμὸ κηλίδων σ' αὐτή.

Οἱ **κηλίδες**, τέλος, εἶναι οἱ πιὸ ἐντυπωσιακοί καί ἐνδιαφέροντες σχηματισμοί τῆς φωτόσφαιρας. Τίς περισσότερες φορές ἔχουν τὴν ὄψη μεγάλων ἢ μικρῶν κυκλικῶν καί ἔντονα μελανῶν ἐπιφανειῶν, πού περιβάλλονται μέ λιγότερο σκοτεινὰ ἰνώδη στεφάνια. Τὸ κεντρικὸ καί πολὺ σκοτεινὸ τμῆμα τῆς κηλίδας ονομάζεται **σκιὰ**. Τὸ στεφάνι ονομάζεται **σκιόφως** τῆς κηλίδας (εἰκ. 8).

Οἱ κηλίδες διατηροῦνται πολλές ἡμέρες, κάποτε μάλιστα καί



Εικ. 8. Π ά ν ω : Η φωτόσφαιρα του ήλιου με πλήθος κηλίδων και γύρω ή χρωμόσφαιρα με μερικές προεξοχές. Κ α τ ω : Μία ομάδα από κηλίδες στις οποίες φαίνεται καθαρά η σκία και τό σκιάφωσ.

μερικούς μήνες, αν είναι αρκετά μεγάλες. Κατά τό διάστημα τής ζωής τους παρουσιάζουν μεταβολές τής μορφής καί τής έντάσεώς τους. Έξαφανίζονται σιγά σιγά καθώς έλαττώνεται βαθμιαία τό μέγεθος καί ή σκοτεινότητά τους.

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

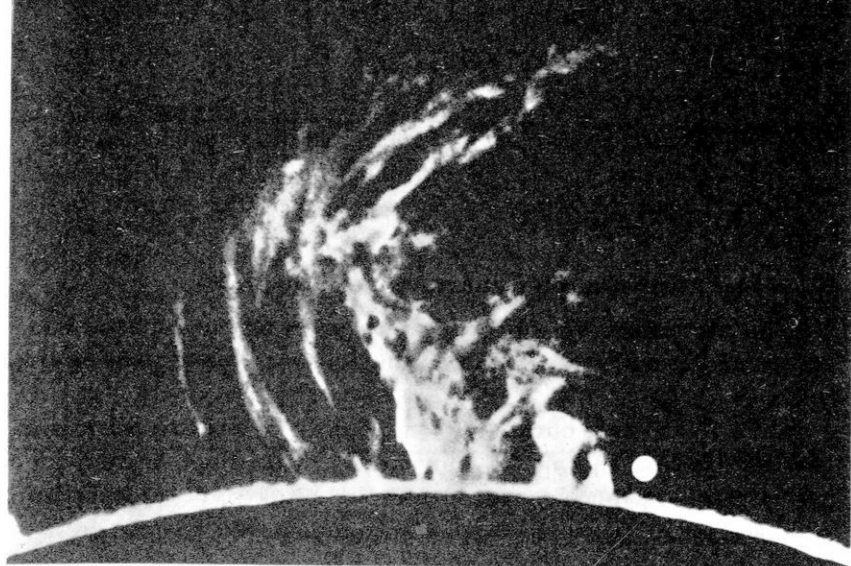
Η διάμετρος τών κηλίδων μερικές φορές ξεπερνά τά 80.000 km. Οί πολύ μεγάλες κηλίδες, πού έχουν διάμετρο μεγαλύτερη από 40.000 χλμ., δηλαδή μεγαλύτερη καί από τό τριπλάσιο τής γήινης διαμέτρου, φαίνονται καί μέ γυμνό μάτι. Γενικά οί κηλίδες είναι κοιλότητες τής φωτόσφαιρας, όμοιες μέ χοάνες πού φθάνουν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

Η θερμοκρασία τους είναι 4600⁰ C, δηλαδή είναι χαμηλότερη από τή θερμοκρασία τής φωτόσφαιρας, σ' αυτό εξάλλου όφείλεται τό μελανό χρώμα τους. Συμβαίνει δηλαδή έδω ό,τι γίνεται καί μέ τή φλόγα κεριού, αν τοποθετηθεί μπροστά σ' ένα ήλεκτρικό λαμπτήρα. Η φλόγα του κεριού φαίνεται μαύρη, γιατί ή θερμοκρασία της είναι χαμηλότερη από τή θερμοκρασία του λαμπτήρα.

Ο Schwabe (Σβάμπε) πρώτος διαπίστωσε, ότι οί κηλίδες δέν εμφανίζονται μέ τήν ίδια πάντοτε συχνότητα. Υπάρχουν πάντοτε ένα έως δύο έτη, κατά τά όποια σπάνια φαίνονται λίγες μόνο κηλίδες. Έπειτα, για τέσσερα περίπου έτη συνέχεια γίνονται όλο καί περισσότερες, για νά φτάσουμε τελικά στό μέγιστο πλήθος τους καί, γενικά, στό μέγιστο τής επιφάνειας πού σκιάζεται απ' αυτές. Μετά, για μία περίπου εξαετία, ό αριθμός τών κηλίδων έλαττώνεται συνέχεια, για νά ξαναγυρίσουμε καί πάλι στό έλάχιστο πλήθος τους καί στήν έλάχιστη έκτασή τους.

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

Μέ ειδικά όργανα, πού επιτρέπουν τήν καλύτερη μελέτη τής



Είκ. 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, όποτε χαρακτηρίζονται ως **εκρηκτικές**. Τό ύψος τους φθάνει συνήθως τά 40.000 km, αν καί παρατηρήθηκαν προεξοχές μέ υπερδεκαπλάσιο ύψος (είκ. 9). Ή ταχύτητα, μέ τήν όποία κινείται ή ύλη τους κυμαίνεται συνήθως από 50 έως 100 km/sec.

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

Έκλάμψεις. Είναι εκρήξεις, πού παρατηροῦνται συνήθως πάνω από περιοχές μεγάλων κηλίδων καί πού είναι τόσο λαμπρές, ώστε αστράφτουν σάν λαμπροί λευκοί προβολείς. Ή διάρκειά τους είναι μικρή, από 10 λεπτά έως μερικές ώρες. Τίς παρατηροῦμε μέ ειδικά

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

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

11. 'Επιδράσεις του ήλιου πάνω στη γη.

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

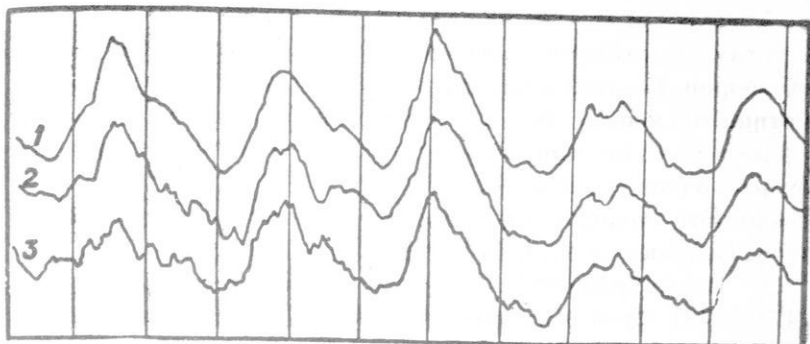
Από τις φυσικές διαταραχές σπουδαιότερες είναι τό σέλας στίς πολικές περιοχές της γης· οί «μαγνητικές καταιγίδες», δηλαδή διαταραχές του γήινου μαγνητικού πεδίου· έκτακτες διαταραχές του ατμοσφαιρικού ηλεκτρισμού και τέλος ραδιοφωνικές ανωμαλίες.

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

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

Παρόμοια σχέση ορίζεται μερικές φορές και σε μερικά βιολογικά φαινόμενα, κυρίως στην ανάπτυξη της δλαστήσεως. 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 της δλαστήσεως 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 δ) μικρά υλικά σώματα, φορτισμένα μέ ηλεκτρικό φορτίο, κυρίως ηλεκτρόνια. Η υπεριώδης ακτινοβολία και οί άλλες κυματικές ακτινοβολίες φθάνουν εδώ μετά από 8 λεπτά περίπου, ενώ τά



Σχ. 9. Ἡ (1) καμπύλη παριστάνει τὴν κύμανση τῶν ἡλιακῶν κηλίδων σὲ διάστημα 55 ἐτῶν (5 κύκλων 11 ἐτῶν)· ἡ (2) καμπύλη ἀντιστοιχεῖ στὴν κύμανση τῶν μαγνητικῶν διαταραχῶν καὶ ἡ (3) εἶναι ἡ καμπύλη συχνότητος πού ἔχει τὸ σέλας κατὰ τὸ ἴδιο διάστημα. Οἱ τρεῖς καμπύλες παρουσιάζουν τὶς ἴδιες διακυμάνσεις καὶ προπαντὸς τὰ ἴδια μέγιστα καὶ ἐλάχιστα.

φορτισμένα μικρὰ σῶματα μετὰ ἀπὸ 20 ἕως 40 ὥρες ἢ καὶ περισσότερο. Ὅταν τὰ φορτισμένα μικρὰ σῶματα φθάσουν στὴ γῆ, ἀκολουθοῦν τὶς γραμμὲς τοῦ γήινου μαγνητικοῦ πεδίου καὶ κατευθύνονται πρὸς τοὺς πόλους τῆς γῆς. Ἡ κίνησή τους εἶναι σπειροειδῆς καὶ, καθὼς κινοῦνται κατὰ μῆκος τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν προκαλοῦν τὰ ἑξῆς ἀποτελέσματα: α) μαγνητικὲς καταγίδες· β) ἠλεκτρικὰ ρεύματα, ἀπὸ ἀπαγωγή, πού διαρροῦν τὴν ἀτμόσφαιρα καὶ διαταράσσουν, γενικά, τὶς τηλεπικοινωνίες· καὶ γ) ἰονίζουσι τὰ ἄτομα, κυρίως τοῦ ἄζωτου, πού θρῆσκονται στὰ ἀνώτερα ἀτμοσφαιρικά στρώματα, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ ἐμφανίζεται τὸ πολικὸ σέλας.

Ἐξῆλλον ἢ ἀφθονη ὑπεριώδης ἀκτινοβολία προκαλεῖ ἔκτακτο ἰονισμό στὰ στρώματα τῆς ἰονόσφαιρας, μὲ ἀποτέλεσμα τὴ μερικὴ ἢ ὀλιγὴ ἀπορρόφησι τῶν θραχέων ραδιοφωνικῶν κυμάτων καὶ ἐπομένως τὴν ἐξασθένησι καὶ τὴν κατασίγασι τῶν μέσων τηλεπικοινωνίας στὰ κύματα αὐτά.

Ἐρωτήσεις

- 41) Ποιοὶ εἶναι οἱ περισσότερο ἐντυπωσιακοὶ σχηματισμοὶ τῆς φωτόσφαιρας τοῦ ἡλίου καὶ ποιά τὰ κυριότερα χαρακτηριστικὰ τους;
- 42) Τί εἶναι ὁ ἐνδεκαετής κύκλος τῶν κηλίδων τοῦ ἡλίου καὶ τί ἐπιδράσεις ἔχει πάνω στὴ γῆ;
- 43) Πότε, μέσα στὸν 11ετή κύκλο τῶν κηλίδων πρέπει νὰ παρουσιάζονται περισσότερες καὶ ἐντονότερες α) οἱ προεξοχές καὶ β) οἱ ἐκλάμψεις;

12. Κίνηση τῶν πλανητῶν γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο.

Γεωκεντρικὸ καὶ ἡλιοκεντρικὸ σύστημα. Στὰ χρόνια τῆς ἑλληνικῆς ἀρχαιότητος ἴσχυαν δύο θεωρίες.

Σύμφωνα με τήν πρώτη, τόσο ο ήλιος, όσο και οι πλανήτες, πιστευόταν, ότι κινούνταν γύρω από τή γή, πού αποτελούσε τό κέντρο του κόσμου. Γι' αυτό και ή θεωρία αυτή ονομάστηκε **γεωκεντρικό σύστημα του κόσμου**. Βασικός εκπρόσωπος της ήταν ο Πτολεμαίος. Σύμφωνα με τή δεύτερη, οι πλανήτες και ή γή κινούνταν γύρω από τόν ήλιο, ό όποιος αποτελούσε τό κέντρο του κόσμου. Γι' αυτό και ή θεωρία αυτή ονομαζόταν **ήλιοκεντρικό σύστημα του κόσμου**. Κυριότερος εκπρόσωπος της ήταν ό 'Αρίσταρχος ό Σάμιος.

Ό Πολωνογερμανός αστρονόμος Νικόλαος Κοπέρνικος (1473–1543), αφού μελέτησε τή θεωρία του 'Αρίσταρχου και των άλλων 'Ελλήνων σοφών, υποστήριξε τήν ορθότητα της ήλιοκεντρικής ιδέας και συντέλεσε στήν έδραίωσή της. 'Υστερα απ' αυτό επικράτησε ή συνήθεια νά ονομάζεται τό ήλιοκεντρικό σύστημα «Κοπερνίκαιο», ενώ θά έπρεπε νά ονομάζεται «'Αριστάρχειο».

Όπως έχει διαπιστωθεί, πραγματικά, οι πλανήτες κινούνται γύρω από τόν ήλιο μέ κατεύθυνση από τά δυτικά προς τά ανατολικά. Η γή, εξάλλου, είναι ένας από τούς πλανήτες.

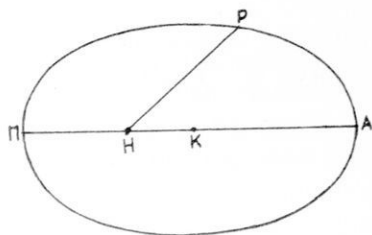
Έξαιτίας της πραγματικής κινήσεώς τους γύρω από τόν ήλιο, οι πλανήτες φαίνονται νά αλλάζουν συνέχεια θέση στόν ουρανό. Ό συνδυασμός όμως της κινήσεώς τους μέ τήν κίνηση της γής έχει ως αποτέλεσμα τήν **έξξη φαινομενική κίνησή τους**:

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

Νόμοι Κέπλερ και Νεύτωνα. Ό Γερμανός αστρονόμος J. Kepler (I. Κέπλερ, 1571–1630), μελέτησε τίς παρατηρήσεις, πού έκαμε ό Δανός αστρονόμος Tycho Brahe (Τύχων 1546–1601) σχετικά μέ τήν κίνηση των πλανητών, και όρηξε τρεις νόμους πού διέπουν τήν κίνηση των πλανητών γύρω από τόν ήλιο.

Πρώτος νόμος. Οι τροχιές των πλανητών είναι έλλειψεις, πού τή μία έστία, κοινή για όλες τίς πλανητικές τροχιές, κατέχει ό ήλιος.

Έτσι ο πλανήτης P (σχ. 10) διαγράφει τήν έλλειψη, πού τήν έστία της Η κατέχει ο ήλιος. **Περιήλιο** τής έλλειπτικής τροχιάς του πλανήτη P ονομάζουμε τό σημείο Π του μεγάλου άξονά της. Όταν ο πλανήτης βρίσκεται στό σημείο αυτό, έχει και τή μικρότερή του απόσταση από τόν ήλιο. **Άφήλιο** ονομάζουμε τό σημείο Α του μεγάλου άξονα, όπου ο πλανήτης έχει τή μεγαλύτερη του απόσταση από τόν ήλιο. Τό μεγάλο ήμισιασόν ΠΚ = ΚΑ τής τροχιάς ονομάζουμε **μέση απόσταση** του πλανήτη από τόν ήλιο και τήν ευθεία ΗΡ, πού συνδέει τά κέντρα ήλιου και πλανήτη, σέ τυχαία θέση τής τροχιάς του, τήν ονομάζουμε **έπιδατική άκτίνα**.

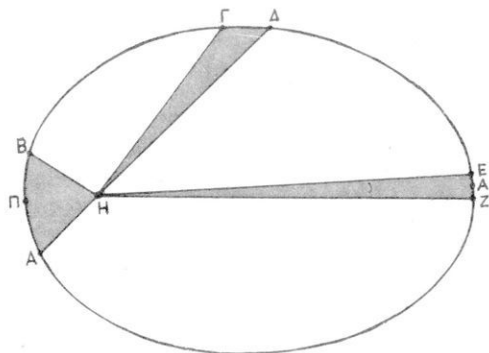


Σ.χ 10.

Δεύτερος νόμος. Η έπιδατική άκτίνα του πλανήτη, πού κινείται γύρω από τόν ήλιο, γράφει έμβαδά ανάλογα μέ τούς χρόνους περιστροφής του.

Έτσι τά έμβαδά ΗΑΒ, ΗΓΔ, ΗΕΖ (σχ. 11) πού γράφει ή έπιδατική άκτίνα σέ χρόνο t , π.χ. σ' ένα μήνα, είναι ίσα. Αυτό συμβαίνει, επειδή ή έπιδατική άκτίνα δέν έχει σταθερό μήκος, αλλά παίρνει τή μικρότερη τιμή στό περιήλιο Π και τή μεγαλύτερη στό αφήλιο Α. Έπομένως, ή **ταχύτητα του πλανήτη** είναι μεγαλύτερη στό περιήλιο και μικρότερη στό αφήλιο, γι' αυτό μάλιστα και τά τόξα ΑΒ, ΓΔ, ΕΖ είναι άνισα, δηλαδή $\widehat{ΑΒ} > \widehat{ΓΔ} > \widehat{ΕΖ}$.

Τρίτος νόμος. Τά τετράγωνα τών χρόνων τής περιφοράς τών πλανητών γύρω από τόν ήλιο είναι ανάλογα μέ τούς κύβους τών μεγάλων ήμισιασόνων τών τροχιών τους.



Σχ. 11.

Έτσι, αν Χγ και Χπ είναι, αντίστοιχα, οί χρόνοι τής περιφοράς τής γής και κάποιου πλανήτη, a_1 και a_2 ενώ a_1 είναι τά μήκη τών μεγάλων ήμισιασόνων τών τρο-

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

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

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

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

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 άμεσα και τη μέση απόστασή του από τον ήλιο.

Ο I. Newton (Ίσαάκ Νεύτωνας) 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 όρος 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...

Ἐάν ὁμοῦς θεωρήσουμε, ὅτι ὁ τρίτος ἀριθμὸς (1,0) εἶναι ἡ μέση ἀπόστασις τῆς γῆς ἀπὸ τὸν ἥλιο (1α.μ.), τότε ὁρίσκουμε, ὅτι οἱ ἄλλοι ἀριθμοὶ τῆς σειρᾶς ἀντιστοιχοῦν, μὲ μεγάλη προσέγγισις, 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 | Ἄφροδίτη | Γῆ | Ἄρης | — | Ζεὺς | Κρόνος |

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

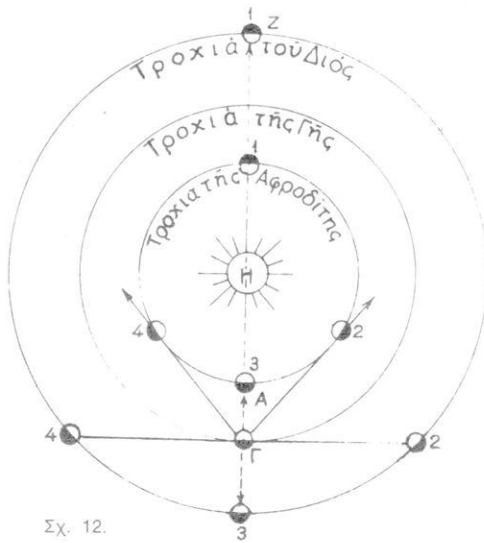
Στὸν πίνακα I (στό τέλος τοῦ βιβλίου) δίνονται οἱ ἀποστάσεις καθενὸς πλανῆτη ἀπὸ τὸν ἥλιο σέ ἑκατομ. km. καί σέ α.μ., καθὼς καί τὰ σπουδαιότερα στοιχεῖα τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο.

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

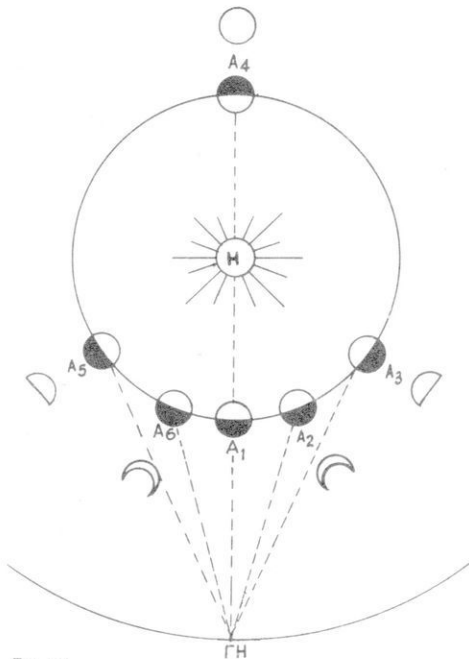
Ἐς πάρομε τὸν ἥλιο H (σχ. 12), τὴν τροχιά ἑνὸς ἐσωτερικοῦ πλανῆτη, π.χ. τῆς Ἄφροδίτης A, τῆς Γῆς Γ, καί ἑνὸς ἐξωτερικοῦ πλανῆτη, π.χ. τοῦ Διὸς Z. Ἐς ὑποθέσουμε ἀκόμα ὅτι ὅλες οἱ τροχιές αὐτῶν ὁρίζονται στὸ ἴδιο ἐπίπεδο.

Γενικά, ὅταν ὁ ἥλιος, ἡ γῆ καί κάποιος πλανῆτης ὁρίζονται σέ εὐθεῖα γραμμῆ, τότε λέμε ὅτι ὁ ἥλιος καί ὁ πλανῆτης εἶναι σέ **συζυγία**. Ἐάν τώρα ὁ ἥλιος καί ὁ πλανῆτης ὁρίζονται πρὸς τὸ μέρος τῆς γῆς, τότε λέμε ὅτι εἶναι σέ **σύνοδο**, ἐνῶ, ὅταν ὁρίζονται ὁ ἑνας ἀπὸ τὴ μιὰ πλευρὰ καί ὁ ἄλλος ἀπὸ τὴν ἄλλη πλευρὰ τῆς γῆς, λέμε, ὅτι εἶναι σέ **ἀντίθεση**. Ἐάν, τέλος, τὰ τρία σώματα σχηματίζουν ὀρθή γωνία, λέμε ὅτι ὁρίζονται ὅλα σέ **τετραγωνισμό**. Ὁ χρόνος μεταξὺ δύο συνόδων ἑνὸς πλανῆτη ὀνομάζεται **συνοδικὴ περιόδος τοῦ πλανῆτη**.

Στὸ σχῆμα 12, ὅταν ὁ ἐξωτερικὸς πλανῆτης Ζεὺς εἶναι στὴ θέση 1, ὁρίζεται σέ σύνοδο· στὴ θέση 3 ὁρίζεται σέ ἀντίθεση· ἐνῶ στίς θέσεις 2 καί 4 σέ τετραγωνισμό. Ὁ ἐσωτερικὸς ὁμοῦς πλανῆτης, Ἄφροδίτη, ποτὲ δέ ὁρίζεται σέ ἀντίθεση, ἀλλὰ σέ



Σχ. 12.



Σχ. 13.

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

Άποχή πλανήτη ονομάζουμε τη γωνία, που σχηματίζει ο πλανήτης αυτός με τον ήλιο, όταν παρατηρείται από τη γη. Όπως φαίνεται στο σχήμα, η άποχή του εξωτερικού πλανήτη παίρνει όλες τις τιμές από 0° έως 360° . Στη θέση 1 (σύνοδος) έχει τιμή 0° , στη θέση 2 (τετραγωνισμός) έχει τιμή 90° , στη θέση 3 (άντιθεση) έχει τιμή 180° , στη θέση 4 (τετραγωνισμός) έχει τιμή 270° και, τέλος, στη θέση 1, αφού έχει διαγράψει όλη την τροχιά του, έχει τιμή 360° . Η άποχή όμως του εσωτερικού πλανήτη έχει τιμή 0° , τόσο κατά την άνωτερη σύνοδο, όσο και κατά την κατώτερη σύνοδο, ενώ παίρνει τη μέγιστη τιμή της στις θέσεις 2 και 4.

Η μέγιστη αυτή άποχή, για την Αφροδίτη, φθάνει τις 48° , ενώ, για τον Ερμή, περιορίζεται μόνο στις 28° .

Ανάλογα με τη γωνία, που σχηματίζει κάθε πλανήτης με τον ήλιο, όταν τον βλέπουμε από τη γη, παρουσιάζει σε μας όλοκληρο ή μέρος του φωτιζόμενου από τον ήλιο ημισφαιρίου του (σχ. 13).

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

Οἱ πλανήτες Ἑρμῆς καί Ἀφροδίτη δέν ἔχουν δορυφόρους. Τῆς γῆς δορυφόρος εἶναι ἡ Σελήνη. Ὁ Ἄρης ἔχει δύο δορυφόρους, ὁ Ζεὺς 14, ὁ Κρόνος 10, ὁ Οὐρανὸς 5, ὁ Ποσειδῶν 4 καί ὁ Πλούτων 1.

Ἑρωτήσεις

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

45) Ποιὸς εἶναι ὁ τρίτος νόμος τοῦ Κέπλερ;

46) Ποιὸς εἶναι ὁ νόμος τῆς παγκόσμιας ἑλξεως;

47) Τί ὀνομάζουμε ἀποχή πλανήτη καί ποιοὶ πλανῆτες παρουσιάζουν πολύ αισθητὴ ἀποχή;

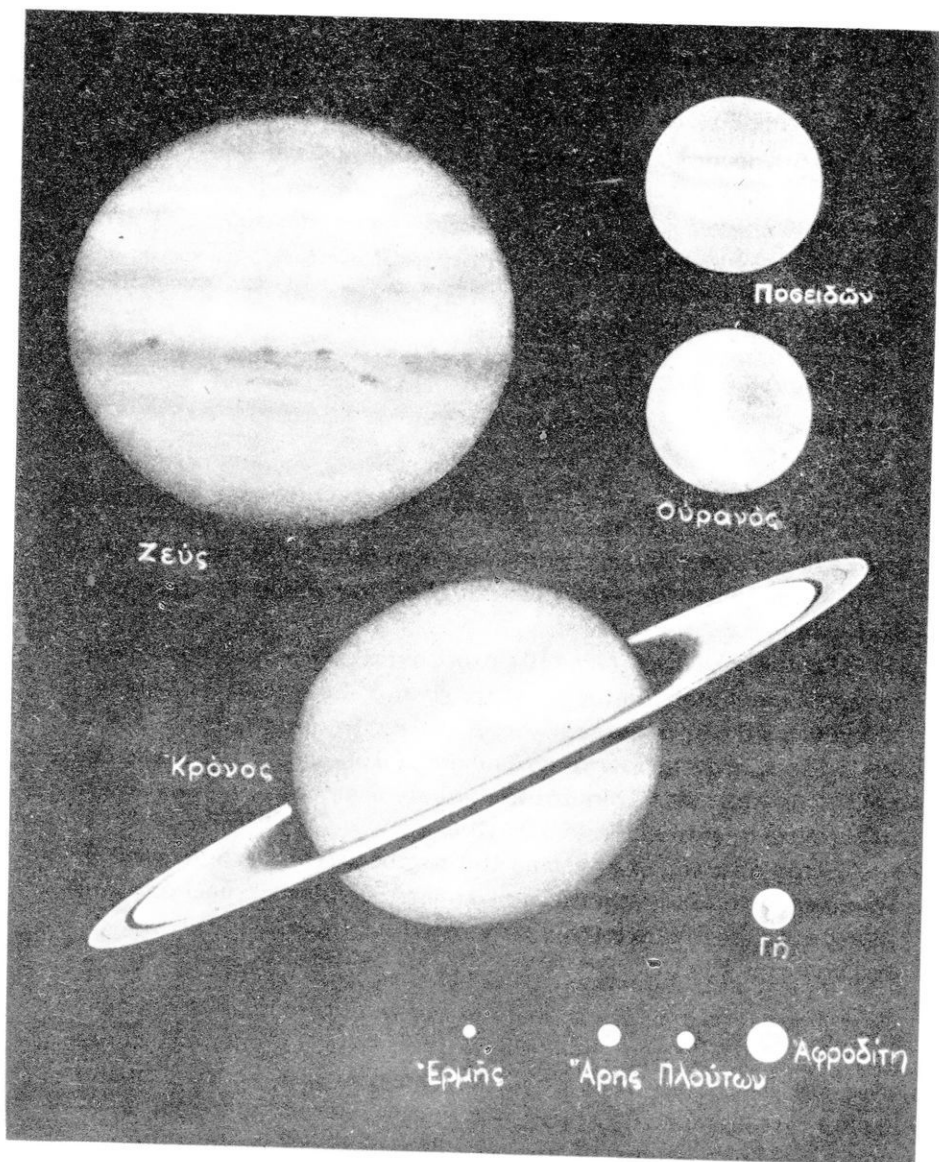
13. Οἱ πλανήτες καί οἱ δορυφόροι τους.

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

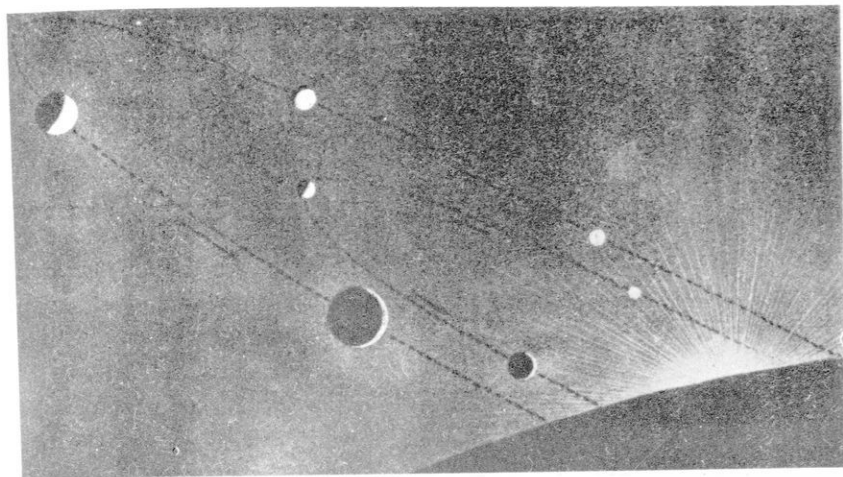
Ὅλοι οἱ πλανῆτες (εἰκ. 10) στρέφονται γύρω ἀπό ἄξονα. Οἱ περισσότερο βραδυκίνητοι πλανῆτες εἶναι ὁ Ἑρμῆς καί ἡ Ἀφροδίτη, πού ἡ περιστροφή τους διαρκεῖ πολλές δεκάδες ἡμέρες. Ἡ Γῆ καί ὁ Ἄρης περιστρέφονται σέ 24 ὥρες. Ὅλοι ὅμως οἱ ἄλλοι πλανῆτες, ἐκτός ἀπό τόν Πλούτωνα, ἂν καί εἶναι μεγάλοι σέ ὄγκο, περιστρέφονται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

Ἐκτός ἀπό τήν Ἀφροδίτη, πού περιστρέφεται ἀπό Α πρὸς Δ (ἀνάδρομη φορά), ὅλοι οἱ ἄλλοι πλανῆτες κινοῦνται 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 βρῖσκεται πολύ κοντά στόν ἥλιο, δέχεται ἀπ' αὐτόν φῶς καί θερμότητα ἑπτὰ φορές περισσότερο ἀπό τή γῆ. Ἐπειδή ἀκόμα ἔχει μικρὴ τιμὴ τῆς μέγιστης ἀποχῆς, 28° , ἂν καί εἶναι ἀστέρως ἀμεγέθους, παρατηρεῖται πολύ δύσκολα ἀπό τή γῆ μέσα στό λυκαυγές ἢ στό λυκόφως. Γι' αὐτό καί δέ γνωρίζουμε πολλά γι' αὐτόν. Εἶναι ὁ μικρότερος ἀπό τούς πλανῆτες.



Εικ. 10. Συγκριτικά μεγέθη τών μεγάλων πλανητών.



Είκ. 11. ο Ἑρμῆς (ἐσωτερικά) καὶ ἡ Ἀφροδίτη (ἐξωτερικά), καθὼς κινούνται γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο, ὅπως φαίνονται ἀπὸ τῆ γῆ. Διακρίνονται οἱ διαδοχικὲς φάσεις τους.

Ὁ Μάρινερ 10 πλησίασε τὸν Ἑρμῆ τὸ 1974 καὶ 1975. Οἱ φωτογραφίες, πού ἀρθθησαν ἀπ' αὐτόν, ἔδειξαν, ὅτι ἡ ἐπιφάνειά του εἶναι γεμάτη ἀπὸ κρατῆρες. Μοιάζει μὲ τὴ Σελήνη.

Ὁ Ἑρμῆς περιβάλλεται ἀπὸ ἀτμόσφαιρα, πολὺ ἀραιότερη ἀπὸ τὴ γῆνι. Ἡ θερμοκρασία του φθάνει τοὺς $+ 400^{\circ} \text{C}$, στὸ ἡμισφαίριο πού φωτίζεται ἀπὸ τὸν ἥλιο, ἐνῶ σ' αὐτὸ πού δέ φωτίζεται, φθάνει τοὺς -100°C .

Ἡ Ἀφροδίτη εἶναι ὁ λαμπρότερος ἀστέρας τοῦ οὐρανοῦ μὲ μέγεθος πού κυμαίνεται μεταξὺ $-4,3$ καὶ $-3,0$. Ὀνομάζεται **Ἑωσφόρος** ἢ **Αὐγερινός**, ὅταν φαίνεται τὸ πρωὶ στὸ λυκανγές, καὶ **Ἑσπερος** ἢ **Ἀποσπεριτής**, ὅταν φαίνεται τὸ βράδυ μετὰ ἀπὸ τὴ δύση τοῦ ἡλίου.

Στὶς διαστάσεις μοιάζει μὲ τὴ γῆ περισσότερο ἀπὸ τοὺς ἄλλους πλανῆτες. Ἀπὸ παρατηρήσεις μὲ ραδιοτηλεσκοπία ὑπολογίστηκε ὁ χρόνος περιστροφῆς της, κατὰ τὴν ἀνάδρομη φορά, σὲ 243 ἡμέρες.

Ἡ Ἀφροδίτη περιβάλλεται ἀπὸ ἀτμόσφαιρα, πυκνότερη ἀπὸ τὴ γῆνι κατὰ 90 φορές. Μέσα σ' αὐτὴ διαπιστώθηκε ἡ ὑπαρξη νεφῶν. Μὲ τὰ διαστημόπλοια, πού στάλθηκαν ἀπὸ τοὺς Ἀμερικανούς καὶ



Είκ. 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, βρέθηκε, ότι ή άτμόσφαιρά της άποτελείται κατά 90 % άπό διοξείδιο του άνθρακα και μόνο κατά 5 % άπό άζωτο, ένώ τό όξυγόνο και τό ύδρογόνο περιορίζονται στά 1,5 %. Η θερμοκρασία στην έπιφάνειά της είναι +470° C.

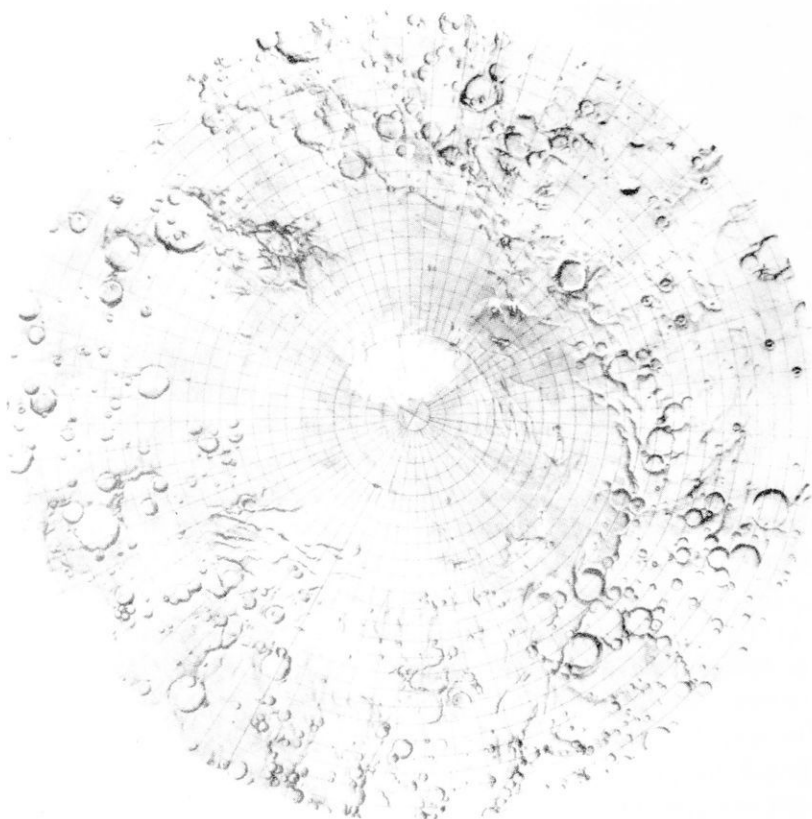
Άρης. Είναι ό περισσότερο γνωστός πλανήτης, έπειδή μέ εύνοϊκές συνθήκες μπορούμε νά τον παρατηρήσουμε πολύ καλά στίς

άντιθέσεις του, πού γίνονται κάθε δύο χρόνια, αλλά και κάθε 15 χρόνια, πού πλησιάζει τή γή σέ άπόσταση 55 εκατ. km.

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

Ο Άρης περιστρέφεται γύρω άπό άξονα σέ χρόνο ίσο σχεδόν μέ εκείνον τής περιστροφής τής γής, δηλαδή σέ 24 ώρ. 37 λ. 22,62 δ., ένώ ό άξονας τής περιστροφής του παρουσιάζει κλίση ίση μέ 23° 59', ένώ ή κλίση του άξονα τής γής είναι 23° 27'. Έξαιτίας τής άντιστοιχίας αυτής τό έτος του Άρη έχει τέσσερες έποχές, άνάλογες μέ τίς γήινες.

Κατά τό χειμώνα, στους πόλους του Άρη (είκ. 12) παρατηρούνται πάγοι, άνάλογοι 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 άπό διαστημόπλοια, τά όποια πλησίασαν τον Άρη σέ άπόσταση 4.000 km κατά τό διάστημα 1965-1972, άποκάλυψε, ότι μεγάλες έκτάσεις του καλύπτονται άπό κρατήρες, άνάλογους μέ τούς κρατήρες τής Σελήνης και μέ διάμετρο 5 έως 120 km (είκ. 13).



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

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

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

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

Οί φωτογραφίες από τά διαστημόπλοια αποδεικνύουν, ότι πάνω στον πλανήτη αυτό δέν υπάρχει νερό σε ύγρη κατάσταση, αφού τά όρη και οί κρατήρες του δέν παρουσιάζουν διαδρώσεις. Φαίνεται πολύ πιθανό, ότι ή κύμανση τής θερμοκρασίας του πλανήτη, σε συνδυασμό με τή χαμηλή τιμή τής ατμοσφαιρικής πίεσεως, δέν επιτρέπουν τήν τήξη τών πολικών χιονιών, αλλά τήν εξάχνωσή τους. Έτσι τό νερό από τήν αεριώδη κατάσταση τών υδρατιμών πέφτει στην κατάσταση του πάγου και αντίστροφα.

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

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

Μικροί πλανήτες (άστεροειδείς). Ο πρώτος από τούς μικρούς πλανήτες ανακαλύφθηκε τό 1801 από τόν Ίταλό άστρονόμο Piazzi (Πιάτσι 1746-1826), ό όποιος και του έδωσε τό όνομα **Δήμητρα**. Είναι ό πιό μεγάλος με διάμετρο 1000 km. Τό 1802 ανακαλύφθηκε ό δεύτερος μικρός πλανήτης, ό **Παλλάς**, με διάμετρο 608 km. Από τότε μέχρι τό 1807 ανακαλύφθηκαν άλλοι δύο, ή **Εστία** και ή **Ηρα**, με μικρότερη διάμετρο. Μέχρι σήμερα (1976) ανακαλύφθηκαν περισσότεροι από 1900 μικροί πλανήτες, όλοι μικρότεροι από τούς δύο πρώτους (εικ. 14).

Οί άστεροειδείς κινούνται γύρω από τόν ήλιο στή μέση απόσταση 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 σε απόσταση 28 εκατομ. km από τόν ήλιο, δηλαδή πιό κοντά και από τόν Έρμη. Κατά τήν κίνησή του πλησιάζει τή γή σε απόσταση 16,5 εκατ. km. Αντίθετα ό **Ίδαλγός** έχει τό αφήλιό του κοντά στον Κρόνο, σε απόσταση 9,4 α.μ. από τόν ήλιο.

Ζεύς. Ὁ Ζεύς δέν εἶναι μόνο ὁ μεγαλύτερος ἀπό τούς πλανῆτες, ἀλλά ταυτόχρονα εἶναι μεγαλύτερος ἀπό ὅλους τούς πλανῆτες 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 γῆνι καί 2,5 φορές μεγαλύτερη ἀπό τή μάζα ὄλων τῶν πλανητῶν καί τῶν δορυφόρων μαζί.



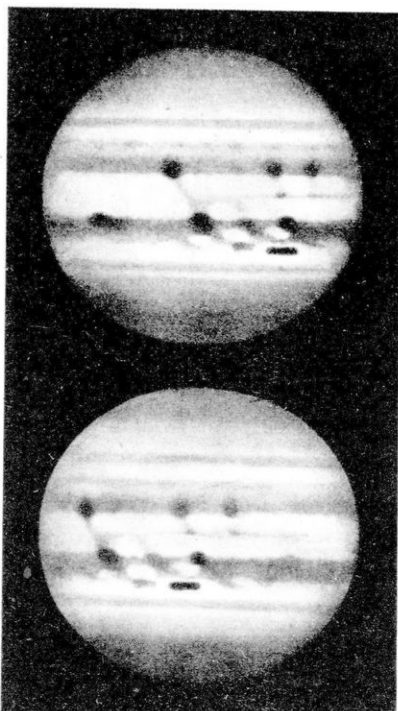
Εἰκ. 14. Συγκριτικά μεγέθη τῶν μεγάλων ἀστεροειδῶν ὡς πρὸς τή Σελήνη.

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 ὁ 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°C , καί περιέχει, κυρίως, ἐνώσεις ἀμμωνίας καί μεθάνιου. Μέ τηλεσκόπιο δέ φαίνεται ἡ ἐπιφάνειά του, ἀλλά μόνο ἡ ἀτμόσφαιρά του, πού παρουσιάζει πλατιές σκοτεινές ταινίες, διαχωριζόμενες ἀπό φωτεινότερες ζῶνες, πού ἐκτείνονται παράλληλα πρὸς τόν ἰσημερινό τοῦ πλανῆτη (εἰκ. 15). Οἱ ζῶνες καί οἱ ταινίες μεταβάλλουν συνέχεια ὄψη καί πλάτος. Ἀνάμεσα στίς ταινίες καί τίς ζῶνες παρατηρεῖται ἡ λεγόμενη **ἐρυθρά κηλίδα**, πού ἡ διάμετρος της εἶναι τετραπλάσια ἀπό τή γῆνι. Αὕτη μετατοπίζεται λίγο λίγο καί φαίνεται νά αἰωρεῖται μπροστά στό δίσκο τοῦ Δία.

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



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

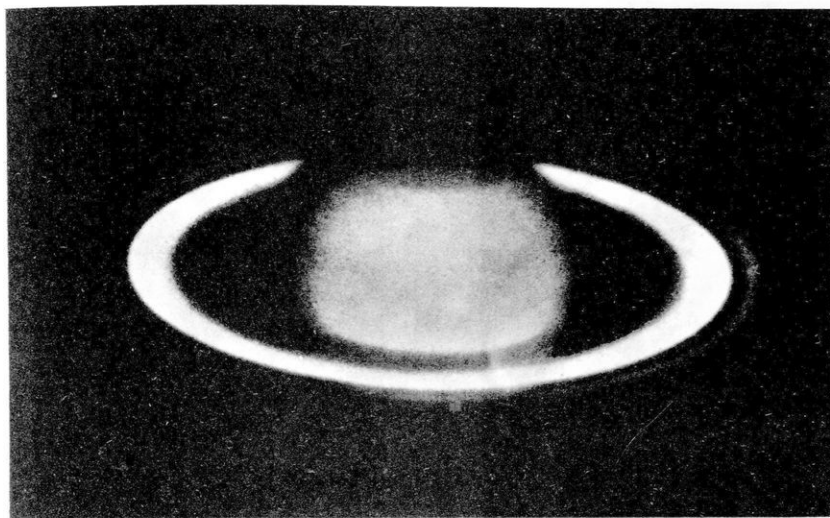
ναι νά είναι όπιό θαυμάσιος από τούς πλανήτες. Στήν πραγματικότητα πρόκειται γιά τρεις συγκεντρικούς δακτύλιους, πού ή έσωτερική διάμετρός τους φθάνει τά 272.000 km και τό συνολικό πλάτος τους τά 66.000 km. Τό πάχος τους όμως είναι πολύ μικρό, περίπου 20 km. Τό 1969 ανακαλύφτηκε και τέταρτος δακτύλιος, μέσα από τούς άλλους τρεις.

Οί δακτύλιοι του Κρόνου δέν είναι ύλη συμπαγής, αλλά ένα σύνολο από πολύ μικρά σώματα, πιθανόν παγοκρυσταλλοί, πού περιφέρονται γύρω από τόν Πλανήτη. Έξαιτίας όμως τής μεγάλης

Από τούς 13 δορυφόρους του πλανήτη αυτού, οί τέσσερις, **Γανυμήδης, Καλλιστώ, Ίώ και Εὐρώπη** είναι πολύ μεγάλοι, μέ διάμετρο από 4980 μέχρι 2880 km. Οί δύο πρώτοι είναι μεγαλύτεροι από τή σελήνη, πού ή διάμετρός της περιορίζεται στά 3476 km. Οί άλλοι 9 δορυφόροι φαίνονται μόνο μέ ισχυρά τηλεσκόπια.

Κρόνος. Ο Κρόνος βρίσκεται σέ απόσταση 9,54 α.μ. από τόν ήλιο και περιφέρεται γύρω άπ' αυτόν σέ 29 έτη και 167 ήμ. Γύρω από τόν άξονά του περιστρέφεται σέ 10 ώρες και 14 λεπτά, και, όπως ο Ζεύς, περιβάλλεται από πυκνή άτμόσφαιρα, μέ ανάλογη σύνθεση και όψη και μέ ζώνες και ταινίες. Η θερμοκρασία στήν επιφάνειά του είναι -160° C. Πιστεύεται, ότι ο Κρόνος έχει τήν ίδια σύσταση μέ τό Δία.

Ο Κρόνος περιβάλλεται από **δακτύλιο** (εϊκ. 16), πού τόν κά-



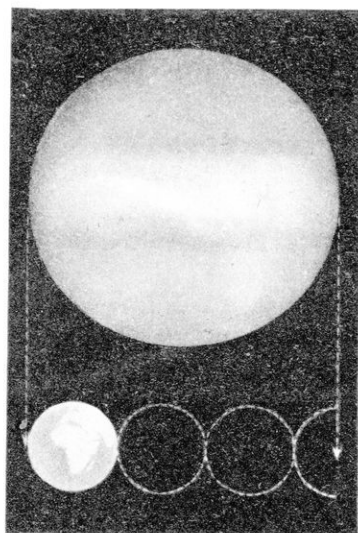
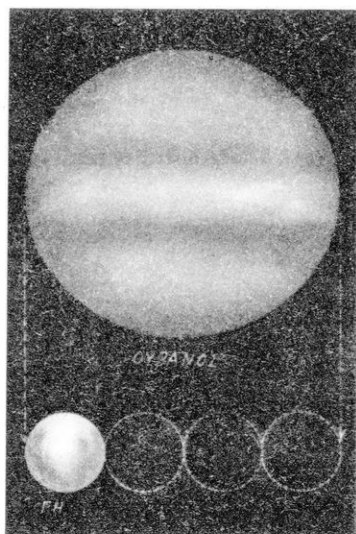
Εικ. 16. Ὁ πλανήτης Κρόνος.

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

Ὁ Κρόνος ἔχει 10 δορυφόρους.

Οὐρανός – Ποσειδῶν – Πλούτων (εἰκ. 17). Τόν Οὐρανό 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° , 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°C . Ὁ Οὐρανός ἔχει 9 δακτύλιους, πού ἀνακαλύφθηκαν τό 1977 & 1978 καί 5, δορυφόρους.

Ἡ ὑπαρξη τοῦ **Ποσειδῶνα** διαπιστώθηκε ἀπό τίς παρῆλξεις, πού ἀσχεῖ 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 βρισκεται ὁ ἄγνωστος, ὡς τότε, πλανήτης. Πραγματικά, στή θέση αὐτή τόν ἀνακάλυψε, τό 1846, ὁ Γερμανός ἀστρονόμος Galle (Γκάλλε) ὡς



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

άστερα 8ου μεγέθους, έπειτα από την υπόδειξη πού του έκανε με επιστολή του ο Λεβερριέ. Αυτό ήταν μία 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° 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 ποιά ουράνιο σώμα μοιάζει η επιφάνεια του Έρμη;
- 49) Τι όνομασίες δίνει ο πολύς κόσμος στον πλανήτη Άφροδίτη;

- 50) Μέ ποιά οὐράνιο σῶμα μοιάζει στίς διαστάσεις καί τήν ἀτμόσφαιρα· ἡ Ἄφροδίτη;
- 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 τοὺς πλανῆτες καί τοὺς 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 ἀστέρας· τήν **κόμη**, πού ἔχει ὄψη νεφελώδη καὶ περιβάλλει τόν πυρήνα· καί τήν **οὐρά**, πού ἀποτελεῖ μιά 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 βρίσκεται ὁ ἥλιος.

Ὅλοι σχεδόν οἱ κομήτες εἶναι σῶματα μέ τεράστιες διαστάσεις. Ἡ κεφαλή ἔχει συνήθως τό μέγεθος τῆς γῆς, ἀλλά εἶναι δυνατό νά εἶναι καί 10 φορές μεγαλύτερη ἀπ' αὐτή. Ἐξάλλου, 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 ὁμως 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 **περιοδικοὶ**. Ἀντίθετα, ὅταν οἱ τροχιές τους εἶναι ἀνοιχτές (παραβολές ἢ ὑπερβολές), ἔρχονται κοντά στήν ἡλιακή ἔστια, στό περιήλιό τους, μιά φορά μο-



Εικ. 18. Ὁ κομήτης τοῦ Μπρούξ.

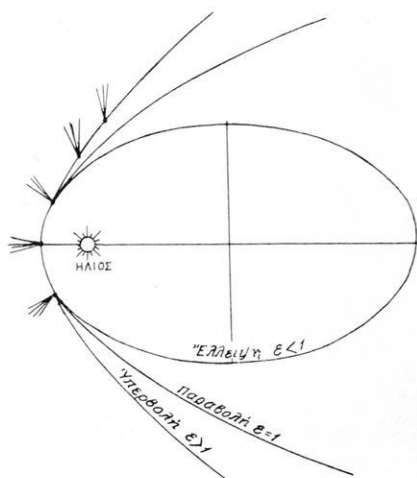
νάχα καί δέν ἐπιστρέφουν ποτέ σ' αὐτό. Γι' αὐτό οἱ κομήτες αὐτοὶ ὀνομάζονται **μὴ περιοδικοί**.

Ἀπό τοὺς 69 περιοδικούς κομήτες, πού ἡ περίοδός τους εἶναι μικρότερη ἀπὸ 100 ἔτη, οἱ 45 ἔχουν τὸ ἀήλιο τῆς τροχιάς τους κοντὰ στό Δία· οἱ ὑπόλοιποι τὸ ἔχουν κοντὰ στοὺς πλανῆτες Κρόνο, Οὐρανό καί Ποσειδώνα. Ἀπὸ τὰ δεδομένα αὐτὰ θγαίνει τὸ συμπέρασμα, ὅτι οἱ παραπάνω περιοδικοί κομήτες πέρασαν κάποτε κοντὰ σέ κάποιον ἀπὸ τοὺς μεγάλους πλανῆτες (πού, μέ τὴν ἰσχυρὴ ἔλξη τους, ἄλλαξαν τὴν τροχιά τους), ἔγιναν περιοδικοί καί τὰ ἀήλιά τους εἶναι κοντὰ σ' ἐκεῖνον τὸν πλανῆτη, ὁ ὁποῖος καί τοὺς περιμάζεψε. Ἐξαιτίας αὐτοῦ οἱ κομήτες αὐτοὶ χωρίζονται σέ οἰκογένειες. Καθεμιὰ ἀπὸ αὐτές περιλαμβάνει τοὺς κομήτες ἐκείνου τοῦ πλανῆτη, πού μέ τὸ περιμάζεμά του τοὺς ἔκανε περιοδικούς.

Τὸ φῶς τῶν κομητῶν εἶναι, κατὰ ἓνα μέρος, δικό τους καί ὀφεί-

λεται κυρίως σέ έκρήξεις, πού γίνονται στους πυρήνες τους. Τό μεγαλύτερο όμως μέρος από τό φῶς τους εἶναι ἡλιακό, πού τό ἀνακλοῦν. Γι' αὐτό, ἐξ- ἄλλου, φαίνονται λαμπρότε- ροι, ὅταν πλησιάζουν στόν ἥλιο.

Ἡ φασματοσκοπική ἐρευνα 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 ἀσδέστιου.



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 ὁμως 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 ὁμως 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 διαπτόντων ἀστέρων**, πού ὀφειλόταν προφανῶς στους ἀναρίθμητους κόκκους τῆς σκόνης, τήν ὁποία διασκόρπισε ὁ κομήτης.

Ὁ κομήτης τοῦ Halley (Χάλλεϋ) εἶναι περιοδικός μέ περίοδο 76 ἔτη. Τό ἀφήλιό του θρῖσκεται κοντά στόν Ποσειδώνα. Ὅπως ἔχει διαπιστωθεῖ ὁ κομήτης παρατηρεῖται πάντοτε, ὅταν περνᾷ 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),



Εικ. 19. Ὁ κομήτης τοῦ Χάλλεϋ, ὅπως φαινόταν τὴν 8η Μαΐου (v.ή.) 1910.

ἐνῶ ἡ προσεχὴς θὰ γίνεи τὸ 1986. Ὅταν πέρασε τὴ νύχτα, 19 – πρὸς 20 Μαΐου 1910 – μεταξὺ γῆς καὶ ἡλίου, φαίνεται, ὅτι τὸ δόρειο ἡμισφαίριο τῆς γῆς εἶχε δυθιστεῖ στὴν οὐρὰ τοῦ κομήτη. Παρ' ὅλα αὐτὰ κανένα ἀξιόλογο φαινόμενο δέν παρατηρήθηκε. Ἔτσι ἀποδείχθηκε, ὅτι πραγματικά οἱ οὐρές τῶν κομητῶν ἀποτελοῦνται ἀπὸ πολὺ ἀραιή ὕλη καὶ ὅτι ἡ παρουσία τους, ἂν καὶ ἐπιδητική, δέν ἀποτελεῖ κίνδυνο γιὰ τὴν ἀνθρωπότητα.

Μετέωρα. Τὰ μετέωρα εἶναι μικρὰ σώματα, ἴσα στοῦ μέγεθος μὲ κόκκους ἄμμου καὶ χαλικιῶν, ἢ καὶ μεγαλύτερα, πού βρῖσκονται διάσπαρτα στοῦ χώρου τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος. Τὰ μετέωρα προέρχονται, κυρίως, ἀπὸ τὴ διάλυση τῶν κομητῶν καὶ κινοῦνται μὲ ἀρκετὰ μεγάλες ταχύτητες, συνήθως 15 ἕως 45 km/sec, ταχύτητα δηλαδή ἴση μὲ τὴν ταχύτητα τῶν κομητῶν.

Ἄν ἡ γῆ, πού κινεῖται μὲ ταχύτητα 30 km/sec γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο, συναντήσῃ ἓνα μετέωρο, τότε, ἐξαιτίας τῆς συνθέσεως τῆς ταχύτητας γῆς καὶ μετέωρου, τὸ μετέωρο τριβεται τόσο πολὺ μὲ τὰ μόρια τῆς γήινης ἀτμόσφαιρας, ὥστε στοῦ ὕψους τῶν 120 km, μὲ τὴν

ανάπτυσσόμενη θερμότητα, πυρακτώνεται έξωτερικά. Καί ἂν τό μετέωρο ἔχει μικρές διαστάσεις, εἶναι δηλαδή ἴσο μέ κόκκο ἄμμου, καίγεται καί ἀποτεφρώνεται μέσα στήν ἀτμόσφαιρα, σέ διάστημα 2 ἕως 3 δευτερολέπτων. Τό μετέωρο φαίνεται τότε ὡς ἀστέρας πού κινεῖται μέ μεγάλη ταχύτητα καί ἀφήνει πίσω του φωτεινή οὐρά. Γι' αὐτό καί ἐπικράτησε νά ὀνομάζεται **διάττων ἀστέρας**. Ἐάν ὅμως τό μετέωρο ἔχει μεγαλύτερες διαστάσεις, τότε πυρακτώνεται ἔξωτερικά καί παθαίνει ἔκρηξη, ὅποτε συχνά συνοδεύεται καί ἀπό ἰσχυρό κρότο. Τότε ἔχουμε φαινόμενο **βολίδας**. Τέλος, ἂν τό μετέωρο εἶναι μεγαλύτερο ἀπό τό μέγεθος καρυδιοῦ, τότε, ὅπωςδήποτε, δέν προλαβαίνει νά ἀποτεφρωθεῖ μέσα στήν ἀτμόσφαιρα καί πέφτει καιγόμενο στό ἔδαφος. Τούς μετεωρίτες, πού θρῖσκουμε στή γῆ, τούς ὀνομάζουμε **μετεωρόλιθους** ἢ καί **ἀερόλιθους**. Ἀπό τήν πτώση μερικῶν μετεωρόλιθων ἔχουν σχηματιστεῖ στό ἔδαφος κρατήρες, ὅπως εἶναι ὁ κρατήρας στήν Ἀριζόνα καί στό Κεμπέκ τῆς Ἀμερικῆς.

Ἐπολογίζεται ὅτι, κατά μέσο ὄρο, σέ ἕνα τόπο πέφτουν 30—40 διάττοντες τήν ὥρα. Ὁ ἀριθμός τους φθάνει σέ 10.000 τήν ὥρα, ἂν ὑπολογιστοῦν καί οἱ πολύ ἀμυδροί, πού φαίνονται μόνο μέ τηλεσκόπιο. Ἐτσι θρῖσκεται, ὅτι οἱ διάττοντες πού πέφτουν κάθε μέρα σ' ὅλη τή γῆ ξεπερνοῦν τά 10 ἑκατομ. καί ὅτι κάθε χρόνο φθάνουν στά 4 δισεκ.

Σέ ὀρισμένες ἡμερομηνίες τοῦ ἔτους, παρατηροῦνται περισσότεροι διάττοντες ἀπό τούς συνηθισμένους. Τότε λέγομε, ὅτι ἔχουμε φαινόμενο **βροχῆς διαττόντων**.

Οἱ βροχές διαττόντων ὀφείλονται σέ ὕλη, πού προέρχεται συνήθως ἀπό κομήτες, οἱ ὁποῖοι διαλύθηκαν μερικά ἢ ὀλικά. Μέσα ἀπό αὐτή τήν ὕλη περνᾷ ἡ γῆ ὀρισμένες ἡμέρες τοῦ ἔτους, ὅταν θρῖσκεται στήν περιοχή τῆς τομῆς τῆς τροχιάς τῆς καί τῆς τροχιάς τοῦ κομήτη ἢ κοντά σ' αὐτή.

Ζωδιακό καί ἀντιζωδιακό φῶς. Ἀπό τόν Ἰανουάριο ἕως τόν Ἀπρίλιο, μετά τή λήξη τοῦ λυκόφωτος, φαίνεται στό δυτικό ὀρίζοντα, πολύ ζωηρό ὑπόλευκο καί διάχυτο φῶς σέ σχῆμα τριγωνικῆς στήλης, πού ἐκτείνεται κατά μήκος τῆς ἐκλειπτικῆς· τό ὕψος τοῦ φωτός, στήν Ἑλλάδα, φαίνεται νά περιορίζεται σέ 50°. Ἀνάλογο φῶς παρατηρεῖται καί στόν ἀνατολικό ὀρίζοντα πρῖν ἀπό τό λυκαυγές (Ὀκτώβριο καί Νοέμβριο). Τό φῶς αὐτό τό ὀνομάζουμε **ζωδιακό φῶς**.

Τό ζωδιακό φῶς προέρχεται ἀπό τήν ἀνάγλαση τοῦ ἠλιακοῦ φωτός πάνω σέ μικρά σώματα, πού θρῖσκονται διάσπαρτα στό γῶρο μεταξύ τῶν πλανητῶν.

Τό **ἀντιζωδιακό φῶς**, ἐξἄλλου, εἶναι πολύ ἀσθενέτερο ἀπό τό ζωδιακό καί ἔχει

πιθανόν ανάλογη προέλευση. Παρατηρείται πάντοτε σε θέση αντίθετη, διαμετρικά, από τη θέση που θρῖσζεται ὁ ἥλιος, καί ἐκτείνεται σε μικρή περιοχή τοῦ οὐρανοῦ μέ σχῆμα ἔλλειπτικό.

Ἑρωτήσεις

- 54) Ποιά εἶναι τά κύρια μέρη ἑνός κομήτη;
- 55) Τί εἶναι οἱ οἰκογένειες τῶν κομητῶν καί πόσες τέτοιες ἔχουμε;
- 56) Ἐπό τί ὕλικο ἀποτελοῦνται οἱ κομηῆτες καί ποῦ ὀφείλεται τό φῶς τους;
- 57) Τί εἶναι οἱ βροχές διαττόντων ἀστέρων καί ποιά εἶναι ἡ αἰτία ποῦ 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 τοῦς διακρίνουμε μεταξύ τους;
- 60) Ποῦ ὀφείλονται οἱ βροχές διαττόντων ἀστέρων;
- 61) Ποιά σχέση ὑπάρχει μεταξύ κομητῶν καί διαττόντων ἀστέρων;

ΓΗ ΚΑΙ ΣΕΛΗΝΗ

15. Σχήμα, ἀτμόσφαιρα καί κινήσεις τῆς γῆς.

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

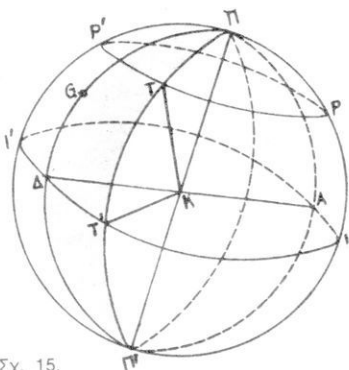
᾽Ονομάζουμε **ἄξονα** τῆς γήινης σφαίρας (σχ. 15) τή διάμετρό τῆς ΠΠ', γύρω ἀπό τήν ὁποία περιστρέφεται. Τά ἄκρα τοῦ ἄξονα, Π καί Π', ὀνομάζονται **πόλοι** τῆς γῆς· **βόρειος** εἶναι ὁ Π, πού εἶναι στραμμένος πρὸς τά βόρεια, καί **νότιος** ὁ Π', πού εἶναι στραμμένος πρὸς τό νότο.

᾽Ονομάζεται **ισημερινός** τῆς γῆς ὁ μέγιστος κύκλος τῆς ΠΤ', πού εἶναι κάθετος στόν ἄξονά τῆς 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 τῆς, ὅπως ὁ ΠΠΠ', ὀνομάζονται **μεσημβρινοί**. Ἀπό αὐτοὺς ὁ μεσημβρινός G, πού περνᾷ ἀπό τό ἀστεροσκοπεῖο τοῦ Greenwich (Γκρήνουϊτς) τῆς Ἀγγλίας, θεωρεῖται ὡς **πρῶτος μεσημβρινός**. ᾽Ο πρῶτος μεσημβρινός, λ.χ. ΠΓΠ', χωρίζει τή γῆ σέ δύο ἡμισφαίρια. Ἀπό 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 ἡ ἀκτίνα τῆς γῆς, πού περνᾷ ἀπό τό σημεῖο T, καί ΚΤ' ἡ τομή τῶν ἐπιπέδων ἰσημερινοῦ καί μεσημβρινοῦ, ΠΠΠ', τοῦ σημείου T. Ἡ ἐπίπεδη γωνία Τ'ΚΤ, πού μέτρο τῆς εἶναι τό τόξο Τ'Τ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ σημείου T, ὀνομάζεται **γεωγραφικό πλάτος** τοῦ σημείου T καί τό συμβολίζουμε μέ τό γράμμα φ.



Σχ. 15.

βρινό του σημείου T), δηλαδή μετρούμε τό μήκος του τόξου ΤΤ'. Αν αυτό τό τόξο βρίσκεται στό βόρειο ήμισφαίριο, τό όνομάζουμε **βόρειο πλάτος**, αν βρίσκεται στό νότιο ήμισφαίριο, τό όνομάζουμε **νότιο πλάτος**.

Γεωγραφικό μήκος του σημείου T όνομάζουμε τή διέδρη γωνία ΓΠΤ, πού σχηματίζεται από τό επίπεδο του πρώτου μεσημβρινού της γής, G, και του μεσημβρινού, πού βρίσκεται ό τόπος T. Αντίστοιχη της διέδρης γωνίας είναι ή επίπεδη γωνία ΔΚΤ'. Τό γεωγραφικό μήκος τό συμβολίζουμε μέ τό γράμμα L.

Τό γεωγραφικό μήκος τό μετρούμε από 0° έως 180° πάνω στόν ίσημερινό της γής. Στο σημείο Δ, όπου ό πρώτος μεσημβρινός G τέμνει τόν ίσημερινό, μετρούμε 0°, ενώ στό διαμετρικά αντίθετο σημείο του Δ, τό Α, μετρούμε 180°. Αν τό σημείο βρίσκεται στό ανατολικό ήμισφαίριο, τό όνομάζουμε **ανατολικό γεωγραφικό μήκος**, ενώ, αν βρίσκεται στό δυτικό, τό όνομάζουμε **δυτικό γεωγραφικό πλάτος**. Στο σχ. 15 τό σημείο Τ' βρίσκεται στό ανατολικό ήμισφαίριο, άρα τό τόξο ΔΤ', έστω 30°, όνομάζεται «30° ανατολικό».

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

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

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

Τό γεωγραφικό πλάτος τό μετρούμε από 0° έως 90° πάνω στό μεσημβρινό του τόπου. Έτσι στο σημείο, πού ένας μεσημβρινός τέμνει τόν ίσημερινό (Τ' σχ. 15) μετρούμε 0°, ενώ στα άκρα Π και Π' του άξονα της γής μετρούμε 90° αντίστοιχα.

Γιά να μετρήσουμε τώρα τό γεωγραφικό πλάτος του σημείου T, αρχίζουμε από τό σημείο Τ' (τήν τομή του ίσημερινού μέ τό μεσημ-

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

Τά συστατικά τῆς ἀτμόσφαιρας εἶναι: ἄζωτο 78 %, ὀξυγόνο 21 % καὶ εὐγενῆ ἄερια κλπ. 1 %.

Ἡ ἀτμόσφαιρα, ἀνάλογα μέ τὴν πυκνότητά της, χωρίζεται σέ πέντε στρώματα: α) τὴν **τροπόσφαιρα** μέ μέσο ὕψος 11 km, β) τὴ **στρατόσφαιρα**, ἀπὸ 11 ἕως 50 km ὕψος, γ) τὴ **μεσόσφαιρα**, ἀπὸ 50 ἕως 80 km ὕψος, δ) τὴ **θερμόσφαιρα**, ἀπὸ 80 ἕως 500 km ὕψος καὶ ε) τὴν **ἐξώσφαιρα**, πού ἐκτείνεται ἀπὸ τὰ 500 km ὕψος καὶ πάνω.

Ἡ ἐξώσφαιρα ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ ἠλεκτρόνια καὶ ἰόντα, πού συμπεριφέρονται, ὅπως καὶ ἡ ὕλη τῶν ἀνωτέρων στιβάδων τοῦ ἡλιακοῦ στέμματος. Τὴν κατάσταση αὐτῆς τῆς ὕλης τὴν ὀνομάζουμε **πλάσμα**.

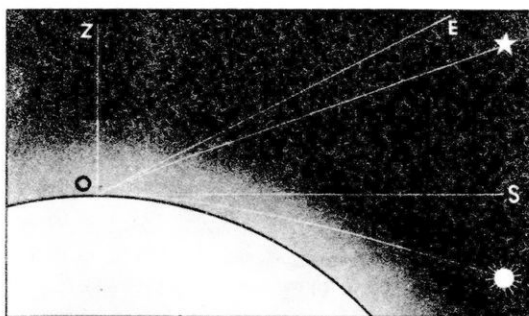
Στρώμα ὄζοντος. Σέ ὕψος 15 ἕως 35 km ἡ στρατόσφαιρα καὶ ἡ μεσόσφαιρα εἶναι πλούσιες σέ ὄζον. Τὴν περιοχὴ τὴν ὀνομάζουμε **ὄζον τ ὀ σ φ α ι ρ α**. Τὸ ὄζον ἀπορροφᾷ μεγάλη ποσότητα ἀπὸ τὴν ὑπεριώδη ἀκτινοβολία τῶν ἀκτίνων τοῦ ἡλίου, πού προσβάλλει τὰ ζωικά εἶδη καὶ τοὺς προκαλεῖ ἀκόμα καὶ θάνατο. Ἡ ὄζοντὸσφαιρα λοιπὸν ἀποτελεῖ γιὰ τὰ ἔμβια ζῶα ἓνα εἶδος προστατευτικοῦ μανδύα καὶ ἐξασφαλίζει τὴν παρουσία ζωῆς στὴ γῆ. Ἄν γιὰ ὀποιοδήποτε λόγο διασκορπιζόταν καὶ χανόταν αὐτὸ τὸ στρώμα, μέσα σέ λίγες ὥρες θά καταστραφόταν τελείως ἡ ζωὴ πάνω στὴ γῆ.

Ἴονόσφαιρα. Σέ ὕψος 60 km καὶ πάνω παρατηροῦνται φαινόμενα ἰονισμού τῶν μορίων καὶ τῶν ἀτόμων τῆς ἀτμόσφαιρας, μέ ἀποτέλεσμα ὀλόκληρα στρώματα, μέ μεγάλο πάχος, νά παρουσιάζονται ἰονισμένα. Ἴ ο ν ὀ σ φ α ι ρ α ὀνομάζουμε τὸ σύνολο τῶν ἰονισμένων ἀτμοσφαιρικῶν στρωμάτων. Τὰ στρώματα τῆς ἰονόσφαιρας ἀνακλοῦν τὰ ραδιοφωνικά κύματα. Ἔτσι, ἐνῶ ἡ γῆ εἶναι σφαιρική, μέ τίς διάφορες ἀνακλάσεις, πού γίνονται στὰ ραδιοφωνικά κύματα ἀπὸ τὴν ἰονόσφαιρα, εἶναι δυνατό νά ἀκουστεῖ μιὰ ἐκπομπὴ ἀπὸ τοὺς δέκτες, πού θρῖσκονται πολὺ μακριὰ ἀπὸ τοὺς σταθμούς ἐκπομπῆς.

Ἐπειδὴ ἡ γήινη ἀτμόσφαιρα ἔχει στρώματα μέ διαφορετικὴ πυκνότητα, τὸ φῶς τοῦ ἡλίου καὶ τῶν ἀστέρων, γιὰ νά φθάσει στὴ γῆ, παθαίνει συνεχὴ διάθλαση, καθὼς περνᾷ ἀπὸ τὸ ἓνα στρώμα στὸ ἄλλο. Ἡ διάθλαση αὐτῆ, πού ὀνομάζεται **ἀτμοσφαιρική διάθλαση**, εἶναι τόσο μεγαλύτερη, ὅσο ἡ γωνία προσπτώσεως τῶν ἀκτίνων τοῦ φωτός στὰ στρώματα εἶναι μεγαλύτερη. Ἔτσι τὴ μεγαλύτερη τιμὴ τῆς 36' 36" παίρνει, ὅταν τὸ φῶς περνᾷ ἀπὸ στρώματα, πού θρῖσκονται στὸν ὀρίζοντα (εἰκ. 20). Ἀντίθετα μηδενίζεται, ὅταν οἱ ἀκτίνες πέφτουν κατακόρυφα.

Τὰ κυριότερα ἀποτελέσματα τῆς ἀτμοσφαιρικής διαθλάσεως εἶναι:

1. **Μεγαλύτερη διάρκεια τῆς ἡμέρας.** Ὁ ἥλιος, ὅταν θρῖσκεται κοντὰ στὸν ὀρίζοντα, ἕξιαιτίας τῆς ἀτμοσφαιρικής διαθλάσεως φαίνεται ψηλότερα. Ἔτσι ἡ παρουσία τοῦ



Είκ. 20. Έξαιτίας της ατμοσφαιρικής διαθλάσεως ο ήλιος και ο άστέρας, 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 ή ημέρα.

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

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

Με τούς τεχνητούς δορυφόρους διαπιστώθηκε, ότι υπάρχουν δύο ζώνες με έντονη σωματιακή ακτινοβολία σε 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 στα σωματίδια, πρωτόνια και ηλεκτρόνια, που κινούνται με μεγάλη ταχύτητα πάνω στις δυναμικές γραμμές του γήινου μαγνητικού πεδίου. Πιο σημαντική είναι ή έξωτερική ζώνη, που δημιουργείται από τά σωματίδια που φθάνουν στη γη από τον ήλιο και σχηματίζουν ζώνη από πλάσμα. Η ζώνη αυτή έχει έντονότερη ακτινοβολία κοντά στο μαγνητικό ίσημερινό της γης.

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

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

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

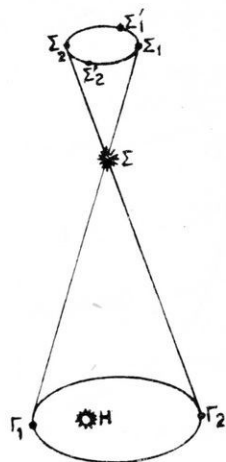
Ἡ γῆ εἶναι ὁ τρίτος στή σειρά πλανῆτης τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος. Στρέφεται γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο, μέ κατεύθυνση ἀπὸ Δ πρὸς Α, στή μέση ἀπόσταση ἀπὸ αὐτὸν 149.600.000 km περίπου καὶ γράφει τὴν ἔλλειπτικὴ τροχιά τῆς, μέ μέση ταχύτητα 29,8 χιλιομ./δευτερ., σέ 365.256 ἡμέρες.

Μία ἀπὸ τίς ἀποδείξεις τῆς περιφορᾶς τῆς γῆς γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο εἶναι καὶ ἡ **παραλλακτικὴ ἀπόδειξη**. Ὅπως εἶπαμε, καθένας ἀπὸ τοὺς πιό 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.

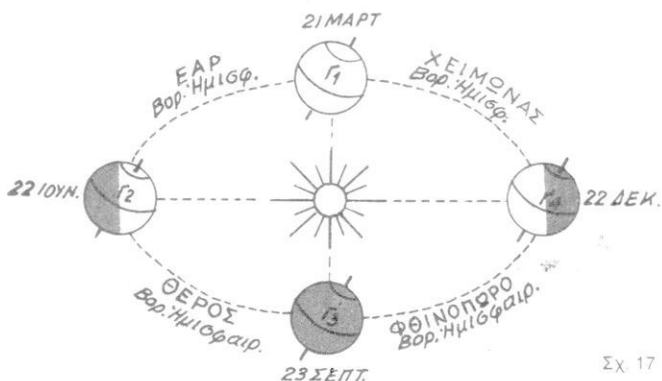
Ἀποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς καὶ τῆς περιφορᾶς τῆς γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο. Οἱ ἐποχὲς τοῦ ἔτους καὶ ἡ ἀνισότης χρονικῆς διάρκειας ἡμέρας καὶ νύχτας. Ἐστω Η ὁ ἥλιος, πού γιὰ ἀπλούστευση τὸν θεωροῦμε στὸ κέντρο τῆς ἔλλειπτικῆς τροχιάς τῆς γῆς γύρω ἀπὸ αὐτὸν (Σχ. 17).

Κατὰ τὴν 21η Μαρτίου ἡ γῆ δοῖσεται στή θέση Γ₁. 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 Γ₁Γ₂, 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 στὸ δόρειο ἡμισφαίριο καὶ ἡ ἐλάχιστη στὸ 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 **ἀνοιξή** (ἔαρ), ἐνῶ στὸ νότιο, πού θεομαίνεται ὅλο καὶ λιγότερο, ἐπικρατεῖ **φθινόπωρο**.

Ἀπὸ τίς 22 Ἰουνίου μέχρι τίς 23 Σεπτεμβρίου, ὁπότε ἡ γῆ διανύει τὸ τόξο Γ₂Γ₃ τῆς τροχιάς τῆς, συγκεντρώνεται στὸ δόρειο ἡμισφαίριο ἡ μεγαλύτερη ποσότητα θερμοτήτας καὶ ἐπικρατεῖ ἡ ἐποχὴ τοῦ **θέρους** (καλοκαίρι), ἐνῶ στὸ νότιο ἡμισφαίριο εἶναι ἡ ἐποχὴ τοῦ



Σχ. 16

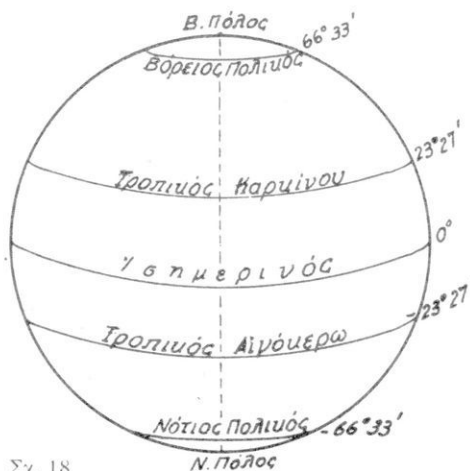


Σχ. 17

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°) 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** $-66^\circ 33'$).

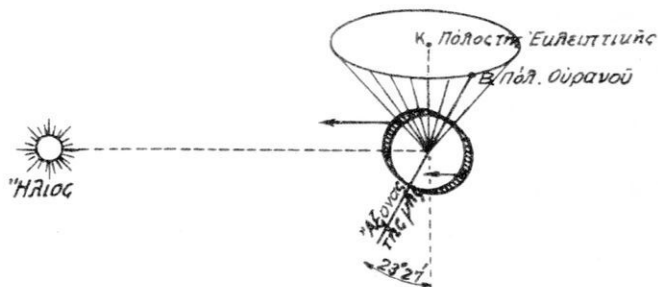


Σχ. 18

$-23^\circ 27'$ και **νότιος πολικός** $-66^\circ 33'$).

Η πρώτη ζώνη περιλαμβάνει τον ισημερινό και τό τώξο $\varphi = \pm 23^\circ 27'$, δηλαδή φθάνει βόρεια έως τόν παράλληλο κύκλο τού τροπικού τού Καρκίνου και νότια ως τόν παράλληλο κύκλο τού τροπικού τού Αιγόκερω. Η ζώνη αὐτή ονομάζεται **τροπική** ἢ **διακεκαυμένη ζώνη**.

Η δεύτερη ζώνη ὀρίζεται ἀπό τόν τροπικό τού Καρκίνου καί τό βόρειο πολικό κύκλο ($\varphi = +66^\circ 33'$). Η ζώνη αὐτή ονομάζεται **βόρεια εὐκρατη ζώνη**. Αντίστοιχα ἔχομε τή **νότια εὐκρατη ζώνη**.



Σχ. 19

Ἡ τέταρτη ζώνη ὀρίζεται ἀπὸ τὸ ὅρειο πολικὸ κύκλο καὶ τὸ ὅρειο πόλο. Ἡ ζώνη αὐτὴ ὀνομάζεται **ὅρεια πολικὴ ἢ ὅρεια κατεψυγμένη ζώνη**.

Ἡ πέμπτη ζώνη ὀρίζεται ἀπὸ τὸ νότιο πολικὸ κύκλο καὶ τὸ νότιο πόλο. Ἡ ζώνη αὐτὴ 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 **κλόνηση**.

Τὴ **μετάπτωση** τὴν ἀνακάλυψε ὁ Ἕλληνας ἀστρονόμος Ἴππαρχος (190–120 π.Χ.). Αὐτὴ 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 αὐτὴ ἔλξη τείνει νὰ «ἀνατρέψει» τὴ γῆ. Γιὰ νὰ μὴ συμβεῖ αὐτό, ἡ γῆ ἀναγκάζεται νὰ κάνει κίνηση, ὁμοῦ μὲ τὴν κίνηση τῆς σφοῦρας (παιχνίδι). Ἔτσι ὁ ἄξονας τῆς γῆς γράφει, σὲ 25.800 περίπου ἔτη, διπλὸ κῶνο, ποὺ ἡ κορυφὴ του θρῖσκεται στὸ κέντρο τῆς γῆς καὶ ἡ κυκλικὴ βάση του, μὲ ἀκτῖνα $23^{\circ} 27'$, γράφεται ἀπὸ τὸν καθένα πόλο τῆς γῆς.

Τὴν **κλόνηση** τὴν ἀνακάλυψε ὁ Ἀγγλὸς ἀστρονόμος Bradley (Μπράντλεϋ) τὸ 1742. Αὐτὴ ὀφείλεται στὴν ὁμοιόμορφη ἔλξη ποὺ ἄσκει ἡ σελήνη στὸ ἰσημερινό ἐξόγκωμα τῆς γῆς.

Ἐρωτήσεις

- 62) Γιατί ὄλοι οἱ μεσημβρινοὶ εἶναι ἴσοι μεταξύ τους;
- 63) Ποιὸς 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) Ποιὰ 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 ἀνισόττητα χρονικῆς διάρκειας ἡμέρας καί νύχτας;

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

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 ποιός 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 μεταξύ 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 ὀρίζουμε 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 $\frac{1}{81}$ τῆς μάζας τῆς γῆς, δηλαδή 73.10¹⁸ τόνους, καί ἡ πυκνότητά της 3,33, ἂν πάρουμε ὡς μονάδα τήν πυκνότητα τοῦ ὕδατος. Ἀπό τή μάζα καί τήν ἀκτίνα ὀρίζουμε, ὅτι ἡ τιμή τοῦ g πάνω στήν ἐπιφάνεια τῆς σελήνης περιορίζεται στό $\frac{1}{6}$ τῆς γήινης καί ὅτι ἡ ταχύτητα διαφυγῆς ἀπό τή σελήνη εἶναι 2,4 km/sec.

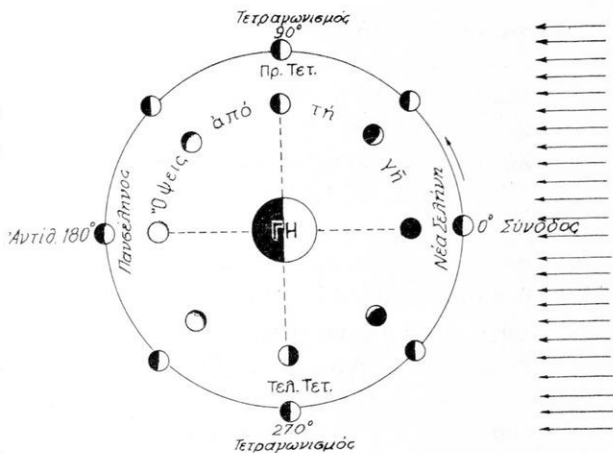
Ἡ σελήνη, καθὼς κινεῖται γύρω ἀπό τή γῆ ἀπό Δ πρός Α, γράφει ἔλλειψη, πού ἡ ἐκκεντρότητά της εἶναι μικρή, ὅπως προκύπτει

από τη μέγιστη και ελάχιστη απόστασή της από τη γη. **Περίγειο** της σελήνης ονομάζουμε τό σημείο της τροχιάς της, πού έχει τήν ελάχιστη απόσταση από τή γη.

Ἀπόγειο της σελήνης ονομάζουμε τό σημείο της τροχιάς της, όπου σημειώνεται ἡ μέγιστη απόστασή της από τή γη.

Ὁ χρόνος, πού χρειάζεται για μιά πλήρη περιφορά της σελήνης

γύρω από τή γη, εἶναι ἴσος μέ 27 ἡμ. 7 ὥρ. 43 λ 11,5 δ. (27,322 ἡμ.) καί ονομάζεται **ἀστρονικός μήνας**. Ἀπό αὐτό προκύπτει, ὅτι ἡ μέση ταχύτητα της σελήνης, καθώς κινεῖται γύρω από τή γη, εἶναι ἴση μέ 1,02 km/sec.



Σχ. 20.

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** ονομάζουμε τίς διάφορες ὄψεις της κατά τήν καθημερινή περιφορά της γύρω ἀπό τή γη.

Ἔτσι, ὅταν ἡ σελήνη θροῖσεται σέ σύνοδο μέ τόν ἥλιο (ἀποχή 0°), στρέφει πρὸς τή γη τό ἡμισφαίριό της, πού δέ φωτίζεται (σχ. 20). Τότε λέγομε ὅτι ἔχομε **νέα σελήνη** (Ν.Σ.) ἢ **νουμηνία**. Ὑστερα, ὅσο μεγαλώνει ἡ ἀποχή της ἀπό τόν ἥλιο, στρέφει πρὸς τή γη, στήν ἀρχή μικρό πού ὅλο 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°), φαίνεται φωτισμένη ἡ μισή τή φάση αὐτή ονομάζουμε **πρῶτο τέταρτο** (Π.Τ.). Καθώς ἡ ἀποχή μεταβάλλεται ἀπό 90° ἔως 180°, ἡ σελήνη

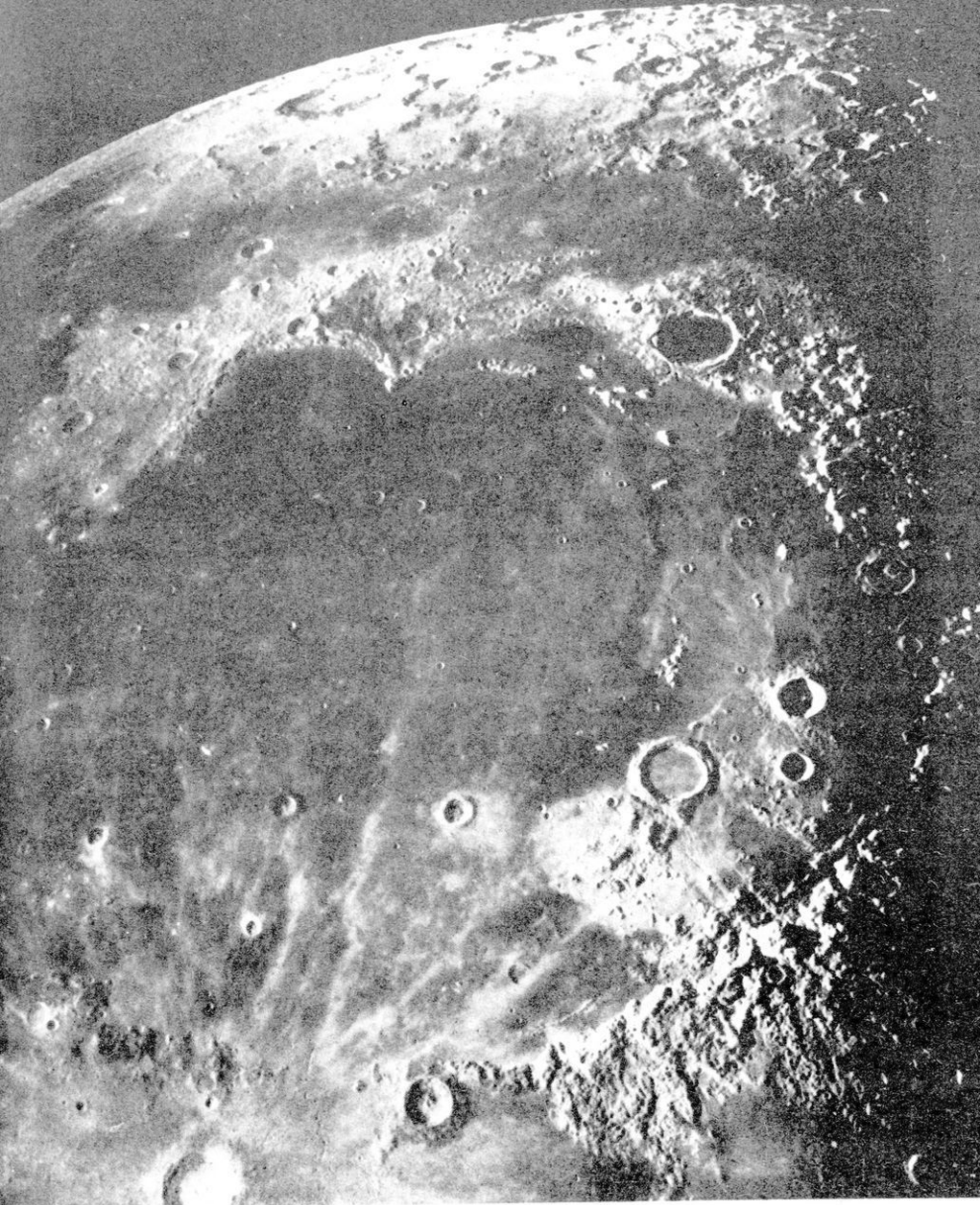
καθημερινά στρέφει σέ μᾶς μεγαλύτερο μέρος ἀπό τό φωτιζόμενο ἡμισφαίριό της καί ὁ μηνίσκος εἶναι τώρα ἀμφίκυρτος. Μετά 7 ἡμ. καί 9 ὥρ. ἀπό τό Π.Τ., ἡ σελήνη ἔρχεται σέ ἀντίθεση (ἀποχή 180°) καί στρέφει στή γῆ ὀλόκληρο τό φωτιζόμενο ἡμισφαίριό της· τότε λέγομε ὅτι ἔχουμε **πανσέληνο**. Κατά τήν πανσέληνο 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 πρὸς τή Δύση. Μετά 7 ἡμ. καί 9 ὥρ. ἀπό τήν πανσέληνο ἔρχεται πάλι σέ τετραγωνισμό (ἀποχή 270°) καί φαίνεται ἡμιφώτιστη. Τότε λέγομε ὅτι βρίσκεται στή φάση τοῦ **τελευταίου τέταρτου** (Τ.Τ.). Τέλος, ὅσο ἡ ἀποχή πλησιάζει πρὸς 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.

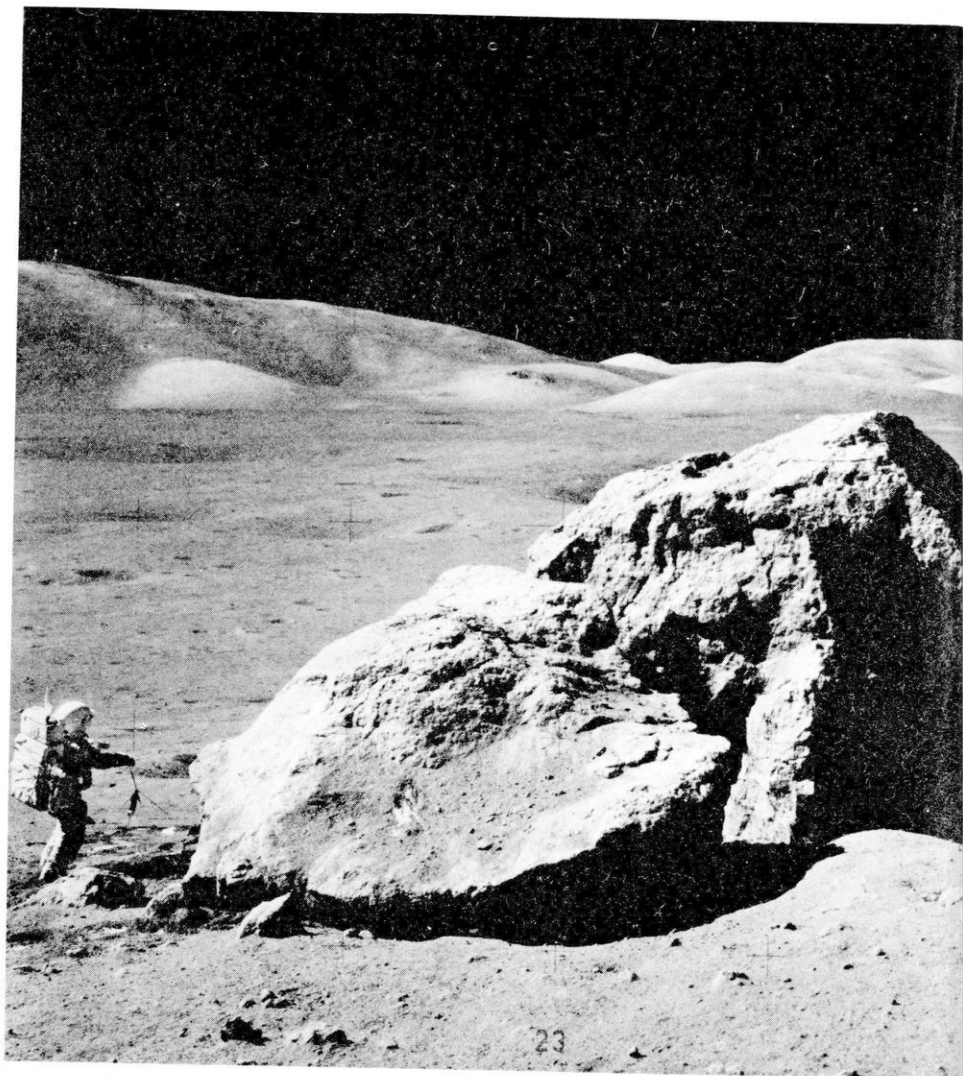
Συνοδικός μήνας εἶναι ὁ χρόνος πού χρειάζεται ἡ σελήνη ξεκινώντας ἀπό σύνοδο νά βρεθεῖ σέ σύνοδο. Αὐτός ὁ χρόνος εἶναι ἴσος μέ 29 ἡμ. 12 ὥρες 44 λ. 2,86 δ. ἢ 29,531 ἡμ.

Ἡ σελήνη στρέφεται γύρω ἀπό τόν ἑαυτό της, ἀπό Δ πρὸς 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 πρὸς τή γῆ τό ἴδιο πάντοτε ἡμισφαίριό της. Μποροῦμε νά καταλάβουμε, πῶς γίνεται αὐτό, ἂν, κοιτώντας πρὸς τό κέντρο ἑνός στρόγγυλου τραπεζιοῦ, 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 πρὸς τό κέντρο τοῦ τραπεζιοῦ.

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



Εικ. 21. Περιοχή τῆς σεληνιακῆς ἐπιφάνειας. Διακρίνονται δύο μεγάλες ὀροσειρές (πάνω καί κάτω), πού περιβάλλουν τήν ἐπίπεδη ἔκταση τῆς «θάλασσης τῶν ὀμβρῶν», καί ἄρκετοί κρατήρες.



Εικ. 22. Βράχος καί θουνά τής Σελήνης (Από φωτογραφία τοῦ Ἀπόλλων 17).

Στίς ὀμαλές καί ἐπίπεδες ἐκτάσεις τοῦ σεληνιακοῦ ἐδάφους, πού τό χρώμα τους εἶναι πιά σκοῦρο δόθηκε κατά τό παρελθόν τό

ὄνομα «θάλασσες», γιατί μέ τά μικρά τηλεσκόπια φαίνονταν σάν ὠκεανοί γήινοι. Αυτό 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, τή σελήνη τήν προσβάλλει ἀπευθείας ἡ ἡλιακή ἀκτινοβολία κατά τή διάρκεια τῆς «ἡμέρας» τῆς (διαρκεῖ 14 γήινες ἡμέρες) καί ἡ θερμοκρασία γίνεται μεγαλύτερη ἀπό 100⁰ C. Ἔτσι, καί ἂν ὑπῆρχε νερό, αὐτό θά ἐξατμιζόταν. Τή νύχτα ἡ θερμοκρασία στήν ἐπιφάνειά τῆς πέφτει στούς -150⁰ 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 βάρθους καί φλοιοῦ.

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

Ἡ ἡλικία τῆς σελήνης, πού ἀναφέραμε πιό 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 νοσημία; 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; Νά δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

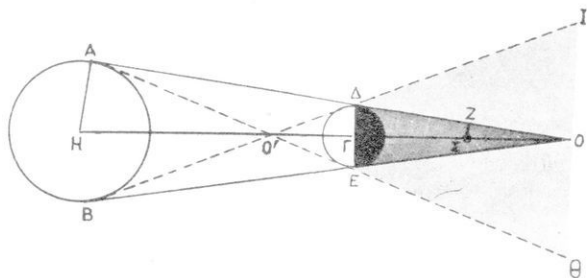
80) Γιατί δεν υπάρχει νερό στην επιφάνεια της σελήνης;

81) Φαίνονται αστέρες και την ημέρα στον ουρανό της σελήνης; Νά 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 σε 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 κόλουρου κώνου. Ο κόλουρος 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 **όλική**, αν ο δίσκος της σελήνης μπει ολόκληρος μέσα στη σκιά. Αν μπει ένα μέρος του, τότε έχουμε έκλειψη **μερική**.



Σχ. 21.

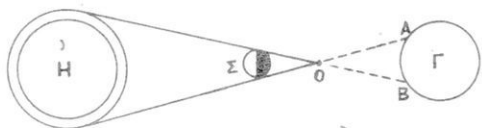
Για να γίνει όμως έκλειψη σελήνης, θα πρέπει η σκιά της γης να διευθύνεται προς τη σελήνη. Αυτό γίνεται κάθε φορά που έχουμε πανσέληνο, γιατί τότε, εξαιτίας της αντιθέσεως σελήνης - ήλιου, η γη ρίχνει τη

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

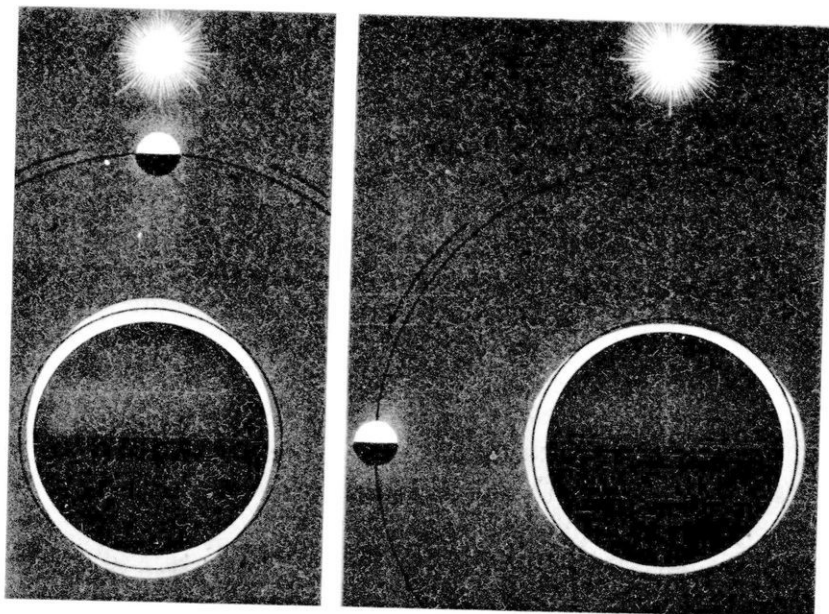
Ὅταν ἡ σσιά τῆς σελήνης φθάσει στή γῆ, τότε, καθώς κινεῖται ἡ σελήνη, ἡ σσιά της σκεπάζει στήν ἐπιφάνεια τῆς γῆς μιᾶ λουρίδα, πού τὸ πλάτος της μπορεῖ νά φθάσει τὰ 300 km. Τότε, καί σ' ὅλους τούς τόπους, ἀπό τούς ὁποίους περνᾷ ἡ σσιά, ὁ δίσκος τῆς σελήνης κρύβει τὸ δίσκο τοῦ ἡλίου, γιατί ἡ φαινόμενη διάμετρος τῆς σελήνης εἶναι μεγαλύτερη ἀπὸ τή φαινόμενη διάμετρο τοῦ ἡλίου, ὅταν ἡ σσιά της φθάσει μέχρι τῆ γῆ. Στούς τόπους αὐτούς γίνεται **ὀλική ἔκλειψη τοῦ ἡλίου**. Οἱ τόποι ὅμως τῆς γῆς, πού σκεπάζονται ἀπὸ τήν παρασσιά τῆς σελήνης, ἔχουν **μερικὴ ἔκλειψη τοῦ ἡλίου**. Σ' αὐτούς τούς τόπους ὁ δίσκος τῆς σελήνης κρύβει μέρος ἀπὸ τὸ δίσκο τοῦ ἡλίου.

Ὅταν ὅμως ὁ κῶνος τῆς σσιάς τῆς σελήνης δέ φθάνει στή γῆ (σχ. 22), τότε, σ' ὅλους τούς τόπους, στοὺς ὁποίους φθάνει ὁ κατακορυφήν πρὸς τή σσιά κῶνος AOB, ὁ δίσκος τῆς σελήνης δέν κρύβει ὀλόκληρο τὸ δίσκο τοῦ ἡλίου, ἀλλά μόνο ἓνα τμήμα του, ἀφήνοντας γύρω γύρω ἓνα ἀκάλυπτο φωτεινὸ δακτύλιο. Στούς τόπους πού ἔχουν τέτοια ἔκλειψη, λέμε, ὅτι ἔχουν **δακτυλιοειδῆ ἔκλειψη τοῦ ἡλίου**, ἐνῶ οἱ τόποι, πού σκεπάζονται ἀπὸ τήν παρασσιά ἔχουν μερικὴ ἔκλειψη.

Ἔχει 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 ὕστερα 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 τὰ δύο φαινόμενα μαζί ἀποτελοῦν τὸ φαινόμενο τῆς **παλίρροιας**.



Σχ. 22



Είγ. 23. Ξήγήγηση του φαινόμενου των παλίρροιών. Ἀριστερά· κατά τή φάση τής Ν.Σ. ἡ συνδυασμένη ἔλξη σελήνης καί ἡλίου προκαλεῖ ἰσχυρότερη παλίρροια. Δεξιά· κατά τόν τετραγωνισμό, ἡ ἔλξη τής σελήνης ἐξουδετερώνεται ἐν μέρει ἀπό τήν ἔλξη του ἡλίου καί ἡ παλίρροια εἶναι ἀσθενέστερη.

Τό φαινόμενο τής παλίρροιας προκαλεῖται κυρίως ἀπό τή σελήνη. Πρῶτος ὁ Νεύτωνας ἐξήγησε τό φαινόμενο των παλίρροιών. Ἔχει ἀποδειχθεῖ ὅτι ἡ ἔλξη τής σελήνης πάνω στό ὑγρό στοιχεῖο τής γῆς εἶναι 2,2 φορές μεγαλύτερη ἀπό τήν ἔλξη, πού ἀσκει στό ἴδιο στοιχεῖο ὁ ἥλιος. Μέ αὐτό ὡς δεδομένο, ἂν ὑποθέσουμε, ὅτι ὅλη ἡ ἐπιφάνεια τής γῆς καλύπτεται ἀπό νερά, τότε μέ τήν ἐπίδραση τής ἔλξεως τής σελήνης τά νερά τῶν θαλασσῶν θά μαζεύονταν περισσότερο πρὸς τό μέρος τής σελήνης καί, ὅπως διδάσκει ἡ Μηχανική τῶν ρευστῶν, θά μαζεύονταν καί στό διαμετρικά ἀντίθετο μέρος τής γῆς. Τότε ὅμως τό σχῆμα τής γῆς θά ἦταν ἐλλειψοειδές (εἰγ. 23) καί ὄχι σφαιρικό. Ἄν μάλιστα πρὸς τό μέρος τής σελήνης θροθεῖ 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 την έλξη της σελήνης, και τό έλλειψοειδές σχήμα θά είναι λιγότερο πλατύ και στραμμένο πάντα προς τή σελήνη (εικ. 23 δεξιά). Έπειδή όμως ή γή περιστρέφεται και αυτή, στρέφει συνεχώς προς τή σελήνη διαφορετικά μέρη της επιφάνειάς της. Έπομένως και τό έλλειψοειδές σχήμα θά αλλάζει συνεχώς τή θέση των δύο ύδατινων 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 δόρειο και άλλοτε προς τό νότιο Εύδοϊκό. Για 22 έως 23 ήμέρες τό μήνα τό φαινόμενο αυτό παρουσιάζει μιά 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 την έξής εξήγηση: Τό κύμα της παλίρροιας έρχεται κυρίως από τή Μεσόγειο θάλασσα στην Εύδοια και μπαίνει στο δόρειο και νότιο Εύδοϊκό μέ κατεύθυνση προς τόν Εύριπο. Έπειδή υπάρχει διαφορά στο μήκος της διαδρομής από βορρά προς νότο, τό κύμα πού έρχεται από τό νότο φθάνει στον Εύριπο 1 ώρ. και 15 λεπτά νωρίτερα από τό κύμα, πού φθάνει από τό βορρά. Έτσι, οί περισσότεροι ύδατινοι όγκοι φθάνουν από τά νότια νωρίτερα, μέ αποτέλεσμα νά άνεβάζουν τή στάθμη στο μέρος εκείνο κατά 30 έως 40 cm, όποτε δημιουργείται τό ρεύμα από τά νότια προς τά δόρεια. Μετά έξι ώρες άντιστρέφονται οί συνθήκες και δημιουργείται αντίθετο ρεύμα και έτσι ή άμπώτιδα διαδέχεται την πλημμυρίδα, γιατί τότε στο δόρειο τμήμα έχουν συσσωρευτεί περισσότερα νερά.

Όταν έχουμε συζυγίες, όποτε ή ένταση της παλίρροιας είναι μεγάλη, τό ρεύμα παρουσιάζεται κανονικό. Κατά τούς τετραγωνισμούς όμως τό ρεύμα είναι άσθενέστερο. Τότε ή διαμόρφωση του θυθου 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 ἐρεῦνησαν πολλοί ἀρχαῖοι καί νεώτεροι ἐπιστήμονες, ὅπως ὁ Ἀριστοτέλης, ὁ Πλίνιος, ὁ Μάνσελ καί ὁ Μιαούλης. Τήν ἐξήγηση δὲμος ἔδωσε τό 1928 ὁ καθηγητής Δ. Αἰγινήτης, πού στηρίχθηκε σέ πλούσιο ὕλικό ἐπιστημονικῶν παρατηρήσεων.

Ἐρωτήσεις

- 82) Πότε γίνεται ὀλική καί πότε μερικὴ 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 μερικὴ ἔκλειψη;
- 86) Πότε γίνεται δακτυλιοειδῆς 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 σφαῖρα.

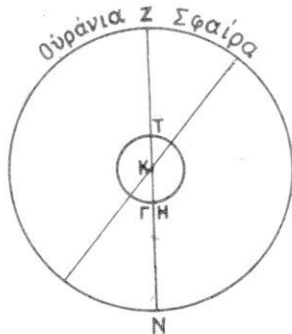
Οὐράνια σφαῖρα ὀνομάζουμε τὴ σφαῖρα πού περιβάλλει τὴ γῆ καὶ πάνω τῆς φαίνονται νὰ εἶναι καρφωμένοι οἱ ἀστέρες.

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 γήινης 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 γήινης σφαίρας.

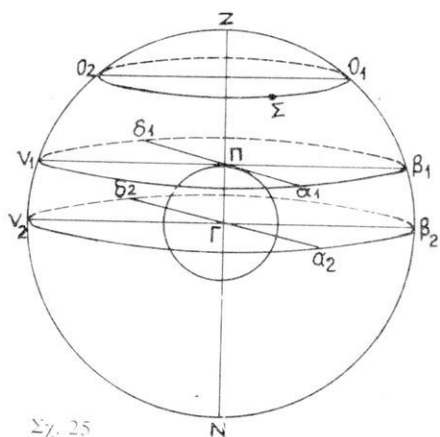
Τὴν οὐράνια σφαῖρα τὴν ὀνομάζουμε καὶ οὐράνιο θόλο ἢ ἀπλά, οὐρανὸ. Τὸ γαλάζιο χρῶμα του ὀφείλεται κυρίως στὴ διάχυση τῆς γαλάζιας, ἰδιαίτερα, ἀκτινοβολίας τοῦ ἡλιακοῦ φωτός ἀπὸ τὰ μόρια τῆς γήινης ἀτμόσφαιρας.

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

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



Σχ. 24



Σχ. 25

Κατακόρυφα επίπεδα

ονομάζονται τὰ ἄπειρα ἐπίπεδα, πού περνοῦν ἀπό τὴν κατακόρυφο ἑνός τόπου. Κάθε ἓνα ἀπὸ τὰ κατακόρυφα αὐτὰ ἐπίπεδα τέμνει τὴν οὐράνια σφαῖρα κατὰ κύκλο **μέγιστο**, πού ὀνομάζεται **κατακόρυφος κύκλος**.

Φυσικό ὀρίζοντα ἑνός τόπου ὀνομάζουμε τὴ γράμμή, πού ὁ οὐρανός φαίνεται ὅτι ἀγγίζει τὴ γῆ. Κάθε ἐπίπεδο, κάθετο στὴν κατακόρυφο, ὀνομάζεται **ὀριζόντιο ἐπίπεδο**.

Ἐστω παρατηρητής, πού στέκει στό σημεῖο Π τῆς ἐπιφάνειας τῆς γῆς Γ (σχ. 25). Τό ὀριζόντιο ἐπίπεδο, πού περνᾶ ἀπὸ τὰ μάτια του, τέμνει τὴν οὐράνια σφαῖρα σέ σχῆμα κύκλου $\delta_1 \delta_2 \nu_1 \nu_2$. Κέντρο τοῦ κύκλου αὐτοῦ εἶναι τό σημεῖο Π, πού στέκει ὁ παρατηρητής. Διάμετρος του εἶναι ἡ $\delta_1 \nu_1$, πού εἶναι κάθετη στὴν κατακόρυφο ΖΝ. Τόν κύκλο $\delta_1 \delta_2 \nu_1 \nu_2$ ὀνομάζουμε **αἰσθητό ὀρίζοντα** τοῦ σημείου Π.

Ζενίθια ἀπόσταση ἑνός σημείου τῆς οὐράνιας σφαῖρας ἢ ἑνός ἀστέρα, σέ ὀρισμένη στιγμή, ὀνομάζουμε τὴ γωνιώδη ἀπόσταση τοῦ σημείου ἀπὸ τό ζενίθ τοῦ τόπου, πού στεκόμαστε. Τὴ ζενίθια ἀπόσταση τὴ συμβολίζουμε μέ τό γράμμα Ζ καί τὴ μετροῦμε πάνω στόν κατακόρυφο κύκλο, πού περνᾶ ἀπὸ τό σημεῖο ἢ τόν ἀστέρα, ἀρχίζοντας ἀπὸ τό ζενίθ. Μεταβάλλεται ἀπὸ 0° ἕως 180° . Ἡ Ζ τοῦ ἀστέρα Σ (σχ. 26) εἶναι ἡ ΖΟΣ, πού μέτρο της εἶναι τό τόξο ΖΣ.

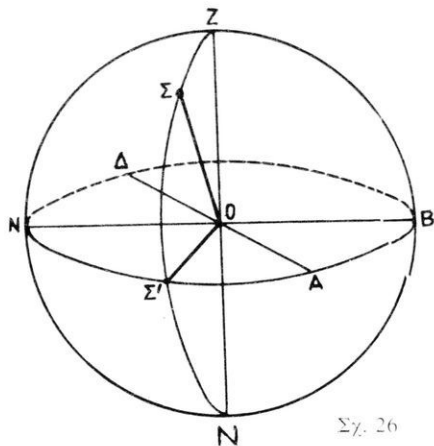
Ὑψος ἑνός σημείου ἢ ἀστέρα, σέ κάποια ὀρισμένη στιγμή, ὀνομάζουμε τὴ γωνιώδη ἀπόστασή του ἀπὸ τόν ὀρίζοντα τοῦ τόπου, πού στεκόμαστε. Γιά νά βροῦμε τό ὕψος τοῦ ἀστέρα Σ (σχ. 26), φέρνουμε τὴν κατακόρυφο τοῦ ΖΣΝ καί ἀπὸ τό θ φέρνουμε τίς ἀκτίνες ΟΣ καί ΟΣ'. Ἡ γωνιώδης ἀπόσταση τοῦ ἀστέρα Σ ἀπὸ τόν ὀρίζοντα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

Ἡ γωνία ΝΟΣ', πού μετράει τὴ δίδεξη γωνία μεταξύ μεσημβρι-

νοῦ καί κατακόρυφου τοῦ ἀστέρα Σ ὀνομάζεται **ἄξιμούθιο** τοῦ ἀστέρα Σ' .

Τό ὕψος τό συμβολίζουμε μέ τό γράμμα ν καί τό μετροῦμε πάνω στόν κατακόρυφο κύκλο, πού περνᾷ ἀπό τό σημεῖο ἤ τόν ἀστέρα, μέ ἀρχή τό σημεῖο Σ' τοῦ ὀρίζοντα.

Τό ἄξιμούθιο συμβολίζεται μέ τό γράμμα A καί μεταβάλλεται ἀπό 0° ἕως 360° κατά τήν ἀνάδρομη φορά.



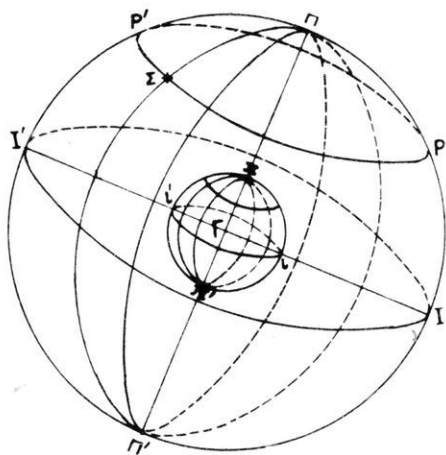
Σχ. 26

Ἄξονας τοῦ κόσμου καί οὐράνιος ἰσημερινός. Ἐστω Γ ἡ γῆ, πού κατέχει τό κέντρο τῆς οὐράνιας σφαίρας, καί $\Pi\Pi'$ ὁ ἄξονας περιστροφῆς τῆς π εἶναι ὁ ὀρθεῖος πόλος καί π' ὁ νότιος πόλος τῆς γῆς. Ἄν ἐπεκτείνουμε τόν ἄξονα τῆς γῆς στό ἄπειρο, θά τμήσει τήν οὐράνια σφαῖρα στά σημεῖα Π καί Π' , πού εἶναι ἀντίστοιχα μέ

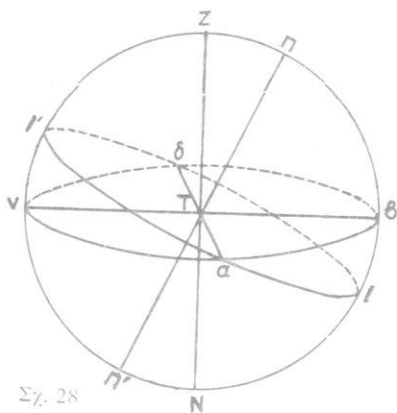
τά π καί π' τῆς γῆς (σχ. 27). Τόν $\Pi\Pi'$ ὀνομάζουμε **ἄξονα τῆς οὐράνιας σφαίρας** ἢ καί **ἄξονα τοῦ κόσμου**.

Ἐξάλλου ὀνομάζουμε **ὀρθεῖο πόλο** τῆς οὐράνιας σφαίρας τό σημεῖο Π , ἀντίστοιχο τοῦ γήινου ὀρθεῖου πόλου π , καί **νότιο πόλο** τό σημεῖο Π' , ἀντίστοιχο τοῦ νότιου γήινου πόλου π' .

Ἄν τό ἐπίπεδο μ' τοῦ ἰσημερινοῦ τῆς γῆς τό προεκτείνουμε, στό ἄπειρο, θά τμήσει τήν οὐράνια σφαῖρα κατά μέγιστο κύκλο, τόν $\Pi'\Pi$, πού ὀνομάζουμε **οὐράνιο ἰσημερινό**.



Σχ. 27



Σχ. 28

Οί άπειροι μέγιστοι κύκλοι τής ουράνιας σφαίρας, πού έχουν για διάμετρό τους τόν άξονα του κόσμου, ονομάζονται **ώριαίοι κύκλοι**. Οί ώριαίοι κύκλοι τής ουράνιας σφαίρας είναι αντίστοιχοι με τούς μεσημβρινούς τής γής. Έάν Σ είναι τυχαίο σημείο τής ουράνιας σφαίρας ή ένας άστέρας, τότε τό ημικύκλιο ΠΣΠ' (σχ. 27) του ώριαίου κύκλου, πού περιέχει τό Σ, ονομάζεται **ώριαίος του σημείου** ή του **άστέρα Σ**. Οί άπειροι μικροί κύκλοι τής ουράνιας σφαίρας, πού είναι πα-

ράλληλοι στον ουράνιο ισημερινό, όπως ο ΡΣΡ' (σχ. 27), ονομάζονται **παράλληλοι κύκλοι**.

Έστω ο τόπος Τ (σχ. 28), πού θεωρούμε ότι συμπίπτει με τό κέντρο τής γήινης και τής ουράνιας σφαίρας, ΖΝ ή κατακόρυφος του και ΠΠ' ο άξονας του κόσμου.

Μεσημβρινό επίπεδο του τόπου Τ, ονομάζουμε τό επίπεδο πού ορίζεται από τόν άξονα του κόσμου ΠΠ' και τήν κατακόρυφο ΖΝ του τόπου. Τό μεσημβρινό επίπεδο του τόπου Τ τέμνει τήν ουράνια σφαίρα κατά τό μέγιστο κύκλο τής ΠΖΠ'Ν, πού, τόν ονομάζουμε **ουράνιο μεσημβρινό** του τόπου Τ.

Έστω δδνα ο αισθητός όρίζοντας στον τόπο Τ, κάθετος στην κατακόρυφο ΖΝ, και Ιδ'α ο ουράνιος ισημερινός, κάθετος στον άξονα του κόσμου ΠΠ'. Ο ουράνιος μεσημβρινός του τόπου, όπως βλέπουμε, τέμνει τόν όρίζοντα κάθετα στην κοινή διάμετρό τους δν. Αυτή τή διάμετρο τήν ονομάζουμε **μεσημβρινή γραμμή**.

Φαινόμενη περιστροφή τής ουράνιας σφαίρας. Η περιστροφή τής ουράνιας σφαίρας δέν είναι πραγματική, είναι φαινομενική, γιατί δέν κινείται ή ουράνια σφαίρα, αλλά ή γή γύρω από τόν άξονά της και μās φαίνεται ότι έμεις μένουμε άκίνητοι και κινείται ο ουρανός. Γίνεται δηλαδή κάτι άνάλογο με τό φαινόμενο, πού μās παρουσιάζεται, όταν δορισκόμαστε πάνω σ' ένα κινητό. Τότε, ενώ έμεις

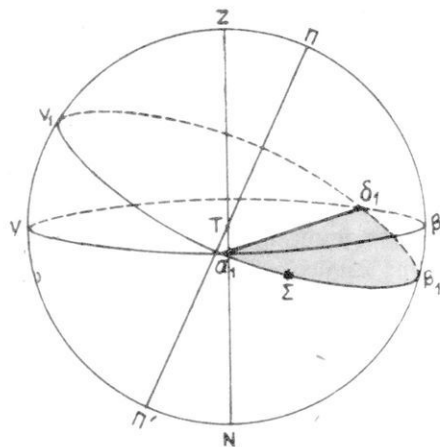
κινούμαστε, μᾶς δημιουργείται ἡ ἐντύπωση ὅτι κινούνται τὰ δένδρα, τὰ σπίτια, οἱ λόφοι κλπ. μέ φορά ἀντίθετη ἀπὸ αὐτὴ πού κινούμαστε. Ἀκόμα, ὅπως ἀκριβῶς, ἂν περιστραφεῖ κάποιος γύρω ἀπὸ τὸν ἑαυτὸ τοῦ, νομίζει ὅτι καὶ τὰ γύρω του ἀντικείμενα κινούνται κυκλικά, ἀλλὰ μέ ἀντίθετη φορά. Ἔτσι καὶ ἐξαιτίας τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς γύρω ἀπὸ τὸν ἄξονά της, ἀπὸ τῆ δύση πρὸς τὴν ἀνατολή, ἔμεις πού θρυσκόμαστε πάνω σ' αὐτή, ἔχουμε τὴν ἐντύπωση, ὅτι κινεῖται ἡ οὐράνια σφαῖρα, πού περιβάλλει τὴ γῆ, ἀπὸ τὴν ἀνατολή πρὸς τὴ δύση, γύρω ἀπὸ τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου.

Ἄς παρακολουθήσουμε τὴν κίνηση τοῦ ἀστέρα Σ (σχ. 29), καθὼς αὐτὸς διαγράφει τὴν περιφέρεια τοῦ παράλληλου κύκλου του ΣαινιδιδιΣ. Ὄταν φθάνει στὸ σημεῖο αι, στὸ σημεῖο δηλαδή τῆς τροχιάς του μέ τὸν ὀρίζοντα αινιδι τοῦ τόπου Τ, λέμε ὅτι ὁ ἀστέρας ἀνατέλλει. Ἐπειδὴ ἐκεῖνη τὴν ὥρα ὁ ἀστέρας θρυσκεται πάνω στὸν ὀρίζοντα, τὸ ὕψος του εἶναι 0° . Ὁ ἀστέρας προχωρεῖ καὶ φθάνει στὸ σημεῖο νι. Ἐκεῖ ἔχει τὸ μεγαλύτερο ὕψος του, ἐπάνω ἀπὸ τὸν ὀρίζοντα, ἴσο μέ τὸ τόξο ννι. Στὴ συνέχεια τὸ ὕψος του ἀρχίζει νά ἐλαττώνεται καὶ τελικά φθάνει στὸ σημεῖο δι, πού εἶναι τὸ ἄλλο ἄκρο τῆς τομῆς αιδι τῆς τροχιάς του μέ τὸν ὀρίζοντα. Τότε τὸ ὕψος του γίνεται πάλι 0° καὶ λέμε ὅτι ὁ ἀστέρας τὴ στιγμὴ αὐτὴ δύει.

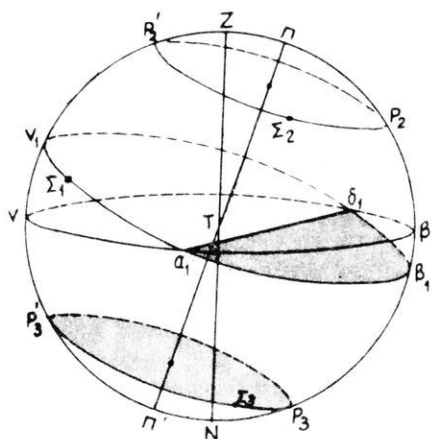
Ἠμερήσιο τόξο ἀστέρα, ὀνομάζουμε τὸ τόξο, πού διαγράφει ὁ ἀστέρας πάνω ἀπὸ τὸν ὀρίζοντα τοῦ τόπου, πού στεκόμαστε, ὅπως εἶναι τὸ τόξο αινιδι τοῦ ἀστέρα Σ (σχ. 29). **Νυχτερινὸ τόξο ἀστέρα**, ὀνομάζουμε τὸ τόξο, πού διαγράφει ὁ ἀστέρας κάτω ἀπὸ τὸν ὀρίζοντα τοῦ τόπου, πού στεκόμαστε, ὅπως εἶναι τὸ τόξο διδιδι τοῦ ἴδιου ἀστέρα Σ.

Ἄνω μεσουράνηση ἀστέρα, ὀνομάζουμε τὴ στιγμὴ πού ὁ ἀστέρας ἔχει τὸ μεγαλύτερο ὕψος του σὲ ἓνα τόπο, ἀνεξάρτητα ἂν εἶναι ἀειφανῆς ἢ ἀφανῆς στὸν τόπο αὐτό. Ἔτσι ὁ ἀστέρας Σ₁ (σχ. 30) μεσουρανεῖ ἄνω στὸ σημεῖο νι τῆς τροχιάς του. Ὁ ἀειφανῆς Σ₂ ἔχει τὴν ἄνω μεσουράνησή του στὸ σημεῖο Ρ₂ καὶ ὁ ἀφανῆς Σ₃, ὅταν φθάνει στὸ σημεῖο Ρ₃ τῆς τροχιάς του.

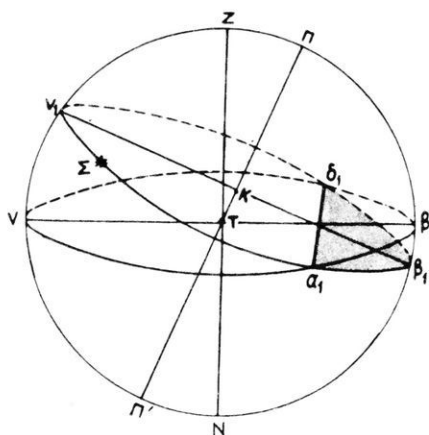
Κάτω μεσουράνηση ἀστέρα, ὀνομάζουμε τὴ στιγμὴ, πού ὁ ἀστέρας ἔχει τὸ μικρότερο ὕψος του σὲ ἓνα τόπο.



Σχ. 29



Σχ. 30



Σχ. 31

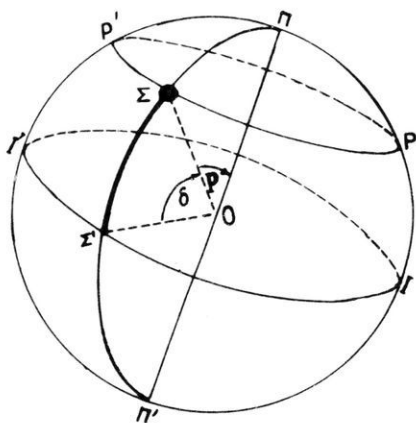
Ὁ οὐράνιος μεσημβρινός ἔχει δύο βασικές ιδιότητες:

- α) Ὁ οὐράνιος μεσημβρινός τέμνει τοὺς παράλληλους κύκλους, πού διαγράφουν οἱ ἀστέρες, κατὰ διάμετρο, πού ἔχει πέρατα τὰ σημεῖα τῆς ἄνω καί κάτω μεσουρανήσεως κάθε ἀστέρα (σχ. 31).
- β) Ὁ οὐράνιος μεσημβρινός διχοτομεῖ καί τὰ ἡμερήσια καί τὰ νυχτερινά τόξα τῶν ἀστέρων.

Ἀπόκλιση καί πολική ἀπόσταση ἀστέρα. Ἀπόκλιση ἑνός ἀστέρα Σ (σχ., 32) ὀνομάζουμε τή γωνιώδη ἀπόστασή του ἀπό τόν οὐράνιο ἰσημερινό ΙΣΤΙ.

Γιά νά βροῦμε τήν ἀπόκλιση τοῦ ἀστέρα Σ, φέρνουμε τόν ὠριαῖο κύκλο του ΠΣΣ'Π' καί ἀπό τό Ο τῆς δύο ὀπτικές ἀκτίνες ΟΣ καί ΟΣ'. Ἡ ΟΣ', ὅπως βλέπουμε, κατευθύνεται πρὸς τό Σ', πού εἶναι τό σημεῖο τομῆς τοῦ ἰσημερινοῦ ἀπό τόν ὠριαῖο τοῦ ἀστέρα. Ἡ γωνιώδης ἀπόσταση τοῦ ἀστέρα Σ ἀπό τόν ἰσημερινό εἶναι ἡ γωνία Σ'ΟΣ, πού μέτρο της εἶναι τό τόξο Σ'Σ τοῦ ὠριαίου τοῦ ἀστέρα Σ. Τήν ἀπόκλιση τή συμβολίζουμε μέ τό γράμμα δ καί τή μετροῦμε πάνω στόν ὠριαῖο τοῦ ἀστέρα. Ἀρχίζουμε τή μέτρηση ἀπό τό σημεῖο Σ' τοῦ ἰσημερινοῦ· μπορεί νά μεταβάλλεται ἀπό 0° ἕως 90°. Θετική εἶναι, ἂν ὁ ἀστέρας θρῖσκεται στό βόρειο ἡμισφαίριο τοῦ οὐρανοῦ· ἀρνητική, ἂν ὁ ἀστέρας θρῖσκεται στό νότιο ἡμισφαίριο.

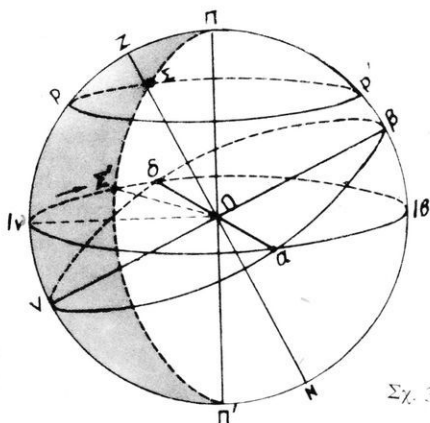
Πολική απόσταση ενός άστρα ονομάζουμε τή γωνι-
 ώδη απόστασή του από τό δό-
 ρειο πόλο τής ουράνιας σφαι-
 ρας. Έτσι ή πολική απόσταση
 του Σ (σχ. 32) είναι ή γωνία
 $ΠΟ\Sigma$, πού μέτρο της είναι τό
 τόξο $Π\Sigma$ του ώριαίου του
 άστρα Σ . Τήν πολική από-
 σταση συμβολίζουμε μέ τό
 γράμμα P καί τή μετρούμε
 πάνω στον ώριαίο του άστρα.
 Η μέτρηση αρχίζει από τό δό-
 ρειο πόλο τής ουράνιας σφαι-
 ρας καί μπορεί νά μεταβάλλε-
 ται από 0° ως 180° .



Σχ. 32

Έστω ό τόπος O καί θανδδ ό ορίζοντάς του (σχ. 33). Ό ώριαίος
 $ΠΣΠ'$ του άστρα Σ τέμνει τον ουράνιο ισημερινό $Iδαινδ$ στο σημείο
 Σ' καί σχηματίζει μέ τό μεσημβρινό $ΠΖΠ'Ν$ τή διεδρη γωνία
 $IνΠΠ'\Sigma$. Αντίστοιχη τής διεδρης αυτής στο επίπεδο του ισημερινού
 είναι ή γωνία $IνΟ\Sigma'$, γιατί τό σημείο $Iν$ είναι τό σημείο πού ό ουρά-
 νιος ισημερινός τέμνεται από τό μεσημβρινό. Η διεδρη γωνία
 $IνΠΠ'\Sigma$ καί ή αντίστοιχή της επίπεδη $IνΟ\Sigma'$ έχουν ως μέτρο τό τόξο
 $Iν\Sigma'$ του ισημερινού.

Ωριαία γωνία του άστρα
 Σ ή άλλου τυχαίου σημείου τής
 ουράνιας σφαιρας ονομάζουμε
 τή διεδρη γωνία, πού ό ώρι-
 αίος του άστρα ή του σημείου
 σχηματίζει μέ τό μεσημβρινό
 του τόπου, πού θροισκόμαστε.
 Τήν ώριαία γωνία συμβολί-
 ζουμε μέ τό γράμμα H καί τή
 μετρούμε πάνω στήν περιφέ-
 ρεια του ισημερινού. Η μέ-
 τρηση αρχίζει από τό σημείο
 $Iν$, στο όποιο ό ουράνιος ιση-
 μερινός τέμνεται από τό με-



Σχ. 33

σημδρινό κατά τήν ανάδρομη φορά, δηλαδή από τήν ανατολή πρὸς τή δύση (ὅπως κινεῖται φαινομενικά ἡ οὐράνια σφαῖρα)· μπορεῖ νά μεταβάλλεται ἀπὸ 0° ἕως 360° .

Ἑρωτήσεις

- 90) Τί ὀνομάζουμε οὐράνια σφαῖρα;
- 91) Τί εἶναι κατακόρυφος σ' ἓναν τόπο;
- 92) Τί ὀνομάζουμε ζενίθ καὶ τί ναδίρ ἑνός τόπου;
- 93) Τί ὀνομάζουμε φυσικό ὀρίζοντα σ' ἓναν τόπο;
- 94) Τί ὀνομάζουμε αἰσθητό ὀρίζοντα σ' ἓναν τόπο;
- 95) Τί εἶναι ζενιθία ἀπόσταση ἑνός ἀστέρα σ' ἓναν τόπο καὶ πῶς μετριέται;
- 96) Τί εἶναι ὕψος ἀστέρα σ' ἓναν τόπο καὶ πῶς μετριέται;
- 97) Τί εἶναι ἀζιμουθιο σ' ἓναν τόπο καὶ πῶς μετριέται;
- 98) Τί ὀνομάζουμε ἄξονα τοῦ κόσμου καὶ τί βόρειο καὶ νότιο πόλο τῆς οὐράνιας σφαίρας;
- 99) Τί ὀνομάζουμε οὐράνιο ἡμερινό;
- 100) Τί ὀνομάζουμε ὠριαῖο κύκλο;
- 101) Τί εἶναι τὸ μεσημβρινὸ ἐπίπεδο σ' ἓναν τόπο;
- 102) Τί εἶναι μεσημβρινός ἑνός τόπου;
- 103) Τί εἶναι μεσημβρινή γραμμὴ;
- 104) Γιατί ἡ οὐράνια σφαῖρα περιστρέφεται ἀπὸ τήν ανατολή πρὸς τή δύση;
- 105) Τί εἶναι ἡμερήσιο καὶ τί νυχτερινὸ τόξο ἑνός ἀστέρα;
- 106) Ποιές εἶναι οἱ βασικὲς ιδιότητες τοῦ μεσημβρινοῦ ἑνός τόπου;
- 107) Τί ὀνομάζουμε ἀπόκλιση ἑνός ἀστέρα καὶ πῶς μετριέται;
- 108) Τί ὀνομάζουμε πολικὴ ἀπόσταση ἑνός ἀστέρα καὶ πῶς μετριέται;
- 109) Τί ὀνομάζουμε ὠριαία γωνία ἑνός ἀστέρα καὶ πῶς μετριέται;

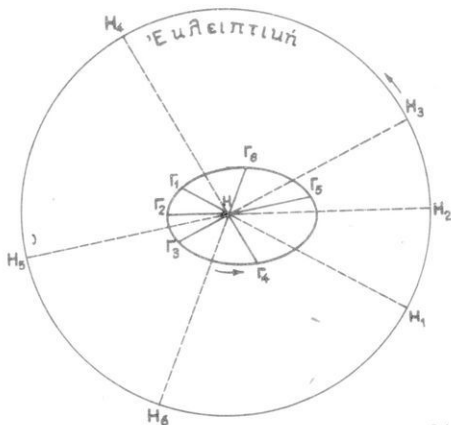
19. Ὁ ἥλιος στήν οὐράνια σφαίρα. Οὐρανογραφικές συντεταγμένες.

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' ἕνα χρόνο ἀκριβῶς διαγράφει, πάντοτε καί σταθερά, μιá πλήρη κυκλική τροχιά, κατά μήκος μέγιστου κύκλου τῆς οὐράνιας σφαίρας.

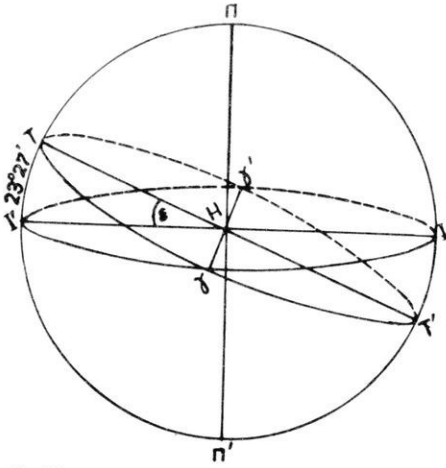
Οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες τό μέγιστο κύκλο τῆς ἐτήσιας τροχιάς τοῦ ἡλίου τόν ὀνόμασαν **ἐκλειπτική**.

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

Πραγματικά, ἂν Γ_1 εἶναι μιá τυχαία θέση τῆς γῆς πάνω στήν ἔλλειπτική τροχιά τῆς 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 Γ 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. ἕνα μήνα, φθάσει στή θέση Γ_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 ὀρίσεται στή θέση Γ_3 καί ὁ ἥλιος θά φαίνεται στή θέση H_3



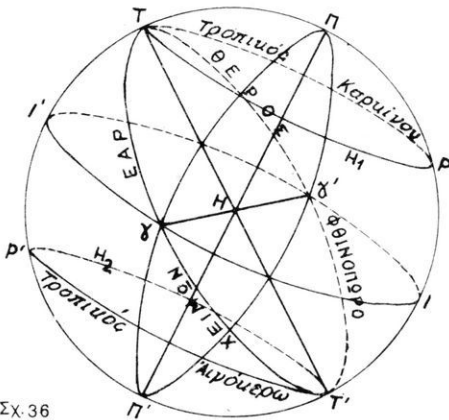
Σχ. 34



Σχ. 35.

Τὴν ἀπόσταση γῆς - ἡλίου μποροῦμε νὰ τὴ θεωρήσουμε ἀμελητέα, ἂν λάβουμε ὑπόψη μας τὸ ἀπειρο μῆκος τῆς ἀκτίνας τῆς οὐράνιας σφαίρας. Μποροῦμε ἀκόμα νὰ θεωρήσουμε ὡς σημεῖο - κέντρο - τῆς οὐράνιας σφαίρας ὁλόκληρη τὴν τροχιά τῆς γῆς γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο.

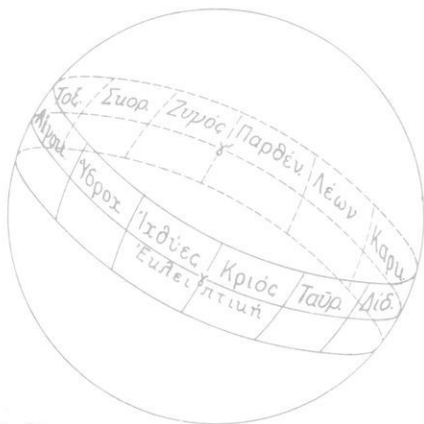
Ἐτσι, ἂν Η εἶναι τὸ κέντρο τῆς οὐράνιας σφαίρας, ΠΠ' ὁ ἄξονάς της (σχ. 35) καὶ ΓΓ' ἡ ἰσημερινὸς της, τότε γγ'ΤΤ' εἶναι ἡ ἐκλειπτική, ποὺ σχηματίζει μὲ τὸν ἰσημερινὸ τὴ διέδρη γωνία Γ'γγ'Τ. Ἀντίστοιχη διέδρη τῆς γωνίας αὐτῆς εἶναι ἡ ἐπίπεδη γωνία Γ'ΗΤ=ε, μὲ μέτρο τὸ τόξο ΙΤ ἢ τὸ ΠΤ'. Ἡ γωνία αὐτὴ ποὺ εἶναι σταθερὴ καὶ ἴση μὲ 23° 27', ὀνομάζεται **λόξωση τῆς ἐκλειπτικῆς**.



Σχ. 36

τῆς οὐράνιας σφαίρας κ.ο.κ. Ὡστε, ὅπως ἡ γῆ κινεῖται κατὰ τὴν ὀρθή φορά γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο, ὁ ἥλιος φαίνεται ὅτι κινεῖται στὴν οὐράνια σφαῖρα μὲ τὴν ἴδια φορά. Ἐτσι, ὅταν ἡ γῆ συμπληρώσει τὴν ἐτήσια περιφορά της πάνω στὴν ἐλλειπτική τροχιά της γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο καὶ γυρίσει στὸ σημεῖο Γ₁, ἀπὸ ὅπου ξεκίνησε, ὁ ἥλιος συμπληρώνει τὸ μέγιστο κύκλο τῆς οὐράνιας σφαίρας Η₁, Η₂... Η₆, Η₁.

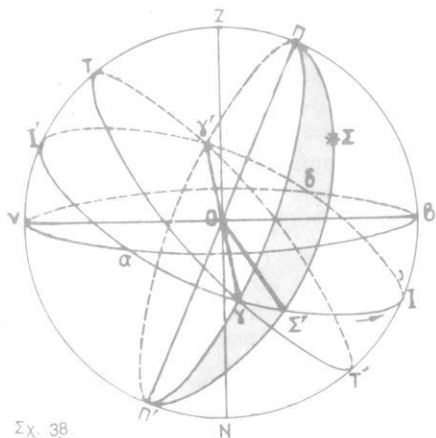
Ἰσημερινή γραμμὴ ὀνομάζεται ἡ διάμετρος γγ' τῆς οὐράνιας σφαίρας (σχ. 36), κατὰ τὴν ὁποία τέμνονται ὁ οὐράνιος ἰσημερινὸς ΓΓ' καὶ ἡ ἐκλειπτική ΤΤ'. Τὰ πέρατα τῆς γ καὶ γ' ὀνομάζονται **ἰσημερινὰ σημεῖα**. Ἀπὸ αὐτὰ τὸ γ, ὅπου ὁ ἥλιος θρῖσκεται κατὰ τὴν **ἔαρινή ἰσημερία**, (21 Μαρτίου) ὀνομάζεται **ἔαρινὸ ἰσημερινὸ σημεῖο**, ἐνὸς τὸ γ', ὅπου ὁ ἥλιος φθάνει μετὰ ἀπὸ ἕξι μῆνες κατὰ τὴν **φθινοπωρινή ἰσημερία** (23



Σχ. 37

μείο ή θερινή τροπή. Έπειδή ο ήλιος, λίγες ημέρες πριν και λίγες ημέρες μετά ή θερινή τροπή, φαίνεται νά θραδυντορεί πάνω στην έκλειπτική, σάν νά στέκεται, τό θερινό τροπικό σημείο ονομάζεται και **θερινό ήλιοστάσιο**.

Άπό τό σημείο Τ ο ήλιος προχωρεί συνέχεια πρὸς τό νότο και, αφού φθάσει στό γ', συνεχίζει νά κατεβαίνει πρὸς τό νότιο ήμισφαίριο τοῦ οὐρανοῦ. Τελικά, φθάνει στό σημείο Τ', τό νοτιότερο τής τροχιάς του, και τρεπεται πάλι πρὸς τόν ίσημερινό. Τό σημείο Τ' ονομάζεται **χειμερινό τροπικό σημείο ή χειμερινή τροπή**. Τό χειμερινό τροπικό σημείο ονομάζεται και **χειμερινό ήλιοστάσιο**. Η διάμετρος τής οὐράνιας σφαίρας ΤΤ', πού συνδέει τά σημεία τών τροπών, ονομάζεται **γραμμή τών τροπών ή γραμμή τών ήλιοστασίων**.



Σχ. 38

Σελπιμόριον), ονομάζεται **φθινοπωρινό ίσημερινό σημείο**. Ο ήλιος, πού περνά από τά ίσημερινά σημεία, ονομάζεται **κόλουρος τών ίσημερινών**.

Άπό τό έαρινό ίσημερινό σημείο ο ήλιος άνεβαίνει στό δόρειο ήμισφαίριο τοῦ οὐρανοῦ και μετά τρεις μήνες (στις 22 Ιουνίου) φθάνει στό δορειότερο σημείο τής έκλειπτικής, τό Τ. Άπό τό σημείο αυτό αρχίζει νά κατεβαίνει, τρεπόμενος (γυρίζοντας) και πάλι πρὸς τόν ίσημερινό. Τό σημείο Τ' ονομάζεται **θερινό τροπικό ση-**

Κατά τήν αρχαιότητα οί Έλληνες άστρονόμοι είχαν διαπιστώσει, ότι οί πλανήτες, καθώς κινούνται γύρω από τόν ήλιο, διαγράφουν τίσ τροχιές τους μέσα σέ μία στενή ζώνη τοῦ οὐρανοῦ με πλάτος 16°, ή όποία διχοτομοῦνταν μάλιστα από τήν έκλειπτική. Η ζώνη αὐτή χωριζόταν σέ δώδεκα ίσα μέρη (σχ. 37), τά όποία ονομάστηκαν **οίκοι (τοῦ ήλιου)**, γιατί μέσα στόν καθένα τους παραμένει ο ήλιος κάθε χρόνο γκά ένα μήνα. Έπειδή μάλιστα, στό καθένα από τά δώδεκα αὐτά τμήματα, οί εύρι-

σκόμεινοι ἀστέρες ἀποτελοῦσαν ἀντίστοιχα καί ἀπό ἓνα ἀστερισμό, πού σιγήθως ὀνομάζονταν μέ τό ὄνομα ἐνός ζώου, οἱ οἴκοι ὀνομάζονταν καί **ζώδια**, ἐνώ ὁλόκληρη ἡ ζώνη ὀνομάστηκε **ζωδιακή ζώνη** ἢ καί **ζωδιακός κύκλος**.

Ὁρθή ἀναφορά ἀστέρα. Ἐστω ὁ τόπος O καί βανδβ ὁ ὀρίζοντάς του (σχ. 38)

(Στό σχῆμα χρειάζομαστε τόν ὀρίζοντα γιά νά ἀναγνωρίσουμε τίς θέσεις τῶν κυρίων σημείων αὐτοῦ, προκειμένου νά καθορίσουμε τήν ὀρθή φορά ἀπό τή δύση πρὸς τήν ἀνατολή).

Ἐστω ἀκόμα ὁ ἰσημερινός $I\gamma I\gamma'$ καί ἡ ἐκλειπτική $\gamma\Gamma\gamma'T'$, ἐνῶ $\gamma\gamma'$ εἶναι ἡ τομή τους, δηλαδή ἡ γραμμή τῶν ἰσημερινῶν. Ἔχουμε ἐπίσης τόν κόλουρο τῶν ἰσημερινῶν $\Pi\gamma\Pi'\gamma'$, δηλαδή τόν ὠριαῖο, πού περνά ἀπό τά ἰσημερινά σημεία γ καί γ' , καί τόν ὠριαῖο τοῦ ἀστέρα Σ , δηλαδή τό ἡμικύκλιο $\Pi\Sigma\Pi'$. Ὁ ὠριαῖός αὐτός τέμνει τόν οὐράνιο ἰσημερινό στό σημείο Σ' .

Ὁρθή ἀναφορά τοῦ ἀστέρα Σ , ἡ ὁποιοδήποτε ἄλλου τυχαίου σημείου τῆς οὐράνιας σφαίρας, ὀνομάζουμε τή διέδρη γωνία πού σχηματίζει ὁ ὠριαῖός κύκλος τοῦ ἀστέρα, ἢ τοῦ σημείου μέ τόν ὠριαῖο τοῦ γ .

Ἡ ὀρθή ἀναφορά τοῦ ἀστέρα Σ (σχ. 38) εἶναι ἡ διέδρη γωνία $\gamma\Pi\Pi'\Sigma$, πού σχηματίζει ὁ ὠριαῖός τοῦ ἀστέρα $\Pi\Sigma\Pi'$ μέ τό ἡμικύκλιο τοῦ κόλουρου τῶν ἰσημερινῶν, πού περνά ἀπό τό ἑαρινό σημείο γ , δηλαδή μέ τό $\Pi\gamma\Pi'$. Ἀντίστοιχη τῆς διέδρης γωνίας εἶναι ἡ ἐπίπεδη γωνία $\gamma O\Sigma'$, πού βρίσκεται στό ἐπίπεδο τοῦ ἰσημερινοῦ. Μέτρο τῆς εἶναι τό $\gamma\Sigma'$, πού εἶναι καί μέτρο τῆς διέδρης. Ἡ ὀρθή ἀναφορά συμβολίζεται μέ τό γράμμα α . Τή μετροῦμε πάνω στήν περιφέρεια τοῦ ἰσημερινοῦ, ἀρχίζοντας ἀπό τό γ , κατά τήν ὀρθή φορά, δηλαδή ἀπό τή δύση πρὸς τήν ἀνατολή καί μεταβάλλεται ἀπό 0° ἕως 360° .

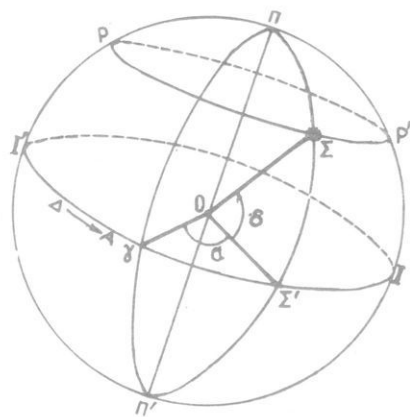
Ἐτσι μεταξὺ ὀρθῆς ἀναφορᾶς καί ὠριαίας γωνίας ὑπάρχουν οἱ ἐξῆς διαφορές:

α) Ἐνῶ στήν ὠριαία γωνία παίρνουμε ὡς πρῶτο κἀθετο κύκλο πάνω στόν ἰσημερινό, τό μεσημβρινό τοῦ τόπου καί ἀπ' αὐτόν ἀρχίζουμε τίς μετρήσεις, στήν ὀρθή ἀναφορά ὡς πρῶτο κἀθετο κύκλο πάνω στόν ἰσημερινό παίρνουμε τόν ὠριαῖο τοῦ γ .

β) Ἐνῶ τήν ὠριαία γωνία τή μετροῦμε κατά τήν ἀνάδρομη φορά ($A \rightarrow \Delta$), τήν ὀρθή ἀναφορά τή μετροῦμε κατά τήν ὀρθή φορά ($\Delta \rightarrow A$).

Θέση σημείου στήν οὐράνια σφαίρα. Ἐστω ἀστέρας Σ , πού ὁ ὠριαῖός του εἶναι ὁ $\Pi\Sigma\Pi'$ (σχ. 39) καί ὁ παράλληλός του ὁ $\Pi\Sigma\Pi'$. Ἄν $\Pi\gamma\Pi'$ εἶναι ὁ ὠριαῖός τοῦ γ , τότε ἡ ὀρθή ἀναφορά του εἶναι ἴση

μέ τή γωνία $\gamma\text{O}\Sigma'$ (όπου Σ εἶναι τό σημεῖο, πού ὁ ὠριαῖος τοῦ ἀστέρα τέμνει τόν ἰσημερινό) καί ἡ ἀπόκλιση του εἶναι ἴση μέ τή γωνία $\Sigma'\text{O}\Sigma$. Μέτρο τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς του (α) εἶναι τό τόξο $\gamma\Sigma'$ τοῦ ἰσημερινοῦ, πού μετροῦμε τήν ὀρθή φορά, καί τῆς ἀποκλίσεως (δ) 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 σφαῖρα, 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 σφαῖρα.

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 μετρίεται καί ποιά εἶναι ἡ χαρακτηριστική ιδιότητα αὐτῆς;
- 115) Ποιές συντεταγμένες λέγονται οὐρανογραφικές;
- 116) Τί ὀνομάζουμε ζωδιακή ζώνη;

20. Ήμερα, ήλιακός και παγκόσμιος χρόνος.

Για τη μέτρηση του χρόνου χρησιμοποιούνται ως μονάδες:

α) Η διάρκεια περιστροφής της γης γύρω από τον άξονά της, που την ονομάζουμε, γενικά, **ήμέρα**· και

β) η διάρκεια της περιφοράς της γης γύρω από τον ήλιο, που την ονομάζουμε, γενικά, **έτος**.

Για να καθορίσουμε το ακριβές μέγεθος των δύο αυτών χρονικών μονάδων, χρησιμοποιούμε τα φαινόμενα, που προκαλούν ή περιστροφή της γης γύρω από τον άξονά της και η περιφορά της γύρω από τον ήλιο.

Στήν Αστρονομία δε χρησιμοποιείται ο ήλιος για τη μέτρηση της διάρκειας της ημέρας, αλλά το εαρινό ισημερινό σημείο γ. Το σημείο γ, όπως ξέρουμε, είναι ένα ορισμένο σημείο της ουράνιας σφαίρας και σχεδόν σταθερό, αφού η ετήσια μετατόπισή του, εξαιτίας της μεταπτώσεως κατά $50''$,2 μόνο, μπορεί να θεωρηθεί αμελητέα. Αντίθετα, ο ήλιος κινείται κατά 1° περίπου την ημέρα, αφού όλόκληρη την περιφέρεια της εκλειπτικής τη διατρέχει σε $365,242217$ ήμ. και τό σπουδαιότερο, δεν κινείται όμαλά, αλλά μέ άνιση ταχύτητα.

Όπως οί αστέρες, έτσι και τό σημείο γ, εξαιτίας της φαινόμενης περιστροφής της ουράνιας σφαίρας, διαγράφει καθημερινά μία πλήρη περιφέρεια. Έπειδή όμως δρίσκεται πάνω στον ισημερινό, αντί να γράφει παράλληλο, διαγράφει τον ίδιο τον ισημερινό. Αν πάρουμε ως αρχή των συνεχών περιφορών του γ μία από τις άνω μεσουρανήσεις του, είναι φανερό, ότι τό γ θά έπιστρέφει πάντοτε σ' αυτή, κάθε μία αστρική ημέρα, δηλαδή κάθε 23 ώρ: 56 λ. 4 δ.

Γι' αυτό **αστρική ημέρα** ονομάζουμε **τό χρόνο, που περιέχεται μεταξύ δύο διαδοχικών άνω μεσουρανήσεων του εαρινού ισημερινού σημείου γ.**

Εξάλλου, όταν ο χρόνος μετρείται σε αστρικές ημέρες και σε υποδιαιρέσεις της αστρικής ημέρας ονομάζεται **αστρικός χρόνος**.

Αφού τό σημείο γ διαγράφει την περιφέρεια του ισημερινού, δηλαδή διαγράφει 360° σε μία αστρική ημέρα, σε μία αστρική ώρα θά διαγράφει $\frac{360^\circ}{24} = 15^\circ$. Έπομένως, μετά μία αστρική ώρα από την άνω μεσουράνησή του, ο ώριαίος του σημείου θά σχηματίζει με

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

"Ωστε, ό αστρικός χρόνος, σε μία οποιαδήποτε στιγμή, θά είναι ίσος με την τιμή της ωριαίας γωνίας του σημείου γ κατά την ίδια στιγμή.

"Εστω άστéρας Σ_1 (σχ. 40), πού δρίσκεται πάνω στο μεσημβρινό του τόπου T , κατά την άνω μεσουράνησή του. "Αν γ είναι τό έαρινό ίσημερινό σημείο και $\Pi\gamma\Pi'$ ό ωριαίος του, τότε ή ωριαία γωνία του $\Pi T\gamma$ μετρά τόν αστρικό χρόνο T , κατά τή στιγμή της άνω μεσουράνησεως του άστéρα Σ_1 . Τήν ίδια γωνία, αν τή μετρήσουμε κατά όρθή φορά (άπό τό γ προς τό I), θά βροϋμε ότι είναι ίση με την όρθή άναφορά αι του άστéρα Σ_1 . Θά έχουμε δηλαδή:

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

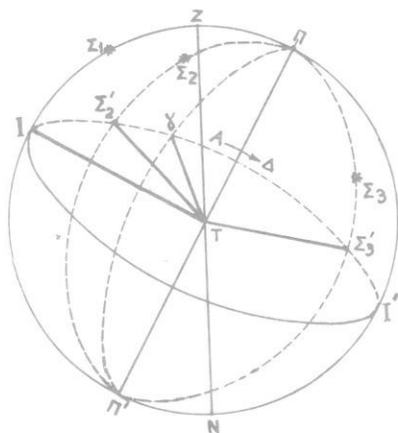
"Από τά παραπάνω βγάζουμε τό συμπέρασμα, ότι, **όταν ένας άστéρας μεσουρανεί άνω, τότε ή όρθή άναφορά του είναι ίση με τόν αστρικό χρόνο.**

Αυτό σημαίνει, ότι, για νά βροϋμε την όρθή άναφορά ενός άστéρα, θά πρέπει νά έπισημάνουμε τή στιγμή πού δρίσκεται στην άνω μεσουράνησή του.

"Όπως δλέπουμε στο σχήμα 40, όταν ένας άστéρας Σ_2 άκολουθεί τό γ , δρίσκεται άνατολικά του Σ_1 και μεταξύ του ωριαίου του γ και του μεσημβρινού του τόπου. Η ωριαία γωνία του H_2 είναι ίση με τό τόξο $I\Sigma_2$ και ή όρθή άναφορά του α_2 ίση με τό τόξο $\gamma\Sigma_2$. Έτσι ό αστρικός χρόνος $T = \tau \acute{o}\xi$. $I\gamma$ είναι ίσος με τό άθροισμα $H_2 + \alpha_2$.

"Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ότι ό αστρικός χρόνος T είναι ίσος με τό άθροισμα της ωριαίας γωνίας και της όρθης άναφοράς του άστéρα, πού άκολουθεί τό γ στην ήμερήσια κίνηση της ούράνιας σφαίρας.

"Έχουμε δηλαδή



Σχ. 40

$$T = H + \alpha$$

(2)

Ας παρακολουθήσουμε τώρα τόν άστέρα Σ₃, πού προηγείται του γ, στη φαινόμενη κίνηση τής ούράνιας σφαίρας. Η ωριαία γωνία του Η₃ είναι ίση με τό τόξο ΙΣ₃ και ή όρθή άναφορά του α₃ είναι τό τόξο γΠ'Σ₃ (τής κοίλης γωνίας). Τό ύπόλοιπο τόξο τής περιφέρειας του ίσημερινοϋ, δηλαδή τό γΣ₃ είναι ίσο με 24 ώρ. - α₃. Έτσι θά έχουμε: Η₃ = ΙΣ'₃ = Ιγ + γΣ'₃

Έπειδή όμως Ιγ = Τ και γΣ₃ = 24 ώρ. - α₃ θά είναι και

$$H_3 = T + 24 \text{ ώρ.} - \alpha_3 \text{ ή}$$

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

Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ότι τό άθροισμα τής ωριαίας γωνίας και τής όρθής άναφοράς ενός άστέρα, πού προορείται του γ στην ήμερήσια κίνηση τής ούράνιας σφαίρας, είναι ίσο με τόν άστρικό του χρόνο, αύξημένο κατά 24 ώρες, δηλαδή κατά μία άστρική ήμέρα.

Όνομάζουμε **άληθινή ήλιακή ήμέρα τό χρόνο, πού χρειάζεται τό κέντρο του δίσκου του ήλιου, για να κάνει δύο διαδοχικές άνω μεσουρανήσεις (μεσημβρίες).**

Άληθινή μεσημβρία ονομάζουμε τή στιγμή τής άνω μεσουρανήσεως του κέντρου του ήλιακού δίσκου και **άληθινό μεσονύκτιο** τή στιγμή τής κάτω μεσουρανήσεως αυτού.

Έπειδή ό ήλιος, συγχρόνως με τήν ήμερήσια κίνησή του, κινείται συνέχεια και πάνω στην έκλειπτική του, γι' αυτό, κάθε μεσημβρία, όταν ξαναγυρίζει στο μεσημβρινό ενός τόπου, ή όρθή του άναφορά, δηλαδή ή γωνιώδης άπόστασή του από τό γ, διαρκώς αλλάζει και αύξάνει κάθε μέρα κατά 1^ο περίπου.

Έτσι, αν συμβεί στις 21 Μαρτίου, ακριβώς τό μεσημέρι, τό κέντρο του ήλιακού δίσκου να συμπέσει με τό γ, τότε, στο διάστημα τής άστρικής ήμέρας από 21 προς 22 Μαρτίου, ό ήλιος θά μετατοπισθεί από τό γ και θά κινηθεί κατά όρθή φορά, 1^ο περίπου. Τό αποτέλεσμα αυτής τής μεταθέσεως θά είναι, ότι στις 22 Μαρτίου, όταν τό γ θά περνά από τό μεσημβρινό και θά έχει συμπληρωθεί μία άστρική ήμέρα, ό ήλιος θά βρίσκεται άνατολικότερα του γ κατά 1^ο και έτσι θά περάσει από τό μεσημβρινό 4 λ. περίπου άργότερα από τό γ (1^ο = 4λ).

Τό ίδιο θά γίνεται κάθε ήμέρα· ό ήλιος θά ξερχεται στο μεσημ-

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

Επομένως η ήλιακή ημέρα έχει μεγαλύτερη διάρκεια από την αστρική, 4 λεπτά περίπου.

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

Ο ήλιος, μολονότι κανονίζει γενικά την καθημερινή ζωή (μέ τα διαδοχικά φαινόμενα της ημέρας και της νύχτας, που προκαλεί), δέν προσφέρεται για τή μέτρηση του χρόνου. Γι' αυτό θεοπίστηκε να γίνεται η μέτρηση με τή βοήθεια ενός φανταστικού ήλιου, για τόν όποιο δεχόμαστε:

α) ότι κινείται με τήν ίδια ταχύτητα,

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

γ) ότι συμπληρώνει τήν περιφέρεια του ίσημερινού στον ίδιο χρόνο, που χρειάζεται ο αληθινός ήλιος, για να συμπληρώσει τήν περιφέρεια τής εκλειπτικής, δηλαδή ένα έτος.

Ο φανταστικός αυτός ήλιος ονομάζεται **μέσος ήλιος.**

Ονομάζουμε **μέση ήλιακή ημέρα τό χρόνο, που χρειάζεται τό κέντρο του δίσκου του «μέσου ήλιου» να κάνει δύο διαδοχικές άνω μεσουρανήσεις.**

Αφού δεχτήκαμε, ότι η κίνηση του μέσου ήλιου γίνεται με τήν ίδια ταχύτητα, η διαφορά μεταξύ αστρικής και μέσης ήλιακής ημέρας γίνεται πιά σταθερή, δηλαδή 3 λ. και 56 δευτ. Γίνεται έτσι ίση με τή μέση διάρκεια των 365 αληθινών ήλιακών ημερών του έτους.

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

Σύμφωνα με τόν όρισμό της, η μέση ήλιακή ημέρα, αστρονομικά, αρχίζει από τή μεσημβρία. Για πρακτικούς όμως λόγους, στην καθημερινή ζωή, δεχτήκαμε, ότι αρχίζει από τό μεσονύκτιο.

Μέσο ήλιακό χρόνο, σε κάποια στιγμή, ονομάζουμε τήν ωριαία γωνία του κέντρου του δίσκου του «μέσου ήλιου» στον τόπο που βρισκόμαστε, τήν ίδια στιγμή.

Έξιςση του χρόνου ονομάζουμε τή διαφορά του αληθινού ήλιακού χρόνου ($X\alpha$) από τό μέσο ήλιακό χρόνο ($X\mu$), σε κάποια ημέρα του έτους. Τήν έξιςση του χρόνου τή συμβολίζουμε με τό γράμμα ϵ . Έτσι έχουμε:

$$\epsilon = X\mu - X\alpha.$$

Είναι φανερό, πώς, αν υπήρχε πραγματικά ο μέσος ήλιος, τότε ο αληθινός ήλιος άλλοτε θά προπορευόταν και άλλοτε θά τόν ακολουθούσε. Επομένως και η έξιςση

του χρόνου άλλοτε είναι θετική, άλλοτε αρνητική και άλλοτε ίση με το μηδεν.

Ἐφοῦ καί ὁ ἀστρικός καί ὁ ἀληθινός καί ὁ μέσος ἡλιακός χρόνος ὁρίζονται μέ τήν ὠριαία γωνία, καί ἀφοῦ ἡ γωνία αὐτή ἀλλάζει ἀπό τόπο σέ τόπο, ἐπειδή ἀλλάζει ὁ μεσημβρινός, συμπεραίνουμε, ὅτι ὅλοι αὐτοί οἱ χρόνοι εἶναι τοπικοί. Αὐτό ἐξάλλου φαίνεται πιό καθαρά ἀπό τό ὅτι ἡ ἀρχή τῆς ἀστρικής ἡμέρας (δηλαδή ἡ ἀνω μεσουράνηση τοῦ γ) καί ἡ μεσημβρία σ' ἓνα τόπο (εἴτε ἡ ἀληθινή εἴτε ἡ μέση) διαφέρουν ἀπό τή μεσουράνηση τοῦ γ καί τή μεσημβρία σ' ἓνα ἄλλο τόπο, ἀνατολικότερο ἢ δυτικότερο, διότι οἱ μεσημβρινοί τῶν δύο τόπων εἶναι διαφορετικοί.

Τοπικό χρόνο, ἀστρικό καί ἡλιακό, ἀληθινό ἢ μέσο, ὀνομάζουμε τό χρόνο, πού μετροῦμε μέ τήν ὠριαία γωνία στόν τόπο αὐτό.

Γιά νά μήν ἔχει κάθε τόπος δικό του μέσο ἡλιακό χρόνο, τοπικό, ὁπότε ἄλλη ὥρα θά εἶχε ἡ Ἀθήνα, ἄλλη ἡ Πάτρα, ἄλλη ἡ Μυτιλήνη, πού θά δυσκόλευε πολύ ὄχι μόνο τίς τηλεπικοινωνίες καί τίς συγκοινωνίες, ἀλλά γενικά καί τή συνεννόηση, χρησιμοποιήθηκε τό σύστημα τῶν ὠριαίων ἀτράκτων.

Ἄτρακτος ὀνομάζεται τό μέρος τῆς σφαίρας, πού ὁρίζεται ἀπό δύο μεσημβρινούς τῆς. Οἱ 24 ἴσες ἀτρακτοί τῆς γῆς δίνουν σ' αὐτή τή μορφή πορτοκαλιοῦ, πού ἔχει 24 ἴσες φέτες.

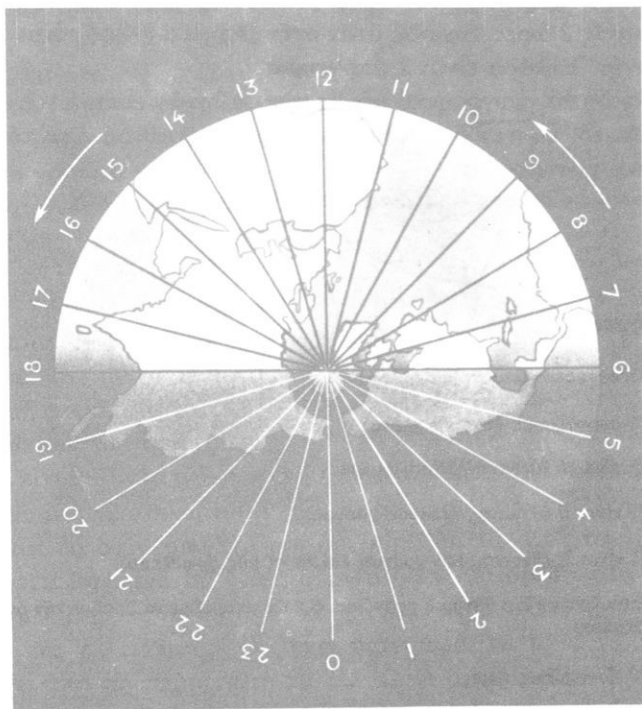
Κάθε ἀτρακτος ἔχει πλάτος 15° (διότι $360^\circ:24=15^\circ$). Καί ἐπειδή $15^\circ=1$ ὥρα, οἱ 24 ἀτρακτοί λέγονται ὠριαῖες.

Εἶναι φανερό, ὅτι τό πλάτος κάθε ἀτράκτου, ($15^\circ=1$ ὥρα), ἀντιστοιχεῖ στή διαφορά τοῦ γεωγραφικοῦ μήκους τῶν δύο μεσημβρινῶν τῆς γῆς, πού ὁρίζουν κάθε ἀτρακτο.

Οἱ ἀτρακτοί τῆς γῆς ἀριθμίζονται ἀπό 0 ἕως 23, (ὅπως οἱ ὥρες). Μηδενική παίρνουμε τήν ἀτρακτο, πού διχοτομεῖται ἀπό τόν πρῶτο μεσημβρινό τοῦ Γκρήνουιτς (σχ. 41).

Ἐφοῦ ἡ γῆ χωρίσθηκε στίς 24 ἀτράκτους, συμφωνήθηκε, ὥστε ὅλοι οἱ τόποι, πού περιέχονται σέ κάθε ἀτρακτο νά ἔχουν τήν ἴδια ὥρα· καί μάλιστα τήν ὥρα πού ἀντιστοιχεῖ στό γήινο μεσημβρινό, ὁ ὁποῖος διχοτομεῖ τήν ἀτρακτο. Αὐτή εἶναι ἡ **ἐπίσημη ὥρα**.

Παγκόσμιος χρόνος εἶναι ὁ τοπικός μέσος ἡλιακός χρόνος τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ Γκρήνουιτς.



Σχ. 41 Οι 24 ἄτρακτοι τῆς γῆς

Ἔτσι τόποι πού θρίζονται σέ διαφορετικές ἀτράκτους, ὁποιαδήποτε στιγμή, διαφέρουν μόνο κατά ἀκέραιες ὥρες, δηλαδή τά ρολόγια σέ ὅλους τούς τόπους, σέ ὅλες τίς ἀτράκτους δείχνουν πάντοτε τά ἴδια λεπτά καί δευτερόλεπτα, διαφέρουν μόνο στήν ὥρα (0, 1, 2... 23 ὥρα).

Ἡ Εὐρώπη ἐκτείνεται στίς τρεῖς πρώτες ἀτράκτους. Οἱ ὥρες πού ἀντιστοιχοῦν σ' αὐτές εἶναι: τῆς μηδενικῆς ἀτράκτου (Γκροήνουιτς), **ὥρα δυτικῆς Εὐρώπης**, τῆς 1ης ἀτράκτου, **ὥρα Κεντρικῆς Εὐρώπης**, καί τῆς 2ης ἀτράκτου, **ὥρα ἀνατολικῆς Εὐρώπης**.

Ἡ Ἑλλάδα ἐκτείνεται πάνω στήν 1η καί τή 2η ἀτράκτο. Γιά νά μὴν ἔχουμε ὁμως στή χώρα μας δύο διαφορετικῆς ὥρες, ἀποφασίστηκε ὅλη ἡ Ἑλλάδα νά ἔχει τήν ὥρα τῆς 2ης ἀτράκτου, δηλαδή τῆς

ἀνατολικῆς Εὐρώπης, πού διαφέρει ἀπό τήν ὥρα τῆς ἀτράκτου τοῦ Γκρήνουιτς 2 ὥρες, δηλαδή ὅταν στήν Ἀγγλία ἡ ὥρα εἶναι 12 μεσημέρι, στήν Ἑλλάδα εἶναι 2 ἀπόγευμα.

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

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

Ἑρωτήσεις

- 117) Τί ὀνομάζουμε ἀστρική ἡμέρα;
- 118) Τί ὀνομάζουμε ἀστρικό χρόνο;
- 119) Τί εἶναι ἡ ἀληθινή ἡλιακή ἡμέρα;
- 120) Τί εἶναι ὁ ἀληθινός ἡλιακός χρόνος;
- 121) Τί εἶναι ἡ ἐξίσωση τοῦ χρόνου καί σέ τί μᾶς χρειάζεται;

122) Ὄταν ἔχουμε ἓνα ἀστρικό χρονόμετρο, πῶς μπορούμε νά βροῦμε τήν ὀρθή ἀναφορά ἑνός ἀστέρᾳ;

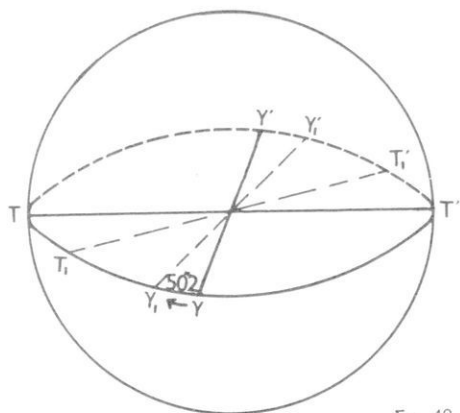
- 123) Τί εἶναι μέσος ἥλιος;
- 124) Τί ὀνομάζουμε μέση ἡλιακή ἡμέρα;
- 125) Τί ὀνομάζουμε μέσο ἡλιακό χρόνο;
- 126) Τί εἶναι τοπικός χρόνος;
- 127) Ποιά εἶναι ἡ ἐπίσημη ὥρα στήν Ἑλλάδα;
- 128) Τί εἶναι παγκόσμιος χρόνος καί τί ἐπίσημη ὥρα;

21. Ἔτος, ἡμερολόγια, ἑορτή τοῦ Πάσχα.

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

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

Έστω ότι, κατά την έαρινή ίσημερια κάποιου έτους, ή γραμμή τών ίσημεριών κατέχει τή θέση $\gamma\gamma'$ τής έκλειπτικής $\gamma\Gamma\Gamma'$ (σχ. 42) καί ότι τό γ είναι τό έαρινό σημείο. Τότε, στή διάρκεια ενός έτους, πού ό ήλιος θά φαίνεται, ότι κινείται κατά τήν όρθή φορά, έξαιτίας τής μεταπτώσεως τών ίσημεριών,



Σχ. 42

ή $\gamma\gamma'$ θά κινήθει κατά τήν ανάδρομη φορά καί θά πάρει τή θέση $\gamma_1\gamma_1'$. Η γ_1 θά είναι ή νέα θέση του γ καί θά διαφέρει από τήν αρχική θέση του γ καί θά διαφέρει από τήν αρχική θέση $50''$, 2. Έτσι, μετά ένα έτος ή νέα ίσημερία θά γίνει, όταν ό ήλιος θά βρεθεί στή θέση γ_1 . Τότε όμως ό ήλιος δέ θά έχει διαγράψει ακόμα όλόκληρη τήν περιφέρεια τής έκλειπτικής. Θά έχει διαγράψει τό τόξο $\gamma\Gamma\Gamma'\gamma_1$, πού διαφέρει από τήν περιφέρεια $50''$, 2. Ωστε ό χρόνος πού χρειάζεται, για νά συμπληρωθούν δύο έαρινές ίσημερίες δέν είναι ένα όλόκληρο αστρικό έτος, αλλά μικρότερο χρονικό διάστημα.

Τροπικό έτος ονομάζουμε τό χρόνο, πού περιέχεται ανάμεσα σέ δύο διαβάσεις του κέντρου του ήλιακού δίσκου από τό έαρινό ίσημερινό σημείο γ , δηλαδή τό χρονικό διάστημα πού μεσολαδεί 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 ακέραιο αριθμό ήμερών καί στήν πρακτική ζωή δέν είναι δυνατό νά χρησιμοποιηθεί για τή μέτρηση τών έτων, θεσπίστηκε τό **πολιτικό έτος**, μέ ακέραιο πάντοτε αριθμό ήμερών.

Γιά νά ύπάρχει έναρμόνιση μεταξύ τής φυσικής διάρκειας του

τροπικού έτους και της διάρκειας του πολιτικού έτους, έπινοήθηκαν κατά καιρούς διάφορα **ήμερολόγια**.

Τό Ίουλιανό και τό Γρηγοριανό ήμερολόγιο. Τό Ίουλιανό ήμερολόγιο είναι αυτό, πού όνομάζομε σήμερα παλαιό ήμερολόγιο. Όνομάζεται Ίουλιανό άπό τό όνομα του Ρωμαίου αυτοκράτορα Ίούλιου Καίσαρα, ό όποιος τό καθιέρωσε τό 44 π.Χ. σ' όλη τήν έκταση του Ρωμαϊκού κράτους.

Έπειδή τό έτος θεωρούταν μέχρι τότε ίσο μέ 365 ήμ., δηλαδή μικρότερο άπό τό τροπικό έτος κατά 0,242217 ήμ. = 5 ώρ. 48 λ. και 48 δ. περίπου, γι' αυτό, στό διάστημα άπό τό 700 π.Χ. έως τό 45 π.Χ., οι χρονολογίες, όπως τίς μετρούσαν, ήταν φυσικό νά **πρωχωρούν** γρηγορότερα άπό τίς έποχές. Έτσι, κατά τήν έαρινή ίσημερία του 45 π.Χ. (23 Μαρτίου τότε), τό ήμερολόγιο προπορευόταν κατά 80 ήμέρες και έλεγε 12 Ίουνίου.

Ό Ίούλιος Καίσαρας κάλεσε, τότε, άπό τήν Άλεξάνδρεια τόν Έλληνα άστρονόμο Σωσιγένη νά διορθώσει τό ήμερολόγιο. Ό Σωσιγένης χρησιμοποίησε τό τροπικό έτος γιά τή μέτρηση των έτών. Έτσι παρέτεινε τό έτος 45 π.Χ. κατά 80 ήμέρες, οι όποιες όμως δέ μετρήθηκαν· γιατί τόσες περισσότερες άκριβώς είχαν μετρηθεί έως τότε, χωρίς στην πραγματικότητα νά έχουν διανυθει. Μέ τόν τρόπο αυτό, τό 44 π.Χ., ή έαρινή ίσημερία ήλθε στην φυσική της θέση, στις 23 Μαρτίου.

Ό Σωσιγένης όμως υπολόγιζε τή διάρκεια του τροπικού έτους ίση μέ 365,25 ήμ., δηλαδή μεγαλύτερη άπό τήν πραγματική. Γι' αυτό και θέσπισε, ώστε τά έτη νά έχουν 365 ήμέρες και σε κάθε τέταρτο έτος νά προσθέεται μία άκόμα ήμέρα ($0,25 \times 4 = 1$ ήμ.). Τά έτη αυτά, πού είχαν 366 ήμέρες, όνομάστηκαν **δίσεκτα**. Καί αυτό, γιατί ή 366ή ήμέρα, αρχικά, εμπαινε άνάμεσα στην 24η και 25η Φεβρουαρίου, πού τότε όνομαζόταν «**εκτη πρό των καλενδών του Μαρτίου**», και μετρούνταν, γιά δεύτερη φορά, ως **δίς εκτη**. Σήμερα ή 366ή ήμέρα των δίσεκτων έτών μετριέται, ως 29η Φεβρουαρίου.

Κατά τους χριστιανικούς χρόνους θεσπίστηκε νά θεωρούνται ως δίσεκτα εκείνα τά έτη, πού ό αριθμός τους είναι διαιρετός τό 4.

Ἐπειδή τό ἔτος τοῦ Ἰουλιανοῦ ἡμερολόγιου ὑπολογίζονταν με-
γαλύτερο ἀπό τό τροπικό, κατά $365,25 - 365,242217 =$
 $0,007783$ ἡμ., γι' αὐτό, κάθε 129 ἔτη, ἡ διαφορά ἔφθανε $0,007783 \times$
 $129 = 1,004$ ἡμέρα. Ἐπομένως κάθε 129 ἔτη οἱ ἡμερομηνίες θά κα-
θυστεροῦσαν, σχετικά μέ τίς ἐποχές, κατά μία ἡμέρα.

Πραγματικά, ἐνῶ τό 44 π.Χ., πού θεσπίστηκε τό Ἰουλιανό ἡμε-
ρολόγιο, ἡ ἔαρινή ἰσημερία ἐγινε στίς 23 Μαρτίου, τό 85 μ.Χ. ἐγινε
στίς 22 Μαρτίου καί τό 214 μ.Χ. ἐγινε ἀκόμα μιὰ ἡμέρα νωρίτερα,
στίς 21 Μαρτίου, πού θά συνεχιζόταν ἄλλα 129 ἔτη, δηλαδή μέχρι
τό 343 μ.Χ. Ὄταν συνῆλθε, τό 325 μ.Χ., ἡ Α' Οἰκουμενική Σύνοδος
καί ὄρισε πότε θά γιορτάζεται τό Πάσχα, ἡ ἔαρινή ἰσημερία, σύμ-
φωνα μέ τό ἡμερολόγιο, ἐγινε στίς 21 Μαρτίου.

Ἡ καθυστέρηση αὐτή στό ἡμερολόγιο, σχετικά μέ τίς ἐποχές,
συνεχιζόταν καί τό 1582 ἡ ἔαρινή ἰσημερία σημειώνονταν ἡμερολο-
γιακῶς στίς 11 Μαρτίου, δηλαδή δέκα ἡμέρες νωρίτερα σέ σύγκριση
μέ τό 365 μ.Χ. Γι' αὐτό ὁ πάπας Γρηγόριος ὁ ΙΓ' ἀναγκάστηκε τότε
νά ἀναθέσει στόν ἀστρονόμο Lilio ἀπό τήν Καλαβρία, α) νά συγ-
χρονίσει τό ἡμερολόγιο μέ τίς ἐποχές καί β) νά τό μεταρρυθμίσει,
ώστε νά σταματήσει ἡ ἀνωμαλία.

Ὁ Lilio, γιά νά καλύψει τήν ἡμερολογιακή καθυστέρηση τῶν
δέκα ἡμερῶν, ἀπό τό 325 μέχρι τό 1582 μ.Χ., ἔκανε ὅ,τι εἶχε κάνει ὁ
Σωσιγένης, δηλαδή πρόσθεσε τίς δέκα ἡμέρες στίς 4 Ὀκτωβρίου
1582 καί θεώρησε τήν ἡμερομηνία αὐτή ὡς 15η Ὀκτωβρίου. Γιατί
οἱ ἡμέρες αὐτές εἶχαν πραγματικά διανυθεῖ, ἀλλά δέν εἶχαν μετρη-
θεῖ. Ἐξἄλλου, γιά νά μήν ἐπαναληφτεῖ τό λάθος, ὄρισε κάθε 400 ἔτη
νά θεωροῦνται δίσεκτα ὄχι τά 100, ἀλλά μόνο τά 97. Ἔτσι κάθε
τέσσερις αἰῶνες ἡ ἐτήσια διαφορά τῶν 0,007783 ἡμ. γίνεται:
 $0,007783 \times 400 = 3,1132$ ἡμέρες. Γι' αὐτό καί θέσπισε τόν παρακάτω
κανόνα γιά τόν ὑπολογισμό τῶν δίσεκτων ἐτῶν: **Ἀπό τά ἐπαιώνια**
ἔτη (πού δείχνουν ὀλόκληρους αἰῶνες καί ὄχι κλάσματά τους) **δίσε-**
κτα εἶναι μόνο αὐτά πού ὁ ἀριθμός τῶν αἰῶνων (16, 17, 18, 19, 20
κλπ.) **διαίρεται ἀκριβῶς μέ τό 4.** Ἔτσι δίσεκτα εἶναι μόνο τά
(ἐπαιώνια) ἔτη 1600, 2000, 2400 κλπ., ἐνῶ κατά τό Ἰουλιανό ἡμε-
ρολόγιο ὅλα τά ἐπαιώνια ἔτη ἦταν δίσεκτα.

Μέ τή ρύθμιση αὐτή ὑπάρχει πάλι καθυστέρηση στό ἡμερολό-
γιο, ἀλλά εἶναι μία ἡμέρα περίπου κάθε 4000 ἔτη.

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

Τό Γρηγοριανό ἡμερολόγιο τό δέχτηκαν ὄλα τά πολιτισμένα κράτη. Στήν Ἑλλάδα ἐγινε 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 ἐγινε 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 κατά τήν ἡμέρα τῆς πανσέληνου, πού γινόταν μετά τήν ἔαρινή ἰσημερία, καί ἐπειδή ὁ Ἰησοῦς Χριστός ἀναστήθηκε μετά τήν ἑορτή τοῦ ἑβραϊκοῦ πάσχα, δηλαδή μετά τήν ἔαρινή πανσέληνο, γι' αὐτό ἡ Α' Οἰκουμενική Σύνοδος, στή Νίκαια τό 325 μ.Χ., θέσπισε γιά τόν ἑορτασμό τοῦ Πάσχα τόν ἐξῆς κανόνα:

Τό Χριστιανικό Πάσχα πρέπει νά γιορτάζεται τήν πρώτη Κυριακή μετά τήν πανσέληνο, πού θά γίνει κατά τήν ἡμέρα τῆς ἔαρινῆς ἰσημερίας ἢ μετά ἀπ' αὐτή. Ἐν ὅμως ἡ πανσέληνος γίνει Κυριακή, τότε τό Πάσχα θά ἑορτάζεται τήν ἐπόμενη Κυριακή. Αὐτό ἐγινε, γιά νά μή συμπίπτει ποτέ τό Χριστιανικό μέ τό Ἑβραϊκό Πάσχα.

Ἐπομένως, γιά νά βροῦμε, πότε θά γιορταστεῖ τό Πάσχα κάποιο ἔτος, εἶναι ἀρκετό νά γνωρίζουμε, ποιά εἶναι ἡ ἡμερομηνία τῆς ἔαρινῆς πανσέληνου. Τότε Πάσχα θά ἔχουμε τήν πρώτη, μετά τήν πανσέληνο, Κυριακή. Ἡ ἡμερομηνία τῆς ἔαρινῆς πανσέληνου ὑπολογίζεται ἀπό τούς Ὁρθόδοξους μέ τόν ὀνομαζόμενο κύκλο τοῦ Μέτωνα.

Τό παγκόσμιο ἡμερολόγιο. Ἀπό τά ἡμερολόγια, πού ἔχουν προταθεῖ, αὐτό πού φαίνεται ὅτι βρῖσκεται πιό κοντά στή λύση τοῦ θέματος τῆς καθυστέρησης 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 πρῶτοι μῆνες τῶν τριμήνων (Ἰανουάριος, Ἀπρίλιος, Ἰούλιος καί Ὀκτώβριος) ἔχουν ἀπό 31 ἡμέρες. Ὅλοι οἱ ἄλλοι μῆνες ἔχουν ἀπό 30. Ἐτσι τό ἔτος ἔχει συνολικά (4×91) 364 ἡμέρες καί 52 ἑβδομάδες ($52 \times 7 = 364$).

Ἡ 1η ἡμέρα τοῦ ἔτους καί ἡ 1η κάθε τρίμηνου 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 μιάς ημέρας της έβδομάδας θα είναι οι ίδιες πάντοτε με μία ημέρα άλλης έβδομάδας, δηλαδή μία γιορτή, π.χ. του Άγιου Δημητρίου, που γιορτάζεται στις 26 Οκτωβρίου, θα είναι πάντοτε ημέρα Πέμπτη.

Το 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 μέ ρ α λ ε υ κ ή . Δέ θα έχει δηλαδή όνομα και αριθμηση, γι' αυτό και θα ονομάζεται λ ε υ κ ή ή μ ε ρ α . Η ημέρα αυτή, που μπαίνει μεταξύ 30 Δεκεμβρίου (Σάββατο) και 1ης του έτους (Κυριακή), θα είναι αφιερωμένη σε παγκόσμιο έορτασμό.

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

Το παγκόσμιο ημερολόγιο, αν γίνει τελικά δεκτό, θα είναι παγκόσμιο πραγματικά, γιατί θα ισχύει σ' όλο τον κόσμο. Μέχρι τώρα τό έχουν αποδεχτεί ο Ο.Η.Ε., όλοι οι άρχηγοί των διάφορων θρησκειών, αλλά και γενικότερα όλοι οι παγκόσμιοι οργανισμοί (οικονομικοί, εργατικά συνδικάτα κλπ). Δεν έχει όμως ακόμα αρχίσει ή χρησιμοποιήσει του, γιατί πρέπει, πρώτα να γίνει ή σχετική διαφώτιση των λαών. Η απλότητά του φαίνεται στον 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. 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 |
| Σημείωση: Η λευκή ημέρα στα κοινά έτη μπαίνει μετά τις 30 Δεκεμβρίου. Η λευκή ημέρα στα δίσεκτα μπαίνει μετά τις 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 χρησιμοποιηθεῖ;

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 Βαϊτσζάικερ (Carl von Weizsaecker). Διατυπώθηκε τό 1944 καί συμπληρώθηκε τό 1951 ἀπό τόν ἀστρονόμο Κόυπερ (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 ἑξῆς:

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

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

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

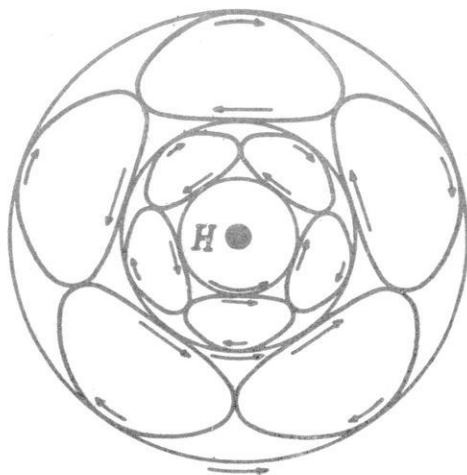
δ) Ὁ ἥλιος καί ὅλοι οἱ πλανῆτες, ἐκτός ἀπό ἓνα, περιστρέφονται γύρω ἀπό τόν ἄξονά τους ἀπό τή Δ πρός τήν Α. Τήν ἴδια κίνηση ἐκτελοῦν καί οἱ δακτύλιοι τοῦ Κρόνου.

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 ἀεριοῶδη ἢ νεφελική ὕλη, ὑδρογόνο 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, ἕξαιτίας 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 ἐξελίχθηκαν 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 ἐξελίχθηκαν ἀργότερα σέ πρωτοπλανῆτες. Οἱ κεντρικοί πυρήνες τῶν πρωτοπλανητῶν περιεῖχαν ὑδρογόνο, ἥλιο, ὑδρατμούς καί ἀμμωνία.

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 καί άλλοι νά δέχονται ύλη καί έτσι νά αυξάνει ή μάζα τους. Οί δορυφόροι τών πλανητών δημιουργήθηκαν από τούς πρωτοπλανήτες, όπως δημιουργήθηκαν οί πλανήτες γύρω από τόν πρωτόηλιο. Δηλαδή sé μερικούς πρωτοπλανήτες, από όρισμένα αίτια, σχηματίστηκε γύρω τους ένας περιστροφόμενος δίσκος, όπως αυτός πού σχηματίστηκε γύρω από τόν πρωτόηλιο, από τόν όποιο δημιουργήθηκαν οί δορυφόροι.

23. Διαστολή καί ήλιξία τοῦ Σύμπαντος.

Ο Ἄμερικανός αστρονόμος Σλάιφερ (Slipher) παρατήρησε, από, τό 1912, ότι οί περισσότεροι γαλαξίες παρουσιάζουν μετάθεση στίς γραμμές τοῦ φάσματός τους πρὸς τό ἐρυθρό. Αυτό φανέρωνε πώς οί γαλαξίες απομακρύνονται μέ ταχύτητα μερικές ἑκατοντάδες χιλιόμετρα τό δευτερόλεπτο. Ἀργότερα οί Ἄμερικανοί αστρονόμοι Χάμπλ (Hubble) καί Χιούμασον (Humason), διαπίστωσαν ότι απομάκρυνση παρουσιάζαν καί οί πολύ απομακρυσμένοι από μᾶς ἀμυδροί γαλαξίες. Βοήκαν μάλιστα, ότι όσο πιά μακριά βρίσκονται οί γαλαξίες, τόσο οί ταχύτητες πού απομακρύνονται εἶναι μεγαλύτερες.

Ἀφοῦ ὅμως οί γαλαξίες απομακρύνονται μέ κάποια ταχύτητα καί μέ μεγαλύτερη ταχύτητα αὐτοί πού βρίσκονται πιά μακριά, συμπεραίνουμε πώς τό σύμπαν φαίνεται νά διαστέλλεται. Γι' αὐτό καί τό φαινόμενο τῆς απομακρύνσεως τών γαλαξιών ὀνομάζεται διαστολή τοῦ σύμπαντος.

Δεχόμεστε, σήμερα, τή θεωρία τοῦ Lemaitre (Λεμαίτρο), ότι οί γαλαξίες προήλθαν από τήν ἔκρηξη ἑνός ἀρχικοῦ «πυκνοῦ» –ἀτόμου. Ἄν οί ταχύτητες, πού δημιουργήθηκαν από τήν ἔκρηξη καί πού θά πρέπει νά μὴν ἦταν ἴσες, ἔξακολουθοῦν νά παραμένουν σταθερές μεταξύ τους, τότε καί οί ἀποστάσεις μεταξύ τών γαλαξιών θά πρέπει νά εἶναι ἀνάλογες μέ τίς ταχύτητές τους. Μ' αὐτό τόν τρόπο μπορούμε νά ὑπολογίσουμε, πότε ἔγινε ή ἀρχική ἔκρηξη, γιατί γνωρίζουμε τίς ἀποστάσεις, πού ἔχουν ἀρκετά σμήνη γαλαξιών καί μάλιστα τά πιά απομακρυσμένα από μᾶς. Μποροῦμε δηλαδή νά ὑπολογίσουμε πρὶν πόσο χρόνο οί γαλαξίες καί τά σμήνη ἦταν συγκεντρωμένα στήν ἀρχική σφαίρα. Ἀπό τό νόμο τῆς διαστολῆς

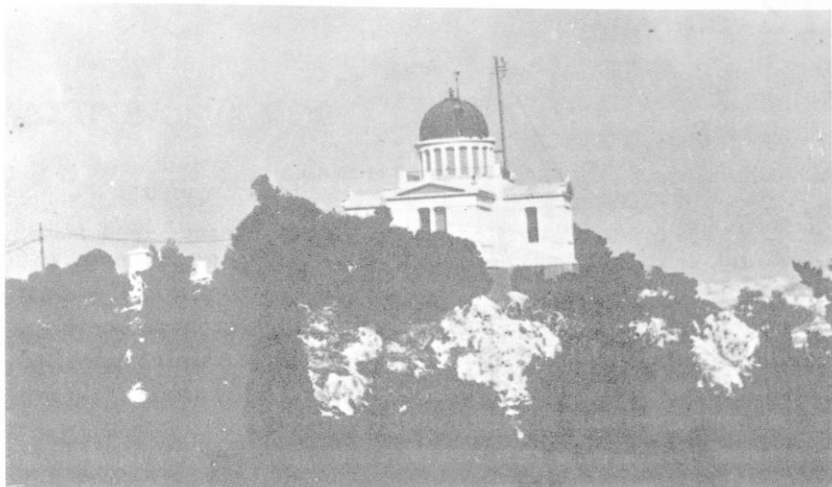
καί μέ ὀρισμένα δεδομένα θρῖσκεται τιμή μεγαλύτερη ἀπό 10^{10} ἔτη. Δηλαδή ἀπό τότε πού ἄρχισε ἡ διαστολή μέχρι σήμερα ἔχουν περάσει περισσότερα ἀπό 10^{10} ἔτη. Τό διάστημα αὐτό τό ὀνομάζουμε ἡλικία τοῦ σύμπαντος. Σήμερα δεχόμαστε πώς ἡ ἡλικία τοῦ σύμπαντος πρέπει νά εἶναι 18 ἢ 20 δισεκατομμύρια ἔτη.

Ἄρχή καί τέλος τοῦ σύμπαντος. Ἡ Κοσμογονία κατόρθωσε νά εἰσδύσει στά βάθη τοῦ σύμπαντος, μέχρι τήν ἀρχή τῆς διαστολῆς του, ὅταν σχηματίζονταν τά στοιχεῖα τῆς ὕλης. Δέν κατόρθωσε ὅμως ἀκόμα νά δώσει ἀπάντηση στό βασικό ἐρώτημα: Πώς δημιουργήθηκε τό ἀρχικό καί πολύ πυκνό σύμπαν-ἄτομο; Ἀπό πού πῆρε τήν πρώτη κίνησή του; Τό ζήτημα αὐτό παύει νά εἶναι πρόβλημα ἀστρονομικό. Εἶναι καθαρά μεταφυσικό καί ὁ ἀνθρώπινος νοῦς εἶναι ἀνίσχυρος νά τό ἀντιμετωπίσει. Δέν μπορεῖ ὅμως κανεῖς νά δεχτεῖ καί τήν ὑπόθεση ὅτι δημιουργήθηκε μόνο του, τυχαῖα. Γι' αὐτό καί ὁ ἐπιστήμονας προσφεύγει στή μόνη λογική ἀπάντηση, πώς τό πολύ πυκνό σύμπαν-ἄτομο δέ δημιουργήθηκε μόνο του, ἀλλά εἶναι δημιούργημα μιᾶς Ἀνωτέρας Δυνάμεως. Γι' αὐτό καί πολύ σωστά λέγεται, πώς ὁ Δημιουργός τοῦ κόσμου δέν ἀποδεικνύεται, ἀλλά ἀποκαλύπτεται μέσα στό σύμπαν.

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

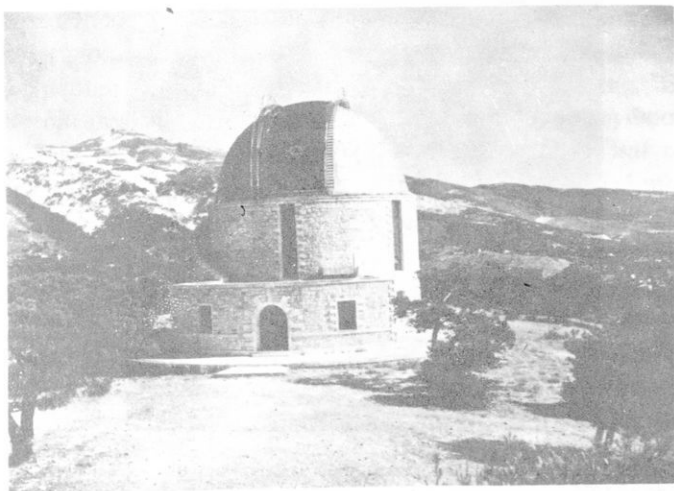
Ἐρωτήσεις

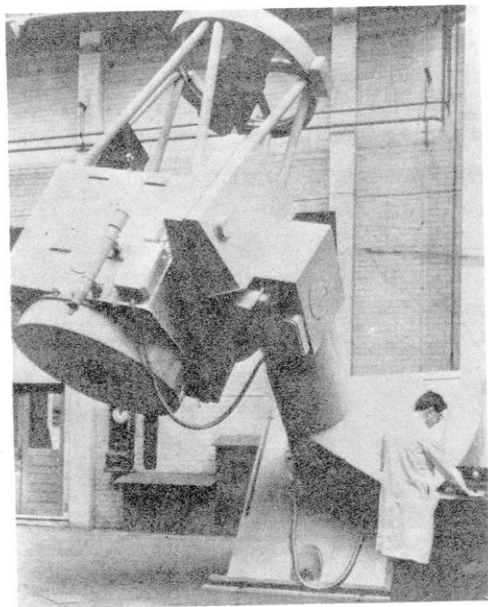
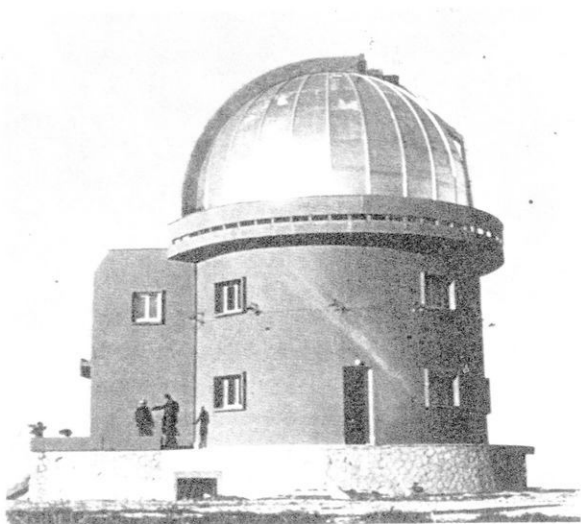
- 138) Ποιά θεωρία ἰσχύει σήμερα γιά τήν προέλευση τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος;
- 139) Τί εἶναι ἡ διαστολή τοῦ Σύμπαντος καί ποιοί τῆ διαπίστωσαν;
- 140) Πώς δημιουργήθηκε τό Σύμπαν;



Είκ. 24. Τό Ἀστεροσκοπεῖο Ἀθηνῶν, λειτουργεῖ ἀπό τό 1846.

Είκ. 25. Τό Ἀστεροσκοπεῖο Πεντέλης, λειτουργεῖ ἀπό τό 1960.





Εικ. 26. Τό νέο Άστεροσκοπείο στό Κρυονέρι τής Κορινθίας σέ λειτουργία άπό τό 1976.

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

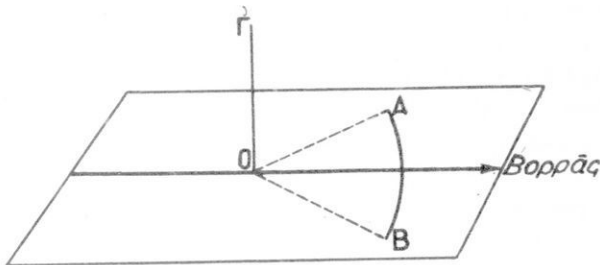
24. Γνώμονας και τηλεσκόπιο.

Ο γνώμονας είναι το πιο απλό από τα αστρονομικά όργανα. Τόν χρησιμοποίησαν πολύ οι αστρονόμοι όλων των λαών και ιδιαίτερα οι Έλληνες από την αρχαιότητα.

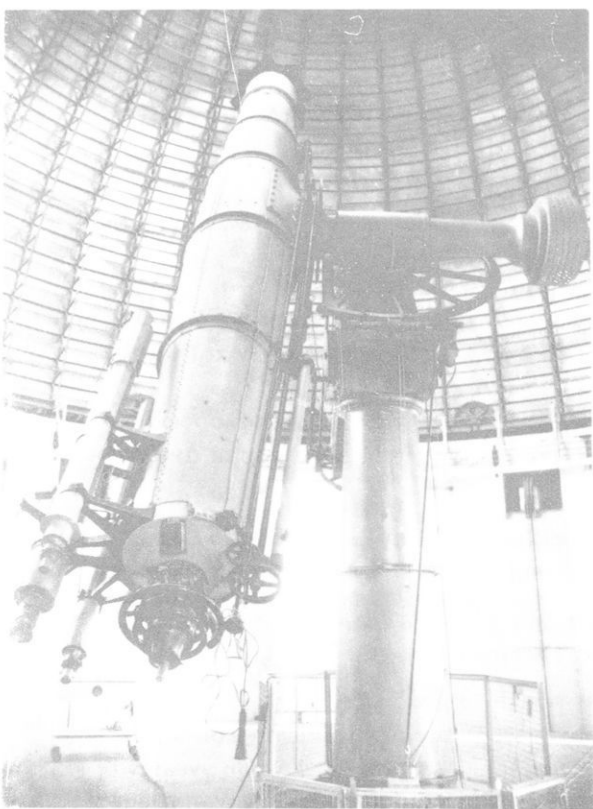
Ο γνώμονας είναι ένας στύλος, που στερεώνεται κατακόρυφα σε οριζόντιο επίπεδο και σε θέση που να πέφτουν πάνω του οι ακτίνες του ήλιου, ώστε να ρίχνει πίσω του σκιά.

Με τό γνώμονα μπορούν να μελετηθούν πολλά αστρονομικά φαινόμενα, όπως: α) η ήμερομηνία που αρχίζει κάθε εποχή του έτους, β) η διάρκεια του τροπικού έτους, γ) η τιμή της λοξώσεως της εκλειπτικής, δ) η μεταβολή της αποκλίσεως του ήλιου κάθε ημέρα, ε) ο πραγματικός ηλιακός χρόνος κατά την ημέρα, στ) ο ακριβής καθορισμός των κύριων σημείων του ορίζοντα σ' ένα τόπο.

Για να καθορίσουμε τη διεύθυνση της μεσημβρινής γραμμής, εργαζόμαστε ως εξής: Κάποια στιγμή, πριν από τό μεσημέρι, σημειώνουμε στο οριζόντιο επίπεδο τό μήκος της σκιάς ΟΑ του γνώμονα ΟΓ (σχ. 44). Ύστερα μέ κέντρο τό Ο και ακτίνα ΟΑ γράφουμε περιφέρεια κύκλου. Σε λίγο θά παρατηρήσουμε, ότι όσο πλησιάζει μεσημέρι, η σκιά αρχίζει να μικραίνει σιγά-σιγά και μόλις γίνει ακριβώς μεσημέρι, η σκιά παίρνει τό μικρότερο μήκος της. Έπειτα αρχίζει πάλι σιγά-σιγά ή σκιά να 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 την παρατήρηση και



Σχ. 44



Εικ. 27. Τό διοπτρικό τηλεσκόπιο του Ἀστεροσκοπείου Πεντέλης ἔχει διάμετρο φακοῦ 625 mm.

ἐντελῶς ἀμελητέο. Ἡ ἀκρίβειά τους φτάνει περίπου τὸ ἓνα ἑκατοτακισχιλιοστὸ τοῦ δευτερολέπτου.

Τό ἀστερονομικὸ τηλεσκόπιο ἀποτελεῖται ἀπὸ σωλῆνα, πού στό ἓνα ἄκρο του, αὐτὸ πού στρέφεται πρὸς τὸν οὐρανό, φέρει σύστημα φακῶν, πού ὀνομάζεται **ἀντικειμενικὸ** καὶ στό ἄλλο ἄκρο, ἐκεῖ πού ὁ παρατηρητὴς τοποθετεῖ τὸν ὀφθαλμὸ του, φέρει ἄλλο σύστημα φακῶν, πού ὀνομάζεται **προσοφθάλμιο**.

Διοπτρικὸ τηλεσκόπιο (εἰκ. 27) ὀνομάζεται τὸ τηλεσκόπιο πού ἔχει ἀντικειμενικὸ σύστημα φακῶν.

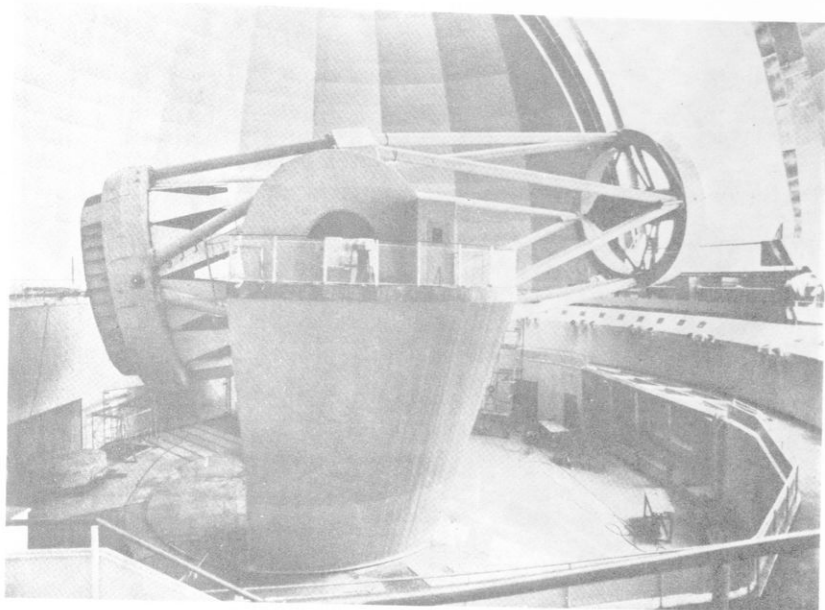
Ἐπάρχουν τηλεσκοπία, πού γιὰ ἀντικειμενικὸ σύστημα φακῶν ἔχουν κοῖλο κάτοπτρο, γυάλινο ἢ μεταλλικόν. Αὐτὰ ὀνομάζονται **κατοπτρικὰ** τηλεσκόπια (εἰκ. 28 καὶ 29).

φέρουμε τὴ διχοτόμο OB τῆς γωνίας AOB . Ἡ διχοτόμος αὐτὴ μᾶς δίνει τὴ διεύθυνση τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς.

Με τὴ βοήθεια τοῦ γνώμονα λειτουργοῦν τὰ **ἡλιακὰ ρολόγια**.

Γιὰ νὰ μετροῦμε τὸ χρόνο, τὸν ἀστρικό ἢ μέσο ἡλιακόν, χρησιμοποιοῦμε ρολόγια με μεγάλη ἀκρίβεια, πού ὀνομάζονται **χρονόμετρα**. Τὸ σφάλμα τους εἶναι δυνατό νὰ περιοριστεῖ σὲ μικρὸ κλάσμα, συνήθως τὸ ἑκατοστὸ τοῦ δευτερολέπτου τὴν ἡμέρα.

Μετά τὸν πόλεμο κατασκευάζονται **ἠλεκτρικὰ χρονόμετρα**, πού εἶναι δυνατό νὰ περιορίσουν τὸ σφάλμα τους, ὥστε νὰ καταντᾶ αὐτὸ



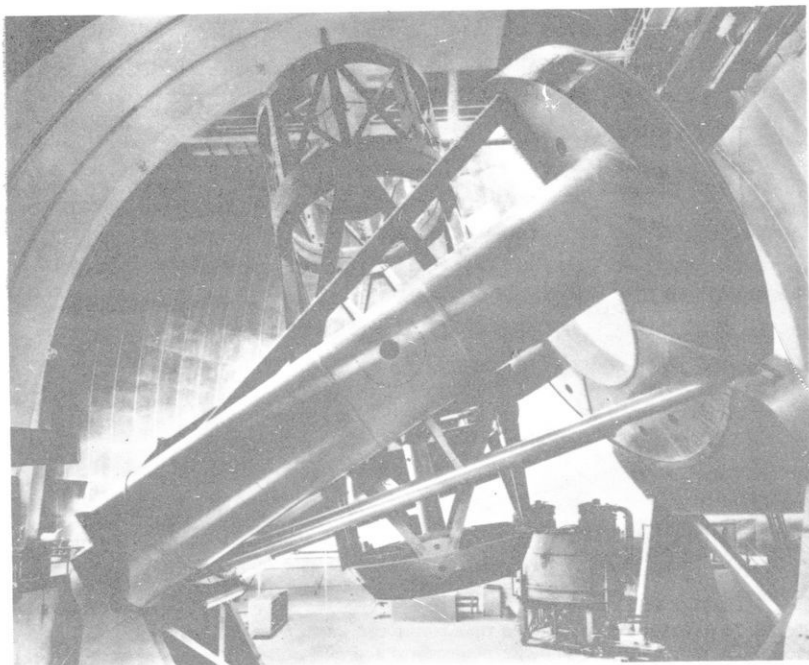
Εικ. 28. Τό μεγαλύτερο κατοπτρικό τηλεσκόπιο τού κόσμου. Βρίσκεται στόν Καύκασο (Σοβιετική Ένωση) έχει διάμετρο κατόπτρου 6 m.

Χρησιμοποιούμε κάτοπτρα αντί γιά φακούς, διότι ή κατασκευή φακῶν μέ διάμετρο μεγαλύτερη ἀπό ένα μέτρο παρουσιάζει δυσκολία, μιά καί είναι ἀνάγκη νά γίνουν λείες τέσσερις ἐπιφάνειες, δύο γιά τόν κάθε φακό· ἐνώ στά κάτοπτρα γίνεται λεία μιά μονάχα ἐπιφάνεια, ή **ἀνακλαστική** ἐπιφάνεια.

25. Τά μεγαλύτερα τηλεσκόπια καί ραδιοτηλεσκόπια.

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

- α) Ἐπί τῶν διοπτρικών τῶν τηλεσκοπίων τού Ἀστεροσκοπείου τού Yerkes (Γιέρκις) τῆς Ἀμερικῆς. Ἔχει διάμετρο 1,02 m καί ἐστιακή ἀπόσταση 19,3 m.
- β) Ἐπί τῶν κατοπτρικών τῶν τηλεσκοπίων τού Καυκάσου τῆς Σοβιετικῆς Ἐνώσεως εἶναι τό πρῶτο (εἰκ. 28). Ἔχει διάμετρο 6 m. Δεύτερο εἶναι τό Ἀστεροσκοπιο 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 Ἀστεροσκοπείου του Palomar τῆς Ἀμερικής ἔχει διάμετρο κατόπτρου 5 m.

Σύγχρονα καί καλύτερα σέ ἀπόδοση τηλεσκόπια εἶναι τά δί-
δυμα τηλεσκόπια του Kitt Peak στήν Ἀριζόνα (Η.Π.Α) καί του
Cerro Tololo τῆς Χιλῆς (Νότια Ἀμερική), μέ διάμετρο 4 m.

Στήν Εὐρώπη τό μεγαλύτερο διοπτρικό τηλεσκόπιο εἶναι τοῦ
ἀστεροσκοπείου τῆς Meudon (Μεντόν), στό Παρίσι. Ἔχει διάμετρο
83 cm καί ἔστιακή ἀπόσταση 16,2 m. Στήν Ἑλλάδα ὑπάρχει τό δι-
οπτρικό τηλεσκόπιο τοῦ ἀστρονομικοῦ σταθμοῦ Πεντέλης, πού ἔχει
διάμετρο 62,5 cm καί ἔστιακή ἀπόσταση 8,8 m (εἰκ. 27). Θεωρεῖται
ἀπό τά σχετικῶς μεγαλύτερα στόν κόσμο. Τό 1976 ἀποκτήσαμε,
στήν Ἑλλάδα, καί κατοπτρικό τηλεσκόπιο. Βρίσκεται στόν ἀστρο-
νομικό σταθμό Κρονονερίου Κορινθίας (ὑψομ. 900 m). Ἔχει διάμε-
τρο 1,20 m. Εἶναι τό μεγαλύτερο τηλεσκόπιο στά Βαλκάνια καί ἀπό
τά μεγαλύτερα στήν Εὐρώπη (εἰκ. 26).

Τά τηλεσκόπια, πού χρησιμεύουν γιά τήν έρευνα τής φυσικής καταστάσεως τών ουράνιων σωμάτων καί γενικά γιά τήν έξέταση 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 εύρύ όπτικό πεδίο. Έτσι μπορούν νά φωτογραφίζουν εκτάσεις σέ πολλές τετραγωνικές μοίρες του ουρανού. Αντίθετα, τά διοπτρικά καί κατοπτρικά τηλεσκόπια, όσο μεγαλύτερα είναι, τόσο περισσότερο περιορισμένο έχουν τό όπτικό τους πεδίο· περιορίζεται σέ λίγα τετραγωνικά λεπτά τής μοίρας.

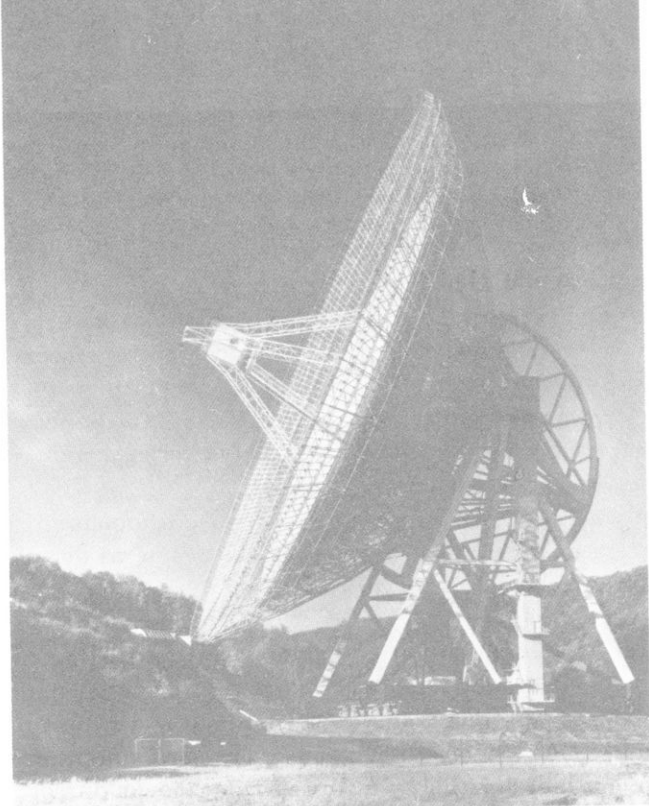
Μέ τά τηλεσκόπια Σμίτ μπορούμε νά φωτογραφίσουμε πολύ άμυδρούς άστέρες σέ πολύ μικρό σχετικά χρόνο, ενώ μέ τά συνηθισμένα χρειάζεται πολύωρη έκθεση γιά τά άμυδρά αντικείμενα, όπως είναι οί μακρινοί γαλαξίες.

Γιά νά γίνεται ειδική μελέτη στά ουράνια σώματα, στή θέση του προσοφθάλμιου συστήματος τών τηλεσκοπίων 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 όπτικά τηλεσκόπια, αλλά δέκτες ραδιοφωνικών κυμάτων καί συγκεντρώνουν ραδιοφωνική άκτινοβολία (μήκος κύματος από 0,25 cm έως 30 m).²

Η έξέταση τών ουράνιων σωμάτων καί γενικότερα του σύμπαντος μέ αυτά τά «τηλεσκόπια» άνοιξε νέους όρίζοντες στήν Αστρονομία, μέ άποτέλεσμα νά δημιουργηθεί νέος κλάδος της, ή **Ραδιοαστρονομία**. Όσοι άστέρες εκπέμπουν φυσικά ραδιοκύματα, ονομάζονται **ραδιαστέρες** καί οί γαλαξίες **ραδιογαλαξίες**.

Τά μεγαλύτερα ραδιοτηλεσκόπια σήμερα (1976) δρίσκονται στό Green Bank Δυτ. Βιργινίας (Η.Π.Α.) καί στή Βόννη τής Γερμανίας μέ διάμετρο κατόπτρου 100 m (είκ. 30).



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

Έρωτήσεις

- 141) Τι έργασίες μποροῦν νά γίνουν μέ τό γνώμονα;
- 142) Πόσα εἶδη χρονομέτρων ἔχουμε;
- 143) Τι ὀνομάζουμε διοπτρικό τηλεσκόπιο;
- 144) Τι ὀνομάζουμε κατοπτρικό τηλεσκόπιο;
- 145) Ποιά εἶναι τά μεγαλύτερα κατοπτρικά τηλεσκόπια στόν κόσμο;
- 146) Ποιό εἶναι τό μεγαλύτερο διοπτρικό τηλεσκόπιο στήν Εὐρώπη;
- 147) Τι εἶναι τά τηλεσκόπια Σμίτ;
- 148) Ποιό εἶναι τό μεγαλύτερο τηλεσκόπιο στήν Ἑλλάδα;
- 149) Τι εἶναι τά ραδιοτηλεσκόπια καί ποῦ βρίσκονται τά μεγαλύτερα ἀπό αὐτά;

ΑΣΤΡΟΝΑΥΤΙΚΗ

26. Κίνηση τεχνητών δορυφόρων.

Τά ταξίδια στο διάστημα και ή αστροναυτική έχουν μιá ιστορία, πού θυθίζεται στην έλληνική προϊστορία. Ό μυθικός Ίκαρος πέταξε πρώτος στο διάστημα μέ τεχνητά (κέρινα) φτερά, πού διαλύθηκαν από τή θερμότητα του ήλιου και πνίγηκε στο πέλαγος, πού από τό όνομά του όνομάζεται Ίκάριο πέλαγος.

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

Άπό τό 1937, οί Γερμανοί προγραμματίζουν τήν κατασκευή πυραύλων μέ επικεφαλής τόν Wernher von Braun (Βέρνερ φόν Μπράουν). Στο δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, 1942, έκτοξεύεται μέ έπιτυχία ό πρώτος γερμανικός πύραυλος V–2, πού έφθασε σέ 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 μέ έπιτυχία ό πρώτος τεχνητός δορυφόρος τής γής.

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

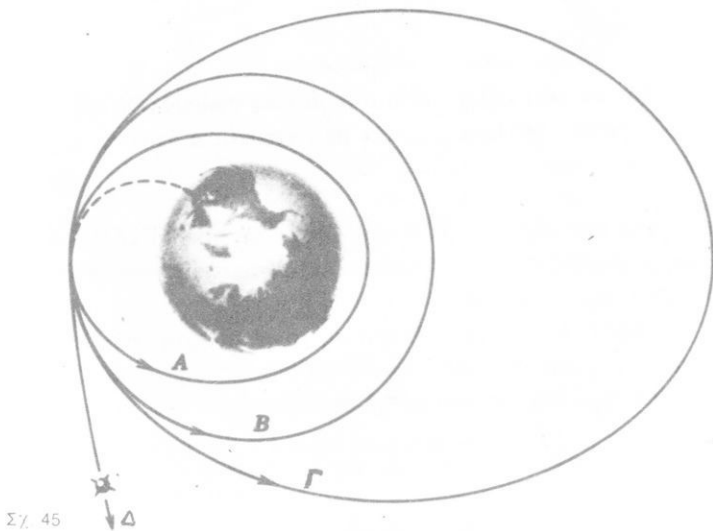
$$V^2 = 2GM/R \text{ ή } V = \sqrt{2GM/R}$$

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. Ἐὰν 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 τροχιᾶς τοῦ δορυφόρου καὶ ἀπὸ τὴ μάζα τῆς γῆς. Ἡ μέση ἀκτίνα καὶ τὸ σχῆμα (ἢ μορφή) τῆς τροχιᾶς 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 διεύθυνσή του σχετικὰ μὲ τὸ γήινο οὐρανόντα.

Γιὰ νὰ κινηθεῖ ἕνας δορυφόρος πάνω σὲ κυκλική τροχιά (σχ. 45



τροχιά Β), θά πρέπει ή ταχύτητά του, στό αντίστοιχο ύψος, νά εἶναι ὀρισμένη. "Αν ή ταχύτητα εἶναι μικρότερη ἀπό ἐκείνη πού δίνει κυκλική τροχιά καί ή διεύθυνση τῆς τροχιάς εἶναι παράλληλη στόν τοπικό ὀρίζοντα, τότε ὁ δορυφόρος θά διαγράψει τήν ἔλλειπτική τροχιά Α. "Αν πάλι, ή ταχύτητα εἶναι μεγαλύτερη ἀπό τήν κυκλική ταχύτητα, τότε θά διαγράψει τήν ἔλλειπτική τροχιά Γ (σχ. 45).

Οἱ τρεῖς κοσμικές ταχύτητες. Ἡ ταχύτητα, πού πρέπει νά ἔχει ἕνα σῶμα σέ ὀρισμένο ὕψος γιά νά μπεῖ σέ κυκλική τροχιά, ὀνομάζεται πρώτη κοσμική ταχύτητα.

"Όταν ἕνα σῶμα ἀποκτήσει τήν ταχύτητα διαφυγῆς, δηλαδή 11,2 km/sec, τότε θά διαγράψει παραβολή (σχ. 45 τροχιά Δ). "Αν τέλος τό σῶμα κινηθεῖ μέ ταχύτητα μεγαλύτερη ἀπό 11,2 km/sec, τότε θά διαγράψει ὑπερβολή. Καί στίς δύο περιπτώσεις τό σῶμα θά ἐγκαταλείψει τή γῆ καί δέ θά γυρίσει ποτέ σ' αὐτή. Ἡ ταχύτητα διαφυγῆς ὀνομάζεται παραβολική ταχύτητα ἢ δεύτερη κοσμική ταχύτητα.

Κάθε σῶμα, πού κινεῖται μέ τή δεύτερη κοσμική ταχύτητα, γίνεται τεχνητός πλανήτης, δηλαδή περιφέρεται γύρω ἀπό τόν ἥλιο καί ἔλκεται ἀπ' αὐτόν. Γιά νά φύγει αὐτό τό σῶμα καί νά μή μπεῖ σέ τροχιά γύρω ἀπό τόν ἥλιο, νά ξεφύγει δηλαδή ἀπό τό ἡλιακό σύστημα, πρέπει νά ἐκτοξευτεῖ ἀπό τήν ἐπιφάνεια τῆς γῆς καί πρὸς τή διεύθυνση τῆς κινήσεώς της γύρω ἀπό τόν ἥλιο, μέ ταχύτητα 16,6 km/sec. Ἡ ταχύτητα αὐτή ὀνομάζεται τρίτη κοσμική ταχύτητα. Τό 1974 κατασκευάστηκαν πύραυλοι, πού ἀναπτύσσουν τέτοια ταχύτητα.

"Όταν πρόκειται νά μπουῖν δορυφόροι σέ τροχιά γύρω ἀπό τή γῆ ἢ νά σταλοῦν ὀχήματα στή σελήνη ἢ στούς ἄλλους πλανήτες, χρησιμοποιοῦνται προωθητικοί πύραυλοι. Αὐτό γίνεται, γιατί στήν ἀνώτερη ἀτμόσφαιρα λείπει τό πυκνό στρώμα ἀέρα, πού θά μπορούσαν νά χρησιμοποιηθοῦν ἔλικες ἢ πτερύγια γιά νά δώσουν σταθερή διεύθυνση σ' αὐτούς.

Ἡ κίνηση τοῦ ὀχήματος (πύραυλου) στό διάστημα στηρίζεται στό γνωστό ἀξίωμα τῆς δράσεως καί ἀντιδράσεως.

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

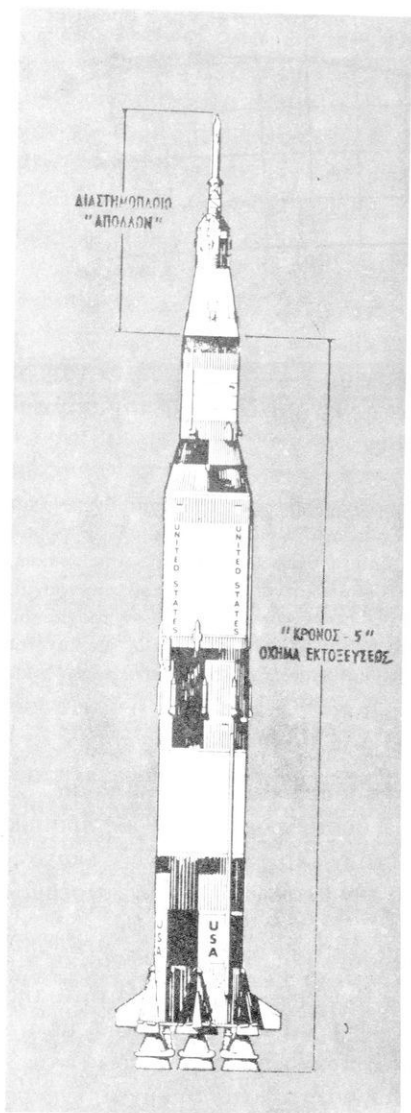
Προκαλούμε καύση, πού παράγει ενέργεια και με τη βοήθεια της ενέργειας αυτής προωθούνται τὰ ἀέρια, πού δημιουργούνται ἀπό τήν καύση. Στόν πύραυλο χρησιμοποιείται μίγμα ἀπό καύσιμη οὐσία και ὀξυγόνο, πού χρειάζεται για τήν καύση. Ἡ ποσότητα ἀερίων πού παράγεται μέσα στόν πύραυλο, ὄση εἶναι ἀπαραίτητη, θγαίνει και κινεῖται πρὸς τὰ πίσω, ἐνῶ ὄλο τό ὄχημα προωθείται πρὸς τήν ἀντίθετη φορά, σύμφωνα με τήν ἀρχή τῆς ἀντιδράσεως. Τό ἀέριο, πού παράγεται, θρῖσκειται σέ μεγάλη θερμοκρασία και πίεση και ἔτσι, θγαίνοντας, ἐκτονώνεται πρὸς μιὰ διεύθυνση και 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. 46α και 46β), με τόν ὁποῖο ἐκτοξεύτηκαν τὰ διαστημόπλοια τοῦ προγράμματος «Ἀπόλλων» τῆς NASA.

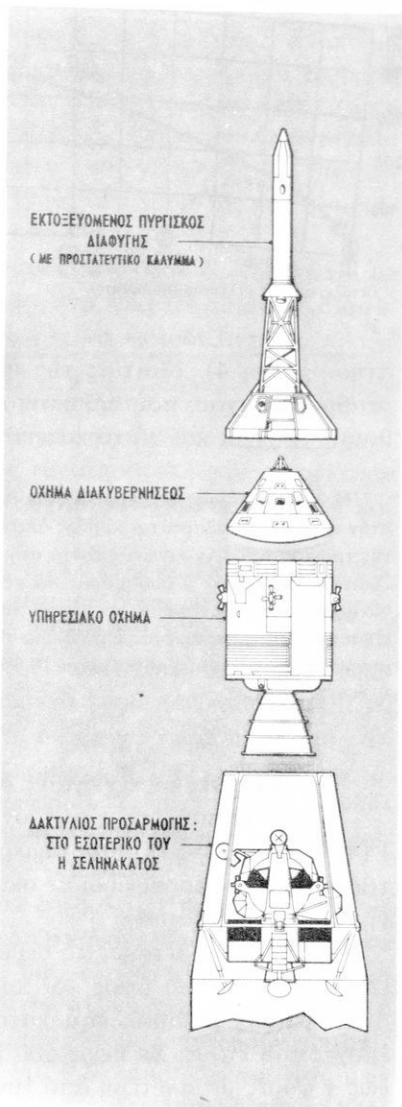
Τοποθέτηση δορυφόρου σέ τροχιά. Ἐπειδή ἡ γῆ περιστρέφεται γύρω ἀπό τόν ἄξονά της ἀπό τή Δ πρὸς τήν Α, πρὸς τήν ἴδια κατεύθυνση ἐκτοξεύονται και οἱ δορυφόροι. Αὐτό γίνεται, για νά ἐκμεταλλευτοῦμε και τήν ταχύτητα περιστροφῆς τῆς γῆς για τήν προώθηση τῶν πυραύλων. Στόν ἰσημερινό ἡ ἐφαπτομενική ταχύτητα περιστροφῆς τῆς γῆς εἶναι 465 m/sec· σέ γεωγραφικό πλάτος 30⁰ γίνεται 402 m/sec και σέ πλάτος 45⁰ εἶναι 328 m/sec.

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

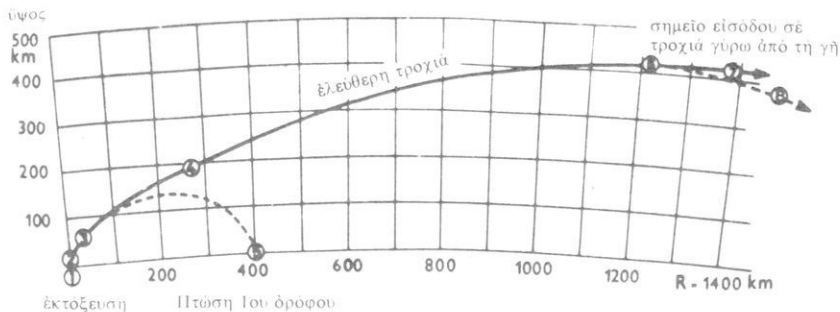
Ὄταν καταναλωθοῦν τὰ καύσιμα τῆς ἀρχικῆς προωθήσεως, τοῦ πρώτου ὀρόφου (σχ. 47 θέση 3), με εἰδικό μηχανισμό ἀποχωρίζεται τό σῶμα αὐτό ἀπό τό σῶμα τοῦ κυρίως πυραύλου και πέφτει στή γῆ (θέση 5). Ταυτόχρονα πυροδοτεῖται ὁ δεύτερος ὀροφος. Ὄταν καταναλωθοῦν τὰ καύσιμα και τοῦ δεύτερου ὀρόφου, τό ὑπόλοιπο σῶμα τοῦ πυραύλου διαγράφει τροχιά σχεδόν παράλληλη πρὸς τόν ὀρίζοντα (θέση 4 ἔως 6). Ἀπό κει και πέρα ἀρχίζει ἡ ἐλεύθερη



Σχ. 46α. Ο πύραυλος Κρόνος V. Με αυτόν εκτοξεύθηκαν τὰ διαστημόπλοια «Απόλλων».



Σχ. 46β. Τὰ τέσσερα κύρια μέρη τοῦ διαστημόπλοιου «Απόλλων».



Σχ. 47

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

Η διάρκεια ζωής του δορυφόρου, δηλαδή ό χρόνος κατά τόν όποιο 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 δορυφόρος θά περιφέρεται όλοένα και σε μικρότερη τροχιά, γιατί θά αρχίζει σιγά-σιγά νά 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 μέ τήν πρόβλεψη γι' αυτός.

27. Έρευνες μέ τεχνητούς δορυφόρους και διαστημόπλοια.

Από τότε που μπήκε σε τροχιά ό σοβιετικός δορυφόρος Sputnik I (4 Οκτωβρ. 1957) μέχρι σήμερα έχουν εκτοξευθεί πολλές εκατοντάδες τεχνητοί δορυφόροι μέ 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 μέ τίς εποχές του έτους. Σέ 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 διέγραφε έλλειπτική τροχιά. Αργότερα εκτοξεύτηκαν οι Sputnik II και Sputnik III.

Τό 1958 οί άμερικανικοί Explorer 1 καί Explorer 3 αναάλυψαν τίς ζώνες άκτινοβολίας Van Allen. Άλλοι δορυφόροι τεχνητοί μέτρησαν διάφορα στοιχεία της γήινης άτμόσφαιρας σέ μεγάλα ύψη καί τίς διάφορες άκτινοβολίες (άκτίνες X, υπεριώδη άκτινοβολία κλπ.). Μέτρησαν άκόμα τούς μετεωρίτες, πού κινούνται στό διάστημα, τό μαγνητικό πεδίο της γής, τίς ζώνες άκτινοβολίας καί τή μετάδοση ραδιοάκτινοβολίας.

Άργότερα (1962), άλλοι δορυφόροι, πού ήταν εφοδιασμένοι μέ τηλεσκόπια καί άλλα άστρονομικά όργανα, έκαναν πολλές ένδιαφέρουσες παρατηρήσεις του ήλιου, χωρίς νά έμποδίζονται άπό τήν άτμόσφαιρα της γής.

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

Έκτοξεύτηκαν άκόμα καί τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι μέ σκοπό τήν εύκολη καί ταχύτερη άναμετάδοση, μεταξύ τών ήπειρών της γής, τηλεφωνημάτων, ραδιοφωνικών προγραμμάτων καί προγραμμάτων τηλεοράσεως. Πρώτος τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος είναι ό Goumier IB. Έκτοξεύτηκε τό 1960 καί προδέλεται νά έχει διάρκεια ζωής 1000 έτη. Έχει διάφορες διόδους (κανάλια), ώστε νά είναι σέ θέση νά μεταδιδάξει μέχρι 68.000 λέξεις τό λεπτό. Πολύ χρησιμοποιούνται καί οί δορυφόροι Telstar, ειδικοί γιά διηπειρωτικές μεταδιδάσεις προγραμμάτων τηλεοράσεως καί τηλεφωνικής έπικοινωνίας.

Έξάλλου οί ναυτιλιακοί δορυφόροι προσδιορίζουν μέ ακρίβεια τή θέση τών πλοίων στους ώκεανούς καί μποροϋν νά τά διευκολύνουν, ώστε νά κάνουν τά δρομολογία τους συντομότερα καί άσφαλέστερα. Οί γεωδαιτικοί δορυφόροι μελετοϋν τό ακριβές σχημα της γής καί μερικοί άπό αύτούς άνιχνεύουν γιά κοιτάσματα πετρελαίου, μετάλλων καί γιά θαλάσσιο πλοϋτο. Καί μετεωρολογικοί δορυφόροι προσφέρουν πολλά στήν πρόγνωση του καιρού καί τή γεωργία.

Έξέδρες του διαστήματος. Τό πρόγραμμα έρευνών του διαστήματος προδέλει καί τήν κατασκευή μόνιμης εξέδρας στό διάστημα, πού θά κινείται γύρω γύρω άπό τή

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

Στὴν ἐξέδρα 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 ὅμως οἱ ἐξέδρες νὰ παρακολουθοῦν καὶ νὰ ἐλέγχουν, ὡς καὶ νὰ κατευθύνουν διάφορες ἐνέργειες τοῦ ἀνθρώπου πάνω στὸν πλανήτη μας.

Οἱ ἐξέδρες τοῦ διαστήματος ἔχουν καὶ ἓνα ἄλλο σκοπὸ. Μποροῦν νὰ χρησιμοποιοῦνται ὡς βάσεις, ἀπὸ ὅπου θά ξεκινοῦν διαστημολογία 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 ἐξέδρα-ἐργαστήριο Skylab (Σκάυλαμπ) μὲ πύραυλο Κρόνο. Τὸ πλήρωμα μὲ 3 ἀστροναῦτες παρέμεινε στὸ διάστημα 84 ἡμ. Τὸ Σογιούζ 26, μὲ 2 ἀστροναῦτες παρέμεινε (1977) στὸ διάστημα 96 ἡμ. καὶ τὸ Σογιούζ 31, πάλι μὲ 2 ἀστροναῦτες (τὸ 1978), παρέμεινε 140 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 ἀνθρώπου ὀργανισμοῦ, γιὰ ἀρκετὸ χρόνο, σὲ συνθήκες μηδενικῆς βαρύτητας.

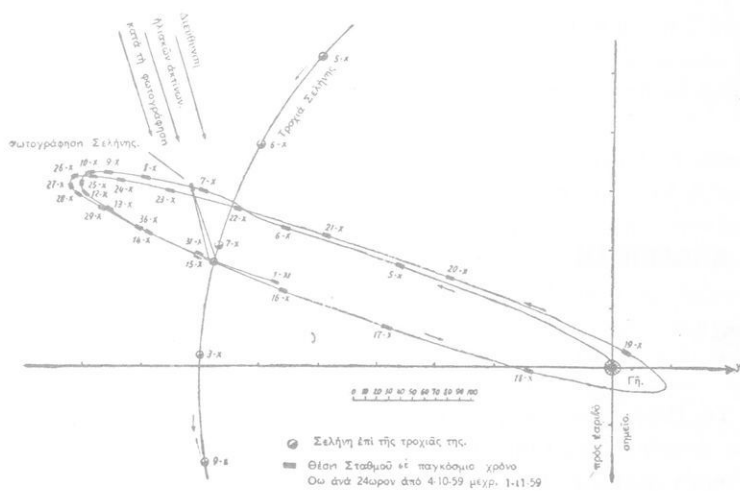
Γιὰ τὴν ἔρευνα τοῦ διαστήματος τὸ πρόγραμμα προέδλεπε καὶ τὴν ἀποστολὴ διαστημολογίων πέρα ἀπὸ τὸ πεδίο ἔλξεως τῆς γῆς μὲ σκοπὸ νὰ ἐρευνήσουν: α) τὸ χῶρο πού ὑπάρχει μεταξὺ γῆς, σελήνης, πλανητῶν καὶ ἡλίου καὶ β) τὰ οὐράνια σώματα, δηλαδή τὴ σελήνη, τὴν Ἄφροδίτη, τὸν Ἑρμῆ, τὸν Ἄρη, τὸ Δία, τὸν Κρόνο,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

Τὸ πρόγραμμα, πού ἐκτελέστηκε, σὲ ὀρισμένους τομεῖς, καὶ συνεχίζεται, ὀφείλει τὴν ἐπιτυχία του σὲ δύο κυρίως παράγοντες: α) Στὴν **τεχνικὴ ἐπιστήμη**, πού μὲ τὴ βοήθειά της σχεδιάστηκαν καὶ κατασκευάστηκαν ἰσχυροὶ πύραυλοι μὲ ἱκανότητα νὰ ἐκτοξεύουν μεγάλες μάζες, εἰδικές διαστημοσυσκευές μὲ ἄρτιο ἐξοπλισμὸ καὶ

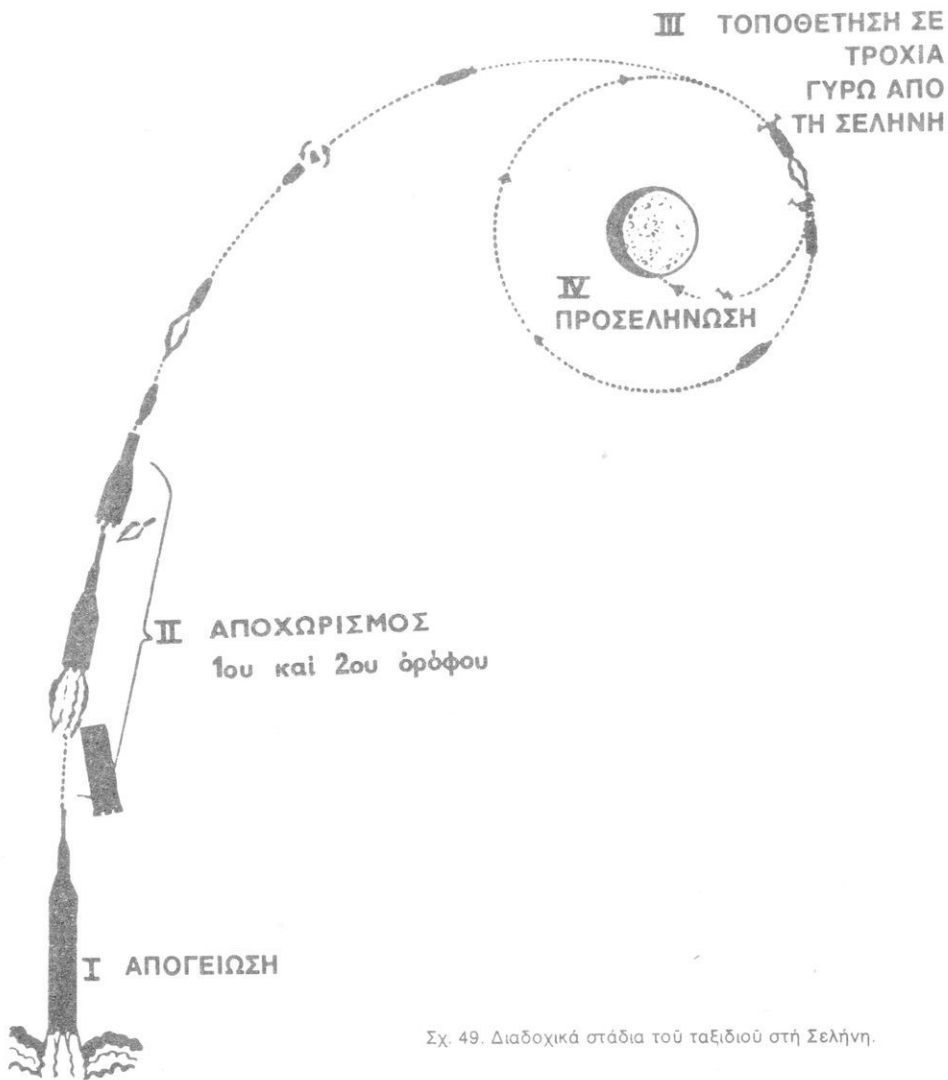
τελειοποιημένα ηλεκτρονικά συστήματα για την παρακολούθηση και τόν έλεγχο τών διαστημικών πτήσεων. β) Στή **μαθηματική έπι-στήμη**, γιατί έβλυσε πολλά και δύσκολα προβλήματα, πού είχαν σχέση μέ τήν εύρεση τής τροχιάς, τήν όποία πρέπει νά ακολουθή-σουν τά διαστημόπλοια.

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 Άμερι-κανούς 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' αὐτή, και ακολουθώντας έλλειπτική τροχιά πλησίασε πάλι τόν πλανήτη μας είναι ό Luna 3. Έκτοξεύτηκε στις 4 Ὀκτωβρίου 1959. Τήν 6η πρós τήν 7η Ὀκτωβρίου βρισκόταν πίσω από τή σελήνη (σχ. 48). Ἀπό απόσταση 60.000 km φωτογράφησε αρκετές φορές τήν άόρατη πλευρά της, πού φωτιζόταν τότε από τόν ήλιο, και έστειλε τίς φωτο-γραφίες στή γή. Ἀργότερα ό Luna 3 καταστράφηκε.



Σχ. 48



Σχ. 49. Διαδοχικά στάδια του ταξιδιού στη Σελήνη.

Τό 1966 προσεληνώθηκαν όμαλά στόν «ώκεανό τών καταγίδων», ό σοβιετικός Luna 9 και ό άμερικανικός Surveyor (Σερβέτορ) 1. Πήραν χιλιάδες φωτογραφίες τής επιφάνειας τής σελήνης, τών άνωμαλιών και τών βουνών τής περιοχής, πού προσεληνώθηκαν.

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

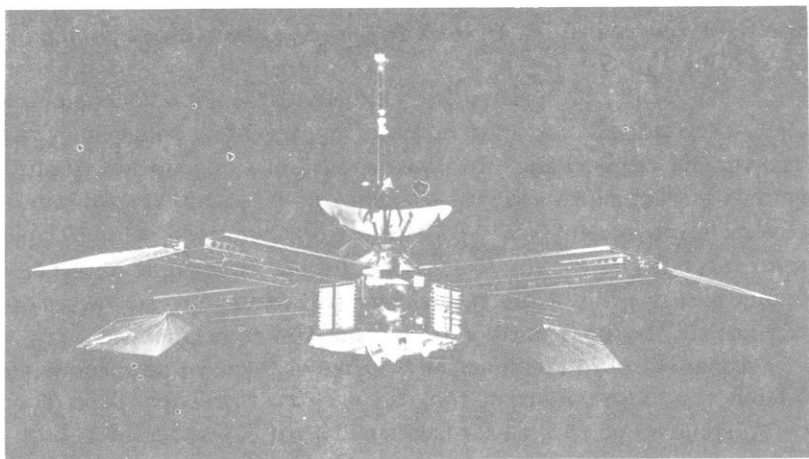
Ἡ μελέτη τῆς σεληνιακῆς ἐπιφάνειας συμπληρώθηκε τό 1966–1968 πάρα πολύ, μέ τή βοήθεια τῶν τεχνητῶν δορυφόρων τῆς σελήνης. Οἱ δορυφόροι αὐτοί φωτογράφιζαν τό ὄρατό καί ἄόρατο ἡμισφαίριο τῆς ἐπιφάνειας τῆς σελήνης ἀπό ὕψος 360 km καί ἔστειλαν τίς φωτογραφίες στή γῆ. Ἔτσι κατορθώθηκε νά γίνει πλήρης τοπογραφικός 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 βάλουν τοὺς δορυφόρους σέ τροχιά γύρω ἀπό τή σελήνη. Τόσο ὁμως οἱ Ἀμερικανοί μέ τοὺς Lunar Orbiter 1, 2 καί 3, ὅσο καί οἱ Σοβιετικοί μέ τοὺς 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 διαγράφει 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 τοὺς σταθμούς παρακολουθήσεώς του στή γῆ. Περίπου ἑκατό ὥρες, πρὶν 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 ἀπεῖχαν 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

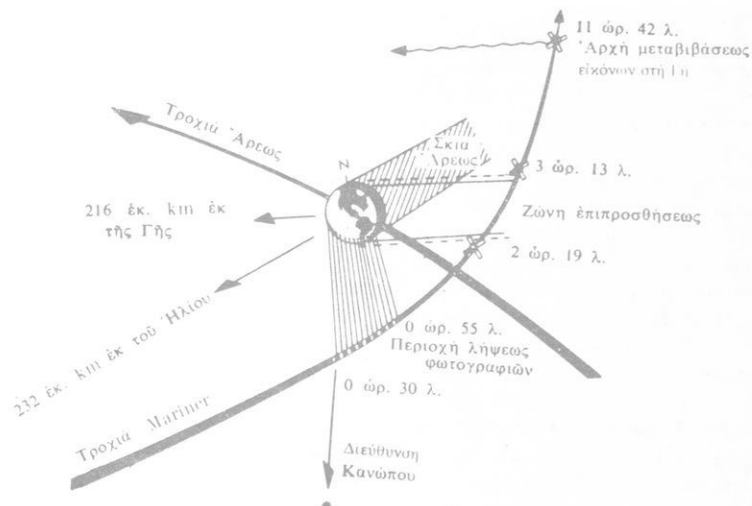


Εικ. 31. Ὁ Μάρινερ 4.

σχ. 50) καὶ πήρε 22 φωτογραφίες τοῦ πλανῆτη. Τὴν ἐποχὴ ἐκείνη ὁ ἄρης θροισκόταν σὲ ἀπόσταση 216 ἑκατομ. km ἀπὸ τὴ γῆ καὶ 232 ἀπὸ τὸν ἥλιο. Οἱ φωτογραφίες δείχνουν ὅτι ἡ ἐπιφάνειά του παρουσιάζει ὄροσειρές καὶ πολλοὺς κρατήρες, ὅπως ἀκριβῶς καὶ τῆς σελήνης. Ὁ Mariner 4 μελέτησε τὴ θερμοκρασία τοῦ ἄρη, τὴν πυκνότητα τῆς ἀτμόσφαιράς του καὶ τὸ μαγνητικὸ πεδίο του. Παρόμοιες παρατηρήσεις ἐπέτελεσαν τὸ 1969 οἱ Mariner 6 καὶ Mariner 7. Τὸ 1971 καὶ 1972 ὁ Mariner 9, ὁ Mars 2 καὶ ὁ Mars 3, καθὼς κινουῦνταν μῆνες γύρω ἀπὸ τὸν ἄρη, ἔστειλαν φωτογραφίες τοῦ πλανῆτη καὶ τοῦ δορυφόρου του, Φόβου. Τὸν Ἰούλιο καὶ Σεπτέμβριο 1976 προσεδαφίστηκαν στὸν ἄρη οἱ Viking I καὶ Viking II καὶ ἔκαναν λεπτομερῆ ἔρευνα τοῦ πλανῆτη.

Τὸν Ὀκτώβριο 1967, πλησίασε τὴν Ἀφροδίτη ὁ Mariner 5 καὶ ὁ Venera 4, ποὺ προώθησε στὴν ἐπιφάνειά της εἰδικὰ ἄκατο μὲ ἐπιστημονικὰ ὄργανα. Τὸ διαστημόπλοιο Mariner 10, κατὰ τὸ Φεβρουάριο 1974, πλησίασε τὴν Ἀφροδίτη καὶ τὸ Μάρτιο, τὸν Ἐρμῆ καὶ μετέδωσε πολλές φωτογραφίες, ἀπὸ τὴν ἄγνωστη μέχρι σήμερα ἐπιφάνειά του, μὲ πολλὰ λεπτομέρειες. Ὁ Mariner 10 πλησίασε ἀκόμα δύο φορές τὸν Ἐρμῆ.

Τὸ διαστημόπλοιο «Πρωτοπόρος 10» κατὰ τὸ Δεκέμβριο τοῦ



Σχ. 50. Τροχιά τοῦ Μάρινερ 4 καθὼς περνᾷ κοντὰ στὸν Ἄρη.

1974 φωτογράφησε τὸ Δία. Ὑστερα κατευθύνθηκε πρὸς τὸν Κρόνο καὶ θὰ φθάσει στὸν Πλούτωνα τὸ 1987. Ὑπολογίζεται ὅτι στὸ τέλος τοῦ αἰῶνα μας ὁ Πρωτοπόρος 10 θὰ εἶναι τὸ πρῶτο ἀνθρώπινο κατασκευάσμα πού θὰ ξεφύγει ἀπὸ τὸ ἡλιακὸ μας σύστημα. Πιὸ τέλειο πρόγραμμα ἐκτέλεσε ὁ Πρωτοπόρος 11, πού πέρασε κοντὰ στὸ Δία τὸ Δεκέμβριο τοῦ 1974 καὶ θὰ προσεγγίσει τὸν Κρόνο τὸ Σεπτέμβριο 1979.

Διαπλανητικά ταξίδια. Πρῶτο διαστημόπλοιο, μὲ ἀνθρώπινο πλήρωμα, θεωρεῖται ὁ τεχνητὸς δορυφόρος Wostok 1 (1961), πού ἐπέβαινε ὁ Ρῶσος ἀστροναύτης Gagarin. Ὁ δορυφόρος ἔκανε μιὰ περιφορὰ γύρω ἀπὸ τὴ γῆ καὶ προσγειώθηκε ὁμαλά. Τὸ 1962 ὁ Ἀμερικανὸς ἀστροναύτης Glenn μὲ τὸ διαστημόπλοιο Mercury 6 ἔκανε τρεῖς περιφορὰς γύρω ἀπὸ τὴ γῆ καὶ προσθαλασώθηκε ὁμαλά.

Ἀργότερα οἱ ἐπανδρωμένες πτήσεις συνεχίστηκαν μὲ ταχύτερο ρυθμὸ καὶ μὲ τὰ διαστημόπλοια μεταφέρονταν δύο καὶ τρεῖς ἀστροναῦτες ταυτόχρονα.

Οἱ ἀστροναῦτες γιὰ νὰ πετάξουν στὸ διάστημα ὑποβάλλονται σὲ πολλὰ καὶ μα-

κροχρόνιες ασκήσεις. Επιλέγονται συνήθως από τους πιό έμπειρους αεροπόρους. Δοκιμάζονται στην αντίδραση του οργανισμού τους ύστερα από παραμονή σε κλειστό χώρο, στη μεταβολή της έπιταχύνσεως της βαρύτητάς τους, στην ψυχική άντοχή τους κλπ. Οί ίδιοι έξασκούνται νά εκτελούν μέ ακρίβεια καί μεγάλη ταχύτητα πολλούς καί λεπτούς χειρισμούς, ώστε νά μπορούν νά κυβερνοϋν τό διαστημόπλοιο μέ επιτυχία καί νά κάνουν καί τίς απαραίτητες παρατηρήσεις.

Ή Ασκούνται, ειδικότερα, στη μεταβολή έπιταχύνσεως της βαρύτητάς τους, ώστε νά μπορεί ό όργανισμός τους νά άντέχει σέ αύξηση της τιμής της 4 έως 9 φορές περισσότερο από τήν τιμή του g πάνω στή γή. Ή ακόμα δοκιμάζονται νά συνηθίσουν σέ μηδενική τιμή του g ($g=0$), δηλαδή νά κινούνται στό διάστημα χωρίς νά έχουν βάρος.

Όταν ξεκινά τό διαστημόπλοιο (όσο ακόμα είναι ένωμένο μέ τούς πυραύλους του), άποκτά σέ μικρό χρονικό διάστημα (λίγα λεπτά) έπιτάχυνση πενταπλάσια ή έννεαπλάσια από τήν τιμή του g στή γή, όποτε καί τό βάρος των άστροναυτών έννεαπλάσιάζεται. Όταν τό διαστημόπλοιο μπει σέ κυκλική τροχιά, ή έπιτάχυνση μηδενίζεται. Έπομένως οί άστροναύτες περιφέρονται γύρω από τή γή ή τή σελήνη, χωρίς σχεδόν νά υπάρχει έλξη, καί «στέκονται» σέ όποιαδήποτε θέση καί άν βρίσκονται, χωρίς νά έχουν τήν αίσθηση, ότι δέν ίσορροποϋν. Αυτό γίνεται, γιατί ή κεντρομόλη δύναμη άντισταθμίζεται, κάθε στιγμή, από τήν αντίθετη της δύναμη, πού δημιουργείται, τή φυγόκεντρη, όποτε οί άστροναύτες δέν έχουν βάρος. Ήν ή τροχιά ήταν αίσητά έλλειπτική, τότε οί άστροναύτες θά μπορούσαν νά κινήθουν μέ g διάφορη του μηδένος, δηλαδή θά είχαν βάρος πού θά άλλαζε συνεχώς. Όταν τό διαστημόπλοιο έγκαταλείψει τήν κυκλική τροχιά καί έπιστρέψει στή γήινη ατμόσφαιρα, ή έπιτάχυνση g αρχίζει νά αυξάνει, καί όταν φθάσει στή γή, οί άστροναύτες άποκτούν τό κανονικό βάρος τους.

Άπό τά μέχρι σήμερα ταξίδια γύρω από τή γή άποδείχτηκε, ότι ό άνθρωπος, άν προετοιμαστεί κατάλληλα, μέ ειδικές ασκήσεις, είναι δυνατό νά ζήσει σέ συνθήκες του διαστήματος περισσότερο από 10 έβδομάδες.

Τό πρόγραμμα των Ήμερικανών στον τομέα των διαπλανητικών ταξιδιών σχεδιάστηκε από τό 1961 καί άρχισε νά πραγματοποιείται μέ τήν έξής σειρά:

1ον Π ρ ό γ ρ α μ μ α « Ή ρ η σ » (Mercury). Κατασκευή καί άποστολή γύρω από τή γή διαστημόπλοιου μέ πλήρωμα έναν άνδρα.

2ον Π ρ ό γ ρ α μ μ α « Δ ί δ υ μ ο ι » (Gemini). Κατασκευή καί άποστολή γύρω από τή γή διαστημολοίων μέ πλήρωμα δύο άστροναύτες. «Περίπατοι» άστροναυτών στό διάστημα. Συνάντηση, σύνδεση καί άποσύνδεση διαστημόπλοιων στό διάστημα.

3ον Π ρ ό γ ρ α μ μ α « Ή π ό λ λ ω ν » (Apollo). Κατασκευή μεγαλύτερων καί πιό ευρύτερων διαστημολοίων μέ πλήρωμα τρεις άστροναύτες. Κατασκευή πυραύλων μέ μεγάλη προσωπική δύναμη, μέ σκοπό νά τοποθετηθουν τά διαστημόπλοια σέ τροχιά. Χρησιμοποιήθηκε ό πύραυλος «Κρόνος V».

Τό πρόγραμμα «Ήπόλλων» είχε τελικό σκοπό τήν προσεδαφισή ανθρώπων στή σελήνη. Κυριότερα από αυτά ήταν:

« Ή π ό λ λ ω ν 8 » (Δεκέμβριος 1968). Ταξίδι τριών άστροναυτών στή σελήνη, 10 περιφορές γύρω από αυτή σέ ύψος 110 km καί έπιστροφή στή γή. Ή άποστολή αυτή πέτυχε πλήρως (εϊκ. 32).



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

« Ἀ π ό λ λ ω ν 11 » (Ἰούλιος 1969). Ἀποστολή τριῶν ἀστροναυτῶν στή σελήνη μὲ πύραυλο Κρόνος V (σχ. 46). Κάθοδος δύο ἀστροναυτῶν μὲ τὴ σεληνάκατο «Ἀετός» στή θάλασσα τῆς Ἡρεμίας, σὲ μέρος πού εἶχαν ἐπιλέξει σὲ προηγουμένως ἀποστολές οἱ Lunar Orbiter, τὰ Surveyor καὶ οἱ ἀστροναῦτες τοῦ προγράμματος «Ἀπόλλων». Ἐξοδος τῶν δύο ἀστροναυτῶν στὴν ἐπιφάνεια τῆς σελήνης. Λήψη φωτογραφιῶν, τοποθέτηση σειсмоγράφου καὶ κάτοπτρου ἀκτίνων Λέιζερ, μέτρηση ὀκτινοδολιῶν καὶ μεταφορά σεληνιαζῶν πετρωμάτων.

« Ἀ π ό λ λ ω ν 12 » (Νοέμβριος 1969). Ἀποστολή τριῶν ἀστροναυτῶν στή σελήνη. Προσεδάφιση τῶν δύο στὴν ἐπιφάνεια τῆς σελήνης, τοποθέτηση ἄλλου σεισογράφου, μαγνητόμετρου καὶ ἄλλων ὀργάνων. Ἀκόμα τοποθέτηση μικροῦ «πυρηνικοῦ» ἐργοστάσιου ἐνεργείας, γιὰ τὴ λειτουργία τῶν ὀργάνων καὶ τὴν ἀποστολὴ τῶν παρατηρησέων τους στὴ γῆ.

« Ἀ π ό λ λ ω ν 14 » (Φεβρουάριος 1971). Προσεδάφιση σεληνάκατου «Ἀντάρης» στὴν ὄροσειρὰ Fra Mauro καὶ ἐκτέλεση ἀπὸ ἀστροναῦτες τῆς ἀποστολῆς τους.

« Ἀ π ό λ λ ω ν 15 » (Ἰούλιος 1971). Προσεδάφιση σεληνάκατου «Ἰέραξ» στὰ Ἀπέννινα ὄρη, κοντὰ στὴ χαράδρα Handley. Τρεῖς ἔξοδοι ἀστροναυτῶν ἀπὸ τὴ σεληνάκατο καὶ ἐξερεύνηση, μὲ τὴ βοήθεια εἰδικοῦ αὐτοκινήτου «Rover», περιοχῆς σὲ ἀκτίνια μεγαλύτερη ἀπὸ 50 km.

« Ἀ π ό λ λ ω ν 16 » (Ἀπρίλιος 1972). Προσεδάφιση σεληνάκατου στὰ δόρεια τοῦ κρατήρα Καρτέσιο. Περιουλογὴ πετρωμάτων ἀπὸ τοὺς ἀστροναῦτες καὶ ἐξερεύνηση περιοχῆς 25 km μὲ τὸ εἰδικὸ αὐτοκίνητο «Rover».

« Ἀ π ό λ λ ω ν 17 » (Δεκέμβριος 1972). Προσεδάφιση σεληνάκατου στὰ νότια τοῦ κρατήρα Λίτροβ.

Μὲ αὐτὴ τὴν ἀποστολὴ συμπληρώθηκε τὸ πρόγραμμα Ἀπόλλων.

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

Ἡ αὐτοπρόσωπη παρουσία τοῦ ἀνθρώπου στοὺς γειτονικοὺς μας πλανήτες ἀνοίγει μιὰ νέα ἐποχὴ στὴν ἐπιστῆμη τοῦ διαστήματος. Δημιουργεῖ πολλές προοπτικές σὲ πολυάριθμες ἐκδηλώσεις τῆς ἀνθρώπινης δραστηριότητος καὶ ξαναφέρνει σὲ ἐπικαιρότητα γιὰ συζήτηση καὶ μελέτη γενικότερα προβλήματα γιὰ τὴ ζωὴ καὶ τὸν κόσμο.

Αὐτὸ δὲ σημαίνει, βέβαια, ὅτι ὁ ἀνθρώπος κατορθώσῃ νὰ «κατακτήσῃ» τὸ σύμπαν, γιατί, ἂν ὑπολογίσουμε ὅτι ἡ ἀπόσταση γῆς – σελήνης, πού εἶναι 384.000 km, μόλις ξεπερνᾷ τὸ ἓνα δευτερό-

λεπτο τοῦ ἔτους φωτός καί ὅλη ἡ ἀκτίνα τοῦ σύμπαντος εἶναι πολύ μεγαλύτερη ἀπό δέκα δισεκατομμύρια ε.φ., ἀντιλαμβάνομαστε πόσο μικρό δῆμα πραγματοποίησε ὁ ἄνθρωπος στό σύμπαν...

Ἐρωτήσεις

- 150) Τι 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. Αίγινήτης, Καθηγητής του Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν καί Διευθυντής τοῦ Ἐθνικοῦ Ἀστεροσκοπείου Ἀθηνῶν (1862–1934).

Ἀρίσταρχος ὁ Σάμιος (περίπου 320-230 π.χ.). Ἀπό τοὺς διασημότερους ἀστρονόμους τῆς Ἀλεξανδρινῆς περιόδου. Πρῶτος αὐτὸς παρουσίασε σαφῆ τὴν εἰκόνα τοῦ ἡλιοκεντρικοῦ συστήματος. Τοῦ ἔδωσαν τὸ ὄνομα : «Κοπέρνικος τῆς ἀρχαιότητος».

Ἐρατοσθένης (περίπου 284–192 π.Χ.). Εἶναι ὁ πρῶτος πού μέτρησε τὸ μέγεθος τῆς γῆς μὲ ἀρκετὰ μεγάλη ἀκρίβεια τὸ 250 π.Χ. Μέτρησε τὸ μήκος τοῦ τόξου τοῦ μεσημβρινοῦ, πού περιλαμβάνεται μεταξὺ Ἀλεξανδρείας καί Συήνης καί βρῆκε ὅτι εἶναι 7° 12' καί ἔχει μήκος 5000 στάδια. Τό μήκος, λοιπόν, τοῦ μεσημβρινοῦ τὸ ὑπολόγισε σέ 250.000 στ. ἢ 39.375.000 μέτρα, ἀφοῦ τὸ στάδιο εἶναι 157,5 μέτρα.

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

Κλαύδιος Πτολεμαῖος (Β' αἰώνας μ.Χ.). Καί αὐτὸς θεωρεῖται ἀπὸ τοὺς μεγάλους ἀστρονόμους. Τό ἔργο του «Μαθηματικὴ Σύνταξι» εἶναι τὸ σημαντικότερο ἀστρονομικό βιβλίο τῆς ἀρχαιότητος.

Στ. Πλακίδης, Ὁμότιμος Καθηγητής τῆς Ἀστρονομίας στὸ Πανεπιστήμιο Ἀθηνῶν καί τ. Διευθυντής τοῦ Ἐθνικοῦ Ἀστεροσκοπείου Ἀθηνῶν.

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

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

Wernher von Braun, Διάσημος Γερμανὸς τεχνικός στοὺς πυραύλους καί στὴ διαστημικὴ ἔρευνα. Γεννήθηκε τὸ 1912. Ἀπὸ τὸ 1946 ἐργαζόταν στὴν Ἀμερική. Τὸ 1958 ἐκτόξευσε τὸν πρῶτο ἀμερικανικό δορυφόρο «Explorer». Θεωρεῖται ὁ μεγαλύτερος εἰδικὸς στὴν ἔρευνα τοῦ διαστήματος μὲ τὰ διαστημόπλοια. Πέθανε τὸ 1976.

A. Einstein (1879–1955). Γερμανοεβραῖος φυσικός, ἀστρονόμος καί κοσμολόγος. Εἰσηγητὴς τῆς περίφημης θεωρίας τῆς σχετικότητας. Θεωρεῖται μιά ἀπὸ τῆς μεγαλύτερες μορφές τοῦ αἰώνα μας.

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

Galileo Galilei (1564–1642). Διάσημος Ἰταλὸς μαθηματικός, φυσικός καί ἀστρονόμος.

E. Halley (1656–1742). Περίφημος Ἀγγλὸς ἀστρονόμος, γνωστός 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

Έζησε και εργάστηκε στην Αγγλία. Σ' αυτόν, εκτός από τόσα άλλα, οφείλεται και η ανακάλυψη του πλανήτη Ουρανού.

Fr. Hoyle. Άγγλος αστροφυσικός. Γεννήθηκε τό 1915. Θεωρείται από τούς μεγαλύτερους σύγχρονους αστρονόμους.

E. Hubble (1889–1953). Διάσημος Άμερικανός αστρονόμος. Άπό τούς κυριότερους έρευνητές του σύμπαντος. Διατύπωσε, τό νόμο τής διαστολής του σύμπαντος, στόν όποίο ύπακούουν όί γαλαξίες.

J. Jeans (1877–1946). Διάσημος Άγγλος αστροφυσικός και κοσμολόγος. Άσχολήθηκε μέ τή συμπεριφορά τών αερίων, τών υγρών και τών στερεών, πού ύπόκεινται στην επίδραση τής βαρύτητας και θρίσκονται σέ περιστροφή. Θεωρείται σάν ένας από τούς μεγάλους επιστήμονες και φιλόσοφους τών νεώτερων χρόνων.

J. Kepler (1571–1630). Διάσημος Γερμανός αστρονόμος. Άνακάλυψε τούς τρεις νόμους κινήσεως τών πλανητών. Όνομάστηκε «νομοθέτης του Ουρανού».

N. Kopernicus (1473–1543). Έπιφανής Πολωνο-γερμανός αστρονόμος. Έγινε παγκόσμια γνωστός σάν εισηγητής και ύποστηρικτής του ήλιοκεντρικού συστήματος, πού είχε έπινοήσει τόν 3ο π.Χ. αιώνα ό Έλληνας αστρονόμος Άρίσταρχος ό Σάμιος.

P. Kuiper (1905–1973). Διαπρεπής Όλλανδο-άμερικανός αστρονόμος ειδικός στην έρευνα τών πλανητών.

P. Laplace (1749–1827). Διαπρεπής Γάλλος αστρονόμος και μαθηματικός, γνωστότατος διεθνώς κυρίως από τήν κοσμογονική θεωρία του.

G. Lemaitre (1894–1966). Διάσημος Βέλγος αστροφυσικός, μαθηματικός και κοσμολόγος.

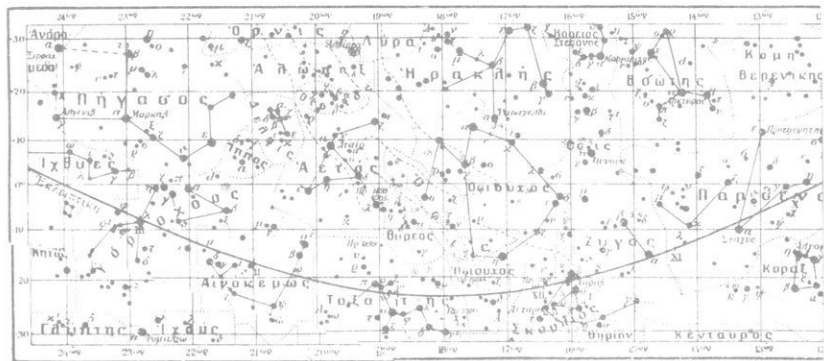
Isaak Newton (1643–1727). Διάσημος Άγγλος αστρονόμος, μαθηματικός και φυσικός. Θεωρείται ό «πατήρ τής Ουρανίου Μηχανικής».

H.N. Russell (1877–1957). Διάσημος Άμερικανός αστροφυσικός. Συνέβαλε πάρα πολύ στίς γνώσεις μας για τή χημική σύσταση του σύμπαντος και τήν εξέλιξη τών άστέρων.

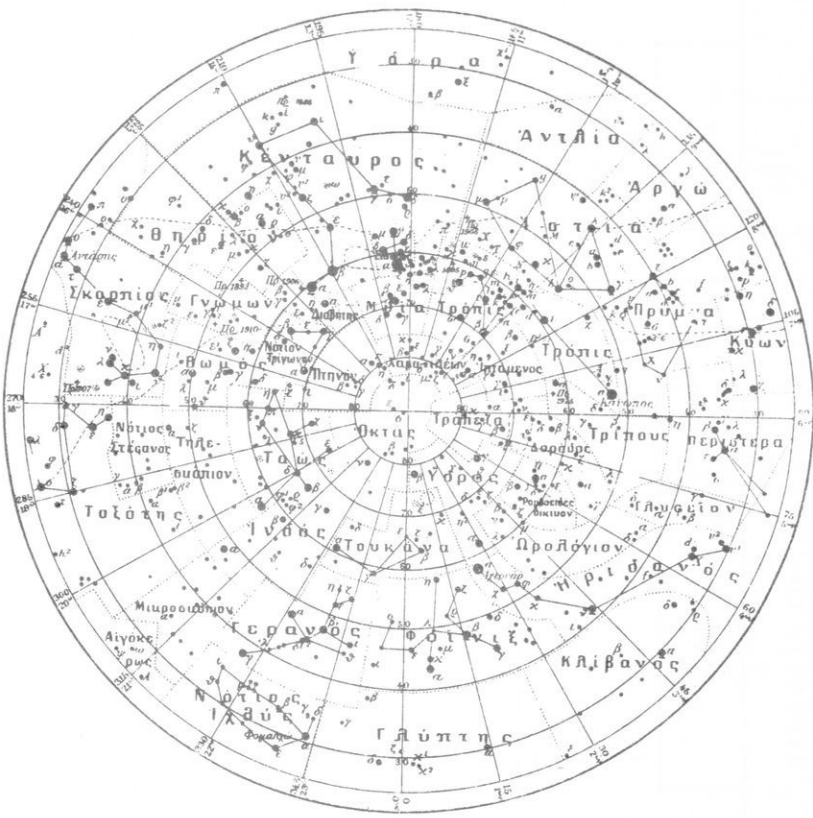
Carl von Weizsaecker (1910–), Άπό τούς μεγαλύτερους σύγχρονους αστρονόμους και φυσικούς. Άσχολήθηκε και μέ προβλήματα φιλοσοφίας.



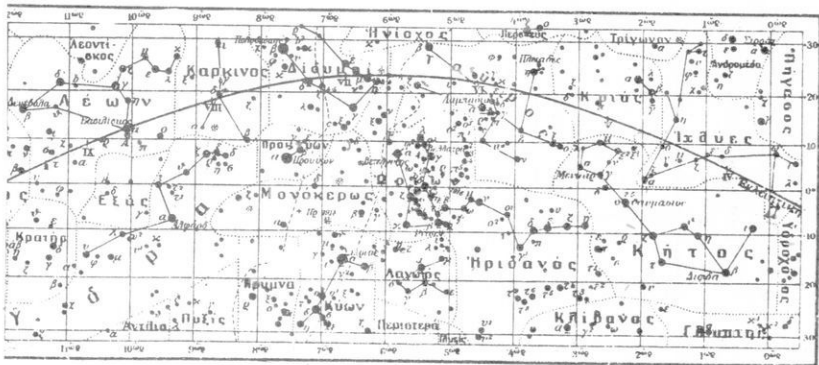
Βόρειο ħμισφαίριο



Ώσημερινή ζώνη



Νότιο ήμισφαίριο



Ισημερινή ζώνη

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

| Πλανήτης | Απόσταση έκ. του ήλιου | | Περίοδος των ήλιου | | Συνολική περίοδος σε ημέρες | Τροχιάς | | Μέγεθος (Γ _η =1) | | | | Ένταση βαρύτητας | Κριτική ταχύτητα km/sec | Περισοτροφή | | | Πλάτυση |
|----------|---------------------------|------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------|------------------------------------|--------------------------------|-------|--------|-----------|------------------|----------------------------|---|-----------|-------|---------|
| | Σέ έκ. του ήλιου | Σέ α.μ. | Χρόνος περιόδου έτη ήμ. | Τάξετα περιφ. χλμ/δευτ. | | Έκκεντρότητα | Κλίση ως προς την Εκλειπτική | Διάμετρος | Όγκος | Μάζα | Πυκνότητα | | | Χρόνος ως Κλίση προς τη τροχιά | ήμ. ώ. 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 | 1 322 | 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 | | 1:15 | |
| 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

| Α/Α | Α/Α Σημ. Σύμβολο | Όνομα | Διάμετρος σε χλμ. | Απόσταση από τον Πλανήτη σε άπτινες του πλαν. | Χρόνος Περιφοράς Ώμ. όρ. λ. | Φορά κινήσεως | Έτος Ανακαλύψεως | Όνομα Ανακαλύψαντος | |
|-----------------|------------------|-----------|-------------------|---|-----------------------------|---------------|------------------|---------------------|--------------|
| ΓΗ | | | | | | | | | |
| 1 | I | Σελήνη | -12.7 | 3.476 | 60.28 | 27 7 43 | Ορθή | - | - |
| ΑΡΗΣ | | | | | | | | | |
| 1 | I | Φόβος | 11.5 | 16 | 2.77 | 7 39 | Ορθή | 1877 | Α. Χάλ. |
| 2 | II | Δείμος | 12.5 | 8 | 6.95 | 1 6 18 | » | 1877 | Α. Χάλ. |
| ΖΕΥΣ | | | | | | | | | |
| 1 | V | Αμάθεια | 13.0 | 160 | 2.53 | 11 57 | Ορθή | 1892 | Μπαρνάρ |
| 2 | I | Ιώ | 5.5 | 3.220 | 5.91 | 1 18 28 | » | 1610 | Γαλιλαός |
| 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 | Νίζολσον |
| 9 | XII | | 18.1 | 20 | 293 | 625 | Ανάδρο. | 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 | Νίζολσον |
| 13 | XIII | | | 16 | 145 | 211 | » | 1974 | Κόβαλ |
| ΚΡΟΝΟΣ | | | | | | | | | |
| 1 | XI | Ίανός | | | | | | 1967 | Ντολφούς |
| 2 | I | Μίμας | 12.1 | 520 | 3.07 | 22 37 | Ορθή | 1789 | Ουίλ. Έρσελ |
| 3 | II | Ευζέλαδος | 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 | Φοίδη | 14.5 | 300 | 214.4 | 550 11 24 | Ανάδρο. | 1898 | Πίκεριγκ |
| ΟΥΡΑΝΟΣ | | | | | | | | | |
| 1 | V | Μιράντα | 17 | 200 | 5.2 | 1 9 56 | Ορθή | 1948 | Κόιπερ |
| 2 | I | Άρηλ | 15.5 | 600 | 7.7 | 2 12 29 | Ανάδρο. | 1851 | Λάσσελ |
| 3 | II | Ουμβρούλ | 16 | 400 | 10.7 | 4 3 28 | » | 1851 | » |
| 4 | III | Τιτανία | 14 | 1.000 | 17.6 | 8 16 56 | » | 1787 | Ουίλ. Έρσελ. |
| 5 | IV | Όσερόν | 14.2 | 800 | 23.6 | 13 11 7 | » | 1787 | » |
| ΠΟΣΕΙΔΩΝ | | | | | | | | | |
| 1 | I | Τρίτων | 13.6 | 4.000 | 13.3 | 5 21 3 | Ανάδρο. | 1846 | Λάσσελ |
| 2 | II | Νηρεΐς | 19.5 | 300 | 211 | 359 10 | Ορθή | 1949 | Κόιπερ |

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

Α' Βόρειοι άστερισμοί, άειφανείς στην Έλλάδα (6)

| | | | |
|------------------------------|-----|--------------------|-----|
| 1. Μεγάλη Άρκτος· Ursa Major | UMA | 5. Δράκων· Draco | Dra |
| 2. Μικρά Άρκτος· Ursa minor | UMI | 6. Καμηλοπάρδαλις· | Cam |
| 3. Κασσιόπη· Cassiopeia | Cas | Camelopardalus | |
| 4. Κηφέυς· Cepheus | Cep | | |

Β' Βόρειοι άστερισμοί, άμφιφανείς στην Έλλάδα (23)

| | | | |
|--|-----|-------------------------|-----|
| 7. Άνδρομέδα· Andromeda | And | 18. Όφις· Serpens | Ser |
| 8. Τρίγωνον· Triangulum | Tri | 19. Όφιοϋχος· Ophiuchus | Oph |
| 9. Περσεύς· Perseus | Per | 20. Άσπίς· Scutum | Sct |
| 10. Άνίοχος· Auriga | Aur | 21. Λύρα· Lyr | Lyr |
| 11. Λύγξ· 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. Ίπλάριον· Equuleus | Equ |
| 17. Ήρακλής· 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. Πούμα· Puppis | Pup |
| 44. Όρφον· Orion | Ori | 51. Ίστία· Vela | Vel |
| 45. Λαγωός· Lepus | Lep | 52. Ύδρα· Hydra | Hya |
| 46. Περιστέρα· Columba | Col | 53. Κρατήρ· Crater | Crt |
| 47. Μέγας Κών· Canis Major | CMA | 54. Κόραξ· Corvus | Crv |
| 48. Μικρός Κών· Canis Minor | CMi | 55. Κένταυρος· Centaurus | Cen |

| | | | |
|--|-----|-------------------------------------|-----|
| 56. Λύκος· Lupus | Lup | 63. Μονόκερως· Monoceros | Mon |
| 57. Βομόξ· Ara | Ara | 64. Πυξίς· Pyxis | Pyx |
| 58. Νότιος Στέφανος· Corona Au- stralis | | 65. Άντλία· Antlia | Ant |
| 59. Νότιος Ίχθύς· Piscis Au- stralis | CrA | 66. Ήξιάς· Sextans | Sex |
| 60. Γλύπτης· Sculptor | PsA | 67. Γνώμων· Norma | Nor |
| 61. Φοίνιξ· Phoenix | Scl | 68. Μικροσκόπιον· Microscop- ium | Mic |
| 62. Κάμινος· Fornax | Phe | 69. Γερανός· Grus | Gru |
| | For | | |

Ε' Νότιοι άστερισμοί, άόρατοι στην Έλλάδα (19)

| | | | |
|-----------------------------|-----|---|------|
| 70. Τουκάνα· Tucana | Tuc | 80. Διαδήτης· Circinus | Cir |
| 71. Ώρολόγιον· Horologium | Hor | 81. Μυία· Musca | Mus |
| 72. Γλυφείον· Coelum | Coe | 82. Νότιος Σταυρός· Crux | Cru |
| 73. Ύδρος· Hydros | Hyi | 83. Πτηνόν· Apus | Aps |
| 74. Δίκτυον· Reticulum | Ret | 84. Νότιον Τριγώνον· Triangu- lum Australe | TrA |
| 75. Δοράς· Dorado | Dor | 85. Ώκτάς· Octas | Oct |
| 76. Ώκριδας· Pictor | Pic | 86. Ταώς· Pavo | Pav |
| 77. Τράπεζα· Mensa | Men | 87. Τηλεσκόπιον· Telescopium | Tel |
| 78. Ίπτάμενος Ίχθύς· Volans | Vol | 88. Ίνδος· Indus | Ind. |
| 79. Χαμαιλέον· 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. Ὄνομασία, λαμπρότητα καί πλήθος ἀστέρων· Οὐρανογράφια | 17 |
| 6. Ἀποστάσεις καί κινήσεις τῶν ἀστέρων. Ἀστροική μονάδα . | 22 |
| 7. Φυσική κατάσταση καί ἐξέλιξη τῶν ἀστέρων | 27 |
| 8. Ἀστροικά 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 πλανήτες 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 παλίρροιες | 82 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ Δ΄. ΟΥΡΑΝΙΑ ΣΦΑΙΡΑ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΗ ΧΡΟΝΟΥ | σ. 87 – 112 |
| 18. Γῆ καί οὐράνια σφαίρα | 87 |

| | |
|---|--------------|
| 19. Ὁ ἥλιος στήν οὐράνια σφαίρα. Οὐρανογραφικές συντεταγμένες | 95 |
| 20. Ἡμέρα, ἡλιακός καί παγκόσμιος χρόνος | 100 |
| 21. Ἔτος, ἡμερολόγια, ἑορτή τοῦ Πάσχα | 106 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ε΄. ΚΟΣΜΟΓΟΝΙΑ | σ. 113 – 116 |
| 22. Μικροκοσμογονία καί μακροκοσμογονία | 113 |
| 23. Διαστολή καί ἡλικία τοῦ Σύμπαντος | 115 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΤ΄. ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ | σ. 119 – 124 |
| 24. Γνώμονας καί τηλεσκόπιο | 119 |
| 25. Τά μεγαλύτερα τηλεσκόπια καί ραδιοτηλεσκόπια | 121 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ζ΄. ΑΣΤΡΟΝΑΥΤΙΚΗ | σ. 125 – 141 |
| 26. Κίνηση τεχνητῶν δορυφόρων | 125 |
| 27. Ἔρευνες μέ τεχνητούς δορυφόρους καί διαστημόπλοια .. | 130 |
| Βιογραφίες | 142 – 143 |
| Χάρτες | 144 – 145 |
| Πίνακες | 146 – 147 |
| Ὄνόματα ἀστερισμῶν | 148 – 149 |

Τὰ αντίτυπα τοῦ διδλίου φέρουν τό κάτωθι διδλιόσημο γιά ἀπόδειξη τῆς γνησιότητος αὐτῶν.

Ἐντίτυπο στερούμενο τοῦ διδλιόσημου τούτου θεωρεῖται κλεψίτυπο. Ὁ διαθέτων, πωλῶν ἢ χρησιμοποιῶν αὐτό διώκεται κατὰ τίς διατάξεις τοῦ ἄρθρου 7 τοῦ Νόμου 1129 τῆς 15/21 Μαρτίου 1946 (Ἐφ. Κυβ. 1946, Α' 108).



024000030049

ΕΚΔΟΣΗ ΙΑ. 1979 (∇) — ΑΝΤΙΤΥΠΑ 85.000 ΣΥΜΒΑΣΗ 3169/9-2-79

ΕΚΤΥΠΩΣΗ ΚΑΙ ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΑ — ΓΡΑΦΙΚΑΙ ΤΕΧΝΑΙ Ο. Ε.

ΑΦΟΙ ΜΑΚΑΡΟΥΝΗ — Δ. ΚΑΜΑΡΟΠΟΥΛΟΣ

