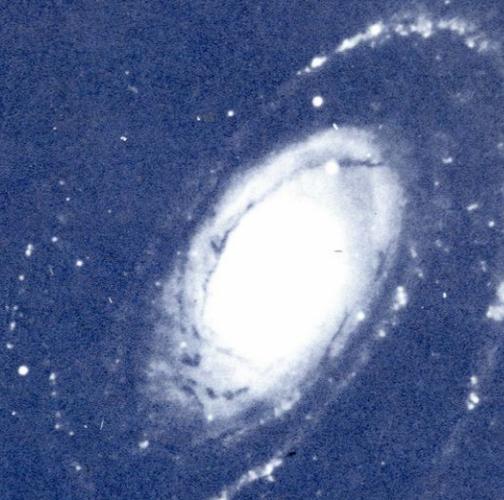


Δ. ΚΩΤΣΑΚΗ - Κ. ΧΑΣΑΠΗ



ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ 1980

Α. Αδαμίδης

ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

Διευθύνση

Σημειώση 20, 35, 53, 58, 60, 61
117, 118, 123, 132, 137, 140, 141, 142
143, 147

Με απόφαση τῆς Ἑλληνικῆς Κυβερνήσεως τὰ διδακτικά βιβλία τοῦ Δημοτικοῦ, Γυμνασίου καὶ Λυκείου τυπώνονται ἀπὸ τὸν Ὄργανισμό Ἐκδόσεως Διδακτικῶν Βιβλίων καὶ μοιράζονται ΔΩΡΕΑΝ.

ΔΗΜ. ΚΩΤΣΑΚΗ καί ΚΩΝΣΤ. ΧΑΣΑΠΗ

Κ Ο Σ Μ Ο Γ Ρ Α Φ Ι Α

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ

ΑΘΗΝΑ 1980

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 (εἰκ. 1).

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

Ἡ Ἀστρονομία εἶναι ἡ ἐπιστήμη, πού ἀσχολεῖται μέ τή μελέτη τῶν οὐράνιων σωμάτων. Χωρίζεται σέ δύο μεγάλους κλάδους: α) Τήν Κλασική Ἀστρονομία, πού ἐξετάζει τίς θέσεις καί τίς κινήσεις τῶν οὐράνιων σωμάτων καί θρῶσκει 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.

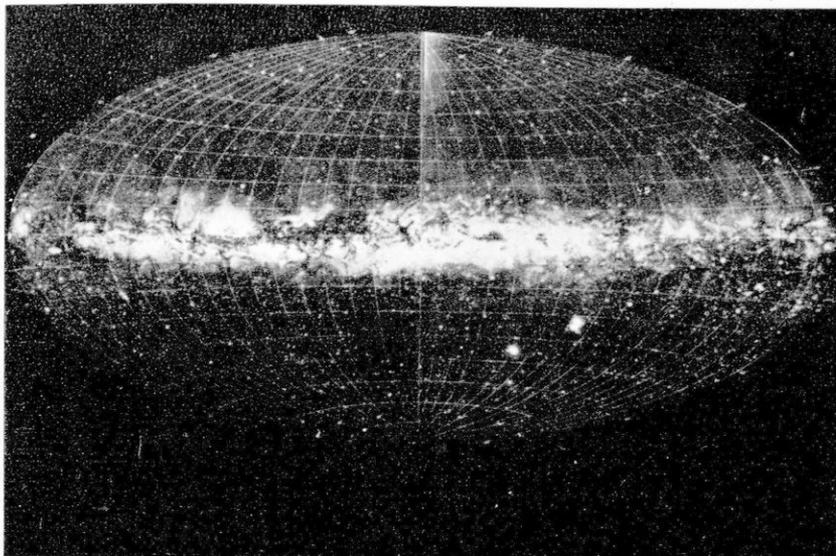
Ἡ χρησιμότητα τῆς Ἀστρονομίας εἶναι πολλαπλή. Οἱ παρατη-

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

Ἡ ἀξία ὅμως τῆς Ἀστρονομίας δέν μπορεῖ νά κριθεῖ μόνο ἀπὸ τὴ συμβολὴ τῆς στὴν Ἐπιστῆμη καί τὴν Τεχνική. Τὸ κέρδος τοῦ μελετητῆ τῆς εἶναι πρῶτ' ἀπ' ὅλα πνευματικό, γιατί γυμνάζει πιὸ 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 ἀνεβάξουν τὸ μελετητῆ τῆς σέ ψηλότερες πνευματικὲς σφαιρὲς καί τοῦ ἐμπνέουν συναισθήματα ἀνώτερα καί εὐγενικότερα.

Ἡ Ἀστρονομία εἶναι ἐπιστῆμη μέ μεγάλη ἠθικοπλαστικὴ δύναμη. Διότι, ἂν ἡ σπουδὴ τῆς, λέγει ὁ καθηγητῆς Πλακίδης, ἀποκαλύπτει, μέ τὰ θαυμάσιά της, στὸν ἄνθρωπο τὸ μεγαλεῖο τοῦ λογικοῦ, μέ τὸ ὅποιο 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 μπροστά στὸ Σύμπαν.

Ἡ Ἀστρονομία τέλος σχετίζεται στενά μέ τὴ Φιλοσοφία καί τὴ Μεταφυσική. Ἄν καί δέν μπορεῖ, σάν Φυσικὴ ἐπιστῆμη, 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 μέλλοντες γενιές, ἡ θέση του στὸ Σύμπαν καί ἡ σχέση του μέ τὴ Δύναμη, πού βρίσκεται πάνω ἀπὸ τὸ Σύμπαν. Πολὺ χαρακτηριστικὰ μάλιστα γράφει ὁ Δ. Αἰγινίτης 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 τοῦ Σύμπαντος.

Σύμπαν ονομάζουμε τό σύνολο τῶν ὑλικῶν σωμάτων, ὅπου καί ἄν βρίσκονται αὐτά.

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

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

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

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

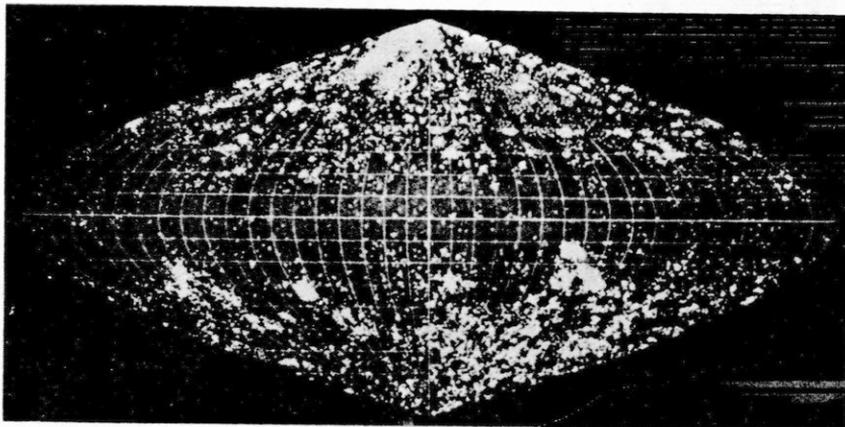
**Ἔτος φωτός εἶναι τό διάστημα πού διατρέχει τό φῶς σέ ἕνα
ἔτος, ἄν κινεῖται συνέχεια μέ τή γνωστή ταχύτητά του, 300.000 χι-
λιόμετρα τό δευτερόλεπτο.**

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

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

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

Παρατηρώντας στά δάθη τοῦ Σύμπαντος μέ τά τηλεσκόπια



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

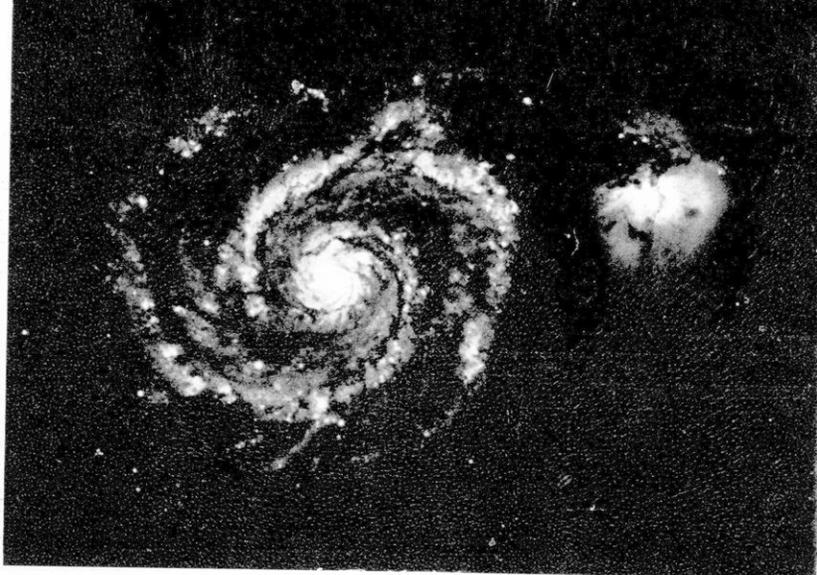
βλέπουμε ότι υπάρχουν διάσπαρτα, σ' όλη την έκτασή του και προς όλες τις διευθύνσεις, άμετρητα αντικείμενα, που φαίνονται πάρα πολύ μικρά και μοιάζουν με νεφελοειδείς ασπρειδερές κηλίδες.

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

Διαπιστώθηκε ότι στό Σύμπαν έκτός από τούς γαλαξίες θρίσκειται διασκορπισμένη και άραιότατη ύλη, που αποτελείται από άερια και σόνη και που συχνά είναι πιο άραιή από τό τεχνητό κενό. Η ύλη αυτή μπορεί νά θεωρηθεί ότι γεμίζει, γενικά, τό χώρο του Σύμπαντος και όνομάζεται **μεσογαλαξιακή ύλη**.

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

Έκτός άπ' αυτό, όσο πιο μακριά από μäs θρίσκονται οί γαλαξίες, τόσο πιο δύσκολα τούς διακρίνουμε σαν άμυδρά αντικείμενα. Έξάλλου ή μεσογαλαξιακή ύλη, που θρίσκεται στό χώρο, άπορροφά τό φώς των γαλαξιών, καθώς τρέχει στό διάστημα για νά φτάσει στη γή, μέ συνέπεια νά μή διακρίνουμε καθόλου τούς πιο άπομακρυσμέ-



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

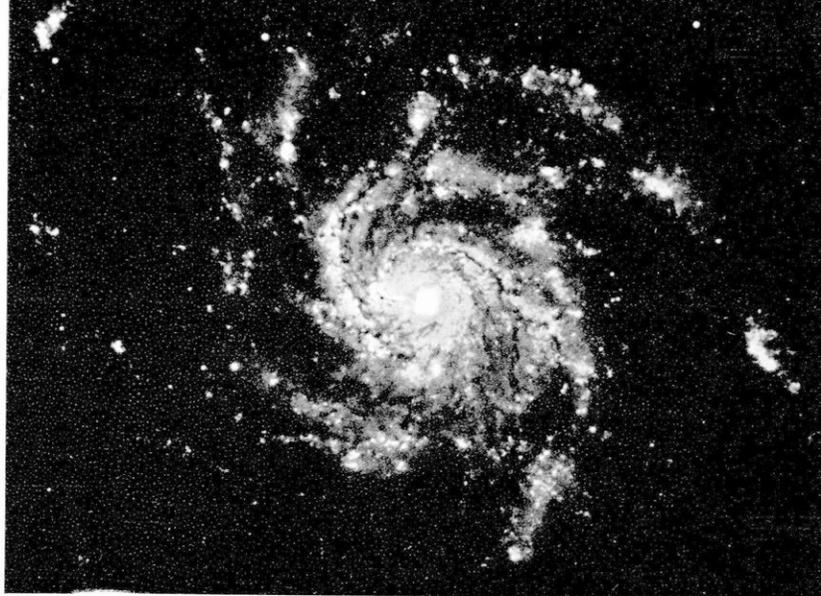
νοὺς γαλαξίες. Ἡ μεσογαλαξιακὴ ὕλη ὅμως δὲν ἀπορροφᾷ τὴ ραδιοφωνικὴ ἀκτινοβολία καὶ ἔτσι μὲ τὰ ραδιοτηλεσκόπια παρατηροῦμε μακρινότερα ἀντικείμενα.

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

- α) Γαλαξίες πού ἔχουν σχῆμα ἔλλειπτικὸ καὶ ὀνομάζονται **ἔλλειπτικοί**. Ἀποτελοῦν τὸ 17 % στοῦ σύνολο τῶν γαλαξιών.
- β) Γαλαξίες, πού, ἐπειδὴ ἔχουν πυρήνα γύρω ἀπὸ τὸν ὁποῖο ἐπίσσονται σπείρες ἢ βραχίονες, ὀνομάζονται **σπειροειδεῖς**. Ἀποτελοῦν τὸ 80 % (εἰς 3).
- γ) Γαλαξίες, λίγοι στὸν ἀριθμὸ, πού ἔχουν σχῆμα ἀκανόνιστο καὶ ὀνομάζονται **ἀνόμαλοι**. Αὐτοὶ ἀποτελοῦν τὸ ὑπόλοιπο 3 % στοῦ σύνολο τῶν γαλαξιών.

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

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



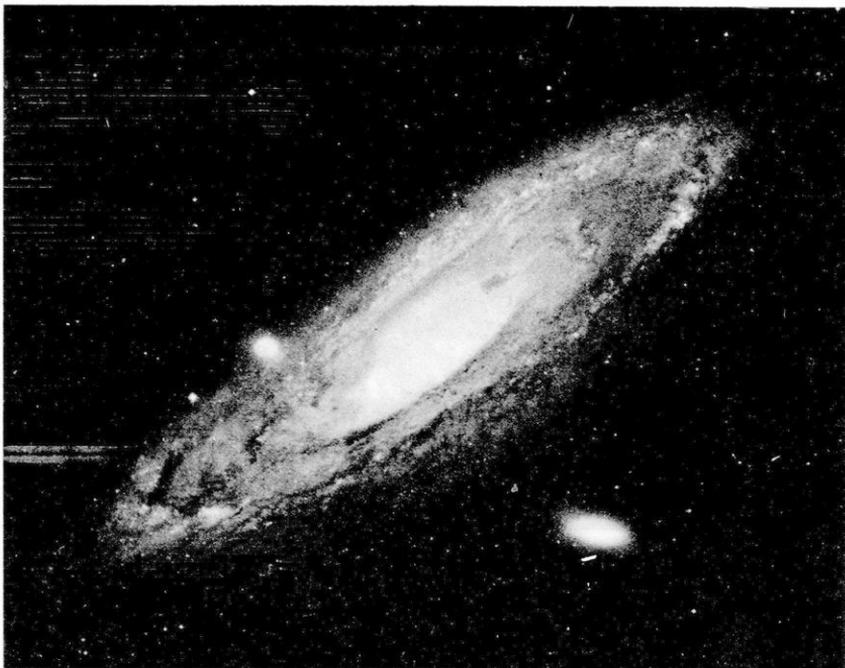
Εικ. 4. Ο σπειροειδής γαλαξίας στον άστερισμό της Μεγάλης Άρκτου, όπως αναλύεται μερικώς σε άστρες.

και άραιότεροι, ενώ δέν μπορούμε καί πάλι νά διακρίνουμε αυτούς πού θροίσκονται στους πυρήνες. Γενικά τό πλήθος τών άστέρων κάθε γαλαξία ύπολογίζεται σε δεκάδες ή καί έκατοντάδες δισεκατομμύρια. (εϊκ. 4).

Τά **νεφελώματα** τών γαλαξιών είναι ύλη νεφελώδης, σχετικά πυκνή καί συνήθως σκοτεινή, εκτός άν φωτίζεται από γειτόνικούς άστρες, όποτε φαίνεται φωτεινή. Τά νεφελώματα φαίνονται σαν σκοτεινές ταινίες πού άμαυρώνουν κατά τόπους τόσο τόν πυρήνα όσο καί τούς βραχίονες κάθε γαλαξία.

Τέλος ή **μεσοαστροική ύλη** είναι ύλη, από άέρα ή καί σκόνη, πολύ άραιότερη από τήν ύλη τών νεφελωμάτων, πού όνομάστηκε έτσι γιατί είναι διασκορπισμένη γύρω από τούς άστρες κάθε γαλαξία καί γεμίζει τό μεταξύ τους χώρο.

Τό σχήμα τών γαλαξιών, άν έξαιρέσουμε τούς **σφαιρικούς**, είναι γενικά πολύ πλατύ. Στους σπειροειδείς φαίνεται πλατύτερο. Έξαιτίας αυτού οί διαστάσεις κάθε γαλαξία προσδιορίζονται πάντοτε μέ δύο άριθμούς. Από αυτούς ό ένας δίνει τή διάμετρο του γαλαξία ή καλύτερα τό μήκος του **μεγάλου άξονα** του έλλειψο-



Εικ. 5. Ὁ μεγάλος σπειροειδής γαλαξίας
στόν ἀστερισμό τῆς Ἄνδρομέδας.

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

Τό μήκος τῆς διαμέτρου τῶν γαλαξιῶν δορέθηκε 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 μιᾶ ὁμάδα πολύ ἐνδιαφέρουσα. Εἶναι ἡ λεγόμενη **τοπική ὁμάδα γαλαξιῶν**, πού ἀποτελεῖται ἀπό 23 γαλαξίες. Μέσα σ' αὐτή τήν τοπική ὁμάδα γαλαξιῶν συγκαταλέγεται καί ὁ δικός μας γαλαξίας, πού ἕνας ἀπό τούς ἀστέρες του εἶναι ὁ ἥλιος

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

Έρωτήσεις

- 1) Ποιό είναι τό πιθανό σχήμα τοῦ Σύμπαντος καί πόση ή έκτασή του;
- 2) Γιατί δέν μπορούμε νά «δοῦμε» τό Σύμπαν σ' ὄλη του τήν έκταση;
- 3) Τι είναι οί γαλαξίες καί ἀπό τί ἀποτελοῦνται;
- 4) Ποιά είναι ή διαφορά ἀνάμεσα στά νεφελώματα καί στή μεσοαστρική ὄλη;
- 5) Τι ὀνομάζουμε ἔτος φωτός;
- 6) Τι μορφές ἔχουν οί γαλαξίες καί ποιές είναι οί διαστάσεις τους;
- 7) Ὄνομάστε δύο γαλαξίες πού ἀνήκουν στήν τοπική ὀμάδα γαλαξιδῶν.

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

Κατά τίς ἀσέληνες νύχτες, ὅταν θρυσκόμαστε μακριά ἀπό τά φῶτα τής πόλης, βλέπουμε καθαρά, ὅτι ὁ οὐρανός διασχίζεται ἀπό μιὰ ἀκανόνιστη, φωτεινή καί νεφελώδη ζώνη, πού οί ἀρχαίοι Ἑλλη-νες τήν ὀνόμασαν **Γαλαξία** ἀπό τή γαλακτόχρωμη ὄψη της.

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 τής ὕλης ἀπό άτομα. Εἶπε: «ὁ γαλαξίας ἐστί πολλῶν καί μικρῶν καί συνεχῶν ἀστέρων, συμφωτιζομένων ἀλλήλοις, συναγασμός διά τήν πύκνωσιν» ἤτοι δηλαδή πού λέγει καί ή σύγχρονη Ἀστρονομία γιά τή σύσταση τοῦ Γαλαξία.

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

Συμβαίνει ἐδῶ κάτι ἀνάλογο, μέ κείνο πού γίνεται, ὅταν θρυσκόμαστε μέσα στό δάσος. Τότε, τά κοντινά σέ μᾶς δέντρα, μᾶς περιβάλλουν ἀπό ὄλα τά μέρη καί φαίνονται ξεχωριστά τό καθένα. Τά δέντρα ὁμως, πού θρυσκονται μακριά μας, δέν μπορούμε νά τά ξεχωρίσουμε. Τά βλέπουμε νά σχηματίζουν γύρω μας ἕνα ἄμορφο σύνολο, ὅπου συγχέονται οί κορμοί, τά κλαδιά καί τά φυλλώματά τους, ἀποτελοῦν δηλαδή ἕνα ἀκαθόριστο σύνολο.

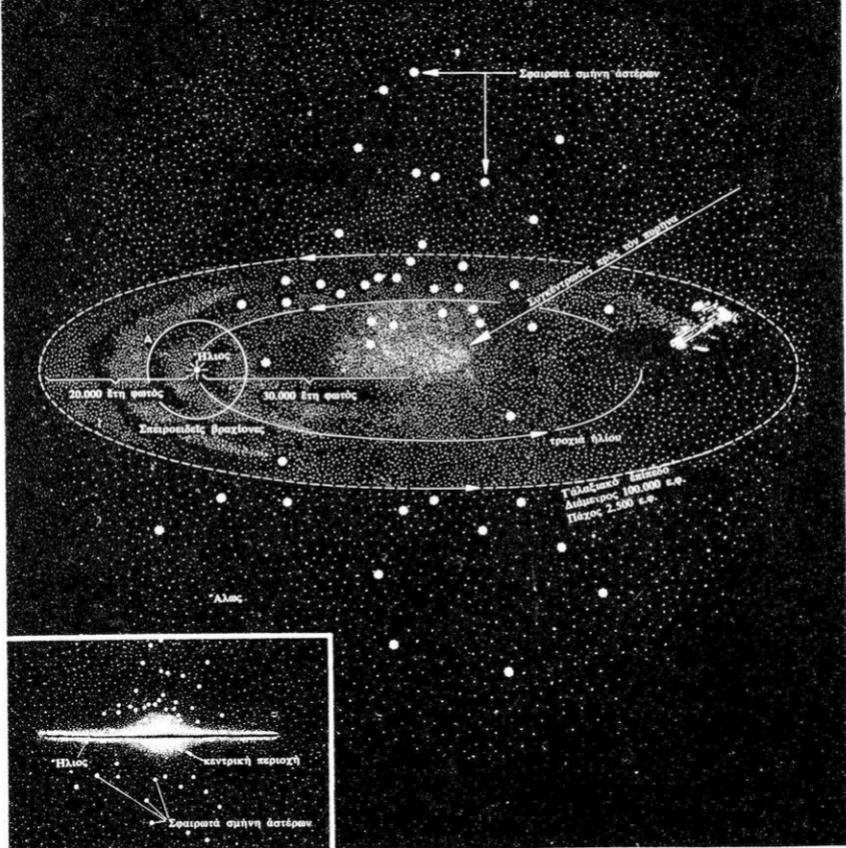
Κατά τόν ἴδιο τρόπο, ὅλοι οἱ ἀστέρες, πού φαίνονται σκορπισμένοι στόν οὐρανό, εἶναι οἱ κοντινοί μας ἀστέρες τοῦ γαλαξία καί ἀντιστοιχοῦν μέ τά κοντινά μας δέντρα τοῦ δάσους. Ἐξάλλου ἡ φωτεινή γαλακτόχρωμη ζώνη εἶναι τά μακρινά σέ μᾶς πλήθη ἀστέρων καί ἀντιστοιχοῦν στά μακρινά δέντρα τοῦ δάσους. Εἶναι τά πλήθη τῶν ἀστέρων, πού εἶναι τόσο πυκνά, ἀλλά καί τόσο μακριά ἀπό μᾶς, ὥστε νά βλέπουμε μόνο τήν ἀσπρειδερή τους ἀνταύγεια. Ὁ γαλαξίας δέν εἶναι μιά σφαῖρα, πού στό κέντρο της θρῖσκεται ἡ γῆ, ὥστε ὅλος ὁ οὐρανός νά ἔχει τή γαλακτόχρωμη ὄψη. 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 ἔρευνες, πού ἄρχισε πρῖν διακόσια χρόνια ὁ W. Herschel (Οὐίλ. Ἡρσελ) καί συνεχίστηκαν ὡς σήμερα ἀπό πολλούς ἐπιφανεῖς ἀστρονόμους, ἀποδεικνύεται ὅτι ὁ γαλαξίας μας εἶναι ἕνα πελώριο συγκρότημα ἀπό ἀστέρες, νεφελώματα καί μεσοαστρική ὕλη, ὅπως εἶναι ὅλοι οἱ ἄλλοι γαλαξίες, καί ὅτι ἀνήκει στούς σπειροειδεῖς γαλαξίες.

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

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

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

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

Καθορίστηκε ή θέση του ήλιου και της γης μέσα στο γαλαξία μας και δρεθήκε 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 ἑλλειψοειδοῦς 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**.

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

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

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

Ὁ ἥλιος μας, σάν ἀστέρας τοῦ γαλαξία, δέν εἶναι μόνος. Γύρω ἀπό αὐτόν κινοῦνται, σέ διάφορες ἀποστάσεις, ἑννέα, σχετικὰ 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: **Ἑρμῆς, Ἀφροδίτη, Γῆ, Ἄρης, Ζεὺς, Κρόνος, Οὐρανός, Ποσειδῶν καί Πλούτων**.

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

Ἐκτός ἀπό τόν Ἑρμῆ, τήν Ἀφροδίτη καί τόν Πλούτωνα γύρω ἀπό τοὺς ἄλλους πλανῆτες κινοῦνται ἕνα ἢ περισσότερα σώματα, μικρότερα τους, πού ὀνομάζονται **δορυφόροι τῶν πλανητῶν**. Ἡ **σελήνη** εἶναι ὁ μοναδικός δορυφόρος τῆς γῆς. Γύρω ἀπό τόν ἥλιο, ἐκτός ἀπό τοὺς πλανῆτες καί τοὺς δορυφόρους τους, κινοῦνται καί μερικές δεκάδες ἄλλα σώματα, πού, ἐπειδὴ ἔχουν σχῆμα στενόμα-

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

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

Η **μάζα τής γής** μετρήθηκε μέ ακρίβεια και βρέθηκε ίση μέ $5,5 \times 10^{21}$ ($5,5 \times 6$ εκατομ.) τόνους. Άφου γνωρίζουμε ότι ή μάζα του ήλιου είναι 330.000 φορές μεγαλύτερη από τή μάζα τής γής, συμπεραίνουμε ότι ή μάζα του ήλιου είναι ίση μέ 1.815^{27} τόνους (1.8 περίπου δεκάκις εκατομ. τόνους).

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

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

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

5. Όνομασία, λαμπρότητα και πλήθος αστερων οὐρανογραφία.

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

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

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

Άπό τούς άστέρες μόνο οί 30 λαμπρότεροι ἔχουν ἰδιαίτερο ὄνομα, συνήθως ἑλληνικό, ὅπως ὁ Ἄρκτοῦρος (ὁ ὀδηγός τῆς Ἄρκτου), ἡ ἀραβικό¹, ὅπως ὁ Ἄλταρ (πετάμενος ἀετός).

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

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

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

Οἱ ἀρχαῖοι Έλληνες άστρονόμοι, καί κυρίως ὁ Ἴππαρχος καί ὁ Πτολεμαῖος, ταξινομήσαν τούς άστέρες, ἀνάλογα μέ τή λαμπρότητά

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

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

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

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

Μέ μαθηματικές πράξεις δρέθηκε πώς ό άστέρρας ενός μεγέθους είναι 2.512 φορές λαμπρότερος από εκείνους πού άνήκουν στο άμέσως επόμενο άκέραιο μέγεθος.

Μέ τά τηλεσκόπια βλέπουμε άστέρες πολύ πιά άμυδρούς από αυτούς πού βλέπουμε μέ γυμνό μάτι. Μπορούμε άκόμα μ' αυτά, άνάλογα μέ τή διάμετρο του άντικειμενικού φακού ή του κατόπτρου τους, νά φωτογραφίζουμε άστέρες πού άνήκουν μέχρι καί στο 24ο μέγεθος.

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

Φυσικό είναι ή μετάδραση από μέγεθος σέ μέγεθος νά μή γίνεται άπότομα. Υπάρχει πάντα μιá κλιμάκωση στή λαμπρότητα. Μέ κατάλληλα φωτόμετρα μπορούμε νά μετρήσουμε μέ ακρίβεια τή λαμπρότητα καθενός άστέρρα καί νά τήν καθορίσουμε όχι μόνο σέ άκέραιο μέγεθος, αλλά καί σέ δέκατα αυτού. Έτσι ό άστέρρας *Λαμπαδίας* (α του άστερισμού του Ταύρου) έχει μέγεθος 1,1, ενώ ό *Πολυδεύκης* (δ 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. (δ α της Λύρας) έχει μέγεθος 0,1 καί ή *Αίξ* (α του Ήνιόχου) 0,1.

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

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

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

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

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

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

» » 12ο » » $2 \cdot 10^6$
» » 21ο » » $2 \cdot 10^9$



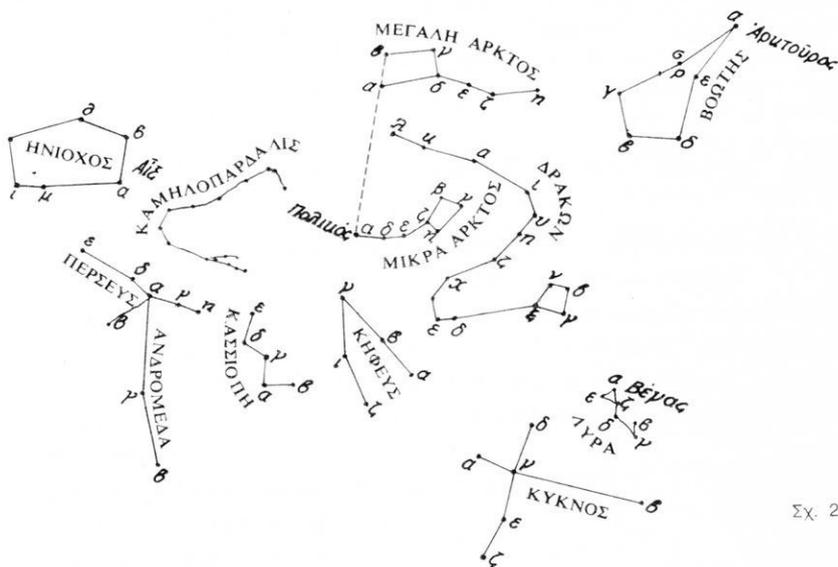
Μέχρι σήμερα ἔχει καταγραφεῖ σέ καταλόγους μεγάλο πλῆθος ἀστέρων καί συνεχίζεται ἡ καταγραφή νέων. Μέ τὴ βοήθεια τῶν καταλόγων αὐτῶν συντάσσονται χάρτες καί ἄτλαντες τοῦ οὐρανοῦ μέ μεγάλη ἀκριβεία.

Οἱ πιά ἀπλοὶ χάρτες περιέχουν τίς θέσεις πού θρῖσκονται οἱ λαμπρότεροι ἀστέρες τῶν ἀστερισμῶν καθὼς καί τὰ χαρακτηριστικὰ γράμματα μέ τὰ ὅποια ὀνομάζονται οἱ ἀστέρες αὐτοὶ (βλ. χαρ. 1 καί 2 στό τέλος τοῦ βιβλίου).

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

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

Ὁ πολιζὸς ἀστέρας χρησιμεύει στὸν προσανατολισμὸ κατὰ τὴ νύχτα. Βλέποντάς



ΣΧ. 2.

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

Ὁ πολικός ἀστéρας εἶναι ἕνας ἀπό τούς ἑφτά ἀστéρες τῆς **Μικρῆς Ἄρκτου** καί μάλιστα ὁ α. Οἱ ἀστéρες αὐτοὶ σχηματίζουν σχῆμα ὁμοίο μέ τό σχῆμα τῆς Μεγάλῆς Ἄρκτου, ἀλλά μικρότερο καί ἀντίθετο σέ σχέση μ' αὐτή. Οἱ ἀστéρες τῆς Μικρῆς Ἄρκτου εἶναι ἀμυδροὶ, ἐκτός ἀπό τόν πολικό καί τούς β καί γ πού εἶναι 2ου μεγέθους.

Μεταξὺ τῆς Μεγάλῆς καί τῆς Μικρῆς Ἄρκτου ὑπάρχει μιά σειρά ἀστéρων σέ τεθλασμένη γραμμῇ, πού καταλήγει σέ τετράπλευρο. Εἶναι ὁ ἀστερισμὸς τοῦ **Δράκοντος**. Ἄν προεκτείνουμε ἀκόμα περισσότερο τή γραμμῇ β-α τῆς Μεγάλῆς Ἄρκτου, πού ὀδηγεῖ στόν Πολικό ἀστéρα, συναντοῦμε τόν ἀστερισμὸ τοῦ **Κηφέως**. Ἄν συνδέσουμε τόν δ τῆς Μεγάλῆς Ἄρκτου μέ τόν Πολικό καί προεκτείνουμε τή γραμμῇ, θρῖσκουμε τόν ἀστερισμὸ τῆς **Κασσιόπης**. Οἱ ἀστéρες του α, β, γ, δ καί ε εἶναι ὅλοι λαμπροὶ, 2ου καί 3ου μεγέθους, καί σχηματίζουν τό γράμμα W.

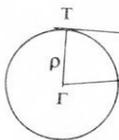
Ἐκτός ἀπό τούς ἕξι αὐτοὺς ἀστερισμοὺς, πού εἶναι ἀειφανεῖς γιά τήν Ἑλλάδα, μέ τή βοήθεια τοῦ σχήματος ¹, θρῖσκουμε τούς λαμπροὺς ἀστερισμοὺς τοῦ **Βοώτου** μέ τόν ἀστéρα **Ἄρκτουρο**, τοῦ 1ου μεγέθους, στήν προέκταση τῆς γραμμῆς ζ - η τῆς

1. Τόν πρῶτο κατάλογο ἀστéρων συνένταξε ὁ μεγάλος Ἕλληνας ἀστρονόμος τῆς ἀρχαιότητος Ἴππάρχος, περιλάμβανε 1022 ἀστéρες ἀπό τούς λαμπρότερους τοῦ οὐρανοῦ.

οὐράς τῆς Μεγάλης Ἄρκτου· τῆ **Λύρα** μέ τό λαμπρότερο ἀστέρα στό δόρειο ἡμισφαίριο, τό **Βέγα**, καί τόν **Κύκνο**, πού ὁ ἀστέρας του α εἶναι τοῦ Ἴου μεγέθους, καί τοὺς δύο αὐτοὺς ἀστερισμοὺς τοὺς δοῖσκουμε πρὸς τό μέρος τοῦ Κηφέως καί τοῦ Δράκοντος· τόν **Περσέα** καί τήν Ἄνδρομέδα, λαμπροὺς ἀστερισμοὺς, πέρα ἀπό τήν Κασσιόπη· τέλος τόν **Ἡνίοχο** μέ τό λαμπρό τοῦ ἀστέρα α, τήν **Αἴγα**, πέρα ἀπό τήν Καμηλοπάρδαλη. Μέ ὅμοιο τρόπο καί μέ τή δοῖθηθεια τῶν χαρτῶν μποροῦμε νά βροῦμε καί νά ἀναγνωρίσουμε ὄλους τοὺς ἀστερισμοὺς πού εἶναι ὁρατοί ἀπό τήν Ἑλλάδα.

6. Ἀποστάσεις καί κινήσεις τῶν ἀστέρων. Ἀστρονομική μονάδα.

Παίρνουμε ἓνα σημεῖο T ἑνὸς τόπου στήν ἐπιφάνεια τῆς γῆς (σχ. 3) καί ὀνομάζουμε Γ καί H τά κέντρα τῆς γῆινης καί τῆς ἡλιακῆς σφαίρας ἀντίστοιχα. Ἡ θέσις τοῦ ἡλίου H , σέ σχέση μέ τόν τόπο T , ὀρίσθηκε πάνω στόν ὀρίζοντα, γιατί τότε τό τρίγωνο ΓTH εἶναι ὀρθογώνιο. Ὀνομάζουμε



Σχ. 3.

ὀριζόντια παράλλαξι τοῦ ἡλίου τή γωνία $\Theta H \Gamma = \omega$ μέ τήν ὁποία φαίνεται ἡ ἀκτίνα τῆς γῆς, $\Gamma T = \rho$, ἀπό τό κέντρο τοῦ ἡλίου H .

Ἄν ὀνομάσουμε a τήν ἀπόσταση $H \Gamma$ τοῦ ἡλίου ἀπό τή γῆ, τότε ἀπό τό ὀρθογώνιο τρίγωνο ΓTH ἔχουμε $\rho = a \eta \mu \omega$, ἢ

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

Ἐπομένως, ἂν γνωρίζουμε τήν ὀριζόντια παράλλαξι ω τοῦ ἡλίου, μποροῦμε νά βροῦμε τήν ἀπόσταση τοῦ a ἀπό τή γῆ, διότι ἡ ἀκτίνα ρ τῆς γῆινης σφαίρας εἶναι γνωστή.

Ὑστερα ἀπό ἐπιμελημένες μετρήσεις μέ διάφορους τρόπους βρέθηκε ὅτι ἡ ω εἶναι ἴση μέ $8''{,}8$. Ἐπειδή ὁμως ἡ γωνία αὐτή εἶναι πολύ μικρή, μποροῦμε στή σχέση (1) ἀντί $\eta \mu \omega$ νά πάρουμε τή γωνία ω , ἀρκεῖ νά μετατρέψουμε τά δευτερόλεπτα τοῦ τόξου σέ ἀκτίνια.

Ἔτσι ἡ (1) τελικά γίνεται:

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

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

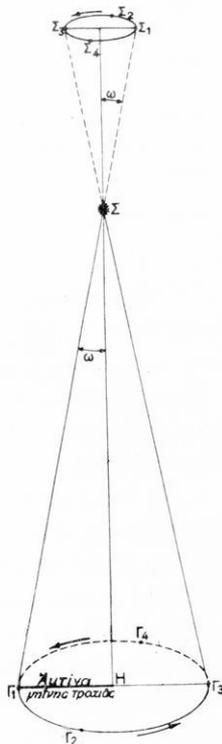
$$\alpha = 149.504.312 = 149.5 \times 10^6 \text{ km} \quad (3)$$

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, H εἶναι ὁ ἥλιος καὶ $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \dots, \Gamma_i$ ἡ τροχιά τῆς γῆς γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο. Τὰ σημεῖα $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \dots$ δείχνουν τὶς διάφορες θέσεις τῆς γῆς στὴν τροχιά της γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο, κατὰ τὴν ἐτήσια περιφορὰ της. Ἐὰν Σ εἶναι ἡ θέση κάποιου ἀστέρα στὸ χῶρο, τότε ἀπὸ τὴν θέσιν Γ_1 τῆς γῆς ὁ ἀστέρας αὐτὸς προβάλλεται στὸν οὐρανὸ στὴν θέσιν 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 $\Sigma_1\Sigma_2\Sigma_3 \dots \Sigma_i$ στὸν οὐρανὸ. Ἡ τροχιά αὐτὴ ὀνομάζεται **παραλλαξιακὴ τροχιά τοῦ ἀστέρα Σ** .

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

Ἡ γωνία ω , πού σχηματίζουν οἱ πλευρὲς $\Sigma\Gamma_1$ καὶ ΣH τοῦ ὀρθογώνιου τριγώνου $\Gamma_1 H \Sigma$, 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 άστερα μπορούμε εύκολα να βρούμε την απόστασή του από τη γη, διότι από το ορθογώνιο τρίγωνο Γ₁ΗΣ (σχ. 4) έχουμε:

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

$$Γ_1Σ = \frac{ΗΓ_1}{\eta\mu\omega}$$

Γνωρίζουμε όμως, ότι η ΗΓ₁ είναι η απόσταση της γης από τον ήλιο και είναι ίση με 149,5 x 10⁶ km, δηλαδή η «αστρονομική μονάδα» των αποστάσεων. Έτσι, αν γνωρίζουμε την παράλλαξη κάποιου άστερα, μπορούμε να βρούμε την απόστασή του από τη γη.

Παρσέξ ονομάζουμε την απόσταση, στην οποία ένας άστερας παρουσιάζει παράλλαξη ίση με 1". Την απόσταση αυτή χρησιμοποιούμε πολύ συχνά σαν μονάδα μέτρησης των αποστάσεων. Η ονομασία παρσέξ προκύπτει από τη σύντμηση των λέξεων: παράλλαξη και σεζόντ (δευτερόλεπτο).

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

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

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

Αποστάσεις και απόλυτο μέγεθος άστερων. Ο άστερας πού παρουσιάζει τη μεγαλύτερη γνωστή παράλλαξη, ίση με 0'',764, και τη μικρότερη απόσταση από τη γη, είναι ο λεγόμενος **έγγυτατος**. Είναι άμυδρος άστερας και ανήκει στο 11ο μέγεθος, παράλληλα είναι «συνοδός» του λαμπρού άστερα α του Κενταύρου, πού απέχει από τη γη 4.3 ε.φ. ή 1.31 παρσέξ.

Η λαμπρότητα πού παρουσιάζουν οί άστερες 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 άστερας 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 άμυδρος, γιατί απέχει πολύ από τη γη.

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

θός τους, αλλά ή λαμπρότητα πού θά είχαν, άν όλοι θρίσκονταν 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.**

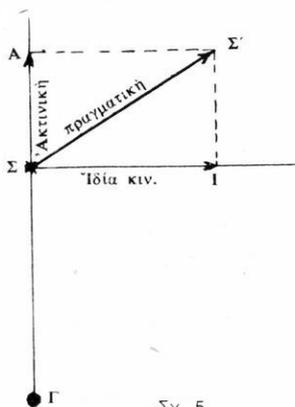
Πραγματικές κινήσεις των άστέρων. Πρίν από τρεις αιώνες όλοι πίστευαν ακόμα, ότι οί άστέρες δέν κινούνται. Γι' αυτό και οί άρχαίοι Έλληνες τούς ονόμασαν **άπλανεις**, γιά νά τούς ξεχωρίζουν από τούς πέντε γνωστούς τότε πλανήτες, πού φαίνονταν νά κινούνται ανάμεσα στους άπλανεις.

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

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

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

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



Σχ. 5.

ροῦμε μέσα στο δάσος, ἔχουμε τὴν ἐντύπωση ὅτι τὰ δένδρα, πρὸς τὰ ὅποια κινούμαστε, «ἀνοίγουν», ἐνῶ ἀντίθετα ἐκεῖνα ποὺ ἀφήνουμε πίσω μας, ὅτι συγγλίνουν μεταξύ τους, ἔτσι καὶ οἱ γειτονικοὶ στὸν ἥλιο ἀστέρες, μὲ τὸ πέρασμα αὐτοῦ ἀνάμεσά τους, «ἀνοίγουν» καὶ συνέχεια ἀπομακρύνονται ὁ ἕνας ἀπὸ τὸν ἄλλο, ἐνῶ ὅσοι βρίσκονται στὴν ἀντίθετη κατεύθυνση φαινομενικά πλησιάζουν ὁ ἕνας τὸν ἄλλο. Ἐμεῖς ἀπὸ τὴ γῆ, ποὺ ἀκολουθεῖ τὸν ἥλιο, βλέπουμε πραγματικά τίς κινήσεις αὐτῶν τῶν ἀστέρων. Τὸ σημεῖο τοῦ οὐρανοῦ, πρὸς τὸ ὁποῖο κατευθύνεται ὁ ἥλιος, ὀνομάζεται **ἄπῃξ**, ἐνῶ τὸ σημεῖο ἀπὸ τὸ ὁποῖο ἀπομακρύνεται ὀνομάζεται **ἀντάπῃξ**.

Ἑρωτήσεις

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

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

25) Τι όνομάζουμε μεταβατική κίνηση του ήλιου;

26) Τι όνομάζεται άπυξ και τί άντάπυξ;

7. Φυσική κατάσταση και εξέλιξη τών αστέρων.

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

Μέ τόν ίδιο τρόπο διαπιστώθηκε ότι και οί αστέρες παρουσιάζουν διάφορα χρώματα, πού είναι συνάρτηση τής θερμοκρασίας τους. Έτσι, καθώς προχωρούμε από τούς θερμότερους προς τούς λιγότερο θερμούς, διακρίνουμε τούς αστέρες σέ: **κυανόλευκούς, λευκούς, λευκοζίτρινούς, ζίτρινούς, χρυσοζίτρινούς, έρυθρούς και βαθιά έρυθρούς** αστέρες.

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

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

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

Τέλος από τό φάσμα τών αστέρων, αλλά και μέ άλλες μεθόδους, είναι δυνατό νά θρούμε τή θερμοκρασία τής επιφάνειάς τους, πού κυμαίνεται γενικά μεταξύ 50.000⁰ και 3.000⁰ K.

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

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

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

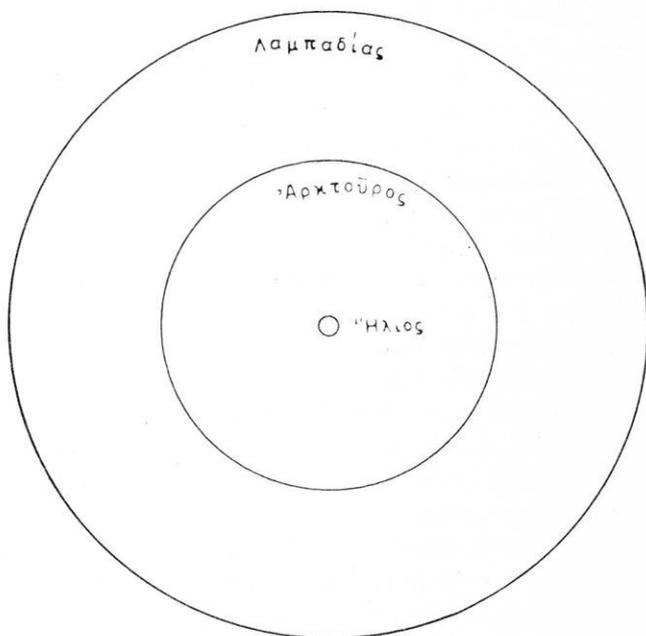
3. **Ἀστέρες ἰονισμένου ἀσβεστίου**. Στό φάσμα τους ἐπικρατοῦν πιά πολύ οἱ γραμμές τοῦ ἰονισμένου ἀσβεστίου καί μετά τοῦ ὕδρογόνου. Ἡ θερμοκρασία τους εἶναι χαμηλότερη ἀπό 8.000° K καί τό χρώμα τους εἶναι κίτρινο. Σ' αὐτούς ἀνήκει ὁ Προκύων (α τοῦ Μικροῦ Κυνός).

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

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

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

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



Σχ. 6. Σύγκριση τοῦ ἡλιου (νάνου ἀστέρα) μετὰ τοὺς γίγαντες ἀστέρες Ἄρκτουρο καὶ Λαμπαδία.

Τελευταία πέτυχαν νά μετρήσουν καί κατευθεῖαν τή διάμετρο ἀπλανῶν ἀστέρων με εἰδικό **συμβολόμετρο**. Ἔτσι ἀποτύπωσαν σάν κυκλικό δίσκο τὸν Μπετελγκές τοῦ Ὁρίωνα.

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

Ὀνομάζονται **γίγαντες** οἱ ἀστέρες, πού ἔχουν διάμετρο 10 ὡς 100 φορές μεγαλύτερη ἀπὸ τή διάμετρο τοῦ ἡλίου, καί **ὑπεργίγαντες**

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

Μεταξύ των υπεργigάντων συγκαταλέγεται και ο αστέρας ε του Ήνιόχου, που, ενώ φαίνεται σαν αστέρας 3ου μεγέθους, έχει διάμετρο 2.000 φορές μεγαλύτερη από την ήλιακή και όγκο 8×10^9 μεγαλύτερο από τον όγκο του ήλιου.

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

Από τους περιοδικούς μεταβλητούς πολλοί συμπληρώνουν τη φωτεινή τους κύμανση σε λίγες ώρες ή λίγες ημέρες και ονομάζονται **μεταβλητοί βραχείας περιόδου** ή **κηφείδες**, διότι αντιπροσωπευτικός αστέρας αυτού του τύπου θεωρείται ο δ του Κηφέως, με κύμανση από το μέγεθος 3,7 μέχρι το 4,5 σε χρονικό διάστημα 5 ημ. και 7 ώρες.

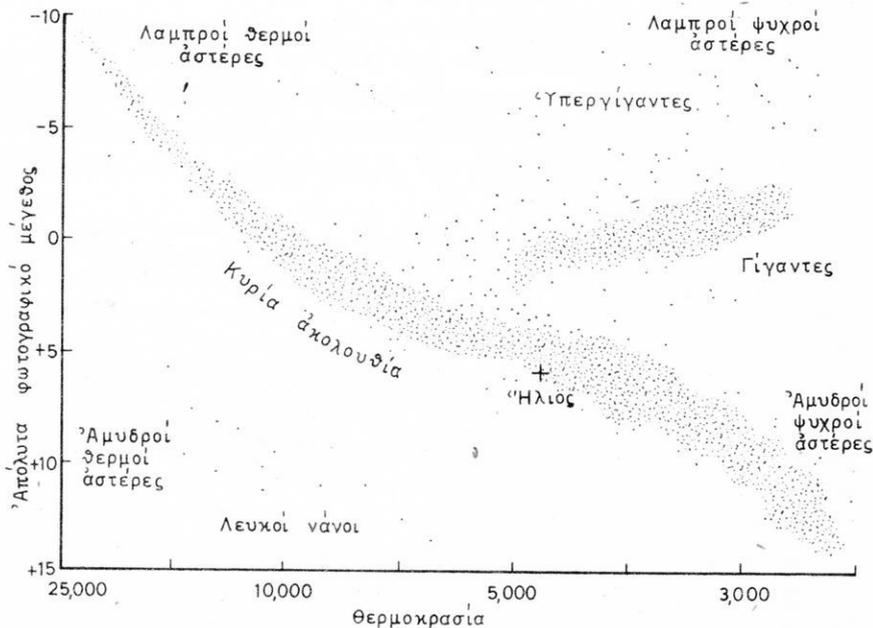
Άλλοι πάλι έχουν μεγάλη περίοδο από 50 μέχρι 700 ημέρες. Γι' αυτό λέγονται **μεταβλητοί μακράς περιόδου**. Τέτοιος είναι ο αστέρας ο του Κήτους, που λέγεται και **θαυμάσιος** (mira).

Στους ανώμαλους μεταβλητούς υπάρχουν μερικοί αστέρες που παρουσιάζουν τα εξής φαινόμενα. Αστέρες, που ανήκουν στο 16ο μέγεθος και πάνω, δηλαδή πολύ αμυδροί, ξαφνικά μέσα σε λίγες μέρες ή ώρες γίνονται πολύ λαμπροί, τόσο που πολλές φορές φαίνονται και με γυμνό μάτι σαν αστέρες πρώτου μεγέθους. Μετά από μερικές όμως ημέρες ή λαμπρότητά τους ελαττώνεται και σιγά σιγά

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

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

Άλλοι πάλι περιοδικοί μεταβλητοί, βραχείας και μακρῶς περιόδου, καθώς και οί άνωμαλοί, είναι πιθανό, ότι βρίσκονται σε μία συνεχή διαστολή και συστολή· *π ά λ λ ο ν τ α ι*. Γι' αυτό, όταν



Σχ. 7. Τό διάγραμμα Hertzsprung — Russell.

έχουν τό μεγαλύτερο ὄγκο τους, παρουσιάζουν τό μέγιστο τῆς λαμπρότητάς τους, ἐνῶ, ὅταν ἔχουν τόν πίο 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 θερμὴ ὕλη τους. Οἱ «ὑπερνέοι» γίνονται ὡς 100.000.000 φορές λαμπρότεροι.

Διάγραμμα Χέρτσπρουγγ – Ράσελ. Ὁ Δανὸς ἀστρονόμος Hertzsprung (Χέρτσπρουγγ) καί ὁ Ἀμερικανὸς Russell (Ράσελ) βρῆκαν ὅτι, ἂν ἐξεταστεῖ τό ἀπόλυτο μέγεθος τῶν ἀστέρων, πού συνδέεται μέ τίς πραγματικές διαστάσεις τους, καί συσχετιστεῖ μέ τούς φασματικούς τύπους τους, πού φανερώνουν τίς θερμοκρασίες καί τὴ φυσικοχημικὴ κατάστασή τους, τότε προκύπτει, ὅτι μεταξύ τῶν δύο αὐτῶν χαρακτηριστικῶν στοιχείων τῶν ἀστέρων ὑπάρχει σχέσηη που φανερώνει καί τὴν ἐξέλιξή τους.

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

Εξέλιξη τῶν ἀστέρων. Σήμερα δεχόμαστε, ὅτι οἱ ἀστέρες γεννιοῦνται ἀπό τὴ συμπύκνωση μεσοαστρικῆς ὕλης. Ὅσο αὐξάνει ἡ θερμοκρασία τους αὐξάνουν στὸν ὄγκο, γίνονται ἐρυθροὶ γίγαντες καί στή συνέχεια ἐρυθροὶ ὑπεργίγαντες. Ἀργότερα ἀρχίζει ἡ συστολή τους καί συνεχίζουν νά συμπυκνώνονται, ὥστε σιγά σιγά νά προχωροῦν στὰ ἄλλα στάδια τῆς ἐξέλιξης τῶν ἀστέρων.

Μέ τὰ δεδομένα αὐτὰ υπολογίζεται, ὅτι οἱ ἀστέρες ἔχουν διαφορετικὴ ἡλικία. Ἐτοὶ 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 ζῆσει μέχρι τὴν ἀρὰ δισεκατομμύρια ἔτη. Γενικά πιστεύεται ὅτι ἀκόμα καί σήμερα γεννιοῦνται συνέχεια νέοι ἀστέρες στοὺς τόπους ὅπου ὑπάρχει ἀρκετὴ μεσοαστρικὴ ὕλη.

8. Ἀστρική συστήματα.

Διπλοὶ ἀστέρες ὀνομάζονται οἱ ἀστέρες, πού, ἐνῶ φαίνονται συνήθως μέ γυμνὸ μάτι ὡς ἄπλοῖ, μέ τό τηλεσκόπιο ἀναλύονται, καθένας σέ δύο ἀστέρες, πού φαίνονται ὅτι δορῖσκονται ὁ ἕνας κοντὰ

στόν άλλο. Τά 25 % περίπου τών άστέρων εΐναι διπλοί.

Επιμελείς παρατηρήσεις άπέδειξαν, ότι περισσότεροι άπό τούς διπλούς άστέρες εΐναι **φυσικά ζεύγη** άπό άστέρες μέ διαφορετική μάζα, μέ άποτέλεσμα εκείνος ό άστέρας πού έχει τή μικρότερη μάζα νά κινείται γύρω άπό τό μεγαλύτερό του. Άκριθέστερα καί οι δύο άστέρες κινούνται γύρω άπό τό κοινό κέντρο τής μάζας τους. Ό μικρότερος άστέρας όνομάζεται **συνόδός**.

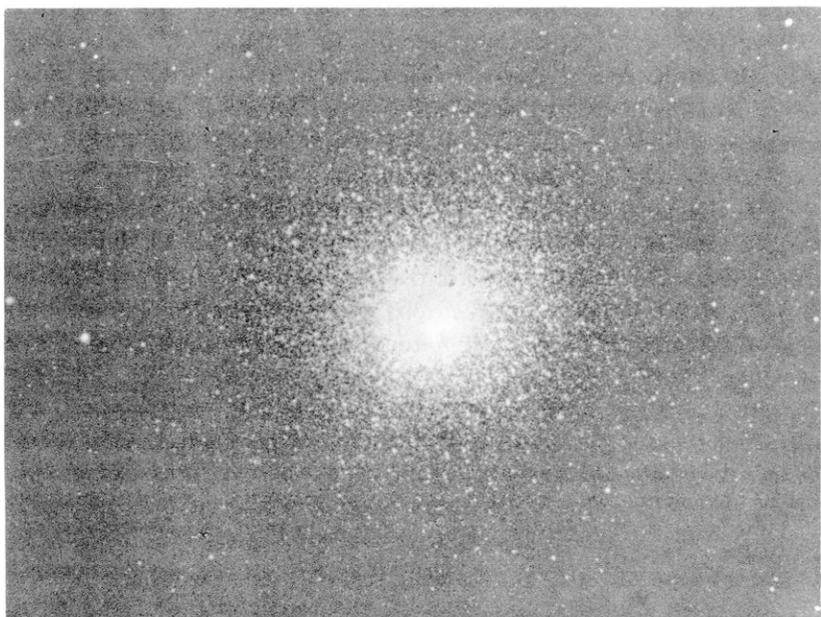
Γιά 500 περίπου άστέρες γνωρίζουμε τά πλήρη στοιχεία τής τροχιάς του συνόδου γύρω άπό τόν κεντρικό άστέρα. Ό χρόνος τής περιφοράς του συνόδου, γύρω άπό τόν μεγαλύτερο, πού όνομάζεται **π ε ρ ί ο δ ο ς**, θρίσκεται μέ τήν παρατήρηση καί μπορεΐ νά εΐναι ίσος μέ μερικές εκατοντάδες ήμέρες ή καί όλόκληρους αΐωνες.

Πολλές φορές ό συνόδός ενός διπλού άστέρα εΐναι άόρατος, είτε γιατί θρίσκεται πολύ κοντά στόν κύριο άστέρα είτε γιατί εΐναι πολύ άμυδρός. Τότε ή ύπαρξη του διαπιστώνεται άπό τίς άνωμαλίες, πού παρουσιάζει ό κύριος άστέρας κατά τήν κίνηση του στό διάστημα. Έξάλλου πολλές φορές διαπιστώνεται ή παρουσία του συνόδου μέ τό φασματοσκόπιο, διότι ό διπλός άστέρας παρουσιάζει περιοδικό διπλασιασμό στίς γραμμές του φάσματός τους. Γι' αυτό οι άστέρες αυτοί όνομάζονται **φασματοσκοπικός διπλοί**.

Όπως δύο άστέρες άποτελοΐν ένα διπλό, έτσι καί τρεις άστέρες άποτελοΐν ένα **τριπλό άστέρα**. Η φαινόμενη άπόσταση του τρίτου άστέρα άπό τούς δύο άλλους, πού άποτελοΐν διπλό, εΐναι δυνατό νά φθάνει τά 2'. Κατά τόν ίδιο τρόπο έχουμε πολλούς **τετραπλούς άστέρες**. Σ' αυτούς οι τέσσερες άστέρες άποτελοΐν συνήθως δύο ζεύγη σέ άπόσταση μέχρι 3'. Υπάρχουν καί πολύ λίγοι **πενταπλοί άστέρες**, άνάμεσα στους όποιους ό λαμπρότερος εΐναι ό ε τής Λύρας. Επίσης έχουμε καί συστήματα **πολλαπλών άστέρων**.

Εκτός άπό τά συστήματα αυτά πού άποτελοΐνται άπό λίγους άστέρες, υπάρχουν καί συστήματα μέ πολλά μέλη. Αυτά όνομάζονται γενικά **άστρικά σμήνη**, καί χωρίζονται στά **άνοικτά** καί τά **σφαιρωτά**.

Τά **άνοικτά σμήνη** άποτελοΐνται συνήθως άπό μερικές δεκάδες ή καί εκατοντάδες άστέρες, διασκορπισμένους χωρίς τάξη σέ μικρό σχετικά χώρο του ουρανού. Εΐναι γνωστά 334 τέτοια σμήνη, πού θρίσκονται σέ άπόσταση άπό μᾶς 100 ως 15.000 ε.φ., ενώ ή διάμετρος του χώρου πού καταλαμβάνει τό καθένα κυμαίνεται άπό 10



Εικ. 6. Τό σφαιρωτό σμήνος του Ἡρακλέους.

ἔως 50 ε.φ. Τά σπουδαιότερα σμήνη εἶναι οἱ **Πλειάδες** (Πούλια), οἱ **Ύαδες** καί ἡ **Φάνη**, ὄρατά μέ γυμνό μάτι.

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

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

τός από εκείνους που βρίσκονται στο κέντρο του σμήνους και είναι αδύνατο να μετρηθούν εξαιτίας της μεγάλης πυκνότητάς τους. Το σμήνος αυτό απέχει από 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** αντιστοιχούν οι αστέρες που βρίσκονται στους πυρήνες των γαλαξιών και στα σφαιρωτά σμήνη. Στόν **αστρικό πληθυσμό II** αντιστοιχούν οι αστέρες που συγκροτούν τους βραχίονες των γαλαξιών και τὰ άνοικτά σμήνη.

Ἐρωτήσεις

- 27) Τί χρώματα ἔχουν οἱ αστέρες;
- 28) Μὲ τὴ φασματικὴ ἀνάλυση τί μπορούμε νὰ βροῦμε στοὺς αστέρες;
- 29) Πῶς ταξινομοῦνται οἱ αστέρες σχετικὰ μὲ τὴ διάμετρό τους;
- 30) Τί εἶναι οἱ μεταβλητοὶ αστέρες καὶ πῶς ταξινομοῦνται;
- 31) Πῶς μπορούμε νὰ βροῦμε τὰ ἀπόλυτα μεγέθη ἢ τίς θερμοκρασίες τῶν ἀστέρων;
- 32) Στὰ φυσικά ζεύγη πῶς γίνεται ἡ κίνηση τῶν δύο ἀστέρων τους;
- 33) Ἐκτός ἀπὸ τοὺς διπλοὺς αστέρες, τί ἄλλα συστήματα ἀστέρων ἔχουμε;
- 34) Τί εἶναι τὰ ἀστρικά σμήνη καὶ πῶς ξεχωρίζουν τὰ άνοικτά ἀπὸ τὰ σφαιρωτά;

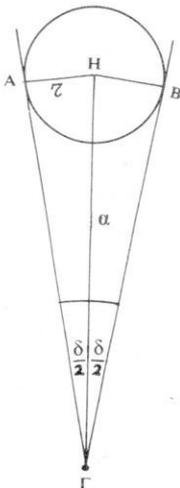
ΗΛΙΟΣ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

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

Η σφαιρικότητα του ήλιου εξηγείται από τή θραδεία περιστροφή του.

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

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



Σχ. 8.

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

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

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

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

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

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

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

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

Ηλιακή ενέργεια και λαμπρότητα του ήλιου. Μετρήσεις τής λαμπρότητας του ήλιου απέδειξαν, ότι ό ήλιος είναι $12 \cdot 10^{10}$ φορές λαμπρότερος από ένα αστέρα α μεγέθους και $23 \cdot 10^7$ φορές λαμπρότερος από τό φώς όλων των αστέρων. Γι' αυτό εξέλλου τους αποκορύβει κατά τή διάρκεια τής ημέρας. Τέλος ό ήλιος είναι $56 \cdot 10^4$ φορές λαμπρότερος από τήν πασέληνο.

Ο ήλιος φαίνεται τόσο λαμπρός, εξαιτίας τής μικρής σχετικά απόστασής του από τή γη, σέ σύγκριση βέβαια μέ τους άλλους αστέρες. "Αν όμως μεταφερόταν σέ απόσταση ίση μέ 10 παρσέκ, τότε θά φαινόταν ως άμυδρός αστέρας 5ου μεγέθους περίπου. Για τήν ακρίβεια τό απόλυτο μέγεθος του ήλιου είναι +4,8.

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

του. Αυτό μαρτυρεί, ότι η ήλιακή σφαίρα περιβάλλεται από ατμόσφαιρα, που απορροφά τό φῶς 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 καιροῦς 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 ὅμως 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 ὑπαρξη τοῦ ἡλίου, ἔχει μετρηθεῖ μέ πολλές μεθόδους καί ὁρέθηκε $4,5 \cdot 10^9$ 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 (Βάιτσοζαϊκερ) 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 δί-

νουν τά τεράστια ποσά της ακτινοβολούμενης ενέργειας και να προσδιορίσουν τό διάστημα της ζωής του ήλιου σέ πολλά δισεκατομύρια έτη.

Έχει μετρηθεῖ μέ πολλές μεθόδους ή θερμοκρασία τής επιφάνειας του ήλιου και βρέθηκε ότι φθάνει στους 6.000⁰ C περίπου. Όσο προχωρούμε πρὸς τό κέντρο του αυξάνει και υπολογίζεται ότι ή θερμοκρασία του σ' αυτό είναι $14 \cdot 10^6$ βαθμούς.

Ήλιαξές στιβάδες. Από τά δεδομένα γιά τή θερμοκρασία του ήλιου συμπεραίνουμε, ότι αποτελείται από διάπυρα άέρια και ότι ή ύλη του είναι διευθετημένη σέ όμόκεντροες στιβάδες, στίς όποιες ή θερμοκρασία και ή πυκνότητα έλαττώνονται, καθώς προχωρούμε από τό κέντρο πρὸς τήν επιφάνειά του. Οί στιβάδες αυτές είναι: ό **πυρήνας**, ή **φωτόσφαιρα** και ή **άτμόσφαιρα**.

Ό **πυρήνας** καταλαμβάνει τό μεγαλύτερο μέρος τής σφαίρας του ήλιου. Έκτείνεται από τό κέντρο τής σφαίρας μέχρι 400 χιλιομ. κάτω από τήν επιφάνεια του ήλιου.

Υπολογίζεται, ότι στήν περιοχή του κέντρου ή πυκνότητα τής ήλιακῆς ύλης είναι 135 φορές μεγαλύτερη από τήν πυκνότητα του ύδατος και ή πίεση άνεβαίνει στίς $2 \cdot 10^{11}$ άτμόσφαιρες. Κάτω από αυτές τίς συνθήκες και μέ τή θερμοκρασία των $14 \cdot 10^6$ βαθμῶν, τά άτομα των στοιχείων βρίσκονται σέ ιονισμένη κατάσταση και σέ τόση συμπίεση, ώστε ή ύλη του πυρήνα, μολονότι βρίσκεται σέ άεριώδη κατάσταση, είναι άνένδοτη και συνεκτική περισσότερο από τά στερεά.

Ή **φωτόσφαιρα** εκτείνεται πάνω από τον πυρήνα και φθάνει μέχρι τήν επιφάνεια του ήλιου. Έχει πάχος 400 km. Ή στιβάδα αυτή τής ήλιακῆς σφαίρας, από τήν όποιά προέρχεται όλη ή ακτινοβολούμενη ενέργεια του ήλιου, ή θερμότητα και τό φῶς, ονομάσθηκε **φωτόσφαιρα**. Όστε ό φωτεινός δίσκος του ήλιου άντιστοιχεί στή φωτόσφαιρα.

Ή **άτμόσφαιρα**. Έπάνω από τή φωτόσφαιρα ύπάρχει ήλιακή ύλη σέ στρώμα μεγάλου πάχους, πού ονομάζεται **άτμόσφαιρα**.

Ή άτμόσφαιρα του ήλιου χωρίζεται σέ δύο στιβάδες. Ή πρώτη, πού βρίσκεται άμέσως μετά τή φωτόσφαιρα, ονομάζεται **χρωμόσφαιρα**. Τό ύψος της φθάνει τά 15.000 km και ή θερμοκρασία της

τούς 100.000° K. Έχει χρώμα έντονα ρόδινο, γι' αυτό και ονομάζεται «χρωμόσφαιρα». Η δεύτερη στιβάδα δριβόσεται άκριβώς πάνω από τή χρωμόσφαιρα και ονομάζεται **στέμμα**. Τά όρια του στέμματος φθάνουν στην απόσταση των 3 ως 4 εκατομμυρίων χιλιομέτρων. Η θερμοκρασία του είναι από 10^6 έως $1.5 \cdot 10^6$ βαθμούς.

Από τή συνολική ήλιακή μάζα τά 9/10 άνήκουν στον πυρήνα και μόνο τό 1/10 στή φωτόσφαιρα και στή άτμόσφαιρα του ήλιου.

Ήλιακό φάσμα. Τό φάσμα τής φωτόσφαιρας είναι συνεχές. Έπειδή όμως ή άτμόσφαιρα, πού δριβόσεται πάνω από τή φωτόσφαιρα, έχει χαμηλότερη θερμοκρασία άπ' αυτή, τό φώς του ήλιου δίνει φάσμα άπορροφήσεως μέ πολλές σκοτεινές γραμμές.

Κατά τίς όλικές έκλείψεις του ήλιου, μόλις γίνεται ή ολοκληρωτική άπόκρυψη του ήλιακού δίσκου, οί σκοτεινές γραμμές του ήλιακού φάσματος παύουν, γιά λίγο, νά είναι σκοτεινές και γίνονται όλες λαμπρές. Αυτό συμβαίνει, διότι μέ τήν άπόκρυψη του ήλιακού δίσκου δέν έρχεται πιά φώς από τή φωτόσφαιρα, πού νά άπορροφάται από τό χαμηλότερο στρώμα τής χρωμόσφαιρας. Γι' αυτό και τό χαμηλότερο αυτό στρώμα ονομάζεται **άπορροφητική στιβάδα** ή **άνατρεπτική στιβάδα**, έξαιτίας τής παρατηρούμενης **άνατροπής** των σκοτεινών γραμμών σε λαμπρές, κατά τίς ήλιακές έκλείψεις.

Τό ήλιακό φάσμα δέν περιορίζεται μόνο στο όρατό τμήμα του (7500–3400 Å), αλλά έκτείνεται πέρα και από τό έρυθρό και από τό ιώδες μέρος του, στίς **ύπερυθρες** άκτινοβολίες (20 μικρά έως 7500 Å) και στίς **υπεριώδεις** (3400–2000 Å).

Και πέρα όμως από τίς ύπερυθρες άκτινοβολίες, διαπιστώθηκε, ότι ό ήλιος έκπέμπει άκτινοβολίες σε μήκη των ραδιοφωνικών κυμάτων. Τά κύματα αυτά συλλαμβάνονται από τά ραδιοτηλεσκόπια. Είναι ή ραδιοφωνική ήλιακή άκτινοβολία. Ο δίσκος του ραδιο-ήλιου είναι πολύ μεγαλύτερος από τον ήλιακό δίσκο, πού βλέπουμε.

Έκτός από τίς παραπάνω άκτινοβολίες, ό ήλιος έκπέμπει και άκτινοβολίες σε πολύ μικρά μήκη. Έτσι τελευταία βρέθηκαν άκτίνες X, αλλά και άκτίνες γ, πού προέρχονται από τον ήλιο.

Η μελέτη των γραμμών του ήλιακού φάσματος απέδειξε, ότι ή

ήλιακή ύλη αποτελείται από γνωστά στοιχεία. Μέχρι τώρα διαπιστώθηκε ή ύπαρξη 70 στοιχείων στην ήλιακή ύλη, χωρίς αυτό να σημαίνει την απουσία των υπόλοιπων γνωστών στοιχείων, διότι 15, τουλάχιστο, στοιχείων οι γραμμές απορροφήσεως θά πρέπει να βρίσκονται στο άορατο υπεριώδες μέρος του φάσματος. Άλλα στοιχεία μπορεί να υπάρχουν μόνο στο έσωτερικό του ήλιου.

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

Έρωτήσεις

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

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

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

38) Από ποιές στιβάδες αποτελείται ο ήλιος;

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

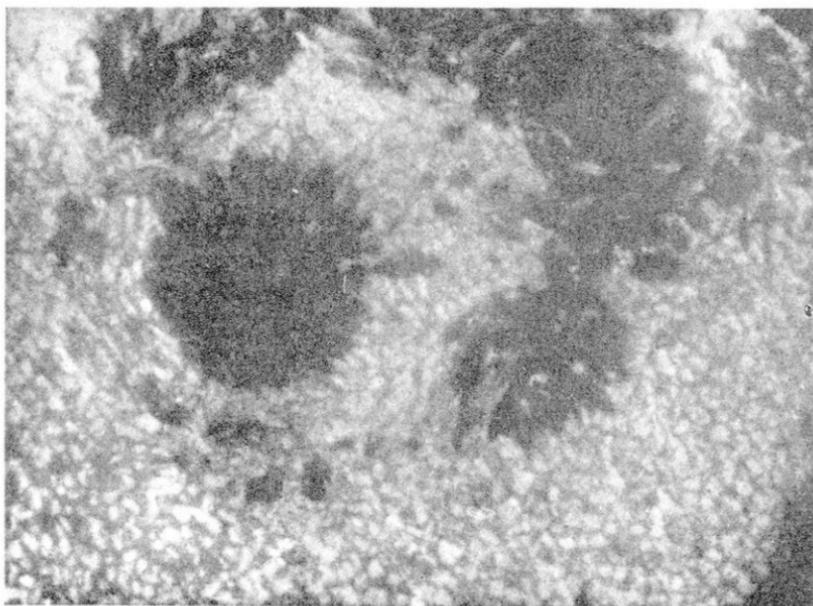
40) Εξηγήστε, γιατί ο ήλιος φαίνεται πιο άμυδρός στά χειλή του δίσκου του. Υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του κέντρου και των χειλέων του;

10. Φωτοσφαιρικοί σχηματισμοί και φαινόμενα της χρωμόσφαιρας.

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

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

Ανάμεσα στους κόκκους παρατηρούνται συνήθως μελανά στί-



Εικ. 7. Κοκκίαση και κηλίδες τής ηλιακής φωτόσφαιρας.

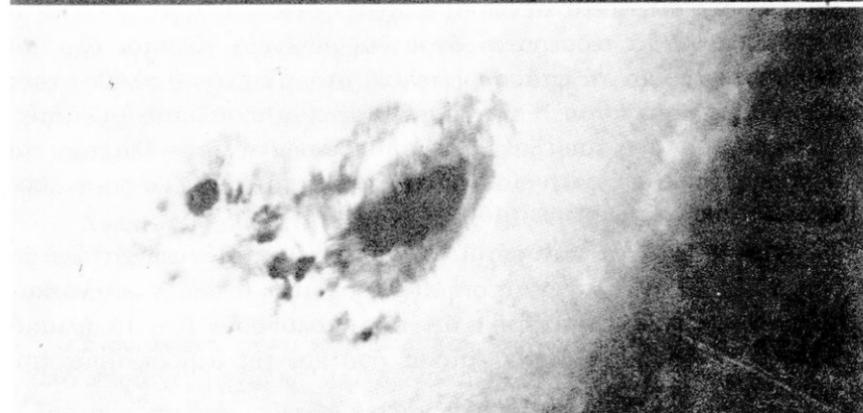
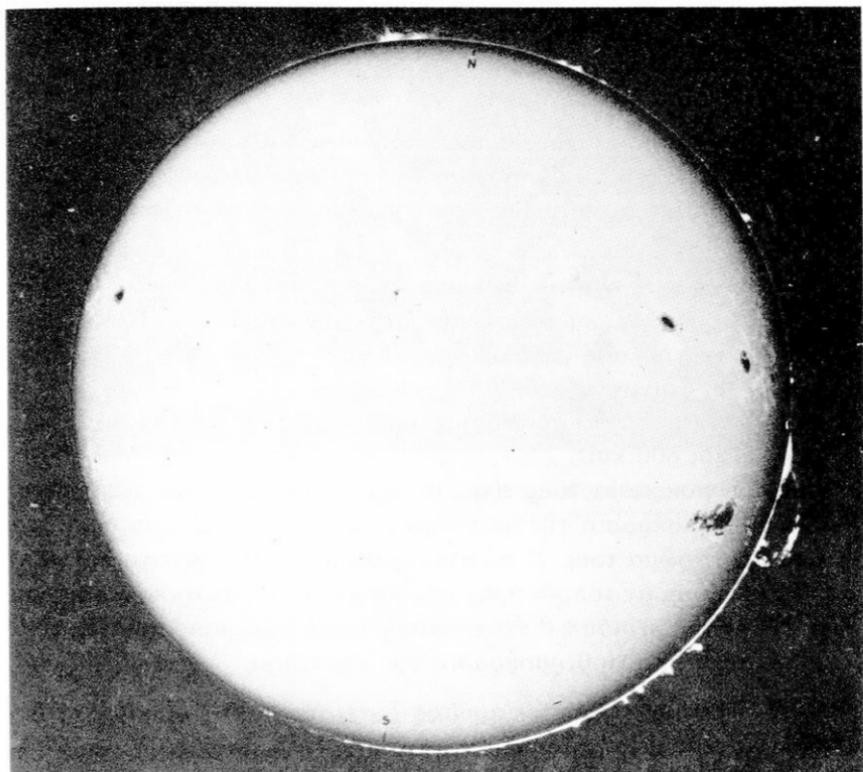
γματα, πού ὀνομάζονται **πόροι**. Διατηροῦνται καί αὐτοί οἱ σχηματισμοί πολύ λίγο, ὅπως οἱ κόκκοι.

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

Ἡ παρουσία τῶν πυρσῶν σέ μιά περιοχὴ τῆς φωτόσφαιρας προαναγγέλλει τὸ σχηματισμὸ κηλίδων σ' αὐτή.

Οἱ **κηλίδες**, τέλος, εἶναι οἱ πιὸ ἐντυπωσιακοί καί ἐνδιαφέροντες σχηματισμοί τῆς φωτόσφαιρας. Τίς περισσότερες φορές ἔχουν τὴν ὄψη μεγάλων ἢ μικρῶν κυκλικῶν καί ἔντονα μελανῶν ἐπιφανειῶν, πού περιβάλλονται μὲ λιγότερο σκοτεινά ἰνώδη στεφάνια. Τὸ κεντρικὸ καί πολύ σκοτεινὸ τμῆμα τῆς κηλίδας ὀνομάζεται **σζιά**. Τὸ στεφάνι ὀνομάζεται **σζιόφως** τῆς κηλίδας (εἰκ. 8).

Οἱ κηλίδες διατηροῦνται πολλές ἡμέρες, κάποτε μάλιστα καί



Εικ. 8. Π ά ν ω : Ή φωτόσφαιρα του ήλιου με πληθος κηλιδων και γύρω ή χρωμόσφαιρα με μερικές προεξοχές. Κ ά τ ω : Μιά ομάδα από κηλιδες στις όποιες φαίνεται καθαρά ή σκιά και τό σκιάφως.

μερικούς μήνες, αν είναι άρκετά μεγάλες. Κατά τό διάστημα τῆς ζωῆς τους παρουσιάζουν μεταβολές τῆς μορφῆς καί τῆς ἐντάσεώς τους. Ἐξαφανίζονται σιγά σιγά καθώς ἐλαττώνεται θαθμιαία τό μέγεθος καί ἡ σκοτεινότητά τους.

Συνήθως οἱ κηλίδες παρουσιάζονται κατά ομάδες. Σέ κάθε ομάδα σχεδόν πάντοτε ὑπάρχουν δύο πολύ μεγάλες κηλίδες, ἀπό τίς ὁποῖες ἡ δυτική ὀνομάζεται ἡ γ ο υ μ έ ν η καί ἡ ἀνατολική ἔ π ο μ έ ν η .

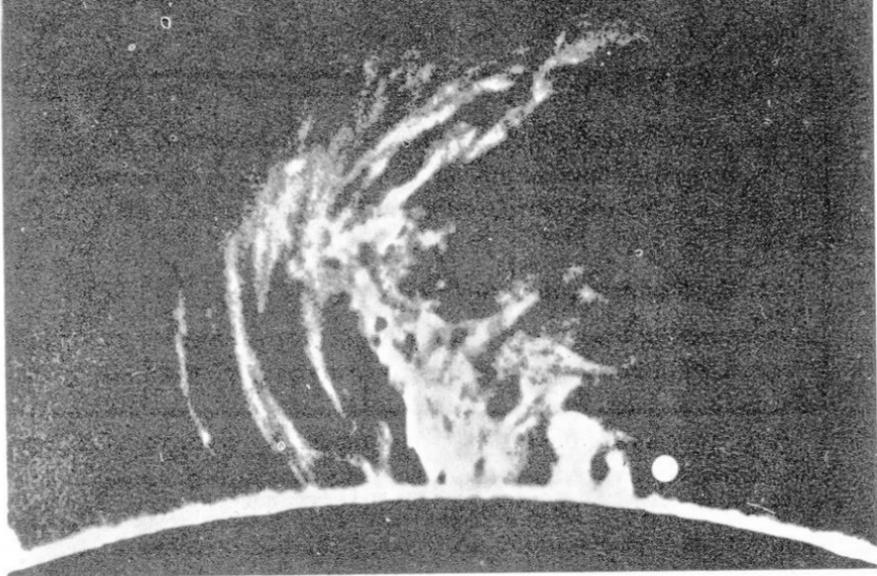
Ἡ διάμετρος τῶν κηλίδων μερικέες φορές ξεπερνᾶ τά 80.000 km. Οἱ πολύ μεγάλες κηλίδες, πού ἔχουν διάμετρο μεγαλύτερη ἀπό 40.000 χλμ., δηλαδή μεγαλύτερη καί ἀπό τό τριπλάσιο τῆς γήινης διαμέτρου, φαίνονται καί μέ γυμνό μάτι. Γενικά οἱ κηλίδες εἶναι κοιλότητες τῆς φωτόσφαιρας, ὅμοιες μέ χοάνες πού φθάνουν σέ βάθος μέχρι 800 km.

Ἡ θερμοκρασία τους εἶναι 4600⁰ C, δηλαδή εἶναι χαμηλότερη ἀπό τή θερμοκρασία τῆς φωτόσφαιρας, σ' αὐτό ἐξάλλου ὀφείλεται τό μελανό χροῶμα τους. Συμβαίνει δηλαδή ἐδῶ ὅ,τι γίνεται καί μέ τή φλόγα κεριοῦ, ἄν τοποθετηθεῖ μπροστά σ' ἓνα ἠλεκτρικό λαμπτήρα. Ἡ φλόγα τοῦ κεριοῦ φαίνεται μαύρη, γιατί ἡ θερμοκρασία της εἶναι χαμηλότερη ἀπό τή θερμοκρασία τοῦ λαμπτήρα.

Ἡ Schwabe (Σβάμπε) πρῶτος διαπίστωσε, ὅτι οἱ κηλίδες δέν ἐμφανίζονται μέ τήν ἴδια πάντοτε συχνότητα. Ὑπάρχουν πάντοτε ἓνα ἔως δύο ἔτη, κατά τά ὁποῖα σπάνια φαίνονται λίγες μόνο κηλίδες. Ἐπειτα, γιά τέσσερα περίπου ἔτη συνέχεια γίνονται ὄλο καί περισσότερες, γιά νά φτάσουμε τελικά στό μέγιστο πλῆθος τους καί, γενικά, στό μέγιστο τῆς ἐπιφάνειας πού σκιαζεται ἀπ' αὐτές. Μετά, γιά μιά περίπου ἔξαιτία, ὁ ἀριθμός τῶν κηλίδων ἐλαττώνεται συνέχεια, γιά νά ξαναγυρίσουμε καί πάλι στό ἐλάχιστο πλῆθος τους καί στήν ἐλάχιστη ἔκτασή τους.

Ἀπό τό ἓνα ἐλάχιστο μέχρι τό ἐπόμενο ἀπαιτοῦνται, κατά μέσο ὄρο, 11 ἔτη. Γιά τό λόγο αὐτό ἡ περίοδος αὐτή ὀνομάζεται **ἑνδεκαετής κύκλος** καί ἀποδείχτηκε ὅτι τόν ἀκολουθοῦν ὄλα τά ἡλιακά φαινόμενα, τόσο τῆς φωτόσφαιρας, ὅσο καί τῆς ἀτμόσφαιρας τοῦ ἡλιου.

Μέ εἰδικά ὄργανα, πού ἐπιτρέπουν τήν καλύτερη μελέτη τῆς



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

ήλιακῆς ἀτμόσφαιρας, διαπιστώθηκε, ὅτι ἡ κυριότερη στιβάδα τῆς ἔχει ἰνώδη ὑφή.

Προεξοχές. Ὁ κυριότερος ἀπό τούς χρωμοσφαιρικούς σχηματισμούς εἶναι οἱ **προεξοχές**, ἕνα εἶδος πύρινες γλώσσες μέ ρόδινο χρώμα, πού ἄλλοτε εἶναι διάχυτες, ὅπως τά νέφη, καί χαρακτηρίζονται ἠρεμες, καί ἄλλοτε φαίνονται σάν πελώριοι πίδακες, ὁπότε χαρακτηρίζονται ὡς ἐκρηκτικές. Τό ὕψος τους φθάνει συνήθως τά 40.000 km, ἂν καί παρατηρήθηκαν προεξοχές μέ ὑπερδεκαπλάσιο ὕψος (εἰκ. 9). Ἡ ταχύτητα, μέ τήν ὁποία κινεῖται ἡ ὕλη τους κυμαίνεται συνήθως ἀπό 50 ἕως 100 km/sec.

Διαπιστώθηκε, ὅτι οἱ προεξοχές ἐμφανίζονται σέ δύο βασικές ζώνες, ὅπως οἱ κηλίδες, καί ὅτι ἡ συχνότητά τους ἀκολουθεῖ τόν 11ετή κύκλο.

Ἐκλάμψεις. Εἶναι ἐκρήξεις, πού παρατηροῦνται συνήθως πάνω ἀπό περιοχές μεγάλων κηλίδων καί πού εἶναι τόσο λαμπρές, ὥστε ἀστράφτουν σάν λαμπροί λευκοί προβολεῖς. Ἡ διάρκειά τους εἶναι μικρή, ἀπό 10 λεπτά ἕως μερικές ὥρες. Τίς παρατηροῦμε μέ εἰδικά

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

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

11. **Επιδράσεις του ήλιου πάνω στη γη.**

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

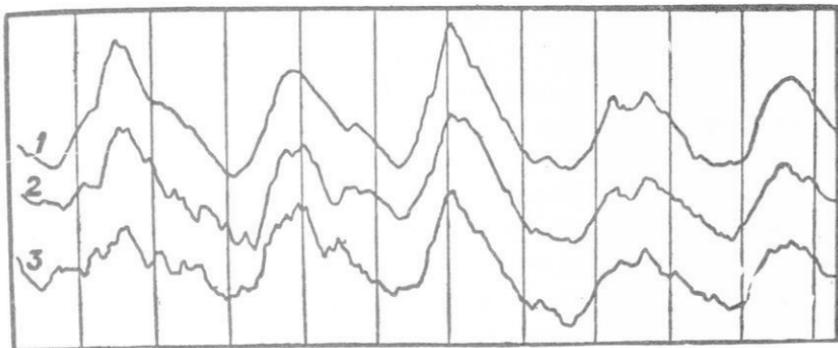
Από τις φυσικές διαταραχές σπουδαιότερες είναι το σέλας στις πολικές περιοχές της γης· οι «μαγνητικές καταιγίδες», δηλαδή διαταραχές του γήινου μαγνητικού πεδίου· έκτακτες διαταραχές του ατμοσφαιρικού ηλεκτρισμού και τέλος ραδιοφωνικές ανωμαλίες.

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

Εκτός όμως από τα έκτακτα αυτά φαινόμενα εξασκευώθηκε, ότι το σέλας των πόλων, ο γήινος μαγνητισμός και τα σπουδαιότερα μετεωρολογικά φαινόμενα, όπως η διακύμανση της θερμοκρασίας και η βροχόπτωση, τέλος και αυτή ακόμα η στάθμη των υδάτων στις λίμνες, ακολουθούν γενικά τον 11ετή κύκλο της ήλιακής δραστηριότητας. Έτσι τα μέγιστα και τα ελάχιστα των γήινων αυτών φαινομένων και γενικότερα οι καμπύλες μεταβολής τους (σχ. 9) παρουσιάζουν αντιστοιχία με τις καμπύλες κυμάνσεως των κηλίδων και των άλλων ήλιακών φαινομένων.

Παρόμοια σχέση ορίζεται μερικές φορές και σε μερικά βιολογικά φαινόμενα, κυρίως στην ανάπτυξη της βλαστήσεως. Έτσι, η εξέταση των δακτυλίων που παρατηρούνται σε εγκάρσια τομή του κορμού των δέντρων αποδεικνύει, ότι οι δακτύλιοι αυτοί γενικά είναι παχύτεροι κατά τα έτη των μεγίστων και στενότεροι κατά τα έτη των ελαχίστων και επομένως, ότι η ετήσια αύξηση των δέντρων και γενικά της βλαστήσεως ακολουθεί τον 11ετή ήλιακό κύκλο.

Τα προϊόντα από τις ήλιακές, γενικά, εκρήξεις και κυρίως από τις έκλάμψεις είναι δύο ειδών: α) η έντονη υπεριώδης ακτινοβολία και β) μικρά υλικά σώματα, φορτισμένα με ηλεκτρικό φορτίο, κυρίως ηλεκτρόνια. Η υπεριώδης ακτινοβολία και οι άλλες κυματικές ακτινοβολίες φθάνουν εδώ μετά από 8 λεπτά περίπου, ενώ τα



Σχ. 9. Η (1) καμπύλη παριστάνει την κύμανση των ηλιακών κηλίδων σε διάστημα 55 ετών (5 κύκλων 11 ετών)· η (2) καμπύλη αντιστοιχεί στην κύμανση των μαγνητικών διαταραχών και η (3) είναι η καμπύλη συχνότητας που έχει τό σέλας κατά τό ίδιο διάστημα. Οι τρεις καμπύλες παρουσιάζουν τίσ ίδιες διακυμάνσεις και προπαντός τά ίδια μέγιστα και ελάχιστα.

φορτισμένα μικρά σώματα μετά από 20 έως 40 ώρες ή και περισσότερο. Όταν τά φορτισμένα μικρά σώματα φθάσουν στή γή, ακολουθούν τίσ γραμμές του γήινου μαγνητικού πεδίου και κατευθύνονται πρὸς τούς πόλους τής γής. Η κίνησή τους είναι σπειροειδής και, καθώς κινούνται κατά μήκος των μαγνητικών γραμμών προκαλούν τά ἐξής αποτελέσματα: α) μαγνητικές καταιγίδες· β) ηλεκτρικά ρεύματα, από απαγωγή, πού διαρρέουν τήν ἀτμόσφαιρα και διαταράσσουν, γενικά, τίσ τηλεπικοινωνίες· και γ) ιονίζουν τά άτομα, κυρίως του ἄζωτου, πού βρίσκονται στά ἀνώτερα ἀτμοσφαιρικά στρώματα, μέ αποτέλεσμα νά ἐμφανίζεται τό πολικό σέλας.

Ἐξάλλου ἡ ἀφθονη ὑπεριώδης ἀκτινοβολία προκαλεῖ ἔκτακτο ἰονισμό στά στρώματα τής ἰονόσφαιρας, μέ αποτέλεσμα τή μερική ἢ ὀλίγη ἀπορρόφηση των βραχέων ραδιοφωνικῶν κυμάτων και ἐπομένως τήν ἐξασθένηση και τήν κατασίγαση των μέσων τηλεπικοινωνίας στά κύματα αὐτά.

Ἐρωτήσεις

- 41) Ποιοί είναι οί περισσότερο ἐντυπωσιακοί σχηματισμοί τής φωτόσφαιρας του ἡλιου και ποιά τά κυριότερα χαρακτηριστικά τους;
- 42) Τί είναι ὁ ἐνδεκαετής κύκλος των κηλίδων του ἡλιου και τί ἐπιδράσεις ἔχει πάνω στή γή;
- 43) Πότε, μέσα στον 11ετή κύκλο των κηλίδων πρέπει νά παρουσιάζονται περισσότερες και ἐντονότερες α) οί προεξοχές και β) οί ἐκλάμψεις;

12. Κίνηση των πλανητῶν γύρω από τόν ἡλιο.

Γεωκεντρικό και ἡλιοκεντρικό σύστημα. Στά χρόνια της ἑλληνικῆς ἀρχαιότητος ἴσχυαν δύο θεωρίες.

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

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

Όπως έχει διαπιστωθεί, πραγματικά, οί πλανήτες κινούνται γύρω από τόν ήλιο με κατεύθυνση από τά δυτικά προς τά ανατολικά. Η γή, έξάλλου, είναι ένας από τούς πλανήτες.

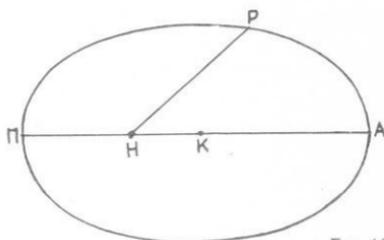
Έξαιτίας της πραγματικής κινήσεώς τους γύρω από τόν ήλιο, οί πλανήτες φαίνονται νά αλλάζουν συνέχεια θέση στον ουρανό. Ό συνδυασμός όμως της κινήσεώς τους με τήν κίνηση της γής έχει ως αποτέλεσμα τήν εξής φαινομενική κίνησή τους:

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

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

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

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



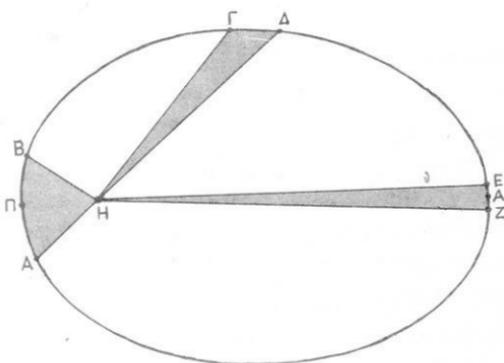
Σ.Χ. 10.

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

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

Τρίτος νόμος. Τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων τῆς περιφορᾶς τῶν

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



Σ.Χ. 11.

Ἐτσι, ἂν $X\Gamma$ καὶ $X\eta$ εἶναι, ἀντίστοιχα, οἱ χρόνοι τῆς περιφορᾶς τῆς γῆς καὶ κάποιου πλανήτη, α_1 καὶ ἐνῶ α_2 εἶναι τὰ μῆκη τῶν μεγάλων ἡμιαξόνων τῶν τρο-

χιών τους, δηλαδή οι μέσες αποστάσεις τῶν δύο πλανητῶν ἀπὸ τὸν ἥλιο, θὰ ἔχουμε:

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

Ἐπειδὴ $\alpha_{\Gamma} = 1 \alpha.μ$ καὶ $X_{\Gamma} = 1$ ἔτος, ἡ (1) γίνεται

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

Ἀπὸ τῆ (2) προκύπτει, ὅτι, ὅταν γνωρίζουμε ἀπὸ τίς παρατηρήσεις τὸ χρόνο, πού χρειάζεται κάποιος πλανήτης, γιὰ νὰ συμπληρώσει τὴν περιφορά του γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο, τότε βρίσκουμε ἀμέσως καὶ τὴ μέση ἀπόστασή του ἀπὸ τὸν ἥλιο.

Ὁ I. Newton (Ἰσαάκ Νεύτωνας) μὲ τὸ νόμο τῆς παγκόσμιας ἔλξης, πού ἀνακάλυψε, ἔδωσε τὴ φυσικὴ ἐξήγηση στοὺς νόμους τοῦ Κέπλερ. Σύμφωνα μὲ τὸ νόμο αὐτό, **τὰ σώματα ἔλκονται μὲ εὐθύ λόγο τῶν μαζῶν τους καὶ μὲ ἀντίστροφο λόγο τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεών τους.**

Ἐτσι, ἂν M καὶ m εἶναι οἱ μάζες τοῦ ἡλίου καὶ κάποιου πλανήτη καὶ r ἡ ἀπόστασή τους, τότε αὐτοὶ ἔλκονται μεταξύ τους.

Ἐὰν παραστήσουμε μὲ F τὴ μεταξύ τους ἔλξη, ἔχουμε $F = \frac{M \cdot m}{r^2}$.

Ἀποτέλεσμα αὐτῆς τῆς ἑλκτικῆς δυνάμεως εἶναι ἡ κίνηση τοῦ πλανήτη γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο, σύμφωνα μὲ τοὺς νόμους τοῦ Κέπλερ.

Νόμος Μπόντε – Τίτιους. Οἱ ἀστρονόμοι Bode (Μπόντε) καὶ Titius (Τίτιους) ἔβρισκαν μιὰ σχέση πού καθορίζει τίς ἀποστάσεις τῶν πλανητῶν ἀπὸ τὸν ἥλιο. Ἐτσι, ἂν πάρουμε τὴ σειρά τῶν ἀριθμῶν 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96..., στὴν ὁποία, ἐκτός ἀπὸ τὸν πρῶτο 0, καθένας εἶναι ὄρος γεωμετρικῆς προόδου μὲ λόγο 2. Σὲ κάθε ἓνα ἀπὸ αὐτούς, ἂν προσθέσουμε τὸ 4, βρίσκουμε τὴ νέα σειρά 4, 7, 10, 16, 28, 52, 100... Ἐὰν διαιρέσουμε ἔπειτα κάθε ἀριθμὸ μὲ τὸ 10 θὰ πάρουμε τελικὰ τὴ σειρά 0,4, 0,7, 0,1, 1,6, 2,8, 5,2, 10,0...

Ἐάν ὁμοῦς θεωρήσουμε, ὅτι ὁ τρίτος ἀριθμὸς (1,0) εἶναι ἡ μέση ἀπόστασις τῆς γῆς ἀπὸ τὸν ἥλιο (1α.μ.), τότε βρίσκουμε, ὅτι οἱ ἄλλοι ἀριθμοὶ τῆς σειρᾶς ἀντιστοιχοῦν, μὲ μεγάλη προσέγγισις, στίς ἀποστάσεις τῶν ἄλλων, γνωστῶν ἀπὸ τὴν ἀρχαιότητα, πλανητῶν ἀπὸ τὸν ἥλιο, ὡς ἑξῆς:

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

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

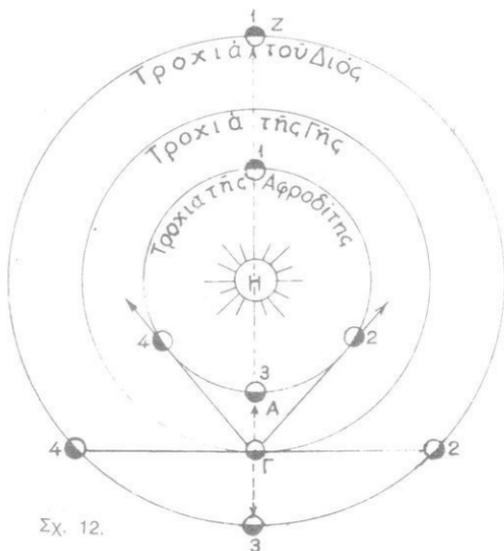
Στὸν πίνακα I (στό τέλος τοῦ διβλίου) δίνονται οἱ ἀποστάσεις καθενὸς πλανήτη ἀπὸ τὸν ἥλιο σέ ἑκατομ. km. καὶ σέ α.μ., καθὼς καὶ τὰ σπουδαιότερα στοιχεῖα τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο.

Συζυγίες, ἀποχές καὶ φάσεις πλανητῶν. Ἐάν λάβουμε ὑπόψη μας τὴ θέση τῶν πλανητῶν σχετικὰ μὲ τὴ γῆ, τότε τοὺς διακρίνουμε συνήθως α) σέ κείνους πού βρίσκονται πιο κοντὰ στὸν ἥλιο ἀπὸ ὅσο ἡ γῆ καὶ διαγράφουν τίς τροχιές τους μέσα στὴ γήινη τροχιά, ὀνομάζονται μάλιστα **ἑσωτερικοὶ 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**.

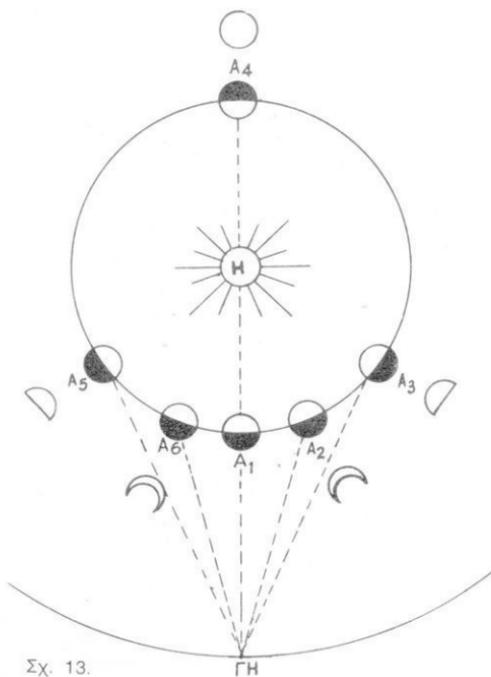
Ἐς πάρομε τὸν ἥλιο H (σχ. 12), τὴν τροχιά ἑνὸς ἑσωτερικοῦ πλανήτη, π.χ. τῆς Ἀφροδίτης A, τῆς Γῆς Γ, καὶ ἑνὸς ἔξωτερικοῦ πλανήτη, π.χ. τοῦ Διὸς Z. Ἐς ὑποθέσουμε ἀκόμα ὅτι ὅλες οἱ τροχιές αὐτῶν βρίσκονται στὸ ἴδιο ἐπίπεδο.

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

Στὸ σχῆμα 12, ὅταν ὁ ἔξωτερικὸς πλανήτη Ζεὺς εἶναι στὴ θέση 1, βρίσκεται σέ σύνοδο· στὴ θέση 3 βρίσκεται σέ ἀντίθεση· ἐνῶ στίς θέσεις 2 καὶ 4 σέ τετραγωνισμό. Ὁ ἑσωτερικὸς ὁμοῦς πλανήτη, Ἀφροδίτη, ποτέ δέ βρίσκεται σέ ἀντίθεση, ἀλλὰ σέ



Σχ. 12.



Σχ. 13.

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

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

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

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

Οί ἔξωτερικοὶ πλανῆτες δὲν παρουσιάζουν φάσεις πολὺ αἰσθη-
τές, ὅπως οἱ ἔσωτερικοί.

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

15/1

Ἐρωτήσεις

44) Ποιά εἶναι ἡ βασικὴ διαφορὰ μεταξύ γεωκεντρικοῦ συστήματος τοῦ κόσμου καὶ ἡλιοκεντρικοῦ συστήματος;

45) Ποιὸς εἶναι ὁ τρίτος νόμος τοῦ Κέπλερ;

46) Ποιὸς εἶναι ὁ νόμος τῆς παγκόσμιας ἔλξεως;

47) Τί ὀνομάζουμε ἀποχὴ πλανήτη καὶ ποιοὶ πλανῆτες παρουσιάζουν πολὺ αἰσθητὴ ἀποχὴ;

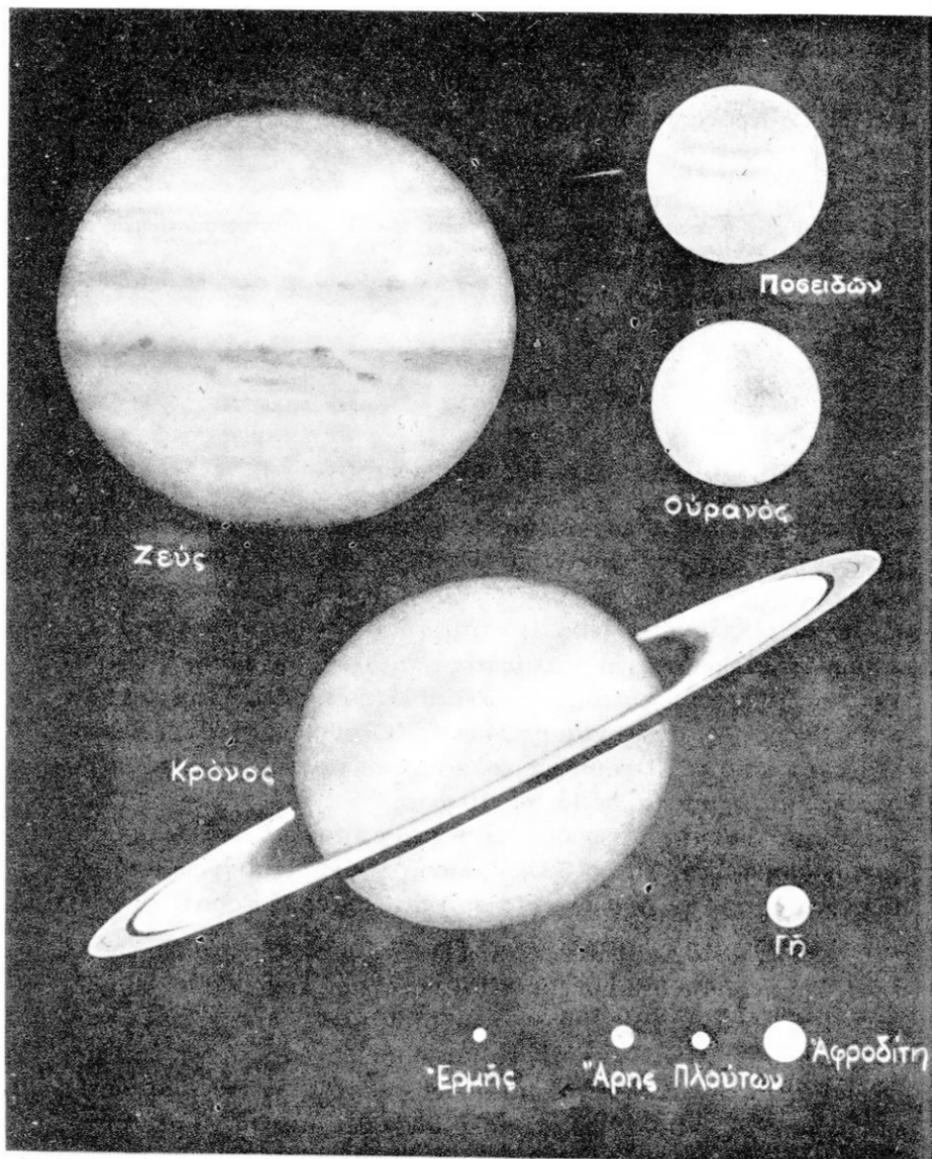
13. Οἱ πλανῆτες καὶ οἱ δορυφόροι τους.

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

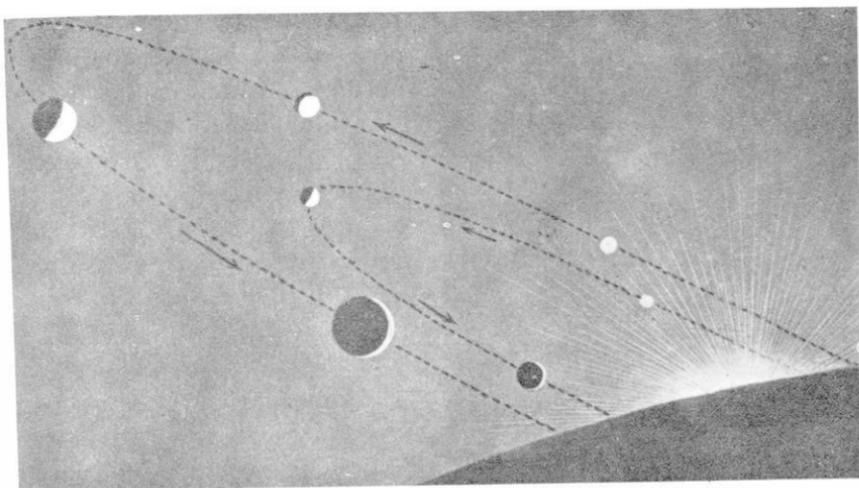
Ὅλοι οἱ πλανῆτες (εἰκ. 10) στρέφονται γύρω ἀπὸ ἄξονα. Οἱ
περισσότερο βραδυκίνητοι πλανῆτες εἶναι ὁ Ἑρμῆς καὶ ἡ Ἀφροδί-
τη, πού ἡ περιστροφή τους διαρκεῖ πολλές δεκάδες ἡμέρες. Ἡ Γῆ
καὶ ὁ Ἄρης περιστρέφονται σέ 24 ὥρες. Ὅλοι ὁμως οἱ ἄλλοι πλανῆ-
τες, ἐκτός ἀπὸ τόν Πλούτωνα, ἂν καὶ εἶναι μεγάλοι σέ ὄγκο, περι-
στρέφονται ταχύτατα, σέ 15 ἕως 10 ὥρες.

Ἐκτός ἀπὸ τὴν Ἀφροδίτη, πού περιστρέφεται ἀπὸ Α πρὸς Δ
(ἀνάδρομη φορά), ὅλοι οἱ ἄλλοι πλανῆτες κινοῦνται γύρω ἀπὸ τόν
ἄξονά τους ἀπὸ τὴ Δύση πρὸς τὴν Ἀνατολή (ὀρθή φορά).

Ἑρμῆς καὶ Ἀφροδίτη. (εἰκ. 11). Στὴ μέση ἀπόσταση τῶν 58
ἐκατ. km περίπου ὁ Ἑρμῆς κινεῖται γύρω ἀπὸ τόν ἥλιο σέ 88 ἡμέ-
ρες. Ἐπειδὴ θρῖσκεται πολὺ κοντὰ στόν ἥλιο, δέχεται ἀπ' αὐτόν
φῶς καὶ θερμότητα ἐπτά φορές περισσότερο ἀπὸ τὴ γῆ. Ἐπειδὴ
ἀκόμα ἔχει μικρὴ τιμὴ τῆς μέγιστης ἀποχῆς, 28°, ἂν καὶ εἶναι ἀστέ-
ρας ἀμεγέθους, παρατηρεῖται πολὺ δύσκολα ἀπὸ τὴ γῆ μέσα στό
λυκανγές ἢ στό λυκόφως. Γι' αὐτὸ καὶ δέ γνωρίζουμε πολλὰ γι' αὐ-
τόν. Εἶναι ὁ μικρότερος ἀπὸ τοὺς πλανῆτες.



Εἰκ. 10. Συγκριτικά μεγέθη τῶν μεγάλων πλανητῶν.



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

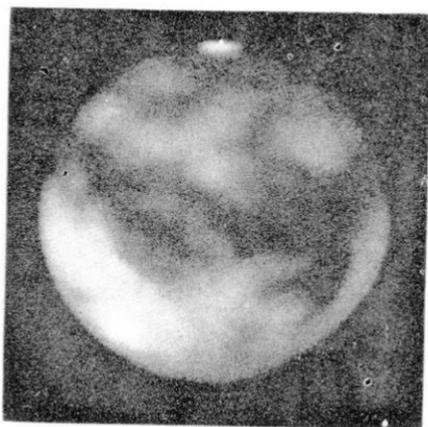
Ο Μάριnero 10 πλησίασε τον Έρμη τό 1974 και 1975. Οί φωτογραφίες, πού πάρθηκαν απ' αυτόν, έδειξαν, ότι ή επιφάνειά του είναι γεμάτη από κρατήρες. Μοιάζει με τή Σελήνη.

Ο Έρμης περιβάλλεται από ατμόσφαιρα, πολύ αραιότερη από τή γήινη. Η θερμοκρασία του φθάνει τούς $+ 400^{\circ} \text{C}$, στο ήμισφαίριο πού φωτίζεται από τον ήλιο, ενώ σ' αυτό πού δέ φωτίζεται, φθάνει τούς -100°C .

Η Άφροδίτη είναι ο λαμπρότερος άστέρας του ουρανού με μέγεθος πού κυμαίνεται μεταξύ $-4,3$ και $-3,0$. Ονομάζεται Έωσφόρος ή Αύγερινός, όταν φαίνεται τό πρωί στό λυκαυγές, και Έσπερος ή Άποσπερίτης, όταν φαίνεται τό βράδυ μετά από τή δύση του ήλιου.

Στίς διαστάσεις μοιάζει με τή γη περισσότερο από τούς άλλους πλανήτες. Από παρατηρήσεις με ραδιοτηλεσκόπια υπολογίστηκε ο χρόνος περιστροφής της, κατά τήν ανάδρομη φορά, σέ 243 ήμέρες.

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



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 καί μόνο κατά 5 % από άζωτο, ενώ τό όξυγόνο καί τό ύδρογόνο περιορίζονται στά 1,5 %. Η θερμοκρασία στην επιφάνειά της είναι +470° C.

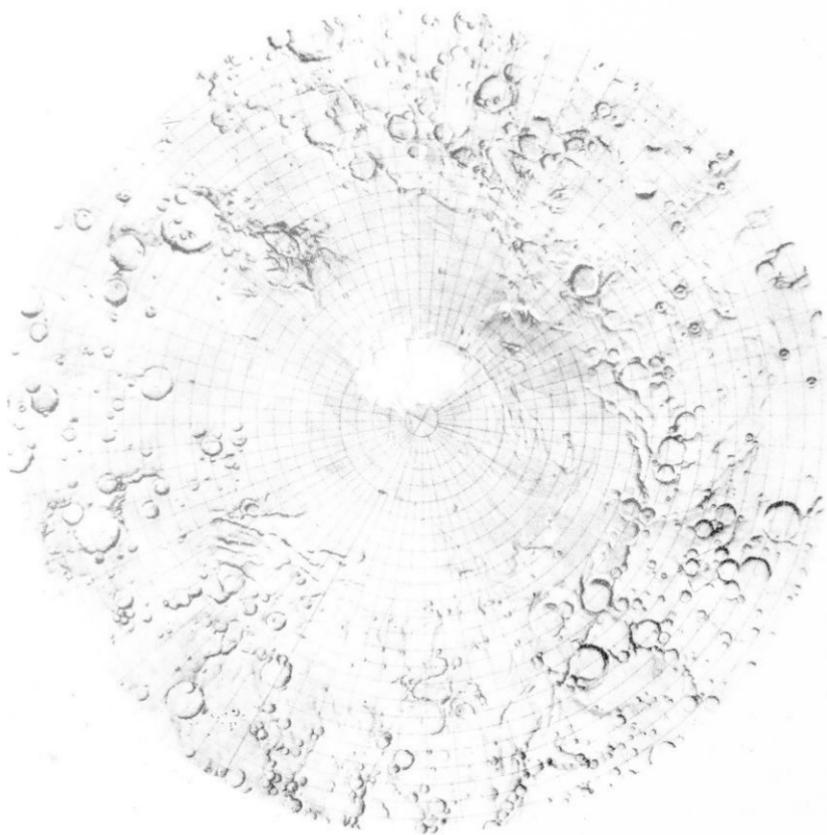
Άρης. Είναι ό περισσότερο γνωστός πλανήτης, επειδή μέ ευνοϊκές συνθήκες μπορούμε νά τον παρατηρήσουμε πολύ καλά στίς

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

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

Ο Άρης περιστρέφεται γύρω από άξονα σέ χρόνο ίσο σχεδόν μέ εκείνον τής περιστροφής τής γής, δηλαδή σέ 24 ώρ. 37 λ. 22,62 δ., ενώ 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 εποχές, ανάλογες μέ τίς γήινες.

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



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

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

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

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

Οί φωτογραφίες από τά διαστημόπλοια αποδεικνύουν, ότι πάνω στον πλανήτη αυτό δέν υπάρχει νερό σε ύγρή κατάσταση, αφού 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 ατμοσφαιρικής πίεσεως, δέν επιτρέπουν τήν τήξη τών πολικών χιονιών, αλλά τήν εξάχνωσή τους. Έτσι τό νερό από τήν αεριώδη κατάσταση τών ύδρατμών 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 πιο στοιχειώδη μορφή της είναι προβληματική.

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

Μικροί πλανήτες (άστεροειδείς). Ο πρώτος από τούς μικρούς πλανήτες ανακαλύφθηκε τό 1801 από τόν Ιταλό άστρονόμο Piazzi (Πιάτσι 1746-1826), ό όποιος και του έδωσε τό όνομα **Δήμητρα**. Είναι ό πιο 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 απόσταση 2,8 α.μ., οί τροχιές τους όμως παρουσιάζουν μερικές φορές τόσο μεγάλες έκκεντρότητες, ώστε μερικοί πλησιάζουν τόν ήλιο περισσότερο από τόν Άρη. Ο **Ίκαρος** μάλιστα, έχει τό περιήλιό του σε απόσταση 28 εκατομ. km από τόν ήλιο, δηλαδή πιο κοντά και από τόν Έρμη. Κατά τήν κίνησή του πλησιάζει τή γή σε απόσταση 16,5 εκατ. km. Αντίθετα ό **Ίδαλγός** έχει τό αφήλιό του κοντά στον Κρόνο, σε απόσταση 9,4 α.μ. από τόν ήλιο.

Ζεύς. Ὁ Ζεύς δέν εἶναι μόνο ὁ μεγαλύτερος ἀπό τοὺς πλανῆτες, ἀλλὰ ταυτόχρονα εἶναι μεγαλύτερος ἀπὸ ὅλους τοὺς πλανῆτες μαζί. Ἡ διάμετρος του εἶναι 143.000 km, καὶ ὁ ὄγκος του 1300 φορές μεγαλύτερος ἀπὸ τὸν ὄγκο τῆς γῆς. Ἐπίσης ἡ μάζα του εἶναι 318 φορές μεγαλύτερη ἀπὸ τὴ γῆινη καὶ 2.5 φορές μεγαλύτερη ἀπὸ τὴ μάζα ὄλων τῶν πλανητῶν καὶ τῶν δορυφόρων μαζί.



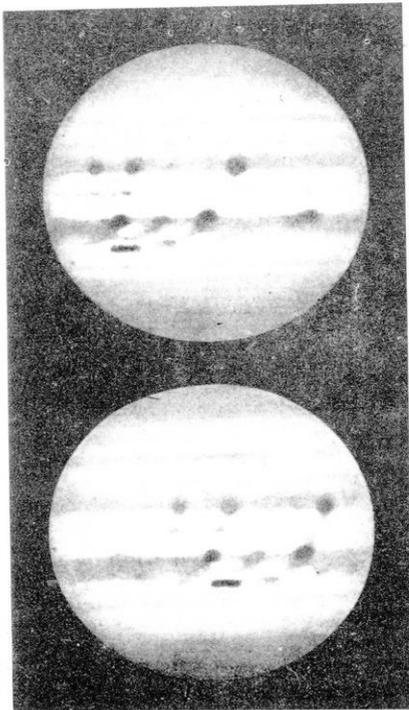
Εἰκ. 14. Συγκριτικά μεγέθη τῶν μεγάλων ἀστεροειδῶν ὡς πρὸς τὴ Σελήνη.

Παρ' ὅλα αὐτὰ ἡ πυκνότητά του εἶναι 1,33, ἂν πάρουμε ὡς μονάδα τὴν πυκνότητα τοῦ ὕδατος. Ὁ Ζεύς συμπληρώνει μιά περιφορὰ γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο σὲ 11 ἔτη καὶ 315 ἡμ. περίπου.

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

Περιβάλλεται ἀπὸ πυκνὴ ἀτμόσφαιρα, πού ἔχει θερμοκρασία -145° C, καὶ περιέχει, κυρίως, ἐνώσεις ἀμμωνίας καὶ μεθάνιου. Μὲ τηλεσκόπιο δὲ φαίνεται ἡ ἐπιφάνειά του, ἀλλὰ μόνο ἡ ἀτμόσφαιρά του, πού παρουσιάζει πλατιές, σκοτεινὲς ταινίες, διαχωριζόμενες ἀπὸ φωτεινότερες ζώνες, πού ἐκτείνονται παράλληλα πρὸς τὸν ἰσημερινό τοῦ πλανήτη (εἰκ. 15). Οἱ ζώνες καὶ οἱ ταινίες μεταβάλλουν συνέχεια ὄψη καὶ πλάτος. Ἀνάμεσα στὶς ταινίες καὶ τίς ζώνες παρατηρεῖται ἡ λεγόμενη **ἐρυθρὰ κηλίδα**, πού ἡ διάμετρος της εἶναι τετραπλάσια ἀπὸ τὴ γῆινη. Αὐτὴ μετατοπίζεται λίγο λίγο καὶ φαίνεται νὰ αἰωρεῖται μπροστὰ στοῦ δίσκου τοῦ Δία.

Ἀπὸ τίς παρατηρήσεις, πού ἔκαναν τὰ διαστημόπλοια Πρωτόπυρος 10 καὶ 11, τὰ ὁποῖα τὸν πλησίασαν, διαπιστώθηκε, ὅτι ἔχει ἰσχυρὸ μαγνητικὸ πεδίο καὶ ζώνες, ἀνάλογες μὲ τίς ζώνες Van Allen τῆς γῆς.



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

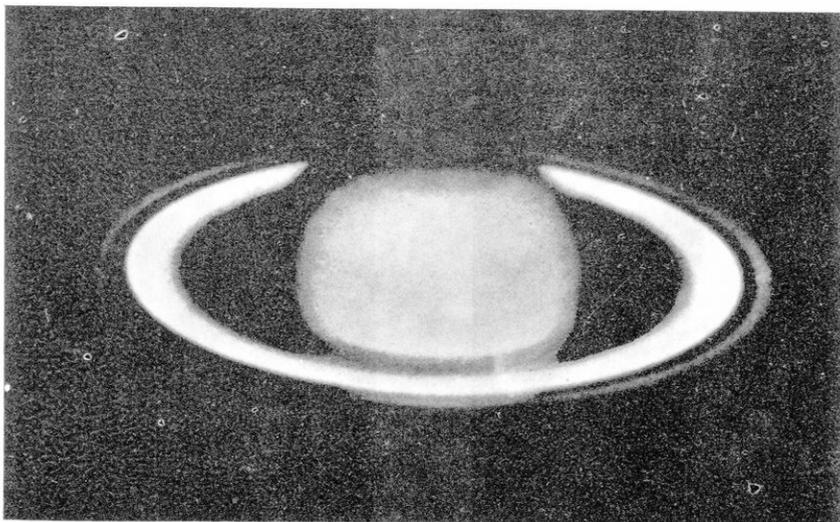
15
 Από τούς 13 δορυφόρους του πλανήτη αὐτοῦ, οἱ τέσσερις, **Γανυμήδης, Καλλιστώ, Ἴω** καί **Εὐρώπη** εἶναι πολύ μεγάλοι, μέ διάμετρο ἀπό 4980 μέχρι 2880 km. Οἱ δύο πρῶτοι εἶναι μεγαλύτεροι ἀπό τή σελήνη, πού ἡ διάμέτρος της περιορίζεται στά 3476 km. Οἱ ἄλλοι 9 δορυφόροι φαίνονται μόνο μέ ἰσχυρά τηλεσκόπια. 11

Κρόνος. Ὁ Κρόνος δοῖσκεται 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 διάμέτρος 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 1979 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

Τό 1979 ἀνακαλύφθηκε



Είκ. 16. Ὁ πλανήτης Κρόνος.

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

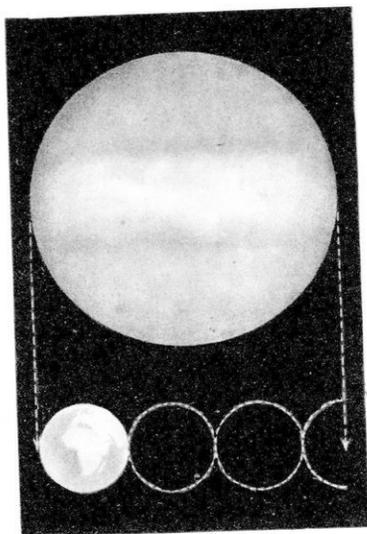
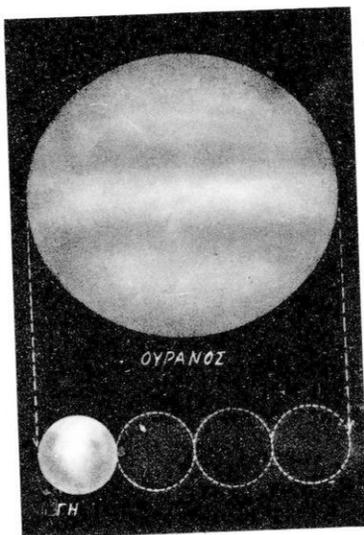
Ὁ Κρόνος ἔχει 10 δορυφόρους.

Πιθανῶς ὑπάρχει
καί 11^{ος}.

Οὐρανός – Ποσειδῶν – Πλούτων (είκ. 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. Πικροσιάζει καί αὐτός ζῶνες καί ταινίες, πού φαίνονται διαδοχικά φωτεινές καί σκοτεινές. Ἡ θερμοκρασία στήν ἐπιφάνειά του καταβαίνει στούς -185°C . Ὁ Οὐρανός ἔχει 9 δακτύλιους, πού ἀνακαλύφθηκαν τό 1977 & 1978 καί 5 δορυφόρους.

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

H. ἔχει



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

άστρα 8ου μεγέθους, έπειτα από τήν ύπόδειξη πού του έκανε μέ επιστολή του ό Λεβερριέ. Αυτό ήταν μία νίκη τής δυνάμεως τών Μαθηματικών. Ό Ποσειδών απέχει από τόν ήλιο 4,5 δισεκατ. km περίπου και συμπληρώνει τήν περιφορά του σε 164,8 έτη. Ό θερμοκρασία στήν επιφάνειά του είναι -200° C. Έχει δύο δορυφόρους.

Ό Πλούτων ανακαλύφτηκε τό 1930 από φωτογραφίες και είναι ό τελευταίος γνωστός σήμερα πλανήτης. Ό μέση απόστασή του από τόν ήλιο είναι 6 δισεκατομ. km, περίπου, και ή περιφορά του συμπληρώνεται σε 248 έτη. Ό πραγματική του διάμετρος είναι 5800 km και φαίνεται ως άστρας 14,9 μεγέθους. Τό 1978 ανακαλύφθηκε ότι ό Πλούτων έχει ένα δορυφόρο.

Έρωτήσεις

- 48) Μέ ποιο ούράνιο σώμα μοιάζει ή επιφάνεια του Έρμη;
- 49) Τί όνομασίες δίνει ό πολύς κόσμος στόν πλανήτη Άφροδίτη;

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

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

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

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

14. Κομήτες καί μετέωρα.

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

Κάθε κομήτης (εἰκ. 18) ἀποτελεῖται ἀπό τρία μέρη: τόν **πυρήνα**, πού εἶναι τό λαμπρότερο τμήμα τοῦ κομήτη καί ἔχει τήν ὄψη ἀστέρα· τήν **κόμη**, πού ἔχει ὄψη νεφελώδη καί περιβάλλει τόν πυρήνα· καί τήν **οὐρά**, πού ἀποτελεῖ μιά στενόμακρη προέκταση τῆς κόμης. Ὁ πυρήνας καί ἡ κόμη ἀποτελοῦν μαζί τήν κεφαλή τοῦ κομήτη. Μερικοί κομήτες παρουσιάζουν καί πολλές οὐρές. Κατά κανόνα, οἱ οὐρές τῶν κομητῶν διευθύνονται πρὸς τό ἀντίθετο μέρος, ἀπό ἐκεῖνο πού θρῖσκεται 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 ὅμως 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 ἑλλείψεις, ἢ παραβολές ἢ ὑπερβολές (σχ. 14).

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



Εικ. 18. Ὁ κομήτης τοῦ Μπρούξ.

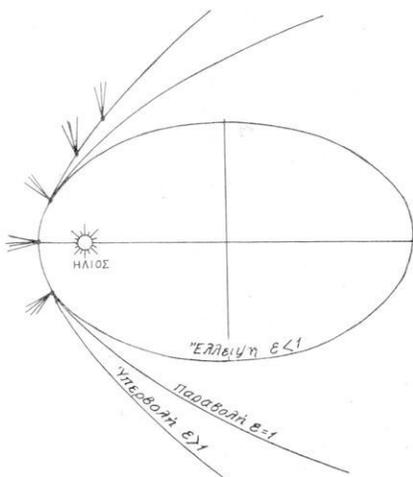
νάχα καί δέν ἐπιστρέφουν ποτέ σ' αὐτό. Γι' αὐτό οἱ κομήτες αὐτοὶ ὀνομάζονται **μὴ περιοδικοί**.

Ἀπό τοὺς 69 περιοδικούς κομήτες, πού ἡ περίοδός τους εἶναι μικρότερη ἀπὸ 100 ἔτη, οἱ 45 ἔχουν τὸ ἀήλιο τῆς τροχιάς τους κοντὰ στὸ Δία· οἱ ὑπόλοιποι τὸ ἔχουν κοντὰ στοὺς πλανῆτες Κρόνο, Οὐρανὸ καί Ποσειδώνα. Ἀπὸ τὰ δεδομένα αὐτὰ βγαίνει τὸ συμπέρασμα, ὅτι οἱ παραπάνω περιοδικοὶ κομήτες πέρασαν κάποτε κοντὰ σέ κάποιον ἀπὸ τοὺς μεγάλους πλανῆτες (πού, μέ τὴν ἰσχυρὴ ἔλξη τους, ἄλλαξαν τὴν τροχιά τους), ἔγιναν περιοδικοὶ καί τὰ ἀήλια 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 ἐκεῖνου τοῦ πλανῆτη, πού μέ τὸ περιμάξेमά του τοὺς ἔκανε περιοδικούς.

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

λεται κυρίως σέ εκρήξεις, πού γίνονται στούς πυρήνες τους. Τό μεγαλύτερο όμως μέρος από τό φῶς τους είναι ήλιακό, πού τό ανακλούν. Γι' αυτό, έξ-άλλου, φαίνονται λαμπρότεροι, όταν πλησιάζουν στόν ήλιο.

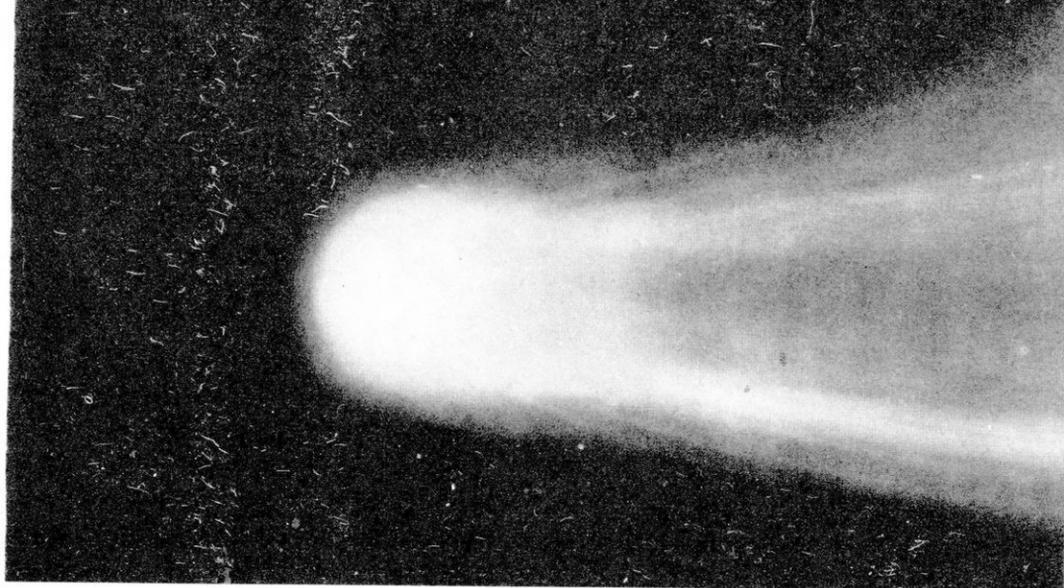
Ἡ φασματοσκοπική ἔρευνα απέδειξε, ὅτι ἡ ὕλη τους ἀποτελεῖται κυρίως ἀπό μέταλλα καί περισσότερο ἀπό σίδηρο. Τήν κεφαλή τήν ἀποτελοῦν μεγάλα κομμάτια πάγου ἀπό μεθάνιο, ἀμμωνία καί νερό μέ διάφορες προσμίξεις σίδηρου, νικέλιου καί ἀσδέστιου.



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 ὁμως 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 ὁμως δέν ξαναεμφανίστηκε. Ὅταν, τέλος, στίς 27 Νοεμβρίου 1872 ἡ γῆ πέρασε ἀπό κάποιο σημεῖο τῆς τροχιάς τῆς, ἀπό τό ὁποῖο ἔπρεπε νά περάσει τότε καί ὁ ἄλλοτε κομήτης, παρατηρήθηκε **βροχή διαττόντων ἀστέρων**, πού ὀφειλόταν προφανῶς στούς ἀναρίθμητους κόκκους τῆς σκόνης, τήν ὁποία διασκόρπισε ὁ κομήτης.

Ὁ κομήτης τοῦ Halley (Χάλλεϋ) εἶναι περιοδικός μέ περίοδο 76 ἔτη. Τό ἀήλιό του βρίσκεται 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. Ο κομήτης του Χάλλεϋ, όπως φαινόταν την 8η Μαΐου (ν.ή.) 1910.

ενώ η προσεχής θά γίνει τό 1986. Όταν πέρασε τή νύχτα, 19 – πρός 20 Μαΐου 1910—μεταξύ γῆς καί 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 καί ὅτι ἡ παρουσία τους, ἂν καί ἐπιδητική, δέν ἀποτελεῖ κίνδυνο γιά τήν ἀνθρωπότητα.

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

Ἄν ἡ γῆ, πού κινεῖται μέ ταχύτητα 30 km/sec γύρω ἀπό τόν ἥλιο, συναντήσῃ ἕνα μετέωρο, τότε, ἐξαιτίας τῆς συνθέσεως τῆς ταχύτητας γῆς καί μετέωρου, τό μετέωρο τρίβεται τόσο πολύ μέ τά μόρια τῆς γήινης ἀτμόσφαιρας, ὥστε στό ὕψος τῶν 120 km, μέ τήν

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

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

Οἱ δροχές διαπτόντων ὀφείλονται σέ ἕλη, πού προέρχεται συνήθως ἀπό κομήτες, οἱ ὁποῖοι διαλύθηκαν μερικά ἢ ὀλικά. Μέσα ἀπό αὐτή τήν ἕλη περνά ἡ γῆ ὀρισμένες ἡμέρες τοῦ ἔτους, ὅταν θρῖσκεται στήν περιοχή 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 διάχυτό φῶς σέ σχῆμα τριγωνικῆς στήλης, πού ἐκτείνεται κατά μήκος τῆς ἐκλειπτικῆς· τό ὕψος τοῦ φωτός, στήν Ἑλλάδα, φαίνεται νά περιορίζεται σέ 50°. Ἀνάλογο φῶς παρατηρεῖται καί στόν ἀνατολικό ὀρίζοντα πρῖν ἀπό τό λυκαυγές (Ὀκτώβριο καί Νοέμβριο). Τό φῶς αὐτό τό ὀνομάζουμε **ζωδιακό φῶς**.

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

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

πιθανόν ανάλογη προέλευση. Παρατηρείται πάντοτε σέ θέση αντίθετη, διαμετρικά, από τή θέση πού βρίσκεται ό ήλιος, καί έκτείνεται σέ μικρή περιοχή του ούρανού μέ σχήμα έλλειπτικό.

Έρωτήσεις

- 54) Ποιά είναι τά κύρια μέρη ενός κομήτη;
- 55) Τί είναι οί οικογένειες των κομητών καί πόσες τέτοιες έχουμε;
- 56) Από τί ύλικό αποτελούνται οί κομήτες καί πού όφείλεται τό φώς τους;
- 57) Τί είναι οί βροχές διαττόντων αστερών καί ποιά είναι ή αίτία πού παρουσιάζονται ;
- 58) Από τήν προσέγγιση του κομήτη του Χάλλεϋ στή γή τό 1910 τί συμπεράσματα βγήκαν;
- 59) Τί είναι τά μετέωρα, οί βολίδες καί οί μετεωρόλιθοι; Πώς τούς διακρίνουμε μεταξύ τους;
- 60) Πού όφείλονται οί βροχές διαττόντων αστερών;
- 61) Ποιά σχέση ύπάρχει μεταξύ κομητών καί διαττόντων αστερών;

ΓΗ ΚΑΙ ΣΕΛΗΝΗ

15. Σχήμα, ἀτμόσφαιρα καί κινήσεις τῆς γῆς.

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

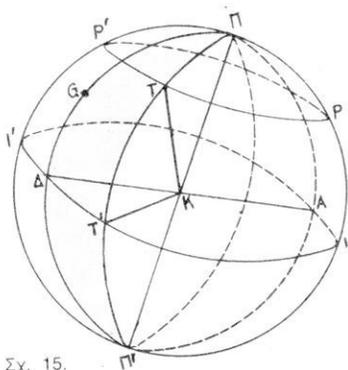
᾽Ονομάζουμε **ἄξονα** τῆς γήινης σφαίρας (σχ. 15) τή διάμετρό της ΠΠ', γύρω ἀπό τήν ὁποία περιστρέφεται. Τά ἄκρα τοῦ ἄξονα, Π καί Π', ὀνομάζονται **πόλοι** τῆς γῆς· **βόρειος** εἶναι ὁ Π, πού εἶναι στραμμένος πρὸς τά βόρεια, καί **νότιος** ὁ Π', πού εἶναι στραμμένος πρὸς τό νότο.

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

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

Οἱ μέγιστοι κύκλοι τῆς γῆς, πού περνοῦν ἀπό τοὺς πόλους της, ὅπως ὁ ΠΠ', ὀνομάζονται **μεσημβρινοί**. ᾽Από αὐτούς ὁ μεσημβρινός G, πού περνᾷ ἀπό τό ἀστεροσκοπεῖο τοῦ Greenwich (Γκρήνουϊτς) τῆς Ἀγγλίας, θεωρεῖται ὡς **πρῶτος μεσημβρινός**. ᾽Ο πρῶτος μεσημβρινός, λ.χ. ΠΓΠ', χωρίζει τή γῆ σέ δύο ἡμισφαίρια. ᾽Από αὐτά, ἐκεῖνο πού ἀντιστοιχεῖ στήν ἡμικυκλική 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, ΠΠ', τοῦ σημείου T. Ἡ ἐπίπεδη γωνία ΤΚΤ, πού μέτρο της εἶναι τό τόξο Τ'Τ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ σημείου T, ὀνομάζεται **γεωγραφικό πλάτος** τοῦ σημείου T καί τό συμβολίζουμε μέ τό γράμμα φ.



Σχ. 15.

Τό γεωγραφικό πλάτος τό μετροῦμε ἀπό 0° ἕως 90° πάνω στό μεσημβρινό τοῦ τόπου. Ἐτοί' στό σημεῖο, πού ἕνας μεσημβρινός τέμνει τόν ἰσημερινό (Τ' σχ. 15) μετροῦμε 0° , ἐνῶ στά ἄκρα Π καί Π' τοῦ ἄξονα τῆς γῆς μετροῦμε 90° ἀντίστοιχα.

Γιά νά μετρήσουμε τώρα τό γεωγραφικό πλάτος τοῦ σημείου Τ, ἀρχίζουμε ἀπό τό σημεῖο Τ' (τὴν τομή τοῦ ἰσημερινοῦ μέ τό μεσημ-

βρινό τοῦ σημείου Τ), δηλαδή μετροῦμε τό μήκος τοῦ τόξου ΓΤ. Ἐάν αὐτό τό τόξο θρῖσκεται στό βόρειο ἡμισφαίριο, τό ὀνομάζουμε **βόρειο πλάτος**, ἂν θρῖσκεται στό νότιο ἡμισφαίριο, τό ὀνομάζουμε **νότιο πλάτος**.

Γεωγραφικό μήκος τοῦ σημείου Τ ὀνομάζουμε τή διέδρη γωνία ΓΠΠΤ, πού σχηματίζεται ἀπό τό ἐπίπεδο τοῦ πρώτου μεσημβρινοῦ τῆς γῆς, G, καί τοῦ μεσημβρινοῦ, πού θρῖσκεται ὁ τόπος Τ. Ἀντίστοιχη τῆς διέδρης γωνίας εἶναι ἡ ἐπίπεδη γωνία ΔΚΤ'. Τό γεωγραφικό μήκος τό συμβολίζουμε μέ τό γράμμα L.

Τό γεωγραφικό μήκος τό μετροῦμε ἀπό 0° ἕως 180° πάνω στόν ἰσημερινό τῆς γῆς. Στό σημεῖο Δ, ὅπου ὁ πρῶτος μεσημβρινός G τέμνει τόν ἰσημερινό, μετροῦμε 0° , ἐνῶ στό διαμετρικά ἀντίθετο σημεῖο τοῦ Δ, τό Α, μετροῦμε 180° . Ἐάν 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 Τ' θρῖσκεται στό ἀνατολικό ἡμισφαίριο, ἄρα τό τόξο ΔΤ', ἔστω 30° , ὀνομάζεται « 30° ἀνατολικό».

Τό γεωγραφικό πλάτος καί τό γεωγραφικό μήκος ἑνός τόπου ὀνομάζονται **γεωγραφικές συντεταγμένες τοῦ τόπου**.

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

Πάνω ἀπό τό φλοιό τῆς γῆς ὑπάρχει ἡ ἀτμόσφαιρα. Τό ὕψος τῆς ἀτμόσφαιρας δέ μᾶς εἶναι γνωστό, οὔτε καί μποροῦμε εὐκόλα 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 ἡλιακοῦ στέμματος. Τήν κατάσταση αὐτή τῆς ὕλης τήν ὀνομάζουμε **πλάσμα**.

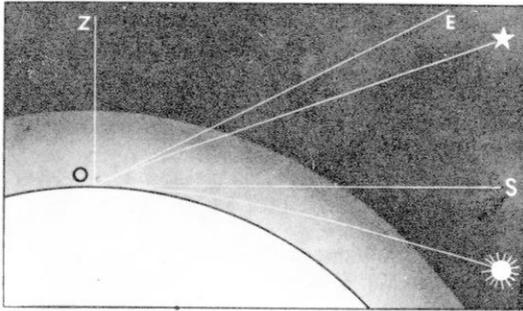
Στρώμα ὄζοντος. Σέ ὕψος 15 ἕως 35 km ἡ στρατόσφαιρα καί ἡ μεσόσφαιρα εἶναι πλούσιες σέ ὄζον. Τήν περιοχὴ τήν ὀνομάζουμε ὄζον τ ὀ σ φ α ι ρ α. Τό ὄζον ἀπορροφᾷ μεγάλη ποσότητα ἀπό τήν ὑπεριώδη ἀκτινοβολία τῶν ἀκτίνων τοῦ ἡλιου, πού προσβάλλει τά ζωικά εἶδη καί τούς προκαλεῖ ἀκόμα καί θάνατο. Ἡ ὄζοντὸσφαιρα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

Ἴονόσφαιρα. Σέ ὕψος 60 km καί πάνω παρατηροῦνται φαινόμενα ἰονισμοῦ τῶν μορίων καί τῶν ἀτόμων τῆς ἀτμόσφαιρας, μέ ἀποτέλεσμα ὀλόκληρα στρώματα, μέ μεγάλο πάχος, νά παρουσιάζονται ἰονισμένα. Ἴ ο ν ὀ σ φ α ι ρ α ὀνομάζουμε 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 θρῖσκονται πολὺ μακριὰ ἀπό τούς σταθμοὺς ἐκπομπῆς.

Ἐπειδὴ ἡ γῆινη ἀτμόσφαιρα ἔχει στρώματα μέ διαφορετικὴ πυκνότητα, τό φῶς τοῦ ἡλιου καί τῶν ἀστέρων, γιά νά φθάσει στή γῆ, παθαίνει συνεχῆ διάθλαση, καθὼς περνᾷ ἀπὸ τό ἕνα στρώμα σὸ 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 θρῖσκονται στόν ὀρίζοντα (εἰκ. 20). Ἀντίθετα μηδενίζεται, ὅταν οἱ ἀκτίνες πέφτουν κατακόρυφα.

Τά κυριότερα ἀποτελέσματα τῆς ἀτμοσφαιρικής διαθλάσεως εἶναι:

1. **Μεγαλύτερη διάρκεια τῆς ἡμέρας.** Ὁ ἡλιος, ὅταν θρῖσκεται κοντά στόν ὀρίζοντα, ἕξαιτίας τῆς ἀτμοσφαιρικής διαθλάσεως φαίνεται ψηλότερα. Ἔτσι ἡ παρουσία τοῦ



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

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

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

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

Με 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 τις ονομάζουμε **ζώνες Βάν Άλλεν**, από το όνομα του ερευνητή που πρώτος τις 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 έξωτερική ζώνη, που δημιουργείται από τα σωματίδια που φθάνουν στη γη από τον ήλιο και σχηματίζουν ζώνη από πλάσμα. Η ζώνη αυτή έχει έντονη ακτινοβολία κοντά στο μαγνητικό ισημερινό της γης.

Το **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. Το πολικό σέλας μοιάζει με φωτεινό παραπέτασμα που έχει κόρσινα, ή φωτεινά ερυθρωπά-συνήθως, νέφη, που φαίνονται να πάλλονται, αλλά και να μεταμορφώνονται συνέχεια.

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

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

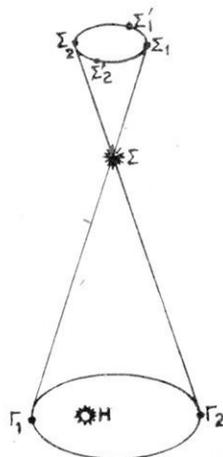
Ἡ γῆ εἶναι ὁ τρίτος στή σειρά πλανήτης τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος. Στρέφεται γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο, μέ κατεύθυνση ἀπὸ Δ πρὸς Α, στή μέση ἀπόσταση ἀπὸ αὐτὸν 149.600.000 km περίπου καὶ γράφει τὴν ἔλλειπτική τροχιά τῆς, μέ μέση ταχύτητα 29,8 χιλιομ./δευτερ., σέ 365,256 ἡμέρες.

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

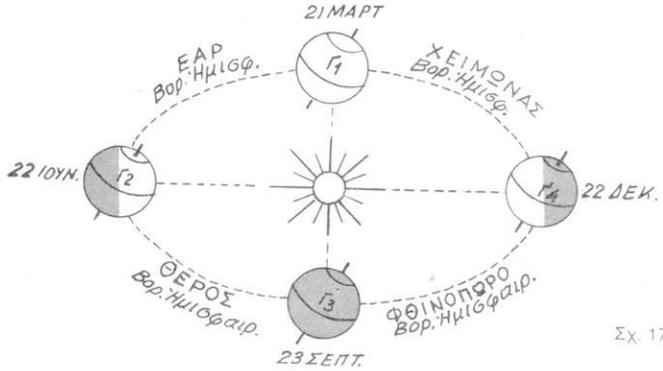
Ἀποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς καὶ τῆς περιφορᾶς τῆς γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο. Οἱ ἐποχῆς τοῦ ἔτους καὶ ἡ ἀνισότης χρονικῆς διάρκειας ἡμέρας καὶ νύχτας. Ἐστω Η ὁ ἥλιος, πού γιὰ ἀπλούστευση τὸν θεωροῦμε στὸ κέντρο τῆς ἔλλειπτικῆς τροχιάς τῆς γῆς γύρω ἀπὸ αὐτὸν (Σχ. 17).

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

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



Σχ. 16

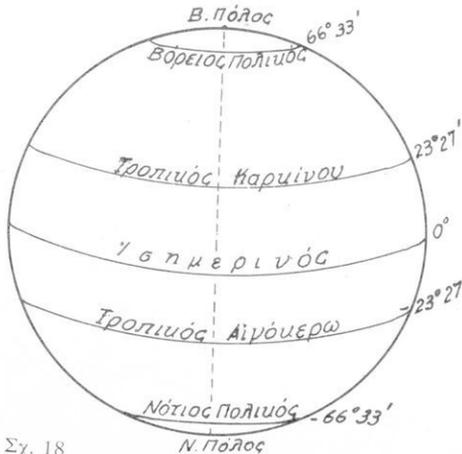


Σχ. 17

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

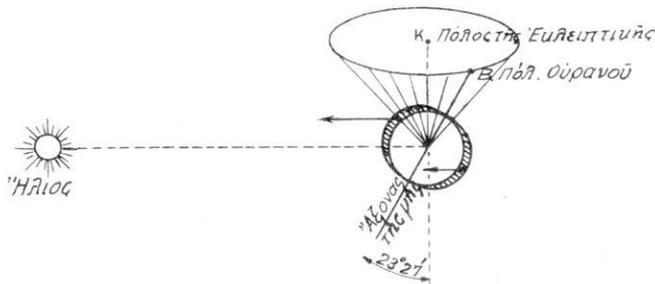
Στο σχήμα 18 η γη είναι χωρισμένη στον ισημερινό (0°) και σε τέσσερις παράλληλους κύκλους, δύο στο βόρειο ημισφαίριο (**τροπικός του Καρκίνου** $+23^\circ 27'$ και **βόρειος πολικός** $+66^\circ 33'$), και δύο στο νότιο ημισφαίριο (**τροπικός του Αιγόκερω** $-23^\circ 27'$ και **νότιος πολικός** $-66^\circ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



Σχ. 18

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 βόρειο πολικὸ κύκλο καὶ τὸ βόρειο πόλο. Ἡ ζώνη αὕτη ὀνομάζεται **βόρεια πολικὴ ἢ βόρεια κατεψυγμένη ζώνη.**

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

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

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

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

Ἑρωτήσεις

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

- 66) Ἡ ἀτμοσφαιρική διάθλαση τί φαινόμενα προκαλεῖ στά οὐράνια σώματα (ἥλιο, σελήνη, ἀστέρες);
- 67) Τί μᾶς λέγει ἡ παραλλακτική ἀπόδειξη;
- 68) Ποῦ ὀφείλονται οἱ ἐποχές τοῦ ἔτους καί ἡ ἀνισόττητα χρονικῆς διάρκειας ἡμέρας καί νύχτας;
- 69) Γιατί οἱ δίσκοι τοῦ ἡλίου καί τῆς σελήνης φαίνονται πλατυσμένοι κοντά στόν ὀρίζοντα;
- 70) Γιατί ἡ στίλβη τῶν ἀστέρων περιορίζεται, ὅταν αὐτοί εἶναι σέ θέση κατακόρυφη σχετικά μέ τόν παρατηρητή;
- 71) Ποιές εἶναι κατά σειρά μεγέθους οἱ ζῶνες τῆς γῆς;
- 72) Τί εἶναι ἡ μετάπτωση καί ποιός τήν ἀνακάλυψε;

16. Ἀπόσταση, κίνηση καί φυσική κατάσταση τῆς σελήνης.

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

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

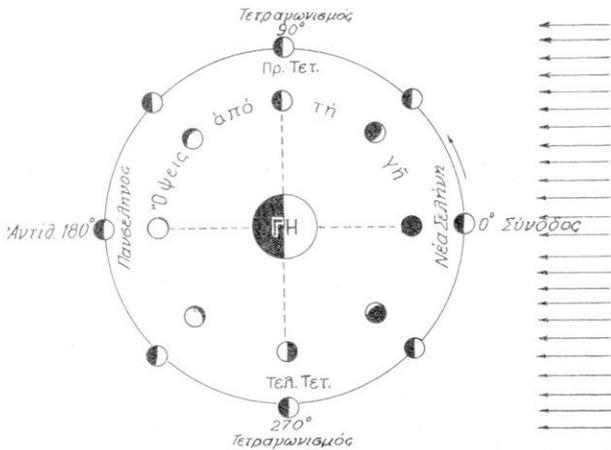
Τέλος, ἀπό τή μελέτη τῆς κινήσεως τοῦ κέντρου μάζας τοῦ συστήματος γῆς – σελήνης γύρω ἀπό τόν ἥλιο προκύπτει, ὅτι ἡ μάζα τῆς σελήνης εἶναι τό $1/81$ τῆς μάζας τῆς γῆς, δηλαδή 73.10^{18} τόνους, καί ἡ πυκνότητά της 3,33, ἂν πάρουμε ὡς μονάδα τήν πυκνότητα τοῦ ὕδατος. Ἀπό τή μάζα καί τήν ἀκτίνα βρίσκουμε,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

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

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

Απόγειο της σελήνης ονομάζουμε το σημείο της τροχιάς της, όπου σημειώνεται η μέγιστη απόστασή της από τη γη.

Ο χρόνος, πού χρειάζεται για μιά πλήρη περιφορά της σελήνης γύρω από τη γη, είναι ίσος με 27 ήμ. 7 ώρ. 43 λ 11,5 δ. (27.322 ήμ.) και ονομάζεται **αστρικός μήνας**. Από αυτό προκύπτει, ότι η μέση ταχύτητα της σελήνης, καθώς κινείται γύρω από τη γη, είναι ίση με 1,02 km/sec.



Σχ. 20.

Φάσεις της σελήνης. Ανάλογα με την απόχρη της από τον ήλιο, η σελήνη παρουσιάζει σ' έμας, κάθε ήμερα, διαφορετικό μέρος από τό φωτιζόμενο από τον ήλιο ήμισφαίριό της. **Φάσεις της σελήνης** ονομάζουμε τίς διάφορες όψεις της κατά την καθημερινή περιφορά της γύρω από τη γη.

Έτσι, όταν η σελήνη βρίσκεται σέ σύνοδο με τον ήλιο (άποχή 0°), στρέφει πρός τη γη τό ήμισφαίριό της, πού δέ φωτιζεται (σχ. 20). Τότε λέγομε ότι έχουμε **νέα σελήνη** (Ν.Σ.) ή **νουμηνία**. Ύστερα, όσο μεγαλώνει η άποχή της από τον ήλιο, στρέφει πρός τη γη, στήν άρχή μικρό πού όλο μεγαλώνει, μέρος από τό φωτιζόμενο ήμισφαίριό της, πού φαίνεται σάν δρεπανοειδήσ κοιλόκυρτόσ **μηνίσκος**, στραμμένοσ πρός τήν Άνατολή. Μετά από 7 ήμ. και 9 ώρες περίπου από τη Ν.Σ., όταν έρχεται σέ τετραγωνισμό (άποχή 90°), φαίνεται φωτιομένη η μισή· τή φάση ατή ονομάζουμε **πρωτό τέταρτο** (Π.Τ.). Καθώς η άποχή μεταβάλλεται από 90° έως 180°, η σελήνη

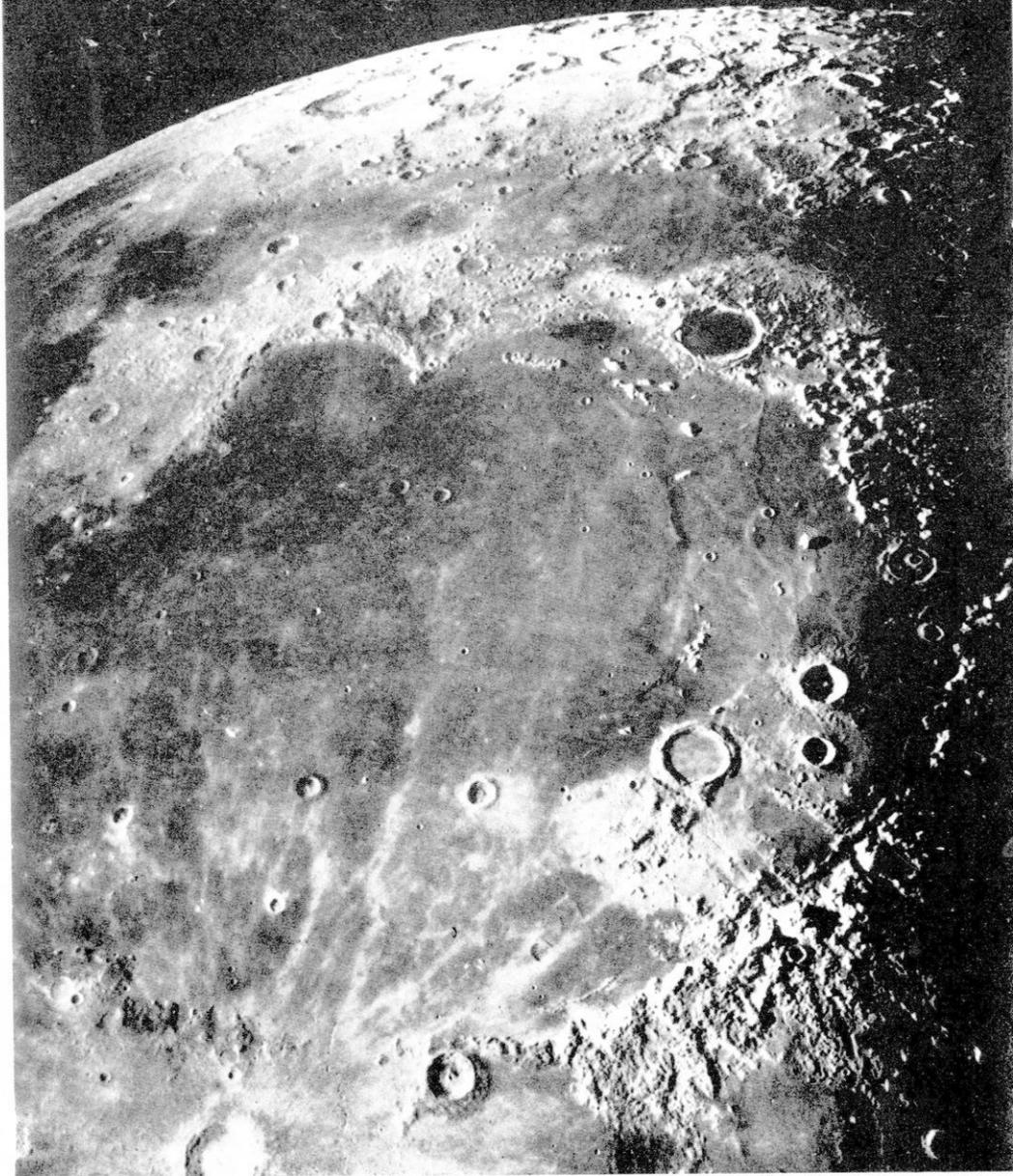
καθημερινά στρέφει σε μᾶς μεγαλύτερο μέρος από τό φωτιζόμενο ἡμισφαίριό της καί ὁ μηνίσκος εἶναι τώρα ἀμφίκυρτος. Μετά 7 ἡμ. καί 9 ὥρ. ἀπό τό Π.Τ., ἡ σελήνη ἔρχεται σέ ἀντίθεση (ἀποχή 180^ο) καί στρέφει στή γῆ ὀλόκληρο τό φωτιζόμενο ἡμισφαίριό της· τότε λέγομε ὅτι ἔχομε **πανσέληνο**. Κατά τήν πανσέληνο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

Καθώς συνεχίζει νά μεγαλώνει ἡ ἀποχή ἀπό 180^ο ἔως 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 πρὸς 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 πρὸς 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 μῆνας εἶναι ὁ χρόνος πού χρειάζεται ἡ σελήνη ξεκινώντας ἀπό σύνοδο νά βρεθεῖ σέ σύνοδο. Αὐτός ὁ χρόνος εἶναι ἴσος μέ 29 ἡμ. 12 ὥρες 44 λ. 2,86 δ. ἢ 29,531 ἡμ.

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

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



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



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

Στίς όμαλές καί επίπεδες εκτάσεις τοῦ σεληνιακοῦ εδάφους, πού τό χρώμα τους εἶναι πιό σκοῦρο δόθηκε κατά τό παρελθόν τό

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

Θερμοκρασία καί ἐξέλιξη τῆς σελήνης. Ἐπειδή δέν ὑπάρχει ἀτμόσφαιρα, τῆ σελήνη τήν προσβάλλει ἀπευθείας ἡ ἡλιακή ἀκτινοβολία κατά τή διάρκεια τῆς «ἡμέρας» τῆς (διαρκεῖ 14 γήινες ἡμέρες) καί ἡ θερμοκρασία γίνεται μεγαλύτερη ἀπό 100⁰ C. Ἔτσι, καί ἂν ὑπῆρχε νερό, αὐτό θά ἐξατμιζόταν. Τή νύχτα ἡ θερμοκρασία στήν ἐπιφάνειά τῆς πέφτει στούς -150⁰ C. Στό ἐσωτερικό ἡ θερμοκρασία εἶναι λίγες ἑκατοντάδες βαθμοί Κελσίου, γι' αὐτό ὑποθέτουμε ὅτι μπορεῖ νά ὑπάρχει νερό σέ στερεή κατάσταση. Ἔχουμε ἐνδείξεις, ὅτι ἡ σελήνη ἔχει μικρό πυρήνα, μέ διάμετρο 1000 km περίπου, σέ ρευστή ἢ πλαστική κατάσταση.

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

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

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

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

Ἐρωτήσεις

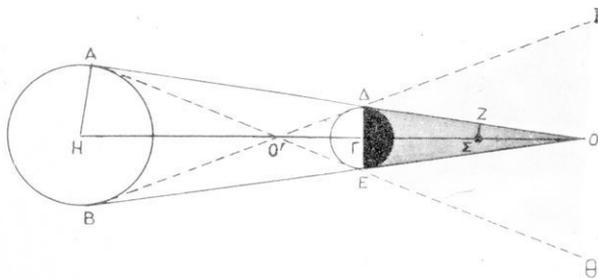
73) Τί ὀνομάζουμε Περίγειο καί τί Ἀπόγειο τῆς σελήνης;

- 74) Πότε λέμε ότι έχουμε νέα σελήνη ή νουμηνία; πότε πρώτο τέταρτο; και πότε πανσέληνο;
- 75) Ποιές νυχτερινές ώρες παρατηρείται η φάση του τελευταίου τέταρτου της σελήνης;
- 76) Γιατί η σελήνη στρέφει πάντοτε το ίδιο ημισφαίριό της στη γη; Πώς εξηγείται αυτό;
- 77) Ποιά είναι τα κυριότερα χαρακτηριστικά της επιφάνειας της σελήνης;
- 78) Πόσο πρέπει να ζυγίζει στη σελήνη ένας άνθρωπος που στη γη έχει βάρος 60kg;
- 79) Υπάρχει στη σελήνη διάχυτο φως, λυκαυγές, λυκόφως και παρασκιά; Νά δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
- 80) Γιατί δεν υπάρχει νερό στην επιφάνεια της σελήνης;
- 81) Φαίνονται αστέρες και την ημέρα στον ουρανό της σελήνης; Νά δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

17. Έκλειψεις και παλίρροεις.

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

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



Σχ. 21.

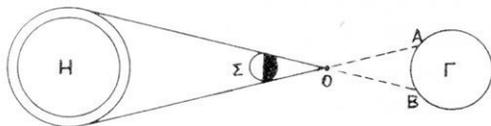
Για να γίνει όμως έκλειψη σελήνης, θά πρέπει η σκιά της γης να διευθύνεται προς τη σελήνη. Αυτό γίνεται κάθε φορά πού έχουμε πανσέληνο, γιατί τότε, εξαιτίας της αντίθεσεως σελήνης - ήλιου, η γη ρίχνει τη

σκιά της προς τό μέρος τῆς σελήνης. Βέβαια σέ κάθε πανσέληνο δέν ἔχουμε καί ἔκλειψη, γιατί γιά νά συμβοῖ αὐτό, θά πρέπει καί τά επίπεδα τῆς γήινης καί τῆς σεληνιακῆς τροχιάς νά συμπίπτουν. Μόνο τότε τά τρία σώματα ἥλιος – γῆ – σελήνη θά θρῖσκονται στήν ἴδια εὐθεία. Ὅμως, τά επίπεδα 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.

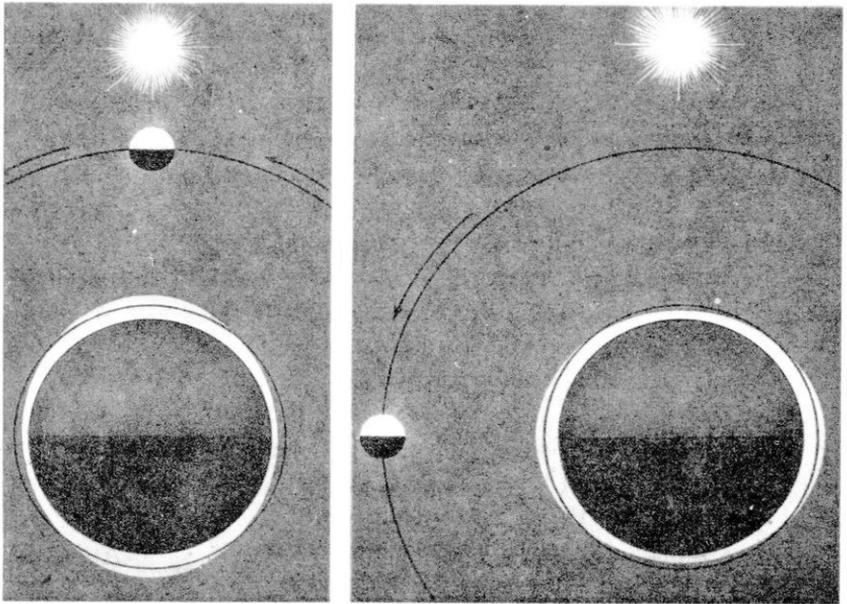
Ὅταν ἡ σκιά τῆς σελήνης φθάσει στή γῆ, τότε, καθῶς κινεῖται ἡ σελήνη, ἡ σκιά της σκεπάζει στήν ἐπιφάνεια τῆς γῆς μιά λουρίδα, πού τό πλάτος της μπορεῖ νά φθάσει τά 300 km. Τότε, καί σ' ὅλους τούς τόπους, ἀπό τούς ὁποίους περνᾶ ἡ σκιά, ὁ δίσκος τῆς σελήνης κρύβει τό δίσκο τοῦ ἡλίου, γιατί ἡ φαινόμενη 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 ὅμως τῆς γῆς, πού σκεπάζονται ἀπό τήν παρασκιά τῆς σελήνης, ἔχουν **μερικῆ ἔκλειψη τοῦ ἡλίου**. Σ' αὐτούς τούς τόπους ὁ δίσκος τῆς σελήνης κρύβει μέρος ἀπό τό δίσκο τοῦ ἡλίου.

Ὅταν ὅμως ὁ κῶνος τῆς σκιάς τῆς σελήνης δέ φθάνει στή γῆ (σχ. 22), τότε, σ' 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 τμήμα του, ἀφήνοντας γύρω γύρω ἓνα ἀκάλυπτο φωτεινό δακτύλιο. Στούς τόπους πού ἔχουν τέτοια ἔκλειψη, λέμε, ὅτι ἔχουν **δακτυλιοειδή ἔκλειψη τοῦ ἡλίου**, ἐνῶ οἱ τόποι, πού σκεπάζονται ἀπό τήν παρασκιά ἔχουν μερικῆ ἔκλειψη.

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



Σχ. 22



Είχ. 23. Ξήγηση τοῦ φαινομένου τῶν παλίρροιῶν. Ἀριστερά· κατά τή φάση τῆς Ν.Σ. ἡ συνδυασμένη ἔλξη σελήνης καί ἡλιοῦ προκαλεῖ ἰσχυρότερη παλίρροια. Δεξιά, κατά τόν τετραγωνισμό, ἡ ἔλξη τῆς σελήνης ἐξουδετερώνεται ἐν μέρει ἀπό τήν ἔλξη τοῦ ἡλιοῦ 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 ἀσκει 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 ὁμως τό σχῆμα τῆς γῆς θά ἦταν ἐλλειψοειδές (εἰχ. 23) καί ὄχι σφαιρικό. Ἄν μάλιστα πρὸς τό μέρος τῆς σελήνης δεσθεῖ καί ὁ ἡλιος (σύνοδος), τότε ἡ συνδυασμένη ἔλξη ἡλιοῦ καί σελήνης θά κάνει τό ἐλλειψοειδές περισσότερο πλατύ· αὐτό ἀκριβῶς συμβαίνει στίς συ-

ζυγίες. Κατά τούς τετραγωνισμούς, όποτε σελήνη, γή και ήλιος σχηματίζουν όρθή γωνία και ή έλξη του ήλιου έξουδετερώνει ένα μέρος από τήν έλξη τής σελήνης, και τό έλλειψοειδές σχήμα θά είναι λιγότερο πλατύ και στραμμένο πάντα προς τή σελήνη (εικ. 23 δεξιά). Έπειδή όμως ή γή περιστρέφεται και αυτή, στρέφει συνεχώς προς τή σελήνη διαφορετικά μέρη τής επιφάνειάς 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 έξης πολύ περίεργο φαινόμενο: τά νερά του κινούνται συνεχώς, ενώ ταυτόχρονα αλλάζουν και φορά κινήσεως. Άλλοτε κατευθύνονται προς τό βόρειο και άλλοτε προς τό νότιο Εύβοϊκό. Για 22 έως 23 ήμέρες τό μήνα τό φαινόμενο αυτό παρουσιάζει μιá κανονικότητα και αλλάζει φορά κάθε 6 ώρες περίπου, όπως ή παλίρροια, ενώ τις υπόλοιπες 6 ή 7 ήμέρες του μήνα τό ρεύμα είναι άκανόνιστο.

Σήμερα δεχόμαστε τήν έξης εξήγηση: Τό κύμα τής παλίρροιας έρχεται κυρίως από τή Μεσόγειο θάλασσα στήν Εύβοια και μπαίνει στο βόρειο και νότιο Εύβοϊκό μέ κατεύθυνση προς τόν Εύριπο. Έπειδή υπάρχει διαφορά στο μήκος τής διαδρομής από βορρά προς νότο, τό κύμα πού έρχεται από τό νότο φθάνει στον Εύριπο 1 ώρα 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 άνεδάζουν τή στάθμη στο μέρος εκείνο κατά 30 έως 40 cm, όποτε δημιουργείται τό ρεύμα από τά νότια προς τά βόρεια. Μετά έξι ώρες άντιστρέφονται οί συνθήκες και δημιουργείται άντίθετο ρεύμα και έτσι ή άμπώτιδα διαδέχεται τήν πλημμυρίδα, γιατί τότε στο βόρειο τμήμα έχουν συσσωρευτεί περισσότερα νερά.

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

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

Ἐρωτήσεις

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

ΟΥΡΑΝΙΑ ΣΦΑΙΡΑ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΗ ΧΡΟΝΟΥ

18. Γῆ καὶ οὐράνια σφαίρα.

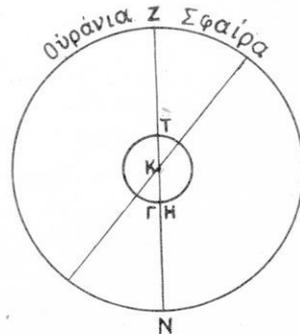
Οὐράνια σφαίρα ὀνομάζουμε τὴ σφαίρα πού περιβάλλει τὴ γῆ καὶ πάνω τῆς φαίνονται νὰ εἶναι καρφωμένοι οἱ ἀστέρες.

Κέντρο τῆς σφαίρας αὐτῆς εἶναι τὸ κέντρο K τῆς γῆς (σχ. 24). Ἐπειδὴ 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 ἀπλοῦστευση, ὅτι ὁ τόπος T τῆς ἐπιφάνειας τῆς γῆς συμπίπτει μὲ τὸ κέντρο K τῆς οὐράνιας καὶ τῆς γήινης σφαίρας.

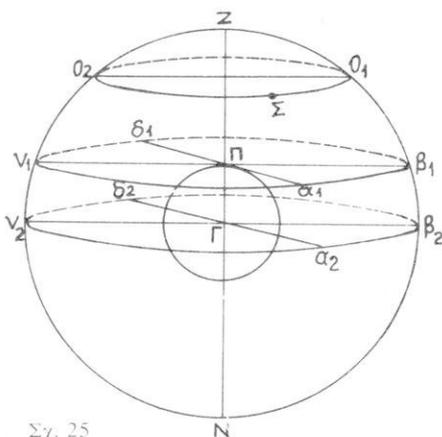
Τὴν οὐράνια σφαίρα τὴν ὀνομάζουμε καὶ οὐράνιο θόλο ἢ ἀπλά, οὐρανό. Τὸ γαλάζιο χρῶμα τοῦ ὀφείλεται κυρίως στὴ διάχυση τῆς γαλάζιας, ἰδιαίτερα, ἀκτινοβολίας τοῦ ἡλιακοῦ φωτός ἀπὸ τὰ μόρια τῆς γήινης ἀτμόσφαιρας.

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

Ἄν προεκτείνουμε τὴν κατακόρυφο ἑνὸς τόπου, λ.χ. T (σχ. 24), νοερώς 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 **Ναδί** τοῦ τόπου T .



Σχ. 24



Σχ. 25

Ἐστω παρατηρητής, πού στέκει στό σημεῖο Π τῆς ἐπιφάνειας τῆς γῆς Γ (σχ. 25). Τό ὀριζόντιο ἐπίπεδο, πού περνᾶ ἀπό τά μάτια του, τέμνει τήν οὐράνια σφαῖρα σέ σχῆμα κύκλου $\delta_1 \delta_2$. 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 τῆς 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**.

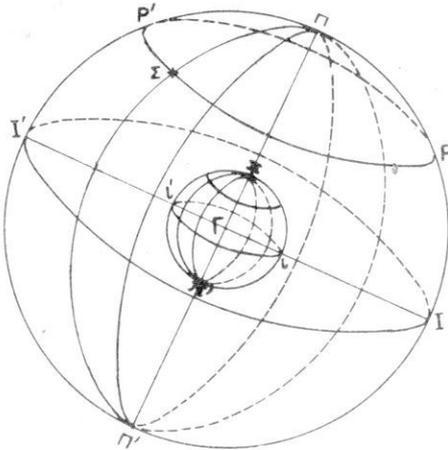
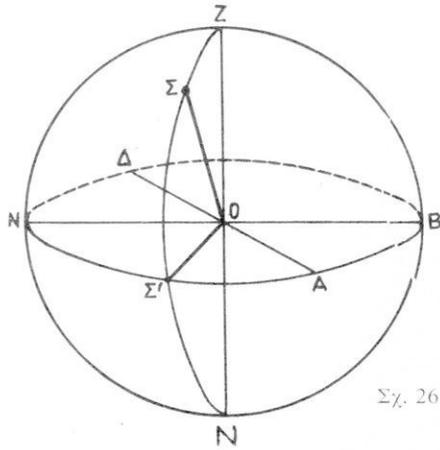
Φυσικό ὀριζόντιο ἑνός τόπου ὀνομάζουμε τή γραμμή, πού ὁ οὐρανός φαίνεται ὅτι ἀγγίζει τή γῆ. Κάθε ἐπίπεδο, κάθετο στήν κατακόρυφο, ὀνομάζεται **ὀριζόντιο ἐπίπεδο**.

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

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

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

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

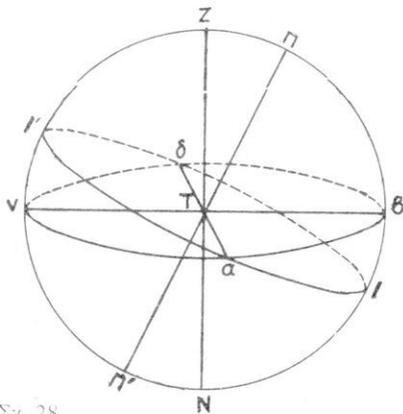


$\Sigma\chi. 27$

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

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

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



Σχ. 28

Οί άπειροι μέγιστοι κύκλοι της ουράνιας σφαίρας, πού έχουν για διάμετρό τους τόν άξονα του κόσμου, ονομάζονται **ώριαιοι κύκλοι**. Οί ώριαιοι κύκλοι της ουράνιας σφαίρας είναι αντίστοιχοι μέ τους μεσημβρινούς της γής. Εάν 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 ο τόπος Τ (σχ. 28), πού θεωρούμε ότι συμπίπτει μέ τό κέντρο της γήινης και της ουράνιας σφαίρας, ΖΝ ή κατακόρυφος του και ΠΠ' ο άξονας του κόσμου.

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

Έστω βδνα ο αισθητός ορίζοντας στόν τόπο Τ, κάθετος στήν κατακόρυφο ΖΝ, και ΙδΓ'α ο ουράνιος ισημερινός, κάθετος στόν άξονα του κόσμου ΠΠ'. Ο ουράνιος μεσημβρινός του τόπου, όπως βλέπουμε, τέμνει τόν ορίζοντα κάθετα στήν κοινή διάμετρό τους βν. 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 γη γύρω από τόν άξονά της και μās φαίνεται ότι έμεις μένουμε άκίνητοι και κινείται ο ουρανός. Γίνεται δηλαδή κάτι ανάλογο μέ τό φαινόμενο, πού μās παρουσιάζεται, όταν βρισκόμαστε πάνω σ' ένα κινητό. Τότε, ενώ έμεις

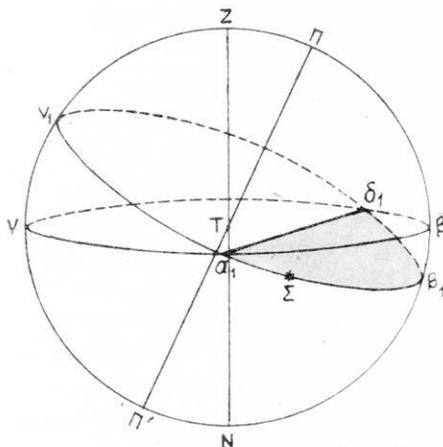
κινούμαστε, μᾶς δημιουργείται ἡ ἐντύπωση ὅτι κινοῦνται τὰ δένδρα, τὰ σπίτια, οἱ λόφοι κλπ. μέ φορά ἀντίθετη ἀπὸ αὐτὴ πού κινούμαστε. Ἀκόμα, ὅπως ἀκριβῶς, ἂν περιστραφεῖ κάποιος γύρω ἀπὸ τὸν ἑαυτό του, νομίζει ὅτι καὶ τὰ γύρω του ἀντικείμενα κινοῦνται κυκλικά, ἀλλὰ μέ ἀντίθετη φορά. Ἔτσι καὶ ἐξαιτίας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

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

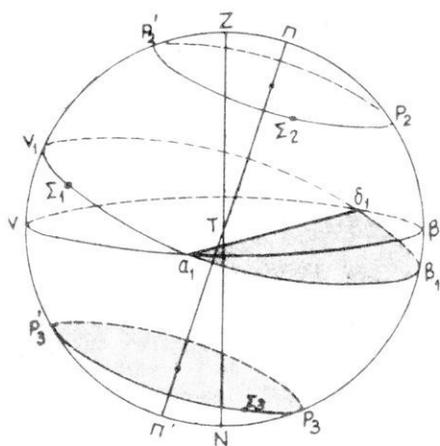
Ἠμερήσιο τόξο ἀστέρα, ὀνομάζουμε τὸ τόξο, πού διαγράφει ὁ ἀστέρας πάνω ἀπὸ τὸν ὀρίζοντα τοῦ τόπου, πού στεκόμαστε, ὅπως εἶναι τὸ τόξο αινιδι τοῦ ἀστέρα Σ (σχ. 29). **Νυχτερινὸ τόξο** ἀστέρα, ὀνομάζουμε τὸ τόξο, πού διαγράφει ὁ ἀστέρας κάτω ἀπὸ τὸν ὀρίζοντα τοῦ τόπου, πού στεκόμαστε, ὅπως εἶναι τὸ τόξο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

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

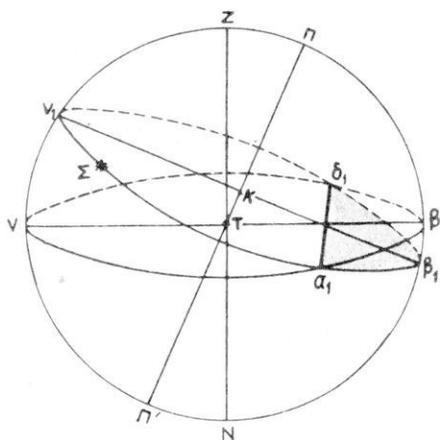
Κάτω μεσουράνηση ἀστέρα, ὀνομάζουμε τὴ στιγμὴ, πού ὁ ἀστέρας ἔχει τὸ μικρότερο ὕψος του σὲ ἓνα τόπο.



Σχ. 29



Σχ. 30



Σχ. 31

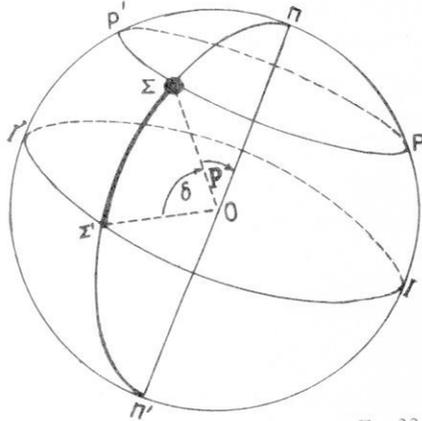
Ὁ οὐράνιος μεσημβρινός ἔχει δύο βασικές ιδιότητες:

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

Ἀπόκλιση καὶ πολικὴ ἀπόσταση ἀστέρα. Ἀπόκλιση ἑνὸς ἀστέρα Σ (σχ., 32) ὀνομάζουμε τὴ γωνιώδη ἀπόστασή του ἀπὸ τὸν οὐράνιο ἰσημερινό $\text{ΙΣ}'\text{Π}$.

Γιὰ νὰ βροῦμε τὴν ἀπόκλιση τοῦ ἀστέρα Σ , φέρνουμε τὸν ὠριαῖο κύκλο του $\text{ΠΣΣ}'\text{Π}'$ καὶ ἀπὸ τὸ Ο τίς δύο ὀπτικές ἀκτίνες ΟΣ καὶ $\text{ΟΣ}'$. Ἡ $\text{ΟΣ}'$, ὅπως βλέπουμε, κατευθύνεται πρὸς τὸ Σ' , ποὺ εἶναι τὸ σημεῖο τομῆς τοῦ ἰσημερινοῦ ἀπὸ τὸν ὠριαῖο τοῦ ἀστέρα. Ἡ γωνιώδης ἀπόσταση τοῦ ἀστέρα Σ ἀπὸ τὸν ἰσημερινό εἶναι ἡ γωνία $\Sigma'\text{ΟΣ}$, ποὺ 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 βρῖσκεται στὸ δόρειο ἡμισφαίριο τοῦ οὐρανοῦ· ἀρνητικὴ, ἂν ὁ ἀστέρας βρῖσκεται στὸ νότιο ἡμισφαίριο.

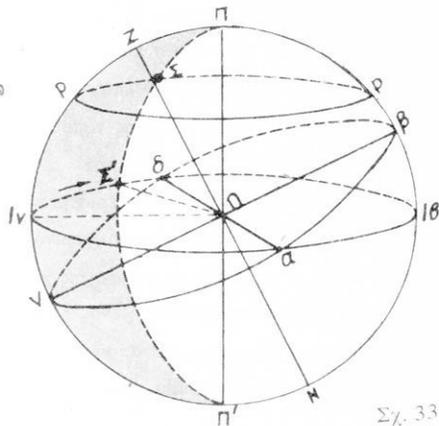
Πολική απόσταση ενός άστρα ονομάζουμε τή γωνι-
ώδη απόστασή του από τό δό-
ρειο πόλο τής ουράνιας σφαι-
ρας. Έτσι ή πολική απόσταση
του Σ (σχ. 32) είναι ή γωνία
 $ΠΟ\Sigma$, πού μέτρο της είναι τό
τόξο $ΠΣ$ του ώριαίου του
άστέρα Σ . Τήν πολική από-
σταση συμβολίζουμε μέ τό
γράμμα P καί τή μετροῦμε
πάνω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



Σχ. 32

Έστω ό τόπος O καί θανδδ ό όρίζοντάς του (σχ. 33). Έο ώριαίος
 $ΠΣΠ'$ του άστέρα Σ τέμνει τον ουράνιο ίσημερινό $I\beta\alpha I\alpha\delta$ στο σημείο
 Σ' καί σχηματίζει μέ τό μεσημβρινό $ΠΖΗ'Ν$ τή διέδρη γωνία
 $I\alpha\Pi\P\Sigma$. Αντίστοιχη τής διέδρης αὐτῆς στο επίπεδο του ίσημερινού
είναι ή γωνία $I\alpha O\Sigma'$, γιατί τό σημείο $I\alpha$ είναι τό σημείο πού ό ουρά-
νιος ίσημερινός τέμνεται από τό μεσημβρινό. Ή διέδρη γωνία
 $I\alpha\Pi\P\Sigma$ καί ή αντίστοιχή της επίπεδη $I\alpha O\Sigma'$ έχουν ως μέτρο τό τόξο
 $I\alpha\Sigma'$ του ίσημερινού.

Ώριαία γωνία του άστέρα
 Σ ή άλλου τυχαίου σημείου τής
ουράνιας σφαίρας ονομάζουμε
τή διέδρη γωνία, πού ό ώρι-
αίος του άστέρα ή του σημείου
σχηματίζει μέ τό μεσημβρινό
του τόπου, πού διοσκώμαστε.
Τήν ώριαία γωνία συμβολί-
ζουμε μέ τό γράμμα H καί τή
μετροῦμε πάνω στήν περιφέ-
ρεια του ίσημερινού. Ή μέ-
τρηση άρχίζει από τό σημείο
 $I\alpha$, στο όποιο ό ουράνιος ίση-
μερινός τέμνεται από τό με-



Σχ. 33

σημειώνω κατά την ανάδρομη φορά, δηλαδή από την ανατολή προς τη δύση (όπως κινείται φαινομενικά η ουράνια σφαίρα)· μπορεί να μεταβάλλεται από 0° έως 360° .

Έρωτήσεις

- 90) Τι ονομάζουμε ουράνια σφαίρα;
- 91) Τι είναι κατακόρυφος σ' έναν τόπο;
- 92) Τι ονομάζουμε ζενιθ και τι ναδιρ ενός τόπου;
- 93) Τι ονομάζουμε φυσικό όριζοντα σ' έναν τόπο;
- 94) Τι ονομάζουμε αισθητό όριζοντα σ' έναν τόπο;
- 95) Τι είναι ζενιθία απόσταση ενός άστερα σ' έναν τόπο και πώς μετριέται;
- 96) Τι είναι ύψος άστερα σ' έναν τόπο και πώς μετριέται;
- 97) Τι είναι άζιμούθιο σ' έναν τόπο και πώς μετριέται;
- 98) Τι ονομάζουμε άξονα του κόσμου και τι βόρειο και νότιο πόλο της ουράνιας σφαιρας;
- 99) Τι ονομάζουμε ουράνιο ίσημερινό;
- 100) Τι ονομάζουμε ωριαίο κύκλο;
- 101) Τι είναι τό μεσημβρινό επίπεδο σ' έναν τόπο;
- 102) Τι είναι μεσημβρινός ενός τόπου;
- 103) Τι είναι μεσημβρινή γραμμή;
- 104) Γιατί ή ουράνια σφαίρα περιστρέφεται από την ανατολή προς τη δύση;
- 105) Τι είναι ήμερήσιο και τι νυχτερινό τόξο ενός άστερα;
- 106) Ποιές είναι οι βασικές ιδιότητες του μεσημβρινοῦ ενός τόπου;
- 107) Τι ονομάζουμε απόκλιση ενός άστερα και πώς μετριέται;
- 108) Τι ονομάζουμε πολική απόσταση ενός άστερα και πώς μετριέται;
- 109) Τι ονομάζουμε ωριαία γωνία ενός άστερα και πώς μετριέται;

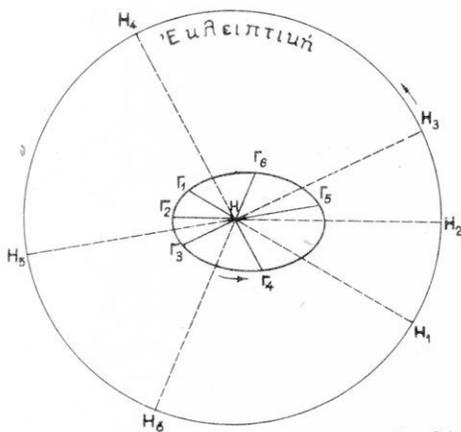
19. Ὁ ἥλιος στήν οὐράνια σφαίρα. Οὐρανογραφικές συντεταγμένες.

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

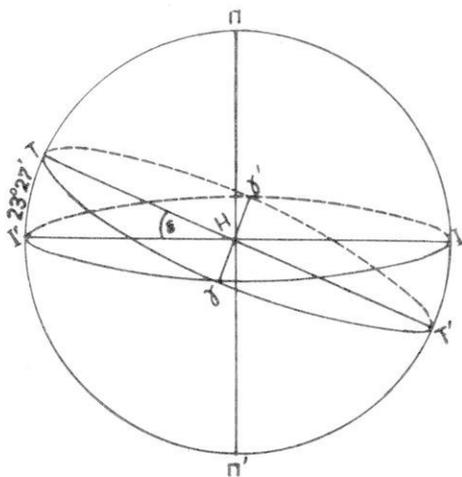
Οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες τό μέγιστο κύκλο τῆς ἐτήσιας τροχιάς τοῦ ἡλίου τόν ὀνόμασαν **ἐκλειπτική**.

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

Πραγματικά, ἂν Γ₁ εἶναι μιά τυχαία θέση τῆς γῆς πάνω στήν ἐλλειπτική τροχιά τῆς γύρω ἀπό τόν ἥλιο Η (σχ. 34), τότε ἀπό τή θέση αὐτή ὁ ἥλιος φαίνεται, στήν οὐράνια σφαίρα, στή θέση Η₁. Ἡ θέση Η₁ ὀρίζεται ἀπό τήν προέκταση τῆς ὀπτικῆς ἀκτίνης Γ₁Η (πού διευθύνεται ἀπό τή γῆ Γ₁ πρὸς τόν ἥλιο Η), μέχρι νά φθάσει τήν οὐράνια σφαίρα. Ἡ γῆ, καθῶς κινεῖται ἀπό τά δυτικά πρὸς τά ἀνατολικά γύρω ἀπό τόν ἥλιο, ὅταν σέ κάποιο διάστημα, π.χ. ἕνα μήνα, φθάσει στή θέση Γ₂, τότε ὁ ἥλιος θά φαίνεται νά προβάλλεται μέ τόν ἴδιο τρόπο, στή θέση Η₂ τῆς οὐράνιας σφαίρας. Ἐνα μήνα ἀργότερα ἡ γῆ θά ὀρίσκειται στή θέση Γ₃ καί ὁ ἥλιος θά φαίνεται στή θέση Η₃



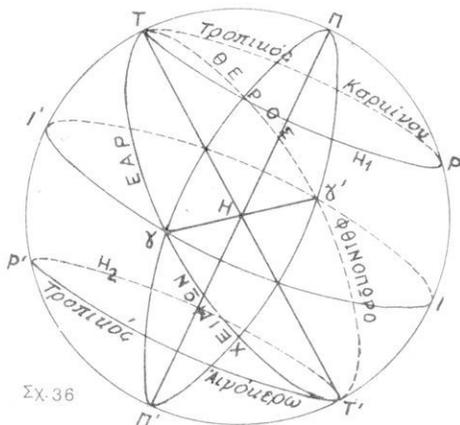
Σχ. 34



Σχ. 35.

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

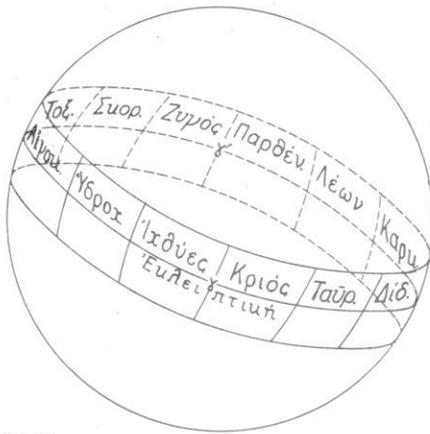
Ἐτσι, ἂν H εἶναι τὸ κέντρο τῆς οὐράνιας σφαίρας, $\Pi\Pi'$ ὁ ἄξονάς της (σχ. 35) καὶ $\Gamma\Gamma'$ ὁ ἰσημερινός της, τότε $\gamma\Gamma\gamma'$ εἶναι ἡ ἐκλειπτική, ποὺ σχηματίζει μὲ τὸν ἰσημερινὸ τὴ διέδρη γωνία $\Gamma\gamma\gamma'$. Ἀντίστοιχη διέδρη τῆς γωνίας αὐτῆς εἶναι ἡ ἐπίπεδη γωνία $\Gamma\text{H}\Gamma = \epsilon$, μὲ μέτρο τὸ τόξο ΓT ἢ τὸ $\Pi\Gamma'$. Ἡ γωνία αὐτὴ ποὺ εἶναι σταθερὴ καὶ ἴση μὲ $23^\circ 27'$, ὀνομάζεται **λόξωση 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. Ἐτσι, ὅταν ἡ γῆ συμπληρώσει τὴν ἐτήσια περιφορά τῆς πάνω στὴν ἐλλειπτική τροχιά της γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο καὶ γυρίσει στὸ σημεῖο Γ_1 , ἀπὸ ὅπου ξεκίνησε, ὁ ἥλιος συμπληρώνει τὸ μέγιστο κύκλο τῆς οὐράνιας σφαίρας $H_1, H_2 \dots H_6, H_1$.

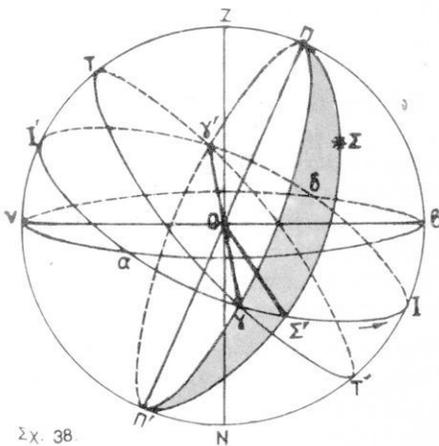
Ἰσημερινὴ γραμμὴ ὀνομάζεται ἡ διάμετρος $\gamma\gamma'$ τῆς οὐράνιας σφαίρας (σχ. 36), κατὰ τὴν ὁποία τέμνονται ὁ οὐράνιος ἰσημερινός $\Gamma\Gamma\Gamma'$ καὶ ἡ ἐκλειπτικὴ $\gamma\gamma\gamma'$. Τὰ τέρατα τῆς γ καὶ γ' ὀνομάζονται **ἰσημερινὰ σημεῖα**. Ἀπὸ αὐτὰ τὸ γ , ὅπου ὁ ἥλιος βορσκοῦται κατὰ τὴν **ἑαρινὴ ἰσημερία**, (21 Μαρτίου) ὀνομάζεται **ἑαρινὸ ἰσημερινὸ σημεῖο**, ἐνῶ τὸ γ' , ὅπου ὁ ἥλιος φθάνει μετὰ ἀπὸ ἕξι μῆνες κατὰ τὴν **φθινοπωρινὴ ἰσημερία** (23



Σχ. 37

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

Από τό σημείο T ό ήλιος προχωρεί συνέχεια προς τό νότο και, αφού φθάσει στό γ', συνεχίζει να κατεβαίνει προς τό νότιο ήμισφαίριο τού ούρανού. Τελικά, φθάνει στό σημείο T', τό νοτιότερο ής τροχιάς του, και τ ρ ε π ε τ α ι πάλι προς τόν Ισημερινό. Τό σημείο T ονομάζεται **χειμερινό τροπικό σημείο ή χειμερινή τροπή**. Τό χειμερινό τροπικό σημείο ονομάζεται και **χειμερινό ήλιοστάσιο**. Η διάμετρος ής ούράνιας σφαίρας TT', πού συνδέει τά σημεία τών τροπών, ονομάζεται **γραμμή τών τροπών ή γραμμή τών ήλιοστασίων**.



Σχ. 38

Σεπτεμβρίου), ονομάζεται **φθινοπωρινό ίσημερινό σημείο**. Ό ώριαιός κύκλος ΠγΠ'γ', πού περνά από τά ίσημερινά σημεία, ονομάζεται **κόλυρος τών ίσημερινών**.

Από τό έαρινό ίσημερινό σημείο ό ήλιος ανεβαίνει στό βόρειο ήμισφαίριο τού ούρανού και μετά τρεις μήνες (στίς 22 Ιουνίου) φθάνει στό βορειότερο σημείο ής εκλειπτικής, τό T. Από τό σημείο αυτό αρχίζει να κατεβαίνει, τ ρ ε π ό μ ε ν ο ς (γυρίζοντας) και πάλι προς τόν Ισημερινό. Τό σημείο T ονομάζεται **θερινό τροπικό ση-**

Κατά την αρχαιότητα οι Έλληνες αστρονόμοι είχαν διαπιστώσει, ότι οι πλανήτες, καθώς κινούνται γύρω από τόν ήλιο, διαγράφουν τίσ τροχιές τους μέσα σε μία στενή ζώνη τού ούρανού μέ πλάτος 16° , ή όποία διχοτομούνται μάλιστα από την εκλειπτική. Η ζώνη αυτή χωριζόταν σε δώδεκα ίσα μέρη (σχ. 37), τά όποία ονομάστηκαν **οίκοι (του ήλιου)**, γιατί μέσα στόν καθένα τους παραμένει ό ήλιος κάθε χρόνο για ένα μήνα. Έπειδή μάλιστα, στό καθένα από τά δώδεκα αυτά τμήματα, οι εύρι-

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

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

(Στό σχήμα χρειαζόμαστε τόν όριζόντα για νά άναγνωρίσουμε τίς θέσεις τών κυρίων σημείων αὐτοῦ, προκειμένου νά καθορίσουμε τήν όρθή φορά από τή δύση πρὸς τήν άνατολή).

Έστω άκόμα ό ίσημερινός $I\gamma I\gamma'$ και ή έκλειπτική $\gamma\Gamma\gamma'T'$, ένω $\gamma\gamma'$ εἶναι ή τομή τους, δηλαδή ή γραμμή τών ίσημεριῶν. Έχουμε επίσης τόν κόλουρο τών ίσημεριῶν $\Pi\gamma\Pi'\gamma'$, δηλαδή τόν ώριαίο, πού περνά από τά ίσημερινά σημεία γ και γ' , και τόν ώριαίο τοῦ αστέρα Σ , δηλαδή τό ήμικύκλιο $\Pi\Sigma\Pi'$. Ο ώριαίος αὐτός τέμνει τόν οὐράνιο ίσημερινό στό σημείο Σ' .

Όρθή αναφορά τοῦ αστέρα Σ , ή όποιοιδήποτε άλλου τυχαίου σημείου τῆς οὐράνιας σφαίρας, ονομάζουμε τή διέδρη γωνία πού σχηματίζει ό ώριαίος κύκλος τοῦ αστέρα, ή τοῦ σημείου μέ τόν ώριαίο τοῦ γ .

Ἡ όρθή αναφορά τοῦ αστέρα Σ (σχ. 38) εἶναι ή διέδρη γωνία $\gamma\Pi\Pi'\Sigma$, πού σχηματίζει ό ώριαίος τοῦ αστέρα $\Pi\Sigma\Pi'$ μέ τό ήμικύκλιο τοῦ κόλουρου τών ίσημεριῶν, πού περνά από τό έαρινό σημείο γ , δηλαδή μέ τό $\Pi\gamma\Pi'$. Αντίστοιχη τῆς διέδρης γωνίας εἶναι ή επίπεδη γωνία $\gamma O\Sigma'$, πού θροίσκεται στό επίπεδο τοῦ ίσημερινοῦ. Μέτρο τῆς εἶναι τό $\gamma\Sigma'$, πού εἶναι και μέτρο τῆς διέδρης. Ἡ όρθή αναφορά συμβολίζεται μέ τό γράμμα α . Τή μετροῦμε πάνω στήν περιφέρεια τοῦ ίσημερινοῦ, αρχίζοντας από τό γ , κατά τήν όρθή φορά, δηλαδή από τή δύση πρὸς τήν άνατολή και μεταβάλλεται από 0° ἔως 360° .

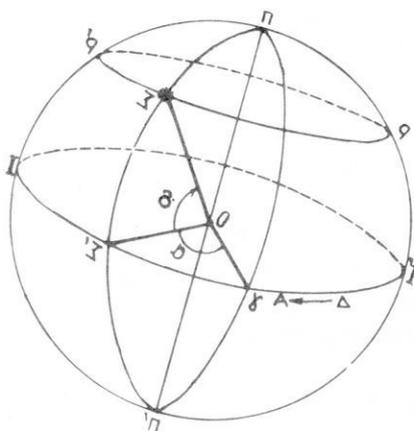
Έτσι μεταξύ όρθῆς αναφορᾶς και ώριαίας γωνίας ὑπάρχουν οι έξῆς διαφορές:

α) Ένώ στήν ώριαία γωνία παίρνουμε ὡς πρώτο κάθετο κύκλιο πάνω στόν ίσημερινό, τό μεσημερινό τοῦ τόπου και άπ' αὐτόν αρχίζουμε τίς μετρήσεις, στήν όρθή αναφορά ὡς πρώτο κάθετο κύκλιο πάνω στόν ίσημερινό παίρνουμε τόν ώριαίο τοῦ γ .

β) Ένώ τήν ώριαία γωνία τή μετροῦμε κατά τήν άνάδρομη φορά ($A \rightarrow \Delta$), τήν όρθή αναφορά τή μετροῦμε κατά τήν όρθή φορά ($\Delta \rightarrow A$).

Θέση σημείου στήν οὐράνια σφαίρα. Έστω αστέρας Σ , πού ό ώριαίος του εἶναι ό $\Pi\Sigma\Pi'$ (σχ. 39) και ό παράλληλός του ό $\rho\Sigma\rho'$. Αν $\Pi\gamma\Pi'$ εἶναι ό ώριαίος τοῦ γ , τότε ή όρθή αναφορά του εἶναι ίση

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



Σχ. 39

Συνεπῶς, ἂν γνωρίζουμε τήν ὀρθή ἀναφορά καί τήν ἀπόκλιση ἑνός ἀστέρα, μπορούμε νά καθορίσουμε τή θέση του στήν οὐράνια 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.

Ἐρωτήσεις

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

20. Ήμέρα, ήλιακός 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 ἑαρινό ἰσημερινό σημεῖο γ. Τό σημεῖο γ, ὅπως ξέρουμε, εἶναι ἕνα ὀρισμένο σημεῖο τῆς οὐράνιας σφαίρας καί σχεδόν σταθερό, ἀφοῦ ἡ ἐτήσια μετατόπισή του, ἐξαιτίας τῆς μεταπτώσεως κατά $50''$,2 μόνο, μπορεῖ νά θεωρηθεῖ ἀμελητέα. Ἀντίθετα, ὁ ἥλιος κινεῖται κατά 1° περίπου τήν ἡμέρα, ἀφοῦ ὀλόκληρη τήν περιφέρεια τῆς ἐκλειπτικῆς τῆ διατρέχει σέ 365,242217 ἡμ. καί τό σπουδαιότερο, δέν κινεῖται ὁμαλά, ἀλλά μέ ἄνιση ταχύτητα.

Ὅπως οἱ ἀστéρες, ἔτσι καί τό σημεῖο γ, ἐξαιτίας τῆς φαινόμενης περιστροφῆς τῆς οὐράνιας σφαίρας, διαγράφει καθημερινά μιά πλήρη περιφέρεια. Ἐπειδή ὁμως 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 μιά ἀστρική ἡμέρα, δηλαδή κάθε 23 ὥρ. 56 λ. 4 δ.

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

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

Ἀφοῦ τό σημεῖο γ διαγράφει τήν περιφέρεια τοῦ ἰσημερινοῦ, δηλαδή διαγράφει 360° σέ μιά ἀστρική ἡμέρα, σέ μιά 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

$$T = H + \alpha$$

(2)

Ἐς παρακολουθήσουμε τώρα τὸν ἀστὲρα Σ₃, πού προηγείται τοῦ γ, στή φαινόμενη κίνηση τῆς οὐράνιας σφαίρας. Ἡ ὠριαία γωνία τοῦ H₃ εἶναι ἴση μέ τό τόξο ΙΣ₃ καί ἡ ὀρθή ἀναφορά τοῦ α₃ εἶναι τό τόξο γΠ'Σ₃ (τῆς κοίλης γωνίας). Τό ὑπόλοιπο τόξο τῆς περιφέρειας τοῦ ἴσημερινοῦ, δηλαδή τό γΣ₃ εἶναι ἴσο μέ 24 ὥρ. -α₃. Ἐτσι θά ἔχουμε: H₃ = ΙΣ₃ = Ιγ + γΣ₃

Ἐπειδή ὁμως Ιγ = T 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 ἑνός ἀστέρου, πού προηγείται τοῦ γ στήν ἡμερήσια κίνηση τῆς οὐράνιας σφαίρας, εἶναι ἴσο μέ τόν ἀστρικό του χρόνο, αὐξημένο κατά 24 ὥρες, δηλαδή κατά μία ἀστρική ἡμέρα.

Ὀνομάζουμε ἀληθινή ἡλιακή ἡμέρα τό χρόνο, πού χρειάζεται τό κέντρο τοῦ δίσκου τοῦ ἡλίου, 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 ἑνός τόπου, ἡ ὀρθή του ἀναφορά, δηλαδή ἡ γωνιώδης ἀπόστασή του ἀπό τό γ, διαρκῶς ἀλλάζει καί αὐξάνει κάθε μέρα κατά 1^ο περίπου.

Ἐτσι, 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 μιᾷ ἀστρική ἡμέρα, ὁ ἥλιος θά δοῖσκειται 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 ή ήλιακή ήμέρα θά έχει συνεχώς διάρκεια 24 ώρες, ενώ ή αστρική θά διαρκεί 4 λεπτά λιγότερο.

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

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

Ο ήλιος, μολονότι κανονίζει γενικά την καθημερινή ζωή (μέ τά διαδοχικά φαινόμενα τής ήμέρας και 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 εκλειπτική, αλλά τόν ουράνιο ισημερινό,

γ) ότι συμπληρώνει τήν περιφέρεια του ισημερινού στόν ίδιο χρόνο, πού χρειάζεται ο άληθινός ήλιος, γιά νά συμπληρώσει τήν περιφέρεια τής εκλειπτικής, δηλαδή ένα έτος.

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

Ονομάζουμε **μέση ήλιακή ήμέρα 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 και μέσης ήλιακής ήμέρας γίνεται πιά σταθερή, δηλαδή 3 λ. και 56 δευτ. Γίνεται έτσι ίση μέ τή μέση διάρκεια των 365 άληθινων ήλιακών ήμερών 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 όρισμό τής, ή μέση ήλιακή ήμέρα, 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.

Εξίσωση του χρόνου ονομάζουμε τή διαφορά του άληθινού ήλιακού χρόνου (Χα) από τό μέσο ήλιακό χρόνο (Σμ), σέ κάποια ήμέρα του έτους. Τήν εξίσωση του χρόνου τή συμβολίζουμε μέ τό γράμμα ε. Έτσι έχουμε:

$$\epsilon = \chi_{\mu} - \chi_{\alpha}$$

Είναι φανερό, πώς, άν υπήρχε πραγματικά ο μέσος ήλιος, τότε ο άληθινός ήλιος άλλοτε θά προπορευόταν και άλλοτε θά τόν άκολουθούσε. Έπομένως και ή εξίσωση

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

Ἐφοῦ καὶ ὁ ἀστρικός καὶ ὁ ἀληθινὸς καὶ ὁ μέσος ἡλιακὸς χρόνος ὀρίζονται μὲ τὴν ὠριαία γωνία, καὶ ἀφοῦ ἡ γωνία αὐτὴ ἀλλάζει ἀπὸ τόπο σὲ τόπο, ἐπειδὴ ἀλλάζει ὁ μεσημβρινός, συμπεραίνουμε, ὅτι ὅλοι αὐτοὶ οἱ χρόνοι εἶναι τοπικοί. Αὐτὸ ἐξάλλου φαίνεται πρὸ καθαρὰ ἀπὸ τὸ ὅτι ἡ ἀρχὴ τῆς ἀστρικῆς ἡμέρας (δηλαδή ἡ ἀνω μεσουράνηση τοῦ γ) καὶ ἡ μεσημβρία σ' ἓνα τόπο (εἴτε ἡ ἀληθινὴ εἴτε ἡ μέση) διαφέρει ἀπὸ τῆς μεσουράνησης τοῦ γ καὶ τῆς μεσημβρίας σ' ἓνα ἄλλο τόπο, ἀνατολικότερο ἢ δυτικότερο, διότι οἱ μεσημβρινοὶ τῶν δύο τόπων εἶναι διαφορετικοί.

Τοπικὸ χρόνο. ἀστρικὸ καὶ ἡλιακὸ, ἀληθινὸ ἢ μέσο, ὀνομάζουμε τὸ χρόνο, πού μετροῦμε μὲ τὴν ὠριαία γωνία στὸν τόπο αὐτό.

Γιὰ νὰ μὴν ἔχει κάθε τόπος δικό του μέσο ἡλιακὸ χρόνο, τοπικό, ὁπότε ἄλλη ὥρα θὰ εἶχε ἡ Ἀθήνα, ἄλλη ἡ Πάτρα, ἄλλη ἡ Μυτιλήνη, πού θὰ δυσκόλευε πολὺ ὄχι μόνο τίς τηλεπικοινωνίες καὶ τίς συγκοινωνίες, ἀλλὰ γενικά καὶ τὴ συνεννόηση, χρησιμοποιήθηκε τὸ σύστημα **τῶν ὠριαίων ἀτράκτων.**

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

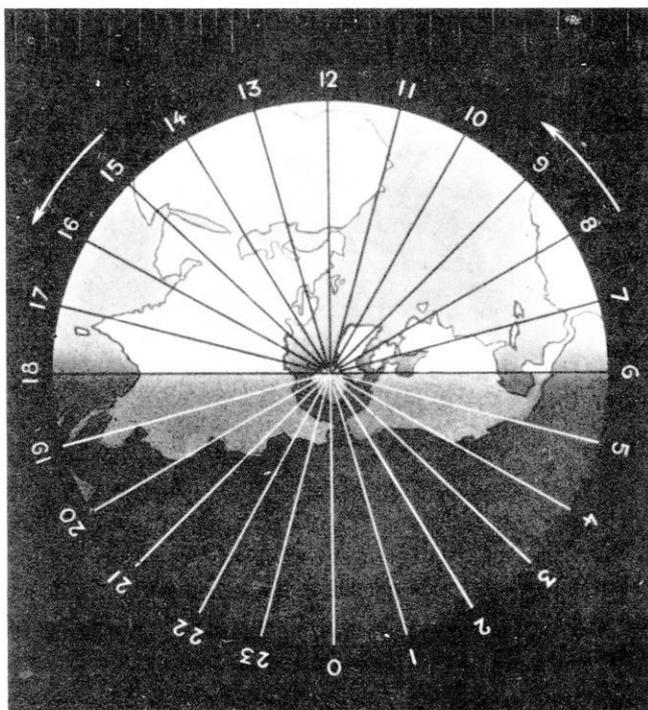
Κάθε ἀτρακτος ἔχει πλάτος 15° (διότι $360^\circ:24=15^\circ$). Καὶ ἐπειδὴ $15^\circ=1$ ὥρα, οἱ 24 ἀτράκτοι λέγονται ὠριαῖες.

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

Οἱ ἀτράκτοι τῆς γῆς ἀριθμίζονται ἀπὸ 0 ἕως 23, (ὅπως οἱ ὥρες). Μηδενικὴ παίρνουμε τὴν ἀτρακτο, πού διχοτομεῖται ἀπὸ τὸν πρῶτο μεσημβρινὸ τοῦ Γκρήνουιτς (σχ. 41).

Ἐφοῦ ἡ γῆ χωρίσθηκε σὲ 24 ἀτράκτους, συμφωνήθηκε, ὥστε ὅλοι οἱ τόποι, πού περιέχονται σὲ κάθε ἀτρακτο νὰ ἔχουν τὴν ἴδια ὥρα· καὶ μάλιστα τὴν ὥρα πού ἀντιστοιχεῖ στὸ γήινο μεσημβρινό, ὁποῖος διχοτομεῖ τὴν ἀτρακτο. Αὐτὴ εἶναι ἡ **ἐπίσημη ὥρα.**

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



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).

Η Εύρώπη εκτείνεται σίς τρεις πρώτες άτράκτους. Οί ώρες πού αντιστοιχούν σ' αυτές είναι: τής μηδενικής άτράκτου (Γκρήνουιτς), **ώρα δυτικής Εύρώπης**· τής 1ης άτράκτου, **ώρα Κεντρικής Εύρώπης**· και τής 2ης άτράκτου, **ώρα ανατολικής Εύρώπης**.

Η Ελλάδα εκτείνεται πάνω στήν 1η και τή 2η άτρακτο. Για νά μήν έχουμε όμως στή χώρα μας δύο διαφορετικές ώρες, αποφασίστηκε όλη η Ελλάδα νά έχει τήν ώρα τής 2ης άτράκτου, δηλαδή τής

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

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

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

Ἐρωτήσεις

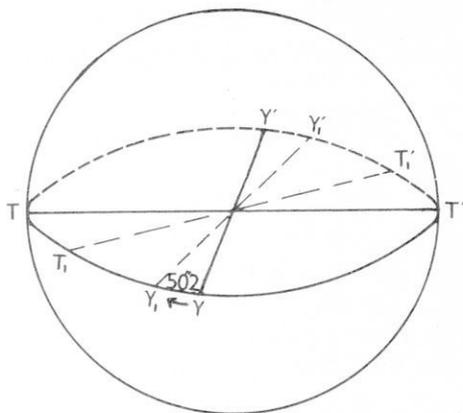
- 117) Τί ὀνομάζουμε ἀστρική ἡμέρα;
- 118) Τί ὀνομάζουμε ἀστρικό χρόνο;
- 119) Τί εἶναι ἡ ἀληθινή ἡλιακή ἡμέρα;
- 120) Τί εἶναι ὁ ἀληθινός ἡλιακός χρόνος;
- 121) Τί εἶναι ἡ ἐξίσωση τοῦ χρόνου καί σέ τί μᾶς χρειάζεται;
- 122) Ὄταν ἔχουμε ἓνα ἀστρικό χρονόμετρο, πῶς μπορούμε νά βροῦμε τήν ὀρθή ἀναφορά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

21. Ἔτος, ἡμερολόγια, ἑορτή τοῦ Πάσχα.

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

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

Έστω ότι, κατά τήν έαρινή 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 έαρινό σημείο. Τότε, στή διάρκεια ενός έτους, πού ό ήλιος θά φαίνεται, ότι κινείται κατά τήν όρθή φορά, έξαιτίας τής μεταπτώσεως τών ισημεριών,



Σχ. 42

ή $\gamma\gamma'$ θά κινηθεί κατά τήν ανόδρουμη 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 ακόμα ολόκληρη τήν περιφέρεια τής έκλειπτικής. Θά έχει διαγράψει τό τόξο $\gamma\Gamma\Gamma_1$, πού διαφέρει από τήν περιφέρεια $50''$, 2. Ωστε ό χρόνος πού χρειάζεται, για να συμπληρωθούν δύο έαρινές ισημερίες δέν είναι ένα ολόκληρο αστρικό έτος, αλλά μικρότερο χρονικό διάστημα.

Τροπικό έτος ονομάζουμε τό χρόνο, πού περιέχεται ανάμεσα σε δύο διαβάσεις του κέντρου του ήλιακού δίσκου από τό έαρινό ισημερινό σημείο γ , δηλαδή τό χρονικό διάστημα πού μεσολαβεί 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 αντιλαμβάνομαστε από τή συνεχή έναλλαγή τών εποχών του έτους.

Επειδή ή διάρκεια του τροπικού έτους δέν έχει ακέραιο αριθμό ημερών καί στήν πρακτική ζωή δέν είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί για τή μέτρηση τών έτων, θεσπίστηκε τό **πολιτικό έτος**, μέ άκέραιο πάντοτε αριθμό ημερών.

Γιά να υπάρχει έναρμόνιση μεταξύ τής φυσικής διάρκειας του

τροπικῶν ἔτους καί τῆς διάρκειας τοῦ πολιτικῶν ἔτους, ἐπινοήθηκαν κατά καιρῶν διάφορα ἡμερολόγια.

Τό Ἰουλιανό καί τό Γρηγοριανό ἡμερολόγιο. Τό Ἰουλιανό ἡμερολόγιο εἶναι αὐτό, πού ὀνομάζομε σήμερα παλαιό ἡμερολόγιο. Ὄνομάζεται 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 πρὸ-χωροῦν γρηγορότερα ἀπό τίς ἐποχές. Ἔτσι, κατά τήν ἔαρινή 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 ὁμοῦς 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 ἔαρινή ἰσημερία ἦλθε στή φυσική της θέση, στίς 23 Μαρτίου.

Ὁ Σωσιγένης ὁμοῦς 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 366ῆ ἡμέρα, ἀρχικά, ἔμπαινε ἀνάμεσα στήν 24ῆ καί 25ῆ Φεβρουαρίου, πού τότε ὀνομαζόταν «ἕκτη πρό τῶν καλενδῶν τοῦ Μαρτίου», καί μετροῦνταν, γιά δεύτερη φορά, ὡς δίς ἕκτη. Σήμερα ἡ 366ῆ ἡμέρα τῶν δίσεκτων ἐτῶν μετροῦται, ὡς 29ῆ Φεβρουαρίου.

Κατά τούς χριστιανικούς χρόνους θεοπίσθησε νά θεωροῦνται ὡς δίσεκτα ἐκεῖνα τά ἔτη, πού ὁ ἀριθμὸς τῶν εἶναι διαιρετός τό 4.

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

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

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

Ὁ Lilio, γιά νά καλύψει τήν ἡμερολογιακή καθυστέρηση τῶν
δέκα ἡμερῶν, ἀπό τό 325 μέχρι τό 1582 μ.Χ., ἔκανε ὅ,τι εἶχε κάνει ὁ
Σωσιγένης, δηλαδή πρόσθεσε τίς δέκα ἡμέρες στίς 4 Ὀκτωβρίου
1582 καί θεώρησε τήν ἡμερομηνία αὐτή ὡς 15η Ὀκτωβρίου. Γιατί
οἱ ἡμέρες αὐτές εἶχαν πραγματικά διανυθεῖ, ἀλλά δέν εἶχαν μετρο-
θεῖ. Ἐξάλλου, γιά νά μὴν 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 ἐπαιῶνια
ἔτη** (πού δείχνουν ὀλόκληρους αἰῶνες καί ὄχι κλάσματά τους) **δίσε-**
κτα εἶναι μόνο αὐτά πού ὁ ἀριθμός τῶν αἰῶνων (16, 17, 18, 19, 20
κλπ.) **διαίρεται ἀκριβῶς μέ τό 4.** Ἔτσι δίσεκτα εἶναι μόνο τά
(ἐπαιῶνια) ἔτη 1600, 2000, 2400 κλπ., ἐνῶ κατά τό Ἰουλιανό ἡμε-
ρολόγιο ὅλα τά ἐπαιῶνια ἔτη ἦταν δίσεκτα.

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

Τό καινούριο ημερολόγιο ονομάσθηκε **Γρηγοριανό** από τό όνομα τοῦ πάπα Γρηγορίου τοῦ ΙΓ'.

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

Τό Γρηγοριανό ημερολόγιο στήν Ἑλλάδα ονομάζεται συνήθως νέο ημερολόγιο, ἐνῶ τό Ἰουλιανό παλαιό ημερολόγιο.

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 ἑξῆς 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 ὁμως 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 ὑπολογίζεται ἀπό τούς Ὁρθόδοξους μέ τόν ὀνομαζόμενο κύκλο τοῦ Μέτωνα.

Τό παγκόσμιο ημερολόγιο. Ἀπό τά ημερολόγια, πού ἔχουν προταθεῖ, αὐτό πού φαίνεται ὅτι βρισκεται πιό κοντά στή λύση τοῦ θέματος τῆς καθυστέρησης εἶναι τό **παγκόσμιο ημερολόγιο.**

Σύμφωνα μ' αὐτό τό ἔτος διαιρεῖται σέ 4 τρίμηνα μέ 91 ἡμέρες κάθε ἓνα καί 13 ἑβδομάδες ($13 \times 7 = 91$). Οἱ πρότοι 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. Ἔτσι 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, καί ὅλες οἱ κινήτες ἑορτές θά σταθεροποιηθοῦν.

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

Στά δίσεκτά ἔτη ὑπάρχει καί δεύτερη λευκή ἡμέρα, πάλι γιά παγκόσμιο ἑορτασμό, καί μπαίνει μεταξύ 30 Ἰουνίου (Σάββατο), τελευταία ἡμέρα τοῦ 1ου ἑξαμήνου, καί 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 καί γενικότερα ὅλοι οἱ παγκόσμιοι ὀργανισμοί (οἰκονομικοί, ἐργατικά συνδικάτα κλπ). Δέν ἔχει ὁμως 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 στά κοινά ἔτη μπαίνει μετά τίς 30 Δεκεμβρίου. Ἡ λευκή ἡμέρα στά δίσεκτά μπαίνει μετά τίς 30 Ἰουνίου.		

Ἑρωτήσεις

129) Τί ὀνομάζουμε ἀστρικό ἔτος;

130) Τί ὀνομάζουμε τροπικό ἔτος;

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

ΚΟΣΜΟΓΟΝΙΑ

22. Μικροκοσμογονία και μακροκοσμογονία.

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

Ἡ Κοσμογονία 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 γαλαξιδῶν καί ὁλόκληρου, γενικά, τοῦ σύμπαντος.

Κοσμογονικές θεωρίες πού διατυπώθηκαν μέχρι σήμερα εἶναι:

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

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

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

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

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

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

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

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

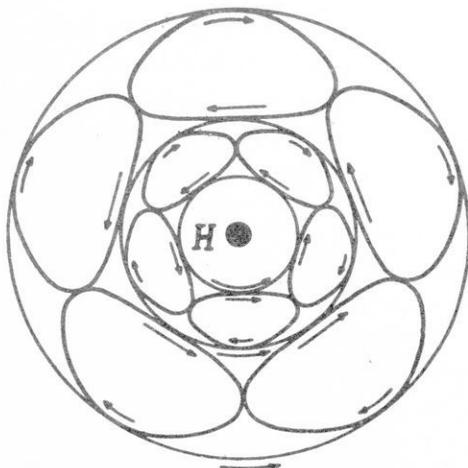
ε) Γιά τούς πλανῆτες ἰσχύει ὁ νόμος τῶν ἀποστάσεων τῶν Μπόντε-Τίτιους.

Ἡ «πρωτοπλανητική θεωρία». Ἡ σύγχρονη θεωρία δέχεται ὅτι ἀρχικά ὑπῆρχε ἓνα νεφέλωμα. Στό κέντρο τοῦ νεφελώματος διαμορφώθηκε ἓνας πυρήνας, ὁ πρωτοῆλιος. Γύρω ἀπό τόν πρωτοῆλιο ὑπῆρχε ἓνα κέλυφος ἀπό ἀεριοῶδη ἢ νεφελική ὕλη, 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 στρόβιλοι, ἐξαιτίας ἐσωτερικῶν τριβῶν. Οἱ στρόβιλοι σχημάτισαν δακτύλιους καί κάθε δακτύλιος ἀποτελοῦνταν ἀπό πέντε στρόβιλους. Ὅλοι μαζί οἱ δακτύλιοι περιστρέφονταν γύρω ἀπό τό κοινό κέντρο τους, τόν ἥλιο. Οἱ τριβές μεταξύ δύο στρόβιλων, 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 στρόβιλοι, πού σχηματίσθηκαν στό ἥλιακό νεφέλωμα, δέν εἶχαν οὔτε τό ἴδιο μέγεθος οὔτε τή διάταξη, πού δέ-

χτηκε ὁ Weizsaecker.



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

Ὁ Kuiper δέχτηκε, ὅτι ἀπό τοὺς στρόβιλους σχηματίσθηκαν συμπυκνώσεις σ' ὅλη τήν ἔκταση τοῦ νεφελικοῦ δίσκου, πού ἐξελίχτηκαν ἀργότερα σέ πρωτοπλανήτες. Οἱ κεντρικοί πυρήνες τῶν πρωτοπλανητῶν περιεῖχαν ὕδρογόνο, ἥλιο, ὕδρατμους 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 αστρονόμος Σλάιφερ (Slipher) παρατήρησε, από τό 1912, ότι οί περισσότεροι γαλαξίες παρουσιάζουν μετάθεση στίς γραμμές του φάσματός τους προς τό έξυθρό. Αυτό φανέρωνε πώς οί γαλαξίες απομακρύνονται μέ ταχύτητα μερικές εκατοντάδες χιλιόμετρα τό δευτερόλεπτο. Αργότερα οί Άμερικανοί αστρονόμοι 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.

Άφού 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 ονομάζεται διαστολή του σύμπαντος.

Δεχόμαστε, σήμερα, τή θεωρία του Lemaître (Λεμαίτρο), ότι οί γαλαξίες προήλθαν από τήν έκρηξη ενός αρχικού «πυκνού»-ατόμου. Άν οί ταχύτητες, πού δημιουργήθηκαν από τήν έκρηξη καί πού θά πρέπει νά μίν ήταν ίσες, εξακολουθούν 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, τότε έγινε ή αρχική έκρηξη, γιατί γνωρίζουμε τίς αποστάσεις, πού έχουν αρκετά σμήνη γαλαξιών καί μάλιστα τά πιο απομακρυσμένα από μās. Μπορούμε δηλαδή νά υπολογίσουμε πριν πόσο χρόνο οί γαλαξίες καί τά σμήνη ήταν συγκεντρωμένα στήν αρχική σφαίρα. Από τό νόμο της διαστολής

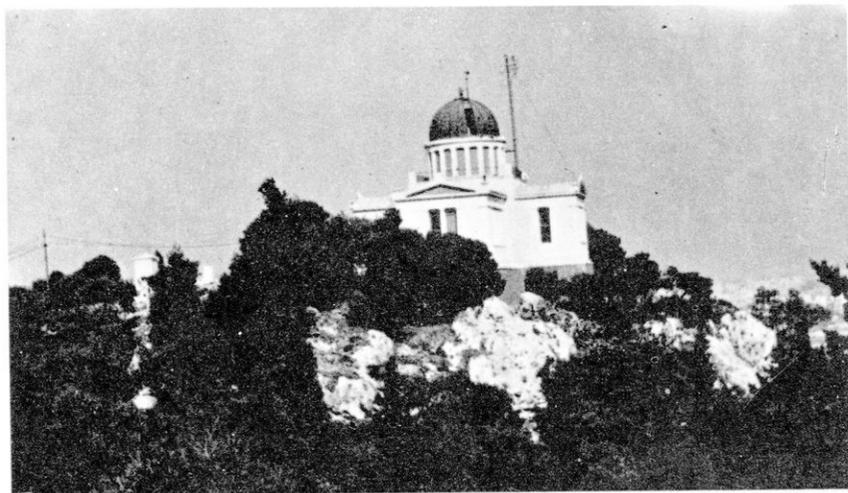
καί μέ όρισμένα δεδομένα θρίσκαται τιμή μεγαλύτερη από 10^{10} έτη. Δηλαδή από τότε πού άρχισε ή διαστολή μέχρι σήμερα έχουν περάσει περισσότερα από 10^{10} έτη. Τό διάστημα αυτό τό όνομάζουμε ήλικία τοῦ σύμπαντος. Σήμερα δεχόμαστε πώς ή ήλικία τοῦ σύμπαντος πρέπει νά είναι 18 ή 20 δισεκατομμύρια έτη.

Άρχή καί τέλος τοῦ σύμπαντος. Ἡ Κοσμογονία κατόρθωσε νά εισδύσει στά βάθη τοῦ σύμπαντος, μέχρι τήν άρχή τής διαστολῆς του, όταν σχηματίζονταν τά στοιχεῖα τής ύλης. Δέν κατόρθωσε όμως ακόμα νά δώσει απάντηση στό βασικό ερώτημα: Πώς δημιουργήθηκε τό άρχικό καί πολύ πυκνό σύμπαν-άτομο; Ἐπό πού πήρε τήν πρώτη κίνησή του; Τό ζήτημα αυτό παύει νά είναι πρόβλημα άστρονομικό. Είναι καθαρά μεταφυσικό καί ό άνθρωπος νοῦς εἶναι άνίσχυρος νά τό άντιμετωπίσει. Δέν μπορεί όμως κανείς νά δεχτεῖ καί τήν υπόθεση ότι δημιουργήθηκε μόνο του, τυχαῖα. Γι' αυτό καί ό έπιστήμονας προσφεύγει στη μόνη λογική απάντηση, πώς τό πολύ πυκνό σύμπαν-άτομο δέ δημιουργήθηκε μόνο του, αλλά είναι δημιούργημα μιᾶς Ἐνωτέρας Δυνάμεως. Γι' αυτό καί πολύ σωστά λέγεται, πώς ό Δημιουργός τοῦ κόσμου δέν άποδεικνύεται, αλλά άποκαλύπτεται μέσα στό σύμπαν.

Ἐ σύγχρονος Ἐγγλος άστρονόμος, καθηγητής W. Smart, γράφει: «Ἐταν έξετάζουμε τό σύμπαν, μπορούμε νά εκτιμήσουμε καί τό μέγεθος καί τό ρυθμό, πού επικρατεῖ σ' αυτό, ώστε νά αναγνωρίζουμε μιᾶ Δημιουργική Δύναμη, ένα Κοσμικό Σκοπό, πού δέν μπορεί νά συλλάβει ό άνθρωπος νοῦς... Για πολλούς από μᾶς, εἴτε εἴμαστε έπιστήμονες εἴτε όχι, ή πίστη στό Θεό-Δημιουργό είναι περισσότερο αναγκαῖα τώρα από άλλοτε. Για ένα άστρονόμο μάλιστα ισχύει ότι: «Οἱ οὐρανοί δημιουργοῦνται δόξαν Θεοῦ, ποίησιν δέ χειρῶν αὐτοῦ αναγγέλει τό στερέωμα» (Ψαλμ. ιη', 2).

Ἐρωτήσεις

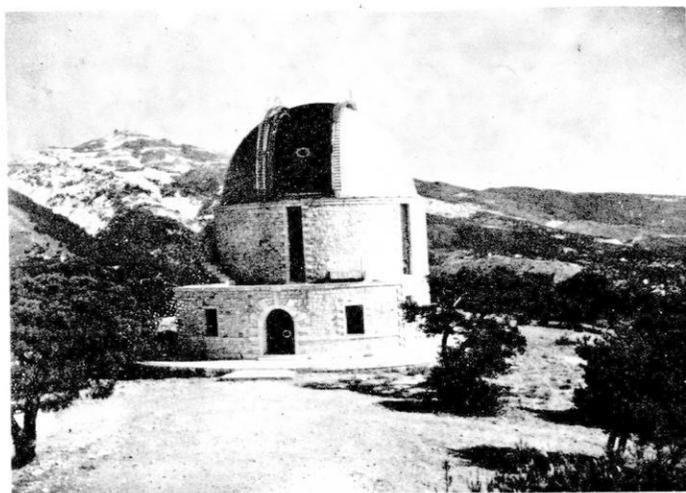
- 138) Ποιά θεωρία ισχύει σήμερα γιά τήν προέλευση τοῦ ήλιακοῦ συστήματος;
- 139) Τι είναι ή διαστολή τοῦ Σύμπαντος καί ποιοί τή διαπίστωσαν;
- 140) Πώς δημιουργήθηκε τό Σύμπαν;



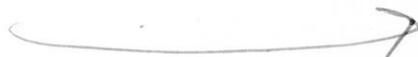
Εικ. 24. Το Άστεροσκοπείο Αθηνών, λειτουργεί από τό 1846.



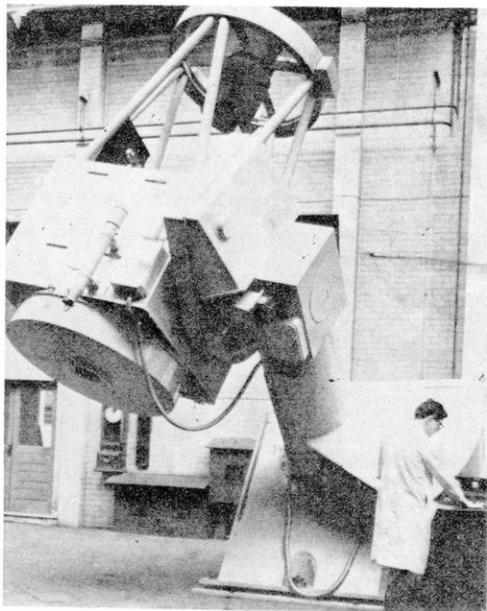
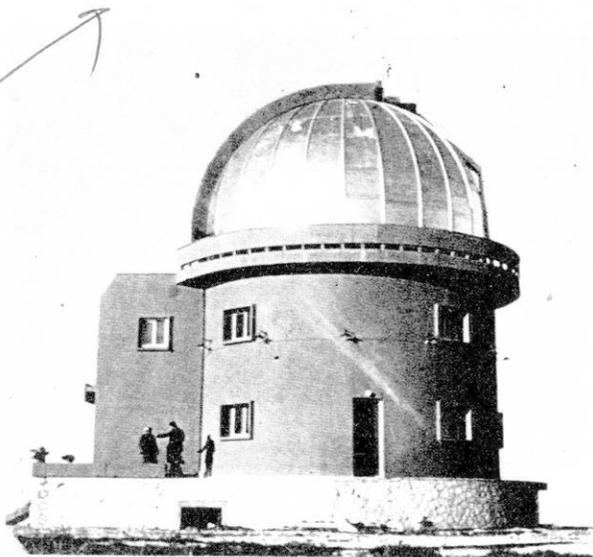
Εικ. 25. Το Άστεροσκοπείο Πεντέλης, λειτουργεί από τό 1960.



Το εγγρα
να γίνει
πρώ



Το γυαλί
να μην κινεί



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

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

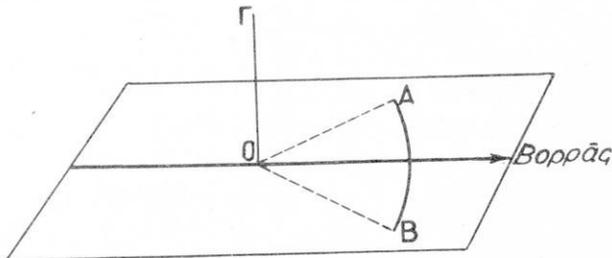
24. Γνώμονας και τηλεσκόπιο.

Ο γνώμονας είναι το πιό απλό από τα αστρονομικά όργανα. Τόν χρησιμοποιήσαν πολύ οί αστρονόμοι όλων τών λαών και ιδιαίτερα οί Έλληνες από τήν αρχαιότητα.

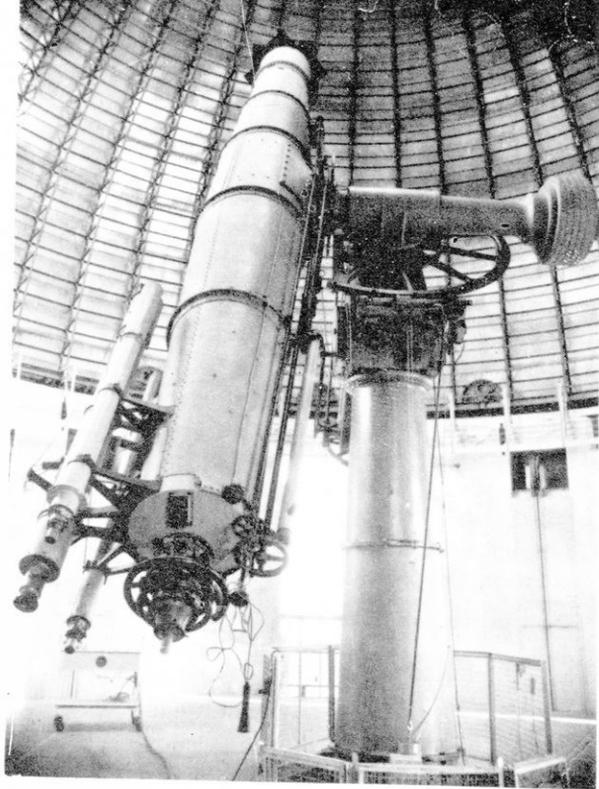
Ο γνώμονας είναι ένας στύλος, πού στερεώνεται κατακόρυφα σέ όριζόντιο επίπεδο και σέ θέση πού νά πέφτουν πάνω του οί ακτίνες του ήλιου, ώστε νά ρίχνει πίσω του σκιά.

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

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

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

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

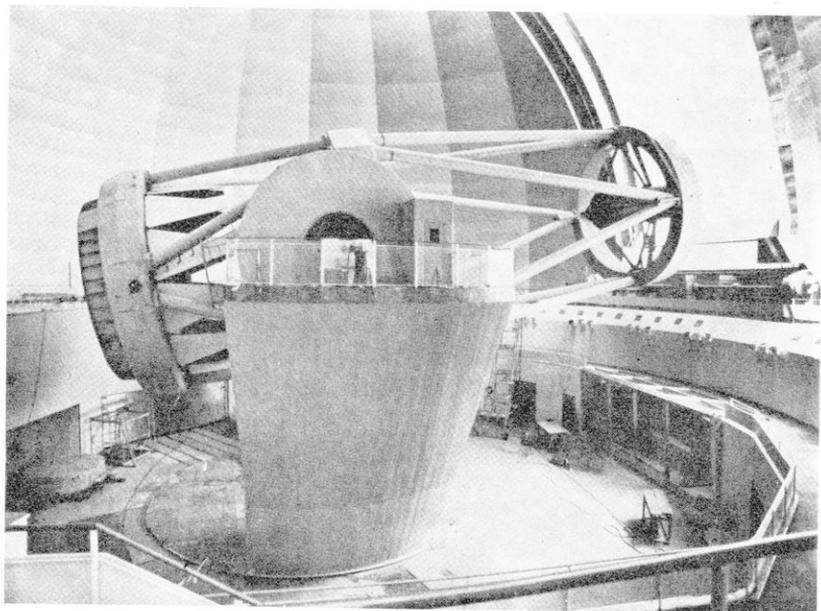
Ὑπάρχουν τηλεσκόπια, πού γιά ἀντικειμενικό σύστημα φακῶν ἔχουν κοίλο κάτοπτρο, γυάλινο ἢ μεταλλικό. Αὐτά ὀνομάζονται **κατοπτρικά** τηλεσκόπια (εἰκ. 28 καί 29).

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

Μέ τή δόθηθα τοῦ γνόμονα λειτουργοῦν τὰ **ἡλιακά ρολόγια**.

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

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



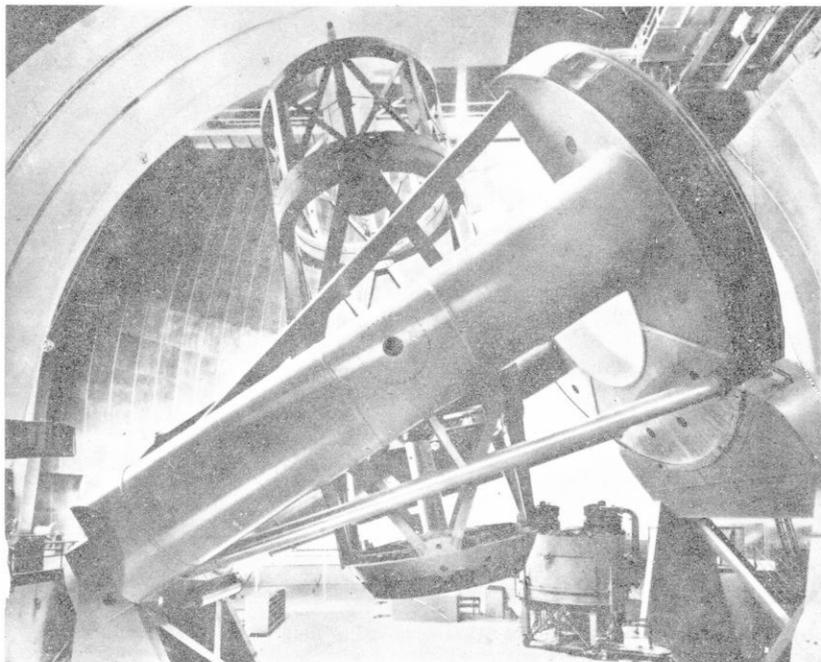
Είκ. 28. Τό μεγαλύτερο κατοπτρικό τηλεσκόπιο τού κόσμου. Βρίσκεται στόν Καύκασο (Σοβιετική Ένωση) ἔχει διάμετρο κατόπτρου 6 m.

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· ἐνώ 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 Ἀστεροσκοπῖο 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 Ἀστεροσκοπείου του Palomar τής Ἀμερικής ἔχει διάμετρο κατόπτρου 5 m.

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

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

Τά τηλεσκόπια, πού χρησιμοποιούν γιά τήν έρευνα τής φυσικῆς καταστάσεως τῶν οὐράνιων σωμάτων καί γενικά γιά τήν εξέταση καί τήν έρευνα τοῦ σύμπαντος, στηρίζονται πάνω σέ δύο ἄξονες. Πάνω σ' αὐτούς εύκολα μπορεί νά μετρηθεῖ ἡ ὠριαία γωνία καί ἡ ἀπόκλιση, πού ὀνομάζονται **ισημερινές συντεταγμένες**. Ὅλο αὐτό τό σύστημα στηρίξεως ὀνομάζεται **ισημερινό** καί τό τηλεσκόπιο **ισημερινό τηλεσκόπιο**.

Τηλεσκόπια Schmidt (Σμίτ). Τά τηλεσκόπια Σμίτ ἔχουν ειδική κατασκευή καί μικρό μήκος, γι' αὐτό καί ἔχουν εύρύ ὀπτικό πεδίο. Ἔτσι μπορούν νά φωτογραφίζουν ἐκτάσεις σέ πολλές τετραγωνικές μοῖρες τοῦ οὐρανοῦ. Ἀντίθετα, τά διοπτρικά καί κατοπτρικά τηλεσκόπια, ὅσο μεγαλύτερα εἶναι, τόσο περισσότερο περιορισμένο ἔχουν τό ὀπτικό τους πεδίο· περιορίζεται σέ λίγα τετραγωνικά λεπτά τῆς μοίρας.

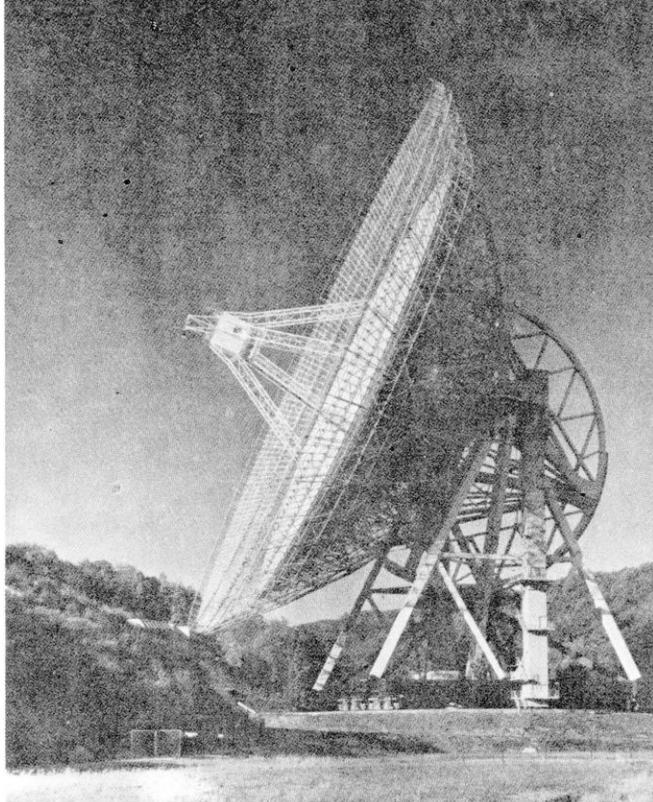
Μέ τά τηλεσκόπια Σμίτ μπορούμε νά φωτογραφίσουμε πολύ ἀμυδρούς ἀστέρες σέ πολύ μικρό σχετικά χρόνο, ἐνῶ μέ τά συνηθισμένα χρειάζεται πολύωρη ἐκθεση γιά τά ἀμυδρά ἀντικείμενα, ὅπως εἶναι οἱ μακρινοί γαλαξίες.

Γιά νά γίνεται ειδική μελέτη στά οὐράνια σώματα, στή θέση τοῦ προσοφθάλμιου συστήματος τῶν τηλεσκοπιῶν προσαρμῶνται ἄλλα ὄργανα, ὅπως: α) **μικρόμετρα**, γιά νά μετροῦμε μέ ἀκρίβεια τίς φαινόμενες διαμέτρους τῶν σωμάτων καί τίς γωνιώδεις ἀποστάσεις τους· β) **φωτογραφικοί θάλαμοι**, γιά νά φωτογραφίζουμε ἀστέρες· γ) **φωτόμετρα**, γιά νά μετροῦμε τήν ἔνταση πού ἔχει τό φῶς τῶν ἀστέρων, καί δ) **φασματοσκόπια** ἢ **φασματογράφοι**, γιά νά ἐξετάζουμε τό φάσμα τῶν οὐράνιων σωμάτων.

Τελευταῖα χρησιμοποιοῦνται διάφορα **ραδιοτηλεσκόπια**. Αὐτά δέν εἶναι ὀπτικά τηλεσκόπια, ἀλλά δέκτες ραδιοφωνικῶν κυμάτων καί συγκεντρῶνουν ραδιοφωνική ἀκτινοβολία (μῆκος κύματος ἀπό 0,25 cm ἕως 30 m).

Ἡ εξέταση τῶν οὐράνιων σωμάτων καί γενικότερα τοῦ σύμπαντος μέ αὐτά τά «τηλεσκόπια» ἀνοίξε νέους ὁρίζοντες στήν Ἀστρονομία, μέ ἀποτέλεσμα νά δημιουργηθεῖ νέος κλάδος τῆς, ἡ **Ραδιοαστρονομία**. Ὅσοι ἀστέρες εκπέμπουν φυσικά ραδιοκύματα, ὀνομάζονται **ραδιαστέρες** καί οἱ γαλαξίες **ραδιογαλαξίες**.

Τά μεγαλύτερα ραδιοτηλεσκόπια σήμερα (1974) βρίσκονται στό Green Bank Δυτ. Βιργινίας (Η.Π.Α.) καί στή Βόννη τῆς Γερμανίας μέ διάμετρο κατόπτρου 100 m (εἰκ. 30).



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

Έρωτήσεις

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

ΑΣΤΡΟΝΑΥΤΙΚΗ

26. Κίνηση τεχνητών δορυφόρων.

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

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

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

Σταθμό στην έπιστήμη του διαστήματος αποτελεί ή 4η Οκτωβρίου 1957, γιατί τότε έκτοξεύτηκε με 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 παίζει βασικό ρόλο στην έκτόξευση πυραύλων, δορυφόρων κλπ. και εκφράζεται με τή σχέση:

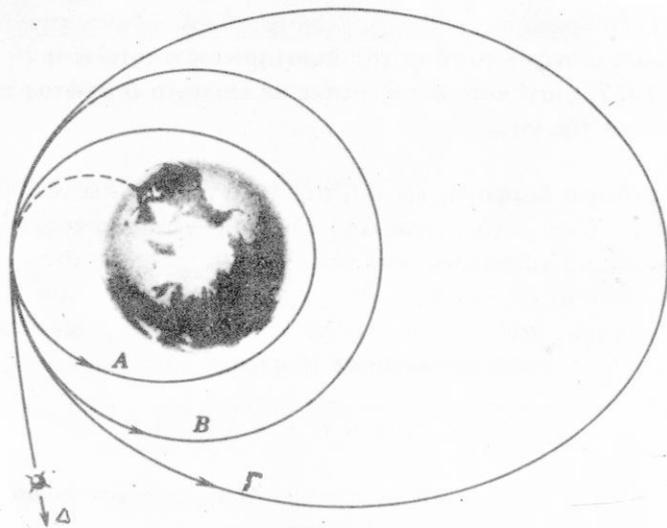
$$V^2 = 2GM/R \quad \eta \quad V = \sqrt{2GM/R}$$

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

Ἡ ταχύτητα διαφυγῆς ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τῆς γῆς, χωρὶς νὰ λαμβάνεται ὑπόψη ἡ ἀντίσταση τῆς ἀτμόσφαιρας, εἶναι 11,18 km/sec, ἀπὸ τὴ σελήνη 2,38 km/sec καὶ ἀπὸ τὸν ἥλιο 618 km/sec. Ἡ ταχύτητα διαφυγῆς ἐλαττώνεται, ὅσο τὸ μικρὸ σῶμα ἀπομακρύνεται ἀπὸ τὸ μεγαλύτερο. Ἐὰν 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 τροχιάς τοῦ δορυφόρου καὶ ἀπὸ τὴ μάζα τῆς γῆς. Ἡ μέση ἀκτίνα καὶ τὸ σχῆμα (ἢ μορφή) τῆς τροχιάς ἐξαρτοῦνται: α) ἀπὸ τὸ ὕψος, πού ὁ δορυφόρος 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 ὀρίζοντα.

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



Σχ. 45

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

Οί τρεῖς κοσμικές ταχύτητες. Ή ταχύτητα, πού πρέπει νά έχει ένα σωμα σέ όρισμένο ύψος γιά νά μπει σέ κυκλική τροχιά, όνομάζεται πρώτη κοσμική ταχύτητα.

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

Κάθε σωμα, πού κινείται μέ τή δεύτερη κοσμική ταχύτητα, γίνεται τεχνητός πλανήτης, δηλαδή περιφέρεται γύρω από τόν ήλιο καί έλκεται απ' αὐτόν. Γιά νά φύγει αὐτό τό σωμα καί νά μή μπει σέ τροχιά γύρω από τόν ήλιο, νά ξεφύγει δηλαδή από τό ήλιακό σύστημα, πρέπει νά έκτοξευτεῖ από τήν επιφάνεια τής γῆς καί πρὸς τή διεύθυνση τής κινήσεώς της γύρω από τόν ήλιο, μέ ταχύτητα 16,6 km/sec. Ή ταχύτητα αὐτή όνομάζεται τρίτη κοσμική ταχύτητα. Τό 1974 κατασκευάστηκαν πύραυλοι, πού αναπτύσσουν τέτοια ταχύτητα.

"Όταν πρόκειται νά μπουν δορυφόροι σέ τροχιά γύρω από τή γή ή νά σταλοῦν όχήματα στή σελήνη ή στούς άλλους πλανήτες, χρησιμοποιοῦνται προωθητικοί πύραυλοι. Αὐτό γίνεται, γιατί στήν άνωτερη ατμόσφαιρα λείπει τό πυκνό στρώμα άέρα, πού θά μπορούσαν νά χρησιμοποιηθοῦν έλικες ή πτερύγια γιά νά δώσουν σταθερή διεύθυνση σ' αὐτούς.

Ή κίνηση τοῦ όχήματος (πύραυλου) στό διάστημα στηρίζεται στό γνωστό άξίωμα τής δράσεως καί αντίδρασεως.

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

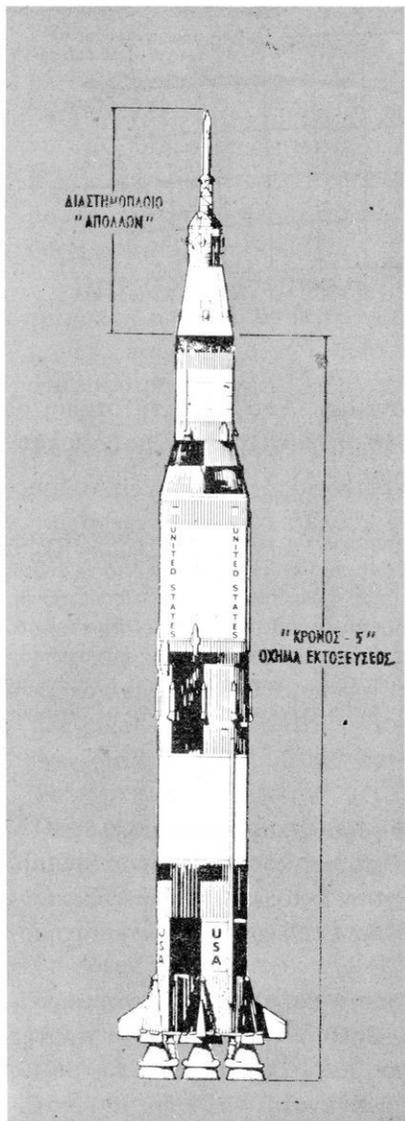
Προκαλούμε καύση, πού παράγει ενέργεια και με τή βοήθεια της ενέργειας αυτής προωθούνται τὰ αέρια, πού δημιουργούνται από-τήν καύση. Στόν πύραυλο χρησιμοποιείται μίγμα από καύσιμη ουσία και ὀξυγόνο, πού χρειάζεται για τήν καύση. Ἡ ποσότητα αερίων πού παράγεται μέσα στόν πύραυλο, ὅση εἶναι ἀπαραίτητη, βγαίνει και κινεῖται πρὸς τὰ πίσω, ἐνῶ ὅλο τό ὄχημα προωθείται πρὸς τήν ἀντίθετη φορά, σύμφωνα μέ τήν ἀρχή τῆς ἀντιδράσεως. Τό αέριο, 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» τῆς NASA.

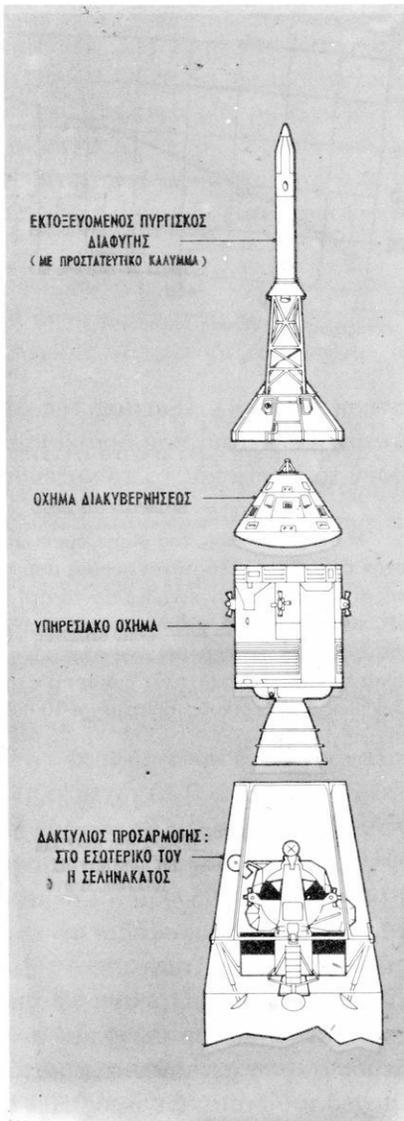
Τοποθέτηση δορυφόρου σέ τροχιά. Ἐπειδή ἡ γῆ περιστρέφεται γύρω ἀπό τόν ἄξονά της ἀπό τή Δ πρὸς τήν Α, πρὸς τήν ἴδια κατεύθυνση ἐκτοξεύονται και οἱ δορυφόροι. Αὐτό γίνεται, για νά ἐκμεταλλευτοῦμε και τήν ταχύτητα περιστροφῆς τῆς γῆς για τήν προώθηση τῶν πυραύλων. Στόν ἰσημερινό ἢ ἐφαπτομενική ταχύτητα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

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

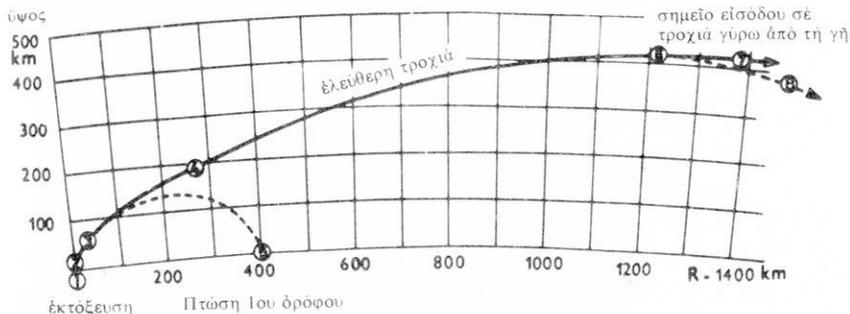
Ὄταν καταναλωθοῦν τὰ καύσιμα τῆς ἀρχικῆς προωθήσεως, τοῦ πρώτου ὀρόφου (σχ. 47 θέση 3), μέ εἰδικό μηχανισμό ἀποχωρίζεται τό σῶμα αὐτό ἀπό τό σῶμα τοῦ κυρίως πυραύλου και πέφτει στή γῆ (θέση 5). Ταυτόχρονα πυροδοτεῖται ὁ δεύτερος ὀροφος. Ὄταν καταναλωθοῦν τὰ καύσιμα και τοῦ δεύτερου ὀρόφου, τό ὑπόλοιπο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



Σχ. 46α. Ό πυράυλος Κρόνος V. Με αυτόν έκτοξεύθηκαν τὰ διαστημόπλοια «Απόλλων».



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



Σχ. 47

πήση (θέση 4), εξαιτίας της αδράνειας. Από αυτή τη στιγμή οι σταθμοί έλέγχου, που βρίσκονται στη γη, αρχίζουν να παρακολουθούν 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 γη, ὅπου ἡ ἀτμόσφαιρα εἶναι κάπως πυκνή, ἐξαιτίας 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 σχετικᾶ μικρή. Κυμαίνεται συνήθως ἀπό μερικoὺς μῆνες μέχρι 10.000 ἔτη καί περισσότερο, ἀνάλογα μέ τήν πρό- δλεψη γι' αὐτοῦς.

27. Ἐρευνες μέ τεχνητοὺς δορυφόρους καί διαστημόπλοια.

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

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

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

Έκτοξεύτηκαν άκόμα καί τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι μέ σκοπό τήν εύκολη καί ταχύτερη άναμετάδοση, μεταξύ τών ήπείρων τής γής, τηλεφωνημάτων, ραδιοφωνικών προγραμμάτων καί προγραμμάτων τηλεοράσεως. Πρώτος τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος είναι ό Goumier IB. Έκτοξεύτηκε τό 1960 καί 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 χρησιμοποιούνται καί οί δορυφόροι Telstar, ειδικοί γιά διηπειρωτικές μεταδιδάσεις προγραμμάτων τηλεοράσεως καί τηλεφωνικής έπικοινωνίας.

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

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

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

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

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

Τὸ Νοέμβριον 1973 ἐκτοξεύτηκε ἡ πρώτη διαστημικὴ ἐξέδρα-ἐργαστήριον Skylab (Σκάυλάμπ) μὲ πύραυλον Κρόνον. Τὸ πλήρωμα μὲ 3 ἀστροναῦτες παρέμεινε στὸ διάστημα 84 ἡμ. Τὸ Σογιούζ 26, μὲ 2 ἀστροναῦτες παρέμεινε (1977) στὸ διάστημα 96 ἡμ. καὶ τὸ Σογιούζ 31, πάλι μὲ 2 ἀστροναῦτες (τὸ 1978), παρέμεινε 140 ἡμέρες. Αὐτὰ τὰ πληρώματα ἐτέλεσαν διάφορα πειράματα, ὅπως: Παρατηρήσεις τοῦ ἡλίου καὶ ἄλλων ἀστέρων, γεωγραφικῆς, ὠκεανογραφικῆς καὶ μετεωρολογικῆς παρατηρήσεις τῆς γῆς. Μελέτησαν ἀκόμα καὶ τὴν ἀντοχὴ τοῦ ἀνθρώπινου ὀργανισμοῦ, γιὰ ἄρκετὸ χρόνον, σὲ συνθήκες μηδενικῆς βαρύτητας.

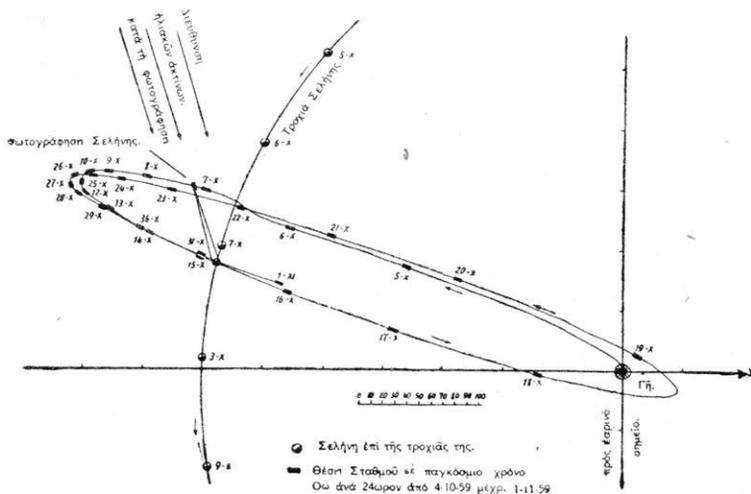
Γιὰ τὴν ἔρευνα τοῦ διαστήματος τὸ πρόγραμμα προέβλεπε καὶ τὴν ἀποστολὴν διαστημοπλοίων πέρα ἀπὸ τὸ πεδίου ἔλξεως τῆς γῆς μὲ σκοπὸ νὰ ἐρευνήσουν: α) τὸ χῶρον πού ὑπάρχει μεταξὺ γῆς, σελήνης, πλανητῶν καὶ ἡλίου καὶ β) τὰ οὐράνια σώματα, δηλαδὴ τὴν σελήνη, τὴν Ἀφροδίτη, τὸν Ἑρμῆ, τὸν Ἄρη, τὸ Δία, τὸν Κρόνον, τὸν Οὐρανόν, τὸν Ποσειδῶνα καὶ τὸν Πλούτωνα.

Τὸ πρόγραμμα, πού ἐκτελέστηκε, σὲ ὀρισμένους τομεῖς, καὶ συνεχίζεται, ὀφείλει τὴν ἐπιτυχίαν του σὲ δύο κυρίως παράγοντες: α) Στὴν **τεχνικὴν ἐπιστήμην**, πού μὲ τὴ βοήθειάν της σχεδιάστηκαν καὶ κατασκευάστηκαν ἰσχυροὶ πύραυλοι μὲ ἰκανότητα νὰ ἐκτοξεύουν μεγάλες μάζες, εἰδικῆς διαστημοσυσκευῆς μὲ ἄριστον ἔξοπλισμόν καὶ

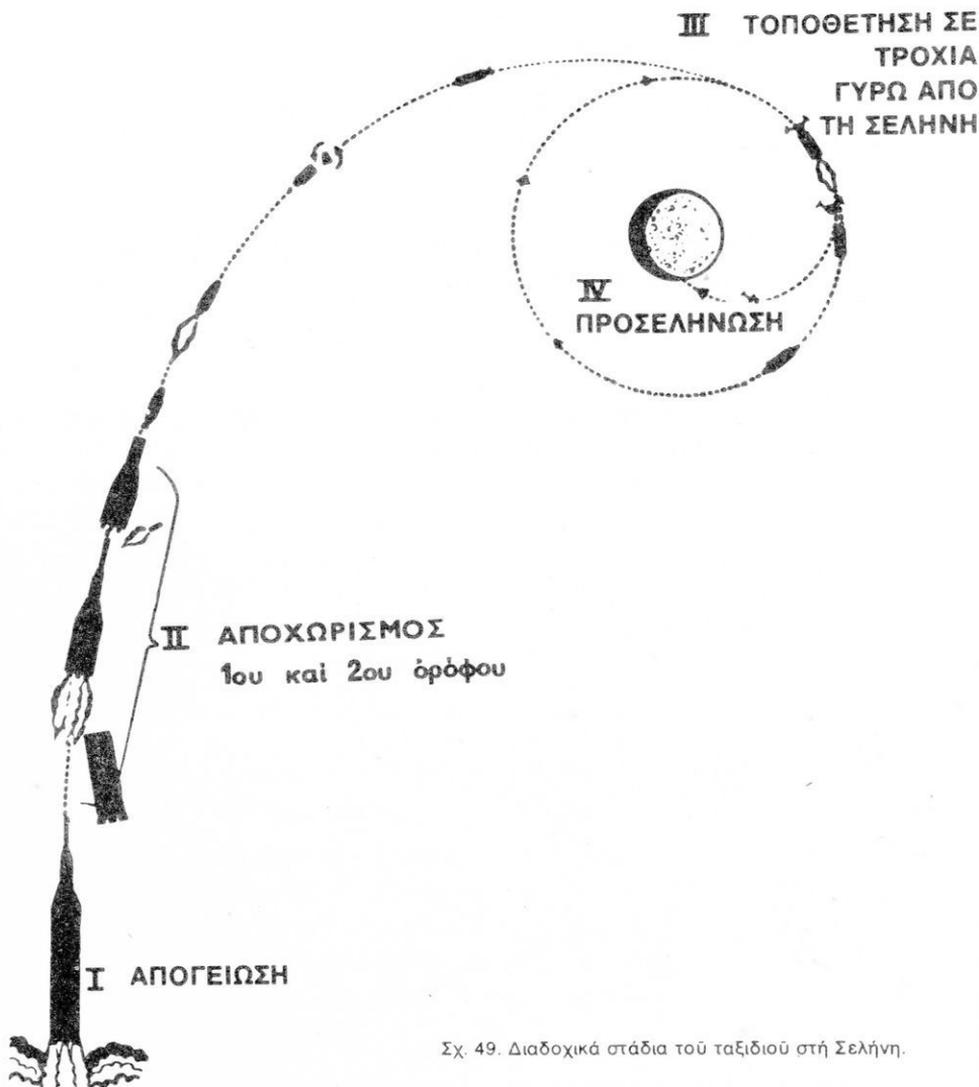
τελειοποιημένα ηλεκτρονικά συστήματα για την παρακολούθηση και τόν έλεγχο τών διαστημικών πτήσεων. 6) Στη **μαθηματική επιστήμη**, γιατί έλυσε πολλά και δύσκολα προβλήματα, πού είχαν σχέση μέ τήν εύρεση τής τροχιάς, τήν όποία πρέπει νά ακολουθήσουν τά διαστημόπλοια.

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 καί αυτός κοντά από τή σελήνη.

Διαστημόπλοια πρós τή σελήνη καί τούς πλανήτες. Τό πρώτο διαστημόπλοιο, πού πλησίασε τή σελήνη καί προχώρησε πέρα άπ' αυτή, καί ακολουθώντας έλλειπτική τροχιά πλησίασε πάλι τόν πλανήτη μας είναι ό Luna 3. Έκτοξεύτηκε στίς 4 Όκτωβρίου 1959. Τήν 6η πρós τήν 7η Όκτωβρίου βρισκόταν πίσω από τή σελήνη (σχ. 48). Από άπόσταση 60.000 km φωτογράφησε άρκετές φρεές τήν άόρατη πλευρά της, πού φωτιζόταν τότε από τόν ήλιο, καί έστειλε τίς φωτογραφίες στή γή. Αργότερα ό Luna 3 καταστράφηκε.



Σχ. 48



Σχ. 49. Διαδοχικά στάδια του ταξιδιού στη Σελήνη.

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

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

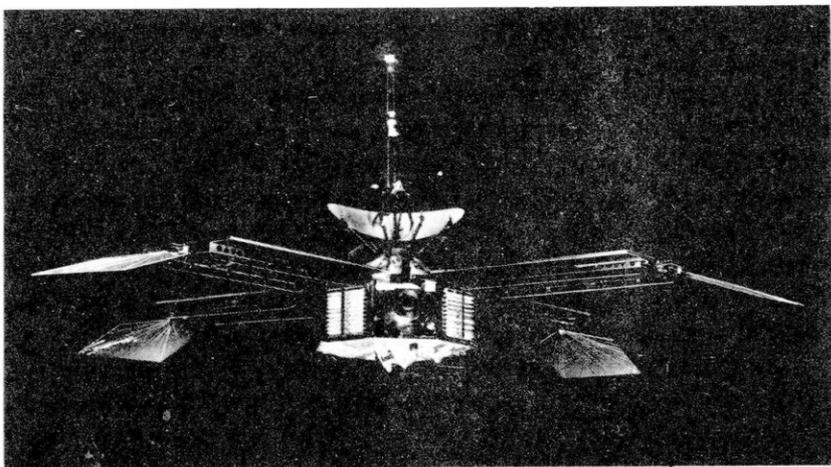
Ἡ μελέτη τῆς σεληνιακῆς ἐπιφάνειας συμπληρώθηκε τό 1966–1968 πάρα πολύ, μέ τή βοήθεια τῶν τεχνητῶν δορυφόρων τῆς σελήνης. Οἱ δορυφόροι αὐτοί φωτογράφιζαν τό ὄρατό καί ἀόρατο ἡμισφαίριο τῆς ἐπιφάνειας τῆς σελήνης ἀπό ὕψος 360 km καί ἔστελναν τίς φωτογραφίες στή γῆ. Ἔτσι κατορθώθηκε νά γίνει πλήρης τοπογραφικός 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 βάλουν τούς δορυφόρους σέ τροχιά γύρω ἀπό τή σελήνη. Τόσο ὁμῶς οἱ Ἀμερικανοί μέ τούς Lunar Orbiter 1, 2 καί 3, ὅσο καί οἱ Σοβιετικοί μέ τούς Luna 10, 11 καί 12, κατόρθωσαν νά ξεπεράσουν τή δυσκολία. Οἱ Luna 16, 20 καί 24 μετέφεραν σεληνιακό χῶμα.

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

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

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

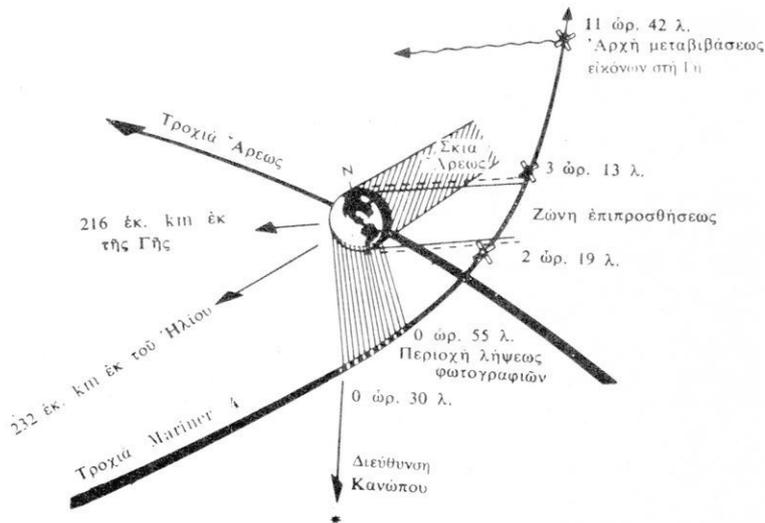


Εικ. 31. Ὁ Μάρινερ 4.

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

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

Τὸ διαστημόπλοιο «Πρωτοπόρος 10» κατὰ τὸ Δεκέμβριο τοῦ



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

70 1974 φωτογράφησε τό Δία. Ύστερα κατευθύνθηκε προς τόν Κρόνον καί θά φθάσει στόν Πλούτωνα τό 1987. Ύπολογίζεται ότι στό τέλος τοῦ αἰώνα μας ὁ Πρωτοπόρος 10 θά εἶναι τό πρῶτο ἀνθρώπινο κατασκεῦασμα πού θά ξεφύγει ἀπό τό ἡλιακό μας σύστημα. Πιό τέλειο πρόγραμμα ἐκτέλεσε ὁ Πρωτοπόρος 11, πού πέρασε κοντά στό Δία τό Δεκέμβριο τοῦ 1974 καί ~~θά προσεγγίσει τόν Κρόνον τό Σεπτέμβριο 1979.~~

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

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

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

χροχρόνιες ασκήσεις. Επιλέγονται συνήθως από τους πιο έμπειρους αεροπόρους. Δοκιμάζονται στην αντίδραση του οργανισμού τους ύστερα από παραμονή σε κλειστό χώρο, στη μεταβολή της επιταχύνσεως της βαρύτητάς τους, στην ψυχική άντοχή τους κλπ. Οί ίδιοι εξασκούνται να εκτελούν με ακρίβεια και μεγάλη ταχύτητα πολλούς και λεπτούς χειρισμούς, ώστε να μπορούν να κυβερνούν τό διαστημόπλοιο με επιτυχία και να κάνουν και τίς απαραίτητες παρατηρήσεις.

Άσκούνται, ειδικότερα, στη μεταβολή επιταχύνσεως της βαρύτητάς τους, ώστε να μπορεί ό οργανισμός τους να άντέχει σε αύξηση της τιμής της 4 έως 9 φορές περισσότερο από τήν τιμή του g πάνω στη γή. Άκόμα δοκιμάζονται να συνηθίσουν σε μηδενική τιμή του g ($g=0$), δηλαδή να κινούνται στο διάστημα χωρίς να έχουν βάρος.

Όταν ξεκινά τό διαστημόπλοιο (όσο άκόμα είναι ένομένο με τούς πυραύλους του), άποκτά σε μικρό χρονικό διάστημα (λίγα λεπτά) επιτάχυνση πενταπλάσια ή έννεαπλάσια από τήν τιμή του g στη γή, όποτε και τό βάρος τών άστροναυτών έννεαπλάσιάζεται. Όταν τό διαστημόπλοιο μπει σε κυκλική τροχιά, ή επιτάχυνση μηδενίζεται. Έπομένως οί άστροναύτες περιφέρονται γύρω από τή γή ή τή σελήνη, χωρίς σχεδόν να ύπάρχει έλλξη, και «στέκονται» σε όποιαδήποτε θέση και άν δρίσκονται, χωρίς να έχουν τήν αίσθηση, ότι δέν ίσορροπούν. Αυτό γίνεται, γιατί ή κεντρόμολη δύναμη άντισταθμίζεται, κάθε στιγμή, από τήν αντίθετη της δύναμη, που δημιουργείται, τή φυγόκεντρη, όποτε οί άστροναύτες δέν έχουν βάρος. Άν ή τροχιά ήταν αίσθητά έλλειπτική, τότε οί άστροναύτες θά μπορούσαν να κινήθουν με g διάφορη του μηδενός, δηλαδή θά είχαν βάρος που θά άλλαζε συνεχώς. Όταν τό διαστημόπλοιο έγκαταλείψει τήν κυκλική τροχιά και έπιστρέψει στη γήνην ατμόσφαιρα, ή επιτάχυνση g άρχίζει να αυξάνει, και όταν φθάσει στη γή, οί άστροναύτες άποκτούν τό κανονικό βάρος τους.

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

Τό πρόγραμμα τών Άμερικανών στον τομέα τών διαπλανητικών ταξιδιών σχεδιάστηκε από τό 1961 και άρχισε να πραγματοποιείται με τήν έξής σειρά:

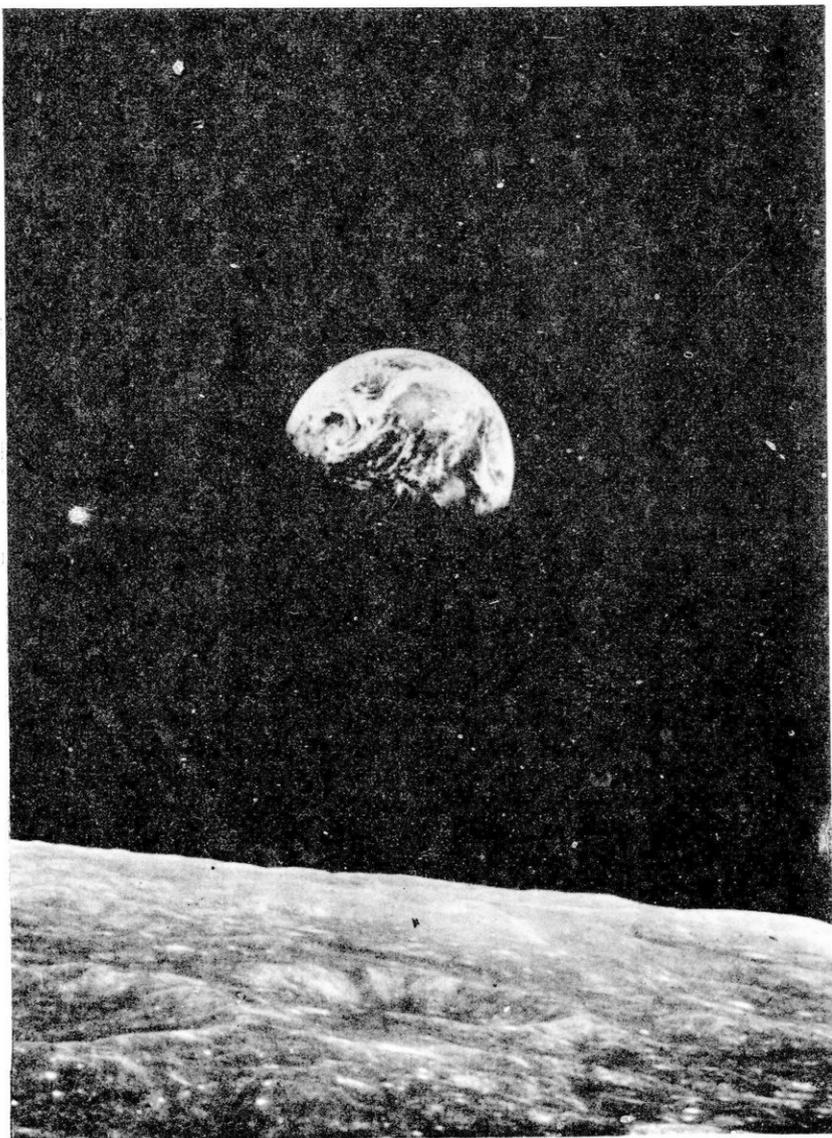
1ον Π ρ ό γ ρ α μ μ α « Έ ρ μ η ς » (Mercury). Κατασκευή και άποστολή γύρω από τή γή διαστημόπλοιου με πλήρωμα έναν άνδρα.

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 διαστημόπλοίων με πλήρωμα δύο άστροναύτες. «Περίπατοι» άστροναυτών 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 πιο ευρύτερων διαστημόπλοίων με πλήρωμα τρεις άστροναύτες. Κατασκευή πυραύλων με μεγάλη προωστική δύναμη, με σκοπό να τοποθετηθουν τά διαστημόπλοια σε τροχιά. Χρησιμοποίηθηκε ό πύραυλος «Κρόνος V».

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

« Ά π ό λ λ ω ν 8 » (Δεκέμβριος 1968). Ταξίδι τριών άστροναυτών στη σελήνη, 10 περιφορές γύρω από αυτή σε ύψος 110 km και έπιστροφή στη γή. Η άποστολή αυτή πέτυχε πλήρως (είκ. 32).



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

« Ἐπὶ τῶν 11 » (Ἰούλιος 1969). Ἀποστολή τριῶν ἀστροναυτῶν στὴ σε-
λήνη μὲ πύραυλο Κρόνος V (σχ. 46). Κάθοδος δύο ἀστροναυτῶν μὲ τὴ σεληνάκατο
« Ἀετός » στὴ θάλασσα τῆς Ἡρακλίας, σὲ μέρος πού εἶχαν ἐπιλέξει σὲ προηγουμένες
ἀποστολές οἱ Lunar Orbiter, τὰ Surveyor καὶ οἱ ἀστροναῦτες τοῦ προγράμματος
« Ἀπόλλων ». Ἐξοδος τῶν δύο ἀστροναυτῶν στὴν ἐπιφάνεια τῆς σελήνης. Λήψη φω-
τογραφιῶν, τοποθέτηση σεισμογράφου καὶ κάτοπτρου ἀκτίνων Λέιζερ, μέτρηση
ἀκτινοβολιῶν καὶ μεταφορὰ σεληνιακῶν πετρωμάτων.

« Ἐπὶ τῶν 12 » (Νοέμβριος 1969). Ἀποστολή τριῶν ἀστροναυτῶν στὴ σε-
λήνη. Προσεδάφισι τῶν δύο στὴν ἐπιφάνεια τῆς σελήνης, τοποθέτησι ἄλλου σεισμο-
γράφου, μαγνητόμετρου καὶ ἄλλων ὀργάνων. Ἀκόμα τοποθέτησι μικροῦ « πυρηνι-
κοῦ » ἐργοστάσιου ἐνεργείας, γιὰ τὴ λειτουργία τῶν ὀργάνων καὶ τὴν ἀποστολὴ τῶν
παρατηρήσεών τους στὴ γῆ.

« Ἐπὶ τῶν 14 » (Φεβρουάριος 1971). Προσεδάφισι σεληνάκατου « Ἀντά-
ρης » στὴν ὄροσειρά Fra Mauro καὶ ἐκτέλεσι ἀπὸ ἀστροναῦτες τῆς ἀποστολῆς τους.

« Ἐπὶ τῶν 15 » (Ἰούλιος 1971). Προσεδάφισι σεληνάκατου « Ἰέραξ » στὰ
Ἀπέννινα ὄρη, κοντὰ στὴ χαράδρα Handley. Τρεῖς ἐξοδοὶ ἀστροναυτῶν ἀπὸ τὴ σε-
ληνάκατο καὶ ἐξερεύνησι, μὲ τὴ δόχητα εἰδικοῦ αὐτοκίνητου « Rover », περιοχῆς σὲ
ἀκτίνια μεγαλύτερη ἀπὸ 50 km.

« Ἐπὶ τῶν 16 » (Ἀπρίλιος 1972). Προσεδάφισι σεληνάκατου στὰ δόχεια
τοῦ κρατήρα Καρτέσιο. Περιουλλογὴ πετρωμάτων ἀπὸ τοὺς ἀστροναῦτες καὶ ἐξερευ-
νησι περιοχῆς 25 km μὲ τὸ εἰδικὸ αὐτοκίνητο « Rover ».

« Ἐπὶ τῶν 17 » (Δεκέμβριος 1972). Προσεδάφισι σεληνάκατου στὰ νότια
τοῦ κρατήρα Λίττροδ.

Μὲ αὐτὴ τὴν ἀποστολὴ συμπληρώθηκε τὸ πρόγραμμα Ἀπόλλων.

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

→ χρ. σελ. 140

Ἡ αὐτοπρόσωπη παρουσία τοῦ ἀνθρώπου στοὺς γειτονικοὺς
μας πλανῆτες ἀνοίγει μιὰ νέα ἐποχὴ στὴν ἐπιστῆμὴ τοῦ διαστήμα-
τος. Δημιουργεῖ πολλὰς προοπτικὰς σὲ πολυάριθμες ἐκδηλώσεις τῆς
ἀνθρώπινης δραστηριότητος καὶ ξαναφέρνει σὲ ἐπικαιρότητα γιὰ
συζήτησι καὶ μελέτη γενικότερα προβλήματα γιὰ τὴ ζωὴ καὶ τὸν
κόσμο.

Αὐτὸ δὲ σημαίνει, βέβαια, ὅτι ὁ ἄνθρωπος κατόρθωσε νὰ
« κατακτήσει » τὸ σύμπαν, γιὰτί, ἂν ὑπολογίσουμε ὅτι ἡ ἀπόστασι
γῆς – σελήνης, πού εἶναι 384.000 km, μόλις ξεπερνᾷ τὸ ἕνα δευτερό-

ΒΙΟΓΡΑΦΙΕΣ

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

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

Ἐρατοσθένης (περίπου 284–192 π.Χ.). Εἶναι ὁ πρῶτος πού μετρήσε τὸ μέγεθος τῆς γῆς με ἀρκετὰ μεγάλη ἀκρίβεια τὸ 250 π.Χ. Μέτρησε τὸ μήκος τοῦ τόξου τοῦ μεσημβρινοῦ, πού περιλαμβάνεται μεταξύ Ἀλεξάνδρειας καὶ Σίηνης καὶ βρῆκε ὅτι εἶναι $7^{\circ} 12'$ καὶ ἔχει μήκος 5000 στάδια. Τὸ μήκος, λοιπόν, τοῦ μεσημβρινοῦ τὸ ὑπολόγισε σὲ 250.000 στ. ἢ 39.375.000 μέτρα, ἀφοῦ τὸ στάδιο εἶναι 157,5 μέτρα.

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

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

Στ. Πλακίδης. Ὁμότιμος Καθηγητὴς τῆς Ἀστρονομίας στὸ Πανεπιστήμιον Ἀθηνῶν καὶ τ. Διευθυντὴς τοῦ Ἐθνικοῦ Ἀστεροσκοπεῖου 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 μετὰ τὴν ἀπαρίθμηση καὶ μελέτη τῶν μεγάλων σκοτεινῶν νεφελωμάτων.

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

A. Einstein (1879–1955). Γερμανοεβραῖος φυσικὸς, ἀστρονόμος καὶ κοσμολόγος. Εἰσηγητὴς τῆς περίφημης 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 γενικὰ δλόκληρου τοῦ σύμπαντος.

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

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

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

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

Ἐξῆσε καὶ ἐργάστηκε στὴν Ἀγγλία. Σ' αὐτόν, ἐκτός ἀπὸ τόσα ἄλλα, ὀφείλεται καὶ ἡ ἀνακάλυψη τοῦ πλανῆτη Οὐρανοῦ.

Fr. Hoyle. Ἀγγλὸς ἀστροφυσικός. Γεννήθηκε τὸ 1915. Θεωρεῖται ἀπὸ τοὺς μεγαλύτερους σύγχρονους ἀστρονόμους.

E. Hubble (1889–1953). Διάσημος Ἀμερικανὸς ἀστρονόμος. Ἀπὸ τοὺς κυριότερους ἐρευνητὲς τοῦ σύμπαντος. Διατύπωσε, τὸ νόμο τῆς διαστολῆς τοῦ σύμπαντος, στὸν ὁποῖο ὑπακούουν οἱ γαλαξίες.

J. Jeans (1877–1946). Διάσημος Ἀγγλὸς ἀστροφυσικὸς καὶ κοσμολόγος. Ἀσχολήθηκε μὲ τὴ συμπεριφορὰ τῶν ἀερίων, τῶν ὑγρῶν καὶ τῶν στερεῶν, πού ὑπόκεινται στὴν ἐπίδραση τῆς βαρύτητας καὶ βρῖσκονται σὲ περιστροφὴ. Θεωρεῖται σὰν ἕνα ἀπὸ τοὺς μεγάλους ἐπιστήμονες καὶ φιλόσοφους τῶν νεότερων χρόνων.

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

N. Kopernicus (1473–1543). Ἐπιφανὴς Πολωνο-γερμανὸς ἀστρονόμος. Ἐγινε παγκόσμια γνωστὸς σὰν εἰσηγητὴς καὶ ὑποστηρικτὴς τοῦ ἡλιοκεντρικοῦ συστήματος, πού εἶχε ἐπινοήσει τὸν 3ο π.Χ. αἰῶνα ὁ Ἕλληνας ἀστρονόμος Ἀρίσταρχος ὁ Σάμιος.

P. Kuiper (1905–1973). Διαπρεπὴς Ὀλλανδο-ἀμερικανὸς ἀστρονόμος εἰδικὸς στὴν ἐρευνα τῶν πλανητῶν.

P. Laplace (1749–1827). Διαπρεπὴς Γάλλος ἀστρονόμος καὶ μαθηματικὸς, γνωστότατος διεθνῶς κυρίως ἀπὸ τὴν κοσμογονικὴ θεωρία του.

G. Lemaitre (1894–1966). Διάσημος Βέλγος ἀστροφυσικὸς, μαθηματικὸς καὶ κοσμολόγος.

Isaak Newton (1643–1727). Διάσημος Ἀγγλὸς ἀστρονόμος, μαθηματικὸς καὶ φυσικός. Θεωρεῖται ὁ «πατὴρ τῆς Οὐρανίου Μηχανικῆς».

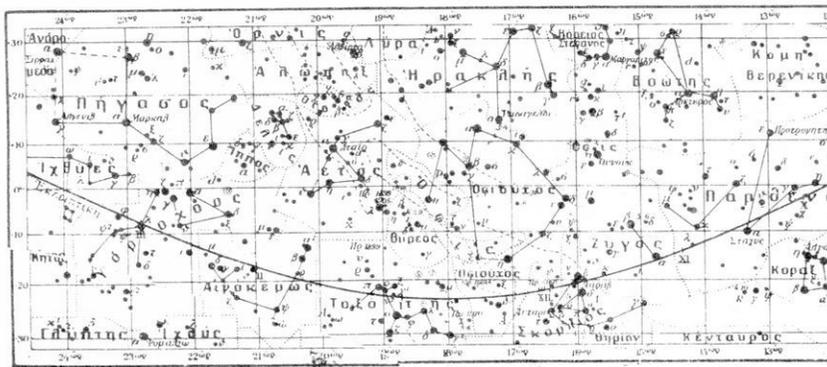
H.N. Russell (1877–1957). Διάσημος Ἀμερικανὸς ἀστροφυσικὸς. Συνέβαλε πάρα πολὺ στὶς γνώσεις μας γιὰ τὴ χημικὴ σύσταση τοῦ σύμπαντος καὶ τὴν ἐξέλιξη τῶν ἀστέρων.

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

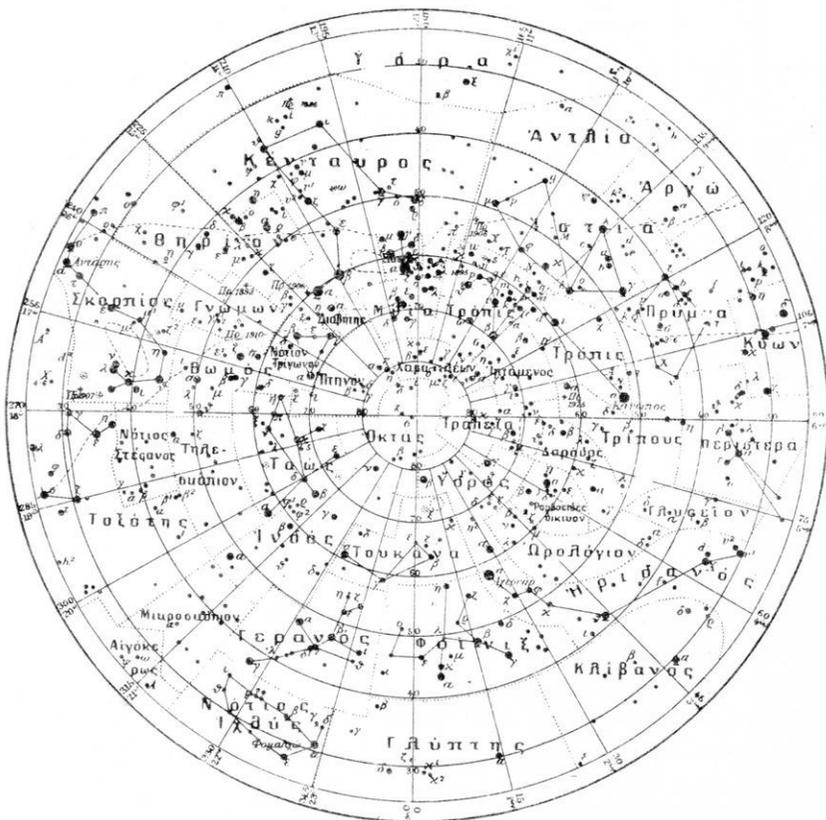
Κ. Τσιολκονσκυ (1857–1935). Ἐργαστὴν
Ρῶσος ἐραστὴν εἰς τεχνικὰ καὶ
αεροναυτικά. ἀεροναυτικῶν. ἠκολούθησε
τὴν χημικὴν ἐπιστήμην καὶ
βροχίματ' ἀεροναυτικῶν. τὴν ἀριστην ἐπιστήμην



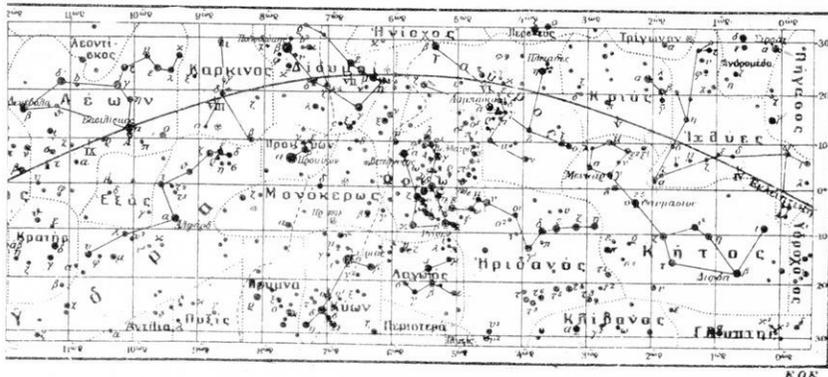
Βόρειο ημισφαίριο



Ίσημερινή ζώνη



Νότιο ημισφαίριο



Ισημερινή ζώνη

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

Πλανήτης	Απόσταση εκ του ήλιου		Περιφορά των ήλιου		Συνολική περίοδος σε ημέρες	Τροχιάς		Μέγεθος (Γ _η =1)			Ένταση δαβνίας	Περίοδος		Πλάτυνη		
	Σέ έξατομ. χλμ.	Σέ α.μ.	Χρόνος περιφ. ήτη ήμ.	Γωνία περιφ.		Εκκεντρότητα	Κλίση ως προς την Εκλειπτι- κή	Διάμετρος	Όγκος	Μάζα		Πυκνότητα	Χρόνος ως Κλίση 0		ήμ. ώρ. λ.	
Ερμής	58	0,387	88	47,8	116	0,206	7	0	0,37	0,05	0,06	0,98	0,42	3,6	59 21 46	0
Αφροδίτη	108	0,723	225	35,0	584	0,007	3	24	0,96	0,88	0,82	0,91	0,87	10,3	243 16 48 23;	1:303
Γη	149,5	1	365	29,8	-	0,017	0	0	1	1	1	1	1	11,2	23 56 23 27	1:293
Άρης	228	1,524	1 322	24,2	780	0,093	1	51	0,53	0,15	0,11	0,69	0,38	5,0	24 37 23 59	1:288
Ζεύς	778	5,203	11 315	13,1	399	0,048	1	19	11,2	1,318	318,00	0,24	2,64	61,6	9 51 3 5	1:15
Κρόνος	1,426	9,539	29 167	9,7	378	0,056	2	30	9,4	769	95,22	0,13	1,13	37	10 14 26 44	1:10
Ουρανός	2,868	19,18	84 7	6,8	370	0,047	0	46	4,0	50	14,55	0,22	1,07	22	10 49 98	1:12
Ποσειδών	4,494	30,06	164 280	5,4	367	0,009	1	47	3,5	42	17,23	0,22	1,41	25	14 28 48	;
Πλούτων	5,896	39,5	248	4,7	367	0,247	17	9	0,54	0,16	0,9;	5,6;	;	;	6 9	;

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΔΟΥΡΥΦΟΡΩΝ

Αύξ. Αφ. Σύμβολο	Όνομα	Διάμετρος σε χλμ.	Απόσταση από τον Πλανήτη σε άκτινες του πλαν.	Χρόνος Περιφοράς Ώμ. ώρ. λ.	Φορά κινήσεως	Έτος Άνακαλύψεως	Όνομα Άνακαλύψαντος
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	1877
2	II Δείμος	12,5	8	6,95	1 6 18	»	1877
ΖΕΥΣ							
1	V Αμάθεια	13,0	160	2,53	11 57	Ορθή	1892
2	I Ιώ	5,5	3.220	5,91	1 18 28	»	1610
3	II Ευρώπη	5,7	2.880	9,40	3 13 14	»	1610
4	III Γανυμήδης	5,1	4.980	14,99	7 343	»	1610
5	IV Καλλιστώ	6,3	4.500	26,36	16 16 32	»	1610
6	VI	13,7	120	160	250 14	»	1904
7	VII	16,2	40	164	259 14	»	1905
8	X	17,9	20	165	260 12	»	1938
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
12	IX	17,7	22	338	758	»	1914
13	XIII	-	16	145	211	»	1974
ΚΡΟΝΟΣ							
1	XI Ιανός						1967
2	I Μίμας	12,1	520	3,07	22 37	Ορθή	1789
3	II Εγγέλαδος	11,7	600	3,94	1 8 53	»	1789
4	III Τηθύς	10,6	1.200	4,88	1 21 18	»	1684
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
8	VII Υπερίων	14	400	24,5	21 6 38	»	1848
9	VIII Ιαπετός	11	1.200	58,9	79 7 55	»	1671
10	IX Φοίδη	14,5	300	214,4	550 11 24	Ανάδρο.	1898
ΟΥΡΑΝΟΣ							
1	V Μιράντα	17	200	5,2	1 9 56	Ορθή	1948
2	I Αριέλ.	15,5	600	7,7	2 12 29	Ανάδρο.	1851
3	II Ουμβριέλ	16	400	10,7	4 3 28	»	1851
4	III Τιτανία	14	1.000	17,6	8 16 56	»	1787
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
2	II Νηρεύς	19,5	300	211	359 10	Ορθή	1949

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. Όφιοϋχος· Ophiuchus	Oph
9. Περσεύς· Perseus	Per	20. Άσπίς· Scutum	Sct
10. Ήνίοχος· Auriga	Aur	21. Λύρα· Lyra	Lyr
11. Λύγξ· Lynx	Lyn	22. Κύκνος· Cygnus	Cyg
12. Μικρός Λέων· Leo Minor	LMi	23. Βέλος· Sagitta	Sge
13. Θηρευτικοί κύνες· Canes		24. Άετός· Aquila	Aql
Venatici	CVn	25. Άλώπηξ· Vulpecula	Vul
14. Κόμη· Coma	Com	26. Δελφίν· Delphinus	Del
15. Βοώτης· Bootes	Boo	27. Ήπλάριον· Equeleus	Equ
16. Βόρειος Στέφανος· Corona		28. Σάυρα· Lacerta	Lac
Borealis	CrB	29. Πήγασος· Pegasus	Peg
17. Ήρακλής· Hercules	Her		

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. Ήχθεις· Pirces	Psc

Δ' Νότιοι άστερισμοί, όρατοί στην Έλλάδα (28)

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

56. Λύκος· Lupus	Lup	63. Μονόκερως· Monoceros	Mon
57. Βομός· Ara	Ara	64. Πυξίς· Pyxis	Pyx
58. Νότιος Στέφανος· Corona Au- stralis	CrA	65. Ἀντλία· Antlia	Ant
59. Νότιος Ἰχθύς· Piscis Au- stralis	PsA	66. 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	Hyl	83. Πτηνόν· Apus	Aps
74. Δίκτυον· Reticulum	Ret	84. Νότιον Τρύγωνον· 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. Χαμαιλέων· Chamaeleon	Cha		

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ. Ὁ Οὐρανός καί τό Σύμπαν	σ. 5 – 6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α'. ΣΥΜΠΑΝ, ΓΑΛΑΞΙΕΣ, ΑΣΤΕΡΕΣ ΚΑΙ ΑΣΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	σ. 7 – 35
1. Ὅρισμός, σχῆμα καί ἔκταση τοῦ Σύμπαντος	σ. 7
2. Πλήθος, σύσταση, μεγέθη καί τοπική ομάδα γαλαξιών	8
3. Σύσταση, διαστάσεις, δομή καί περιστροφή τοῦ γαλαξία ..	13
4. Ἡλιακό σύστημα καί σχέση τῆς γῆς μέ τό γαλαξία καί τό Σύμπαν	16
5. Ὀνομασία, λαμπρότητα καί πλῆθος ἀστέρων· Οὐρανογραφία	17
6. Ἀποστάσεις καί κινήσεις τῶν ἀστέρων. Ἀστροική μονάδα ..	22
7. Φυσική κατάσταση καί ἐξέλιξη τῶν ἀστέρων	27
8. Ἀστροικά συστήματα	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β'. ΗΛΙΟΣ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	σ. 36 – 68
9. Μέγεθος, ἐνέργεια, Φυσική κατάσταση καί φάσμα τοῦ ἡλίου.	36
10. Φωτοσφαιρικοί σχηματισμοί καί φαινόμενα τῆς χρωμόσφαιρας	41
11. Ἐπιδράσεις τοῦ ἡλίου πάνω στή γῆ	46
12. Κίνηση τῶν πλανητῶν γύρω ἀπό τόν ἥλιο	47
13. Οἱ πλανῆτες καί οἱ δορυφόροι τους	53
14. Κομήτες καί μετέωρα	63
ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ'. ΓΗ 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 συντεταγμένες	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. Ἐρευνὲς μὲ τεχνητοὺς δορυφόρους καὶ διαστημόπλοια ..	130
Βιογραφίες	142 – 143
Χάρτες	144 – 145
Πίνακες	146 – 147
Ὄνόματα ἀστερισμῶν	148 – 149



024000025239

ΕΚΔΟΣΗ ΙΒ΄ 1980 - ΑΝΤΙΤΥΠΑ 90.000 ΣΥΜΒΑΣΗ 3304/19-11-79

ΕΚΤΥΠΩΣΗ- ΠΑΝΤ. ΧΑΤΖΗΓΙΑΝΝΗΣ & ΣΙΑ Ο.Ε.

ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΑ: ΙΑΚ. ΙΟΡΔΑΝΙΔΗΣ & ΣΙΑ Ο.Ε.

