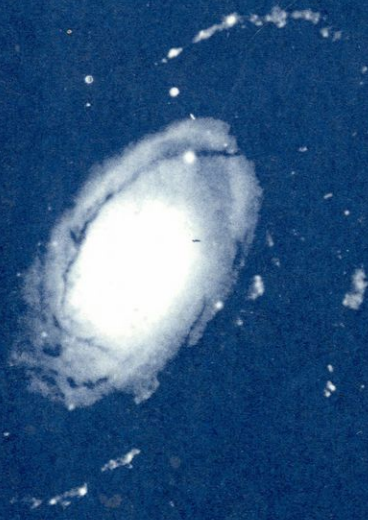


Δ. ΚΩΤΣΑΚΗ - Κ. ΧΑΣΑΠΗ



ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ 1977

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 Ὀργανισμό 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 1977

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο ΟΥΡΑΝΟΣ ΚΑΙ ΤΟ ΣΥΜΠΑΝ

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

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

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

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

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

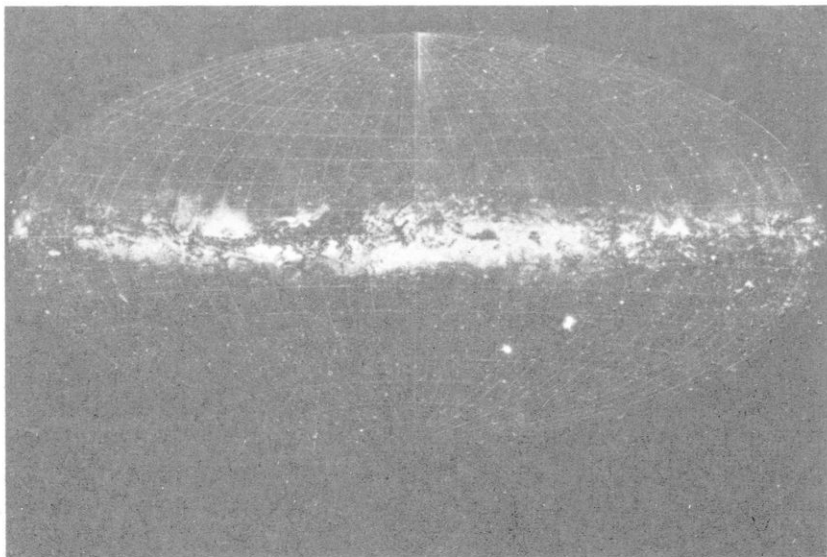
Ἡ χρησιμότητα τῆς Ἀστρονομίας εἶναι πολλαπλή. Οἱ παρατη-

ρήσεις της κινήσεως τῶν πλανητῶν ὁδήγησαν 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. Τελευταῖα μάλιστα ἡ συμβολὴ τῆς αὐξήθηκε, ἰδιαίτερα 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 πιό 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 καθηγητὴς Πλακίδης, ἀποκαλύπτει, μέ τὰ θαυμάσιά τῆς, στὸν ἄνθρωπο τὸ μεγαλεῖο τοῦ λογικοῦ, μέ τὸ ὁποῖο προικίστηκε αὐτός ἀπὸ τὴ Θεία Πρόνοια, ταυτόχρονα τὸν ὁδηγεῖ στὴν ἐπίγνωση τῆς πραγματικῆς θέσεώς του στὸ φθαρτὸ τοῦτο κόσμο..., ὅταν ἀναλογιστοῦμε τί ἀντιπροσωπεύει στὸ χῶρο καί χρόνο τὸ ἀνθρώπινο ἐγὼ μπροστὰ 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 (Ράσσελ) «ἀσκεῖ γενικά σημαντικὴ ἐπίδραση στὸν καθορισμὸ τῆς στάσης τοῦ σκεπτόμενου ἀνθρώπου, πού ἀντιμετωπίζει προβλήματα τῆς φιλοσοφίας, ὅπως εἶναι οἱ ὑποχρεώσεις του στίς μέλλουσες γενιές, ἡ θέση του στὸ Σύμπαν καί ἡ σχέση του μέ τὴ Δύναμη, πού θρῖσκεται πάνω ἀπὸ τὸ Σύμπαν. Πολὺ χαρακτηριστικὰ μάλιστα γράφει ὁ Δ. Αἰγινήτης ὅτι ἡ Ἀστρονομία παρουσιάζει «τὴν συγγένειαν τῆς ἰδικῆς μας διανοίας πρὸς τὸν Ἄπειρον Λόγον».



Εικ. 1. Γενική άποψη του ούρανοῦ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α

ΣΥΜΠΑΝ, ΓΑΛΑΞΙΕΣ, ΑΣΤΕΡΕΣ ΚΑΙ ΑΣΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.

1. Όρισμός, σχήμα καί έκταση του Σύμπαντος.

Σύμπαν ονομάζουμε τό σύνολο τών ύλικών σωμάτων, όπου καί ἄν βρίσκονται αὐτά.

Οἱ διάφορες μορφές ἐνέργειας, ὅπως τό φῶς, ἡ θερμότητα, ὁ ἠλεκτρισμός κλπ. συνδέονται μέ τά ύλικά σώματα καί, ὅπως μᾶς διδάσκει ἡ σύγχρονη Φυσική, δέν ὑπάρχει οὐσιαστική διαφορά μεταξύ ὕλης καί ἐνέργειας, διότι ἡ ὕλη «ἐξαϋλούμενη» γίνεται ἐνέργεια καί ἡ ἐνέργεια «ὑλοποιούμενη» εἶναι δυνατό νά μετατραπῆ σέ ὕλη. Ἔτσι γενικεύοντας ὀνομάζουμε Σύμπαν τό συνολικό ποσό τῆς ὑπάρχουσας ὕλης καί ἐνέργειας.

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

Τό πῶς πιθανό εἶναι πῶς τό Σύμπαν ἀποτελεῖ ἕνα σχῆμα **κλειστό** καί χωρίς **πέρατα**. Αὐτό σημαίνει πῶς μπορούμε νά φανταστοῦμε τό Σύμπαν σάν μιά σφαῖρα πού, ὅσο περνᾷ ὁ χρόνος, διογκώνεται συνέχεια καί καταλαμβάνει ὅλο καί περισσότερη ἔκταση ἢ, ἀντίθετα, ὅλο 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 χῶρο καί ὅτι μέσα στό δισεκατομμύρια ἔτη τῆς ἱστορίας του διαστράλλεται, 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 μιά μεγάλη μονάδα, πού τή λέμε **ἔτος φωτός** (ε.φ.).

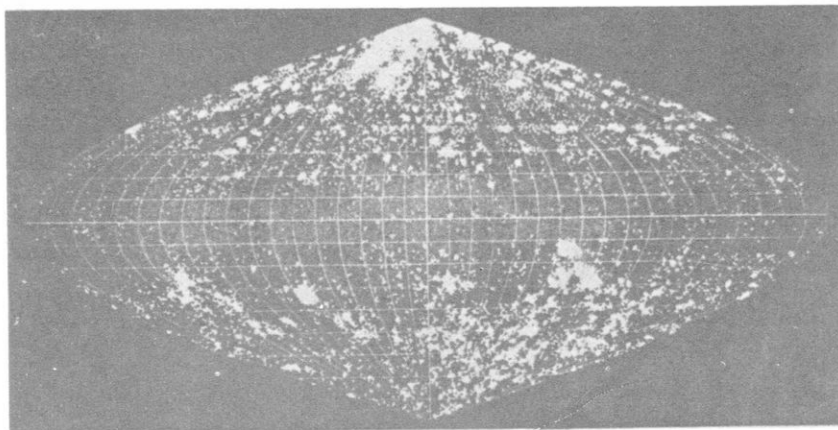
Ἔτος φωτός εἶναι τό διάστημα πού διατρέχει τό φῶς σέ ἕνα ἔτος, ἂν κινεῖται συνέχεια μέ τή γνωστή ταχύτητά του, 300.000 χιλιόμετρα τό δευτερόλεπτο.

Τό ἔτος φωτός εἶναι ἴσο μέ 9,5 τρισεκατομμύρια χιλιόμετρα. Στό ἔξης 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 ἀστεροσκοπεῖου Palomar (Παλομάρ) ἢ καί ἄλλα παρόμοια, διακρίνονται ἀντικείμενα πού βρίσκονται σέ ἀπόσταση μεγαλύτερη ἀπό δεκάπέντε δισεκατομμύρια ε.φ. Ἀλλά καί μέ τά μεγάλα ραδιοτηλεσκόπια μπορούμε νά εἰσδύσουμε στό χῶρο τοῦ Σύμπαντος περισσότερο. Καί πάλι ὅμως δέν μπορέσαμε νά «δοῦμε» τό Σύμπαν σέ ὅλη του τήν ἔκταση.

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

Παρατηρώντας στό βάθος τοῦ Σύμπαντος μέ τά τηλεσκόπια



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

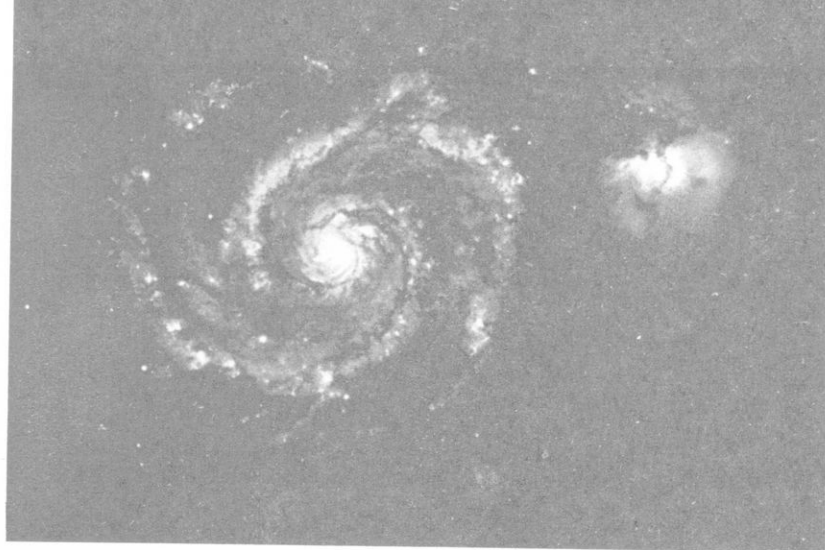
βλέπουμε ότι υπάρχουν διάσπαρτα, σ' όλη τήν έκτασή του και προς όλες τίσ διευθύνσεις, άμετροτα αντικείμενα, πού φαίνονται πάρα πολύ μικρά και μοιάζουν μέ νεφελοειδείς άσπρειδερές κηλίδες.

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

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

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

Έκτός άπ' αυτό, όσο πιό μακριά από μās θρίσκονται οί γαλαξίες, τόσο πιό δύσκολα τούς διακρίνουμε σάν άμυδρά αντικείμενα. Έξάλλου ή μεσογαλαξιακή ύλη, πού θρίσκειται στό χώρο, άπορροφά τό φώς των γαλαξιών, καθώς τρέχει στό διάστημα γιά νά φτάσει στη γη, μέ συνέπεια νά μή διακρίνουμε καθόλου τούς πιό άπομακρυσμέ-



Εικ. 3. 'Ο σπειροειδής γαλαξίας N.G.C. 5194 στον άστερισμό των Θηρευτικών Κυνών.

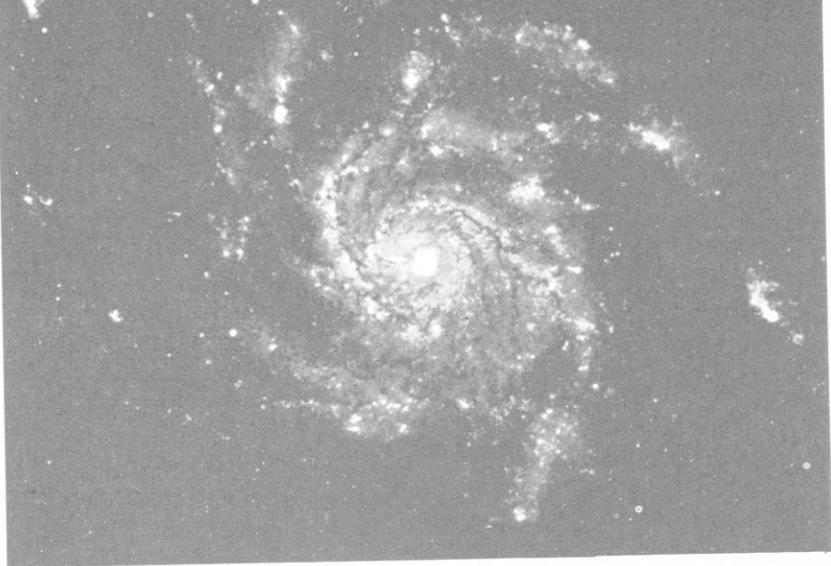
νους γαλαξίες. 'Η μεσογαλαξιακή ύλη όμως δέν άπορροφά τή ραδιοφωνική άκτινοβολία και έτσι με τά ραδιοτηλεσκόπια παρατηρούμε μακρινότερα άντικείμενα.

Μορφές των γαλαξιών. Οί γαλαξίες παρουσιάζουν, γενικά, σχήματα κανονικά. 'Ο Hubble (Χάμπλ) τούς ταξινόμησε σύμφωνα με τό σχήμα τους ως έξης:

- α) Γαλαξίες πού έχουν σχήμα έλλειπτικό και όνομάζονται **έλλειπτικοί**. 'Αποτελούν τό 17 % στό σύνολο των γαλαξιών,
- β) Γαλαξίες, πού, έπειδή έχουν πυρήνα γύρω άπό τον όποιο έλίσσονται σπειρες ή βραχιόνες, όνομάζονται **σπειροειδείς**. 'Αποτελούν τό 80 % (εικ 3).
- γ) Γαλαξίες, λίγοι στον άριθμό, πού έχουν σχήμα άκανόνιστο και όνομάζονται **άνόμολοι**. Αυτόι αποτελούν τό ύπόλοιπο 3 % στό σύνολο των γαλαξιών.

"Όπως άπέδειξαν οί έρευνες, κατά τίσ τελευταίες κυρίως δεκαετίες, κάθε γαλαξίας άποτελείται άπό άστέρες, νεφελώματα και μεσοαστρική ύλη.

Οί **άστέρες** κάθε γαλαξία είναι ήλιοι, όπως ό ήλιος μας. 'Εξάλλου, έπειδή οί γαλαξίες βρισκονται σε μεγάλες άποστάσεις άπό μās, δέν είναι δυνατό νά καταμετρήσουμε τούς άστέρες τους και πιό πολύ μάλιστα αυτούς πού βρισκονται στον πυρήνα. Στους πολύ κοντινούς μας γαλαξίες μπορούμε νά διακρίνουμε τούς άστέρες τους, αυτούς κυρίως πού βρισκονται στους βραχιόνες, πού εί-



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

ναὶ ἀραιότεροι, ἐνῶ δὲν μποροῦμε καὶ πάλι νὰ διακρίνομε αὐτοὺς, πού βρῖσκονται στοὺς πυρήνες. Γενικά τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων κάθε γαλαξία ὑπολογίζεται σὲ δεκάδες ἢ καὶ ἑκατοντάδες δισεκατομμύρια. (εἰκ. 4).

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

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

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



Είκ. 5. Ὁ μέγας σπειροειδῆς γαλαξίας
στόν ἀστερισμό τῆς Ἀνδρομέδας.

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

Τό μήκος τῆς διαμέτρου τῶν γαλαξιῶν βρέθηκε ὅτι δέν εἶναι σταθερό· πάντοτε ὁμως 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 ἄξονά του. Κατά κανόνα μεγαλύτεροι γαλαξίες εἶναι οἱ σπειροειδεῖς.

Πρῶτος ὁ W. Baade (Μπάαντε) διαπίστωσε πῶς ἀνάμεσα στίς ὁμάδες τῶν γαλαξιῶν ὑπάρχει μιὰ 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 τούς ἀστέρες του εἶναι ὁ ἥλιος μας. Ἐπομένως μέσα σ' αὐτόν τό γαλαξία θρῖσκεται ἡ γῆ καί κινεῖται γύρω ἀπό τόν ἥλιο. Ἄλλος πολύ γνωστός γαλαξίας εἶναι τῆς Ἀνδρομέδας. (εἰκ. 5).

Ἀσκήσεις

1. Ἄν ἡ ἀκτίνα τοῦ Σύμπαντος εἶναι σήμερα ἴση μέ 10^{10} ε.φ. καί ἂν ὑποθέσουμε ὅτι μεγάλωνε, ἀνάλογα μέ τό χρόνο, ἀπό τήν ἀρχή τῆς ὑπάρξεως τοῦ Σύμπαντος μέχρι σήμερα, καί ἀκόμα ὅτι ἡ ἡλικία τοῦ Σύμπαντος σήμερα εἶναι 10^{10} ἔτη, νά βρεῖτε πόση ἦταν ἡ ἀκτίνα τοῦ Σύμπαντος α) πρῖν ἀπό $9 \cdot 10^9$ ἔτη, β) πρῖν ἀπό $8 \cdot 10^9$ ἔτη, γ) πρῖν ἀπό $7 \cdot 10^9$ ἔτη καί δ) πρῖν ἀπό 10^9 ἔτη.

2. Νά βρεθεῖ πόση θά εἶναι ἡ ἀκτίνα τοῦ Σύμπαντος μετά 10^9 ἔτη, ἂν συνεχίσει νά αὐξάνει ἀνάλογα μέ τό χρόνο.

3. Ἄν δεχτοῦμε σάν μονάδα τό σημερινό ὄγκο τοῦ χώρου τοῦ Σύμπαντος, νά βρεῖτε πόσος θά εἶναι ὁ ὄγκος του μετά 10^9 ἔτη. Θά ὑποθέσετε ὅτι τό Σύμπαν εἶναι σφαιρικό καί ὅτι ἡ ἀκτίνα του αὐξάνει ἀνάλογα μέ τό χρόνο.

4. Νά ἐκφράσετε τήν ἀκτίνα τοῦ Σύμπαντος 10^{10} ε.φ. σέ χιλιόμετρα.

5. Ὑπολογίστε τόν ἀριθμό τῶν ἀστέρων τῆς τοπικῆς ομάδας γαλαξιών, ἂν δεχτοῦμε ὅτι κάθε γαλαξίας ἔχει 50 δισεκατομύρια ἀστέρες, ἐκτός ἀπό τό δικό μας καί τῆς Ἀνδρομέδας, πού ἔχουν 100 δισεκατομύρια.

3. Σύσταση, διαστάσεις, δομή καί περιστροφή τοῦ γαλαξία.

Κατά τίς ἀσέληνες νύχτες, ὅταν βρισκόμαστε μακριά ἀπό τά φῶτα τῆς πόλης, βλέπουμε καθαρά, ὅτι ὁ οὐρανός διασχίζεται ἀπό μιὰ ἀκανόνιστη, φωτεινή καί νεφελώδη ζώνη, πού οἱ ἀρχαῖοι Ἑλληνας τήν ὀνόμασαν **Γαλαξία** ἀπό τή γαλακτόχρωμη ὄψη τῆς.

Εἶναι χαρακτηριστικό, ὅτι πρῶτος ὁ Δημόκριτος (περιπ. 460–370 π.Χ.) χωρίς ὄργανα, προσδιόρισε ὅτι ὁ γαλαξίας ἀποτελεῖται ἀπό ἀστέρες, ὅπως εἶχε καθορίσει καί τή σύσταση τῆς ὑλης ἀπό ἄτομα. Εἶπε: «ὁ γαλαξίας ἐστί πολλῶν καί μικρῶν καί συνεχῶν ἀστέρων, συμφοτιζομένων ἀλλήλοις, συναυγασμός διά τήν πύκνωσιν» αὐτό δηλαδή πού λέγει καί ἡ σύγχρονη Ἀστρονομία γιά τή σύσταση τοῦ Γαλαξία.

Ὁ γαλαξίας φαίνεται ἀπό τή γῆ σάν μιὰ ζώνη στόν οὐρανό, γιατί καί ἡ γῆ, ἀπ' ὅπου τόν παρατηροῦμε, βρίσκεται μέσα στό γαλαξία. Κατέχει δηλαδή ἡ γῆ τέτοια θέση μέσα σ' αὐτόν, ὥστε νά τόν βλέπουμε σάν φωτεινή ζώνη, πού τήν ὀνομάζουμε **γαλαξιακή ζώνη**.

Συμβαίνει ἐδῶ καί ἀνάλογο, μέ κείνο πού γίνεται, ὅταν βρισκόμαστε μέσα στό δάσος. Τότε, τά κοντινά σέ μᾶς δέντρα, μᾶς περιβάλλουν ἀπό ὅλα τά μέρη καί φαίνονται ξεχωριστά τό καθένα. Τά δέντρα ὅμως, πού βρίσκονται μακριά μας, δέν μποροῦμε νά τά ξεχωρίσουμε. Τά βλέπουμε νά σχηματίζουν γύρω μας ἕνα ἄμορφο σύνολο, ὅπου συγγέονται οἱ κορμοί, τά κλαδιά καί τά φυλλώματά τους, ἀποτελοῦν δηλαδή ἕνα ἀκαθόριστο σύνολο.

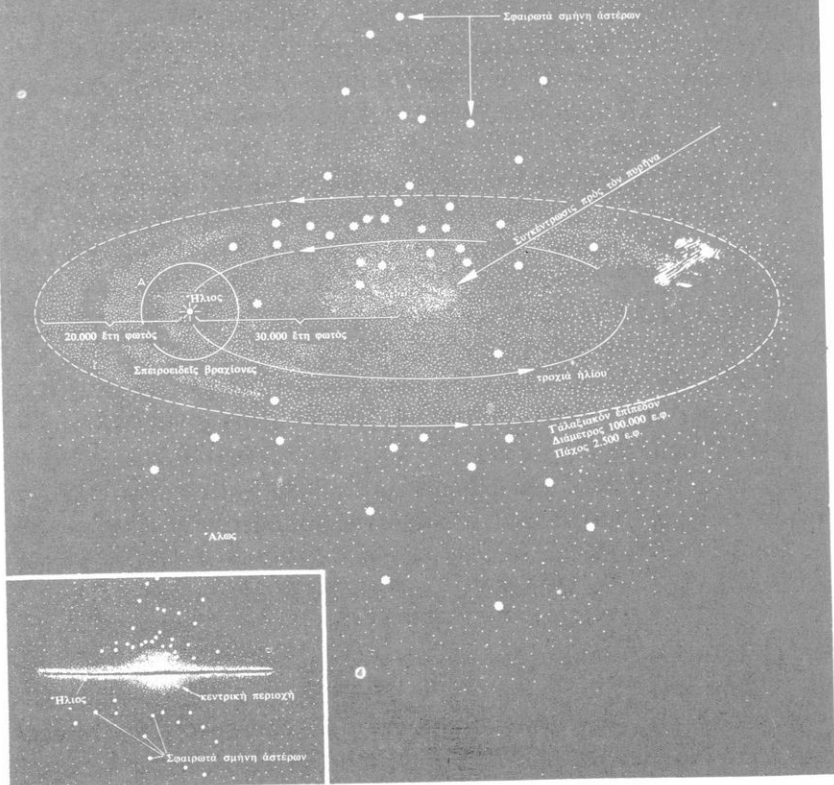
Κατά τόν ίδιο τρόπο, ὄλοι οἱ ἀστέρες, πού φαίνονται σκορπισμένοι στόν οὐρανό, εἶναι οἱ κοντινοί μας ἀστέρες τοῦ γαλαξία καί ἀντιστοιχοῦν μέ τά κοντινά μας δέντρα τοῦ δάσους. Ἐξάλλου ἡ φωτεινή γαλακτόχρωμη ζώνη εἶναι τά μακρινά σέ μᾶς πλήθη ἀστέρων καί ἀντιστοιχοῦν στά μακρινά δέντρα τοῦ δάσους. Εἶναι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

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

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

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

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



Σχ. 1. Σχηματική παράσταση του Γαλαξία μας.

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

Ένα από αυτά τα σμήνη **άπαρτίζεται** από τους λαμπρότερους άστρες του ούρανού, που είναι περίπου πεντακόσιοι. Μολονότι οι άστρες αυτοί φαίνονται διασκορπισμένοι στον ούρανό, στην πραγματικότητα αποτελούν σμήνος. Σ' αυτό τό σμήνος **δρίσκεται** και ή γή μας· είναι τό «τοπικό σύστημα».

Καθορίστηκε ή θέση του ήλιου και της γής μέσα στο γαλαξία μας και βρέθηκε ότι απέχει από τό κέντρο αυτού απόσταση ίση μέ 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 μιὰ 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**.

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

Ἡ ἥλιος μας, σάν ἀστέρων τοῦ γαλαξία, δέν εἶναι ὁ μόνος. Γύρω ἀπό αὐτόν κινεῖται, σέ διάφορες ἀποστάσεις, ἑννέα, σχετικά μέγала 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: **Ἐρμῆς, 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**.

Ἐκτός ἀπό τόν Ἐρμῆ, τήν Ἀφροδίτη καί τόν Πλούτωνα γύρω ἀπό τούς ἄλλους πλανῆτες κινεῖται ἕνα ἢ περισσότερα σώματα, μικρότερα τους, πού ὀνομάζονται **δορυφόροι τῶν πλανῆτων**. Ἡ **σελήνη** εἶναι ὁ μοναδικός δορυφόρος τῆς γῆς. Γύρω ἀπό τόν ἥλιο, ἐκτός ἀπό τούς πλανῆτες καί τούς δορυφόρους τους, κινεῖται καί μερικές δεκάδες ἄλλα σώματα, πού, ἐπειδή ἔχουν σχῆμα στενομά-

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. Ἀφοῦ 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 οκτάκις ἑκατομ. τόνους).

Ἐξάλλου μετρήθηκε ή διάμετρος τῆς γήινης σφαίρας καί βρέθηκε ότι φτάνει στά 12.750 km. Ἡ διάμετρος τοῦ ήλιου βρισκουμε 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 ήλιος 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, ὅσο καί στίς διαστάσεις του, δέν εἶναι δυνατό νά συγκριθεῖ μέ τό τεράστιο μέγεθος τοῦ Σύμπαντος, ἀφοῦ 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 ὁμοίμορφη καί συχνά σχηματίζουν μερικά εὐδιάκριτα συμπλέγματα, πού μέ τή βοήθεια τῆς φαντασίας βρισκουμε 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 Ἕλληνες ἔδωσαν καί ἕνα ἰδιαίτερο ὄνομα, πού τό πήραν ἀπό τή μυθολογία. Ἔτσι ὑπάρχουν οί ἀστερισμοί: τοῦ Ἡρακλέους, τοῦ Ὠρίωνος, τοῦ Περσεύς, τῆς Ἀνδρομέδας, τῆς Μεγάλης Ἀρκτου, τῆς Μικρῆς 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.

Από τούς 88 αὐτούς άστερισμούς οί 6, δηλαδή ή **Μεγάλη Ἄρκτος**, ή **Μικρά Ἄρκτος**, ή **Κασσιόπη**, ό **Κηφέυς**, ό **Δράκων** καί ή **Καμηλοπάρδαλις** είναι όρατοί από τήν Ἑλλάδα, όλη τή νύχτα καί όλες τίς εποχές τοῦ έτους, στό δόρειο μέρος τοῦ οὐρανοῦ, γι' αὐτό καί όνομάζονται **άειφανεῖς άστερισμοί**. Από τούς υπόλοιπους 82, μόνο οί 63 φαίνονται από τήν Ἑλλάδα, κατά διάφορες εποχές τοῦ έτους καί ώρες τῆς νύχτας, καί όνομάζονται **άμφιφανεῖς άστερισμοί**. Οί υπόλοιποι 19 άστερισμοί δέ φαίνονται ποτέ από τήν Ἑλλάδα καί όνομάζονται **άφανεῖς άστερισμοί**.

Από τούς άστέρες μόνο οί 30 λαμπρότεροι έχουν ιδιαίτερο όνομα, συνήθως έλληνικό, όπως ό Ἄρκτοῦρος (ό όδηγός τῆς Ἄρκτου), ή άραδικό¹, όπως ό Ἄλταρ (πετάμενος άετός).

Γενικά όμως, τόσο οί 30 άστέρες πού έχουν ιδιαίτερο όνομα, όσο καί όλοι οί άλλοι, πού φαίνονται μέ γυμνό μάτι στόν κάθε άστερισμό, καθορίζονται σ' όλα τά έθνη μέ ένα γραμμα τοῦ έλληνικοῦ αλφάβητου ό καθένας. Τό γραμμα α έχει συνήθως ό λαμπρότερος άστέρας τοῦ άστερισμοῦ, τό β ό άμέσως λιγότερο λαμπρός κτλ. Ἔτσι ό Βέγας, ό λαμπρότερος άστέρας στό δόρειο ήμισφαίριο τοῦ οὐρανοῦ, πού θρίσκεται στόν άστερισμό τῆς Λύρας, λέγεται καί α Lyg (α τῆς Λύρας).

Ἐάν σέ ένα άστερισμό τό σύνολο τῶν άστέρων του είναι περισσότερο από 24, μετά τά γραμματα τοῦ έλληνικοῦ αλφάβητου, χρησιμοποιοῦνται τά γραμματα τοῦ λατινικοῦ αλφάβητου. Για όλους τούς υπόλοιπους άστέρες, πού συνήθως είναι όρατοί μέ τηλεσκόπιο, αντί για όνομα χρησιμοποιεῖται ό αριθμός μέ τόν όποιο έχει καταγραφεί ό άστέρας στους μεγάλους καταλόγους τῶν άστέρων.

Εύκολα διαπιστώνουμε λοιπόν ότι οί άστέρες δέν παρουσιάζουν όλοι τήν ίδια λαμπρότητα. Μερικοί είναι πάρα πολύ λαμπροί, άλλοι φαίνονται πολύ άμυδροί καί άλλοι διακρίνονται μέ δυσκολία.

Οί άρχαίοι Ἕλληνες άστρονόμοι, καί κυρίως ό Ἴππαρχος καί ό Πτολεμαῖος, ταξινόμησαν τούς άστέρες, ανάλογα μέ τή λαμπρότητά

1. Οί Ἄραβες ανέπτυξαν πολύ τήν Ἀστρονομία, κυρίως από τόν 8ο έως τό 10ο αἰώνα μ.Χ.

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

Όλοι οί όρατοί μέ γυμνό μάτι άστέρες ταξινομήθηκαν σέ έξι μεγέθη. Στο πρώτο μέγεθος κατατάχτηκαν 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) ύπέδειξε, 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 άπότομα. Έπάσχει πάντα μιá κλιμάκωση στή λαμπρότητα. Μέ κατάλληλα φωτόμετρα μπορούμε νά μετρήσουμε μέ ακρίβεια τή λαμπρότητα καθενός άστέρα καί νά τήν καθορίσουμε όχι μόνο σέ άκέραιο μέγεθος, αλλά καί σέ δέκατα αυτού. Έτσι ό άστέρας **Λαμπαδίας** (α του άστερισμού του Ταύρου) έχει μέγεθος 1,1, ενώ ό **Πολυδεύκης** (β των Διδύμων) έχει μέγεθος 1,2 καί ό **Βασιλίσκος** (α του Λέοντος) 1,3.

Έτσι διαπιστώθηκε ότι από τούς 20 λαμπρότερους άστέρες α' μεγέθους, οί 12 έχουν λαμπρότητα πολύ μεγαλύτερη από αυτή πού χαρακτηρίζει τήν ομάδα τους. Γι' αυτό στήν ακριδή κλίμακα τών 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 ἀρνητικὰ μεγέθη. Ἔτσι ὁ Ἄρκτοῦρος (α τοῦ Βοώτου) ἔχει μέγεθος $-0,1$ καὶ ὁ Σείριος (α τοῦ Μεγάλου Κυνός), ὁ λαμπρότερος ἀπὸ ὄλους τοὺς ἀστέρες ἔχει μέγεθος $-1,4$.

Ἀπὸ τοὺς πλανήτες τῆ μεγαλύτερη λαμπρότητα παρουσιάζει ἡ Ἀφροδίτη (Αὐγερινός), φτάνει στὸ $-4,4$ μέγεθος.

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

Εἶναι γενικὴ ἡ ἐντύπωση ὅτι οἱ ἀστέρες πού βλέπουμε μέ γυμνὸ μάτι εἶναι ἄπειροι καὶ ὅτι δέν μπορούμε νὰ τοὺς μετρήσουμε. Ἡ ἐντύπωση ὅμως αὐτὴ εἶναι ἐσφαλμένη, γιατί ὄλοι οἱ ἀστέρες πού φαίνονται μέ γυμνὸ μάτι εἶναι περίπου 5.000. Ἀπὸ τὸ 7ο ὅμως μέγεθος καὶ μετὰ τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων αὐξάνει συνέχεια.

Οἱ ἀστέρες πού μπορούμε νὰ παρατηρήσουμε μέχρι τὸ 6ο μέγεθος εἶναι 5000 περίπου

» » 12ο » » $2 \cdot 10^6$ »

» » 21ο » » $2 \cdot 10^9$ »

»πολὺ μεγάλο.

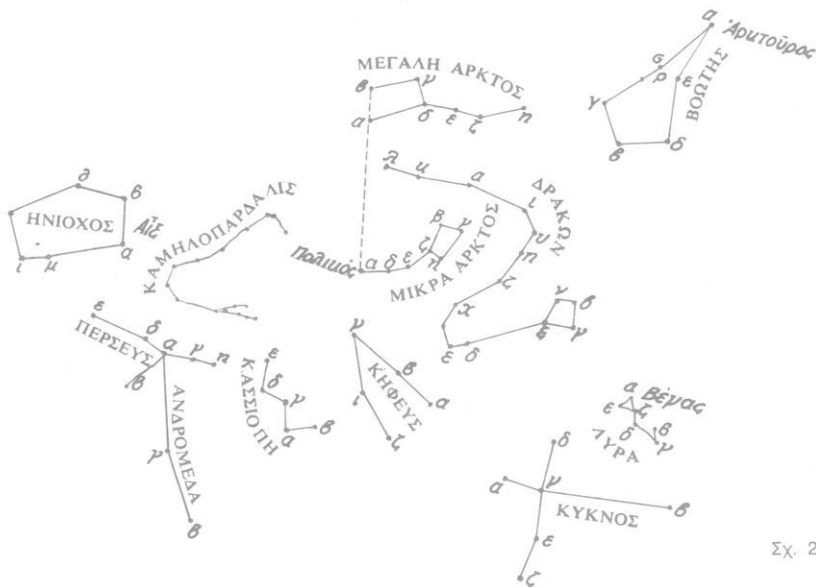
Μέχρι σήμερα ἔχει καταγραφεῖ σέ καταλόγους μεγάλο πλῆθος ἀστέρων καὶ συνεχίζεται ἡ καταγραφή νέων. Μέ τῆ βοήθεια τῶν καταλόγων αὐτῶν συντάσσονται χάρτες καὶ ἀτλαντες τοῦ οὐρανοῦ μέ μεγάλη ἀκρίβεια.

Οἱ πιὸ ἀπλοὶ χάρτες περιέχουν τὶς θέσεις πού θορίζονται οἱ λαμπρότεροι ἀστέρες τῶν ἀστερισμῶν καθὼς καὶ τὰ χαρακτηριστικὰ γράμματα μέ τὰ ὁποῖα ὀνομάζονται οἱ ἀστέρες αὐτοὶ (βλ. χαρ. 1 καὶ 2 στὸ τέλος τοῦ βιβλίου).

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

Γιὰ νὰ ἀναγνωρίσουμε τοὺς ἀστέρες στὸν οὐρανὸ, παίρουμε σὰν ἀρχὴ ἀναγνωρίσεως τὸν ἀστερισμὸ τῆς **Μεγάλης Ἄρκτου**. Αὐτὸς ἀποτελεῖται ἀπὸ πολλοὺς ἀστέρες, ἀλλὰ οἱ κυριότεροι εἶναι μόνο 7· οἱ α, β, γ, δ, ε, ζ καὶ η (σχ. 2). Οἱ α, β, γ καὶ δ σχηματίζουν τὸ σῶμα τῆς Ἄρκτου, οἱ ε, ζ καὶ η τὴν οὐρὰ τῆς. Οἱ ἀστέρες τῆς Μεγάλης Ἄρκτου ἀνήκουν στὸ 2ο μέγεθος, ἐκτὸς ἀπὸ τὸν δ, πού ἀνήκει στὸ 4ο. Ἄν ἐνώσουμε μέ νοητὴ γραμμὴ τοὺς ἀστέρες β – α τῆς Μεγάλης Ἄρκτου καὶ τὴν προεκτείνουμε κατὰ τὸ πενταπλάσιό τῆς, συναντοῦμε ἕνα ἀστὲρα 2ου μεγέθους, πού ὀνομάζεται **Πολικόξ**, γιατί θορίζεται πολὺ κοντὰ στὸ **θόρειο Πόλο** τοῦ οὐρανοῦ, στὸ σημεῖο δηλαδὴ ἐκεῖνο, πού ὁ ἄξονας τῆς γῆς, ἂν προεκταθεῖ, ἀπὸ τὸ θόρειο πόλο τῆς, συναντᾷ καὶ διαπερνᾷ τὸν οὐρανὸ.

Ἡ Πολικόξ ἀστέρας χρησιμεύει στὸν προσανατολισμὸ κατὰ τὴ νύχτα. Βλέποντάς



Σχ. 2.

τον έχουμε εμπρός μας τό βορά, πίσω μας τό νότο, δεξιά τήν άνατολή καί άριστερά τή δύση.

Ο πολικός άστέρας είναι ένας από τούς επτά άστέρες τής Μικράς Άρκτου καί μάάλιστα ο α. Οί άστέρες αυτοί σχηματίζουν σχήμα όμοιο μέ τό σχήμα τής Μεγάλης Άρκτου, αλλά μικρότερο καί αντίθετο σε σχέση μ' αυτή. Οί άστέρες 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 μία σειρά άστέρων σε τεθλασμένη γραμμή, πού καταλήγει σε τετράπλευρο. Είναι ο άστερισμός του Δράκοντος. Αν προεκτείνουμε ακόμα περισσότερο τή γραμμή β-α τής Μεγάλης Άρκτου, πού οδηγεί στον Πολικό άστέρα, 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 άστέρες τόν α, β, γ, δ καί ε είναι όλοι λαμπροί, 2ου καί 3ου μεγέθους, καί σχηματίζουν τό γράμμα W.

Εκτός από τούς έξι αυτούς άστερισμούς, πού είναι άειφανείς για τήν Έλλάδα, μέ τή βοήθεια του σχήματος ¹, βρίσκουμε τούς λαμπρούς άστερισμούς του Βώτου μέ τόν άστέρα Άρκτούρο, του 1ου μεγέθους, στην προέκταση τής γραμμής ζ - η τής

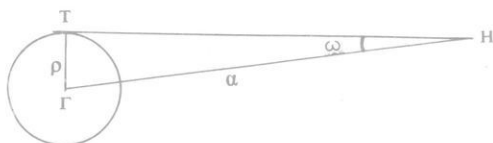
1. Τόν πρώτο κατάλογο άστέρων συνέταξε ο μεγάλος Έλληνας άστρονόμος τής αρχαιότητας Ίππαρχος, περιλάμβανε 1022 άστέρες από τούς λαμπρότερους του ουρανού.

οὐράς τῆς Μεγάλης Ἄρκτου· τῆ **Λύρα** μέ τό λαμπρότερο ἀστέρα στό δόρειο ἡμισφαίριο, τό **Βέγα**, καί τόν **Κύννο**, πού ὁ ἀστέρας του α εἶναι τοῦ 1ου μεγέθους, καί τοὺς δύο αὐτοὺς ἀστερισμοὺς τοὺς δοῖσκουμε πρὸς τό μέρος τοῦ Κηφέως καί τοῦ Δράκοντος· τόν **Περσέα** καί τὴν Ἀνδρομέδα, λαμπροὺς ἀστερισμοὺς, πέρα ἀπὸ τὴν Κασσιόπη· τέλος τόν **Ἡνίοχο** μέ τό λαμπρό τοῦ ἀστέρα α, τὴν **Αἶγα**, πέρα ἀπὸ τὴν Καμηλοπάρδαλη. Μέ ὅμοιο τρόπο καί μέ τὴ βοήθεια τῶν χαρτῶν μπορούμε νά δοῦμε καί νά ἀναγνωρίσουμε ὅλους τοὺς ἀστερισμοὺς πού εἶναι ὁρατοί ἀπὸ τὴν Ἑλλάδα.

6. Ἀποστάσεις καί κινήσεις τῶν ἀστέρων.

Ἀστρονομική μονάδα.

Παίρνουμε ἓνα σημεῖο Τ ἑνός τόπου στὴν ἐπιφάνεια τῆς γῆς (σχ. 3) καί ὀνομάζουμε Γ καί Η τὰ κέντρα τῆς γήινης καί τῆς ἡλιακῆς σφαίρας ἀντίστοιχα. Ἡ θέση τοῦ ἡλίου Η, σέ σχέση μέ τόν τόπο Τ, ὀρίστηκε πάνω στὸν ὀρίζοντα, γιατί τότε τό τρίγωνο ΓΤΗ εἶναι



ὀρθογώνιο. Ὄνομάζουμε **ὀριζόντια παράλλαξη τοῦ ἡλίου** τὴ γωνία ΤΗΓ = ω μέ τὴν ὁποία φαίνεται ἡ ἀκτίνα τῆς γῆς, ΓΤ = ρ, ἀπὸ τό κέντρο τοῦ ἡλίου Η.

Σχ. 3.

Ἐν ὀνομάσουμε α τὴν ἀπόσταση ΗΓ τοῦ ἡλίου ἀπὸ τὴ γῆ, τότε ἀπὸ τό ὀρθογώνιο τρίγωνο ΓΤΗ ἔχουμε $\rho = \alpha \eta \omega$, ἢ

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

Ἐπομένως, ἂν γνωρίζουμε τὴν ὀριζόντια παράλλαξη ω τοῦ ἡλίου, μπορούμε νά δοῦμε τὴν ἀπόσταση τοῦ α ἀπὸ τὴ γῆ, διότι ἡ ἀκτίνα ρ τῆς γήινης σφαίρας εἶναι γνωστή.

Ἐπειδὴ ἀπὸ ἐπιμελημένες μετρήσεις μέ διάφορους τρόπους δρέθηκε ὅτι ἡ ω εἶναι ἴση μέ 8'',8. Ἐπειδὴ ὁμως ἡ γωνία αὐτὴ εἶναι πολὺ μικρὴ, μπορούμε στὴ σχέση (1) ἀντὶ ηω νά πάρουμε τὴ γωνία ω, ἀρκεῖ νά μετατρέψουμε τὰ δευτερόλεπτα τοῦ τόξου σέ ἀκτίνα.

Ἐτσι ἡ (1) τελικὰ γίνεται:

$$\alpha = \frac{206.265}{8'',8} \rho \quad \text{ἢ} \quad \alpha = 23.439,2 \rho \quad (2)$$

Ἐπειδὴ δὲ ἡ (ἰσημερινή) ἀκτίνα τῆς γῆς ρ εἶναι ἴση μὲ 6.378.388 m. ἀπὸ τῆς σχέσης (2) ἔχουμε:

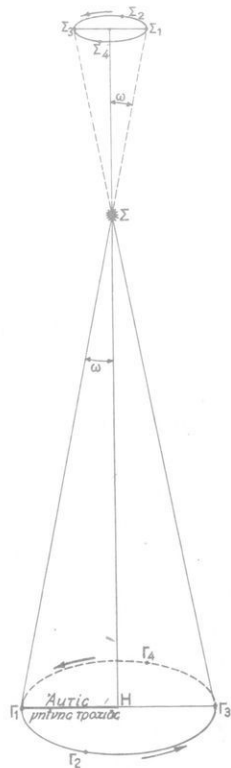
$$\alpha = 149.504.312 = 149.5 \times 10^6 \text{ km} \quad (3)$$

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

Παράλλαξι καὶ μονάδα παραξ. Στὸ σχῆμα 4 Ἡ εἶναι ὁ ἥλιος καὶ $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \dots, \Gamma_1$ ἡ τροχιά τῆς γῆς γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο. Τὰ σημεῖα $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \dots$ δείχνουν τίς διαφορὲς 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 τῆς θέσης Γ_1 τῆς γῆς ὁ ἀστέρας αὐτὸς προβάλλεται στὸν οὐρανὸ στῆ 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 αὐτὴ ὀνομάζεται **παραλλαξιακὴ τροχιά τοῦ ἀστέρα Σ** .

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

Ἡ γωνία ω , πού σχηματίζουν αἱ 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 πιο μακριὰ ἀπὸ τῆς γῆ βρίσκεται ἕνας ἀστέρας, τόσο μικρότερη θὰ εἶναι καὶ ἡ παράλλαξί του.



Σχ. 4.

Από την παράλλαξη ενός αστέρα μπορούμε εύκολα να βρούμε την απόστασή του από τη γη, διότι από τό 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.

Παράλλεξη 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 παράλλεξη προκύπτει από τη σύντμηση των λέξεων: παράλλαξη και σεκόντ (δευτερόλεπτο).

Ανάμεσα στην παράλλαξη και τις μονάδες μήκους: παράλλεξη και έτος φωτός, υπάρχει η έξης αντιστοιχία:

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

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

Αποστάσεις και απόλυτο μέγεθος αστέρων. Ο αστέρας πού παρουσιάζει τη μεγαλύτερη γνωστή παράλλαξη, ίση με 0'',764, και τη μικρότερη απόσταση από τη γη, είναι ο λεγόμενος **έγγυτάτος**. Είναι άμυδρός αστέρας και ανήκει στο 11ο μέγεθος, παράλληλα είναι «συνόδος» του λαμπρού αστέρα α του Κενταύρου, πού απέχει από τη γη 4,3 ε.φ. ή 1,31 παράλλεξη.

Η λαμπρότητα πού παρουσιάζουν οι αστέρες εξαρτάται βέβαια από την απόστασή τους από τη γη, αλλά σχετίζεται όπωσδήποτε 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 μεγαλύτερός του σε όγκο να φαίνεται άμυδρός, γιατί απέχει πολύ από τη γη.

Αποφασίστηκε λοιπόν, γιά να είναι δυνατή η σύγκριση των αστέρων μεταξύ τους, να εξετάζεται όχι τό φαινομενικό μέγε-

θός τους, αλλά ή λαμπρότητα πού θά είχαν, αν όλιοι βρισκονταν στην ίδια απόσταση από τή γή και συγκεκριμένα σέ απόσταση 10 παρσέκ. Τό μέγεθος πού θά παρουσίαζε τότε κάθε άστέρας ονομάζεται **άπόλυτο μέγεθος του άστέρα**.

Πραγματικές κινήσεις των άστέρων. Πρίν από τρείς αιώνες όλιοι πίστευαν ακόμα, ότι οι άστéρες δέν κινούνται. Γι' αυτό και οι 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 οι λαμπροί άστéρες Σείριος, Άρκτουρος και Λαμπαδίας κινούνται. Σήμερα γνωρίζουμε ότι όλιοι οι άστéρες κινούνται, άσχετα αν οι κινήσεις τους δέν είναι αισθητές σέ μικρά χρονικά διαστήματα, λίγες δεκάδες ή και έκατοντάδες έτη.

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

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

Μεταβατική κίνηση του ήλιου. Έξακριβώθηκε, ότι ό ήλιος, όπως όλιοι οι άστéρες, κινείται στό χώρο. Η κίνηση του διαπιστώνεται ως έξης: "Όπως, όταν προχω-



Σχ. 5.

ροῦμε μέσα στο δάσος, έχουμε την εντύπωση ότι τὰ δένδρα, πρὸς τὰ ὅποια κινούμαστε, «ἀνοίγουν», ἐνῶ ἀντίθετα ἐκεῖνα πού ἀφήνουμε πίσω μας, ὅτι συγκλίνουν μεταξύ τους, ἔτσι καὶ οἱ γειτονικοί στὸν ἥλιο ἀστέρες, μὲ τὸ πέρασμα αὐτοῦ ἀνάμεσά τους, «ἀνοίγουν» καὶ συνέχεια ἀπομακρύνονται ὁ ἕνας ἀπὸ τὸν ἄλλο, ἐνῶ ὅσοι βρισκονται στὴν ἀντίθετη κατεύθυνση φαινομενικά πλησιάζουν ὁ ἕνας τὸν ἄλλο. Ἐμεῖς ἀπὸ τὴ γῆ, πού ἀκολουθεῖ τὸν ἥλιο, βλέπουμε πραγματικά τὶς κινήσεις αὐτῆς τῶν ἀστέρων. Τὸ σημεῖο τοῦ οὐρανοῦ, πρὸς τὸ ὁποῖο κατευθύνεται ὁ ἥλιος, ὀνομάζεται **ἄπηξ**, ἐνῶ τὸ σημεῖο ἀπὸ τὸ ὁποῖο ἀπομακρύνεται ὀνομάζεται **ἀντάπηξ**.

Ἀσκήσεις.

6. Νά βρεῖτε ποῖο εἶναι τὸ μέσο πλῆθος τῶν ἀστέρων τοῦ Σύμπαντος, ὅταν τὸ μέσο πλῆθος τῶν ἀστέρων κάθε γαλαξία 10^{11} ἀστέρες καὶ τὸ συνολικὸ πλῆθος τῶν γαλαξιών τοῦ Σύμπαντος εἶναι 10^{12} .

7. Πόσοι γαλαξίες πρέπει νά ὑπάρχουν σ' ἕνα χῶρο τοῦ Σύμπαντος, πού ἔχει ἀκτῖνα 10^9 ἔτη φωτός. Θά θεωρήσετε δεδομένο ὅτι ἡ μέση ἀπόσταση τῶν γαλαξιών μεταξύ τους εἶναι 10^6 ε.φ. καὶ ὅτι οἱ γαλαξίες εἶναι ὁμοιόμορφα μοιρασμένοι σ' αὐτὸ τὸ χῶρο.

8. Ἄν ὅλο τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων τοῦ γαλαξία εἶναι $2 \cdot 10^{11}$ τότε πόσοι ἀστέρες του κρύβονται ἀπὸ τὰ σκοτεινά νεφελώματα, ὅταν αὐτὰ καλύπτουν τὸ $1/2$ στῆν ἔκταση τοῦ γαλαξία. (Θά ὑποθέσετε ὅτι οἱ ἀστέρες εἶναι μοιρασμένοι ὁμοιόμορφα στὸ χῶρο).

9. Ἄν τὴν ἀπόσταση τῆς γῆς ἀπὸ τὸν ἥλιο, πού εἶναι ἴση μὲ $1,5 \times 10^8$ km, τὴν πάρομε ὡς μονάδα μετρήσεως τῶν ἀποστάσεων (ἀστρονομικὴ μονάδα), νά βρεῖτε πόσες ἀστρονομικὲς μονάδες ἀντιστοιχοῦν σὲ ἕνα ἔτος φωτός.

10. Σέ πόσες «ἀστρονομικὲς μονάδες» ἀντιστοιχεῖ ἡ διάμετρος τοῦ γαλαξία καὶ σέ πόσες ὁ ἄξονας περιστροφῆς του;

11. Νά βρεῖτε σέ ἀστρονομικὲς μονάδες πόση εἶναι ἡ ἀπόσταση τοῦ ἡλίου: α) μακριά ἀπὸ τὸ γαλαξιακὸ ἐπίπεδο καὶ β) ἀπὸ τὸ κέντρο τοῦ γαλαξία.

12. Πόσο χρόνο χρειάζονται ὁ ἥλιος καὶ ἡ γῆ γιὰ νά κάνουν 100 περιφορὲς γύρω ἀπὸ τὸν ἄξονα τοῦ γαλαξία;

13. Ἄν τὴν ἀπόσταση γῆς – ἡλίου, ἴση μὲ $1,5 \times 10^8$ km, τὴν πάρομε ὡς μονάδα μετρήσεως ἀποστάσεων, τότε πόσες τέτοιες μονάδες ἀπέχει ἀπὸ τὸν ἥλιο ὁ τελευταῖος πλανῆτης Πλούτων;

14. Νά βρεῖτε τὸ λόγο: τοῦ μεγέθους τῆς ἀκτῖνας τῆς γῆς α) μὲ τὴν ἀκτῖνα τοῦ γαλαξία καὶ β) τοῦ Σύμπαντος.

15. Νά βρεῖτε τὸ λόγο: τοῦ μεγέθους τῆς ἀκτῖνας τοῦ ἡλίου α) μὲ τὴν ἀκτῖνα τοῦ γαλαξία καὶ β) μὲ τὴν ἀκτῖνα τοῦ Σύμπαντος.

16. Νά βρεῖτε τὸ λόγο τῆς ἀκτῖνας τοῦ γαλαξία μὲ τὴν ἀκτῖνα τοῦ Σύμπαντος.

17. Μὲ δεδομένο ὅτι ἀστέρας κάποιου μεγέθους εἶναι 2,512 φορές λαμπρότερος ἀπὸ ἄλλο ἀστὲρα πού ἀνήκει στὸ ἀμέσως ἐπόμενο μέγεθος, νά βρεῖτε πόσο λαμπρότερος εἶναι ἕνας ἀστέρας τοῦ 13ου μεγέθους ἀπὸ ἕναν ἄλλο τοῦ 2ου μεγέθους.

18. Πόσο λαμπρότερη είναι η πανσέληνος από ένα αστέρα Ιου μεγέθους;
19. Νά βρείτε μέ πόσους αστέρες Ιου μεγέθους είναι ίση ή λαμπρότητα του ήλιου.
20. Νά βρείτε μέ πόσες πανσέληνους είναι ίση ή λαμπρότητα του ήλιου.
21. Νά βρείτε τήν τιμή μιᾶς αστρονομικῆς μονάδας σέ παρσέκ καί ἔτη φωτός.
22. Νά βρείτε τήν τιμή ἑνός ἔτους φωτός σέ αστρονομικές μονάδες καί σέ παρσέκ.
23. Νά βρείτε τήν τιμή ἑνός παρσέκ σέ χιλιόμετρα.
24. Νά βρείτε σέ παρσέκ τήν ἀπόσταση τοῦ ἀστέρα ε τοῦ ἀστερισμοῦ τοῦ Ἰνδοῦ, ὅταν γνωρίζουμε ὅτι ἡ ἑτήσια παράλλαξή του εἶναι $0''.219$.
25. Νά βρείτε σέ ε.φ. τήν ἀπόσταση ἀστέρα, ὅταν ἡ ἑτήσια παράλλαξή του εἶναι $0''.001$.
26. Πόση εἶναι ἡ ἀπόσταση, σέ παρσέκ καί αστρονομικές μονάδες, τοῦ ἡλιου ἀπό τό κέντρο τοῦ γαλαξία.

7. Φυσική κατάσταση καί ἐξέλιξη τῶν ἀστέρων.

Χρώματα καί φασματικοί τύποι ἀστέρων. Ἡ πείρα μᾶς διδάσκει, πῶς, ὅταν ἕνα σῶμα μέ τήν αὔξηση τῆς θερμοκρασίας του πυρακτωθεῖ, στήν ἀρχή παρουσιάζει χροῶμα ἐρυθρό (ἐρυθροπύρωση), μετά, καθῶς ἡ θερμοκρασία του ἀνεβαίνει συνέχεια, γίνεται ὀλοένα καί πιό λευκό πλησιάζοντας πρός τό γαλάζιο (λευκοπύρωση).

Μέ τόν ἴδιο τρόπο διαπιστώθηκε ὅτι καί οἱ ἀστέρες παρουσιάζουν διάφορα χρώματα, πού εἶναι συνάρτηση τῆς θερμοκρασίας τους. Ἔτσι, καθῶς προχωροῦμε ἀπό τούς θερμότερους πρός τούς λιγότερο θερμούς, διακρίνουμε τούς ἀστέρες σέ: **κνανόλευκους, λευκούς, λευκοκίτρινους, κίτρινους, χρυσοκίτρινους, ἐρυθρούς καί βαθιά ἐρυθρούς** ἀστέρες.

Ὅλοι σχεδόν οἱ ἀστέρες παρουσιάζουν φάσμα ἀπορροφησεως καί πολύ λίγοι φάσμα ἐκπομπῆς.

Τό φάσμα ἀπορροφησεως ἀποδεικνύει ὅτι οἱ ἀστέρες εἶναι διάπυροι καί περιβάλλονται ἀπό ἀτμόσφαιρα, πού ἔχει θερμοκρασία χαμηλότερη ἀπό τή θερμοκρασία τῆς ἐπιφάνειάς τους. Ἡ ἀτμόσφαιρά τους προκαλεῖ ἀπρρόφηση τοῦ συνεχοῦς φάσματος τῆς ἐπιφάνειάς τους, μέ ἀποτέλεσμα νά διακόπτεται αὐτό ἀπό πολλές σκοτεινές γραμμές ἀπορροφῆσεως. Ἐξάλλου τό φάσμα ἐκπομπῆς μέ φωτεινές γραμμές, πού παρουσιάζουν ἐλάχιστοι ἀστέρες, ἀποδεικνύει ὅτι καί αὐτοί βρίσκονται σέ διάπυρη κατά-

σταση και ότι περιβάλλονται από ατμόσφαιρα με θερμοκρασία ψηλότερη από τη θερμοκρασία της επιφάνειάς τους.

Από την ανάλυση του φάσματός τους προκύπτει ότι οι άστερες έχουν χημική σύνθεση ανάλογη με τη σύνθεση του ήλιου μας, και ότι τα πιο συνηθισμένα στοιχεία, που υπάρχουν σ' αυτούς, είναι το υδρογόνο και το ήλιο.

Τέλος από το φάσμα των αστερων, αλλά και με άλλες μεθόδους, είναι δυνατό να βρούμε τη θερμοκρασία της επιφάνειάς τους, που κυμαίνεται γενικά μεταξύ 50.000° και 3.000° K.

Μολονότι το πλήθος των αστερων είναι μεγάλο, οι ποικιλίες των φασμάτων τους δεν είναι πολλές. Γι' αυτό είναι δυνατό να κατατάξουμε όλα τα αστρικά φάσματα, δηλαδή όλους τους άστερες, σε διάφορους **φασματικούς τύπους**. Σπουδαιότεροι από αυτούς είναι οι εξής:

1. **Άστερες του στοιχείου ήλιου**. Αυτοί παρουσιάζουν φάσμα απορρόφησης, στο οποίο επικρατούν οι γραμμές του στοιχείου ήλιου. Η επιφανειακή θερμοκρασία τους κυμαίνεται μεταξύ 25.000° και 15.000° K και το χρώμα τους είναι από κυανόλευκο μέχρι λευκό. Σ' αυτούς τους άστερες ανήκει ο Βασιλέσκος (α Λέοντος).

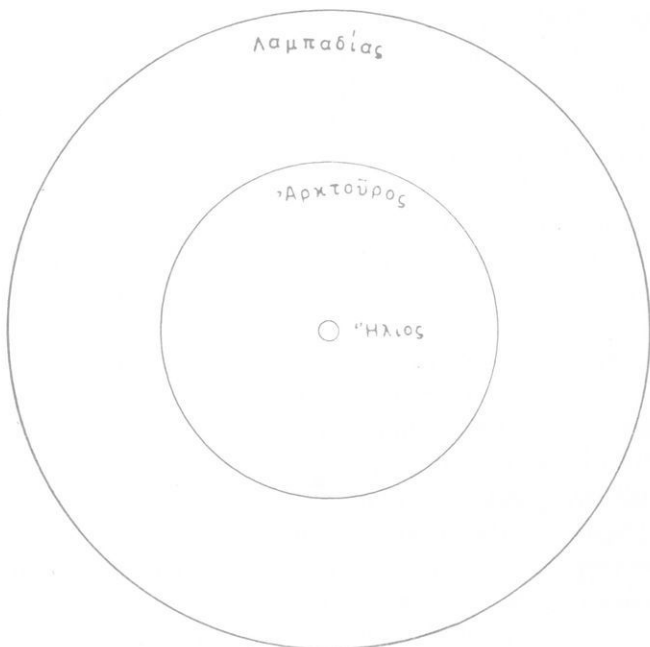
2. **Άστερες υδρογόνου**. Στο φάσμα τους επικρατούν οι γραμμές του υδρογόνου. Η θερμοκρασία τους κυμαίνεται μεταξύ 12.000° και 8.000° K και το χρώμα τους είναι λευκό. Ο Σείριος και ο Βέγας ανήκουν σ' αυτούς.

3. **Άστερες ιονισμένου άσβεστίου**. Στο φάσμα τους επικρατούν πιο πολύ οι γραμμές του ιονισμένου άσβεστίου και μετά του υδρογόνου. Η θερμοκρασία τους είναι χαμηλότερη από 8.000° K και το χρώμα τους είναι κίτρινο. Σ' αυτούς ανήκει ο Προκύων (α του Μικρού Κυνός).

4. **Άστερες ήλιακου**. Το φάσμα τους είναι ανάλογο με το φάσμα του ήλιου μας, με πολλές γραμμές απορρόφησης. Η θερμοκρασία της επιφάνειάς τους είναι 6.000° K και έχουν χρώμα κίτρινο. Η Αίξ (α Ηνίοχου) ανήκει σ' αυτούς.

5. **Άστερες του τύπου των ήλιακών κηλίδων**. Αυτοί είναι οι περισσότεροι από τους άστερες. Το φάσμα τους είναι όμοιο με το φάσμα που παρουσιάζουν οι κηλίδες του ήλιου. Η θερμοκρασία τους είναι 4.600° K και έχουν χρώμα χρυσοκίτρινο. Σ' αυτούς ανήκει ο Άρκτουρος (α Βώτου) και ο Λαμπαδιάς (α Ταύρου).

Γίγαντες και νάνοι άστερες. Όλοι οι άστερες, εξαιτίας της μεγάλης αποστάσεώς τους, δεν παρουσιάζονται σάν μικροί δίσκοι, αλλά σάν φωτεινά σημεία. Παρ' όλα αυτά κατόρθωσαν να μετρήσουν τη φαινόμενη διάμετρο αρκετών αστερων, με τη βοήθεια της ιδιότητας της συμβολής του φωτός τους, και να βρουν ότι είναι πάντοτε μικρότερη από $0'',05$. Από τη φαινόμενη διάμετρο



Σχ. 6. Σύγκριση του ήλιου (νάνου αστέρα) με τούς γίγαντες αστέρες Άρκτουῦρο καί Λαμπαδία.

τῶν ἀστέρων μετρήθηκε καί ἡ πραγματική διάμετρός τους, διότι ἰσχύει ἡ σχέση:

$$\text{ἀκτῖνα} = \frac{\text{φαινόμενη διάμετρος}}{\text{παράλλαξη}} \times \text{ἀστρονομική μονάδα.}$$

Τελευταία πέτυχαν νά μετρήσουν καί κατευθεῖαν τή διάμετρο ἀπλανῶν ἀστέρων μέ εἰδικό **συμβολόμετρο**. Ἔτσι φωτογράφισαν τόν Μπετελγκές στόν Ὁρίωνα.

Οἱ ἀστέρες διαφέρουν πολύ μεταξύ τους στίς διαστάσεις. Ἔτσι ὁ ἐρυθρός ἀστέρας Ἀντάρης (α τοῦ Σκορπιοῦ), μέ θερμοκρασία 3.000° K, παρουσιάζει πολύ μεγάλη φωτεινότητα, διότι ὁ ὄγκος του εἶναι πολύ μεγάλος. Ἡ ἀκτῖνα του εἶναι 160 φορές περίπου μεγαλύτερη ἀπό τήν ἀκτῖνα τοῦ ἡλίου καί ὁ ὄγκος του $4,1 \times 10^6$ μεγαλύτερος (σχ. 6).

Όνομάζονται **γίγαντες** οί άστέρες, πού έχουν διάμετρο 10 ώς 100 φορές μεγαλύτερη από τή διάμετρο του ήλιου, καί **υπεργίγαντες** αὐτοί πού έχουν πολύ πιό μεγάλη διάμετρο. Ἀντίθετα, **νάνοι** ὀνομάζονται οί άστέρες, πού έχουν διάμετρο από τό δεκαπλάσιο μέχρι τό δέκατο τῆς ήλιακῆς (σχ. 6). Ἐπομένως ὁ ήλιος μας ανήκει στους νάνους άστέρες. Ὑπάρχουν ακόμα καί οί λεγόμενοι **λευκοί νάνοι**, μέ διάμετρο πού κυμαίνεται από 0,1 μέχρι καί 0,001 τῆς ήλιακῆς διαμέτρου, οί **άστέρες νετρονίων**, μέ πιό μεγάλη πυκνότητα, καί οί **μελανές ὀπές**, μέ ακόμα μικρότερες διαστάσεις καί μεγαλύτερη πυκνότητα.

Μεταξύ τῶν υπεργιγάντων συγκαταλέγεται καί ὁ άστέρας ε τοῦ Ἡνιόχου, πού, ἐνῶ φαίνεται σάν άστέρας 3ου μεγέθους, έχει διάμετρο 2.000 φορές μεγαλύτερη από τήν ήλιακή καί ὄγκο 8×10^9 μεγαλύτερο από τόν ὄγκο τοῦ ήλιου.

Μεταβλητοί άστέρες ὀνομάζονται ἐκεῖνοι πού δέν έχουν σταθερή λαμπρότητα, ἀλλά παρουσιάζουν κύμανση. Ἐξακριβώθηκε ὅτι ἡ κύμανση τῆς λαμπρότητας πολλῶν μεταβλητῶν άστέρων γίνεται σ' ἕνα ὀρισμένο χρονικό διάστημα καί ἀνάμεσα σ' ἕνα μέγιστο καί ἕνα ἐλάχιστο τῆς φωτεινότητάς τους. Γιά τό λόγο αὐτό οί άστέρες αὐτοί ὀνομάζονται **περιοδικοί μεταβλητοί άστέρες**. Ἀντίθετα, ἄλλοι μεταβλητοί δέν έχουν ὀρισμένα ὄρια λαμπρότητας οὔτε ἡ μεταβολή τῆς φωτεινότητάς τους γίνεται σέ ὀρισμένο χρονικό διάστημα καί γι' αὐτό ὀνομάζονται **άνώμαλοι μεταβλητοί**.

Ἀπό τούς περιοδικούς μεταβλητούς πολλοί συμπληρώνουν τή φωτεινή τους κύμανση σέ λίγες ὥρες ἢ λίγες ἡμέρες καί ὀνομάζονται **μεταβλητοί βραχείας περιόδου ἢ κηφεΐδες**, διότι ἀντιπροσωπευτικός άστέρας αὐτοῦ τοῦ τύπου θεωρεῖται ὁ δ τοῦ Κηφέως, μέ κύμανση από τό μέγεθος 3,7 μέχρι τό 4,5 σέ χρονικό διάστημα 5 ἡμ. καί 7 ὥρες.

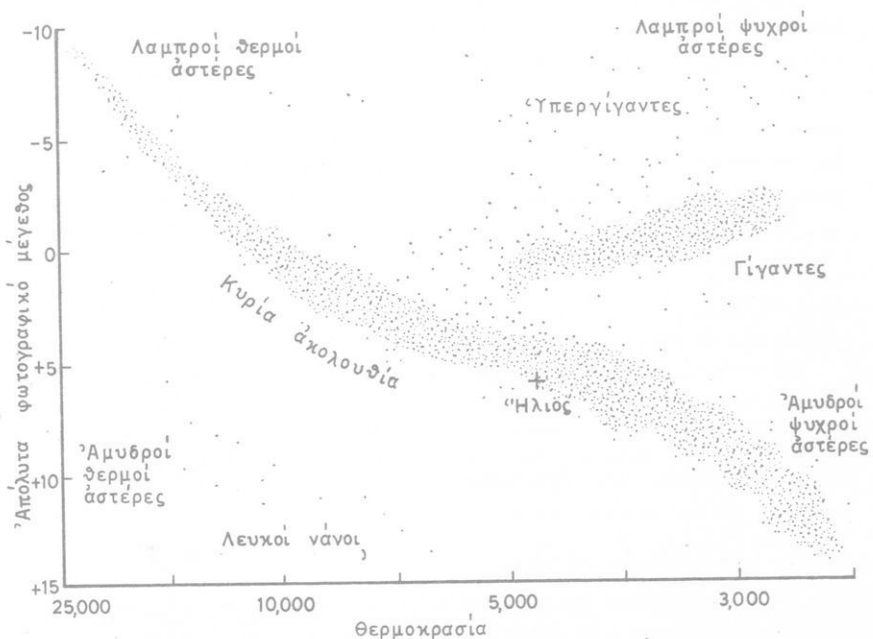
Ἄλλοι πάλι έχουν μεγάλη περίοδο από 50 μέχρι 700 ἡμέρες. Γι' αὐτό λέγονται **μεταβλητοί μακρῶς περιόδου**. Τέτοιος εἶναι ὁ άστέρας ο τοῦ Κήτους, πού λέγεται καί θ α υ μ ἄ σ ι ο ς (mira).

Στους άνώμαλους μεταβλητούς ὑπάρχουν μερικοί άστέρες πού παρουσιάζουν τά ἐξῆς φαινόμενα. Ἀστέρες, πού ανήκουν στό 16ο μέγεθος καί πάνω, δηλαδή πολύ άμυδροί, ξαφνικά μέσα σέ λίγες μέρες ἢ ὥρες γίνονται πολύ λαμπροί, τόσο πού πολλές φορές φαί-

νονται καί μέ γυμνό μάτι σάν άστέρες πρώτου μεγέθους. Μετά άπό μερικές όμως ήμέρες ή λαμπρότητά τους έλαττώνεται καί σιγά σιγά γίνονται πάλι άμυδροί, όπως καί πρώτα. Οί μεταβλητοί αυτοί όνομάζονται **νέοι άστέρες** (novae). Άπό αυτούς υπάρχουν μερικοί πού κάποτε ξεπερνούν σέ λαμπρότητα όλους τούς άστέρες, φαίνονται μάλιστα καί τήν ήμέρα, καί όνομάζονται **ύπερνέοι** (supernovae).

Άπό τούς περιοδικούς μεταβλητούς καί μάλιστα τής βραχείας 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 άνάμεσα σέ μās καί στό μεταβλητό άστέρα, τόν κρύβει. Γίνεται δηλαδή ένα είδος *έκλείψης*.

Άλλοι πάλι περιοδικοί μεταβλητοί, βραχείας καί μακράς περιόδου, καθώς καί οί άνώμαλοι, είναι πιθανόν, ότι θρίσκονται σέ μία συνεχή διαστολή καί συστολή· *πάλλονται*. Γι' αυτό, όταν



Σχ. 7. Τό διάγραμμα Hertzsprung — Russell.

έχουν τό μεγαλύτερο ὄγκο τους, παρουσιάζουν τό μέγιστο τῆς λαμπρότητάς τους, ἐνῶ, ὅταν ἔχουν τόν πιό μικρό ὄγκο τους, παρουσιάζουν καί τό ἐλάχιστο τῆς φωτεινότητάς τους.

Τέλος οἱ νέοι, πού παρουσιάζονται ξαφνικά, γίνονται καί 50.000 φορές λαμπρότεροι, διότι παθαίνουν ἐκρήξεις καί διαστέλλεται ἡ θερμῆ ὕλη τους. Οἱ «ὑπερνεοί» γίνονται ὡς 100.000.000 φορές λαμπρότεροι.

Διάγραμμα Χέρτσπρουγγ – Ράσσελ. Ὁ Δανός ἀστρονόμος Hertzsprung (Χέρτσπρουγγ) καί ὁ Ἀμερικανός Russell (Ράσσελ) ὄρηκαν ὅτι, ἂν ἐξετασθεῖ τό ἀπόλυτο μέγεθος τῶν ἀστέρων, πού συνδέεται μέ τίς πραγματικές διαστάσεις τους, καί συσχετισθεῖ μέ τούς φασματικούς τύπους τους, πού φανερώνουν τίς θερμοκρασίες καί τῆ Φυσικοχημική κατάστασή τους, τότε προκύπτει, ὅτι μεταξὺ τῶν δύο αὐτῶν χαρακτηριστικῶν στοιχείων τῶν ἀστέρων ὑπάρχει σχέση πού φανερώνει καί τήν ἐξέλιξή τους.

Πραγματικά· ἂν κατασκευάσουμε διάγραμμα (σχ. 7), ὅπου στόν ἄξονα τῶν τετημημένων ἀντιστοιχοῦν οἱ κυριότεροι φασματικοί τύποι ἢ καί οἱ θερμοκρασίες τῶν ἀστέρων, καί στόν ἄξονα τῶν τεταγμένων τά ἀπόλυτα μεγέθη τῶν ἀστέρων, τότε τό διάγραμμα αὐτό ἀποκαλύπτει: α) ὅτι οἱ ἀστέρες δέ διανέμονται τυχαῖα σ' αὐτό καί β) ὅτι ὑπάρχει ἄμεση σχέση μεταξύ θερμοκρασίας (ἢ φασματικοῦ τύπου) καί ἀπόλυτου μεγέθους.

Ἐξέλιξη τῶν ἀστέρων. Σήμερα δεχόμαστε, ὅτι οἱ ἀστέρες γεννιοῦνται ἀπό τή συμπύκνωση μεσοαστρικῆς ὕλης. Ὅσο αὐξάνει ἡ θερμοκρασία τους αὐξάνουν στόν ὄγκο, γίνονται ἐρυθροί γίγαντες καί στή συνέχεια ἐρυθροί ὑπεργίγαντες. Ἀργότερα ἀρχίζει ἡ συστολή τους καί συνεχίζουν νά συμπυκνώνονται, ὥστε σιγά σιγά νά χωροῦν στά ἄλλα στάδια τῆς ἐξέλιξης τῶν ἀστέρων.

Μέ τά δεδομένα αὐτά ὑπολογίζεται, ὅτι οἱ ἀστέρες ἔχουν διαφορετική ἡλικία. Ἐτοί οἱ ἀστέρες τοῦ στοιχείου ἡλίου εἶναι οἱ νεώτεροι, ἔχουν ἡλικία 10^7 ἔτη, οἱ ἀστέρες τοῦ ὕδρογόνου ἔχουν μεγαλύτερη ἡλικία, $3 \cdot 10^8$ ἔτη, ἐνῶ οἱ ἐπόμενοι τύποι ἀστέρων, καθὼς καί ὁ ἥλιος μας, ἔχουν ζήσει μέχρι τώρα δισεκατομμύρια ἔτη. Γενικά πιστεύεται ὅτι ἀκόμα καί σήμερα γεννιοῦνται συνέχεια νέοι ἀστέρες στοὺς τόπους ὅπου ὑπάρχει ἀρκετή μεσοαστρικὴ ὕλη.

8. Ἀστρικά συστήματα.

Διπλοὶ ἀστέρες ὀνομάζονται οἱ ἀστέρες, πού, ἐνῶ φαίνονται συνήθως μέ γυμνό μάτι ὡς ἄπλοῖ, μέ τό τηλεσκόπιο ἀναλύονται, καθένας σέ δύο ἀστέρες, πού φαίνονται ὅτι θρῖσκονται ὁ ἕνας 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 ἐκείνος ὁ ἀστέρας πού ἔχει τή μικρότερη μάζα νά κινεῖται γύρω ἀπό τό μεγαλύτερό του. Ἀκριβέστερα καί οἱ δύο ἀστέρες κινοῦνται γύρω ἀπό τό κοινό κέντρο τῆς μάζας τους. Ὁ μικρότερος ἀστέρας ὀνομάζεται **συνοδός**.

Γιά 500 περίπου ἀστέρες γνωρίζουμε τά πλήρη στοιχεῖα τῆς τροχιάς τοῦ συνοδοῦ γύρω ἀπό τόν κεντρικό ἀστέρα. Ὁ χρόνος τῆς περιφορᾶς τοῦ συνοδοῦ, γύρω ἀπό τόν μεγαλύτερο, πού ὀνομάζεται **π ε ρ ί ο δ ο ς**, θρῖσκεται μέ τήν παρατήρηση καί μπορεῖ νά εἶναι ἴσος μέ μερικῆς ἑκατοντάδες ἡμέρες ἢ καί ὀλόκληρους αἰῶνες.

Πολλές φορές ὁ συνοδός ἑνός διπλοῦ ἀστέρα εἶναι ἀόρατος, εἴτε γιατί θρῖσκεται 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. Ἐξᾴλλου πολλές φορές διαπιστώνεται ἡ παρουσία τοῦ συνοδοῦ 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 στοῦς 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 χῶρο τοῦ οὐρανοῦ. Εἶναι γνωστά 334 τέτοια σμήνη, πού θρῖσκονται σέ ἀπόσταση ἀπό μᾶς 100 ὠς 15.000 ε.φ., ἐνῶ ἡ διάμετρος τοῦ χῶρου πού καταλαμβάνει τό καθένα κυμαίνεται ἀπό 10



Εικ. 6. Τό σφαιρωτό σμήνος του Ήρακλέους.

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

Οἱ Πλειάδες ἀποτελοῦνται ἀπό 120 περίπου ἀστέρες. Γύρω στήν περιοχή τους ὑπάρχουν δεκαπλάσιοι ἀστέρες, ἀλλά δέν εἴμαστε βέβαιοι ὅτι ἀνήκουν στό σμήνος αὐτό. Μέ γυμνό μάτι διακρίνουμε μόνο 7 ἀστέρες. Ὅλοι οἱ ἀστέρες τοῦ σμήνους βρίσκονται 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 Ήρακλέους (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 μᾶς 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** αντιστοιχοῦν οἱ αστέρες που βρίσκονται στους πυρήνες τῶν γαλαξιών καὶ στὰ σφαιρωτά σμήνη. Στόν **αστρικό πληθυσμό II** αντιστοιχοῦν οἱ αστέρες που συγκροτοῦν τούς βραχίονες τῶν γαλαξιών καὶ τὰ ἀνοικτά σμήνη.

Ἀσκήσεις.

27. Ἀπὸ τὸ διάγραμμα Χέρτσπρουγγ – Ράσσελ νὰ βρεῖτε τὰ ἀπόλυτα μεγέθη καὶ τίς θερμοκρασίες τῶν υπεργιγάντων καὶ τῶν λευκῶν νάνων.

28. Ποιά εἶναι ἡ ἀσφαλέστερη μέθοδος γιὰ νὰ προσδιορίσουμε τίς ἀποστάσεις τῶν γαλαξιών; Νά τὴν περιγράψετε.

29. Ποιές εἶναι οἱ κυριότερες διαφορές μεταξύ ἀνοικτῶν καὶ σφαιρωτῶν σμηνῶν;

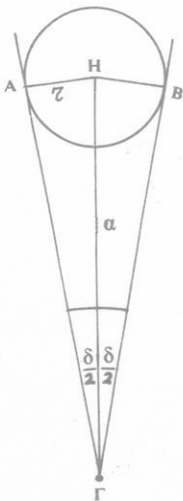
ΗΛΙΟΣ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

9. Μέγεθος, ενέργεια, φυσική κατάσταση και φάσμα του ήλιου. Επιμελημένες μετρήσεις έδειξαν, ότι ο ήλιος είναι έντελως σφαιρικό σῶμα. Ἐνῶ δηλαδή ἡ γῆ καὶ οἱ ἄλλοι πλανῆτες εἶναι πιεσμένοι στοὺς πόλους τοῦ ἄξονα τῆς περιστροφῆς τους, ὁ ἥλιος δέν παρουσιάζει αἰσθητὴ συμπίεση· γι' αὐτό καὶ ὁ δίσκος του φαίνεται έντελῶς κυκλικός.

Ἡ σφαιρικότητα τοῦ ἡλίου ἐξηγεῖται ἀπὸ τὴ βραδεῖα περιστροφή του.

Πραγματικά· ὅπως ἀποδεικνύει ἡ ὀπτική καὶ φασματοσκοπικὴ παρατήρηση, ἡ ἡλιακὴ σφαῖρα κινεῖται γύρω ἀπὸ ἄξονα μὲ κατεύθυνση ἀπὸ τὴ Δύση πρὸς τὴν Ἀνατολή καὶ συμπληρώνει μιά περιστροφή, κατὰ μέσο ὄρο, σέ 25 ἡμ. καὶ 23 λεπτά (ἢ 25,4 ἡμέρες).

Ὁ χρόνος ὅμως αὐτός δέν εἶναι ὁ ἴδιος σέ ὅλα τὰ σημεῖα τῆς ἡλιακῆς ἐπιφάνειας. Ἐτσι στὴν περιοχὴ τοῦ ἰσημερινοῦ τοῦ ἡλίου περιορίζεται σέ 25,4 ἡμ., ἐνῶ σέ ἀπόσταση 75° ἀπὸ τὸν ἰσημερινό εἶναι 33 περίπου ἡμέρες.



σχ. 8.

Μέγεθος τοῦ ἡλίου. Ὀνομάζουμε **φαινόμενη διάμετρο** τοῦ ἡλίου τὴ γωνία $ΑΓΒ$, μὲ τὴν ὁποία ὁ ἥλιος $Η$ φαίνεται ἀπὸ τὴ γῆ $Γ$ (σχ. 8).

Ἡ φαινόμενη διάμετρος τοῦ ἡλίου μεταβάλλεται κατὰ τὴ διάρκεια τοῦ ἔτους. Ἐτσι τὴν 1η Ἰανουαρίου παίρνει τὴ μέγιστη τιμὴ τῆς $32' 36''$, 2, ἐνῶ στίς 2 Ἰουλίου παίρνει τὴν ἐλάχιστη τιμὴ τῆς $31' 32''$. Ἡ μέση τιμὴ τῆς εἶναι ἴση μὲ $32' 4''$, 1.

Ἡ φαινόμενη διάμετρος τοῦ ἡλίου μεταβάλλεται, γιατί μεταβάλλεται ἡ ἀπόσταση $ΓΗ$ τῆς γῆς ἀπὸ τὸν ἥλιο. Αὐτό συμβαίνει, ἐπειδὴ

ή γη δέν κινείται γύρω από τόν ήλιο σέ κυκλική τροχιά μέ κέντρο τόν ήλιο, αλλά σέ έλλειπτική τροχιά, μέ αποτέλεσμα γύρω στην 1η 'Ιανουαρίου ή απόσταση ΓΗ νά παίρνει τήν έλάχιστη τιμή της, 147.100.000 km περίπου, ένω γύρω στις 2 'Ιουλίου νά παίρνει τή μέγιστη τιμή της 152.100.000 km. 'Επομένως ή μέση τιμή της απόστασεως είναι 149.504.312 km.

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

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

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

Τέλος, είναι δυνατό νά θρεθει ότι ή ένταση της βαρύτητας πάνω στην έπιφάνεια του ήλιου είναι 28 φορές μεγαλύτερη από τήν ένταση της βαρύτητας πάνω στην έπιφάνεια της γης και ότι ή ταχύτητα διαφυγής, δηλαδή ή ταχύτητα πού πρέπει νά αναπτύξει ένα σώμα, για νά υπερνικήσει τήν ήλιακή έλξη, είναι 617 km/sec.

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

'Ο ήλιος φαίνεται τόσο λαμπρός, έξαιτίας της μικρης σχετικά απόστασης του από τή γη, σέ σύγκριση βέβαια μέ τούς άλλους άστέρους. "Αν όμως μεταφερόταν σέ απόσταση ίση μέ 10 παρσέκ, τότε θα φαινόταν ως άμυδρός άστέρας 5ου μεγέθους περίπου. Για τήν ακριβεια τό άπόλυτο μέγεθος του ήλιου είναι +4,8.

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

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

Ἡ ἐνέργεια τοῦ ἡλίου ὑπολογίζεται, ἂν μετρηθεῖ ἡ ὀλική ἐνέργεια πού παίρνει ἡ γῆ σέ κάθε cm^2 στό ἀνώτατο στρώμα τῆς ατμόσφαιράς τῆς στή μονάδα τοῦ χρόνου. Ἡ ἐνέργεια αὐτή ὀνομάζεται **ἡλιακή σταθερά**. Ἡ ὀλική ἰσχὺς τοῦ ἡλίου εἶναι ἴση μέ 5.10^{23} ἴππους.

Ἐπειδή ἡ θερμότητα, πού δέχεται ἡ γῆ ἀπό τόν ἡλιο, δέ μεταβλήθηκε αἰσθητά κατά τίς δέκα τελευταῖες, τουλάχιστο, χιλιετίες, ὅπως τό ἀποδεικνύει ἡ σταθερότητα, γενικά, τοῦ κλίματος τῆς γῆς, κατά τό διάστημα αὐτό, συμπεραίνεται ὅτι ὁ ἡλιος συνέχεια ἀναπληρώνει τήν ἐνέργεια, πού ἀκτινοβολεῖ.

Γιά νά ἐξηγήσουν τή συνεχή ἀνανέωση τῆς ἀκτινοβολούμενης ἡλιακῆς ἐνέργειας, ἔχουν προτείνει κατά καιρούς διάφορες θεωρίες, ἀπό τίς ὁποῖες οἱ σπουδαιότερες εἶναι:

Ἡ ὑπόθεση τῆς συστολῆς τοῦ ἡλίου, πού διατυπώθηκε ἀρχικά τό 1854 ἀπό τόν Helmholtz (Χέλμολτς) καί συμπληρώθηκε τό 1893 ἀπό τό λόρδο Kelvin (Κέλβιν). Σύμφωνα μέ αὐτή ἡ ἀκτινοβολία τοῦ ἡλίου προκαλεῖ τήν ψύξη του καί ἐπομένως, τή συστολή του. Ἄρα τή μετατροπή τῆς δυναμικῆς ἐνέργειας σέ θερμική.

Ἄν ὁμως ἡ ἡλιακή ἐνέργεια συντηροῦνταν μ' αὐτό τόν τρόπο, ἡ ἡλικία τοῦ ἡλίου δέ θά ἔπρεπε νά ἦταν μεγαλύτερη ἀπό $3 \cdot 10^7$ ἔτη, ἐνῶ ἡ ἡλικία τῆς γῆς, πού ἔχει ἄμεση σχέση μέ τήν ὕπαρξη τοῦ ἡλιου, ἔχει μετρηθεῖ μέ πολλές μεθόδους καί βρέθηκε $4,5 \cdot 10^9$ ἔτη. Ἔτσι ἡ συστολή ἐξαιτίας τῆς βαρύτητας εἶναι ἀνεπαρκῆς, ὥστε νά ἀποτελεῖ κύρια πηγή ἐνέργειας τοῦ ἡλίου.

Οἱ θερμοπυρηνικές ἀντιδράσεις, κατά τίς ὁποῖες μάζα m μετατρέπεται σέ ἐνέργεια E , σύμφωνα μέ τόν τύπο τοῦ Einstein: $E = mc^2$, ὅπου c εἶναι ἡ ταχύτητα τοῦ φωτός. Στόν ἡλιο ἔχουμε τόν «κύκλο τοῦ ἀνθρακα», πού διατύπωσαν οἱ Bethe (Μπέθε) καί Weizsaecker (Βάιτσαϊκερ) τό 1938, καί τόν κύκλο «πρωτόνιο – πρωτόνιο». Κατά τίς ἀντιδράσεις αὐτές ἕνα μέρος ἀπό τή μεταστοιχειούμενη ὕλη, ἴσο μέ τό 0,027, μετατρέπεται σέ ἐνέργεια, πού ἀκτινοβολεῖ ὁ ἡλιος.

Ἐπομένως οἱ θερμοπυρηνικές ἀντιδράσεις εἶναι ἱκανές νά δι-

νουν τά 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 τά 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, καθὼς 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.

Ἐκτείνεται ἀπό τό κέντρο τῆς σφαίρας μέχρι 400 χιλιομ. ὕψους ἀπὸ τήν ἐπιφάνεια τοῦ ἡλίου. Ὑπολογίζεται, ὅτι στήν περιοχή 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, τά ἄτομα τῶν στοιχείων βρῖσκονται σέ ἰονισμένη κατάσταση καί σέ τόση συμπίεση, ὥστε ἡ ὕλη τοῦ πυρήνα, μολονότι βρῖσκεται σέ ἀεριώδη κατάσταση, εἶναι ἀνένδοτη καί συνεκτική περισσότερο ἀπὸ τά στερεά.

Ἡ **φωτόσφαιρα** ἐκτείνεται πάνω ἀπὸ τόν πυρήνα καί φθάνει μέχρι τήν ἐπιφάνεια τοῦ ἡλίου. Ἐχει πάχος 400 km. Ἡ στιβάδα αὐτή 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 ἡλιακή ὕλη σέ στρώμα μεγάλου πάχους, πού ὀνομάζεται **ἀτμόσφαιρα**.

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

τούς 100.000^ο K. Έχει χρώμα έντονα ρόδινο, γι' αυτό και ονομάζεται «χρωμόσφαιρα». Η δεύτερη στιβάδα θρίσκεται ακριβώς πάνω από τη χρωμόσφαιρα και ονομάζεται **στέμμα**. Τά 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 τά 9/10 ανήκουν στον πυρήνα και μόνο τό 1/10 στή φωτόσφαιρα και στήν ατμόσφαιρα του ήλιου.

Ήλιακό φάσμα. Τό φάσμα τής φωτόσφαιρας είναι συνεχές. Έπειδή όμως ή ατμόσφαιρα, πού θρίσκεται πάνω από τή 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 τήν απόκρυψη του ήλιακού δίσκου δέν έρχεται πιά φώς από τή φωτόσφαιρα, πού νά απορροφάται από τό χαμηλότερο στρώμα τής χρωμόσφαιρας. Γι' αυτό και τό χαμηλότερο αυτό στρώμα ονομάζεται **απορροφητική στιβάδα** ή **ανατρεπτική στιβάδα**, εξαιτίας τής παρατηρούμενης **ανατροπής** των σκοτεινών γραμμών σέ λαμπρές, κατά τίς ήλιακές εκλείψεις.

Τό ήλιακό φάσμα δέν περιορίζεται μόνο στό όρατό τμήμα του (7500–3400 Å), αλλά εκτείνεται πέρα και από τό έρυθρό 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 ο ήλιος εκπέμπει ακτινοβολίες σέ μήκη των ραδιοφωνικών κυμάτων. Τά κύματα αυτά συλλαμβάνονται από τά ραδιοτηλεσκόπια. Είναι ή ραδιοφωνική ήλιακή ακτινοβολία. Ο δίσκος του ραδιο-ήλιου είναι πολύ μεγαλύτερος από τόν ήλιακό δίσκο, πού βλέπουμε.

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

Η μελέτη των γραμμών του ήλιακού φάσματος απέδειξε, ότι ή

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

Η πιθανότερη άναλογία διανομής τών στοιχείων στην ήλιακή ύλη είναι: υδρογόνο 84 %, ήλιο 15 % και τά άλλα στοιχεία 1 %.

Άσκήσεις

30. Νά βρείτε τήν ακτίνα του ήλιου σε km, τήν επιφάνειά του σε km² και τόν όγκο του σε km³.

31. Νά βρείτε τήν τιμή τής πυκνότητας τής ήλιακης ύλης σε σχέση με τήν πυκνότητα τής γής, πού είναι 5,52.

32. Νά βρείτε πόσο θά ζυγίζει ένα σῶμα στόν ήλιο, όταν στή γή ζυγίζει 1 kg.

33. Η ταχύτητα διαφυγής στή γή είναι 11,178 m/sec. Νά βρείτε πόσο μεγαλύτερη είναι στόν ήλιο.

34. Νά εξηγήσετε, γιατί ή άτμόσφαιρα του ήλιου, πού άπορροφά τό φῶς του, τόν κάνει νά φαίνεται πιό άμυδρός στά χείλη του δίσκου του; Όταν ο ήλιος φαίνεται άμυδρότερος στά χείλη, υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ αὐτῶν και του κέντρου του;

10. Φωτοσφαιρικοί σχηματισμοί και φαινόμενα τής χρωμόσφαιρας.

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

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

Άνάμεσα στους κόκκους παρατηρούνται συνήθως μελανά στί-



Εικ. 7. Κοκκίασι καί κηλίδες τῆς ἡλιακῆς φωτόσφαιρας.

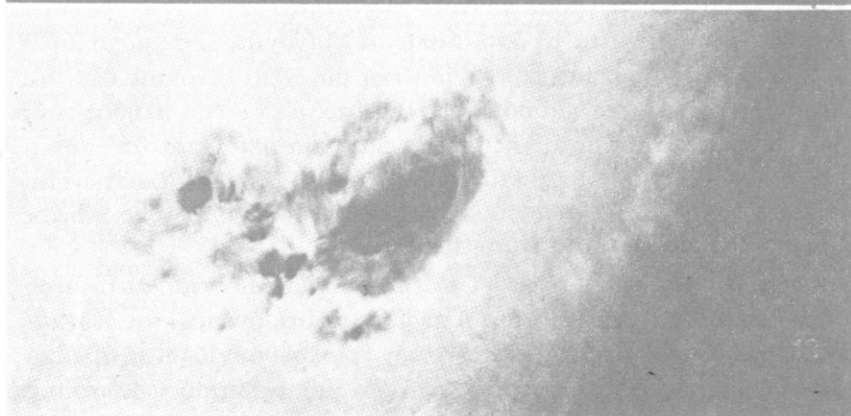
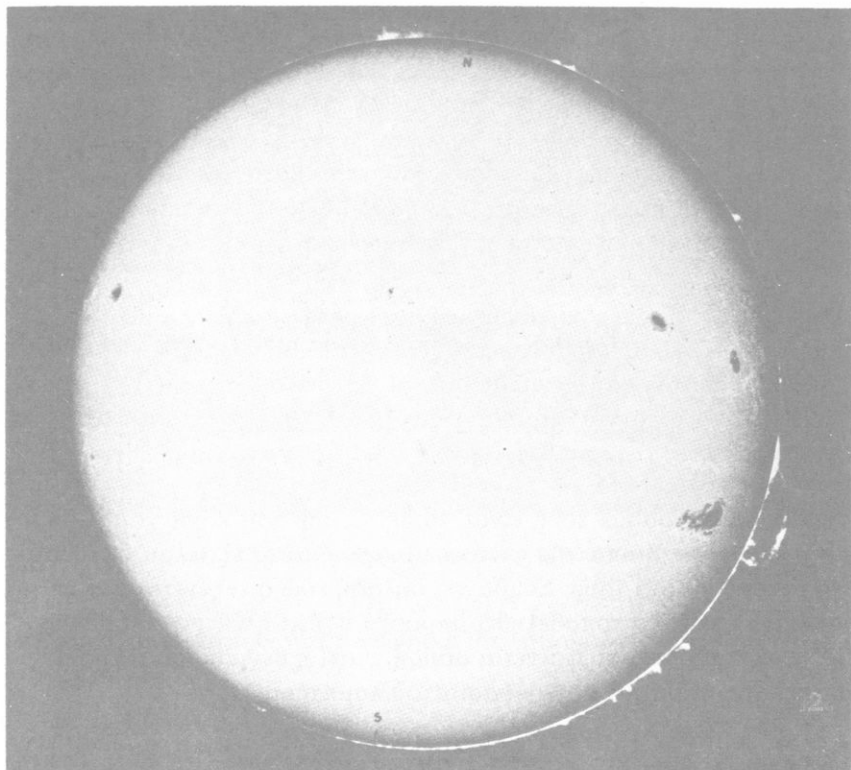
γματα, πού ὀνομάζονται **πόροι**. Διατηροῦνται καί αὐτοί οἱ σχηματισμοί πολύ λίγο, ὅπως οἱ κόκκοι.

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

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

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

Οἱ κηλίδες διατηροῦνται πολλές ἡμέρες, κάποτε μάλιστα καί



Είκ. 8 Άνω: Ή φωτόσφαιρα του ήλιου μέ πλήθος κηλίδων καί γύρω ή χρωμόσφαιρα μέ μερικές προεξοχές. Κάτω: Μιά ομάδα άπό κηλίδες στίς όποίες φαίνεται καθαρά ή σκιά καί τό σκιάφως.

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

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

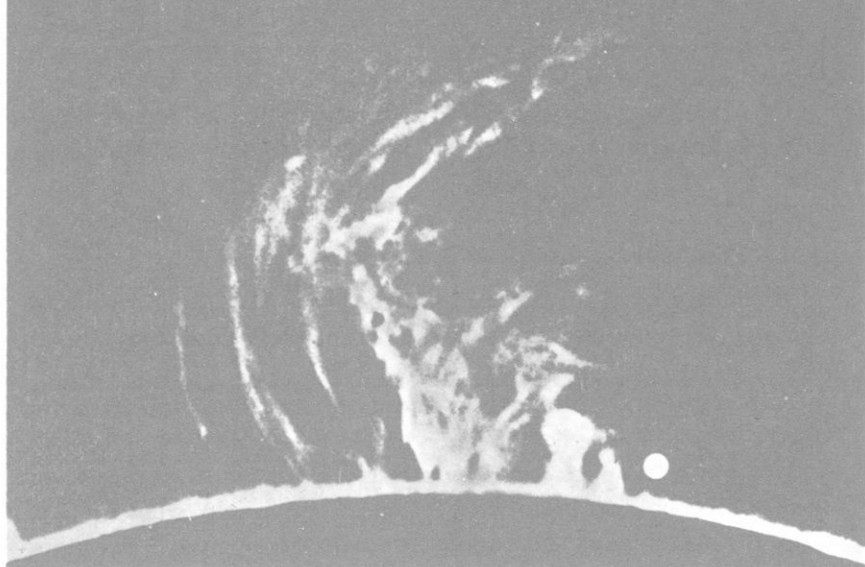
Ή διάμετρος τών κηλίδων μερικές φορές ξεπερνά τά 80.000 km. Οί πολύ μεγάλες κηλίδες, πού έχουν διάμετρο μεγαλύτερη από 40.000 χλμ., δηλαδή μεγαλύτερη και από τό τριπλάσιο τής γήινης διαμέτρου, φαίνονται και μέ γυμνό μάτι. Γενικά οί κηλίδες είναι κοιλότητες τής φωτόσφαιρας, όμοιες μέ χοάνες πού φθάνουν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

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

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

Ύπό τό ένα έλάχιστο μέχρι τό έπόμενο απαιτούνται, κατά μέσο όρο, 11 έτη. Για τό λόγο αυτό ή περίοδος αυτή όνομάζεται **ένδεκα-ετής κύκλος** και αποδείχτηκε ότι τόν ακολουθούν όλα τά ήλιακά φαινόμενα, τόσο τής φωτόσφαιρας, όσο και τής ατμόσφαιρας του ήλιου.

Μέ ειδικά όργανα, πού επιτρέπουν τήν καλύτερη μελέτη τής



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

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

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

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

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

ὄργανα, μερικές φορές ὅμως φαίνονται καί στό ὄρατό λευκό φῶς.

Οἱ ἐκλάμψεις ἐκπέμπουν ὑπεριώδη καί κοσμική ἀκτινοβολία, ἀκτίνες X καί ραδιοκύματα, καθῶς καί μικρά ὑλικά σώματα (σωματίδια).

11. Ἐπιδράσεις τοῦ ἡλίου πάνω στή γῆ.

Διαπιστώθηκε, ὅτι, ὅταν παρουσιάζονται ἐκλάμψεις στόν ἥλιο, πάνω στή γῆ συμβαίνουν διάφορες διαταραχές, φυσικές καί βιολογικές.

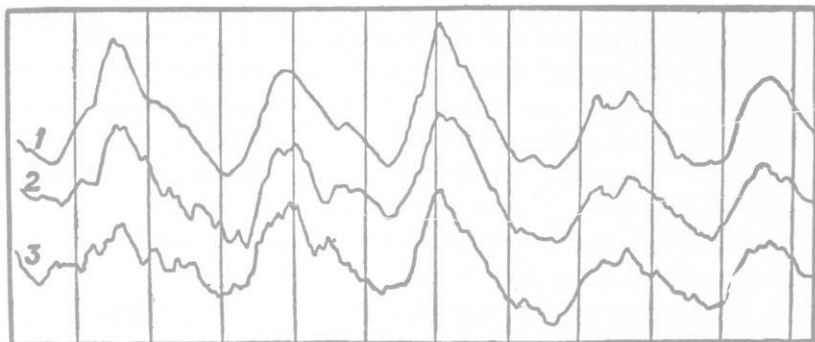
Ἀπό τίς φυσικές διαταραχές σπουδαιότερες εἶναι τό σέλας στίς πολικές περιοχές τῆς γῆς· οἱ «μαγνητικές καταιγίδες», δηλαδή διαταραχές τοῦ γήινου μαγνητικοῦ πεδίου· ἔκτακτες διαταραχές τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἠλεκτρισμοῦ καί τέλος ραδιοφωνικές ἀνωμαλίες.

Ἀπό τίς βιολογικές διαταραχές σπουδαιότερη εἶναι ἡ ἐπίδραση στήν κατάσταση τῶν ἀσθενῶν, πού πάσχουν ἀπό νευροψυχικά νοσήματα, καθῶς καί ἡ ἐπίδραση στό κυκλοφοριακό σύστημα.

Ἐκτός ὅμως ἀπό τά ἔκτακτα αὐτά φαινόμενα ἐξακριβώθηκε, ὅτι τό σέλας τῶν πόλων, ὁ γήινος μαγνητισμός καί τά σπουδαιότερα μετεωρολογικά φαινόμενα, ὅπως ἡ διακύμανση τῆς θερμοκρασίας καί ἡ βροχόπτωση, τέλος καί αὐτή ἀκόμα ἡ στάθμη τῶν ὑδάτων στίς λίμνες, ἀκολουθοῦν γενικά τόν 11ετή κύκλο τῆς ἡλιακῆς δραστηριότητος. Ἔτσι τά μέγιστα καί τά ἐλάχιστα τῶν γήινων αὐτῶν φαινομένων καί γενικότερα οἱ καμπύλες μεταβολῆς τους (σχ. 9) παρουσιάζουν ἀντιστοιχία μέ τίς καμπύλες κυμάνσεως τῶν κηλίδων καί τῶν ἄλλων ἡλιακῶν φαινομένων.

Παρόμοια σχέση βρίσκεται μερικές φορές καί σέ μερικά βιολογικά φαινόμενα, κυρίως στήν ἀνάπτυξη τῆς βλαστήσεως. Ἔτσι, ἡ ἐξέταση τῶν δακτυλίων πού παρατηροῦνται σέ ἐγκάρσια τομή τοῦ κορμοῦ τῶν δέντρων ἀποδεικνύει, ὅτι οἱ δακτύλιοι αὐτοί γενικά εἶναι παχύτεροι κατά τά ἔτη τῶν μεγίστων καί στενότεροι κατά τά ἔτη τῶν ἐλαχίστων καί ἐπομένως, ὅτι ἡ ἐτήσια αὔξηση τῶν δέντρων καί γενικά τῆς βλαστήσεως ἀκολουθεῖ τόν 11ετή ἡλιακό κύκλο.

Τά προϊόνα ἀπό τίς ἡλιακές, γενικά, ἐκρήξεις καί κυρίως ἀπό τίς ἐκλάμψεις εἶναι δύο εἰδῶν: α) ἡ ἔντονη ὑπεριώδης ἀκτινοβολία καί β) μικρά ὑλικά σώματα, φορτισμένα μέ ἠλεκτρικό φορτίο, κυρίως ἠλεκτρόνια. Ἡ ὑπεριώδης ἀκτινοβολία καί οἱ ἄλλες κυματικές ἀκτινοβολίες φθάνουν ἐδῶ μετά ἀπό 8 λεπτά περίπου, ἐνῶ τά



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

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

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

Ἔσκηση

35. Πότε, μέσα στόν 11ετή κύκλο τῶν κηλίδων, πρέπει νά παρουσιάζονται περισσότερες καί ἐντονότερες α) ἠροεξοχές, β) ραδιοφωνικές ἀκτινοβολίες καί γ) ἐκλάμψεις;

12. Κίνηση τῶν πλανητῶν γύρω ἀπό τόν ἥλιο,

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

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

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

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

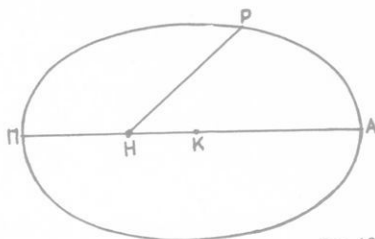
Εξαιτίας της πραγματικής κινήσεώς τους γύρω από τον ήλιο, οι πλανήτες φαίνονται να αλλάζουν συνέχεια θέση στον ουρανό. Ο συνδυασμός όμως της κινήσεώς τους με την κίνηση της γης έχει ως αποτέλεσμα την εξής φαινομενική κίνησή τους:

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

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

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

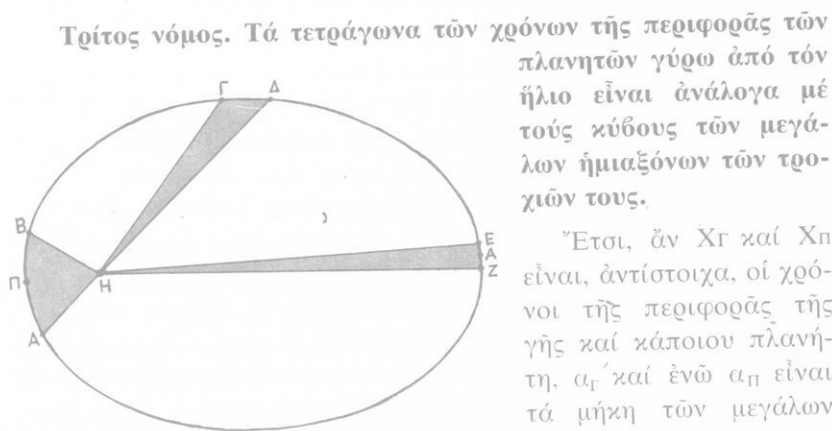
Έτσι ο πλανήτης P (σχ. 10) διαγράφει τήν έλλειψη, πού τήν έστία της Η κατέχει ο ήλιος. **Περιήλιο** τής έλλειπτικής τροχιάς του πλανήτη P ονομάζουμε τό σημείο Π του μεγάλου άξονά της. Όταν ο πλανήτης βρισκείται στό σημείο αυτό, έχει καί τή μικρότερη του απόσταση από τόν ήλιο. **Άφήλιο** ονομάζουμε τό σημείο Α του μεγάλου άξονα, όπου ο πλανήτης έχει τή μεγαλύτερη του απόσταση από τόν ήλιο. Τό μεγάλο ήμισάξονα $PK = KA$ τής τροχιάς ονομάζουμε **μέση απόσταση** του πλανήτη από τόν ήλιο καί τήν εϋθεια HP, πού συνδέει τά κέντρα ήλιου καί πλανήτη, σέ τυχαία θέση τής τροχιάς του, τήν ονομάζουμε **έπιβατική άκτίνα**.



Σ.χ. 10.

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

Έτσι τά έμβαδά HAB, ΗΓΔ, ΗΕΖ (σχ. 11) πού γράφει ή έπιβατική άκτίνα σέ χρόνο t, π.χ. σ' ένα μήνα, είναι ίσα. Αυτό συμβαίνει, έπειδή ή έπιβατική άκτίνα δέν έχει σταθερό μήκος, αλλά παίρνει τή μικρότερη τιμή στό περιήλιο Π καί τή μεγαλύτερη στό αφήλιο Α. Έπομένως, ή **ταχύτητα του πλανήτη** είναι μεγαλύτερη στό περιήλιο καί μικρότερη στό αφήλιο, γι' αυτό μάλιστα καί τά τόξα AB, ΓΔ, ΕΖ είναι άνισα, δηλαδή $\hat{A}B > \hat{\Gamma}\Delta > \hat{E}Z >$.



Σχ. 11.

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

Έτσι, αν Χγ καί Χπ είναι, αντίστοιχα, οί χρόνοι τής περιφοράς τής γής καί κάποιου πλανήτη, α_{Γ} καί α_{Π} είναι τά μήκη τών μεγάλων ήμισάξονων τών τρο-

ηλίων τους, δηλαδή οι μέσες αποστάσεις των δύο πλανητών από τον ήλιο, θά 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 $X_{\Gamma} = 1$ έτος, ή (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, πού χρειάζεται κάποιος πλανήτης, για να συμπληρώσει την περιφορά του γύρω από τον ήλιο, τότε βρίσκουμε άμέσως και τη μέση απόστασή του από τον ήλιο.

Ο I. Newton (Ίσαάκ Νεύτωνας) με τό νόμο τής παγκόσμιας έλξης, πού ανακάλυψε, έδωσε τή φυσική εξήγηση στους νόμους του Κέπλερ. Σύμφωνα με τό νόμο αυτό, **τά σώματα έλκονται με εϑθύ λόγο των μαζών τους και με αντίστροφο λόγο των τετραγώνων των αποστάσεών τους.**

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

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

Αποτέλεσμα αυτής τής έλκτικής δυνάμεως είναι ή κίνηση του πλανήτη γύρω από τον ήλιο, σύμφωνα με τούς νόμους του Κέπλερ.

Νόμος Μπόντε – Τίτιους. Οι άστρονόμοι Bode (Μπόντε) και Titius (Τίτιους) βρήκαν μιá σχέση πού καθορίζει τις αποστάσεις των πλανητών από τον ήλιο. Έτσι, αν πάρουμε τή σειρά των άριθμών 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96..., στήν όποία, έκτός από τον πρώτο 0, καθένας είναι όρος γεωμετρικής προόδου με λόγο 2. Σέ κάθε ένα από αυτούς, αν προσθέσουμε τό 4, βρίσκουμε τή νέα σειρά 4, 7, 10, 16, 28, 52, 100... Αν διαιρέσουμε έπειτα κάθε άριθμό με τό 10 θά πάρουμε τελικά τή σειρά 0,4, 0,7, 0,1, 1,6, 2,8, 5,2, 10,0...

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

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

Στὴν ἀπόσταση 2,8 α.μ. δὲν 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 προήλθαν ἀπὸ τὸ θριμματισμὸ ἑνὸς ἄλλοτε μεγάλου πλανήτη.

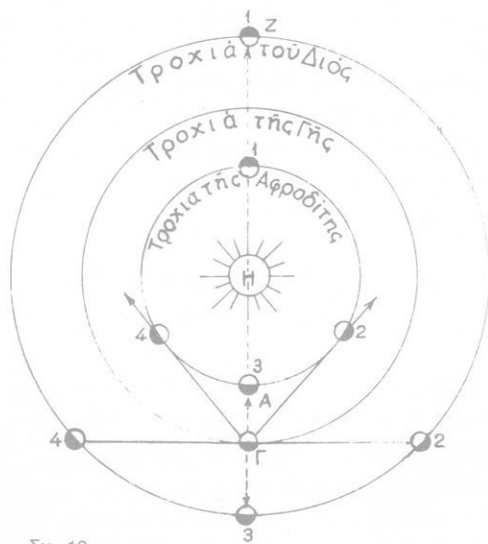
Στόν πίνακα I (στό τέλος τοῦ βιβλίου) δίνονται οἱ ἀποστάσεις καθενὸς πλανήτη ἀπὸ τὸν ἥλιο σέ ἑκατομ. km. καὶ σέ α.μ., καθὼς καὶ τὰ σπουδαιότερα στοιχεῖα τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο.

Συζυγίες, ἀποχές καὶ φάσεις πλανητῶν. Ἄν λάβουμε ὑπόψη μας τὴ θέση τῶν πλανητῶν σχετικά μὲ τὴ γῆ, τότε τοὺς διακρίνουμε συνήθως α) σέ κείνους πού βρίσκονται πιο κοντά στόν ἥλιο ἀπὸ ὅσο ἡ γῆ καὶ διαγράφουν τίς τροχιές τους μέσα στή γήινη τροχιά, ὀνομάζονται μάλιστα **ἔσωτερικοὶ πλανῆτες**· καὶ β) σέ κείνους πού βρίσκονται πέρα ἀπὸ τὴ γῆ καὶ διαγράφουν τίς τροχιές τους ἔξω ἀπὸ τὴ γήινη τροχιά καὶ γι' αὐτὸ ὀνομάζονται **ἔξωτερικοὶ πλανῆτες**.

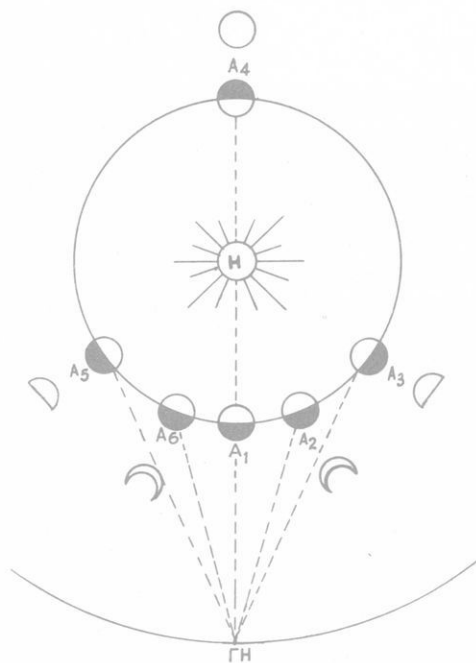
Ἄς πάρουμε τὸν ἥλιο H (σχ. 12), τὴν τροχιά ἑνὸς ἐσωτερικοῦ πλανήτη, π.χ. τῆς Ἀφροδίτης A, τῆς Γῆς Γ, καὶ ἑνὸς ἐξωτερικοῦ πλανήτη, π.χ. τοῦ Διὸς Z. Ἄς ὑποθέσουμε ἀκόμα ὅτι ὅλες οἱ τροχιές αὐτῶν βρίσκονται στό ἴδιο ἐπίπεδο.

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

Στό σχῆμα 12, ὅταν ὁ ἐξωτερικός πλανῆτης Ζεὺς εἶναι στή θέση 1, βρίσκεται σέ σύνοδο· στή θέση 3 βρίσκεται σέ ἀντίθεση· ἐνῶ στίς θέσεις 2 καὶ 4 σέ τετραγωνισμό. Ὁ ἐσωτερικός ὁμως πλανῆτης, Ἀφροδίτη, ποτέ δὲ βρίσκεται σέ ἀντίθεση, ἀλλὰ ὅς



Σχ. 12.



Σχ. 13.

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

Ἡ **Ἀποχή πλανήτη** ονομάζουμε τή γωνία, πού σχηματίζει ὁ πλανήτης αὐτός μέ τόν ἥλιο, ὅταν παρατηρεῖται ἀπό τή γῆ. Ὅπως φαίνεται στό σχῆμα, ἡ ἀποχή τοῦ ἔξωτερικοῦ πλανήτη παίρνει ὅλες τίς τιμές ἀπό 0° ἕως 360° . Στή θέση 1 (σύνοδος) ἔχει τιμή 0° , στή θέση 2 (τετραγωνισμός) ἔχει τιμή 90° , στή θέση 3 (ἀντίθεση) ἔχει τιμή 180° , στή θέση 4 (τετραγωνισμός) ἔχει τιμή 270° καί, τέλος, στή θέση 1, ἀφοῦ ἔχει διαγράψει ὅλη τήν τροχιά του, ἔχει τιμή 360° . Ἡ ἀποχή ὅμως τοῦ ἐσωτερικοῦ πλανήτη ἔχει τιμή 0° , τόσο κατά τήν ἀνώτερη σύνοδο, ὅσο καί κατά τήν κατώτερη σύνοδο, ἐνῶ παίρνει τή μέγιστη τιμή της στίς θέσεις 2 καί 4.

Ἡ μέγιστη αὐτή ἀποχή, γιά τήν Ἀφροδίτη, φθάνει τίς 48° , ἐνῶ, γιά τόν Ἐρμῆ, περιορίζεται μόνο στίς 28° .

Ἀνάλογα μέ τή γωνία, πού σχηματίζει κάθε πλανήτη μέ τόν ἥλιο, ὅταν τόν βλέπουμε ἀπό τή γῆ, παρουσιάζει σέ μᾶς ὁλόκληρο ἢ μέρος τοῦ φωτιζόμενου ἀπό τόν ἥλιο ἡμισφαιρίου του (σχ. 13).

Οι εξωτερικοί πλανήτες δέν παρουσιάζουν φάσεις πολύ αισθητές, όπως οί έσωτερικοί.

Οί πλανήτες Έρμης καί Άφροδίτη δέν έχουν δορυφόρους. Της γης δορυφόρος είναι ή Σελήνη. Ό Άρης έχει δύο δορυφόρους, ό Ζεύς 14, ό Κρόνος 10, ό ουρανός 5 καί ό Ποσειδών 2. Δέ γνωρίζουμε, άν υπάρχει δορυφόρος πού νά κινείται γύρω από τόν Πλούτωνα.

Άσκήσεις.

36. Η απόσταση του Άρη από τόν ήλιο είναι 1.52 α.μ. Νά βρείτε, πόσο διαρκεί ή περιφορά του γύρω από τόν ήλιο.

37. Πόση είναι ή απόσταση του Δία από τόν ήλιο, άν ή διάρκεια της περιφοράς του γύρω από τόν ήλιο είναι 11 έτη καί 315 ήμ.

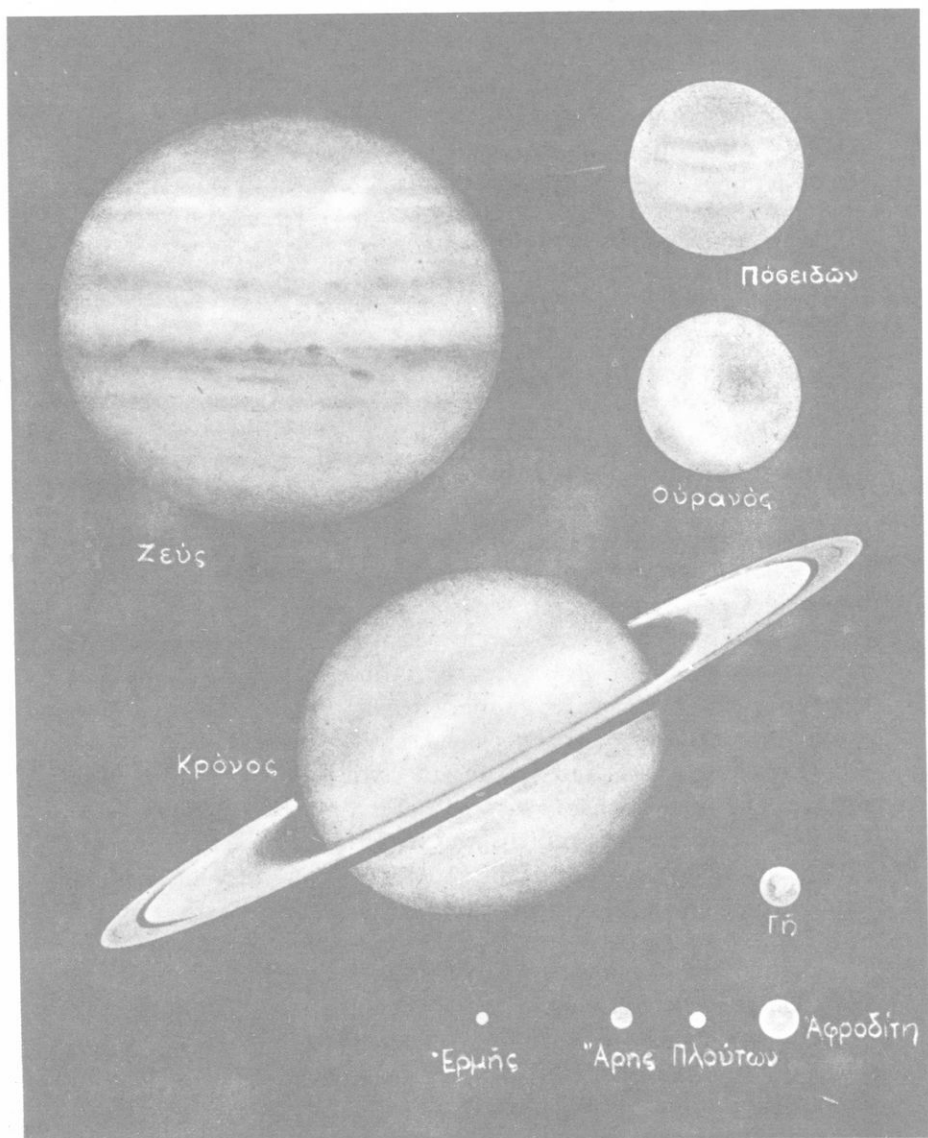
13. Οί πλανήτες καί οί δορυφόροι τους.

Στόν πίνακα I (στό τέλος του βιβλίου) δίνονται όλα τά στοιχεία τών μεγάλων πλανητών καί στόν πίνακα II τά κυριότερα στοιχεία τών δορυφόρων.

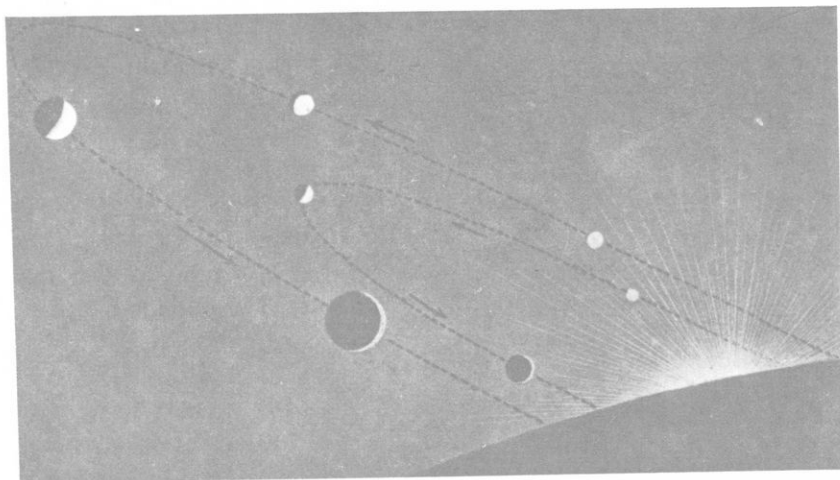
Όλοι οί πλανήτες (είκ. 10) στρέφονται γύρω από άξονα. Οί περισσότεροι βραδυκίνητοι πλανήτες είναι ό Έρμης καί ή Άφροδίτη, πού ή περιστροφή τους διαρκεί πολλές δεκάδες ήμέρες. Η Γη καί ό Άρης περιστρέφονται σέ 24 ώρες. Όλοι όμως οί άλλοι πλανήτες, εκτός από τόν Πλούτωνα, άν καί είναι μεγάλοι σέ όγκο, περιστρέφονται ταχύτατα, σέ 15 έως 10 ώρες.

Έκτός από τήν Άφροδίτη, πού περιστρέφεται από Α προς Δ (ανάδρομη φορά), όλοι οί άλλοι πλανήτες κινούνται γύρω από τόν άξονά τους από τή Δύση προς τήν Άνατολή (όρθή φορά).

Έρμης καί Άφροδίτη (είκ. 11). Στή μέση απόσταση τών 58 εκατ. km περίπου ό Έρμης κινείται γύρω από τόν ήλιο σέ 88 ήμέρες. Έπειδή βρίσκεται πολύ κοντά στόν ήλιο, δέχεται απ' αυτόν φώς καί θερμότητα έπτά φορές περισσότερο από τή γη. Έπειδή ακόμα έχει μικρή τιμή της μέγιστης άποχής, 28°, άγ καί είναι άστέρως άμεγέθους, παρατηρείται πολύ δύσκολα από τή γη μέσα στό λυκαυγές ή στό λυκόφως. Γι' αυτό καί δέ γνωρίζουμε πολλά γι' αυτόν. Είναι ό μικρότερος από τούς πλανήτες.



Εικ. 10. Συγκριτικά μεγέθη τών μεγάλων πλανητών.



Εικ. 11. Ὁ Ἑρμῆς (ἐσωτερικῶς) καὶ ἡ Ἀφροδίτη (ἐξωτερικῶς), καθὼς κινουῦνται 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 πάρθηκαν ἀπ' αὐτόν, ἔδειξαν, ὅτι ἡ ἐπιφάνειά του εἶναι γεμάτη ἀπὸ κρατῆρες. Μοιάζει μὲ τὴ Σελήνη.

Ὁ Ἑρμῆς περιβάλλεται ἀπὸ ἀτμόσφαιρα, πολὺ ἀραιότερη ἀπὸ τὴ γῆνη. 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 **Ἀύγερινός**, ὅταν φαίνεται τὸ πρῶι στὸ λυκαυγές, καὶ **Ἔσπερος** ἢ **Ἀποσπεριτής**, ὅταν φαίνεται τὸ θράδν μετά ἀπὸ τὴ δύση τοῦ ἡλίου.

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

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



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

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

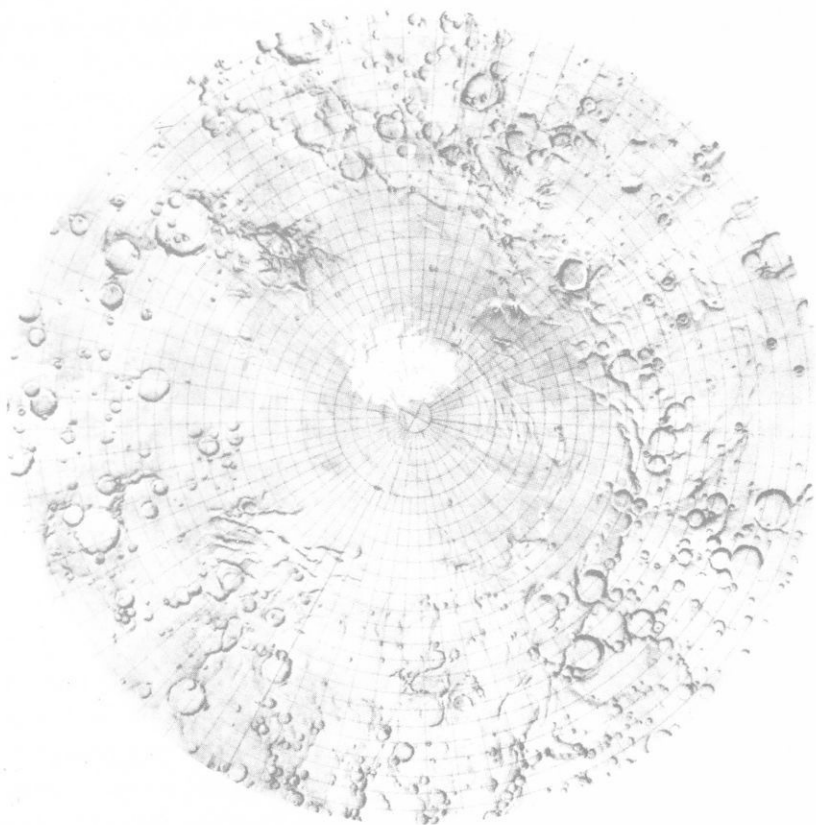
Άρης. Είναι ό περισσότερο γνωστός πλανήτης, έπειδή μέ εύνοϊκές συνθήκες μπορούμε νά τόν παρατηρήσουμε πολύ καλά στίς

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

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

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

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



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

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

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

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

Οί φωτογραφίες από τά διαστημόπλοια άποδεικνύουν, ότι πάνω στον πλανήτη αυτό δέν υπάρχει νερό σε υγρή κατάσταση, άφοϋ τά όρη και οί κρατήρες του δέν παρουσιάζουν διαβρώσεις. Φαίνεται πολύ πιθανό, ότι ή κύμανση τής θερμοκρασίας του πλανήτη, σε συνδυασμό με τή χαμηλή τιμή τής άτμοσφαιρικής πίεσεως, δέν επιτρέπουν τήν τήξη τών πολικών χιονιών, αλλά τήν εξαίχυσή τους. Έτσι τό νερό από τήν αερίώδη κατάσταση τών υδρατιμών πέφτει στην κατάσταση του πάγου και αντίστροφα.

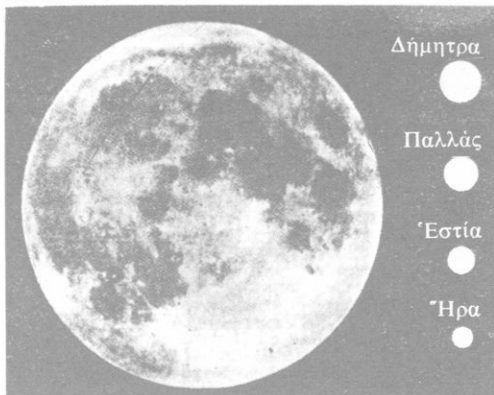
Τό καλοκαίρι του 1976 προσεδαφίστηκαν τά διαστημόπλοια Viking I και II και έστειλαν πλήθος από ενδιαφέρουσες παρατηρήσεις. Έτσι τελευταία επικρατεί ή άποψη, ότι στον Άρη ή ζωή και με τήν πιό στοιχειώδη μορφή της είναι προβληματική.

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

Μικροί πλανήτες (άστεροειδείς). Ό πρώτος από τούς μικρούς πλανήτες ανακαλύφθηκε τό 1801 από τόν Ιταλό άστρονόμο Piazzi (Πιάτσι 1746-1826), ό όποιος και του έδωσε τό όνομα **Δήμητρα**. Είναι ό πιό 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 **Ήρα**, με μικρότερη διάμετρο. Μέχρι σήμερα (1976) ανακαλύφθηκαν περισσότεροι από 1900 μικροί πλανήτες, όλοι μικρότεροι από τούς δύο πρώτους (είκ. 14).

Οί άστεροειδείς κινούνται γύρω από τόν ήλιο στή μέση άπόσταση 2,8 α.μ., οί τροχιές τους όμως παρουσιάζουν μερικές φορές τόσο μεγάλες έκκεντρότητες, ώστε μερικοί πλησιάζουν τόν ήλιο περισσότερο από τόν Άρη. Ό **Ίκαρος** μάλιστα, έχει τό περιήλιό του σε άπόσταση 28 εκατομ. km από τόν ήλιο, δηλαδή πιό κοντά και από τόν Έρμη. Κατά τήν κίνησή του πλησιάζει τή γη σε άπόσταση 16,5 εκατ. km. Αντίθετα ό **Ίδαλγός** έχει τό αφήλιό του κοντά στον Κρόνο, σε άπόσταση 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 ἀπὸ τὸν ὄγκο τῆς γῆς. Ἐπίσης ἡ μάζα του εἶναι 318 φορές μεγαλύτερη ἀπὸ τὴ γῆν καί 2.5 φορές μεγαλύτερη ἀπὸ τὴ μάζα ὅλων τῶν πλανητῶν καί τῶν δορυφόρων μαζί. Παρ' ὅλα αὐτὰ ἡ πυκνότητά του εἶναι 1,33, ἂν πάρουμε ὡς μονάδα τὴν πυκνότητα τοῦ ὕδατος. Ὁ Ζεύς συμπληρώνει μιὰ περιφορὰ γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο σὲ 11 ἔτη καί 315 ἡμ. περίπου.

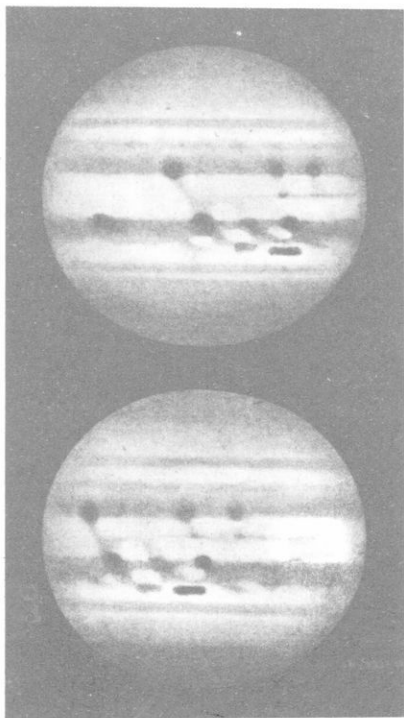


Εἰκ. 14. Συγκριτικά μεγέθη τῶν μεγάλων ἀστεροειδῶν ὡς πρὸς τὴ Σελήνη.

Ὁ Ζεύς περιστρέφεται μὲ μεγάλη ταχύτητα, μόνο σὲ 9 ὥρ. 51 λ. Ἡ περιστροφή του ὁμως δέν εἶναι ὁμοίμορφη σ' ὅλη του τὴν ἔκταση, ἀλλὰ ἐπιβραδύνεται πρὸς τούς πόλους του.

Περιβάλλεται ἀπὸ πυκνὴ ἀτμόσφαιρα, πού ἔχει θερμοκρασία -145° C, καί περιέχει, κυρίως, ἐνώσεις ἀμμωνίας καί μεθάνιου. Μὲ τηλεσκόπιο δὲ φαίνεται ἡ ἐπιφάνειά του, ἀλλὰ μόνο ἡ ἀτμόσφαιρά του, πού παρουσιάζει πλατιεῖς σκοτεινὲς ταινίεσ, διαχωριζόμενες ἀπὸ φωτεινότερες ζώνεσ, πού ἐκτείνονται παράλληλα πρὸς τὸν ἰσημερινὸ τοῦ πλανῆτη (εἰκ. 15). Οἱ ζώνεσ καί οἱ ταινίεσ μεταβάλλουν συνέχεια ὄψη καί πλάτος. Ἀνάμεσα στίσ ταινίεσ καί τίσ ζώνεσ παρατηρεῖται ἡ λεγόμενη **ερυθρὰ κηλίδα**, πού ἡ διάμετρος της εἶναι τετραπλάσια ἀπὸ τὴ γῆν. Αὐτὴ μετατοπίζεται λίγο λίγο καί φαίνεται νά αἰωρεῖται μπροστά στοῦ δίσκου τοῦ Δία.

Ἀπὸ τίσ παρατηρήσεισ, πού ἔκαναν τὰ διαστημόπλοια Πρωτόπορος 10 καί 11, τὰ ὁποῖα τὸν πλησίασαν, διαπιστώθηκε, ὅτι ἔχει ἰσχυρὸ μαγνητικὸ πεδίο καί ζώνεσ, ἀνάλογεσ μὲ τίσ ζώνεσ Van Allen τῆς γῆς.



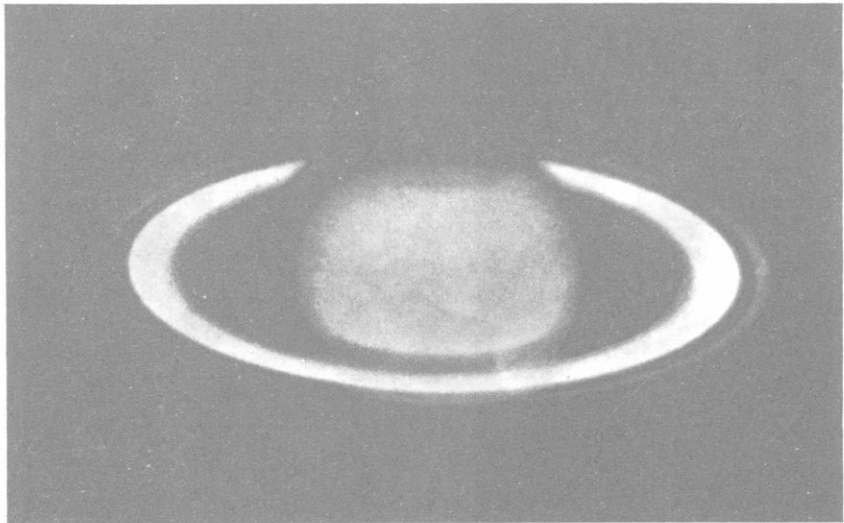
Εικ. 15. Δύο εικόνες του Δία, πού δείχνουν τή μετακίνηση τών διαφόρων σχηματισμών του, μέσα σέ μιά ώρα, εξαιτίας τής γρήγορης περιστροφής του.

Ἐπίσης, ἄπό τούς 14 δορυφόρους τοῦ πλανήτη αὐτοῦ, οἱ τέσσερις, **Γανυμήδης, Καλλιστώ, Ἴω** καί **Εὐρώπη** εἶναι πολύ μεγάλοι, μέ διάμετρο ἀπό 4980 μέχρι 2880 km. Οἱ δύο πρῶτοι εἶναι μεγαλύτεροι ἀπό τή σελήνη, πού ἡ διάμετρός της περιορίζεται στά 3476 km. Οἱ ἄλλοι 10 δορυφόροι φαίνονται μόνο μέ ἰσχυρά τηλεσκόπια.

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

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

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



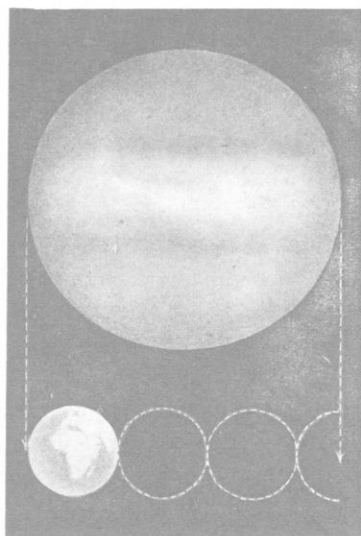
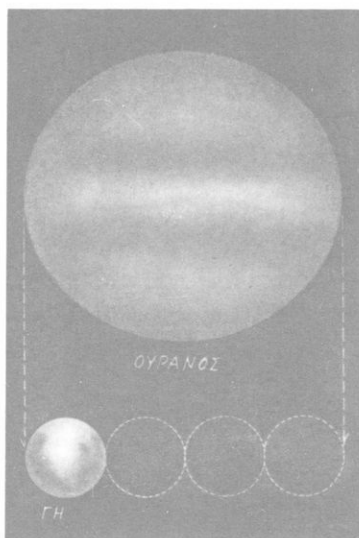
Εικ. 16. Ὁ πλανήτης Κρόνος.

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

Ὁ Κρόνος ἔχει 10 δορυφόρους.

Οὐρανός – Ποσειδῶν – Πλούτων (εἰκ. 17). Τόν Οὐρανόν τόν ἀνακάλυψε τυχαῖα τό 1781 ὁ W. Herschel (Χέρσελ). Στρέφεται γύρω ἀπό τόν ἄξονά του σέ 10 ὥρες καί 49 λ. Ἐπειδή ὁ ἄξονάς του ἔχει κλίση περίπου 98° , 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 καταθαίνει στούς -185°C . Ὁ Οὐρανός ἔχει πέντε δορυφόρους.

Ἡ ὑπαρξη τοῦ **Ποσειδῶνα** διαπιστώθηκε ἀπό τίς π α ρ έ λ ξ ε ι ς , πού ἀσκεῖ στόν πλανήτη Οὐρανό. Ὁ Γάλλος μαθηματικός Le Verrier, (Λεβερριέ 1811–1877), ὑπολόγισε θεωρητικά, μέ τή βοήθεια τῶν Μαθηματικῶν καί ὑπέδειξε τήν ἀκριθῆ 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. Οι πλανήτες Ουρανός και Ποσειδών σε σύγκριση με τη γη.

άστρα 8ου μεγέθους, έπειτα από την υπόδειξη πού του έκανε με επιστολή του ο Λεβερριέ. Αυτό ήταν μιά νίκη τής δυνάμεως τών Μαθηματικών. Ο Ποσειδών απέχει από τόν ήλιο 4,5 δισεκατ. km περίπου και συμπληρώνει τήν περιφορά του σε 164,8 έτη. Η θερμοκρασία στήν επιφάνειά του είναι -200° C. Έχει δύο δορυφόρους.

Ο Πλούτων ανακαλύφτηκε τό 1930 από φωτογραφίες και είναι ό τελευταίος γνωστός σήμερα πλανήτης. Η μέση απόστασή του από τόν ήλιο είναι 6 δισεκατομ. km, περίπου, και ή περιφορά του συμπληρώνεται σε 248 έτη. Η πραγματική του διάμετρος είναι 5800 km και φαίνεται ως άστρας 14,9 μεγέθους.

Άσκησης.

38. Νά βρείτε σε ε.φ. τήν απόσταση κάθε πλανήτη από τόν ήλιο. Θά χρησιμοποιήσετε τά στοιχεία, πού δίνονται στίς στήλες 1 και 2 τού πίνακα I.

39. Νά βρεῖτε τήν ἔκταση τῆς ἐπιφάνειας κάθε πλανήτη σέ σχέση μέ τήν ἐπιφάνεια τῆς γῆς καί μέ βάση τή διάμετρο τῶν πλανητῶν, ἀφοῦ ἐκφραστεῖ σέ γήινες διαμέτρους.

40. Νά βρεῖτε, πόση εἶναι ἡ μάζα τοῦ Δία σχετικά μέ τή μάζα τοῦ ἡλίου.

41. Νά καθορίσετε τά ὄρια τῆς ἀποστάσεως κάθε πλανήτη ἀπό τή γῆ, παίρνοντας ὡς βάση τή μέση ἀπόσταση τοῦ κάθε πλανήτη ἀπό τόν ἥλιο.

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 ἀστέρα· τήν **κόμη**, πού ἔχει ὄψη νεφελώδη καί περιβάλλει τόν πυρήνα· καί τήν **οὐρά**, πού ἀποτελεῖ μιὰ στενόμακρη προέκταση τῆς κόμης. Ὁ πυρήνας καί ἡ κόμη ἀποτελοῦν μαζί τήν κεφαλή τοῦ κομήτη. Μερικοὶ κομήτες παρουσιάζουν καί πολλές οὐρές. Κατά κανόνα, οἱ οὐρές τῶν κομητῶν διευθύνονται πρὸς τό ἀντίθετο μέρος, ἀπό ἐκεῖνο πού βρίσκεται ὁ ἥλιος.

Ὅλοι σχεδόν οἱ κομήτες εἶναι σώματα μέ τεράστιες διαστάσεις. Ἡ κεφαλή ἔχει συνήθως τό μέγεθος τῆς γῆς, ἀλλά εἶναι δυνατό νά εἶναι καί 10 φορές μεγαλύτερη ἀπ' αὐτή. 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 χωρὶς οὐρά.

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

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

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



Εικ. 18. Ὁ κομήτης τοῦ Μπρούξ.

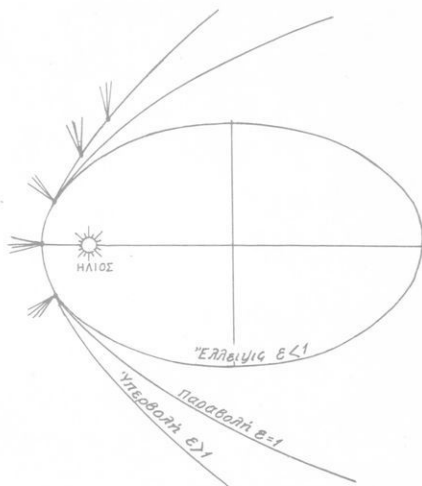
νάχα καί δέν ἐπιστρέφουν ποτέ σ' αὐτό. Γι' αὐτό οἱ κομήτες αὐτοὶ ὀνομάζονται **μὴ περιοδικοί**.

Ἀπό τοὺς 69 περιοδικούς κομήτες, πού ἡ περίοδος τους εἶναι μικρότερη ἀπὸ 100 ἔτη, οἱ 45 ἔχουν τὸ ἀφῆλιο τῆς τροχιάς τους κοντὰ στό Δία· οἱ ὑπόλοιποι τὸ ἔχουν κοντὰ στοὺς πλανῆτες Κρόνο, Οὐρανὸ καί Ποσειδώνα. Ἀπὸ τὰ δεδομένα αὐτὰ βγαίνει 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 ἀφῆλιά 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 ἐκρήξεις, πού γίνονται στους πυρήνες τους. Τό μεγαλύτερο ὅμως μέρος ἀπό τό φῶς τους εἶναι ἡλιακό, πού τό ἀνακλοῦν. Γι' αὐτό, ἐξ-άλλου, φαίνονται λαμπρότεροι, ὅταν πλησιάζουν στόν ἥλιο.

Ἡ φασματοσκοπική ἔρευνα ἀπέδειξε, ὅτι ἡ ὕλη τους ἀποτελεῖται κυρίως ἀπό μέταλλα καί περισσότερο ἀπό σίδηρο. Τήν κεφαλή τήν ἀποτελοῦν μεγάλα κομμάτια πάγου ἀπό μεθάνιο, ἀμμωνία καί νερό μέ διάφορες προσμίξεις σίδηρου, νικελίου καί ἀσθέστιου.



Σχ. 14.

Οἱ κομήτες τοῦ Biela καί τοῦ Halley. Ὁ κομήτης τοῦ Biela (Μπιέλα) ἀνακαλύφθηκε τό 1826 καί διαπιστώθηκε, ὅτι ἦταν περιοδικός, τῆς οἰκογένειας τοῦ Δία, μέ περιοδική ἐμφάνιση 6,6 ἔτη. Ἐνῶ ὅμως ἐπέστρεφε κανονικά κάθε 6,6 ἔτη, ξαφνικά τό 1845 παρουσίασε 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, φαινόταν διπλός, μετά ὅμως δέν ξαναεμφανίστηκε. Ὅταν, τέλος, στίς 27 Νοεμβρίου 1872 ἡ γῆ πέρασε ἀπό κάποιο σημεῖο τῆς τροχιάς της, ἀπό τό ὁποῖο ἔπρεπε νά περάσει τότε καί ὁ ἄλλοτε κομήτης, παρατηρήθηκε **βροχή διαπτώτων 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 ἀφῆλιό του βρῖσκεται 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.η.) 1910.

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

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

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

ἀναπτυσσόμενη θερμοότητα, πυρακτώνεται ἔξωτερικά. 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 **διάπτων ἀστέρας**. Ἄν 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 βρίσκουμε στή γῆ, τούς ὀνομάζουμε **μετεωρολίθους** ἢ καί **ἀερόλιθους**. Ἀπό τήν πτώση μερικῶν μετεωρολίθων ἔχουν σχηματιστεῖ στό ἔδαφος κρατῆρες, ὅπως εἶναι ὁ κρατήρας στήν Ἀριζόνα καί στό Κεμπέκ τῆς Ἀμερικῆς.

Ὑπολογίζεται ὅτι, κατά μέσο ὄρο, σέ ἓνα τόπο πέφτουν 30–40 διάπτοντες τήν ὥρα. Ὁ ἀριθμός τους φθάνει σέ 10.000 τήν ὥρα, ἂν ὑπολογιστοῦν καί οἱ πολύ ἀμυδροί, πού φαίνονται μόνο μέ τηλεσκόπιο. Ἔτσι βρίσκεται, ὅτι οἱ διάπτοντες 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 διάπτοντες ἀπό τούς συνηθισμένους. Τότε λέγομε, ὅτι ἔχουμε φαινόμενο **βροχῆς διαπτόντων**.

Οἱ βροχές διαπτόντων ὀφείλονται σέ ὕλη, πού προέρχεται συνήθως ἀπό κομήτες, οἱ ὁποῖοι διαλύθηκαν μερικά ἢ ὀλίκα. Μέσα ἀπό αὐτή τήν ὕλη περνᾷ ἡ γῆ ὀρισμένες ἡμέρες τοῦ ἔτους, ὅταν βρίσκεται στήν περιοχὴ τῆς τομῆς τῆς τροχιάς της 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 σῆμα τριγωνικῆς στήλης, πού ἐκτείνεται κατά μήκος τῆς ἐκλειπτικῆς· τό ὕψος τοῦ φωτός, στήν Ἑλλάδα, φαίνεται νά περιορίζεται σέ 50°. Ἀνάλογο φῶς παρατηρεῖται καί σὸν ἀνατολικό ὀρίζοντα πρὶν ἀπό τό λυκαυγές (Ὀκτώβριο καί Νοέμβριο). Τό φῶς αὐτό τό ὀνομάζουμε **ζωδιακό φῶς**.

Τό ζωδιακό φῶς προέρχεται ἀπό τήν ἀνάκλαση τοῦ ἡλιακοῦ φωτός πάνω σέ μικρά σώματα, πού βρίσκονται διάσπαρτα στό χώρο μεταξύ τῶν πλανητῶν.

Τό **ἀντιζωδιακό φῶς**, ἐξάλλου, εἶναι πολύ ἀσθενέστερο ἀπό τό ζωδιακό καί ἔχει

πιθανόν ανάλογη προέλευση. Παρατηρείται πάντοτε σε θέση αντίθετη, διαμετρικά, από τη θέση που βρίσκεται ο ήλιος, και εκτείνεται σε μικρή περιοχή του ουρανού με σχήμα έλλειπτικό.

Άσκήσεις.

42. Νά βρείτε τό μήκος του μεγάλου ήμισιου του κομήτη του Halley, πού ή περίοδος του είναι 76 έτη.

43. Πότε εμφανίστηκε ο κομήτης του Halley πριν ή μετά την πτώση της Κων/λεως και ποιο έτος ακριβώς;

44. Νά βρείτε σε πόσο χρόνο περιφέρεται κομήτης γύρω από τον ήλιο, όταν τό περιήλιό του απέχει απ' αυτόν 0,8 α.μ. και τό αφήλιό του 5,4 α.μ.

45. Νά βρείτε πόση είναι, κατά μέσο όρο, ή μάζα καθενός από τούς διάπτοντες άστέρες, αν τό συνολικό έτήσιο πλήθος τους φθάνει τά 4 δισεκατομμύρια και ή συνολική έτήσια μάζα τους σε 25.000 τόνους.

ΓΗ ΚΑΙ ΣΕΛΗΝΗ

15. Σχήμα, ατμόσφαιρα καὶ κινήσεις τῆς γῆς.

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

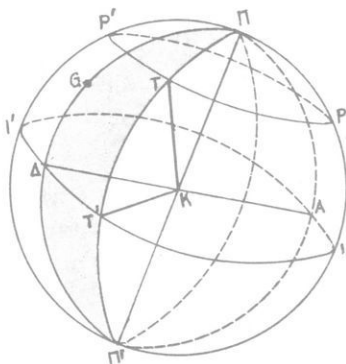
᾽Ονομάζουμε **ἄξονα** τῆς γήινης σφαίρας (σχ. 15) τή διάμετρό της ΠΠ', γύρω ἀπό τήν ὁποία περιστρέφεται. Τά ἄκρα τοῦ ἄξονα, Π καί Π', ὀνομάζονται **πόλοι** τῆς γῆς· **βόρειος** εἶναι ὁ Π, πού εἶναι στραμμένος πρὸς τά βόρεια, καί **νότιος** ὁ Π', πού εἶναι στραμμένος πρὸς τό νότο.

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

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

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

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



Σχ. 15.

Τό γεωγραφικό πλάτος τό μετρούμε από 0° έως 90° πάνω στό μεσημβρινό τοῦ τόπου. Ἔτσι στό σημεῖο, πού ἕνας μεσημβρινός τέμνει τόν ἰσημερινό (T' σχ. 15) μετρούμε 0° , ἐνῶ στά ἄκρα Π καί Π' τοῦ ἄξονα τῆς γῆς μετρούμε 90° ἀντίστοιχα.

Γιά νά μετρήσουμε τώρα τό γεωγραφικό πλάτος τοῦ σημείου T , ἀρχίζουμε ἀπό τό σημεῖο T' (τὴν τομὴ τοῦ ἰσημερινοῦ μέ τό μεσημβρινό τοῦ σημείου T), δηλαδή μετρούμε τό μήκος τοῦ τόξου $T'T$. Ἄν αὐτό τό τόξο θρῖσκεται στό βόρειο ἡμισφαίριο, τό ὀνομάζουμε **βόρειο πλάτος**, ἂν θρῖσκεται στό νότιο ἡμισφαίριο, τό ὀνομάζουμε **νότιο πλάτος**.

Γεωγραφικό μήκος τοῦ σημείου T ὀνομάζουμε τὴ διέδρη γωνία $G\Pi\Pi'T$, πού σχηματίζεται ἀπὸ τό ἐπίπεδο τοῦ πρώτου μεσημβρινοῦ τῆς γῆς, G , καί τοῦ μεσημβρινοῦ, πού θρῖσκεται ὁ τόπος T . Ἀντίστοιχη τῆς διέδρης γωνίας εἶναι ἡ ἐπίπεδη γωνία $\Delta K T'$. Τό γεωγραφικό μήκος τό συμβολίζουμε μέ τό γράμμα L .

Τό γεωγραφικό μήκος τό μετρούμε ἀπὸ 0° ἕως 180° πάνω στὸν ἰσημερινό τῆς γῆς. Στό σημεῖο Δ , ὅπου ὁ πρῶτος μεσημβρινός G τέμνει τόν ἰσημερινό, μετρούμε 0° , ἐνῶ στό διαμετρικὰ ἀντίθετο σημεῖο τοῦ Δ , τό A , μετρούμε 180° . Ἄν τό σημεῖο θρῖσκεται στό ἀνατολικό ἡμισφαίριο, τό ὀνομάζουμε **ἀνατολικό γεωγραφικό μήκος**, ἐνῶ, ἂν θρῖσκεται στό δυτικό, τό ὀνομάζουμε **δυτικό γεωγραφικό πλάτος**. Στό σχ. 15 τό σημεῖο T' θρῖσκεται στό ἀνατολικό ἡμισφαίριο, ἄρα τό τόξο $\Delta T'$, ἔστω 30° , ὀνομάζεται « 30° ἀνατολικό».

Τό γεωγραφικό πλάτος καί τό γεωγραφικό μήκος ἑνὸς τόπου ὀνομάζονται **γεωγραφικὲς συντεταγμένες τοῦ τόπου**.

Ὁ πλανῆτης μας χωρίζεται, βασικά, σέ τρεῖς στιβάδες, πού ἡ κάθε μία θρῖσκεται πάνω στὴν ἄλλη. Αὐτές εἶναι: ὁ **πυρήνας**, ὁ **μανδύας** καί ὁ **φλοιός**.

Πάνω ἀπὸ τό φλοιό τῆς γῆς ὑπάρχει ἡ ἀτμόσφαιρα. Τό ὕψος τῆς ἀτμόσφαιρας δέ μᾶς εἶναι γνωστό, οὔτε καί μποροῦμε εὐκολὰ νά

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

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

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

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

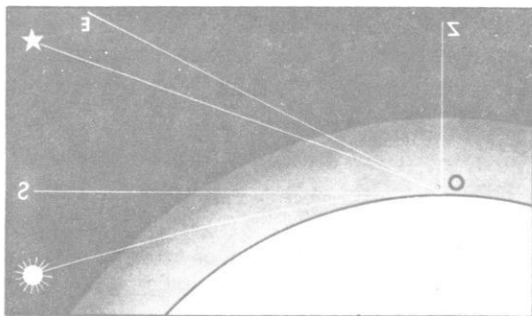
Στρώμα ὄζωντος. Σέ ὕψος 15 ἕως 35 km ἡ στρατόσφαιρα καί ἡ μεσόσφαιρα εἶναι πλούσιες σέ ὄζον. Τήν περιοχὴ τήν ὀνομάζουμε ὄζοντόσφαιρα. Τό ὄζον ἀπορροφᾷ μεγάλη ποσότητα ἀπό τήν ὑπεριώδη ἀκτινοβολία τῶν ἀκτίνων τοῦ ἡλιου, πού προσβάλλει τά ζωικά εἶδη καί τούς προκαλεῖ ἀκόμα καί θάνατο. Ἡ ὄζοντόσφαιρα λοιπὸν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

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

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

Τά κυριότερα ἀποτελέσματα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως εἶναι:

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



Εικ. 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 η ημέρα.

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

3. **Στίλβη – τρεμόσθημα – των 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 των άστέρων, και είναι έντονότερο στους άστέρες που βρίσκονται κοντά στον ορίζοντα.

Μέ τους 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 το όνομα του ερευνητή που πρώτος τίς επισήμανε. 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 η εξωτερική ζώνη, που δημιουργείται από τα 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 κρόσσια, 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 εἶναι ἡ συνεχῆς διαδοχὴ τῆς **ἡμέρας** καὶ τῆς **νύχτας** σέ διάφορους τόπους τῆς.

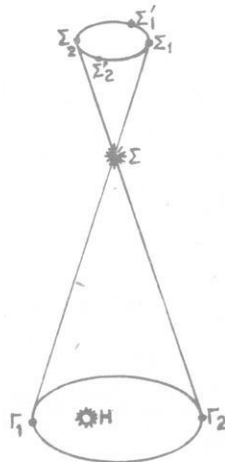
Ἡ γῆ εἶναι ὁ τρίτος στή σειρά πλανήτης τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος. Στρέφεται γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο, μέ κατεύθυνση ἀπὸ Δ πρὸς Α, στή μέση ἀπόσταση ἀπὸ αὐτὸν 149.600.000 km περίπου καὶ γράφει τὴν ἔλλειπτική τροχιά τῆς, μέ μέση ταχύτητα 29,8 χιλιομ./δευτερ., σέ 365,256 ἡμέρες.

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

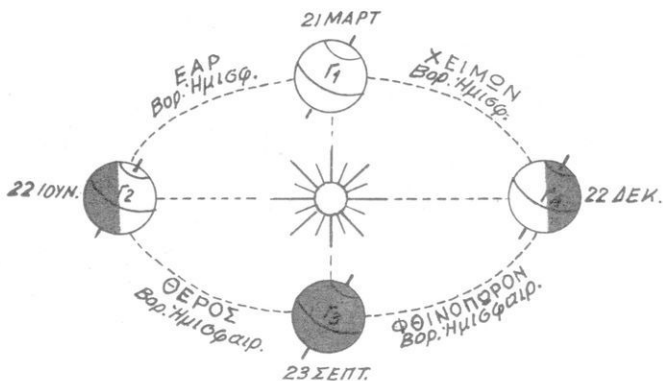
Ἀποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς καὶ τῆς περιφορᾶς τῆς γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο. Οἱ ἐποχές τοῦ ἔτους καὶ ἡ ἀνισότης χρονικῆς διάρκειας ἡμέρας καὶ νύχτας. Ἐστω Η ὁ ἥλιος, πού γιὰ ἀπλούστευση τὸν θεωροῦμε στὸ κέντρο τῆς ἔλλειπτικῆς τροχιάς τῆς γῆς γύρω ἀπὸ αὐτὸν (Σχ. 17).

Κατὰ τὴν 21η Μαρτίου ἡ γῆ βρίσκεται στή θέση Γ₁. Τότε ὅλοι οἱ τόποι φωτίζονται τὸ ἴδιο, γι' αὐτὸ καὶ ἔχουν ἴση διάρκεια ἡμέρας καὶ νύχτας. Ἀπὸ τὴν 21η Μαρτίου ἕως τῆς 22 Ἰουνίου, πού ἡ γῆ διανύει τὸ τόξο Γ₁Γ₂, οἱ τόποι τοῦ βόρειου ἡμισφαίριου φωτίζονται ὀλο καὶ περισσότερο χρόνο ἀπὸ τοὺς τόπους τοῦ νότιου ἡμισφαίριου. Γι' αὐτὸ καὶ ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας στοὺς τόπους τοῦ βόρειου ἡμισφαίριου μεγαλώνει, ἐνῶ τοῦ νότιου μεγαλώνει συνέχεια ἡ διάρκεια τῆς νύχτας. Τὴν 22 Ἰουνίου εἶναι ἡ μεγαλύτερη διάρκεια τῆς ἡμέρας στὸ βόρειο ἡμισφαίριο καὶ ἡ ἐλάχιστη στὸ νότιο. Κατὰ τὸ χρονικὸ αὐτὸ διάστημα ὁ βόρειος πόλος ἔχει συνεχὴ ἡμέρα, ἐνῶ ὁ νότιος πόλος ἔχει συνεχὴ νύχτα. Στὸ βόρειο ἡμισφαίριο, πού ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας εἶναι μεγαλύτερη καὶ οἱ ἀκτίνες τοῦ ἡλίου πέφτουν λιγότερο πλάγιες στοὺς τόπους του, ἡ θερμοκρασία ὀλοένα καὶ ἀνεβαίνει. Σ' αὐτὸ τὸ ἡμισφαίριο ἐπικρατεῖ **ἄνοιξη** (ἔαρ), ἐνῶ στὸ νότιο, πού θερμαίνεται ὀλο καὶ λιγότερο, ἐπικρατεῖ **φθινόπωρο**.

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



Σχ. 16

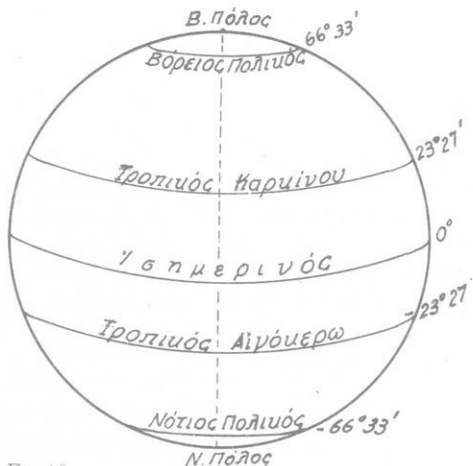


Σχ. 17

χειμώνα. Από τις 23 Σεπτεμβρίου μέχρι τις 22 Δεκεμβρίου, επικρατεί στο βόρειο ημισφαίριο η εποχή του **φθινοπώρου**, 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.

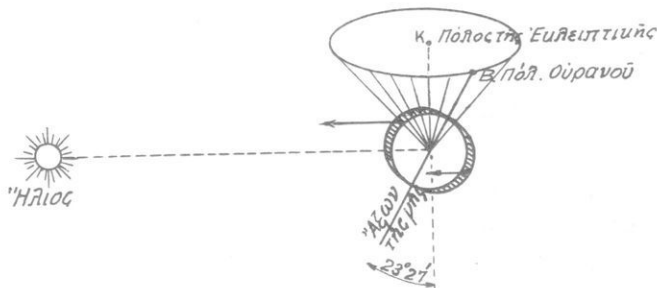
Στο σχήμα 18 η γή είναι χωρισμένη στον Ισημερινό (0°) και σε τέσσερις παράλληλους κύκλους, δύο στο βόρειο ημισφαίριο (**τροπικός του Καρκίνου** $+23^\circ 27'$ και **βόρειος πολικός** $+66^\circ 33'$), και δύο στο νότιο ημισφαίριο (**Τροπικός του Αιγόκερω** $-23^\circ 27'$ και **νότιος πολικός** $-66^\circ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



Σχ. 18

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

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



Σχ. 19

Ἡ τέταρτη ζώνη ὀρίζεται ἀπὸ τὸ ὅρειο πολικὸ κύκλον καὶ τὸ ὅρειο πόλον. Ἡ ζώνη αὕτη ὀνομάζεται **ὅρεια πολικὴ** ἢ **ὅρεια κατεψυγμένη ζώνη**.

Ἡ πέμπτη ζώνη ὀρίζεται ἀπὸ τὸ νότιο πολικὸ κύκλον καὶ τὸ νότιο πόλον. Ἡ ζώνη αὕτη ὀνομάζεται **νότια πολικὴ** ἢ **νότια κατεψυγμένη ζώνη**.

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

Τὴ **μετάπτωση** τὴν ἀνακάλυψε ὁ Ἕλληνας ἀστρονόμος Ἰππαρχος (190–120 π.Χ.). Αὕτη 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 ὁμως αὕτη ἔλξη τείνει νὰ «ἀνατρέψει» τὴ γῆ. Γιὰ νὰ μὴ συμβεῖ αὐτό, ἡ γῆ ἀναγκάζεται νὰ κάνει κίνηση, ὁμοία μὲ τὴν κίνηση τῆς σφοῦρας (παιχνίδι). Ἔτσι ὁ ἄξωνας τῆς γῆς γράφει, σὲ 25.800 περίπου ἔτη, διπλὸ κῶνον, ποὺ ἡ κορυφὴ του θρῖσκεται στὸ κέντρο τῆς γῆς καὶ ἡ κυκλικὴ βάση του, μὲ ἀκτίνα $23^{\circ} 27'$, γράφεται ἀπὸ τὸν καθένα πόλον τῆς γῆς.

Τὴν **κλόνιση** τὴν ἀνακάλυψε ὁ Ἄγγλος ἀστρονόμος Bradley (Μπράντλεϋ) τὸ 1742. Αὕτη ὀφείλεται στὴν ὁμοιόμορφη ἔλξη ποὺ ἀσκεῖ ἡ σελήνη στὸ ἰσημερινό ἐξόγκωμα τῆς γῆς.

Ἀσκήσεις.

46. Γιατί οἱ μεσημβρινοὶ εἶναι ἴσοι μεταξὺ τους;

47. Νὰ δείξετε, ὅτι τὸ γεωγραφικὸ μήκος τόπου T μπορεῖ νὰ μετρηθεῖ καὶ πάνω στὸν παράλληλον κύκλον, ποὺ περνᾷ ἀπὸ τὸ T.

48. Ποιός είναι ο γεωμετρικός τόπος των σημείων της γήινης επιφάνειας, πού έχουν: α) $\varphi=0^\circ$, β) $\varphi=55^\circ$ και γ) $\varphi=-40^\circ$;

49. Ποιός είναι ο γεωμετρικός τόπος των σημείων της γήινης επιφάνειας, πού έχουν: α) $L=0^\circ$, β) $L=57^\circ$ και γ) $L=180^\circ$;

50. Γιατί ο δίσκος του ήλιου και της σελήνης φαίνεται πλατυσμένος κοντά στον ορίζοντα;

51. Δικαιολογήστε, πώς συμβαίνει και η στίλβη των αστέρων περιορίζεται, όταν οι αστέρες δρoίζονται σε θέση κατακόρυφη σχετικά με τον παρατηρητή;

52. Νά ορoείτε τό πλάτος, σε μοίρες, κάθε εύκρατης ζώνης της γης.

53. Ποιές είναι, σε σειρά μεγέθους, οι ζώνες της γης;

16. Απόσταση, κίνηση και φυσική κατάσταση της σελήνης.

Ακριβείς μετρήσεις της παραλλάξεως της σελήνης έδειξαν, ότι η απόστασή της από τή γή κυμαίνεται από μιá μέγιστη τιμή, ίση με 405.500 km, και μιá ελάχιστη, ίση με 363.300 km. Έτσι προκύπτει, ότι η μέση απόστασή της είναι ίση με 384.400 km.

Μέ δεδομένο, ότι η φαινόμενη διάμετρος της σελήνης, ανάλογα με τήν απόστασή της, μεταβάλλεται μεταξύ 33' 49" και 28' 21", ή μέση τιμή της είναι ίση με 31' 5". Από τήν απόσταση και τή φαινόμενη διάμετρο, μπορούμε νά υπολογίσουμε τήν πραγματική διάμετρο με άπλή σχέση, σύμφωνα με τήν όποιá: κάθε σωμα, πού τοποθετείται σε απόσταση ίση με 57 διαμέτρους του, έχει φαινόμενη διάμετρο 1°. Γνωρίζουμε άκόμα, ότι η φαινόμενη διάμετρος είναι αντίστροφως ανάλογη της πραγματικής. Έτσι ορoίζουμε ότι η διάμετρος της σελήνης είναι 3.476 km.

Τέλος, από τή μελέτη της κινήσεως του κέντρου μάζας του συστήματος γης – σελήνης γύρω από τόν ήλιο προκύπτει, ότι η μάζα της σελήνης είναι τό 1/81 της μάζας της γης, δηλαδή 73.10¹⁸ τόνους, και η πυκνότητά της 3,33, άν πάρουμε ως μονάδα τήν πυκνότητα του ύδατος. Από τή μάζα και τήν άκτίνα ορoίζουμε, ότι η τιμή του g πάνω στην επιφάνειά της σελήνης περιορίζεται στο 1/6 της γήινης και ότι η ταχύτητα διαφυγής από τή σελήνη είναι 2.4 km/sec.

Η σελήνη, καθώς κινείται γύρω από τή γή από Δ προς Α, γράφει έλλειψη, πού η έκκεντρότητά της είναι μικρή, όπως προκύπτει

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

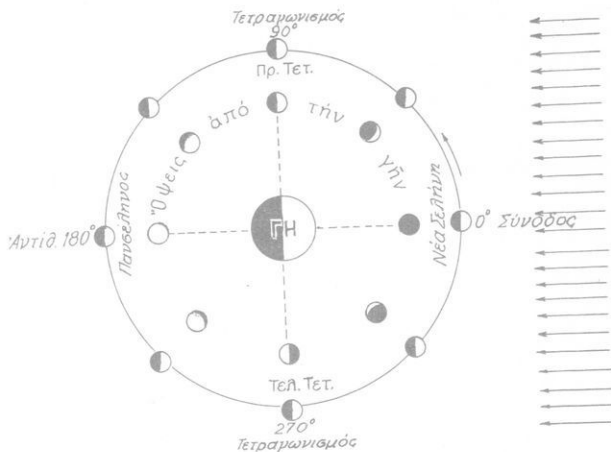
Ἀπόγειο της σελήνης ονομάζουμε τό σημείο της τροχιάς της, όπου σημειώνεται ἡ μέγιστη απόστασή της από τή γῆ.

Ὁ χρόνος, πού χρειάζεται για μιὰ πλήρη περιφορά της σελήνης

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

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

Ἔτσι, ὅταν ἡ σελήνη βρίσκεται σέ σύνοδο μέ τόν ἥλιο (ἀποχή 0°), στρέφει πρὸς τή γῆ τό ἡμισφαίριό της, πού δέ φωτίζεται (σχ. 20). Τότε λέγομε ὅτι ἔχουμε **νέα σελήνη** (Ν.Σ.) ἢ **νουμηνία**. Ὑστερα, ὅσο μεγαλώνει ἡ ἀποχή της ἀπὸ τόν ἥλιο, στρέφει πρὸς τή γῆ, στήν ἀρχή μικρό πού ὅλο μεγαλώνει, μέρος ἀπὸ τό φωτιζόμενο ἡμισφαίριό της, πού φαίνεται σάν δρεπανοειδῆς κοιλόκυρτος **μηνίσκος**, στραμμένος πρὸς τήν Ἀνατολή. Μετά ἀπὸ 7 ἡμ. καί 9 ὥρες περίπου ἀπὸ τή Ν.Σ., ὅταν ἔρχεται σέ τετραγωνισμό (ἀποχή, 90°), φαίνεται φωτισμένη ἡ μισή τῆ φάση αὐτή ονομάζουμε **πρῶτο τέταρτο** (Π.Τ.). Καθώς ἡ ἀποχή μεταβάλλεται ἀπὸ 90° ἔως 180°, ἡ σελήνη



Σχ. 20.

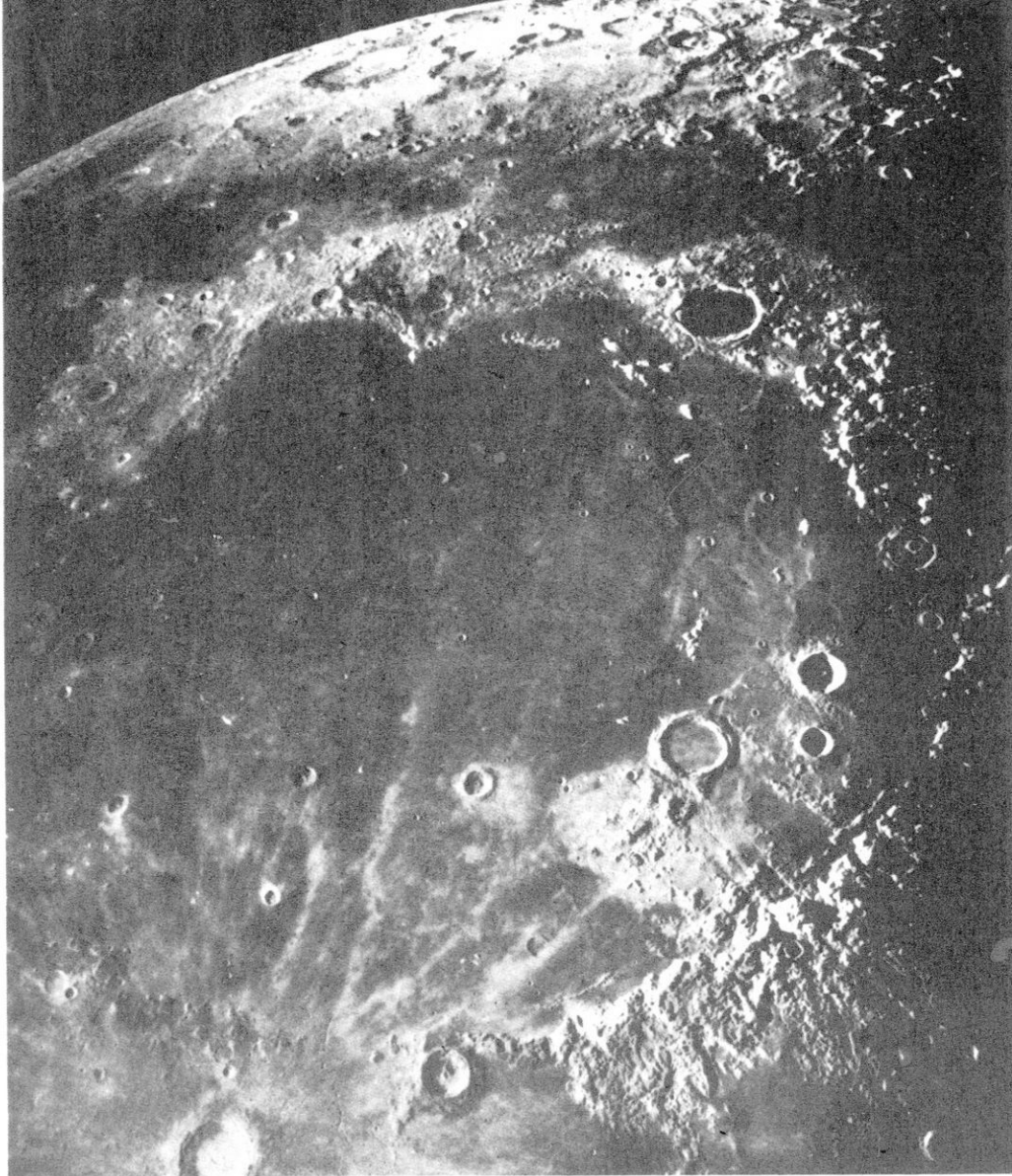
καθημερινά στρέφει σέ μᾶς μεγαλύτερο μέρος ἀπό τό φωτιζόμενο ἡμισφαίριό της καί ὁ μηνίσκος εἶναι τώρα ἀμφίκυρτος. Μετά 7 ἡμ. καί 9 ὥρ. ἀπό τό Π.Τ., ἡ σελήνη ἔρχεται σέ ἀντίθεση (ἀποχή 180^ο) καί στρέφει στή γῆ ὀλόκληρο τό φωτιζόμενο ἡμισφαίριό της· τότε λέγομε ὅτι ἔχουμε **πανσέληνο**. Κατά τήν πανσέληνο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

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

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

Ἡ σελήνη στρέφεται γύρω ἀπό τόν ἑαυτό της, ἀπό Δ πρός Α, σέ χρόνο ἴσο μέ τό χρόνο μιᾶς περιφορᾶς της γύρω ἀπό τή γῆ, δηλαδή σέ 27 ἡμ. 7 ὥρ. 43 λ. 11,5 δ. Αὐτό ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα νά στρέφει πάντοτε πρό τή γῆ τό ἴδιο πάντοτε ἡμισφαίριό της. Μποροῦμε νά καταλάβουμε, πῶς γίνεται αὐτό, ἂν, κοιτώντας πρός τό κέντρο ἑνός στρογγύλου 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 πρός 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 κρατήρες, 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 κρατήσῃ.



Εικ. 21. Περιοχή της σεληνιακής επιφάνειας. Διακρίνονται δύο μεγάλες όρσοειρές (πάνω και κάτω), που περιβάλλουν την επίπεδη έκταση της «θάλασσας των ὄμβρων», και αρκετοί κρατήρες.



Εικ. 22. Βράχος και θουνά της Σελήνης ('Από φωτογραφία του 'Απόλλων 17).

Στίς όμαλές καί επίπεδες ἐκτάσεις τοῦ σεληνιακοῦ ἐδάφους, πού τό χρώμα τους εἶναι πιό σκοῦρο δόθηκε κατά τό παρελθόν τό ὄνομα «θάλασσης», γιατί μέ τά μικρά τηλεσκόπια φαίνονταν σάν ὠκεανοί γήινοι. Αὐτό τό ὄνομα ἐξακολουθεῖ νά χρησιμοποιεῖται καί σήμερα, χωρίς φυσικά νά ὑπάρχει νερό στή σελήνη (εἰκ. 21).

Θερμοκρασία και εξέλιξη της 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 100° C. Ἔτσι, καί ἂν ὑπῆρχε νερό, αὐτό θά ἐξατμιζόταν. Τή νύχτα ἡ θερμοκρασία στήν ἐπιφάνειά τῆς πέφτει στούς -150° C. Στό ἐσωτερικό ἡ θερμοκρασία εἶναι λίγες ἑκατοντάδες βαθμοί Κελσίου, γι' αὐτό ὑποθέτουμε ὅτι μπορεῖ νά ὑπάρχει νερό σέ στερεή κατάσταση. Ἔχουμε ἐνδείξεις, ὅτι ἡ σελήνη ἔχει μικρό πυρήνα, μέ διάμετρο 1000 km περίπου, σέ ρευστή ἢ πλαστική κατάσταση.

Ἀπό τά πετρώματα καί τή χονδρή ἄμμο, πού μετέφεραν στή γῆ οἱ Ἀμερικανοί ἀστροναῦτες τοῦ προγράμματος «Ἀπόλλων», ὅπως καί τίς ἔρευνες 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.

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

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

Ἀσκήσεις.

54. Νά βρεῖτε τήν ἀπόσταση γῆς-σελήνης. Ἡ παράλλαξη τῆς σελήνης εἶναι 57' 2",7.

55. Νά βρεῖτε τήν ἀκτίνα τῆς σεληνιακῆς σφαίρας. Ἡ μέση φαινόμενη διάμετρος τῆς εἶναι: 31' 5".

56. Νά βρεῖτε πόσες γήινες ἀκτίνες εἶναι ἡ ἀπόσταση γῆς-σελήνης.

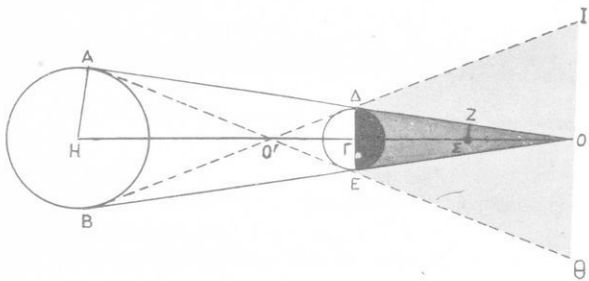
57. Νά ὀρίσετε τήν ἀπόσταση γῆς-σελήνης σέ α.μ. καί ε.φ.

58. Πόσο πρέπει νά ζυγίζει στή σελήνη σῶμα, πού στή γῆ ζυγίζει 1 κιλό;
59. Νά βρεῖτε τήν πυκνότητα τῆς σελήνης σέ σχέση μέ τή γήινη.
60. Ἄν ἡ γῆ βρισκόταν στό κέντρο τοῦ ἡλίου, ποιά θέση θά εἶχε ἡ σελήνη ὡς πρὸς αὐτό τό κέντρο, κινούμενη γύρω ἀπό τή γῆ;
61. Νά βρεῖτε πόσο ψηλότερα εἶναι τά βουνά τῆς σελήνης, σχετικά μέ τά βουνά τῆς γῆς. Θά λάβετε ὑπόψη σας τίς διαστάσεις γῆς καί σελήνης.
62. Ὑπάρχει στή σελήνη διάχυτο φῶς, λυκαυγές, λυκόφως καί παρασκιά; Νά δικαιολογήσετε τήν ἀπάντησή σας.
63. Γιατί δέν ὑπάρχει νερό στήν ἐπιφάνεια τῆς σελήνης;
64. Φαίνονται ἀστέρες καί τήν ἡμέρα στόν οὐρανό τῆς σελήνης; Νά δικαιολογήσετε τήν ἀπάντησή σας.

17. Ἐκλείψεις καί παλίρροιες.

Ἡ γῆ, οἱ πλανῆτες καί οἱ δορυφόροι τους, ὡς σκότεινά σφαιρικά σῶματα, πού φωτίζονται ἀπό τόν ἥλιο, ρίχνουν πίσω τους σκιά σέ σχῆμα κώνου. Ἡ γῆ Γ π.χ. (σχ. 21), πού φωτίζεται ἀπό τόν ἥλιο Η, ρίχνει πίσω της τήν κωνική σκιά ΔΟΕ, καί τήν παρασκιά ΙΔΕΘ, πού ἔχει σχῆμα κόλουρου κώνου. Ὁ κόλουρος κῶνος προκύπτει ἀπό τόν κῶνο ΙΟ'Θ, πού δημιουργεῖται ἀπό τίς ἐσωτερικές ἐφαπτόμενες ΑΕ καί ΒΔ. Ὁ κῶνος τῆς σκιάς ΔΟΕ προκύπτει ἀπό τίς ἐξωτερικές ἐφαπτόμενες ΑΔ καί ΒΕ.

Ὅταν ἡ σελήνη μπεῖ μέσα στόν κῶνο τῆς σκιάς τῆς γῆς, τότε ἔχουμε **ἔκλειψη σελήνης**. Ἡ ἔκλειψη εἶναι **ὀλική**, ἂν ὁ δίσκος τῆς σελήνης μπεῖ ὀλόκληρος μέσα στή σκιά. Ἄν μπεῖ ἕνα μέρος του, τότε ἔχουμε ἔκλειψη **μερικῆ**.



Σχ. 21.

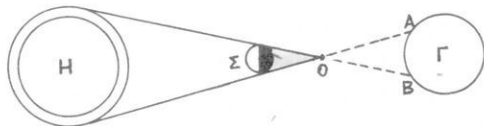
Γιά νά γίνει ὁμως ἔκλειψη σελήνης, θά πρέπει ἡ σκιά τῆς γῆς νά διευθύνεται πρὸς τή σελήνη. Αὐτό γίνεται κάθε φορά πού ἔχουμε πανσέληνο, γιατί τότε, ἐξαιτίας τῆς ἀντιθέσεως σελήνης ἡλίου, ἡ γῆ ρίχνει τή

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

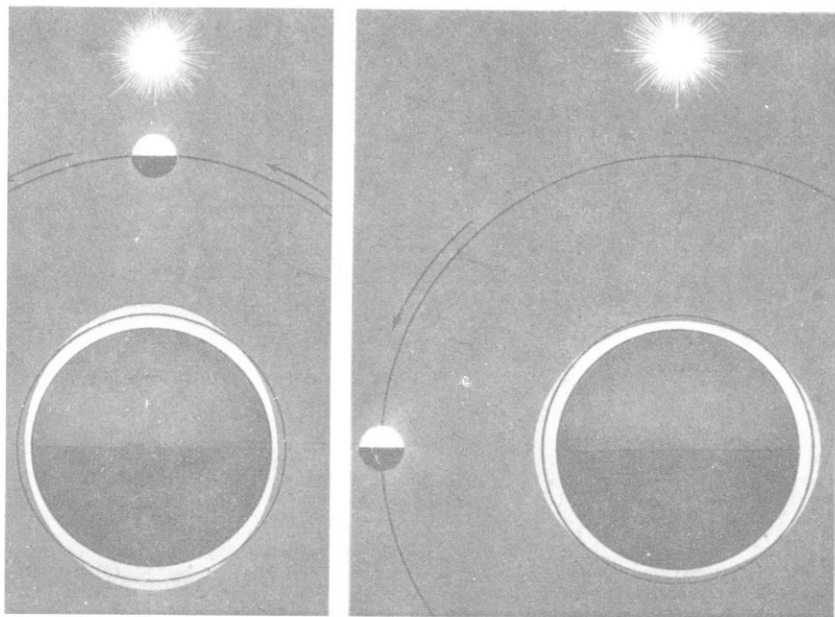
Ὅταν ἡ σκιά τῆς σελήνης φθάσει στή γῆ, τότε, καθώς κινεῖται ἡ σελήνη, ἡ σκιά της σκεπάζει στήν ἐπιφάνεια τῆς γῆς μιά λουριδα, πού τό πλάτος της μπορεῖ νά φθάσει τά 300 km. Τότε, καί σ' ὅλους τούς τόπους, ἀπό τούς ὁποίους περνᾶ ἡ σκιά, ὁ δίσκος τῆς σελήνης κρύβει τό δίσκο τοῦ ἡλίου, γιατί ἡ φαινόμενη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

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

Ἐχει παρατηρηθεῖ, κυρίως σέ στενά περάσματα θαλασσῶν, ὅπως προρθμούς, 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 τά δύο φαινόμενα μαζί ἀποτελοῦν τό φαινόμενο τῆς **παλίρροιας**.



Σχ. 22



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

Τό φαινόμενο τῆς παλίρροιας προκαλεῖται κυρίως ἀπό τή σελήνη. Πρῶτος ὁ Νεύτωνας ἐξήγησε τό φαινόμενο τῶν παλίρροιῶν. Ἔχει ἀποδειχθεῖ ὅτι ἡ ἔλξη τῆς σελήνης πάνω στό ὑγρό στοιχεῖο τῆς γῆς εἶναι 2,2 φορές μεγαλύτερη ἀπό τήν ἔλξη, πού ἀσκεῖ στό ἴδιο στοιχεῖο ὁ ἡλιος. Μέ αὐτό ὡς δεδομένο, ἂν ὑποθέσουμε, ὅτι ὅλη ἡ ἐπιφάνεια τῆς γῆς καλύπτεται ἀπό νερά, τότε μέ τήν ἐπίδραση τῆς ἔλξεως τῆς σελήνης τά νερά τῶν θαλασσῶν θά μαζεῦονταν περισσότερο πρὸς τό μέρος τῆς σελήνης καί, ὅπως διδάσκει ἡ Μηχανική τῶν ρευστῶν, θά μαζεῦονταν καί στό διαμετρικά ἀντίθετο μέρος τῆς γῆς. Τότε ὅμως τό σχῆμα τῆς γῆς θά ἦταν ἐλλειψοειδές (εἰχ. 23) καί ὄχι σφαιρικό. Ἄν μάλιστα πρὸς τό μέρος τῆς σελήνης θρεθεῖ καί ὁ ἡλιος (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 πρός τή σελήνη (είκ. 23 δεξιά). Έπειδή όμως ή γή περιστρέφεται και αυτή, στρέφει συνεχώς πρός τή σελήνη διαφορετικά μέρη της επιφανείας της. Έπομένως και τό έλλειψοειδές σχήμα θά αλλάζει συνεχώς τή θέση των δύο υδάτινων έξογκώσεών 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 πρός τό βόρειο και άλλοτε πρός τό νότιο Εύβοϊκό. Για 22 έως 23 ήμέρες τό μήνα τό φαινόμενο αυτό παρουσιάζει μία κανονικότητα και αλλάζει φορά κάθε 6 ώρες περίπου, όπως ή παλίρροια, ενώ τίς υπόλοιπες 6 ή 7 ήμέρες του μήνα τό ρεύμα είναι άκανόνιστο.

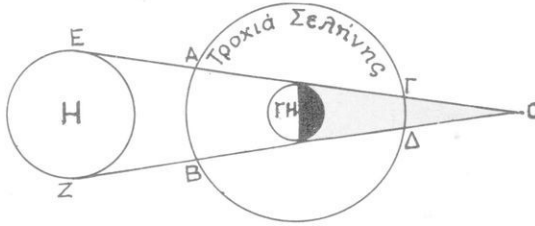
Σήμερα δεχόμαστε τήν έξής εξήγηση: Τό κύμα της παλίρροιας έρχεται κυρίως από τή Μεσόγειο θάλασσα στήν Εύβοια και μπαίνει στό βόρειο και νότιο Εύβοϊκό μέ κατεύθυνση πρός τόν Εύριπο. Έπειδή υπάρχει διαφορά στό μήκος της διαδρομής από βορρά πρός νότο, τό κύμα πού έρχεται από τό νότο φθάνει στόν Εύριπο 1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

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

Άσκησης.

65. Νά βρείτε τό μήκος τῆς σκιάς τῆς σελήνης, ὅταν: α) ἡ γῆ θρῖοκεται στό περι-ἥλιο καί ἡ σελήνη στό περίγειο, β) ἡ γῆ θρῖοκεται στό ἀφῆλιο καί ἡ σελήνη στό ἀπόγειο.

66. Στό σχῆμα 23, ἀφοῦ παρατηρήσετε καλά τά τόξα AB καί $\Gamma\Delta$ τῆς τροχιάς τῆς γῆς, νά δικαιολογήσετε, γιατί οἱ ἐκλείψεις τοῦ ἡλίου εἶναι περισσότερες ἀπό τῆς σελήνης.



Σχ. 23.

67. Δείξετε σέ σχῆμα, πού θά σχεδιάσετε, τό μηχανισμό τῶν ἡλιακῶν καί τῶν σεληνιακῶν ἐκλείψεων.

ΟΥΡΑΝΙΑ ΣΦΑΙΡΑ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΗ ΧΡΟΝΟΥ

18. Γῆ καὶ οὐράνια σφαίρα.

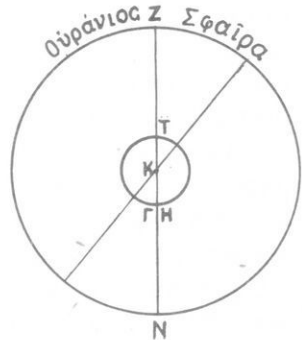
Οὐράνια σφαίρα ονομάζουμε τὴ σφαίρα πού περιβάλλει τὴ γῆ καὶ πάνω της φαίνονται νὰ εἶναι καρφωμένοι οἱ ἀστέρες.

Κέντρο τῆς σφαίρας αὐτῆς εἶναι τὸ κέντρο K τῆς γῆς (σχ. 24). Ἐπειδὴ ὅμως 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 πάρουμε 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.

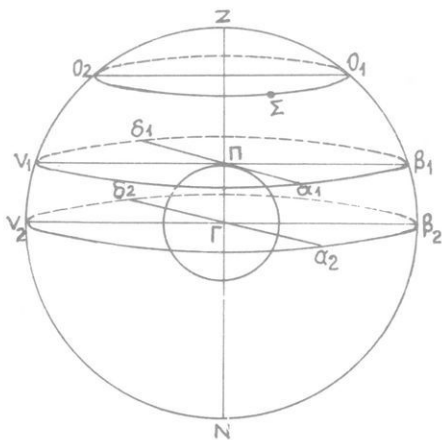
Τὴν οὐράνια σφαίρα τὴν ὀνομάζουμε καὶ οὐράνιο θόλο ἢ ἀπλά, οὐρανό. Τὸ γαλάζιο χρῶμα του ὀφείλεται κυρίως στὴ διάχυση τῆς γαλάζιας, ἰδιαίτερα, ἀκτινοβολίας τοῦ ἡλιακοῦ φωτός ἀπὸ τὰ μόρια τῆς γήινης ἀτμόσφαιρας.

Κατακόρυφος τόπου 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 περνᾷ ἀπ' αὐτόν.

Ἄν προεκτείνουμε τὴν κατακόρυφο ἑνὸς τόπου, λ.χ. T (σχ. 24), νοερῶς πρὸς τὰ ἔπάνω, αὐτὴ συναντᾷ τὴν οὐράνια σφαίρα 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 σφαίρα στὸ σημεῖο N , πού εἶναι διαμετρικὰ ἀντίθετο ἀπὸ τὸ Z . Τὸ σημεῖο N τὸ ὀνομάζουμε **Ναδίθ** τοῦ τόπου T .



Σχ. 24



Σχ. 25

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

Ζενίθια ἀπόσταση ἑνός σημείου τῆς οὐράνιας σφαίρας ἢ ἑνός ἀστέρα, σέ ὀρισμένη στιγμή, ὀνομάζουμε τή γωνιώδη ἀπόσταση τοῦ σημείου ἀπό τό ζενίθ τοῦ τόπου, πού στεκόμαστε. Τή ζενίθια ἀπόσταση τή συμβολίζουμε μέ τό γράμμα Ζ καί τή μετροῦμε πάνω στόν κατακόρυφο κύκλο, πού περνᾶ ἀπό τό σημεῖο ἢ τόν ἀστέρα, ἀρχίζοντας ἀπό τό ζενίθ. Μεταβάλλεται ἀπό 0° 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 τή γωνιώδη ἀπόστασή του ἀπό τόν ὀριζόντιο τοῦ τόπου, πού στεκόμαστε. Γιά νά βροῦμε τό ὕψος τοῦ ἀστέρα Σ (σχ. 26), φέρνουμε τήν κατακόρυφό του ΖΣΝ καί ἀπό τό Θ φέρνουμε τίς ἀκτίνες ΟΣ καί ΟΣ'. Ἡ γωνιώδης ἀπόσταση τοῦ ἀστέρα Σ ἀπό τόν ὀριζόντιο θά εἶναι ἡ γωνία Σ'ΟΣ, μέ μέτρο τό τόξο Σ'Σ.

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

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

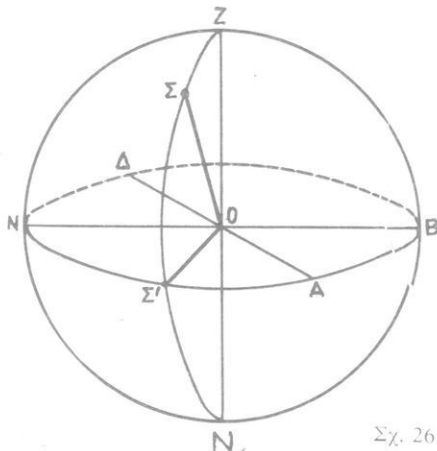
Φυσικό ὀριζόντιο ἑνός τόπου ὀνομάζουμε τή γραμμή, πού ὁ οὐρανός φαίνεται ὅτι ἀγγίζει τή γῆ. Κάθε ἐπίπεδο, κάθετο στήν κατακόρυφο, ὀνομάζεται **ὀριζόντιο ἐπίπεδο**.

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

Τὸ ὕψος τὸ συμβολίζουμε μὲ τὸ γράμμα ν καὶ τὸ μεταρούμε πάνω στὸν κατακόρυφο κύκλο, πού περνᾷ ἀπὸ τὸ σημεῖο ἢ τὸν ἀστέρα, μὲ ἀρχὴ τὸ σημεῖο Σ' τοῦ ὀρίζοντα.

Τὸ ἄξιμούθιο συμβολίζεται μὲ τὸ γράμμα \mathbf{A} καὶ μεταβάλλεται ἀπὸ 0° ἕως 360° κατὰ τὴν ἀνάδρομη φορά.

Ἄξονας τοῦ κόσμου καὶ οὐράνιος ἰσημερινός. Ἐστω Γ ἡ γῆ, πού κατέχει τὸ κέντρο τῆς οὐράνιας σφαίρας, καὶ $\Pi\Pi'$ ὁ ἄξονας περιστροφῆς τῆς π εἶναι ὁ βόρειος πόλος καὶ π' ὁ νότιος πόλος τῆς γῆς. Ἄν ἐπεκτείνουμε τὸν ἄξονα τῆς γῆς στὸ ἄπειρο, θὰ τμήσει τὴν οὐράνια σφαῖρα στὰ σημεῖα Π καὶ Π' , πού εἶναι ἀντίστοιχα μὲ

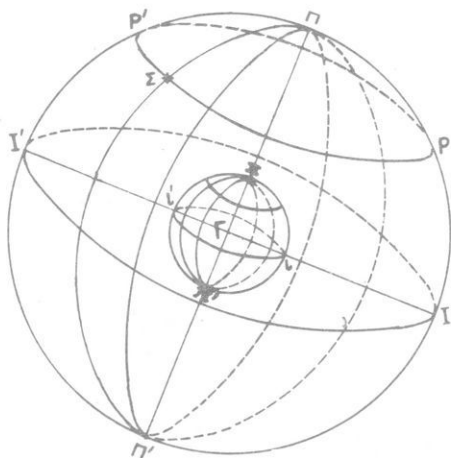


Σχ. 26

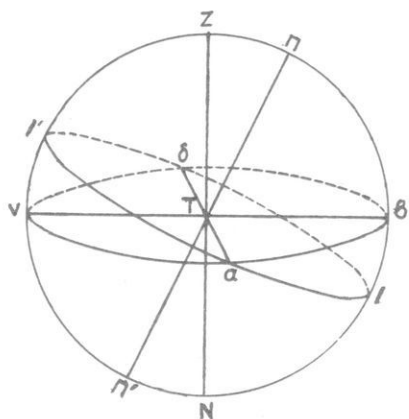
τὰ π καὶ π' τῆς γῆς (σχ. 27). Τὸν $\Pi\Pi'$ ὀνομάζουμε **ἄξονα τῆς οὐράνιας σφαίρας** ἢ καὶ **ἄξονα τοῦ κόσμου**.

Ἐξἄλλου ὀνομάζουμε **βόρειο πόλο** τῆς οὐράνιας σφαίρας τὸ σημεῖο Π , ἀντίστοιχο τοῦ γήινου βόρειου πόλου π , καὶ **νότιο πόλο** τὸ σημεῖο Π' , ἀντίστοιχο τοῦ νότιου γήινου πόλου π' .

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



Σχ. 27



Σχ. 28

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

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

Έστω ό τόπος Τ (σχ. 28), πού θεωρούμε ότι συμπίπτει μέ τό κέντρο της γήινης και της ουράνιας σφαίρας, ΖΝ ή κατακόρυφος του και ΠΠ' ό 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 της ΠΖΠ'Ν, πού τόν ονομάζουμε **ουράνιο μεσημβρινό** του τόπου Τ.

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

Φαινόμενη περιστροφή της ουράνιας σφαίρας. Η περιστροφή της 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 ό ουρανός. Γίνεται δηλαδή κάτι ανάλογο μέ τό φαινόμενο, πού μās παρουσιάζεται, όταν βρισκόμαστε πάνω σ' ένα κινητό. Τότε, ενώ έμεις

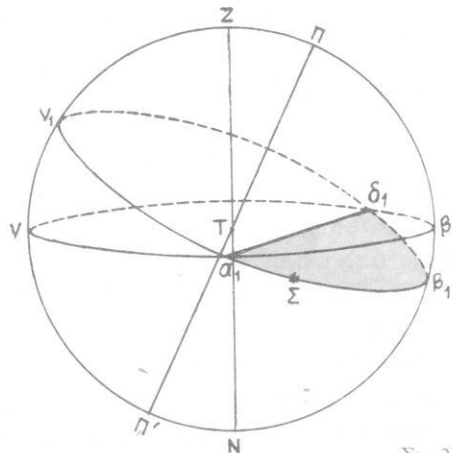
κινούμαστε, μᾶς δημιουργεῖται ἡ ἐντύπωση ὅτι κινοῦνται τὰ δένδρα, τὰ σπῖτια, οἱ λόφοι κλπ. μέ φορά ἀντίθετη ἀπὸ αὐτὴ πού κινούμαστε. Ἀκόμα, ὅπως ἀκριβῶς, ἂν περιστραφεῖ κάποιος γύρω ἀπὸ τὸν ἑαυτό του, νομίζει ὅτι καὶ τὰ γύρω του ἀντικείμενα κινοῦνται κυκλικά, ἀλλὰ μέ ἀντίθετη φορά. Ἔτσι καὶ ἐξαιτίας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

Ἐὰς παρακολουθήσουμε τὴν κίνηση τοῦ ἀστέρα Σ' (σχ. 29), καθὼς αὐτὸς διαγράφει τὴν περιφέρεια τοῦ παράλληλου κύκλου του ΣαινιδιθιΣ. Ὅταν φθάνει στὸ σημεῖο α₁, στὸ σημεῖο δηλαδή τῆς τροχιάς του μέ τὸν ὀρίζοντα αινιδιβ τοῦ τόπου Τ, λέμε ὅτι ὁ ἀστέρας ἀνατέλλει. Ἐπειδὴ ἐκεῖνη τὴν ὥρα ὁ ἀστέρας θρῖσκεται πάνω στὸν ὀρίζοντα, τὸ ὕψος του εἶναι 0°. Ὁ ἀστέρας προχωρεῖ καὶ φθάνει στὸ σημεῖο ν₁. Ἐκεῖ ἔχει τὸ μεγαλύτερο ὕψος του, ἐπάνω ἀπὸ τὸν ὀρίζοντα, ἴσο μέ τὸ τόξο νν₁. Στὴ συνέχεια τὸ ὕψος του ἀρχίζει νὰ ἐλαττώνεται καὶ τελικὰ 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.

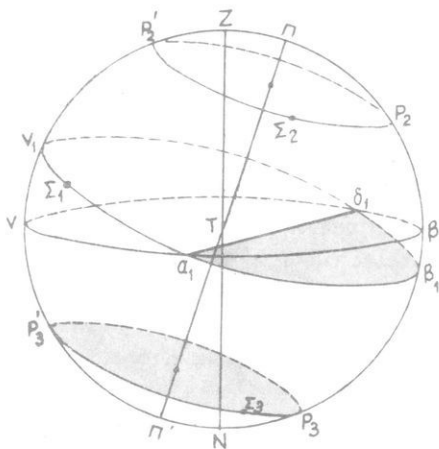
Ἠμερήσιο τόξο ἀστέρα. ὀνομάζουμε τὸ τόξο, πού διαγράφει ὁ ἀστέρας πάνω ἀπὸ τὸν ὀρίζοντα τοῦ τόπου, πού στεκόμαστε, ὅπως εἶναι τὸ τόξο αινιδι τοῦ ἀστέρα Σ (σχ. 29). **Νυχτερινὸ τόξο** ἀστέρα, ὀνομάζουμε τὸ τόξο, πού διαγράφει ὁ ἀστέρας κάτω ἀπὸ τὸν ὀρίζοντα τοῦ τόπου, πού στεκόμαστε, ὅπως εἶναι τὸ τόξο διδ₁α₁ 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 ν₁ 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.

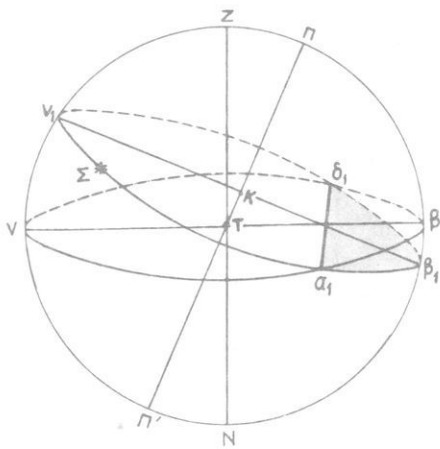
Κάτω μεσουράνηση ἀστέρα, ὀνομάζουμε τὴ στιγμὴ, πού ὁ ἀστέρας ἔχει τὸ μικρότερο ὕψος του σὲ ἓνα τόπο.



Σχ. 29



Σχ. 30



Σχ. 31

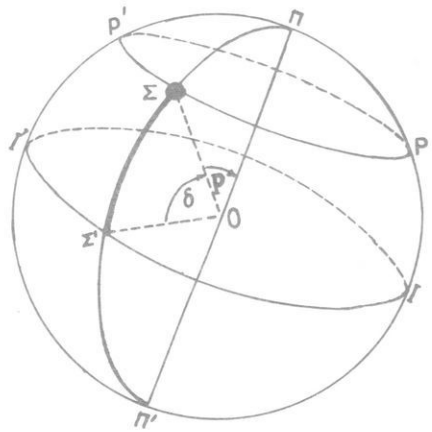
Ο οὐράνιος μεσημβρινός ἔχει δύο βασικές ιδιότητες:

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

Ἀπόκλιση καὶ πολικὴ ἀπόσταση ἀστέρα. Ἀπόκλιση ἑνὸς ἀστέρα Σ (σχ. 2) ὀνομάζουμε τὴ γωνιώδη ἀπόστασή του ἀπὸ τὸν οὐράνιο ἰσημερινό $\text{I}\Sigma\text{T}\text{I}$.

Γιὰ νὰ βροῦμε τὴν ἀπόκλιση τοῦ ἀστέρα Σ , φέρνουμε τὸν ὠριαῖο κύκλο του $\text{Π}\Sigma\Sigma'\text{Π}'$ καὶ ἀπὸ τὸ O τὶς δύο ὀπτικές ἀκτίνες $\text{O}\Sigma$ καὶ $\text{O}\Sigma'$. Ἡ $\text{O}\Sigma'$, ὅπως βλέπουμε, κατευθύνεται πρὸς τὸ Σ' , πού εἶναι τὸ σημεῖο τομῆς τοῦ ἰσημερινοῦ ἀπὸ τὸν ὠριαῖο τοῦ ἀστέρα. Ἡ γωνιώδης ἀπόσταση τοῦ ἀστέρα Σ ἀπὸ τὸν ἰσημερινό εἶναι ἡ γωνία $\Sigma'\text{O}\Sigma$, πού μέτρο της εἶναι τὸ τόξο $\Sigma'\Sigma$ τοῦ ὠριαίου τοῦ ἀστέρα Σ . Τὴν ἀπόκλιση τὴ συμβολίζουμε μὲ τὸ γράμμα δ καὶ τὴ μετροῦμε πάνω στὸν ὠριαῖο τοῦ ἀστέρα. Ἀρχίζουμε τὴ μέτρηση ἀπὸ τὸ σημεῖο Σ' τοῦ ἰσημερινοῦ· μπορεῖ νὰ μεταβάλλεται ἀπὸ 0° ἕως 90° . Θετικὴ εἶναι, ἂν ὁ ἀστέρας βρίσκεται στὸ βόρειο ἡμισφαίριο τοῦ οὐρανοῦ· ἀρνητικὴ, ἂν ὁ ἀστέρας βρίσκεται στὸ νότιο ἡμισφαίριο.

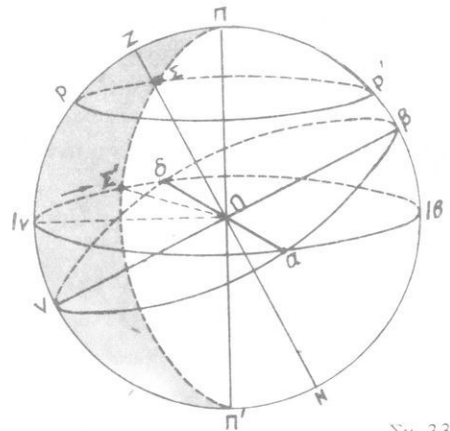
Πολική απόσταση ενός άστερα ονομάζουμε τή γωνιώδη απόστασή του από τό δόρειο πόλο τής ουράνιας σφαιρας. Έτσι ή πολική απόσταση του Σ (σχ. 32) είναι ή γωνία $ΠΟ\Sigma$, πού μέτρο της είναι τό τόξο $ΠΣ$ του ώριαίου του άστερα Σ . Τήν πολική απόσταση συμβολίζουμε μέ τό γράμμα P και τή μετρούμε πάνω στον ώριαίο του άστερα. Η μέτρηση αρχίζει από τό δόρειο πόλο τής ουράνιας σφαιρας και μπορεί νά μεταβάλλεται από 0° ως 180° .



Σχ. 32

Έστω ό τόπος O και βανδβ ό όριζοντάς του (σχ. 33). Ό ώριαίος $ΠΣΠ'$ του άστερα Σ τέμνει τόν ουράνιο ίσημερινό $ΙβαΙνδ$ στο σημείο Σ' και σχηματίζει μέ τό μεσημβρινό $ΠΖΠ'Ν$ τή διέδρη γωνία $ΙνΠΠ'\Sigma$. Αντίστοιχη τής διέδρης αϋτής στο επίπεδο του ίσημερινού είναι ή γωνία $ΙνΟ\Sigma'$, γιατί τό σημείο $Ιν$ είναι τό σημείο πού ό ουράνιος ίσημερινός τέμνεται από τό μεσημβρινό. Η διέδρη γωνία $ΙνΠΠ'\Sigma$ και ή αντίστοιχη της επίπεδη $ΙνΟ\Sigma'$ έχουν ως μέτρο τό τόξο $Ιν\Sigma'$ του ίσημερινού.

Ωριαία γωνία του άστερα Σ ή άλλου τυχαίου σημείου τής ουράνιας σφαιρας ονομάζουμε τή διέδρη γωνία, πού ό ώριαίος του άστερα ή του σημείου σχηματίζει μέ τό μεσημβρινό του τόπου, πού βρισκόμαστε. Τήν ώριαία γωνία συμβολίζουμε μέ τό γράμμα H και τή μετρούμε πάνω στην περιφέρεια του ίσημερινού. Η μέτρηση αρχίζει από τό σημείο $Ιν$, στο όποίο ό ουράνιος ίσημερινός τέμνεται από τό με-



Σχ. 33

σημδρινό κατά τήν ἀνάδρομη φορά, δηλαδή ἀπό τήν ἀνατολή πρὸς τή δύση (ὅπως κινεῖται φαινομενικά ἡ οὐράνια σφαίρα)· μπορεῖ νά μεταβάλλεται ἀπὸ 0° ἕως 360° .

Ἀσκήσεις.

68. Νά δείξετε, γιατί ἡ ζενίθια ἀπόσταση Z μπορεῖ νά μεταβάλλεται ἀπὸ 0° ἕως 180° .
69. Νά δείξετε, ὅτι τὸ ὕψος εἶναι πάντοτε τὸ συμπλήρωμα τῆς ζενίθιας ἀποστάσεως, δηλαδή θά ἰσχύει ἡ σχέση: $Z + \upsilon = 90^{\circ}$.
70. Ἐνας ἀστέρας ἔχει ὕψος, κάποια στιγμή, σ° ἓν ἄτοπο, $\upsilon = 37^{\circ} 51' 28''$. Πόση εἶναι ἡ ζενίθια ἀπόστασή του Z ;
71. Ἡ ζενίθια ἀπόσταση ἑνὸς ἀστέρα, κάποια στιγμή σ° ἓν ἄτοπο, εἶναι $Z = 106^{\circ} 32' 48''$. Πόσο εἶναι τὸ ὕψος του υ ;
72. Ποιά εἶναι τὰ ἀξιμούθια καθενὸς ἀπὸ τὰ κύρια σημεῖα τοῦ ὀρίζοντα;
73. Νά δείξετε, ὅτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς εἶναι κύκλος κατακόρυφος.
74. Νά δείξετε, ὅτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς εἶναι ὠριαῖος κύκλος.
75. Νά δείξετε, ὅτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς εἶναι κάθετος στὸν ὀρίζοντα τοῦ τόπου πού θρῖσκόμεσθε.
76. Νά θρεῖτε τὸ ν καὶ τὸ Z καθενὸς ἀπὸ τὰ κύρια σημεῖα τοῦ ὀρίζοντα.
77. Νά δείξετε, ὅτι ὅλα τὰ σημεῖα τῆς ἐπιφάνειας τῆς γῆς, πού θρῖσκονται πάνω στὸν ἴδιο γήινο μεσημβρινό, ἔχουν τὸν ἴδιο οὐράνιο μεσημβρινό.
78. Νά δείξετε, ὅτι ὁ ὀρίζοντας καὶ ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς διχοτομοῦνται.
79. Νά ἀποδείξετε, ὅτι, ἐνῶ ἡ Z καὶ τὸ ν μεταβάλλονται ἀπὸ τόπο σὲ τόπο, ἡ δ καὶ ἡ P εἶναι **ἀνεξάρτητες** (δὲ μεταβάλλονται) ἀπὸ τὸν τόπο.
80. Νά δείξετε, ὅτι, ἐνῶ ἡ Z καὶ τὸ ν μεταβάλλονται ἀπὸ χρόνον σὲ χρόνον, ἡ δ καὶ ἡ P εἶναι **ἀνεξάρτητες** ἀπὸ τὸν χρόνον.
81. Νά δείξετε, ὅτι ἡ P εἶναι πάντοτε τὸ συμπλήρωμα τῆς δ , δηλαδή νά δείξετε ὅτι ἰσχύει πάντοτε ἡ σχέση: $\delta + P = 90^{\circ}$.
82. Ἐνας ἀστέρας ἔχει ἀπόκλιση $\delta = 46^{\circ} 38' 27''$. Πόση εἶναι ἡ P αὐτοῦ;
83. Ἐνας ἀστέρας ἔχει $P = 112^{\circ} 34' 29''$. Πόση εἶναι ἡ δ αὐτοῦ;
84. Πόση εἶναι ἡ ὠριαία γωνία καθενὸς ἀπὸ τὰ κύρια σημεῖα τοῦ ὀρίζοντα;
85. Νά ὀρίσετε τοὺς γεωγραφικοὺς τόπους τῶν σημείων τῆς οὐράνιας σφαίρας, πού ἔχουν: α) $H = 0^{\circ}$, β) $H = 90^{\circ}$, γ) $H = 180^{\circ}$, δ) $H = 270^{\circ}$ καὶ ε) $H = 37^{\circ} 23'$.

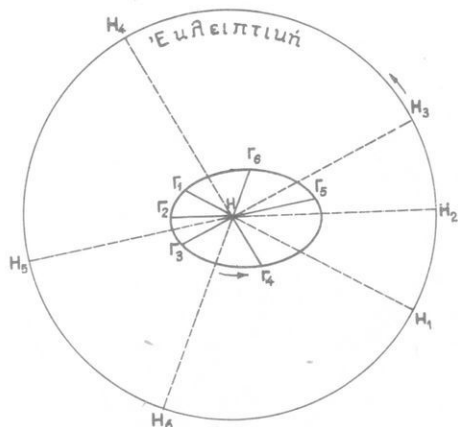
19. Ο ήλιος στην ουράνια σφαίρα. Ουρανογραφικές συντεταγμένες.

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

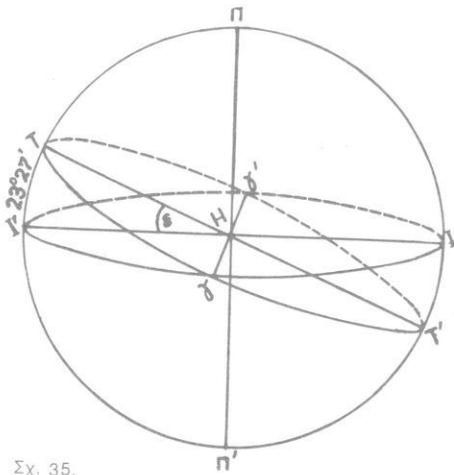
Οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες τό μέγιστο κύκλο τῆς ἐτήσιας τροχιάς τοῦ ἡλίου τόν ὀνόμασαν **ἐκλειπτική**.

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

Πραγματικά, ἂν Γ εἶναι μιá τυχαία θέση τῆς γῆς πάνω στήν ἐλλειπτική τροχιά τῆς γύρω ἀπό τόν ἥλιο H (σχ. 34), τότε ἀπό τή θέση αὐτή ὁ ἥλιος φαίνεται, στήν ουράνια σφαίρα, στή θέση H_1 . Ἡ θέση H_1 ὀρίζεται ἀπό τήν προέκταση τῆς ὀπτικῆς ἀκτίνης ΓH (πού διευθύνεται ἀπό τή γῆ Γ πρὸς τόν ἥλιο H), μέχρι νά φθάσει τήν ουράνια σφαίρα. Ἡ γῆ, καθώς 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 ουράνιας σφαίρας. Ἐνα μήνα ἀργότερα ἡ γῆ θά βρίσκεται στή θέση Γ_3 καί ὁ ἥλιος θά φαίνεται στή θέση H_3



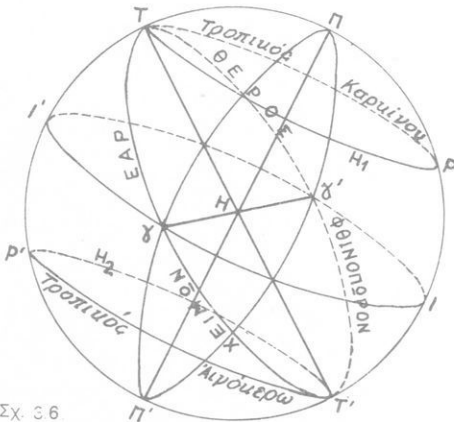
Σχ. 34



Σχ. 35.

Τὴν ἀπόσταση γῆς - ἡλίου μπορούμε νὰ τὴ θεωρήσουμε ἀμελητέα, ἂν λάβουμε ἑπόψη μας τὸ ἀπειρο μῆκος τῆς ἀκτίνας τῆς οὐράνιας σφαίρας. Μπορούμε ἀκόμα νὰ θεωρήσουμε ὡς σημεῖο - κέντρο - τῆς οὐράνιας σφαίρας δλόκληρη τὴν τροχιά τῆς γῆς γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο.

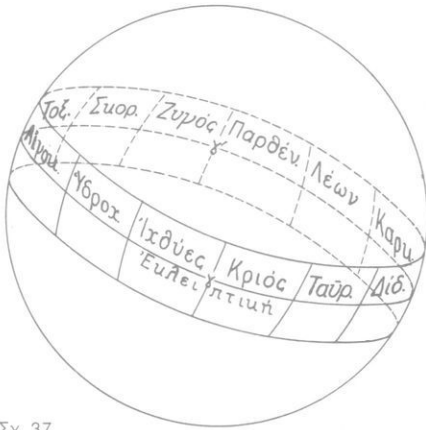
Ἔτσι, ἂν Η εἶναι τὸ κέντρο τῆς οὐράνιας σφαίρας, ΠΠ' ὁ ἄξονάς της (σχ. 35) καὶ Γγ' ἡ ἰσημερινός της, τότε γγ'Τ' εἶναι ἡ ἐκλειπτική, πού σχηματίζει μὲ τὸν ἰσημερινὸ τὴ διέδρη γωνία Γγ'Τ'. Ἀντίστοιχη διέδρη τῆς γωνίας αὐτῆς εἶναι ἡ ἐπίπεδη γωνία Γ'ΗΤ=ε, μὲ μέτρο τὸ τόξο Γ'Τ ἢ τὸ ΠΤ'. Ἡ γωνία αὐτὴ πού εἶναι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



Σχ. 36.

τῆς οὐράνιας σφαίρας κ.ο.κ. Ὡστε, ὅπως ἡ γῆ κινεῖται κατὰ τὴν ὀρθή φορὰ γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο, ὁ ἥλιος φαίνεται ὅτι κινεῖται στὴν οὐράνια σφαῖρα μὲ τὴν ἴδια φορὰ. Ἔτσι, ὅταν ἡ γῆ συμπληρώσει τὴν ἐτήσια περιφορά της πάνω στὴν ἑλλειπτική 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.

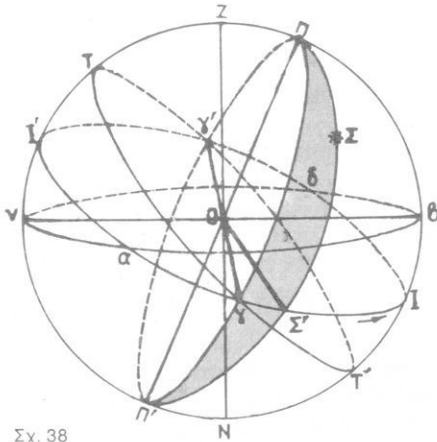
Ἡ **ἰσημερινή γραμμὴ** ὀνομάζεται ἢ διάμετρος γγ' τῆς οὐράνιας σφαίρας (σχ. 36), κατὰ τὴν ὁποία τέμνονται ὁ οὐράνιος ἰσημερινὸς Γγ' καὶ ἡ ἐκλειπτικὴ Τ'γ'Τ'. Τὰ πέρατα τῆς γ καὶ γ' ὀνομάζονται **ἰσημερινὰ σημεῖα**. Ἀπὸ αὐτὰ τὸ γ, ὅπου ὁ ἥλιος βρίσκεται κατὰ τὴν **ἑαρινή ἰσημερία**, (21 Μαρτίου) ὀνομάζεται **ἑαρινὸ ἰσημερινὸ σημεῖο**, ἐνῶ τὸ γ', ὅπου ὁ ἥλιος φθάνει μετὰ ἀπὸ ἕξι μῆνες κατὰ τὴ φθινοπωρινή ἰσημερία (23



Σχ. 37

μείο ή θερινή τροπή. Ήπειδὴ ὁ ἥλιος, λίγες ἡμέρες πρὶν καὶ λίγες ἡμέρες μετὰ τῆ θερινῆ τροπῆς, φαίνεται νὰ δραδυπορεῖ πάνω στὴν ἐκλειπτικῆ, **ὡς νὰ στέκεται**, τὸ θερινὸ τροπικὸ σημεῖο ὀνομάζεται καὶ **θερινὸ ἡλιοστάσιον**.

Ἀπὸ τὸ σημεῖο T ὁ ἥλιος προχωρεῖ συνέχεια πρὸς τὸ νότον καὶ, ἀφοῦ φθάσῃ στὸ γ' , συνεχίζει νὰ κατεβαίνει πρὸς τὸ νότιον ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ. Τελικὰ, φθάνει στὸ σημεῖο T' , τὸ νοτιότερον τῆς τροχίας του, καὶ **τρεπεται** πάλι πρὸς τὸν ἰσημερινόν. Τὸ σημεῖο T ὀνομάζεται **χειμερινὸ τροπικὸ σημεῖο** ἢ **χειμερινὴ τροπή**. Τὸ χειμερινὸ τροπικὸ σημεῖο ὀνομάζεται καὶ **χειμερινὸ ἡλιοστάσιον**. Ἡ διάμετρος τῆς οὐράνιας σφαιρας TT' , ποῦ συνδέει τὰ σημεῖα τῶν τροπῶν, ὀνομάζεται **γραμμὴ τῶν τροπῶν** ἢ **γραμμὴ τῶν ἡλιοστασίων**.



Σχ. 38

Σεπτεμβρίου), ὀνομάζεται **φθινοπωρινὸ ἰσημερινὸ σημεῖο**. Ὁ ὠριαῖος κύκλος $\Pi\gamma\Pi'\gamma'$, ποῦ περνᾷ ἀπὸ τὰ ἰσημερινὰ σημεῖα, ὀνομάζεται **κόλουρος τῶν ἰσημερινῶν**.

Ἀπὸ τὸ ἐαρινὸ ἰσημερινὸ σημεῖο ὁ ἥλιος ἀνεβαίνει στὸ δόρειον ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ καὶ μετὰ τρεῖς μῆνες (στὶς 22 Ἰουνίου) φθάνει στὸ βορειότερον σημεῖο τῆς ἐκλειπτικῆς, τὸ T . Ἀπὸ τὸ σημεῖο αὐτὸ ἀρχίζει νὰ κατεβαίνει, **τρεπόμενος** (γυρίζοντας) καὶ πάλι πρὸς τὸν ἰσημερινόν. Τὸ σημεῖο T ὀνομάζεται **θερινὸ τροπικὸ ση-**

Κατὰ τὴν ἀρχαιότητα οἱ Ἕλληνες ἀστρονόμοι εἶχαν διαπιστώσει, ὅτι οἱ πλανῆτες, καθὼς κινουνοῦνται γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο, διαγράφουν τὶς τροχίες τους μέσα σὲ μιὰ στενὴ ζώνη τοῦ οὐρανοῦ μὲ πλάτος 16° , ἢ ὅποια διχοτομοῦνταν μάλιστα ἀπὸ τὴν ἐκλειπτικῆ. Ἡ ζώνη αὐτὴ χωριζόταν σὲ δώδεκα ἴσα μέρη (σχ. 37), τὰ ὅποια ὀνομάστηκαν **οἴκοι (τοῦ ἡλίου)**, γιατί μέσα στὸν καθένα τους παραμένει ὁ ἥλιος κάθε χρόνο γιὰ ἓνα μῆνα. Ήπειδὴ μάλιστα, στὸ καθένα ἀπὸ τὰ δώδεκα αὐτὰ τμήματα, οἱ εὐρι-

σκόμμενοι άστέρες άποτελοϋσαν αντίστοιχα και άπό ένα άστερισμό. πού συνήθως όνομάζονται μέ τό όνομα ενός ζώου, οι οικιοι όνομάζονται και ζώδια, ένώ όλόκληρη ή ζώνη όνομάστηκε ζωδιακή ζώνη ή και ζωδιακός κύκλος.

Όρθή άναφορά άστέρα. Έστω ό τόπος Ο και θανόδ ό όρίζοντάς του (σχ. 38). Στο σχήμα χρειάζομαστε τόν όρίζοντα για να άναγνωρίσουμε τίς θέσεις τών κύριων σημείων αυτού, προκειμένου να καθορίσουμε τήν όρθή φορά άπό τή δύση πρός τήν άνατολή.

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

Όρθή άναφορά του άστέρα Σ, ή όποιοιδήποτε άλλου τυχαίου σημείου τής ουράνιας σφαίρας, όνομάζουμε τή δίδεδη γωνία πού σχηματίζει ό ώριαίος κύκλος του άστέρα, ή του σημείου μέ τόν ώριαίο του γ.

Η όρθή άναφορά του άστέρα Σ (σχ. 38) εΐναι ή δίδεδη γωνία γΠΠ'Σ, πού σχηματίζει ό ώριαίος του άστέρα ΠΣΠ' μέ τό ήμικύκλιο του κολουρου τών ίσημεριών, πού περνά άπό τό έαρινό σημείο γ, δηλαδή μέ τό ΠγΠ'. Αντίστοιχη τής δίδεδης γωνίας εΐναι ή έπίπεδη γωνία γΟΣ', πού βρίσκεται στό έπίπεδο του ίσημερινού. Μέτρο τής εΐναι τό γΣ', πού εΐναι και μέτρο τής δίδεδης. Η όρθή άναφορά συμβολίζεται μέ τό γράμμα α. Τή μετροϋμε πάνω στην περιφέρεια του ίσημερινού, αρχίζοντας άπό τό γ, κατά τήν όρθή φορά, δηλαδή άπό τή δύση πρός τήν άνατολή και μεταβάλλεται άπό 0° έως 360°.

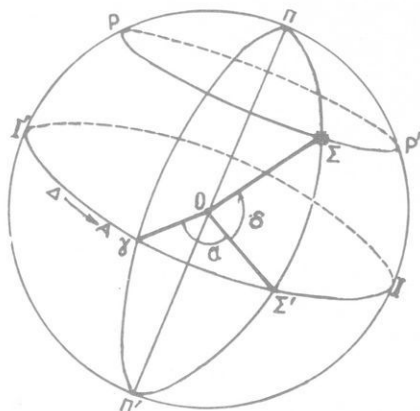
Έτσι μεταξύ όρθής άναφοράς και ώριαίας γωνίας ύπάρχουν οι έξης διαφορές:

α) Ένώ στην ώριαία γωνία παίρνουμε ως πρώτο κάθετο κύκλο πάνω στον ίσημερινό, τό μεσημβρινό του τόπου και άπ' αυτόν αρχίζουμε τίς μετρήσεις, στην όρθή άναφορά ως πρώτο κάθετο κύκλο πάνω στον ίσημερινό παίρνουμε τόν ώριαίο του γ.

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

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

μέ τη γωνία $\gamma\text{ΟΣ}'$ (όπου Σ είναι τό σημείο, πού ὁ ὠριαῖος τοῦ ἀστέρα τέμνει τόν ἰσημερινό) καί ἡ ἀπόκλιση του εἶναι ἴση μέ τη γωνία $\Sigma'\text{ΟΣ}$. Μέτρο τῆς ὀρθῆς ἀναφοράς 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 σφαίρα, ἀφοῦ καί οἱ δύο συντεταγμένες εἶναι ἀνεξάρτητες καί ἀπό τόν τόπο τῆς παρατηρήσεως καί ἀπό τό χρόνο. Ἡ ὀρθή ἀναφορά καί ἡ ἀπόκλιση ὀνομάζονται **οὐρανογραφικές συντεταγμένες** τοῦ σημείου καί τίς χρησιμοποιοῦμε μαζί, γιά νά καθορίσουμε τή θέση ἑνός ἀστέρα ἢ σημείου στήν οὐράνια σφαίρα.

Ἀσκήσεις.

86. Νά βρεῖτε τήν ἀπόκλιση τῶν σημείων γ , γ' καί Γ' .

87. Νά καθορίσετε τούς γεωμετρικούς τόπους τῶν σημείων τῆς οὐράνιας σφαίρας, πού ἔχουν: α) $\delta = +23^\circ 27'$ καί β) $\delta = -23^\circ 27'$.

88. Ποιός εἶναι ὁ γεωμετρικός τόπος τῶν σημείων, πού ἔχουν $\alpha = 247^\circ$;

89. Νά βρεῖτε τήν ὀρθή ἀναφορά τοῦ σημείου γ' καί τῶν τροπῶν.

90. Ποιές εἶναι οἱ οὐρανογραφικές συντεταγμένες τῶν σημείων γ , γ' , Γ καί Γ' τῆς ἐκλειπτικῆς (σχ. 38);

91. Ποιές εἶναι οἱ οὐρανογραφικές συντεταγμένες τοῦ ἡλίου κατά τό χειμερινό ἡλιοστάσιο καί τή φθινοπωρινή ἰσημερία;

92. Σέ τί διαφέρει, ὡς πρός τή θέση, τό σημείο γ τοῦ οὐρανοῦ ἀπό τό Γκερήνιους, πού ὁρίζεται στή γῆ καί ἔχει γεωγραφικό πλάτος $\varphi = +51^\circ 28' 38''.2$;

20. Ἡμέρα, ἡλιακός καί παγκόσμιος χρόνος.

Γιά τή μέτρηση τοῦ χρόνου χρησιμοποιοῦνται ὡς μονάδες:

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

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

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

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

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

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

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

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

Ώστε, **ο αστρικός χρόνος, σέ μία οποιαδήποτε στιγμή, θά είναι ίσος μέ τήν τιμή τής ωριαίας γωνίας του σημείου γ κατά τήν ίδια στιγμή.**

Έστω άστέρας Σ_1 (σχ. 40), πού βρίσκεται πάνω στό μεσημβρινό του τόπου T , κατά τήν άνω μεσουράνησή του. Αν γ είναι τό ξαρινό ισημερινό σημείο καί $\Pi\gamma\Pi'$ ό ωριαίος του, τότε ή ωριαία γωνία του $\Pi\gamma$ μετρά τόν αστρικό χρόνο T , κατά τή στιγμή τής άνω μεσουράνησεως του άστέρα Σ_1 . Τήν ίδια γωνία, αν τή μετρήσουμε κατά όρθή φορά (άπό τό γ πρός τό I), θά βροϋμε ότι είναι ίση μέ τήν όρθή άναφορά α_1 του άστέρα Σ_1 . Θά έχουμε δηλαδή:

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

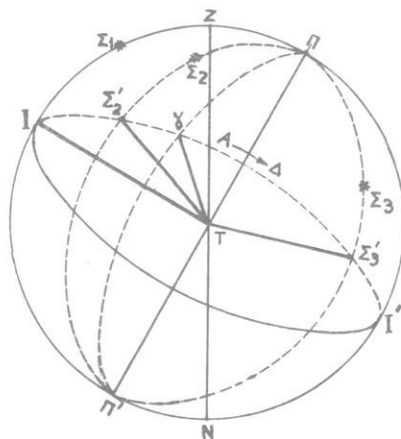
Άπό τά παραπάνω διαζύουμε τό συμπέρασμα, ότι, **όταν ένας άστέρας μεσουρανει άνω, τότε ή όρθή άναφορά του είναι ίση μέ τόν αστρικό χρόνο.**

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

Όπως βλέπουμε στό σχήμα 40, όταν ένας άστέρας Σ_2 ά κ ο λ ο υ θ ε ι τό γ , βρίσκεται άνατολικά του Σ_1 καί μεταξύ του ωριαίου του γ καί του μεσημβρινού του τόπου. Η ωριαία γωνία του H_2 είναι ίση μέ τό τόξο $I\Sigma_2$ καί ή όρθή άναφορά του α_2 ίση μέ τό τόξο $\gamma\Sigma_2$. Έτσι ό αστρικός χρόνος $T = \text{τόξ. } I\gamma$ είναι ίσος μέ τό άθροισμα $H_2 + \alpha_2$.

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

Έχουμε δηλαδή



ΣΧ. 40

$$T = H + \alpha$$

(2)

Ἐς παρακολούθησόμε τώρα τόν ἀστέρα Σ₃, πού προηγείται τοῦ γ, στή φαινόμενη κίνηση τῆς οὐράνιας σφαίρας. Ἡ ὠριαία γωνία του Η₃ εἶναι ἴση μέ τό τόξο ΙΣ₃ καί ἡ ὀρθή ἀναφορά του α₃ εἶναι τό τόξο γΙ'Σ₃ (τῆς κοίλης γωνίας). Τό ὑπόλοιπο τόξο τῆς περιφέρειας τοῦ ἡμερινοῦ, δηλαδή τό γΣ₃ εἶναι ἴσο μέ 24 ὥρ. -α₃. Ἔτσι θά ἔχουμε: Η₃ = ΙΣ₃ = Ιγ + γΣ₃

Ἐπειδή ὁμως Ιγ = Τ καί γΣ₃ = 24 ὥρ. -α₃ θά εἶναι καί

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

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

Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ὅτι τό ἄθροισμα τῆς ὠριαίας γωνίας καί τῆς ὀρθῆς ἀναφοράς ἐνός ἀστέρα, πού προπορεύεται τοῦ γ στήν ἡμερήσια κίνηση τῆς οὐράνιας σφαίρας, εἶναι ἴσο μέ τόν ἀστρικό του χρόνο, αὐξημένο κατά 24 ὥρες, δηλαδή κατά μία ἀστρική ἡμέρα.

Ὅνομάζουμε ἀληθινή ἡλιακή ἡμέρα τό χρόνο, πού χρειάζεται τό κέντρο τοῦ δίσκου τοῦ ἡλιου, γιά νά κάνει δύο διαδοχικές ἄνω μεσουρανήσεις (μεσημβρίες).

Ἀληθινή μεσημβρία ὀνομάζουμε τή στιγμή τῆς ἄνω μεσουρανήσεως τοῦ κέντρου τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου καί **ἀληθινό μεσονύκτιο** τή στιγμή τῆς κάτω μεσουρανήσεως αὐτοῦ.

Ἐπειδή ὁ ἥλιος, συγχρόνως μέ τήν ἡμερήσια κίνησή του, κινεῖται συνέχεια καί πάνω στήν ἐκλειπτική του, γι' αὐτό, κάθε μεσημβρία, ὅταν ξαναγυρίζει στό μεσημβρινό ἐνός τόπου, ἡ ὀρθή του ἀναφορά, δηλαδή ἡ γωνιώδης ἀπόστασή του ἀπό τό γ, διαρκῶς ἀλλάζει καί αὐξάνει κάθε μέρα κατά 1^ο περίπου.

Ἔτσι, ἂν συμβεῖ στίς 21 Μαρτίου, ἀκριβῶς τό μεσημέρι, τό κέντρο τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου νά συμπέσει μέ τό γ, τότε, στό διάστημα τῆς ἀστρικής ἡμέρας ἀπό 21 πρὸς 22 Μαρτίου, ὁ ἥλιος θά μετατοπισθεῖ ἀπό τό γ καί θά κινηθεῖ κατά ὀρθή φορά, 1^ο περίπου. Τό ἀποτέλεσμα αὐτῆς τῆς μεταθέσεως θά εἶναι, ὅτι στίς 22 Μαρτίου, ὅταν τό γ θά περνᾷ ἀπό τό μεσημβρινό καί θά ἔχει συμπληρωθεῖ μιά ἀστρική ἡμέρα, ὁ ἥλιος θά βρῖσκεται ἀνατολικότερα τοῦ γ κατά 1^ο καί ἔτσι θά περάσει ἀπό τό μεσημβρινό 4 λ. περίπου ἀργότερα ἀπό τό γ (1^ο = 4λ).

Τό ἴδιο θά γίνεται κάθε ἡμέρα· ὁ ἥλιος θά ἔρχεται στό μεσημ-

δρινό 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 , σέ κάποια στιγμή, έτσι **αληθινό ήλιακό χρόνο σ' ένα τόπο, σέ κάποια στιγμή, ονομάζουμε την ωριαία γωνία του κέντρου του ήλιακού δίσκου, στόν τόπο αυτό, τήν ίδια στιγμή.**

Ο ήλιος, μοιλονότι κανονίζει γενικά τήν καθημερινή ζωή (μέ τά διαδοχικά φαινόμενα τής ημέρας καί τής νύχτας, πού προκαλεί), δέν προσφέρεται γιά τή μέτρηση του χρόνου. Γι' αυτό θεοπίστηκε νά γίνεται ή μέτρηση μέ τή βοήθεια ενός φανταστικού ήλιου, γιά τόν όποιο δεχόμαστε:

α) ότι κινείται μέ τήν ίδια ταχύτητα,

β) ότι δέ διατρέχει τήν έκλειπτική, αλλά τόν ουράνιο ίσημερινό,

γ) ότι συμπληρώνει τήν περιφέρεια του ίσημερινού στόν ίδιο χρόνο, πού χρειάζεται ται ό αληθινός ήλιος, γιά νά συμπληρώσει τήν περιφέρεια τής έκλειπτικής, δηλαδή ένα έτος.

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

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

Αφού δεχτήκαμε, ότι ή κίνηση του μέσου ήλιου γίνεται μέ τήν ίδια ταχύτητα, ή διαφορά μεταξύ αστρικής καί μέσης ήλιακής ημέρας γίνεται πιά σταθερή, δηλαδή 3 λ. καί 56 δευτ. Γίνεται έτσι ίση μέ τή μέση διάρκεια α τόν 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 μέ τόν ορισμό της, ή μέση ήλιακή ημέρα, αστρονομικά, αρχίζει από τή μεσημβρία. Γιά πρακτικούς όμως λόγους, στήν καθημερινή ζωή, δεχτήκαμε, ότι αρχίζει από τό μεσονύκτιο.

Μέσο ήλιακό χρόνο, σέ κάποια στιγμή, ονομάζουμε τήν ωριαία γωνία του κέντρου του δίσκου του «μέσου ήλιου» στόν τόπο πού ορισκόμαστε, τήν ίδια στιγμή.

Έξιωση του χρόνου ονομάζουμε τή διαφορά του αληθινού ήλιακού χρόνου ($X\alpha$) από τό μέσο ήλιακό χρόνο ($X\mu$), σέ κάποια ημέρα του έτους. Τήν έξιωση του χρόνου τή συμβολίζουμε μέ τό γράμμα ϵ . Έτσι έχουμε:

$$\epsilon = X\mu - X\alpha. \quad (1)$$

Είναι φανερό, πώς, άν ύπρχε πραγματικά ό μέσος ήλιος, τότε ό αληθινός ήλιος άλλοτε θά προπορευόταν καί άλλοτε θά τόν ακολουθούσε. Επομένως καί ή έξιωση

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

$$\varepsilon \leq 0. \quad (2)$$

Αφού και ο αστρικός και ο αληθινός και ο μέσος ήλιακός χρόνος ορίζονται με την ωριαία γωνία, και αφού η γωνία αυτή αλλάζει από τόπο σέ τόπο, επειδή αλλάζει ο μεσημβρινός, συμπεραίνουμε, ότι όλοι αυτοί οί χρόνοι είναι τοπικοί. Αυτό εξάλλου φαίνεται πιο καθαρά από τό ότι η αρχή της αστρικής ημέρας (δηλαδή η άνω μεσουράνηση του γ) και η μεσημβρία σ' ένα τόπο (είτε η αληθινή είτε η μέση) διαφέρουγ από τή μεσουράνηση του γ και τή μεσημβρία σ' ένα άλλο τόπο, ανατολικότερο ή δυτικότερο, διότι οί μεσημβρινοί των δύο τόπων είναι διαφορετικοί.

Τοπικό χρόνο, και τόν αστρικό και τόν ήλιακό, αληθινό ή μέσο, ονομάζουμε τό χρόνο, πού μετρούμε με τήν ωριαία γωνία στόν τόπο αυτό.

Γιά νά μήν έχει κάθε τόπος δικό του μέσο ήλιακό χρόνο, τοπικό, όποτε άλλη ώρα θά είχε η Αθήνα, άλλη η Πάτρα, άλλη η Μυτιλήνη, πού θά δυσκόλευε πολύ όχι μόνο τίς τηλεπικοινωνίες και τίς συγκοινωνίες, αλλά γενικά και τή συνεννόηση, χρησιμοποιήθηκε τό σύστημα του **παγκόσμιου χρόνου**, πού στηρίζεται στό χωρισμό της γης σέ 24 ίσες **ωριαίες άτράκτους**.

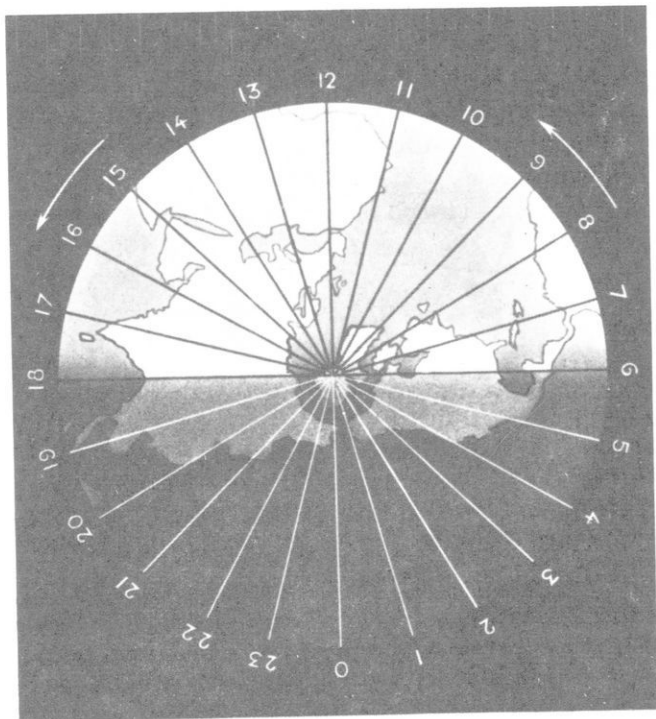
Ατράκτος ονομάζεται τό μέρος της σφαίρας, πού ορίζεται από δύο μεσημβρινούς της. Οί 24 ίσες άτράκτοι της γης δίνουν σ' αυτή τή μορφή πορτοκαλιού, πού έχει 24 ίσες φέτες.

Κάθε άτράκτος έχει πλάτος 15° (διότι $360^\circ:24=15^\circ$). Και επειδή $15^\circ=1$ ώρα, οί 24 άτράκτοι λέγονται **ωριαίες**.

Είναι φανερό, ότι τό πλάτος κάθε άτράκτου, ($15^\circ=1$ ώρα), αντιστοιχεί στή διαφορά του γεωγραφικού μήκους των δύο μεσημβρινών της γης, πού ορίζουν κάθε άτράκτο.

Οί άτράκτοι της γης αριθμίζονται από 0 έως 23, (όπως οί ώρες). Μηδενική παίρνουμε τήν άτράκτο, πού διχοτομείται από τόν πρώτο μεσημβρινό του Γκρήνουιτς (σχ. 41).

Αφού η γη χωρίσθηκε στίς 24 άτράκτους, συμφωνήθηκε, ώστε όλοι οί τόποι, πού περιέχονται σέ κάθε άτράκτο νά έχουν τήν ίδια ώρα· και μάλιστα τήν ώρα πού αντιστοιχεί στό γήινο μεσημβρινό, ο οποίος διχοτομεί τήν άτράκτο.



Σχ. 41 Οι 24 άτρακτοι τής γής.

Έτσι τόποι πού βρίσκονται σέ διαφορετικές άτράκτους, οποιαδήποτε στιγμή, διαφέρουν μόνο κατά άκέραιες ώρες, δηλαδή τά ρολόγια σέ όλους τούς τόπους, σέ όλες τές άτράκτους δείχνουν πάντοτε τά ίδια λεπτά και δευτερόλεπτα, διαφέρουν μόνο στήν ώρα (0, 1, 2... 23 ώρα).

Ή Εὐρώπη έκτείνεται στίς τρεῖς πρώτες άτράκτους. Οἱ ώρες πού άντιστοιχοῦν σ' αὐτές εἶναι: τής μηδενικῆς άτράκτου (Γκρήνουιτς), **ώρα δυτικῆς Εὐρώπης**· τής 1ης άτράκτου, **ώρα Κεντρικῆς Εὐρώπης**· και τής 2ης άτράκτου, **ώρα ανατολικῆς Εὐρώπης**.

Ή Ἑλλάδα εκτείνεται πάνω στήν 1η και τή 2η άτρακτο. Γιά νά μήν ἔχουμε ὁμως στή χώρα μας δύο διαφορετικές ώρες, αποφασίστηκε ὅλη ἡ Ἑλλάδα νά ἔχει τήν ώρα τής 2ης άτράκτου, δηλαδή τής

ἀνατολικῆς Εὐρώπης, πού διαφέρει ἀπὸ τὴν ὥρα τῆς ἀτράκτου τοῦ Γκρήνουιτς 2 ὥρες, δηλαδή ὅταν στὴν Ἀγγλία ἡ ὥρα εἶναι 12 μεσημέρι, στὴν Ἑλλάδα εἶναι 2 ἀπόγευμα.

Ἐπειδὴ τὸ γεωγραφικὸ μῆκος τῶν Ἀθηνῶν εἶναι $L=1$ ὥρ. 34 λ. 52 δ. Α., ὁ τοπικὸς Ἀθηνῶν διαφέρει σταθερὰ ἀπὸ τὸν παγκόσμιον χρόνον κατὰ

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

Ἀσκήσεις.

93. Ἐνας ἀστὴρας μεσουρανεῖ ἄνω τὴν 23 ὥρ. 35 λ. 47,8 δ., πόση εἶναι ἡ ὀρθὴ ἀναφορά του.

94. Ποιά εἶναι ἡ ἀστρική ὥρα σὲ τόπο T, στὸν ὁποῖο μεσουρανεῖ ἄνω ἀστὴρας με $\alpha=3$ ὥρ. 9 λ. 39 δ.;

95. Νά βρεῖτε, πόσο διαρκεῖ τὸ προμεσημβρινὸ τμῆμα τῆς ἡμέρας καὶ πόσο τὸ μεταμεσημβρινό: α) στίς 14 Μαΐου, β) στίς 26 Ἰουλίου, καὶ γ) στίς 3 Νοεμβρίου, στὴν Πάτρα, ὅταν $L=21^{\circ} 44' 20''$ Α.

96. Ποιά διαφορά σὲ τοπικὸ χρόνο παρουσιάζει ἡ Ἀλεξανδρούπολη ἀπὸ τὴν Ἀθήνα (L Ἀλεξ. $=25^{\circ} 53' 40''$ Α).

97. Τὸ Τόκιο ἔχει $L=9$ ὥρ. 18 λ. 10 δ. Νά βρεῖτε: α) σὲ ποιά ἀτρακτο ἀνήκει ἡ Ἰαπωνία καὶ β) ποιά ὥρα δείχνουν ἐκεῖ τὰ ρολόγια, ὅταν στὴν Ἑλλάδα δείχνουν 7 ὥρ. 31 λ. 25 δ.;

98. Γιατί, ὅταν κινούμαστε ἀπὸ τὴ δύση πρὸς τὴν ἀνατολή καὶ συμπληρώσουμε τὸ γύρο τῆς γῆς, κερδίζουμε μιά ἀκέραيه ἡμέρα; (Αὐτὸ εἶχε συμβεῖ στοὺς ταξιδιωτὲς τοῦ ἔργου τοῦ Ἰούλιου Βέρν «Ὁ γύρος τοῦ κόσμου σὲ 80 ἡμέρες»).

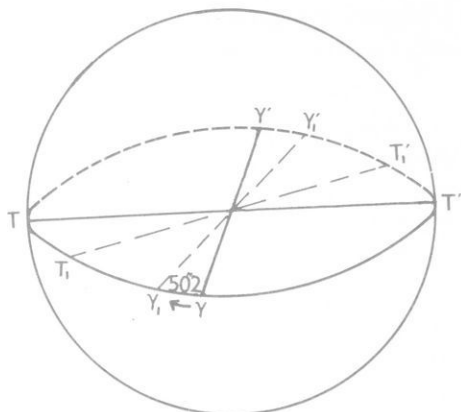
99. Ἐνα πυραυλοκίνητο ἀεροπλάνο, πού ἀναπτύσσει ταχύτητα ἴση μὲ τὴν περιστροφή τῆς γῆς, ἀναχωρεῖ ἀπὸ τὸ ἀεροδρόμιον τοῦ Ἑλληνικοῦ τὸ μεσημέρι τῆς 1ης Ἀπριλίου καὶ κινεῖται ἀπὸ Α πρὸς Δ. Ἀπαντήσετε: α) Γιατί σὲ ὅλη του τὴ διαδρομὴ θά ἔχει συνεχῶς μεσημβρία; β) Ποιά ἡμερομηνία πρέπει νά δείχνει τὸ ἡμερολόγιόν του, ὅταν γυρῶσει πίσω στὸ Ἑλληνικὸ ὕστερα ἀπὸ 24 ὥρες, καὶ γιατί;

21. Ἔτος, ἡμερολόγια, ἑορτὴ τοῦ Πάσχα.

Ἀστρικό ἔτος ὀνομάζουμε τὸ χρόνο, πού χρειάζεται ἡ γῆ, γιὰ νά συμπληρώσει μιά περιφορὰ τῆς γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο, ἢ τὸ χρόνο πού χρειάζεται ὁ ἥλιος, γιὰ νά διαγράψει μιά πλήρη περιφέρεια κύκλου, κινούμενος πάνω στὴν ἐκλειπτική.

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

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



Σχ. 42

ή $\gamma\gamma'$ θά κινηθεί κατά τήν ανάδρομη φορά καί θά πάρει τή θέση $\gamma\gamma_1$. 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 ισημερία θά γίνει, όταν ό ήλιος θά βρεθεί στή θέση γ_1 . Τότε όμως ό ήλιος δέ θά έχει διαγράψει άκόμα όλόκληρη τήν περιφέρεια τής έκλειπτικής. Θά έχει διαγράψει τό τόξο $\gamma\Gamma\gamma_1$, πού διαφέρει από τήν περιφέρεια $50''$, 2. Όποτε ό χρόνος πού χρειάζεται, για νά συμπληρωθούν δύο εαρινές ισημερίες δέν είναι ένα όλόκληρο αστρικό έτος, αλλά μικρότερο χρονικό διάστημα.

Τροπικό έτος ονομάζουμε τό χρόνο, πού περιέχεται άνάμεσα σέ δύο διαβάσεις του κέντρου του ήλιακού δίσκου από τό εαρινό ισημερινό σημείο γ , δηλαδή τό χρονικό διάστημα πού μεσολαδεί μεταξύ δύο διαδοχικών ισημεριών.

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 άντιλαμβάνομαστε από τή συνεχή έναλλαγή τών εποχών του έτους.

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

Για νά ύπάρχει έναρμόνιση μεταξύ τής φυσικής διάρκειας του

τροπικῶ ἔτους καί τῆς διάρκειας τοῦ πολιτικοῦ ἔτους, ἐπινοήθηκαν κατά καιροῦς διάφορα **ἡμερολόγια**.

Τό Ἰουλιανό καί τό Γρηγοριανό ἡμερολόγιο. Τό Ἰουλιανό ἡμερολόγιο εἶναι αὐτό, πού ὀνομάζομε σήμερα παλαιό ἡμερολόγιο. Ὀνομάζεται Ἰουλιανό ἀπό τό ὄνομα τοῦ Ρωμαίου αὐτοκράτορα Ἰούλιου Καίσαρα, ὁ ὁποῖος τό καθιέρωσε τό 44 π.Χ. σ' ὅλη τήν ἔκταση τοῦ Ρωμαϊκοῦ κράτους.

Ἐπειδή τό ἔτος θεωροῦνταν μέχρι τότε ἴσο μέ 365 ἡμ., δηλαδή μικρότερο ἀπό τό τροπικό ἔτος κατά 0,242217 ἡμ. = 5 ὥρ. 48 λ. καί 48 δ. περίπου, γι' αὐτό, στό διάστημα ἀπό τό 700 π.Χ. ἕως τό 45 π.Χ., οἱ χρονολογίες, ὅπως τίς μετροῦσαν, ἦταν φυσικό νά προχωροῦν γρηγορότερα ἀπό τίς ἐποχές. Ἔτσι, κατά τήν ἐαρινή ἰσημερία τοῦ 45 π.Χ. (23 Μαρτίου τότε), τό ἡμερολόγιο προπορευόταν κατά 80 ἡμέρες καί ἔλεγε 12 Ἰουνίου.

Ὁ Ἰούλιος Καίσαρας κάλεσε, τότε, ἀπό τήν Ἀλεξάνδρεια τόν Ἕλληνα ἀστρονόμο Σωσιγένη νά διορθώσει τό ἡμερολόγιο. Ὁ Σωσιγένης χρησιμοποίησε τό τροπικό ἔτος γιά τή μέτρηση τῶν ἐτῶν. Ἔτσι παρέτεινε τό ἔτος 45 π.Χ. κατά 80 ἡμέρες, οἱ ὁποῖες ὅμως δέ μετρήθηκαν· γιατί τόσες περισσότερες ἀκριβῶς εἶχαν μετρηθεῖ ἕως τότε, χωρίς στήν πραγματικότητα νά ἔχουν διανυθεῖ. Μέ τόν τρόπο αὐτό, τό 44 π.Χ., ἡ ἐαρινή ἰσημερία ἦλθε στή φυσική τῆς θέσης, στίς 23 Μαρτίου.

Ὁ Σωσιγένης ὅμως ὑπολόγιζε τή διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους ἴση μέ 365,25 ἡμ., δηλαδή μεγαλύτερη ἀπό τήν πραγματική. Γι' αὐτό καί θέσπισε, ὥστε τά ἔτη νά ἔχουν 365 ἡμέρες καί σέ κάθε τέταρτο ἔτος νά προσθέτεται μιὰ ἀκόμα ἡμέρα ($0,25 \times 4 = 1$ ἡμ.). Τά ἔτη αὐτά, πού εἶχαν 366 ἡμέρες, ὀνομάστηκαν δίσεκτα. Καί αὐτό, γιατί ἡ 366ῃ ἡμέρα, ἀρχικά, ἔμπαινε ἀνάμεσα στήν 24ῃ καί 25ῃ Φεβρουαρίου, πού τότε ὀνομαζόταν «ἔκτῃ πρό τῶν καλενδῶν τοῦ Μαρτίου», καί μετροῦνταν, γιά δευτέρα φορά, ὡς δίσεκτῃ. Σήμερα ἡ 366ῃ ἡμέρα τῶν δίσεκτων ἐτῶν μετριέται, ὡς 29ῃ Φεβρουαρίου.

Κατά τοῦς χριστιανικοῦς χρόνους θεσπίσθηκε νά θεωροῦνται ὡς δίσεκτα ἐκεῖνα τά ἔτη, πού ὁ ἀριθμός τους εἶναι διαιρετός μέ τό 4.

Ἐπειδή τό ἔτος τοῦ Ἰουλιανοῦ ἡμερολόγιου ὑπολογίζονταν μεγαλύτερο 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 καθυστεροῦσαν, σχετικά μέ τίς ἐποχές, κατά μία ἡμέρα.

Πραγματικά, ἐνῶ τό 44 π.Χ., πού θεοπίστηκε τό Ἰουλιανό ἡμερολόγιο, ἡ ἔαρινή ἰσημερία ἔγινε στίς 23 Μαρτίου, τό 85 μ.Χ. ἔγινε στίς 22 Μαρτίου καί τό 214 μ.Χ. ἔγινε ἀκόμα μιά ἡμέρα νωρίτερα, στίς 21 Μαρτίου, πού θά συνεχιζόταν ἄλλα 129 ἔτη, δηλαδή μέχρι τό 343 μ.Χ. Ὅταν συνῆλθε, τό 325 μ.Χ., ἡ Α' Οἰκουμενική Σύνοδος καί ὄρισε πότε θά γιορτάζεται τό Πάσχα, ἡ ἔαρινή ἰσημερία, σύμφωνα μέ τό ἡμερολόγιο, ἔγινε στίς 21 Μαρτίου.

Ἡ καθυστέρηση αὐτή στό ἡμερολόγιο, σχετικά μέ τίς ἐποχές, συνεχιζόταν καί τό 1582 ἡ ἔαρινή ἰσημερία σημειώνονταν ἡμερολογιακῶς 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 συγχρονίσει τό ἡμερολόγιο μέ τίς ἐποχές καί β) νά τό μεταρρυθμίσει, ὥστε 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 μετρηθεῖ. Ἐξάλλου, 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) δίσεκτα εἶναι μόνο αὐτά πού ὁ ἀριθμός τῶν αἰῶνων (16, 17, 18, 19, 20 κλπ.) διαιρεῖται ἀκριβῶς μέ τό 4.** Ἔτσι δίσεκτα εἶναι μόνο τά (ἐπαιώνια) ἔτη 1600, 2000, 2400 κλπ., ἐνῶ κατά τό Ἰουλιανό ἡμερολόγιο ὅλα τά ἐπαιώνια ἔτη ἦταν δίσεκτα.

Μέ τή ρύθμιση αὐτή ὑπάρχει πάλι καθυστέρηση στό ἡμερολόγιο, 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 ὅλα τά πολιτισμένα κράτη. Στήν Ἑλλάδα ἔγινε δεκτό τό 1923. Ἐπειδή ὅμως 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 ἔγινε στό ἡμερολόγιο 1 Μαρτίου 1923.

Τό Γρηγοριανό ἡμερολόγιο στήν Ἑλλάδα ὀνομάζεται συνήθως νέο ἡμερολόγιο, ἐνώ 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. Ἄν ὅμως ἡ πανσέληνος γίνει Κυριακή, τότε τό Πάσχα θά ἑορτάζεται τήν ἐπόμενη Κυριακή. Αὐτό ἔγινε, 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 υπολογίζεται ἀπό τούς Ὁρθόδοξους μέ τόν ὀνομαζόμενο κύκλο τοῦ Μέτωνα.

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

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

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

γούστου και 1η Νοεμβρίου) είναι πάντοτε Τετάρτη. Ἡ 1η ἡμέρα τῶν τρίτων μηνῶν τῶν τρίμηνων (1η Μαρτίου, 1η Ἰουνίου, 1η Σεπτεμβρίου και 1η Δεκεμβρίου) εἶναι πάντοτε Παρασκευή. Ἐτσι ὅλες οἱ ἡμερομηνίες μιᾶς ἡμέρας τῆς ἐβδομάδας θά εἶναι οἱ ἴδιες πάντοτε μέ μία ἡμέρα ἄλλης ἐβδομάδας, δηλαδή μία γιορτή, π.χ. τοῦ Ἁγίου Δημητρίου, πού γιορτάζεται στίς 26 Ὀκτωβρίου, θά εἶναι πάντοτε ἡμέρα Πέμπτη.

Τό Πάσχα θά γιορτάζεται πάντοτε στίς 8 Ἀπριλίου, πού εἶναι Κυριακή, και ὅλες οἱ κινητές ἑορτές θά σταθεροποιηθοῦν.

Ἡ 365η ἡμέρα τοῦ ἔτους θά εἶναι ἡ μέ ρ α λ ε υ κ ή. Δέ θά ἔχει δηλαδή ὄνομα και ἀριθμηση, γι' αὐτό και θά ὀνομάζεται λ ε υ κ ή ἡ μέ ρ α. Ἡ ἡμέρα αὐτή, πού μπαίνει μεταξύ 30 Δεκεμβρίου (Σάββατο) και 1ης τοῦ ἔτους (Κυριακή), θά εἶναι ἀφιερωμένη σέ παγκόσμιο ἑορτασμό.

Στά δίσεκα ἔτη ὑπάρχει και δεύτερη λευκή ἡμέρα, πάλι γιά παγκόσμιο ἑορτασμό, και μπαίνει μεταξύ 30 Ἰουνίου (Σάββατο), τελευταία ἡμέρα τοῦ 1ου ἐξαμήνου, και 1ης Ἰουλίου (Κυριακή).

Τό παγκόσμιο ἡμερολόγιο, ἂν γίνει τελικά δεκτό, θά εἶναι παγκόσμιο πραγματικά, γιατί θά ἰσχύει σ' ὅλο τόν κόσμο. Μέχρι τώρα τό ἔχουν ἀποδεχτεῖ ὁ Ο.Η.Ε., ὅλοι οἱ ἀρχηγοί τῶν διάφορων θρησκειῶν, ἀλλά και γενικότερα ὅλοι οἱ παγκόσμιοι ὀργανισμοί (οἰκονομικοί, ἐργατικά συνδικάτα κλπ). Δέν ἔχει ὅμως ἀκόμα ἀρχίσει ἡ χρησιμοποίησή του, γιατί πρέπει, πρῶτα νά γίνει ἡ σχετική διαφώτιση τῶν λαῶν. Ἡ ἀπλότητά του φαίνεται στόν παρακάτω πίνακα.

ΝΕΟ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ ΑΠΡΙΛΙΟΣ ΙΟΥΛΙΟΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ ΜΑΪΟΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ ΙΟΥΝΙΟΣ Σ/ΜΒΡΙΟΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
Κ. Δ. Τ. Τ. Π. Π. Σ. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	Κ. Δ. Τ. Τ. Π. Π. Σ. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	Κ. Δ. Τ. 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: Ἡ λευκή ἡμέρα γιά κοινά ἔτη μπαίνει μετά τίς 30 Δεκεμβρίου. Ἡ λευκή ἡμέρα στά δίσεκα μπαίνει μετά τίς 30 Ἰουνίου.		

Ἀσκήσεις.

100. Γνωρίζετε ὅτι ἡ ἑαρινή ἰσημερία τό 44 π.Χ. ἔγινε στίς 23 Μαρτίου. Νά βρεῖτε, πότε ἔγινε τό 1453 μ.Χ.;

101. Ἐάν ἡ ἑαρινή ἰσημερία τὸ 325 μ.Χ. ἔγινε στίς 21 Μαρτίου, σέ ποιοῦ ἔτος ἔγινε στίς 15 Μαρτίου;

102. Νά δεῖτε σέ ποιά ἡμερομηνία τοῦ Γρηγοριανοῦ ἡμερολογίου ἀντιστοιχεῖ ἡ 29 Μαΐου τοῦ 1453.

ΚΟΣΜΟΓΟΝΙΑ

22. Μικροκοσμογονία και μακροκοσμογονία.

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

Ἡ Κοσμογονία διαιρεῖται 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 δλόκληρου, γενικά, τοῦ σύμπαντος.

Κοσμογονικές θεωρίες πού διατυπώθηκαν μέχρι σήμερα εἶναι:

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

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

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

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

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

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

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

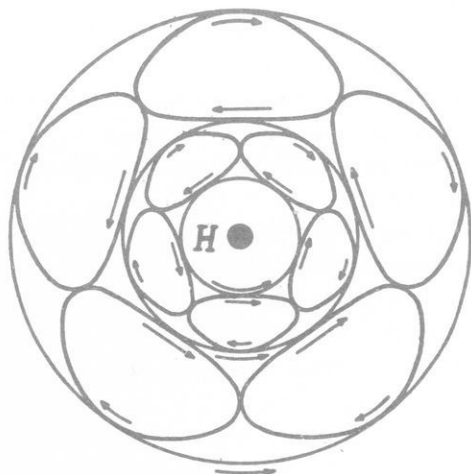
δ) Ὁ ἥλιος καί ὄλοι οἱ πλανῆτες, ἐκτός ἀπό ἕνα, περιστρέφονται γύρω ἀπό τόν ἄξονά τους ἀπό τή Δ πρὸς τήν Α. Τήν ἴδια κίνηση ἐκτελοῦν καί οἱ δακτύλιοι τοῦ Κρόνου.

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

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

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

Ὁ Kuiper δέχτηκε, ὅτι ἀπό τούς στροβίλους σχηματίσθηκαν συμπυκνώσεις σ' ὅλη τήν ἔκταση τοῦ νεφελικοῦ δίσκου, πού ἐξελίχτηκαν ἀργότερα σέ πρωτοπλανήτες. Οἱ κεντρικοί πυρήνες τῶν πρωτοπλανητῶν περιεῖχαν ὕδρογόνο, ἥλιο, ὕδατιμοῦς καί ἀμμωνία.

Στήν ἀρχή δημιουργήθηκαν πολλοί πρωτοπλανήτες. 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 πρωτοήλιο. Δηλαδή σέ μερικούς πρωτοπλανήτες, από όρισμένα αίτια, σχηματίστηκε γύρω τους ένας περιστρεφόμενος δίσκος, όπως αυτός πού σχηματίστηκε γύρω από τόν πρωτοήλιο, από τόν όποιο δημιουργήθηκαν οί δορυφόροι.

23. Διαστολή καί ηλικία του Σύμπαντος.

Ο Άμερικανός άστρονόμος Σλάιφερ (Slipher) παρατήρησε, από τό 1912, ότι οί περισσότεροι γαλαξίες παρουσιάζουν μετάθεση στίς γραμμές του φάσματός τους προς τό έρυθρό. Αυτό φανέρωνε πώς οί γαλαξίες απομακρύνονται μέ ταχύτητα μερικές εκατοντάδες χιλιόμετρα τό δευτερόλεπτο. Άργότερα οί Άμερικανοί άστρονόμοι Χάμπλ (Hubble) καί Χιούμασον (Humason), διαπίστωσαν ότι απομάκρυνση παρουσίαζαν καί οί πολύ απομακρυσμένοι από μās άμυδροί γαλαξίες. Βρήκαν μάλιστα, ότι όσο πιο μακριά βρίσκονται οί γαλαξίες, τόσο οί ταχύτητες πού απομακρύνονται είναι μεγαλύτερες.

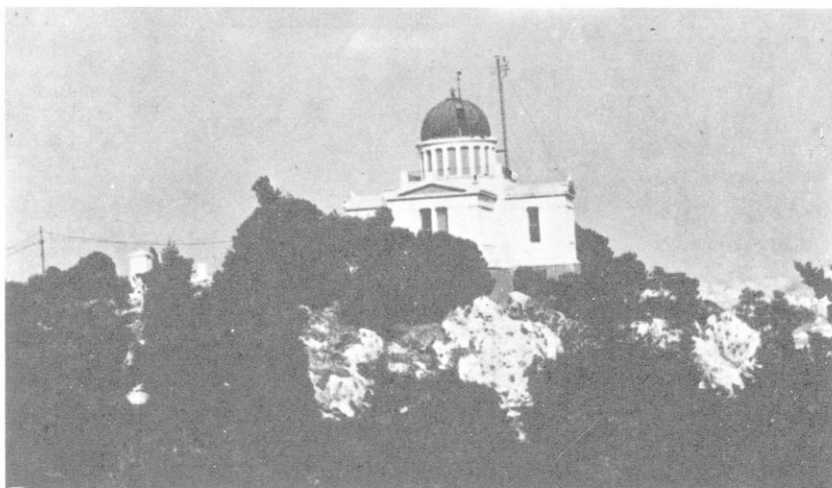
Άφου όμως οί γαλαξίες απομακρύνονται μέ κάποια ταχύτητα καί μέ μεγαλύτερη ταχύτητα, αυτοί πού βρίσκονται πιο μακριά, συμπεραίνουμε πώς τό σύμπαν φαίνεται νά διαστέλλεται. Γι' αυτό καί τό φαινόμενο της απομακρύνσεως τών γαλαξιών όνομάζεται διαστολή του σύμπαντος.

Δεχόμαστε, σήμερα, τή θεωρία του Lemaitre (Λεμαίτρο), ότι οί γαλαξίες προήλθαν από τήν έκρηξη ενός άρχικου «πυκνού»-άτόμου. Άν οί ταχύτητες, πού δημιουργήθηκαν από τήν έκρηξη καί πού θά πρέπει νά μήν ήταν ίσες, έξακολουθούν νά παραμένουν σταθερές μεταξύ τους, τότε καί οί αποστάσεις μεταξύ τών γαλαξιών θά πρέπει νά είναι ανάλογες μέ τίς ταχύτητές τους. Μ' αυτό τόν τρόπο μπορούμε νά υπολογίσουμε, πότε έγινε ή άρχική έκρηξη, γιατί γνωρίζουμε τίς αποστάσεις, πού έχουν άρκετά σμήνη γαλαξιών καί μάλιστα τά πιο απομακρυσμένα από μās. Μπορούμε δηλαδή νά υπολογίσουμε πριν πόσο χρόνο οί γαλαξίες καί τά σμήνη ήταν συγκεντρωμένα στήν άρχική σφαίρα. Άπό τό νόμο της διαστολής

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.

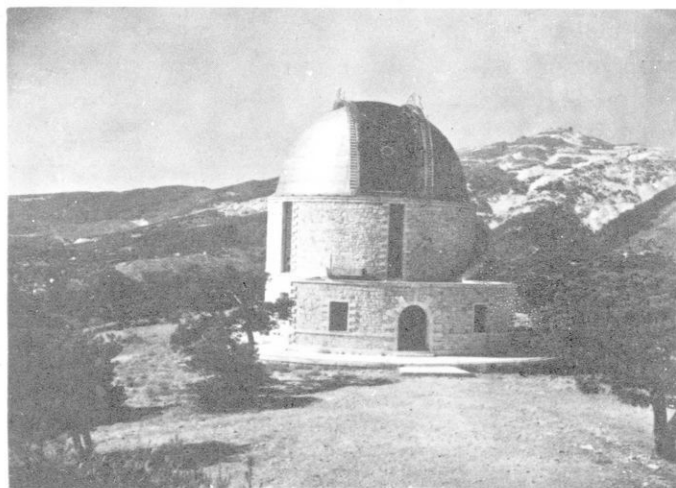
Ἀρχή καί τέλος τοῦ σύμπαντος. Ἡ Κοσμογονία κατόρθωσε νά εἰσδύσει στά βάθη τοῦ σύμπαντος, μέχρι τήν ἀρχή τῆς διαστολῆς του, ὅταν σχηματίζονταν τά στοιχεῖα τῆς ὕλης. Δέν κατόρθωσε ὁμως ἀκόμα νά δώσει ἀπάντηση στό βασικό ἐρώτημα: Πώς δημιουργήθηκε τό ἀρχικό καί πολύ πυκνό σύμπαν-ἄτομο; Ἀπό πού πήρε τήν 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 ὁμως 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.

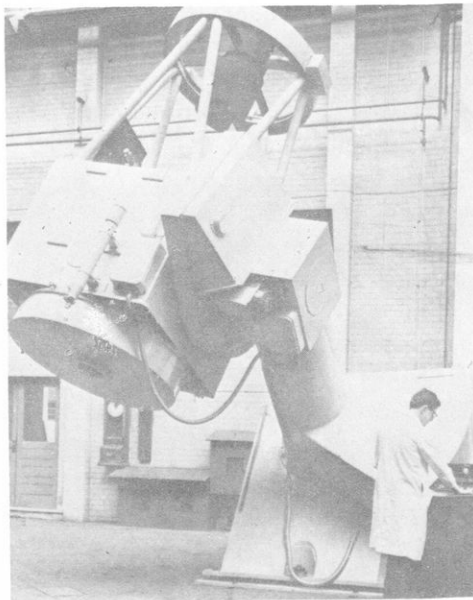
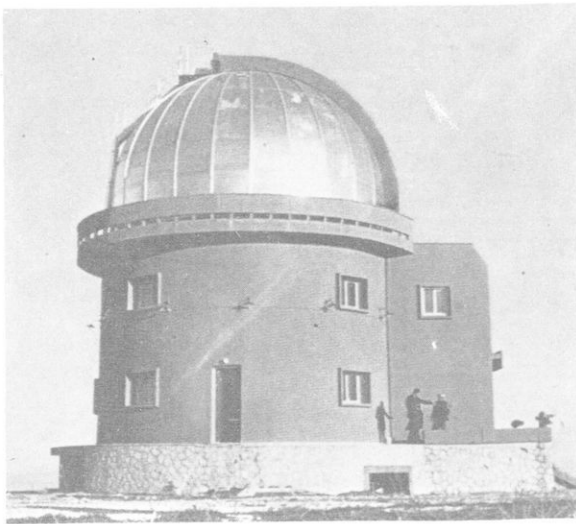
Ὁ σύγχρονος Ἀγγλος ἀστρονόμος, καθηγητής W. Smart, γράφει: «Ὅταν ἐξετάζουμε τό σύμπαν, μποροῦμε νά ἐκτιμήσουμε καί τό μέγεθος καί τό ρυθμό, πού ἐπικρατεῖ σ' αὐτό, ὥστε νά ἀναγνωρίζουμε μιᾶ Δημιουργική Δύναμη, ἕνα Κοσμικό Σκοπό, πού δέν μπορεῖ νά συλλάβει ὁ ἀνθρώπινος νοῦς... Γιά πολλούς ἀπό μᾶς, εἴτε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



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

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





Είκ. 26. Τό νέο Ἀστεροσκοπεῖο στό Κρουονέρι τῆς Κορινθίας σέ λειτουργία ἀπό τό 1976.

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

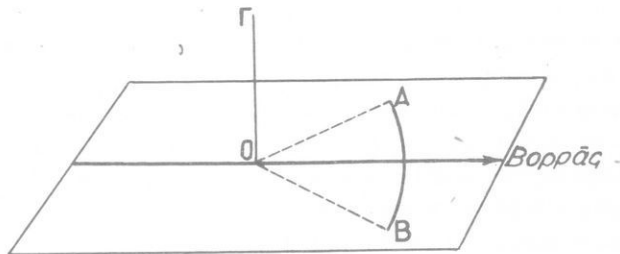
24. Γνώμονας και τηλεσκόπιο.

Ο γνώμονας είναι τό πιό άπλό άπό τά άστρονομικά όργανα. Τόν χρησιμοποιήσαν πολύ οί άστρονόμοι όλων τών λαών και ιδιαίτερα οί Έλληνες άπό τήν άρχαιότητα.

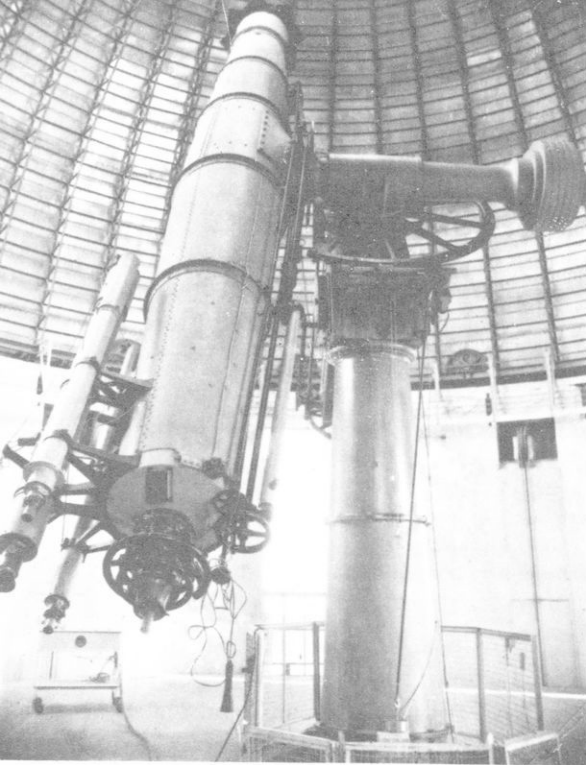
Ο γνώμονας είναι ένας στύλος, πού στερεώνεται κατακόρυφα σε όριζόντιο επίπεδο και σε θέση πού νά πέφτουν πάνω του οί άκτίνες του ήλιου, ώστε νά ρίχνει πίσω του σκιά.

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

Γιά νά καθορίσουμε τή διεύθυνση της μεσημβρινής γραμμής, εργαζόμαστε ως έξής: Κάποια στιγμή, πριν άπό τό μεσημέρι, σημειώνουμε στο όριζόντιο επίπεδο τό μήκος της σκιάς ΟΑ του γνώμονα ΟΓ (σχ. 44). "Υστερα μέ κέντρο τό Ο και άκτίνα ΟΑ γράφουμε περιφέρεια κύκλου. Σε λίγο θά παρατηρήσουμε, ότι όσο πλησιάζει μεσημέρι, ή σκιά άρχίζει νά μικραίνει σιγά-σιγά και μόλις γίνει άκριδώς μεσημέρι, ή σκιά παίρνει τό μικρότερο μήκος της. Έπειτα άρχίζει πάλι σιγά-σιγά ή σκιά νά μεγαλώνει, όσο περνά ή ώρα. Μόλις τό μήκος της σκιάς γίνει ΟΒ, τότε ΟΒ=ΟΑ, γιατί και τά δύο μήκη είναι άκτίνες του κύκλου Ο, σταματούμε τήν παρατήρηση και



Σχ. 44



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

ἐντελῶς ἀμελητέο. Ἡ ἀκρίβειά τους φτάνει περίπου τό ἕνα ἑκατοῦ-
τακισχιλιοστό τοῦ δευτερολέπτου.

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

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

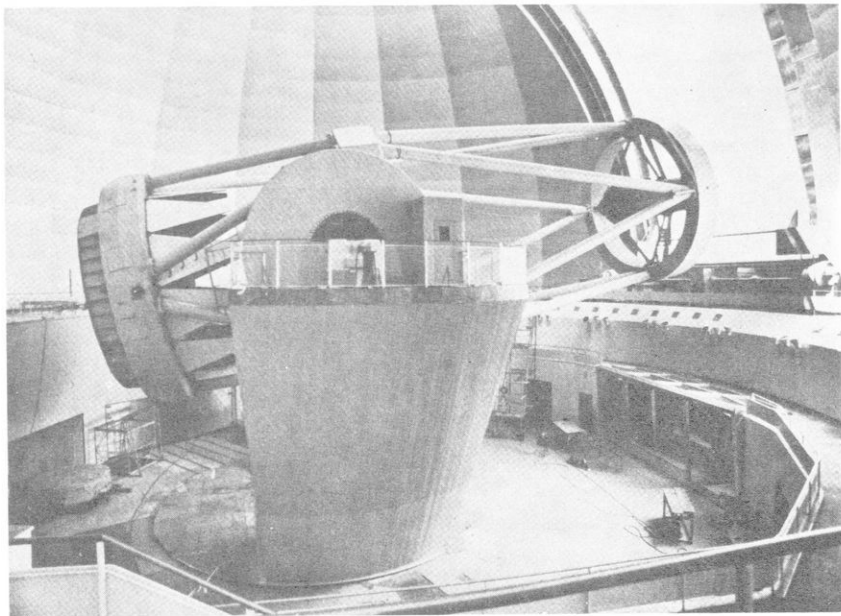
Ἐπάρχουν τηλεσκόπια, πού γιά ἀντικειμενικό σύστημα φακῶν ἔχουν κοῖλο κάτοπτρο, γυάλινο ἢ μεταλλικό. Αὐτά ὀνομάζονται **κατοπτρικά** τηλεσκόπια (εἰκ. 28 καί 29).

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

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

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

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



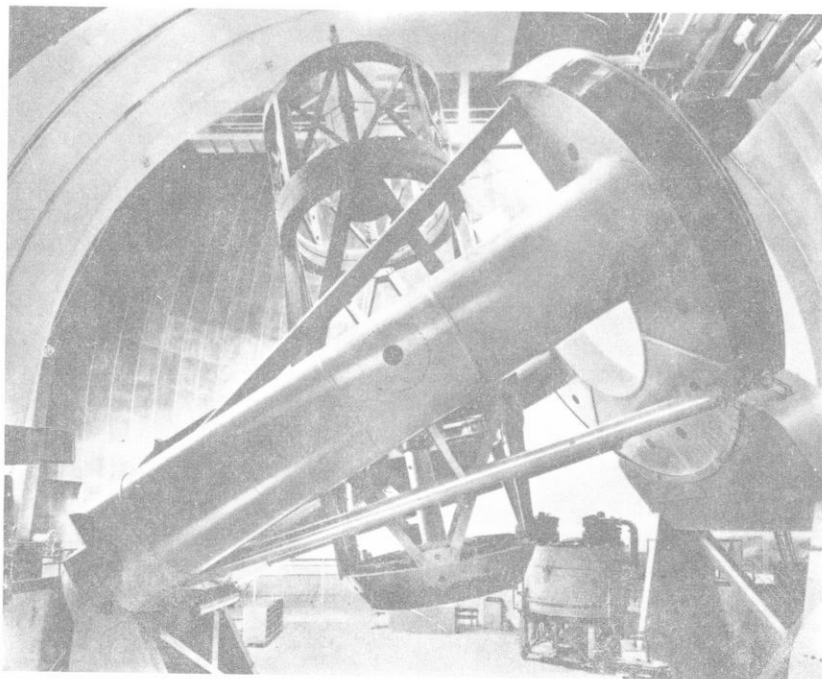
Εικ. 28. Τό μεγαλύτερο κατοπτρικό τηλεσκόπιο τού κόσμου. Βρίσκεται στόν Καύκασο (Σοβιετική Ένωση) ἔχει διάμετρο κατόπτρου 6 m.

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

25. Τά μεγαλύτερα τηλεσκόπια καί ραδιοτηλεσκόπια.

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

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



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

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

Στήν Εύρώπη τό μεγαλύτερο διοπτρικό τηλεσκόπιο είναι του άστεροσκοπίου της Meudon (Μεντόν), στό Παρίσι. Έχει διάμετρο 83 cm καί έστιακή απόσταση 16,2 m. Στήν Ελλάδα υπάρχει τό διοπτρικό τηλεσκόπιο του άστρονομικού σταθμού Πεντέλης, που έχει διάμετρο 62,5 cm καί έστιακή απόσταση 8,8 m (εϊκ. 25). Θεωρείται από τά σχετικώς μεγαλύτερα στον κόσμο. Τό 1976 αποκτήσαμε, στην Ελλάδα, καί κατοπτρικό τηλεσκόπιο. Βρίσκεται στον άστρονομικό σταθμό Κρουνερίου Κορινθίας (ύψομ. 900 m). Έχει διάμετρο 1,20 m. Είναι τό μεγαλύτερο τηλεσκόπιο στα Βαλκάνια καί από τά μεγαλύτερα στην Εύρώπη.

Τά τηλεσκόπια, πού χρησιμεύουν γιά τήν έρευνα τής φυσικής καταστάσεως τών ουράνιων σωμάτων καί γενικά γιά τήν εξέταση καί τήν έρευνα του σύμπαντος, στηρίζονται πάνω σέ δύο άξονες. Πάνω σ' αυτούς εύκολα μπορεί νά μετρηθεί ή ώριαία γωνία καί ή απόκλιση, πού ονομάζονται **ισημερινές συντεταγμένες**. Όλο αυτό τό σύστημα στηρίξεως ονομάζεται **ισημερινό** καί τό τηλεσκόπιο **ισημερινό τηλεσκόπιο**.

Τηλεσκόπια Scihmidt (Σμίτ). Τά τηλεσκόπια Σμίτ έχουν ειδική κατασκευή καί μικρό μήκος, γι' αυτό καί έχουν εύρύ όπτικό πεδίο. Έτσι μπορούν νά φωτογραφίζουν έκτάσεις 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.

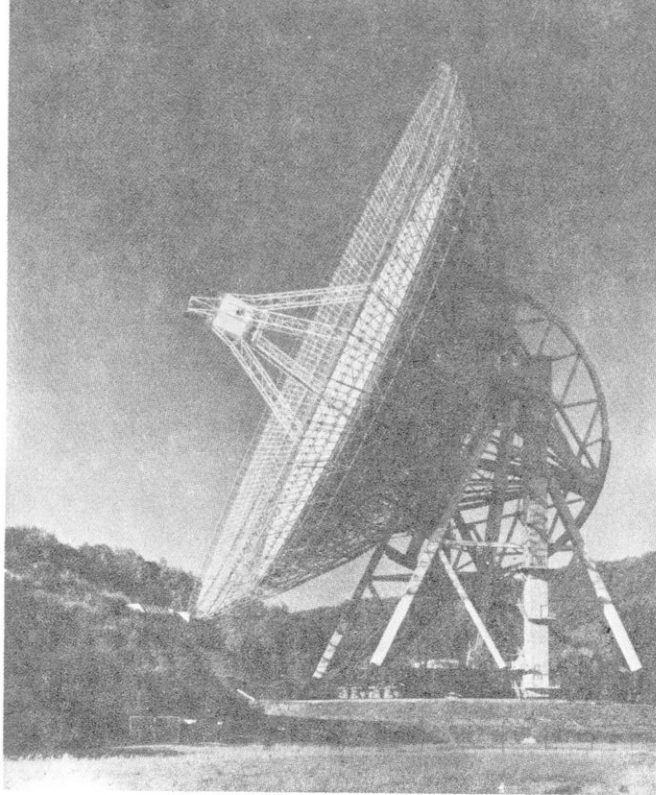
Μέ τά τηλεσκόπια Σμίτ μπορούμε νά φωτογραφίσουμε πολύ άμυδρούς άστέρες σέ πολύ μικρό σχετικά χρόνο, ένω μέ τά συνηθισμένα χρειάζεται πολύωρη έκθεση γιά τά άμυδρά αντικείμενα, όπως είναι οί μακρινοί γαλαξίες.

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 φωτογραφίσουμε 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).

Η εξέταση τών ουράνιων σωμάτων καί γενικότερα του σύμπαντος μέ αυτά τά «τηλεσκόπια» άνοιξε νέους όρίζοντες στήν Άστρονομία, 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) βρίσκονται 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.

Άσκησης.

103. Δικαιολογήστε, γιατί είναι δυνατός ό καθορισμός, με τό γνώμονα; α) τής ήμερομηνίας, πού άρχίζουν οί έποχές, β) τής διάρκειας του τροπικού έτους, γ) τής λοξώσεως τής έκλειπτικής, δ) τής καθημερινής άποκλίσεως του ήλιου.

104. Γιατί ή διχοτόμος τής γωνίας AOB (σχ. 44) όρίζει τή διεύθυνση τής μεσημβρινής γραμμής.

105. Νά ύποδείξετε καί άλλο τρόπο, με τόν όποιο καθορίζεται ή μεσημβρινή γραμμή με τό γνώμονα.

106. Νά κατασκευάσετε γνώμονα καί νά όρίσετε τή μεσημβρινή γραμμή στην αύλή του σχολείου.

107. Γιατί, άν γνωρίζουμε τήν άκριθή στιγμή τής άληθινής μεσημβρίας, μπορούμε νά όρίσουμε άμέσως, με τή σκιά του γνώμονα, τή διεύθυνση τής μεσημβρινής γραμμής;

ΑΣΤΡΟΝΑΥΤΙΚΗ

26. Κίνηση τεχνητών δορυφόρων.

Τά ταξίδια στο διάστημα και ή αστροναυτική έχουν μιὰ ιστορία, πού θυθείζεται στην έλληνική προϊστορία. 'Ο 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 σε γενικά προβλήματα μηχανικής. Τό 1919 ό Άμερικανός R. Goddard (Γκόντάρντ) 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 σε ύψος 95 χιλιομ. Μ' αυτό τόν τύπο πυραύλων οί Γερμανοί δομάρδισαν τήν Άγγλία.

Σταθμό στην έπιστήμη του διαστήματος αποτελεί ή 4η 'Οκτωβρίου 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 βέβαια δέν υπάρχει αντίσταση στην κίνησή του. 'Η ταχύτητα διαφυγής παίξει βασικό ρόλο στην έκτόξευση Πυραύλων, δορυφόρων κλπ. και εκφράζεται μέ τή σχέση:

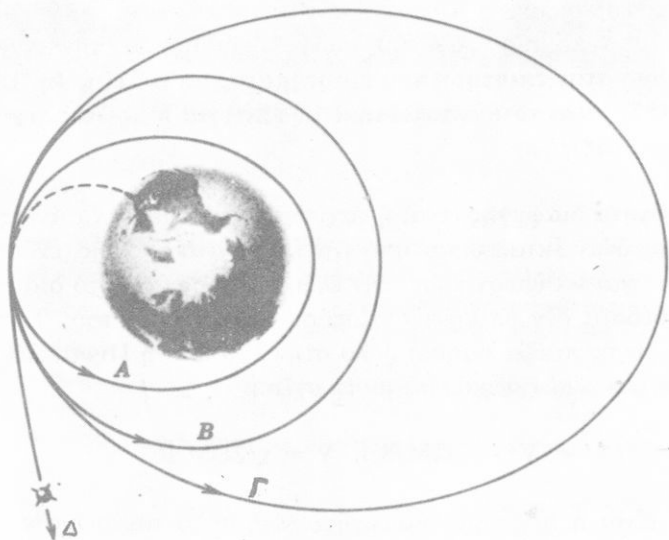
$$V^2 = 2GM/R \quad \eta \quad V = \sqrt{2GM/R}$$

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

Ἡ ταχύτητα διαφυγῆς ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τῆς γῆς, χωρὶς νὰ λαμβάνεται ὑπόψη ἡ ἀντίσταση τῆς ἀτμόσφαιρας, εἶναι 11,18 km/sec, ἀπὸ τὴ σελήνη 2,38 km/sec καὶ ἀπὸ τὸν ἥλιο 618 km/sec. Ἡ ταχύτητα διαφυγῆς ἐλαττώνεται, ὅσο τὸ μικρὸ σῶμα ἀπομακρύνεται ἀπὸ τὸ μεγαλύτερο. Ἐάν τὸ μικρότερο σῶμα ἔχει ταχύτητα μικρότερη ἀπὸ τὴν ταχύτητα διαφυγῆς, τότε ποτέ 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 θά μπεῖ σὲ τροχιά, προωθούμενος ἀπὸ πύραυλο, β) ἀπὸ τὴν ταχύτητα, πού θά ἔχει ὁ δορυφόρος, τὴ στιγμή πού θά μπαίνει στὴν τροχιά καὶ γ) ἀπὸ τὴ διεύθυνσή του σχετικὰ μὲ τὸ γήινο ὄριζοντα.

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



Σχ. 45

τροχιά Β), θά πρέπει ή ταχύτητά του, στό αντίστοιχο ύψος, νά εἶναι ὀρισμένη. Ἐάν 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 ἑλλειπτική τροχιά Α. Ἐάν πάλι, ή ταχύτητα εἶναι μεγαλύτερη ἀπό τήν κυκλική ταχύτητα, τότε θά διαγράψει τήν ἑλλειπτική 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.

Ἐάν ἕνα σῶμα ἀποκτήσει τήν ταχύτητα διαφυγῆς, δηλαδή 11,2 km/sec, τότε θά διαγράψει παραβολή (σχ. 45 τροχιά Δ). Ἐάν 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.

Ἐάν 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 πτερόγυια γιά νά δώσουν σταθερή διεύθυνση σ' αὐτούς.

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

Δράση = Ἀντίδραση

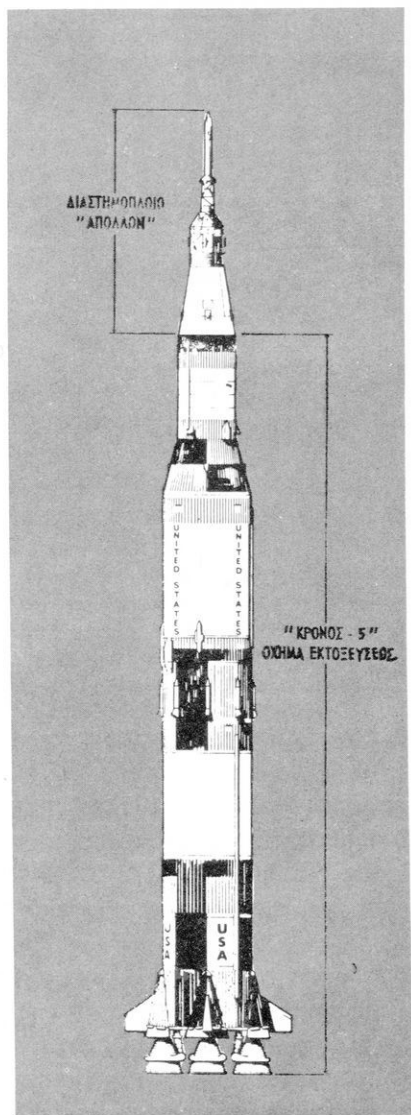
Προκαλούμε καύση, πού παράγει ενέργεια και με τη βοήθεια της ενέργειας αυτής προωθούνται τὰ ἀέρια, πού δημιουργούνται ἀπό τήν καύση. Στόν πύραυλο χρησιμοποιεῖται μίγμα ἀπό καύσιμη οὐσία και ὀξυγόνο, πού χρειάζεται για τήν καύση. Ἡ ποσότητα ἀερίων πού παράγεται μέσα στόν πύραυλο, ὅση εἶναι ἀπαραίτητη, βγαίνει και κινεῖται πρὸς τὰ πίσω, ἐνῶ ὄλο τό ὄχημα προωθείται πρὸς τήν ἀντίθετη φορά, σύμφωνα μέ τήν ἀρχή της ἀντιδράσεως. Τό ἀέριο, πού παράγεται, βρίσκεται σέ μεγάλη θερμοκρασία και πίεση και ἔτσι, βγαίνοντας, ἐκτονώνεται πρὸς μιὰ διεύθυνση και κάνει τόν πύραυλο νά κινεῖται ἀκριβῶς πρὸς τήν ἀντίθετη διεύθυνση.

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

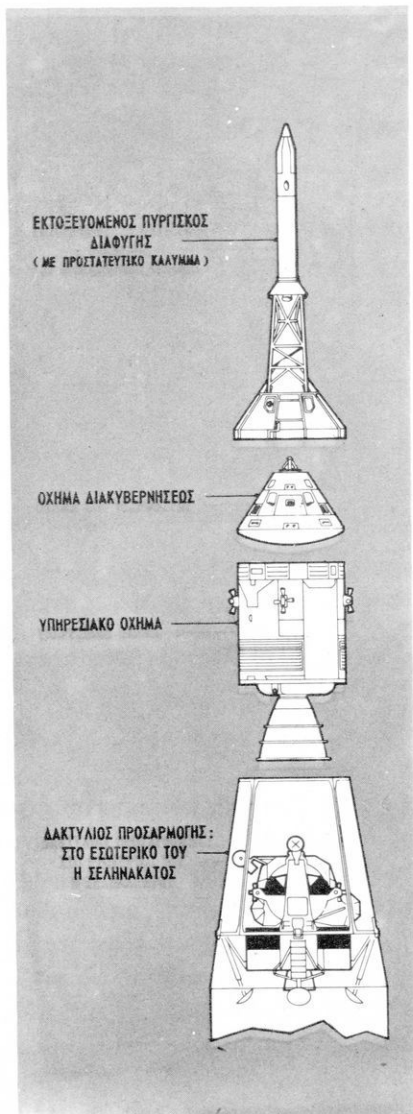
Τοποθέτηση δορυφόρου σέ τροχιά. Ἐπειδή ἡ γῆ περιστρέφεται γύρω ἀπό τόν ἄξονά της ἀπό τή Δ πρὸς τήν Α, πρὸς τήν ἴδια κατεύθυνση ἐκτοξεύονται και οἱ δορυφόροι. Αὐτό γίνεται, για νά ἐκμεταλλευτοῦμε και τήν ταχύτητα περιστροφῆς της γῆς για τήν προώθηση τῶν πυραύλων. Στόν ἰσημερινό ἡ ἐφαπτομενική ταχύτητα περιστροφῆς της 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 ὁμως, μέ εἰδικό μηχανισμό, ὁ πύραυλος παίρνει κλίση πρὸς τό ὀριζόντιο ἐπίπεδο (θέση 2) και μέ τή συνεχή ἀνύψωση φθάνει στό σημεῖο, πού θά τοποθετηθεῖ σέ κυκλική ἢ ἑλλειπτική τροχιά (θέση 6). Ἀνάλογα μέ τό ἔργο, πού ἔχει νά ἐκτελέσει ὁ πύραυλος, ὑπολογίζεται ἀπό πρῖν τό ὕψος πού θά φθάσει, ἡ διεύθυνση της τροχιάς του και ρυθμίζεται ἡ ταχύτητά του, για νά τοποθετηθεῖ στήν προϋπολογισμένη τροχιά.

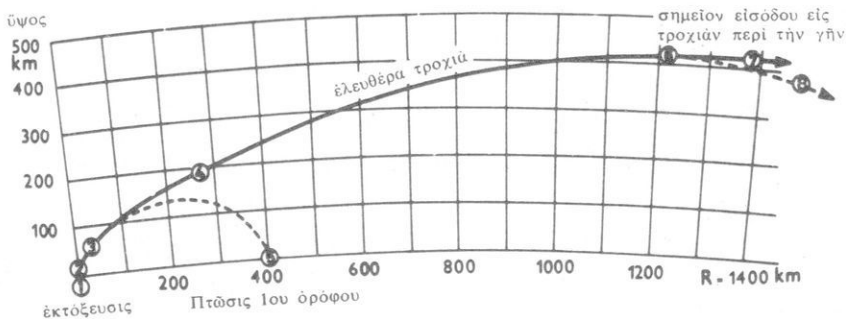
Ὄταν καταναλωθοῦν τὰ καύσιμα της ἀρχικῆς προωθήσεως, τοῦ πρώτου ὀρόφου (σχ. 47 θέση 3), μέ εἰδικό μηχανισμό ἀποχωρίζεται τό σῶμα αὐτό ἀπό τό σῶμα τοῦ κυρίως πυραύλου και πέφτει στή γῆ (θέση 5). Ταυτόχρονα πυροδοτεῖται ὁ δεύτερος ὀροφος. Ὄταν καταναλωθοῦν τὰ καύσιμα και τοῦ δεύτερου ὀρόφου, τό ὑπόλοιπο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



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



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



Σχ. 47

πτῆση (θέση 4), ἔξαιτίας τῆς ἀδράνειας. Ἀπό αὐτή τή στιγμή οἱ σταθμοί ἐλέγχου, πού θρῖσκονται στή γῆ, ἀρχίζουν νά παρακολουθοῦν τό ὄχημα καί νά τό κατευθύνουν.

Ἡ διάρκεια ζωῆς τοῦ δορυφόρου, δηλαδή ὁ χρόνος κατά τόν ὁποῖο θά κινεῖται στήν τροχιά του, ἐξαρτᾶται κυρίως ἀπό τό ὕψος, πού περιφέρεται καί ἀπό τή μορφή τῆς τροχιάς του. Ἄν κινεῖται κοντά στή γῆ, ὅπου ἡ ἀτμόσφαιρα εἶναι κάπως πυκνή, ἔξαιτίας τῆς τριβῆς ὁ δορυφόρος θά περιφέρεται ὀλοένα καί σέ μικρότερη τροχιά, γιατί θά ἀρχίζει σιγά-σιγά νά πέφτει πρὸς τήν ἐπιφάνεια τῆς γῆς. Ἄν ἡ τροχιά του εἶναι πολύ ἐλλειπτική, πάλι ἡ διάρκεια τῆς ζωῆς του εἶναι σχετικά μικρή. Κυμαίνεται συνήθως ἀπό μερικoὺς μῆνες μέχρι 10.000 ἔτη καί περισσότερο, ἀνάλογα μέ τήν πρόβλεψη γι' αὐτούς.

27. Ἐρευνες μέ τεχνητοὺς δορυφόρους καί διαστημόπλοια.

Ἀπό τότε πού μπῆκε σέ τροχιά ὁ σοβιετικὸς δορυφόρος Sputnik I (4 Ὀκτωβρ. 1957) μέχρι σήμερα ἔχουν ἐκτοξευθεῖ πολλές ἑκατοντάδες τεχνητοὶ δορυφόροι μέ σκοπὸ τήν ἐκτέλεση εἰδικῶν ἐπιστημονικῶν προγραμμάτων.

Ὁ Sputnik I μέτρησε τή θερμοκρασία καί τήν ἀτμοσφαιρική πίεση ἀπό τά 80 km ὕψος καί πάνω. Βρέθηκε, ὅτι ἡ πυκνότητα τῆς ἀτμόσφαιρας μεταβάλλεται κατά τήν ἡμέρα καί τή νύχτα ἢ μέ τίς ἐποχές τοῦ ἔτους. Σέ ὕψος 500 km ἡ πυκνότητα τήν ἡμέρα εἶναι 3 ἕως 4 φορές μεγαλύτερη ἀπὸ τήν πυκνότητα κατά τή νύχτα, ἐνῶ σέ ὕψος 1500 km ἡ πυκνότητα εἶναι 80 φορές μεγαλύτερη. Ὁ Sputnik I διέγραψε ἐλλειπτική τροχιά. Ἀργότερα ἐκτοξεύτηκαν οἱ Sputnik II καί Sputnik III.

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

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

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

Έκτοξεύτηκαν άκόμα και τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι μέ σκοπό τήν εύκολη και ταχύτερη άναμετάδοση, μεταξύ τών ήπειρων τής γής, τηλεφωνημάτων, ραδιοφωνικών προγραμμάτων και προγραμμάτων τηλεόρασης. Πρώτος τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος είναι ό Goumier IB. Έκτοξεύτηκε τό 1960 και προβλέπεται νά έχει διάρκεια ζωής 1000 έτη. Έχει διάφορες διόδους (κανάλια), ώστε νά είναι σέ θέση νά μεταδιδάξει μέχρι 68.000 λέξεις τό λεπτό. Πολύ χρησιμοποιϋνται και οί δορυφόροι Telstar, ειδικόί για διηπειρωτικές μεταδιδάσεις προγραμμάτων τηλεόρασης και τηλεφωνικής έπικοινωνίας.

Έξάλλου οί ναυτιλιακοί δορυφόροι προσδιορίζουν μέ άκρίβεια τή θέση τών πλοίων στους ώκεανούς και μποροϋν νά τώ διευκολύνουν, ώστε νά κάνουν τά δρομολόγια τους συντομότερα και άσφαλέστερα. Οί γεωδαιτικóί δορυφόροι μελετοϋν τό άκριβές σχήμα τής γής και μερικοί άπό αύτούς άνιχνεύουν για κοινά στοιχεία πετρελαίου, μετάλλων και για θαλάσσιο πλούτο. Καί μετεωρολογικοί δορυφόροι προσφέρουν πολλά στήν πρόγνωση του καιρού και τή γεωργία.

Έξέδρες του διαστήματος. Τό πρόγραμμα έρευνών του διαστήματος προβλέπει και τήν κατασκευή μόνιμης έξέδρας στό διάστημα, πού θά κινείται γύρω γύρω άπό τή

γή. Από πολλά έτη ο W. von Braun έχει εκπονήσει τά σχέδια για μιά εξέδρα, πού θά περιφέρεται γύρω από τή γή σέ ύψος 1000 km. Για τό σκοπό τής κατασκευής τής έργραφε ο Braun τό 1958: «Ό Σταθμός του διαστήματος (εξέδρα του διαστήματος), πού θά έχει τή δυνατότητα νά έρευνά τό διάστημα μέ σκοπό τήν έπιστημονική πρόοδο, αλλά και τή διατήρηση τής ειρήνης στή γή (ή και για τόν εξαφανισμό του πολιτισμού μας) μπορεί νά κατασκευασθεί. Για πολλούς λόγους ή κατασκευή του Σταθμού αυτού είναι αναπόφευκτη ανάγκη, ακόμα και για νά ίκανοποιήσει τήν ακόρεστη περιέργεια του ανθρώπου, πού στο παρελθόν τόν όδηγησε στή θάλασσα και άργότερα στήν άτμόσφαιρα... "Αν ό Σταθμός αυτός δέ γίνει μέ σκοπό τή διατήρηση τής ειρήνης, τότε θά γίνει για άλλους σκοπούς, όπως είναι ό άφανισμός».

Στήν εξέδρα αυτή ύπολογίζεται νά ύπάρχει χώρος, για νά διαμένουν και νά εργάζονται 20 ή περισσότεροι έπιστήμονες, πού θά παρακολουθούν και θά εκτελούν όρισμένα προγράμματα έρευνας. Μπορούν όμως οί εξέδρες νά παρακολουθούν και νά έλέγχουν, ίσως και νά κατευθύνουν διάφορες ένέργειες του ανθρώπου πάνω στον πλανήτη μας.

Οί εξέδρες του διαστήματος έχουν και ένα άλλο σκοπό. Μπορούν νά χρησιμοποιούνται ως βάσεις, από όπου θά ξεκινούν διαστημόπλοια για τό χώρο πέρα από τή γή. Τότε ή εκτόξευση θά είναι εύκολότερη, γιατί, πρακτικά δέ θά ύπάρχει τό εμπόδιο τής αντίστασεως τής άτμόσφαιρας.

Τό 1973 εκτοξεύτηκε ή πρώτη διαστημική εξέδρα – έργαστήριο Skylab (Σκάλ-λάμπ) μέ πύραυλο Κρόνο, όμοιο μέ αυτόν πού εκτοξεύτηκαν τά διαστημόπλοια του προγράμματος «'Απόλλων». Ύστερα εκτοξεύτηκαν, κατά διαστήματα, και εργάστηκαν στήν εξέδρα τρία πληρώματα μέ τρεις άστροναύτες τό καθένα. Τό πρώτο πλήρωμα έμεινε και εργάστηκε στο Skylab 28 ήμέρες, τό δεύτερο 56 ήμέρες και τό τρίτο 85 ήμέρες. Αυτά τά πληρώματα εκτέλεσαν διάφορα πειράματα, όπως: Παρατηρήσεις του ήλιου και άλλων άστέρων, γεωγραφικές, ώκεανογραφικές και μετεωρολογικές παρατηρήσεις τής γής. Μελέτησαν ακόμα και τήν άντοχή του ανθρώπινου οργανισμού, για άρκετό χρόνο, σέ συνθήκες μηδενικής βαρύτητας.

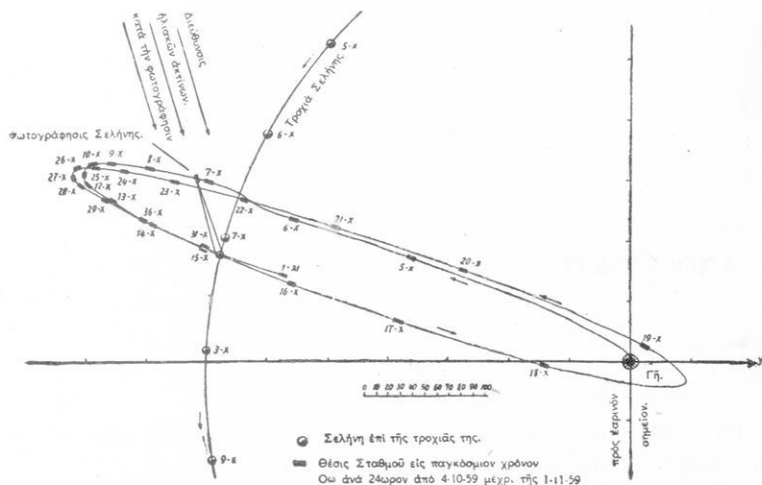
Για τήν έρευνα του διαστήματος τό πρόγραμμα προέβλεπε και τήν άποστολή διαστημοπλοίων πέρα από τό πεδίο έλλεως τής γής μέ σκοπό νά έρευνήσουν: α) τό χώρο πού ύπάρχει μεταξύ γής, σελήνης, πλανητών και ήλιου και β) τά ουράνια σώματα, δηλαδή τή σελήνη, τήν 'Αφροδίτη, τόν 'Ερμη, τόν "Αρη, τό Δία, τόν Κρόνο, τόν Ουράνο, τόν Ποσειδώνα και τόν Πλούτωνα.

Τό πρόγραμμα, πού εκτελέστηκε, σέ όρισμένους τομείς, και συνεχίζεται, όφείλει τήν έπιτυχία του σέ δύο κυρίως παράγοντες: α) Στήν **τεχνική έπιστήμη**, πού μέ τή βοήθειά της σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν ισχυροί πύραυλοι μέ ίκανότητα νά εκτοξεύουν μεγάλες μάζες, ειδικές διαστημοσυσσκευές μέ άρτιο έξοπλισμό και

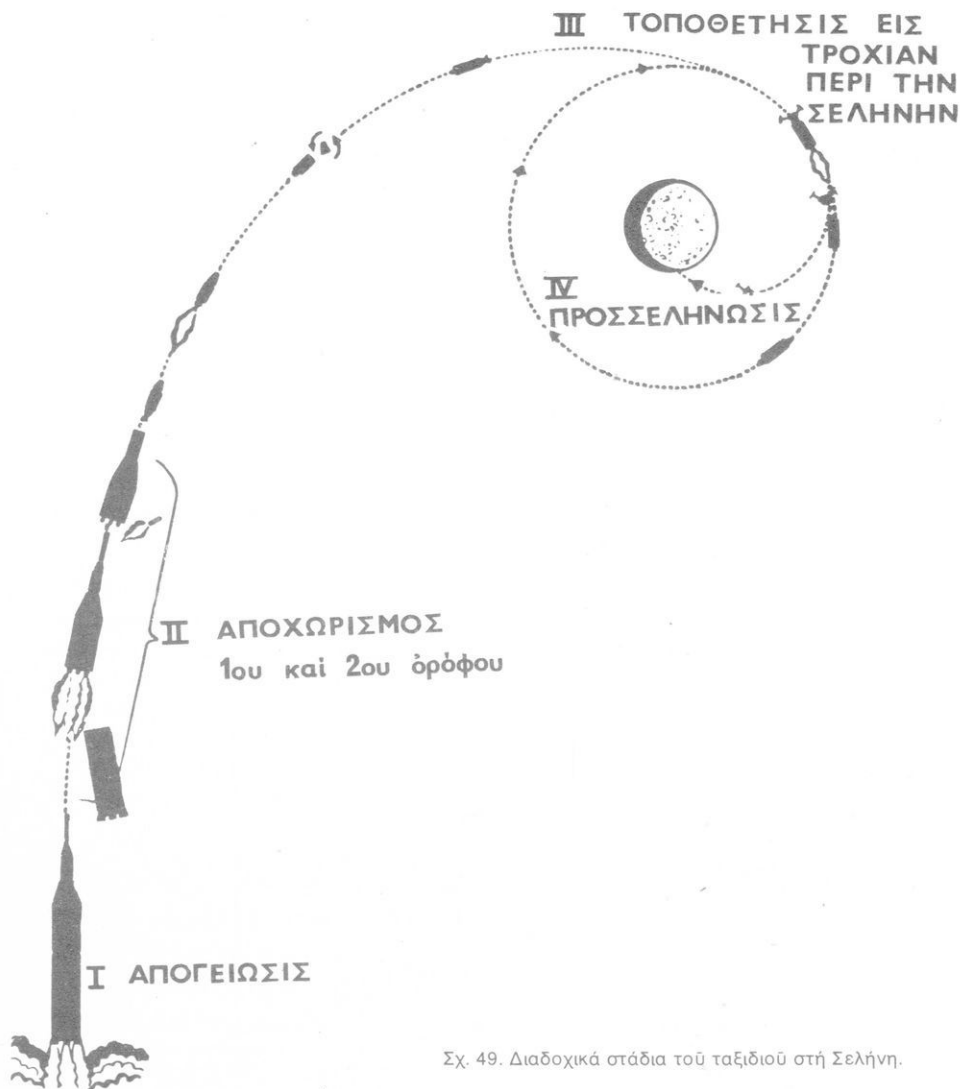
τελειοποιημένα ηλεκτρονικά συστήματα για τήν παρακολούθηση και τόν έλεγχο τών διαστημικών πτήσεων. β) Στή **μαθηματική επίσημη**, γιατί έλυσε πολλά και δύσκολα προβλήματα, πού είχαν σχέση μέ τήν εύρεση τής τροχιάς, τήν όποία πρέπει νά ακολουθήσουν τά διαστημόπλοια.

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

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



Σχ. 48



Σχ. 49. Διαδοχικά στάδια του ταξιδιού στη Σελήνη.

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

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

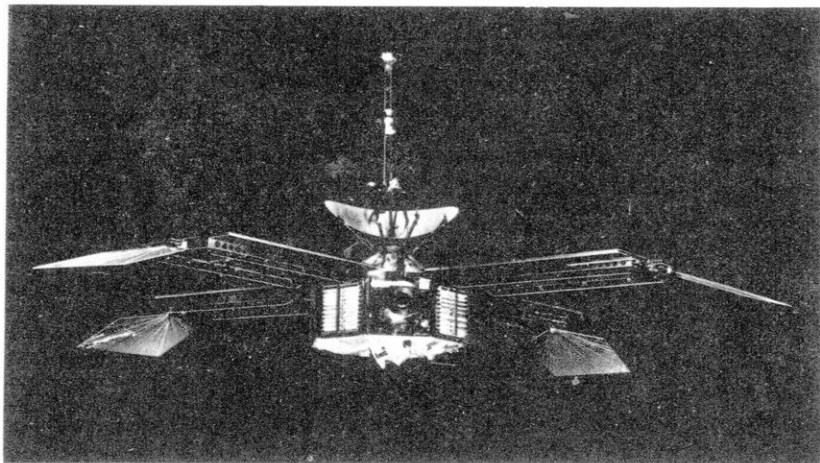
Ἡ μελέτη τῆς σεληνιακῆς ἐπιφάνειας συμπληρώθηκε τό 1966–1968 πάρα πολύ, μέ τή βοήθεια τῶν τεχνητῶν δορυφόρων τῆς σελήνης. Οἱ δορυφόροι αὐτοί φωτογράφιζαν τό ὄρατό καί ἀόρατο ἡμισφαίριο τῆς ἐπιφάνειας τῆς σελήνης ἀπό ὕψος 360 km καί ἔστελναν τίς φωτογραφίες στή γῆ. Ἔτσι κατορθώθηκε νά γίνει πλήρης τοπογραφικός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

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

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 ὅμως νά διαγράψει τέτοια τροχιά, ὥστε τό ἐπίπεδό της νά βρίσκεται κοντά στό ἐπίπεδο τῆς τροχιάς τῆς Ἀφροδίτης. Ἔτσι ἡ ἐκτόξευση τοῦ Mariner 2 ἔγινε σέ χρόνο τέτοιο, πού νά συμπέσει ἡ Ἀφροδίτη καί ὁ δορυφόρος νά περνοῦν ἀπό τό πλησιέστερο σημεῖο τῆς τροχιάς τους, γιά νά ἔχουν τήν πλησιέστερη ἀπόσταση.

Ὁ Mariner 2, μέ βάρος 200 κιλά, ὕστερα ἀπό ταξίδι 3 1/2 μῆνες, πέρασε ἀπό τήν Ἀφροδίτη σέ ἀπόσταση 33.000 km, στίς 14 Δεκεμβρίου 1962. Κατά τή διαδρομή του διορθώθηκε ἡ πορεία του ἀπό τούς σταθμούς παρακολουθήσεώς του στή γῆ. Περίπου ἑκατό ὥρες, πρὶν φτάσει στή μικρότερη ἀπόσταση ἀπό τήν Ἀφροδίτη, ἄρρισαν νά λειτουργοῦν δύο ἀκτινόμετρα. Τό ἕνα μετροῦσε τήν ὑπέρυθρη 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

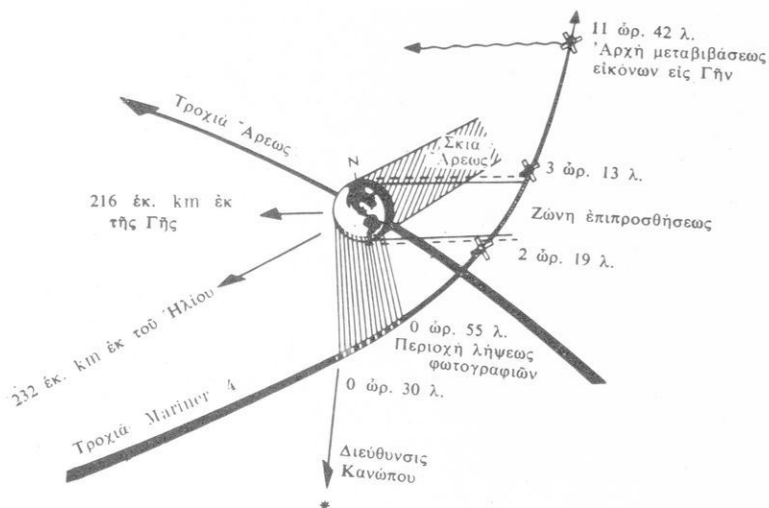


Είκ. 31. Ὁ Μάρινερ 4.

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

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

Τό διαστημόπλοιο «Πρωτοπόρος 10» κατά τό Δεκέμβριο τοῦ



Σχ. 50. Τροχιά 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 ἐπέτελεσε ὁ Πρωτοπόρος 11, πού πέρασε κοντὰ στὸ Δία τὸ Δεκέμβριο τοῦ 1974.

Διαπλανητικά ταξίδια. Πρῶτο διαστημόπλοιο, μὲ ἀνθρώπινο πλήρωμα, θεωρεῖται ὁ τεχνητὸς δορυφόρος Worstok 1 (1961), πού ἐπέβαινε ὁ Ρῶσος ἀστροναύτης Gagarin. Ὁ δορυφόρος ἔκανε μιά περιφορὰ γύρω ἀπὸ τὴ γῆ καὶ προσγειώθηκε ὀμαλά. Τὸ 1962 ὁ Ἀμερικανὸς ἀστροναύτης Glenn μὲ τὸ διαστημόπλοιο Mercury 6 ἔκανε τρεῖς περιφορὲς γύρω ἀπὸ τὴ γῆ καὶ προσθαλασσοῦθη ὀμαλά.

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

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

χροχρόνιες ασκήσεις. Έπιλέγονται συνήθως από τούς πιό έμπειρους άεροπόρους. Δοκιμάζονται στή αντίδραση τού όργανισμού τους ύστερα από παραμονή σέ κλειστό χώρο, στή μεταβολή τής έπιταχύνσεως τής βαρύτητάς τους, στή ψυχική άντοχή τους κλπ. Οί ίδιοι έξασκούνται νά έκτελουν μέ άκρίβεια και μεγάλη ταχύτητα πολλούς και λεπτούς χειρισμούς, ώστε νά μπορούν νά κυβερνούν τό διαστημόπλοιο μέ έπιτυχία και νά κάνουν και τίς άπαραίτητες παρατηρήσεις.

Άσχοούνται, ειδικότερα, στή μεταβολή έπιταχύνσεως τής βαρύτητάς τους, ώστε νά μπορεί ό όργανισμός τους νά άντέξει σέ αύξηση τής τιμής τής 4 έως 9 φορές περισσότερο από τήν τιμή τού g πάνω στή γή. Άκόμα δοκιμάζονται νά συνηθίσουν σέ μηδενική τιμή τού g (g=0), δηλαδή νά κινούνται στο 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 τού g στή γή, όποτε και τό βάρος τών άστρωναυτών έννεαπλάσιάζεται. Όταν τό διαστημόπλοιο μπει σέ κυκλική τροχιά, ή έπιτάχυνση μηδενίζεται. Έπομένως οί άστρωναυτες περιφέρονται γύρω από τή γή ή τή σελήνη, χωρίς σχεδόν νά υπάρχει έλξη, και «στέκονται» σέ οποιαδήποτε θέση και άν θρίσκονται, χωρίς νά έχουν τήν αίσθηση, ότι δέν ίσορροπούν. Αυτό γίνεται, γιατί ή κεντρόμολη δύναμη άντισταθμίζεται, κάθε στιγμή, από τήν αντίθετή τής δύναμη, πού δημιουργείται, τή φυγόκεντρη, όποτε οί άστρωναυτες δέν έχουν βάρος. Άν ή τροχιά ήταν αίσητά έλλειπτική, τότε οί άστρωναυτες θά μπορούσαν νά κινήθουν μέ g διάφορη τού μηδένος, δηλαδή θά είχαν βάρος πού θά άλλαζε συνεχώς. Όταν τό διαστημόπλοιο έγκαταλείψει τήν κυκλική τροχιά και έπιστρέψει στή γήνην ατμόσφαιρα, ή έπιτάχυνση g άρχίζει νά αύξάνει, και όταν φθάσει στή γή, οί άστρωναυτες 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 τού διαστήματος περισσότερο από 10 έβδομάδες.

Τό πρόγραμμα τών Άμερικανών στόν τομέά τών διαπλανητικών ταξιδιών σχεδιάστηκε από τό 1961 και άρχισε νά πραγματοποιείται μέ τήν έξής σειρά:

1ον Π ρ ό γ ρ α μ μ α « Έ ρ μ η ς » (Mercury). Κατασκευή και 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 και άποστολή γύρω από τή γή διαστημοπλοίων μέ πλήρωμα δύο άστρωναυτες. «Περίπατοι» άστρωναυτών στο διάστημα. Συνάντηση, σύνδεση και άποσύνδεση διαστημόπλοιων στο διάστημα.

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

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

« Ά π ό λ λ ω ν 8 » (Δεκέμβριος 1968). Ταξίδι τριών άστρωναυτών στή σελήνη, 10 περιφορές γύρω από αυτή σέ ύψος 110 km και έπιστροφή στή γή. Άποστολή αυτή πέτυχε πλήρως (εικ. 32).



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

« Ἐ π ὄ λ λ ω ν 11 » (Ἰούλιος 1969). Ἀποστολή τριῶν ἀστροναυτῶν στή σελήνη μέ πύραυλο Κρόνος V (σχ. 46). Κάθοδος δύο ἀστροναυτῶν μέ τή σεληνάκατο «Ἀετός» στή θάλασσα τῆς Ἡραμίας, σέ μέρος πού εἶχαν ἐπιλέξει σέ προηγούμενες ἀποστολές οἱ Lunar Orbiter, τά Surveyor καί οἱ ἀστροναῦτες τοῦ προγράμματος «Ἀπόλλων». Ἐξόδος τῶν δύο ἀστροναυτῶν στήν ἐπιφάνεια τῆς σελήνης. Λήψη φωτογραφιῶν, τοποθέτηση σειсмоγράφου καί κάτοπτρου ἀκτίνων Λέιζερ, μέτρηση ἀκτινοβολιῶν καί μεταφορά σεληνιακῶν πετρωμάτων.

« Ἐ π ὄ λ λ ω ν 12 » (Νοέμβριος 1969). Ἀποστολή τριῶν ἀστροναυτῶν στή σελήνη. Προσεδάφιση τῶν δύο στήν ἐπιφάνεια τῆς σελήνης, τοποθέτηση ἄλλου σεισογράφου, μαγνητόμετρου καί ἄλλων ὀργάνων. Ἀκόμα τοποθέτηση μικροῦ «πυρηνικοῦ» ἐργοστάσιου ἐνεργείας, γιά τή λειτουργία τῶν ὀργάνων καί τήν ἀποστολή τῶν παρατηρήσεών τους στή γῆ.

« Ἐ π ὄ λ λ ω ν 14 » (Φεβρουάριος 1971). Προσεδάφιση σεληνάκατο Ἐπτάρῃς» στήν ὄροσειρά Fra Mauro καί ἐκτέλεση ἀπό ἀστροναῦτες τῆς ἀποστολῆς τους.

« Ἐ π ὄ λ λ ω ν 15 » (Ἰούλιος 1971). Προσεδάφιση σεληνάκατο Ἐτέραξ» στή Ἀπέννινα ὄρη, κοντά στή χαράδρα Handley. Τρεῖς ἔξοδοι ἀστροναυτῶν ἀπό τή σεληνάκατο καί ἐξερεύνηση, μέ τή βοήθεια εἰδικοῦ αὐτοκίνητου «Rover», περιοχῆς σέ ἀκτίνα μεγαλύτερη ἀπό 50 km.

« Ἐ π ὄ λ λ ω ν 16 » (Ἀπρίλιος 1972). Προσεδάφιση σεληνάκατο στή δόρυεια τοῦ κρατήρα Καρτέσιο. Περισυλλογή πετρωμάτων ἀπό τοὺς ἀστροναῦτες καί ἐξερεύνηση περιοχῆς 25 km μέ τό εἰδικό αὐτοκίνητο «Rover».

« Ἐ π ὄ λ λ ω ν 17 » (Δεκέμβριος 1972). Προσεδάφιση σεληνάκατο στή νότια τοῦ κρατήρα Λίτροϋ.

Μέ αὐτή τήν ἀποστολή συμπληρώθηκε τό πρόγραμμα Ἐπὸλλων.

Ἀπό τίς ἀποστολές τῆς Σοβιετικῆς Ἐνώσεως σημαντικότερη εἶναι τό πρόγραμμα «Σογιούζ», μέ περιφορά ἀστροναυτῶν γύρω ἀπό τή γῆ καί προπαρασκευή γιά πτήση μέ συνεργασία Ρωσίας – Ἀμερικῆς τόν Ἰούλιο 1975, πού πραγματοποιήθηκε μέ μεγάλη ἐπιτυχία. Ἐπίσης ἐπιτυχία τους ἦταν οἱ μὴ ἐπανδρωμένες προσελιγνώσεις τῶν «Λούνα 16» (1970), «Λούνα 20» (1972) καί «Λούνα 24» (1976), ἡ παραλαβή σεληνιακοῦ ἐδάφους καί ἡ αὐτόματη ἐπιστροφή τους στή γῆ. Μάλιστα ὁ «Λούνα 24» μετέφερε σεληνιακό ὕλικό ἀπό βάθος 2 m.

Ἡ αὐτοπρόσωπη παρουσία τοῦ ἀνθρώπου στοὺς γειτονικούς μας πλανῆτες ἀνοίγει μιά νέα ἐποχή στήν ἐπιστήμη τοῦ διαστήματος. Δημιουργεῖ πολλές προοπτικές σέ πολυάριθμες ἐκδηλώσεις τῆς ἀνθρώπινης δραστηριότητος καί ξαναφέρνει σέ ἐπικαιρότητα γιά συζήτηση καί μελέτη γενικότερα προβλήματα γιά τή ζωή καί τόν κόσμο.

Αὐτό δέ σημαίνει, βέβαια, ὅτι ὁ ἄνθρωπος κατόρθωσε νά «κατακτήσει» τό σύμπαν, γιατί, ἂν ὑπολογίσουμε ὅτι ἡ ἀπόσταση γῆς –σελήνης, πού εἶναι 384.000 km, μόλις ξεπερνᾷ τό ἕνα δευτερό-

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

ΒΙΟΓΡΑΦΙΕΣ

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

Ἐρατοσθένης (περίπου 284–192 π.Χ.). Εἶναι ὁ πρῶτος πού μέτρησε τὸ μέγεθος τῆς γῆς μέ ἀρχετὰ μεγάλη ἀκρίβεια τὸ 250 π.Χ. Μέτρησε τὸ μήκος τοῦ τόξου τοῦ μεσημβρινοῦ, πού περιλαμβάνεται μεταξύ Ἀλεξάνδρειας καὶ Σύνης καὶ βρῆκε ὅτι εἶναι $7^{\circ} 12'$ καὶ ἔχει μήκος 5000 στάδια. Τὸ 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** καὶ πολλῶν ἄλλων, ὥστε δίκαια ὀνομάστηκε «πατὴρ τῆς Ἀστρονομίας».

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

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

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

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

Wernher von Braun. Διάσημος Γερμανὸς τεχνικός στους πυραύλους καὶ στὴ διαστημικὴ ἔρευνα. Γεννήθηκε τὸ 1912. Ἀπὸ τὸ 1946 ἐργάζεται στὴν Ἀμερικὴ. Τὸ 1958 ἐκτόξευσε τὸν πρῶτο ἀμερικανικὸ δορυφόρο «Explorer». Θεωρεῖται ὁ μεγαλύτερος εἰδικὸς στὴν ἔρευνα τοῦ διαστήματος μέ τὰ διαστημόπλοια.

A. Einstein (1879–1955). Γερμανοεβραῖος φυσικός, ἀστρονόμος καὶ κοσμολόγος. Εἰσηγητής τῆς περιφημῆς θεωρίας τῆς σχετικότητος. Θεωρεῖται μιὰ ἀπὸ τίς μεγαλύτερες μορφές τοῦ αἰῶνα μας.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

N. Kopernicus (1473–1543). Ἐπιφανής Πολωνο-γερμανός ἀστρονόμος. Ἐγινε παγκόσμια γνωστός σάν εἰσηγητής καὶ ὑποστηρικτής τοῦ ἡλιοκεντρικοῦ συστήματος, πού εἶχε ἐπινοήσει τόν 3ο π.Χ. αἰῶνα ὁ Ἕλληνας ἀστρονόμος Ἀρίσταρχος ὁ Σάμιος.

P. Kuiper (1905–1973). Διαπρεπής Ὀλλανδο-ἀμερικανός ἀστρονόμος εἰδικός στήν ἔρευνα τῶν πλανητῶν.

P. Laplace (1749–1827). Διαπρεπής Γάλλος ἀστρονόμος καὶ μαθηματικός, γνωστότατος διεθνῶς κυρίως ἀπό τήν κοσμογονική θεωρία του.

G. Lemaître (1894–1966). Διάσημος Βέλγος ἀστροφυσικός, μαθηματικός καὶ κοσμολόγος.

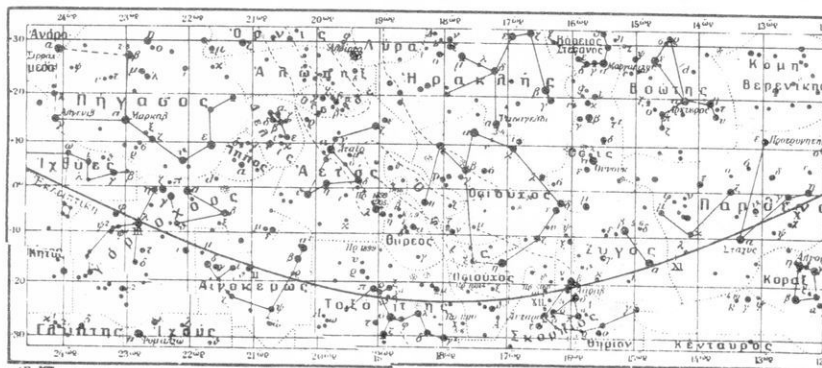
Isaac Newton (1643–1727). Διάσημος Ἕλληνας ἀστρονόμος, μαθηματικός καὶ φυσικός. Θεωρεῖται ὁ «πατήρ τῆς Οὐρανίου Μηχανικῆς».

H.N. Russell (1877–1957). Διάσημος Ἀμερικανός ἀστροφυσικός. Συνέβαλε πάρα πολύ στίς γνώσεις μας γιά τή χημική σύσταση τοῦ σύμπαντος καὶ τήν ἐξέλιξη τῶν ἀστέρων.

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



Βόρειο ĩmifairio

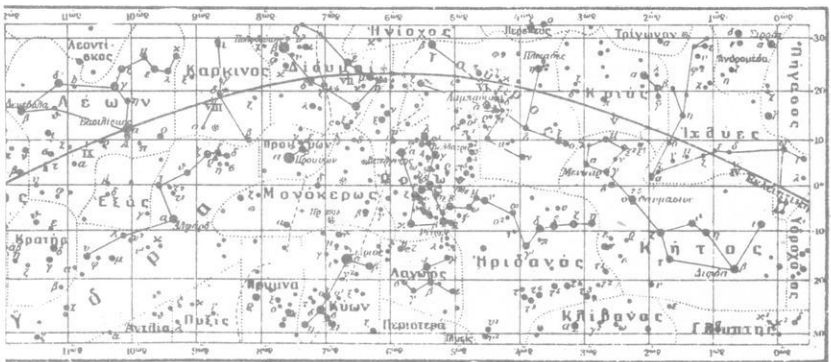


ΔΓ, ΚΤ

ĩσημερινή ζώνη



Νότιο ημισφαίρις



Ίσημερινή ζώνη

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

Πλανήτης	Απόσταση έκ του ήλιου		Περιφορά τόν ήλιου		Συνολική περίοδος σε ημέρες		Τροχιάς		Μέγεθος (Γ _η =1)				Ένταση θερμότητας	Κριτική ταχύτητα km/sec	Περισοτροφή		Πλάτυση
	Σέ έκατομ. χλμ.	Σέ α.μ.	Χρόνος περίφορ. έτη ήμ.	Ταχύτητα γλόμετρ.	Εκκεντρότητα	Κλίση ως προς την Εκλειπτι- κή	Διάμετρος	Όγκος	Μάζα	Παχύτητα	Χρόνος ως Κλίση προς τη τροχιά	ήμ. ώρ. λ.					
Έρμης	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 II
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΔΟΥΡΥΦΟΡΩΝ

Αρ. άρ. Σημείο	Όνομα		Διάμετρος σε χλμ.	Απόσταση από τον Πλανήτη σε άκτινες του πλαν.	Χρόνος Περιφοράς Ώμ. όρ. λ.	Φορά κινήσεως	Έτος Ανακα- λύψεως	Όνομα Ανακαλύ- ψαντος
ΓΗ								
1	Σελήνη	-12,7	3.476	60,28	27 7 43	Ορθή	-	-
ΑΡΗΣ								
1	I	Φόβος	11,5	16	2,77	7 39	Ορθή	Α. Χάλ
2	II	Δείμος	12,5	8	6,95	1 6 18	»	Α. Χάλ
ΖΕΥΣ								
1	V	Αμάλθεια	13,0	160	2,53	11 57	Ορθή	1892 Μπαγιάρ
2	I	Ίο	5,5	3.220	5,91	1 18 28	»	1610 Γαλιλαίος
3	II	Ευρόπη	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 Νικόλσον
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 Νικόλσον
13	XIII		-	16	145	211	»	1974 Κόβαλ
14	XIV		-	-	-	-	»	1975 Κόβαλ
ΚΡΟΝΟΣ								
1	XI	Ίανός						1967 Ντολφούς
2	I	Μίμιας	12,1	520	3,07	22 37	Ορθή	1789 Ουίλ Έρσελ
3	II	Έγγέλαδος	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 Χουιγκόνς
8	VII	Υπεργίαν	14	400	24,5	21 6 38	»	1848 Μπόντε
9	VIII	Ίαπετός	11	1.200	58,9	79 7 55	»	1671 Κασσινί
10	IX	Φοιδή	14,5	300	214,4	550 11 24	Ανάδρο.	1898 Πίκεριγγ
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	Ουμβριήλ	16	400	10,7	4 3 28	»	1851 »
4	III	Τιτανία	14	1.000	17,6	8 16 56	»	1787 Ουίλ Έρσελ.
5	IV	Όδερόν	14,2	800	23,6	13 11 7	»	1787 »
ΠΟΣΕΙΔΩΝ								
1	I	Τρίτων	13,6	4.000	13,3	5 21 3	Ανάδρο.	1846 Λάσσελ
2	II	Νηρεύς	19,5	300	211	359 10	Ορθή	1949 Κόιπερ

(*) Το 14ου δορυφόρου δέ δόθηκαν ακόμη περισσότερα όριστικά στοιχεία.

**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. Κηφεύς · Cepheus	Cep		

Β΄ Βόρειοι άστερισμοί, άμφιφανείς στην Έλλάδα (23)

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

Δ΄ Νότιοι άστερισμοί, όρατοί στην Έλλάδα (28)

42. Κήτος · Cetus	Cet	49. Τρόπις · Carina	Car
43. Ήριδανός · Eridanus	Eri	50. Πρύμνα · Puppis	Pup
44. Όρίων · Orion	Ori	51. Ίστια · Vela	Vel
45. Λαγός · Lepus	Lep	52. Ύδρα · Hydra	Hya
46. Περιστερά · Columba	Col	53. Κρατήρ · Crater	Crt
47. Μέγας Κύν · Canis Major	CMa	54. Κόραξ · Corvus	Crv
48. Μικρός Κύν · Canis Minor	CMi	55. Κένταυρος · Centaurus	Cen

56. Λύκος· Lupus	Lup	63. Μονόκερως· Monoceros	Mon
57. Βομός· Ara	Ara	64. Πυξίς· Pyxis	Pyx
58. Νότιος Στέφανος· Corona Australis	CrA	65. Ἀντλία· Antlia	Ant
59. Νότιος Ἰχθύς· Piscis Australis	PsA	66. Ἑξάς· Sextans	Sex
60. Γλύπτης· Sculptor	Scl	67. Γνώμων· Norma	Nor
61. Φοῖνιξ· Phoenix	Phe	68. Μικροσκόπιον· Microscopium	Mic
62. Κάμινος· Fornax	For	69. Γερανός· Grus	Gru

Ε' Νότιοι ἀστερισμοί, ἀόρατοι στήν Ἑλλάδα (19)

70. Τουκάνα· Tucana	Tuc	80. Διαδήτης· Circinus	Cir
71. Ὁρολόγιον· Horologium	Hor	81. Μυῖα· Musca	Mus
72. Γλυφεῖον· Coelum	Coe	82. Νότιος Σταυρός· Crux	Cru
73. Ὕδρος· Hydros	Hyi	83. Πτηνόν· Apus	Aps
74. Δίκτυον· Reticulum	Ret	84. Νότιον Τρίγωνον· Triangulum Australe	TrA
75. Δοράς· Dorado	Dor	85. Ὀκτάς· Octas	Oct
76. Ὀκρίδας· Pictor	Pic	86. Ταώς· Pavo	Pav
77. Τράπεζα· Mensa	Men	87. Τηλεσκόπιον· Telescopium	Tel
78. Ἰπτάμενος Ἰχθύς· Volans	Vol	88. Ἰνδός· 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. Πλῆθος, σύσταση, μεγέθη καί τοπική ομάδα γαλαξιών 8
3. Σύσταση, διαστάσεις, δομή καί περιστροφή τοῦ γαλαξία .. 13
4. Ἡλιακό σύστημα καί σχέση τῆς γῆς μέ τό γαλαξία καί τό Σύμπαν 16
5. Ὀνομασία, λαμπρότητα καί πλῆθος ἀστέρων· Οὐρανογραφία 17
6. Ἀποστάσεις καί κινήσεις τῶν ἀστέρων. Ἀστρική μονάδα . 22
7. Φυσική κατάσταση καί ἐξέλιξη τῶν ἀστέρων 27
8. Ἀστρικά συστήματα 32

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β΄. ΗΛΙΟΣ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ σ. 36 – 68

9. Μέγεθος, ἐνέργεια, Φυσική κατάσταση καί φάσμα τοῦ ἡλιου.36
10. Φωτοσφαιρικοί σχηματισμοί καί φαινόμενα τῆς χρωμόσφαιρας 41
11. Ἐπιδράσεις τοῦ ἡλιου πάνω στή γῆ 46
12. Κίνηση τῶν πλανητῶν γύρω ἀπό τόν ἡλιο 47
13. Οἱ πλανῆτες καί οἱ δορυφόροι τους 53
14. Κομήτες καί μετέωρα 63

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ΄. Γῆ ΚΑΙ ΣΕΛΗΝΗ σ. 69 – 86

15. Σχῆμα, ἀτμόσφαιρα καί κινήσεις τῆς γῆς 69
16. Ἀπόσταση, κίνηση καί φυσική κατάσταση τῆς σελήνης ... 76
17. Ἐκλείψεις καί παλίρροιες 82

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Δ΄. ΟΥΡΑΝΙΑ ΣΦΑΙΡΑ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΗ ΧΡΟΝΟΥ
..... σ. 87 – 112

18. Γῆ καί οὐράνια σφαίρα 87

19. Ὁ ἥλιος στὴν οὐράνια σφαίρα. Οὐρανογραφικὲς συντετα- γμένες	95
20. Ἡμέρα, ἡλιακὸς καὶ παγκόσμιος χρόνος	100
21. Ἔτος, ἡμερολόγια, ἑορτὴ τοῦ Πάσχα	106
ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ε΄. ΚΟΣΜΟΓΟΝΙΑ	σ. 113 – 116
22. Μικροκοσμογονία καὶ μακροκοσμογονία	113
23. Διαστολὴ καὶ ἡλικία τοῦ Σύμπαντος	115
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΤ΄. ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ	σ. 119 – 124
24. Γνώμονας καὶ τηλεσκόπιο	119
25. Τὰ μεγαλύτερα τηλεσκόπια καὶ ραδιοτηλεσκόπια	121
ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ζ΄. ΑΣΤΡΟΝΑΥΤΙΚΗ	σ. 125 – 141
26. Κίνηση τεχνητῶν δορυφόρων	125
27. Ἐρευνες μὲ τεχνητοὺς δορυφόρους καὶ διαστημόπλοια ..	130
Βιογραφίες	142 – 143
Χάρτες	144 – 145
Πίνακες	146 – 147
Ὄνόματα ἀστερισμῶν	148 – 149

ΕΚΔΟΣΗ Θ' 1977 (VI) – ΑΝΤΙΤΥΠΑ 70.000 – ΣΥΜΒΑΣΗ 2871/31-5-77
ΕΚΤΥΠΩΣΗ – ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΑ: Χ. ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ & ΣΙΑ Ε.Ε.

