

Δ. ΚΩΤΣΑΚΗ - Κ. ΧΑΣΑΠΗ

ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ 1978

Κ Ο Σ Μ Ο Γ Ρ Α Φ Ι Α

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

17925

ΔΗΜ. ΚΩΤΣΑΚΗ καί ΚΩΝΣΤ. ΧΑΣΑΠΗ

Κ Ο Σ Μ Ο Γ Ρ Α Φ Ι Α

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ

Α Θ Η Ν Α 1978

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο ΟΥΡΑΝΟΣ ΚΑΙ ΤΟ ΣΥΜΠΑΝ

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

Πάνω στήν οὐράνια σφαίρα φαίνονται διάφορα ἀντικείμενα πού λέγονται **οὐράνια σώματα**. τέτοια εἶναι: ὁ ἥλιος, ἡ σελήνη, οἱ κομήτες, οἱ ἀστέρες, τά φωτεινά καί σκοτεινά νεφελώματα, ἡ ὕλη πού ὑπάρχει ἀνάμεσα στούς ἀστέρες καί πού ἀποτελεῖται ἀπό ἀέριο καί σκόνη, καί ἀκόμα ὁλόκληρος ὁ **γαλαξίας**. Ἀπό τά οὐράνια σώματα περισσότερο 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 Ἄστρονομία εἶναι ἡ ἐπιστήμη, πού ἀσχολεῖται μέ τή μελέτη τῶν οὐράνιων σωμάτων. Χωρίζεται σέ δύο μεγάλους κλάδους: α) Τήν Κλασική Ἄστρονομία, πού ἐξετάζει τίς θέσεις καί τίς κινήσεις τῶν οὐράνιων σωμάτων καί θρῖσκει τίς σχέσεις καί τά αἷτια πού τίς προκαλοῦν. β) Τή Φυσική Ἄστρονομία ἢ Ἄστροφυσική, πού ἀσχολεῖται μέ τά φυσικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα τῶν οὐράνιων σωμάτων, ὅπως εἶναι ἡ λαμπρότητα, ἡ θερμοκρασία, ἡ ἀκτινοβολία, ἡ χημική σύσταση κλπ.

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

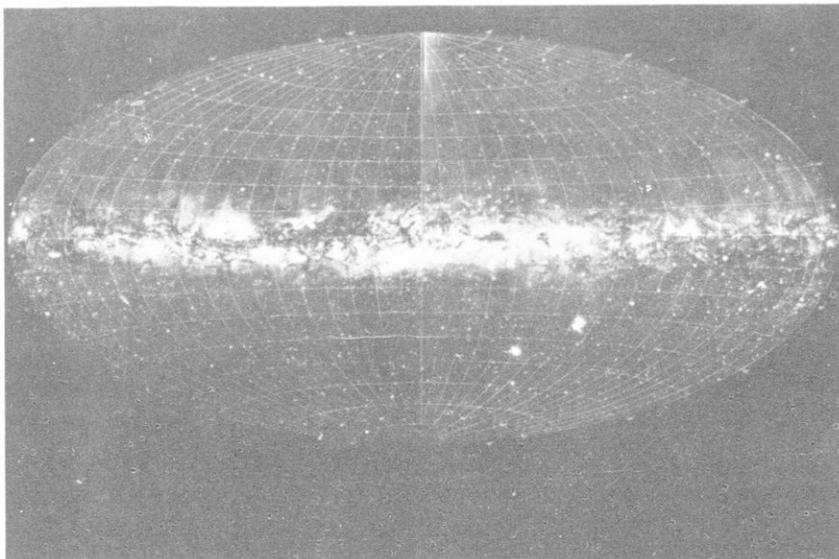
Ἡ χρησιμότητα τῆς Ἄστρονομίας εἶναι πολλαπλή. Οἱ παρατη-

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

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

Ἡ Ἀστρονομία εἶναι ἐπιστήμη μέ μεγάλη ἠθικοπλαστικὴ δύναμη. Διότι, ἂν ἡ σπουδὴ τῆς, λέγει ὁ καθηγητῆς Πλακίδης, ἀποκαλύπτει, μέ τὰ θαυμάσιά της, στὸν ἄνθρωπο τὸ μεγαλεῖο τοῦ λογικοῦ, μέ τὸ ὁποῖο προικίστηκε αὐτός ἀπὸ τὴ Θεία Πρόνοια, ταυτόχρονα τὸν ὀδηγεῖ στὴν ἐπίγνωση τῆς πραγματικῆς θέσεώς του στὸ φθαρτὸ τοῦτο κόσμο..., ὅταν ἀναλογιστοῦμε τί ἀντιπροσωπεύει στὸ 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 ἐπιστήμη, νά δώσει ἄμεση ἀπάντηση σέ φιλοσοφικά προβλήματα, ὡστόσο ἡ μελέτη τῶν ἀστρονομικῶν ζητημάτων, ὅπως γράφει ὁ Russell (Ράσελ) «ἀσχεῖ γενικά σημαντικὴ ἐπίδραση στὸν καθορισμὸ τῆς στάσης τοῦ σκεπτόμενου ἀνθρώπου, πού ἀντιμετωπίζει προβλήματα τῆς φιλοσοφίας, ὅπως εἶναι οἱ ὑποχρεώσεις του στίς μέλλουσες γενιές, ἡ θέση του στὸ Σύμπαν καί ἡ σχέση του μέ τὴ Δύναμη, πού θρῶσκεται πάνω ἀπὸ τὸ Σύμπαν. Πολὺ χαρακτηριστικὰ μάλιστα γράφει ὁ Δ. Αἰγινήτης ὅτι ἡ Ἀστρονομία παρουσιάζει «τὴν συγγένειαν τῆς ἰδικῆς μας διανοίας πρὸς τὸν Ἄπειρον Λόγον».



Εικ. 1. Γενική άποψη του ούρανοϋ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α

ΣΥΜΠΑΝ, ΓΑΛΑΞΙΕΣ, ΑΣΤΕΡΕΣ ΚΑΙ ΑΣΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.

1. Όρισμός, σχήμα και έκταση του Σύμπαντος.

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

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

Τό Σύμπαν δέν εἶναι ἄμορφο οὔτε ἄπειρο. Εἶναι πεπε-
ρασμένο. Αὐτό εἶναι δύσκολο νά τό παραδεχτεῖ 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 (Ἄϊνστάϊν) κατέληξε στό συμπέρασμα αὐτό
μέ τή θεωρία τῆς σχετικότητας.

Τό πῶς πιθανό εἶναι πῶς τό Σύμπαν ἀποτελεῖ ἕνα σχῆμα **κλει-
στό** καί **χωρίς πέρατα**. Αὐτό σημαίνει πῶς μπορούμε νά φαντα-
στοῦμε τό Σύμπαν σάν μιά σφαῖρα 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 Σύνπαντος ἔβρισκόταν περιορι-
σμένη σέ ἕνα μικρό χῶρο καί ὅτι μέσα στά δισεκατομμύρια ἔτη τῆς
ἱστορίας του διαστειλόταν, γεγονός πού καί σήμερα συνεχίζε-
ται.

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

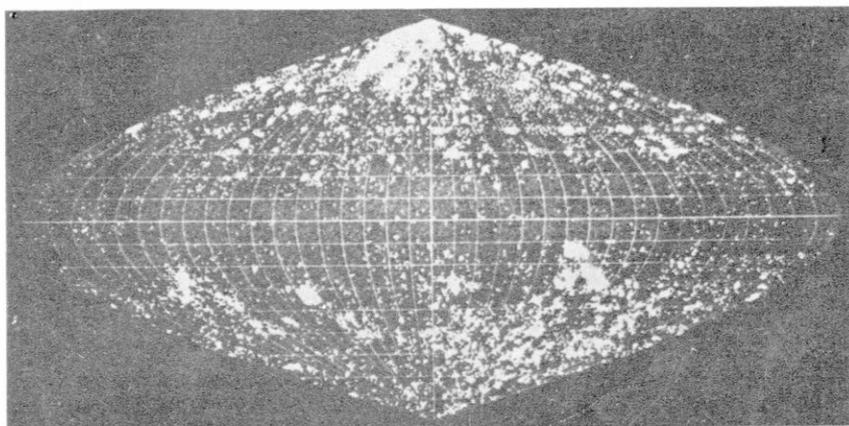
**Ἐτος φωτός εἶναι τό διάστημα πού διατρέχει τό φῶς σέ ἕνα
ἔτος, ἄν κινεῖται συνέχεια μέ τή γνωστή ταχύτητά του, 300.000 χι-
λιόμετρα τό δευτερόλεπτο.**

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

Ἄν καί χρησιμοποιοῦνται σήμερα τελειοποιημένα τηλεσκόπια μέ
μεγάλη ἰσχύ δέν εἶναι δυνατό νά δοῦμε μέχρι τά πέρατα τοῦ Σύν-
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 Σύνπαντος περισ-
σότερο. Καί πάλι ὅμως δέν μπορέσαμε νά «δοῦμε» τό Σύμπαν σέ
ὅλη του τήν ἔκταση.

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

Παρατηρώντας στά βάθη τοῦ Σύνπαντος μέ τά τηλεσκόπια



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

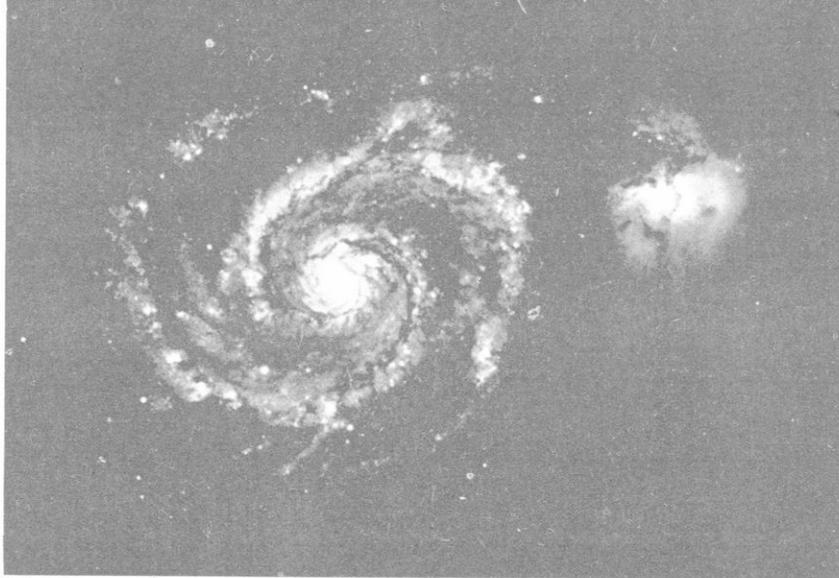
βλέπουμε ότι υπάρχουν διάσπαρτα, σ' όλη τήν έκτασή του και προς όλες τίσ διευθύνσεις, άμετρητα αντικείμενα, πού φαίνονται πάρα πολύ μικρά και μοιάζουν με νεφελοειδείς άσπρειδερές κηλίδες.

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

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

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

Έκτός άπ' αυτό, όσο πιό μακριά από μās βρίσκονται οϊ γαλαξίες, τόσο πιό δύσκολα τούς διακρίνουμε σάν άμυδρά αντικείμενα. Έξάλλου η μεσογαλαξιακή ύλη, πού βρίσκειται στό χώρο, άπορροφά τό φώς των γαλαξιών, καθώς τρέχει στό διάστημα για νά φτάσει στη γη, μέ συνέπεια νά μη διακρίνουμε καθόλου τούς πιό άπομακρυσμέ-



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

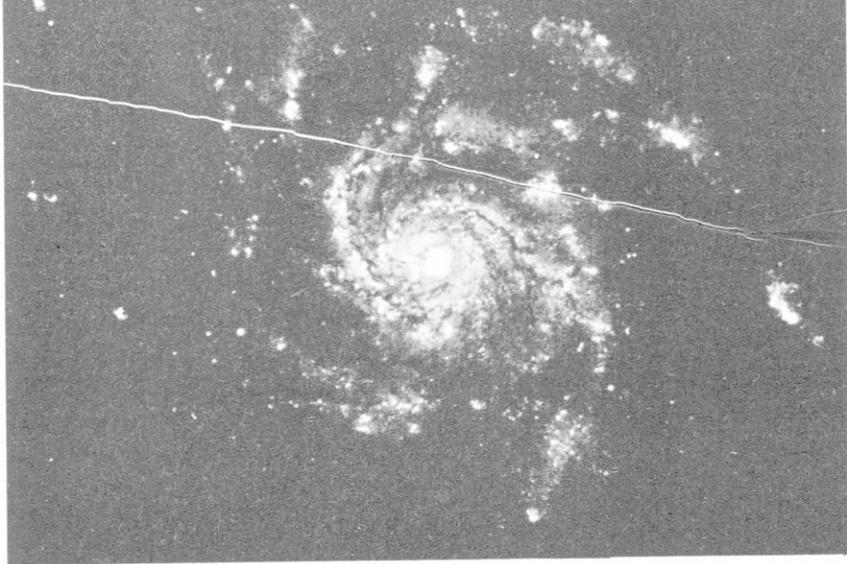
νοὺς γαλαξίες. Ἡ μεσογαλαξιακὴ ὕλη ὁμῶς δὲν ἀπορροφᾷ τὴ ραδιοφωνικὴ ἀκτινοβολία καὶ ἔτσι μὲ τὰ ραδιοτηλεσκόπια παρατηροῦμε μακρινότερα ἀντικείμενα.

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

- α) Γαλαξίες πού ἔχουν σχῆμα ἔλλειπτικὸ καὶ ὀνομάζονται **ἔλλειπτικοί**. Ἀποτελοῦν τὸ 17 % στοῦ συνόλου τῶν γαλαξιών.
- β) Γαλαξίες, πού, ἐπειδὴ ἔχουν πυρήνα γύρω ἀπὸ τὸν ὁποῖο ἐλίσσονται σπείρες ἢ βραχιόνες, ὀνομάζονται **σπειροειδεῖς**. Ἀποτελοῦν τὸ 80 % (εἰκ 3).
- γ) Γαλαξίες, λίγοι στὸν ἀριθμὸ, πού ἔχουν σχῆμα ἀκανόνιστο καὶ ὀνομάζονται **ἀνόμαλοι**. Αὐτοὶ ἀποτελοῦν τὸ ὑπόλοιπο 3 % στοῦ συνόλου 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. Ἐξᾶλλου, 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. Στούς πολὺ κοντινοὺς μας γαλαξίες μποροῦμε νὰ διακρίνουμε τοὺς ἀστέρες τοὺς, αὐτοὺς κυρίως πού θρῖσκονται στοὺς βραχίονες, πού εἶ-



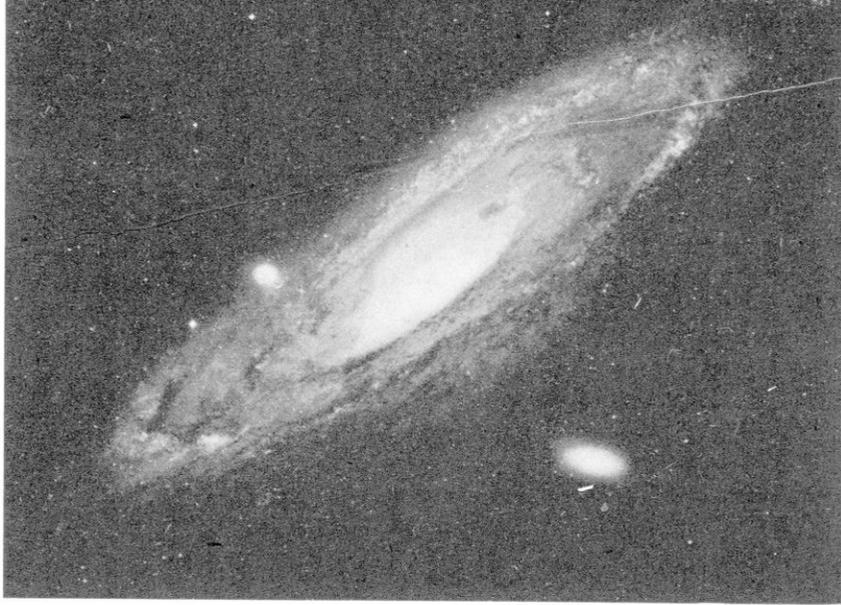
Εικ. 4. Ὁ σπειροειδῆς γαλαξίας στὸν ἀστερισμὸ τῆς Μεγάλης Ἀρκτοῦ, ὅπως ἀναλύεται μερικῶς σὲ ἀστέρες.

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

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

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

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



Εικ. 5. Ὁ μέγανος σπειροειδής γαλαξίας
στὸν ἀστερισμὸ τῆς Ἀνδρομέδας.

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

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

Πρῶτος ὁ W. Baade (Μπάαντε) διαπίστωσε πῶς ἀνάμεσα στίς ὁμάδες τῶν γαλαξιῶν ὑπάρχει μιὰ ὁμάδα πολύ ἐνδιαφέρουσα. Εἶναι ἡ λεγόμενη **τοπική ὁμάδα γαλαξιῶν**, πού ἀποτελεῖται ἀπό 23 γαλαξίες. Μέσα σ' αὐτή τήν τοπική ὁμάδα γαλαξιῶν συγκαταλέγεται καί ὁ δικός μας γαλαξίας, πού ἕνας ἀπό τοὺς ἀστέρες του εἶναι ὁ ἥλιος μας. Ἐπομένως μέσα σ' αὐτόν τό γαλαξία θρῖσκεται ἡ γῆ καί κινεῖται γύρω ἀπό τόν ἥλιο. Ἄλλος πολύ γνωστός γαλαξίας εἶναι τῆς Ἀνδρομέδας. (εἰκ. 5).

Ἀσκήσεις

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

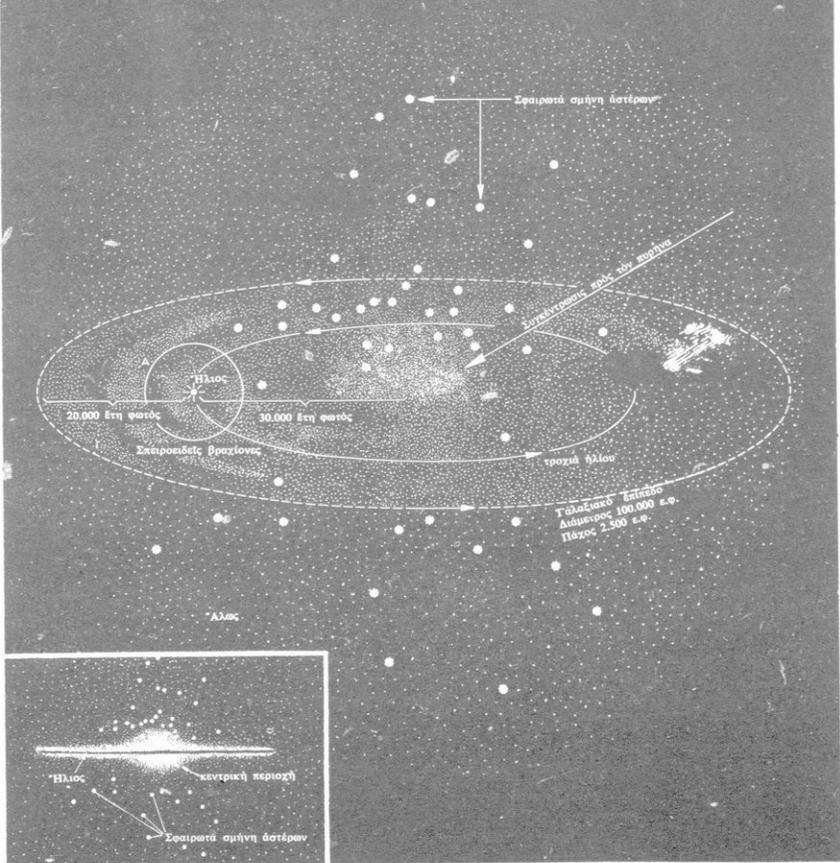
Κατά τόν ἴδιο τρόπο, ὅλοι οἱ ἀστέρες, πού φαίνονται σκορπισμένοι στόν οὐρανό, εἶναι οἱ κοντινοί μας ἀστέρες τοῦ γαλαξία καί ἀντιστοιχοῦν μέ τά κοντινά μας δέντρα τοῦ δάσους. Ἐξάλλου ἡ φωτεινή γαλακτόχρωμη ζώνη εἶναι τά μακρινά σέ μᾶς πλήθη ἀστέρων καί ἀντιστοιχοῦν στά μακρινά δέντρα τοῦ δάσους. Εἶναι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

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

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 ἐξωγαλαξιακοῦς ραδιαστέρες. Πρόκειται γιά γαλαξίες πού βρίσκονται σέ κατάσταση ἐκρήξεως. Οἱ πιά ἐντυπωσιακές περιπτώσεις ἐκρήξεων γαλαξίων ἀποτελοῦν τούς ἡμιαστέρες ἢ κδάζαρες. 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, που είναι περίπου πεντακόσιοι. Μολονότι οι αστέρες αυτοί φαίνονται διασκορπισμένοι στον ουρανό, στην πραγματικότητα αποτελούν σμήνος. Σ' αυτό τό σμήνος βρίσκεται και η γη μας· είναι τό «τοπικό σύστημα».

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

Ἡ μελέτη τῶν κινήσεων τῶν ἀστέρων τοῦ γαλαξία μας ὀδήγησε στό συμπέρασμα ὅτι δλόκληρος ὁ γαλαξίας περιστρέφεται. Ἡ περιστροφή του γίνεται γύρω ἀπό τό μικρό ἄξονα τοῦ ἔλλειψοειδοῦς πυρήνα του. Γιά μιὰ πλήρη περιστροφή του χρειάζονται 250 περίπου ἑκατομμύρια ἔτη.

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

Ὁ ἥλιος καί ἡ γῆ θρῖσκονται 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 συμπαρᾶσούρει καί τῆ 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 συνολικὴ 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 μεγάλη καί περίπου σφαιρικά, σώματα, σκοτεινά, πού φωτίζονται καί θερμαίνονται ἀπ' αὐτόν καί πού ὀνομάζονται **πλανῆτες**. Στή σειρά, ἀνάλογα μέ τήν ἀπόστασή τους ἀπό τῆ 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 αὐτὴ ὀνομάζεται συνήθως **ἀστρονομικὴ μονάδα**. (α.μ.).

Ἐκτός ἀπό τόν Ἑρμῆ, τήν Ἀφροδίτη καί τόν Πλούτωνα γύρω ἀπό τούς 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, ἔκτός ἀπό τούς πλανῆτες καί τούς δορυφόρους τους, κινοῦνται καί μερικὲς δεκάδες ἄλλα σώματα, πού, ἐπειδὴ ἔχουν σχῆμα στενόμα-

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

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

Ἡ **μάζα τῆς γῆς** μετρήθηκε μέ ἀκρίβεια καί βρέθηκε ἴση μέ $5,5 \times 10^{21}$ ($5,5 \times 6$ ἑκατομ.) τόνους. Ἀφοῦ γνωρίζουμε ὅτι ή μάζα τοῦ ήλιου εἶναι 330.000 φορές μεγαλύτερη ἀπό τή μάζα τῆς γῆς, συμπεραίνουμε ὅτι ή μάζα τοῦ ήλιου εἶναι ἴση μέ 1.815^{27} τόνους (1,8 περίπου ὀκτάκις ἑκατομ. τόνους).

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

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

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

5. Ὀνομασία, λαμπρότητα καί πλήθος ἀστέρων· οὐρανογραφία.

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

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

Άπό τούς 88 αὐτούς άστερισμούς οί 6, δηλαδή ἡ **Μεγάλη 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 ὀρειο μέρος τοῦ οὐρανοῦ, γι' αὐτό καί ὀνομάζονται **ἀειφανεῖς άστερισμοί**. Ἀπό τούς ὑπόλοιπους 82, μόνο οί 63 φαίνονται ἀπό τήν Ἑλλάδα, κατά διάφορες ἐποχές τοῦ ἔτους καί ὥρες τῆς νύχτας, καί ὀνομάζονται **ἀμφιφανεῖς άστερισμοί**. Οἱ ὑπόλοιποι 19 άστερισμοί δέ φαίνονται ποτέ ἀπό τήν Ἑλλάδα καί ὀνομάζονται **ἀφανεῖς άστερισμοί**.

Άπό τούς άστέρες μόνο οί 30 λαμπρότεροι ἔχουν ἰδιαίτερο ὄνομα, συνήθως ἑλληνικό, ὅπως ὁ Ἄρκτοῦρος (ὁ ὀδηγός τῆς Ἄρκτου), ἡ ἄραβικό¹, ὅπως ὁ Ἄλταρ (πετάμενος άετός).

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 ὀρειο ἡμισφαίριο τοῦ οὐρανοῦ, πού θρῖσκεται στόν άστερισμό τῆς Λύρας, λέγεται καί α Lyγ (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 στός 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 Ἕλληνες άστρονόμοι, καί κυρίως ὁ Ἴππαρχος καί ὁ Πτολεμαῖος, ταξινόμησαν τούς άστέρες, ἀνάλογα μέ τή λαμπρότητα

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

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

Όλοι οί όρατοί μέ γυμνό μάτι άστέρες ταξινομήθηκαν σέ έξι μεγέθη. Στο πρώτο μέγεθος κατατάχθηκαν οί λαμπρότεροι, στό δεύτερο οί λιγότερο λαμπροί κτλ., ώστε στό έκτο νά άντιστοιχοϋν αϋτοί 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 στ' μεγέθους.

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

Μέ τά τηλεσκόπια βλέπουμε άστέρες πολύ πιό άμυδρούς από αϋτούς πού βλέπουμε μέ γυμνό μάτι. Μπορούμε άκόμα μ' αϋτά, άνάλογα μέ τή διάμετρο του άντικειμενικού φακοϋ ή του κατόπτρου τους, νά φωτογραφίζουμε άστέρες πού άνήκουν μέχρι καί στό 240 μέγεθος.

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

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

Έτσι διαπιστώθηκε ότι από τούς 20 λαμπρότερους άστέρες α' μεγέθους, οί 12 έχουν λαμπρότητα πολύ μεγαλύτερη από αϋτή πού χαρακτηρίζει τήν ομάδα τους. Γι' αϋτό στήν άκριβή κλίμακα τών μεγεθών χρησιμοποιούμε, σαν μεγαλύτερο από τό α' μέγεθος, τό μηδενικό μέγεθος. Ο *Βέγας* π.χ. (ό α της Λύρας) έχει μέγεθος 0,1 καί ή *Αϊξ* (α του Ηνιόχου) 0,1.

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

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

Ἀπὸ τοὺς πλανήτες τῆ μεγαλύτερη λαμπρότητα παρουσιάζει ἡ Ἀφροδίτη (Ἀυγερινός), φτάνει στὸ $-4,4$ 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 μποροῦμε 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 μποροῦμε νά παρατηρήσουμε μέχρι τὸ 6ο μέγεθος εἶναι 5000 περίπου

» » 12ο » » $2 \cdot 10^6$ »

» » 21ο » » $2 \cdot 10^9$ »

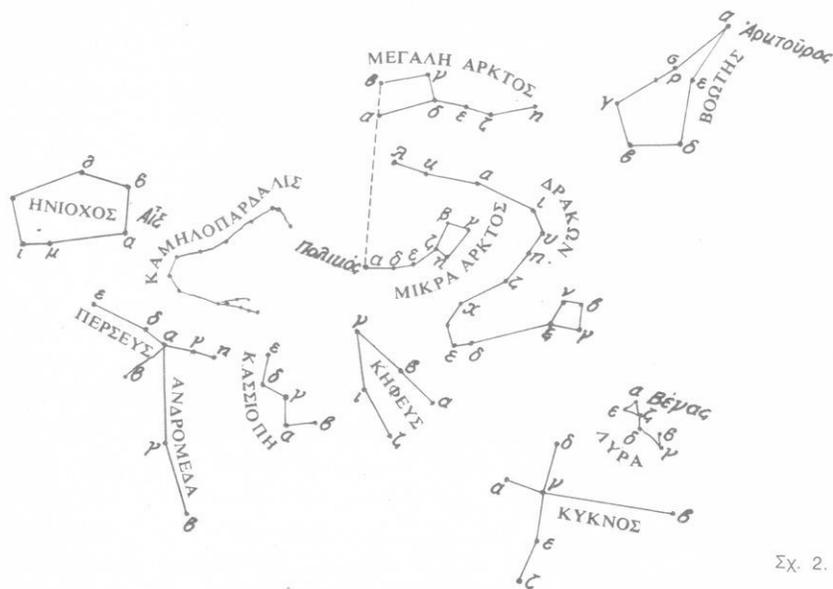
Μέχρι σήμερα ἔχει καταγραφεῖ σέ καταλόγους μεγάλο πλῆθος ἀστέρων καί συνεχίζεται ἡ καταγραφή νέων. Μὲ τὴ βοήθεια τῶν καταλόγων αὐτῶν συντάσσονται χάρτες καί ἄτλαντες τοῦ οὐρανοῦ μέ μεγάλη ἀκρίβεια.

Οἱ πιὸ ἀπλοὶ χάρτες περιέχουν τίς θέσεις πού βρίσκονται οἱ λαμπρότεροι ἀστέρες τῶν ἀστερισμῶν καθὼς καί τὰ χαρακτηριστικὰ γράμματα μέ τὰ ὁποῖα ὀνομάζονται οἱ ἀστέρες αὐτοί (βλ. χαρ. 1 καί 2 στὸ τέλος τοῦ βιβλίου).

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

Γιὰ νά ἀναγνωρίσουμε τοὺς ἀστέρες στὸν οὐρανὸ, παίρνουμε 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 στὸ 2ο μέγεθος, ἐκτὸς ἀπὸ τὸν δ, πού ἀνήκει στὸ 4ο. Ἄν ἐνώσουμε μέ νοητὴ γραμμὴ τοὺς ἀστέρες β – α τῆς Μεγάλης Ἄρκτου καί τὴν προεκτείνουμε κατὰ τὸ πενταπλάσιό τῆς, συναντοῦμε ἕνα ἀστὲρα 2ου μεγέθους, πού ὀνομάζεται **Πολικόξ**, γιατί βρίσκεται πολὺ κοντὰ στὸ **δόρειο Πόλο** τοῦ οὐρανοῦ, στὸ σημεῖο δηλαδὴ ἐκεῖνο πού ὁ ἄξονας τῆς γῆς, ἂν προεκταθεῖ, ἀπὸ τὸ δόρειο πόλο τῆς, συναντᾷ καί διαπερνᾷ τὸν οὐρανὸ.

Ὁ πολικόξ ἀστὲρας χρησιμοποιεῖ στὸν προσανατολισμὸ κατὰ τὴ νύχτα. Βλέποντάς



Σχ. 2.

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

Ο πολικός άστéρας είναι ένας από τούς έφτά άστéρες τής Μικράς Άρκτου και μάλιστα ό α. Οί άστéρες αυτοί σχηματίζουν σχήμα όμοιο μέ τό σχήμα τής Μεγάλης Άρκτου, αλλά μικρότερο και αντίθετο σε σχέση μ' αυτή. Οί άστéρες τής Μικράς Άρκτου είναι άμυδροί, εκτός από τόν πολικό και τούς β και γ πού είναι 2ου μεγέθους.

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

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

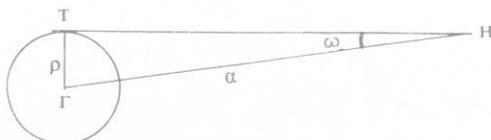
1. Τόν πρώτο κατάλογο άστéρων συνέταξε ό μεγάλος Έλληνας άστρονόμος τής αρχαιότητας Ίππαρχος, περιλάμβανε 1022 άστéρες από τούς λαμπρότερους του ουρανού.

οὐράς τῆς Μεγάλης Ἄρκτου· τῆ **Λύρα** μέ τό λαμπρότερο ἀστέρα στό ὄρειο ἡμισφαίριο, τό **Βέγα**, καί τόν **Κύκνο**, πού ὁ ἀστέρας του α εἶναι τοῦ 1ου μεγέθους, καί τοὺς δύο αὐτοὺς ἀστερισμοὺς τοὺς ὀρίζουμε 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 του ἀστέρα α , τήν **Αἶγα**, πέρα ἀπό τήν Καμηλοπάρδαλη. Μέ ὅμοιο τρόπο καί μέ τή βοήθεια τῶν χαρτῶν μπορούμε νά ὀροῦμε καί νά ἀναγνωρίσουμε ὅλους τοὺς ἀστερισμοὺς πού εἶναι ὀρατοί ἀπό τήν Ἑλλάδα.

6. Ἀποστάσεις καί κινήσεις τῶν ἀστέρων.

Ἀστρονομική μονάδα.

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



Σχ. 3.

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

Ἄν ὀνομάσουμε a τήν ἀπόσταση ΓH 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, μπορούμε νά ὀροῦμε τήν ἀπόσταση τοῦ α ἀπό τή γῆ, διότι ἡ ἀκτίνα ρ τῆς γῆινης σφαίρας εἶναι γνωστή.

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

Ἐτσι ἡ (1) τελικά γίνεται:

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

Επειδή δέ η (ισημερινή) ακτίνα της γης ρ είναι ίση με 6.378.388 m, από τη σχέση (2) έχουμε:

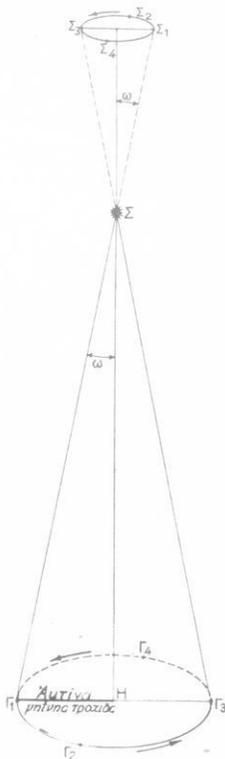
$$a = 149.504.312 = 149,5 \times 10^6 \text{ km} \quad (3)$$

Επομένως η απόσταση του ήλιου από τη γη είναι ίση με 149,5 εκατομ. χιλιόμετρα. Την απόσταση αυτή την παίρνουμε ως μονάδα, για να μετρούμε τα γειτονικά στη γη ουράνια σώματα και την ονομάζουμε **αστρονομική μονάδα**.

Παράλλαξη και μονάδα παρσέξ. Στο σχήμα 4, Η είναι ο ήλιος και $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \dots, \Gamma_1$ ή τροχιά της γης γύρω από τον ήλιο. Τα σημεία $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \dots$ δείχνουν τις διάφορες θέσεις της γης στην τροχιά της γύρω από τον ήλιο, κατά την ετήσια περιφορά της. Αν Σ είναι η θέση κάποιου αστέρα στο χώρο, τότε από τη θέση Γ_1 της γης ο αστέρας αυτός προβάλλεται στον ουρανό στη θέση Σ_1 , και καθώς η γη κινείται προς το σημείο Γ_2 , ο αστέρας Σ φαίνεται ότι κινείται και διαγράφει τό τόξο $\Sigma_1\Sigma_2$. Έτσι, ενώ η γη διαγράφει την ετήσια κίνησή της γύρω από τον ήλιο, ο αστέρας φαίνεται ότι διαγράφει την τροχιά $\Sigma_1\Sigma_2\Sigma_3 \dots \Sigma_1$ στον ουρανό. Η τροχιά αυτή ονομάζεται **παράλλαξιακή τροχιά του αστέρα Σ** .

Από τις παραλλακτικές τροχιές των αστέρων, όπως είναι ευνόητο, αποδεικνύεται ότι η γη κινείται γύρω από τον ήλιο.

Η γωνία ω , που σχηματίζουν οι πλευρές $\Sigma\Gamma_1$ και ΣH του ορθογώνιου τριγώνου $\Gamma_1\text{H}\Sigma$, ονομάζεται **ετήσια παράλλαξη του αστέρα Σ** . Η πλευρά ΣH δίνει την απόσταση του αστέρα από τον ήλιο. Η παράλλαξη ω , όπως είναι φυσικό, είναι πάντοτε πολύ μικρή, μικρότερη και από το τόξο του $1''$. Είναι μάλιστα φανερό ότι όσο πιο μακριά από τη γη βρίσκεται ένας αστέρας, τόσο μικρότερη θά είναι και η παράλλαξή του.



Σχ. 4

Ἀπό τήν παράλλαξη ἑνός ἀστέρα μποροῦμε εὐκόλα νά βροῦμε τήν ἀπόστασή του ἀπό τή γῆ, διότι ἀπό τό ὀρθογώνιο τρίγωνο Γ₁ΗΣ (σχ. 4) ἔχουμε:

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

$$Γ_1Σ = \frac{ΗΓ_1}{\eta\mu\omega}$$

Γνωρίζουμε ὅμως, ὅτι ἡ ΗΓ₁ εἶναι ἡ ἀπόσταση τῆς γῆς ἀπό τόν ἥλιο καί εἶναι ἴση μέ $149,5 \times 10^6$ km, δηλαδή ἡ «ἀστρονομική μονάδα» τῶν ἀποστάσεων. Ἔτσι, ἂν γνωρίζουμε τήν παράλλαξη κάποιου ἀστέρα, μποροῦμε νά βροῦμε τήν ἀπόστασή του ἀπό τή γῆ.

Παρόξ ὀνομάζουμε τήν ἀπόσταση, στήν ὁποία ἕνας ἀστέρας παρουσιάζει παράλλαξη ἴση μέ 1". Τήν ἀπόσταση αὐτή χρησιμοποιοῦμε πολύ συχνά σάν μονάδα μετρήσεως τῶν ἀποστάσεων. Ἡ ὀνομασία παρόξ προκύπτει ἀπό τή σύντμηση τῶν λέξεων: παράλλαξη καί σεκόντ (δευτερόλεπτο).

Ἀνάμεσα στήν παράλλαξη καί τίς μονάδες μήκους: παρόξ καί ἔτος φωτός, ὑπάρχει ἡ ἑξῆς ἀντιστοιχία:

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

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

Ἀποστάσεις καί ἀπόλυτο μέγεθος ἀστέρων. Ὁ ἀστέρας πού παρουσιάζει τή μεγαλύτερη γνωστή παράλλαξη, ἴση μέ 0'',764, καί τή μικρότερη ἀπόσταση ἀπό τή γῆ, εἶναι ὁ λεγόμενος **ἑγγύτατος**. Εἶναι ἀμυδρός ἀστέρας καί ἀνήκει στό 11ο μέγεθος, παράλληλα εἶναι «συνοδός» τοῦ λαμπροῦ ἀστέρα α τοῦ Κενταύρου, πού ἀπέχει ἀπό τή γῆ 4,3 ε.φ. ἢ 1,31 παρόξ.

Ἡ λαμπρότητα πού παρουσιάζουν οἱ ἀστέρες ἔξαρτᾶται βέβαια ἀπό τήν ἀπόστασή τους ἀπό τή γῆ, ἀλλά σχετίζεται ὀπωσδήποτε καί μέ τή θερμοκρασία τους καί μέ τίς πραγματικές διαστάσεις τους, δηλαδή μέ τήν πραγματική φωτεινότητά τους. Γι' αὐτό ἕνας ἀστέρας μικρός στίς διαστάσεις καί λίγο φωτεινός μπορεῖ γά φαίνεται λαμπρός, ἂν βρεῖσθετα κοντά στή γῆ, ἐνῶ ἕνας ἄλλος, πραγματικά φωτεινότερος καί μεγαλύτερός του σέ ὄγκο νά φαίνεται ἀμυδρός, γιατί ἀπέχει πολύ ἀπό τή γῆ.

Ἀποφασίσθηκε λοιπόν, γιά νά εἶναι δυνατή ἡ σύγκριση τῶν ἀστέρων μεταξύ τους, νά ἐξετάζεται ὄχι τό φαινόμενικό μέγε-

θός τους, αλλά ή λαμπρότητα πού θά είχαν, άν όλοι θροίσκονταν στήν ίδια απόσταση από τή γή και συγκεκριμένα σέ απόσταση 10 παρσέκ. Τό μέγεθος πού θά παρουσίαζε τότε κάθε άστέρας ονομάζεται **άπόλυτο μέγεθος του άστέρα**.

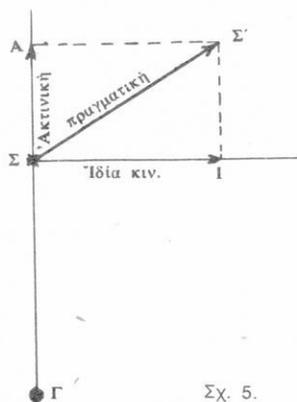
Πραγματικές κινήσεις των άστέρων. Πρίν από τρεις αιώνες όλοι πίστευαν ακόμα, ότι οί άστέρες δέν κινούνται. Γι' αυτό και οί αρχαίοι Έλληνες τούς όνόμασαν **άπλανείς**, γιά νά τούς ξεχωρίζουν από τούς πέντε γνωστούς τότε **πλανήτες**, πού φαίνονταν νά κινούνται ανάμεσα στους άπλανείς.

Πρώτος ό Halley (Χάλλεϋ), τό 1718, απέδειξε ότι οί λαμπροί άστέρες Σείριος, Άρκτουρος και Λαμπαδίας κινούνται. Σήμερα γνωρίζουμε ότι όλοι οί άστέρες κινούνται, άσχετα άν οί κινήσεις τους δέν είναι αισθητές σέ μικρά χρονικά διαστήματα, λίγες δεκάδες ή και έκατοντάδες 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 όνομάζουμε **ίδια κίνηση του άστέρα**, τή ΣΑ τή διαπιστώνουμε φασματοσκοπικά και τήν όνομάζουμε **άκτινική κίνηση**.

Μπορεί ή άκτινική κίνηση νά γίνεται πρós δύο κατευθύνσεις: μιά από τό Σ πρós τό Α, άν ό άστέρας απομακρύνεται από τή γή, και μιά από τό Σ πρós 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 φάσματος του παρουσιάζουν μετάθεση πρós τό **ιώδες**, ένώ, άν απομακρύνεται, οί γραμμές παρουσιάζουν μετάθεση πρós τό **ερυθρό**.

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



Σχ. 5.

ρούμε μέσα στο δάσος, έχουμε την εντύπωση ότι τὰ δένδρα, πρὸς τὰ ὁποῖα κινούμαστε, «ἀνοίγουν», ἐνῶ ἀντίθετα ἐκεῖνα πού ἀφήνουμε πίσω μας, ὅτι συγχλίνουν 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 ὁρίζονται στὴν ἀντίθετη κατεύθυνση φαινομενικά πλησιάζουν ὁ ἕνας τὸν ἄλλο. Ἐμεῖς ἀπὸ τὴ γῆ, πού ἀκολουθοῦν τὸν ἥλιο, βλέπουμε πραγματικά τίς κινήσεις αὐτές τῶν ἀστέρων. Τὸ σημεῖο τοῦ οὐρανοῦ, πρὸς τὸ ὁποῖο κατευθύνεται ὁ ἥλιος, ὀνομάζεται **ἄπτηξ**, ἐνῶ τὸ σημεῖο ἀπὸ τὸ ὁποῖο ἀπομακρύνεται ὀνομάζεται **ἀντάπτηξ**.

Ἄσκησεις.

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

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

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

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

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

11. Νὰ βρεῖτε σέ ἀστρονομικὲς μονάδες πόση εἶναι ἡ ἀπόσταση τοῦ ἡλιου: α) μακριὰ ἀπὸ τὸ γαλαξιακὸ ἐπίπεδο καὶ β) ἀπὸ τὸ κέντρο τοῦ γαλαξία.

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

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

14. Νὰ βρεῖτε τὸ λόγο: τοῦ μεγέθους τῆς ἀκτίνας τῆς γῆς α) μὲ τὴν ἀκτίνα τοῦ γαλαξία καὶ β) τοῦ Σύμπαντος.

15. Νὰ βρεῖτε τὸ λόγο: τοῦ μεγέθους τῆς ἀκτίνας τοῦ ἡλιου α) μὲ τὴν ἀκτίνα τοῦ γαλαξία καὶ β) μὲ τὴν ἀκτίνα τοῦ Σύμπαντος.

16. Νὰ βρεῖτε τὸ λόγο τῆς ἀκτίνας τοῦ γαλαξία μὲ τὴν ἀκτίνα τοῦ Σύμπαντος.

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

18. Πόσο λαμπρότερη είναι η πανσέληνος από ένα άστρα του μεγέθους;
19. Νά δρεϊτε μέ πόσους άστρες του μεγέθους είναι ίση ή λαμπρότητα του ήλιου.
20. Νά δρεϊτε μέ πόσες πανσέληνους είναι ίση ή λαμπρότητα του ήλιου.
21. Νά δρεϊτε τήν τιμή μιās άστρονομικής μονάδας σε παρσεκ και έτη φωτός.
22. Νά δρεϊτε τήν τιμή ενός έτους φωτός σε άστρονομικές μονάδες και σε παρσεκ.
23. Νά δρεϊτε τήν τιμή ενός παρσεκ σε χιλιόμετρα.
24. Νά δρεϊτε σε παρσεκ τήν απόσταση του άστρα ε του άστερισμού του Ίνδου, όταν γνωρίζουμε ότι η έτήσια παράλλαξη του είναι 0",219.
25. Νά δρεϊτε σε ε.φ. τήν απόσταση άστρα, όταν η έτήσια παράλλαξη του είναι 0",001.
26. Πόση είναι η απόσταση, σε παρσεκ και άστρονομικές μονάδες, του ήλιου από τό κέντρο του γαλαξία.

7. Φυσική κατάσταση και εξέλιξη των άστρων.

Χρώματα και φασματικοί τύποι άστρων. Η πείρα μις διδάσκει, πώς, όταν ένα σώμα μέ τήν αύξηση της θερμοκρασίας του πυρακτωθεί, στήν αρχή παρουσιάζει χρώμα έρυθρό (έρυθροπύρωση), μετά, καθώς η θερμοκρασία του άνεβαίνει συνέχεια, γίνεται όλοένα και πιό λευκό πλησιάζοντας προς τό γαλάζιο (λευκοπύρωση).

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

Όλοι σχεδόν οι άστρες παρουσιάζουν φάσμα απορροφήσεως και πολύ λίγοι φάσμα εκπομπής.

Τό φάσμα απορροφήσεως άποδεικνύει ότι οι άστρες είναι διάπυροι και περιβάλλονται από άτμόσφαιρα, πού έχει θερμοκρασία χαμηλότερη από τή θερμοκρασία της επιφάνειάς τους. Η άτμόσφαιρά τους προκαλεί άπορρόφιση του συνεχούς φάσματος της επιφάνειάς τους, μέ άποτέλεσμα νά διακόπτεται αυτό από πολλές σκοτεινές γραμμές άπορροφήσεως. Έξάλλου τό φάσμα εκπομπής μέ φωτεινές γραμμές, πού παρουσιάζουν ελάχιστοι άστρες, άποδεικνύει ότι και αυτοί βρίσκονται σε διάπυρη κατά-

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

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

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

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

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

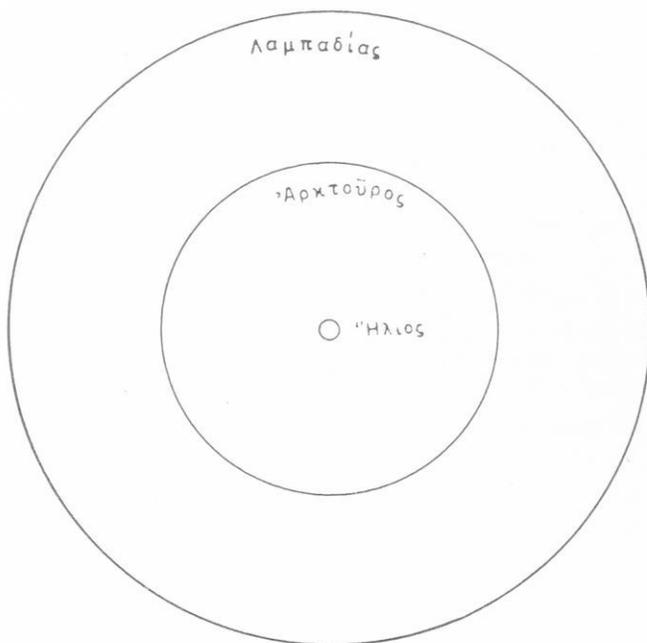
2. **Αστέρες υδρογόνου**. Στο φάσμα τους επικρατούν οι γραμμές του υδρογόνου. Η θερμοκρασία τους κυμαίνεται μεταξύ 12.000° και 8.000° K και το χρώμα τους είναι λευκό. Ο Σείριος και ο Βέγας ανήκουν σ' αυτούς.

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

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

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

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



Σχ. 6. Σύγκριση τοῦ ἡλιου (νάνου ἀστέρα) μέ τούς γίγαντες ἀστέρες Ἀρκτούρο καί Λαμπαδία.

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

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

Τελευταῖα πέτυχαν νά μετρήσουν καί κατευθεῖαν τή διάμετρο ἀπλανῶν ἀστέρων μέ εἰδικό, **συμβολόμετρο**. Ἔτσι φωτογράρισαν τόν Μπετελγκές στόν Ὁρίωνα.

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

Όνομάζονται **γίγαντες** οί αστέρες, πού έχουν διάμετρο 10 ως 100 φορές μεγαλύτερη από τή διάμετρο του ήλιου, καί **υπεργίγαντες** αυτοί πού έχουν πολύ πιό μεγάλη διάμετρο. Αντίθετα, **νάνοι** ονομάζονται οί αστέρες, πού έχουν διάμετρο από τό δεκαπλάσιο μέχρι τό δέκατο τής ήλιακής (σχ. 6). Έπομένως ό ήλιος μας ανήκει στους νάνους αστέρες. Έπάρχουν ακόμα καί οί λεγόμενοι **λευκοί νάνοι**, μέ διάμετρο πού κυμαίνεται από 0,1 μέχρι καί 0,001 τής ήλιακής διαμέτρου, οί **αστέρες νετρονίων**, μέ πιό μεγάλη πυκνότητα, καί οί **μελανές όπές**, μέ ακόμα μικρότερες διαστάσεις καί μεγαλύτερη πυκνότητα.

Μεταξύ των υπεργιγάντων συγκαταλέγεται καί ό αστέρας ε του Ήνιόχου, πού, ενώ φαίνεται σάν αστέρας 3ου μεγέθους, έχει διάμετρο 2.000 φορές μεγαλύτερη από τήν ήλιακή καί όγκο 8×10^9 μεγαλύτερο από τόν όγκο του ήλιου.

Μεταβλητοί αστέρες ονομάζονται εκείνοι πού δέν έχουν σταθερή λαμπρότητα, αλλά παρουσιάζουν κύμανση. Έξακριβώθηκε ότι ή κύμανση τής λαμπρότητας πολλών μεταβλητών αστέρων γίνεται σ' ένα όρισμένο χρονικό διάστημα καί ανάμεσα σ' ένα μέγιστο καί ένα έλάχιστο τής φωτεινότητάς τους. Για τό λόγο αυτό οί αστέρες αυτοί ονομάζονται **περιοδικοί μεταβλητοί αστέρες**. Αντίθετα, άλλοι μεταβλητοί δέν έχουν όρισμένα όρια λαμπρότητας ούτε ή μεταβολή τής φωτεινότητάς τους γίνεται σέ όρισμένο χρονικό διάστημα καί γι' αυτό ονομάζονται **άνώμαλοι μεταβλητοί**.

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

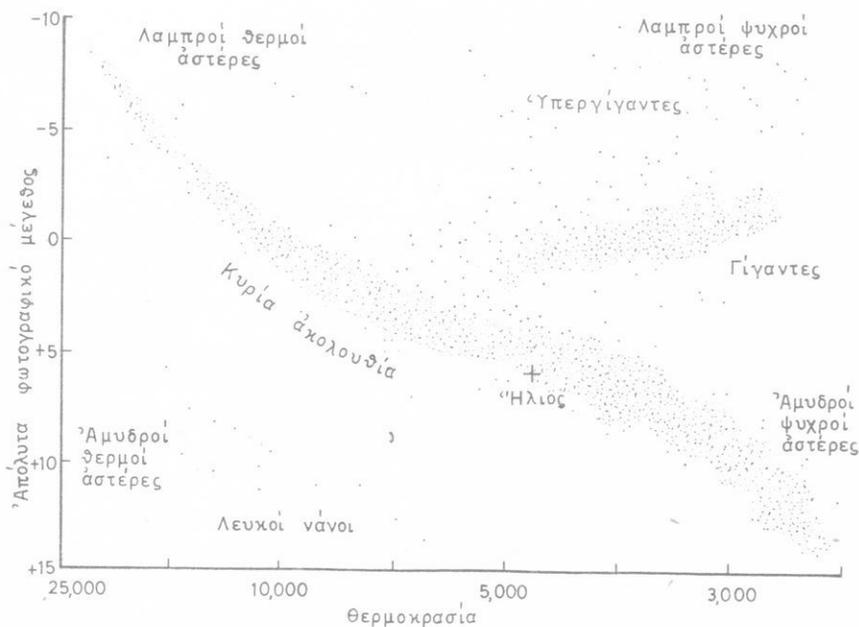
Άλλοι πάλι έχουν μεγάλη περίοδο από 50 μέχρι 700 ημέρες. Γι' αυτό λέγονται **μεταβλητοί μακράς περιόδου**. Τέτοιος είναι ό αστέρας ο του Κήτους, πού λέγεται καί θ α υ μ ά σ ι ο ς (mira).

Στους άνώμαλους μεταβλητούς υπάρχουν μερικοί αστέρες πού παρουσιάζουν τά εξής φαινόμενα. Άστέρες, πού ανήκουν στό 16ο μέγεθος καί πάνω, δηλαδή πολύ άμυδροί, ξαφνικά μέσα σέ λίγες μέρες ή ώρες γίνονται πολύ λαμπροί, τόσο πού πολλές φορές φαί-

νονται 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 αστέρες** (ποναε). Από αυτούς υπάρχουν μερικοί που κάποτε ξεπερνούν σε λαμπρότητα όλους τους αστέρες, φαίνονται μάλιστα και την ημέρα, και ονομάζονται **υπερνέοι** (supernovae).

Από τους περιοδικούς μεταβλητούς και μάλιστα της θραχείας περιόδου, εξασκριδίσθηκε, ότι μερικοί οφείλουν τή φωτεινή κύμανσή τους στο γεγονός ότι γύρω τους κινούνται άλλοι αστέρες με μικρότερη λαμπρότητα. Έτσι, όταν ο άμυδροτερος αστέρας θρεθεί ανάμεσα σε μιά και στο μεταβλητό αστέρα, τον κρύβει. Γίνεται δηλαδή ένα είδος *ε κ λ ε ί ψ ε ω*ς.

Άλλοι πάλι περιοδικοί μεταβλητοί, θραχείας και μακρῶς περιόδου, καθώς και οί άνωμαλοί, είναι πιθανό, ότι βρίσκονται σε μιά 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 πιό μικρό ὄγκο τους, παρουσιάζουν καί τό ἐλάχιστο τῆς φωτεινότητάς τους.

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

Διάγραμμα Χέρτσπρουγγ – Ράσσελ. Ὁ Δανός ἀστρονόμος Hertzsprung (Χέρτσπρουγγ) καί ὁ Ἀμερικανός Russell (Ράσσελ) βρῆκαν ὅτι, ἂν ἐξεταστῆ τό ἀπόλυτο μέγεθος τῶν ἀστέρων, πού συνδέεται μέ τίς πραγματικές διαστάσεις τους, καί συσχετιστῆ μέ τούς φασματικούς τύπους τους, πού φανερώνουν τίς θερμοκρασίες καί τή φυσικοχημική κατάστασή τους, τότε προκύπτει, ὅτι μεταξύ τῶν δύο αὐτῶν χαρακτηριστικῶν στοιχείων τῶν ἀστέρων ὑπάρχει σχέση πού φανερώνει καί τήν ἐξέλιξή τους.

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

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

Μέ τά δεδομένα αὐτά ὑπολογίζεται, ὅτι οἱ ἀστέρες ἔχουν διαφορετική ἡλικία. Ἔτσι 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, καθῶς καί ὁ ἡλιος μας, ἔχουν ζήσει μέχρι τώρα δισεκατομμύρια ἔτη. Γενικά πιστεύεται ὅτι ἀκόμα καί σήμερα γεννιοῦνται συνέχεια νέοι ἀστέρες στούς τόπους ὅπου ὑπάρχει ἀρκετή μεσοαστρική ὕλη.

8. Ἀστρικά συστήματα.

Διπλοὶ ἀστέρες ὀνομάζονται οἱ ἀστέρες, πού, ἐνῶ φαίνονται συνήθως μέ γυμνό μάτι ὡς ἀπλοί, μέ τό τηλεσκόπιο ἀναλύονται, καθένας σέ δύο ἀστέρες, πού φαίνονται ὅτι βρῖσκονται ὁ ἕνας κοντά

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

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

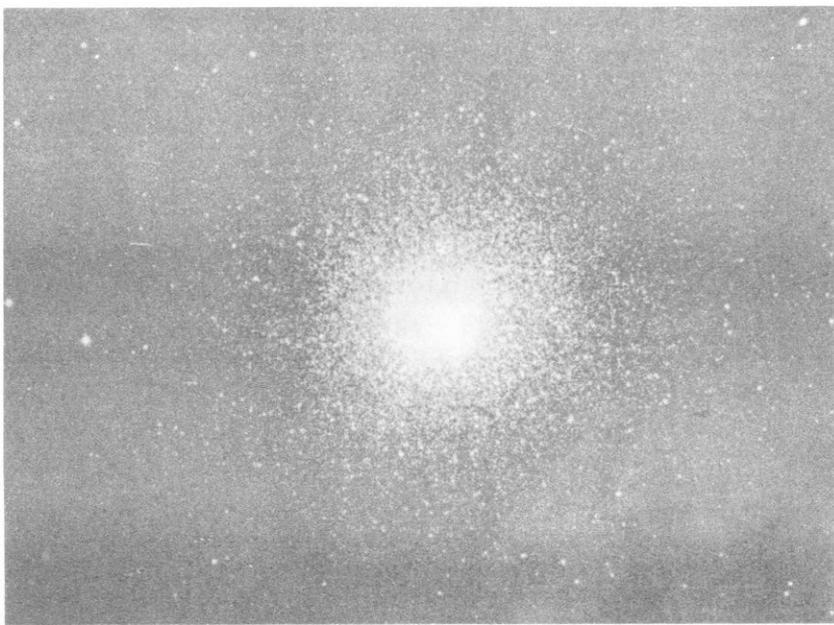
Γιὰ 500 περίπου ἀστέρες γνωρίζουμε τὰ πλήρη στοιχεῖα τῆς τροχιάς τοῦ συνοδοῦ γύρω ἀπό τὸν κεντρικὸ ἀστέρα. Ὁ χρόνος τῆς περιφορᾶς τοῦ συνοδοῦ, γύρω ἀπό τὸν μεγαλύτερο, πού ὀνομάζεται **περίοδος**, βρίσκεται μέ τὴν παρατήρηση καί μπορεῖ νά εἶναι ἴσος μέ μερικὲς ἑκατοντάδες ἡμέρες ἢ καί ὀλόκληρους αἰῶνες.

Πολλές φορές ὁ συνοδός ἐνὸς διπλοῦ ἀστέρρα εἶναι ἀόρατος, εἴτε γιατί βρίσκεται πολὺ κοντὰ στόν κύριον ἀστέρα εἴτε γιατί εἶναι πολὺ ἀμυδρός. Τότε ἡ ὑπαρξὴ του διαπιστώνεται ἀπό τίς ἀνωμαλίες, πού παρουσιάζει ὁ κύριος ἀστέρας κατὰ τὴν κίνησή του στό διάστημα. Ἐξάλλου πολλές φορές διαπιστώνεται ἡ παρουσία τοῦ συνοδοῦ μέ τὸ φασματοσκόπιο, διότι ὁ διπλὸς ἀστέρας παρουσιάζει περιοδικὸ διπλασιασμὸ στίς γραμμὲς τοῦ φάσματός τους. Γι' αὐτὸ οἱ ἀστέρες αὐτοὶ ὀνομάζονται **φασματοσκοπικῶς διπλοί**.

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

Ἐκτός ἀπό τὰ συστήματα αὐτὰ πού ἀποτελοῦνται ἀπό λίγους ἀστέρες, ὑπάρχουν καί συστήματα μέ πολλὰ μέλη. Αὐτὰ ὀνομάζονται γενικά **ἀστρική σμήνη**, καί χωρίζονται στὰ **ἀνοικτὰ** καί τὰ **σφαιρωτὰ**.

Τὰ ἀνοικτὰ σμήνη ἀποτελοῦνται συνήθως ἀπό μερικὲς δεκάδες ἢ καί ἑκατοντάδες ἀστέρες, διασκορπισμένους χωρὶς τάξη σέ μικρὸ σχετικὰ χωρὸ τοῦ οὐρανοῦ. Εἶναι γνωστὰ 334 τέτοια σμήνη, πού βρίσκονται σέ ἀπόσταση ἀπό μᾶς 100 ὠς 15.000 ε.φ., ἐνῶ ἡ διάμετρος τοῦ χώρου πού καταλαμβάνει τὸ καθένα κυμαίνεται ἀπό 10



Εικ. 6. Τό σφαιρωτό σμήνος του Ήρακλέους.

έως 50 ε.φ. Τά σπουδαιότερα σμήνη είναι οί **Πλειάδες** (Πούλια), οί **Ύαδες** καί ἡ **Φάτινη**, ὄρατά μέ γυμνό μάτι.

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

Τά **σφαιρωτά σμήνη** εἶναι καί τά σπουδαιότερα. Ἐξἄλλον καθενα ἀπό αὐτά ἀποτελεῖται, συνήθως, ἀπό χιλιάδες μέχρι καί ἑκατομμύρια ἀστέρες, πού εἶναι συγκεντρωμένοι σέ χώρο σχετικά μικρό καί περίπου σφαιρικό. Τό ἀντιπροσωπευτικό καί τό πιό ἐντυπωσιακό ἀπό τά σφαιρωτά σμήνη εἶναι τό σμήνος του Ήρακλέους (εἰκ. 6). Στίς φωτογραφίες του μετρήθηκαν περίπου 50.000 ἀστέρες, ἐκ-

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

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

Οι αστέρες γενικά χωρίζονται σε δύο **πληθυσμούς**. Στόν **αστρικό πληθυσμό I** 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.

Άσκήσεις.

27. Από τό διάγραμμα Χέρτσπρουγγ – Ράσσελ νά βρείτε τὰ άπόλυτα μεγέθη και τίς θερμοκρασίες τών υπεργίγαντων και τών λευκών νάνων.

28. Ποιά είναι ή άσφαλέστερη μέθοδος για νά προσδιορίσουμε τίς άποστάσεις τών γαλαξιών; Νά τήν περιγράψετε.

29. Ποιές είναι οι κυριότερες διαφορές μεταξύ άνοικτών και σφαιρωτών σμη-
νών;

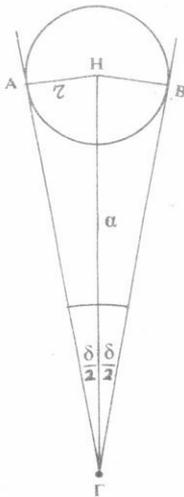
ΗΛΙΟΣ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

9. Μέγεθος, ενέργεια, φυσική κατάσταση και φάσμα του ήλιου. Έπιμελημένες μετρήσεις έδειξαν, ότι ο ήλιος είναι έντελως σφαιρικό σώμα. Ένω 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 βραδεία περιστροφή του.

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

Ο χρόνος όμως αυτός δέν είναι ο ίδιος σε όλα τά σημεία τής ήλιακής επιφάνειας. Έτσι στήν περιοχή του ισημερινού του ήλιου περιορίζεται σε 25,4 ήμ., ένω σε απόσταση 75° από τόν ισημερινό 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 $32' 36''.2$, ένω 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 γή δέν κινεΐται γύρω από τόν ήλιο σέ κυκλική τροχιά μέ κέντρο τόν ήλιο, αλλά σέ έλλειπτική τροχιά, μέ άποτέλεσμα γύρω στήν 1η Ίανουαρίου ή άπόσταση ΓΗ νά παίρνει τήν έλάχιστη τιμή της, 147.100.000 km περίπου, ένω γύρω στίς 2 Ίουλίου νά παίρνει τή μέγιστη τιμή της 152.100.000 km. Έπομένως ή μέση τιμή τής άποστάσεως είναι 149.504.312 km.

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

Άπό τήν έλκτική δύναμη του ήλιου, πού άσκειται πάνω στή γή, βρίσκεται, ότι ή μάζα του ήλιου είναι 332.488 φορές μεγαλύτερη από τή γήινη.

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

Τέλος, είναι δυνατό νά βρεθει 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 σωμα, για νά υπερνικήσει τήν ήλιακή έλξη, είναι 617 km/sec.

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

Ό ήλιος φαίνεται τόσο λαμπρός, έξαιτίας τής μικρής σχετικά άπόστασης του από τή γή, σέ σύγκριση βέβαια μέ τούς άλλους άστéρες. Αν όμως μεταφερόταν σέ άπόσταση ίση μέ 10 παρσέκ, τότε θα φαινόταν ως άμυδρός άστéρας 5ου μεγέθους περίπου. Για τήν ακρίβεια τό άπόλυτο μέγεθος του ήλιου είναι +4,8.

Όταν παρατηρούμε τόν ήλιο μέ τηλεσκόπιο, φαίνεται ότι δέν είναι όμοιόμορφα φωτεινός σέ όλη τήν έκταση του δίσκου του. αλλά λαμπρότερος γύρω στό κέντρο και άμυδρότερος γύρω 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 θερμοότητα, πού δέχεται ἡ γῆ ἀπό τόν ἡλιο, δέ μεταβλήθηκε αἰσθητά κατά τίς δέκα τελευταίες, 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 ἀκτινοβόλουμένης ἡλιακῆς ἐνέργειας, ἔχουν προτείνει κατά καιροῦς διάφορες θεωρίες, ἀπό τίς ὀποῖες 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 (Κέλδιν). Σύμφωνα μέ αὐτή ἡ ἀκτινοβολία τοῦ ἡλίου προκαλεῖ τήν ψύξη του καί ἐπομένως, τή συστολή του. Ἄρα τή μετατροπή τῆς δυναμικῆς ἐνέργειας σέ θερμική.

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

Οἱ θερμοπυρηνικές ἀντιδράσεις, κατά τίς ὀποῖες 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 ἄνθρακα», πού διατύπωσαν οἱ Bethe (Μπέθε) καί Weizsaecker (Βάιτσοζαϊκερ) τό 1938, καί τόν κύκλο «πρωτόνιο – πρωτόνιο». Κατά τίς ἀντιδράσεις αὐτές ἓνα μέρος ἀπό τή μεταστοιχειούμενη ὕλη, ἴσο μέ τό 0,027, μετατρέπεται σέ ἐνέργεια, πού ἀκτινοβολεῖ ὁ ἡλιος.

Ἐπομένως οἱ θερμοπυρηνικές ἀντιδράσεις εἶναι ἱκανές νά δι-

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

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

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

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

Υπολογίζεται, ὅτι στήν περιοχή τοῦ κέντρου ἡ πυκνότητα τῆς ἠλιακῆς ὕλης εἶναι 135 φορές μεγαλύτερη ἀπό τήν πυκνότητα τοῦ ὕδατος καί ἡ πίεση ἀνεδαίνει στίς $2 \cdot 10^{11}$ ἀτμόσφαιρες. Κάτω ἀπό αὐτές τίς συνθήκες καί μέ τή θερμοκρασία τῶν $14 \cdot 10^6$ βαθμῶν, τά άτομα τῶν στοιχείων θρῖσκονται σέ ἰονισμένη κατάσταση καί σέ τόση συμπίεση, ὥστε ἡ ὕλη τοῦ πυρήνα, μολονότι θρῖσκεται σέ ἀεριώδη κατάσταση, εἶναι ἀνένδοτη καί συνεκτική περισσότερο ἀπό τά στερεά.

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

Ἡ **ἀτμόσφαιρα**. Ἐπάνω ἀπό τή φωτόσφαιρα ὑπάρχει ἠλιακή ὕλη σέ στρῶμα μεγάλου πάχους, πού ὀνομάζεται **ἀτμόσφαιρα**.

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

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

Από τη συνολική ήλιακή μάζα τά 9/10 ανήκουν στον πυρήνα και μόνο τό 1/10 στή φωτόσφαιρα και στήν ατμόσφαιρα του ήλιου.

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

Κατά τίς όλικές εκλείψεις του ήλιου, μόλις γίνει ή ολοκληρωτική απόκρυψη του ήλιακού δίσκου, οί σκοτεινές γραμμές του ήλιακού φάσματος παύουν, γιά λίγο, νά είναι σκοτεινές και γίνονται όλες λαμπρές. Αυτό συμβαίνει, διότι μέ τήν απόκρυψη του ήλιακού δίσκου δέν έρχεται πιά φώς από τή φωτόσφαιρα, πού νά απορροφάται από τό χαμηλότερο στρώμα τής χρωμόσφαιρας. Γι' αυτό και τό χαμηλότερο αυτό στρώμα ονομάζεται **απορροφητική στιβάδα** ή **ανατρεπτική στιβάδα**, εξαιτίας τής παρατηρούμενης **ανατροπής** των σκοτεινών γραμμών σέ λαμπρές, κατά τίς ήλιακές εκλείψεις.

Τό ήλιακό φάσμα δέν περιορίζεται μόνο στό όρατό τμήμα του ($7500-3400 \text{ \AA}$), αλλά εκτείνεται πέρα και από τό έρυθρό και από τό ιώδες μέρος του, στίς **υπέρυθρες** ακτινοβολίες (20 μικρά έως 7500 \AA) και στίς υπεριώδεις ($3400-2000 \text{ \AA}$).

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

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

Η μελέτη των γραμμών του ήλιακού φάσματος απέδειξε, ότι ή

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

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

Άσκήσεις

30. Νά βρείτε τήν ακτίνα του ήλιου σε km, τήν επιφάνειά του σε km^2 καί τόν όγκο του σε km^3 .

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

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

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

34. Νά εξηγήσετε, γιατί ή άτμόσφαιρα του ήλιου, πού άπορροφά τό φώς του, τόν κάνει νά φαίνεται πιό άμυδρός στά χείλη του δίσκου του; Ήταν ό ήλιος φαίνεται άμυδρότερος στά χείλη, υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ αυτών καί του κέντρου του;

10. Φωτοσφαιρικοί σχηματισμοί καί φαινόμενα τής χρωμόσφαιρας.

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

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

Άνάμεσα στους κόκκους παρατηρούνται συνήθως μελανά στί-



Είκ. 7. Κοκκίαση καί κηλίδες τῆς ἡλιακῆς φωτόσφαιρας.

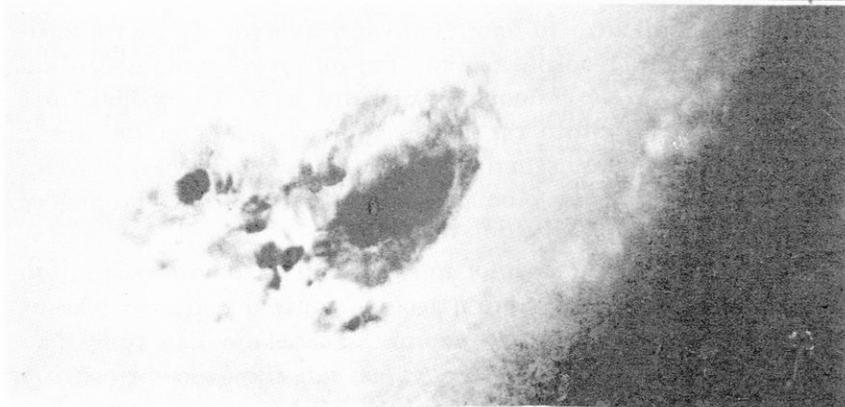
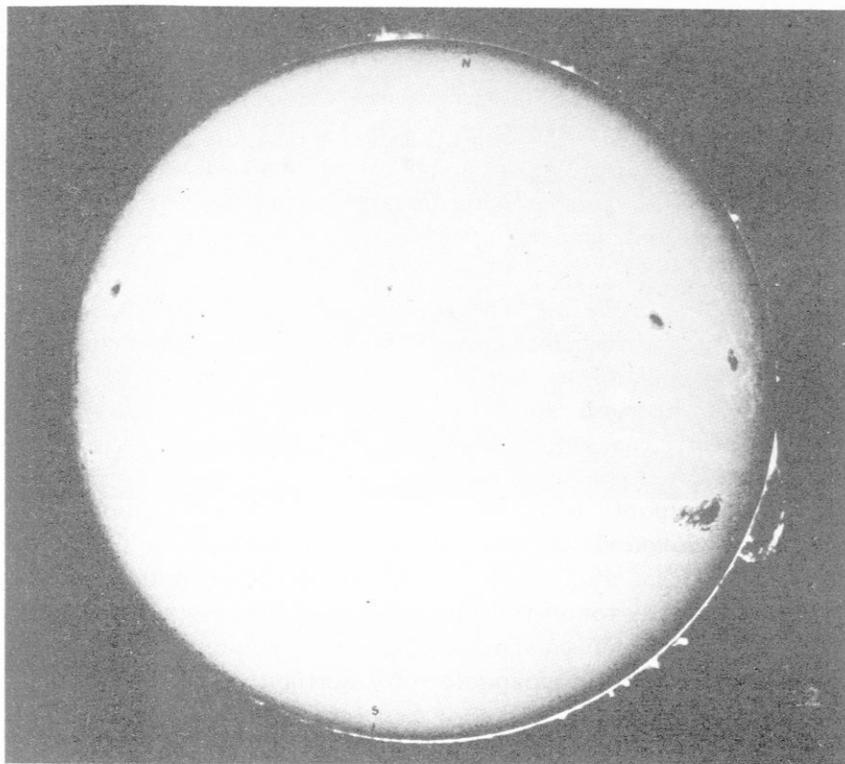
γματα, πού ὀνομάζονται **πόρροι**. Διατηροῦνται καί αὐτοί οἱ σχηματισμοί πολύ λίγο, ὅπως οἱ κόκκοι.

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 τμήμα τῆς κηλίδας ὀνομάζεται **σκιὰ**. Τὸ στεφάνι ὀνομάζεται **σκιόφως** τῆς κηλίδας (εἰκ. 8).

Οἱ κηλίδες διατηροῦνται πολλές ἡμέρες, κάποτε μάλιστα καί



Είκ. 8. Π ά ν ω : Ή φωτόσφαιρα του ήλιου με πλήθος κηλίδων και γύρω ή χρωμόσφαιρα με μερικές προεξοχές. Κ ά τ ω : Μιά ομάδα από κηλίδες στις οποίες φαίνεται καθαρά ή σκιά και τό σκιάφως.

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

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

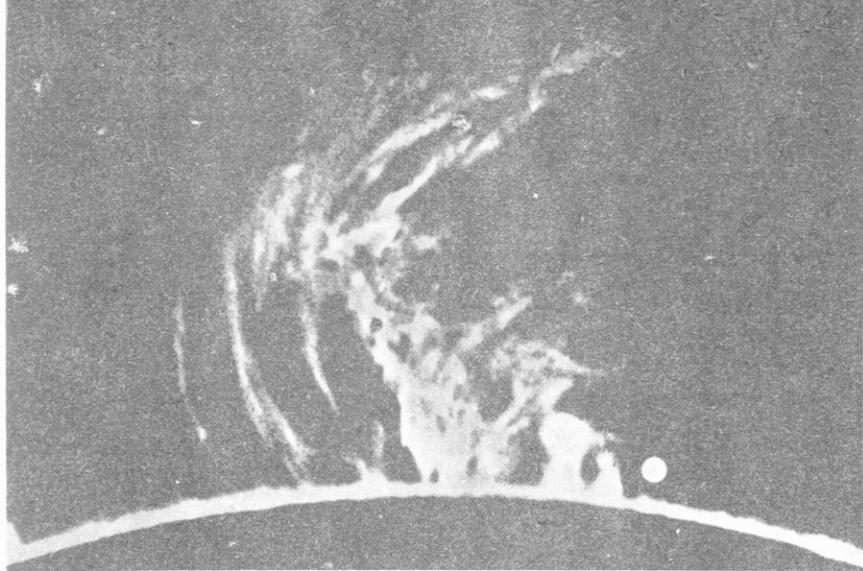
Η διάμετρος τών κηλίδων μερικές φορές ξεπερνά τά 80.000 km. Οί πολύ μεγάλες κηλίδες, πού έχουν διάμετρο μεγαλύτερη από 40.000 χλμ., δηλαδή μεγαλύτερη και από τό τριπλάσιο τής γήινης διαμέτρου, φαίνονται και μέ γυμνό μάτι. Γενικά οί κηλίδες είναι κοιλότητες τής φωτόσφαιρας, όμοιες μέ χοάνες πού φθάνουν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

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

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

Από τό ένα ελάχιστο μέχρι τό επόμενο απαιτούνται, κατά μέσο όρο, 11 έτη. Για τό λόγο αυτό ή περίοδος αυτή όνομάζεται **ένδεκαετής κύκλος** και αποδείχτηκε ότι τόν ακολουθούν όλα τά ήλιακά φαινόμενα, τόσο τής φωτόσφαιρας, όσο και τής ατμόσφαιρας του ήλιου.

Μέ ειδικά όργανα, πού επιτρέπουν τήν καλύτερη μελέτη τής



Εικ. 9. Ήλιακή προεξοχή ύψους 225.000 km. Ο λευκός κυκλικός δίσκος παριστάνει το σχετικό μέγεθος της γης.

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

Προεξοχές. Ο κυριότερος από τους χρωμοσφαιρικούς σχηματισμούς είναι οι **προεξοχές**, ένα είδος πύρινες γλώσσες με ρόδινο χρώμα, που άλλοτε είναι διάχυτες, όπως τά νέφη, και χαρακτηρίζονται ή ρεμες, και άλλοτε φαίνονται σαν πελώριοι πίδακες, οπότε χαρακτηρίζονται ως **εκρηκτικές**. Το ύψος τους φθάνει συνήθως τά 40.000 km, αν και παρατηρήθηκαν προεξοχές με υπερδεκαπλάσιο ύψος (εικ. 9). Η ταχύτητα, με την οποία κινείται η ύλη τους κυμαίνεται συνήθως από 50 έως 100 km/sec.

Διαπιστώθηκε, ότι οι προεξοχές εμφανίζονται σε δυό βασικές ζώνες, όπως οι κηλίδες, και ότι η συχνότητά τους ακολουθεί τον 11ετή κύκλο.

Εκλάμψεις. Είναι εκρήξεις, που παρατηρούνται συνήθως πάνω από περιοχές μεγάλων κηλίδων και που είναι τόσο λαμπρές, ώστε αστράφτουν σαν λαμπροί λευκοί προβολείς. Η διάρκειά τους είναι μικρή, από 10 λεπτά έως μερικές ώρες. Τις παρατηρούμε με ειδικά

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

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

11. Επίδρασεις του ήλιου πάνω στη γη.

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

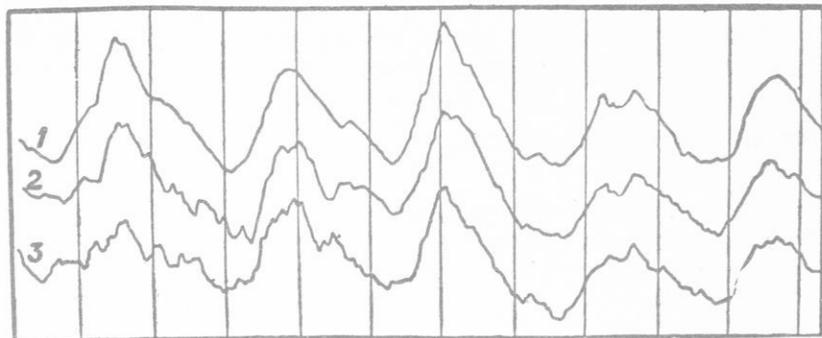
Από τις φυσικές διαταραχές σπουδαιότερες είναι το σέλας στις πολικές περιοχές της γης· οι «μαγνητικές καταιγίδες», δηλαδή διαταραχές του γήινου μαγνητικού πεδίου· έκτακτες διαταραχές του ατμοσφαιρικού ηλεκτρισμού και τέλος ραδιοφωνικές ανωμαλίες.

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 εξασκηθώθηκε, ότι το σέλας των πόλων, ο γήινος μαγνητισμός και τα σπουδαιότερα μετεωρολογικά φαινόμενα, όπως η διακύμανση της θερμοκρασίας και η θεροχόπτωση, τέλος και αυτή ακόμα η στάθμη των υδάτων στις λίμνες, ακολουθούν γενικά τον Πετή κύκλο της ήλιακης δραστηριότητας. Έτσι τα μέγιστα και τα ελάχιστα των γήινων αυτών φαινομένων και γενικότερα οι καμπύλες μεταβολής τους (σχ. 9) παρουσιάζουν αντιστοιχία με τις καμπύλες κυμάσεως των κηλίδων και των άλλων ήλιακων φαινομένων.

Παρόμοια σχέση δορίζεται μερικές φορές και σε μερικά βιολογικά φαινόμενα, κυρίως στην ανάπτυξη της δλαστήσεως. 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 δλαστήσεως ακολουθεί τον Πετή ήλιακό κύκλο.

Τα προϊόντα από τις ήλιακες, γενικά, εκρήξεις και κυρίως από τις εκλάμψεις 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 χημιακές ακτινοβολίες φθάνουν εδώ μετά από 8 λεπτά περίπου, ενώ τα



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

φορτισμένα μίζρα 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 τῆς γῆς. Η κίνησή τους είναι σπειροειδής και, καθώς κινούνται κατά μήκος των μαγνητικών γραμμών προκαλούν τά ἑξῆς ἀποτελέσματα: α) μαγνητικές καταιγίδες· β) ηλεκτρικά ρεύματα, από ἀπαγωγή, πού διατρέφουν τήν ἀτμόσφαιρα και διαταράσσουν, γενικά, τίς τηλεπικοινωνίες· και γ) ιονίζουν τά άτομα, κυρίως του ἄζωτου, πού δοῖσκονται στά ἀνώτερα ἀτμοσφαιρικά στρώματα, μέ ἀποτέλεσμα νά ἐμφανίζεται τό πολικό σέλας.

Ἐξάλλου ἡ ἀφθονή ὑπεριώδης ἀκτινοβολία προκαλεῖ ἔκτακτο ἰονισμό στά στρώματα τῆς ἰονόσφαιρας, μέ ἀποτέλεσμα τή μερική ἢ ὀλική ἀπορρόφηση των ὁραχέων ραδιοφωνικῶν κυμάτων και ἐπομένως τήν ἐξασθένηση και τήν καταστροφή των μέσων τηλεπικοινωνίας στά κύματα αὐτά.

Ἔσκηση

35. Πότε, μέσα στόν 11ετή κύκλο των κηλίδων, πρέπει νά παρουσιάζονται περισσότερες και ἐντονότερες α) προεξοχές, β) ραδιοφωνικές ἀκτινοβολίες και γ) ἐκλάμψεις;

12. Κίνηση των πλανητών γύρω από τόν ἥλιο.

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

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

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

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

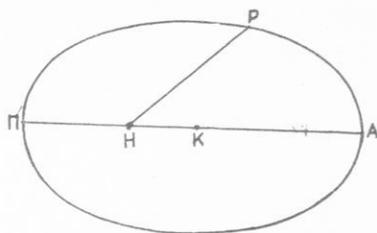
Έξαιτίας της πραγματικής κινήσεώς τους γύρω από τον ήλιο, οι πλανήτες φαίνονται νά αλλάζουν συνέχεια θέση στον ουρανό. Ο συνδυασμός όμως της κινήσεώς τους με την κίνηση της γης έχει ως αποτέλεσμα την εξής φαινομενική κίνησή τους:

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

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

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

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



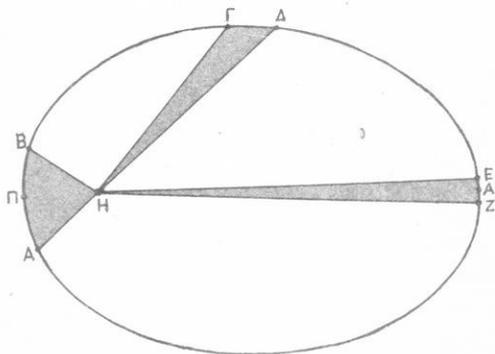
Σχ. 10.

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

Ἐτσι τὰ ἔμβαδά HAB, ΗΓΔ, ΗΕΖ (σχ. 11) πού γράφει ἡ ἐπιβατικὴ ἀκτίνα σὲ χρόνο t , π.χ. σ' ἓνα μῆνα, εἶναι ἴσα. Αὐτὸ συμβαίνει, ἐπειδὴ ἡ ἐπιβατικὴ ἀκτίνα δὲν ἔχει σταθερὸ μῆκος, ἀλλὰ παίρνει τὴ μικρότερη τιμὴ στὸ περιήλιο Π καὶ τὴ μεγαλύτερη στὸ ἀφήλιο A. Ἐπομένως, ἡ **ταχύτητα τοῦ πλανήτη** εἶναι μεγαλύτερη στὸ περιήλιο καὶ μικρότερη στὸ 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.



Σχ. 11.

Ἐτσι, ἂν Χγ καὶ Χπ εἶναι, ἀντίστοιχα, οἱ χρόνοι τῆς περιφορᾶς τῆς γῆς καὶ κάποιου πλανήτη, a_1 καὶ a_{II} 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

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

Ἀπὸ τὴ (2) προκύπτει, ὅτι, ὅταν γνωρίζουμε ἀπὸ τὴ 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, **τά σώματα ἔλκονται μὲ εὐθὺ λόγος τῶν μαζῶν τους καὶ μὲ ἀντίστροφο λόγος 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 μεταξὺ τους.

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

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) ὁρῆκαν μιὰ σχέση πού καθορίζει τὴν ἀποστάσεις τῶν πλανητῶν ἀπὸ τὸν ἥλιο. Ἐτσι, ἂν πάρουμε τὴ σειρά τῶν ἀριθμῶν 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96..., στὴν ὁποία, ἐκτὸς ἀπὸ τὸν πρῶτο 0, καθένας εἶναι ὁρος γεωμετρικῆς προόδου μὲ λόγος 2. Σὲ κάθε ἕνα ἀπὸ αὐτούς, ἂν προσθέσουμε τὸ 4, βρίσκουμε τὴ νέα σειρά 4, 7, 10, 16, 28, 52, 100... Ἄν 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...

Ἄν ὁμως θεωρήσουμε, ὅτι ὁ τρίτος ἀριθμὸς (1.0) εἶναι ἡ μέση ἀπόσταση τῆς γῆς ἀπὸ τὸν ἥλιο (1 α.μ.), τότε βρίσκουμε, ὅτι οἱ ἄλλοι ἀριθμοὶ τῆς σειρᾶς ἀντιστοιχοῦν, μὲ μεγάλη προσέγγιση, στίς ἀποστάσεις τῶν ἄλλων, γνωστῶν ἀπὸ τὴν ἀρχαιότητα, πλανητῶν ἀπὸ τὸν ἥλιο, ὡς ἑξῆς:

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

Στὴν ἀπόσταση 2.8 α.μ. δὲν ὑπάρχει κανένας 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.

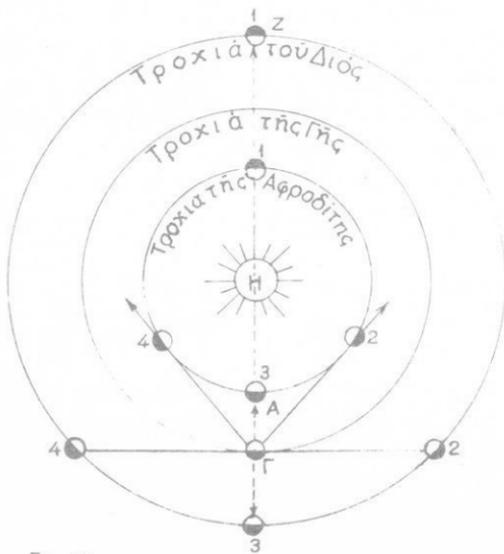
Στὸν πίνακα I (στό τέλος τοῦ βιβλίου) δίνονται οἱ ἀποστάσεις καθενὸς πλανήτη ἀπὸ τὸν ἥλιο σέ ἑκατομ. km. καὶ σέ α.μ., καθὼς καὶ τὰ σπουδαιότερα στοιχεῖα τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο.

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

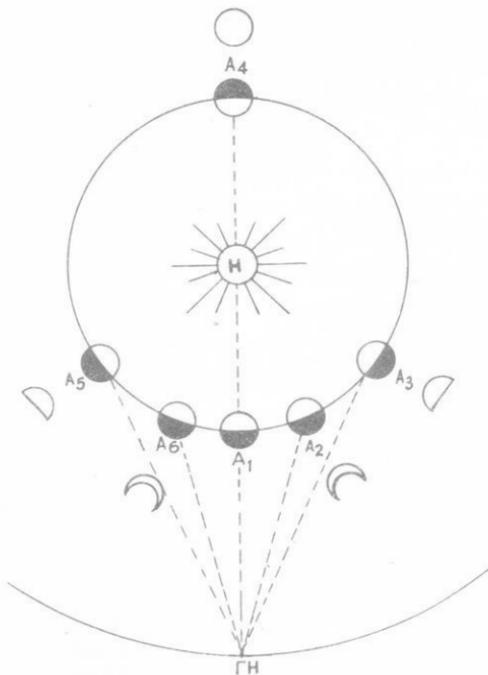
Ἄς πάρουμε τὸν ἥλιο H (σζ. 12), τὴν τροχιά ἑνὸς ἐσωτερικοῦ πλανήτη, π.χ. τῆς Ἀφροδίτης A, τῆς Γῆς Γ, καὶ ἑνὸς ἐξωτερικοῦ πλανήτη, π.χ. τοῦ Διὸς Z. Ἄς ὑποθέσουμε ἀκόμα ὅτι ὅλες οἱ τροχιές αὐτῶν βρίσκονται στὸ ἴδιο ἐπίπεδο.

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

Στὸ σχῆμα 12, ὅταν ὁ ἐξωτερικὸς πλανῆτης Ζεὺς εἶναι στὴ θέση 1, βρίσκειται σέ **σύνοδο**· στὴ θέση 3 βρίσκειται σέ **ἀντίθεση**· ἐνῶ στίς θέσεις 2 καὶ 4 σέ **τετραγωνισμό**. Ὁ ἐσωτερικὸς ὁμοῦ πλανῆτης, Ἀφροδίτη, ποτὲ δὲ βρίσκειται σέ ἀντίθεση, ἀλλὰ σέ



Σχ. 12.



Σχ. 13.

σύνοδο μόνο στις θέσεις 1 και 3. Ἐν ὄψει μεταξύ γῆς καὶ ἡλίου (θέση 3), λέμε ὅτι βρισκεται σὲ κατώτερη σύνοδο, ἐνῶ, ἂν ὁ ἥλιος βρεθεῖ μεταξύ γῆς καὶ πλανῆτη (θέση 1), τότε λέμε, ὅτι εἶναι σὲ ἀνώτερη σύνοδο.

Ἡ ἄποχή πλανῆτη ὀνομάζουμε τὴ γωνία, πού σχηματίζει ὁ πλανῆτης αὐτός μὲ τὸν ἥλιο, ὅταν παρατηρεῖται ἀπὸ τὴ γῆ. Ὅπως φαίνεται στὸ σχῆμα, ἡ ἄποχή τοῦ ἐξωτερικοῦ πλανῆτη παίρνει ὅλες τὶς τιμές ἀπὸ 0° ἕως 360° . Στὴ θέση 1 (σύνοδος) ἔχει τιμὴ 0° , στὴ θέση 2 (τετραγωνισμός) ἔχει τιμὴ 90° , στὴ θέση 3 (ἀντίθεση) ἔχει τιμὴ 180° , στὴ θέση 4 (τετραγωνισμός) ἔχει τιμὴ 270° καί, τέλος, στὴ θέση 1, ἀφοῦ ἔχει διαγράψει ὅλη τὴν τροχιά του, ἔχει τιμὴ 360° . Ἡ ἄποχή ὁμως τοῦ ἐσωτερικοῦ πλανῆτη ἔχει τιμὴ 0° , τόσο κατὰ τὴν ἀνώτερη σύνοδο, ὅσο καὶ κατὰ τὴν κατώτερη σύνοδο, ἐνῶ παίρνει τὴ μέγιστη τιμὴ της στὶς θέσεις 2 καὶ 4.

Ἡ μέγιστη αὐτὴ ἄποχή, γιὰ τὴν Ἀφροδίτη, φθάνει τίς 48° , ἐνῶ, γιὰ τὸν Ἑρμῆ, περιορίζεται μόνο στὶς 28° .

Ἀνάλογα μὲ τὴ γωνία, πού σχηματίζει κάθε πλανῆτης μὲ τὸν ἥλιο, ὅταν τὸν βλέπουμε ἀπὸ τὴ γῆ, παρουσιάζει σὲ μᾶς ὁλόκληρο ἢ μέρος τοῦ φωτιζόμενου ἀπὸ τὸν ἥλιο ἡμισφαιρίου του (σχ. 13).

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

Οί πλανήτες Ἑρμῆς καί Ἀφροδίτη δέν ἔχουν δορυφόρους. Τῆς γῆς δορυφόρος εἶναι ἡ Σελήνη. Ὁ Ἄρης ἔχει δύο δορυφόρους, ὁ Ζεὺς 14, ὁ Κρόνος 10, ὁ οὐρανός 5 καί ὁ Ποσειδῶν 2. Δέ γνωρίζουμε, ἂν ὑπάρχει δορυφόρος πού νά κινεῖται γύρω ἀπό τόν Πλούτωνα.

Ἀσκήσεις.

36. Ἡ ἀπόσταση τοῦ Ἄρη ἀπό τόν ἥλιο εἶναι 1.52 α.μ. Νά βρεῖτε, πόσο διαρκεῖ ἡ περιφορά του γύρω ἀπό τόν ἥλιο.

37. Πόση εἶναι ἡ ἀπόσταση τοῦ Δία ἀπό τόν ἥλιο, ἂν ἡ διάρκεια τῆς περιφοράς του γύρω ἀπό τόν ἥλιο εἶναι 11 ἔτη καί 315 ἡμ.

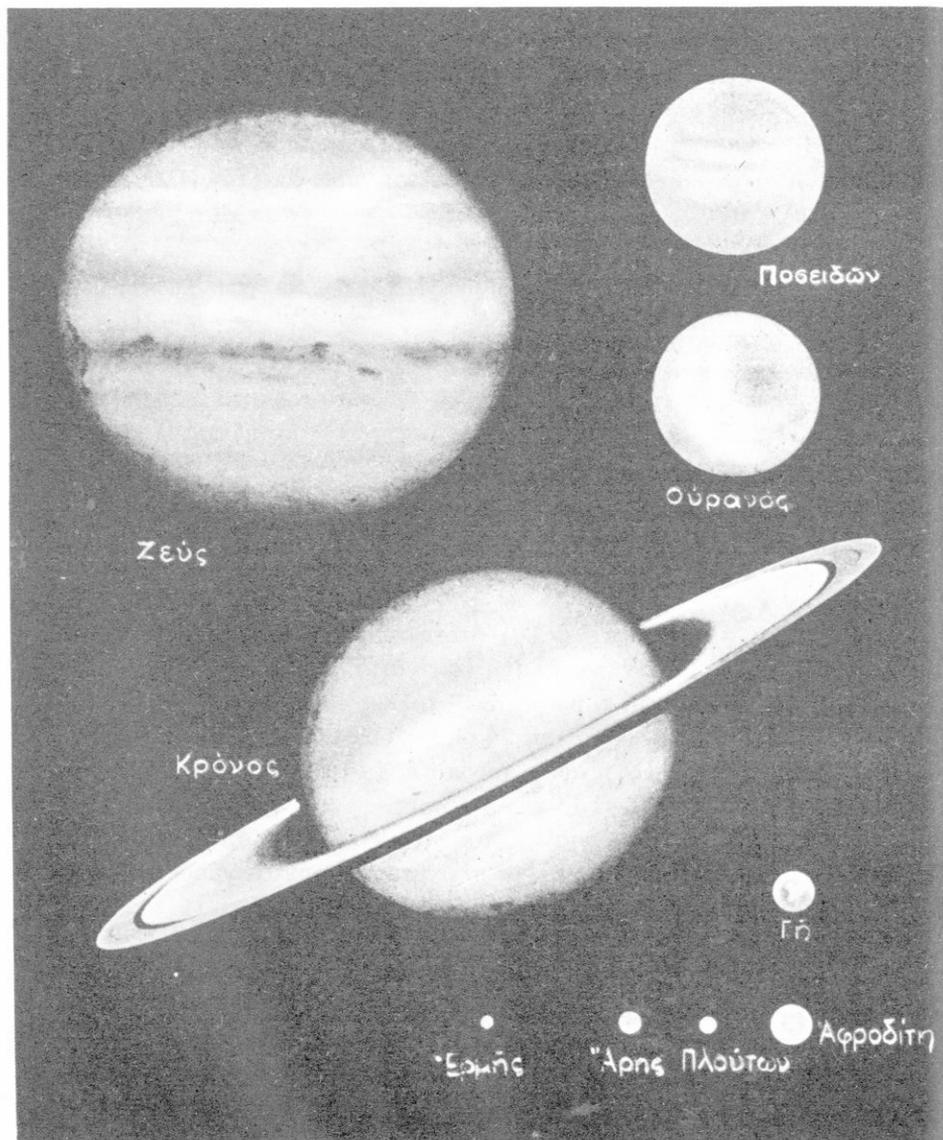
13. Οἱ πλανῆτες καί οἱ δορυφόροι τους.

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

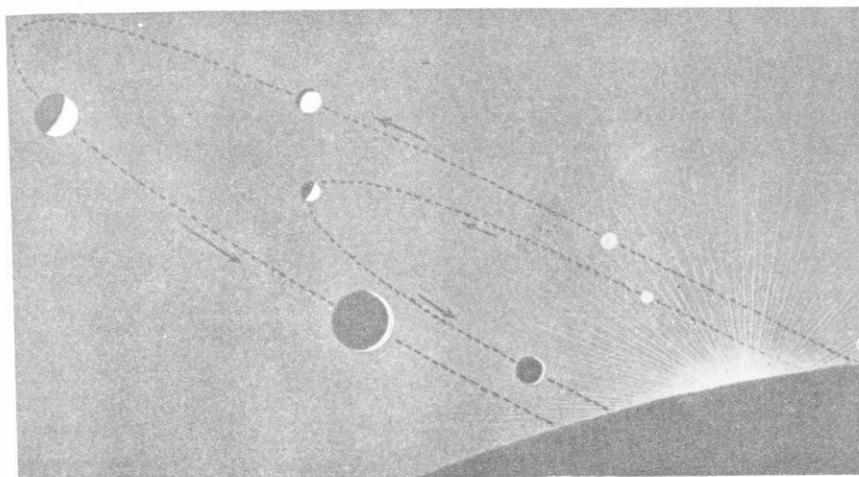
Ὅλοι οἱ πλανῆτες (εἰκ. 10) στρέφονται γύρω ἀπό ἄξονα. Οἱ περισσότεροι βραδυκίνητοι πλανῆτες εἶναι ὁ Ἑρμῆς καί ἡ Ἀφροδίτη, πού ἡ περιστροφή τους διαρκεῖ πολλές δεκάδες ἡμέρες. Ἡ Γῆ καί ὁ Ἄρης περιστρέφονται σέ 24 ὥρες. Ὅλοι ὁμως οἱ ἄλλοι πλανῆτες, ἐκτός ἀπό τόν Πλούτωνα, ἂν καί εἶναι μεγάλοι σέ ὄγκο,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

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

Ἑρμῆς καί Ἀφροδίτη. (εἰκ. 11). Στή μέση ἀπόσταση τῶν 58 ἑκατ. km περίπου ὁ Ἑρμῆς κινεῖται γύρω ἀπό τόν ἥλιο σέ 88 ἡμέρες. Ἐπειδή βρίσκεται πολύ κοντά στόν ἥλιο, δέχεται ἀπ' αὐτόν φῶς καί θερμότητα ἐπτά φορές περισσότερο ἀπό τή γῆ. Ἐπειδή ἀκόμα ἔχει μικρή τιμὴ τῆς μέγιστης ἀποχῆς, 28°, ἂν καί εἶναι ἀστέρας ἀμεγέθους, παρατηρεῖται πολύ δύσκολα ἀπό τή γῆ μέσα στό λυκαυγές ἢ στό λυκόφως. Γι' αὐτό καί δέ γνωρίζουμε πολλά γι' αὐτόν. Εἶναι ὁ μικρότερος ἀπό τοὺς πλανῆτες.



Εικ. 10. Συγκριτικά μεγέθη τῶν μεγάλων πλανητῶν.



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

Ο Μάρινερ 10 πλησίασε τόν Έρμη τό 1974 και 1975. Οί φωτογραφίες, πού άρθησαν άπ' αυτόν, έδειξαν, ότι η έπιφάνειά του είναι γεμάτη άπό κρατήρες. Μοιάζει μέ τή Σελήνη.

Ο Έρμης περιβάλλεται άπό άτμόσφαιρα, πολύ άραιότερη άπό τή γήινη. Η θερμοκρασία του φθάνει τούς + 400° C, στό ήμισφαίριο πού φωτίζεται άπό τόν ήλιο, ένω σ' αυτό πού δέ φωτίζεται, φθάνει τούς -100° C.

Η Άφροδίτη είναι ο λαμπρότερος άστέρας του ουρανού μέ μέγεθος πού κυμαίνεται μεταξύ -4,3 και -3,0. Ονομάζεται **Έωσφόρος** ή Α ύγερινός, όταν φαίνεται τό πρωί στό λυκανγές, και **Έσπερος** ή Άποσπερίτης, όταν φαίνεται τό βράδυ μετά άπό τή δύση του ήλιου.

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

Η Άφροδίτη περιβάλλεται άπό άτμόσφαιρα, πικνότερη άπό τή γήινη κατά 90 φορές. Μέσα σ' αυτή διαπιστώθηκε η ύπαρξη νεφών. Μέ τά διαστημόπλοια, πού στάλθηκαν άπό 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.

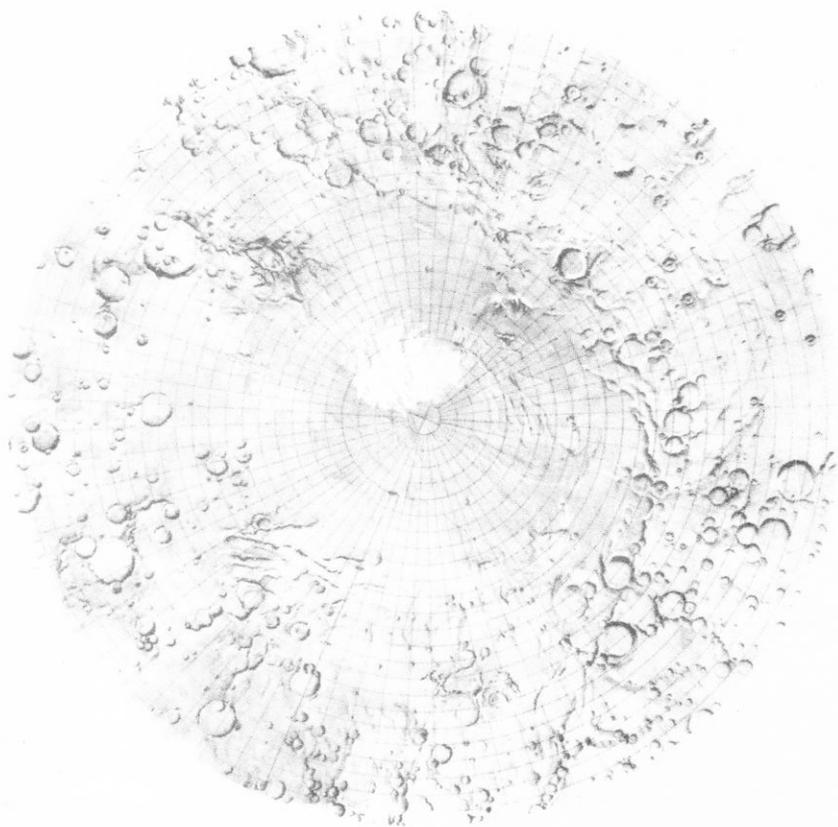
Άρης. Είναι ο περισσότερο γνωστός πλανήτης, επειδή μέ ευνοϊκές συνθήκες μπορούμε νά τον παρατηρήσουμε πολύ καλά στίς

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 ο άξονας τής περιστροφής του παρουσιάζει κλίση ίση μέ 23° 59', ενώ ή κλίση του άξονα τής γής είναι 23° 27'. Έξαιτίας τής αντιστοιχίας αυτής τό έτος του Άρη έχει τέσσερες εποχές, ανάλογες μέ τίς γήινες.

Κατά τό χειμώνα, στους πόλους του Άρη (εικ. 12) παρατηρούνται πάγοι, ανάλογοι μέ τούς γήινους, πού κατά τό καλοκαίρι εξαφανίζονται σχεδόν τελείως, εξαιτίας 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).

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

Ο Άρης περιβάλλεται από ατμόσφαιρα τόσο πολύ άραιή, ώστε ή ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνειά του είναι 100 φορές μικρότερη από τή 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, μέ ταχύτητα 36 km/h. Η θερμοκρασία στην περιοχή του ισημερινού του Άρη φθάνει κατά τό καλοκαίρι στους 30° C, ενώ στις πολικές περιοχές φθάνει μέχρι τούς -60° C.

Οί φωτογραφίες από τά διαστημόπλοια αποδεικνύουν, ότι πάνω στον πλανήτη αυτό δέν υπάρχει νερό σέ ύγρη κατάσταση, άφου τά όρη και οί κρατήρες του δέν παρουσιάζουν διαβρώσεις. Φαίνεται πολύ πιθανό, ότι ή κύμανση τής θερμοκρασίας του πλανήτη, σέ συνδυασμό μέ τή χαμηλή τιμή τής ατμοσφαιρικής πίεσεως, δέν επιτρέπουν τήν τήξη τών πολικών χιονιών, αλλά τήν εξαίχυσή 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 μέ τήν πιό στοιχειώδη μορφή τής είναι προβληματική.

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

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

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

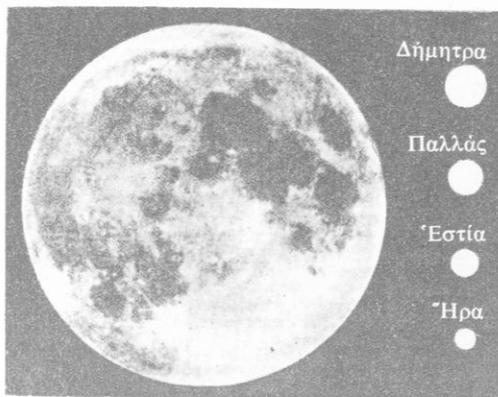
Ζεύς. Ὁ Ζεύς δέν εἶναι μόνο ὁ μεγαλύτερος ἀπό τούς πλανήτες, ἀλλά ταυτόχρονα εἶναι μεγαλύτερος ἀπό ὅλους τούς πλανήτες μαζί. Ἡ διάμετρος του εἶναι 143.000 km, καί ὁ ὄγκος του 1300 φορές μεγαλύτερος ἀπό τόν ὄγκο τῆς γῆς. Ἐπίσης ἡ μάζα του εἶναι 318 φορές μεγαλύτερη ἀπό τή γήινη καί 2.5 φορές μεγαλύτερη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

Παῦ' ὅλα αὐτά ἡ πυκνότητά του εἶναι 1.33, ἂν πάρουμε ὡς μονάδα τήν πυκνότητα τοῦ ὕδατος. Ὁ Ζεύς συμπληρώνει μιὰ περιφορά γύρω ἀπό τόν ἥλιο σέ 11 ἔτη καί 315 ἡμ. περίπου.

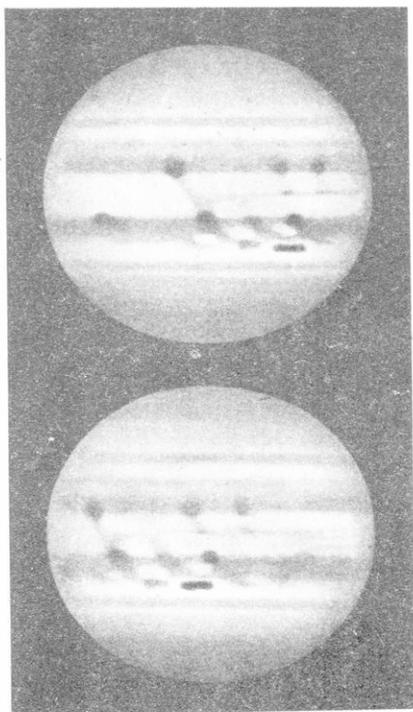
Ὁ Ζεύς περιστρέφεται μέ μεγάλη ταχύτητα, μόνο σέ 9 ὥρ. 51 λ. Ἡ περιστροφή του ὁμως δέν εἶναι ὁμοιόμορφη σ' ὅλη του τήν ἔκταση, ἀλλά ἐπιβραδύνεται πρὸς τούς πόλους του.

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

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



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



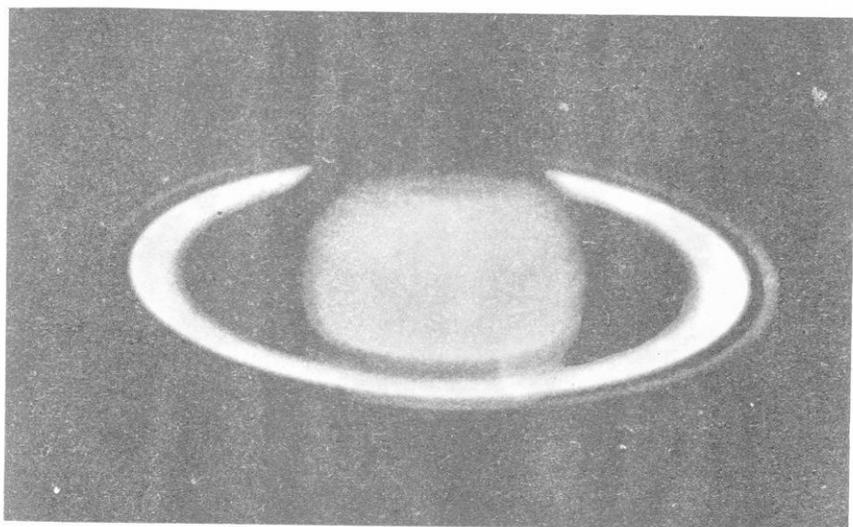
Εικ. 15. Δύο εικόνες του Δία, πού δείχνουν τή μετακίνηση τών διαφόρων σχηματισμών του, μέσα σέ μία ώρα, εξαιτίας τής γρήγορης περιστροφής του.

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

Κρόνος. Ὁ Κρόνος θρίσκειται 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 ὧρες 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 πλανῆτες. 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 1969 ἀνακαλύφθηκε καί τέταρτος δακτύλιος, μέσα ἀπό τούς ἄλλους τρεῖς.

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



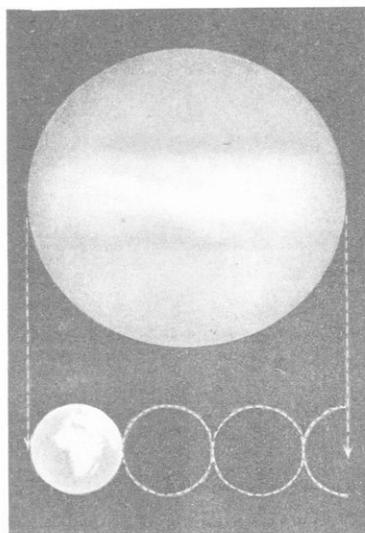
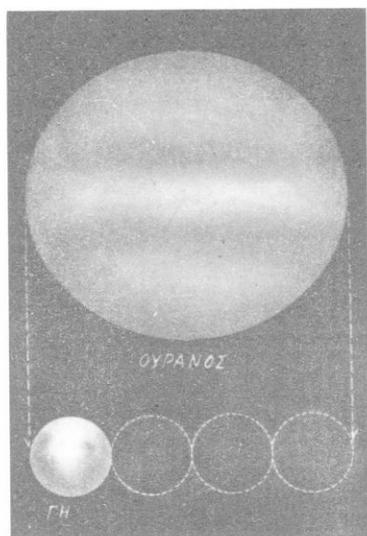
Εικ. 16. Ὁ πλανήτης Κρόνος.

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

Ὁ Κρόνος ἔχει 10 δορυφόρους.

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

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



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

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

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

Άσκήσεις.

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

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

40. Νά βρείτε, πόση εἶναι ἡ μάζα τοῦ Δία σχετικά μέ τή μάζα τοῦ ἥλιου.

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

14. Κομήτες καί μετέωρα.

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

Κάθε κομήτης (εἰκ. 18) ἀποτελεῖται ἀπό τρία μέρη: τόν **πυρήνα**, πού εἶναι τό λαμπρότερο τμήμα τοῦ κομήτη καί ἔχει τήν ὄψη ἀστέρα· τήν **κόμη**, πού ἔχει ὄψη νεφελώδη καί περιβάλλει τόν πυρήνα· καί τήν **οὐρά**, πού ἀποτελεῖ 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 χωρίς οὐρά.

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

Οἱ τροχιές τῶν κομητῶν εἶναι, κατά κανόνα, ἡ πολύ στενόμακρες ἑλλείψεις, ἡ 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.

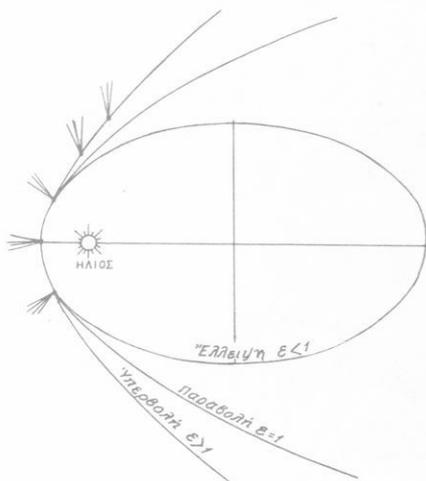
νάχα καί δέν ἐπιστρέφουν ποτέ σ' αὐτό. Γι' αὐτό οἱ κομήτες αὐτοὶ ὀνομάζονται **μὴ περιοδικοί**.

Ἀπό τοὺς 69 περιοδικούς κομήτες, πού ἡ περίοδός τους εἶναι μικρότερη ἀπὸ 100 ἔτη, οἱ 45 ἔχουν τὸ ἀφήλιό τῆς τροχιάς τους κοντὰ στὸ Δία· οἱ ὑπόλοιποι τὸ ἔχουν κοντὰ στοὺς πλανῆτες Κρόνο, Οὐρανὸ καί Ποσειδῶνα. 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 ἀφήλια τους εἶναι κοντὰ σ' ἐκεῖνον τὸν πλανήτη, ὁ ὁποῖος καί τοὺς περιμάζεψε. Ἐξαιτίας αὐτοῦ οἱ κομήτες αὐτοὶ χωρίζονται σέ οἰκογένειες. Καθεμιὰ ἀπὸ αὐτές περιλαμβάνει τοὺς κομήτες ἐκεῖνου τοῦ πλανήτη, πού μέ τὸ περιμάζεμά του τοὺς ἔκανε περιοδικούς.

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

λεται κυρίως σέ ἐκρήξεις, πού γίνονται στους πυρήνες τους. Τό μεγαλύτερο ὄμως μέρος ἀπό τό φῶς τους εἶναι ἡλιακό, πού τό ἀνακλοῦν. Γι' αὐτό, ἐξ-άλλου, φαίνονται λαμπρότεροι, ὅταν πλησιάζουν στόν ἥλιο.

Ἡ φασματοσκοπική ἔρευνα ἀπέδειξε, ὅτι ἡ ὕλη τους ἀποτελεῖται κυρίως ἀπό μέταλλα καί περισσότερο ἀπό σίδηρο. Τήν κεφαλή τήν ἀποτελοῦν μεγάλα κομμάτια πάγου ἀπό μεθάνιο, ἀμμωνία καί νερό μέ διάφορες προσμίξεις σιδήρου, 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 ὅμως ἐπέστρεφε κανονικά κάθε 6,6 ἔτη, ξαφνικά τό 1845 παρουσίασε διόγκωμα τῆς κεφαλῆς, τό ὁποῖο τελικά ἀποκόπηκε καί ἀπομακρύνθηκε ἀπό τόν κυρίως κομήτη. Μιά γέφυρα ἀπό φωτεινή ὕλη συνένωνε τά δύο μέρη. Στήν ἐπόμενη ἐμφάνιση, τό 1852, φαινόταν διπλός, μετά ὅμως δέν ξαναεμφανίστηκε. Ὅταν, τέλος, στίς 27 Νοεμβρίου 1872 ἡ γῆ πέρασε ἀπό κάποιο σημεῖο τῆς τροχιάς της, ἀπό τό ὁποῖο ἔπρεπε νά περάσει τότε καί ὁ ἄλλοτε κομήτης, παρατηρήθηκε **βροχή διαττόντων ἀστέρων**, πού ὀφειλόταν προφανῶς στους ἀναρίθμητους κόκκους τῆς σκόνης, τήν ὁποία διασκόρπισε ὁ κομήτης.

Ὁ κομήτης τοῦ Halley (Χάλλεϋ) εἶναι περιοδικός μέ περίοδο 76 ἔτη. Τό ἀφήλιό του θρῖσκει κοντά στόν Ποσειδῶνά. 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 διάβαση του ἀπό τό περιήλιο ἔγινε τόν Ἀπρίλιο τοῦ 1910 (εἰκ. 19),



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Τό **ἀντιζωδιακό φῶς**, ἐξἄλλου, εἶναι πολύ ἀσθενέστερο ἀπό τό ζωδιακό καί έχει

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

Άσκησης.

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

43. Πότε εμφανίστηκε ό κομήτης του Halley πριν ή μετά τήν πτώση της Κων/λεως και ποιά έτος ακριβώς;

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

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

ΓΗ ΚΑΙ ΣΕΛΗΝΗ

15. Σχήμα, ατμόσφαιρα καὶ κινήσεις τῆς γῆς.

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

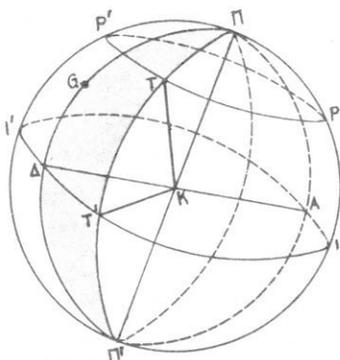
᾽Ονομάζουμε **ἄξονα** τῆς γήινης σφαίρας (σχ. 15) τή διάμετρό της ΠΠ', γύρω ἀπό τήν ὁποία περιστρέφεται. Τά ἄκρα τοῦ ἄξονα, Π καί Π', ὀνομάζονται **πόλοι** τῆς γῆς· **βόρειος** εἶναι ὁ Π, πού εἶναι στραμμένος πρὸς τὰ βόρεια, καί **νότιος** ὁ Π', πού εἶναι στραμμένος πρὸς τό νότο.

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

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

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

Γεωγραφικές συντεταγμένες. Ἐστω T ἕνα τυχαῖο σημεῖο, τόπος, τῆς ἐπιφάνειας τῆς γῆς (σχ. 15), ΚΤ ἡ ἀκτίνα τῆς γῆς, πού περνᾶ ἀπό τό σημεῖο T, καί ΚΤ' ἡ τομή τῶν ἐπιπέδων ἰσημερινοῦ καί μεσημβρινοῦ, ΠΠΠ', 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. Ἔτσι 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' (τήν τομή τοῦ ἰσημερινοῦ μέ τό μεσημβρινό τοῦ σημείου Τ), δηλαδή μετροῦμε τό μήκος τοῦ τόξου Τ'Τ. Ἄν αὐτό τό τόξο βρίσκεται στό βόρειο ἡμισφαίριο, τό ὀνομάζουμε **βόρειο πλάτος**, ἄν βρίσκεται στό νότιο ἡμισφαίριο, τό ὀνομάζουμε **νότιο πλάτος**.

Γεωγραφικό μήκος τοῦ σημείου Τ ὀνομάζουμε τή διέδρη γωνία ΓΠΠ'Τ, πού σχηματίζεται ἀπό τό ἐπίπεδο τοῦ πρώτου μεσημβρινοῦ τῆς γῆς, Γ, καί τοῦ μεσημβρινοῦ, πού βρίσκεται 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 Γ τέμνει τόν ἰσημερινό, μετροῦμε 0° , ἐνῶ στό διαμετρικά ἀντίθετο σημεῖο τοῦ Δ, τό Α, μετροῦμε 180° . Ἄν τό σημεῖο βρίσκεται στό ἀνατολικό ἡμισφαίριο, τό ὀνομάζουμε **ἀνατολικό γεωγραφικό μήκος**, ἐνῶ, ἄν βρίσκεται στό δυτικό, τό ὀνομάζουμε **δυτικό γεωγραφικό πλάτος**. Στό σχ. 15 τό σημεῖο Τ' βρίσκεται 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 βρίσκεται 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 εὐκολά νά

τό θροῦμε. 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 **ἐξόσφαιρα**, πού ἐκτείνεται ἀπό τά 500 km ὕψος καί πάνω.

Ἡ ἐξόσφαιρα 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**.

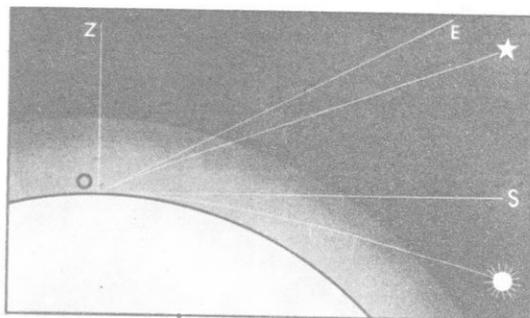
Στρώμα ὄζοντος. Σέ ὕψος 15 ἕως 35 km ἡ στρατόσφαιρα καί ἡ μεσόσφαιρα εἶναι πλούσιες σέ ὄζον. Τήν περιοχὴ τήν ὀνομάζουμε **ὄζοντὸσφαιρα**. Τό ὄζον ἀπορροφᾷ μεγάλη ποσότητα ἀπό τήν ὑπεριώδη ἀκτινοβολία τῶν ἀκτίνων τοῦ ἡλιου, πού προσβάλλει τά ζωϊκά εἶδη καί τούς προκαλεῖ ἀκόμα καί θάνατο. Ἡ ὄζοντὸσφαιρα λοιπόν ἀποτελεῖ γιὰ τά ἔμβια ζῶα ἓνα εἶδος προστατευτικοῦ μανδύα καί ἐξασφαλίζει τήν παρουσία ζωῆς στή γῆ. Ἐν γιὰ ὀποιοδήποτε 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. Ἴονόσφαιρα ὀνομάζουμε τό σύνολο τῶν ἰονισμένων ἀτμοσφαιρικῶν στρωμάτων. Τά στρώματα τῆς ἰονόσφαιρας ἀνακλοῦν τά ραδιοφωνικά κύματα. Ἐτσι, ἐνῶ ἡ γῆ εἶναι σφαιρική, μέ τίς διάφορες ἀνακλάσεις, πού γίνονται στά ραδιοφωνικά κύματα ἀπό τήν ἰονόσφαιρα, εἶναι δυνατό νά ἀκουστεῖ μιά ἐκπομπή ἀπό τούς δέκτες, πού βρῖσκονται πολύ μακριά ἀπό τούς σταθμούς ἐκπομπῆς.

Ἐπειδὴ ἡ γῆινη ἀτμόσφαιρα ἔχει στρώματα μέ διαφορετικὴ πυκνότητα, τό φῶς τοῦ ἡλιου καί τῶν ἀστέρων, γιὰ νά φθάσει στή γῆ, παθαίνει συνεχῆ διάθλαση, καθώς περνᾷ ἀπό τό ἓνα στρώμα στό ἄλλο. Ἡ διάθλαση αὐτή, πού ὀνομάζεται **ἀτμοσφαιρικὴ διάθλαση**, εἶναι τόσο μεγαλύτερη, ὅσο ἡ γωνία προσπίπτει τῶν ἀκτίνων τοῦ φωτός στά στρώματα εἶναι μεγαλύτερη. Ἐτσι τῆ μεγαλύτερη τιμὴ τῆς 36' 36" παίρνει, ὅταν τό φῶς περνᾷ ἀπό στρώματα, πού βρῖσκονται στόν ὀρίζοντα (εἰκ. 20). Ἀντίθετα μηδενίζεται, ὅταν οἱ ἀκτίνες πέφτουν κατακόρυφα.

Τά κυριότερα ἀποτελέσματα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως εἶναι:

1. **Μεγαλύτερη διάρκεια τῆς ἡμέρας.** Ὁ ἥλιος, ὅταν βρῖσκεται κοντά στόν ὀρίζοντα, ἐξαιτίας τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως φαίνεται ψηλότερα. Ἐτσι ἡ παρουσία τοῦ



Εικ. 20. Έξαιτίας της ατμοσφαιρικής διαθλάσεως ο ήλιος και ο άστéρας, ενώ βρίσκονται κοντά στον όριζοντα, άνωψώνονται και φαίνονται στις θέσεις S και E αντίστοιχα.

ήλιου πάνω από τον όριζοντα διαρκεί περισσότερο και διαρκεί περισσότερο και ή ημέρα.

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

3. **Στίλβη - τρεμόσδημα - των άστéρων.** Έξαιτίας της ατμοσφαιρικής διαθλάσεως κυρίως, οί άστéρες φαίνονται νά σπινθηρίζουν και νά μετατοπίζονται λίγο, πάντα όμως γύρω από τήν πραγματική τους θέση. Τό φαινόμενο αυτό τό ονομάζουμε στίλβη των άστéρων, και είναι έντονότερο στους άστéρες πού βρίσκονται κοντά στον όριζοντα.

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

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

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

γης είναι ή συνεχής διαδοχή τής **ήμέρας** και τής **νύχτας** σε διάφορους τόπους της.

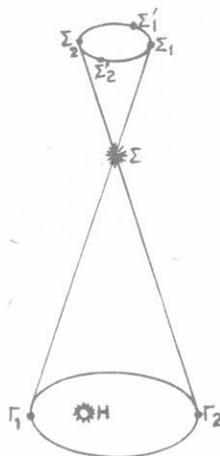
Η γη είναι ό τρίτος στή σειρά πλανήτης του ήλιακού συστήματος. Στρέφεται γύρω από τον ήλιο, μέ κατεύθυνση από Δ προς Α, στή μέση απόσταση από αυτόν 149.600.000 km περίπου και γράφει τήν έλλειπτική τροχιά της, μέ μέση ταχύτητα 29.8 χιλιομ./δευτερ., σε 365,256 ήμέρες.

Μία από τίς αποδείξεις τής περιφοράς τής γης γύρω από τον ήλιο είναι και ή **παραλλακτική απόδειξη**. "Όπως είπαμε, καθένας από τούς πιο κοντινούς άστéρες γράφει στον ούρανό κάθε χρόνο μικρή έλλειψη, που τήν όνομάζουμε **παραλλακτική τροχιά** (σχ. 4 και 16). "Αν όμως ή γη δέ στρεφόταν γύρω από τον ήλιο Η, οι άστéρες δέ θά έγραφαν, κάθε χρόνο, αυτή τήν τροχιά.

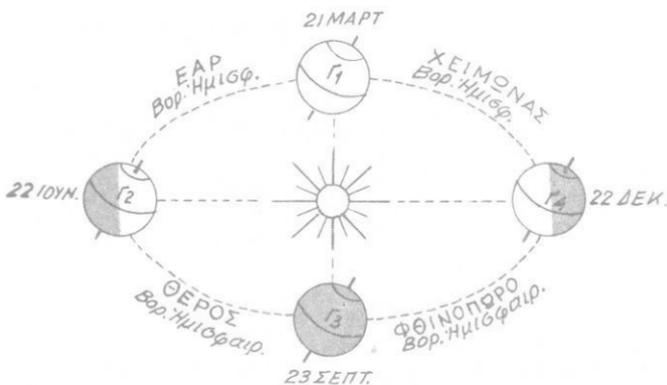
Αποτέλεσμα τής περιστροφής τής γης και τής περιφοράς της γύρω από τον ήλιο. Οι έποχές του έτους και ή ανισότητα χρονικής διάρκειας ήμέρας και νύχτας. Έστω Η ό ήλιος, που γιά άπλούστευση τον θεωρούμε στο κέντρο τής έλλειπτικής τροχιάς τής γης γύρω από αυτόν (Σχ. 17).

Κατά τήν 21 Μαρτίου ή γη θρίσκεται στή θέση Γ₁. Τότε όλοι οι τόποι φωτίζονται τό ίδιο, γι' αυτό και έχουν ίση διάρκεια ήμέρας και νύχτας. Από τήν 21 Μαρτίου έως τίς 22 Ιουνίου, που ή γη διανύει τό τόξο Γ₁Γ₂, οι τόποι του δόρειου ήμισφαίριου φωτίζονται όλο και περισσότερο χρόνο από τούς τόπους του νότιου ήμισφαίριου. Γι' αυτό και ή διάρκεια τής ήμέρας στους τόπους του δόρειου ήμισφαίριου μεγαλώνει, ενώ του νότιου μεγαλώνει συνέχεια ή διάρκεια τής νύχτας. Τήν 22 Ιουνίου είναι ή μεγαλύτερη διάρκεια τής ήμέρας στο δόρειο ήμισφαίριο και ή έλάχιστη στο νότιο. Κατά τό χρονικό αυτό διάστημα ό δόρειος πόλος έχει συνεχή ήμερα, ενώ ό νότιος πόλος έχει συνεχή νύχτα. Στο δόρειο ήμισφαίριο, που ή διάρκεια τής ήμέρας είναι μεγαλύτερη και οι ακτίνες του ήλιου πέφτουν λιγότερο πλάγιες στους τόπους του, ή θερμοκρασία όλοένα και ανεβαίνει. Σ' αυτό τό ήμισφαίριο επικρατεί **άνοιξη** (έαω), ενώ στο νότιο, που θερμαίνεται όλο και λιγότερο, επικρατεί **φθινόπωρο**.

Από τίς 22 Ιουνίου μέχρι τίς 23 Σεπτεμβρίου, όποτε ή γη διανύει τό τόξο Γ₂Γ₃ τής τροχιάς της, συγκεντρώνεται στο δόρειο ήμισφαίριο ή μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας και επικρατεί ή έποχή του **θέους** (καλοκαίρι), ενώ στο νότιο ήμισφαίριο είναι ή έποχή του



Σχ. 16

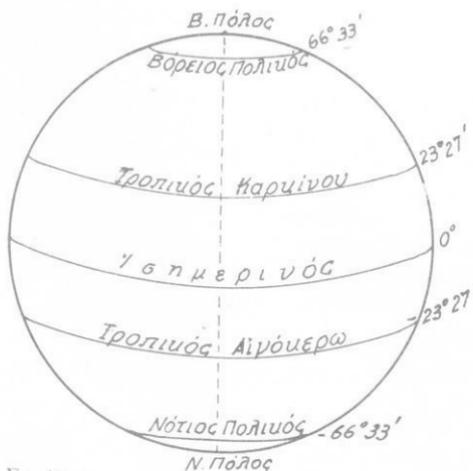


Σχ 17

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

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

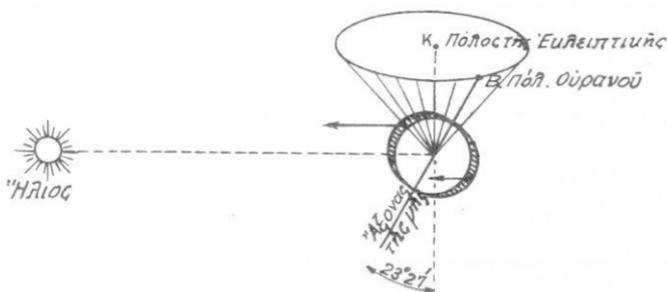
Στό σχήμα 18 η γη είναι χωρισμένη στον ισημερινό (0°) και σε τέσσερις παράλληλους κύκλους, δύο στο βόρειο ημισφαίριο (**τροπικός του Καρκίνου** $+23^\circ 27'$ και **βόρειος πολικός** $+66^\circ 33'$), και δύο στο νότιο ημισφαίριο (**τροπικός του Αιγόκερω** $-23^\circ 27'$ και **νότιος πολικός** $-66^\circ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



Σχ. 18

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

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

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

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

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

Ἀσκήσεις.

46. Γιατί οἱ μεσημβρινοὶ εἶναι ἴσοι μεταξύ τους;

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

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

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

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

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

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

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

16. Απόσταση, κίνηση και φυσική κατάσταση της σελήνης.

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

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

Τέλος, από τή μελέτη τής κινήσεως του κέντρου μάζας του συστήματος γης – σελήνης γύρω από τόν ήλιο προκύπτει, ότι η μάζα τής σελήνης είναι τό $1/81$ τής μάζας τής γης, δηλαδή $73 \cdot 10^{18}$ τόνους, και η πυκνότητά της 3,33, αν πάρουμε ως μονάδα τήν πυκνότητα του ύδατος. Από τή μάζα και τήν ακτίνα βρίσκομε, ότι η τιμή του g πάνω στήν επιφάνεια τής σελήνης περιορίζεται στο $1/6$ τής γήινης και ότι η ταχύτητα διαφυγής από τή σελήνη είναι 2.4 km/sec.

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

από τή μέγιστη καί ἐλάχιστη απόστασή της από τή γῆ. **Περίγειο** τῆς σελήνης ὀνομάζουμε τό σημεῖο τῆς τροχιάς της, πού ἔχει τήν ἐλάχιστη απόσταση ἀπό τή γῆ.

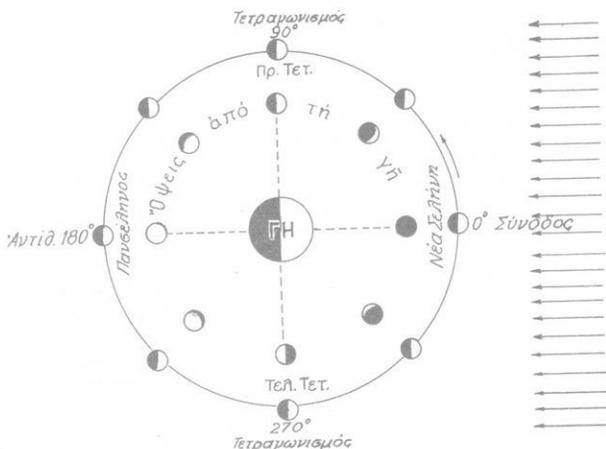
Ἀπόγειο τῆς σελήνης ὀνομάζουμε τό σημεῖο τῆς τροχιάς της, ὅπου σημειώνεται ἡ μέγιστη απόστασή της ἀπό τή γῆ.

Ὁ χρόνος, πού χρειάζεται γιά μιά πλήρη περιφορά τῆς σελήνης

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

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

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



Σχ. 20.

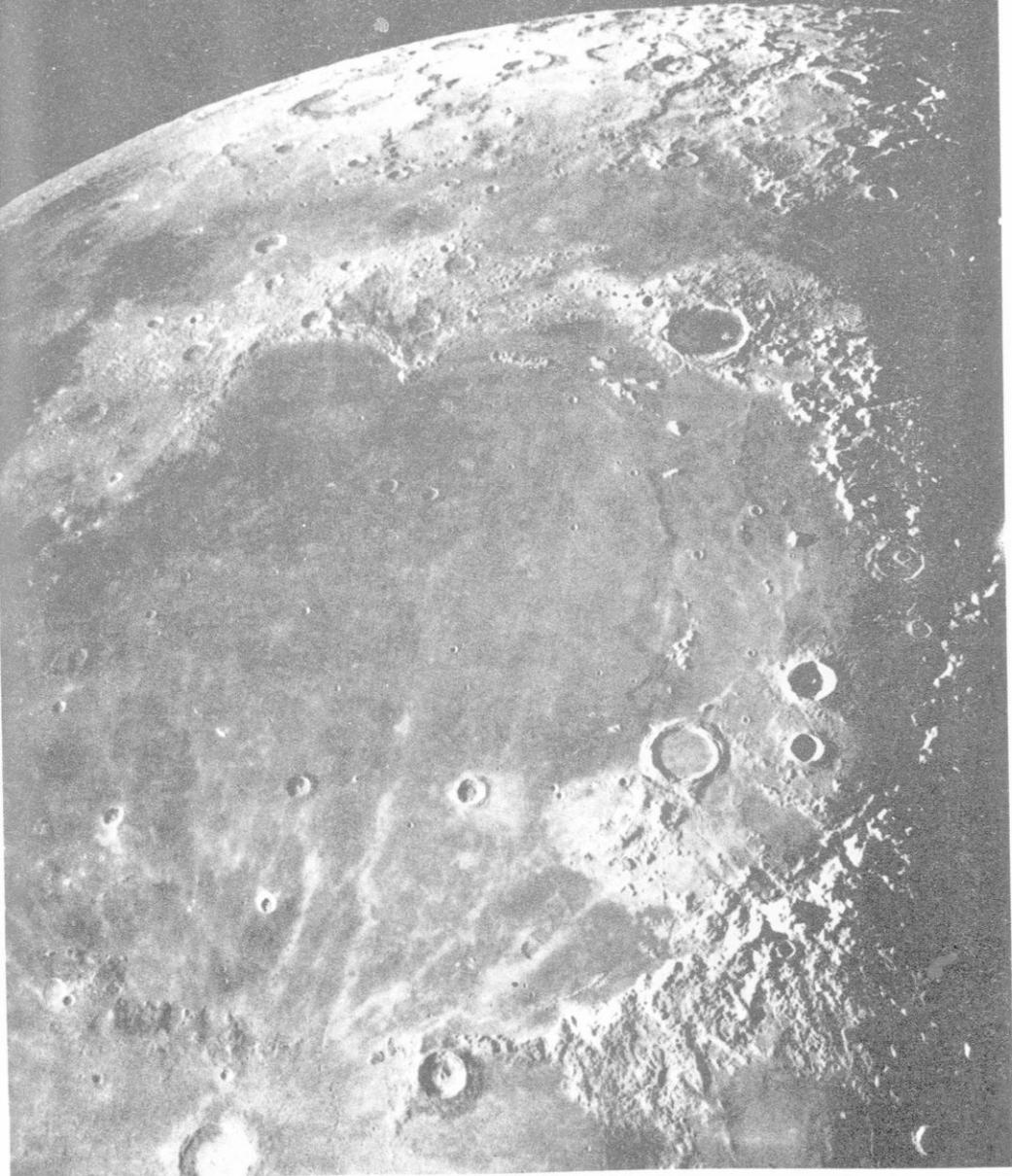
καθημερινά στρέφει σέ μᾶς μεγαλύτερο μέρος ἀπό τό φωτιζόμενο ἡμισφαίριό της καί ὁ μηνίσκος εἶναι τώρα ἀμφίκυρτος. Μετά 7 ἡμ. καί 9 ὥρ. ἀπό τό Π.Τ., ἡ σελήνη ἔρχεται σέ ἀντίθεση (ἀποχή 180°) καί στρέφει στή γῆ ὀλόκληρο τό φωτιζόμενο ἡμισφαίριό της· τότε λέγομε ὅτι ἔχουμε **πανσέληνο**. Κατά τήν πανσέληνο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

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

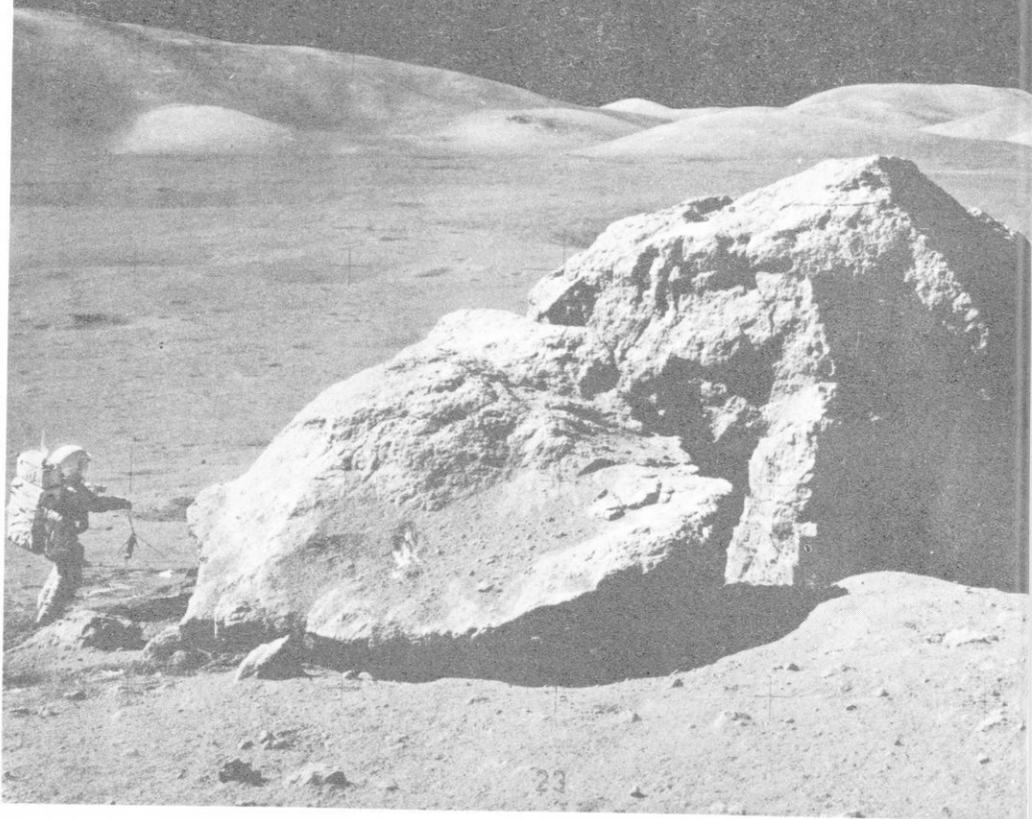
Συνοδικός μήνας εἶναι ὁ χρόνος πού χρειάζεται ἡ σελήνη ξεκινώντας ἀπό σύνοδο νά θρεθεῖ σέ σύνοδο. Αὐτός ὁ χρόνος εἶναι ἴσος μέ 29 ἡμ. 12 ὥρες 44 λ. 2,86 δ. ἢ 29,531 ἡμ.

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

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



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



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

Στίς ὀμαλές καί ἐπίπεδες ἐκτάσεις τοῦ σεληνιακοῦ ἐδάφους, 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 (εἰκ. 21).

Θερμοκρασία και εξέλιξη της σελήνης. Έπειδή δέν υπάρχει ατμόσφαιρα, τή σελήνη τήν προσβάλλει άπευθείας ή ήλιακή άκτινοβολία κατά τή διάρκεια τής «ήμέρας» τής (διαρκεί 14 γήινες ήμέρες) και ή θερμοκρασία γίνεται μεγαλύτερη άπό 100° C. Έτσι, και άν ύπηρε νερό, αυτό θά έξατμιζόταν. Τή νύχτα ή θερμοκρασία στήν επιφάνειά τής πέφτει στους -150° C. Στο έσωτερικό ή θερμοκρασία είναι λίγες έκατοντάδες βαθμοί Κελσίου, γι' αυτό ύποθέτουμε ότι μπορεί νά ύπάρχει νερό σέ στερεή κατάσταση. Έχουμε ένδειξεις, ότι ή σελήνη έχει μικρό πυρήνα, μέ διάμετρο 1000 km περίπου, σέ ρευστή ή πλαστική κατάσταση.

Άπό τά πετρώματα και τή χονδρή άμμο, πού μετέφεραν στή γή οί Άμερικανοί άστροναύτες του προγράμματος «Άπόλλων», όπως και τίς έρευνες τών Σοβιετικών «Λούνα», διαπιστώθηκε, ότι ή ήλικία τής σελήνης είναι 2,5 έως 3,9 δισεκατομμύρια έτη (είκ. 22). Ένα άπό τά παραπάνω πετρώματα έχει ήλικία 4,5 δισεκατομμύρια έτη. Οί μόνες φανερές άλλαγές στήν επιφάνειά τής προέρονται άπό τήν πώση τεράστιων μετεωριτών, γιατί, έξαιτίας τής μεγάλης θερμοκρασίας πού δημιουργείται, προκαλείται μερικό λειώσιμο τών πετρωμάτων.

Άπό τούς σειсмоγράφους πού έγκατέστησαν στή σελήνη διαπιστώθηκε ότι παρατηρούνται σεισμοί βάθους και φλοιού.

Η σελήνη δέν έχει καμιά μορφή ζωής· ούτε σέ μεγάλης ήλικίας πετρώματα διαπιστώθηκε όργανική ζωή.

Η ήλικία τής σελήνης, πού αναφέραμε πίο πάνω, είναι περίπου ή ίδια μέ τήν ήλικία τής γής. Αυτό συμφωνεί μέ τήν ήλικία, πού ύπολογίζεται ότι έχει τό ήλιακό σύστημα.

Άσκήσεις.

54. Νά βρείτε τήν άπόσταση γής-σελήνης. Η παράλλαξη τής σελήνης είναι 57' 2".

55. Νά βρείτε τήν άκτίνα τής σεληνιακής σφαίρας. Η μέση φαινόμενη διάμετρος τής είναι: 31' 5".

56. Νά βρείτε πόσες γήινες άκτίνες είναι ή άπόσταση γής-σελήνης.

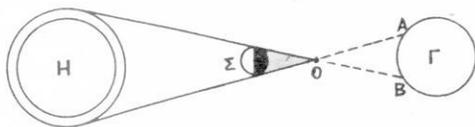
57. Νά όρίσετε τήν άπόσταση γής-σελήνης σέ α.μ. και ε.φ.

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

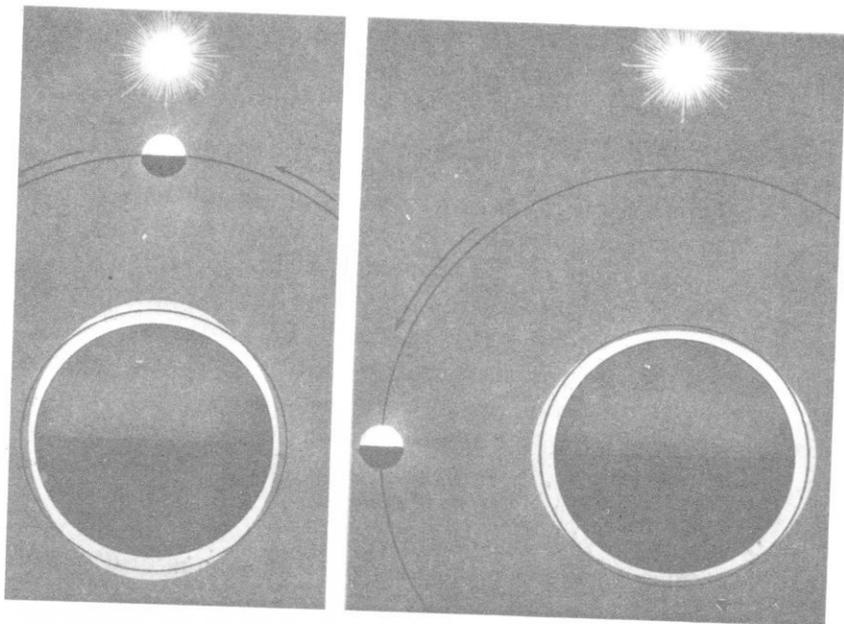
Ὅταν ἡ σκιά τῆς σελήνης φθάσει στή γῆ, τότε, καθώς κινεῖται ἡ σελήνη, ἡ σκιά της σκεπάζει στήν ἐπιφάνεια τῆς γῆς μιά λουρίδα, πού τό πλάτος της μπορεῖ νά φθάσει τά 300 km. Τότε, καί σ' ὄλους τούς τόπους, ἀπό τούς ὁποίους περνᾷ ἡ σκιά, ὁ δίσκος τῆς σελήνης κρύβει τό δίσκο τοῦ ἡλίου, γιατί ἡ φαινόμενη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

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

Ἐχει παρατηρηθεῖ, κυρίως σέ στενά περάσματα θαλασσῶν, ὅπως πρῶθμους, 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. Δηλαδή³ 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



Είκ. 23. Ήξήγηση τοϋ φαινόμενου τών παλίρροιών. Ήριστερά· κατά τή φάση τής Ν.Σ. ή συνδυασμένη έλξη σελήνης και ήλιου προκαλεί ίσχυρότερη παλίρροια. Δεξιά, κατά τόν τετραγωνισμό, ή έλξη τής σελήνης έξουδετερώνεται έν μέρει από τήν έλξη τοϋ ήλιου και ή παλίρροια είναι άσθενέστερη.

Τό φαινόμενο τής παλίρροιας προκαλείται κυρίως από τή σελήνη. Πρώτος ό Νεύτωνας έξήγησε τό φαινόμενο τών παλίρροιών. Ήχει άποδειχτεί ότι ή έλξη τής σελήνης πάνω στό υγρό στοιχείο τής γής είναι 2,2 φορές μεγαλύτερη από τήν έλξη, πού άσκει στό ίδιο στοιχείο ό ήλιος. Μέ αυτό ως δεδομένο, άν ύποθέσουμε, ότι όλη ή επιφάνεια τής γής καλύπτεται από νερά, τότε μέ τήν επίδραση τής έλξεως τής σελήνης τά νερά τών θαλασσών θά μαζεΰονταν περισσότερο πρός τό μέρος τής σελήνης και, όπως διδάσκει ή Μηχανική τών ρευστών, θά μαζεΰονταν και στό διαμετρικά αντίθετο μέρος τής γής. Τότε όμως τό σχήμα τής γής θά ήταν έλλειψοειδές (είκ. 23) και όχι σφαιρικό. Ήν μάλιστα πρός τό μέρος τής σελήνης βρεθεί και ό ήλιος (σύνοδος), τότε ή συνδυασμένη έλξη ήλιου και σελήνης θά κάνει τό έλλειψοειδές περισσότερο πλατύ· αυτό ακριβώς συμβαίνει στίς συ-

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

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

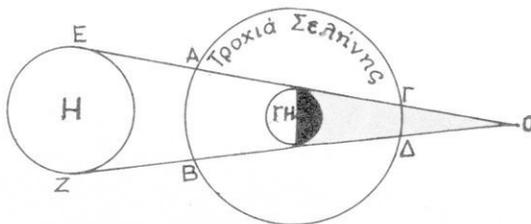
Σήμερα δεχόμαστε την έξης έξήγηση: Τό κύμα της παλίρροιας έρχεται κυρίως από τή Μεσόγειο θάλασσα στην Εύβοια και μπαίνει στό βόρειο και νότιο Εύδοϊκό μέ κατεύθυνση προς τόν Εύριπο. Έπειδή υπάρχει διαφορά στό μήκος της διαδρομής από βορρά προς νότο, τό κύμα πού έρχεται από τό νότο φθάνει στόν Εύριπο 1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

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

Άσκησης.

65. Νά βρεΐτε τὸ μῆκος τῆς σκιάς τῆς σελήνης, ὅταν: α) ἡ γῆ βρῖσκεται στὸ περι-ἥλιο καὶ ἡ σελήνη στὸ περίγειο, β) ἡ γῆ βρῖσκεται στὸ ἀφῆλιο καὶ ἡ σελήνη στὸ ἀπόγειο.

66. Στὸ σχῆμα 23, ἀφοῦ παρατηρήσετε καλά τὰ τόξα AB καὶ ΓΔ τῆς τροχιάς τῆς γῆς, νά δικαιολογήσετε, γιατί οἱ ἐκλείψεις τοῦ ἡλίου εἶναι περισσότερες ἀπὸ τῆς σελήνης.



Σχ. 23.

67. Δείξτε σέ σχῆμα, πού θά σχεδιάσετε, τὸ μηχανισμό τῶν ἡλιακῶν καὶ τῶν σεληνιακῶν ἐκλείψεων.

ΟΥΡΑΝΙΑ ΣΦΑΙΡΑ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΗ ΧΡΟΝΟΥ

18. Γῆ καὶ οὐράνια σφαῖρα.

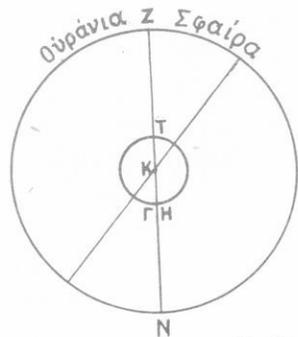
Οὐράνια σφαῖρα ὀνομάζουμε τὴ σφαῖρα πού περιβάλλει τὴ γῆ καὶ πάνω της φαίνονται νὰ εἶναι καρφωμένοι οἱ ἀστέρες.

Κέντρο τῆς σφαίρας αὐτῆς εἶναι τὸ κέντρο K τῆς γῆς (σχ. 24). Ἐπειδὴ ὅμως ἡ ἀκτίνα τῆς οὐράνιας σφαίρας μπορεῖ νὰ θεωρηθεῖ ὅτι ἔχει ἄπειρο μῆκος, γι' αὐτό θεωροῦμε τὴν ἀκτίνα $K\Gamma$ τῆς γήινης σφαίρας ἀμελητέα καὶ παίρνουμε τυχαῖο σημεῖο T τῆς ἐπιφάνειας τῆς γῆς ὡς κέντρο τῆς οὐράνιας σφαίρας. Ἔτσι μπορούμε νὰ πάρουμε ὡς ἀκτίνα τὴν TZ , ἀντὶ τὴν KZ . Μπορούμε νὰ ποῦμε, γιὰ μεγαλύτερη ἀπλούστευση, ὅτι ὁ τόπος T τῆς ἐπιφάνειας τῆς γῆς συμπίπτει μὲ τὸ κέντρο K τῆς οὐράνιας καὶ τῆς γήινης σφαίρας.

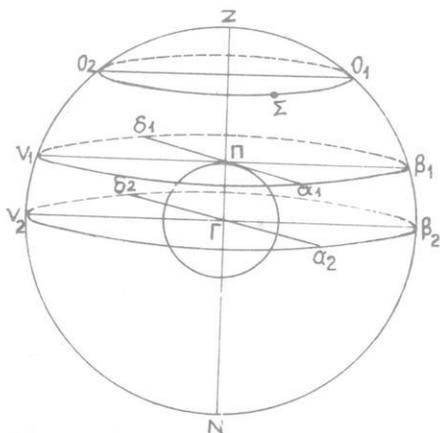
Τὴν οὐράνια σφαῖρα τὴν ὀνομάζουμε καὶ οὐράνιο θόλο ἢ ἀπλά, οὐρανό. Τὸ γαλάζιο χρῶμα του ὀφείλεται κυρίως στὴ διάχυση τῆς γαλάζιας, ἰδιαίτερα, ἀκτινοβολίας τοῦ ἡλιακοῦ φωτός ἀπὸ τὰ μόρια τῆς γήινης ἀτμόσφαιρας.

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

Ἄν προεκτείνουμε τὴν κατακόρυφο ἑνός τόπου, λ.χ. T (σχ. 24), νοερῶς πρὸς τὰ ἐπάνω, αὐτὴ συναντᾷ τὴν οὐράνια σφαῖρα στὸ σημεῖο Z . Τὸ σημεῖο αὐτὸ τὸ ὀνομάζουμε **Ζενίθ** τοῦ τόπου T . Ἄν προεκτείνουμε τὴν κατακόρυφο πρὸς τὰ κάτω, αὐτὴ θὰ περάσει ἀπὸ τὸ κέντρο τῆς γῆς K καὶ θὰ συναντήσει τὴν οὐράνια σφαῖρα στὸ σημεῖο N , πού εἶναι διαμετρικὰ ἀντίθετο ἀπὸ τὸ Z . Τὸ σημεῖο N τὸ ὀνομάζουμε **Ναδίθ** τοῦ τόπου T .



Σχ. 24



Σχ. 25

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

Φυσικὸ ὀριζόντιο ἑνὸς τόπου ὀνομάζουμε τὴ γραμμὴ, πού ὁ οὐρανὸς φαίνεται ὅτι ἀγγίζει τὴ γῆ. Κάθε ἐπίπεδο, κάθετο στὴν κατακόρυφο, ὀνομάζεται **ὀριζόντιο ἐπίπεδο**.

Ἐστω παρατηρητῆς, πού στέκει στὸ σημεῖο Π τῆς ἐπιφάνειας τῆς γῆς Γ (σχ. 25). Τὸ ὀριζόντιο ἐπίπεδο, πού περνᾶ ἀπὸ τὰ μάτια του, τέμνει τὴν οὐράνια σφαῖρα σὲ σχῆμα κύκλου $\beta_1 \delta_1 \nu_1 \alpha_1$. Κέντρο τοῦ κύκλου αὐτοῦ εἶναι τὸ σημεῖο Π, πού στέκει ὁ παρατηρητῆς. Διὰ μέτρος του εἶναι ἡ $\delta_1 \nu_1$, πού εἶναι κάθετη στὴν κατακόρυφο ΖΝ. Τὸν κύκλο $\beta_1 \delta_1 \nu_1 \alpha_1$ ὀνομάζουμε **αἰσθητὸ ὀριζόντιο** τοῦ σημείου Π.

Ζενίθια ἀπόσταση ἑνὸς σημείου τῆς οὐράνιας σφαίρας ἢ ἑνὸς ἀστέρα, σὲ ὀρισμένη στιγμή, ὀνομάζουμε τὴ γωνιώδη ἀπόσταση τοῦ σημείου ἀπὸ τὸ ζενίθ τοῦ τόπου, πού στεκόμαστε. Τὴ ζενίθια ἀπόσταση τὴ συμβολίζουμε μὲ τὸ γράμμα Ζ καὶ τὴ μετροῦμε πάνω στὸν κατακόρυφο κύκλο, πού περνᾶ ἀπὸ τὸ σημεῖο ἢ τὸν ἀστέρα, ἀρχίζοντας ἀπὸ τὸ ζενίθ. Μεταβάλλεται ἀπὸ 0° ἕως 180° . Ἡ Ζ τοῦ ἀστέρα Σ (σχ. 26) εἶναι ἡ ΖΟΣ, πού μέτρος τῆς εἶναι τὸ τόξο ΖΣ.

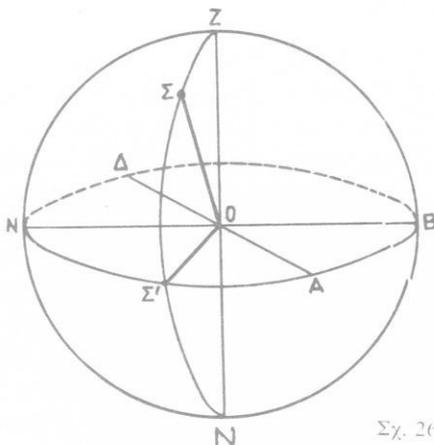
Ὑψος ἑνὸς σημείου ἢ ἀστέρα, σὲ κάποια ὀρισμένη στιγμή, ὀνομάζουμε τὴ γωνιώδη ἀπόστασή του ἀπὸ τὸν ὀριζόντιο τοῦ τόπου, πού στεκόμαστε. Γιὰ νὰ βροῦμε τὸ ὕψος τοῦ ἀστέρα Σ (σχ. 26), φέρνουμε τὴν κατακόρυφό του ΖΣΝ καὶ ἀπὸ τὸ θ φέρνουμε τὶς ἀκτίνες ΟΣ καὶ ΟΣ'. Ἡ γωνιώδης ἀπόσταση τοῦ ἀστέρα Σ ἀπὸ τὸν ὀριζόντιο θά εἶναι ἡ γωνία Σ'ΟΣ, μὲ μέτρο τὸ τόξο Σ'Σ.

Ἡ γωνία ΝΟΣ', πού μετράει τὴ διέσθη γωνία μεταξύ μεσημερι-

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

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

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



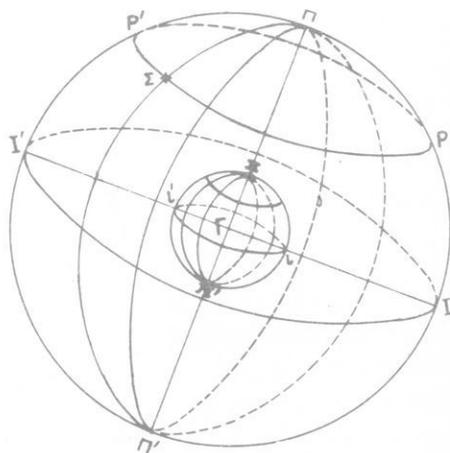
Σχ. 26

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

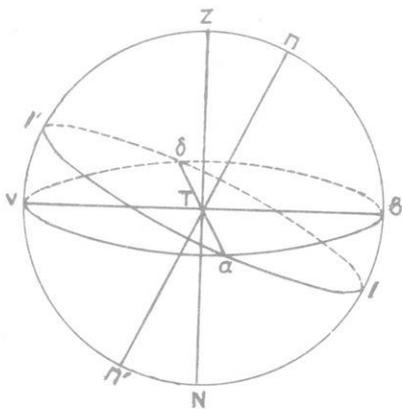
τὰ π καὶ π' τῆς γῆς (σχ. 27). Τὸν $\Pi\Pi'$ ὀνομάζουμε **ἄξονα τῆς οὐράνιας σφαίρας** ἢ καὶ **ἄξονα τοῦ κόσμου**.

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

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



Σχ. 27



Σχ. 28

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

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

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

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

Έστω βδνα ό αισθητός ορίζοντας στον τόπο Τ, κάθετος στην κατακόρυφο ΖΝ, και ΙΔΙ'α ό ουράνιος ισημερινός, κάθετος στον άξονα του κόσμου ΠΠ'. Ο ουράνιος μεσημβρινός του τόπου, όπως βλέπουμε, τέμνει τόν ορίζοντα κάθετα στην κοινή διάμετρό τους βδ. Αυτή τή διάμετρο τήν ονομάζουμε **μεσημβρινή γραμμή**.

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

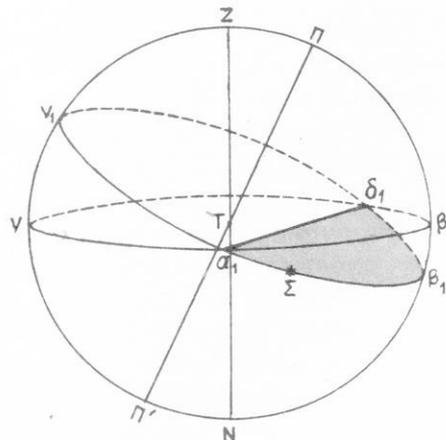
κινούμαστε, μᾶς δημιουργείται ἡ ἐντύπωση ὅτι κινοῦνται τὰ δένδρα, τὰ σπίτια, οἱ λόφοι κλπ. μέ φορά ἀντίθετη ἀπό αὐτή πού κινούμαστε. Ἀκόμα, ὅπως ἀκριβῶς, ἂν περιστραφεῖ κάποιος γύρω ἀπό τόν ἑαυτό του, νομίζει ὅτι καί τὰ γύρω του ἀντικείμενα κινοῦνται κυκλικά, ἀλλά μέ ἀντίθετη φορά. Ἔτσι καί ἔξαιτίας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

Ἐς παρακολοθησομε τήν κίνηση τοῦ ἀστέρα Σ' (σχ. 29), καθώς αὐτός διαγράφει τήν περιφέρεια τοῦ παράλληλου κύκλου του ΣαινιδιδιΣ. Ὄταν φθάνει στό σημείο αι, στό σημείο δηλαδή τῆς τροχιᾶς του μέ τόν ὀρίζοντα αινιδι τοῦ τόπου Τ, λέμε ὅτι ὁ ἀστέρας **ἀνατέλλει**. Ἐπειδή ἐκείνη τήν ὥρα ὁ ἀστέρας βρίσκεται πάνω στόν ὀρίζοντα, τό ὕψος του εἶναι 0° . Ὁ ἀστέρας προχωρεῖ καί φθάνει στό σημείο νι. Ἐκεῖ ἔχει τό μεγαλύτερο ὕψος του, ἐπάνω ἀπό τόν ὀρίζοντα, ἴσο μέ τό τόξο ννι. Στή συνέχεια τό ὕψος του ἀρχίζει νά ἐλαττώνεται καί τελικά φθάνει στό σημείο δι, πού εἶναι τό ἄλλο ἄκρο τῆς τομῆς αιδι τῆς τροχιᾶς του μέ τόν ὀρίζοντα. Τότε τό ὕψος του γίνεται πάλι 0° καί λέμε ὅτι ὁ ἀστέρας τή στιγμή αὐτή **δύει**.

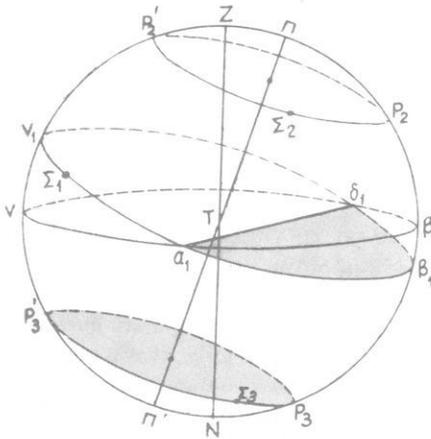
Ἡμερήσιο τόξο ἀστέρα, ὀνομάζουμε τό τόξο, πού διαγράφει ὁ ἀστέρας πάνω ἀπό τόν ὀρίζοντα τοῦ τόπου, πού στεκόμαστε, ὅπως εἶναι τό τόξο αινιδι τοῦ ἀστέρα Σ (σχ. 29). **Νυχτερινό τόξο** ἀστέρα, ὀνομάζουμε τό τόξο, πού διαγράφει ὁ ἀστέρας κάτω ἀπό τόν ὀρίζοντα τοῦ τόπου, πού στεκόμαστε, ὅπως εἶναι τό τόξο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

Ἄνω μεσουράνηση ἀστέρα, ὀνομάζουμε τή στιγμή πού ὁ ἀστέρας ἔχει τό μεγαλύτερο ὕψος του σέ ἓνα τόπο, ἀνεξάρτητα ἂν εἶναι ἀειφανής ἢ ἀφανής στόν τόπο αὐτό. Ἔτσι ὁ ἀστέρας Σ₁ (σχ. 30) μεσουρανεῖ ἄνω στό σημείο νι τῆς τροχιᾶς του. Ὁ ἀειφανής Σ₂ ἔχει τήν ἄνω μεσουράνησή του στό σημείο Ρ₂ καί ὁ ἀφανής Σ₃, ὅταν φθάνει στό σημείο Ρ₃ τῆς τροχιᾶς του.

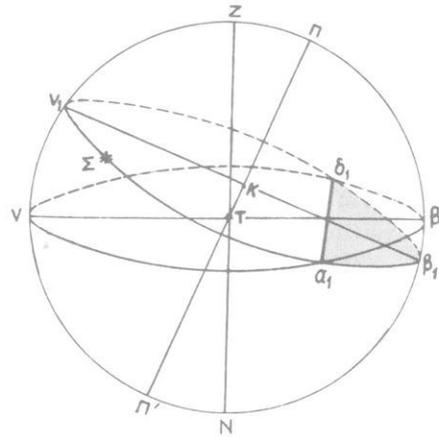
Κάτω μεσουράνηση ἀστέρα, ὀνομάζουμε τή στιγμή, πού ὁ ἀστέρας ἔχει τό μικρότερο ὕψος του σέ ἓνα τόπο.



Σχ. 29



Σχ. 30



Σχ. 31

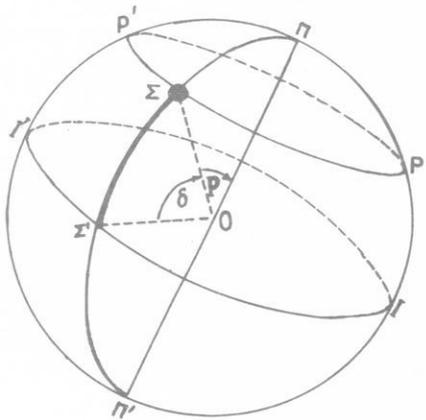
Ο οὐράνιος μεσημβρινός έχει δύο βασικές ιδιότητες:

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

Απόκλιση και πολική απόσταση άστέρα. Απόκλιση ενός άστέρα Σ (σχ., 32) ονομάζουμε τή γωνιώδη απόστασή του από τόν οὐράνιο ισημερινό ΙΣ'ΤΙ.

Γιά νά βροϋμε τήν απόκλιση τού άστέρα Σ, φέρνουμε τόν ωριαίο κύκλο του ΠΣΣ'Π' και από τό Ο τίς δύο όπτικές άκτίνες ΟΣ και ΟΣ'. Η ΟΣ', όπως βλέπουμε, κατευθύνεται πρός τό Σ', πού είναι τό σημείο τομής τού ισημερινού από τόν ωριαίο τού άστέρα. Η γωνιώδης απόσταση τού άστέρα Σ από τόν ισημερινό είναι ή γωνία Σ'ΟΣ, πού μέτρο της είναι τό τόξο Σ'Σ τού ωριαίου τού άστέρα Σ. Τήν απόκλιση τή συμβολίζουμε μέ τό γράμμα δ και τή μετροϋμε πάνω στόν ωριαίο τού άστέρα. Αρχίζουμε τή μέτρηση από τό σημείο Σ' τού ισημερινού· μπορεί νά μεταβάλλεται από 0^ο έως 90^ο. Θετική είναι, άν ό άστέρας βρίσκεται στό δόρειο ήμισφαίριο τού οὐρανού· άρνητική, άν ό άστέρας βρίσκεται στό νότιο ήμισφαίριο.

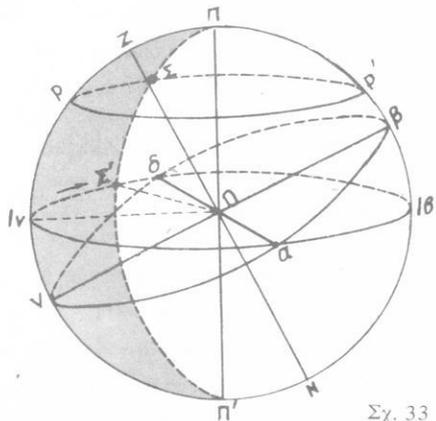
Πολική απόσταση ενός άστρα ονομάζουμε τή γωνιώδη απόστασή του από τό δόρειο πόλο τής ουράνιας σφαίρας. Έτσι ή πολική απόσταση του Σ (σχ. 32) είναι ή γωνία $\text{ΠΟ}\Sigma$, πού μέτρο της είναι τό τόξο ΠΣ του ώριαίου του άστρα Σ . Τήν πολική απόσταση συμβολίζουμε μέ τό γράμμα P καί τή μετρούμε πάνω στον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



Σχ. 32

Έστω ό τόπος O καί θανδδ ό δόριζόντάς του (σχ. 33). Ό ώριαίος $\text{ΠΣΠ}'$ του άστρα Σ τέμνει τόν ουράνιο ίσημερινό ΙθαΙνδ στό σημείο Σ' καί σχηματίζει μέ τό μεσημβρινό $\text{ΠΖΠ}'\text{Ν}$ τή διέδρη γωνία $\text{ΙνΠΠ}'\Sigma$. Αντίστοιχη τής διέδρης αútης στό έπίπεδο του ίσημερινού είναι ή γωνία $\text{ΙνΟΣ}'$, γιατί τό σημείο Ιν είναι τό σημείο πού ό ουράνιος ίσημερινός τέμνεται από τό μεσημβρινό. Η διέδρη γωνία $\text{ΙνΠΠ}'\Sigma$ καί ή αντίστοιχή της έπίπεδη $\text{ΙνΟΣ}'$ έχουν ως μέτρο τό τόξο $\text{ΙνΣ}'$ του ίσημερινού.

Ωριαία γωνία του άστρα Σ ή άλλου τυχαίου σημειου τής ουράνιας σφαίρας ονομάζουμε τή διέδρη γωνία, πού ό ώριαίος του άστρα ή του σημείου σχηματίζει μέ τό μεσημβρινό του τόπου, πού θρισκόμαστε. Τήν ώριαία γωνία συμβολίζουμε μέ τό γράμμα H καί τή μετρούμε πάνω στην περιφέρεια του ίσημερινού. Η μέτρηση αρχίζει από τό σημείο Ιν , στό όποιο ό ουράνιος ίσημερινός τέμνεται από τό με-



Σχ. 33

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

Ἀσκήσεις.

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

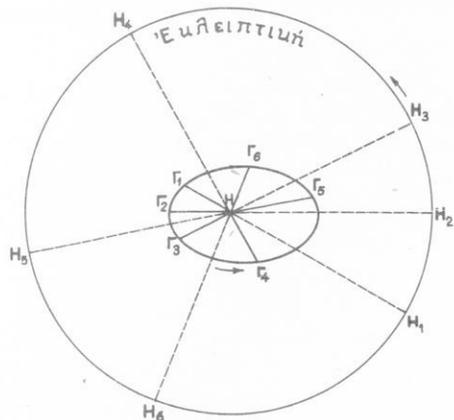
19. Ὁ ἥλιος στήν οὐράνια σφαίρα. Οὐρανογραφικές συντεταγμένες.

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

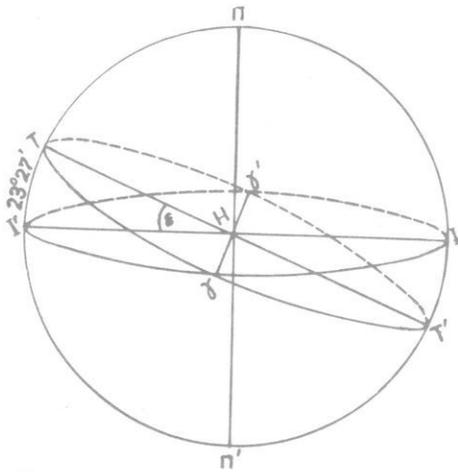
Οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες τό μέγιστο κύκλο τῆς ἐτήσιας τροχιάς τοῦ ἡλίου τόν ὀνόμασαν **ἐκλειπτική**.

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

Πραγματικά, ἂν Γ εἶναι μιá τυχαία θέση τῆς γῆς πάνω στήν ἔλλειπτική τροχιά της γύρω ἀπό τόν ἥλιο H (σχ. 34), τότε ἀπό τή θέση αὐτή ὁ ἥλιος φαίνεται, στήν οὐράνια σφαίρα, στή θέση H_1 . Ἡ θέση H_1 ὀρίζεται ἀπό τήν προέκταση τῆς ὀπτικῆς ἀκτίνας $\Gamma_1 H$ (πού διευθύνεται ἀπό τή γῆ Γ πρὸς τόν ἥλιο H), μέχρι νά φθάσει τήν οὐράνια σφαίρα. Ἡ γῆ, καθῶς κινεῖται ἀπό τά δυτικά πρὸς τά ἀνατολικά γύρω ἀπό τόν ἥλιο, ὅταν σέ κάποιο διάστημα, π.χ. ἕνα μήνα, φθάσει στή θέση Γ_2 , τότε ὁ ἥλιος θά φαίνεται νά προβάλλεται μέ τόν ἴδιο τρόπο, στή θέση H_2 τῆς οὐράνιας σφαίρας. Ἐνα μήνα ἀργότερα ἡ γῆ θά ὀρίσεται στή θέση Γ_3 καί ὁ ἥλιος θά φαίνεται στή θέση H_3



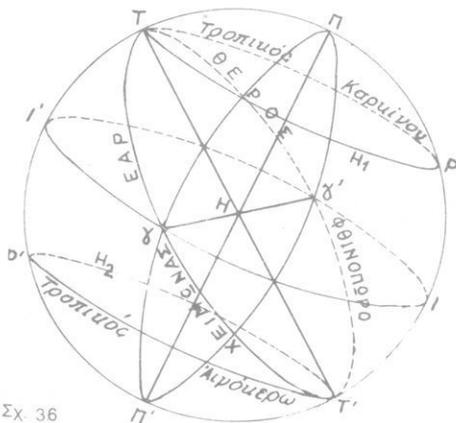
Σχ. 34



Σχ. 35.

Την απόσταση γης - ήλιου μπορούμε νά τή θεωρήσουμε άμελητέα, άν λάβουμε ύπόψη μας τό άπειρο μήκος τής ακτίνας τής ουράνιας σφαίρας. Μπορούμε ακόμα νά θεωρήσουμε ως σημείο - κέντρο - τής ουράνιας σφαίρας όλόκληρη τήν τροχιά τής γης γύρω από τόν ήλιο.

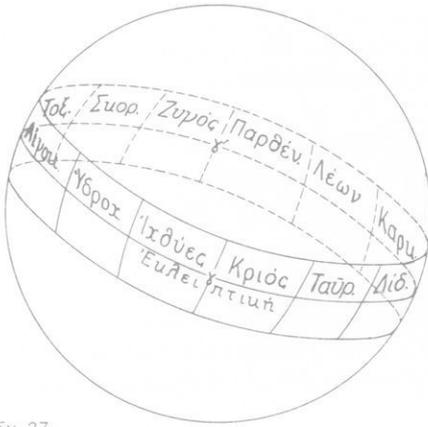
Έτσι, άν Η είναι τό κέντρο τής ουράνιας σφαίρας, ΠΠ' ό άξονάς της (σχ. 35) καί ΓΓ' ό ίσημερινός της, τότε γΓ'Τ' είναι ή έκλειπτική, πού σχηματίζει μέ τόν ίσημερινό τή διέδρη γωνία Γ'γγ'Τ'. Αντίστοιχη διέδρη τής γωνίας αυτής είναι ή επίπεδη γωνία ΓΗΤ=ε, μέ μέτρο τό τόξο ΙΤ ή τό ΙΤ'. Η γωνία αυτή πού είναι σταθερή καί ίση μέ 23° 27', ονομάζεται **λόξωση τής έκλειπτικής**.



Σχ. 36

τής ουράνιας σφαίρας κ.ο.κ. "Όστε, όπως ή γη κινείται κατά τήν όρθή φορά γύρω από τόν ήλιο, ό ήλιος φαίνεται ότι κινείται στήν ουράνια σφαίρα μέ τήν ίδια φορά. Έτσι, όταν ή γη συμπληρώσει τήν ετήσια περιφορά της πάνω στήν έλλειπτική τροχιά της γύρω από τόν ήλιο καί γυρίσει στό σημείο Γ1, από όπου ξεκίνησε, ό ήλιος συμπληρώνει τό μέγιστο κύκλο τής ουράνιας σφαίρας Η1, Η2... Η6, Η1.

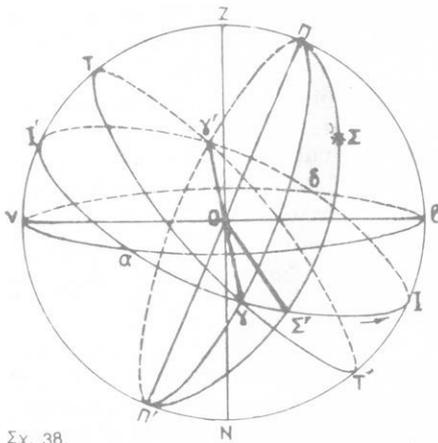
Ίσημερινή γραμμή ονομάζεται ή διάμετρος γΓ' τής ουράνιας σφαίρας (σχ. 36), κατά τήν οποία τέμνονται ό ουράνιος ίσημερινός ΓΓ' καί ή έκλειπτική Τ'γγ'Τ'. Τά πέρατα τής γ καί γ' ονομάζονται **ισημερινά σημεία**. Από αυτά τό γ, όπου ό ήλιος θρόσκεται κατά τήν **εαρινή ίσημερία**, (21 Μαρτίου) ονομάζεται **εαρινό ίσημερινό σημείο**, ενώ τό γ', όπου ό ήλιος φθάνει μετά από έξι μήνες κατά τή **φθινοπωρινή ίσημερία** (23



Σχ. 37

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

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



Σχ. 38

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

Από τό έαρινό ισημερινό σημείο ο ήλιος άνεβαίνει στό βόρειο ήμισφαίριο του ούρανού και μετά τρεις μήνες (στις 22 Ιουνίου) φθάνει στό βορειότερο σημείο της εκλειπτικής, τό Τ. Από τό σημείο αυτό αρχίζει νά κατεβαίνει, τ ρ ε π ό μ ε ν ο ς (γυρίζοντας) και πάλι προς τόν ισημερινό. Τό σημείο Τ' ονομάζεται **θερινό τροπικό σημείο** ή **θερινή τροπή**.

Κατά την αρχαιότητα οί Έλληνες αστρονόμοι είχαν διαπιστώσει, ότι οί πλανήτες, καθώς κινούνται γύρω από τόν ήλιο, διαγράφουν τίζ τροχιές τους μέσα σέ μία στενή ζώνη του ούρανού μέ πλάτος 16°, ή όποία-διχοτομούνταν μάλιστα από τήν εκλειπτική. Η ζώνη αυτή χωριζόταν σέ δώδεκα ίσα μέρη (σχ. 37), τά όποία ονομάστηκαν **οίκοι (του ήλιου)**, γιατί μέσα στον καθένα τους παραμένει ο ήλιος κάθε χρόνο για ένα μήνα. Επειδή μάλιστα, στό καθένα από τά δώδεκα αυτά τμήματα, οί ευρι-

σκόμειοι άστέρες άποτελοΰσαν άντίστοιχα και άπό ένα άστειρισμό, πού σινηθως όνομάζονταν μέ τό όνομα ενός ζώου, οί οίκοι όνομάζονταν και ζώδια, ενώ όλόκληρη ή ζώνη όνομάστηκε ζωδιακή ζώνη ή και ζωδιακός κύκλος.

Όρθή άναφορά άστέρα. Έστω ό τόπος **O** και βανδβ ό όρίζοντάς του (σχ. 38). (Στό σχήμα χρειαζόμαστε τόν όρίζοντα για να άναγνωρίσουμε τίς θέσεις τών κυριών σημειών αυτου, προκειμένου να καθορίσουμε τήν όρθή φορά άπό τή δύση πρός τήν άνατολή).

Έστω άκόμα ό ίσημερινός $I\gamma I\gamma'$ και ή έκλειπτική $\gamma T\gamma'T'$, ένω $\gamma\gamma'$ είναι ή τομή τους, δηλαδή ή γραμμή τών ίσημεριών. Έχουμε επίσης τόν κόλουρο τών ίσημεριών $\Pi\gamma\Pi'\gamma'$, δηλαδή τόν ώριαίο, πού περνά άπό τά ίσημερινά σημεία γ και γ' , και τόν ώριαίο του άστέρα Σ , δηλαδή τό ήμικύκλιο $\Pi\Sigma\Pi'$. Ό ώριαίος αυτός τέμνει τόν ουράνιο ίσημερινό στό σημείο Σ' .

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

Η όρθή άναφορά του άστέρα Σ (σχ. 38) είναι ή διέδρη γωνία $\gamma\Pi\Pi'\Sigma$, πού σχηματίζει ό ώριαίος του άστέρα $\Pi\Sigma\Pi'$ μέ τό ήμικύκλιο του κολουρου τών ίσημεριών, πού περνά άπό τό έαρινό σημείο γ , δηλαδή μέ τό $\Pi\gamma\Pi'$. Αντίστοιχη τής διέδρης γωνίας είναι ή έπίπεδη γωνία $\gamma O\Sigma'$, πού θρίσκεται στό έπίπεδο τών ίσημεριου. Μέτρο τής είναι τό $\gamma\Sigma'$, πού είναι και μέτρο τής διέδρης. Η όρθή άναφορά συμβολίζεται μέ τό γράμμα a . Τή μετροΰμε πάνω στήν περιφέρεια του ίσημεριου, αρχίζοντας άπό τό γ , κατά τήν όρθή φορά, δηλαδή άπό τή δύση πρός τήν άνατολή και μεταβάλλεται άπό 0° έως 360° .

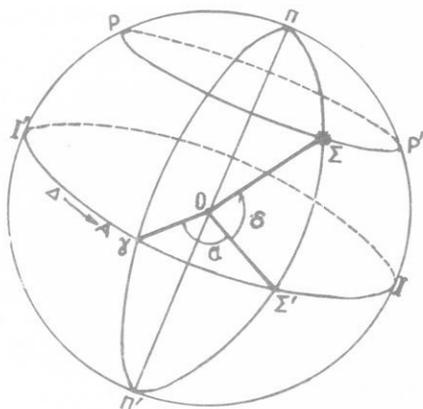
Έτσι μεταξύ όρθης άναφοράς και ώριαίας γωνίας ύπάρχουν οι εξής διαφορές:

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

β) Ένω τήν ώριαία γωνία τή μετροΰμε κατά τήν άνάδρομη φορά ($A \rightarrow \Delta$), τήν όρθή άναφορά τή μετροΰμε κατά τήν όρθή φορά ($\Delta \rightarrow A$).

Θέση σημείου στήν ουράνια σφαίρα. Έστω άστέρας Σ , πού ό ώριαίος του είναι ό $\Pi\Sigma\Pi'$ (σχ. 39) και ό παράλληλός του ό $\Pi\Sigma\Pi'$. Αν $\Pi\gamma\Pi'$ είναι ό ώριαίος του γ , τότε ή όρθή άναφορά του είναι ίση

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

Ἀσκήσεις.

86. Νά δεῦτε τήν ἀπόκλιση τῶν σημείων γ , Γ , γ' καί Γ' .
87. Νά καθορίσετε τοὺς γεωμετρικούς τόπους τῶν σημείων τῆς οὐράνιας σφαίρας, πού ἔχουν: α) $\delta = +23^\circ 27'$ καί β) $\delta = -23^\circ 27'$.
88. Ποιός εἶναι ὁ γεωμετρικός τόπος τῶν σημείων, πού ἔχουν $\alpha = 247^\circ$;
89. Νά δεῦτε τήν ὀρθή ἀναφορά τοῦ σημείου γ' καί τῶν τροπῶν.
90. Ποιές εἶναι οἱ οὐρανογραφικές συντεταγμένες τῶν σημείων γ , γ' , Γ καί Γ' τῆς ἐκλειπτικῆς (σχ. 38);
91. Ποιές εἶναι οἱ οὐρανογραφικές συντεταγμένες τοῦ ἡλίου κατά τό χειμερινό ἡλιοστάσιο καί τή φθινοπωρινή ἰσημερία;
92. Σέ τί διαφέρει, ὡς πρός τή θέση, τό σημείο γ τοῦ οὐρανοῦ ἀπό τό Γκρήνουιτς, πού ὀρίζεται στή γῆ καί ἔχει γεωγραφικό πλάτος $\varphi = +51^\circ 28' 38''$;

20. Ἡμέρα, ἡλιακός καί παγκόσμιος χρόνος.

Γιά τή μέτρηση τοῦ χρόνου χρησιμοποιοῦνται ὡς μονάδες:

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

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

Στήν Ἀστρονομία δέ χρησιμοποιεῖται ὁ ἥλιος γιά τή μέτρηση τῆς διάρκειας τῆς ἡμέρας, ἀλλά τό ἔαρινό ἰσημερινό σημεῖο γ. Τό σημεῖο γ, ὅπως ξέρουμε, εἶναι ἓνα 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 ἀστέρες, ἔτσι καί τό σημεῖο γ, ἐξαιτίας τῆς φαινόμενης περιστροφῆς τῆς οὐράνιας σφαίρας, διαγράφει καθημερινά μία πλήρη περιφέρεια. Ἐπειδή ὁμως θρῖσκεται πάνω στόν ἰσημερινό, ἀντί νά γράφει παράλληλο, διαγράφει τόν ἴδιο τόν ἰσημερινό. Ἄν πάρουμε ὡς ἀρχή τῶν συνεχῶν περιφορῶν τοῦ γ μία ἀπό τίς ἄνω μεσουρανήσεις του, εἶναι φανερό, ὅτι τό γ θά ἐπιστρέφει πάντοτε σ' αὐτή, κάθε μία ἀστρική ἡμέρα, δηλαδή κάθε 23 ὥρ. 56 λ. 4 δ.

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

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

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

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

“Ωστε, ο αστρικός χρόνος, σε μιά οποιαδήποτε στιγμή, θά είναι ίσος με την τιμή της ωριαίας γωνίας του σημείου γ κατά την ίδια στιγμή.

“Εστω άστέρως Σ_1 (σχ. 40), πού βρίσκεται πάνω στο μεσημβρινό του τόπου Τ, κατά την άνω μεσουράνησή του. “Αν γ είναι τό έαρινό ισημερινό σημείο και ΠγΠ' ό ωριαίος του, τότε ή ωριαία γωνία του ΙΤγ μετρά τόν αστρικό χρόνο Τ, κατά τή στιγμή της άνω μεσουρανήσεως του άστέρω Σ_1 . Τήν ίδια γωνία, αν τή μετρήσουμε κατά όρθή φορά (άπό τό γ προς τό Ι), θά βροϋμε ότι είναι ίση με την όρθή αναφορά α_1 του άστέρω Σ_1 . Θά έχουμε δηλαδή:

$$\boxed{T = \alpha_1} \quad (1)$$

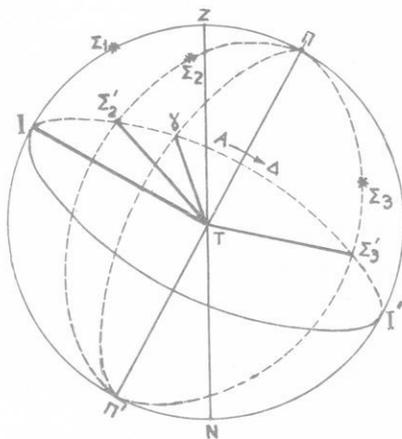
“Από τά παραπάνω δγάζουμε τό συμπέρασμα, ότι, όταν ένας άστέρως μεσουρανεί άνω, τότε ή όρθή αναφορά του είναι ίση με τόν αστρικό χρόνο.

Αυτό σημαίνει, ότι, για νά βροϋμε τήν όρθή αναφορά ενός άστέρω, θά πρέπει νά έπισημάνουμε τή στιγμή πού βρίσκεται στην άνω μεσουράνησή του.

“Όπως δλέπουμε στο σχήμα 40, όταν ένας άστέρως Σ_2 ά κ ο λ ο υ θ ε ι τό γ, βρίσκεται ανατολικά του Σ_1 και μεταξύ του ωριαίου του γ και του μεσημβρινού του τόπου. Η ωριαία γωνία του H_2 είναι ίση με τό τόξο ΙΣ' και ή όρθή αναφορά του α_2 ίση με τό τόξο γΣ'. “Ετσι ο αστρικός χρόνος $T = \text{τόξ. Ιγ}$ είναι ίσος με τό άθροισμα $H_2 + \alpha_2$.

Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ότι ο αστρικός χρόνος Τ είναι ίσος με τό άθροισμα της ωριαίας γωνίας και της όρθης αναφοράς του άστέρω, πού ά κ ο λ ο υ θ ε ι τό γ στην ήμερήσια κίνηση της ούράνιας σφαιράς.

“Έχουμε δηλαδή



Σχ. 40

$$T = H + \alpha$$

(2)

Ἐὰς παρακολουθήσουμε τώρα τὸν ἀστέρα Σ₃, πού προηγείται τοῦ γ, στή φαινόμενη κίνηση τῆς οὐράνιας σφαίρας. Ἡ ὠριαία γωνία τοῦ H₃ εἶναι ἴση μέ τό τόξο ΙΣ' καί ἡ ὀρθή ἀναφορά τοῦ α₃ εἶναι τό τόξο γΠ'Σ' (τῆς κοίλης γωνίας). Τό ὑπόλοιπο τόξο τῆς περιφέρειας τοῦ ἡμερινοῦ, δηλαδή τό γΣ' εἶναι ἴσο μέ 24 ὥρ. -α₃. Ἔτσι θά ἔχουμε: H₃ = ΙΣ' = Ιγ + γΣ'.

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 ἀστέρα, πού π ρ ο π ο ρ ε ῦ ε τ α ι τοῦ γ στήν ἡμερήσια κίνηση τῆς οὐράνιας σφαίρας, εἶναι ἴσο μέ τόν ἀστροικό του χρόνο, αὐξημένο κατά 24 ὥρες, δηλαδή κατά μία ἀστροική ἡμέρα.

Ἐνομάζουμε 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.

Ἔτσι, ἂν συμβεῖ στίς 21 Μαρτίου, ἀκριβῶς τό μεσημέρι, τό κέντρο τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου νά συμπέσει μέ τό γ, τότε, στό διάστημα τῆς ἀστροικῆς 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 μία ἀστροική ἡμέρα, ὁ ἥλιος θά θρῖσκεται ἀ ν α τ ο λ ι κ ὄ τ ε ρ α 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-

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

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

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

Ο ήλιος, μολοντί κανονίζει γενικά την καθημερινή ζωή (μέ τά διαδοχικά φαινόμενα της ημέρας και της νύχτας, πού προκαλεί), δέν προσφέρεται γιά τή μέτρηση του χρόνου. Γι' αυτό θεοπίστηκε νά γίνεται ή μέτρηση με 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 ίσημερινό,
- γ) ότι συμπληρώνει τήν περιφέρεια του ίσημερινού στον ίδιο χρόνο, πού χρειάζεται-ται ο αληθινός ήλιος, γιά νά συμπληρώσει τήν περιφέρεια τής εκλειπτικής, δηλαδή ένα έτος.

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

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

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

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

Σύμφωνα μέ τόν όρισμό της, ή μέση ήλιακή ημέρα, αστρονομικά, αρχίζει από τή μεσημβρία. Γιά πρακτικούς όμους λόγους, στήν καθημερινή ζωή, δεχτήκαμε, ότι αρχίζει από τό μεσονύκτιο.

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

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

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

Είναι φανερό, πώς, άν υπήρχε πραγματικά ο μέσος ήλιος, τότε ο αληθινός ήλιος άλλοτε θά προπορευόταν και άλλοτε θά τόν ακολουθούσε. Επομένως και ή έξιίσωση

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

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

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

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

Γιά νά μήν ἔχει κάθε τόπος δικό του μέσο ἡλιακό χρόνο, τοπικό, ὁπότε ἄλλη ὥρα θά εἶχε ἡ Ἀθήνα, ἄλλη ἡ Πάτρα, ἄλλη ἡ Μυτιλήνη, πού θά δυσκόλευε πολύ ὄχι μόνο τίς τηλεπικοινωνίες καί τίς συγκοινωνίες, ἀλλά γενικά καί τή συνεννόηση, χρησιμοποιήθηκε τό σύστημα τοῦ **παγκόσμιου χρόνου**, πού στηρίζεται στό χωρισμό τῆς γῆς σέ 24 ἴσες **ὠριαίες ἀτράκτους**.

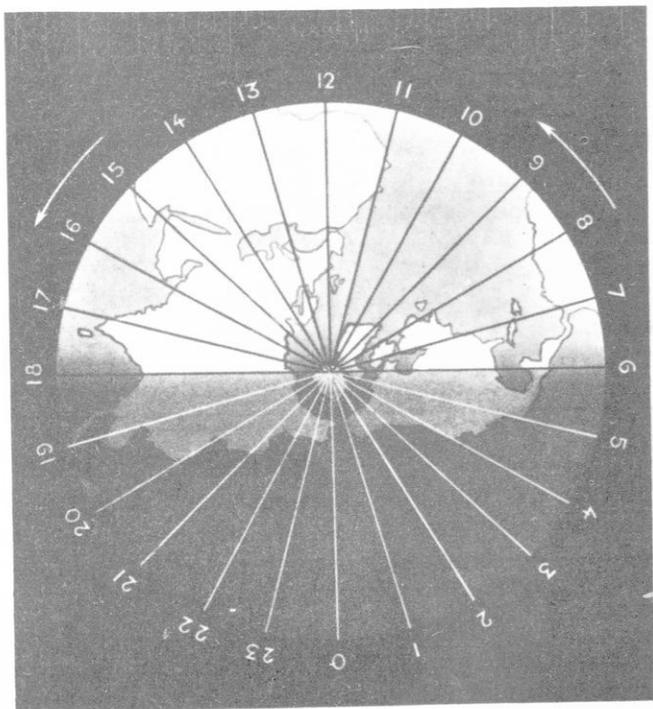
Ἄτραπετος ὀνομάζεται τό μέρος τῆς σφαίρας, πού ὀρίζεται ἀπό δύο μεσημβρινούς τῆς. Οἱ 24 ἴσες ἀτράκτοι τῆς γῆς δίνουν σ' αὐτή τή μορφή πορτοκαλιοῦ, πού ἔχει 24 ἴσες φέτες.

Κάθε ἀτράκτος ἔχει πλάτος 15° (διότι $360^\circ:24=15^\circ$). Καί ἐπειδή $15^\circ=1$ ὥρα, οἱ 24 ἀτράκτοι λέγονται **ὠριαίες**.

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

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

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



Σχ. 41 Οι 24 άτρακτοι της γής.

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

Η Εύρώπη έκτείνεται στίς τρείς πρώτες άτράκτους. Οι ώρες πού άντιστοιχούν σ' αυτές είναι: τής μηδενικής άτράκτου (Γκρήνουιτς), **ώρα δυτικής Εύρώπης**· τής 1ης άτράκτου, **ώρα Κεντρικής Εύρώπης**· καί τής 2ης άτράκτου, **ώρα ανατολικής Εύρώπης**.

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

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

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

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

Ἀσκήσεις.

93. Ἐνας ἀστέρας μεσουρανεῖ ἄνω τήν 23 ὥρ. 35 λ. 47,8 δ., πόση εἶναι ἡ ὀρθή ἀναφορά του.

94. Ποιά εἶναι ἡ ἀστρική ὥρα σέ τόπο Τ, στόν ὁποῖο μεσουρανεῖ ἄνω ἀστέρας μέ $\alpha=3$ ὥρ. 9 λ. 39 δ.;

95. Νά βρεῖτε, πόσο διαρκεῖ τό προμεσημβρινό τμήμα τῆς ἡμέρας καί πόσο τό μεταμεσημβρινό: α) στίς 14 Μαΐου, β) στίς 26 Ἰουλίου, καί γ) στίς 3 Νοεμβρίου, στήν Πάτρα, ὅταν $L=21^{\circ} 44' 20''$ Α.

96. Ποιά διαφορά σέ τοπικό χρόνο παρουσιάζει ἡ Ἀλεξανδρούπολη ἀπό τήν Ἀθήνα (L° Ἀλεξ. $=25^{\circ} 53' 40''$ Α).

97. Τό Τόκιο ἔχει $L=9$ ὥρ. 18 λ. 10 δ. Νά βρεῖτε: α) σέ ποιά ἄτρακτο ἀνήκει ἡ Ἰαπωνία καί β) ποιά ὥρα δείχνουν ἐκεῖ τά ρολόγια, ὅταν στήν Ἑλλάδα δείχνουν 7 ὥρ. 31 λ. 25 δ.;

98. Γιατί, ὅταν κινούμαστε ἀπό τή δύση πρὸς τήν ἀνατολή καί συμπληρώσουμε τό γύρο τῆς γῆς, κερδίζουμε μιά ἀκέραيه ἡμέρα; (Αὐτό εἶχε συμβεῖ στοὺς ταξιδιωτές τοῦ ἔργου τοῦ Ἰουλίου Βέρν «Ὁ γύρος τοῦ κόσμου σέ 80 ἡμέρες»).

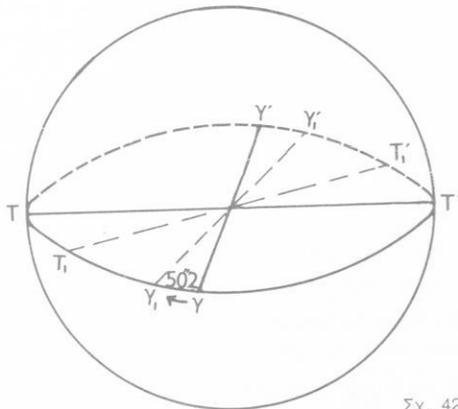
99. Ἐνα πυραυλοκίνητο ἀεροπλάνο, πού ἀναπτύσσει ταχύτητα ἴση μέ τήν περιστροφή τῆς γῆς, ἀναχωρεῖ ἀπό τό ἀεροδρόμιο τοῦ Ἑλληνικοῦ τό μεσημέρι τῆς 1ης Ἀπριλίου καί κινεῖται ἀπὸ Α πρὸς Δ. Ἀπαντήσετε: α) Γιατί σέ ὄλη του τῆ διαδρομῇ θά ἔχει συνεχῶς μεσημβρία; β) Ποιά ἡμερομηνία πρέπει νά δείχνει τό ἡμερολόγιό του, ὅταν γυρίσει πίσω στό Ἑλληνικό ὑστερα ἀπὸ 24 ὥρες, καί γιατί;

21. Ἔτος, ἡμερολόγια, ἑορτὴ τοῦ Πάσχα.

Ἀστροκὸ ἔτος ὀνομάζουμε τό χρόνο, πού χρειάζεται ἡ γῆ, γιὰ νά συμπληρώσει μιά περιφορά τῆς γύρω ἀπὸ τόν ἥλιο, ἢ τό χρόνο πού χρειάζεται ὁ ἥλιος, γιὰ 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 $\gamma\Gamma\gamma'T'$ (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, εξαιτίας τής μεταπτώσεως τών ισημεριών,



Σχ. 42

ή $\gamma\gamma'$ θά κινηθεί κατά τήν ανάδρομη φορά καί θά πάρει τή θέση $\gamma\gamma'$. Η $\gamma\gamma'$ 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 $\gamma\gamma'$. Τότε όμως ό ήλιος δέ θά έχει διαγράψει ακόμα ολόκληρη τήν περιφέρεια τής έκλειπτικής. Θά έχει διαγράψει τό τόξο $\gamma\Gamma\gamma\gamma'$, 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 αντιλαμβανόμαστε από τή συνεχή έναλλαγή τών εποχών του έτους.

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

Γιά να υπάρχει έναρμόνιση μεταξύ τής φυσικής διάρκειας του

τροπικου έτους και της διάρκειας του πολιτικού έτους, επινοήθηκαν κατά καιρούς διάφορα **ήμερολόγια**.

Τό Ίουλιανό και τό Γρηγοριανό ήμερολόγιο. Τό Ίουλιανό ήμερολόγιο είναι αυτό, πού ονομάζομε σήμερα παλαιό ήμερολόγιο. Ονομάζεται Ίουλιανό από τό όνομα του Ρωμαίου αυτοκράτορα Ίούλιου Καίσαρα, ό όποιος τό καθιέρωσε τό 44 π.Χ. σ' όλη τήν έκταση του Ρωμαϊκου κράτους.

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

Ο Ίούλιος Καίσαρας κάλεσε, τότε, από τήν Άλεξάνδρεια τόν Έλληνα αστρονόμο Σωσιγένη να διορθώσει τό ήμερολόγιο. Ο Σωσιγένης χρησιμοποίησε τό τροπικό έτος για τή μέτρηση των έτων. Έτσι παρέτεινε τό έτος 45 π.Χ. κατά 80 ήμέρες, οι όποιες όμως δέ μετρήθηκαν· γιατί τόσες περισσότερες ακριδώς είχαν μετρηθεί έως τότε, χωρίς στήν πραγματικότητα να έχουν διανυθει. Μέ τόν τρόπο αυτό, τό 44 π.Χ., ή έαρινή ισημερία ήλθε στή φυσική της θέση, στις 23 Μαρτίου.

Ο Σωσιγένης όμως υπολόγιζε τή διάρκεια του τροπικου έτους ίση μέ 365,25 ήμ., δηλαδή μεγαλύτερη από τήν πραγματική. Γι' αυτό και θέσπισε, ώστε τά έτη να έχουν 365 ήμέρες και σε κάθε τέταρτο έτος να προσθέεται μιá ακόμα ήμέρα (0,25x4=1 ήμ.). Τά έτη αυτά, πού είχαν 366 ήμέρες, ονομάστηκαν δίσεκτα. Καί αυτό, γιατί ή 366η ήμέρα, αρχικά, έμπαινε ανάμεσα στήν 24η και 25η Φεβρουαρίου, πού τότε ονομαζόταν «έκτη πρό των καλενδών του Μαρτίου», και μετροῦνταν, για δεύτερη φορά, ως δίς έκτη. Σήμερα ή 366η ήμέρα των δίσεκτων έτων μετριέται, ως 29η Φεβρουαρίου.

Κατά τούς χριστιανικούς χρόνους θεσπίσθηκε να θεωρούνται ως δίσεκτα εκείνα τά έτη, πού ό αριθμός τους είναι διαιρετός μέ 4.

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

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

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

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

Μὲ τὴ ρύθμιση αὐτὴ ὑπάρχει πάλι καθυστέρηση στό ἡμερολό-
γιο, ἀλλὰ εἶναι μίαν ἡμέρα περίπου κάθε 4000 ἔτη.

Τό καινούριο ἡμερολόγιο ὀνομάσθηκε **Γρηγοριανό** ἀπὸ τὸ ὄνομα τοῦ πάπα Γρηγορίου τοῦ ΙΓ'.

Τό Γρηγοριανό ἡμερολόγιο τὸ δέχτηκαν ὅλα τὰ πολιτισμένα κράτη. Στὴν Ἑλλάδα ἐγίνε δεκτὸ τὸ 1923. Ἐπειδὴ ὅμως ἀπὸ τὸ 1582 ἕως τὸ 1923 μ.Χ. εἶχε γίνε καθυστέρηση στοῦ Ἰουλιανὸ ἄλλες τρεῖς ἡμέρες (δηλαδή 13 ἡμέρες ἀπὸ τὸ 325 μ.Χ.), ἡ 16η Φεβρουαρίου 1923 ἐγίνε στοῦ ἡμερολόγιο 1 Μαρτίου 1923.

Τό Γρηγοριανό ἡμερολόγιο στὴν Ἑλλάδα ὀνομάζεται συνήθως νέο ἡμερολόγιο, ἐνῶ τὸ Ἰουλιανὸ παλαιό ἡμερολόγιο.

Ἐπειδὴ οἱ Ἑβραῖοι γιορτάζαν τὸ Πάσχα κατὰ τὴν ἡμέρα τῆς πανσέληνου, πού γινόταν μετὰ τὴν ἔαρινή ἰσημερία, καὶ ἐπειδὴ ὁ Ἰησοῦς Χριστὸς ἀναστήθηκε μετὰ τὴν ἑορτὴ τοῦ ἑβραϊκοῦ πάσχα, δηλαδή μετὰ τὴν ἔαρινή πανσέληνο, γι' αὐτὸ ἡ Α' Οἰκουμενικὴ Σύνοδος, στὴ Νίκαια τὸ 325 μ.Χ., θέσπισε γιὰ τὸν ἑορτασμὸ τοῦ Πάσχα τὸν ἑξῆς κανόνα:

Τό Χριστιανικὸ Πάσχα πρέπει νὰ γιορτάζεται τὴν πρώτη Κυριακὴ μετὰ τὴν πανσέληνο, πού θὰ γίνε κατὰ τὴν ἡμέρα τῆς ἔαρινῆς ἰσημερίας ἢ μετὰ ἀπ' αὐτή. Ἄν ὅμως ἡ πανσέληνος γίνε Κυριακὴ, τότε τὸ Πάσχα θὰ ἑορτάζεται τὴν ἐπόμενη Κυριακὴ. Αὐτὸ ἐγίνε, γιὰ νὰ μὴ συμπίπτει ποτὲ τὸ Χριστιανικὸ μὲ τὸ Ἑβραϊκὸ Πάσχα.

Ἐπομένως, γιὰ νὰ βροῦμε, πότε θὰ γιορταστεῖ τὸ Πάσχα κάποιος ἔτος, εἶναι ἀρκετὸ νὰ γνωρίζουμε, ποιά εἶναι ἡ ἡμερομηνία τῆς ἔαρινῆς πανσέληνου. Τότε Πάσχα θὰ ἔχουμε τὴν πρώτη, μετὰ τὴν πανσέληνο, Κυριακὴ. Ἡ ἡμερομηνία τῆς ἔαρινῆς πανσέληνου ὑπολογίζεται ἀπὸ τοὺς Ὁρθόδοξους μὲ τὸν ὀνομαζόμενον κύκλο τοῦ Μέτωνα.

Τό παγκόσμιον ἡμερολόγιο. Ἀπὸ τὰ ἡμερολόγια, πού ἔχουν προταθεῖ, αὐτὸ πού φαίνεται ὅτι δοῖσκειται πιὸ κοντὰ στὴ λύση τοῦ θέματος τῆς καθυστέρησεως εἶναι τὸ **παγκόσμιον ἡμερολόγιο.**

Σύμφωνα μ' αὐτὸ τὸ ἔτος διαίρεται σὲ 4 τρίμηνα μὲ 91 ἡμέρες κάθε ἓνα καὶ 13 ἑβδομάδες ($13 \times 7 = 91$). Οἱ πρῶτοι μῆνες τῶν τριμήνων (Ἰανουάριος, Ἀπρίλιος, Ἰούλιος καὶ Ὀκτώβριος) ἔχουν ἀπὸ 31 ἡμέρες. Ὅλοι οἱ ἄλλοι μῆνες ἔχουν ἀπὸ 30. Ἐτοῖ τὸ ἔτος ἔχει συνολικά (4×91) 364 ἡμέρες καὶ 52 ἑβδομάδες ($52 \times 7 = 364$).

Ἡ 1η ἡμέρα τοῦ ἔτους καὶ ἡ 1η κάθε τρίμηνου εἶναι πάντοτε Κυριακὴ. Ἐξἄλλου 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 μῆς ἡμέρας τῆς ἐβδομάδας θά εἶναι οἱ ἴδιες πάντοτε μέ μία ἡμέρα ἄλλης ἐβδομάδας, δηλαδή μία γιορτή, π.χ. τοῦ Ἁγίου Δημητρίου, πού γιορτάζεται στίς 26 Ὀκτωβρίου, θά εἶναι πάντοτε ἡμέρα Πέμπτη.

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

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

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

Τό παγκόσμιο ἡμερολόγιο, ἂν γίνει τελικά δεκτό, θά εἶναι παγκόσμιο πραγματικά, γιατί θά ἰσχύει σ' ὅλο τόν κόσμο. Μέχρι τώρα τό ἔχουν ἀποδεχθεῖ ὁ Ο.Η.Ε., ὄλοι οἱ ἀρχηγοί τῶν διάφορων θρησκειῶν, ἀλλά και γενικότερα ὄλοι 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 δίσεκα μπαίνει μετά τίς 30 Ἰουνίου. | | |

Ἀσκήσεις.

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

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

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

ΚΟΣΜΟΓΟΝΙΑ

22. Μικροκοσμογονία και μακροκοσμογονία.

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

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

Κοσμογονικές θεωρίες πού διατυπώθηκαν μέχρι σήμερα εἶναι:

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

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

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

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

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

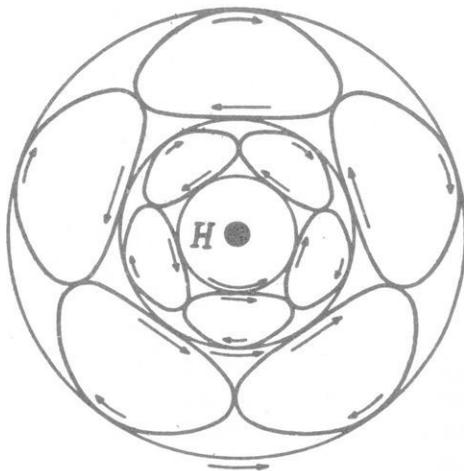
δ) Ὁ ἥλιος καί ὅλοι οἱ πλανῆτες, ἐκτός ἀπό ἕνα, περιστρέφονται γύρω ἀπό τόν ἄξονά τους ἀπό τή Δ πρὸς τήν Α. Τήν ἴδια κίνηση ἐκτελοῦν καί οἱ δακτύλιοι τοῦ Κρόνου.

ε) Γιά τοὺς 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 πρωτοῦ ἥλιος. Γύρω ἀπό τόν πρωτοῦ ἥλιο ὑπῆρχε ἓνα κέλυφος ἀπό ἀεριώδη ἢ νεφελική ὕλη, ὕδρογόνο καί ἥλιο, σέ πολύ μεγάλη ἔκταση, μέ μάζα τό 0,1 τῆς μάζας τοῦ πρωτοῦ ἥλιου.

Ὁ Weizsaecker ἔκανε τήν ὑπόθεση, πῶς ἡ κεντρική μάζα (ὁ πρωτοῦ ἥλιος) διαμορφώθηκε στό σημερινό μας ἥλιο. Στό νεφελικό κέλυφος δημιουργήθηκαν στρόβιλοι, ἕξαιτίας ἑσωτερικῶν 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 ἐξελίχθηκαν σέ πλανῆτες (Σχ. 43).

Τῆ 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 δέχτηκε ὁ Weizsaecker.



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

Ὁ Kuiper δέχτηκε, ὅτι ἀπό τοὺς στρόβιλους σχηματίσθηκαν συμπυκνώσεις σ' ὅλη τήν ἔκταση τοῦ νεφελικοῦ δίσκου, πού ἐξελίχθηκαν ἀργότερα σέ πρωτοπλανῆτες. Οἱ κεντρικοί πυρήνες τῶν πρωτοπλανητῶν περιεῖχαν ὕδρογόνο, ἥλιο, ὕδατους καί ἀμμωνία.

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

χές πού πλησίαζαν ὁ ἕνας τόν ἄλλο, μέ ἀποτέλεσμα ἄλλοι νά καταστρέφονται καί ἄλλοι νά δέχονται ὕλη καί ἔτσι νά αὐξάνει ἡ μάζα τους. Οἱ δορυφόροι τῶν πλανητῶν δημιουργήθηκαν ἀπό τούς πρωτοπλανῆτες, ὅπως δημιουργήθηκαν οἱ πλανῆτες γύρω ἀπό τόν πρωτοῆλιο. Δηλαδή σέ μερικούς πρωτοπλανῆτες, ἀπό ὀρισμένα αἷτια, σχηματίστηκε γύρω τους ἕνας πείριστεφερόμενος δίσκος, ὅπως αὐτός πού σχηματίστηκε γύρω ἀπό τόν πρωτοῆλιο, ἀπό τόν ὁποῖο δημιουργήθηκαν οἱ δορυφόροι.

23. Διαστολή καί ἡλικία τοῦ Σύμπαντος.

Ὁ Ἀμερικανός ἀστρονόμος Σλάιφερ (Slipher) παρατήρησε, ἀπό τό 1912, ὅτι οἱ περισσότεροι γαλαξίες παρουσιάζουν μετάθεση στίς γραμμές τοῦ φάσματός τους πρὸς τό ἔρυθρό. Αὐτό φανέρωνε πῶς οἱ γαλαξίες ἀπομακρύνονται μέ ταχύτητα μερικές ἑκατοντάδες χιλιόμετρα τό δευτερόλεπτο. Ἀργότερα οἱ Ἀμερικανοί ἀστρονόμοι Χάμπλ (Hubble) καί Χιούμασον (Humason), διαπίστωσαν ὅτι ἀπομάκρυνση παρουσίαζαν καί οἱ πολύ ἀπομακρυσμένοι ἀπό μᾶς ἀμυδροὶ γαλαξίες. Βοήθηκαν μάλιστα, ὅτι ὅσο πιό μακριά θρῖσκονται οἱ γαλαξίες, τόσο οἱ ταχύτητες πού ἀπομακρύνονται εἶναι μεγαλύτερες.

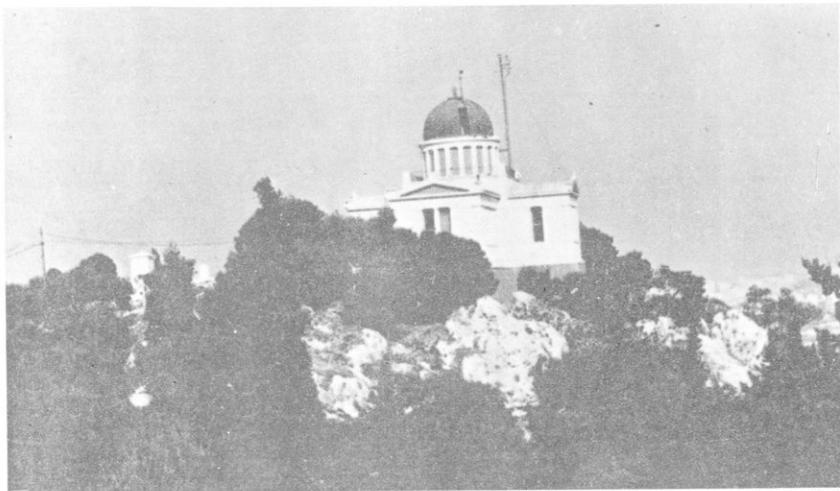
Ἀφοῦ ὁμως οἱ γαλαξίες ἀπομακρύνονται μέ κάποια ταχύτητα καί μέ μεγαλύτερη ταχύτητα αὐτοὶ πού θρῖσκονται πιό μακριά, συμπεραίνουμε πῶς τό σύμπαν φαίνεται νά διαστελλεται. Γι' αὐτό καί τό φαινόμενο τῆς ἀπομακρύνσεως τῶν γαλαξιών ὀνομάζεται διαστολή τοῦ σύμπαντος.

Δεχόμαστε, σήμερα, τή θεωρία τοῦ Lemaître (Λεμαίτρ), ὅτι οἱ γαλαξίες προῆλθαν ἀπό τήν ἔκρηξη ἑνός ἀρχικοῦ «πυκνοῦ» – ἀτόμου. Ἄν οἱ ταχύτητες, πού δημιουργήθηκαν ἀπό τήν ἔκρηξη καί πού θά πρέπει νά μὴν ἦταν ἴσες, ἐξακολουθοῦν νά παραμένουν σταθερές μεταξύ τους, τότε καί οἱ ἀποστάσεις μεταξύ τῶν γαλαξιών θά πρέπει νά εἶναι ἀνάλογες μέ τίς ταχύτητές τους. Μ' αὐτό τόν τρόπο μπορούμε νά ὑπολογίσουμε, πότε ἔγινε ἡ ἀρχική ἔκρηξη, γιατί γνωρίζουμε τίς ἀποστάσεις, πού ἔχουν ἀρκετά σμήνη γαλαξιών καί μάλιστα τά πιό ἀπομακρυσμένα ἀπό μᾶς. Μποροῦμε δηλαδή νά ὑπολογίσουμε πρὶν πόσο χρόνο οἱ γαλαξίες καί τά σμήνη ἦταν συγκεντρωμένα στήν ἀρχική σφαῖρα. Ἀπό τό νόμο τῆς διαστολῆς

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

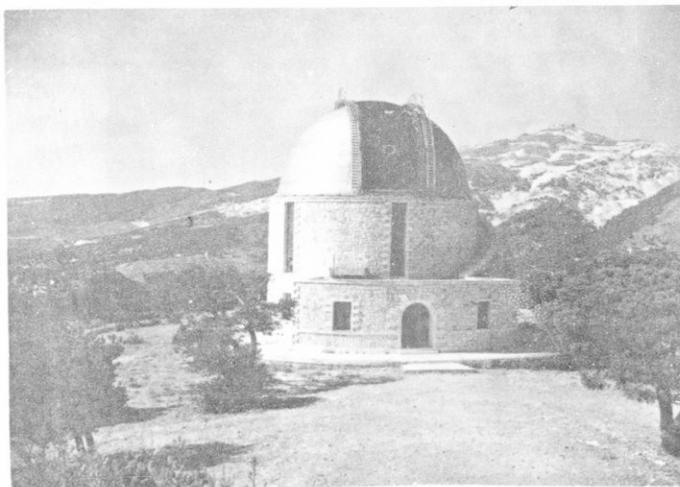
Ἀρχή καί τέλος τοῦ σύμπαντος. Ἡ Κοσμογονία κατόρθωσε νά εἰσδύσει στά βάθη τοῦ σύμπαντος, μέχρι τήν ἀρχή τῆς διαστολῆς του, ὅταν σχηματίζονταν τά στοιχεῖα τῆς ὕλης. Δέν κατόρθωσε ὅμως ἀκόμα νά δώσει ἀπάντηση στό βασικό ἐρώτημα: Πῶς δημιουργήθηκε τό ἀρχικό καί πολύ πυκνό σύμπαν-ἄτομο; Ἀπό πού πῆρε τήν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

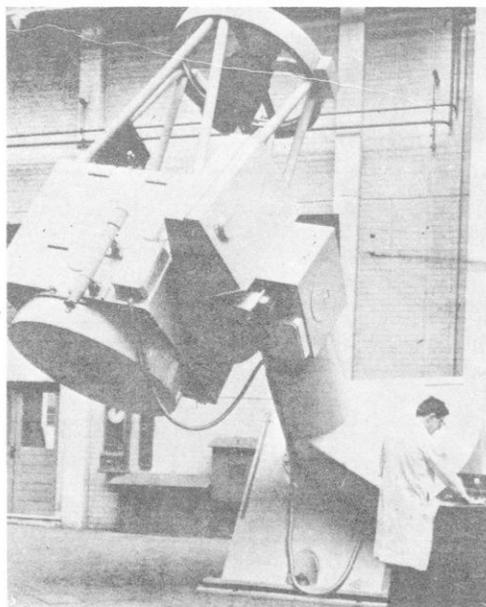
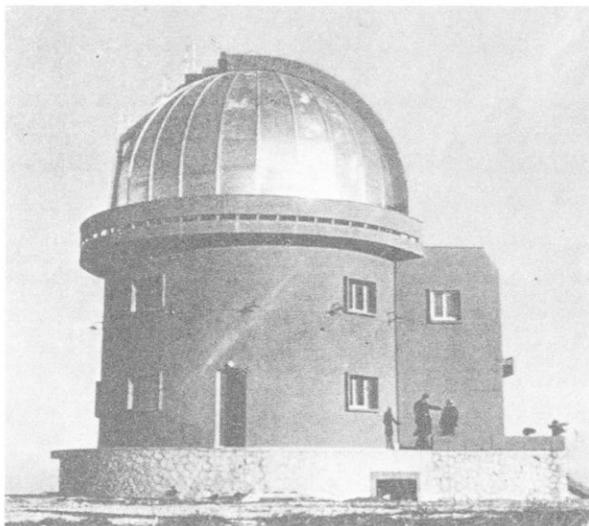
Ὁ σύγχρονος Ἀγγλος ἀστρονόμος, καθηγητής W. Smart, γράφει: «Ὅταν ἐξετάζουμε τό σύμπαν, μποροῦμε νά ἐκτιμήσουμε καί τό μέγεθος καί τό ρυθμό, πού ἐπικρατεῖ σ' αὐτό, ὥστε νά ἀναγνωρίζουμε μιᾶ Δημιουργική Δύναμη, ἕνα Κοσμικό Σκοπό, πού δέν μπορεῖ νά συλλάβει ὁ ἀνθρώπινος νοῦς... Γιά πολλούς ἀπό μᾶς, εἴτε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



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

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





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

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

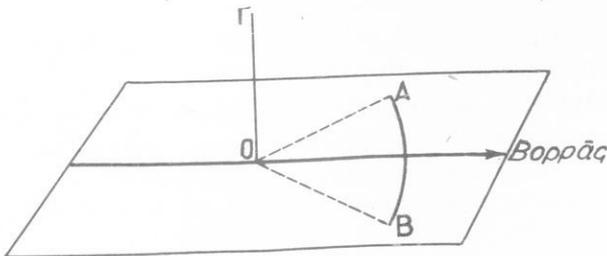
24. Γνώμονας και τηλεσκόπιο.

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

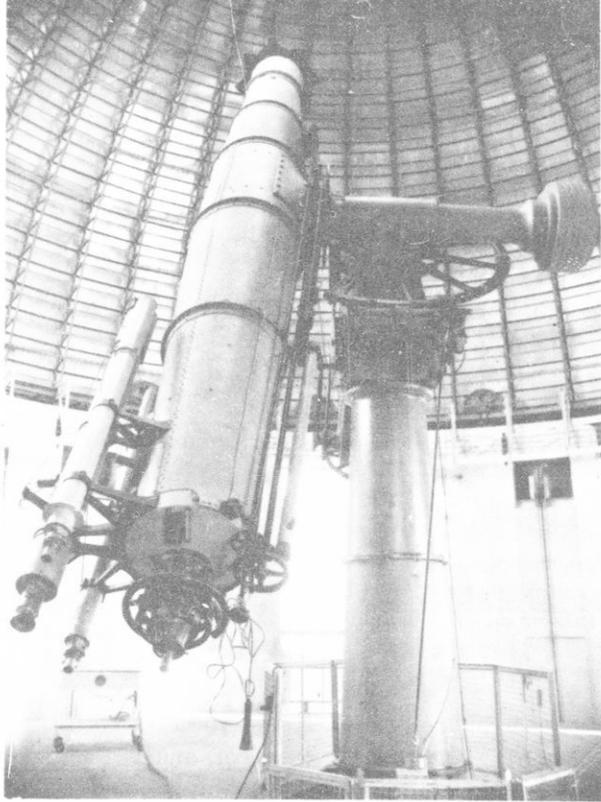
Ο γνώμονας είναι ένας στύλος, που στερεώνεται κατακόρυφα σε όριζόντιο επίπεδο και σε θέση που να πέφτουν πάνω του οι ακτίνες του ήλιου, ώστε να ρίχνει πίσω του σκιά.

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

Για να καθορίσουμε τη διεύθυνση της μεσημβρινής γραμμής, εργαζόμαστε ως εξής: Κάποια στιγμή, πριν από το μεσημέρι, σημειώνουμε στο όριζόντιο επίπεδο το μήκος της σκιάς ΟΑ του γνώμονα ΟΓ (σχ. 44). Ύστερα με κέντρο τό Ο και ακτίνα ΟΑ γράφουμε περιφέρεια κύκλου. Σε λίγο θα παρατηρήσουμε, ότι όσο πλησιάζει μεσημέρι, η σκιά αρχίζει να μικραίνει σιγά-σιγά και μόλις γίνει ακριβώς μεσημέρι, η σκιά παίρνει το μικρότερο μήκος της. Έπειτα αρχίζει πάλι σιγά-σιγά η σκιά να μεγαλώνει, όσο περνά η ώρα. Μόλις τό μήκος της σκιάς γίνει ΟΒ, όποτε ΟΒ=ΟΑ, γιατί και τά δύο μήκη είναι ακτίνες του κύκλου Ο, σταματούμε την παρατήρηση και



Σχ. 44



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

ἐντελῶς ἀμελητέο. Ἡ ἀκρίδειά τους φτάνει περίπου τό ἕνα ἑκατοντακισχλιοστό τοῦ δευτερολέπτου.

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

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

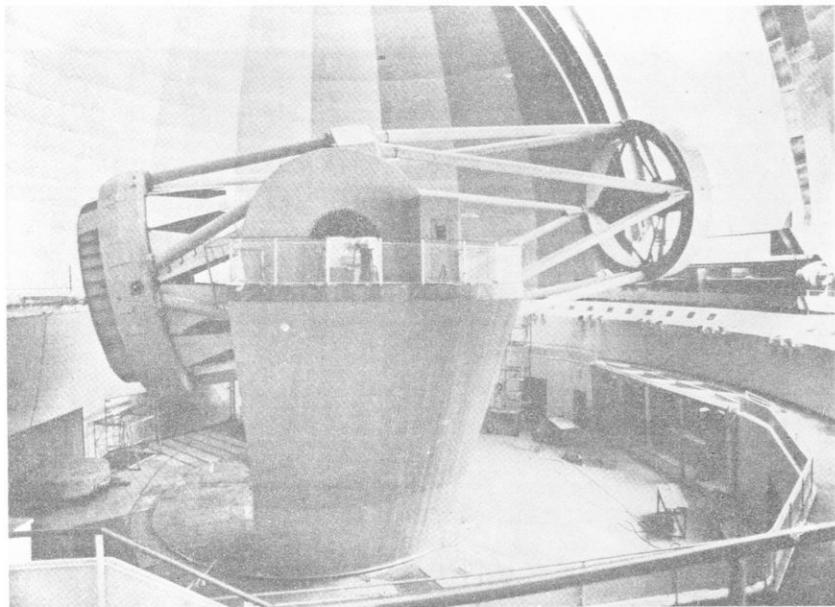
Ὑπάρχουν τηλεσκόπια, πού γιά ἀντικειμενικό σύστημα φακῶν ἔχουν κοῖλο κάτοπτρο, γυάλινο ἢ μεταλλικό. Αὐτά ὀνομάζονται **κατοπτρικά** τηλεσκόπια (εἰκ. 28 καί 29).

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

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

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

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



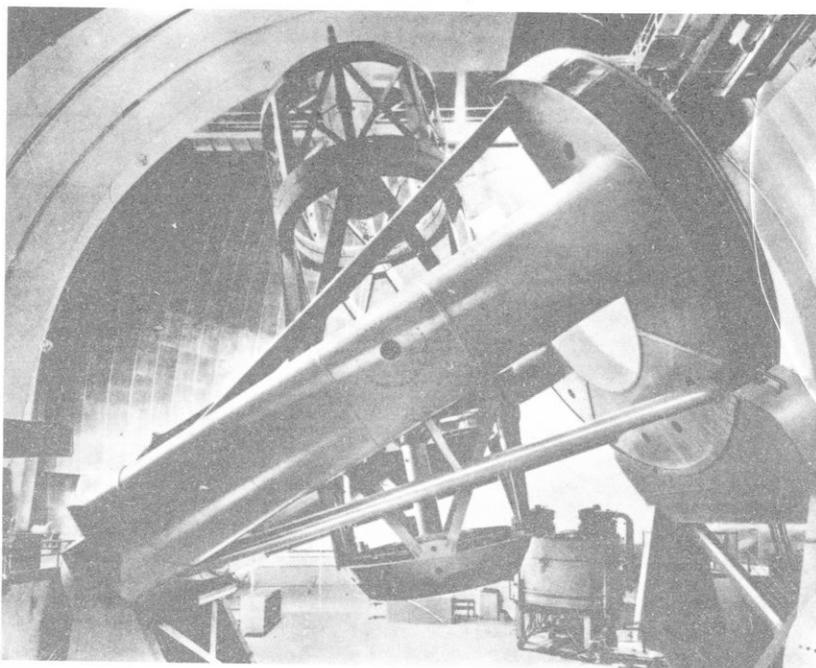
Εικ. 28. Τό μεγαλύτερο κατοπτρικό τηλεσκόπιο τού κόσμου. Βρίσκεται στόν Καύκασο (Σοβιετική Ένωση) ἔχει διάμετρο κατόπτρου 6 m.

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

25. Τά μεγαλύτερα τηλεσκόπια καί ραδιοτηλεσκόπια.

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

α) Ἀπό τά διοπτρικά τό τηλεσκόπιο τού Ἀστεροσκοπείου 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 πρῶτό (εἰκ. 28). Ἔχει διάμετρο 6 m. Δεύτερο εἶναι τό Ἀστεροσκοπίο τού Palomar (Πάλομαρ), στήν Ἀμερική, μέ διάμετρο 5 m καί ἔστιακή ἀπόσταση 16,8 m (εἰκ. 29).



Εικ. 29. Τό μεγαλύτερο μέχρι τό 1976 κατοπτρικό τηλεσκόπιο του κόσμου, του Ἀστεροσκοπείου του Palomar τῆς Ἀμερικής ἔχει διάμετρο κατόπτρου 5 m.

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

Στήν Εὐρώπη τό μεγαλύτερο διοπτρικό τηλεσκόπιο εἶναι του
ἀστεροσκοπείου τῆς Meudon (Μεντόν), στό Παρίσι. Ἔχει διάμετρο
83 cm καί ἔστιακή ἀπόσταση 16,2 m. Στήν Ἑλλάδα ὑπάρχει τό δι-
οπτρικό τηλεσκόπιο του ἀστερονομικοῦ 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 Κρυονερίου Κορινθίας (ὑψομ. 900 m). Ἔχει διάμε-
τρο 1,20 m. Εἶναι τό μεγαλύτερο τηλεσκόπιο στά Βαλκάνια καί ἀπό
τά μεγαλύτερα στήν Εὐρώπη (εἰκ. 26).

Τά τηλεσκόπια, πού χρησιμεύουν γιά τήν έρευνα τής φυσικήs καταστάσεωs τών ουράνιων σωμάτων καί γενικά γιά τήν εξέταση καί τήν έρευνα του σύμπαντοs, στηρίζονται πάνω σέ δύο άξονεs. Πάνω σ' αυτούs εύκολα μπορεί νά μετρηθεί ή ώριαία γωνία καί ή απόκλιση, πού ονομάζονται **ισημερινέs συντεταγμένεs**. "Όλο αυτό τό σύστημα στηρίξεωs ονομάζεται **ισημερινό** καί τό τηλεσκόπιο **ισημερινό τηλεσκόπιο**.

Τηλεσκόπια Schmidt (Σμίτ). Τά τηλεσκόπια Σμίτ έχουν ειδική κατασκευή καί μικρό μήκοs, γι' αυτό καί έχουν εύρύ όπτικό πεδίο. Έτσι μπορούν νά φωτογραφίζουn έκτάσειs σέ πολλέs τετραγωνικέs μοίρεs του ουρανού. Αντίθετα, τά διοπτρικά καί κατοπτρικά τηλεσκόπια, όσο μεγαλύτερα είναι, τόσο περισσότερο περιορισμένο έχουν τό όπτικό τουs πεδίο· περιορίζεται σέ λίγα τετραγωνικά λεπτά τής μοίραs.

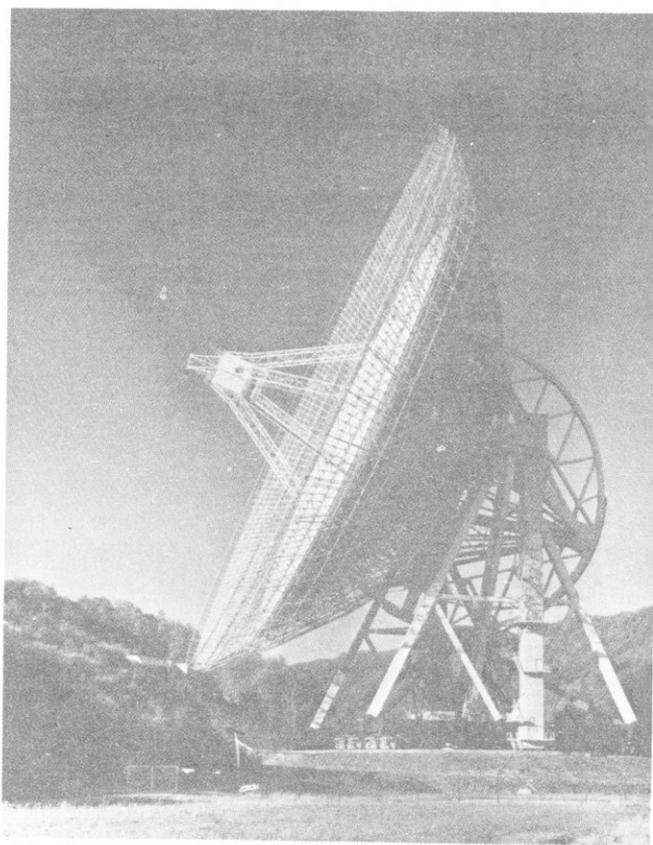
Μέ τά τηλεσκόπια Σμίτ μπορούμε νά φωτογραφίσουμε πολύ άμυδρούs άστέρεs σέ πολύ μικρό σχετικά χρόνο, ένω μέ τά συνηθισμένα χρειάζεται πολύωρη έκθεση γιά τά άμυδρά αντικείμενα, όπωs είναι οί μακρινοί γαλαξίεs.

Γιά νά γίνεται ειδική μελέτη στά ουράνια σώματα, στή θέση του προσοφθάλμιου συστήματοs τών τηλεσκοπίων προσαρμόζονται άλλα όργανα, όπωs: α) **μικρόμετρα**, γιά νά μετρούμε μέ ακρίβεια τίs φαινόμενεs διαμέτρουs τών σωμάτων καί τίs γωνιώδειs άποστάσειs τουs· β) **φωτογραφικοί θάλαμοι**, γιά νά φωτογραφίζουμε άστέρεs· γ) **φωτόμετρα**, γιά νά μετρούμε τήν ένταση πού έχει τό φώs τών άστέρων, καί δ) **φασματοσκόπια** ή **φασματογράφοι**, γιά νά εξετάζουμε τό φάσμα τών ουράνιων σωμάτων.

Τελευταία χρησιμοποιούνται διάφορα **ραδιοτηλεσκόπια**. Αυτά δέν είναι όπτικά τηλεσκόπια, αλλά δέκτεs ραδιοφωνικών κυμάτων καί συγκεντρώγγυν ραδιοφωνική άκτινοβολία (μήκοs κύματοs από 0,25 cm έως 30 m).

Η εξέταση τών ουράνιων σωμάτων καί γενικότερα του σύμπαντοs μέ αυτά τά «τηλεσκόπια» άνοιξε νέουs όρίζοντεs στήν Άστρονομία, μέ άποτέλεσμα νά δημιουργηθεί νέοs κλάδοs τηs, ή **Ραδιοαστρονομία**. "Όσοι άστέρεs εκπέμπουn φυσικά ραδιοκύματα, ονομάζονται **ραδιαστέρεs** καί οί γαλαξίεs **ραδιογαλαξίεs**.

Τά μεγαλύτερα ραδιοτηλεσκόπια σήμερα (1976) βρίσκονται στό Green Bank Δυτ. Βιργινίαs (Η.Π.Α.) καί στή Βόννη τής Γερμανίαs έ διάμετρο κατόπτρου 100 m (εικ. 30).



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

Άσκήσεις.

103. Δικαιολογήστε, γιατί είναι δυνατός ό καθορισμός, μέ τό γνώμονα; α) τής ήμερομηνίας, πού αρχίζουν οί εποχές, β) τής διάρκειας του τροπικού έτους, γ) τής λοξώσεως τής έκλειπτικής, δ) τής καθημερινής αποκλίσεως του ήλιου.

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

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

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

107. Γιατί, αν γνωρίζουμε τήν ακριβή στιγμή τής αληθινής μεσημβρίας, μπορούμε νά όρίσουμε άμέσως, μέ τή σκιά του γνώμονα, τή διεύθυνση τής μεσημβρινής γραμμής;

ΑΣΤΡΟΝΑΥΤΙΚΗ

26. Κίνηση τεχνητών δορυφόρων.

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

Κατά τά νεότερα χρόνια, 1883–1914, ό Ρώσος Κ. Tsiolkovsky (Τσιολκόδοκι) 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 έπικεφαλής τόν Wernher von Braun (Βέρνερ φόν Μπράουν). Στο δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, 1942, έκτοξεύεται με έπιτυχία ό πρώτος γερμανικός πύραυλος V–2, πού έφθασε σε ύψος 95 χιλιομ. Μ' αυτό τόν τύπο πυραύλων οί Γερμανοί βομβάρδισαν τήν Άγγλία.

Σταθμό στην έπιστήμη του διαστήματος άποτελεί ή 4η Οκτωβρίου 1957, γιατί τότε έκτοξεύτηκε με έπιτυχία ό πρώτος τεχνητός δορυφόρος τής γης.

Ταχύτητα διαφυγής είναι ή ταχύτητα πού πρέπει νά αναπτύξει ένα σώμα, όταν έκτοξεύεται από τήν επιφάνεια τής γης, 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:

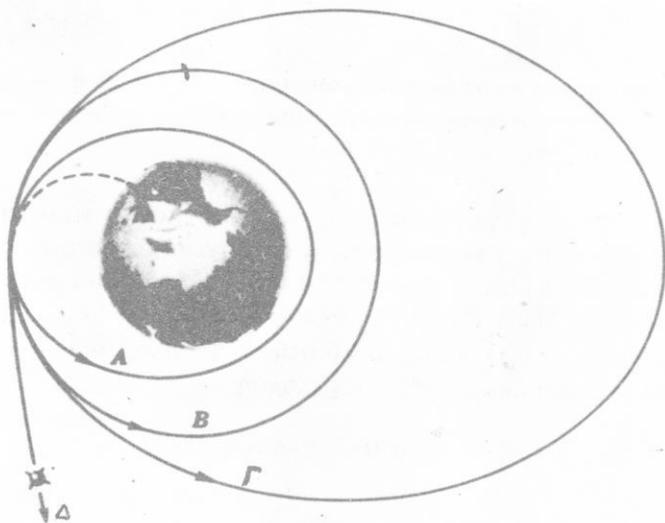
$$V^2 = 2GM/R \quad \eta \quad V = \sqrt{2GM/R}$$

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

Ἡ ταχύτητα διαφυγῆς ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τῆς γῆς, χωρὶς νὰ λαμβάνεται ὑπόψη ἡ ἀντίσταση τῆς ἀτμόσφαιρας, εἶναι 11,18 km/sec, ἀπὸ τὴ σελήνη 2,38 km/sec καὶ ἀπὸ τὸν ἥλιο 618 km/sec. Ἡ ταχύτητα διαφυγῆς ἐλαττώνεται, ὅσο τὸ μικρὸ σῶμα ἀπομακρύνεται ἀπὸ τὸ μεγαλύτερο. Ἄν τὸ μικρότερο σῶμα ἔχει ταχύτητα μικρότερη ἀπὸ τὴν ταχύτητα διαφυγῆς, τότε 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 ὄριζοντα.

Γιὰ νὰ κινηθεῖ ἕνας 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 και ή διεύθυνση τής τροχιάς είναι παράλληλη στόν τοπικό όρίζοντα, τότε ό δορυφόρος θά διαγράψει τήν έλλειπτική τροχιά Α. "Αν πάλι, ή ταχύτητα είναι μεγαλύτερη από τήν κυκλική ταχύτητα, τότε θά διαγράψει τήν έλλειπτική τροχιά Γ (σχ. 45).

Οί τρείς κοσμικές ταχύτητες. Ή ταχύτητα, πού πρέπει νά έχει ένα σωμα σε όρισμένο ύψος για νά μπει σε κυκλική τροχιά, ονομάζεται 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 κινηθεί μέ ταχύτητα μεγαλύτερη από 11,2 km/sec, τότε θά διαγράψει υπερβολή. Καί στίς δύο περιπτώσεις τό σωμα θά έγκαταλείψει τή γή και δέ θά γυρίσει ποτέ σ' αυτή. Ή ταχύτητα διαφυγής ονομάζεται παραβολική ταχύτητα ή δεύτερη κοσμική ταχύτητα.

Κάθε σωμα, πού κινείται μέ τή δεύτερη κοσμική ταχύτητα, γίνεται τεχνητός πλανήτης, δηλαδή περιφέρεται γύρω από τόν ήλιο και έλκεται απ' αυτόν. Για νά φύγει αυτό τό σωμα και νά μή μπει σε τροχιά γύρω από τόν ήλιο, νά ξεφύγει δηλαδή από τό ήλιακό σύστημα, πρέπει νά έκτοξευτεί από τήν επιφάνεια τής γής και πρós τή διεύθυνση τής κινήσεώς της γύρω από τόν ήλιο, μέ ταχύτητα 16,6 km/sec. Ή ταχύτητα αυτή ονομάζεται τρίτη κοσμική ταχύτητα. Τό 1974 κατασκευάστηκαν πύραυλοι, πού αναπτύσσουν τέτοια ταχύτητα.

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

Ή κίνηση του όχήματος (πύραυλου) στό διάστημα στηρίζεται στό γνωστό άξίωμα τής δράσεως και άντιδράσεως.

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

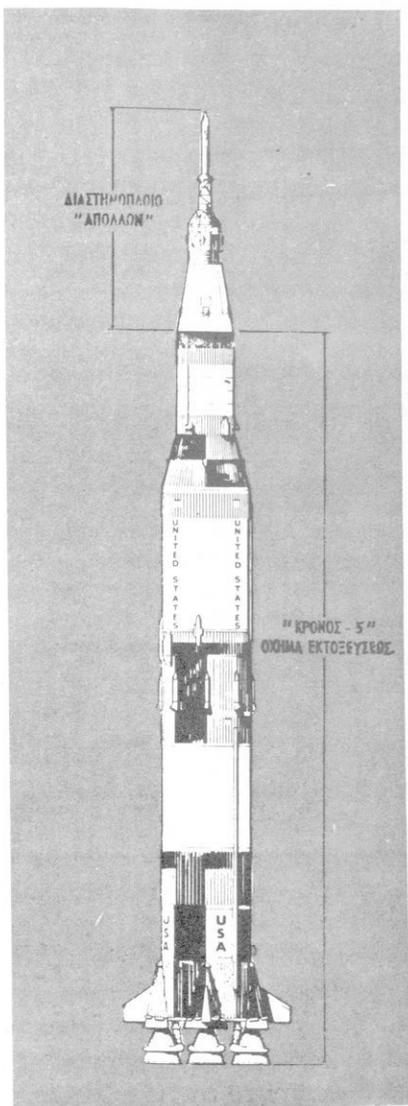
Προκαλοῦμε καύση, πού παράγει ἐνέργεια καί μέ τή βοήθεια τῆς ἐνέργειας αὐτῆς προωθοῦνται τά ἀέρια, πού δημιουργοῦνται ἀπό τήν καύση. Στόν πύραυλο χρησιμοποιεῖται μίγμα ἀπό καύσιμη οὐσία καί ὀξυγόνο, πού χρειάζεται γιά τήν καύση. Ἡ ποσότητα ἀερίων πού παράγεται μέσα στόν πύραυλο, ὅση εἶναι ἀπαραίτητη,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

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

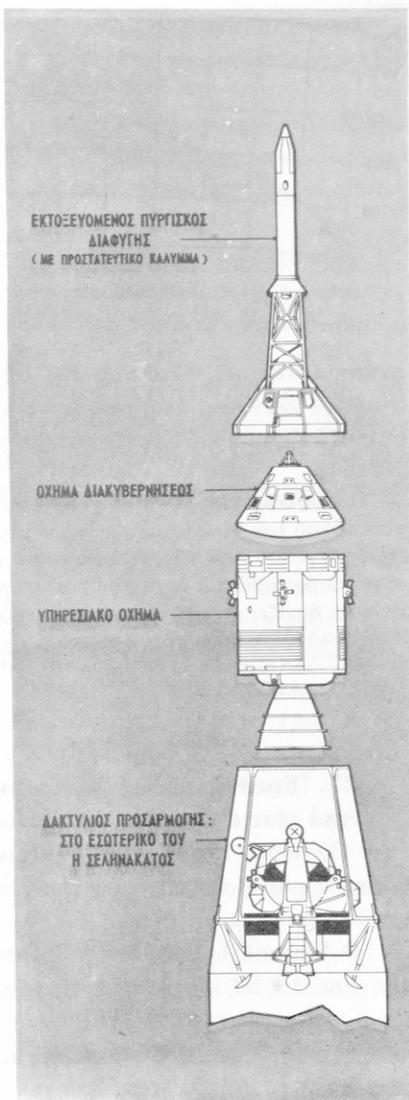
Τοποθέτηση δορυφόρου σέ τροχιά. Ἐπειδή ἡ γῆ περιστρέφεται γύρω ἀπό τόν ἄξονά της ἀπό τή Δ πρὸς τήν Α, πρὸς τήν ἴδια κατεύθυνση ἐκτοξεύονται καί οἱ δορυφόροι. Αὐτό γίνεται, γιά νά ἐκμεταλλευτοῦμε καί τήν ταχύτητα περιστροφῆς τῆς γῆς γιά τήν προώθηση τῶν πυραύλων. Στόν ἰσημερινό ἡ ἐφαπτομενική ταχύτητα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

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

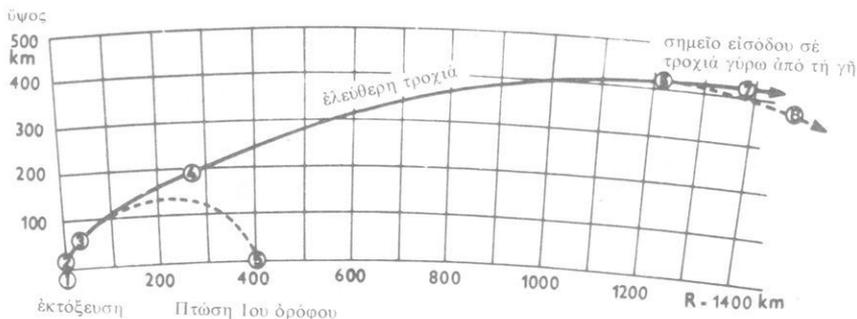
Όταν καταναλωθοῦν τά καύσιμα τῆς ἀρχικῆς προωθήσεως, τοῦ πρώτου ὀρόφου (σχ. 47 θέση 3), μέ εἰδικό μηχανισμό ἀποχωρίζεται τό σῶμα αὐτό ἀπό τό σῶμα τοῦ κυρίως πυραύλου καί πέφτει στή γῆ (θέση 5). Ταυτόχρονα πυροδοτεῖται ὁ δεύτερος ὀροφος. Όταν καταναλωθοῦν τά καύσιμα καί τοῦ δευτέρου ὀρόφου, τό ὑπόλοιπο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



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



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



Σχ. 47

πτήση (θέση 4), εξαιτίας της αδράνειας. Από αυτή τη στιγμή οι σταθμοί έλέγχου, που βρίσκονται στη 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, εξαιτίας τῆς τριτῆς 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 ἔλλειπτική, πάλι ἡ διάρκεια τῆς ζωῆς του εἶναι σχετικά μικρή. Κυμαίνεται συνήθως ἀπό μερικoὺς μῆνες μέχρι 10.000 ἔτη καί περισσότερο, ἀνάλογα μέ τήν πρόβλεψη γι' αὐτοῦς.

27. Ἐρευνες μέ τεχνητοὺς δορυφόρους καί διαστημόπλοια.

Ἀπό τότε πού μπήκε σέ τροχιά ὁ σοβιετικός δορυφόρος Sputnik I (4 Ὀκτωβρ. 1957) μέχρι σήμερα ἔχουν ἐκτοξευθεῖ πολλές ἑκατοντάδες τεχνητοὶ δορυφόροι μέ σκοπό 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 ἔλλειπτική τροχιά. Ἀργότερα ἐκτοξεύτηκαν οἱ Sputnik II καί Sputnik III.

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

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

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

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

Εξάλλου οί ναυτιλιακοί δορυφόροι προσδιορίζουν μέ άκρίβεια τή θέση τών πλοίων στους ώκεανούς και μποροϋν νά τά διευκολύνουν, ώστε νά κάνουν τά δρομολόγια τους συντομότερα και άσφαλέστερα. Οί γεωδαιτικóί δορυφόροι μελετοϋν τό άκριβές σχήμα τής γής και μερικοί άπό αυτους άνιχνεύουν για κοιτάσματα πετρελαίου, μετάλλων και για θαλάσσιο πλοϋτο. Και μετεωρολογικοί δορυφόροι προσφέρουν πολλά στην πρόγνωση του καιρού και τή γεωργία.

Έξέδρες του διαστήματος. Τό πρόγραμμα έρευνών του διαστήματος προβλέπει και τήν κατασκευή μόνιμης εξέδρας στο 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 ἀπὸ τὴ γῆ σὲ ὕψος 1000 km. Γιὰ τὸ σκοπὸ τῆς κατασκευῆς τῆς ἔγραψε ὁ Braun τὸ 1958: «Ὁ Σταθμὸς τοῦ διαστήματος (ἐξέδρα τοῦ διαστήματος), πού θά ἔχει τὴ δυνατότητα νὰ ἐρευνᾷ τὸ διάστημα μὲ σκοπὸ τὴν ἐπιστημονικὴ πρόοδο, ἀλλὰ καὶ τὴ διατήρηση τῆς εἰρήνης 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 ἰκανοποιήσει τὴν ἀκόρεστη περιέργεια τοῦ ἀνθρώπου, πού στὸ παρελθόν τὸν ὀδήγησε στὴ θάλασσα καὶ ἀργότερα στὴν ἀτμόσφαιρα... Ἄν ὁ Σταθμὸς αὐτὸς δέ γίνει μὲ σκοπὸ τὴ διατήρηση τῆς εἰρήνης, τότε θά γίνει γιὰ ἄλλους σκοποὺς, ὅπως εἶναι ὁ ἀφανισμὸς».

Στὴν ἐξέδρα αὐτὴ ὑπολογίζεται νὰ ὑπάρχει χώρος, γιὰ νὰ διαμένουν καὶ νὰ ἐργάζονται 20 ἢ περισσότεροι ἐπιστήμονες, πού θά παρακολουθοῦν καὶ θά ἐκτελοῦν ὀρισμένα προγράμματα ἐρευνας. 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 διαστημὸπλοια γιὰ τὸ χῶρο πέρα ἀπὸ τὴ γῆ. Τότε ἡ ἐκτόξευση θά εἶναι εὐκολότερη, γιατί, πρακτικὰ δὲ θά ὑπάρχει τὸ ἐμπόδιο τῆς ἀντιστάσεως τῆς ἀτμόσφαιρας.

Τὸ 1973 ἐκτοξεύτηκε ἡ πρώτη διαστημικὴ ἐξέδρα – ἐργαστήριο Skylab (Σκάυ-λάμπ) μὲ πύραυλο Κρόνο, ὅμοιο μὲ αὐτὸν πού ἐκτοξεύτηκαν τὰ διαστημὸπλοια τοῦ προγράμματος «Ἀπόλλων». Ὑστερα ἐκτοξεύτηκαν, κατὰ διαστήματα, καὶ ἐργάστηκαν στὴν ἐξέδρα τρία πληρώματα μὲ τρεῖς ἀστροναῦτες τὸ καθένα. Τὸ πρῶτο πλήρωμα ἔμεινε καὶ ἐργάστηκε στὸ Skylab 28 ἡμέρες, τὸ δεύτερο 56 ἡμέρες καὶ τὸ τρίτο 85 ἡμέρες. Αὐτὰ τὰ πληρώματα ἐκτέλεσαν διάφορα πειράματα, ὅπως: Παρατηρήσεις τοῦ ἡλίου καὶ ἄλλων ἀστέρων, γεωγραφικὲς, ὠκεανογραφικὲς καὶ μετεωρολογικὲς παρατηρήσεις τῆς γῆς. Μελέτησαν ἀκόμα καὶ τὴν ἀντοχὴ τοῦ ἀνθρώπινου ὄργανισμοῦ, γιὰ ἀρκετὸ χρόνο, σὲ συνθήκες μηδενικῆς βαρῦτητας.

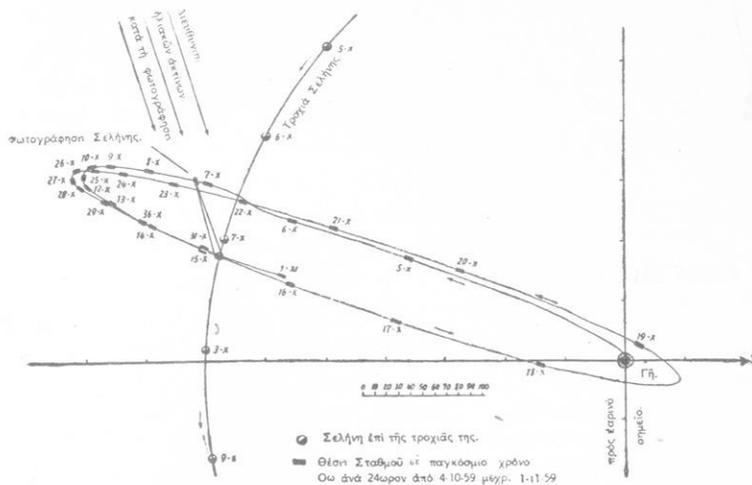
Γιὰ τὴν ἐρευνα τοῦ διαστήματος τὸ πρόγραμμα προέβλεπε καὶ τὴν ἀποστολὴ διαστημολοιῶν πέρα ἀπὸ τὸ πεδίο ἔλξεως τῆς γῆς μὲ σκοπὸ νὰ ἐρευνήσουν: α) τὸ χῶρο πού ὑπάρχει μετὰξὺ γῆς, σελήνης, πλανητῶν καὶ ἡλίου καὶ β) τὰ οὐράνια σώματα, δηλαδή τὴ σελήνη, τὴν Ἀφροδίτη, τὸν Ἑρμῆ, τὸν Ἄρη, τὸ Δία, τὸν Κρόνο,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

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

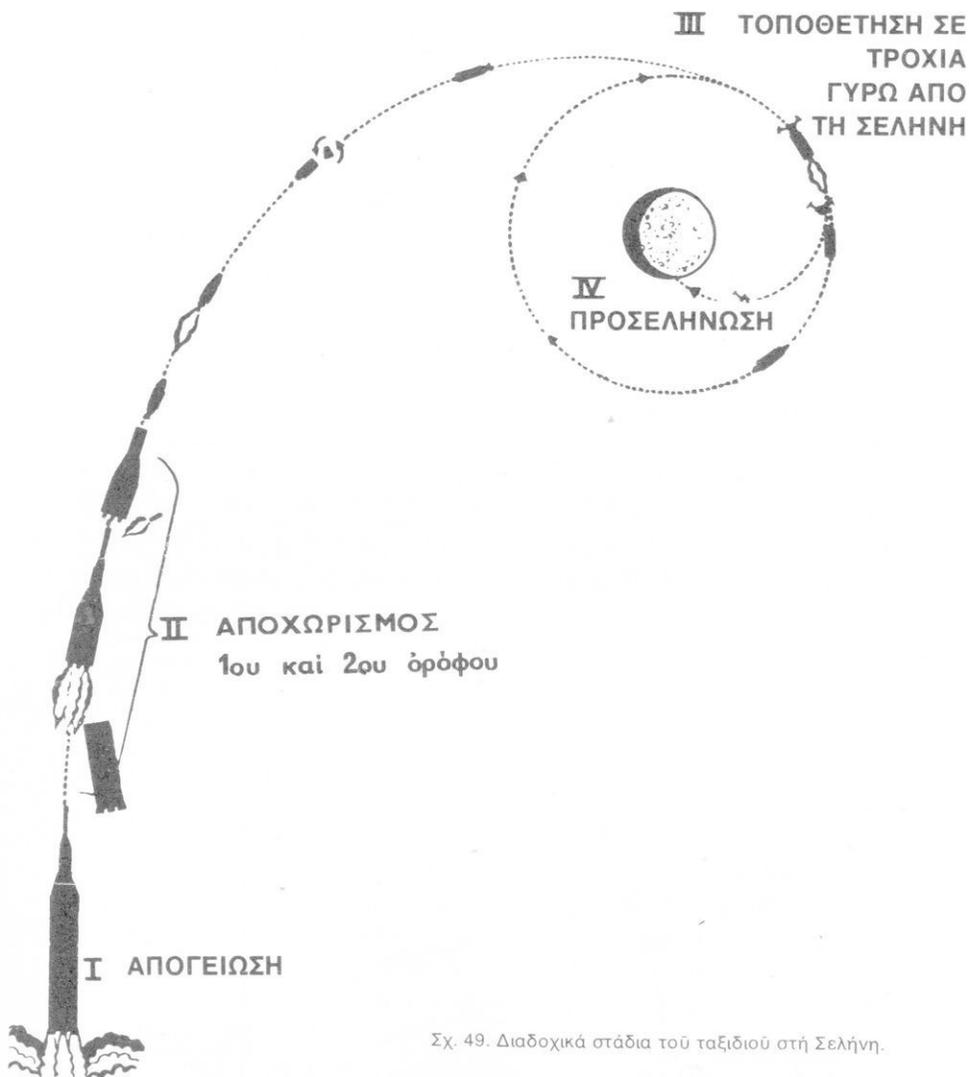
τελειοποιημένα ηλεκτρονικά συστήματα για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των διαστημικών πτήσεων. β) Στη **μαθηματική επίσημη**, γιατί έλυσε πολλά και δύσκολα προβλήματα, που είχαν σχέση με την εύρεση της τροχιάς, την οποία πρέπει να ακολουθήσουν τα διαστημόπλοια.

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

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



Σχ. 48



Σχ. 49. Διαδοχικά στάδια του ταξιδιού στη Σελήνη.

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

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

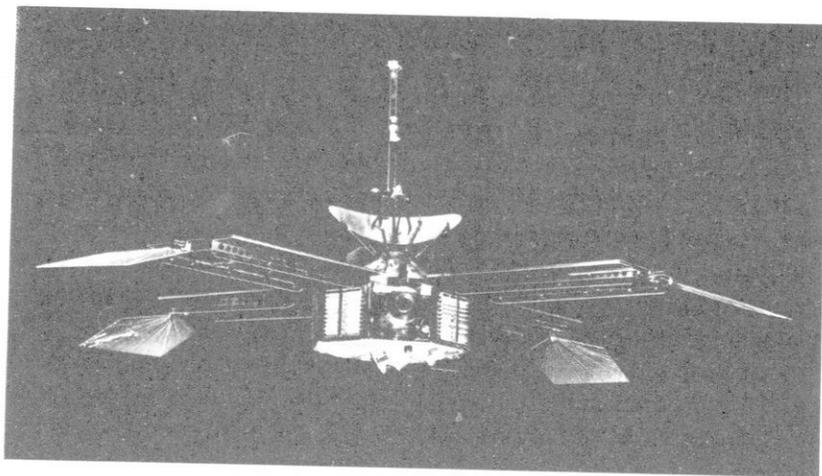
Ἡ μελέτη τῆς σεληνιακῆς ἐπιφάνειας συμπληρώθηκε τό 1966–1968 πάρα πολύ, μέ τή βοήθεια τῶν τεχνητῶν δορυφόρῶν τῆς σελήνης. Οἱ δορυφόροι αὐτοί φωτογράφιζαν τό ὄρατό καί ἀόρατο ἡμισφαίριο τῆς ἐπιφάνειας τῆς σελήνης ἀπό ὕψος 360 km καί ἔστειλαν τίς φωτογραφίες στή γῆ. Ἔτσι κατορθώθηκε νά γίνει πλήρης τοπογραφικός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

Δυσκολία ἀντιμετώπισαν οἱ ἐπιστήμονες, γιά νά μπορέσουν νά βάλουν 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 ὁμως νά διαγράφει 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 βάρους 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 ὑπερύουθη 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

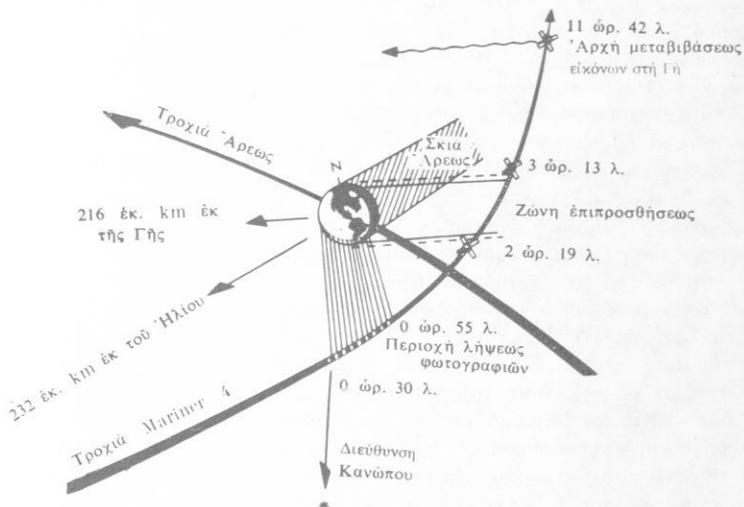


Εικ. 31. Ο Μάρινερ 4.

σχ. 50) και πήρε 22 φωτογραφίες του πλανήτη. Την εποχή εκείνη ο Άρης βρισκόταν σε απόσταση 216 εκατομ. km από τη γη και 232 από τον ήλιο. Οι φωτογραφίες δείχνουν ότι η επιφάνειά του παρουσιάζει όροσειρές και πολλούς κρατήρες, όπως ακριβώς και της σελήνης. Ο Mariner 4 μελέτησε τη θερμοκρασία του Άρη, την πυκνότητα της ατμόσφαιράς του και το μαγνητικό πεδίο του. Παρόμοιες παρατηρήσεις εκτέλεσαν τό 1969 οί Mariner 6 και Mariner 7. Τό 1971 και 1972 ό Mariner 9, ό Mars 2 και ό Mars 3, καθώς κινούνταν μήνες γύρω από τον Άρη, έστειλαν φωτογραφίες του πλανήτη και του δορυφόρου του, Φόβου. Τόν Ιούλιο και Σεπτέμβριο 1976 προσεδαφίστηκαν στον Άρη οί Viking I και Viking II και έκαναν λεπτομερή έρευνα του πλανήτη.

Τόν Οκτώβριο 1967, πλησίασε την Άφροδίτη ό Mariner 5 και ό Venera 4, που προώθησε στην επιφάνειά της ειδική άκατο μέ επισημονικά όργανα. Τό διαστημόπλοιο Mariner 10, κατά τό Φεβρουάριο 1974, πλησίασε την Άφροδίτη και τό Μάρτιο, τόν Έρμη και μετέδωσε πολλές φωτογραφίες, από την άγνωστη μέχρι σήμερα επιφάνειά του, μέ πολλές λεπτομέρειες. Ο Mariner 10 πλησίασε άκόμα δύο φορές τόν Έρμη.

Τό διαστημόπλοιο «Πρωτοπόρος 10» κατά τό Δεκέμβριο του



Σχ. 50. Τροχιά τοῦ Μάρινερ 4 καθὼς περνᾶ κοντὰ στὸν Ἄρρη.

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

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

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

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

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 βαρύτητας τους, στην ψυχική άνοχη τους κλπ. Οί ίδιοι εξασκούνται να έκτελούν με ακρίβεια και μεγάλη ταχύτητα πολ- λούς και λεπτούς χειρισμούς, ώστε να μπορούν να κυβερνούν τό διαστημόπλοιο με έπιτυχία 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 περισσό- τερο από την τιμή του g πάνω στη γη. Άκόμα δοκιμάζονται να συνηθίσουν σε μηδε- νική τιμή του g ($g=0$), δηλαδή να κινούνται στο διάστημα χωρίς να έχουν βάρος.

Όταν ξεκινά τό διαστημόπλοιο (όσο άκόμα είναι ένωμένο με τους πυραύλους του), άποκτά σε μικρό χρονικό διάστημα (λίγα λεπτά) επιτάχυνση πενταπλάσια ή έννεαπλάσια από την τιμή του g στη γη, όποτε και τό βάρος των άστρωναύτων έννε- απλασιάζεται. Όταν τό διαστημόπλοιο μπει σε κυκλική τροχιά, ή επιτάχυνση μηδε- νίζεται. Έπομένως οί άστρωναύτες περιφέρονται γύρω από τή γη ή τή σελήνη, χωρίς σχεδόν να ύπάσχει έλξη, και «στέκονται» σε όποιαδήποτε θέση και άν θρίζονται, χωρίς να έχουν τήν αίσθηση, ότι δέν ίσορροπούν. Αυτό γίνεται, γιατί ή κεντρομόλη δύναμη άντισταθμίζεται, κάθε στιγμή, από τήν αντίθετη της δύναμη, που δημιουργεί- ται, τή φυγόκεντρη, όποτε οί άστρωναύτες δέν έχουν βάρος. Άν ή τροχιά ήταν αι- σθητά έλλειπτική, τότε οί άστρωναύτες 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 γήινη άτμόσφαιρα, ή επιτά- χυνση g άρχίζει να αυξάνει, και όταν φθάσει στη γη, οί άστρωναύτες άποκτούν τό κανονικό βάρος τους.

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

Τό πρόγραμμα των Άμερικανών στον τομέα των διαπλανητικών ταξιδιών σχε- διάστηκε από τό 1961 και άρχισε να πραγματοποιείται με τήν έξης σειρά:

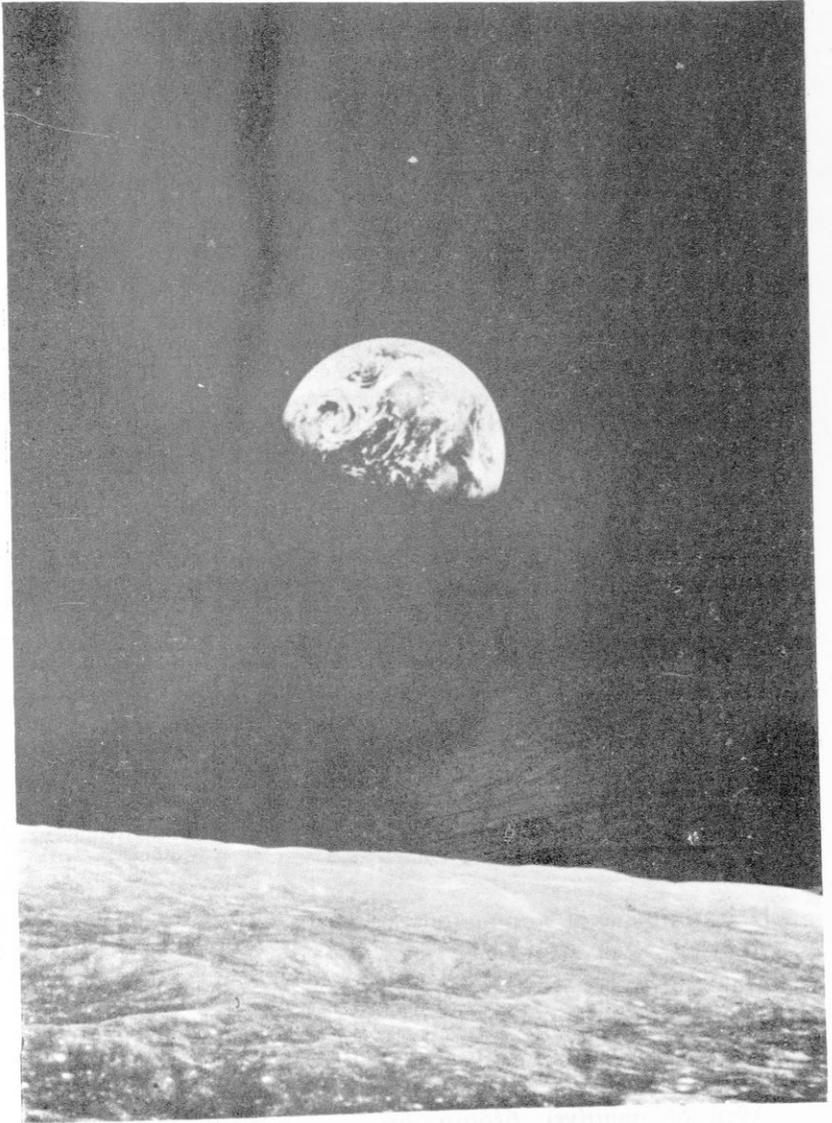
1ον Π ρ ό γ ρ α μ μ α « Έ ρ μ η ς » (Mercury). Κατασκευή και άποστολή γύρω από τή γη διαστημόπλοιου με πλήρωμα έναν άνδρα.

2ον Π ρ ό γ ρ α μ μ α « Δ ί δ υ μ ο ι » (Gemini). Κατασκευή και άποστολή γύρω από τή γη διαστημόπλοίων με πλήρωμα δύο άστρωναύτες. «Περίπατοι» άστρωναύτων 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 εύρύτερων διαστημόπλοίων με πλήρωμα τρεις άστρωναύτες. Κατασκευή πυραύ- λων με μεγάλη προωστική δύναμη, με σκοπό να τοποθετηθουν τά διαστημόπλοια σε τροχιά. Χρησιμοποιήθηκε ό πύραυλος «Κρόνος V».

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

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



Εικ. 32. Ή γή, αίωρούμένη στό διάστημα, κοντά στόν όρίζοντα σεληνιακού τοπίου. Από φωτογραφία πού πήρε τό «Άπόλλων 8».

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

« Ἀπόλλων 12 » (Νοέμβριος 1969). Ἀποστολή τριῶν ἀστροναυτῶν στή σελήνη. Προσεδάφιση τῶν δύο στήν ἐπιφάνεια τῆς σελήνης, τοποθέτηση ἄλλου σεισμογράφου, μαγνητόμετρου καί ἄλλων ὀργάνων. Ἀκόμα τοποθέτηση μικροῦ « πυρηνικοῦ » ἐργοστάσιου ἐνεργείας, γιά τή λειτουργία τῶν ὀργάνων καί τήν ἀποστολή τῶν παρατηρήσεῶν τους στή γῆ.

« Ἀπόλλων 14 » (Φεβρουάριος 1971). Προσεδάφιση σεληνάκατο « Ἀντάρης » στήν ὄροσειρά Fra Mauro καί ἐκτέλεση ἀπό ἀστροναυτές τῆς ἀποστολῆς τους.

« Ἀπόλλων 15 » (Ἰούλιος 1971). Προσεδάφιση σεληνάκατο « Ἰέραξ » στή Ἀπέννια ὄρη, κοντά στή χαράδρα Handley. Τρεῖς ἐξοδοί ἀστροναυτῶν ἀπό τή σεληνάκατο καί ἐξερεύνηση, μέ τή βοήθεια ἐιδικοῦ αὐτοκινήτου « Rover », περιοχῆς σέ ἀκτίνα μεγαλύτερη ἀπό 50 km.

« Ἀπόλλων 16 » (Ἀπρίλιος 1972). Προσεδάφιση σεληνάκατο στή δόρυα τοῦ κρατήρα Καρτέσιο. Περισυλλογή πετρωμάτων ἀπό τοὺς ἀστροναυτές καί ἐξερεύνηση περιοχῆς 25 km μέ τό ἐιδικό αὐτοκίνητο « Rover ».

« Ἀπόλλων 17 » (Δεκέμβριος 1972). Προσεδάφιση σεληνάκατο στή νότια τοῦ κρατήρα Λίττροβ.

Μέ αὐτή τήν ἀποστολή συμπληρώθηκε τό πρόγραμμα Ἀπόλλων.

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

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

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

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

ΒΙΟΓΡΑΦΙΕΣ

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

Ἐρατοσθένης (περίπου 284–192 π.Χ.). Εἶναι ὁ πρῶτος πού μέτρησε τὸ μέγεθος τῆς γῆς μέ ἀρχετὰ μεγάλη ἀκρίβεια τὸ 250 π.Χ. Μέτρησε τὸ μήκος τοῦ τόξου τοῦ μεσημβρινοῦ, πού περιλαμβάνεται μεταξύ Ἀλεξάνδρειας καὶ Συήνης καὶ βρῆκε ὅτι εἶναι 7° 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.

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

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

Στ. Πλάσιδης. Ὁμότιμος Καθηγητὴς τῆς Ἀστρονομίας στὸ Πανεπιστήμιο Ἀθηνῶν καὶ τ. Διευθυντὴς τοῦ Ἐθνικοῦ Ἀστεροσκοπείου Ἀθηνῶν.

W. Baade (1893–1960). Γερμανὸς ἀστρονόμος, ἀπὸ τοὺς κυριότερους ἐρευνητῶν γαλαξιών καὶ γενιζότερα τοῦ σύμπαντος.

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

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

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

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

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

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

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

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

Fr. Hoyle. Ἀγγλος 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, ποὺ ὑπόκεινται στὴν ἐπίδραση τῆς βαρύτητας καὶ θρῖσκονται σὲ περιστροφὴ. Θεωρεῖται σὰν ἕνας ἀπὸ τοὺς μεγάλους ἐπιστήμονες καὶ φιλόσοφους τῶν νεώτερων 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. Ἐγίνε παγκόσμια γνωστὸς σὰν εἰσηγητὴς καὶ ὑποστηρικτὴς τοῦ ἡλιοκεντρικοῦ συστήματος, ποὺ εἶχε ἐπινοήσει τὸν 3ο π.Χ. αἰῶνα ὁ Ἕλληνας ἀστρονόμος Ἀρίσταρχος ὁ Σάμιος.

P. Kuiper (1905–1973). Διαπρεπὴς Ὁλλανδο-ἀμερικανὸς ἀστρονόμος εἰδικὸς στὴν ἔρευνα 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.

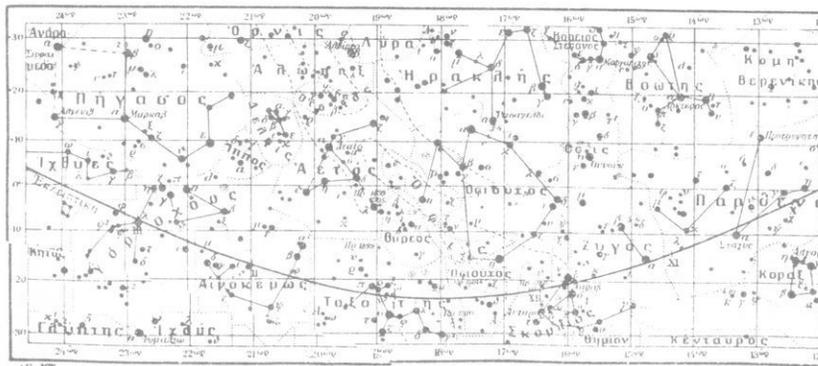
Isaak Newton (1643–1727). Διάσημος Ἀγγλὸς ἀστρονόμος, μαθηματικὸς καὶ φυσικὸς. Θεωρεῖται ὁ «πατὴρ τῆς Οὐρανίου Μηχανικῆς».

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 φυσικοὺς. Ἀσχολήθηκε καὶ μὲ προβλήματα φιλοσοφίας.



Βόρειο ημισφαίριο



Ισημερινή ζώνη

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

| Πλανήτης | Απόσταση έκ του ήλιου | | Περίφοιά περί τόν ήλιο | | Χρονική περίοδος σε ημέρες | Τροχιάς | | Μέγεθος (Γ _η =1) | | | | Ένταση βαρύτητας | Κριτική ταχύτητα km/sec | | | Περιοστροφή | | Πλάτυση |
|----------|--------------------------|------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------|---|--------------------------------|-------|--------|----------|------------------|---|---------------|--|-------------|--|---------|
| | Σέ έκατομ. χλμ. | Σέ α.μ. | Χρόνος περιφορ. έτη ήμ. | Ταχύτητα περιφορ. χλμ/δευτ. | | Εκκεντρότητα | Κλίση ως προς την Εκλειπτι- κή | Διάμετρος | Όγκος | Μάζα | Πακότητα | | Χρόνος ως Καίση αξονα ως προς τη τροχιά | ήμ. φορ. λ. | Κλίση αξονα ως προς τη τροχιά | | | |
| Έρμης | 58 | 0,387 | 88 | 47,8 | 116 | 0,206 | 7 0 | 0,37 | 0,05 | 0,06 | 0,98 | 0,42 | 3,6 | 59 21 46 | | 0 | | |
| Αφροδίτη | 108 | 0,723 | 225 | 35,0 | 584 | 0,007 | 3 24 | 0,96 | 0,88 | 0,82 | 0,91 | 0,87 | 10,3 | 243 16 48 23; | | 1:303 | | |
| Γη | 149,5 | 1 | 365 | 29,8 | - | 0,017 | 0 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 11,2 | 23 56 23 27 | | 1:293 | | |
| Άρης | 228 | 1,524 | 1 322 | 24,2 | 780 | 0,093 | 1 51 | 0,53 | 0,15 | 0,11 | 0,69 | 0,38 | 5,0 | 24 37 23 59 | | 1:288 | | |
| Ζεύς | 778 | 5,203 | 11 315 | 13,1 | 399 | 0,048 | 1 19 | 11,2 | 1,318 | 318,00 | 0,24 | 2,64 | 61,6 | 9 51 3 5 | | 1:15 | | |
| Κρόνος | 1,426 | 9,539 | 29 167 | 9,7 | 378 | 0,056 | 2 30 | 9,4 | 769 | 95,22 | 0,13 | 1,13 | 37 | 10 14 26 44 | | 1:10 | | |
| Ουρανός | 2,868 | 19,18 | 84 7 | 6,8 | 370 | 0,047 | 0 46 | 4,0 | 50 | 14,55 | 0,22 | 1,07 | 22 | 10 49 98 | | 1:12 | | |
| Ποσειδών | 4,494 | 30,06 | 164 280 | 5,4 | 367 | 0,009 | 1 47 | 3,5 | 42 | 17,23 | 0,22 | 1,41 | 25 | 14 28 48 | | ; | | |
| Πλούτων | 5,896 | 39,5 | 248 | 4,7 | 367 | 0,247 | 17 9 | 0,54 | 0,16 | 0,9; | 5,6; | ; | ; | 6 9 | | ; | | |

ΠΙΝΑΚΑΣ II
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΔΟΥΡΥΦΟΡΩΝ

| Αξιό. όφ. Σύμβολο | Όνομα | Διάμετρος σε χλμ. | Απόσταση από τον Πλανήτη σε άπηνες του πλαν. | Χρόνος Περιφοράς Ώμ. όφ. λ. | Φορά κινήσεως | Έτος Άνακαλύψεως | Όνομα Ανακαλύψαντος | |
|-------------------|---------------|-------------------|--|-----------------------------|---------------|------------------|---------------------|------------|
| 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 | Α. Χάλ |
| 2 | II Δεϊμός | 12,5 | 8 | 6,95 | 1 6 18 | » | 1877 | Α. Χάλ |
| ΖΕΥΣ | | | | | | | | |
| 1 | V Αμάλθεια | 13,0 | 160 | 2,53 | 11 57 | Ορθή | 1892 | Μπαράνο |
| 2 | I Ιώ | 5,5 | 3,220 | 5,91 | 1 18 28 | » | 1610 | Γαλιλαίος |
| 3 | II Εὐρώπη | 5,7 | 2,880 | 9,40 | 3 13 14 | » | 1610 | » |
| 4 | III Γανυμήδης | 5,1 | 4,980 | 14,99 | 7 34 3 | » | 1610 | » |
| 5 | IV Καλλιστώ | 6,3 | 4,500 | 26,36 | 16 16 32 | » | 1610 | » |
| 6 | VI | 13,7 | 120 | 160 | 250 14 | » | 1904 | Περραϊν |
| 7 | VII | 16,2 | 40 | 164 | 259 14 | » | 1905 | » |
| 8 | X | 17,9 | 20 | 165 | 260 12 | » | 1938 | Νικόλασον |
| 9 | XII | 18,1 | 20 | 293 | 625 | Ανάδρ. | 1951 | » |
| 10 | XI | 17,5 | 22 | 317 | 700 | » | 1938 | » |
| 11 | VIII | 16,2 | 40 | 329 | 739 | » | 1908 | Μελόττ |
| 12 | IX | 17,7 | 22 | 338 | 758 | » | 1914 | Νικόλασον |
| 13 | XIII | — | 16 | 145 | 211 | » | 1974 | Κόβαλ |
| 14 | XIV | — | — | — | — | » | 1975 | Κόβαλ |
| ΚΡΟΝΟΣ | | | | | | | | |
| 1 | XI Ίανός | 12,1 | 520 | 3,07 | 22 37 | Ορθή | 1967 | Ντολφούς |
| 2 | I Μίμας | 11,7 | 600 | 3,94 | 1 8 53 | » | 1789 | Ούιλ Έρσελ |
| 3 | II Έγκέλαδος | 10,6 | 1,200 | 4,88 | 1 21 18 | » | 1789 | » |
| 4 | III Τηθύς | 10,7 | 1,300 | 6,24 | 2 17 41 | » | 1684 | Κασοινί |
| 5 | IV Διώνη | 10 | 1,800 | 8,72 | 4 12 25 | » | 1684 | » |
| 6 | V Ρέα | 8,3 | 5,000 | 20,2 | 15 22 41 | » | 1672 | » |
| 7 | VI Τιτάν | 14 | 400 | 24,5 | 21 6 38 | » | 1655 | Χουίγγενς |
| 8 | VII Υπεριών | 11 | 1,200 | 58,9 | 79 7 55 | » | 1848 | Μπόντε |
| 9 | VIII Ίαπετός | 14,5 | 300 | 214,4 | 550 11 24 | Ανάδρ. | 1671 | Κασοινί |
| 10 | IX Φοίβη | — | — | — | — | » | 1898 | Πίκερινγκ |
| ΟΥΡΑΝΟΣ | | | | | | | | |
| 1 | V Μιράντα | 17 | 200 | 5,2 | 1 9 56 | Ορθή | 1948 | Κόιπερ |
| 2 | I Αριήλ | 15,5 | 600 | 7,7 | 2 12 29 | Ανάδρ. | 1851 | Λάσσελ |
| 3 | II Ουμβρόντλ | 16 | 400 | 10,7 | 4 3 28 | » | 1851 | » |
| 4 | III Τιτανία | 14 | 1,000 | 17,6 | 8 16 56 | » | 1787 | Ούιλ Έρσελ |
| 5 | IV Όδερών | 14,2 | 800 | 23,6 | 13 11 7 | » | 1787 | » |
| ΠΟΣΕΙΔΩΝ | | | | | | | | |
| 1 | I Τρίτων | 13,6 | 4,000 | 13,3 | 5 21 3 | Ανάδρ. | 1846 | Λάσσελ |
| 2 | II Νηρηεύς | 19,5 | 300 | 211 | 359 10 | Ορθή | 1949 | Κόιπερ |

(*) Τοῦ 14ου δορυφόρου δὲ δόθηκαν ἀκόμη περισσότερα ὀριστικά στοιχεία.

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

Α' Βόρειοι άστερισμοί, άειφανείς στην Έλλάδα (6)

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

Β' Βόρειοι άστερισμοί, άμφιφανείς στην Έλλάδα (23)

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

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

| | | | |
|----------------------|-----|-----------------------------|-----|
| 30. Κριός· Aries | Ari | 36. Ζυγός· Libra | Lib |
| 31. Ταύρος· Taurus | Tau | 37. Σκορπιός· Scorpius | Sco |
| 32. Δίδυμοι· Gemini | Gem | 38. Τοξότης· Sagittarius | Sgr |
| 33. Καρκίνος· Cancer | Cnc | 39. Αιγόκερωις· Capricornus | Cap |
| 34. Λέων· Leo | Leo | 40. Όδροχόος· Άquarius | Aqr |
| 35. Παρθένος· Virgo | Vir | 41. Όχθύες· Pirces | Psc |

Δ' Νότιοι άστερισμοί, όρατοί στην Έλλάδα (28)

| | | | |
|-----------------------------|-----|--------------------------|-----|
| 42. Κήτος· Cetus | Cet | 49. Τρόπις· Carina | Car |
| 43. Όριδανός· Eridanus | Eri | 50. Πρύμμα· Puppis | Pup |
| 44. Όρίων· Orion | Ori | 51. Όστία· Vela | Vel |
| 45. Λαγώς· Lepus | Lep | 52. Όδρα· Hydra | Hya |
| 46. Περιστερά· Columba | Col | 53. Κρατήρ· Crater | CrI |
| 47. Μέγας Κύν· Canis Major | CMA | 54. Κόραξ· Corvus | Crv |
| 48. Μικρός Κύν· Canis Minor | CMi | 55. Κένταυρος· Centaurus | Cen |

| | | | |
|--|-----|--------------------------------|-----|
| 56. Λύκος· Lupus | Lup | 63. Μονόκερωσ· Monoceros | Mon |
| 57. Βομός· Ara | Ara | 64. Πυξίς· Pyxis | Pyx |
| 58. Νότιος Στέφανος· Corona 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. Τουκάνια· Tucana | Tuc | 80. Διαθήτης· Circinus | Cir |
| 71. Ὁρολόγιον· Horologium | Hor | 81. Μυῖα· Musca | Mus |
| 72. Γλυφεῖον· Coelum | Coe | 82. Νότιος Σταυρός· Crux | Cru |
| 73. Ὕδρος· Hydros | Hyi | 83. Πτηνόν· Apus | Aps |
| 74. Δίκτυον· Reticulum | Ret | 84. Νότιον Τρίγωνον· Triangu- lum Australe | TrA |
| 75. Δοράς· Dorado | Dor | 85. Ὀκτάς· Octas | Oct |
| 76. Ὁκρίδας· Pictor | Pic | 86. Ταῶς· 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΄. ΣΥΜΠΙΑΝ, ΓΑΛΑΞΙΕΣ, ΑΣΤΕΡΕΣ ΚΑΙ ΑΣΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ | σ. 7 – 35 |
| 1. Ὅρισμός, σχῆμα καί ἔκταση τοῦ Σύμπαντος | σ. 7 |
| 2. Πλήθος, σύσταση, μεγέθη καί τοπική ομάδα γαλαξιών | 8 |
| 3. Σύσταση, διαστάσεις, δομή καί περιστροφή τοῦ γαλαξία .. | 13 |
| 4. Ἡλιακό σύστημα καί σχέση τῆς γῆς μέ τό γαλαξία καί τό Σύμπαν | 16 |
| 5. Ὄνομασία, λαμπρότητα καί πλήθος ἀστέρων. 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΄. Γῆ ΚΑΙ ΣΕΛΗΝΗ | σ. 69 – 86 |
| 15. Σχῆμα, ἀτμόσφαιρα καί κινήσεις τῆς γῆς | 69 |
| 16. Ἀπόσταση, κίνηση καί φυσική κατάσταση τῆς σελήνης ... | 76 |
| 17. Ἐκλείψεις καί παλίρροιες | 82 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ Δ΄. ΟΥΡΑΝΙΑ ΣΦΑΙΡΑ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΗ ΧΡΟΝΟΥ | σ. 87 – 112 |
| 18. Γῆ καί οὐράνια σφαίρα | 87 |

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

ΕΚΔΟΣΗ 1.' 1978 (ΙΙΙ) – ΑΝΤΙΤΥΠΑ 90.000 – ΣΥΜΒΑΣΗ 3022/25-2-1978

ΕΚΤΥΠΩΣΗ : Ζ. ΑΝΤΩΝΑΚΟΥΔΗΣ - Α. ΜΠΑΚΑΣ Ο.Ε.

ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΑ : ΑΦΟΙ ΧΑΤΖΗΧΡΥΣΟΥ ΚΑΙ ΣΙΑ

