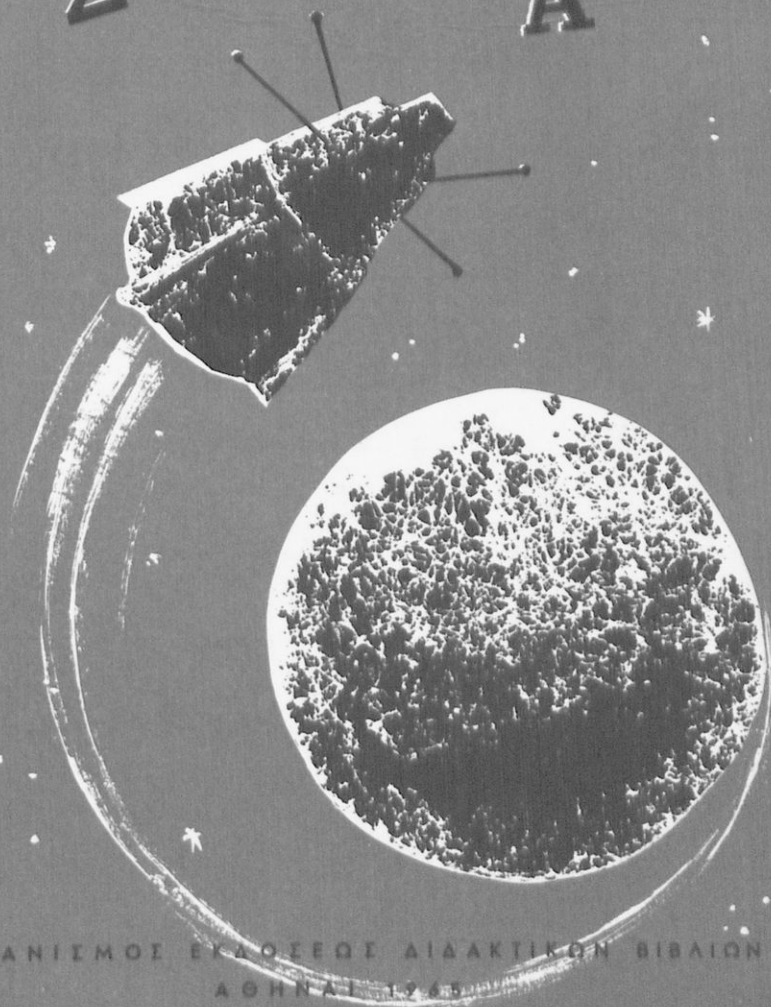


ΝΙΚΟΛΑΟΥ Δ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ

ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΑΘΗΝΑΙ 1965

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

8 6 A9A
Kinosian (N.W. 8)

ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ 27/Γ = 126

ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

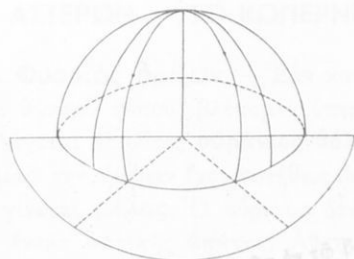
ΚΟΙΝΩΝΙΑ

ΝΙΚΟΛΑΟΥ Δ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ
ΑΡΙΣΤΟΒΑΘΜΙΟΥ ΔΙΔΑΚΤΟΡΟΣ
ΚΑΙ ΤΕΩΣ ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

8 6 Α 5 Α
Νικολάου (Νικ. 8)

ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

ΔΙΑ ΤΗΝ ΣΤ' ΤΑΞΙΝ ΤΩΝ ΓΥΜΝΑΣΙΩΝ



444 67

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ 1965

002
LNS
ST2B
1430

ΚΟΙΝΩΝΙΑ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

ΑΡΧΗ ΤΗΣ
(ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ)

ΚΟΙΝΩΝΙΑ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

ΚΟΙΝΩΝΙΑ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ



Τὸ Ἀστεροσκοπεῖον τῶν Ἀθηνῶν.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ
Η ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΣΦΑΙΡΑ
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΣΥΝΤΟΜΟΣ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΙΣ ΤΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ
ΚΙΝΗΣΕΩΝ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ. — ΤΟ ΚΟΠΕΡΝΙΚΕΙΟΝ ΣΥΣΤΗΜΑ

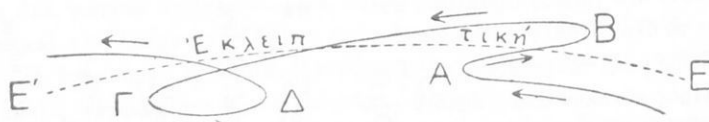
1. Οὐρανός. Φυσικός ὁρίζων. — Ἐάν κατὰ ἀνέφελον ἡμέραν ἢ νύκτα ἰστάμεθα ἐπὶ ὑψηλοῦ τόπου, βλέπομεν ὑπεράνω ἡμῶν ἓνα ἡμισφαιροειδῆ θόλον. Λέγεται δὲ οὗτος **οὐράνιος θόλος ἢ Οὐρανός**. Οὗτος εἰς τὸν τόπον μας τὴν ἡμέραν ἔχει συνήθως ὥραϊον **κυανοῦν** χρῶμα, τὴν δὲ νύκτα γίνεται **μέλας**. Ὁ οὐρανὸς δὲν ὑπάρχει πράγματι· βλέπομεν δὲ αὐτὸν ἕνεκα ὀπτικῆς ἀπάτης. Αὕτη προέρχεται ἀπὸ τὴν διάχυσιν τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς ἢ τοῦ φωτὸς τῶν ἀστέρων ὑπὸ τῶν μορίων τοῦ ὀξυγόνου καὶ ἀζώτου τῆς ἀτμοσφαίρας καὶ ὑπὸ τῶν ἀδιαφανῶν σωματίων, τὰ ὅποια αἰωροῦνται ἐντὸς αὐτῆς.

Ὁ Οὐρανὸς μακρὰν καὶ γύρω ἡμῶν φαίνεται ὅτι στηρίζεται κατὰ τὰ ἄκρα τοῦ ἐπὶ τῆς Γῆς. Ἡ δὲ γραμμὴ, κατὰ τὴν ὅποιαν φαίνεται ὅτι ὁ Οὐρανὸς ἐγγίζει τὴν Γῆν, λέγεται **φυσικός ὁρίζων** τοῦ τόπου, εἰς τὸν ὅποιον ἰστάμεθα. Ὁ φυσικὸς ὁρίζων εἰς ἀνοικτὸν πέλαγος μακρὰν τῆς θέας τῶν ἀκτῶν ἢ εἰς ἀναπεπταμένην πεδιάδα εἶναι περιφέρεια κύκλου.

Τὸ μέρος τοῦ ὁρίζοντος, ἀπὸ τὸ ὅποιον ἀνατέλλει ὁ ἥλιος, λέγε-

4. Πλανῆται. — Διὰ προσεκτικῆς καὶ ἐπὶ πολλὰς νύκτας παρατηρήσεως τῶν ἀστέρων διακρίνομεν ὅτι μερικοὶ ἀπὸ αὐτοὺς ἀλλάσσουσι θέσιν ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων. Διὰ τοῦτο οὗτοι λέγονται **πλανῆται**.

Ἡ μεταβολὴ τῆς θέσεως ἐκάστου πλανῆτου ἐν τῷ Οὐρανῷ γίνεται ὡς ἐξῆς. Ἐπὶ πολὺν χρόνον βλέπομεν ὅτι οὗτος κινεῖται ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς. Ἐπειτα φαίνεται ὅτι ἴσταται ἐπ' ὀλίγας ἡμέρας καὶ ἔπειτα κινεῖται ἐπὶ τινα χρόνον ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς. Ἰσταται ἐκ νέου· ἔπειτα ἐξακολουθεῖ κινούμενος ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς καὶ οὕτω καθ' ἐξῆς : "Ὡστε ἡ ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ φαινόμενη τροχιά ἐκάστου πλανῆτου ἀποτελεῖται ἐκ σειρᾶς τόξων (σχ. 2). Ἐκ τούτων τὰ γραφό-



Σχ. 2. Φαινόμενη τροχιά πλανῆτου.

μενα ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς εἶναι μεγαλύτερα τῶν ἄλλων, τὰ ὅποια γράφονται ὑπὸ τοῦ αὐτοῦ πλανῆτου ἐξ Α πρὸς Δ.

Τὰ σημεῖα Α, Β, Γ, Δ κ.τ.λ., εἰς τὰ ὅποια φαίνεται ὅτι ἴσταται ὁ πλανῆτης, διὰ τὴν ἀλλαγὴν φορᾶν κινήσεως, λέγονται **στηριγμοί**.

"Ὅσοι πλανῆται εἶναι ὁρατοὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ φαίνονται ὡς φωτεινὰ σημεῖα. Διὰ καταλλήλου ὁμῶς τηλεσκοπίου οἱ μεγαλύτεροι ἀπὸ αὐτοὺς φαίνονται ὡς φωτεινοὶ δίσκοι, ἐνίοτε δέ τινες ἀπὸ αὐτοὺς φαίνονται καὶ ὡς τμήματα φωτεινῶν δίσκων. Τὸ δὲ φῶς τῶν πλανητῶν εἶναι ἡρεμὸν, ἤτοι δὲν ὑφίσταται στίλβην.

Οἱ κυριώτεροι πλανῆται ὀνομάζονται **Ἑρμῆς, Ἀφροδίτη (κοινῶς Αὐγερινός), Ἄρης, Ζεὺς, Κρόνος, Οὐρανός, Ποσειδῶν, Πλούτων**. Ἀπὸ αὐτοὺς φαίνονται διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ ἡ Ἀφροδίτη, ὁ Ἄρης, ὁ Ζεὺς καὶ ὁ Κρόνος. Ὁ Οὐρανός καὶ ὁ Ἑρμῆς ὑπὸ εὐνοϊκᾶς μόνον συνθήκας φαίνονται διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ.

Σημείωσις. Εἰς τοὺς 8 τούτους πλανῆτας κατατάσσεται καὶ ἡ Γῆ, ὡς θὰ μάθωμεν βραδύτερον.

5. Κομήται. — Ἀπὸ καιροῦ εἰς καιρὸν ἐμφανίζονται εἰς τὸν Οὐρανὸν ἄστρα διαφόρου μορφῆς τῶν ἀπλανῶν καὶ πλανητῶν. Ἐκαστον

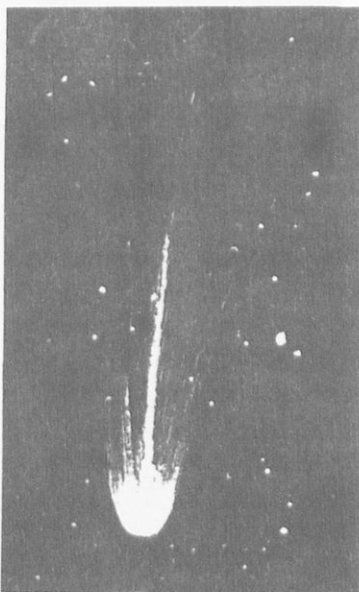
τῶν ἄστρον τούτων ἀποτελεῖται ἀπὸ ἑνα φωτεινὸν πυρῆνα, ὁ ὁποῖος περιβάλλεται ἀπὸ ἀμυδροτέρων φωτεινῇν νεφέλῃν προεκτεινομένην εἰς μίαν συνήθως νεφελώδη οὐραν (σχ. 3). Τὰ ἄστρα ταῦτα λέγονται **κομήται**. Οἱ κομήται ταχύτατα μεταβάλλουσι θέσιν ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.

6. Νεφελώματα ἢ νεφελοειδεῖς ἀστέρες.—“Οἱ ἔχουσιν ἴδει πολλάκις εἰς τὸν Οὐρανὸν κατὰ τὰς ἀσελήσους νύκτας μίαν μακράν, στενὴν καὶ ὑπόλευκον ταινίαν, ἣ ὁποῖα προχωρεῖ ἀπὸ τὰ ΒΑ πρὸς τὰ ΝΔ καὶ ἀπὸ τινος διχάζεται. Αὕτη λέγεται **Γαλαξίας**. Τοιαῦτα ὑπόλευκα καὶ νεφελώδη ἄστρα ὑπάρχουσι καὶ πολλὰ ἄλλα εἰς τὸν Οὐρανόν. Λέγονται δὲ ταῦτα **Νεφελώματα ἢ νεφελοειδεῖς ἀστέρες**. Αἱ **Πλειάδες** π.χ. (κοινῶς Πούλια) εὐρίσκονται μέσα εἰς ἓν νεφέλωμα. Ἐκτὸς 3 - 4 νεφελωμάτων τὰ ὁποῖα εἶναι ὁρατά, τὰ ἄλλα εἶναι ἀόρατα διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ.

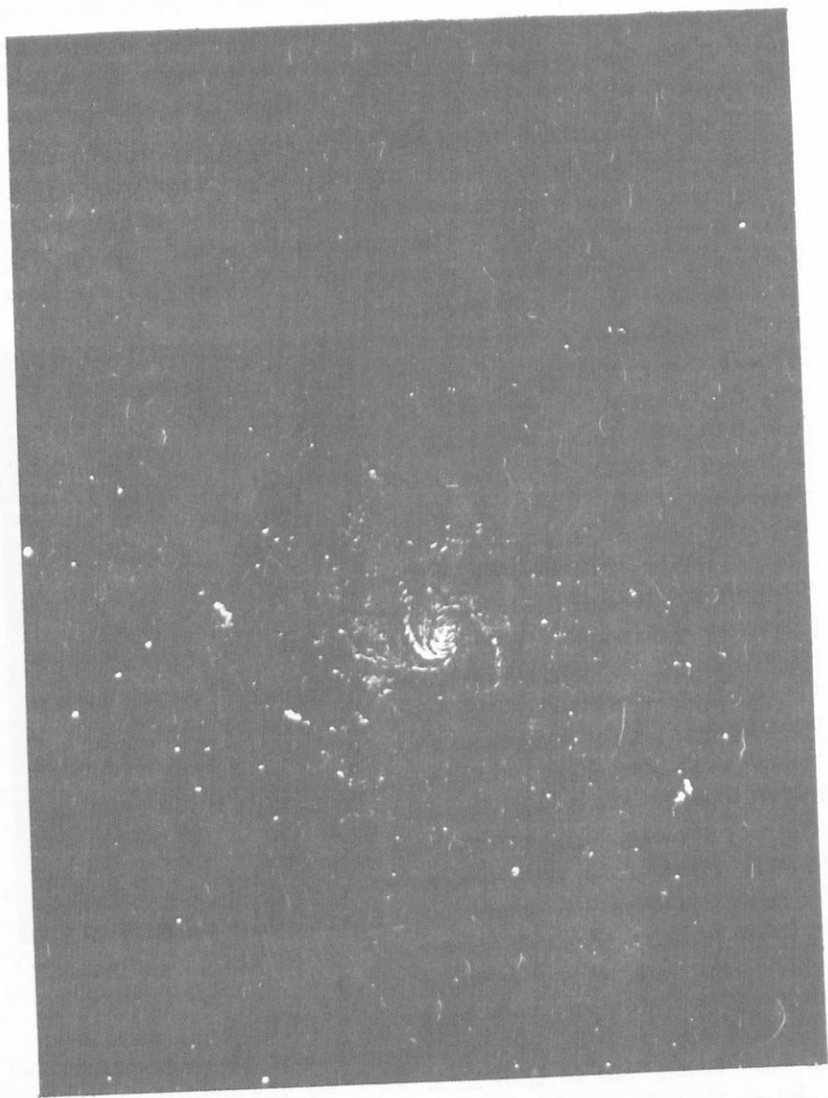
7. Οὐράνιος σφαῖρα. Φαινόμενη κίνησις αὐτῆς.—Οἱ ἀστέρες φαίνονται ὅτι ἀπέχουσιν ἴσον ἀπὸ ἡμῶν, ὥς νὰ ἔκκεντο ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας μιᾶς παμμεγίστης σφαίρας, ἣ ὁποῖα ἔχει κέντρον τὸν ὀφθαλμὸν μας. Αὕτη λέγεται **οὐράνιος σφαῖρα**, δὲν ὑπάρχει δὲ πράγματι. Ἐν τοῦτοις, χάριν ἀπλοποιήσεως τῆς σπουδῆς τῶν κινήσεων τῶν οὐρανίων σωμάτων, θὰ ὑποθέσωμεν ὅτι αὕτη ὑπάρχει. Ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς δὲ ἐπιφανείας αὐτῆς θὰ νοώμεν κειμένους τοὺς ἀστέρας, πλὴν προφανῶς τῆς Γῆς.

Κατὰ τὴν ὑπόθεσιν ταύτην ἀντικαθιστῶμεν τὰς πραγματικὰς ἐν τῷ χώρῳ θέσεις τῶν ἀστέρων Σ, Σ' κ.τ.λ. διὰ τῶν φαινομένων θέσεων σ, σ' κ.τ.λ. αὐτῶν ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας (σχ. 4).

Αἱ φαινόμεναι δὲ αὗται θέσεις τῶν ἀστέρων ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας δὲν εἶναι αἱ αὐταὶ ἐν σχέσει πρὸς τὸν ὀρίζοντα ἡμῶν καθ' ὅλην

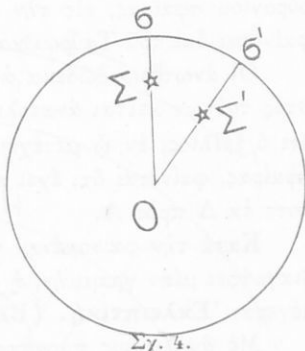


Σχ. 3. Κομήτης τοῦ 1881.



Σπειροειδές νεφέλωμα Μεγάλης "Αρκτού.

τὴν διάρκειαν τοῦ ἡμερονυκτίου. Ὁ ἥλιος π.χ. ἀνατέλλει καθ' ἐκάστην πρωτὰν ἀπὸ τὸ ἀνατολικὸν μέρος τοῦ ὀρίζοντος, ἀνέρχεται βαθυγδὸν εἰς τὸν Οὐρανὸν μέχρι τῆς μεσημβρίας. Ἐπειτα ἄρχεται κατερχόμενος πρὸς τὸ δυτικὸν μέρος τοῦ ὀρίζοντος καὶ τέλος δύνει ὑπ' αὐτόν. Ὁμοίαν κίνησιν φαίνεται ὅτι ἔχει ἡ Σελήνη καὶ οἱ ἄλλοι ἀστέρες. τοὺς ὁποίους ἔχομεν ἐνώπιόν μας, ὅταν εἴμεθα ἐστραμμένοι πρὸς νότον. Ἄν δὲ στραφῶμεν πρὸς βορρᾶν, βλέπομεν ὅτι οἱ ἔμπροσθεν ἡμῶν ἀστέρες κινουῦνται ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς. Μερικοὶ ὅμως ἀπὸ αὐτοὺς οὐδέποτε δύνουσι. Λέγονται δὲ οὗτοι **ἀειφανεῖς** ἀστέρες. Π.χ. οἱ ἀστέρες τῆς Μεγάλης καὶ Μικρᾶς Ἀρκτου εἶναι ὅλοι ἀειφανεῖς ἀστέρες.



Ἄν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν ὅτι οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες διατηροῦσι τὴν αὐτὴν πρὸς ἀλλήλους θέσιν (§ 3), ἐννοοῦμεν ὅτι ἡ ἐξ Α πρὸς Δ κίνησις ὅλων τῶν ἀπλανῶν φαίνεται ὅτι γίνεται, ὅπως θὰ ἐφαίνετο, ἂν οὗτοι ἦσαν προσηλωμένοι ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς Οὐρανίου σφαίρας, αὕτη δὲ ἐστρέφετο ἐξ Α πρὸς Δ περὶ μίαν διάμετρον αὐτῆς.

Διὰ τοῦτο τὴν κίνησιν ταύτην λέγομεν **φαινομένην κίνησιν τῆς οὐρανίου σφαίρας**.

Ἀπὸ τὴν κίνησιν αὐτὴν οἱ ἀρχαῖοι ἐσχημάτισαν τὴν ἐσφαλμένην γνώμην ὅτι ἡ Γῆ εἶναι τὸ κέντρον τοῦ Κόσμου καὶ ὅτι περὶ αὐτὴν στρέφονται ὅλα τὰ οὐράνια σώματα.

Σημείωσις. Ὑπέροχα ὅμως φιλοσοφικὰ καὶ ἀστρονομικὰ τινα πνεύματα τῆς ἀρχαίας Ἑλλάδος διέγνωνσαν τὸ ἐσφαλμένον τῆς δοξασίας ταύτης καὶ ἐδίδασκον τὰς ἀληθεῖς κινήσεις, ὡς βραδύτερον θὰ μάθωμεν.

8. Ἰδία κινήσεις τοῦ Ἑλίου καὶ τῆς Σελήνης. — Ὅλοι θὰ ἔχομεν προσέξει ὅτι ὁ ἥλιος δὲν ἀνατέλλει ἀπὸ τὸ αὐτὸ πάντοτε σημεῖον τοῦ ὀρίζοντος καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους. Ἐπίσης κατὰ τὴν μεσημβρίαν ἐκάστης ἡμέρας ὁ ἥλιος εὐρίσκεται εἰς τὸν Οὐρανὸν ὑψηλότερον τὸ θέρος καὶ χαμηλότερον τὸν χειμῶνα. Ἐὰν δὲ παρακολουθήσωμεν ἐπὶ ἓν ἔτος τοὺς ἀστερισμούς, οἱ ὅποιοι ἀνατέλλουσιν ὅλγον πρὸ τοῦ Ἑλίου, θὰ ἴδωμεν ὅτι δὲν εἶναι πάντοτε οἱ ἴδιοι. Ἀπὸ

μῆνα εἰς μῆνα καὶ ἀπὸ τοῦ Μαΐου προηγουῖνται ἀμέσως τῆς ἀνατολῆς τοῦ Ἡλίου κατὰ σειρὰν οἱ ἐξῆς ἀστερισμοί :

Κριός, Ταῦρος, Δίδυμοι, Καρκίνος, Λέων, Παρθένος, Ζυγός, Σκορπίος, Τοξότης, Αἰγόκερως, Ὑδροχόος, Ἰχθύες.

Ὡστε τὸν Ἀπρίλιον φαίνεται ὁ Ἥλιος κατέχων τὴν θέσιν τῆς οὐρανίου σφαίρας, εἰς τὴν ὁποίαν τότε φαίνεται ὁ Κριός. Τὸν Μάιον φαίνεται ἐπὶ τοῦ Ταύρου καὶ οὕτω καθ' ἐξῆς.

Οἱ ἀνωτέρω δώδεκα ἀστερισμοὶ λέγονται **ζώδια**. Ἐπειδὴ δὲ ἕκαστος τούτων κεῖται ἀνατολικώτερον τοῦ ἀμέσως προηγουμένου, ἔπεται ὅτι ὁ Ἥλιος, ἐν ᾧ μετέχει τῆς ἐξ Α πρὸς Δ κινήσεως τῆς Οὐρανίου σφαίρας, φαίνεται ὅτι ἔχει καὶ ἰδίαν κίνησιν ἐν μέσῳ τῶν ζωδίων πάντοτε ἐκ Δ πρὸς Α.

Κατὰ τὴν φαινομένην ταύτην κίνησιν του, τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου διαγράφει μίαν γραμμὴν, ἡ ὁποία διασχίζει τὰ ζώδια. Ἡ γραμμὴ αὕτη λέγεται **Ἑκλειπτική**. (Βλέπε χάρτην τῶν ζωδίων).

Μὲ ἀναλόγους παρατηρήσεις βεβαιούμεθα ὅτι καὶ ἡ Σελήνη ἔχει καὶ ἰδίαν κίνησιν ἐκ Δ πρὸς Α.

Οἱ ἀρχαῖοι εἶχον παρατηρήσει τὰς ἰδίας ταύτας κινήσεις τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Σελήνης ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων. Διὰ τοῦτο δὲ κατέτασσον τὰ σώματα ταῦτα μεταξὺ τῶν πλανητῶν.

9. Τὸ Πτολεμαϊκὸν σύστημα.—Ἀνέκαθεν οἱ διάφοροι Φιλόσοφοι καὶ παρατηρηταὶ τοῦ οὐρανοῦ, ἀφ' ὅτου ἰδίᾳ ἤρχισαν νὰ διακρίνωσι καὶ νὰ παρακολουθῶσι συστηματικώτερον τὰς κινήσεις τῶν ἀστέρων, προσεπάθουν νὰ ἐξηγήσωσι ταύτας. Προσεπάθουν δηλαδὴ νὰ ἀνεύρωσι τὸν λόγον, διὰ τὸν ὁποῖον αἱ κινήσεις αὗται φαίνονται ὅτι γίνονται οὕτως.

Πρῶτος ὁ Πυθαγόρειος Φιλόλαος (500-420 π.Χ.) ἔρριψε τὴν ιδέαν τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τῆς Γῆς καὶ τῆς περιφερικῆς κατὰ περιφέρειαν κύκλου οὐχὶ ὅμως περὶ τὸν Ἥλιον.

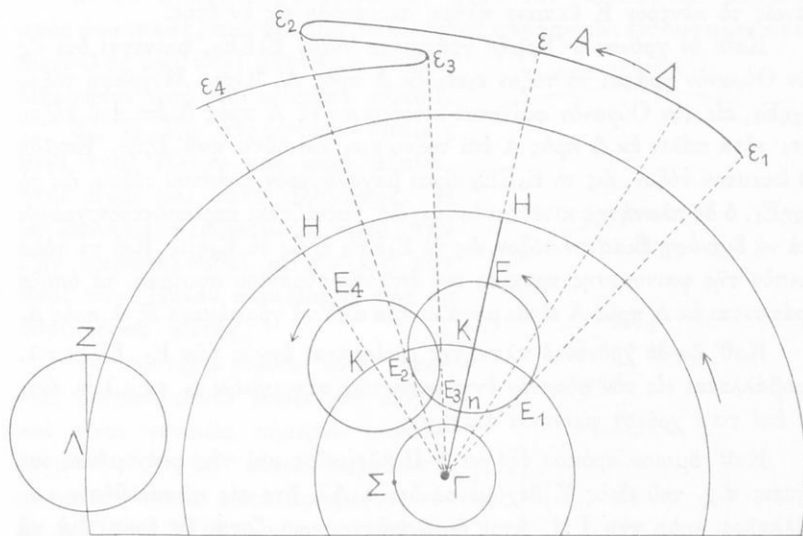
Ὁ δὲ Ἀρίσταρχος ὁ Σάμιος (310-250 π.Χ.) ἐδίδασκεν ὅτι ἡ Γῆ στρέφεται περὶ ἄξονα καὶ περιφέρεται περὶ τὸν Ἥλιον, ὁ ὁποῖος μένει ἀκίνητος, ὅπως καὶ οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες.

Αἱ γινώμει ὅμως αὗται τῶν Ἑλλήνων τούτων φιλοσόφων δὲν ἐγένοντο δεκταὶ ὑπὸ τῶν συγχρόνων καὶ τῶν μεταγενεστέρων μέχρι τοῦ Κοπερνίκου (1473-1543 μ.Χ.).

Καὶ τὴν μὲν ἐξ Α πρὸς Δ ὁμοιόμορφον κίνησιν τῶν ἀστέρων ἐθε-

ώρουν οὔτοι ὡς πραγματικὴν τοιαύτην, ὡς καὶ ἀνωτέρω εἵπομεν. Βραδύτερον δὲ παρατηρήσαντες τὴν ἰδίαν κίνησιν τοῦ Ἑλλίου καὶ τῆς Σελήνης παρεδέχθησαν ὅτι πράγματι τὰ σώματα ταῦτα ἐκινούντο περὶ τὴν $\Gamma\eta$ καὶ ἐκ Δ πρὸς A .

Ἐφ' ὅσον ὅμως ἀκριβέστερον ἐμελετώντο αἱ ἰδίαι τῶν ἀστέρων τούτων κινήσεις, ἔβλεπον ὅτι ἡ ἀπλὴ αὕτη παραδοχὴ τῆς περὶ τὴν $\Gamma\eta$



Σχ. 5. Πτολεμαϊκὸν σύστημα.

κινήσεως δὲν ἐξήγει ἐπαρκῶς τὰς κινήσεις ταύτας. Τὴν ἀνεπάρκειαν ταύτην ἐπληύξεσε περισσότερον ἢ παρατήρησις τῶν παλινδρομικῶν πρὸς A καὶ πρὸς Δ φαινομένων ἰδίων κινήσεων τῶν πλανητῶν.

Ἐπειδὴ δὲ ἐφρόνουν ὅτι ἡ ἰσοταχὴς κυκλικὴ κίνησις ἦτο ἡ τελειότερα κίνησις, ἐπίστευον ὅτι ταύτην ἠκολούθουν τὰ οὐράνια σώματα.

Ἐπὶ τῇ βάσει τῆς ἀντιλήψεως ταύτης καὶ τῆς ἐμμόνου ιδέας ὅτι ἡ $\Gamma\eta$ εἶναι κέντρον τοῦ Κόσμου κατέληξαν νὰ παραδεχθῶσι τὸ ὑπὸ τοῦ Πτολεμαίου⁽¹⁾ ὑποδειχθὲν σύστημα.

Κατὰ τοῦτο τὰ κέντρα τοῦ Ἑλλίου καὶ τῆς Σελήνης γράφουσι πε-

1. Ὁ Πτολεμαῖος (108 - 168 μ.Χ.) ἦτο μετὰ τὸν Ἰππάρχον ὁ μεγαλύτερος τῶν ἀστρονόμων τῆς Ἀλεξανδρινῆς σχολῆς. Τὸ Πτολεμαϊκὸν σύστημα ἐκτίθεται ἐν τῇ «Μαθηματικῇ Συντάξει» ἢ «Ἀλμαγέστη» αὐτοῦ.

ριφερείας ἰσοταχῶς περὶ τὴν Γῆν. Ἐκαστος πλανήτης γράφει ἰσοταχῶς ἰδίαν περιφέρειαν κύκλου, ὅστις ἐλέγето **ἐπικύκλος**. Τὸ κέντρον δὲ ἐκάστου ἐπικύκλου γράφει περὶ τὴν Γῆν σταθερῶς πρὸς Α περιφέρειαν ἄλλου κύκλου, ὅστις ἐλέγето **ἔκκεντρος** (σχ. 5). Διὰ τὰ ἐξηγήσῃ δὲ ὁ Πτολεμαῖος τὴν φαινομένην κίνησιν π.χ. τοῦ Ἑρμοῦ ἐδέχετο ὅτι τὸ κέντρον Κ τοῦ ἐπικύκλου αὐτοῦ εὐρίσκειτο πάντοτε ἐπὶ τῆς ΓΗ καὶ ἐπομένως τὸ κέντρον Κ ἔκαμνε πλήρη περιφορὰν εἰς ἓν ἔτος.

Καθ' ὃν χρόνον ὁ Ἑρμῆς γράφει τὸ τόξον E_1EE_2 , φαίνεται ὅτι εἰς τὸν Οὐρανὸν γράφει τὸ τόξον e_1e_2 ἐκ Δ πρὸς Α. Ὅταν δὲ γράφῃ τόξον $E_2\eta E_1$, εἰς τὸν Οὐρανὸν φαίνεται κινούμενος ἐξ Α πρὸς Δ ἐπὶ τοῦ τόξου e_2e_3 · εἴτα πάλιν ἐκ Δ πρὸς Α ἐπὶ τόξου e_3e_4 καὶ οὕτω καθ' ἐξῆς. Ἐπειδὴ δὲ ἕκαστον τόξον, ὡς τὸ E_1EE_2 εἶναι μεγαλύτερον ἐκάστου τόξου, ὡς τὸ $E_2\eta E_1$, ὁ δὲ πλανήτης κινεῖται ἰσοταχῶς, χρειάζεται περισσότερον χρόνον διὰ τὰ διανύσῃ ἕκαστον τόξον, ὡς τὸ E_1EE_2 ἢ ὡς τὸ $E_2\eta E_1$. Καὶ τὰ τόξα λοιπὸν τῆς φαινομένης τροχιάς του ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, τὰ ὅποια γράφονται ἐκ Δ πρὸς Α εἶναι μεγαλύτερα ἀπὸ τὰ γραφόμενα ἐξ Α πρὸς Δ.

Καθ' ὃν δὲ χρόνον ὁ πλανήτης εὐρίσκεται ἐγγὺς τῶν E_2 , E_3 , κ.τ.λ. προβάλλεται εἰς τὸν οὐρανὸν ἐγγύτατα τῶν στηριγμῶν e_2 , e_3 κ.λ.π. ὥστε ἐπὶ τινὰ χρόνον φαίνεται ἀκίνητος.

Καθ' ὅμοιον τρόπον ἐξήγει ὁ Πτολεμαῖος καὶ τὰς φαινομένας κινήσεις π.χ. τοῦ Διὸς Ζ δεχόμενος ὅτι ἡ ΑΖ ἦτο εἰς πᾶσαν θέσιν παράλληλος πρὸς τὴν ΓΗ, ἥτοι ὁ πλανήτης χρειάζεται ἓν ἔτος, διὰ τὰ γράψῃ τὴν περιφέρειαν Α.

Ἐφ' ὅσον ὅμως αἱ παρατηρήσεις ἐγίνοντο ἀκριβέστεραι, ἡ αναγκάζοντο νὰ αὐξάνωσι τὸν ἀριθμὸν τῶν ἐπικύκλων, ὅπως τὸ σύστημα ἐπαρκῆ διὰ τὴν ἐξήγησιν τῶν φαινομένων κινήσεων. Οὕτω δὲ τὸ σύστημα ἐγίνετο βαθμηδὸν πολυπλοκώτερον, ἀδιακόπως δὲ παρουσιάζοντο νέαι δυσκολίαι.

10. Κοπερνίκειον σύστημα.—Ὁ Πολωνὸς μοναχὸς Κοπέρνικος ἐφρόνει ὅτι ἐν τῇ φύσει δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ἐπικρατῇ τοιοῦτον πολυπλοκὸν σύστημα κινήσεων. Ἀφ' οὗ τοῦτο ἄλλως τε δὲν ἐξήγει ἐπαρκῶς ὅλα τὰ φαινόμενα. Ἀναγνώσας δὲ εἰς τὸν Ἀριστοτέλη καὶ Πλούταρχον τὰς ἀνωτέρω ἰδέας τῶν Ἑλλήνων φιλοσόφων ἐπεχείρησε νὰ ἐξετάσῃ, ἂν ἡ διπλῇ κινήσις τῆς Γῆς καὶ ἡ κινήσις τῶν πλανητῶν περὶ τὸν ἥλιον ἡδύνατο νὰ ἐξηγήσῃ ἐπαρκῶς τὰς φαινομένας κινήσεις τῶν

οὐρανίων σωμάτων. Μετ' ἐκπλήξεως δὲ παρατήρησεν ὅτι αὐταὶ ἐξηγοῦνται μὲ θυμασίαν ἀπλότητα.

Μετὰ τριακονταετῆς δὲ ἐπιμόνους παρατηρήσεις καὶ μελέτας διετύπωσε τὸ ἀκόλουθον ἐν γενικαῖς γραμμαῖς σύστημα:

1. Ὁ ἥλιος καὶ πάντες οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες εἶναι ἀκίνητοι.

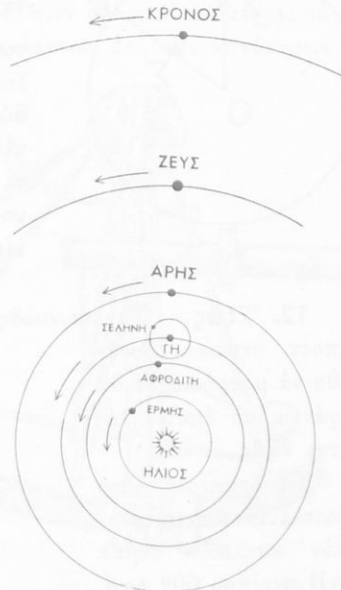
2. Οἱ πλανῆται στρέφονται περὶ τὸν ἥλιον ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς, συγχρόνως δὲ ἕκαστος στρέφεται ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς καὶ περὶ ἄξονα, ὁ ὁποῖος διέρχεται ἀπὸ τὸ κέντρον αὐτοῦ.

3. Ἡ Γῆ στρέφεται ὁμοίως περὶ τὸν ἥλιον καὶ περὶ ἄξονα, ἥτοι εἶναι καὶ αὕτη πλανήτης. Ἡ δὲ Σελήνη στρεφομένη περὶ τὴν Γῆν παρακολουθεῖ αὐτὴν εἰς τὴν περὶ τὸν ἥλιον περιφορὰν τῆς ὥς δορυφόρος αὐτῆς.

Τὸ σύστημα τοῦτο οὕτω γενικῶς διατυπούμενον ἀπεδείχθη ἀληθὲς καὶ εἶναι γενικῶς σήμερον παραδεξιμὲν. Αἱ ὑπ' αὐτοῦ παραδεκταὶ κινήσεις γίνονται κατὰ ὠρισμένους νόμους. Πᾶσαι δὲ αἱ φαινόμεναι κινήσεις τοῦ ἥλιου, Σελήνης καὶ τῶν πλανητῶν ἐξηγοῦνται κατ' αὐτὸ τελείως.

Διὰ νὰ ἐννοήσωμεν ὅμως πάντα ταῦτα, πρέπει πρῶτον νὰ σπουδάσωμεν λεπτομερέστερον τὰς φαινομένας τῶν ἀστέρων τούτων κινήσεις. Διὰ δὲ τὴν σπουδὴν ταύτην πρέπει νὰ μάθωμεν πῶς οἱ ἀστρονόμοι ὀρίζουσι τὴν θέσιν ἑκάστου ἀστέρος ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας εἰς ἑκάστην στιγμήν καὶ πῶς μετροῦσιν οὗτοι τὸν χρόνον. Καὶ διὰ τὴν ἀνάπτυξιν δὲ τῶν θεμάτων τούτων χρειάζονται προκαταρκτικαὶ τινες γνώσεις καὶ λεπτομερὲς γνώσεις τῶν νόμων τῆς φαινομένης κινήσεως τῆς οὐρανίου σφαίρας.

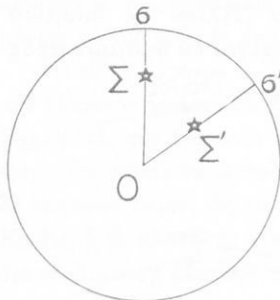
Θὰ ἀρχίσωμεν λοιπὸν ἀμέσως τὴν ἀνάπτυξιν τῶν θεμάτων τούτων εἰς τὸ ἐπόμενον κεφάλαιον.



Σχ. 6. Καπερνίκειον σύστημα.

ΘΕΣΙΣ ΑΣΤΕΡΟΣ ΕΠΙ ΤΗΣ ΟΥΡΑΝΙΟΥ ΣΦΑΙΡΑΣ

11. Γωνιώδης απόστασις δύο ἀστέρων.—Ἐστω O ὁ ὀφθαλμὸς ἑνὸς παρατηρητοῦ καὶ OS , OS' αἱ ὀπτικάι ἀκτῖνες, αἱ ὁποῖαι διευθύνονται πρὸς δύο ἀστέρας S καὶ S' (σχ. 7).

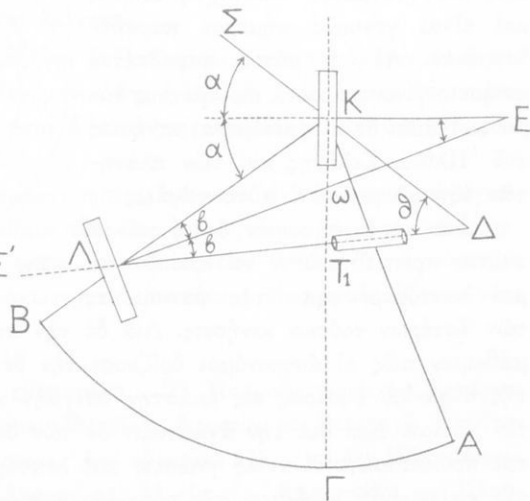


Σχ. 7.

Ἡ γωνία $SO S'$ τῶν ἀκτῖνων τούτων λέγεται γωνιώδης ἀπόστασις τῶν ἀστέρων τούτων. Ἐπειδὴ δὲ εἶναι $\widehat{SO S'} = \widehat{so s'}$, ἔπεται ὅτι: Ἡ γωνιώδης ἀπόστασις δύο ἀστέρων δὲν μεταβάλλεται, ἂν ἀντὶ τῶν πραγματικῶν ἐν τῷ διαστήματι θέσεων αὐτῶν θεωρῶμεν τὰς φαινομένης θέσεις αὐτῶν ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας.

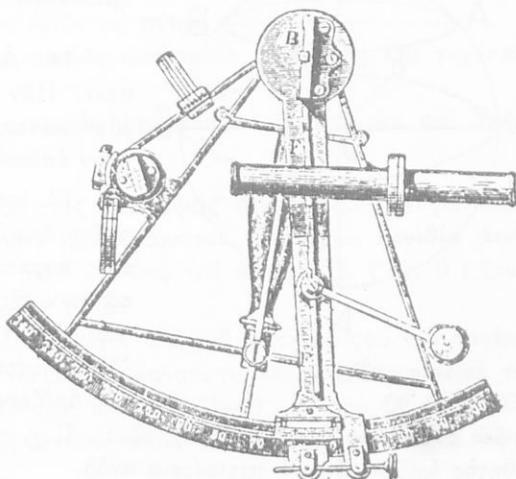
12. Ἐξᾶς.—Τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν δύο ἀστέρων ἢ δύο οἰωνδῆποτε σημείων δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν δι' ὄργανον, τὸ ὁποῖον λέγεται ἐξᾶς.

Τὸ ὄργανον τοῦτο ἀποτελεῖται ἀπὸ μεταλλικὸν κυκλικὸν τομέα KAB περίπου 60° (σχ. 8). Περὶ τὸ κέντρον K τοῦ τομέως στρέφεται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ τομέως κανὼν $K\Gamma$. Φέρει δὲ οὗτος κατὰ τὸ ἄκρον K κάτοπτρον κάθετον ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τοῦ τομέως καὶ στρεφόμενον μετὰ τοῦ κανόνος $K\Gamma$. Εἰς δὲ τὴν ἀκτῖνα KB τοῦ τομέως στερεοῦται καθέτως πρὸς τὸν τομέα ἄλλο κάτοπτρον Λ παράλληλον πρὸς τὴν ἀκτῖνα KA . Τοῦ κατόπτρου τούτου



Λ μόνον τὸ κατώτερον ἥμισυ εἶναι ἐπηργυρωμένον. Οὕτω δὲ διὰ διόπτρας Τ, ἡ ὁποία κεῖται ἔμπροσθεν τοῦ Λ, βλέπομεν ἄλλα ἀντικείμενα ἀμέσως διὰ τοῦ μὴ ἐπηργυρωμένου ἡμίσεος καὶ ἄλλα δι' ἀνακλάσεως τοῦ φωτὸς αὐτῶν ἐπὶ τοῦ ἐπηργυρωμένου ἡμίσεος.

Διὰ νὰ μετρήσωμεν δὲ τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν θ δύο ἀστέρων Σ καὶ Σ', ἐργαζόμεθα ὡς ἐξῆς: Κρατοῦμεν τὸ ὄργανον οὕτως, ὥστε νὰ ἴδωμεν διὰ τῆς διόπτρας καὶ διὰ μέσου τοῦ μὴ ἐπηργυρωμένου μέρους τοῦ Λ τὸν ἓνα ἀστέρα Σ'. Ἐπειτα στρέφομεν τὸν κανόνα, μέχρις οὗ τὸ εἶδωλον τοῦ Σ διὰ δύο διαδοχικῶν ἀνακλάσεων ἐπὶ τῶν κατόπτρων Κ καὶ Λ συμπέσῃ μὲ τὸ εἶδωλον τοῦ Σ'. Ἀναγινώσκομεν ἔπειτα ἐπὶ τοῦ διηρημένου τόξου ΑΓ τὸ μέτρον αὐτοῦ, ὅπερ εἶναι καὶ μέτρον τῆς γωνίας ω . Διπλασιάζοντες δὲ αὐτὸ εὐρίσκομεν τὸ μέτρον τῆς γωνίας θ . Πράγματι, ἂν ΚΕ καὶ ΛΕ εἶναι ἀντιστοίχως κάθετοι ἐπὶ τὰ κάτοπτρα Κ καὶ Λ εἰς τὰ σημεῖα προσπτώσεως, θὰ εἶναι $2\alpha = \theta + 2\beta$ καὶ $\alpha = \beta + E$. Ἐκ τούτων δὲ εὐρίσκομεν ὅτι $\theta = 2E$. Ἐπειδὴ δὲ $E = \omega$, ἔπεται ὅτι $\theta = 2\omega$. Πρὸς ἀποφυγὴν δὲ τοῦ διπλασιασμοῦ, τὸ τόξον ΑΒ τοῦ τομέως εἶναι διηρημένον εἰς ἡμισείας μοίρας, αἱ ὁποῖαι ἀναγινώσκονται ὡς ἀκέραιαι μοῖραι.



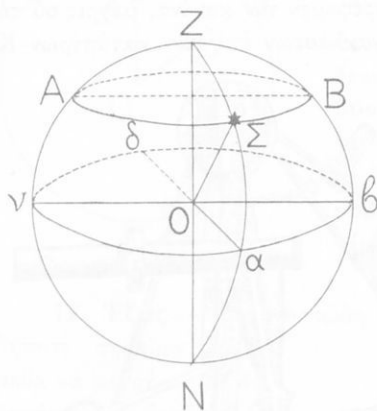
Σχ. 8.

13. Κατακόρυφος τόπου καὶ κατακόρυφοι κύκλοι. — Κατακόρυφος ἑνὸς τόπου λέγεται ἡ διεύθυνσις τῆς βαρύτητος ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ. Ἡ κατακόρυφος ἐκάστου τόπου τέμνει τὴν οὐράνιον σφαῖραν εἰς δύο ἐκ διαμέτρου ἀντικείμενα σημεῖα. Τὸ ἐν τούτων κεῖται ὑπὲρ τὴν κεφαλὴν τοῦ παρατηρητοῦ καὶ λέγεται **Ζενίθ** ἢ **κατακόρυφον** σημεῖον, τὸ δὲ ἄλλο λέγεται **Ναδίρ** ἢ **ἀντικόρυφον** σημεῖον.

*Αν π.χ. Ο παριστᾷ ἓνα τόπον, τὸ μὲν ζενίθ αὐτοῦ παρίσταται ὑπὸ τοῦ Ζ, τὸ δὲ ναδίρ ὑπὸ τοῦ Ν (σχ. 9). Πᾶν δὲ ἐπίπεδον διερχόμενον διὰ τῆς κατακορύφου ἑνὸς τόπου λέγεται **κατακόρυφον** ἐπίπεδον.

Τὰ κατακόρυφα ἐπίπεδα ἐκάστου τόπου τέμνουσι τὴν οὐράνιον σφαῖραν κατὰ μεγίστους κύκλους. Οὗτοι λέγονται **κατακόρυφοι κύκλοι**. Τὸ κατακόρυφον ἡμικύκλιον, τὸ ὁποῖον περιέχει ἓνα ἀστέρα ἢ ἄλλο σημεῖον τῆς οὐρανίου σφαίρας λέγεται ἰδιαιτέρως **κατακόρυφος** τοῦ

ἀστέρος ἢ τοῦ σημείου τούτου. Π.χ. τοῦ ἀστέρος Σ κατακόρυφος εἶναι τὸ ἡμικύκλιον ΖΣΝ (σχ. 9).



Σχ. 9.

14. Αἰσθητός ὀρίζων τόπου. Πᾶν ἐπίπεδον κάθετον ἐπὶ μίαν κατακόρυφον λέγεται **ὀριζόντιον** ἐπίπεδον.

Τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον τὸ ὁποῖον διέρχεται διὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἑνὸς παρατηρητοῦ, τέμνει τὴν ἐπιφάνειαν τῆς οὐρανίου σφαίρας κατὰ περιφέρειαν μεγίστου κύκλου αὐτῆς.

Ἡ περιφέρεια αὕτη λέγεται **αἰσθητός ὀρίζων** τοῦ τόπου, εἰς τὸν ὁ-

ποῖον εὐρίσκεται ὁ παρατηρητὴς οὗτος. Π.χ. τοῦ τόπου Ο (σχ. 9) αἰσθητός ὀρίζων εἶναι ἡ περιφέρεια ανδβ.

Σημείωσις. Εἰς τὸ ἐξῆς, ὅταν θὰ λέγωμεν ἀπλῶς ὀρίζοντα, θὰ ἐννοῶμεν τὸν αἰσθητὸν ὀρίζοντα.

Οἱ κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας, οἱ ὁποῖαι εἶναι παράλληλοι πρὸς τὸν αἰσθητὸν ὀρίζοντα ἑνὸς τόπου, λέγονται **ὀριζόντιοι κύκλοι** ἢ **ἄλμικανταράτοι**. Ὁ κύκλος π.χ. ΑΣΒ (σχ. 9) εἶναι ἄλμικανταράτος.

Ἀσκήσεις

1) Νὰ εὑρεθῇ πόσοι κατακόρυφοι διέρχονται ἀπὸ τὴν κατακόρυφον ἐκάστου τόπου.

2) Νὰ εὑρεθῇ πόσοι ἄλμικανταράτοι διέρχονται ἀπὸ ἑκαστον σημείου τῆς κατακορύφου ἑνὸς τόπου.

3) Νὰ εὔρητε τὸν λόγον, διὰ τὸν ὁποῖον οἱ κατακόρυφοι κύκλοι εἶναι μέγιστοι κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας.

4) Νὰ ἐξετάσητε, ἂν οἱ ἀλμικανταράτοι εἶναι μέγιστοι ἢ μικροὶ κύκλοι τῆς Οὐρανίου σφαίρας.

5) Νὰ ἀποδείξητε ὅτι εἰς ἕκαστον τόπον οἱ κατακόρυφοι κύκλοι εἶναι κάθετοι ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τοῦ ὀρίζοντος αὐτοῦ.

6) Νὰ ἀποδείξητε ὅτι ἡ κατακόρυφος ἑκάστου τόπου εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν τομὴν τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ὀρίζοντος καὶ τυχόντος κατακορύφου τοῦ κύκλου τοῦ αὐτοῦ τόπου.

7) Νὰ εὔρητε τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τοῦ Ζενίθ ἐνὸς τόπου καὶ τυχόντος σημείου τοῦ ὀρίζοντος αὐτοῦ.

8) Νὰ εὔρητε τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τοῦ Ναδὶρ καὶ τυχόντος σημείου τοῦ ὀρίζοντος.

9) Νὰ εὔρητε τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τοῦ Ζενίθ καὶ τοῦ Ναδὶρ ἐνὸς τόπου.

15. Ζενιθία ἀπόστασις καὶ ὕψος ἀστέρος.—Ἡ γωνιώδης ἀπόστασις ἀστέρος καὶ τοῦ Ζενίθ καλεῖται ἰδιαίτερος **ζενιθία ἀπόστασις** (z) τοῦ ἀστέρος τούτου. Οὕτω τοῦ ἀστέρος Σ (σχ. 9) ζενιθία ἀπόστασις εἶναι ἡ γωνία $ZO\Sigma$.

Ταύτης μέτρον εἶναι τὸ τόξον $Z\Sigma$ τοῦ κατακορύφου τοῦ ἀστέρος τούτου. Μετρεῖται ὅθεν ἡ ζενιθία ἀπόστασις ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ κατακορύφου ἑκάστου ἀστέρος ἀπὸ τοῦ Ζενίθ καὶ ἀπὸ 0° ἕως 180° .

Τὸ συμπλήρωμα τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως ἀστέρος καλεῖται **ὕψος** (u) τοῦ ἀστέρος τούτου.

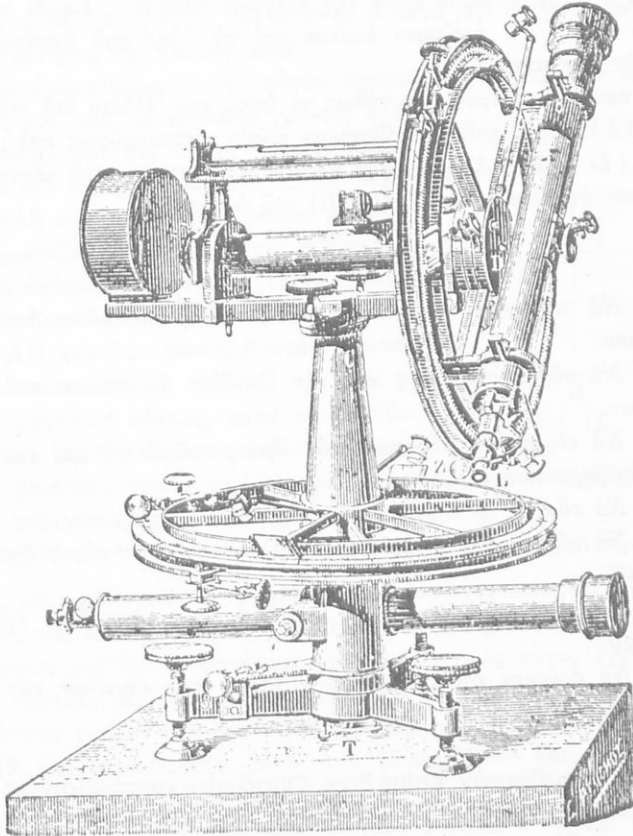
Τὸ ὕψος μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ κατακορύφου ἑκάστου ἀστέρος ἀπὸ τοῦ ὀρίζοντος, θετικῶς μὲν πρὸς τὸ Ζενίθ, ἀρνητικῶς δὲ πρὸς τὸ Ναδὶρ καὶ μεταβάλλεται ἀπολύτως ἀπὸ 0° ἕως 90° .

16. Θεοδόλιχος. Τὴν ζενιθίαν ἀπόστασιν, κατ' ἀκόλουθίαν δὲ καὶ τὸ ὕψος ἀστέρος, μετροῦμεν δι' ὄργανον, τὸ ὁποῖον καλεῖται **Θεοδόλιχος**.

Ἀποτελεῖται δὲ κυρίως ὁ Θεοδόλιχος ἀπὸ δύο κύκλους HH' καὶ KK' , τῶν ὁποίων αἱ περιφέρειαι εἶναι διηρημέναι εἰς μοίρας κ.τ.λ. καὶ ἀπὸ ἓν ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον TT' (1) (σχ. 10).

1. Ἐκαστον ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον ἀποτελεῖται ἐκ δύο φακῶν, ὧν ὁ μὲν καλεῖται **προσοφθάλμιος**, ὁ δὲ **ἀντικειμενικός**. Μεταξὺ τούτων καὶ ἐν τῷ

τηλεσκόπιον στρέφεται πρὸ αὐτοῦ. Προφανῶς δὲ ἡ ἀπόστασις τῶν παραλλήλων τούτων ἐπιπέδων εἶναι ἐλαχίστη, σχεδὸν μηδαμινὴ παραβλλομένη πρὸς τὴν ἀκτῖνα τῆς οὐρανίου σφαίρας. Διὰ τοῦτο τὰ ἐπίπεδα ταῦτα θεωροῦνται ταυτιζόμενα.



Θεοδόλιχος.

17. Μέτρησις τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως καὶ τοῦ ὕψους ἀστέρος. Διὰ νὰ ὀρίσωμεν τὴν ζενιθίαν ἀπόστασιν ἀστέρος κατὰ τινὰ στιγμήν, ἐργαζόμεθα ὡς ἐξῆς: Καθιστῶμεν τὸν δίσκον HH' τοῦ Θεοδολίχου ὀριζόντιον καὶ ὀρίζομεν τὴν θέσιν Bδ τῆς βελόνης γ, ὅταν ὁ ὀπτικὸς ἄξων τοῦ τηλεσκοπίου καταστῇ κατακόρυφος, ὁ δὲ ἀντικει-

μενικὸς φακὸς αὐτοῦ εἶναι ἐστραμμένος πρὸς τὸ Ζενίθ. Στρέφομεν ἔπειτα τὸν δίσκον ΚΚ' καὶ τὸ τηλεσκόπιον, μέχρις οὗ τὸ εἶδωλον τοῦ ἀστέρος σχηματισθῇ εἰς τὸ κέντρον τοῦ σταυρονήματος. Ἡ γωνία, κατὰ τὴν ὁποίαν ἐστράφη ἡ βελόνη γὰρ ἀπὸ τῆς θέσεως Βδ, εἶναι ἡ ζενιθία ἀπόστασις (z) τοῦ ἀστέρος κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην. Ἐκ δὲ τῆς ἰσότητος $u = 90^\circ - z$ ὀρίζομεν ἔπειτα καὶ τὸ ὕψος τοῦ ἀστέρος κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν.

Οἱ ναυτικοὶ μετροῦσι συνήθως τὸ ὕψος τοῦ Ἡλίου διὰ τοῦ ἐξάντος (§ 12). Πρὸς τοῦτο διαθέτουσιν αὐτὸν κατακορύφως καὶ μετροῦσιν, ὥς (ἐν § 12) ἐλέχθη, τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου καὶ σημείου τινὸς Σ' (σχ. 8) τοῦ ὀρίζοντος.

Ἀσκήσεις

10) Νὰ εὑρεθῇ τὸ ὕψος καὶ τὴν ζενιθίαν ἀπόστασιν τοῦ Ζενίθ ἐνὸς τόπου.

11) Νὰ εὑρεθῇ τὸ ὕψος καὶ τὴν ζενιθίαν ἀπόστασιν τοῦ Ναδίου ἐνὸς τόπου.

12) Νὰ εὑρεθῇ τὸ ἄθροισμα τοῦ ὕψους τοῦ Ζενίθ καὶ τοῦ ὕψους τοῦ Ναδίου ἐνὸς τόπου.

13) Νὰ εὑρεθῇ τὸ v καὶ z ἐνὸς σημείου τοῦ ὀρίζοντος.

14) Νὰ εὑρεθῇ τὴν z ἀστέρος, καθ' ἣν στιγμὴν οὗτος ἔχει $v = 35^\circ 36' 40''$.

15) Νὰ εὑρεθῇ τὸ v ἀστέρος, καθ' ἣν στιγμὴν οὗτος ἔχει $z = 105^\circ 35' 40''$.

16) Νὰ ὀρίσῃτε τὸν γεωμετρικὸν τόπον τῶν σημείων τῆς οὐρανίου σφαίρας, ὧν ἕκαστον ἔχει ὕψος 30° .

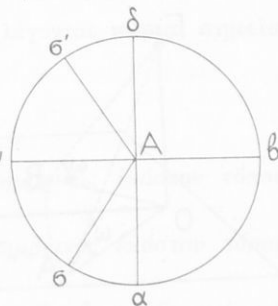
18. Μεσημβρινὸν ἐπίπεδον. Οὐράνιος μεσημβρινός.—Ἀς ὑποθέσωμεν ὅτι κατεστήσαμεν τὸν δίσκον ΗΗ' τοῦ Θεοδολίχου ὀρίζοντιον καὶ κατηυθύνσαμεν τὸ τηλεσκόπιον αὐτοῦ πρὸς τινὰ ἀστέρα Σ, ὅστις εὑρίσκεται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα καὶ βαίνει ἀπομακρυνόμενος αὐτοῦ. Ἐστὼ δὲ Ασ (σχ. 11) ἡ θέσις τῆς βελόνης β καθ' ἣν στιγμὴν τὸ εἶδωλον τοῦ ἀστέρος σχηματίζεται εἰς τὸ κέντρον τοῦ σταυρονήματος καὶ z_0 ἡ ζενιθία ἀπόστασις αὐτοῦ κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην. Ἄν δὲ παρακολουθῶμεν τὴν κίνησιν τοῦ ἀστέρος τούτου στρέφοντες καταλλήλως τὸν κύκλον ΚΚ' περὶ τὸν ἄξονα ΑΒ καὶ τὸ τηλεσκόπιον περὶ τὸ

κέντρον τοῦ KK' , βλέπομεν ὅτι ἡ ζενιθία αὐτοῦ ἀπόστασις βαίνει ἐπὶ τινα χρόνον θ συνεχῶς ἐλαττουμένη μέχρι ἐλαχίστης τινὸς τιμῆς z' . Ἐπειτα δὲ αὕτη ἄρχεται πάλιν αὐξανόμενη καὶ μετὰ χρόνον θ ἀπὸ τῆς στιγμῆς ταύτης γίνεται πάλιν ἴση πρὸς τὴν ἀρχικὴν z_0 .

Ἐστω δὲ As' ἡ θέσις τῆς βελόνης β κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην καὶ An ἡ διχοτόμος τῆς γωνίας sAs' .

Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὴν αὐτὴν ἐργασίαν μὲ οἰουσδήποτε ἄλλους ἀστέρας καὶ καθ' οἷονδήποτε χρόνον, ἀλλ' ἐν τῷ αὐτῷ πάντοτε τόπῳ, θέλομεν παρατηρήσει ὅτι ἀνευρίσκομεν τὴν αὐτὴν διχοτόμον nAb τῆς γωνίας, τὴν ὁποίαν ἐκάστοτε σχηματίζουν αἱ θέσεις τῆς βελόνης β.

Τὸ ἐπίπεδον, τὸ ὁποῖον ὀρίζει ἡ κοινὴ αὕτη διχοτόμος nAb μετὰ τῆς κατακορύφου AB καλεῖται **μεσημβρινὸν ἐπίπεδον** τοῦ τόπου A .



Σχ. 11.

Ὁ μέγιστος κύκλος, κατὰ τὸν ὁποῖον ἡ οὐράνιος σφαῖρα τέμνεται ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ ἐπιπέδου τόπου τινός, καλεῖται **οὐράνιος μεσημβρινός** τοῦ τόπου τούτου.

Ἐπειδὴ τὸ ἐπίπεδον τοῦ κύκλου A εἶναι κάθετον ἐπὶ τὴν κατακορύφον, αἱ γωνίαι $s\hat{A}n$, $s'\hat{A}n$ εἶναι αἱ ἀντίστοιχοι ἐπίπεδοι τῶν διέδρων γωνιῶν, τὰς ὁποίας σχηματίζει ὁ οὐράνιος μεσημβρινός μετὰ τῶν κατακορύφων τοῦ αὐτοῦ ἀστέρος, καθ' ἃς στιγμὰς οὗτος ἔχει τὸ αὐτὸ ὕψος. Ἐπειδὴ δὲ $sAn = nAs'$, ἔπεται ὅτι ὁ μεσημβρινός διχοτομεῖ τὴν διέδρον γωνίαν τῶν ρηθέντων κατακορύφων τοῦ ἀστέρος.

19. Γνώμων.— Τὴν θέσιν τοῦ μεσημβρινοῦ ἐπιπέδου ὀρίζομεν προχειρότερον διὰ τοῦ **γνώμονος**.

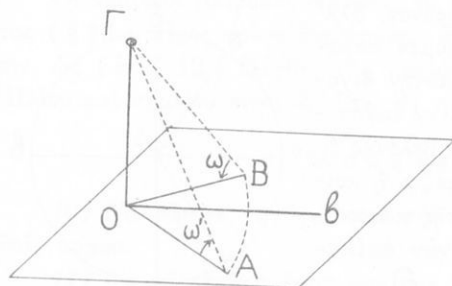
Καλεῖται δὲ **γνώμων** πᾶς σκιερὸς στῦλος, ὁ ὁποῖος στερεοῦται κατακορύφως ἐπὶ ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ καὶ εἶναι ἐκτεθειμένος εἰς τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας.

Τοιοῦτους γνώμονας μετεχειρίζοντο ἀπὸ ἀρχαιοτάτων χρόνων οἱ Σῖναι, Αἰγύπτιοι καὶ οἱ Χαλδαῖοι. Ἀπὸ τούτων δὲ παρέλαβον αὐτοὺς καὶ οἱ Ἕλληνας⁽¹⁾.

1. Ὁ Ἀναξίμανδρος (610 - 546 π.Χ.) φέρεται ὡς εἰσαγαγὼν τὸν γνώμονα εἰς τὴν Ἑλλάδα.

Βραδύτερον οἱ γνώμονες ἐτελειοποιήθησαν διὰ τῆς προσαρμογῆς δίσκου μὲ μικρὰν ὀπὴν εἰς τὴν κορυφὴν τοῦ στύλου. Διὰ ταύτης εἰς τὸ ἄκρον τῆς σκιᾶς τοῦ γνώμονος σχηματίζεται μικρὸν φωτεινὸν εἶδωλον τοῦ Ἡλίου. Τὸ εἶδωλον δὲ τοῦτο καθιστᾷ καταφανῆ τὴν θέσιν τοῦ πέρατος τῆς σκιᾶς τοῦ στύλου.

Διὰ νὰ ὀρίσωμεν τὴν θέσιν τοῦ μεσημβρινοῦ ἐπιπέδου μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ γνώμονος, ἐργαζόμεθα ὡς ἐξῆς: Μετὰ τὴν ἀνατολὴν τοῦ



Σχ. 12.

Ἡλίου, καὶ ἐν ᾧ οὗτος ἐξακολουθεῖ ἀνερχόμενος εἰς τὸν Οὐρανόν, χαράσσομεν τὴν διεύθυνσιν OB τῆς σκιᾶς τοῦ γνώμονος OG ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου οὗτος στηρίζεται (σχ. 12). Μὲ κέντρον δὲ τὸν πόδα τοῦ γνώμονος καὶ ἀκτῖνα τὸ μῆκος OB τῆς σκιᾶς αὐτοῦ γράφομεν περιφέρειαν ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου

ἐπιπέδου τῆς σκιᾶς. Παρατηροῦμεν ἔπειτα ὅτι, ἐφ' ὅσον ὁ ἥλιος ἀνερχεται, τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς αὐτοῦ ἐλαττωῦται τὸ δὲ ἄκρον αὐτῆς εὐρίσκεται ἐντὸς τοῦ κύκλου, τὸν ὁποῖον ὀρίζει ἡ γραφεῖσα περιφέρεια. Ὅταν δὲ ὁ ἥλιος ἀρχίσῃ νὰ κατέρχεται, ἡ σκιά αὐτοῦ γίνεται βαθμὴν μεγαλυτέρα καὶ κατὰ τινὰ στιγμὴν τὸ ἄκρον αὐτῆς A εὐρίσκεται πάλιν ἐπὶ τῆς χαραχθείσης περιφερείας. Σημειοῦμεν τὴν θέσιν A καὶ ἀφοῦ χαράξωμεν τὴν δεύθυνσιν OA τῆς σκιᾶς, διχοτομοῦμεν τὴν γωνίαν BOA.

Ἡ διχοτόμος OB καὶ ὁ γνώμων OG ὀρίζουσι τὸ μεσημβρινὸν ἐπίπεδον. Πράγματι ἐκ τῶν ἴσων ὀρθογωνίων τριγώνων OGA, OGB προκίπτει ὅτι $\omega = \omega'$, ἥτοι ὁ ἥλιος ἔχει τὸ αὐτὸ ὕψος κατὰ τὰς θεωρηθείσας στιγμὰς. Ἐπειδὴ δὲ τὸ ἐπίπεδον GOB διχοτομεῖ τὴν διεδρον γωνίαν AOB τῶν κατακορυφῶν τοῦ Ἡλίου κατὰ τὰς στιγμὰς ταύτας, ἔπεται ὅτι GOB εἶναι τὸ ἐπίπεδον τοῦ οὐρανοῦ μεσημβρινοῦ (§18).

20. Κύρια σημεῖα τοῦ ὀριζοντος.—Ἡ εὐθεῖα νβ (σχ. 11), κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ ἐπίπεδον τοῦ ὀριζοντος τέμνεται ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ ἐπιπέδου ἐνὸς τόπου A, λέγεται **μεσημβρινὴ γραμμὴ** τοῦ τόπου τούτου.

Ἡ δὲ διάμετρος ἀπὸ τοῦ ὀρίζοντος, ἡ ὁποία εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν, λέγεται **ἄξων τοῦ μεσημβρινοῦ**.

Τὸ ἄκρον β τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται ἔμ-
προσθεν παρατηρητοῦ βλέποντος πρὸς τὸ βόρειον μέρος τοῦ ὀρίζοντος,
λέγεται **βορρᾶς**. Τὸ ἄλλο ἄκρον γ αὐτῆς λέγεται **νότος**.

Τὸ ἄκρον α τοῦ ἄξονος τοῦ μεσημβρινοῦ, τὸ ὁποῖον καίται πρὸς
τὰ δεξιὰ τοῦ ρηθέντος παρατηρητοῦ, λέγεται **ἀνατολή**, τὸ δὲ ἄλλο
ἄκρον δ αὐτοῦ λέγεται **δύσις**.

Τὰ τέσσαρα ταῦτα σημεῖα, α, β, δ, γ λέγονται **κύρια σημεῖα**
τοῦ ὀρίζοντος.

Ἀσκήσεις

17) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς ἐκάστου τόπου
εἶναι κατακόρυφος κύκλος.

18) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς ἐκάστου τόπου
εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν ὀρίζοντα αὐτοῦ.

19) Πόση εἶναι ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τῆς ἀνατολῆς καὶ τοῦ
βορρᾶ ἐνὸς τόπου; Πόση δὲ τοῦ βορρᾶ καὶ τῆς δύσεως;

20) Πόση εἶναι ἡ ζενιθία ἀπόστασις καὶ τὸ ὕψος ἐκάστου τῶν
κυρίων σημείων τοῦ ὀρίζοντος;

21) Νὰ ἀποδείξητε ὅτι ὁ ἄξων τοῦ μεσημβρινοῦ εἶναι κάθετος
ἐπὶ τὸν Οὐράνιον μεσημβρινόν.

21. Νόμοι τῆς φαινομένης ἡμερησίας κινήσεως τῆς οὐ-
ρανίου σφαίρας.—Ἡ ἐξ Α πρὸς Δ φαινομένη κίνησις τῶν ἀστέρων
(§ 7) γίνεται κατὰ ὠρισμένους νόμους. Τούτους εὐρίσκομεν ὡς ἑξῆς:

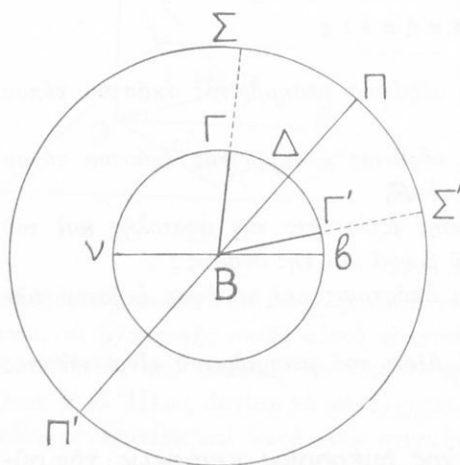
Α') Διευθύνομεν κατὰ τινὰ στιγμὴν τὸν ὀπτικὸν ἄξονα τοῦ τηλε-
σκοπίου τοῦ Θεοδωλίου πρὸς τινὰ ἀπλανῆ ἀστέρα καὶ στερεοῦμεν εἰς
τὴν θέσιν ταύτην τὸν Θεοδωλίον καὶ τὸ τηλεσκόπιον αὐτοῦ. Τὴν ἐπο-
μένην ἡμέραν βλέπομεν ὅτι ἔρχεται στιγμὴ, καθ' ἣν ὁ ὀπτικὸς ἄξων
διέρχεται πάλιν διὰ τοῦ αὐτοῦ ἀστέρος· τὴν ἄλλην ἡμέραν ὁμοίως καὶ
οὕτω καθ' ἑξῆς. Εἰὰν δὲ σημειώσωμεν τὰς ὑπὸ ἀκριβοῦς ὥρολογίου
δεικνυόμενας ὥρας κατὰ τὰς ρηθείσας στιγμὰς, παρατηροῦμεν ὅτι με-
ταξὺ δύο διαδοχικῶν τοιούτων στιγμῶν περιέχεται ὁ αὐτὸς χρόνος, με-
σιονδῆποτε ἀστέρα καὶ ἂν ἐργασθῶμεν.

Ἄρα: Ὁ χρόνος ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχι-

κῶν ἀποκαταστάσεων ἐκάστου ἀπλανοῦς ἀστέρος εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον τῆς τροχιᾶς του, εἶναι σταθερὸς καὶ δι' ὅλους ὁ αὐτός.

Ὁ σταθερὸς οὗτος χρόνος καλεῖται ἀστρική ἡμέρα.

Β') Ἀφ' οὗ καταστήσωμεν τὸν δίσκον ΗΗ' τοῦ Θεοδολίου ὀριζόντιον καὶ ὀρίσωμεν (§18) τὸ μεσημβρινὸν ἐπίπεδον, στρέφομεν περὶ τὸν ἄξονα ΑΒ τὸν κατακόρυφον κύκλον ΚΚ', μέχρις οὗ οὗτος συμπέσῃ μετὰ τοῦ μεσημβρινοῦ ἐπιπέδου. Τηροῦμεν ἔπειτα εἰς τὴν θέσιν ταύτην ἀκίνητον τὸν δίσκον ΚΚ' καὶ στρέφομεν τὸν ὀπτικὸν ἄξονα τοῦ τηλεσκοπίου πρὸς ἀειφανῆ τινα ἀστέρα Σ, ἔστω δὲ ΒΓ ἡ πρὸς τὸν ὀπτικὸν ἄξονα παράλληλος ἀκτὶς τοῦ ΚΚ' κατὰ τὴν στιγμὴν ταύ-



Σχ. 13.

την. Μετὰ ἡμίσειαν ἀστρικήν ἡμέραν βλέπομεν πάλιν τὸν αὐτὸν ἀστέρα ἐν τῷ μεσημβρινῷ ἐπιπέδῳ καὶ κατὰ διεύθυνσιν παράλληλον πρὸς τὴν ἀκτῖνα ΒΓ', ἔστω δὲ ΒΔ ἡ διχοτόμος τῆς γωνίας ΓΒΓ' (σχ. 13).

Ἐὰν ἐργασθῶμεν κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον μὲ διαφόρους ἀειφανεῖς ἀστέρας, ἀνευρίσκομεν πάντοτε τὴν αὐτὴν διχοτόμον ΒΔ. Αὕτη δὲ κατ' ἀκολουθίαν τέμνει τὴν οὐράνιον σφαῖραν εἰς ὀρισμένα καὶ τὰ αὐτὰ πάντοτε σημεῖα Π καὶ Π'.

Μετὰ ταῦτα ἂς τοποθετήσωμεν ἓνα Θεοδόλιον, ὥστε ὁ ἄξων ΑΒ αὐτοῦ νὰ ἔχῃ τὴν διεύθυνσιν τῆς ΠΠ' (σχ. 14) καὶ ἂς προσαρμόσωμεν εἰς αὐτὸν ὥρολογιακὸν μηχανισμόν, δι' οὗ ὁ δίσκος ΚΚ' δύναται νὰ λάβῃ ἰσοταχῇ περιστροφικὴν κίνησιν ἐξ Α πρὸς Δ περὶ τὸν ἄξονα ΑΒ συμπληρῶν μίαν στροφὴν εἰς μίαν ἀστρικήν ἡμέραν. Κατευθύνομεν ἔπειτα τὸν ὀπτικὸν ἄξονα τοῦ τηλεσκοπίου πρὸς τυχόντα ἀστέρα Σ καὶ στερεοῦμεν τὸ τηλεσκόπιον εἰς τὴν θέσιν ταύτην τοῦ δίσκου ΚΚ', οὕτως ὥστε ἡ γωνία τοῦ ἄξονος ΑΒ καὶ τοῦ ὀπτικοῦ ἄξονος νὰ μένῃ ἀμετάβλητος. Ἐὰν ἤδη τὴν στιγμὴν ταύτην θέσωμεν εἰς ἐνέργειαν τὸν ὥρολογιακὸν μηχανισμόν, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ὀπτικὸς ἄξων τοῦ τηλε-

σκοπίου διευθύνεται διαρκῶς πρὸς τὸν ἀστέρα, ἐφ' ὅσον οὗτος εὐρίσκειται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα εἰς διαφόρους θέσεις, Σ , Σ' , Σ'' κ.λ.π. τῆς τροχιάς του. Ἐπειδὴ δὲ αἱ γωνίαι $\Pi B \Sigma$, $\Pi B \Sigma'$, $\Pi B \Sigma''$, $\Pi B \Sigma'''$ κ.τ.λ. εἶναι ἴσαι, ἔπεται ὅτι καὶ τὰ τόξα $\Pi \Sigma$, $\Pi \Sigma'$, $\Pi \Sigma''$ κ.τ.λ. εἶναι ἴσα. Συμπεραίνομεν λοιπὸν ὅτι ἡ τροχιά $\Sigma \Sigma' \Sigma''$ τοῦ ἀστέρος εἶναι περιφέρειαι, ἡ ὁποία ἔχει πόλον τὸ σημεῖον Π .

Ὡστε: Αἱ τροχιαί τῶν ἀστέρων εἶναι περιφέρειαι κύκλων καθέτων ἐπὶ ὠρισμένην καὶ τὴν αὐτὴν διάμετρον τῆς οὐρανίου σφαίρας.

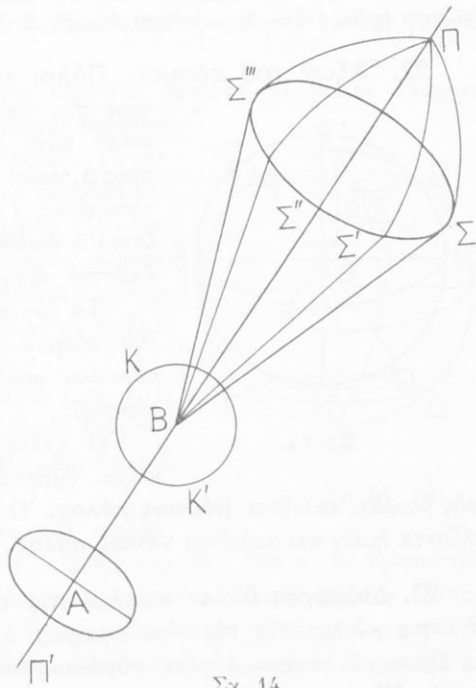
Γ') Ἐπειδὴ ὁ ὀπτικὸς ἄξων τοῦ Θεοδολίου κατὰ τὴν ρηθεῖσιν τοποθέτησιν αὐτοῦ στρέφεται ἐξ A πρὸς Δ ἰσοταχῶς περὶ τὴν εὐθεῖαν AB , ἔπεται ὅτι καὶ πᾶς ἀστήρ, πρὸς τὸν ὁποῖον ὁ ὀπτικὸς οὗτος ἄξων κατευθύνεται, κινεῖται ὁμοίως.

Ὡστε: Ἐκαστος ἀστήρ κινεῖται ἰσοταχῶς, ἥτοι εἰς ἴσους χρόνους διανύει ἴσα τόξα τῆς τροχιάς αὐτοῦ.

Δ') Ἐὰν μετρήσωμεν κατὰ διαφόρους χρόνους καὶ ἀπὸ διαφόρων τόπων τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν δύο οἰωνδήποτε ἀπλανῶν ἀστέρων, βεβαιούμεθα ὅτι αὕτη μένει ἀμετάβλητος.

Ὡστε: Αἱ γωνιώδεις ἀποστάσεις τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων ἀνὰ δύο λαμβανομένων μένουσιν ἀμετάβλητοι.

Ἐκ τῶν νόμων τούτων γίνεται φανερόν ὅτι οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες κινούνται, ὡς ἐὰν οὗτοι ᾔσαν προσηλωμένοι ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς οὐρανίου σφαίρας, αὕτη δὲ ἐστρέφετο ἰσοταχῶς περὶ ὠρισμένην διάμετρον αὐτῆς ἐξ A πρὸς Δ καὶ συνεπλήρωνε μίαν περιστρο-



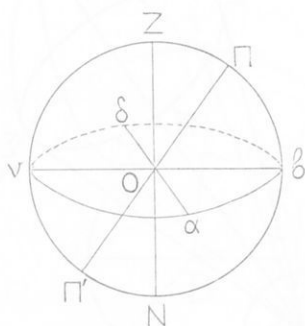
Σχ. 14.

φήν εἰς μίαν ἀστρικὴν ἡμέραν. Ἔνεκα τούτου ἡ κίνησις αὕτη τῶν ἀστέρων λέγεται **φαινομένη ἡμερησία κίνησις τῆς οὐρανίου σφαίρας**.

Ἡ ἐξ Α πρὸς Δ φορά, κατὰ τὴν ὁποίαν φαίνεται ὅτι γίνεται ἡ ἡμερησία κίνησις, καλεῖται **ἀνάδρομος** φορά, ἡ δὲ ἐκ Δ πρὸς Α καλεῖται **ὀρθή** φορά.

Σημείωσις. Πλὴν τῶν ἀειφανῶν ἀστέρων καὶ ἐκείνων, οἱ ὅποιοι ἀνατέλλουσι καὶ δύουσι, ὑπάρχουσι καὶ ἄλλοι, οἱ ὅποιοι οὐδέποτε ἀνέρχονται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα ἡμῶν. Οὗτοι δὲ καλοῦνται **ἀφανεῖς** ἀστέρες.

22. Ἄξων τοῦ κόσμου. Πόλοι τοῦ οὐρανοῦ. — Ἡ διάμε-



Σχ. 15.

τρος τῆς οὐρανίου σφαίρας, περὶ τὴν ὁποίαν αὕτη φαίνεται στρεφομένη ἐξ Α πρὸς Δ, καλεῖται **ἄξων τοῦ κόσμου**. Προηγούμενως (§ 21 Β') εἶδομεν πῶς ὀρίζεται ἡ διεύθυνσις τοῦ ἄξονος τούτου εἰς ἕκαστον τόπον.

Τὰ δύο σημεῖα, εἰς τὰ ὅποια ὁ ἄξων τοῦ κόσμου τέμνει τὴν ἐπιφάνειαν τῆς οὐρανίου σφαίρας, καλοῦνται **πόλοι** τοῦ οὐρανοῦ.

Ὁ πόλος Π (σχ. 15), ὁ ὅποιος κεῖται ἔμπροσθεν ἡμῶν, ὅταν βλέπωμεν πρὸς βορρᾶν, καλεῖται **βόρειος πόλος**. Ὁ δὲ ἄλλος Π' κεῖται ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα ἡμῶν καὶ καλεῖται **νότιος πόλος**.

23. Διάφοροι ἄλλοι κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας. — Ὁ μέγιστος κύκλος τῆς οὐρανίου σφαίρας, ὁ ὅποιος εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου, λέγεται **οὐράνιος ἰσημερινός**. Ὁ οὐράνιος ἰσημερινός Ι'Ι (σχ. 16) διαιρεῖ τὴν οὐράνιον σφαῖραν εἰς δύο ἡμισφαίρια. Τὸ ἓν τούτων Ι'Π περιέχει τὸν βόρειον πόλον τοῦ οὐρανοῦ καὶ λέγεται **βόρειον ἡμισφαίριον**. Τὸ δὲ ἄλλο Ι'Π' περιέχει τὸν νότιον πόλον καὶ λέγεται **νότιον ἡμισφαίριον**.

Ὁ οὐράνιος ἰσημερινός τέμνει τὸ ἐπίπεδον τοῦ ὀρίζοντος κατὰ διάμετρον αδ αὐτοῦ (σχ. 15). Ἐπειδὴ δὲ ὁ ὀρίζων καὶ ὁ οὐράνιος ἰσημερινός εἶναι κάθετοι ἐπὶ τὸν οὐράνιον μεσημβρινόν, ἔπεται ὅτι καὶ ἡ τομὴ ἐκείνων αδ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν οὐράνιον μεσημβρινόν εἰς τὸ Ο. Κατ' ἀκολουθίαν ἡ αδ εἶναι κάθετος καὶ ἐπὶ τὴν μεσημβρινὴν γραμ-

μήν νβ και διὰ τοῦτο συμπίπτει μετὸν ἄξονα τοῦ μεσημβρινοῦ (§20).
 "Ωστε : 'Ο οὐράνιος ἰσημερινὸς τέμνει τὸν ὀρίζοντα ἐκάστου τόπου κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ μεσημβριονῦ αὐτοῦ.

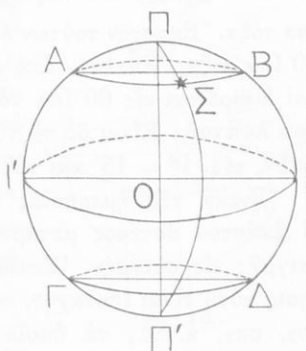
Οἱ παράλληλοι πρὸς τὸν οὐράνιον ἰσημερινὸν κύκλοι τῆς οὐρανόσφαιρας λέγονται **παράλληλοι κύκλοι** αὐτῆς. Π.χ. οἱ μικροὶ κύκλοι ΑΒΓ, ΓΔ (σχ. 16) εἶναι παράλληλοι κύκλοι. Ἐὰν δὲ ἐνθυμηθῶμεν τὸν Β' νόμον (§21) τῆς φαινομένης ἡμερησίας κινήσεως τῶν ἀστέρων, ἐννοοῦμεν, ὅτι οἱ ἀστέρες κατὰ τὴν κίνησιν ταύτην γράφουσι παραλλήλους κύκλους.

Οἱ μέγιστοι κύκλοι τῆς οὐρανόσφαιρας, οἱ ὅποιοι διέρχονται ἀπὸ τοὺς πόλους αὐτῆς λέγονται **ὠριαῖοι κύκλοι ἢ κύκλοι ἀποκλίσεως**. Τὸ ὠριαῖον ἡμικύκλιον, τὸ ὅποιον περιέχει ἓνα ἀστὲρ ἢ ἐν οἷονδήποτε σημεῖον τῆς οὐρανόσφαιρας, λέγεται ἰδιαιτέρως **ὠριαῖος** τοῦ ἀστέρος ἢ τοῦ σημείου τούτου. Π.χ. ὠριαῖος τοῦ ἀστέρος Σ εἶναι τὸ ἡμικύκλιον ΠΣΠ' (σχ. 16).

'Ο ὠριαῖος κύκλος ΠΖΠ'Ν (σχ. 15), ὁ ὅποιος διέρχεται ἀπὸ τὸ Ζενιθ ἐνὸς τόπου, εἶναι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς τοῦ τόπου τούτου. (Διατί ;)

'Η Ἐκλειπτικὴ τέμνει τὴν περιφέρειαν τοῦ οὐρανόσφαιρας εἰς δύο σημεῖα. Ἀπὸ τὸ ἐν τούτων διέρχεται ὁ ἥλιος, ὅταν μεταβαίνει ἀπὸ τὸ νότιον εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον τῆς οὐρανόσφαιρας. Τοῦτο σημειώνεται μετὸ γράμμα γ. Ἀπὸ τὸ ἄλλο γ' διέρχεται ὁ ἥλιος, ὅταν μεταβαίνει ἀπὸ τὸ βόρειον εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον τῆς οὐρανόσφαιρας.

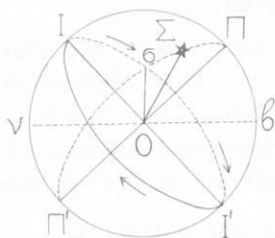
'Ο ὠριαῖος τοῦ σημείου γ λέγεται ἰδιαιτέρως **κόλουρος τῶν ἰσημεριῶν**. (Βλέπε χάρτην τῶν ζωδίων).



Σχ. 16.

24. Ὀριαία γωνία ἀστέρος. — 'Ο ὠριαῖος ΠνΠ' τοῦ νότου ἐνὸς τόπου Ο (σχ. 17) καὶ ὁ ὠριαῖος ΠΣΠ' ἀστέρος κατὰ τινὰ στιγμὴν σχηματίζουν διεδρον γωνίαν νΠΠ'Σ. Αὕτη λέγεται **ὠριαία γωνία** (H) τοῦ ἀστέρος Σ. Ταύτης ἀντίστοιχος ἐπίπεδος εἶναι ἡ γωνία ΙΟσ, ἡ ὁποία βαίνει ἐπὶ τοῦ τόξου Ισ τοῦ οὐρανόσφαιρας ἰσημερινοῦ.

Διὰ τοῦτο δὲ ἡ ὠριαία γωνία μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ οὐρα-
νίου ἡμερινοῦ καὶ κατὰ συνθήκην κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν. Λαμ-
βάνεται δὲ ὡς ἀρχὴ ἡ τομὴ I τῆς περιφε-
ρείας τοῦ οὐρανόου ἡμερινοῦ καὶ τοῦ ὠρι-
αίου τοῦ νότου.



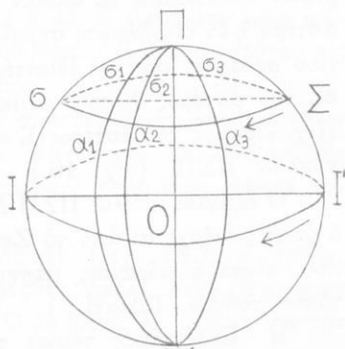
Σχ. 17.

Ἡ ὠριαία γωνία μεταβάλλεται ἀπὸ 0°
ἕως 360° .

Συνήθως ὅμως τὴν H μετροῦσιν εἰς
ῥας, πρῶτα καὶ δευτέρᾳ λεπτά καὶ ἀπὸ O
ἕως 24 ῥας. Πρὸς τοῦτο νοοῦσι τὴν περι-
φέρειαν τοῦ ἡμερινοῦ διηρημένην εἰς 24

ἴσα τόξα. Ἐκαστον τούτων λέγεται **τόξον μιᾶς ὥρας** καὶ διαιρεῖται εἰς
60 ἴσα τόξα. Ἐκαστον ἀπὸ αὐτὰ λέγεται **τόξον ἑνὸς πρώτου λεπτοῦ**
καὶ διαιρεῖται εἰς 60 ἴσα **τόξα δευτέ-
ρου λεπτοῦ**. Εἶναι δὲ τὸ τόξον 1 ὥρας
 $= 15^\circ$, τόξ. $1' = 15'$ καὶ τόξ. $1'' = 15''$.

Ἔνεκα τῆς ἡμερησίας κινήσεως ἡ
 H ἐκάστου ἀστέρος μεταβάλλεται ἀπὸ
στιγμῆς εἰς στιγμήν. Ἐπεὶ δὲ ἡ κί-
νησις αὕτη εἶναι ἰσοσταχῆς, τὰ τόξα σ_1
 σ_2 , σ_3 , κ.τ.λ., τὰ ὅποια διανύονται
ὑπὸ ἀστέρος τινός, εἶναι ἀνάλογα πρὸς
τοὺς χρόνους, κατὰ τοὺς ὁποίους δια-
νύονται (σχ. 18). Καὶ τὰ ἀντίστοιχα
δὲ πρὸς ταῦτα τόξα $I\alpha_1$, $I\alpha_2$, $I\alpha_3$ κ.τ.λ.



Σχ. 18.

τοῦ οὐρανόου ἡμερινοῦ εἶναι ἀνάλογα πρὸς τοὺς χρόνους. Ἐκ τού-
των ἐννοοῦμεν ὅτι : **Ἡ ὠριαία γωνία ἐκάστου ἀπλανοῦς ἀστέρος**
μεταβάλλεται ἀναλόγως πρὸς τὸν χρόνον.

Ἀ σ κ ή σ ε ι ς

22) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι οἱ ὠριαῖοι κύκλοι εἶναι κάθετοι ἐπὶ τὸν
οὐράνιον ἡμερινόν.

23) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς ἐκάστου τόπου
εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν οὐράνιον ἡμερινόν.

24) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ὁ οὐράνιος ἡμερινὸς καὶ ὁ ὀρίζων ἐκά-
στου τόπου διχοτομοῦνται.

25) Νὰ εὗρητε τὴν ὠριαίαν γωνίαν ἐκάστου τῶν κυρίων σημείων τοῦ ὀρίζοντος.

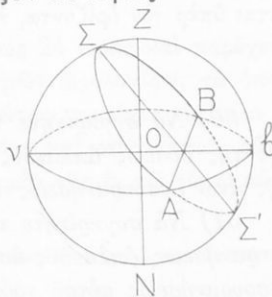
26) Νὰ εὗρητε τὸν γεωμετρικὸν τόπον τῶν σημείων τῆς οὐρανίου σφαίρας, τὰ ὁποῖα ἔχουσιν $H = 6$ ὥρας.

27) Νὰ εὗρητε τὸν γεωμετρικὸν τόπον τῶν σημείων, τὰ ὁποῖα ἔχουσιν $H = 18$ ὥρας.

28) Ποῖα σημεῖα τῆς οὐρανίου σφαίρας ἔχουσιν $H < 12$ ὥρῶν καὶ ποῖα ἔχουσιν $H > 12$ ὥρῶν ;

29) Ποῖα σημεῖα τῆς οὐρανίου σφαίρας ἔχουσιν $H = 12$ ὥρας ;

25. Ἡμερήσιον καὶ νυκτερινὸν τόξον ἀστέρος. — Ἐστω $\Sigma\Sigma'$ ἡ τροχιά ἀστέρος καὶ AB ἡ τομὴ τοῦ ἐπιπέδου αὐτῆς ὑπὸ τοῦ ὀρίζοντος (σχ. 19). Τὸ ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα τόξον $A\Sigma B$ τῆς τροχιάς ταύτης καλεῖται **ἡμερήσιον** τόξον, τὸ δὲ ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα τόξον $B\Sigma'A$ καλεῖται **νυκτερινὸν** τόξον τοῦ ἀστέρος τούτου. Εἶναι δὲ φανερόν ὅτι ἅπαντα ἡ τροχιά ἐκάστου ἀειφανοῦς ἀστέρος εἶναι ἡμερήσιον τόξον, ἐκάστου δὲ ἀφανοῦς εἶναι νυκτερινὸν τόξον.



Σχ. 19.

26. Ἰδιότητες τοῦ οὐρανίου μεσημβρινοῦ.— Α') Τὸ κέντρον ἐκάστου παραλλήλου τῆς οὐρανίου σφαίρας κεῖται ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου. Ὁ δὲ οὐράνιος μεσημβρινὸς περιέχων τὸν ἄξονα τοῦτον περιέχει καὶ τὰ κέντρα τῶν παραλλήλων κύκλων. Ἄρα:

Ὁ Οὐράνιος μεσημβρινὸς τέμνει ἕκαστον τῶν παραλλήλων κύκλων τῆς οὐρανίου σφαίρας κατὰ διάμετρον τοῦ παραλλήλου τούτου.

Β') Ἐστω $\Sigma\Sigma'$ ὁ ὑπὸ ἀστέρος γραφόμενος παράλληλος καὶ AB ἡ τομὴ τοῦ ἐπιπέδου αὐτοῦ ὑπὸ τοῦ ὀρίζοντος. Ἐπειδὴ ὁ ὀρίζων καὶ ὁ παράλληλος εἶναι κάθετοι ἐπὶ τὸν οὐράνιον μεσημβρινόν καὶ ἡ τομὴ αὐτῶν AB εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν οὐράνιον μεσημβρινόν· ἄρα καὶ ἐπὶ τὴν ἐπ' αὐτοῦ κειμένην διάμετρον $\Sigma\Sigma'$ τοῦ παραλλήλου. Τὰ ὑπὸ τῆς χορδῆς $\delta\theta\epsilon\nu$ AB ὑποτεινόμενα τόξα $A\Sigma B$, $B\Sigma'A$ διχοτομοῦνται ὑπὸ τῆς διαμέτρου $\Sigma\Sigma'$, ἥτοι εἶναι τόξ. $A\Sigma =$ τόξ. ΣB καὶ τόξ. $B\Sigma' =$ τόξ. $\Sigma'A$.

Ἄρα : Ὁ Οὐράνιος μεσημβρινὸς διχοτομεῖ τὰ ἡμερήσια καὶ νυκτερινὰ τόξα τῶν ἀστέρων.

27. Μεσουρανήσεις τῶν ἀστέρων. — Αἱ χρονικαὶ στιγμαί, κατὰ τὰς ὁποίας εἷς ἀστὴρ διέρχεται διὰ τοῦ μεσημβρινοῦ, λέγονται μεσουρανήσεις τοῦ ἀστέρος τούτου. Ἐκ τούτων ἐκείνη, κατὰ τὴν ὁποίαν ὁ ἀστὴρ διέρχεται διὰ τοῦ ὠριαίου τοῦ ζηνίθ, καλεῖται ἄνω μεσουράνησις, ἡ δὲ ἄλλη κάτω μεσουράνησις.

Ἀμφότεραι αἱ μεσουρανήσεις τῶν μὲν ἀειφανῶν ἀστέρων γίνονται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα, τῶν δὲ ἀφανῶν ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα τοῦ τόπου τῆς παρατηρήσεως. Τῶν ἄλλων ἀστέρων ἡ μὲν ἄνω μεσουράνησις γίνεται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα, ἡ δὲ κάτω ὑπ' αὐτόν.

Ἀσκήσεις

30) Νὰ συγκρίνητε τὸν χρόνον ἀπὸ τῆς ἄνω μεσουρανήσεως μέχρι τῆς δύσεως ἀπλανοῦς ἀστέρος πρὸς τὸν ἀπὸ τῆς ἀνατολῆς μέχρι τῆς ἄνω μεσουρανήσεως τοῦ αὐτοῦ ἀστέρος χρόνον.

31) Νὰ συγκρίνητε τὸν χρόνον ἀπὸ τῆς ἄνω μέχρι τῆς κάτω μεσουρανήσεως ἀπλανοῦς ἀστέρος πρὸς τὸν ἀπὸ τῆς κάτω μέχρι τῆς ἄνω μεσουρανήσεως αὐτοῦ χρόνον.

32) Εἷς ἀπλανὴς ἀστὴρ μεσουρανεῖ κάτω 6 ὥρας μετὰ τὴν δύσιν του. Μετὰ πόσας ὥρας ἀπὸ τῆς κάτω μεσουρανήσεως θὰ ἀνατεῖλλη ; Ἐπὶ ποίου δὲ παραλλήλου κινεῖται ;

33) Ἀπλανὴς ἀστὴρ διαμένει 18 ὥρας ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα. Μετὰ πόσας ὥρας ἀπὸ τῆς ἀνατολῆς μεσουρανεῖ ἄνω εἰς τὸν αὐτὸν τόπον ;

28. Ἀστρικὴ ἡμέρα. Ἀστρικὸς χρόνος. Ἀστρικὰ ἐκκρεμῇ. — Ἐὰν κατὰ τινα στιγμὴν ἀπλανὴς ἀστὴρ ἢ ἄλλο ὠρισμένον σημεῖον τῆς οὐρανίου σφαίρας μεσουρανεῖ ἄνω εἰς ἓνα τόπον, ἡ ἀκόλουθος ἄνω μεσουράνησις αὐτοῦ εἰς τὸν αὐτὸν τόπον θὰ γίνῃ μετὰ σταθερὸν χρόνον, ὁ ὁποῖος ἐκλήθη ἀστρικὴ ἡμέρα (§ 21 Α').

Κατὰ ταῦτα ἡ ἀστρικὴ ἡμέρα ὀρίζεται, ὡς ἑξῆς :

Ἀστρικὴ ἡμέρα καλεῖται ὁ χρόνος, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἄνω μεσουρανήσεων ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ ἀπλανοῦς ἀστέρος ἢ ἄλλου ὠρισμένου σημείου τῆς οὐρανίου σφαίρας.

Ἡ ἀστρική ἡμέρα διαιρεῖται εἰς 24 ἀστρικάς ὥρας, ἡ ἀστρική ὥρα εἰς 60 ἀστρικά λεπτά καὶ ἕκαστον τούτων εἰς 60 ἀστρικά δευτερόλεπτα.

Ὡς ἀρχὴ τῆς ἀστρικῆς ἡμέρας λαμβάνεται εἰς ἕκαστον τόπον ἡ στιγμή τῆς ἄνω μεσουρανήσεως τοῦ γ ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ.

Ἐὰν εἴς τινα στιγμήν ἀστρικῆς ἡμέρας τὸ γ ἔχῃ ὠριαίαν γωνίαν H^0 , ὁ παρελθὼν ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τῆς ἡμέρας ταύτης χρόνος εἶναι $\frac{H^0}{15^0}$ ἀστρικά ὥραι. Ἀλλ' ὁ χρόνος οὗτος δηλοῖ καὶ τὴν ὠριαίαν γωνίαν τοῦ γ εἰς ὥρας κ.τ.λ. κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν.

Διὰ τοῦτο καλοῦμεν **ἀστρικὸν χρόνον ἢ ἀστρικήν ὥραν** τόπου κατὰ τινα στιγμήν, τὴν H τοῦ γ (εἰς ὥρας κ.τ.λ.) κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν.

Ἡ ἀστρική ὥρα μεταβάλλεται ἀπὸ O ἕως 24 ὥρας καὶ παρέχεται ἐν τοῖς ἀστεροσκοπείοις ὑπὸ ἀκριβῶν ἐκκρεμῶν ὥρολογίων, τὰ ὅποια καλοῦνται **ἀστρικά ἐκκρεμῆ**. Ἐκαστον τούτων παράγει εἰς μίαν ἀστρικήν ἡμέραν $60 \times 60 \times 24 = 86400$ κτύπους καὶ κανονίζεται, οὕτως ὥστε νὰ δεικνύῃ 0° π. 0δ. κατὰ τὴν στιγμήν τῆς ἐν τῷ τόπῳ αὐτοῦ μεσουρανήσεως τοῦ γ .

Σημειώσεις. Ἐν τοῖς ἀκολουθοῦσι λέγοντες ἀπλῶς ὥρας, λεπτά καὶ δευτερόλεπτα θὰ νοῶμεν ἀστρικά τοιαῦτα.

Ἀσκήσεις

34) Κατὰ ποίαν ὥραν δύνει καὶ κατὰ ποίαν ἀνατέλλει τὸ γ εἰς ἓνα τόπον ;

35) Κατὰ ποίαν ὥραν ἀνατέλλει καὶ κατὰ ποίαν δύνει τὸ γ' εἰς ἓνα τόπον ;

36) Κατὰ ποίαν ὥραν τὸ γ μεσουρανεῖ κάτω εἰς ἓνα τόπον ; Πόσῃν H ἔχει τότε τὸ γ' ;

37) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ κατὰ τὴν ἡμερησίαν κίνησιν γράφει τὸν οὐράνιον ἡμερινόν. Νὰ εὑρητε πόσον χρόνον μένει ἐπὲρ τὸν ὀρίζοντα ἐνὸς τόπου καὶ πόσον ὑπ' αὐτόν.

38) Νὰ εὑρητε πόσαι ὥραι μεσολαβοῦσι μεταξὺ τῆς ἄνω καὶ τῆς κάτω μεσουρανήσεως εἰς τὸν αὐτὸν τόπον ἀπλανοῦς ἀστέρος, ὅστις γράφει τὸν οὐράνιον ἡμερινόν.

39) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ μεσουρανεῖ ἄνω συγχρόνως μὲ τὸ γ καὶ παραμένει 8 ὥρας καὶ 20π. ἐπὲρ τὸν ὀρίζοντα τόπου τινός. Νὰ εὑρητε κατὰ ποίαν ὥραν δύνει οὗτος.

40) Μετά πόσας ώρας από τῆς ἄνω μεσουρανησεως θὰ δύσῃ ἀπλανὴς ἀστήρ, ὅστις μένει ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα 14 ὥρας καὶ 20π ;

41) Μετά πόσας ὥρας ἀπὸ τῆς κάτω μεσουρανήσεως θὰ ἀνατείλῃ ἀπλανὴς ἀστήρ, ὅστις διανύει τὸ ἡμερήσιον τόξον τοῦ εἰς 13 ὥρας 20 π 38δ ;

42) Εἰς ἀπλανὴς ἀστήρ μεσουρανεῖ κάτω μετὰ 6 ὥρ. 25π. 58δ ἀπὸ τῆς δύσεώς του. Νὰ εὑρῇτε εἰς πόσον χρόνον διανύει τὸ ἡμερήσιον καὶ εἰς πόσον τὸ νυκτερινὸν τόξον τῆς τροχιάς του.

43) Εἰς ἀπλανὴς ἀστήρ ἀνατέλλει εἰς ἓνα τόπον τὴν 8 ὥραν 15π καὶ μεσουρανεῖ ἄνω τὴν 17 ὥραν 21π 30δ. Κατὰ ποίαν ὥραν δύει καὶ εἰς πόσον χρόνον διανύει τὸ νυκτερινὸν τόξον αὐτοῦ ;

44) Νὰ εὑρῇτε κατὰ ποίαν ὥραν μεσουρανεῖ ἄνω εἰς ἓνα τόπον ἀπλανὴς ἀστήρ, ὅστις ἀνατέλλει εἰς αὐτὸν τὴν 10 ὥραν καὶ δύει τὴν 20 ὥραν 40 π. 24δ ;

45) Εἰς ἀπλανὴς ἀστήρ ἀνατέλλει εἰς ἓνα τόπον τὴν 17 ὥραν καὶ δύει τὴν 7 ὥραν τῆς ἀκολουθοῦντος ἀστρικῆς ἡμέρας. Νὰ εὑρῇτε πόσῃν H ἔχει κατὰ τὴν ὥρην τῆς ἡμέρας ταύτης.

46) Εἰς ἀπλανὴς ἀστήρ ἀνατέλλει εἰς ἓνα τόπον τὴν 4 ὥραν καὶ δύει τὴν 12 ὥραν. Νὰ εὑρῇτε κατὰ ποίαν ὥραν θὰ ἔχῃ $H = 12$ ὥρας.

47) Εἰς ἀπλανὴς ἀστήρ δύει εἰς ἓνα τόπον τὴν 10 ὥραν 30π καὶ ἀνατέλλει τὴν 0 ὥρ. 16π τῆς ἀκολουθοῦντος ἀστρικῆς ἡμέρας. Νὰ εὑρῇτε κατὰ ποίαν ὥραν θὰ ἔχῃ $H = 12$ ὥρ. καὶ κατὰ ποίαν $H = 0$ ὥρ.

29. Ὁρισμὸς τῆς θέσεως ἀστέρος κατὰ τινὰ στιγμήν.—

*Ἄν γνωρίζωμεν τὸν παράλληλον ἑνὸς ἀστέρος καὶ τὸν ὠριαῖον αὐτοῦ κατὰ τινὰ στιγμήν, ὀρίζομεν τὴν θέσιν αὐτοῦ κατὰ τὴν στιγμήν ταύτην. Διότι οὗτος εὐρίσκεται εἰς τὴν τομὴν τῶν περιφερειῶν τούτων.

Α') Ἐστω Σ (σχ. 20) ἡ θέσις ἀστέρος κατὰ τινὰ στιγμήν καὶ AB ὁ παράλληλος, τὸν ὁποῖον γράφει κατὰ τὴν ἡμερησίαν κίνησιν τῆς οὐρανίου σφαίρας. Τὸ μεταξὺ αὐτοῦ καὶ τοῦ οὐρανίου ἰσημερινοῦ περιεχόμενον τόξον $\sigma\Sigma$ τοῦ ὠριαίου τοῦ Σ εἶναι σταθερὸν διὰ τὸν ἀστέρα τοῦτον. Ἐπὶ τοῦ τόξου δὲ τούτου βαίνει ἡ γωνία $\Sigma O \sigma$, τὴν ὁποίαν σχηματίζει ἡ ἀκτὶς $O\Sigma$ μετὰ τὸν οὐράνιον ἰσημερινόν. Ἡ γωνία αὕτη $\Sigma O \sigma$ λέγεται ἀπόκλισις (δ) τοῦ ἀστέρος Σ .

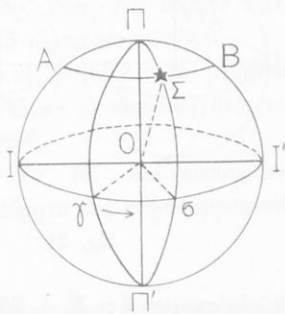
Ἡ ἀπόκλισις ἐκάστου ἀστέρος μετρεῖται ἐπὶ τοῦ ὠριαίου αὐτοῦ καὶ ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ θετικῶς μὲν πρὸς τὸν βόρειον, ἀρνητικῶς δὲ

πρὸς τὸν νότιον πόλον τοῦ Οὐρανοῦ. Περιέχονται λοιπὸν αἱ ἀποκλίσεις τῶν ἀστέρων τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου τοῦ Οὐρανοῦ μεταξύ 0° καὶ 90° , τοῦ δὲ νοτίου μεταξύ 0° καὶ -90° .

Ἐπειδὴ δὲ ἕκαστος ἀστὴρ γράφει κατὰ τὴν ἡμερησίαν κίνησιν τὸν αὐτὸν παράλληλον, ἔπεται ὅτι ἡ ἀπόκλισις αὐτοῦ δὲν μεταβάλλεται μετὰ τοῦ τόπου, οὐδὲ μετὰ τοῦ χρόνου. Ἄν λοιπὸν μετρήσωμεν ἅπαξ τὴν ἀπόκλισιν ἑνὸς ἀστέρος, θὰ γνωρίζωμεν τὸν παράλληλον, ἐπὶ τοῦ ὁποίου εὐρίσκεται οὗτος εἰς πᾶσαν χρονικὴν στιγμήν.

Τὸ συμπλήρωμα τῆς ἀποκλίσεως ἑνὸς ἀστέρος λέγεται **πολικὴ ἀπόστασις** (P) αὐτοῦ. Οὕτως ὁ ἀστὴρ Σ (σχ. 20) ἔχει $P = (\widehat{\Pi\Omega\Sigma}) = (\widehat{\Pi\Sigma})$. Μετρεῖται δὲ ἡ πολικὴ ἀπόστασις ἀστέρος ἐπὶ τοῦ ὠριαίου αὐτοῦ καὶ ἀπὸ τοῦ βορείου πόλου Π. Περιέχονται λοιπὸν αἱ πολικαὶ ἀποστάσεις τῶν ἀστέρων ἀπὸ 0° μέχρις 180° .

Β') Ὁ κόλουρος τῶν ἰσημεριῶν ΠΓΠ' καὶ ὁ ὠριαῖος ΠΣΠ' ἑνὸς ἀστέρος Σ κατὰ τινὰ στιγμήν σχηματίζουν διέδρον γωνίαν γΠΠ'Σ. Αὕτη λέγεται **ὀρθὴ ἀναφορὰ** (α) τοῦ ἀστέρος Σ.



Σχ. 20.

Ἀντίστοιχος ἐπίπεδος γωνία αὐτῆς εἶναι ἡ γωνία γΟσ, ἡ ὁποία βαίνει ἐπὶ τοῦ τόξου γσ τοῦ οὐρανίου ἰσημερινοῦ. Διὰ τοῦτο ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ ἐκάστου ἀστέρος μετρεῖται εἰς ὥρας κ.τ.λ. ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ οὐρανίου ἰσημερινοῦ ἀπὸ τοῦ σημείου γ καὶ κατὰ συνθήκην κατὰ τὴν ὀρθὴν φοράν. Κυμαίνεται δὲ ἡ α τῶν ἀστέρων ἀπὸ 0 μέχρις 24 ὥρων.

Ἐπειδὴ ὁ κόλουρος τῶν ἰσημεριῶν καὶ ὁ ὠριαῖος ἐκάστου ἀστέρος μετέχοντες τῆς ἡμερησίας κινήσεως στρέφονται μετὰ τὴν αὐτὴν ταχύτητα, ἡ διέδρος γωνία αὐτῶν δὲν μεταβάλλεται μετὰ τοῦ χρόνου.

Ἐκ τούτων ἐννοοῦμεν ὅτι: **Ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ ἐκάστου ἀπλανοῦς ἀστέρος εἶναι σταθερά.**

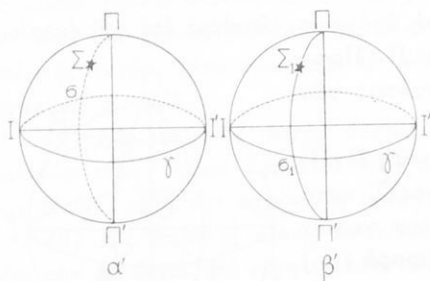
Ἄν λοιπὸν μετρήσωμεν ἅπαξ τὴν α ἑνὸς ἀπλανοῦς ἀστέρος, θὰ γνωρίζωμεν πάντοτε τὴν θέσιν τοῦ ὠριαίου αὐτοῦ ἐν σχέσει πρὸς τὸν κόλουρον τῶν ἰσημεριῶν.

Ἡ ἀπόκλισις καὶ ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ ἑνὸς ἀστέρος λέγονται ὁμοῦ

οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ ἀστέρος τούτου. Ἐκ τῶν προηγουμένων ἔπεται ὅτι, διὰ νὰ ὀρίσωμεν τὴν θέσιν ἑνὸς ἀστέρος ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας, πρέπει νὰ μετρήσωμεν τὰς οὐρανογραφικὰς συντεταγμένας αὐτοῦ. Διὰ νὰ ἐννοήσωμεν δὲ τὸν τρόπον τῆς μετρήσεως αὐτῶν, εἶναι ἀπαραίτητοι μερικαὶ ἄλλαι γνώσεις, τὰς ὁποίας θὰ μάθωμεν πρῶτον.

30. Σχέσεις μεταξύ α, Η ἑνὸς ἀστέρος καὶ ἀστρικοῦ χρόνου Χ κατὰ τινα στιγμὴν. Α') Ἐστω Σ εἷς ἀστὴρ (σχ. 21 α'),

ὁ ὁποῖος ἔχει $H = \widehat{I\sigma}$, $\alpha = \widehat{\Gamma'\sigma}$, καθ' ἣν στιγμὴν εἶναι $\widehat{\Pi'\gamma} = X$.



Σχ. 21.

Ἐπειδὴ $\widehat{\Pi'\gamma} = \widehat{I\sigma} + \widehat{\sigma\Gamma'}$, ἔπεται ὅτι $X = H + \alpha$ (1).

Διὰ τὸν ἀστέρα Σ₁ (σχ. 21β') εἶναι $H = \widehat{\Pi'\sigma_1}$, $\alpha = \widehat{\Gamma'\sigma_1}$ καὶ ἐπομένως $\sigma_1\gamma = 24 \text{ ὥρ.} - \alpha$. Ἐπειδὴ δὲ $\widehat{\Pi'\gamma\sigma_1} = \widehat{\Pi'\gamma} + \widehat{\gamma\sigma_1}$ καὶ $\widehat{\Pi'\gamma} = X$, ἔπεται ὅτι $H = X + 24 - \alpha$. Ἐκ ταύτης

δὲ εὐρίσκομεν ὅτι $X + 24 = H + \alpha$ (2).

Β') Ὅταν εἷς ἀστὴρ μεσουρανή ἄνω εἰς ἕνα τόπον, ἔχει $H = 0$, ἡ δὲ (1) γίνεται $X = \alpha$ (3). Ἦτοι: Ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ ἐκάστου ἀστέρος ἰσοῦται πρὸς τὸν ἀστρικὸν χρόνον ἑνὸς τόπου κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἄνω μεσουρανήσεως αὐτοῦ ἐν τῷ τόπῳ.

Σημείωσις. Ἡ ἰσότης (2) δὲν ἰσχύει διὰ $H=0$, διότι δίδει $\alpha > 24$ ὥρων, ὅπερ ἀδύνατον.

Ἀσκήσεις

- 48) Νὰ ὀρίσητε τὰς οὐρανογραφικὰς συντεταγμένας τοῦ γ καὶ τοῦ γ'.
- 49) Νὰ ὀρίσητε τὰς οὐρανογραφικὰς συντεταγμένας τῆς ἀνατολῆς καὶ τῆς δύσεως ἑνὸς τόπου, ὅταν τὸ γ μεσουρανή ἄνω ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ.
- 50) Νὰ ὀρίσητε τὴν ὀρθὴν ἀναφορὰν τοῦ νότου ἑνὸς τόπου κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς ἀστρικῆς ἡμέρας ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ.
- 51) Νὰ ὀρίσητε τὴν α τοῦ βορρᾶ ἑνὸς τόπου, ὅταν τὸ γ ἀνατέλλῃ ἐν αὐτῷ.

52) Νὰ δορίσητε τὴν α τῆς δύσεως καὶ τῆς ἀνατολῆς ἐνὸς τόπου τὴν 6ην καὶ ἔπειτα τὴν 12ην ἀστρικὴν ὥραν τοῦ τόπου τούτου.

53) Νὰ δορίσητε τὴν α ἐνὸς ἀπλανοῦς ἀστέρος, ὁ ὁποῖος μεσουρανεῖ ἄνω εἰς ἓνα τόπον, ὅταν τὸ γ μεσουρανεῖ κάτω εἰς τὸν αὐτὸν τόπον.

54) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ ἔχων $P = 90^\circ$ μεσουρανεῖ ἄνω εἰς τινὰ τόπον, ὅταν τὸ γ ἀνατέλλῃ εἰς τὸν τόπον τούτου. Νὰ εὑρητε τὰς οὐρανογραφικὰς συντεταγμένας αὐτοῦ.

55) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ μεσουρανεῖ ἄνω ἐν Ἀθήναις τὴν 12 ὥρ. 20π. 15δ. Νὰ εὑρητε τὴν α αὐτοῦ.

56) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ ἔχει $\alpha = 8^\circ$. Νὰ εὑρητε κατὰ ποίαν ἀστρικὴν ὥραν ἐνὸς τόπου ἔχει οὗτος $H = 5$ ὥρ. 40π. εἰς τὸν αὐτὸν τόπον.

57) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ ἔχει $\alpha = 13^\circ$. 25π. Νὰ εὑρητε κατὰ ποίαν ἀστρικὴν ὥραν ἐνὸς τόπου ἔχει $H = 15$ ὥρας εἰς αὐτόν.

58) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ ἔχει $\delta = 0^\circ$ καὶ ἀνατέλλει ἐν Ἀθήναις τὴν 8 ὥρ. 25π. 35δ. Νὰ εὑρητε κατὰ ποίαν ὥραν μεσουρανεῖ ἄνω καὶ κατὰ ποίαν δέει ἐν Ἀθήναις. Πόση δὲ ἡ α αὐτοῦ;

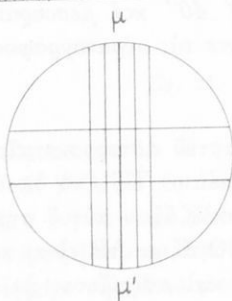
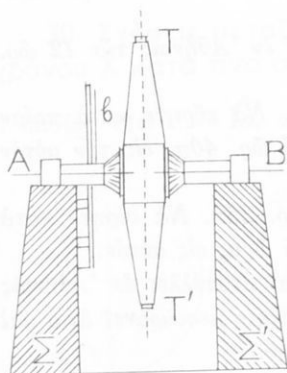
59) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ ἔχει $P = 12^\circ 10' 40''$ καὶ μεσουρανεῖ ἄνω ἐν Ἀθήναις τὴν 18 ὥρ. 40 π. 42δ. Νὰ εὑρητε τὰς οὐρανογραφικὰς συντεταγμένας αὐτοῦ.

31. Μεσημβρινὸν τηλεσκόπιον.—“Ἐκαστον ἀστεροσκοπεῖον, πλὴν ἄλλων ὀργάνων, ἔχει ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον ΤΤ', τὸ ὁποῖον εἶναι διατεθειμένον ὡς ἐξῆς: (σχ. 22). Ὁ ὀπτικὸς ἄξων αὐτοῦ στρέφεται περὶ ἄλλον ἄξονα ΑΒ κάθετον ἐπ' αὐτόν. Ὁ ἄξων ΑΒ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν οὐράνιον μεσημβρινὸν τοῦ τόπου καὶ στηρίζεται ἀκλονήτως ἐπὶ δύο κατακορύφω στύλων Σ, Σ'.

Ἐνεκα τῆς τοιαύτης διατάξεως ὁ ὀπτικὸς ἄξων στρεφόμενος περὶ τὸν ΑΒ γράφει τὸν μεσημβρινὸν τοῦ τόπου. Διὰ τοῦτο τὸ τηλεσκόπιον τοῦτο λέγεται **μεσημβρινὸν τηλεσκόπιον**.

Παραπλευρῶς τοῦ τηλεσκοπίου τούτου κεῖται κατακόρυφος κύκλος, ὁ ὁποῖος στερεοῦται κατὰ τὸ κέντρον τοῦ ἐπὶ τοῦ ἄξονος ΑΒ. Ἐν τῷ ἐπιπέδῳ δὲ τοῦ κύκλου τούτου στρέφεται περὶ τὸ κέντρον τοῦ καὶ συγχρόνως μὲ τὸν ἄξονα τοῦ τηλεσκοπίου μία βελὸν β. Ταύτης τὸ κινητὸν ἄκρον διατρέχει τὴν περιφέρειαν τοῦ κύκλου, ἥτις εἶναι διηρημένη εἰς μοίρας κ.τ.λ. Τὸ σταυρόνημα τοῦ τηλεσκοπίου τούτου ἀποτε-

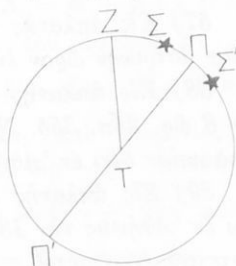
λείται από δύο οριζόντια νήματα και από 5 άλλα, τὰ ὅποια εἶναι κάθετα ἐπὶ τὰ πρῶτα καὶ εὐρίσκονται εἰς ἴσην ἀπόστασιν ἀπ' ἀλλήλων (σχ. 23). Τὸ μεσαῖον τούτων κεῖται ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ οὐρανοῦ μεσημβρινοῦ καὶ λέγεται διὰ τοῦτο **μεσημβρινὸν νῆμα**. Τὴν στιγμὴν, κατὰ τὴν ὁποίαν εἰς ἀστὴρ διέρχεται πρὸ τοῦ μεσημβρινοῦ νήματος, οὗτος μεσουρανεῖ ἄνω. Διὰ νὰ ὀρίσῃσι δὲ οἱ ἀστρονόμοι μὲ ἀκρίβειαν τὴν χρονικὴν ταύτην στιγμὴν, σημειώνουσι τὰς ὥρας κατὰ τὰς διαβάσεις αὐτοῦ πρὸ ἐκάστου τῶν 5 νημάτων καὶ λαμβάνουσι τὸν μέσον ὅρον αὐτῶν.



Σχ. 22-23.

35. Χρῆσις τοῦ μεσημβρινοῦ τηλεσκοπίου. — Διὰ τοῦ μεσημβρινοῦ τηλεσκοπίου οἱ ἀστρονόμοι ἐκτελοῦσι τὰς ἀκολουθοῦσας ἐργασίας:

1ον. **Ὅρίζουσι τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου.**



Σχ. 24.

Πρὸς τοῦτο ἐργάζονται ὡς ἑξῆς ἐν

Ἀστεροσκοπεῖῳ τοῦ βορείου π.χ. ἡμισφαίριου. Καθιστῶσι κατακόρυφον τὸν ὀπτικὸν ἄξονα τοῦ τηλεσκοπίου μὲ τὸν ἀντικειμενικὸν φακὸν πρὸς τὸ Zenith καὶ σημειώνουσι τὴν ἀκτῖνα τοῦ κύκλου τοῦ ὀργάνου, μὲ τὴν ὁποίαν συμπίπτει τότε ἡ βελὸν β αὐτοῦ. Ἐπειτα

στρέφουσι τὸ μεσημβρινὸν τηλεσκόπιον πρὸς ἓνα ἀειφανῆ ἀστὲρα, μεσουρανοῦντα πρὸς βορρᾶν τοῦ Zenith, καθ' ἣν στιγμὴν οὗτος μεσουρανεῖ ἄνω. Προφανῶς ἡ γωνία, καθ' ἣν ἐστράφη ἡ βελὸν εἶναι ἡ ζενιθία ἀπόστασις $SZ = z_1$ τοῦ ἀστέρος κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην (σχ. 24).

Μετὰ 12 ὥρας μετροῦσι κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον τὴν ζενιθίαν ἀπόστασιν $ZΣ' = z_2$ τοῦ αὐτοῦ ἀστέρος. Ἄν δὲ Π εἶναι ὁ βόρειος πόλος τοῦ Οὐρανοῦ, θὰ εἶναι $ZΠ = ZΣ + ΣΠ$ καὶ $ZΠ = ZΣ' - ΠΣ'$. Προσθέτοντες τὰς ἰσότητας ταύτας κατὰ μέλη καὶ παρατηροῦντες ὅτι

$\Sigma\Pi = \Pi\Sigma'$, εύρισκομεν ὅτι $Z\Pi = \frac{z_1 + z_2}{2}$. Μετὰ ταῦτα στρέφουσιν τὸν ὀπτικὸν ἄξονα, μέχρις οὗ ἡ βελὼν β σχηματίσῃ γωνίαν $\frac{z_1 + z_2}{2}$ μετὰ τὴν ἀρχικῶς σημειωθεῖσαν ἀκτῖνα τοῦ κύκλου. Εἰς τὴν θέσιν ταύτην ὁ ὀπτικὸς ἄξων διεύθυνεται πρὸς τὸν πόλον Π , ἥτοι ἔχει τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου. Καθ' ὅμοιον τρόπον ἐργάζονται καὶ ἀπὸ τόπου τοῦ νοτίου ἡμισφαίριου.

2ον. Μετροῦσι τὰς οὐρανογραφικὰς συντεταγμένας οἰούδηποτε ἀστέρος Σ ἐργαζόμενοι, ὡς ἐξῆς : Ὅρίζουσι τὴν ἀκτῖνα τοῦ κύκλου τοῦ ὄργάνου, μετὰ τὴν ὁποίαν συμπίπτει ἡ βελὼν β, ὅταν ὁ ὀπτικὸς ἄξων ἔχη τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου. Στρέφουσιν ἔπειτα τὸν ὀπτικὸν ἄξονα τοῦ μεσημβρινοῦ τηλεσκοπίου πρὸς τὸν ἀστέρα Σ καὶ προσδιορίζουσι μετὰ τὴν βοήθειαν παρακειμένου ἀστρικοῦ ἐκκερεμοῦς τὴν ἀκριβῆ ὥραν τῆς διαβάσεως αὐτοῦ πρὸ τοῦ μεσημβρινοῦ νήματος. Ἡ ὥρα αὕτη εἶναι ἡ ὀρθὴ ἀναφορά τοῦ ἀστέρος (§ 30, 3).

Μετὰ δὲ ταῦτα ἀναγινώσκουσιν ἐπὶ τοῦ κύκλου τοῦ ὄργάνου τὴν γωνίαν ω , καθ' ἣν ἐστράφη ἡ βελὼν β. Ἐπειδὴ δὲ προφανῶς εἶναι $\omega = P$ καὶ ὡς γνωστὸν $\delta = 90^\circ - P$, ἔπεται ὅτι $\delta = 90^\circ - \omega$.

Ἀ σ κ ῆ σ ε ι ς

60) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ ἔχει $\alpha = 2$ ὥρας 42π. 35δ. καὶ δύνει εἰς ἓνα τόπον τὴν 8 ὥραν 42π. 35δ. Νὰ εὑρητὲ τὴν ἀπόκλισιν αὐτοῦ καὶ τὴν ὥραν, καθ' ἣν οὗτος μεσουρανεῖ κάτω εἰς τὸν αὐτὸν τόπον.

61) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ ἀνατέλλει εἰς ἓνα τόπον τὴν 3 ὥραν καὶ δύνει-τὴν 12 ὥραν. Νὰ εὑρητὲ τὴν α αὐτοῦ.

62) Εἰς ἀφανῆς ἀστήρ ἔχει ζενιθίαν ἀπόστασιν $25^\circ 30'$ κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησιν καὶ $45^\circ 20'$ κατὰ τὴν κάτω μεσουράνησιν εἰς ἓνα τόπον. Νὰ εὑρητὲ τὴν πολικὴν ἀπόστασιν τοῦ ζενίθ τοῦ τόπου τούτου.

63) Εἰς ἀειφανῆς ἀστήρ ἔχει ζενιθίαν ἀπόστασιν $50^\circ 52' 40''$ κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησιν ἐν Ἀθήναις καὶ $53^\circ 10' 40''$ κατὰ τὴν κάτω μεσουράνησιν. Ἐγιναν δὲ καὶ αἱ δύο μεσουρανῆσεις πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ ζενίθ. Νὰ εὑρητὲ τὸ ὕψος (ἔξαγμα) τοῦ βορείου πόλου ἐν Ἀθήναις.

64) Τὸ ζενίθ ἐνὸς τόπου ἔχει $P = 48^\circ 10'$. Εἰς δὲ ἀφανῆς ἀστήρ κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησιν του εἰς τὸν τόπον τοῦτον ἔχει $z = 29^\circ 10' 30''$. Νὰ εὑρητὲ τὴν ζενιθίαν ἀπόστασιν αὐτοῦ κατὰ τὴν κάτω μεσουράνησιν του εἰς τὸν αὐτὸν τόπον.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

Ο ΗΛΙΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΦΑΙΝΟΜΕΝΗ ΚΙΝΗΣΙΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ

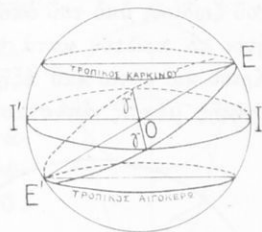
33. Σχήμα καὶ θέσις τῆς ἐκλειπτικῆς. — Ἰσημερίαι καὶ τροπαί. Ἐμάθομεν (§ 8) ὅτι ἡ γραμμή, τὴν ὁποίαν φαίνεται γράφον τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν ἰδίαν φαινομένην κίνησιν του λέγεται, Ἐκλειπτική. Διὰ τὰ γνωρίσωσιν οἱ ἀστρονόμοι τὸ σχῆμα τῆς Ἐκλειπτικῆς καὶ τὴν θέσιν αὐτῆς ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας, ἐργάζονται ὡς ἑξῆς : Ἐπὶ μιᾷ τεχνητῆς σφαίρας χαράσσουσι τὰς περιφερείας δύο μεγίστων κύκλων καθέτων πρὸς ἀλλήλους. Ὀρίζουσι δὲ ὅπως ὁ εἷς ἐκ τούτων παριστᾷ τὸν οὐράνιον ἰσημερινόν, ἐν δὲ ὠρισμένον ἡμῖς τοῦ ἄλλου τὸν κόλουρον τῶν ἰσημερινῶν. Μετροῦσιν ἔπειτα (§ 32) τὰς οὐρανογραφικὰς συντεταγμένας τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου καθ' ἑκάστην ἄνω μεσουράνησιν αὐτοῦ ἐπὶ ἓν ἔτος. Σημειοῦσι δὲ ἐπὶ τῆς τεχνητῆς σφαίρας τὰ ἀντίστοιχα σημεῖα αὐτῆς. Ἐνοῦντες ταῦτα διὰ συνεχοῦς γραμμῆς βλέπουσιν ὅτι αὕτη εἶναι περιφέρεια μεγίστου κύκλου. Παρατήρησαν δὲ ὅτι ἀπὸ τὰς τιμὰς τῆς ἀποκλίσεως τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου ἡ μεγίστη εἶναι $23^{\circ} 27'$, ἡ δὲ ἐλαχίστη — $23^{\circ} 27'$. Ἐκ τούτων ἐννοοῦμεν ὅτι : Ἡ Ἐκλειπτική εἶναι περιφέρεια μεγίστου κύκλου τῆς οὐρανοῦ σφαίρας. Τὸ δὲ ἐπίπεδον αὐτῆς σχηματίζει μὲ τὸ ἐπίπεδον τοῦ οὐρανοῦ ἰσημερινοῦ γωνίαν $23^{\circ} 27'$.

Ἡ γωνία αὕτη λέγεται λόξωσις τῆς Ἐκλειπτικῆς.

Ὅταν ὁ Ἡλιος διέρχεται ἀπὸ τὰς τομὰς γ καὶ γ' τῆς Ἐκλειπτικῆς καὶ τῆς περιφερείας τοῦ οὐρανοῦ ἰσημερινοῦ, γράφει τὸν οὐράνιον ἰσημερινόν κατὰ τὴν ἡμερησίαν κίνησιν. Ἐπειδὴ δὲ οὗτος διχοτομεῖται ὑπὸ τοῦ ὀρίζοντος παντὸς τύπου, τὸ ἡμερήσιον καὶ τὸ νυκτερινὸν τόξον τοῦ Ἡλίου εἶναι ἴσα εἰς ὅλους τοὺς τρόπους τῆς Γῆς. Διὰ



τοῦτο αἱ χρονικαὶ αὐταὶ στιγμαὶ λέγονται **ισημερίαι**, τὰ σημεῖα, γὰρ λέγονται **ισημερινὰ σημεῖα** καὶ ἡ διάμετρος γγ' λέγεται **ισημερινὴ γραμμὴ**. Τὴν στιγμὴν, κατὰ τὴν ὁποίαν ὁ ἥλιος εὐρίσκεται εἰς τὸ γ (σχ. 25) ἀρχίζει τὸ ἔαρ. Τὴν δὲ στιγμὴν, κατὰ τὴν ὁποίαν ὁ ἥλιος εὐρίσκεται εἰς τὸ γ', ἀρχίζει τὸ φθινόπωρον. Δι' αὐτὸ αἱ στιγμαὶ αὗται λέγονται ἀντιστοίχως **ἐαρινὴ ἰσημερία** ἢ μία καὶ **φθινοπωρινὴ ἰσημερία** ἢ ἄλλη. Τὸ δὲ γ λέγεται ἰδιαιτέρως **ἐαρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον** καὶ τὸ γ' **φθινοπωρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον**. Ἡ διάμετρος ΕΕ' τῆς Ἐκλειπτικῆς, ἡ ὁποία εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν ἰσημερινὴν γραμμὴν, καλεῖται **γραμμὴ τῶν ἡλιοστασίων** ἢ τῶν **τροπῶν**. Τὰ ἄκρα αὐτῆς Ε καὶ Ε' καλοῦνται **ἡλιοστάσια** ἢ **σημεῖα τῶν τροπῶν**. Καὶ ἡλιοστάσια μὲν λέγονται, διότι πλησίον αὐτῶν ὁ ἥλιος φαίνεται ἐπὶ τινα χρόνον μὴ κινούμενος κατ' ἀπόκλινιν· σημεῖα δὲ τῶν τροπῶν λέγονται, διότι ἀπ' αὐτῶν ὁ ἥλιος τρέπεται πρὸς τὸν ἰσημερινόν. Τὸ ἄκρον Ε, τὸ ὁποῖον κεῖται εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον τοῦ Οὐρανοῦ, καλεῖται ἰδιαιτέρως **θερινὸν ἡλιοστάσιον**· τὸ δὲ Ε', τὸ ὁποῖον κεῖται εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον, καλεῖται **χειμερινὸν ἡλιοστάσιον**. Διότι τὰς στιγμὰς, κατὰ τὰς ὁποίας ὁ ἥλιος εὐρίσκεται εἰς ταῦτα, ἀρχίζει ἀντιστοίχως τὸ θέρος καὶ ὁ χειμῶν. Αἱ χρονικαὶ στιγμαί, κατὰ τὰς ὁποίας ὁ ἥλιος διέρχεται διὰ τῶν ἡλιοστασίων, καλοῦνται **τροπαὶ** καὶ ἀντιστοίχως, ἡ μία τούτων καλεῖται **θερινὴ τροπή**, ἡ δὲ ἄλλη **χειμερινὴ τροπή**. Ὁ παράλληλος τῆς οὐρανίου σφαίρας, ὁ ὁποῖος διέρχεται διὰ τοῦ θερινοῦ ἡλιοστασίου, καλεῖται **τροπικὸς τοῦ Καρκίνου**· ὁ δὲ διερχόμενος διὰ τοῦ χειμερινοῦ ἡλιοστασίου καλεῖται **τροπικὸς τοῦ Αἰγόκερω**.



Σχ. 25.

Ἀσκήσεις

65) Νὰ ὁρίσητε τὴν ἀπόκλινιν τοῦ θερινοῦ καὶ τοῦ χειμερινοῦ ἡλιοστασίου.

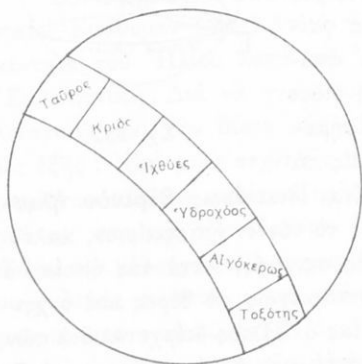
66) Νὰ ὁρίσητε τὴν ἀπόκλινιν σημείου τινὸς τοῦ τροπικοῦ τοῦ Καρκίνου καὶ εἰτα σημείου τοῦ τροπικοῦ τοῦ Αἰγόκερω.

67) Νὰ ὁρίσητε τὴν πολικὴν ἀπόστασιν τοῦ θερινοῦ καὶ τοῦ χειμερινοῦ ἡλιοστασίου.

68) Νὰ ὀρίσητε τὴν πολικὴν ἀπόστασιν τῶν σημείων τοῦ τροπικοῦ τοῦ Καρκίνου καὶ τοῦ τροπικοῦ τοῦ Αἰγίουπερου.

69) Νὰ ὀρίσητε τὴν ὀρθὴν ἀναφορὰν τῆς θερινῆς καὶ χειμερινῆς τροπῆς.

34. Δωδεκατημόρια. Ζωδιακός.— Τὴν Ἐκλειπτικὴν νοοῦμεν διηρημένην ἀπὸ τοῦ σημείου γ εἰς 12 ἴσα τόξα. Ἐκαστον τούτων καλεῖται **δωδεκατημόριον**. Ἐκαστον δωδεκατημόριον φέρει τὸ ὄνομα τοῦ ζώδιου, ὑπὸ τοῦ ὁποίου κατεῖχeto ἐπὶ Ἰππάρχου (2ος αἰὼν π.Χ.), ἥτοι τὸ πρῶτον κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν καλεῖται δωδεκατημόριον τοῦ Κριοῦ καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Τὰ ζώδια ἐκτείνονται ἐκατέρωθεν τῆς Ἐκλειπτικῆς μέχρις ἀποστάσεως 8°. Ἐνεκα τούτου ἡ ζώνη τῆς οὐρανίου σφαίρας, τῆς ὁποίας αἱ βάσεις εἶναι παράλληλοι πρὸς τὴν Ἐκλειπτικὴν καὶ ἀπέχουσιν ἐκατέρωθεν αὐτῆς ἀνά 8° καλεῖται **Ζωδιακός**. Οἱ μέγιστοι κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας, οἱ ὁποῖοι διέρχονται ἀπὸ τὰ ἄκρα τῶν δωδεκατημορίων εἶναι κάθετοι ἐπὶ τὴν Ἐκλειπτικὴν, διαιροῦσι τὸν Ζωδιακὸν εἰς 12 ἴσα μέρη. Ἐκαστον τούτων κατέχεται ὑπὸ ἑνὸς τῶν ἀστερισμῶν, τοὺς ὁποίους καλοῦμεν ζώδια. Διὰ τοῦτο καὶ τὰ μέρη ταῦτα τοῦ Ζωδιακοῦ καλοῦμεν **ζώδια**.



Σχ. 26.

Ἐκαστον ζώδιον τοῦ Ζωδιακοῦ φέρει τὸ ὄνομα τοῦ δωδεκατημορίου, τὸ ὁποῖον περιέχει. Οὕτω τὸ ζώδιον, τὸ ὁποῖον περιέχει τὸ δωδεκατημόριον τοῦ Κριοῦ, λέγεται καὶ αὐτὸ ζώδιον τοῦ Κριοῦ. Τὸ ἐπόμενον πρὸς ἀνατολὰς λέγεται ζώδιον τοῦ Ταύρου καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς.

35. Φαινόμενη διάμετρος ἀστέρος.— Ἐστω Σ τὸ κέντρον ἑνὸς ἀστέρος, Γ ἓν σημεῖον τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς καὶ ΑΔΒ τομὴ τοῦ ἀστέρος ὑπὸ ἐπιπέδου διερχομένου διὰ τῆς ΓΣ (σχ. 27). Αἱ ἐφαπτόμεναι ΓΑ, ΓΒ τῆς τομῆς ταύτης σχηματίζουν τὴν γωνίαν ΑΓΒ, ὑπὸ τὴν ὁποίαν ἐκ τοῦ Γ βλέπομεν τὸν ἀστέρα Σ. Διὰ τοῦτο ἡ γωνία αὕτη λέγεται **φαινόμενη διάμετρος** τοῦ Σ. Ἐνεκα τοῦ ὀρθογωνίου τριγώνου

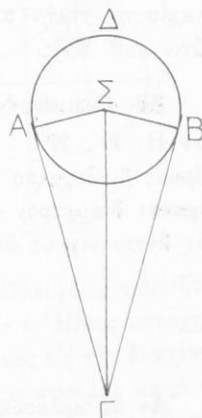
ΑΓΣ είναι $(\Lambda\Sigma) = (\Gamma\Sigma) \cdot \eta\mu(\widehat{A\Gamma\Sigma})$. "Αν δὲ θέσωμεν $(\Lambda\Sigma) = P$
 $(\Gamma\Sigma) = \alpha$ καὶ $\widehat{A\Gamma B} = \Delta$, ἡ ἰσότης αὕτη γίνεται $P = \alpha \cdot \eta\mu\left(\frac{\Delta}{2}\right)$.
 Ἐκ ταύτης δὲ εὐρίσκομεν ὅτι $\alpha = \frac{P}{\eta\mu\left(\frac{\Delta}{2}\right)}$ (1). Ἐπειδὴ δὲ διὰ τοῦς

πλείστοις τῶν ἀστέρων ἡ γωνία Δ εἶναι πολὺ μικρά, τὸ $\eta\mu\left(\frac{\Delta}{2}\right)$ ἐλάχιστα διαφέρει τοῦ μέτρου $\frac{\Delta}{2}$ (εἰς ἀκτίνια) τῆς γωνίας ταύτης. Διὰ τοῦτο ἄνευ αἰσθητοῦ σφάλματος ἡ ἰσότης (1) γίνεται $\alpha = \frac{2P}{\Delta}$ (2).

Ἐκ ταύτης βλέπομεν ὅτι : Ἡ ἀπόστασις ἀστέρος ἀπὸ τῆς Γῆς εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν φαινομένην διάμετρον αὐτοῦ.

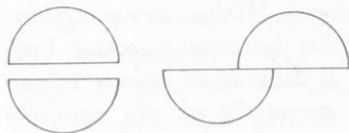
36. Φαινομένη διάμετρος τοῦ Ἡλίου.

Ἡ μέτρησις τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ Ἡλίου δι' ἀκριβῶν ὀργάνων (1) ἀποδεικνύει ὅτι αὕτη μεταβάλλεται ἐντὸς τοῦ ἔτους κυμαίνομένη μεταξὺ ἐλάχιστης καὶ μεγίστης τιμῆς αὐτῆς. Οὕτω τὴν 1ην Ἰουλίου εἶναι ἐλάχιστη (31' 32"). Ἐκτοτε δὲ βαίνει συνεχῶς αὐξανόμενη καὶ γίνεται μεγίστη (32' 36", 2) τὴν 1ην Ἰανουαρίου. Εἶτα ἄρχεται πάλιν



Σχ. 27.

1. Παλαιότερον ἡ ἐργασία αὕτη ἐγίνετο διὰ τοῦ ἡλιόμετρου τοῦ Bouguer (σχ. 28). Τοῦτο εἶναι ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον ἄνευ διαφράγματος, οὗ ὁ ἀντικειμενικὸς φακὸς εἶναι διηρημένος εἰς δύο ἴσα μέρη. Τούτων τὸ ἓν εἶναι ἀμετάθετον, τὸ δὲ ἄλλο δύναται νὰ μετατίθεται κατὰ μῆκος τοῦ ἐπιπέδου τοῦ χωρισμοῦ διὰ μικρομετρικοῦ κοχλίου. Ὄταν τὰ δύο μέρη εἶναι συνηνωμένα εἰς ἓνα πλήρη φακόν, βλέπομεν ἓν εἶδωλον ἐκάστου ἀστέρος, τὸν ὁποῖον δι' αὐτοῦ



Σχ. 28.

παρατηροῦμεν. Ὄταν δὲ τὸ ἓν τούτων μετατεθῇ ὀλίγον, βλέπομεν δύο εἶδωλα. Ἐὰν τὰ δύο εἶδωλα ἐφάπτονται ἀλλήλων, ἡ ἐπιτευχθεῖσα μετὰθεσις μετρεῖ τὴν φαινομένην διάμετρον τοῦ ἀστέρος. Σήμερον δι' ἄλλων λεπτοτάτων καὶ ἀκριβεστάτων ὀργάνων κατορθώνουσιν οἱ ἀστρονόμοι νὰ μετρῶσι τὰς φαινομένας διαμέτρους τῶν ἀστέρων, οἱ ὅποιοι παρουσιάζουσιν αἰσθητὸν ὁπωσδήποτε δίσκον.

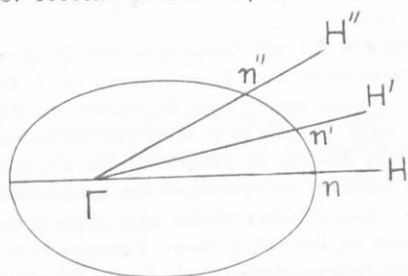
ἐλαττωμένη μέχρι τῆς 1ης Ἰουλίου καὶ οὕτω καθ' ἐξῆς. Ἡ μέση τιμὴ τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ Ἡλίου εἶναι 32' 44'', 1.

37. Μεταβολὴ τῆς ἀποστάσεως τοῦ Ἡλίου. — Ἡ μεταβολὴ τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους ἀποδεικνύει (§ 35) ὅτι ἡ ἀπόστασις αὐτοῦ ἀφ' ἡμῶν δὲν εἶναι σταθερά. Αὕτη εἶναι μεγίστη κατὰ τὴν 1ην Ἰουλίου· ἔκτοτε ἄρχεται ἐλαττωμένη βαθμιαίως μέχρι τῆς 1ης Ἰανουαρίου, ὅτε αὕτη λαμβάνει τὴν ἐλαχίστην τιμὴν αὐτῆς. Ἐπειτα ἄρχεται βαθμιαίως αὐξανόμενη καὶ οὕτω καθ' ἐξῆς.

38. Φαινομένη τροχιά τοῦ Ἡλίου ἐν τῷ χώρῳ. — Ἐστωσαν $H, H', H'', \dots$ αἱ μεσημβριναὶ θέσεις τοῦ Ἡλίου κατὰ διαφοροὺς διαδοχικὰς ἡμέρας καὶ $\Delta, \Delta', \Delta'' \dots$ αἱ ἀντίστοιχοι φαινόμενοι διάμετροι αὐτοῦ. Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ $\alpha, \alpha', \alpha'' \dots$ τὰς ἀντιστοίχους ἀφ' ἡμῶν ἀποστάσεις τοῦ Ἡλίου θὰ εἶναι (§ 35).

$$\frac{\alpha}{\frac{1}{\Delta}} = \frac{\alpha'}{\frac{1}{\Delta'}} = \frac{\alpha''}{\frac{1}{\Delta''}} = \dots$$

Ἄν δὲ καλέσωμεν λ τὴν κοινὴν τιμὴν τῶν λόγων τούτων, εὐρίσκωμεν ὅτι $\alpha = \frac{\lambda}{\Delta}, \alpha' = \frac{\lambda}{\Delta'}, \dots$. Ἄν ἤδη ἐπὶ φύλλου χάρτου χαράξωμεν εὐθεῖαν MH καὶ ὀρίσωμεν, ὅπως τὸ μὲν Γ παριστᾷ τὴν $\Gamma\eta$, ἡ δὲ εὐθεῖα ΓH τὴν ἐκ τῆς $\Gamma\eta$ ς πρὸς τὴν θέσιν H τοῦ Ἡλίου κατεύθυνσιν, αἱ εἰς τὰς θέσεις $H', H'' \dots$ τοῦ Ἡλίου ἀντιστοιχοῦσαι εὐθεῖαι ὀρίζονται εὐκόλως (σχ. 29). Διότι ἀρκεῖ ἐκάστη τούτων νὰ σχηματίζῃ μὲ τὴν προηγουμένην γωνίαν 1° , ὅση δηλ. εἶναι περίπου ἡ πρὸς ἀνατολὰς ἡμερησία μετάθεσις τοῦ Ἡλίου ἐν τῷ

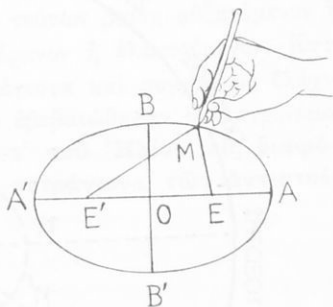


Σχ. 29.

Οὐρανῷ. Τούτων γενομένων, ἂς δώσωμεν εἰς τὸν λ ὀρισμένην τινὰ τιμὴν π.χ. 2 καὶ ἂς λάβωμεν ἐπὶ τῶν $\Gamma H, \Gamma H', \Gamma H'' \dots$ τμήματα $\Gamma\eta, \Gamma\eta', \Gamma\eta'' \dots$ ἀντιστοίχως ἴσα πρὸς $\frac{2}{\Delta}, \frac{2}{\Delta'}, \frac{2}{\Delta''} \dots$. Ἐὰν

ἥδη ἐνώσωμεν μὲ συνεχῇ γραμμῇ τὰ ἄκρα η, η', η'' . . . τῶν τμημάτων τούτων, βλέπομεν ὅτι αὕτη εἶναι ἔλλειψις (σχ. 30), τῆς ὁποίας μία ἐστία εἶναι τὸ Γ. Ἀν' ἔπειτα ἐργασθῶμεν ὁμοίως μὲ ἄλλην τιμὴν τοῦ λ, εὐρίσκουμεν ἄλλην ἔλλειψιν, τῆς ὁποίας μία ἐστία εἶναι πάλιν τὸ Γ καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Ὀφείλομεν λοιπὸν νὰ δεχθῶμεν ὅτι τὸ συμπε-
ρασμα τοῦτο ἰσχύει καὶ διὰ τὰς πραγ-
ματικὰς ἐν τῷ χώρῳ θέσεις τοῦ Ἥλι-
ου. Ἄρα :

Ὁ ἥλιος φαίνεται κινούμε-
νος ἐν τῷ χώρῳ ἐκ δυσμῶν πρὸς
ἀνατολὰς ἐπὶ ἔλλειψειως, τῆς ὁποί-
ας τὴν μίαν τῶν ἐστιῶν κατέχει ἡ
Γῆ. Τὸ φαινόμενον τοῦτο συμβιβάζε-
ται καὶ ἐξηγεῖ τὴν ἐν τῷ Οὐρανῷ καὶ ἐν
μέσῳ τῶν ζωδίων μετάθεσιν τοῦ Ἥλιου
καὶ τὴν περιοδικὴν μεταβολὴν τῆς ἀπο-
στάσεως αὐτοῦ ἀφ' ἡμῶν. Ἀρκεῖ πρὸς



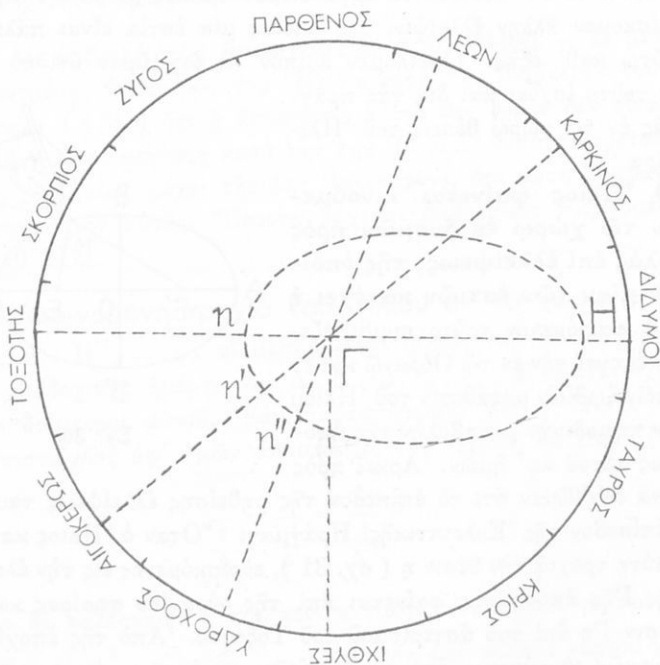
Σχ. 30.

τοῦτο νὰ δεχθῶμεν ὅτι τὸ ἐπίπεδον τῆς ρηθείσεως ἔλλειψειως ταυτίζεται
μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς Ἐκλειπτικῆς. Πράγματι : Ὄταν ὁ ἥλιος κατέχη ἐν
τῇ τοιαύτῃ τροχιᾷ τὴν θέσιν η (σχ. 31), εὐρίσκόμενος εἰς τὴν ἐλαχίστην
ἀπὸ τῆς Γῆς ἀπόστασιν, φαίνεται ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας κατὰ τὴν
διεὐθύνσιν Γῆ ἐπὶ τοῦ ἀστερισμοῦ τοῦ Τοξότου. Ἀπὸ τῆς ἐποχῆς ταύ-
της συνεχῶς κινούμενος ἐπὶ τῆς τροχιᾶς του ἀπομακρύνεται τῆς Γῆς,
μεταβάλλει δὲ καὶ θέσιν ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας. Οὕτω μετὰ ἓνα πε-
ρίπου μῆνα φθάνει εἰς τὸ σημεῖον η' καὶ φαίνεται ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ
Αἰγόκερω. Μετὰ ἕξ δὲ μῆνας φθάνει εἰς τὸ ἀπώτατον σημεῖον Η τῆς
τροχιᾶς του καὶ φαίνεται ἐν τῷ ἀστερισμῷ τῶν Διδύμων. Ἐκτοτε δι-
έρχεται διὰ θέσεων τῆς τροχιᾶς του, αἱ ὁποῖαι κεῖνται βαθμηδὸν καὶ κατ'
ὀλίγον πλησιέστερον πρὸς τὴν Γῆν, ἐν ᾧ ἐν τῷ Οὐρανῷ φαίνεται κατὰ
σειρὰν ἐν μέσῳ τῶν ἀστερισμῶν Καρκίνου, Λέοντος κ.τ.λ.

Ὁ μέγας ἄξων ηΗ τῆς ἔλλειψειως ταύτης καλεῖται **γραμμὴ τῶν
ἀψίδων**. Τὸ ἐγγύτερον πρὸς τὴν Γῆν κείμενον ἄκρον η τῆς γραμμῆς
τῶν ἀψίδων καλεῖται **περίγειον**, τὸ δὲ ἀπώτατον Η καλεῖται **ἀπό-
γειον**.

Ἡ γραμμὴ τῶν ἀψίδων σχηματίζει μὲ τὴν γραμμὴν τῶν ἡλιο-
στασιῶν ἐλαφρῶς μεταβλητὴν γωνίαν, ἥτις σήμερον εἶναι 12° περίπου.

Τῆς ἐλλείψεως ταύτης ὁ μέγας ἄξων ὀλίγον διαφέρει τοῦ μικροῦ κατ' ἀκολουθίαν ἢ ἐλλείψις αὕτη ὀλίγον διαφέρει περιφερείας κύκλου.



Σχ. 31.

Ἀσκήσεις

70) Πόση εἶναι ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ γ καὶ τοῦ ἀπογείου μετρονύμενη ἀπὸ τοῦ γ κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν;

71) Πόση εἶναι ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ γ καὶ τοῦ περιγείου μετρονύμενη ἀπὸ τοῦ γ κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν;

39. Γωνιώδης ταχύτης τοῦ Ἡλίου.—Ἡ γωνία, κατὰ τὴν ὁποίαν εἰς μίαν χρονικὴν μονάδα στρέφεται ἡ ἐπιβατικὴ ἀκτίς, ἡ ὁποία συνδέει τὸ κέντρον τῆς Γῆς μὲ τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου, λέγεται **γωνιώδης ταχύτης τοῦ Ἡλίου**. Ἡ ταχύτης αὕτη δὲν εἶναι σταθερά. Τὴν 1ην Ἰανουαρίου ἔχει τὴν μεγίστην τιμὴν $1^{\circ} 1' 10''$ τὴν ἡμέραν. Ἐκτοτε

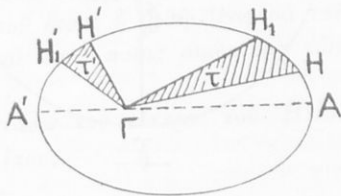
βαίνει συνεχῶς ἐλαττουμένη καὶ περὶ τὴν 1ην Ἰουλίου λαμβάνει τὴν ἐλαχίστην τιμὴν $57' 11''$ καθ' ἡμέραν. Ἐκτοτε δὲ βαίνει αὐξανόμενη, μέχρις οὗ λάβῃ πάλιν τὴν μεγίστην $1^{\circ} 1' 10''$ καὶ οὕτω καθ' ἐξῆς Παραβάλλοντες τὴν μεταβολὴν ταύτην τῆς γωνιώδους ταχύτητος τοῦ Ἥλιου πρὸς τὴν μεταβολὴν τῆς φαινομένης διαμέτρου αὐτοῦ (§ 36) βλέπομεν ὅτι, ὅταν τὸ ἐν τῶν στοιχείων τούτων βαίνει αὐξανόμενον ἢ ἐλαττούμενον καὶ τὸ ἄλλο βαίνει αὐξανόμενον ἢ ἐλαττούμενον. Κατ' ἀκολουθίαν ταῦτα γίνονται συγχρόνως μέγιστα καὶ συγχρόνως ἐλάχιστα. Διὰ προσεκτικῶν δὲ παρατηρήσεων ἐβεβαιώθησαν οἱ ἀστρονόμοι ὅτι : **Αἱ γωνιώδεις ταχύτητες τ καὶ τ' τοῦ Ἥλιου εἰς διαφόρους ἐποχὰς εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν ἀντιστοιχῶν διαμέτρων Δ , Δ' αὐτοῦ.**

$$\text{Εἶναι δηλ. } \frac{\tau}{\tau'} = \frac{\Delta^2}{\Delta'^2}.$$

Ἀσκήσεις

72) Νὰ ἐξετάσητε, ἂν κατὰ τὸ ἀπόγειον ἢ κατὰ τὸ περιγίγειον κινεῖται ταχύτερον ὁ Ἥλιος.

40. Νόμος τῶν ἐμβαδων—. Ἐστωσαν H καὶ H' αἱ θέσεις τοῦ Ἥλιου ἐπὶ τῆς φαινομένης ἐν τῷ χώρῳ τροχιάς του εἰς διαφόρους χρονικὰς στιγμὰς. Ἐστωσαν δὲ α , α' αἱ ἀντίστοιχοι ἀποστάσεις αὐτοῦ ἀπὸ τῆς $\Gamma\etaς$, Δ , Δ' αἱ φαινόμεναι διαμέτροι αὐτοῦ, καὶ τ , τ' αἱ γωνιώδεις ταχύτητες αὐτοῦ κατ' ἀστρικὴν ἡμέραν. Μετὰ μίαν ἀστρικὴν ἡμέραν ὁ Ἥλιος μεταβαίνει ἐκ μὲν τῆς θέσεως H εἰς ἄλλην H_1 , ἐκ δὲ τῆς H' εἰς τὴν H'_1 (σχ. 32). Ἐπεὶ δὲ αἱ ταχύτητες τ καὶ τ' εἶναι πολὺ μικραὶ (§ 39), δυνάμεθα ἄνευ αἰσθητοῦ σφάλματος νὰ δεχθῶμεν ὅτι $\Gamma H = \Gamma H_1$ καὶ $\Gamma H' = \Gamma H'_1$. Κατ' ἀκολουθίαν οἱ τομεῖς $H\Gamma H_1$,



Σχ. 32.

$H\Gamma H'_1$, ἐξομοιοῦνται πρὸς κυκλικούς τομεῖς. Ἐὰν δὲ παραστήσωμεν τὰ ἐμβαδὰ αὐτῶν διὰ E, E' , θὰ εἶναι $E = \pi \alpha^2 \cdot \frac{\tau}{360}$ καὶ $E' = \pi \alpha'^2 \cdot \frac{\tau'}{360}$.

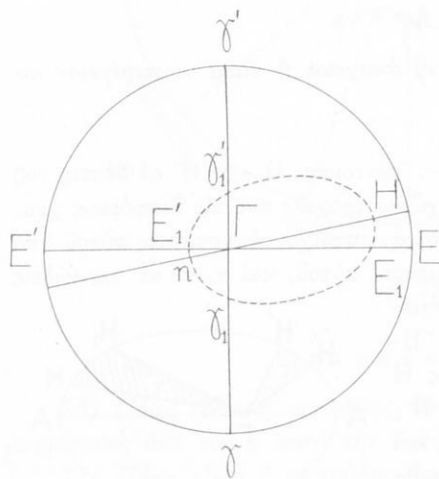
Ἐὰν δὲ διαιρέσωμεν ταύτας κατὰ μέλη, εὐρίσκομεν ὅτι $\frac{E}{E'} = \frac{\alpha^2}{\alpha'^2} \cdot \frac{\tau}{\tau'}$.

Ἐπειδὴ δὲ $\frac{\alpha}{\alpha'} = \frac{\Delta'}{\Delta}$ (§ 35) καὶ $\frac{\tau}{\tau'} = \frac{\Delta^2}{\Delta'^2}$ (§ 39), ἔπεται ὅτι

$\frac{E}{E'} = \frac{\Delta'^2}{\Delta^2} \cdot \frac{\Delta^2}{\Delta'^2} = 1$. Εἶναι ἄρα $E = E'$, ἵτοι ἡ ἐπιβατική ἀκτὶς ΓΗ γράφει ἰσοδυνάμους ἐπιφανείας εἰς ἴσους χρόνους. Κατ' ἀκολουθίαν εἰς διπλάσιον, τριπλάσιον κ.τ.λ. χρόνον γράφει ἐπιφανείας μὲ διπλάσιον, τριπλάσιον κ.τ.λ. ἐμβαδόν. Συμπεραίνομεν λοιπὸν ὅτι :

Τὰ ἐμβαδὰ τῶν ἐπιφανειῶν, τὰς ὁποίας γράφει ἡ τὸ κέντρον τῆς Γῆς μὲ τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου συνδέουσα ἐπιβατική ἀκτὶς, εἶναι ἀνάλογα πρὸς τοὺς χρόνους, καθ' οὓς γράφονται αἱ ἐπιφάνειαι αὗται. Ἡ ιδιότης αὕτη λέγεται νόμος τῶν ἐμβαδῶν.

41. Ὁραιοὶ τοῦ ἔτους—Τὰ ἰσημερινὰ σημεῖα καὶ τὰ ἡλιοστάσια διαιροῦσι τὴν Ἐκλειπτικὴν εἰς τέσσαρα ἴσα τόξα γΕ, ΕΓ', γ'Ε', Ε'Γ (σχ. 33). Οἱ χρόνοι, κατὰ τοὺς ὁποίους ὁ Ἡλῖος φαίνεται διανύων



Σχ. 33.

τὰ τόξα ταῦτα, λέγονται κατὰ σειράν: Ἑαρ, Θέρος, Φθινόπωρον, Χειμῶν. Πάντες δὲ ὁμοῦ οἱ χρόνοι οὗτοι λέγονται ὥραιοι τοῦ ἔτους. Τὰ τόξα γΕ, ΕΓ', γ'Ε', Ε'Γ τῆς Ἐκλειπτικῆς εἶναι προφανῶς προβολαὶ ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας τῶν τόξων γ₁Ε₁, Ε₁γ'₁, γ'₁Ε'₁, Ε'₁γ₁, εἰς τὰ ὁποῖα διαιρεῖται ἡ ἑλλειπτικὴ τροχιά τοῦ Ἡλίου ὑπὸ τῆς ἰσημερινῆς γραμμῆς καὶ τῆς γραμμῆς τῶν τροπῶν. Αἱ διάρκειαι ἄρα Ε, Θ, Φ, Χ τῶν ὥρῶν τοῦ ἔτους εἶναι ἀντιστοίχως ἴσαι πρὸς τοὺς χρόνους, καθ' οὓς ὁ Ἡλῖος διανύει κατὰ σειράν τὰ 4 ταῦτα τόξα

τῆς τροχίᾳς αὐτοῦ. Κατὰ δὲ τὸν νόμον τῶν ἐμβαδῶν (§ 40) εἶναι

$$\frac{(\gamma_1 \Gamma \epsilon_1)}{E} = \frac{(E_1 \Gamma' \gamma_1)}{\Theta} = \frac{(\gamma'_1 \Gamma \epsilon'_1)}{\Phi} = \frac{(E'_1 \Gamma \gamma_1)}{X} \cdot (1).$$

Ἄν δὲ λάβωμεν ὑπ' ὄψιν ὅτι ἡ Γῆ δὲν κατέχει τὸ κέντρον τῆς ἑλλειπτικῆς τροχίᾳς τοῦ Ἡλίου καὶ ὅτι ὁ μέγας ἄξων αὐτῆς δὲν συμ-

πίπτει με τὴν γραμμὴν τῶν ἡλιοστασίων, ἐννοοῦμεν εὐκόλως ὅτι :

$$(E_1\Gamma\gamma_1) > (\gamma_1\Gamma E_1) > (\gamma_1\Gamma E'_1) > (E'_1\Gamma\gamma_1) \quad (2)$$

Ἐκ τῶν σχέσεων τούτων (1) καὶ (2) ἐπεταὶ ὅτι $\Theta > E > \Phi > X$, ἤτοι:

Αἱ ὥραι τοῦ ἔτους εἶναι ἄνισοι, ἡ δὲ τάξις μεγέθους αὐτῶν ἀπὸ τῆς μεγίστης, εἶναι ἡ ἀκόλουθος: Θέρος, Ἑαρ, Φθινόπωρον, Χειμῶν. Πράγματι δὲ τὸ Ἑαρ ἄρχεται τὴν 21 Μαρτίου καὶ λήγει τὴν 21 Ἰουνίου διαρκοῦν οὕτω 92 ἡμέρας καὶ 19,7 ὥρας. Τὸ θέρος ἄρχεται τὴν 21 Ἰουνίου καὶ λήγει τὴν 22 Σεπτεμβρίου διαρκοῦν 93 ἡμέρας καὶ 14,8 ὥρας. Τὸ φθινόπωρον ἄρχεται τὴν 22 Σεπτεμβρίου καὶ λήγει τὴν 22 Δεκεμβρίου διαρκοῦν 89 ἡμέρας καὶ 18,7 ὥρας. Τέλος ὁ χειμῶν ἄρχεται τὴν 22 Δεκεμβρίου καὶ λήγει τὴν 21 Μαρτίου διαρκῶν 89 ἡμέρας καὶ 0,6 ὥρας.

Σημείωσις. Τὸ Ἑαρ καὶ τὸ Θέρος ὁμοῦ ἔχουσι 7 ἡμέρας καὶ 15,2 ὥρας περισσότερας τοῦ Φθινοπώρου καὶ τοῦ Χειμῶνος. Ὡστε ὁ ἥλιος μένει ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαίριῳ τοῦ Οὐρανοῦ 7 ἡμέρας καὶ 15,2 ὥρας περισσότερον ἢ ἐν τῷ νοτίῳ.
(Διατί;)

Ἀσκήσεις

73) Νὰ σπουδάσῃτε τὴν μεταβολὴν τῆς ἀποκλίσεως τοῦ κέντρου τοῦ Ἥλιου ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἑαρος καὶ ἐξῆς.

74) Νὰ σπουδάσῃτε τὴν μεταβολὴν τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς τοῦ κέντρου τοῦ Ἥλιου ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἑαρος καὶ ἐξῆς.

75) Νὰ ὀρίσῃτε κατὰ ποίας ὥρας τοῦ ἔτους ἡ ἀπόκλισις τοῦ κέντρου τοῦ Ἥλιου εἶναι θετικὴ καὶ κατὰ ποίας εἶναι ἀρνητικὴ;

76) Νὰ ὀρίσῃτε κατὰ ποίας ὥρας τοῦ ἔτους ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ τοῦ κέντρου τοῦ Ἥλιου εἶναι μεγαλυτέρα καὶ κατὰ ποίας μικροτέρα τῶν 12 ὥρων;

77) Νὰ ὀρίσῃτε τὴν πολικὴν ἀπόστασιν τοῦ κέντρου τοῦ Ἥλιου κατὰ τὴν ἀρχὴν ἐκάστης τῶν ὥρων τοῦ ἔτους.

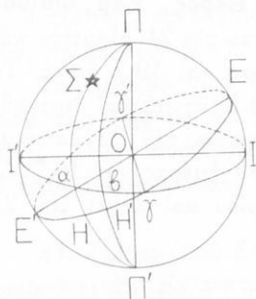
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ

42. Ἀληθὴς ἡλιακὴ ἡμέρα.— Ὁ χρόνος, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἄνω μεσουρανήσεων εἰς τὸν αὐτὸν τόπον τοῦ κέντρου τοῦ Ἥλιου, λέγεται ἀληθὴς ἡλιακὴ ἡμέρα.

Ἀληθὴς ἡλιακὸς χρόνος ἢ ἀληθὴς ἡλιακὴ ὥρα τόπου τινὸς κατὰ τινα στιγμὴν λέγεται ἡ ὠριαία γωνία τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην.

Ἐπειδὴ ὁ βίος καὶ τὰ ἔργα τῶν ἀνθρώπων κανονίζονται ἐπὶ τῇ βάσει τῆς φαινομένης κινήσεως τοῦ Ἡλίου, ἡ ἀληθὴς ἡλιακὴ ἡμέρα θὰ ἦτο ἡ φυσικωτέρα μονὰς πρὸς μέτρησιν τοῦ χρόνου. Δὲν δύναται ὅμως νὰ χρησιμεύσῃ ὡς τοιαύτη μονὰς, διότι δὲν εἶναι σταθερά. Περὶ τούτου βεβαιούμεθα ὡς ἑξῆς :

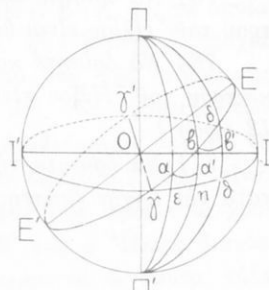


Σχ. 34.

Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι εἷς ἀπλανὴς ἀστὴρ Σ μεσουρανεῖ ἄνω κατὰ τινα στιγμὴν συγχρόνως μὲ τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου εἰς ἓνα τόπον Ο (σχ. 34). Μετὰ μίαν ἀστρικὴν ἡμέραν ὁ ἀστὴρ Σ μεσουρανεῖ πάλιν εἰς τὸν τόπον Ο, ἐν ᾧ ὁ

Ἡλιος εὐρίσκεται ἀνατολικώτερον εἰς θέσιν Η' ἕνεκα τῆς ἰδίας πρὸς ἀνατολὰς κινήσεώς του. Διὰ τὴν μεσουρανήσῃ δὲ οὗτος καὶ συμπληρωθῇ οὕτω μία ἀληθὴς ἡλιακὴ ἡμέρα, πρέπει ὁ ὠριακὸς ΠΗ'Π' τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου νὰ στραφῇ πρὸς δυσμὰς κατὰ τὴν διέδρον γωνίαν Η'ΠΠ'Σ. Θὰ παρέλθῃ λοιπὸν ἀκόμη χρόνος ἴσος πρὸς τὸν μετροῦντα τὸ τόξον αβ τοῦ οὐρανίου Ἰσημερινοῦ, ἥτοι ἴσος πρὸς τὴν αὐξήσιν τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν ἡλιακὴν ταύτην ἡμέραν. Βλέπομεν λοιπὸν ὅτι :

Ἐκάστη ἀληθὴς ἡλιακὴ ἡμέρα ὑπερβαίνει τὴν ἀστρικὴν κατὰ τὴν αὐξήσιν τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν ἡλιακὴν ταύτην ἡμέραν. Ἡ ὑπεροχὴ αὕτη τῆς ἀληθοῦς ἡλιακῆς ἡμέρας ἀπὸ τὴν ἀστρικὴν δὲν εἶναι σταθερά. Διότι, ἕνεκα τῆς ἀνωμάλου κινήσεως τοῦ Ἡλίου ἐπὶ τῆς Ἐκλειπτικῆς καὶ τῆς λοξώσεως αὐτῆς, εἰς τὰ εἰς ἴσους χρόνους διανυόμενα τόξα γα, αβ, βδ κ.τ.λ. (σχ. 35) ἀντιστοιχοῦσιν ἄνισα τόξα γε, εη, ηθ κ.τ.λ. τοῦ



Σχ. 35.

Ἰσημερινοῦ. Ἐπεταὶ λοιπὸν ὅτι ἡ ἀληθὴς ἡλιακὴ ἡμέρα εἶναι ἄλλοτε ὀλιγώτερον καὶ ἄλλοτε περισσώτερον μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν σταθερὰν ἀστρικὴν ἡμέραν. **Εἶναι ἄρα αἱ ἀληθεῖς ἡλιακαὶ ἡμέραι ἄνισοι.**

Κατὰ μέσον ὅρον ἡ ἀληθὴς ἡλιακὴ ἡμέρα εἶναι μεγαλύτερα ἀπὸ τὴν ἀστρικὴν κατὰ $3^{\pi} 56^{\delta}$ καὶ κυμαίνεται ἡ διαφορὰ τῶν ἡμερῶν τούτων μεταξὺ μεγίστης τιμῆς $3^{\pi} 56^{\delta} + 20^{\delta} = 4^{\pi} 16^{\delta}$ καὶ ἐλαχίστης $3^{\pi} 56^{\delta} - 20^{\delta} = 3^{\pi} 36^{\delta}$.

43. Μέσος ἡλιακὸς χρόνος.—Ἄν ὁ "Ἡλιος ἐκινεῖτο ἰσοταχῶς καὶ ἐπὶ τοῦ οὐρ. Ἰσημερινοῦ, αἱ ἀληθεῖς ἡλιακοὶ ἡμέραι θὰ ᾔσαν ἴσαι. Διότι ἡ ὑπεροχὴ ἐκάστης ἀπὸ τὴν ἀστρικὴν θὰ ἦτο σταθερά. Ὁδηγοῦμενοι ἐκ τούτου οἱ ἀστρονόμοι φαντάζονται ἓνα πλαστόν "Ἡλιον, ὁ ὁποῖος κινεῖται ἰσοταχῶς ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ Ἰσημερινοῦ καὶ διατρέχει αὐτὸν εἰς ὅσον χρόνον ὁ ἀληθὴς "Ἡλιος λέγεται **μέσος ἡλιος**. Ὁ δὲ χρόνος, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἄνω μεσουρανήσεων εἰς ἓνα τύπον τοῦ μέσου Ἡλίου, λέγεται **μέση ἡλιακὴ ἡμέρα**.

Ἡ στιγμὴ τῆς ἄνω μεσουρανήσεως εἰς ἓνα τύπον τοῦ μέσου Ἡλίου λέγεται **μέση μεσημβρία**, ἡ δὲ στιγμὴ τῆς κάτω μεσουρανήσεως αὐτοῦ λέγεται **μέσον μεσονύκτιον**.

Ἡ μέση ἡλιακὴ ἡμέρα ἄρχεται διὰ μὲν τοὺς ἀστρονόμους τὴν μέσην μεσημβρίαν, διὰ δὲ τὸν κοινὸν βίον τὸ μέσον μεσονύκτιον. Κατὰ τὴν δευτέραν περίπτωσιν ἡ μέση ἡλιακὴ ἡμέρα διαιρεῖται εἰς δύο ἡμίση, ἐν **πρὸ μεσημβρίας** καὶ τὸ ἄλλο **μετὰ μεσημβρίαν**. Ἡ μέση ἡλιακὴ ἡμέρα εἶναι σταθερὰ καὶ ἴση πρὸς τὴν μέσην διάρκειαν τῶν ἀληθῶν ἡλιακῶν ἡμερῶν ἐνὸς ἔτους.

Ἡ ὠριαία γωνία τοῦ μέσου Ἡλίου κατὰ τῖνα στιγμὴν εἰς ἓνα τύπον λέγεται **μέσος ἡλιακὸς χρόνος** ἢ **μέση ἡλιακὴ ὥρα** τοῦ τόπου κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην.

Τὰ ὠρολόγια ἡμῶν δεικνύουσι μέσην ἡλιακὴν ὥραν.

44. Ἐξίσωσις τοῦ χρόνου.—Ἡ διαφορὰ τοῦ ἀληθοῦς χρόνου X_a ἀπὸ τὸν μέσον X_{μ} κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν καλεῖται **ἐξίσωσις** τοῦ χρόνου (ϵ). Εἶναι δηλ. $\epsilon = X_{\mu} - X_a$ καὶ ἐπομένως.

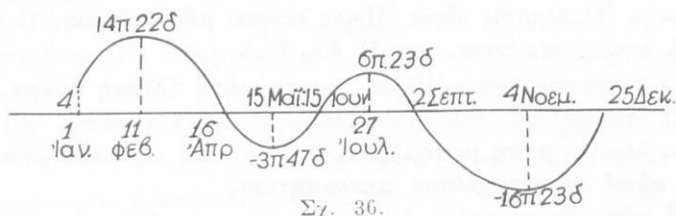
$$X_{\mu} = X_a + \epsilon. \quad (1)$$

Ἡ ἰσότης αὕτη διὰ τὴν ἀληθῆ μεσημβρίαν γίνεται $X_{\mu} = \epsilon$, ἂν λαμβάνηται ὡς ἀρχὴ τῆς μετρήσεως τοῦ ἀληθοῦς χρόνου ἢ ἀληθὴς μεσημβρία ἡ δὲ ἐξίσωσις τοῦ χρόνου εἶναι θετικὴ.

Υπολογίζουσι δὲ τὴν ϵ οἱ ἀστρονόμοι διὰ μεθόδου, τὴν ὁποίαν διδάσκει ἡ οὐράνιος Μηχανικὴ, καὶ ἀναγράφουσιν εἰς τὰς ἀστρονομικὰς

ἐφημερίδας τὴν τιμὴν αὐτῆς δι' ὅλας τὰς ἡμέρας τοῦ ἔτους. "Ἰνα δὲ ἐν ὥρολόγιον δεικνύῃ μέσον χρόνον τόπου τινός, ἀρκεῖ νὰ κανονισθῇ οὕτως, ὥστε κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἀνω ἐν αὐτῷ μεσουρανήσεως τοῦ κέντρου τοῦ ἀληθοῦς Ἡλίου, νὰ δεικνύῃ ὥραν ἴσην πρὸς τὴν τιμὴν τῆς ἐξίσωσως τοῦ χρόνου κατὰ τὴν ἡμέραν ἐκείνην.

Ἡ ἐξίσωσις τοῦ χρόνου εἶναι ἄλλοτε θετικὴ καὶ ἄλλοτε ἀρνητικὴ. Τοῦτο σημαίνει ὅτι προηγεῖται ἄλλοτε ὁ μέσος καὶ ἄλλοτε ὁ ἀληθὴς Ἡλιος. Περὶ τὴν 16ην Ἀπριλίου, 15ην Ἰουνίου, 2αν Σεπτεμβρίου καὶ 25ην Δεκεμβρίου ἡ ἐξίσωσις τοῦ χρόνου γίνεται μηδέν. Κατὰ τὰς ἡμέρας ταύτας ὁ ἀληθὴς καὶ ὁ μέσος Ἡλιος μεσουρανοῦσι συγχρόνως.



Τὸ σχ. 36 δεικνύει πῶς μεταβάλλεται ἡ ἐξίσωσις τοῦ χρόνου κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους. Οὕτω τὴν μεγίστην τιμὴν $14^{\pi} 22^{\delta}$ λαμβάνει αὕτη τὴν 11ην Φεβρουαρίου, τὴν δὲ ἐλάχιστην $-16^{\pi} 23^{\delta}$ λαμβάνει τὴν 4ην Νοεμβρίου.

"Όταν τὰ ὥρολόγια δεικνύουσι μέσον χρόνον τοῦ τόπου, ἡ δὲ ἐξίσωσις τοῦ χρόνου εἶναι θετικὴ, κατὰ τὴν ἀληθῆ μεσημβρίαν ἡ μέση ὥρα εἶναι προχωρημένη κατὰ τὴν ἐξίσωσιν τοῦ χρόνου ε. Κατ' ἀκολουθίαν χρόνος ε ἀφαιρεῖται ἀπὸ τὸ προμεσημβρινὸν τμήμα τῆς ἡμέρας καὶ προστίθεται εἰς τὸ μεταμεσημβρινόν· οὕτω δὲ τὸ τμήμα τοῦτο τῆς ἡμέρας φαίνεται μεγαλύτερον τοῦ προμεσημβρινοῦ κατὰ χρόνον 2ε. Τὸ ἀντίθετον συμβαίνει, ὅταν ἡ ἐξίσωσις τοῦ χρόνου εἶναι ἀρνητικὴ.

Ἀ σ κ ή σ ε ι ς

78) "Όταν τὰ ὥρολόγια ἡμῶν ἐδείκνυν μέσον χρόνον Ἀθηῶν, νὰ ὁρίσητε ποῖον τῶν ἐκατέρωθεν τῆς ἀληθοῦς μεσημβρίας τμημάτων τῆς 11ης Φεβρουαρίου ἐφαίνετο μεγαλύτερον καὶ κατὰ πόσον.

79) Τὸ αὐτὸ διὰ τὴν 15ην Μαΐου, 27ην Ἰουλίου καὶ 4ην Νοεμβρίου.

80) Νὰ ὁρίσητε τὰς ἡμέρας τοῦ ἔτους, κατὰ τὰς ὁποίας τὰ δύο τμήματα ἐκάστης ἐφαίνοντο ἀκριβῶς ἴσα.

Ἐπίσημος ὥρα.—Εἶναι φανερόν ὅτι, ἂν τόπος Α κεῖται ἀνατολικώτερον ἄλλου τόπου Β, ὁ μέσος ἥλιος μεσουρανεῖ πρῶτον εἰς τὸν Α καὶ ἔπειτα εἰς τὸν Β. Τὴν αὐτὴν λοιπὸν στιγμήν οἱ δύο οὔτοι τόποι ἔχουσι διάφορον μέσῃν ὥραν. Ἡ τεραστία ὁμῶς ἀνάπτυξις, τὴν ὁποίαν ἔλαβεν ἡ σιδηροδρομικὴ, τηλεγραφικὴ, τηλεφωνικὴ καὶ αεροπορικὴ συγκοινωνία, καθιστᾷ ὠφέλιμον τὴν ἀναγνώρισιν κοινῆς ὥρας δι' ὅλους τοὺς τόπους ἐνὸς κράτους μικρᾶς τοῦλάχιστον ἐκτάσεως. Ἐνεκα τούτου τὰ πλεῖστα πεπολιτισμένα κράτη παρεδέχθησαν ἀπὸ κοινοῦ τὸν ἀκόλουθον τρόπον καθορισμοῦ τῆς ὥρας δι' ἕκαστον τούτων.

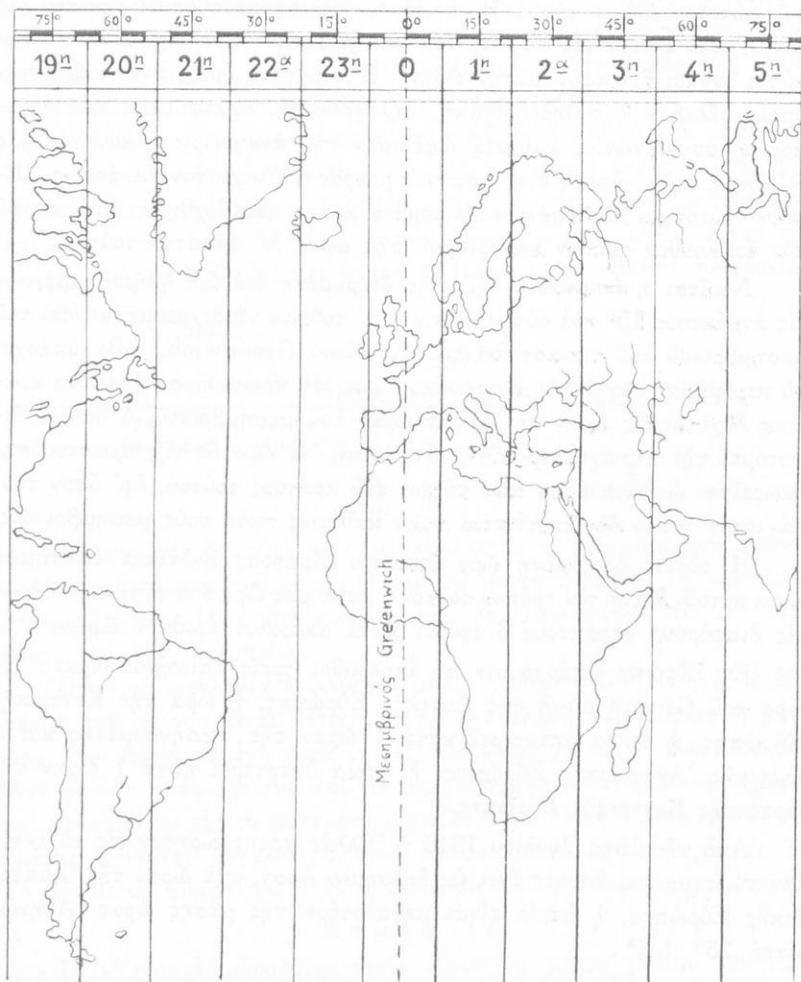
Νοεῖται ἡ ἐπιφάνεια τῆς Γῆς διηρημένη διὰ 24 ἡμιμεσημβρινῶν εἰς ἀτράκτους 15^ο καὶ οὕτως, ὥστε ἡ α' τούτων νὰ διχοτομῇται ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ προαστείου τοῦ Λονδίνου Greenwich, ἐνθα ὑπάρχει τὸ περίφημον Ἀγγλικὸν ἀστεροσκοπεῖον. Ἡ πρωτεύουσα ἐκάστου κράτους δέχεται ὡς ὥραν τὴν μέσῃν ὥραν τοῦ μεσημβρινοῦ, ὁ ὁποῖος διχοτομεῖ τὴν περιέχουσαν αὐτὴν ἄτρακτον. Ἡ ὥρα δὲ τῆς πρωτεύουσας θεωρεῖται ὡς ὥρα ὅλων τῶν τόπων τοῦ κράτους τούτου, ἐφ' ὅσον τοῦλάχιστον τοῦτο δὲν ἐκτείνεται πολὺ καθέτως πρὸς τοὺς μεσημβρινούς.

Ἡ οὕτως ὀριζομένη ὥρα ἐκάστου Κράτους καλεῖται **ἐπίσημος ὥρα** αὐτοῦ. Κατὰ τὸν τρόπον τοῦτον ἡ ἐπίσημος ὥρα δύο τόπων κειμένων εἰς διαφόρους ἀτράκτους διαφέρει κατὰ ἀκέραιον ἀριθμὸν ὥρῶν.

Ἐν Εὐρώπῃ ὑπάρχουσιν αἱ ἀκόλουθοι τρεῖς ἐπίσημοι ὥραι : Ἡ ὥρα τοῦ Greenwich ἢ τῆς Δυτικῆς Εὐρώπης, ἡ ὥρα τῆς Κεντρικῆς Εὐρώπης, ἡ ὁποία ὑπερτερεῖ κατὰ 1 ὥραν τῆς προηγουμένης καὶ ἡ ὥρα τῆς Ἀνατολικῆς Εὐρώπης, ἡ ὁποία ὑπερτερεῖ κατὰ 1 ὥραν τῆς ὥρας τῆς Κεντρικῆς Εὐρώπης.

Ἀπὸ τῆς 15ης Ἰουλίου 1916 ἡ Ἑλλάς προσεχώρησεν εἰς τὸ ἐκτεθὲν σύστημα καὶ ἔκτοτε ἔχει ὡς ἐπίσημον ὥραν, τὴν ὥραν τῆς Ἀνατολικῆς Εὐρώπης, ἡ ὁποία εἶναι μεγαλυτέρα τῆς μέσης ὥρας Ἀθηνῶν κατὰ 25^π 5,4⁸.

Ἡ εἰσαγωγὴ παρ' ἡμῶν τῆς ἄνω ρηθείσης ἐπισήμου ὥρας ἐτροποποίησε τὰ φαινόμενα τῆς ἀνισότητος τῶν ἐκατέρωθεν τῆς ἀληθοῦς μεσημβρίας τμημάτων ἐκάστης ἡμέρας. Πρὸς κατανόησιν τούτου ἃς καλέσωμεν X_e τὴν ἐπίσημον ὥραν κατὰ τινὰ στιγμήν, X_m τὴν μέσῃν ὥραν τῶν Ἀθηνῶν καὶ X_a τὴν ἀληθῆ ἡλιακὴν ὥραν κατὰ τὴν αὐτὴν



Ὁριαῖαι ἄτρακτοι.

Αἱ σημειούμεναι ὥραι ἀντιστοιχοῦσιν εἰς τὴν στιγμήν, καθ' ἣν ἐν Greenwich ἡ ὥρα εἶναι 0. Αἱ μεγαλύτεραι τῶν 12 ὥραι ἀντιστοιχοῦσιν εἰς τὴν προηγουμένην ἡμέραν.

στιγμὴν. Ἐπειδὴ, ὡς εἵπομεν προηγουμένως, εἶναι $X_\varepsilon = X_\mu + 25^\pi 5,1^\delta$ ἂφ' ἑτέρου δὲ (§ 44) εἶναι $X_\mu = X_\alpha + \varepsilon$, ἔπεται ὅτι

$$X_\varepsilon - X_\alpha = \varepsilon + 25^\pi 5,1^\delta.$$

Ἡ ισότης αὕτη διὰ τὴν ἀληθῆ μεσημβρίαν γίνεται $X_\varepsilon = \varepsilon + 25^\pi 5,2^\delta$.

Ἐπειδὴ δὲ (§ 44) ἡ ἀπόλυτος τιμὴ τοῦ ε εἶναι πάντοτε μικροτέρα τῶν $25^\pi 5,1^\delta$, ἔπεται ὅτι πάντοτε εἶναι $X_\varepsilon > 0$. Τοῦτο σημαίνει ὅτι κατὰ τὴν ἀληθῆ μεσημβρίαν ἡ ἐπίσημος ὥρα, ἣν δεικνύουσι τὰ ὥρο-λόγια ἡμῶν, εἶναι προχωρημένη κατὰ $\varepsilon + 25^\pi 5,1^\delta$ ὑπὲρ τὴν ἀληθῆ. Φαίνεται ἄρα τὸ μεταμεσημβρινὸν τμήμα τῆς ἡμέρας μεγαλύτερον τοῦ προμεσημβρινοῦ κατὰ χρόνον $(\varepsilon + 25^\pi 5,1^\delta) \times 2$.

Ἡ διαφορὰ αὕτη εἶναι σημαντικὴ, ὅταν ἡ ἐξίσωσις τοῦ χρόνου εἶναι θετικὴ· λαμβάνει δὲ ἡ διαφορὰ αὕτη τὴν μεγίστην τιμὴν τῆς τὴν 11ην Φεβρουαρίου, ὅτε γίνεται $(14^\pi 22^\delta + 25^\pi 5,1^\delta) \times 2 = 1$ ὥρα 18 $^\pi 54,2^\delta$. Τὴν δὲ ἐλαχίστην τιμὴν ἔχει ἡ διαφορὰ αὕτη τὴν 4ην Νοεμβρίου, ὅτε γίνεται $(-16^\pi 23^\delta + 25^\pi 5,1^\delta) \times 2 = 17^\pi 24,2^\delta$.

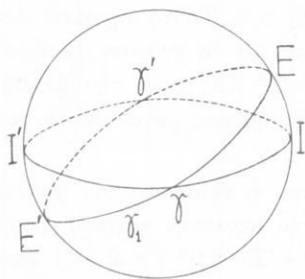
Ἀ σ κ ή σ ε ι ς

- 81) Νὰ εὑρεθῇ πόσον φαίνεται μεγαλύτερον τὸ μεταμεσημβρινὸν ἀπὸ τὸ προμεσημβρινὸν τμήμα τῆς 1ης Ἰανουαρίου ἐν Ἀθήναις.
- 82) Τὸ αὐτὸ διὰ τὴν 15ην Μαΐου, 27ην Ἰουλίου καὶ 4ην Νοεμβρίου.
- 83) Τὸ αὐτὸ διὰ τὴν 16ην Ἀπριλίου, 15ην Ἰουνίου, 2αν Σεπτεμβρίου καὶ 25ην Δεκεμβρίου.

46. Τροπικόν, ἀστρικόν καὶ πολιτικόν ἔτος. — Τροπικόν ἔτος καλεῖται ὁ χρόνος ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἀποκαταστάσεων τοῦ κέντρου τοῦ Ἥλιου εἰς τὸ σημεῖον γ. Ὁ χρόνος οὗτος εἶναι σχεδὸν σταθερός· ἐπὶ τῇ βάσει δὲ πολυετῶν παρατηρήσεων ὑπελογίσθη εἰς 366,242217 ἀστρικὰς ἡμέρας. Ὁ ὑπολογισμὸς γίνεται ὡς ἐξῆς : Διαίρεται ὁ χρόνος, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξὺ δύο λίαν μακροσμένων ἑαρινῶν ἰσημεριῶν διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἄλλων ἰσημεριῶν, αἱ ὁποῖαι κατ' αὐτὸν συνέβησαν, ἡ ὑψημένου κατὰ 1. Οὕτως, ἂν μεταξὺ ἑαρινῆς ἰσημερίας, ἥτις λαμβάνεται πρώτη καὶ τῆς 25ης ἀπ' αὐτῆς παρῆλθον α ἀστρικαὶ ἡμέραι, ἡ διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους εἶναι $\frac{\alpha}{24}$ ἀστρικαὶ ἡμέραι. Ἐντὺς ἐνὸς τροπικοῦ ἔτους τὸ σημεῖον γ ἔνεκα τῆς ἡμερησίας κινήσεως γράφει τόξον $360^\circ \times 366,242217$.

Κατὰ τὸν αὐτὸν δὲ χρόνον ὁ μέσος "Ἡλιος διαγράφει κατὰ φορὰν ἀντίθετον 360° . Γράφει ἄρα οὗτος ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς τόξον $360^\circ.366,242217 - 360^\circ = 360^\circ.365,242217$. "Ωστε τὸ τροπικὸν ἔτος ἔχει $365,242217$ μέσας ἡλιακὰς ἡμέρας.

'Αστρικὸν ἔτος καλεῖται ὁ χρόνος, ὁ ὁποῖος περιέχεται μετα-



Σχ. 37.

ξὺ δύο διαδοχικῶν ἀποκαταστάσεων τοῦ κέντρου τοῦ 'Ἡλίου εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον τῆς 'Εκλειπτικῆς. "Αν τὸ σημεῖον γ ἔμενεν ἀκίνητον ἐπὶ τῆς 'Εκλειπτικῆς, τὸ ἀστρικὸν καὶ τὸ τροπικὸν ἔτος θὰ ἦσαν ἴσα. 'Αλλ' ὁ 'Ελλην ἀστρονόμος "Ιππαρχος (2ος αἰὼν π.Χ.) ἀνεκάλυψεν ὅτι τὸ σημεῖον γ ὡς καὶ τὸ γ' μετατοπίζονται ἐπὶ τῆς 'Εκλειπτικῆς ἐξ Α πρὸς Δ κατὰ τόξον $\gamma\gamma_1 = 50'',26$ ἐτησίως. "Ενεκα τούτου μετὰ πάροδον ἐνὸς τροπικοῦ ἔτους

ὁ "Ἡλιος εὐρίσκεται εἰς τὸ γ_1 (σχ. 37). "Ἰνα δὲ ἔλθῃ εἰς τὴν θέσιν γ καὶ συμπληρωθῇ οὕτως ἐν ἀστρικῷ ἔτος, πρέπει νὰ παρέλθῃ χρόνος τις, κατὰ τὸν ὁποῖον νὰ διανύσῃ τὸ $\gamma\gamma_1$. Εἶναι δὲ ὁ χρόνος οὗτος $0,014157$ μέσας ἡλιακῆς ἡμέρας.

Τὸ ἀστρικὸν ἔτος λοιπὸν ἀποτελεῖται ἀπὸ $365,242217 + 0,014157 = 365,256374$ μέσας ἡλιακὰς ἡμέρας.

Τὸ τροπικὸν καὶ ἀστρικὸν ἔτος δὲν εἶναι κατάλληλα διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ χρόνου καὶ τὴν ἐκφράσιν τῶν χρονολογιῶν. Διότι ἀποτελοῦνται ἐξ ἀκεραίου καὶ κλασματικοῦ ἀριθμοῦ ἡμερῶν ἐπομένως, ἂν ἐν τούτων ἐλαμβάνετο ὡς μονάς, θὰ ἦτο δυνατόν νὰ λήγῃ ἐν ἔτος καὶ νὰ ἀρχίζῃ τὸ ἐπόμενον κατὰ τινα στιγμὴν μιᾶς ἡμέρας πρὸ τῆς λήξεώς της. "Εν δηλ. μέρος τῆς ἡμέρας ταύτης θὰ ἀνῆκεν εἰς τὸ πρῶτον καὶ ἐν εἰς τὸ ἐπόμενον ἔτος.

Διὰ τοῦτο λαμβάνεται ὡς μονάς ἕτερον ἔτος, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἀπὸ ἀκέραιον ἀριθμὸν μέσων ἡλιακῶν ἡμερῶν. Τὸ ἔτος δὲ τοῦτο καλεῖται **πολιτικὸν ἔτος**.



"Ιππαρχος
ἐκ Νικαίας τῆς Βιθυνίας.

47. Ἡμερολόγια.—Τὸ πολιτικὸν ἔτος πρέπει νὰ συμφωνῇ, ὅσον τὸ δυνατὸν περισσότερον, μὲ τὸ τροπικὸν ἔτος. Διότι πρέπει νὰ ἐπανερχῶνται εἰς τὰς αὐτὰς πάντοτε ἡμερομηνίας αἱ ὥραι τοῦ ἔτους, αἱ ὁποῖαι κανονίζουσι τὰ γεωργικὰ ἔργα καὶ ἐξασκοῦσι μεγίστην ἐπίδρασιν ἐπὶ τοῦ βίου τῶν ἀνθρώπων.

Διὰ τὴν ἐπίτευξιν συμφωνίας μεταξύ τροπικοῦ καὶ πολιτικοῦ ἔτους ἐγένετο διαδοχικῶς χρῆσις διαφόρων **ἡμερολογίων**.

Οἱ Ρωμαῖοι ἀπὸ τοῦ 700 μέχρι τοῦ 44 π.Χ. μετεχειρίζοντο τὸ ἡμερολόγιον τοῦ Νουμᾶ, τὸ ὁποῖον εἶχε 354 ἡμέρας. Ἐπειδὴ δὲ ἐφρόνουν ὅτι τὸ τροπικὸν ἔτος εἶχε 365 ἡμέρας, εἰς ἕκαστον δεῦτερον ἔτος προσέθετον καὶ ἓνα συμπληρωματικὸν μῆνα μὲ 22 ἡμέρας. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἐνόμιζον ὅτι ἤρετο ἡ μεταξύ τροπικοῦ καὶ πολιτικοῦ ἔτους διαφορά. Πράγματι ὅμως καὶ μὲ τὸν συμπληρωματικὸν μῆνα τὸ ἔτος τοῦ ἡμερολογίου τούτου ἦτο μικρότερον τοῦ τροπικοῦ κατὰ 0,242217 μέσης ἡλιακῆς ἡμέρας. Ἐνεκα τούτου αἱ ἡμερομηνίαι προχωροῦν ταχύτερον τοῦ δέοντος. Μέχρι δὲ Ἰουλίου Καίσαρος εἶχον προχωρήσει τοσοῦτον, ὥστε αἱ ἑορταὶ τοῦ θερισμοῦ ἐωρτάζοντο εἰς τὸ τέλος τοῦ χειμῶνος.

Ὁ Ἰούλιος Καῖσαρ ἐπεχείρησε κατὰ τὸ 45 π.Χ. νὰ ἄρῃ τὴν ἀσυμφωνίαν ταύτην καὶ νὰ μεταρρυθμίσῃ τὸ ἡμερολόγιον οὕτως, ὥστε νὰ μὴ ἐπαναληφθῇ αὕτη εἰς τὸ μέλλον. Πρὸς τοῦτο μετεκάλεσεν ἐξ Ἀλεξανδρείας τὸν ἀστρονόμον Σωσιγένην καὶ κατὰ τὰς ὑποδείξεις αὐτοῦ προέβη εἰς τὴν μεταρρυθμίσιν ταύτην.

Καὶ κατὰ πρῶτον ἐπεξέτεινε τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους τῆς μεταρρυθμίσεως (45 π.Χ. ἢ 709 ἀπὸ κτίσεως τῆς Ρώμης) εἰς 445 ἡμέρας, ὅπως ἡ ἀρχὴ τοῦ ἔτους ὀρίσθῃ εἰς τοιαύτην ἐποχὴν, ὥστε αἱ διάφοροι ἑορταὶ νὰ ἐορτάζωνται εἰς τὰς καταλλήλους ὥρας τοῦ ἔτους. Τὸ ἔτος δὲ τοῦτο ἐκλήθη ἔτος συγχύσεως.

Ἐδωκε δὲ ἔπειτα εἰς τὸ πολιτικὸν ἔτος μέσῃ διάρκειαν 365,25 ἡμερῶν, ὅση ἐπὶ Ἰππάρχου ἐπιστεῦετο ἡ διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους. Πρὸς τοῦτο διέταξεν, ὅπως ἐκ τεσσάρων διαδοχικῶν ἐτῶν τὰ μὲν τρία πρῶτα ἔτη περιέχωσιν ἀνὰ 365 ἡμέρας ἕκαστον, τὸ δὲ τέταρτον 366 ἡμέρας.

Ἡ πρόσθετος ἡμέρα ἑκάστου τετάρτου ἔτους περνετιέθeto μετὰ τὴν 24ης καὶ 25ης Φεβρουαρίου καὶ ἐκαλεῖτο δις ἕκτη πρὸ τῶν Καλενδῶν τοῦ Μαρτίου, διότι ἡ 24η Φεβρουαρίου ἐκαλεῖτο ἕκτη πρὸ τῶν Κα-

λενδών του Μαρτίου. Ἐκ τοῦ ὀνόματος δὲ τῆς προσθέτου ταύτης ἡμέρας τὰ ἔτη, τὰ ὁποῖα περιέχουσιν αὐτήν, ἐκλήθησαν δίσεκτα ἔτη.

Τὴν σήμερον ἡ πρόσθετος αὕτη ἡμέρα ἀκολουθεῖ τὴν 28ην Φεβρουαρίου· οὕτω δὲ οὗτος ἔχει 28 μὲν ἡμέρας διὰ τὰ κοινὰ ἔτη, 29 δὲ διὰ τὰ δίσεκτα.

Τὸ ἡμερολόγιον τοῦτο ἐκλήθη **Ἰουλιανόν** ἡμερολόγιον ἐκ τοῦ ὀνόματος τοῦ Ἰουλίου Καίσαρος, ἂν καὶ οὐδεὶς ἀρνεῖται ὅτι τοῦτο εἶναι ἔργον τοῦ Σωσιγένους. Τοῦτο ἴσχυσε κατ' ἀρχὰς καθ' ἅπασαν τὴν Ρωμαϊκὴν ἐπικράτειαν καὶ ἀκολούθως εἰς ὅλας τὰς χριστιανικὰς χώρας.

Ἐπειδὴ δὲ ἀπὸ τοῦ VI μ.Χ. αἰῶνος οἱ Χριστιανοὶ ἤρχισαν νὰ λαμβάνωσιν ὡς ἀρχὴν τῆς χρονολογίας τὸ ἔτος τῆς γεννήσεως τοῦ Ἰησοῦ Χριστοῦ, παρατηρήθη δὲ ὅτι ἐν τῇ σειρᾷ τῶν ἀπὸ ταύτης μετρουμένων ἐτῶν 1,2,3,4... ἕκαστον τέταρτον ἔτος διαιρεῖται διὰ 4, καθιερώθη ὁ ἐξῆς κανὼν : **Κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον δίσεκτα εἶναι τὰ ἔτη, τῶν ὁποίων ὁ ἀριθμὸς εἶναι διαιρετὸς διὰ τοῦ 4.**

Ἐπειδὴ τὸ τροπικὸν ἔτος ἀποτελεῖται ἀκριβῶς ἐκ 365,242217 μέσων ἡλιακῶν ἡμερῶν, ἡ μέση διάρκεια τοῦ πολιτικοῦ ἔτους τοῦ Ἰουλιανοῦ ἡμερολογίου ὑπερέχει τοῦ τροπικοῦ κατὰ $365,25 - 365,242217 = 0,007783$ μ. ἡλ. ἡμέρας. Ἡ διαφορὰ αὕτη ἐντὸς 400 ἐτῶν ἀνέρχεται εἰς $0,007783 \times 400 = 3,1132$ μ. ἡλ. ἡμέρας. Ἡ ἡμερομηνία ἄρα ὕστερεῖ κατὰ 3,1132 μ. ἡλ. ἡμέρας ἀνὰ 400 ἔτη.

Ἡ ἐν Νικαίᾳ κατὰ τὸ ἔτος 325 μ.Χ. συνελθοῦσα Οἰκουμενικὴ Σύνοδος ἐθέσπισε κανόνα (1) πρὸς ἑορτασμὸν τοῦ Πάσχα, ὅστις εἶχεν ὡς προϋπόθεσιν ὅτι ἡ ἑαρινὴ ἰσημερία θὰ συνέβαινεν πάντοτε τὴν 21ην Μαρτίου, ὡς κατὰ τὸ ἔτος 325 συνέβη. Ἀλλ' ἔνεκα τῆς ρηθείσης βραδύτητος τῶν χρονολογιῶν μετὰ 128 ἔτη περίπου ἡ ἰσημερία αὕτη συνέβη τὴν 20ην Μαρτίου, εἴτα τὴν 19ην καὶ οὕτω καθ' ἐξῆς. Κατὰ δὲ τὸ ἔτος 1582, ἦτοι 1257 ἔτη μετὰ τὴν ἐν Νικαίᾳ Σύνοδον, ἡ ἑαρινὴ ἰσημερία συνέβη 10 ἡμέρας ἐνωρίτερον, ἦτοι τὴν 11ην Μαρτίου, ἐν ᾧ ἡ ἑορτὴ τοῦ Πάσχα, ὠρίζετο, ὡς ἂν ἡ ἰσημερία αὕτη συνέβαινε τὴν 21ην Μαρτίου.

1. Κατὰ τοῦτον τὸ Πάσχα ἑορτάζεται τὴν πρώτην Κυριακὴν μετὰ τὴν πανσέληνον, ἥτις συμβαίνει κατὰ ἢ μετὰ τὴν ἑαρινὴν ἰσημερίαν. Ἐὰν δὲ ἡ πανσέληνος συμβῇ κατὰ Κυριακὴν, τὸ Πάσχα ἑορτάζεται τὴν ἐπομένην Κυριακὴν.

"Ινα διορθώσῃ τὸ σφάλμα τοῦτο ὁ Πάπας Γρηγόριος ὁ ΙΓ', βοηθούμενος καὶ ὑπὸ τοῦ ἐκ Καλαβρίας ἀστρονόμου Lilio διέταξεν, ὅπως ἡ μετὰ τὴν 4ην Ὀκτωβρίου 1582 ἡμέρα κληθῇ 15ῃ Ὀκτωβρίου καὶ οὐχὶ 5ῃ Ὀκτωβρίου. "Ινα δὲ μὴ εἰς τὸ μέλλον ἐπαναληφθῇ τὸ σφάλμα τοῦτο, ὥρισεν ὅπως ἐντὸς 400 ἐτῶν μὴ λαμβάνωνται 100 δίσεκτα ἔτη, ὡς κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον, ἀλλὰ μόνον 97. Οὕτω δὲ ἡ χρονολογία ὑστερεῖ ἐντὸς 400 ἐτῶν μόνον κατὰ 0,1132 μ. ἡλ. ἡμέρας καὶ πρέπει νὰ παρέλθωσι 4000 ἔτη, ὅπως ἡ χρονολογία ὑστερήσῃ κατὰ 1,132 μ. ἡμ.

Πρὸς ἐπίτευξιν τούτου ὥρισεν, ὅπως τὰ ἔτη τῶν αἰώνων (π.χ. 1600, 1700, 1800) μὴ ὡς δίσεκτα, ἐκτὸς ἐὰν ὁ ἀριθμὸς τῶν ἐκατοντάδων διαιρεῖται διὰ 4. Οὕτω τὸ ἔτος 1600 ἦτο δίσεκτον, οὐχὶ ὅμως καὶ τὰ 1700, 1800, 1900.

Τὸ ἡμερολόγιον τοῦτο, **Γρηγοριανὸν** ἡμερολόγιον κληθὲν, ἐγένετο διαδοχικῶς ἀσπαστὸν ὑπὸ τῶν πλείστων λαῶν τῆς Εὐρώπης.

Ἡ κατὰ τὸ ἡμερολόγιον τοῦτο χρονολογία προηγεῖται ἤδη τῆς κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν κατὰ 13 ἡμέρας. Διότι κατὰ 10 ἡμέρας προηγέθη τὸν Ὀκτώβριον τοῦ 1582, ἀνὰ μίαν ἡμέραν προηγέθη κατὰ τὰ 1700, 1800, 1900, τὰ ὅποια ἦσαν δίσεκτα μὲν κατὰ τὸ Ἰουλιανόν, κοινὰ δὲ κατὰ τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον.

Διὰ νομοθετικοῦ διατάγματος τῆς 25ης Ἰανουαρίου 1923 ἐθεσπίσθη, ὅπως καὶ παρ' ἡμῖν ἡ μετὰ τὴν 15ην Φεβρουαρίου 1923 ἡμέρα κληθῇ 1 Μαρτίου. Οὕτω εἰσέχθη καὶ παρ' ἡμῖν πολιτικῶς τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον. Τὸ δὲ Ἰουλιανὸν παρέμεινε μόνον ὡς θρησκευτικὸν ἡμερολόγιον, μέχρι τῆς 23ης Μαρτίου 1924, ὅτε ἐπεξετάθη καὶ εἰς τὴν Ἐκκλησίαν τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον. Ἐκτοτε μόνον αἱ κινήται ἑορταὶ κανονίζονται ἔτι κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον.

Ἀ σ κ ῆ σ ε ι ς

84) Νὰ εὑρητε ποίαν ἡμερομηνίαν τοῦ Γρηγοριανοῦ ἡμερολογίου ἔφερεν ἡ 1η Ἰανουαρίου 1583 κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον.

85) Νὰ εὑρητε ποίαν ἡμερομηνίαν τοῦ Ἰουλιανοῦ ἡμερολογίου ἔφερεν ἡ 8η Μαρτίου 1632 τοῦ Γρηγοριανοῦ ἡμερολογίου.

86) Νὰ εὑρητε κατὰ ποίαν ἡμερομηνίαν τοῦ Γρηγοριανοῦ ἡμερολογίου ἐκηρύχθη ἡ Ἑλληνικὴ Ἐπανάστασις.

87) Νὰ εὔρητε ποίαν ἡμερομηνίαν τοῦ Ἰουλιανοῦ ἡμερολογίου θὰ φέρῃ ἡ 14η Μαρτίου τοῦ ἔτους 2100 τοῦ Γρηγοριανοῦ ἡμερολογίου.

88) Ἐγεννήθη τις τὴν 20ὴν Μαρτίου 1904 κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον. Νὰ εὔρητε πόσῃ ἡλικίᾳ εἶχε τὴν 1ην Αὐγούστου 1931 κατὰ τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΣΥΣΤΑΣΙΣ, ΑΠΟΣΤΑΣΙΣ, ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΗΛΙΟΥ

48. Φυσικὴ σύστασις τοῦ Ἥλιου. — 1) **Φωτόσφαιρα.** Ὁ "Ἥλιος δι' ἀσθενοῦς ὁρώμενος τηλεσκοπίου φαίνεται ὡς κυκλικὸς δίσκος λευκοῦ καὶ θαμβοῦντος φωτὸς φέρων εἰς διάφορα μέρη σπάνια μελανὰ σημεῖα.

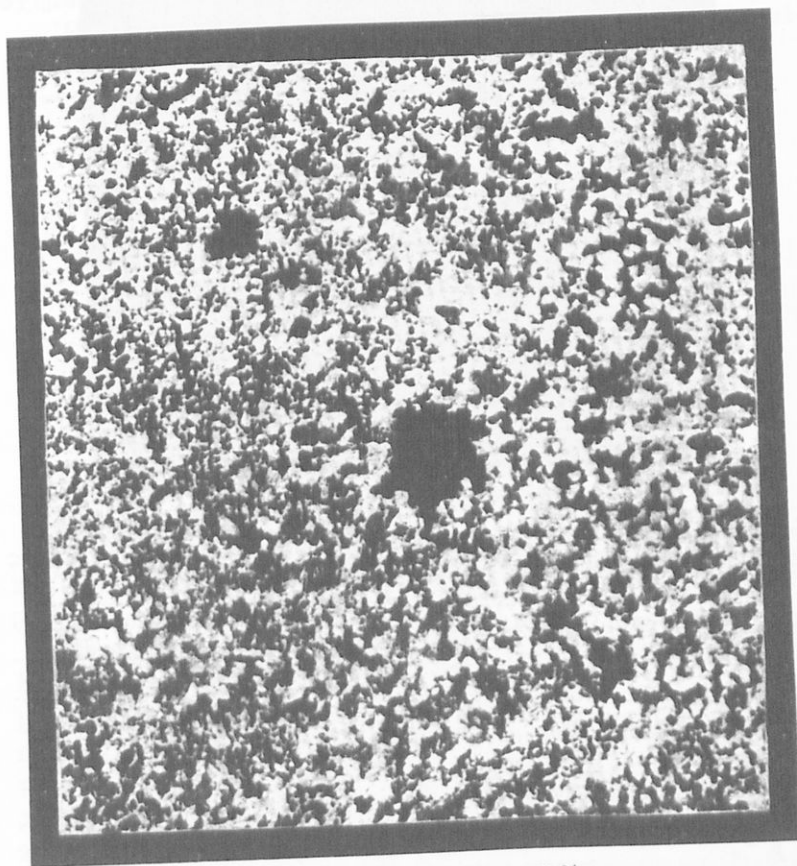
Δι' ἰσχυροῦ ὅμως ὁρώμενος τηλεσκοπίου παρουσιάζει ὅλως διάφορον ὄψιν. Ἡ ἥλιακὴ ἐπιφάνεια φαίνεται γενικῶς κοκκώδης. Οἱ ἐπ' αὐτῆς παρατηρούμενοι κόκκοι εἶναι στρογγύλοι ὡς κόκκοι ὀρύζης, ἐξόχως λαμπροὶ καὶ φαίνονται ὅτι αἰωροῦνται ἐντὸς ρευστοῦ, τὸ ὁποῖον εἶναι ὀλιγώτερον φωτεινὸν ἀπὸ ἐκείνους. Εἶναι δὲ οἱ κόκκοι οὗτοι λίαν εὐκίνητοι καὶ ἐντὸς 2 - 3 λεπτῶν ἐξαφανίζονται παραχωροῦντες τὴν θέσιν των εἰς ἄλλους. Τὸ κοκκῶδες τοῦτο μέρος τοῦ Ἥλιου εἶναι τὸ λαμπρότερον μέρος τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ. Τοῦτο δὲ ἐκπέμπει τὸ περισσότερον μέρος τοῦ φωτὸς καὶ τῆς θερμότητος, τὰ ὅποια παρὰ τοῦ Ἥλιου δεχόμεθα. Τὸ μέρος τοῦτο, ὅπερ ὑπὸ τὰς συνήθεις συνθήκας βλέπομεν, καλεῖται **φωτόσφαιρα**.

Οἱ κόκκοι, ἐξ ὧν φαίνεται ἀποτελουμένη ἡ φωτόσφαιρα, θεωροῦνται γενικῶς ὡς εἶδος νεφῶν, τὰ ὅποια σχηματίζονται διὰ τῆς συμπτύξεως διαπύρων ἀερίων, τὰ ὅποια προέρχονται ἐξ ἐσωτέρας μάζης.

Ἡ ἐπικρατεστέρα σήμερον γνώμη εἶναι ὅτι ἡ φωτόσφαιρα διατελεῖ ἐν ἀεράδει καταστάσει. Ἡ δὲ φασματοσκοπικὴ ἐξέτασις ἀπέδειξεν ὅτι ἐν τῇ φωτοσφαίρᾳ ὑπάρχουσιν εἰς ἀέριον κατάστασιν πλεῖστα τῶν ἐπὶ τῆς Γῆς ἀπαντῶντων στοιχείων, οἷον σίδηρος, κάλλιον, μαγνήσιον, σόδιον, ἀερίά τινα, πρὸ πάντων ὕδρογόνον. Ἀξίον παρατηρήσεως εἶναι ὅτι δὲν ἀνευρέθησαν ἐν αὐτῇ πολύτιμα μέταλλα.

Κηλιδες. Εἵπομεν προηγουμένως ὅτι, ὅταν βλέπωμεν τὸν

Ἡλιον διὰ μετρίου τηλεσκοπίου, παρατηροῦμεν ἐπ' αὐτοῦ σπάνια μελανὰ στίγματα. Ταῦτα ὁρώμενα δι' ἰσχυροῦ τηλεσκοπίου φαίνονται ὡς σκοτεινὰ τμήματα, τὰ ὅποια κατέχουσιν ἱκανὴν ἔκτασιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ Ἡλίου. Καλοῦνται δὲ ταῦτα **κηλίδες**.



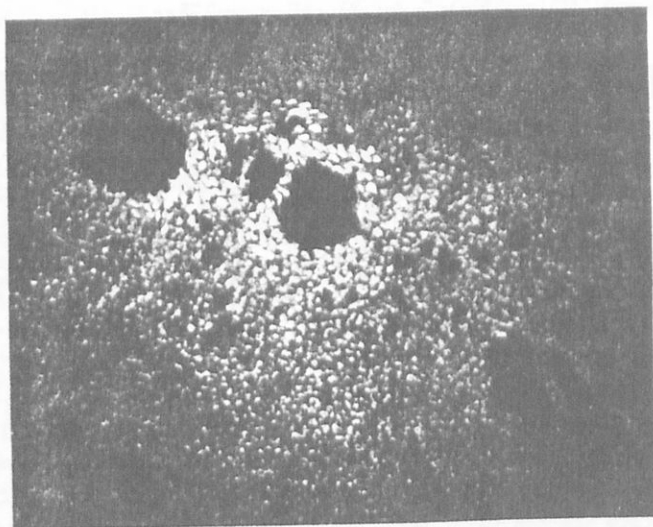
Φωτογραφία μέρους τοῦ Ἡλιακοῦ δίσκου.

Ἐκάστη κηλὶς ἀποτελεῖται ἐκ κεντρικοῦ σκοτεινοῦ πυρῆνος, ὅστις καλεῖται **σκιὰ** καὶ ἐκ τοῦ περιβάλλοντος αὐτὴν καὶ ὀλιγώτερον σκοτεινοῦ μέρους, τὸ ὅποιον καλεῖται **σχιόφως** ἢ **περισκίασμα**.

Τὸ μέγεθος καὶ σχῆμα τῶν κηλίδων εἶναι λίαν εὐμετάβλητα. Πα-

ρετηρήθησαν κηλίδες, τῶν ὑποίων ἢ διάμετρος ἦτο πενταπλασία τῆς γήινης διαμέτρου.

Ἡ ἐμφάνισις πολυαρίθμων καὶ μεγάλων κηλίδων παρετηρήθη, ὅτι



Φωτογραφία ἡλιακῆς κηλίδος.

γίνεται περιοδικῶς ἀνὰ 11 ἔτη συμπίπτουσα μὲ τὰς σημαντικωτέρας διαταράξεις τῆς μαγνητικῆς βελόνης. Μετὰ 6 περίπου ἔτη ἀπὸ τῆς πα-

ρουσίας πολυαρίθμων κηλίδων ἄρχεται περίοδος, καθ' ἣν ἐλάχισται ἀναφαίνονται κηλίδες. Κατὰ ταύτην εἶναι δυνατόν ἐπὶ πολλοὺς μῆνας νὰ μὴ παρατηρηθῇ οὔτε μία κηλίς.



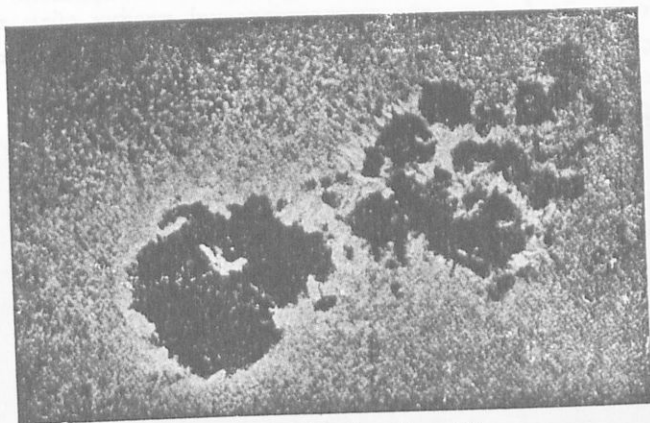
Σχ. 38.

Αἱ κηλίδες δὲν μένουσιν ἀκίνητοι ἐπὶ τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου, ἀλλὰ φαίνονται πᾶσαι κινούμεναι ἐκ τοῦ ἀνατολικοῦ πρὸς τὸ δυτικὸν χεῖλος αὐτοῦ,

εἰς τὸ ὑποῖον ἐξαφανίζονται, ἵνα πάλιν μετὰ τινος ἡμέρας ἐμφανισθῶσιν εἰς τὸ ἀνατολικὸν χεῖλος καὶ οὕτω καθ' ἐξῆς, μέχρις οὗ διαλυθῶσιν (σχ. 38).

Ἀκριβεῖς παρατηρήσεις ἀποδεικνύουσιν ὅτι πᾶσαι αἱ κηλίδες φαίνονται κινούμεναι ἐπὶ τροχιῶν παραλλήλων, ὧν τὰ ἐπίπεδα εἶναι κεκλιμένα πρὸς τὴν Ἐκλειπτικὴν κατὰ $60^{\circ} 58'$. Ἐκ τούτου ἔπεται ὅτι ὁ ἥλιος στρέφεται κατὰ τὴν ὀρθὴν φοράν περὶ ἄξονα, ὅστις σχηματίζει μετὰ τῆς Ἐκλειπτικῆς γωνίαν $83^{\circ} 2'$.

Ἡ τομὴ τῆς ἡλιακῆς ἐπιφανείας ὑπὸ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ διερχομέ-



Φωτογραφία ομάδος ἡλιακῶν κηλίδων.

νου διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ καὶ καθέτου ἐπὶ τὸν ἄξονα στροφῆς ἀπτελεῖ τὸν ἡλιακὸν ἰσημερινόν.

Αἱ κηλίδες παρατηροῦνται συνήθως ἐπ' ἀμφοτέρων τῶν ἡλιακῶν ἡμισφαιρίων καὶ ἐπὶ πλάτους $10^{\circ} - 35^{\circ}$.

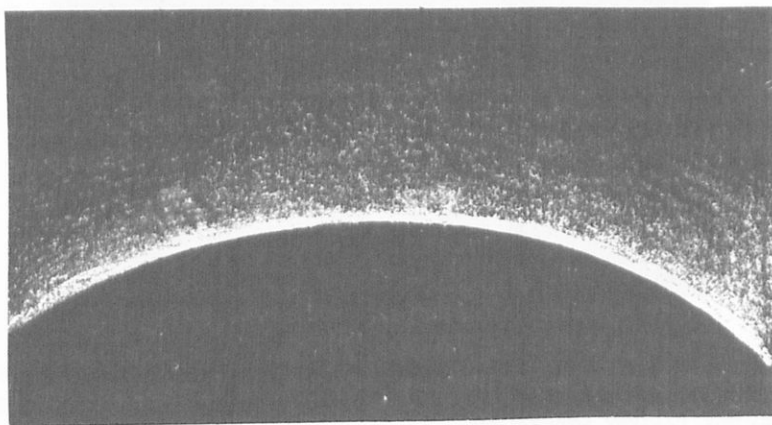
Ἄλλοτε αἱ κηλίδες ἐθεωροῦντο κοιλότητες ἐντὸς τῆς φωτοσφαίρας πλήρεις ἀερίων καὶ ἀτμῶν ψυχροτέρων τῶν παρακειμένων μερῶν τῆς φωτοσφαίρας καὶ ἐπομένως ὀλιγώτερον φωτεινῶν. Σήμερον ὅμως αὐτὰ θεωροῦνται ὡς ἀποτέλεσμα βιαιοτάτων καὶ τεραστίων στροβίλων, οἱ ὅποιοι ἀπορροφῶσιν ἀέρια ἐκ βαθυτέρων ἡλιακῶν στρωμάτων. Τὰ ἀέρια ταῦτα ἀνέρχονται πολὺ ὑπεράνω τῆς φωτοσφαίρας καὶ διαστέλλονται περισσότερον. Ἐνεκα δὲ τούτου ἡ θερμοκρασία αὐτῶν κατέρχεται μέχρι 40000°K περίπου. Ἀφ' οὗ δὲ πέσωσιν ἐπὶ τῆς φωτοσφαίρας φαίνονται ὡς σκοτεινὰ περιοχὰ ἐξ ἀντιθέσεως πρὸς τὴν λαμπρότεραν φωτόσφαιραν.

Εἰς τὸ Ἀστεροσκοπεῖον τοῦ ὁρους Wilson τῆς Ἀμερικῆς ἐπέτυ-

χον μονοχρωματικῆς φωτογραφίας κηλίδων, εἰς τὰς ὁποίας φαίνεται τοιαύτη στροβιλοειδῆς κίνησις τῆς ὕλης.

2) **Ἀπορροφητικὴ στιβάς.** Ἐνίοτε κατὰ τὰς ὀλικὰς ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου παρατηρεῖται ὑπὲρ τὴν φωτόσφαιραν ἀερῶδες στρώμα λεπτότατον (μόλις 700 χιλιομέτρων πάχους) καὶ σχετικῶς σκοτεινόν.

Τὸ στρώμα τοῦτο ἀποτελεῖται ἐκ τῶν ἀτμῶν πολλῶν ἐκ τῶν γνωστῶν μετάλλων καὶ ἐκ τινων ἀερίων, ἔχει δὲ τὴν ιδιότητα νὰ ἀπορροφᾷ τινὰς τῶν ἀκτίνων τῆς φωτοσφαίρας καὶ παράγῃ οὕτω τὰς ραβδώσεις τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον τὸ στρώμα τοῦτο καλεῖται **ἀπορροφητικὴ στιβάς.**



Φωτογραφία ἡλιακῶν προεξοχῶν καὶ χρωμοσφαίρας κατὰ μίαν ἡλιακὴν ἐκλείψιν.

3) **Χρωμόσφαιρα.** Κατὰ τὰς ὀλικὰς ἐπίσης ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου παρατηρεῖται ὑπὲρ τὴν ἀπορροφητικὴν στιβάδα ἐτέρα ἀερῶδης καὶ ροδόχρους στιβάς, ἣτις ἔχει πάχος ὑπερδεκαπλάσιον τῆς ἀπορροφητικῆς στιβάδος καὶ καλεῖται **χρωμόσφαιρα.**

Ἡ χρωμόσφαιρα ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ διαπύρου ὕδρογόνου καὶ ἐν ἐλάσσονι ποσότητι ἐξ ἄλλου τινὸς ἀερίου ἐπ' αὐτῆς τὸ πρῶτον παρατηρηθέντος, ὅπερ διὰ τοῦτο ἐκλήθη **ἥλιον.** Ἀνεκαλύφθησαν ἐπίσης ἐν τῇ χρωμοσφαίρᾳ ἀτμοὶ ἄνθρακος, σοδίου, μαγνησίου, καλίου.

Ἐκ τῆς χρωμοσφαίρας ἀνυψοῦνται ἐνίοτε τεράστια φλόγες, ἃς καλοῦμεν **προεξοχάς.** Αἱ προεξοχαὶ ὑψοῦνται ἐνίοτε εἰς ὕψος εἴκοσι

καὶ τριάκοντα χιλιάδων λευγῶν μετὰ ταχύτητος πολλῶν ἑκατοντάδων χιλιομέτρων κατὰ δευτερόλεπτον. Κατὰ τὰς ὀλικὰς ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου αἱ προεξοχαὶ φαίνονται ὡς τεράστιοι πτεροθύσανοι. Αὗται ὀφείλονται εἰς ἐκρήξεις ἀερίων, ὧν ἐπικρατέστερον τὸ ὑδρογόνον. Ἀπὸ τοῦ 1868 χάρις εἰς τὴν ἀπλὴν μέθοδον, τὴν ὁποίαν συγχρόνως καὶ ἐν ἀγνοίᾳ ἀλλήλων ὑπέδειξαν οἱ Janssen καὶ Lockyer, εἶναι δυνατόν νὰ παρατηρῶνται καὶ σπουδάζωνται αἱ προεξοχαὶ ὑπὸ τὰς συνήθεις συνθήκας, ἐκτὸς δηλαδὴ τῶν ἐκλείψεων τοῦ Ἡλίου. Καταλληλότατον δὲ πρὸς τοῦτο



Αἱ ὀφει μετὰλλίου κοπέντος πρὸς τιμὴν τῶν Janssen καὶ Lockyer διὰ τὴν ὥραιαν ἀνακάλυψίν των.

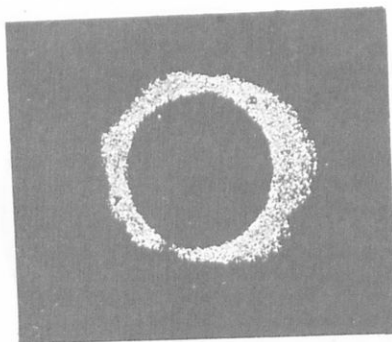
ὄργανον εἶναι ὁ φασματοηλιογράφος τοῦ διαπρεποῦς Ἀμερικανοῦ ἀστρονόμου Halle.

4) **Στέμμα.** Ὑπὲρ τὴν χρωμόσφαιραν ὑπάρχει ἄλλο ἀερῶδες στρώμα ὁρατὸν ἐπίσης κατὰ τὰς ὀλικὰς ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου, ὅπερ καλεῖται στέμμα. Τὸ σχῆμα τούτου ἀποτελεῖται ἐξ ἀκτινωτῶν ταινιῶν καὶ εἶναι ἀκανόνιστον μὲν κατὰ τὴν περίοδον τῆς παρουσίας ἐλαχίστου ἀριθμοῦ κηλίδων, κανονικώτερον, δὲ κατὰ τὴν περίοδον τῶν πολυαρίθμων κηλίδων. Τὸ δὲ φῶς αὐτοῦ εἶναι ἀμυδρότερον τοῦ φωτὸς τῆς χρωμοσφαίρας, ἀλλ' ἐντονώτερον τοῦ τῆς Πανσελήνου.

Κατὰ τὰς κρατούσας σήμερον ἀντιλήψεις, τὸ κατώτερον μέρος τοῦ στέμματος ἀποτελεῖται ἐξ ἰονισμένων ἀτόμων, τὸ δὲ ἀνώτερον ἐξ ἐλαφροτάτων ἡλεκτρονίων. Ταῦτα δὲ διαχέουσι τὸ φωτοσφαιρικὸν φῶς

καὶ ἔνεκα τούτου τὸ φάσμα τοῦ στέμματος εἶναι ὁμοιον πρὸς τὸ ἡλιακὸν φάσμα. Ἐνεκα δὲ τῆς τοιαύτης συστάσεως τοῦ στέμματος, τοῦτο εὐρίσκεται εἰς ἀριστοτάτην κατάστασιν. Δι' ὃ κομῆτης τις κατὰ τὸ ἔτος 1843 διελθὼν διὰ μέσου τοῦ στέμματος οὐδεμίαν ὑπέστη ἀλλοίωσιν.

Σημείωσις. Εἰς τὸ φάσμα τοῦ στέμματος παρατηροῦνται καὶ τινες φωτειναὶ γραμμαὶ μὴ ἀντιστοιχοῦσαι εἰς οὐδὲν γήινον στοιχεῖον. Ἄλλοτε ἀπέδιδον αὐτάς εἰς νέον στοιχεῖον, τὸ ὁποῖον ὠνόμαζον Κορώνιον. Κατὰ νεωτέρας ὁμῶς ἐρεῦνας αἱ φωτειναὶ αὗται γραμμαὶ ὀφείλονται εἰς πολλαπλῶς ἰονισμένα ἅτομα γνωστῶν στοιχείων, π.χ. σιδήρου, νικελίου εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν.

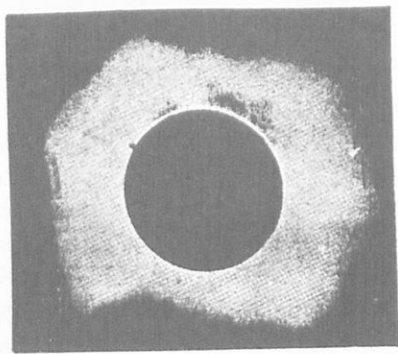


Φωτογραφία ἡλιακοῦ στέμματος.

Ὅπως ἡ ἀπορροφητικὴ στιβάς καὶ ἡ χρωμόσφαιρα, οὕτω καὶ τὸ στέμμα εἶναι ἀόρατον ὑπὸ τῆς συνήθους συνθήκης. Διότι τὸ φῶς αὐτοῦ ἀποπνίγεται ἐν μέσῳ τοῦ ἰσχυροτέρου φωτὸς τῆς φωτοσφαίρας. Δι' αὐτὸ μέχρι πρὸ ὀλίγων ἐτῶν τὸ στέμμα παρετηρεῖτο μόνον κατὰ τὰς ὀλίγας ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου. Σήμερον ὁμῶς διὰ τοῦ στεμματογράφου τοῦ Lyot παρατηρεῖται καὶ σπουδάζεται τοῦτο καὶ ἐκτὸς τῶν ἐκλείψεων.

Διότι δι' αὐτοῦ ἐπιτυγχάνεται ἀληθῆς τεχνητὴ ὀλική ἡλιακὴ ἐκλείψις

Ἐπὶ μακρὸν δὲ αἱ προεξοχαὶ καὶ τὸ στέμμα ἐθεωροῦντο ὡς φαινόμενα προκαλούμενα ὑπὸ σεληνιακῆς ἀτμοσφαίρας. Κατὰ τὸ 1851 τὸ πρῶτον περὶ τήρησιν ὅτι ἡ Σελήνη ἐφαίνετο ὅτι ἀπέκρυπτε τὰς προεξοχὰς κατὰ τὴν φορὰν τῆς φαινομένης ἐν τῷ Οὐρανῷ κινήσεώς της καὶ ἀπεκάλυπτεν αὐτάς ἀπὸ τοῦ ἀντιθέτου μέρους. Συνεπέραινον ὅθεν ἐκ τούτου ὅτι αἱ προεξοχαὶ ἀνήκουσιν εἰς τὸν Ἡλίον.

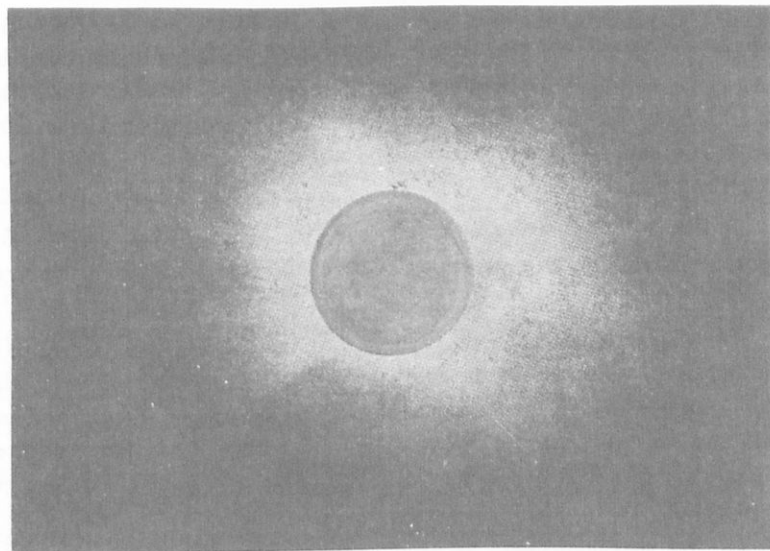


Φωτογραφία ἡλιακοῦ στέμματος.

5) **Κεντρικὸς πυρὴν.** Ἐσωθεν τῆς φωτοσφαίρας κεῖται ὁ κεντρικὸς πυρὴν τοῦ Ἡλίου, ὅστις ἀποτελεῖ

τὰ $\frac{9}{10}$ τῆς ὕλης ἡλιακῆς μάζης. Ὁ πυρὴν οὗτος εἶναι διάπυρος, ἡ δὲ θερμοκρασία αὐτοῦ ὑπολογίζεται εἰς 18 - 20 ἑκατομμύρια βαθμῶν Κελσίου. Κατὰ τινὰς δὲ διατελεῖ ἐν ἀερώδει καταστάσει. Κατὰ τὰ προειρημένα ὁ Ἥλιος ἀποτελεῖται ἐκ τῶν ἀκολουθῶν μερῶν :

- 1) Ἐκ τοῦ κεντρικοῦ πυρῆνος. 2) Ἐκ τῆς φωτοσφαίρας.
- 3) Ἐκ τῆς ἀπορροφητικῆς στιβάδος. 4) Ἐκ τῆς χρωμοσφαίρας. 5) Ἐκ τοῦ στέμματος.



Φωτογραφία ἡλιακοῦ στέμματος.

49. Ἡ θερμοκρασία καὶ τὸ μέλλον τοῦ Ἥλιου. Ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας τοῦ Ἥλιου ὑπολογίζεται εἰς 5000 βαθμοὺς Κελσίου περίπου. Ἐπειδὴ ὅμως εἰς τὴν ἀκτινοβολίαν τῆς θερμότητος λαμβάνουσι μέρος ἐν μέρει καὶ ὀλίγον βαθύτερα στρώματα ὑψηλοτέρας θερμοκρασίας, ὑπολογίζουσιν εἰς 6000 περίπου βαθμοὺς τὴν θερμοκρασίαν τῆς ὀλικῆς ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας.

Ἐνεκα τῆς τεραστίας ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας εἰς φῶς καὶ θερμότητα εἶναι εὐνόητον ὅτι ἡ ρηθεῖσα θερμοκρασία ἔπρεπε νὰ κατέρχεται συνεχῶς. Ὑπελογίσθη δὲ ὅτι ἔπρεπε νὰ ἐπέρχεται πτωσίς τῆς θερμοκρασίας

τοῦ Ἡλίου κατὰ $1^{\circ},5 \text{ K}$ κατ' ἔτος. Ἐν τούτοις ἀπὸ πολλῶν αἰώνων ἡ ἐκ τῆς θερμοκρασίας τῆς ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας ἐξαρτωμένη μέση ἔτησία θερμοκρασία τῆς Γῆς δὲν μετεβλήθη.

Προκύπτει λοιπὸν ἐκ τούτου τὸ συμπέρασμα ὅτι ἡ ὑπὸ τοῦ Ἡλίου ἀκτινοβολουμένη θερμότης δὲν μετεβλήθη κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον. Κατ' ἀκολουθίαν πρέπει ἡ ἐκλυομένη θερμότης τοῦ Ἡλίου νὰ ἀναπληροῦται. Πιθανώτερα δὲ αἷτια συντελοῦντα εἰς τὴν ἀναπλήρωσιν ταύτην θεωροῦνται σήμερον τὰ ἀκόλουθα.

Α'. Ἡ πτώσις ἐπὶ τοῦ Ἡλίου διαφόρων ξένων σωματίων ἀναλόγων πρὸς τοὺς εἰς τὴν Γῆν πίπτοντας μετεωρολίθους καὶ διάττοντας ἀστέρας. Προφανῶς ἡ μεγάλη ἐλκτική δύναμις τοῦ Ἡλίου προκαλεῖ πτώσιν ἐπ' αὐτοῦ πολλῶν τοιούτων σωμάτων. Ἡ δὲ ἕνεκα τῆς πτώσεως αὐτῶν ἀναπτυσσομένη θερμότης ἀναπληρῶνει μικρὸν ποσοστὸν τῆς ἐκλυομένης θερμότητος.

Β'. Ἐνεκα βαθμιαίας συστολῆς τοῦ Ἡλίου τὰ διάφορα μέρη αὐτοῦ πλησιάζοντα πρὸς τὸ κέντρον ὀφίστανται τριβήν. Ἐνεκα δὲ ταύτης ἀναπτύσσεται θερμότης.

Γ'. Εἶναι γνωστὸν ὅτι τὰ ἀκτινεργὰ καλούμενα σώματα, ὡς τὸ ράδιον, οὐράνιον, φθόριον αὐτομάτως καὶ συνεχῶς μετασχηματίζονται εἰς ἄλλα σώματα. Κατὰ τὸν μετασχηματισμὸν δὲ τοῦτον ἀκτινοβολεῖται θερμότης ἀπ' αὐτῶν. Ἄν λοιπὸν, ὡς πιστεύεται, ὑπάρχῃσι τοιαῦτα σώματα εἰς τὸν Ἡλίον, οὗτος λαμβάνει τὴν παρ' αὐτῶν ἐκλυομένην θερμότητα.

Δ'. Ἡ σημαντικώτερα πηγὴ θερμότητος εἶναι ἡ πρὸ ὀλίγων ἐτῶν (1938 - 1939) βεβαιωθείσα ἐνδοατομικὴ δρᾶσις. Κατ' αὐτὴν ἕνεκα τῆς λίαν ὑψηλῆς θερμοκρασίας τοῦ Ἡλίου τὸ ὕδρογόνον αὐτοῦ μετασχηματίζεται εἰς ἥλιον, ἐν ᾧ μέρος τῆς μᾶζης τοῦ ὕδρογόνου ἐμφανίζεται ὡς ἐνέργεια ὑπὸ μορφὴν θερμότητος, τὴν ὅποιαν λαμβάνει ἡ ἡλιακὴ μᾶζα. Ὑπελογίσθη δὲ ὅτι μόνῃ ἡ πηγὴ αὕτη δύναται νὰ διατηρήσῃ τὴν ἡλιακὴν ἀκτινοβολίαν ἐπὶ 100 - 115 περίπου δισεκατομμύρια ἔτη. Ἡ σημαντικὴ αὕτη αὔξησις τῆς θερμότητος τοῦ Ἡλίου ἀναπληρῶνει τὴν ἀκτινοβολουμένην καὶ συντελεῖ εἰς λίαν μὲν, βραδεῖαν, ἀλλὰ συνεχῇ αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ Ἡλίου. Διὰ τοῦτο ὑπολογίζεται ὅτι μετὰ 10 περίπου δισεκατομμύρια ἔτη ἡ ἐκ τῆς ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας ἐξαρτωμένη θερμοκρασία τῆς ἀτμοσφαίρας τῆς Γῆς θὰ ἀνέλθῃ εἰς 200° , πιθανῶς δὲ καὶ εἰς

3000° K. Ἐπομένως ἡ ζωὴ ἐπὶ τῆς Γῆς θὰ ἐκλείψῃ ἐξ ὑπερβολικῆς θερμότητος καὶ οὐχὶ ἐκ ψύξεως, ὡς ἐπιστεύετο ἄλλοτε.

Ὅταν δὲ ὅλον τὸ ὑδρογόνον τοῦ Ἡλίου μετατραπῇ εἰς ἥλιον, θὰ στερεύσῃ ἡ πηγὴ αὕτη τῆς θερμότητος, ὁ δὲ Ἡλιος ἔνεκα τῆς συνεχιζομένης ἀκτινοβολίας θὰ ψύχῃται συνεχῶς. Ἀπὸ δὲ θερμοκρασίας 2700° K περίπου καὶ κάτω θὰ παύσῃ νὰ ἀκτινοβολῇ, βαθμηδὸν δὲ ψυχόμενος θὰ καταστῇ σκοτεινὸν σῶμα.

50. Παράλλαξις ἀστέρος. — Ἐστω ΓΑ μία ἀκτὶς τῆς Γῆς (σχ. 39) καὶ π' ἡ γωνία, ὑπὸ τὴν ὁποίαν αὕτη φαίνεται ἐκ τοῦ κέντρου ἀστέρος Σ', ὁ ὁποῖος εὐρίσκεται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα τόπου Α εἰς ζενιθίαν ἀπόστασιν Ζ.

Ἡ γωνία π' λέγεται **παράλλαξις ὕψους τοῦ ἀστέρος** Σ' ὁρωμένου ἐκ τοῦ τόπου Α.

Ἄν ὁ ἀστὴρ εὐρίσκηται εἰς θέσιν Σ ἐπὶ τοῦ ὀρίζοντος τοῦ τόπου Α, ἡ γωνία π, ὑπὸ τὴν ὁποίαν φαίνεται ἐξ αὐτοῦ ἡ ἀκτὶς ΓΑ, λέγεται **ὀριζοντία παράλλαξις** τοῦ ἀστέρος Σ.

Ἄν ὁ τόπος Α κεῖται ἐπὶ τοῦ γηγίνου Ἰσημερινοῦ, ἡ ὀριζοντία παράλλαξις ἀστέρος λέγεται ἰδιαίτερώς **ὀριζοντία ἰσημερινή παράλλαξις**.

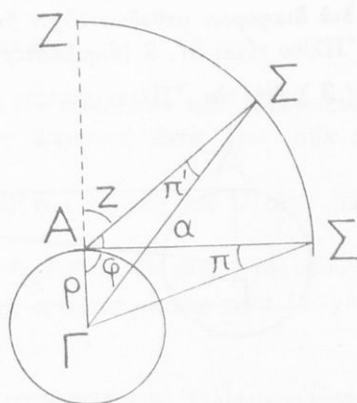
Ἄν θέσωμεν (ΓΑ) = ρ καὶ (ΓΣ') = α, εὐρίσκομεν ἐκ τοῦ τριγώνου ΑΓΣ' ὅτι $\frac{\rho}{\eta\mu\pi'} = \frac{\alpha}{\eta\mu\phi}$. Ἐπειδὴ δὲ ἡμφ = ἡμζ, αὕτη γίνεται

$$\frac{\rho}{\eta\mu\pi'} = \frac{\alpha}{\eta\mu\zeta} \quad \text{Ἐκ ταύτης δὲ εὐρίσκομεν ὅτι } \eta\mu\pi' = \frac{\rho}{\alpha} \eta\mu\zeta. \quad (1)$$

Βλέπομεν λοιπὸν ὅτι ἡ παράλλαξις ὕψους ἀστέρος ὁρωμένου ἀπὸ τοῦ αὐτοῦ τόπου Α μεταβάλλεται, ὅταν ἡ ζενιθία ἀπόστασις αὐτοῦ μεταβάλληται.

Ἄν ὁ ἀστὴρ εὐρίσκηται εἰς τὸν ὀρίζοντα, θὰ εἶναι ἡμζ = 1, ἡ δὲ ἰσότης (1) γίνεται $\eta\mu\pi' = \frac{\rho}{\alpha}$ (2)

Ἐκ ταύτης δὲ εὐρίσκομεν ὅτι $\alpha = \frac{\rho}{\eta\mu\pi'}$ (3)



Σχ. 39.

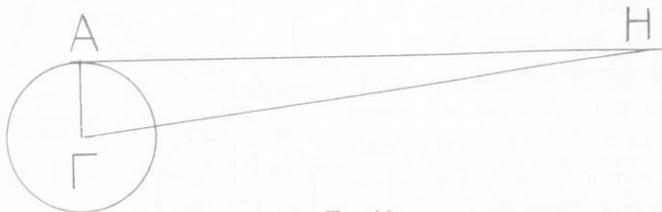
Διὰ τῆς ἰσότητος (3), εὐρίσκομεν τὴν ἀπόστασιν ἀστέρος ἀπὸ τῆς Γῆς συναρτήσῃ τῆς ἀκτίνος ρ τῆς Γῆς, ἂν γνωρίζωμεν τὴν ὀριζοντίαν παράλλαξιν τοῦ ἀστέρος.

Ἐκ τῶν ἰσοτήτων (1) καὶ (2) εὐρίσκομεν ὅτι

$$\eta\mu\pi' = \eta\mu\pi \cdot \eta\mu\zeta. \quad (4)$$

Ἐπειδὴ δὲ συνήθως αἱ γωνίαι π καὶ π' εἶναι πολὺ μικραί, δυνάμεθα ἄνευ αἰσθητοῦ σφάλματος νὰ δεχθῶμεν ὅτι $\eta\mu\pi = \pi$ ἀκτίνια καὶ $\eta\mu\pi' = \pi'$ ἀκτίνια. Ἡ δὲ ἰσότης (4) γίνεται $\pi' = \pi\eta\mu\zeta$. (5)

51. Ἀπόστασις τοῦ Ἡλίου ἀπὸ τῆς Γῆς. — Οἱ ἀστρονόμοι διὰ διαφορῶν μεθόδων εὑρον ὅτι ἡ ὀριζοντία ἰσημερινὴ παράλλαξις τοῦ Ἡλίου εἶναι $8'', 8$ (ἀκριβέστερον $8'', 806$). Ἡ ἀνωτέρω λοιπὸν ἰσότης (3) διὰ τὸν Ἡλίον γίνεται $\alpha = \frac{\rho}{\eta\mu 8'', 8}$.



Σχ. 40.

Ἐκ ταύτης εὐρίσκομεν κατὰ σειράν

$$\frac{\alpha}{\rho} = \frac{1}{\eta\mu 8'', 8}, \log\left(\frac{\alpha}{\rho}\right) = \log \eta\mu 8'', 8 = 4,36995.$$

Ἐξ ταύτης δὲ προκύπτει ὅτι $\frac{\alpha}{\rho} = 23440$ καὶ $\alpha = 23440\rho$.

Εἰς τὸ ἐξαγόμενον τοῦτο φθάνομεν καὶ ὡς ἐξῆς ἄνευ τῆς χρήσεως λογαριθμικῶν πινάκων.

Τρέπομεν τὸ μέτρον $8'', 8$ τῆς παραλλάξεως τοῦ Ἡλίου εἰς ἀκτίνια καὶ εὐρίσκομεν ὅτι ἰσοῦται πρὸς $\frac{\pi \cdot 8,8}{180.60.60} = \frac{\pi}{73636}$. Ἦδη παρατηροῦμεν ὅτι ἔνεκα τῆς σμικρότητος τῆς παραλλάξεως ΑΗΓ (σχ. 40) δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν τὸ τρίγωνον ΗΑΓ ὡς ἰσοσκελὲς καὶ τὸ τόξον ΓΑ τῆς περιφέρειας (Η, ΗΓ) ὡς ἴσον πρὸς τὴν ἀκτῖνα ΓΑ ἄνευ αἰσθητοῦ σφάλματος. Μετὰ ταῦτα σκεπτόμεθα ὡς ἐξῆς.

Ὁλόκληρος ἡ περιφέρεια (Η, ΗΓ) ἔστω τόξον 2π ἀκτινίων ἔχει

μῆκος $2\pi \cdot (HG)$, τόξον δὲ 1 ἀκτινίου τῆς περιφερείας ταύτης ἔχει μῆκος $\frac{2\pi (HG)}{2\pi}$ καὶ τόξον $\frac{\pi}{73636}$ ἀκτινίων ἔχει μῆκος

$$\frac{2\pi (HG)}{2\pi} \cdot \frac{\pi}{73636} \cdot \text{Εἶναι λοιπὸν } (\Gamma A) = (\widehat{\Gamma A}) = (HG) \cdot \frac{\pi}{73636}$$

ἢ $\rho = (HG) \cdot \frac{\pi}{73636} \cdot \text{Ἐκ ταύτης εὐρίσκομεν ὅτι}$

$$(\text{HG}) = \frac{73636}{\pi} \rho = 23440\rho.$$

Ἡ ἀπόστασις λοιπὸν τοῦ Ἡλίου ἀπὸ τὴν Γῆν εἶναι ἴση πρὸς 23440 γῆinas ἰσημερινῶς ἀκτῖνας.

Ἀσκήσεις

89) Νὰ ἐκτιμήσητε εἰς χιλιόμετρα τὴν ἀπόστασιν τοῦ Ἡλίου ἀπὸ τῆς Γῆς ἔχοντες ὑπ' ὄψιν ὅτι ἡ γῆιν ἰσημερινῇ ἀκτὶς ἔχει μῆκος 6 378 388 μέτρα.

90) Νὰ εὗρητε πόσον χρόνον χρειάζεται τὸ φῶς τοῦ Ἡλίου, διὰ νὰ φθάσῃ εἰς τὴν Γῆν.

91) Νὰ εὗρητε πόσον χρόνον θὰ ἐχρειάζετο ἐν βλῆμα νὰ φθάσῃ εἰς τὸν Ἡλίον, ἂν ἦτο δυνατόν νὰ τρέχῃ συνεχῶς μὲ ταχύτητα 12 χιλιόμετρων τὸ δευτερόλεπτον.

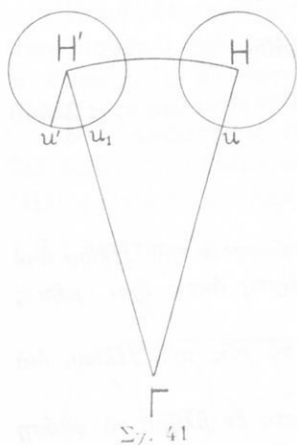
52. Διάρκεια τῆς περὶ ἄξονα στροφῆς τοῦ Ἡλίου.—Ἐμά-
θομεν ὅτι ἡ ὁμοίомορφος κίνησις τῶν κηλίδων ἐκ τοῦ ἀνατολικοῦ πρὸς
τὸ δυτικὸν χεῖλος τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου ἀποδεικνύει ὅτι ὁ Ἥλιος στρέ-
φεται ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς περὶ ἄξονα, ὅστις σχηματίζει μετὰ τοῦ
ἐπιπέδου τῆς Ἐκλειπτικῆς γωνίαν $83^{\circ} 2'$. Ὁ χρόνος δὲ μιᾶς πλήρους
τοιαύτης στροφῆς ὑπολογίζεται ὡς ἑξῆς :

Ἐν πρώτοις παρατηρήθη ὅτι κηλὶς τις κειμένη πλησίον τοῦ ἡλια-
κοῦ ἰσημερινοῦ ἐπανέρχεται εἰς τὴν αὐτὴν ἐπὶ τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου θέ-
σιν μετὰ 27 ἡμέρας καὶ 3 ὥρας. Ἐὰν ἄρα κηλὶς τις κ φαίνεται κατὰ
τινα στιγμὴν εἰς τὸ κέντρον τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου (σχ. 41), ἦτοι κατὰ
τὴν διεύθυνσιν ΓΗ, μετὰ 27 ἡμέρας καὶ 3 ὥρας θὰ ἔχῃ τὴν αὐτὴν ἐπὶ
τοῦ δίσκου θέσιν.

Ἐπειδὴ δὲ κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον ὁ Ἥλιος μετετοπίσθη εἰς τὴν
θέσιν Η' τῆς Ἐκλειπτικῆς, ἡ κηλὶς φαίνεται εἰς τὴν θέσιν κ₁ κατὰ τὴν
διεύθυνσιν ΓΗ'. Ἐν ϕ , ἂν ὁ Ἥλιος ἐστρέφετο περὶ ἄξονα κάθετον ἐπὶ

τὸ ἐπίπεδον τῆς Ἑκλειπτικῆς καὶ κατὰ 3600, ἡ ἀκτίς Ηκ θὰ ἤρχετο εἰς τὴν θέσιν Η'κ' παράλληλον τῇ Ηκ καὶ ἡ κηλὶς δὲν θὰ ἐφαίνετο εἰς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου, ἀλλ' εἰς θέσιν τινὰ κ' ἀνατολικώτερον τοῦ κέντρου κειμένην.

Ἰνα ἄρα ἡ κηλὶς φανῇ εἰς τὸ κ₁, πρέπει ὁ ἥλιος νὰ στραφῇ ἀκόμῃ κατὰ γωνίαν κ'Η'κ₁ = Η'ΓΗ. Ἡ γωνία αὕτη βαίνει ἐπὶ τοῦ τόξου ΗΗ' καὶ ἔχει μέτρον ἴσον πρὸς τὸ μέτρον αὐτοῦ.



Ἀλλὰ τὸ τόξον ΗΗ' εἶναι περίπου 270,125, διότι καθ' ἑκάστην ἡμέραν ὁ ἥλιος διανύει τόξον περίπου 10 ἐπὶ τῆς Ἑκλειπτικῆς. Ὡστε κατὰ τὸ διάστημα τῶν 27 ἡμερῶν καὶ 3 ὥρων ὁ ἥλιος στρέφεται περὶ ἄξονα κατὰ $3600 + 270,125 = 3870,125$ περίπου.

Ἰνα δὲ στραφῇ μόνον κατὰ 3600 χρειάζεται $\frac{27,125}{387,125} \cdot 360 = 25$ ἡμέρας 5 ὥρας 23'.

Τὸ ἀποτέλεσμα τοῦτο ἰσχύει διὰ τὰ ἐγγύς τοῦ ἡλιακοῦ ἰσημερινοῦ σημεῖα, διότι αἱ πλησίον τοῦ ἰσημερινοῦ κηλῖδες ἐπανερχονται εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν ἐπὶ τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου μετὰ 27 ἡμέρας καὶ 3 ὥρας. Αἱ ἀπώτερον τοῦ ἰσημερινοῦ κείμεναι κηλῖδες χρειάζονται περισσότερον χρόνον, ἢ δὲ περιστροφή τῶν μερῶν τούτων τοῦ ἥλιου γίνεται εἰς μεγαλύτερον χρόνον. Εὐρέθη π. χ. ὅτι μακρὰν τοῦ ἰσημερινοῦ κατὰ 400 ἡ στροφή γίνεται εἰς 27 ἡμέρας περίπου. Ὡστε ὁ ἥλιος δὲν στρέφεται περὶ ἄξονα ὡς στερεὸν σῶμα.

Καὶ ἐκ τούτου λοιπὸν φαίνεται ὅτι ἡ φωτόσφαιρα δὲν δύναται νὰ εἶναι στερεὸν σῶμα.

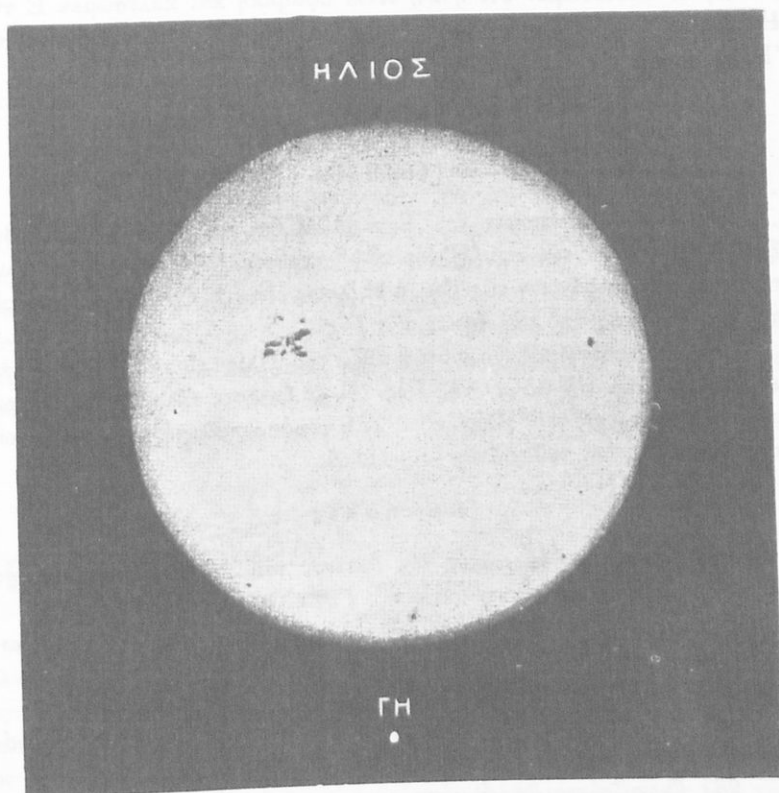
53. Σχῆμα τοῦ ἥλιου. — Δι' ἀκριβῶν μετρήσεων κατεδείχθη ὅτι καθ' ἑκάστην μεσημβρίαν πᾶσαι αἱ διάμετροι τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου εἶναι ἴσαι πρὸς ἀλλήλας.

Εἶναι λοιπὸν ὁ δίσκος οὗτος πάντοτε κύκλος, ἂν καὶ ἕνεκα τῆς περ ἄξονα στροφῆς αὐτοῦ ὁ ἥλιος παρουσιάζῃ πρὸς ἡμᾶς διάφορα ἐντὸς 2 ἡμερῶν μέρη αὐτοῦ.

Ἐκ τούτου ἔπεται ὅτι ὁ ἥλιος εἶναι σφαῖρα.

54. Ἀκτὶς τοῦ Ἡλίου.—Ἐστω P ἡ ἀκτὶς τῆς ἡλιακῆς σφαίρας Δ ἡ φαινομένη διάμετρος αὐτῆς, α ἡ ἀπόστασις αὐτῆς ἀπὸ τῆς Γῆς, ρ ἡ ἡμεμερινὴ ἀκτὶς τῆς Γῆς καὶ π ἡ ὀριζοντία ἡμεμερινὴ παράλλαξις τοῦ Ἡλίου.

Ἄν ἐν τῇ ἰσότητι $\alpha = \frac{\rho}{\eta_{μπ}}$ (§ 50) θέσωμεν π ἀντὶ ἡμπ, δι' ὃν



Συγκριτικὸν μέγεθος Ἡλίου καὶ Γῆς.

εἶπομεν (§ 50) λόγον, αὕτη γίνεται $\alpha = \frac{\rho}{\pi}$. Ἐκ ταύτης δὲ καὶ τῆς $\alpha = \frac{2P}{\Delta}$ (§ 35) εὐρίσκομεν $P = \frac{\Delta \rho}{2\pi} = \frac{(32'4'')\rho}{2 \cdot (8'',8)} = 109,3\rho$ περίπου. Ἡ

ἀκτὶς λοιπὸν τοῦ Ἡλίου εἶναι περίπου 109,3 φορές μεγαλύτερα τῆς σημερινῆς ἀκτίνος τῆς Γῆς.

55. Ἐπιφάνεια. Μᾶζα. Ὅγκος τοῦ Ἡλίου.—Ἡ Γεωμετρία διδάσκει ὅτι δύο σφαιρῶν αἱ μὲν ἐπιφάνειαι εἶναι πρὸς ἀλλήλας ὡς τὰ τετράγωνα τῶν ἀκτίνων αὐτῶν, οἱ δὲ ὅγκοι ὡς οἱ κύβοι τῶν ἀκτίνων. Ὡστε, ἂν ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ Γῆ εἶναι σφαιρική καὶ καλέσωμεν Ε τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ Ἡλίου, ε τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Γῆς, Σ τὸν ὅγκον τοῦ Ἡλίου καὶ σ τὸν τῆς Γῆς, θὰ εἶναι :

$$\frac{Ε}{ε} = \frac{(109,3ρ)^2}{ρ^2} = (109,3)^2 = 11\,946,5 \text{ καὶ}$$

$$\frac{Σ}{σ} = \frac{(109,3ρ)^3}{ρ^3} = (109,3)^3 = 1\,305\,751,3$$

Ἐκ τούτων βλέπομεν ὅτι Ε = 11946,5ε καὶ Σ = 1305751,3σ, ἥτοι ἡ μὲν ἐπιφάνεια τοῦ Ἡλίου εἶναι περίπου 12000 φορές μεγαλύτερα ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Γῆς, ὁ δὲ ὅγκος εἶναι 1 300 000 φορές περίπου μεγαλύτερος ἀπὸ τὸν ὅγκον τῆς Γῆς.

Οἱ ἀστρονόμοι εὑρον ὅτι ἡ μᾶζα τοῦ Ἡλίου εἶναι 332 000 φορές μεγαλύτερα ἀπὸ τὴν μᾶζαν τῆς Γῆς. Ἡ δὲ ἔντασις τῆς ἡλιακῆς ἑλξέως ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ τοῦ Ἡλίου εἶναι 27,9 φορές μεγαλύτερα τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος ἐπὶ τοῦ γῆινου ἰσημερινοῦ.

Ἀσκήσεις

92) Νὰ εὑρητε τὸ μῆκος τῆς ἀκτίνος τοῦ Ἡλίου εἰς χιλιόμετρα γνωρίζοντες ὅτι ἡ ἰσημερινή ἀκτὶς τῆς Γῆς εἶναι 6 378 388 μέτρα.

93) Νὰ εὑρητε τὸ ἔμβαδὸν τῆς ἡλιακῆς ἐπιφανείας εἰς τετραγωνικὰ μυριάμετρα.

94) Νὰ εὑρητε τὸν ὅγκον τοῦ Ἡλίου εἰς κυβικὰ μυριάμετρα.

95) Νὰ εὑρητε τὴν πυκνότητα τοῦ Ἡλίου συναρτήσῃ τῆς πυκνότητος τῆς Γῆς.

96) Γνωρίζοντες ὅτι ἡ μέση πυκνότης τῆς Γῆς πρὸς ὕδωρ ἀπεσταγμένον 40 K εἶναι 5,52 νὰ εὑρητε τὴν μέσην πυκνότητα τοῦ Ἡλίου

97) Νὰ εὑρητε τὸ βάρος τοῦ Ἡλίου εἰς τόνους.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

ΟΙ ΠΛΑΝΗΤΑΙ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

ΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

56. Αἱ κινήσεις τῶν πλανητῶν. Νόμοι τοῦ Κεπλέρου.—Ἐμάθομεν (§4) ὅτι οἱ πλανῆται φαίνονται κινούμενοι ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν καὶ ὅτι ἡ φαινομένη τροχιά ἐκάστου πλανήτου ἀποτελεῖται ἐκ σειρᾶς τόξων (σχ. 42), τὰ ὅποια γράφονται ὑπ' αὐτοῦ παλινδρομικῶς ἐκ Δ πρὸς Α καὶ ἐξ Α πρὸς Δ. "Ὅταν δὲ πρόκειται νὰ ἀλλάξῃ φορὰν κινήσεως, φαίνεται ἰστάμενος ἐπὶ τινι χρόνῳ εἰς τοὺς στηριγμοὺς Α, Β, Γ, Δ κ.τ.λ.

Ἡ παρατήρησις δεικνύει ὅτι αἱ τροχιαί αὗται ὅλων σχεδὸν τῶν



Σχ. 42.

πλανητῶν (πλὴν μικρῶν τινῶν) κεῖνται ἐντὸς τοῦ ζωδιακοῦ ἐλάχιστα ἀφιστάμενοι τῆς Ἐκλειπτικῆς. Διὰ τὴν ἐξήγησιν τῶν φαινομένων τούτων κινήσεων εἶδομεν ὅτι ὁ Κοπέρνικος ἐδέχθη ὅτι οὗτοι κινούνται ἐκ Δ πρὸς Α περὶ τὸν ἥλιον ἐπὶ περιφερειῶν κύκλων. "Ἦνα δὲ οὗτος ἐξηγήσῃ τὰς ἀνωμαλίας τῶν φαινομένων κινήσεων αὐτῶν, ὥς καὶ τὴν μεταβολὴν τῆς ἀποστάσεως τῆς Γῆς ἀπὸ τοῦ ἥλιου, ἐδέχθη ὅτι τὰ κέντρα τῶν κύκλων τούτων ἔκειντο ἐκτὸς τοῦ ἥλιου.

Ὁ Γερμανὸς ἀστρονόμος **Κέπλερος** εὐτυχῶς νὰ συνεργασθῇ ἐν Πράγᾳ τῆς Βοημίας ἐπὶ τινι χρόνῳ (1600 μ.Χ.) μετὰ τὸν ἐξοχὸν παρατηρητὴν τοῦ οὐρανοῦ Tycho - Brahe καὶ εἶτα νὰ κληρονομήσῃ τὴν

πολύτιμον συλλογὴν τῶν παρατηρήσεων αὐτοῦ κατώρθωσε νὰ ἀνακαλύψῃ τοὺς πραγματικοὺς νόμους τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν περὶ τὸν Ἥλιον.

Μελετῶν οὗτος τὰς κινήσεις τοῦ πλανήτου Ἀρεως ἐπὶ τῇ βάσει τοῦ συστήματος τοῦ Κοπερνίκου εὗρεν ὅτι ὑπῆρχε διαφορὰ 8' περίπου μεταξὺ τῆς θεωρητικῆς θέσεως αὐτοῦ καὶ ἐκείνης, τὴν ὁποίαν ἐδίδον αἱ παρατηρήσεις τοῦ Tycho - Brahé. Πεισμένος δὲ ὅτι αἱ παρατη-



Κέπλερος (1571-1630)

ρήσεις αὐται δὲν περιεῖχον σφάλμα μεγαλύτερον τοῦ 1' ἀπέδωκε τὴν ἀσυμφωνίαν εἰς ἀνακρίβειαν τῆς θεωρίας. Οὕτω δὲ ἀπέρριψε τὴν κυκλικὴν κίνησιν τῶν πλανητῶν καὶ ἐδοκίμασε μήπως ὁ Ἀρης ἐκινεῖτο ἐπὶ ἐλλείψεως, τῆς ὁποίας αἱ ἰδιότητες ἦσαν γνωσταὶ ἀπὸ τοῦ Ἀπολλωνίου (260 — 210 π. Χ.).

Μετὰ πολυετεῖς δὲ ἐργασίας ἀνεκάλυψε καὶ διέτύπωσε τοὺς ἐξῆς τρεῖς νόμους :

1ος. Ἡ τροχιά ἐκάστου πλανήτου εἶναι ἑλλείψις, τῆς ὁποίας

τὴν μίαν τῶν ἐστιῶν κατέχει ὁ Ἥλιος (σχ. 43).

Τὰ ἐπίπεδα τῶν ἐλλείψεων τούτων σχηματίζουν μικρὰς γωνίας μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς Ἐκλειπτικῆς. Αἱ ἐλλείψεις δὲ αὐταὶ ἐλάχιστα διαφέρουσι περιφερειῶν κύκλων.

Ἐκ τῶν ἄκρων τοῦ μεγάλου ἄξονος ΑΑ' τὸ μὲν Α' τὸ ἐγγύτερον πρὸς τὸν Ἥλιον λέγεται περιήλιον· τὸ δὲ ἀπώτερον Α καλεῖται ἀφήλιον.

2ος. Ἡ ἐπιβατικὴ ἀκτίς, ἡ ὁποία συνδέει τὸ κέντρον πλανήτου τινὸς καὶ τὸ κέντρον τοῦ Ἥλιου, γράφει ἐμβαδὰ ἀνάλογα τοῦ χρόνου.

Κατὰ τὸν νόμον τοῦτον ἡ ταχύτης ἐκάστου πλανήτου βαίνει αὐ-

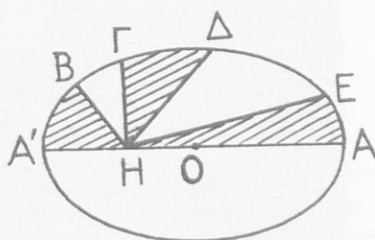
ξανομένη, ἐφ' ὅσον οὗτος ἐκ τοῦ ἀφῆλιου A βαίνει πρὸς τὸ περιήλιον A' καὶ τάναπαλιν βαίνει ἐλαττωμένη ἐκ τοῦ περιηλίου πρὸς τὸ ἀφήλιον.

3ος. Τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων τῶν περιφορῶν τῶν πλανητῶν περὶ τὸν ἥλιον εἶναι ἀνάλογα πρὸς τοὺς κύβους τῶν μεγάλων ἡμιαξόνων τῶν τροχιῶν αὐτῶν.

Ἄν X, X' εἶναι οἱ χρόνοι τῶν περιφορῶν δύο πλανητῶν Π, Π' καὶ α, α' οἱ μεγάλοι ἡμιαξόνες αὐτῶν, κατὰ τὸν νόμον τοῦτον θὰ εἶναι

$$\frac{X^2}{X'^2} = \frac{\alpha^3}{\alpha'^3} \quad (1)$$

Ὁ μέγας ἡμιαξὼν τῆς τροχιᾶς ἐκάστου πλανῆτου παριστᾷ τὸν μέσον ὅρον τῶν ἀπὸ τοῦ ἥλιου ἀποστάσεων τοῦ πλανῆτου, ὅταν οὗτος εὐρίσκηται εἰς τὸ ἀφήλιον καὶ εἰς τὸ περιήλιον τῆς τροχιᾶς του. Ὁ μέσος οὗτος ὅρος λέγεται **μέση ἀπόστασις** τοῦ πλανῆτου ἀπὸ τοῦ ἥλιου. Πράγματι, ἂν O εἶναι τὸ μέσον τοῦ μεγάλου ἄξονος AA' (σχ. 43), θὰ εἶναι HA = HO + OA, HA' = OA' - OH. Ἐκ τούτων διὰ προσθέσεως κατὰ μέλη εὐρίσκομεν OA + OA' = HA + HA' ἢ $2\alpha = HA + HA'$ καὶ ἐπομένως $\alpha = \frac{HA + HA'}{2}$.



Σχ. 43.

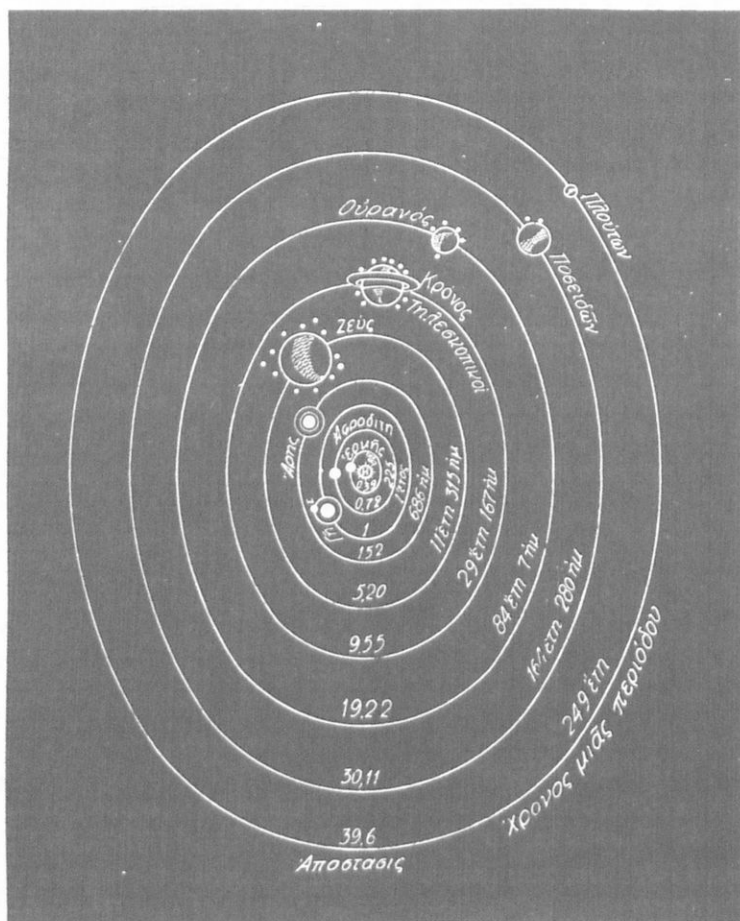
Ἡ μέση ἀπόστασις τῆς Γῆς ἀπὸ τὸν ἥλιον λαμβάνεται ὡς μονὰς πρὸς ἐκτίμησιν τῶν μέσων ἀποστάσεων τῶν ἄλλων πλανητῶν ἀπὸ τὸν ἥλιον. Λέγεται δὲ αὕτη **ἀστρονομικὴ μονὰς** (ἀ. μ.).

Ἄν ὁ πλανῆτης Π' εἶναι ἡ Γῆ, X' θὰ εἶναι 1 ἔτος καὶ α' ἡ ἀ. μ. Ἡ δὲ προηγουμένη ἰσότης (1) γίνεται $X^2 = 1 \cdot \left(\frac{\alpha}{\alpha'}\right)^3$. Ἐκ ταύτης δὲ εὐρίσκομεν ὅτι: $X = 1 \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{\alpha}{\alpha'}\right)^3} = \sqrt[3]{\left(\frac{\alpha}{\alpha'}\right)^3}$ ἔτη.

Ἄν π.χ. εἰς πλανῆτης ἀπέχη ἀπὸ τὸν ἥλιον 5,2 α', θὰ εἶναι δι' αὐτὸν $X = 1 \cdot \sqrt[3]{5,2^3} = 11,857$ ἔτη.

Διὰ τῶν νόμων τοῦ Κεπλέρου δύνανται νὰ ὀρίζωσι τὴν θέσιν ἐκάστου πλανῆτου ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας. Ἡ ταυτότης δὲ σχεδὸν τῶν θέσεων τούτων πρὸς τὰς πράγματι παρατηρουμένας ἀποτελεῖ τὴν ἰσχυροτέραν ἀπόδειξιν τῆς ἀληθείας τῶν νόμων τούτων.

57. Μεγάλοι πλανῆται. Ἀποστάσεις αὐτῶν ἀπὸ τοῦ Ἡλίου. Δορυφόροι αὐτῶν. Ἀνώτεροι καὶ κατώτεροι πλανῆται. Οἱ κυριώτεροι πλανῆται τοῦ ἡμετέρου ἡλιακοῦ συστήματος εἶναι οἱ ἄ-



Οἱ πλανῆται μετὰ τῶν δορυφόρων των
κινούμενοι περὶ τὸν Ἡλίον.

Σημείωσις. Οἱ δύο πρῶτοι νόμοι τοῦ Κεπλέρου ἐδημοσιεύθησαν τὸ ἔτος 1609, ὁ δὲ τρίτος τὸ 1618.

κόλουθοι ἑννέα : Ἑρμῆς, Ἀφροδίτη, Γῆ, Ἄρης, Ζεὺς, Κρόνος, Οὐρανός, Ποσειδῶν καὶ Πλούτων. Αἱ ἀπὸ τοῦ Ἥλιου μέσαι ἀποστάσεις αὐτῶν εἶναι κατὰ προσέγγισιν 0,01 αἱ ἀκόλουθοι, λαμβανομένης ὡς μονάδος τῆς ἀπὸ τοῦ Ἥλιου ἀποστάσεως τῆς Γῆς.

Ἑρμῆς,	Ἀφροδίτη,	Γῆ,	Ἄρης,	Ζεὺς,
0,39	0,72	1	1,52	5,20
Κρόνος,	Οὐρανός,	Ποσειδῶν,	Πλούτων, (1)	
9,54	19,19	30,07	39,52	

Ὁ Ἑρμῆς καὶ ἡ Ἀφροδίτη ὡς ἀπέχοντες ἀπὸ τοῦ Ἥλιου ἀπόστασιν μικροτέραν ἢ ἡ Γῆ καλοῦνται κατώτεροι ἢ ἐσωτερικοὶ πλανῆται.

Οἱ ἄλλοι (πλὴν τῆς Γῆς) καλοῦνται ἀνώτεροι ἢ ἐξωτερικοὶ πλανῆται.

1. Νόμος τοῦ Bode. Κατὰ τὸ ἔτος 1772 ὁ ἀστρονόμος Titius τῆς Βιτεμβέργης εὗρε ἀρκετὰ περίεργον καὶ διὰ τὴν ἐμπειρικὸν νόμον. Οὗτος παρέχει περίπου τὰς ἀπὸ τοῦ Ἥλιου ἀποστάσεις τῶν γνωστῶν τότε πλανητῶν συναρτῆσαι τῆς ἀ.μ.

Προσθέσας ὁ Titius εἰς ἕκαστον ὅρον τῆς σειρᾶς 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96 τὸν ἀριθμὸν 4 εὗρε τὴν σειρὰν 4, 7, 10, 16, 28, 52, 100. Διαίρσας εἰτα πάντας τοὺς διὰ 10 εὗρε τοὺς ἀριθμοὺς : 0,4 0,7 1 1,6 2,8 5,2 10, οἵτινες πλὴν τοῦ 2,8 ἐκφράζουσι περίπου τὰς ἀπὸ τοῦ Ἥλιου ἀποστάσεις τῶν μέχρι τῆς ἐποχῆς ἐκείνης γνωστῶν πλανητῶν συναρτῆσαι τῆς ἀ.μ. Τὸν νόμον τοῦτον ὑπεστήριξεν ὁ Bode Διευθυντὴς τοῦ ἀστεροσκοπείου τοῦ Βερολίνου τὸσον ζωηρῶς, ὥστε συνήθως λέγε-ται νόμος τοῦ Bode.

Ὁ νόμος οὗτος ἐκίνησε πολὺ τὴν περιέργειαν τῶν ἀστρονόμων καὶ πολλοὶ τούτων διετύπωσαν τὴν γνώμην ὅτι ὀφείλει καὶ εἰς τὴν ἀπόστασιν 2,8 ἦτοι μεταξὺ Ἀρεως καὶ Διὸς, νὰ ὑπάρχῃ ἕτερος πλανήτης, ἣν γνώμην καὶ πρὸ τῆς διατυπώσεως τοῦ ρηθέντος νόμου εἶχε ρίψει ὁ Κέπλερος.

Βραδύτερον ὁ Ισχυρισμὸς οὗτος ἐπεβεβαιώθη, διότι ἀνεκαλύφθησαν οἱ ἀστεροειδεῖς πλανῆται, οἵτινες κεῖνται ὄντως εἰς μέσῃ ἀπὸ τοῦ Ἥλιου ἀπόστασιν 2,8.

Αὐξανομένης ἔτι τῆς σειρᾶς τοῦ Bode προκύπτουσιν οἱ ἀριθμοὶ 19,6 38,8 καὶ 77,2, ὧν ὁ πρῶτος ἐκφράζει περίπου τὴν ἀπόστασιν τοῦ βραδύτερου ἀνακαλυφθέντος Οὐρανοῦ. Οἱ ἄλλοι ὁμοῦς οὐσιωδῶς διαφέρουσι τῶν ἀποστάσεων τοῦ Ποσειδῶνος καὶ Πλούτωνος.

Ἐκ τῶν ἐννέα τούτων πλανητῶν οἱ ἐσωτερικοὶ στεροῦνται δορυφόρων. Ἡ Γῆ ἔχει ἓνα (τὴν Σελήνην), ὁ Ἄρης δύο, ὁ Ζεὺς δώδεκα, ὁ Κρόνος ἐννέα, ὁ Οὐρανὸς πέντε καὶ ὁ Ποσειδῶν δύο.

Ἐξ ὧν τούτων τῶν δορυφόρων μόνον ἡ Σελήνη εἶναι ὁρατὴ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Οἱ μικρότεροι τῶν ἄλλων ἀνεκαλύφθησαν κατὰ τοὺς τελευταίους χρόνους δι' ἰσχυροτάτων τηλεσκοπίων ἢ καὶ διὰ τῆς φωτογραφίας.

Ἐκαστος τῶν δορυφόρων πλανήτου κινεῖται περὶ ἑαυτὸν καὶ περὶ τὸν πλανήτην τοῦτον γράφων ἑλλειψιν, τῆς ὁποίας τὴν μίαν ἐστίαν κατέχει ὁ πλανήτης οὗτος. Γίνεται δὲ ἡ κίνησις αὕτη κατὰ τοὺς ἄλλους δύο νόμους τοῦ Κεπλέρου.

58. Τηλεσκοπικοὶ πλανῆται.— Πλὴν τῶν 9 μεγάλων πλανητῶν περιφέρονται περὶ τὸν ἥλιον καὶ πολλοὶ ἄλλοι μικροὶ πλανῆται. Αἱ τροχιαὶ τῶν πλείστων τούτων περιέχονται μεταξὺ τοῦ Ἄρεως καὶ τοῦ Διός.

Οἱ τοιοῦτοι πλανῆται λέγονται **τηλεσκοπικοὶ** ἢ καὶ **ἀστεροειδεῖς πλανῆται**. Ἡ μέση ἀπόστασις αὐτῶν ἀπὸ τοῦ Ἡλίου εἶναι 2,8 περίπου.

Ὁ πρῶτος τῶν πλανητῶν τούτων ἀνεκαλύφθη τῷ 1801. Κατὰ τὸ ἔτος 1850 ἦσαν γνωστοὶ 11, κατὰ τὸ 1870 ἡριθμοῦντο εἰς 110, κατὰ δὲ τὸ 1891 ἀνήρχοντο εἰς 323. Ἀπὸ δὲ τῆς ἐφαρμογῆς τῆς φωτογραφίας εἰς τὴν ἀστρονομίαν ἡ ἀνακάλυψις νέων τοιούτων πλανητῶν γίνεται μετὰ μεγαλυτέρας ἢ πρότερον ἀπλότητος. Καὶ ἤδη οὗτοι ἀριθμοῦνται εἰς ὑπὲρ 1600.

Κατὰ τὸ ἔτος 1898 ὁ Γερμανὸς ἀστρονόμος Witt ἀνεκάλυψεν ἀστεροειδῆ τινα πλανήτην, οὗ ἡ ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἀπόστασις περιέχεται μεταξὺ τῆς ἀποστάσεως τῆς Γῆς καὶ τῆς τοῦ Ἄρεως ἀπὸ τοῦ Ἡλίου. Τοῦτον δὲ ὠνόμασεν **Ἑρῶτα**.

Εὐάριθμοι τινες ἄλλοι **Τρωϊκοὶ** λεγόμενοι κεῖνται πέραν τοῦ Διός.

Ἀσκήσεις

98) Νὰ εὑρητε πόσον χρόνον χρειάζεται τὸ φῶς τοῦ Ἡλίου, ἵνα μεταβῇ ἀπ' αὐτοῦ εἰς τὸν Ποσειδῶνα.

99) Νὰ εὑρητε ποσάκις ἡ μονὰς τῆς ἐπιφανείας Ἑρμοῦ θὰ ἐφωτίζετο ἐπὶ τοῦ Ἡλίου ἐντατικώτερον ἢ τῆς Γῆς, ἂν ὑφίσταντο ἐπ' ἀμφοτέρων αἱ αὐταὶ ἀτμοσφαιρικαὶ συνθήκαι.

100) Νὰ εὑρεθῇ ποσάκις ἡ μονὰς τῆς ἐπιφανείας τοῦ Ποσειδῶ-
νος θὰ ἐφωτίζετο ἀσθενέστερον ἢ τῆς Γῆς, ἂν εὐρίσκοντο ἐπὶ τὰς αὐ-
τὰς ἀτμοσφαιρικὰς συνθήκας.

101) Νὰ εὐρεθῇ ὁ χρόνος τῆς περὶ τὸν Ἥλιον περιφορᾶς τοῦ Ἀ-
ρεως καὶ τοῦ Διὸς.

102) Τὸ αὐτὸ διὰ τὸν Οὐρανὸν καὶ τὴν Ἀφροδίτην.

103) Τὸ αὐτὸ διὰ τὸν Ἑρμῆν, Πλούτωνα καὶ Κρόνον.

59. Σύνοδος, ἀντίθεσις, καὶ ἀποχὴ πλανήτου. — Ἐμάθομεν
ὅτι τὰ ἐπίπεδα τῶν πλανητικῶν τροχιῶν σχηματίζουν μικρὰς γωνίας
μὲ τὴν Ἐκλειπτικὴν. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον εἰς τὰ ἀκόλουθα χάριν με-
γαλυτέρως ἀπλότητος θὰ θεωρῶμεν ὅτι τὰ ἐπίπεδα τῶν πλανητικῶν τρο-
χιῶν συμπίπτουσι μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς Ἐκλειπτικῆς. Ὑπὸ τὸν ὅρον τοῦ-
τον εἶναι δυνατὸν ὁ Ἥλιος, ἡ Γῆ καὶ ἄλλος τις πλανήτης νὰ εὐρεθῶσι
ποτὲ ἐπὶ εὐθείας.

Ἐὰν ἡ Γῆ εὐρίσκηται μεταξὺ Ἑλίου καὶ τοῦ ἄλλου πλανήτου, λέ-
γομεν ὅτι ὁ πλανήτης οὗτος εὐρίσκεται εἰς ἀντίθεσιν. Π.χ. ὁ Ζεὺς εἰς
τὴν θέσιν Z (σχ. 44) εἶναι εἰς ἀντίθεσιν.

Ἐὰν δὲ ὁ Ἥλιος ἢ ὁ ἄλλος πλανήτης εὐρίσκηται μεταξὺ τῶν δύο
ἄλλων σωμάτων, λέγομεν ὅτι ὁ πλανήτης εὐρίσκεται εἰς σύνοδον. Π.χ.
ὁ Ζεὺς εἰς τὴν θέσιν Z' εὐρίσκεται εἰς σύνοδον.

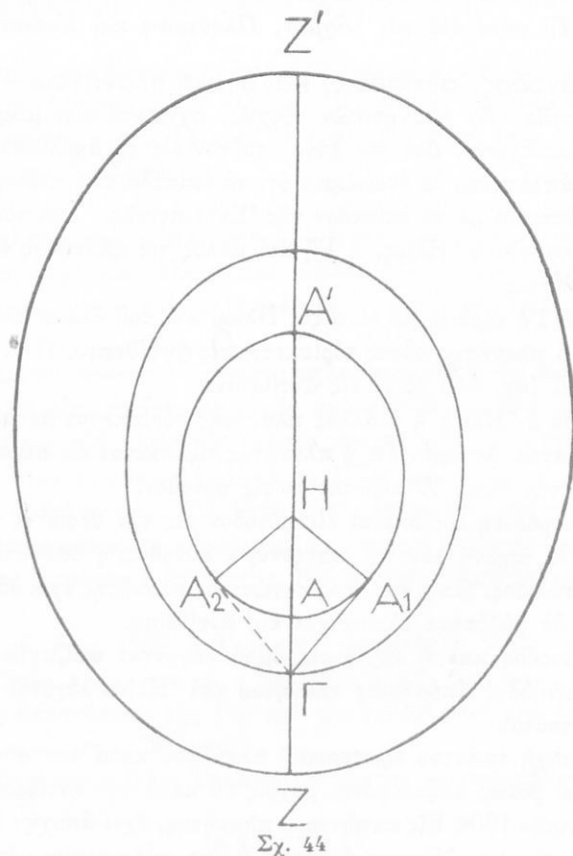
Ἡ Ἀφροδίτη εὐρίσκεται εἰς σύνοδον εἰς τὴν θέσιν A καὶ εἰς τὴν
θέσιν A'. Ἡ πρώτη λέγεται κατωτέρα σύνοδος, ἡ δὲ δευτέρα λέγεται
ἀνωτέρα σύνοδος. Ὡστε ἕκαστος κατώτερος πλανήτης ἔχει δύο συνόδους
προφανῶς δὲ οὐδέποτε εὐρίσκεται εἰς ἀντίθεσιν.

Ἡ σύνοδος καὶ ἡ ἀντίθεσις ὁμοῦ λέγονται συζυγίαι.

Ἡ γωνιώδης ἀπόστασις πλανήτου καὶ Ἑλίου λέγεται ἀποχὴ τοῦ
πλανήτου τούτου.

Ἡ ἀποχὴ ἐκάστου ἐξωτερικοῦ πλανήτου κατὰ τὴν σύνοδον αὐτοῦ
εἶναι 00 καὶ βαίνει αὐξανόμενη, μέχρις οὗ κατὰ τὴν ἀντίθεσιν λάβῃ τὴν
μεγίστην τιμὴν 1800. Εἰς κατώτερος πλανήτης, ἔχει ἀποχὴν 00 κατὰ τὴν
κατωτέραν σύνοδον. Ἐπειτα ἡ ἀποχὴ βαίνει αὐξανόμενη μέχρι τῆς σι-
γμῆς, καθ' ἣν θὰ εὐρεθῇ εἰς τὸ σημεῖον ἐπαφῆς τῆς ἐκ τοῦ Γ ἐφαπτομένης
τῆς τροχίᾶς τοῦ πλανήτου. Ἄν ἡ τροχιά αὕτη ᾗτο περιφέρεια κύκλου, ἡ
γωνία $HA_1\Gamma$ θὰ ᾗτο ἄρα ὀρθή. Θὰ ᾗτο ἄρα εἰς τὴν θέσιν ταύτην
 $\eta\mu\widehat{H\Gamma A_1} = \frac{HA_1}{H\Gamma}$. Διὰ τὴν Ἀφροδίτην π.χ. θὰ ᾗτο ἡμ ($\widehat{H\Gamma A_1}$) = 0,72.

Ἐκ ταύτης δὲ εὐρίσκομεν ὅτι $\widehat{H\Gamma A_1} = 46^\circ$. Ἐπειδὴ ὁμῶς οἱ προηγούμενοι ὄροι δὲν πληροῦνται ἀκριβῶς, ἡ μεγίστη αὕτη ἀποχὴ τῆς Ἀφροδίτης φθάνει τὰς 49° . Ἐπειτα ἡ ἀποχὴ βαίνει ἐλαττουμένη, μέχρις οὗ κατὰ τὴν ἀνωτέραν σύνοδον γίνῃ 0° . Ἀρχεται πάλιν αὐξανόμενη καὶ



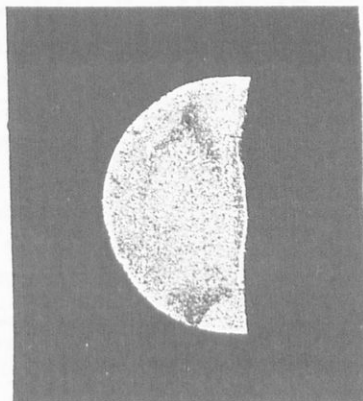
γίνεται 49° εἰς θέσιν A_2 συμμετρικὴν τῆς A_1 πρὸς τὴν $H\Gamma$. Μετὰ ταῦτα βαίνει ἐλαττουμένη μέχρι τοῦ 0° καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον βλέπομεν τὴν Ἀφροδίτην πάντοτε πλησίον τοῦ Ἡλίου.

Ὁμοίως εὐρέθη ὅτι ἡ μεγίστη ἀποχὴ τοῦ Ἑρμοῦ εἶναι 29° . Ὁ Ἑρ-

μῆς λοιπὸν φαίνεται πάντοτε ἀκόμη πλησιέστερον ἀπὸ τὴν Ἀφροδίτην πρὸς τὸν ἥλιον. Διὰ τοῦτο μόνον ὑπὸ εὐνοϊκᾶς ἀτμοσφαιρικᾶς συνθήκας φαίνεται διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ.

60. Ἐξήγησις τῶν φαινομένων κινήσεων τῶν πλανητῶν. — Αἱ φαινόμεναι ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας τροχιαὶ τῶν πλανητῶν ἐξηγοῦνται διὰ τῆς παραδοχῆς τοῦ Κοπερνικείου συστήματος ὡς ἑξῆς :

Α'. Ἐστω πρῶτον εἰς ἐσωτερικὸς πλανήτης π. χ. ἡ Ἀφροδίτη. Ἄν X εἶναι ὁ χρόνος τῆς περιῆς τὸν ἥλιον περιφορᾶς αὐτῆς, α ὁ μέγας ἡμιάξων τῆς τροχιάς της, X' , α' τὰ ἀντίστοιχα στοιχεῖα τῆς Γῆς, θὰ



Ἡ Ἀφροδίτη κατὰ τὸ α' τέταρτον.

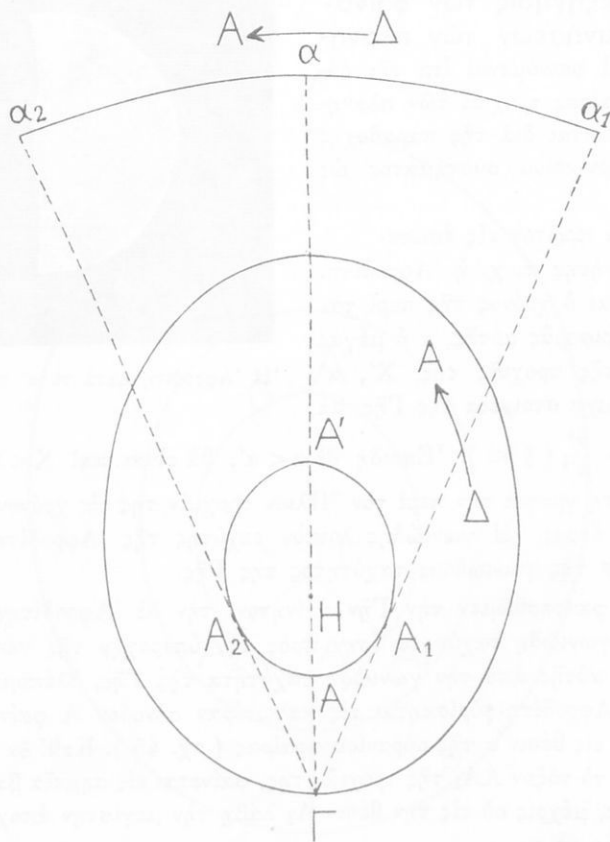
εἶναι $\frac{X^3}{X'^3} = \frac{\alpha^3}{\alpha'^3}$ (§ 56). Ἐπειδὴ δὲ $\alpha < \alpha'$, θὰ εἶναι καὶ $X < X'$, ἥτοι ἡ Ἀφροδίτη γράφει τὴν περιῆς τὸν ἥλιον τροχίαν της εἰς χρόνον μικρότερον τοῦ ἔτους. Ἡγωνιώδης λοιπὸν ταχύτης τῆς Ἀφροδίτης εἶναι μεγαλύτερα τῆςγωνιώδους ταχύτητος τῆς Γῆς.

Ἐὰν φαντασθῶμεν τὴν Γῆν ἀκίνητον, τὴν δὲ Ἀφροδίτην κινουμένην μὲ γωνιώδη ταχύτητα ἴσην πρὸς τὴν ὑπεροχὴν τῆς γωνιώδους ταχύτητος αὐτῆς ἀπὸ τὴν γωνιώδη ταχύτητα τῆς Γῆς, βλέπομεν ὅτι : Ὅταν ἡ Ἀφροδίτη εὐρίσκηται εἰς κατωτέραν σὺνοδον A φαίνεται ἐκ τῆς Γῆς Γ εἰς θέσιν α τῆς οὐρανοῦ σφαίρας (σχ. 45). Καθ' ὃν δὲ χρόνον γράφει τὸ τόξον AA_1 τῆς τροχιάς της, φαίνεται εἰς σημεῖα βαθυμεδὸν δυτικώτερα, μέχρις οὗ εἰς τὴν θέσιν A_1 λάβῃ τὴν μεγίστην ἀποχὴν, ὅτε φαίνεται εἰς τὸ α_1 .

Καθ' ὃν δὲ χρόνον γράφει τὸ τόξον $A_1A'A_2$, φαίνεται ὅτι ἐν τῷ Οὐρανῷ γράφει τὸ τόξον $\alpha_1\alpha\alpha_2$, ἥτοι φαίνεται κινουμένη πάλιν ἐκ Δ πρὸς A καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Ἐπειδὴ τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς τῆς Ἀφροδίτης δὲν συμπίπτει μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς Ἐκλειπτικῆς, τὰ ἐξ A πρὸς Δ γραφόμενα τόξα $\alpha_2\alpha_1$ δὲν συμπίπτουσι μὲ τὰ ἐκ Δ πρὸς A γραφόμενα τόξα $\alpha_1\alpha_2$. Ἐπειδὴ δὲ τὸ τόξον A_2AA_1 διαγράφει εἰς χρόνον βραχύτερον

ἢ τὸ $A_1 A' A_2$, ἔπεται ὅτι ἐπὶ τῆς Οὐρανίου σφαίρας φαίνεται διαγράφουσα τόξα μικρότερα ἐξ A πρὸς Δ καὶ μεγαλύτερα ἐκ Δ πρὸς A .

Ὅταν ἡ Ἀφροδίτη εὐρίσκηται εἰς θέσεις λίαν ἐγγὺς τῶν A_1, A_2 , αἱ φαινόμεναι ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας θέσεις αὐτῆς εὐρίσκονται τόσον



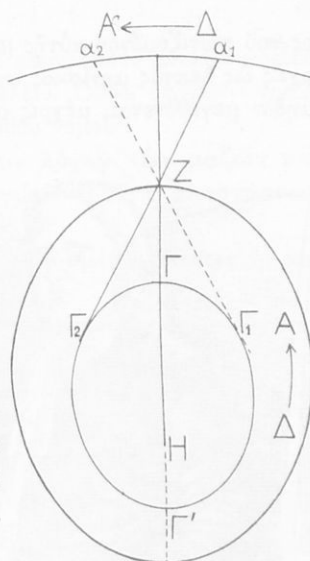
Συ. 45.

ἐγγὺς τῶν $\alpha_1 \alpha_2$, ὥστε ἐπὶ τина χρόνον φαίνονται ἀμετάβλητοι. Ἐξηγοῦνται οὕτως οἱ στηριγμοὶ τοῦ πλανήτου.

Κατὰ τὴν ἐξήγησιν ταύτην ὑπετέθη ἡ $\Gamma\eta$ ἀκίνητος. Ἄν δὲ λάβωμεν ὑπ' ὄψιν τὴν κίνησιν αὐτῆς καὶ τὴν πραγματικὴν γωνιώδη ταχύτητα

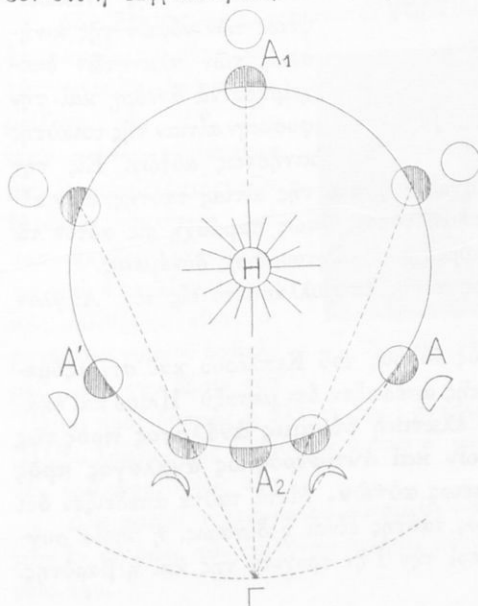
τῆς Ἀφροδίτης, τὰ ἀνωτέρω φαινόμενα δὲν μεταβάλλονται, μόνον τὰ ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας διάφορα τόξα $\alpha_1\alpha_2$, $\alpha_2\alpha_1$ ἀλλάσσουν συνεχῶς θέσιν ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, ὡς πράγματι συμβαίνει.

Β'. Ὁμοίως ἐξηγεῖται καὶ ἡ φαινόμενη τροχιά ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας ἐνὸς ἐξωτερικοῦ πλανήτου π. χ. τοῦ Διός. Ἀρκεῖ μόνον νὰ παρατηρήσωμεν ὅτι οὗτος ἔχει μικροτέραν γωνιώδη ταχύτητα ἀπὸ τὴν Γῆν. Πρέπει λοιπὸν νὰ νοήσωμεν τὸν μὲν Δία ἀκίνητον εἰς σημεῖον Ζ τῆς τροχιάς αὐτοῦ, τὴν δὲ Γῆν κινουμένην μὲ γωνιώδη ταχύτητα ἴσην πρὸς τὴν ὑπεροχὴν τῆς γωνιώδους ταχύτητος αὐτῆς ἀπὸ τὴν γωνιώδη ταχύτητα τοῦ Διός. (σχ. 46).



Σχ. 46.

61. Φάσεις τῶν πλανητῶν.—Πρῶτος ὁ Γαλιλαῖος κατὰ τὸ 1610 παρατήρησεν ὅτι ἡ Ἀφροδίτη παρουσιάζει φάσεις ἀναλόγους πρὸς τὰς τῆς Σελήνης. Οὕτως, ὅταν ἡ Ἀφροδίτη εὐρίσκηται εἰς τὴν θέσιν A_2 , τὸ πρὸς τὴν Γῆν ἐστραμμένον ἥμισυ αὐτῆς δὲν φωτίζεται ὑπὸ τοῦ Ἡλίου καὶ κατ' ἀκολουθίαν εἶναι ἀόρατον (σχ. 47).



Σχ. 47.

Ἐὰν δὲ νοήσωμεν τὴν Γῆν ἀκίνητον, τὴν δὲ Ἀφροδίτην κινουμένην μὲ τὴν διαφορὰν τῶν γωνιωδῶν ταχυτήτων αὐτῆς καὶ τῆς Γῆς, βλέπομεν ὅτι : Ἐφ' ὅσον ἡ Ἀφροδίτη βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον ἀπομακρύνεται τῆς θέσεως A_2 καὶ τείνει νὰ ἔλθῃ εἰς τὴν A_1 , ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον στρέφει πρὸς τὴν Γῆν μεῖζον μέ-

ρος τοῦ φωτιζομένου αὐτῆς μέρους καὶ φαίνεται (διὰ τηλεσκοπίου) κατ' ἀρχὰς ὡς λεπτὸς μηνίσκος στρέφων τὸ κυρτὸν πρὸς τὸν "Ἡλιον καὶ βα-
θμηδὸν μεγεθύνεται, μέχρις οὗ καταστῇ πλήρης φωτεινὸς δίσκος. Ἀπὸ



Ἰσαὰκ Νεύτων (1642 - 1727)

τῆς στιγμῆς ταύτης ἀνα-
λαμβάνει κατ' ἀντίστροφον
τάξιν τὰ αὐτὰ σχήματα, μέ-
χρις οὗ πάλιν καταστῇ ἀό-
ρατος.

Ὅμοιās φάσεις παρου-
σιάζει καὶ ὁ Ἑρμῆς.

Ἀπὸ δὲ τοὺς ἐξωτερι-
κοὺς πλανήτας μόνον ὁ Ἄ-
ρης παρουσιάζει αἰσθητάς
φάσεις.

**62. Νόμος τῆς παγκο-
σμίου ἑλξεως.**— Ὁ Κέ-
πλερος τὰ μέγιστα ἐνθου-
σιασθεὶς ἐκ τῆς ἀνακαλύ-
ψεως τῶν νόμων τῆς κινή-
σεως τῶν πλανητῶν ἐπε-
χείρησε νὰ ἀνεύρῃ καὶ τὴν
φυσικὴν αἰτίαν τῆς τοιαύτης
κινήσεως αὐτῶν. Εἰς τὴν

τοιαύτην δὲ προσπάθειάν του σχεδὸν ἤψατο τῆς αἰτίας ταύτης. Δὲν εἴ-
χεν ὁμῶς προχωρήσει ἢ ἐπιστήμη τόσον, ὅπως παράσχη εἰς αὐτὸν τὰ
ἀπαιτούμενα μέσα διὰ τὴν ἀνεύρεσιν τῆς ζητουμένης δυνάμεως.

Ἡ δόξα τῆς ἀνακαλύψεως αὐτῆς ἐπεφυλλάσσετο εἰς τὸν Ἀγγλον
Ἰσαὰκ Νεύτωνα.

Οὗτος ἔχων ὑπ' ὄψιν τοὺς νόμους τοῦ Κεπλέρου καὶ στηριζόμε-
νος ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας Μηχανικῆς ἀπέδειξεν ὅτι μεταξὺ Ἡλίου καὶ ἐκά-
στου πλανήτου ἀναπτύσσεται ἑλκτική δύναμις ἀνάλογος πρὸς τὰς
μάζας τῶν σωμάτων τούτων καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς
τὸ τετράγωνον τῆς ἀποστάσεως αὐτῶν. Μετὰ ταῦτα ἀπέδειξεν ὅτι
μερικαὶ περιπτώσεις τῆς ἑλξεως ταύτης εἶναι ἡ δύναμις, ἡ ὁποία συγ-
κρατεῖ τὴν Σελήνην εἰς τὴν περὶ τὴν Γῆν τροχίαν της καὶ ἡ βαρύτης.

Βλέπων δὲ ὅτι ἡ βαρύτης ἐνεργεῖ ἐπὶ οἰωνδήποτε ὑλικῶν μορίων συνεπέρανεν ὅτι τοῦτο ἰσχύει καὶ διὰ τὴν ἑλξιν. Οὕτω δὲ ἐπαγωγικῶς κατέληξεν εἰς τὴν διατύπωσιν τοῦ ἀκολουθοῦ νόμου :

Ἡ ὕλη ἔλκει τὴν ὕλην κατ' εὐθὺν λόγον τῶν μαζῶν καὶ κατ' ἀντίστροφον λόγον τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων αὐτῶν.

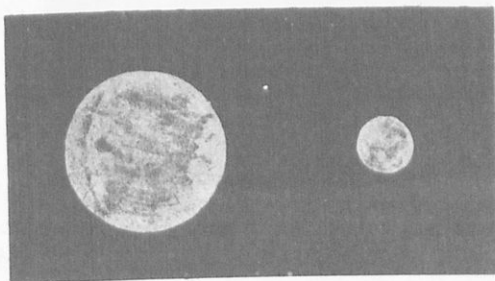
Ὁ νόμος οὗτος λέγεται νόμος τῆς παγκοσμίου ἑλξεως ἢ καὶ νόμος τοῦ Νεύτωνος.

Ἡ οὐράνιος Μηχανικὴ ἀποδεικνύει ἀντιστρόφως ὅτι : Ἄν ἀληθεύῃ ὁ νόμος τοῦ Νεύτωνος, πρέπει κατ' ἀνάγκην οἱ πλανῆται νὰ κινοῦνται κατὰ τοὺς νόμους τοῦ Κεπλέρου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΜΕΓΑΛΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

63. Ἑρμῆς.— Ὁ ἐγγύτατος τῷ Ἠλίῳ πλανήτης Ἑρμῆς οὐδέποτε ἀπομακρύνεται αὐτοῦ κατὰ γωνιώδη ἀπόστασιν μείζονα τῶν 29°. Ἐνεκα τούτου εὐρίσκεται βεβυθισμένος ἐντὸς τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων καὶ κατ' ἀκολουθίαν σπανίως καὶ ὑπὸ λίαν εὐνοϊκὰς συνθήκας εἶναι ὁρατὸς διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ μετὰ τὴν δύσιν τοῦ Ἠλίου πρὸς δυσμὰς ἢ ἄλλοτε πρὸς ἀνατολὰς καὶ πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ Ἠλίου λάμπων ὡς ὑπέρυθρος ἀστὴρ α' μεγέθους, ἔνεκα τοῦ μικροῦ ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα ὕψους αὐτοῦ.



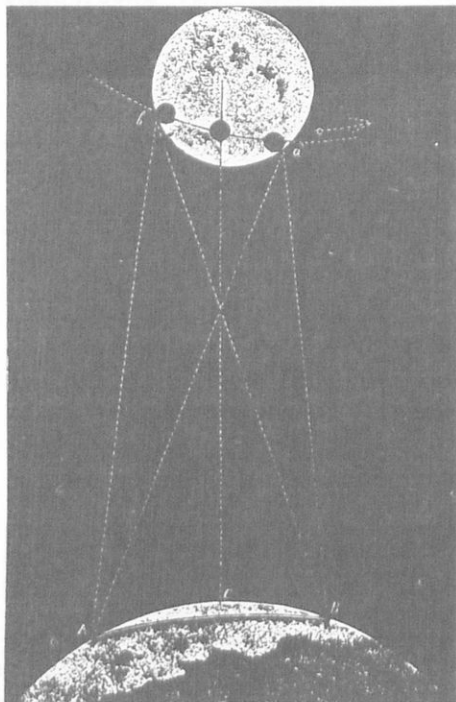
Σχετικὸν μέγεθος τῆς γῆς καὶ τοῦ Ἑρμοῦ

Διὰ χαλοῦ τηλεσκοπίου δυνάμεθα νὰ παρακολουθήσωμεν τὸν Ἑρμῆν ἐν τῇ ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα κινήσει αὐτοῦ καὶ νὰ διακρίνωμεν τὰς φάσεις του.

Ὑπελογίσθη ὅτι ὁ πλανήτης οὗτος δέχεται φῶς καὶ θερμότητα ἑπταπλασίως περίπου ἐντατικώτερα τῶν τῆς Γῆς.

Ὁ ὄγκος του εἶναι περίπου τὸ $\frac{1}{20}$ τοῦ ὄγκου τῆς Γῆς.

Ἡ μᾶζα αὐτοῦ εἶναι τὰ 0.056 περίπου τῆς γῆνης, ἡ δὲ πυκνότης αὐτοῦ εἶναι 1,1 περίπου τῆς γῆνης.



Διάβασις τῆς Ἀφροδίτης πρὸ τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου.

Ἡ διάρκεια τῆς περὶ τὸν ἥλιον περιφορᾶς αὐτοῦ ἀνέρχεται εἰς 88 περίπου ἡμέρας.

Κατὰ τοὺς τελευταίους χρόνους παρατηροῦνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ Ἑρμοῦ κηλίδες τινες σκοτεινὰς σχετικῶς. Ἐπειδὴ δὲ αὗται τηροῦσιν ἀμετάβλητον θέσιν ὡς πρὸς τὴν γραμμὴν, ἣτις χωρίζει τὸ φωτιζόμενον ἀπὸ τὸ μὴ μέρος τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ, συνάγεται ὅτι ὁ Ἑρμῆς στρέφει πρὸς τὸν ἥλιον τὸ αὐτὸ πάντοτε ἡμισφαίριον. Κατ' ἀκολουθίαν στρέφεται περὶ ἄξονα εἰς 88 ἡμέρας.

Κατὰ τὰς παρατηρήσεις τοῦ Lowell οὐδὲν ἐπ' αὐτοῦ ὑπάρχει νέφος, οὐδὲ πολικαὶ χιόνες. Στερεῖται ἄρα οὗτος

παχέας ὡπασδήποτε ἀτμοσφαίρας καὶ ὕδατος.

Ὁ Ἑρμῆς στερεῖται δορυφόρου.

64. Ἀφροδίτη.—Ὡς ὁ Ἑρμῆς, οὕτω καὶ ἡ Ἀφροδίτη συνοδεύει τὸν ἥλιον ἐν τῇ ἡμερησίᾳ αὐτοῦ κινήσει, ἄλλοτε μὲν προηγουμένη αὐτοῦ, ὅτε φαίνεται πρὸς ἀνατολὰς τὴν πρωτὴν πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ ἡλίου (Ἑωσφόρος, κοινῶς Αὐγερινός), ἄλλοτε δὲ ἐπομένη αὐτοῦ, ὅτε φαίνεται πρὸς δυσμὰς μετὰ τὴν δύσιν τοῦ ἡλίου (Ἑσπερος).

Ἐνίοτε κατὰ τὴν μεγίστην ἀποχὴν φαίνεται καὶ τὴν ἡμέραν διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ.

Διὰ καλοῦ τηλεσκοπίου διακρίνομεν εὐχερῶς τὰς φάσεις αὐτῆς.

Ὁ ὄγκος τῆς Ἀφροδίτης εἶναι περίπου ἴσος πρὸς τὰ 0,90 τοῦ ὄγκου τῆς Γῆς, ἡ δὲ μᾶζα αὐτῆς ἰσοῦται πρὸς τὰ 0,82 τῆς γήινης μάζης καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἡ πυκνότης αὐτῆς εἶναι μικρότερα τῆς γήινης ἰσουμένη πρὸς τὰ 0,91 περίπου αὐτῆς.

Ἡ ἀστρική περιφορὰ αὐτῆς εἶναι περίπου 225 (ἀκριβέστερον 224,701) ἡμέραι. Ἡ δὲ μελέτη ὠχρῶν τινων λεπτομερειῶν ἐπὶ τοῦ δίσκου αὐτῆς κατέδειξεν ὅτι ἡ Ἀφροδίτη στρέφεται περὶ ἄξονα εἰς 225 ἡμέρας, ὡς πρὸ πολλῶν ἐτῶν εἶχεν ὑποστηρίζῃ ὁ Schiaparelli. Συνεπῶς καὶ αὕτη στρέφει πρὸς τὸν ἥλιον τὸ αὐτὸ πάντοτε ἡμισφαίριον.

Ἡ Ἀφροδίτη περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας παχυτέρας τῆς ἡμετέρας. Ἡ φασματοσκοπικὴ ἐξέτασις ἀπέδειξεν τὴν παρουσίαν ἀφθονοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαίρας ταύτης. Ἀντιθέτως οὐδ' ἔχνος ὀξυγόνου καὶ ὕδατιν ἀπεκαλύφθη εἰς αὐτήν. Καὶ ὁ πλανήτης οὗτος στερεῖται δορυφόρου.

Ἀπὸ καιροῦ εἰς καιρὸν ὁ Ἑρμῆς καὶ ἡ Ἀφροδίτη παρεντίθενται μεταξὺ Γῆς καὶ Ἡλίου εἰς ἐλαχίστην ἀπὸ τῆς Ἐκλειπτικῆς ἀπόστασιν. Τότε δὲ ἕκαστος τῶν πλανητῶν τούτων φαίνεται ὡς μικρὰ μέλαινα κηλὶς διερχομένη πρὸ τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου. Αἱ διαβάσεις αὗται τῆς Ἀφροδίτης ἔχουσι μεγάλην ἀξίαν διὰ τοὺς ἀστρονόμους, διότι ἐχρησιμοποιοῦντο ὑπ' αὐτῶν διὰ τὴν εὑρεσιν τῆς παραλλάξεως τοῦ Ἡλίου. Ἡ τελευταία διάβασις τῆς Ἀφροδίτης ἐγένε τὴν 6ην Δεκεμβρίου 1882, ἡ δὲ προσεχὴς θὰ γίνῃ τὴν 7ην Ἰουνίου 2004.

65. Ἄρης.— Ὅταν ὁ πλανήτης οὗτος εἶναι ἀρκούντως μεμακρυσμένος τοῦ Ἡλίου, λάμπει ἐν τῷ Οὐρανῷ ὡς ὠραῖος ὑπέρυθρος ἀστὴρ α' μεγέθους.

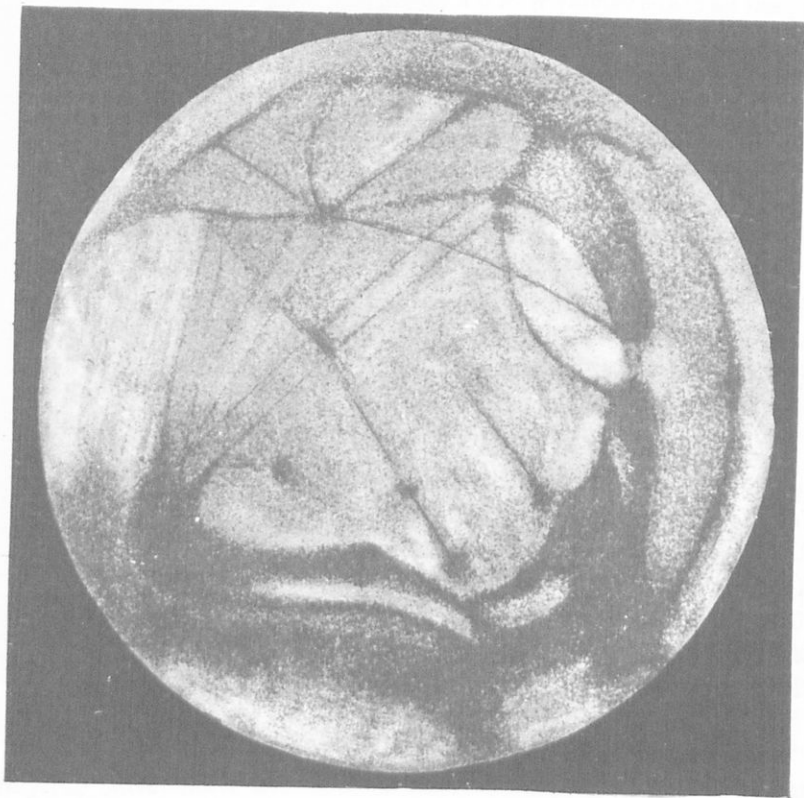
Ὁ ὄγκος αὐτοῦ ἰσοῦται πρὸς 0,157 τοῦ τῆς Γῆς, ἡ μᾶζα πρὸς τὰ 0,108 τῆς γήινης καὶ ἡ πυκνότης πρὸς 0,69 τῆς πυκνότητος τῆς Γῆς.

Στρέφεται δὲ περὶ τὸν ἥλιον εἰς 686,98 ἡμέρας καὶ περὶ ἄξονα εἰς 2 ὥρ. 37π 23δ.

Ὁ ἡμερινὸς αὐτοῦ σχηματίζει μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς τροχιάς του γωνίαν κυμαινομένην μεταξὺ 4° καὶ 5° περίπου. Ἐκ τούτων ἀγόμεθα

εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι ἐπὶ τοῦ "Αρεως αἱ ἡμέραι εἶναι ἴσαι σχεδὸν πρὸς τὰς ἡμετέρας καὶ αἱ ὥραι τοῦ ἔτους διαδέχονται ἀλλήλας ὡς καὶ παρ' ἡμῖν, ἀλλ' ἐκάστη τούτων εἶναι μακροτέρα, διότι τὸ ἔτος ἐκεῖ ἔχει 687 περίπου ἡμέρας.

"Όταν κατὰ τὴν διὰ τοῦ περιηλίου διάβασιν τοῦ "Αρεως ἡ γωνιώ-

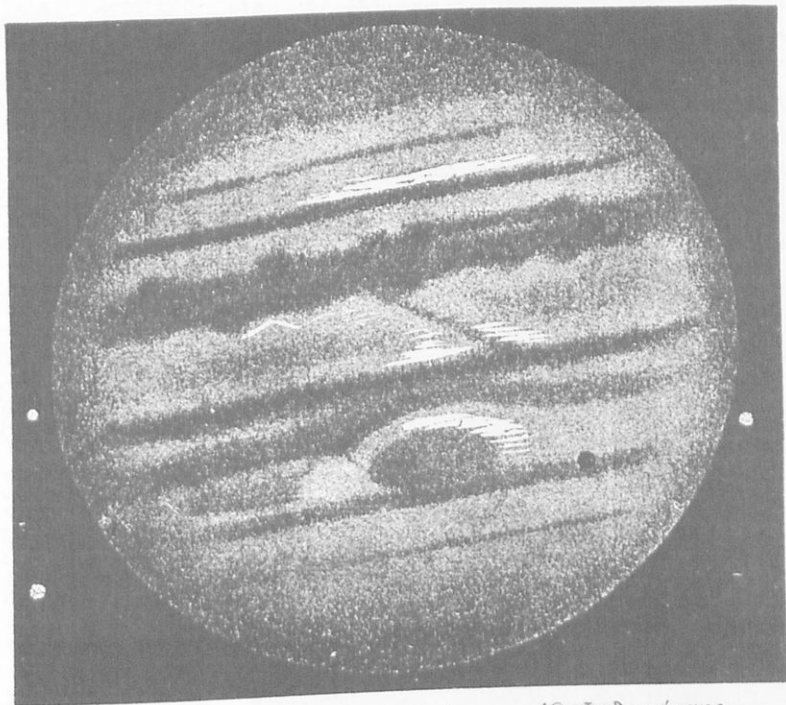


Μεγέθυνσις τηλεσκοπικῆς ἀπόψεως τοῦ "Αρεως

δης ἀπόστασις αὐτοῦ εἶναι 180° , ἡ ἀπόστασις τοῦ "Αρεως ἀφ' ἡμῶν ἔχει τὴν ἐλαχίστην τιμὴν (56000000 χιλίόμ. περίπου). Κατ' ἀκολουθίαν ἡ φαινομένη διάμετρος αὐτοῦ ἔχει τότε τὴν μεγίστην τιμὴν καὶ ἡ θέσις αὕτη εἶναι λίαν εὐνοϊκὴ διὰ τὴν παρατήρησιν διὰ μεγάλων τηλεσκοπίων τοπογραφικῶν λεπτομερειῶν ἐπ' αὐτοῦ. Ἐπανέρχεται δὲ εἰς τὴν εὐνοϊ-

κὴν ταύτην θέσιν ὁ πλανήτης οὗτος ἀνὰ 15 καὶ ἀνὰ 17 ἔτη. Ἡ προσεχὴς τοιαύτη ἀντίθεσις θὰ συμβῇ τὴν 11ην Αὐγούστου 1971.

Διὰ τηλεσκοπίου διακρίνονται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ "Αρεως χῶραι ὑπέρυθροι καὶ ἄλλαι σκοτεινότεραι καὶ ὑποπράσινοι. Αἱ πρῶται θεωροῦνται ὡς ἀποξηραμένοι στερεοὶ ἀνάλογοι πρὸς τὰς ἐρήμους τῆς Γῆς καὶ καλοῦνται ἤπειροι. Τῶν ἄλλων τὸ χρῶμα μεταβάλλεται κατὰ ἐπο-



Ὁ Ζεὺς καὶ οἱ κυριώτεροι δορυφόροι του. Ὁ εἷς διερχόμενος πρὸ τοῦ δίσκου τοῦ Διὸς ρίπτει ἐπ' αὐτοῦ σκιάν.

χὰς καὶ θεωροῦνται χῶραι καλυπτόμεναι ὑπὸ ἀτελῶν φυτῶν ὡς εἶναι τὰ φύκη καὶ βρύα. Τέλος αἱ πολικαὶ χῶραι φαίνονται ὡς λευκαὶ κηλίδες λαμπρότεραι τοῦ λοιποῦ δίσκου, ἐκάστης τῶν ὑποίων τὸ μέγεθος μεταβάλλεται κατὰ τὰς ὥρας τοῦ ἔτους. Αἱ κηλίδες αὗται θεωροῦνται ὅτι εἶναι χιῶν καὶ πάγος ἢ ἄλλη οὐσία, ἥτις πηγνυται ὑπὸ τοῦ ψύχους καὶ τήκεται ἢ ἐξατμίζεται ὑπὸ τῆς θερμότητος.

Ἐπίσης ὁ Ἄρης περιβάλλεται ὑπὸ ἀραισιτάτης ἀτμοσφαίρας, εἰς τὴν ὁποῖαν σπανιώτατα παρατηροῦνται νέφη.

Τὸ περιεργότερον δὲ τῶν ἐπὶ τοῦ Ἄρεως παρατηρουμένων φαινομένων εἶναι σκοτειναὶ γραμμαὶ, αἵτινες διασχίζουν ὁλόκληρον τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ καὶ συνενοῦμεναι ἀποτελοῦσι δίκτυον ἀρκετὰ κανονικόν. Αἱ γραμμαὶ αὗται καλοῦνται διώρυγες, ὡς τὸ πρῶτον (1877) ἐκλήθησαν ὑπὸ τοῦ Schiaparelli, εἰ καὶ οὐδὲν εἶναι βέβαιον περὶ τῆς φύσεως αὐτῶν.

Ὁ Ἄρης ἔχει δύο δορυφόρους ἀνακαλυφθέντας κατὰ τὸ ἔτος 1877 ὑπὸ τοῦ Ἀμερικανοῦ ἀστρονόμου Hall. Τούτων ὁ μὲν **Φόβος** στρέφεται κατὰ τὴν ὁρθὴν φορὰν περὶ τὸν Ἄρην εἰς 7^{ωρ}. 39^π 14^δ, ὁ δὲ μικρότερος καὶ ἀπὸ τοῦ πλανήτου ἀπώτερος **Δεῖμος** εἰς 30^{ωρ}. καὶ 18^π. Κατὰ



Γαλιλαῖος (1564 - 1642)

τινας ὅθεν νύκτας ὁ Ἄρης φωτίζεται ὑπ' ἀμφοτέρων συγχρόνως τῶν δορυφόρων του· ὁ δὲ Φόβος στρεφόμενος περὶ τὸν πλανήτην κατὰ τὴν ὁρθὴν φορὰν εἰς χρόνον μικρότερον τοῦ χρόνου τῆς περὶ ἄξονα στροφῆς τοῦ Ἄρεως λαμβάνει ἐν ἐκάστη νυκτὶ ὅλας τὰς φάσεις.

Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον ὁ δορυφόρος οὗτος θὰ φαίνεται ἀπὸ τοῦ Ἄρεως κινούμενος κατὰ τὴν ὁρθὴν φορὰν, ἥτοι ἀνατέλλων ἐκ δυσμῶν καὶ δύων πρὸς ἀνατολάς.

66. Ζεὺς.— Ὁ πλανήτης οὗτος ἔχει ἴσην σχεδὸν πρὸς τὴν Ἀφροδίτην λαμπρότητα.

Εἶναι δὲ ὁ μεγαλύτερος τῶν πλανητῶν ἔχων ὄγκον 1295 περίπου φοράς μείζονα τοῦ ὄγκου τῆς Γῆς, μᾶζαν 318,36 φορές μείζονα τῆς γήινης καὶ πυκνότητα ὀλίγον μεγαλυτέραν τῶν 0,24 τῆς γήινης.

Στρέφεται περὶ ἄξονα εἰς 10 ὥρας περίπου (ἀκριβῶς 9^{ωρ}. 50^π 30^δ) καὶ περὶ τὸν Ἥλιον εἰς 11 ἔτη καὶ 315 ἡμέρας.

Ἐνεκα τῆς ταχείας αὐτοῦ περιστροφικῆς κινήσεως ἔχει λίαν αἰσθητὴν καὶ εὐκόλως ὁρωμένην διὰ καλοῦ τηλεσκοπίου ἰσημερινὴν ἐξόγ-
Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ το Ἰνστιτούτο Εκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

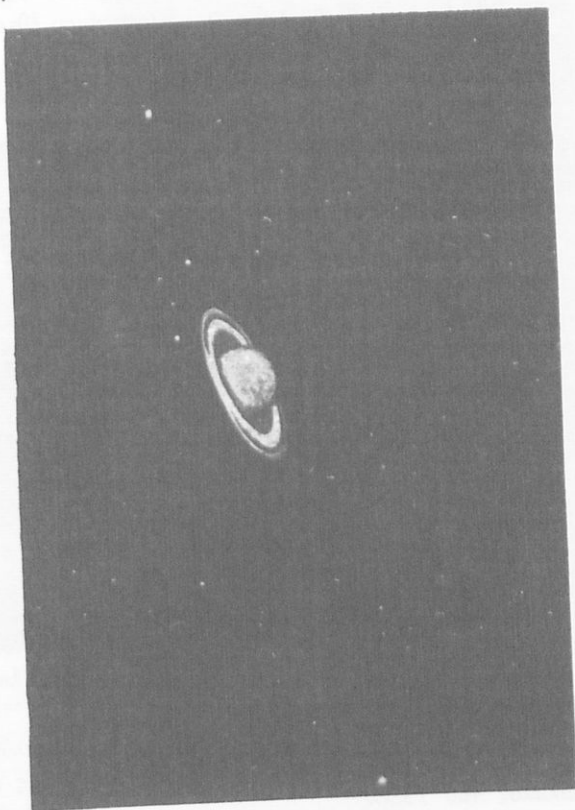
κωσιν. "Ὡστε ὁ Ζεὺς ἔχει σχῆμα πεπιεσμένον περὶ τοὺς πόλους του καὶ ἐξωγκωμένον περὶ τὸν ἰσημερινόν. Ὁ λόγος τῆς διαφορᾶς τῆς ἰσημερινῆς ἀκτίνος ἀπὸ τὴν πολικὴν πρὸς τὴν ἰσημερινὴν ἀκτῖνα εἶναι $\frac{1}{16}$. Ὁ λόγος οὗτος λέγεται **πλάτυνσις** τοῦ Διός. Ὁ ὑπολογισμὸς δεικνύει ὅτι τὰ στοιχεῖα ταῦτα ἔπρεπε νὰ εἶναι ἐντατικώτερα τῶν παρατηρουμένων.

Πρὸς ἐξήγησιν τῆς διαφορᾶς ταύτης παραδέχονται ὅτι ἡ πυκνότης τοῦ Διὸς βαίνει ταχέως αὐξανομένη πρὸς τὸ ἐσωτερικὸν αὐτοῦ.

Ἡ παρατήρησις ἀποδεικνύει ὅτι ὁ Ζεὺς περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας ἀφθόνου ὕδρογόνου καὶ σχεδὸν πάντοτε πεφορτισμένης μεγάλων νεφῶν μεθανίου καὶ ἀμμωνίας.

Διὰ τηλεσκοπίου ἀρκούντως ἰσχυροῦ βλέπομεν ἐπὶ τοῦ δίσκου αὐτοῦ ζώνας ἐναλλὰξ σκοτεινὰς καὶ λαμπράς, αἱ ὁποῖαι ἐκτείνονται πα-

ραλλήλως πρὸς τὸν ἰσημερινὸν αὐτοῦ. Αἱ ζῶναι αὗται ὀφείλονται πιθανῶς εἰς νέφη περιβάλλοντα τὸν Δία ἢ, κατ' ἄλλην ὑπόθεσιν, εἰς τὴν κατάστασιν τῆς μερικῆς αὐτοῦ στερεοποιήσεως. Μεγάλοι τινὲς κηλῖδες παρατηρούμεναι ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ὀφείλονται εἰς τὴν αὐτὴν αἰτίαν.

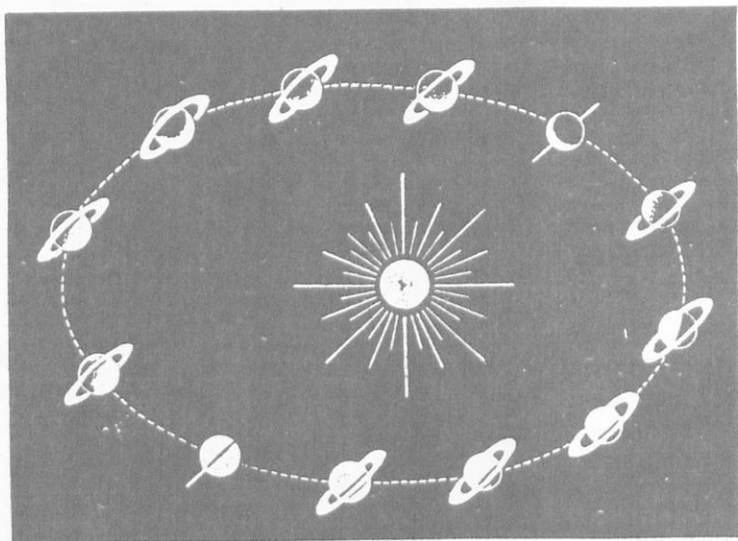


Ὁ Κρόνος καὶ οἱ δορυφόροι του.

Ἡ ὑπὸ τοῦ Γαλιλαίου ἀνακάλυψις τοῦ τηλεσκοπίου ἐπέτρεψεν εἰς αὐτὸν εὐθὺς ἀμέσως νὰ παρατηρήσῃ τοὺς τέσσαρας μεγαλύτερους ἐκ τῶν 12 δορυφόρων τοῦ Διὸς (1610).

Ἡ περὶ τὸν Δία κίνησις τῶν δορυφόρων ὑπῆρξε διὰ τὸν Γαλιλαῖον θαυμάσιον ἐπιχείρημα ὑπὲρ τοῦ συστήματος τοῦ Κοπερνίκου, καθ' ὅσον καθίστατο πλέον δῆλον ὅτι ὑπῆρχον οὐράνια σώματα μὴ στρεφόμενα περὶ τὴν Γῆν, ἣν οἱ πολέμιοι τοῦ Κοπερνίκου ἐθεώρουν ὡς κέντρον τοῦ κόσμου.

Ὁ πέμπτος δορυφόρος ἀνεκαλύφθη τὸ ἔτος 1892 εἰς τὸ Ἀστερόσκο-



Μεταβολὴ τῆς ἀπόψεως τοῦ Κρόνου ὁρωμένου ἀπὸ τῆς Γῆς.

πειὸν Lich τῆς Καλιφορνίας· οἱ ἄλλοι δὲ ἀνεκαλύφθησαν βραδύτερον διὰ τῆς φωτογραφίας. Ὁ δέκατος καὶ ἐνδέκατος ἀνεκαλύφθησαν τὸν Ἰούλιον τοῦ 1938.

Ἀξιοπαρατήρητον εἶναι ὅτι τρεῖς ἀπὸ τοὺς μικροὺς δορυφόρους τοῦ Διὸς στρέφονται περὶ τὸν Δία κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν.

67. Κρόνος.— Ὁ πλανήτης οὗτος φαίνεται διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ ὡς ἀστὴρ α' μεγέθους. Εἶναι 745 φορές ὀγκωδέστερος τῆς Γῆς, ἔχει μᾶζαν 95,22 φορές μείζονα τῆς γῆινης καὶ πυκνότητα ὀλίγον μικροτέραν

τῶν 0,13 τῆς γήινης, περίπου δὲ τὰ 0,7 τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος. Εἶναι λοιπὸν οὗτος ἀραιότερος τοῦ ὕδατος. Παραδέχονται δὲ σήμερον ὅτι καὶ τοῦ Κρόνου ἡ πυκνότης βαίνει αὐξανόμενη πρὸς τὸ ἐσωτερικόν.

Ἡ πλάτυνσις αὐτοῦ εἶναι μᾶλλον τῆς τοῦ Διὸς αἰσθητή, ἰσομένη πρὸς $\frac{1}{10}$ περίπου.

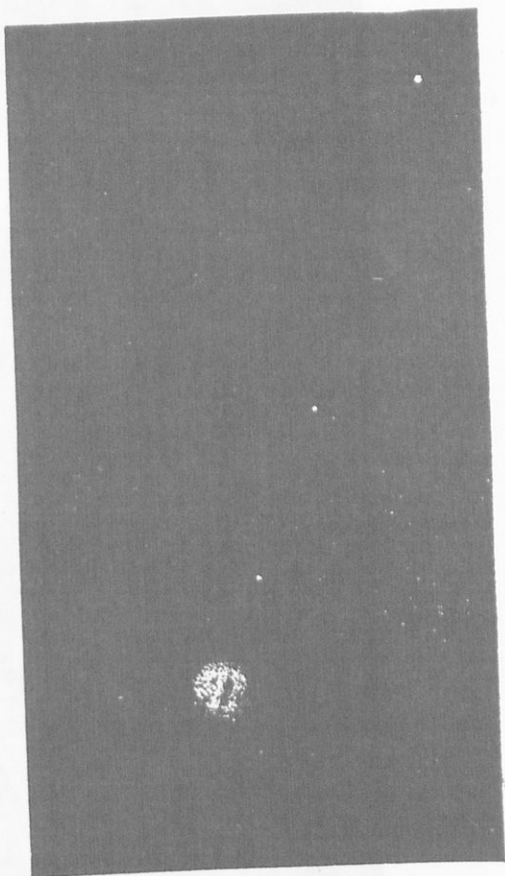
Δι' ἰσχυροῦ τηλεσκοπίου διακρίνομεν ἐπ' αὐτοῦ ζώνας ἀναλόγους πρὸς τὰς τοῦ Διὸς καὶ πολικὰς χώρας ὁμοίας πρὸς τὰς τοῦ Ἄρεως.

Ὁ Κρόνος περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας, ἐφ' ἧς ἡ φασματοσκοπικὴ ἀνάλυσις κατέδειξε τὴν παρουσίαν ὑδροατμῶν, μεθανίου καὶ ἀμμωνίας.

Ὁ Κρόνος ἔχει 9 δορυφόρους, ὧν οἱ δύο νεώτεροι κατὰ τὴν χρονολογίαν τῆς ἀνακαλύψεως, ἀνεκαλύφθησαν διὰ τῆς φωτογραφίας, (1878, 1904) ὑπὸ τοῦ W. Pickering. Ὁ ὀγκωδέστερος τῶν δορυφόρων τούτων λέγεται **Τιτάν** καὶ εἶναι ὁλίγον ὀγκωδέστερος τῆς Σελήνης.

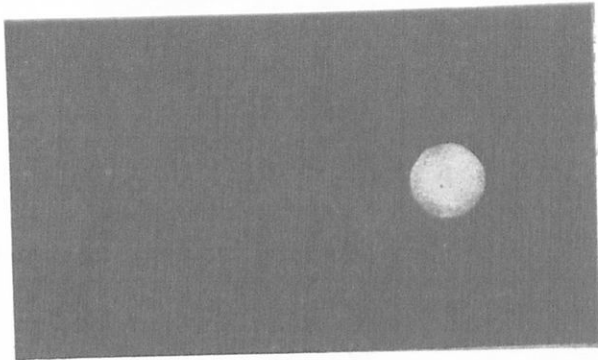
Ἀξιοπαρατήρητον ἀκόμη εἶναι ὅτι ὁ ἀπώτατος δορυφόρος τοῦ Κρόνου στρέφεται περὶ αὐτὸν κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν.

Ἰδιον τοῦ Κρόνου χαρακτηριστικὸν εἶναι λεπτὸς καὶ πλατὺς δακτύλιος, ὅστις περιβάλλει χωρὶς νὰ ἐγγίξῃ αὐτόν. Ὁ Γαλιλαῖος, ὅστις παρηγήρησεν αὐτὸν τὸ πρῶτον κατὰ τὸ 1610, ἐπίστευεν ὅτι ὁ πλανήτης οὗ-



Ὁ Οὐρανὸς καὶ οἱ 4 ἀπὸ τοὺς δορυφόρους του.

Δι' ἰσχυροῦ τηλεσκοπίου διακρίνομεν ἐπ' αὐτοῦ ζώνας ὁμοίας πρὸς τὰς τοῦ Διὸς. Κατὰ τὸν Schiaparelli ἡ πλάτυνσις τοῦ Οὐρανοῦ εἶναι περίπου $\frac{1}{11}$ καὶ κατ' ἀκολουθίαν οὗτος στρέφεται ταχύτατα περὶ τὸν



•Ο Ποσειδῶν καὶ εἰς δορυφόρος του.

ἄξονα αὐτοῦ. Ὁν-
τως δὲ ὑπελογίσθη
ὅτι οὗτος στρέφε-
ται περὶ ἄξονα εἰς
10 ὥρας καὶ 42π.

Ὁ Οὐρανὸς ἔχει
5 δορυφόρους, ὧν
οἱ δύο ἀπώτεροι
παρετηρήθησαν ὑ-
πὸ τοῦ W. Hers-
chel κατὰ τὸ ἔτος
1787, οἱ 2 ἄλλοι
ὑπὸ τοῦ Lassell

κατὰ τὸ 1851 καὶ ὁ 5ος ἀνεκαλύφθη φωτογραφικῶς τὸν Φεβρουάριον
τοῦ 1948 ὑπὸ τοῦ ἀστεροσκοπείου Mac-
Donalt εἰς Τέξας. Οἱ 4 πρῶτοι δορυφόροι
κινουῦνται περὶ τὸν Οὐρανὸν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ
σχεδὸν ἐπιπέδου, ὅπερ σχηματίζει μετὰ
τοῦ ἐπιπέδου τῆς τροχιάς τοῦ Οὐρανοῦ
γωνίαν 98° περίπου. Δι' ὃ ἡ κίνησις τού-
των φαίνεται ἀνόδρομος.



Le Verrier (1811-1877)

69. Ποσειδῶν. — Ὁ πλανήτης οὗτος
εἶναι ἀόρατος εἰς γυμνὸν ὀφθαλμόν, διὰ δὲ
τοῦ τηλεσκοπίου φαίνεται ὡς ἀστήρ ὀγδόου
μεγέθους. Εἶναι 44άκις ὀγκωδέστερος τῆς
Γῆς· ἔχει μᾶζαν 17,26 φορές μείζονα τῆς
γῆϊνης καὶ πυκνότητα τὰ 0,22 περίπου τῆς
γῆϊνης. Κινεῖται περὶ τὸν ἥλιον εἰς 164
ἔτη καὶ 280 ἡμέρας.

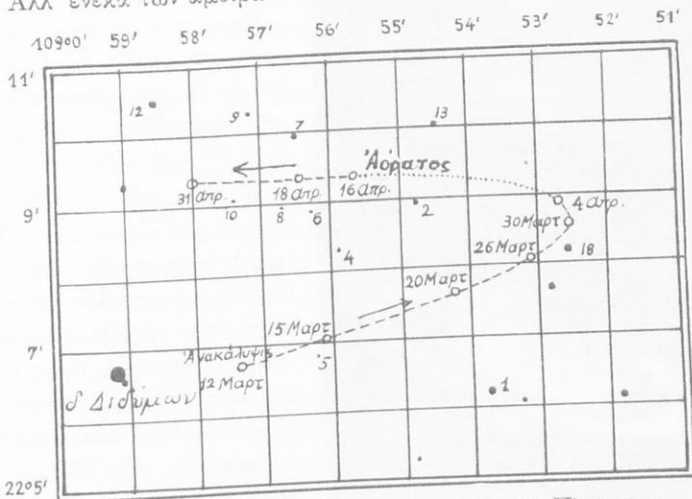
Ἡ ἀνακάλυψις τοῦ Ποσειδῶνος (1846) ὀφειλομένη εἰς τὸν Γάλλον
ἀστρονόμον Le Verrier συνεκίνησε μεγάλως τὸν ἐπιστημονικὸν κόσμον,
διότι αὐτὸς ἀποτελεῖ τὸν μεγαλύτερον τῶν θριάμβων τῶν θεωριῶν τῆς
φηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Εκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

Ἀστρονομίας, ἥτις δικαίως θεωρεῖται ἡ ἀκριβεστέρα καὶ θετικωτέρα τῶν ἐπιστημῶν.

Ἴδου ἐν συνόψει πῶς ἐγένετο ἡ ἀνακάλυψις αὕτη :

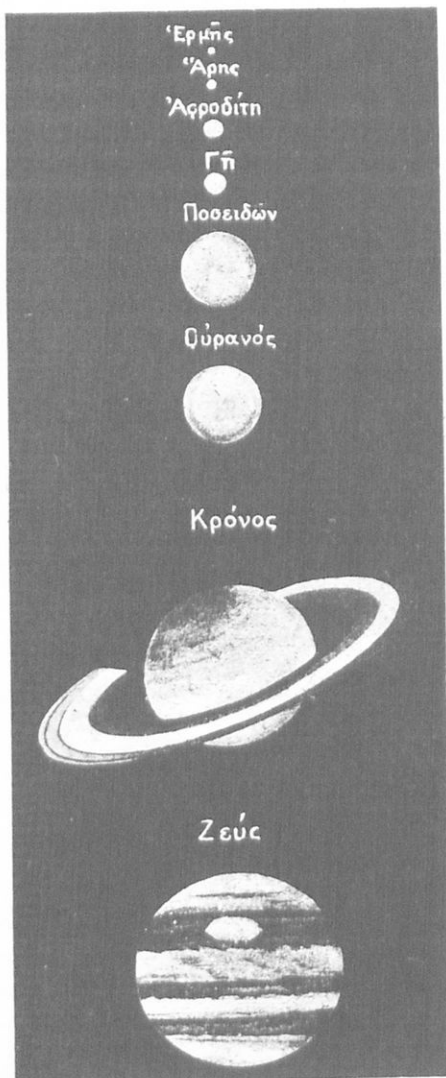
Εἵπομεν ὅτι οἱ πλανῆται γράφουσιν ἐλλείψεις, ἐκάστης τῶν ὁποίων, ὁ ἥλιος κατέχει τὴν μίαν τῶν ἐστιῶν. Τοῦτο θὰ ᾔτο τελείως ἀληθές, ἂν οἱ πλανῆται ὑπέκειντο εἰς μόνην τὴν ἑλξιν τοῦ ἥλιου.

Ἀλλ' ἕνεκα τῶν ἀμοιβαίων τῶν πλανητῶν ἑλξεων ἡ τροχιά ἐκάστου



Φαινόμενη ἐπὶ τῆς οὐράνιου σφαίρας τροχιά τοῦ Πλούτωνος κατὰ τὸν χρόνον τῆς ἀνακάλυψεως αὐτοῦ.

ἀπομακρύνεται κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἤττον τῆς θεωρητικῆς ἐλλείψεως. Ἐν τούτοις οἱ ἀστρονόμοι λαμβάνοντες ὑπ' ὄψιν τὰς ἀμοιβαίας τῶν πλανητῶν ἑλξεις (παρέλξεις) δύνανται νὰ προσδιορίζωσι μετὰ μεγάλης προσεγγίσεως τὰς ἀνωμάλους τροχιάς τῶν πλανητῶν. Ἀπὸ τῆς ἀνακάλυψεως ὅμως τοῦ Οὐράνου εἶχον παρατηρήσει ἐν τῇ τροχίᾳ αὐτοῦ ἀνωμαλίας, αἵτινες δὲν ἐξηγοῦντο ἐπαρκῶς διὰ τῆς ἑλξεως τῶν λοιπῶν μαλίας, αἵτινες δὲν ἐξεγούντο ἐπαρκῶς διὰ τῆς ἑλξεως τῶν λοιπῶν γνωστῶν πλανητῶν ἐπ' αὐτοῦ. Ὁ Le Verrier τότε ἐσκέφθη ὅτι αἱ ἀνωμαλίας αὗται πιθανῶς ὀφείλονται εἰς ἑλξιν ἀγνώστου τινὸς πλανήτου καὶ ἐπεχείρησε νὰ προσδιορίσῃ δι' ὑπολογισμοῦ τὴν μᾶζαν καὶ τὴν θέσιν αὐτοῦ. Μετὰ διετῇ καθαρῶς θεωρητικῇ ἐργασίᾳ ἀνήγγειλεν εἰς τὴν Ἀκαδημίαν τῶν ἐπιστημῶν τὴν ἀκριβῆ ἐν τῷ οὐρανῷ θέσιν τοῦ ἀγνώστου πλανήτου.



Συγκριτικὰ μεγέθη τῶν μεγάλων πλανητῶν
(πλὴν τοῦ Πλούτωνος)

Πρὸς ἐξήγησιν τῶν διαφορῶν τούτων ὁ Percival Lowell ἐδέχθη τὴν ὑπαρξίν ἐτέρου πλανήτου πέραν τοῦ Ποσειδῶνος· καὶ κατὰ τὸ ἔτος 1915

Τρεῖς ἐβδομάδας βραδύτερον ὁ Γερμανὸς ἀστρονόμος Galle, ἅμα τῇ λήψει ἐπιστολῆς τοῦ Le Verrier, ἤρχιζε νὰ ἐξετάζῃ τὸ ὑποδειχθὲν μέρος τοῦ οὐρανοῦ καὶ εὐθὺς παρέτηρήσε τὸν νέον πλανήτην (ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Αἰγόκερω).

Κατὰ τοὺς τελευταίους χρόνους κατωρθώθη νὰ ὀρισθῇ ὁ χρόνος τῆς περὶ ἄξονα στροφῆς τοῦ Ποσειδῶνος ἀνερχόμενος εἰς 15^ῳ καὶ 48^π.

Ὁ Ποσειδῶν ἔχει δύο δορυφόρους. Τούτων ὁ α' (Τρίτων) παρετηρήθη ὑπὸ τοῦ Lassell τὸ ἔτος 1846 καὶ στρέφεται περὶ τὸν Ποσειδῶνα εἰς 5 ἡμέρας καὶ 21 ὥρας περίπου κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν. Ὁ δὲ 2ος ἀνεκαλύφθη φωτογραφικῶς τὸν Μάϊον τοῦ 1949 ὑπὸ τοῦ ἀστεροσκοπείου τοῦ Mac-Donalt.

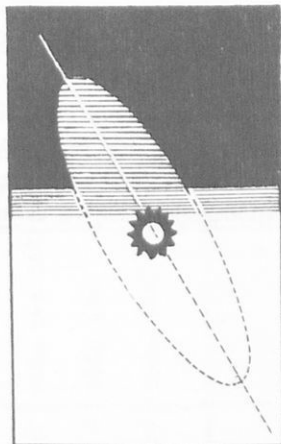
70. Πλούτων. — Μετὰ τὴν ἀνακάλυψιν τοῦ Ποσειδῶνος καὶ τὸν ὑπολογισμὸν τῆς ἐπὶ τοῦ πλανήτου Οὐρανοῦ ἐλκτικῆς ἐνεργείας αὐτοῦ παρετηρήθη ὅτι αἱ διαφοραὶ μεταξὺ τῶν πραγματικῶν θέσεων τοῦ Οὐρανοῦ καὶ ἐκείνων, ἃς ἐδείκνυνεν ὁ ὑπολογισμός, δὲν ἐξέλειπον τελείως.

ἐδημοσίευσεν τὰ πλανητικὰ στοιχεῖα τοῦ ὑποθετικοῦ πλανῆτου.

Κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τοῦ Lowell ὁ νέος πλανῆτης ἔπρεπε νὰ εὐρίσκηται εἰς ἀπόστασιν 43 φορές μείζονα τῆς ἀποστάσεως τῆς Γῆς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου καὶ νὰ περιφέρεται περὶ τὸν Ἡλίον εἰς 282 ἔτη. Ὁ ὄγκος ἔπρεπε νὰ εἶναι 6,5 φορές μεγαλύτερος τοῦ ὄγκου τῆς Γῆς, ἡ φαινόμενη διάμετρος νὰ εἶναι 1" καὶ νὰ εἶναι ἀστὴρ 12ου ἢ 13ου μεγέθους.

Διὰ τὴν ἀναζήτησιν τοῦ ἀγνώστου τούτου πλανῆτου τὸ ἐν Flagstaff Ἀστεροσκοπεῖον Lowell ἀνέθεσεν ἀπὸ τοῦ Ἰανουαρίου 1929 εἰς τὸν νεαρὸν βοηθὸν Clyde-W. Tombough νὰ φωτογραφῇ τὸν ζωδιακὸν κύκλον.

Ἐπλησίαζεν ἤδη νὰ ἀποπερατώσῃ τὸ ἔργον του τούτο, ὅτε τὴν 21ην Ἰανουαρίου 1930 ἀνεκάλυψε τὸν ἀναζητούμενον πλανήτην πλησίον τοῦ δ τῶν Διδύμων, ὅπου πράγματι κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τοῦ Lowell ἔπρεπε νὰ εὐρίσκηται τὴν ἐποχὴν ἐκείνην. Εὐρίσκετο ἐγγύτατα τῆς Ἐκλειπτικῆς καὶ ἔβαινε βραδύτατα κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν. Εἶναι ἀστὴρ μεταξύ 15ου καὶ 16ου μεγέθους. Κατὰ προσφάτους ὑπολογισμοὺς τῇ βοήθειά τοῦ γιγαντιαίου κατοπτρικοῦ τηλεσκοπίου τοῦ ἀστεροσκοπεῖου τοῦ ὄρους Palomar ἡ διάμετρος τοῦ Πλούτωνος εἶναι τὰ 0,45 τῆς γηίνης διαμέτρου, ὁ ὄγκος αὐτοῦ τὸ 0,1 τοῦ ὄγκου τῆς καὶ ἡ μᾶζα τὰ τῆς 0,83 γηίνης. Ἦδη ἡ ἀπόστασις αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἐκτιμᾶται εἰς 39,52 περίπου γηίνας ἀποστάσεις καὶ ὁ χρόνος περιφορᾶς εἰς 249 ἀστρικά ἔτη περίπου.



Ζωδιακὸν φῶς.

71. Ζωδιακὸν φῶς.—Περὶ τὴν ἑαρινὴν συνήθως ἰσημερίαν παρατηρεῖται ἐν Εὐρώπῃ ὑπὸ εὐμενεῖς ἀτμοσφαιρικοὺς ὅρους πρὸς δυσμὰς καὶ συγχρόνως μετὰ τῶν ἀστέρων 4ου μεγέθους ἀμυδρὸν φῶς, ὅπερ ἐπὶ τοῦ ζωδιακοῦ ἐκτεινόμενον καλεῖται ζωδιακὸν φῶς.

Ὅταν τὸ ζωδιακὸν φῶς εἶναι εὐδιάκριτον, ἀναγνωρίζομεν ὅτι τὸ σχῆμα αὐτοῦ εἶναι μέρος ἐπιμήκους ἐλλείψεως, ἧς τὸ κέντρον κατέχεται ὑπὸ τοῦ δύσαντος Ἡλίου. Τὸ ὁρατὸν ἄκρον τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς ἐλλείψεως ταύτης καλεῖται **κορυφή** τοῦ ζωδιακοῦ φωτός καὶ τὸ ὕψος αὐ-

τοῦ δύναται νὰ φθάσῃ ἐνίοτε μέχρις 1000. Τὸ πλάτος τῆς ἐλλείψεως ταύτης εἰς τὸν ὀρίζοντα εἶναι 200 ἕως 300.

Τὸ ζῳδιακὸν φῶς βυθίζεται βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον εἰς τὸν ὀρίζοντα, ἐφ' ὅσον ὁ ἥλιος κατέρχεται ὑπ' αὐτὸν καὶ τέλος ἐξαφανίζεται.

Τὸ φῶς τοῦτο εἶναι ὁρατὸν παρ' ἡμῖν καὶ ἐν τῇ λοιπῇ Εὐρώπῃ καὶ πρὸς ἀνατολὰς πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ Ἡλίου περὶ τὴν φθινοπωρινὴν συνήθως ἡσημερίαν ἐξαφανιζόμενον συγχρόνως μετὰ τῶν ἀστέρων 4ου μεγέθους. Ἐκ τῶν τόπων τῆς διακεκαυμένης ζώνης τὸ ζῳδιακὸν φῶς εἶναι ὁρατὸν καθ' ὅλον σχεδὸν τὸ ἔτος. Περὶ τῆς φύσεως τοῦ φωτὸς τούτου οὐδὲν εἶναι βέβαιον. Ἡ πιθανωτέρα γνώμη εἶναι ὅτι ὀφείλεται εἰς ἀνάκλασιν τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς ὑπὸ σμήνους μικρῶν σωματιδίων περιφερομένων περὶ τὸν ἥλιον ἐπὶ ἐλλείψεων καὶ ἀποτελούντων οὕτως ἐν τῷ συνόλῳ των λεπτὴν φακοειδῆ ἀτμόσφαιραν. Δὲν ἀποκλείεται δὲ ἡ ἀτμόσφαιρα αὕτη νὰ εἶναι προέκτασις τοῦ στέμματος.

ΠΑΛΑΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Όνομα πλανήτου	Απόσταση από Ήλιου		Αστρική περίφορὰ	Χρόνος στροφῆς περί ἑξῆα	Κλίσις τῆς τροχίτης πρὸς τὴν Ἐκκεντρίκην	Διάμετρος εἰς γῆρας διαμέ- τρος	Όγκος εἰς γῆ- ρους ὄγκους	Μάζα εἰς γῆ- ρας μάζας	Πυκνότης εἰς γῆρας πυκνό- τητας	Βαρύτης εἰς ἑπὶ τῆς ἐπιφανείας εἰς πλάτος 0°	Κλίσις ἰσημερινοῦ αὐτοῦ πρὸς τὴν τροχίαν του
	Εἰς ἀποστά- σεως Γῆς ἀπὸ Ήλιου	Εἰς ἑκατομ- μύρια χιλιόμετρα									
1. ΕΡΜΗΣ . . .	0,3871	58	μ. ἡλ. 87,969	ἡμ. 87,969	7° 0'	0,37	0,05	0,056	1,1	0,44	—
2. ΑΦΡΟΔΙΤΗ	0,7233	108	224,701	ἡμ. 224,701	3° 24'	0,97	0,90	0,817	0,91	0,88	—
3. ΓΗ . . .	1,0000	149,5	365,256	23 ὥρ. 56 π. 48.	0° 0'	1	1	1	1	1	23° 27'
4. ΑΡΗΣ . . .	1,5237	228	686,98	24 ὥρ. 37 π. 23 δ.	1° 51'	0,54	0,157	0,108	0,69	0,37	25° 10'
5. ΖΕΥΣ . . .	5,2026	778	ἔτη 41 315	ἡμ. 9 ὥρ. 50 π. 30 δ.	1° 19'	1094	1295	318,63	0,24	2,64	3° 7'
6. ΚΡΟΝΟΣ . .	9,5547	1426	29 167	10 ὥρ. 44 π. 24 δ.	2° 30'	9,04	745	95,22	0,13	1,17	26° 45'
7. ΟΥΡΑΝΟΣ	19,21	2868	84 7	10 ὥρ. 42 π.	0° 46'	4,0	63	14,58	0,23	0,92	98°
8. ΠΟΣΕΙΔΩΝ	30,109	4494	164 280	15 ὥρ. 48 π.	1° 47'	4,3	44	17,26	0,22	1,12	151°
9. ΠΛΟΥΤΩΝ	39,51	5905	249 —	—	17° 7'	0,46	0,1	0,93	1,07	—	—

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

Η ΓΗ

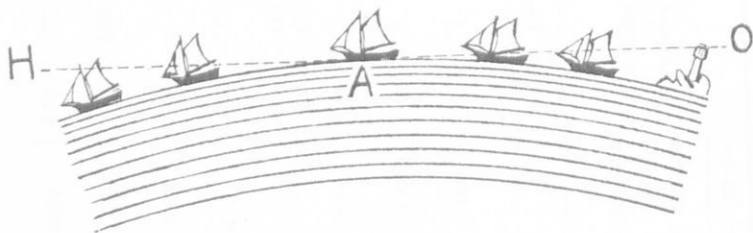
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

72. Τὸ κυρτὸν καὶ σφαιροειδὲς τῆς Γῆς.— Ἡ Γῆ ἐκ πρώτης ὀψέως φαίνεται ὅτι εἶναι ἐπίπεδος. "Αν ὅμως τοῦτο ἦτο ἀληθές, ἔπρεπε κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν νὰ φαίνωνται οἱ αὐτοὶ ἀστέρες ἀπὸ ὅλα τὰ σημεῖα τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς. Τοῦτο δὲ δὲν συμβαίνει. "Ωστε ἡ Γῆ δὲν εἶναι ἐπίπεδος. Ποῖον λοιπὸν εἶναι τὸ σχῆμα τῆς Γῆς ;

Διὰ νὰ σχηματίσωμεν μίαν γενικὴν ἰδέαν περὶ τοῦ σχήματος αὐτῆς, ἃς ἐξετάσωμεν προσεκτικώτερα τὰ ἐξῆς φαινόμενα.

"Οταν ἰσotάμεθα ἐπὶ μιᾶς ἀκτῆς καὶ παρατηροῦμεν ἓν πλοῖον νὰ ἀπο-



Σχ. 48

μακρύνηται, βλέπομεν ὅτι κατ' ἀρχὰς ἀποκρύπτεται τὸ σκάφος, ἔπειτα βαθμὴδὸν τὰ ἀνώτερα μέρη αὐτοῦ καὶ τέλος αἱ κορυφαὶ τῶν ἰσotῶν αὐτοῦ. Ἐξαφανίζεται δηλ. τὸ πλοῖον, ὡς ἂν τοῦτο ἐβυθίζετο βαθμὴδὸν εἰς τὸ ὕδωρ. Ἀντιθέτως, ἂν πλοῖον πλησιάζῃ πρὸς ἡμᾶς, βλέπομεν πρῶτον τὰ ὑψηλότερα μέρη τῶν ἰσotῶν αὐτοῦ, ἔπειτα βαθμὴδὸν τὰ χαμηλότερα καὶ τέλος τὸ σκάφος.

Τὰ φαινόμενα ταῦτα ἐξηγοῦνται μόνον, ἂν ἡ ἐπιφάνεια τῆς θαλάσσης εἶναι κυρτή.

Πράγματι : "Αν Ο είναι ἡ θέσις τοῦ ὀφθαλμοῦ μας, ἐφ' ὅσον τὸ πλοῖον ἀπομακρυνόμενον δὲν ὑπερέβη τὸ σημεῖον Α τοῦ φυσικοῦ ὀρίζοντος, φαίνεται ὀλόκληρον. Εὐθὺς δὲ ὡς υπερβῇ τὸ Α, πρέπει βαθμιαίως καὶ ἐκ τῶν κατωτέρων μερῶν νὰ ἐξαφανίζηται, διότι ταῦτα ἀποκρύπτονται ὑπὸ τῆς κυρτότητος τῆς θαλάσσης. Ἀντιθέτως δέ, ὅταν πλησιάζη πρὸς ἡμᾶς, ἀρχίζει νὰ φαίνεται βαθμηδὸν καὶ ἐκ τῶν ἀνωτέρων μερῶν. Μόνον δέ, ὅταν φθάσῃ εἰς τὸ Α, φαίνεται ὀλόκληρον.

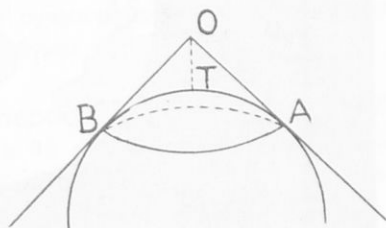
Εἶναι λοιπὸν ἡ ἐπιφάνεια τῆς θαλάσσης **κυρτή**.

Ἀνάλογα πρὸς ταῦτα φαινόμενα παρατηροῦμεν καὶ εἰς ἀναπεπταμένας πεδιάδας, ὅταν π.χ. πλησιάζωμεν ἢ ἀπομακρυνώμεθα μιᾶς πόλεως.

Ἐὰν λοιπὸν δὲν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν τὰς ἀνωμαλίας τοῦ ἐδάφους, βλέπομεν ὅτι καὶ ἡ χέρσος εἶναι **κυρτή**.

"Ἄλλη σπουδαία ἀπόδειξις τῆς κυρτότητος τῆς Γῆς εἶναι οἱ διάφοροι περίπλοι τῆς Γῆς.

Τὸν πρῶτον περίπλου τῆς Γῆς ἔκαμεν ὁ Πορτογάλλος Magellan. Οὗτος ἀνεχώρησε τὴν 21ην Σεπτεμβρίου 1519 ἐκ Saint-Lucar τῶν Γαδεΐρων καὶ πλέων πρὸς δυ-



Σχ. 49.

σμὰς συνήντησε τὴν Ἀμερικὴν. Τραπεῖς δὲ πρὸς νότον εἰσῆλθεν εἰς τὸν Εἰρηνικὸν Ὠκεανὸν διὰ τοῦ φερωνύμου πορθμοῦ καὶ ἔφθασε μέχρι τῶν Φιλιππίνων νήσων, ἔνθα ἐφονεύθη ὑπὸ τῶν ἰθαγενῶν. Οἱ ὁπαδοὶ αὐτοῦ ἐξηκολούθησαν τὸν πλοῦν πρὸς δυσμὰς καὶ περιπλεύσαντες τὴν Νότιον Ἀφρικὴν ἐπανῆλθον οἱ ἐπιζήσαντες εἰς Saint-Lucar τὴν 6ην Σεπτεμβρίου 1522.

Τὸ Γερμανικὸν ἀερόπλοιον «Κόμης Ζέππελιν» ἔκαμε κατὰ τὸ ἔτος 1929 τὸν γύρον τῆς Γῆς εἰς 20 περίπου ἡμέρας ἱπτάμενον ἐπὶ 12 ἡμέρας καὶ $14\frac{1}{2}$ ὥρας.

Εὐρισκόμενοι εἰς ἀνοικτὴν θάλασσαν καὶ εἰς ὕψος ΤΟ δυνάμεθα διὰ καταλλήλου ὀργάνου νὰ μετρήσωμεν τὰς γωνίας τῆς κατακορύφου ΤΟ μὲ τὰς ὀπτικάς ἀκτῖνας ΟΑ, ΟΒ κ.τ.λ., αἱ ὁποῖαι διευθύνονται πρὸς διάφορα σημεῖα Α, Β, κ.τ.λ. τοῦ φυσικοῦ ὀρίζοντος. Τοιαῦται μετρήσεις ἀπέδειξαν ὅτι αἱ γωνίαι αὗται εἶναι ἴσαι εἰς τὸν αὐτὸν τόπον.



Ἡ γῆ εἶναι μεμονωμένη εἰς τὸ διάστημα καὶ οὐδαμοῦ στηρίζεται.

Αἱ ἀκτῖνες λοιπὸν αὐταὶ ἀποτελοῦσι τὴν κυρτὴν ἐπιφάνειαν κώνου, ἥ ὅποια ἐφάπτεται τῆς θαλάσσης κατὰ τὸν φυσικὸν ὀρίζοντα, δηλαδὴ κατὰ περιφέρειαν κύκλου. Ἐπειδὴ δὲ ἡ κυρτὴ ἐπιφάνεια κώνου μόνον σφαίρας ἐφάπτεται παντοῦ κατὰ περιφέρειαν κύκλου, συμπεραίνομεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τῆς θαλάσσης εἶναι τοῦλάχιστον **σφαιροειδής**.

Ἐὰν δὲ ἐργασθῶμεν ὁμοίως καὶ εἰς εὐρείας πεδιάδας, συμπεραίνομεν ὅτι καὶ ἡ χέρσος εἶναι σφαιροειδής, μὴ λαμβανομένων ὑπ' ὄψιν τῶν ἀνωμαλιῶν τοῦ ἐδάφους.

Ἡ Γῆ λοιπὸν εἶναι **σφαιροειδής**, αἱ δὲ ἀνωμαλίαι τοῦ ἐδάφους δὲν ἀλλοιοῦσι τὸ σχῆμα τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς, ὅπως αἱ ἀνωμαλίαι πορτοκαλίου δὲν ἀλλοιοῦσι τὸ σχῆμα αὐτοῦ. Διότι καὶ τὸ μέγιστον ὕψος (8840 μ.) καὶ οἱ μεγαλύτεροι ὄρεινοὶ σχηματισμοὶ εἶναι ἐλάχιστοι παραβαλλόμενοι πρὸς τὴν ἀκτῖνα καὶ τὸν ὄγκον τῆς Γῆς.

73. Τὸ μεμονωμένον καὶ πεπερασμένον τῆς Γῆς.—Ἄν ἡ Γῆ ἐστηρίζετο ἐπὶ στηριγμάτων, ταῦτα θὰ παρεκάλουν τὴν κίνησιν τῶν ἀστέρων ὑπὸ τὴν Γῆν. Κατὰ δὲ τοὺς διαφόρους πλοῦς κατὰ διαφόρους διευθύνσεις οὐδαμοῦ παρατηρήθησαν τοιαῦτα ὑποστηρίγματα.

Ἡ Γῆ λοιπὸν εἶναι **μεμονωμένη** εἰς τὸ διάστημα καὶ οὐδαμοῦ στηρίζεται. Οἱ δὲ περίπλοι τῆς Γῆς ἀποδεικνύουσιν ὅτι αὕτη εἶναι καὶ πεπερασμένη.

74. Πόλοι καὶ ἄξων τῆς Γῆς.—Ἡ διάμετρος τῆς Γῆς, ππ' (σχ. 50), ἡ ὅποια εἶναι παράλληλος πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου, καλεῖται **ἄξων τῆς γῆς**. Τὰ δύο σημεῖα π καὶ π', εἰς τὰ ὅποια ὁ ἄξων τῆς Γῆς τέμνει τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῆς, καλοῦνται **πόλοι** τῆς Γῆς.

Ὁ πόλος π, ἀπὸ τὸν ὅποιον φαίνεται ὁ βόρειος πόλος τοῦ Οὐρανοῦ, λέγεται καὶ αὐτὸς **βόρειος πόλος** τῆς Γῆς, ὁ δὲ π' λέγεται **νότιος πόλος** τῆς Γῆς.

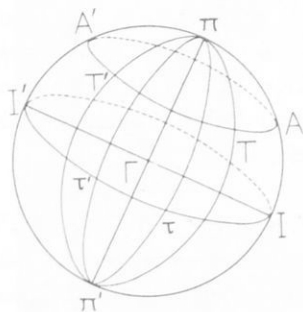
75. Γήινος ἡμερινὸς καὶ γήινοι παράλληλοι.—Ὁ μέγιστος κύκλος Π' (σχ. 50) τῆς Γῆς, τοῦ ὁποίου τὸ ἐπίπεδον εἶναι κάθετον ἐπὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς, καλεῖται **γήινος ἡμερινός**.

Ὁ γήινος ἡμερινὸς διαιρεῖ τὴν Γῆν εἰς δύο ἡμισφαίρια. Τὸ ἐν τούτων περιέχει τὸν βόρειον πόλον τῆς Γῆς καὶ λέγεται **βόρειον ἡμισφαίριον**. Τὸ δὲ ἄλλο, δι' ὅμοιον λόγον, λέγεται **νότιον ἡμισφαίριον**.

Οἱ κύκλοι τῆς Γῆς, οἱ ὁποῖοι εἶναι παράλληλοι πρὸς τὸν γήινον ἰσημερινόν, καλοῦνται **γῆινοι παράλληλοι**. Τοιοῦτος π.χ. εἶναι ὁ ΑΑ' (σχ. 50).

Τὰ ἐπίπεδα, τὰ ὁποῖα διέρχονται διὰ τῶν πόλων τῆς Γῆς, λέγονται **μεσημβρινά ἐπίπεδα**. Αἱ δὲ τομαὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς ὑπὸ μεσημβρινῶν ἐπιπέδων καλοῦνται **γῆινοι μεσημβρινοί**. Π.χ. αἱ γραμμαὶ πΤπ'Τ', πτπ'τ' εἶναι γῆινοι μεσημβρινοί.

Ἐκαστος γήινος μεσημβρινὸς διαιρεῖται ὑπὸ τοῦ ἄξονος τῆς Γῆς εἰς δύο ἡμίση. Ἐκάτερον δὲ τούτων λέγεται ἰδιαιτέτως **γῆινος μεσημβρινός** τῶν τόπων, τοὺς ὁποίους περιέχει. Οὕτως ἡ γραμμὴ πΤπ' καλεῖται γῆινος μεσημβρινός τοῦ τόπου Τ καὶ παντὸς ἄλλου σημείου αὐτῆς.



Σχ. 50

Εἷς τῶν γήινων μεσημβρινῶν λαμβάνεται κατὰ συνθήκην ὡς πρῶτος μεσημβρινός. Ἄλλοτε ἅπαντα τὰ ἔθνη ἐλάμβανον ὡς πρῶτον μεσημβρινόν τὸν διερχόμενον διὰ τῆς νήσου Φέρου (τῆς δυτικωτέρας τῶν Καναρίων νήσων). Ἦδη ὁμως ἀ-

νεγνωρίσθη διεθνῶς ὡς πρῶτος μεσημβρινός ὁ τοῦ ἀστεροσκοπείου τοῦ Greenwich καὶ ὑπ' αὐτῆς ἀκόμη τῆς Γαλλίας, ἐν ἣ μέχρις ἐσχάτως ἐλαμβάνετο ὡς τοιοῦτος ὁ μεσημβρινός τοῦ ἀστεροσκοπείου τῶν Παρισίων. Καὶ παρὰ τῶν ναυτικῶν δὲ ἡμῶν λαμβάνεται ὡς α' μεσημβρινός ὁ τοῦ Greenwich.

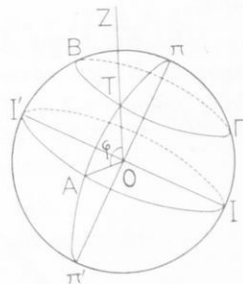
76. Γεωγραφικαὶ συντεταγμέναι ἐνὸς τόπου.—Ἀπὸ ἑκαστον σημεῖον Τ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς διέρχεται ἡ περιφέρεια ἐνὸς παραλλήλου κύκλου ΒΓ τῆς Γῆς καὶ ὁ μεσημβρινός πΤπ' (σχ. 51). Προφανῶς δὲ τὸ σημεῖον Τ εἶναι τομὴ τῶν γραμμῶν τούτων. Ἐὰν λοιπὸν γνωρίζωμεν τὴν θέσιν τῶν γραμμῶν τούτων ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς, θὰ γνωρίζωμεν καὶ τὴν θέσιν τοῦ Τ ἐπ' αὐτῆς. Ἡ δὲ θέσις τῶν γραμμῶν τούτων ὀρίζεται διὰ τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους καὶ τοῦ γεωγ. μήκους τοῦ τόπου Τ.

Α') Γεωγραφικὸν πλάτος τόπου τινὸς Τ λέγεται ἡ γωνία φ, τὴν ὁποίαν σχηματίζει ἡ κατακόρυφος ΟΤΖ τοῦ τόπου Τ μετὰ τὸ ἐπίπεδον τοῦ γήινου ἰσημερινοῦ.

ἔχει δὲ ἡ γωνία αὕτη τὸ αὐτὸ μέτρον μὲ τὸ ἀντίστοιχον τόξον ΑΤ τοῦ γηγίνου μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου Τ.

Διὰ τοῦτο τὸ γεωγραφικὸν πλάτος ἐνὸς τόπου μετρεῖται ἐπὶ τοῦ γηγίνου μεσημβρινοῦ αὐτοῦ καὶ κατὰ συνθήκην ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς βορρᾶν καὶ πρὸς νότον αὐτοῦ. Κυμαίνεται ὅθεν τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τῶν διαφόρων τόπων ἀπὸ 0⁰ ἕως 90⁰ καὶ εἶναι βόρειον μὲν διὰ τοὺς τόπους τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου, νότιον δὲ διὰ τοὺς τόπους τοῦ νοτίου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς. Διὰ τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους ἐνὸς τόπου ὀρίζεται ὁ παράλληλος αὐτοῦ.

Β') Γεωγραφικὸν μῆκος ἐνὸς σημείου Τ λέγεται ἡ διέδρος γωνία, τὴν ὁποίαν σχηματίζει ὁ μεσημβρινὸς αὐτοῦ μὲ τὸν πρῶτον μεσημβρινόν. Π.χ. ἂν $\pi\Gamma\pi'$ εἶναι ὁ α' μεσημβρινός, γεωγραφικὸν μῆκος τοῦ σημείου Τ εἶναι ἡ διέδρος γωνία $\Gamma\pi\pi'T$. Αὕτη ἔχει ἀντίστοιχον ἐπίπεδον γωνίαν τὴν $\Gamma'OA$, ἥτις βαίνει ἐπὶ τοῦ τόξου $\Gamma'A$ τῆς περιφερείας τοῦ γηγίνου ἰσημερινοῦ. Διὰ τοῦτο τὸ γεωγραφικὸν μῆκος μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας ταύτης ἀπὸ τοῦ α' μεσημβρινοῦ καὶ κατὰ συνθήκην πρὸς Α καὶ πρὸς Δ αὐτοῦ.



Σχ. 51.

Κυμαίνεται ὅθεν τὸ γεωγραφικὸν μῆκος τῶν διαφόρων σημείων τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς ἀπὸ 0⁰ ἕως 180⁰ καὶ λέγεται ἀνατολικὸν μὲν διὰ τὰ πρὸς ἀνατολὰς τοῦ α' μεσημβρινοῦ σημεῖα, δυτικὸν δὲ διὰ τὰ πρὸς δυσμὰς αὐτοῦ σημεῖα.

Πολλάκις οἱ ἀστρονόμοι μετροῦσι τὸ γεωγραφικὸν μῆκος κατὰ τὴν ἀνάδρομον φορὰν καὶ ἀπὸ 0 ἕως 24 ὥρας.

Ἀσκήσεις

104) Νὰ εὑρεθῇ τὸ γεωγραφικὸν πλάτος ἐκάστου σημείου τοῦ γηγίνου ἰσημερινοῦ.

105) Ὁ γήινος μεσημβρινὸς τόπον Α καὶ ὁ α' μεσημβρινὸς κεῖνται εἰς τὸ αὐτὸ ἐπίπεδον ἀλλὰ δὲν συμπίπτουσι. Νὰ εὑρεθῇ πόσον εἶναι τὸ γεωγραφικὸν μῆκος τοῦ Α.

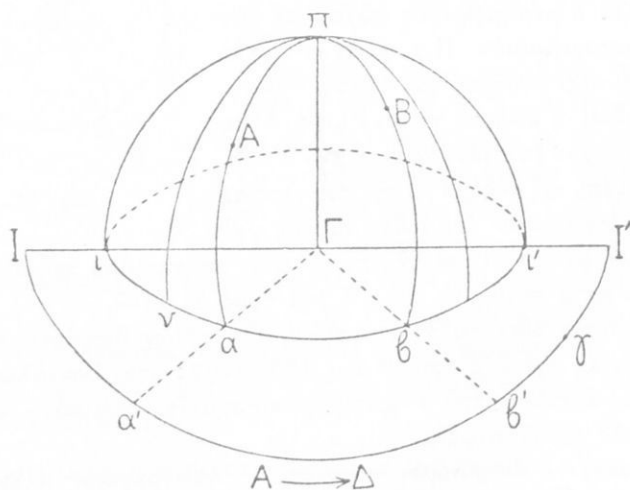
106) Τόπος ἔχει δυτικὸν γεωγραφικὸν μῆκος 45⁰. Νὰ ἐκτιμηθῇ τοῦτο κατὰ τὸν ἀστρονομικὸν τρόπον μετρήσεως.

107) Εἷς τόπος ἔχει ἀνατολικὸν μῆκος 105° . Νὰ ἐκτιμηθῇ τοῦτο κατὰ τὸν ἀστρονομικὸν τρόπον μετρούσεως.

108) Εἷς τόπος ἔχει γεωγραφικὸν μῆκος 10 ὥρων κατὰ τὸν ἀστρονομικὸν τρόπον. Νὰ καθορίσῃτε, ἂν τοῦτο εἶναι ἀνατολικὸν ἢ δυτικὸν καὶ πόσων μοίρας.

109) Εἷς τόπος ἔχει γεωγραφικὸν μῆκος 17 ὥρων. Νὰ καθορίσῃτε, ἂν οὗτος κεῖται πρὸς A ἢ πρὸς Δ τοῦ α' μεσημβρινοῦ καὶ πόσας μοίρας.

110) Εἷς τόπος A ἔχει βόρειον γεωγραφικὸν πλάτος $25^{\circ} 10' 40''$, ἕτερος δὲ B ἔχει νότιον γεωγραφικὸν πλάτος $12^{\circ} 7' 30''$. Νὰ εὑρῇτε πόσας μοίρας κ.λ.π. ὁ B κεῖται νοτιώτερον τοῦ A .



Σχ. 52.

77. Σχέσεις μεταξύ τῶν γεωγραφικῶν μηκῶν δύο σημείων A, B καὶ τῶν ἀστρικῶν χρόνων αὐτῶν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν.—Ἐστω πν (σχ. 52) ὁ α' μεσημβρινός, $\pi A \alpha$ καὶ $\pi B \beta$ οἱ γήινοι μεσημβρινοὶ τῶν τόπων A καὶ B , οἱ ὅποιοι ἔχουσιν ἀντιστοίχως γεωγραφικὰ μήκη $M_{\alpha} = (\widehat{\nu\alpha})$ καὶ $M_{\beta} = (\widehat{\nu\beta})$ μετρούμενα κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν. Ἐκ τούτων ἔπεται ὅτι $M_{\beta} - M_{\alpha} = (\widehat{\alpha\beta})$ (1).

Ἄν δὲ τὰ ἐπίπεδα τῶν μεσημβρινῶν τούτων τέμνωσι τὸν οὐράνιον
Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ το Ἰνστιτούτο Εκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

ισημερινὸν κατὰ τὰς εὐθείας $\Gamma\alpha'$, $\Gamma\beta'$ καὶ κληθῶσι X_α , X_β οἱ ἀστρικοὶ χρόνοι τῶν τόπων τούτων κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν, θὰ εἶναι $X_\alpha = (\alpha'\widehat{\beta'}\gamma)$, $X_\beta = (\beta'\widehat{\gamma})$. ὅθεν $X_\alpha - X_\beta = (\alpha'\widehat{\beta'})$ (2)

Ἐκ δὲ τῶν (1) καὶ (2) ἔπεται ὅτι $M_\beta - M_\alpha = X_\alpha - X_\beta$ (3) ἤτοι:
Ἡ διαφορὰ τῶν μηκῶν δύο τόπων ἰσοῦται πρὸς τὴν διαφορὰν τῶν ἀστρικῶν χρόνων αὐτῶν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν.

Σημείωσις. Εἰς τὰ ἀνωτέρω ὑπετέθη τὸ γ κείμενον ἐπὶ τοῦ τόξου $\beta'\Gamma\Gamma$. Ὁμοίως δὲ ἐργαζόμεθα καὶ ὅταν τὸ γ κείται ἐπὶ τοῦ τόξου $\Gamma\alpha'$. Ἄν δὲ τὸ γ κείται ἐπὶ τοῦ τόξου $\alpha'\beta'$ ἡ ἰσότης (3) γίνεται $M_\beta - M_\alpha = (X_\alpha + 24 \text{ ὥρ.}) - X_\beta$. Αὕτη σημαίνει ὅτι, ὅταν $X_\alpha < X_\beta$, πρέπει ὁ μειωτέος X_α νὰ αὐξάνηται κατὰ 24 ὥρας.

78. Μέτρησις τοῦ γεωγραφικοῦ μήκους τόπου. — Ἄν λύσωμεν πρὸς M_β τὴν ἀνωτέρω ἰσότητα (3) εὐρίσκομεν ὅτι

$$M_{\beta\beta} = M_\alpha + (X_\alpha - X_\beta) \quad (4).$$

Ἐκ δὲ τῆς $M_\beta - M_\alpha = (X_\alpha + 24) - X_\beta$ εὐρίσκομεν ὅτι :

$$M_\beta = M_\alpha + (X_\alpha + 24) - X_\beta.$$

Ὡστε ὁ προσδιορισμὸς τοῦ γεωγραφικοῦ μήκους τόπου Β ἀνάγεται εἰς τὸν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν προσδιορισμὸν τῶν ἀστρικῶν χρόνων τοῦ τόπου Β καὶ ἄλλου τόπου Α, τοῦ ὁποίου γνωρίζομεν τὸ γεωγραφικὸν μῆκος. Τοῦτο δὲ κατορθοῦται διὰ τῶν ἀκολουθῶν μεθόδων.

Α'. Μέθοδος τηλεγραφικῆ. Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι οἱ δύο τόποι Α καὶ Β συνδέονται διὰ τηλεγραφικῆς γραμμῆς ἣ εἶναι σταθμοὶ ἀσυρμάτου τηλεγράφου καὶ ὅτι ἐν ἑκατέρῳ τῶν τόπων τούτων εὐρίσκεται παρατηρητῆς ἐφωδιασμένος μὲ ἀκριβὲς ὥρολόγιον, τὸ ὁποῖον ἐρρυθμίσθη, οὕτως ὥστε νὰ δεικνύῃ τὴν ἀστρικὴν ὥραν τοῦ τόπου, εἰς τὸν ὁποῖον εὐρίσκεται.

Κατὰ τινα στιγμὴν ὁ ἐν τῷ τόπῳ Α παρατηρητῆς πέμπει πρὸς τὸν ἐν τῷ Β τηλεγραφικόν τι σῆμα, ἐν ᾧ συγχρόνως σημειοῖ τὴν ἀστρικὴν ὥραν κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἀποστολῆς. Ὁ παρατηρητῆς τοῦ τόπου Β δεχόμενος τὸ σῆμα τὴν αὐτὴν στιγμὴν ἔνεκα τῆς μεγάλης ταχύτητος τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος σημειοῖ καὶ οὗτος τὴν ὥραν τὴν ὁποίαν δεικνύει τὸ ὥρολόγιόν του κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς λήψεως τοῦ σήματος.

Διὰ τῆς συγκρίσεως δὲ τῶν σημειωθεισῶν ὥρῶν εὐρίσκεται ἡ διαφορὰ ($X_\alpha - X_\beta$). Πρὸς μείζονα δὲ ἀκρίβειαν ἡ ἐργασία αὕτη ἐπανα-

λαμβάνεται πολλάκις· γίνεται δὲ κατ' ἀντίθετον φοράν, ἥτοι ἐκπέμπονται καὶ ἐκ τοῦ Β πρὸς τὸν Α σήματα καὶ λαμβάνεται ὁ μέσος ὅρος τῶν ὑπολογιζομένων διαφορῶν τῶν ἀστρικῶν χρόνων.

Ἀπὸ τῆς ἀναπτύξεως ὅμως τῆς ραδιοτηλεγραφίας ἡ μέθοδος αὕτη ἠπλοποιήθη μεγάλως. Διότι ἀπὸ πολλοὺς πρωτεύοντας σταθμοὺς ἐκπέμπονται ὠρισμένα σήματα εἰς ὠρισμένας ὥρας τῆς ἡμέρας. Ἄν δὲ παρατηρητὴς τόπου Β δεχθῇ ἐν τοιοῦτον σῆμα ἀπὸ τὸν σταθμὸν τόπου Α, γνωρίζει τὴν ὥραν τοῦ τόπου Α τὴν στιγμὴν ἐκεῖνην. Οὕτω δὲ εὐκόλως εὐρίσκει τὴν διαφορὰν $X_{\alpha} - X_{\beta}$.

Β'. Μέθοδος τῶν οὐρανίων φαινομένων. Ἐνίοτε τὰ τηλεγραφικὰ σήματα ἀντικαθίστανται ὑπὸ οὐρανίου τινὸς φαινομένου, τὸ ὅποιον εἶναι ὁρατὸν ἀπ' ἀμφοτέρων τῶν τόπων. Σημειοῦ δηλαδὴ ἐκάτερος παρατηρητὴς τὴν ὑπὸ τοῦ ὥρολογίου του παρεχομένην ὥραν, καθ' ἣν στιγμὴν ἀρχεται ἢ λήγει οὐράνιον τι φαινόμενον καὶ οὕτω διὰ συγκρίσεως τῶν σημειωθεισῶν ὥρῶν εὐρίσκεται ἡ ζητούμενη διαφορὰ $X_{\alpha} - X_{\beta}$.

Ἐπειδὴ ὅμως ἡ στιγμὴ, κατὰ τὴν ὁποίαν φαίνεται ὅτι ἀρχίζει ἢ λήγει οὐράνιον τι φαινόμενον, ἐξαρτᾶται ἀπὸ διάφορα αἷτια (π.χ. ἀπὸ τὴν διαύγειαν τῆς ἀτμοσφαίρας, τὴν ὀπτικὴν δύναμιν τοῦ παρατηρητοῦ), ἡ μέθοδος αὕτη δὲν ἔχει τὴν ἀκρίβειαν τῆς προηγουμένης.

Γ'. Μέθοδος τῶν χρονόμετρων. Χρονόμετρον, ἥτοι ὥρολόγιον, τὸ ὅποιον εἶναι μετὰ πολλῆς ἐπιμελείας κατασκευασμένον, ἀφ' οὗ ρυθμισθῇ οὕτως, ὥστε νὰ δεικνύῃ ὥραν τοῦ τόπου Α, μεταφέρεται εἰς τὸν τόπον Β. Ἐκεῖ δὲ διὰ παραβολῆς τῆς ὑπ' αὐτοῦ δεικνυομένης ὥρας πρὸς τὴν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν δεικνυομένην ὑπὸ ἐτέρου ὥρολογίου, ὅπερ ἐρυθμίσθη ὥστε νὰ δεικνύῃ ὥραν τοῦ τόπου Β, εὐρίσκεται ἡ ζητούμενη διαφορὰ.

Συνήθως ἀντὶ ἐνὸς μεταφέρονται πλείονα χρονόμετρα πρὸς ἀποφυγὴν σφαλμάτων ἐκ βλάβης τινὸς τοῦ μεταφερθέντος χρονόμετρου. Οὕτω κατὰ τὸ ἔτος 1843 πρὸς προσδιορισμὸν τοῦ γεωγρ. μήκους τῆς Πετρουπόλεως μετεφέρθησαν εἰς αὐτὴν 68 χρονόμετρα δεικνύοντα ἀστρικὴν ὥραν τοῦ Greenwich.

79. Μέτρησις τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους.—Ἐστω T (σχ. 53) σημεῖον τι τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς Γ , $\Gamma T Z$ ἡ κατακόρυφος, OO' ὁ ὀρίζων καὶ φ τὸ γεωγραφικὸν πλάτος αὐτοῦ.

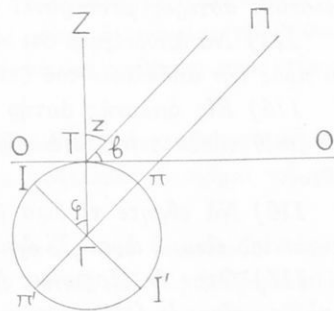
Ἡ ἐκ τοῦ T πρὸς τὸν ὁρατὸν πόλιν τοῦ Οὐρανοῦ κατευθυνομένη

ὁπτική ἀκτὶς $ΤΠ$ εἶναι παράλληλος πρὸς τὸν ἄξονα $ΓΠΠ$ ἔνεκα τῆς ἀπείρου ἀποστάσεως τοῦ πόλου. Ἡ εὐθεῖα ὅθεν $ΤΠ$ εἶναι κάθετος ἐπὶ τῇ $ΠΠ'$ καὶ κατ' ἀκολουθίαν αἱ γωνίαι β καὶ φ εἶναι ἴσαι.

* Ἀρα : Τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τόπου ἰσοῦται πρὸς τὸ ἕξαρμα, ἥτοι τὸ ὕψος τοῦ ὁρατοῦ πόλου ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ.

Ἐπεὶ δὲ μεταξὺ β καὶ z τοῦ ὁρατοῦ πόλου ὑφίσταται ἡ σχέσις $\beta + z = 90^\circ$, ἔπεται ὅτι $\varphi = 90^\circ - z$. Ἀνά-

γεται λοιπὸν ἡ εὐρεσις τοῦ φ εἰς μέτρησιν τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως τοῦ ὁρατοῦ πόλου (§ 32).



Σχ. 35.

Γεωγραφικαὶ συντεταγμέναι ἀξιοσημειώτων ἀστεροσκοπειῶν

	Γεωγρ. μῆκος πρὸς Greenwich			Γεωγρ. μῆκος κατ' ἀνὰδρ. φορὰν πρὸς Greenwich	Γεωγρ. πλάτος
	ὠρ.	π.	δ.		
Ἀθηνῶν	1	34	52,9	A	37° 58' 15'',5 B
Greenwich	0	0	0		51° 28' 38'',2 E
Παρισίων	0	9	20,93	A	48° 50' 11'', B
Ρώμης	0	49	56,34	A	41° 53' 33'',6 B
Βερολίνου	0	53	27,4	A	52° 31' 30'',7 B
Βαρσοβίας	0	53	54,6	A	59° 56' 32'',2 B
Πετροπόλεως	2	1	10,82	A	33° 56' 2'',5 N
Ἀλεξανδρείου	1	13	54,6	A	35° 40' 21'',4 B
Tokio	9	18	10,10	A	38° 55' 14'', B
Ουάσιγκτον	5	8	15,78	Δ	34° 12' 59'',5 B
Ὅρους Wilson	7	52	14,33	Δ	33° 21' 22'',4 B
Palomar	7	47	27,31	Δ	

Ἀσκήσεις

111) Νὰ εὐρεθῇ τῇ βοήθειᾳ τοῦ προηγουμένου πίνακος τὸ γεωγραφικὸν μῆκος τῶν Ἀθηνῶν ὡς πρὸς τὸν μεσημβρινὸν τοῦ Greenwich κατὰ τὴν ἀνάδρομον φορὰν.

112) Κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον νὰ συμπληρώσητε τὴν κενὴν στήλην τοῦ αὐτοῦ πίνακος.

113) Μετὰ πόσας ὥρας ἀπὸ τῆς ἐν Ἀθήναις ἄνω μεσουρανήσεως ἀπλανοῦς ἀστέρος μεσουρανεῖ οὗτος ἄνω ἐν Greenwich:

114) Νὰ ἀποδείξητε ὅτι τὸ γεωγραφικὸν πλάτος ἐνὸς τοποῦ ἰσοῦται πρὸς τὴν ἀπόκλινιν τοῦ ξενιθ τοῦ τόπου τούτου.

115) Εἰς ἀπλανῆς ἀστὴρ ἔχων ἀπόκλινιν $25^{\circ} 12'$ διέρχεται διὰ τοῦ ξενιθ τόπου τινός. Νὰ εὑρητε τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τοῦ τόπου τούτου.

116) Νὰ εὑρητε τί ὥρα (ἀστρική) εἶναι ἐν Ἀθήναις, ὅταν ἐν Greenwich εἶναι 2 ὥραι. Τί ὥρα εἶναι τὴν αὐτὴν στιγμὴν ἐν Παρισίοις;

117) Ὅταν ἐν Παρισίοις ἡ ἀστρική ὥρα εἶναι 22 ὥραι, γὰρ εὑρητε τί ὥρα εἶναι ἐν Οὐάσιγκτωνι;

118) Νὰ εὑρητε τί ὥρα εἶναι ἐν Πετροπόλει, ὅταν ἐν Ἀθήναις εἶναι 0 ὥραι.

119) Νὰ εὑρητε, τί ὥρα εἶναι ἐν Ἀθήναις, ὅταν ἐν Τόκιο εἶναι 0 ὥραι

120) Εἰς ἀπλανῆς ἀστὴρ ἔχει ὁρθὴν ἀναφορὰν 8 ὥρ. 20π. Νὰ εὑρητε τί ὥρα εἶναι ἐν Παρισίοις, καθ' ἣν στιγμὴν οὗτος μεσουρανεῖ ἄνω ἐν Ἀθήναις.

121) Νὰ εὑρητε τί ὥρα εἶναι ἐν τῷ ἀστεροσκοπεῖῳ Wilson ὅταν ἐν Ἀθήναις εἶναι 2 ὥραι.

122) Νὰ εὑρητε τὸ γεωγραφικὸν μῆκος τόπου, ἐν ᾧ ἡ ὥρα εἶναι 22 ὥρ. 25π. 7,1 δ, καθ' ἣν στιγμὴν ἐν Ἀθήναις εἶναι 0 ὥραι.

123) Νὰ εὑρεθῇ τὸ γεωγραφικὸν μῆκος τῆς Ἱερουσαλὴμ, γνωστοῦ ὄντος ὅτι, ὅταν ἐν Ἀθήναις ἡ ἀστρική ὥρα εἶναι 11 ὥρ. 20 π. ἐν Ἱερουσαλὴμ εἶναι 12 ὥρ. 5π. 50δ.

124) Νὰ εὑρητε τὴν διαφορὰν τῶν ἀστρικῶν ὥρῶν ἐν Ἀθήναις καὶ Οὐάσιγκτωνι τὴν αὐτὴν στιγμὴν.

80. ΓΕΩΕΙΔΕΣ.—Ἐμάθομεν ἤδη (§ 72) ὅτι τὸ πραγματικὸν σχῆμα τῆς Γῆς, ἦτοι τὸ σχῆμα τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης καὶ τῆς χέρσου εἶναι σφαιροειδές.

Εἶναι δὲ γνωστὸν ὅτι : α') Ἡ ξηρὰ κατέχει μόλις τὸ $1/4$ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς. β') Τὸ μέσον ὕψος τῶν ἡπείρων ὑπὲρ τὴν μέσην ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης (1) εἶναι ἐλάχιστον (700 μ.) ἐν σχέσει πρὸς

1. Γνωρίζομεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τῆς θαλάσσης ὑφίσταται παλίρροιαν, ἥτοι περιοδικὴν ἀνύψωσιν καὶ ταπείνωσιν εἰς ἕκαστον σημεῖον αὐτῆς. Οἱ ἀστρονόμοι φαντάζονται τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης ὅποια θὰ ἦτο, ἂν ἔλειπον τὰ κύματα καὶ αἱ παλίρροιαι. Καλοῦσι δὲ ταύτην μέσην ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης.

τὸ μέγεθος τῆς Γῆς. Ἐκ τούτων ἔπεται ὅτι τὸ πραγματικὸν σχῆμα τῆς Γῆς ἐλάχιστα διαφέρει τοῦ σχήματος τῆς μέσης ἐπιφανείας τῶν θαλασσῶν προεκτεινομένης νοερώς ὑπὸ τὰς ἡπείρους καθέτως πρὸς τὴν ἐν ἐκάστῳ διεύθυνσιν τῆς βαρύτητος.

Ἡ ἰδεατὴ αὐτῇ ἐπιφάνεια καλεῖται **Γεωειδὲς ἢ μαθηματικὴ ἐπιφάνεια**. Κατὰ ταῦτα ὡς σχῆμα τῆς Γῆς θεωροῦμεν τὸ σχῆμα τοῦ γεωειδοῦς.

Πρὸς ἀκριβῆ καθορισμὸν τοῦ σχήματος τοῦ γεωειδοῦς δέον νὰ μετρηθῶσιν ἐπὶ διαφόρων μεσημβρινῶν αὐτοῦ καὶ εἰς διάφορα πλάτη τὸ ἔξ 1° καὶ νὰ συγκριθῶσι τὰ ἐξαγόμενα ταῦτα. Ἐὰν τὰ τόξα ταῦτα εἴχον τὸ αὐτὸ μῆκος, οἱ μεσημβρινοὶ θὰ ἦσαν κύκλοι καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἡ Γῆ θὰ ἦτο σφαῖρα (τὸ γεωειδὲς δηλ. θὰ ἦτο ἐπιφάνεια σφαίρας). Ἐν ἐναντίᾳ περιπτώσει τὸ σχῆμα τῆς Γῆς εἶναι διάφορον σφαίρας.

81. Μέτρησις μεσημβρινοῦ τόξου.—Ἐν πρώτοις παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μέτρησις μεσημβρινοῦ τόξου τοῦ γεωειδοῦς εἶναι ἀδύνατος. Ἐνεκα τούτου αἱ μετρήσεις γίνονται ἐπὶ τῆς ξηρᾶς καὶ τὰ ἀποτελέσματα ἀνάγονται εἰς ἐκεῖνα, τὰ ὅποια θὰ προέκυπτον, ἂν ἡ ἐργασία ἐγίνετο ἐπὶ τοῦ γεωειδοῦς.

Πρῶτος ὁ Ἐρατοσθένης εὔρε τὸ μῆκος γῆινου μεσημβρινοῦ τόξου ὡς ἑξῆς :

Οὗτος παρατήρησεν ὅτι κατὰ τὴν μεσημβρίαν τῆς θερινῆς τροπῆς τὰ κατακόρυφα ἀντικείμενα ἐν Συήνῃ δὲν ἔρριπτον σκιάν. Ἦτο λοιπὸν ὁ ἥλιος εἰς τὸ Zenith τῆς Συήνης κατὰ τὴν μεσημβρίαν τῆς ἡμέρας ἐκείνης. Μετὰ τὴν βοήθειαν δὲ τοῦ γνώμονος εὔρεν ὅτι ἐν Ἀλεξανδρίᾳ τὴν ἡμέραν ἐκείνην ἡ μεσημβρινὴ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ ἥλιου ἦτο 7° 12'. Φρονῶν δὲ ὅτι ἡ Συήνη καὶ ἡ Ἀλεξάνδρεια ἔκειντο ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ μεσημβρινοῦ (γνώμη μὴ τελείως ἀληθής) συνεπέραναν ὅτι τὸ μεταξὺ αὐτῶν μεσημβρινὸν τόξον ἦτο 7° 12', ἦτοι τὸ $\frac{1}{80}$ τῆς περιφερείας. Γνωρίζων δὲ τὴν μεταξὺ τῶν δύο τούτων πόλεων ἀπόστασιν εὔρεν ὅτι τὸ μῆκος τόξου μιᾶς μοίρας τοῦ μεσημβρινοῦ αὐτῶν ἦτο 700 αἰγυπτιακὰ στάδια, ἦτοι 112 500 μέτρα.

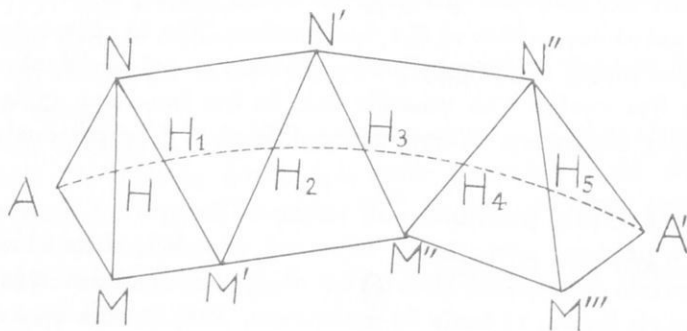
Τὸ ἐξαγόμενον τοῦτο θεωρεῖται λίαν ἱκανοποιητικὸν λαμβανομέ-

Σημείωσις. Συήνη ἐκαλεῖτο τὸ σημερινὸν Ἀσσουάν τῆς Ἀνω Αἰγύπτου.

νων ὑπ' ὅσιν τῶν ἀτελῶν μέσων, τὰ ὁποῖα διέθετεν ὁ Ἑρατοσθένης
Σήμερον ἡ ἐργασία αὕτη γίνεται ὡς ἐξῆς :

*Εστω πρὸς μέτρησιν τὸ μεσημβρινὸν τόξον AA' (σχ. 54). Ἐκατέρωθεν αὐτοῦ ἐκλέγομεν σειρὰν σταθμῶν $M, M', M'', N, N', N'' \dots$ ὅσῳ τὸ δυνατόν πολυαριθμοτέρων καὶ ἀρκετὰ ἐγγύς ἀλλήλων, ὥστε ἐξ ἐκάστου τούτων νὰ εἶναι ὁρατὰ τὰ ἐπὶ τῶν πέριξ τοποθετημένα σήματα.

Μετροῦμεν δὲ ἔπειτα διὰ τοῦ Θεοδολίχου τὰς γωνίας τῶν τριγώνων $ANM, NMM', M'N'N'$ κλπ καὶ μίαν πλευράν π.χ. τὴν AM , ἣν λαμβάνο-



Σχ. 54.

μεν ὡς βάσιν. Προσδιορίζομεν δὲ εἰς τὸ σημεῖον A τὴν διεύθυνσιν τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς, ἥτις τέμνει τὴν πλευράν NM εἰς τι σημεῖον H . Ἐπιλύοντες ἔπειτα κατὰ σειρὰν τὰ τρίγωνα $ANM, NMM', NM'N'$ κ.λ.π. ὀρίζομεν τὰς πλευράς αὐτῶν.

Ἐπειτα ἐπιλύομεν τὸ AMH καὶ ὀρίζομεν τὸ μῆκος τοῦ τόξου AH , τὴν γωνίαν H καὶ τὴν πλευράν HM . Μετὰ τοῦτο ἐπιλύομεν τὸ τρίγωνον NHH_1 ἐκ τῆς NH καὶ τῶν προσκειμένων γωνιῶν καὶ ὀρίζομεν τὸ μῆκος τοῦ τόξου HH_1 , τὴν πλευράν NH_1 καὶ τὴν γωνίαν H_1 .

Μεθ' ὃ διὰ τῆς ἐπιλύσεως τοῦ $M'H_1H_2$ εὐρίσκομεν τὸ μῆκος H_1H_2 καὶ οὕτω καθ' ἐξῆς ὑπολογίζομεν τὰ μήκη τῶν τόξων H_2H_3, H_3H_4 κ.λ.π.

Ἐὰν δὲ τὸ ἄθροισμα τῶν μηκῶν τούτων, δηλ. τὸ μῆκος τοῦ AA' , διαιρέσωμεν διὰ τοῦ ἀθροίσματος τῶν γεωγραφικῶν πλατῶν τῶν τόπων A καὶ A' ἢ διὰ τῆς διαφορᾶς αὐτῶν (καθ' ὅσον οἱ τόποι κεῖνται εἰς διάφορα ἢ εἰς τὸ αὐτὸ ἡμισφαίριον τῆς $\Gamma\etaς$) εὐρίσκομεν τὸ μῆκος 1° τοῦ τόξου AA' .

Ἡ μέθοδος αὕτη τῆς ἀμέσου ἐπὶ τοῦ ἐδάφους μετρήσεως μεσημβρινῶν τόξων καλεῖται *τριγωνισμός* (1).

82. Ἀκριβές σχῆμα τῆς Γῆς. — Ἡ προηγουμένως ἐκτεθεῖσα μέθοδος τοῦ τριγωνισμοῦ ἐφηρμόσθη τὸ πρῶτον κατὰ τὸ 1669 ὑπὸ τοῦ Γάλλου ἀστρονόμου Picard διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ μεταξὺ Παρισίων καὶ Ἀμιένης τόξου (1°13' περίπου).

Βραδύτερον (1736) ἡ Γαλλικὴ Ἀκαδημία τῶν ἐπιστημῶν ἀνέθηκεν εἰς δύο ἀποστολάς τὴν ἐκτέλεσιν δύο νέων τριγωνισμῶν ἐν Λαπωνίᾳ καὶ Περού. Αἱ ἐργασίαι τοῦ Picard καὶ τῶν ἀποστολῶν τούτων κατέληξαν εἰς τὰ ἀκόλουθα ἀποτελέσματα :

Γεωγραφικὸν πλάτος	μῆκος τόξου 1°
Περού 1° 31' 1" N	56750 ὀργυαί.
Γαλλία 46° 8' 6" B	57060 »
Λαπωνία 66° 28' 10" B	57422 »

Ἐκτετε διάφοροι τριγωνισμοὶ ἐγένοντο εἰς διάφορα πλάτη καὶ ἐπὶ διαφόρων μεσημβρινῶν. Ἐκ πάντων τούτων τῶν τριγωνισμῶν προέκυψαν τὰ ἀκόλουθα συμπεράσματα :

- 1) Ὅλοι οἱ μεσημβρινοὶ τῆς Γῆς εἶναι ἴσοι.
- 2) Τὰ εἰς τὸ αὐτὸ πλάτος ἀντιστοιχοῦντα τόξα 1° οἶων-
δήποτε μεσημβρινῶν ἔχουσι τὸ αὐτὸ μῆκος.
- 3) Τὸ μῆκος μεσημβρινοῦ τόξου 1° αὐξάνει ἐκ τοῦ ἰση-
μερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους.

Ἐκ τούτων συνάγεται ὅτι :

Α') Ἐκαστος μεσημβρινὸς τῆς Γῆς ἔχει σχῆμα ἐλλείψεως, τῆς ὁποίας ὁ μικρὸς ἄξων ταυτίζεται μετὰ τοῦ ἄξονος τῆς Γῆς.

Β') Ἡ Γῆ ἔχει σχῆμα ἐλλειψοειδοῦς ἐκ περιστροφῆς περὶ τὸν μικρὸν αὐτῆς ἄξονα. Εἶναι δηλαδὴ ἡ Γῆ πεπλατυσμένη εἰς τοὺς πόλους καὶ ἐξωγκωμένη περὶ τὸν Ἰσημερινόν.

83. Μῆκος τοῦ μέτρου (βασιλικοῦ πήχεως).— Κατὰ τὸ ἔτος 1790 ἡ συντακτικὴ τῶν Γάλλων συνέλευσις ἀπεφάσισε νὰ θεσπίσῃ ὁμοειδὲς σύστημα μέτρων καὶ σταθμῶν δι' ἅπασαν τὴν Γαλλίαν. Ἀνέθηκεν δὲ τὴν μεταρρύθμισιν ταύτην εἰς ἐπιτροπεῖαν διακεκριμένων ἀστρονόμων καὶ μαθηματικῶν τῆς Γαλλίας.

1. Ὁ τριγωνισμὸς ὑπεδείχθη ὑπὸ τοῦ Ὀλλανδοῦ Μαθηματικοῦ Snellius (1551 - 1626).

Ἡ ἐπιτροπεία αὕτη ὥρισεν ὡς μονάδα μήκους τὸ ἐν δεκάκις ἑκατομμυριστὸν τοῦ τετάρτου τοῦ γηίνου μεσημβρινοῦ καὶ ὠνόμασε τὴν μονάδα ταύτην **μέτρον**. Πρὸς ἀκριβῆ δὲ καθορισμὸν τοῦ μήκους τοῦ μέτρου ἀνέθηκεν εἰς τοὺς ἀστρονόμους Delambre καὶ Machain τὴν μέτρησιν τοῦ μεταξὺ Δουγκέρκης καὶ Βαρκελώνης μεσημβρινοῦ τόξου Διὰ τῆς συγκρίσεως δὲ τῶν πορισμάτων τῆς μετρήσεως ταύτης πρὸς τὰ τῶν ἐν Λαπωνίᾳ καὶ Περοῦ γενομένων μετρήσεων εὗρέθη ὅτι :

Τὸ $\frac{1}{4}$ τοῦ γηίνου μεσημβρινοῦ = 5 130 740 ὀργυιάς καὶ κατ' ἀκολουθίαν $1 \mu = \frac{5\ 130\ 740}{10\ 000\ 000}$ ὀργ. = 0,513 074 ὀργ.

Κατεσκευάσθη λοιπὸν κανὼν ἐκ λευκοχρύσου ἔχων ὑπὸ θερμοκρασίαν 0° K μῆκος 0,513 074 ὀργ. καὶ φυλάσσεται ἐν Παρίσις χρησιμεύων ὡς πρότυπον μέτρον.

Τὸ μέτρον τοῦτο εἰσήχθη καὶ παρ' ἡμῶν διὰ Βασιλικῷ Διατάγματος τῆς 28ης Σεπτεμβρίου 1836. ὠνομάσθη δὲ **βασιλικὸς πῆχυς**.

84. Μέγεθος τῆς Γῆς. Μέση ἀκτίς αὐτῆς. — Ὁ ἀστρονόμος Klarke στηριζόμενος ἐπὶ πολυαρίθμων μετρήσεων τόξων διαφόρων μεσημβρινῶν εὗρε τὰς ἀκολουθοῦσας τιμὰς τῶν στοιχείων τοῦ γηίνου ἑλλειψοειδοῦς.

Μῆκος μεγάλου	ἡμιάξονος	6 378 249 μ
» μικροῦ	»	6 356 515 »
» μεσημβρινοῦ	»	40 007 472 »
» ἰσημερινοῦ	»	40 075 721 »

Ἐπιφάνεια 510 065 000 τετραγωνικὰ χιλιόμετρα.

Ὅγκος 1 083 205 ἑκατομμύρια κυβικὰ χιλιόμετρα.

Αἱ νεώτεροι δὲ καταμετρήσεις καὶ ὑπολογισμοὶ ἄγουσιν εἰς τὰς ἀκολουθοῦσας τιμὰς τῶν στοιχείων τοῦ γηίνου ἑλλειψοειδοῦς.

Μῆκος μεγάλου	ἡμιάξονος	6 378 388 μ
» μικροῦ	»	6 356 912 »
» μεσημβρινοῦ	»	40 009 152 »
» ἰσημερινοῦ	»	40 076 625 »

Ἐπιφάνεια 510 101 000 τετραγωνικὰ χιλιόμετρα.

Ὅγκος 1 083 320 ἑκατομμύρια κυβικὰ χιλιόμετρα.

Κατὰ ταῦτα ὁ μῆκος ἡμιάξων τῆς Γῆς, ἡ ἰσημερινὴ δηλαδὴ ἀκτίς αὐτῆς ὑπερέχει τῆς πολιτικῆς ἀκτίνος (μικροῦ ἡμιάξονος) κατὰ 21 476



μέτρα. Ἡ διαφορὰ αὕτη εἶναι ἐλαχίστη παραβαλλομένη πρὸς τὸ μῆκος ἑκατέρου ἡμιάξονος· κατ' ἀκολουθίαν τὸ γήινον ἔλλειψοειδὲς ἐλάχιστα διαφέρει σφαίρας. Τούτου ἕνεκα εἰς πολλὰ ζητήματα θεωροῦμεν τὴν Γῆν ὡς σφαῖραν, ἥς ἡ ἀκτίς καλουμένη **μέση ἀκτίς** τῆς Γῆς, λαμβάνεται ἴση πρὸς $\frac{40\,000\,000}{2\pi} = 6\,366\,197$ μέτρα.

Σημείωσις. Ἡ πλάτυνσις τῆς Γῆς κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τοῦ Klarke εἶναι $\frac{1}{293,466}$. Κατὰ δὲ τὸν Helmert, ἡ πλάτυνσις αὕτη εἶναι $\frac{1}{298,3}$. Σήμερον

ἀνεγνωρισμένη τιμὴ τῆς πλατύσεως τῆς Γῆς εἶναι $\frac{1}{297}$. Κατὰ ταῦτα τὸ γήινον ἔλλειψοειδὲς ὁμοιάζει πρὸς ἔλλειψοειδές, οὗ ὁ μὲν μέγας ἡμιάξων ἔχει μῆκος 297 χιλιοστόμετρα, ὁ δὲ μικρὸς 296 χιλιοστόμετρα.

Τὸ μῆκος τόξου μιᾶς μοίρας τοῦ γηίνου μεσημβρινοῦ εἶναι κατὰ μέσον ὅρον 111 111,11 μ, τὸ δὲ μῆκος μεσημβρινοῦ τόξου 1' (ἐν ναυτικὸν μίλιον) εἶναι 111 111,11 : 60 = 1851,85 διὰ τὸ στρογγύλον δὲ λαμβάνεται 1852 μέτ.

Ἀσκήσεις

125) Νὰ εὑρεθῇ τὸ γεωγρ. πλάτος τῆς Συνήνης σύμφωνα μὲ τὴν παρατήρησιν τοῦ Ἑρατοσθένους.

126) Νὰ εὑρεθῇ τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τῆς Ἀλεξανδρείας κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τοῦ Ἑρατοσθένους.

127) Ἡ γεωγραφικὴ λεῦγα ἰσοῦται πρὸς τὸ $\frac{1}{25}$ τῆς μοίρας μεσημβρινοῦ τόξου τῆς Γῆς. Νὰ εὑρεθῇ πόσα μέτρα ἔχει αὕτη.

128) Ἡ ναυτικὴ λεῦγα ἰσοῦται πρὸς τὸ $\frac{1}{20}$ τῆς μοίρας μεσημβρινοῦ τόξου τῆς Γῆς. Νὰ εὑρεθῇ πόσα μέτρα ἔχει αὕτη.

129) Ἀτμόπλοιοι ἀναχωρῆσαν ἀπὸ σημεῖον τοῦ ἰσημερινοῦ καὶ κατ' εὐθείαν πρὸς βορρᾶν κατευθυνόμενον ἔχει ταχύτητα 12 ναυτικῶν μιλίων καθ' ὥραν. Νὰ εὑρεθῇ εἰς πόσον γεωγραφικὸν πλάτος θὰ εὐρίσκηται μετὰ 24 ὥρας.

130) Ἀτμόπλοιοι ἀναχωρῆσαν ἀπὸ τὸ γεωγραφικὸν πλάτος 40° Β κατευθύνεται κατ' εὐθείαν πρὸς Νότον καὶ μετὰ πλοῦν 10 ὥρῶν ἔφθασεν εἰς γεωγραφικὸν πλάτος 37° 30' Β. Νὰ εὑρεθῇ μὲ πόσον ταχύτητα ἐπλέεν.

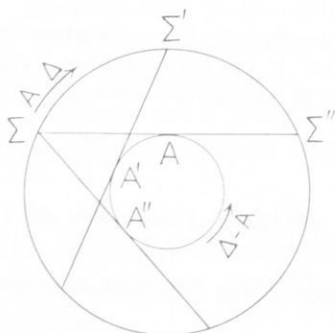
131) Τὸ μεταξὺ δύο τόπων τοῦ ἰσημερινοῦ τόξου αὐτοῦ ἔχει μῆ-

κος 87,5 γεωγραφικὰς λεύγας. Νὰ εὑρητε τὴν διαφορὰν τῶν μηκῶν αὐτῶν μετρουμένων κατὰ τὸν ἀστρονομικὸν τρόπον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

85. Ἐξήγησις τῆς ἡμερησίας κινήσεως τῆς οὐρανίου σφαίρας — Ἡ φαινομένη ἡμερησία κίνησις (§ 21) τῆς οὐρανίου σφαίρας δύναται νὰ ἐξηγηθῇ διπτῶς. 1) Ἡ



Σχ. 55.

ἢ Γῆ μένει ἀκίνητος, ἐν ᾧ οἱ ἀστέρες στρέφονται ἐξ Α πρὸς Δ, ὡς φαίνονται κινούμενοι. 2) Ἡ οἱ ἀστέρες εἶναι ἀκίνητοι, ἡ δὲ Γῆ στρέφεται περὶ ἄξονα ἐκ Δ πρὸς Α συμπληροῦσα ὁλόκληρον περιστροφὴν εἰς μίαν ἀστρικὴν ἡμέραν. Πράγματι κατὰ τὴν πρώτην ὑπόθεσιν παρατηρητὴς τις Α ἐστραμμένος πρὸς Νότον βλέπει ἀστέρα Σ ἀνατέλλοντα ἐξ ἀριστερῶν, ἀνυψούμενον μέχρι τῆς θέσεως Σ' καὶ δύνοντα εἰς τὴν θέσιν Σ'' πρὸς τὰ δεξιὰ αὐτοῦ (σχ. 55).

Κατὰ τὴν δευτέραν ὑπόθεσιν ὁ παρατηρητὴς Α βλέπει τὸν ἀστέρα Σ ἀνατέλλοντα ἐξ ἀριστερῶν, μεσουρανοῦντα καὶ τέλος πρὸς τὰ δεξιὰ αὐτοῦ, καθ' ὅσον, ἐν ᾧ ἡ Γῆ στρέφεται ἐκ Δ πρὸς Α, συστρέφεται καὶ ὁ παρατηρητὴς μετὰ τοῦ ὀρίζοντος αὐτοῦ καὶ εὐρίσκεται διαδοχικῶς εἰς θέσεις Α, Α', Α'' κ.τ.λ.

“Ολοὶ ἀφ' ἐτέρου γνωρίζομεν ὅτι πραγματικὴ τις κίνησις γίνεται πρῶξενος φαινομένης τινὸς κινήσεως. Οὕτως, ἂν ταχέως στραφῶμεν περὶ ἑαυτοὺς ἐκ Δ πρὸς Α, βλέπομεν ὅτι τὰ περὶ ἀντικείμενα φαίνονται στρεφόμενα ἐξ Α πρὸς Δ, ἐν ᾧ πράγματι ταῦτα εἶναι ἀκίνητα. Ὁ εὐρισκόμενος ἐν σιδηροδρόμῳ ἢ ἀτμοπλοίῳ κινούμενῳ καὶ τὰ ἐκτὸς παρατηρῶν ἀντικείμενα βλέπει ὅτι ταῦτα φαίνονται κινούμενα ἀντιθέτως πρὸς τὴν κίνησιν τοῦ κινητοῦ, ἐφ' οὗ βαίνει.

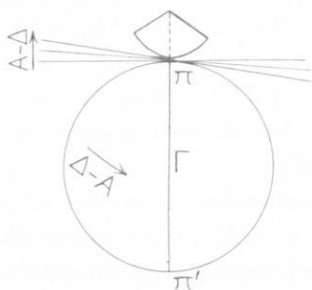
86. Ἀποδείξεις τῆς περιστροφῆς τῆς Γῆς.—Ἐπάρχουσι πλεῖστοι λόγοι πείθοντες ὅτι ἡ Γῆ στρέφεται ἐκ Δυσμῶν πρὸς Ἀνατολὰς. Πρὶν δὲ ἐκθέσωμεν τοὺς κυριώτερους τούτων παρατηρούμεν ὅτι, ἐπειδὴ ἡ Γῆ εἶναι μεμονωμένη ἐν τῷ διαστήματι, (§ 73) οὐδὲν ἀντίκειται εἰς τὴν κίνησιν τῆς· ἀρκεῖ αὕτη νὰ ἔλαβεν ὅπωςδῇποτε ἀρχικὴν τινὰ ὠθῆσιν. Οἱ κυριώτεροι δὲ λόγοι εἶναι οἱ ἐξῆς :

1) **Τὸ σχῆμα τῆς Γῆς.** Πειραματικῶς ἀποδεικνύεται ὅτι μᾶλλον ὑγρὰ ὑποκειμένη εἰς περιστροφικὴν κίνησιν περὶ ἄξονα διὰ μέσου αὐτῆς διερχόμενον συμπίεζεται κατὰ τὰ κοινὰ σημεῖα τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς καὶ τοῦ ἄξονος. Ἐλαβε λοιπὸν ἡ Γῆ τὸ σχῆμά της (§ 82) ὅτε διετέλει, ὡς ἀποδεικνύει ἡ Γεωλογία, ἐν διαπύρῳ καὶ τεττηνίᾳ καταστάσει, ἕνεκα τῆς περιστροφῆς αὐτῆς.

2) **Ἡ πρὸς Α ἀπόκλισις τῶν πιπτόντων σωμάτων.** Βαρὺ σῶμα ἀφιέμενον ἐλεύθερον ἐκ τινος ὕψους πίπτει ὀλίγον ἀνατολικώτερον τοῦ ποδὸς τῆς κατακορύφου. Ἡ τοιαύτη ἀπόκλισις μόνον διὰ τῆς παραδοχῆς τῆς ἐκ Δ πρὸς Α περιστροφῆς τῆς Γῆς δύναται νὰ ἐξηγηθῇ. Τῷ ὄντι. Τὰ ὑψηλότερα σημεῖα γράφοντα περιφερείας μεγαλυτέρας τῶν χαμηλοτέρων εἰς τὸν αὐτὸν χρόνον κινοῦνται πρὸς Α ταχύτερον αὐτῶν. Ὡστε τὸ βαρὺ σῶμα, ὡς ἀπὸ ὕψους ἀφιέμενον, ἔχει μεγαλυτέραν πρὸς Ἀνατολὰς ταχύτητα τοῦ ποδὸς τῆς κατακορύφου καὶ κατ' ἀκολουθίαν πίπτει ἀνατολικώτερον αὐτοῦ. Πράγματι δὲ πειράματα γενόμενα εἰς βαθέα μεταλλευτικὰ φρέατα ἐπιστοποίησαν τὴν ἀπόκλινιν ταύτην.

3) **Ἡ ἀπόκλισις τῶν βλημάτων.** Ἄν ἡ Γῆ δὲν ἐστρέφετο περὶ ἄξονα, βλήμα ἐκτοξευόμενον ἐκ σημείου Α τοῦ βορείου ἡμισφαίριου κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ Α καὶ ἐκ Βορρᾶ πρὸς Νότον, ἔπρεπε νὰ πέσῃ εἰς τόπον Β τοῦ αὐτοῦ μεσημβρινοῦ. Ἀκριβεῖς ὁμως παρατηρήσεις δεικνύουσιν ὅτι τοῦτο ἀποκλίνει πρὸς Δυσμᾶς. Ἡ ἀπόκλισις αὐτῇ, τελείως ἄλλως οὕσα ἀνεξήγητος, ἐξηγεῖται διὰ στροφῆς τῆς Γῆς ἐκ Δ πρὸς Α. Πράγματι· τὰ βορειότερα σημεῖα τοῦ βορείου ἡμισφαίριου ἀπέχοντα ὀλιγώτερον τοῦ ἄξονος ἢ τὰ νοτιώτερα κινοῦνται βραδύτερον τῶν νοτιωτέρων. Τὸ βλήμα λοιπὸν ἔχει ταχύτητα πρὸς Α μικρότερον τοῦ σημείου Β. Ὀφείλει λοιπὸν τοῦτο νὰ εὑρεθῇ ἀνατολικώτερον τοῦ βλήματος, ὅπως πράγματι συμβαίνει. Ὁμοίως ἐξηγεῖται ἡ πρὸς Α ἀπόκλισις βλήματος ἐκτοξευομένου ἐκ Ν πρὸς Β ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαίριῳ.

4) **Ἡ κατεύθυνσις τῶν ἀλγῶν καὶ ἀνταλγῶν ἀνέμων.** Εἶναι γνωστὸν ὅτι ὁ θερμὸς ἀήρ τῶν τόπων τοῦ ἰσημερινοῦ ἀνερχόμε-

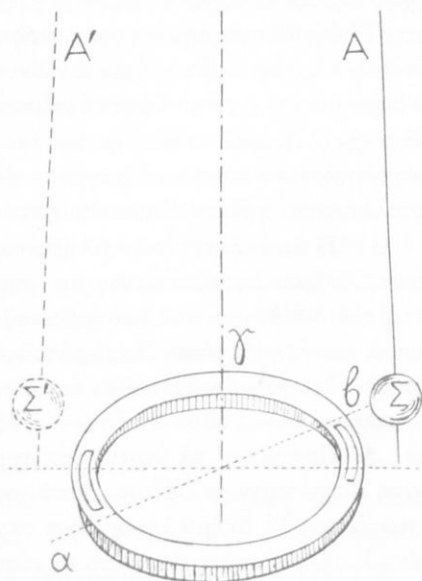


Σχ. 56.

νος αντικαθίσταται υπό ψυχροτέρου αέρος πνέοντος εκ των πόλων. Ὁ ανερχόμενος δὲ αἰὲρ ψυχόμενος εἰς τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας ρέει πρὸς τοὺς πόλους κατερχόμενος. Οὕτω δὲ σχηματίζεται ἐν κατώτερον ρεῦμα ἐκ τῶν πόλων πρὸς τὸν ἰσημερινὸν καὶ ἕτερον ἀνώτερον ἐκ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους. Τὸ πρῶτον ἀποτελεῖ τοὺς **ἀλληγεῖς**, τὸ δὲ δεύτερον τοὺς **ἀνταληγεῖς** ἀνέμους. Ἐὰν ἡ Γῆ δὲν ἐστρέφετο περὶ τὸν ἄξονά της, ἐν τῷ βορείῳ

π.χ. ἡμισφαίριῳ οἱ μὲν ἀλληγεῖς ἀνεμοὶ θὰ ᾔσαν καθαρῶς βόρειοι, οἱ δὲ ἀνταληγεῖς νότιοι. Ἐν τῇ πραγματικότητι ὅμως οἱ μὲν ἀλληγεῖς ἀνεμοὶ εἶναι βορειοανατολικοὶ οἱ δὲ ἀνταληγεῖς νοτιοδυτικοί. Παραβάλλοντες τὰ μόρια τοῦ αέρος πρὸς μικρὰ βλήματα ἐξηγοῦμεν, ὡς προηγουμένως, τὴν τοιαύτην τῶν ἀνέμων τούτων κατεύθυνσιν διὰ τῆς ἐκ Δ πρὸς Α στροφῆς τῆς Γῆς, ἐν ᾧ ἄλλως εἶναι ἀνεξήγητος.

5) Ἡ μεταβολὴ τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς. Οἱ φυσικοὶ διὰ λεπτοτάτων παρατηρήσεων ἐπὶ τῆς κινήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς ὀρίζονται τὴν ἔντασιν g τῆς βαρύτητος εἰς τοὺς διαφόρους τόπους τῆς Γῆς. Οὕτως εὑρον ὅτι $g = 983,221$ ἑκατοστόμετρα εἰς τοὺς πόλους καὶ $g = 978,049$ ἑκατοστόμετρα εἰς τὸν ἰσημερινόν. Ἐὰν ὅμως ληφθῇ ὑπ' ὄψιν μόνον τὸ σχῆμα τῆς Γῆς, εὐρίσκουσι δι' ὑπολογισμοῦ ὅτι εἰς τὸν ἰσημερινὸν πρέπει νὰ εἶναι $g = 981,441$, ἥτοι κατὰ 3,392 ἑκατοστόμετρα μεγαλύτερα τῆς πραγματικῆς.



Τὸ ἐκκρεμές τοῦ Foucault.

Ἡ ἀσυμφωνία αὕτη ἐξηγεῖται μόνον διὰ τῆς στροφῆς τῆς Γῆς περὶ ἄξονα. Πράγματι, ἂν ἡ Γῆ στρέφεται περὶ ἄξονα, εἰς ἕκαστον σημεῖον τοῦ ἰσημερινοῦ ἀναπτύσσεται φυγόκεντρος δύναμις, ἥτις ἀντιδρᾷ εἰς τὴν βαρύτητα καὶ συντελεῖ εἰς τὴν ἐλάττωσιν τοῦ g . Ὁ δὲ ὑπολογισμὸς δεικνύει ὅτι ὄντως ἡ ἐλάττωσις αὕτη εἶναι 3,392 ἑκατοστόμετρα.

Εἰς τοὺς πόλους ἕνεκα τῆς ἀκινήσεως των δὲν ἀναπτύσσεται φυγόκεντρος δύναμις καὶ οὐδεμία ἐπέρχεται μεῖωσις τοῦ g .

6) **Τὸ πείραμα τοῦ ἐκκρεμοῦς**. Ἡ Μηχανικὴ ἀποδεικνύει ὅτι τὸ ἐπίπεδον τῆς αἰωρήσεως ἐκκρεμοῦς μένει ἀμετάβλητον καὶ ὅταν ὁ ἄξων τῆς ἐξαρτήσεως στρέφεται. Τούτων τεθέντων ἄς φαντασθῶμεν ἐκκρεμὲς ἐξήρτημένον ὑπεράνω πόλου τινὸς τῆς Γῆς (σχ. 56). Ἐὰν ἡ Γῆ ᾗτο ἀκίνητος, τὸ ἐπίπεδον τῆς αἰωρήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς θὰ εἶχε τὴν αὐτὴν πάντοτε διεύθυνσιν ἐν σχέσει πρὸς σταθερὰ ἐπὶ τῆς Γῆς ἀντικείμενα.

Ἄν δὲ ἡ Γῆ κινεῖται περὶ τὸν ἄξονα πρὸς Δ πρὸς A , παρατηρητῆς ἐπ' αὐτῆς κείμενος θὰ ἐλάμβανεν ἐντὸς 24 ὥρῶν πάσας τὰς θέσεις ἐν σχέσει πρὸς τὸ ἐπίπεδον τῆς αἰωρήσεως. Μὴ ἔχων δὲ συνείδησιν τῆς τοιαύτης αὐτοῦ κινήσεως, θὰ ἐνόμιζεν ὅτι τὸ ἐπίπεδον τῆς αἰωρήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς κινεῖται ἐξ A πρὸς Δ .

Ἐπειδὴ δὲν ᾗτο δυνατὸν νὰ γίνῃ τὸ πείραμα εἰς οὐδένα τῶν πόλων τῆς Γῆς, ὁ Foucault ἐξετέλεσεν αὐτὸ ἐν Παρίσις κατὰ τὸ ἔτος 1851 δι' ἐκκρεμοῦς, τὸ ὁποῖον ἐξήρτησεν ἐκ τοῦ θόλου μιᾶς τῶν αἰθουσῶν τοῦ Πανθέου. Ἡ σφαῖρα τοῦ ἐκκρεμοῦς τούτου ἔφερε κάτωθεν βελόνην, ἥτις ἐπὶ ἄμμου ἐπὶ τοῦ δαπέδου κειμένης ἐχάραττεν αὐλάκας, ἐν ᾗ τὸ ἐκκρεμὲς ἐκινεῖτο.

Ἐκ τῆς μεταβολῆς δὲ τῆς διευθύνσεως τῆς χαρασσομένης αὐλάκος ἐβεβαιώθη ὁ Foucault καὶ οἱ ἄλλοι μετ' αὐτοῦ σοφοὶ ὅτι τὸ ἐπίπεδον τῆς αἰωρήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς ἐφαίνετο στρεφόμενον ἐξ A πρὸς Δ . Ἐπειδὴ δὲ τοιαύτη τοῦ ἐπιπέδου τούτου κίνησις εἶναι ἀδύνατος, συμπεραίνομεν ὅτι φαίνεται τοῦτο κινούμενον, διότι ἡ Γῆ πράγματι στρέφεται ἐκ Δ πρὸς A .

Ἀσκήσεις

132) Νὰ εὑρεθῇ τὴν ταχύτητα κατὰ 1° δ, μὲ τὴν ὁποίαν στρέφεται ἕκαστον σημεῖον τοῦ γηγίνου ἰσημερινοῦ.

133) Νὰ εὑρεθῇ τὴν ταχύτητα, μὲ τὴν ὁποίαν στρέφεται σημεῖον τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς, τὸ ὁποῖον ἔχει γεωγραφικὸν πλάτος 40° .

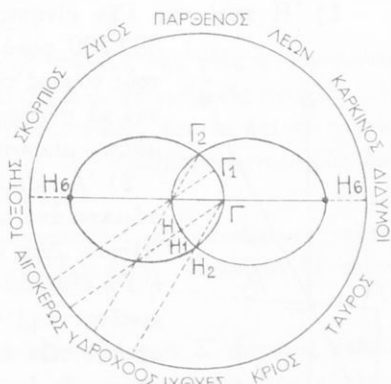
88. Ἐξηγήσεις τῆς φαινομένης ἐτήσιας κινήσεως τοῦ Ἡλίου.— Ἡ φαινομένη περὶ τὴν Γῆν κινήσις τοῦ Ἡλίου δύναται νὰ ἐξηγηθῇ διττῶς. Ἡ εἶναι αὐτὴ πραγματικὴ, ἥ ὁ μὲν Ἡλιος εἶναι ἀκίνητος, ἥ δὲ Γῆ κινεῖται περὶ αὐτὸν ἐκ Δ πρὸς Α, ὡς ἐδέχθη ὁ Κοπέρνικος (§ 10).

Πρὸς κατανόησιν τούτων ἂς νοήσωμεν δύο ἐλλείψεις (σχ. 58) ἴσας, ἐκατέρα τῶν ὁποίων διέρχεται διὰ τινος ἐστίας τῆς ἄλλης, ἐν τῷ αὐτῷ κειμένῳ ἐπιπέδῳ, καὶ τῶν ὁποίων οἱ μεγάλοι ἄξονες κεῖνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας. Ὑποθέσωμεν δὲ ὅτι ἡ μία τούτων παριστᾷ τὴν τροχίαν τοῦ Ἡλίου καὶ ὅτι ἡ Γῆ κατέχει τὴν ἐστίαν ταύτης, δι' ἧς διέρχεται ἡ ἑτέρα ἑλλείψις.

Ἄν ἡ Γῆ μένη ἀκίνητος ἐν τῇ θέσει Γ, ὁ δὲ Ἡλιος κινεῖται περὶ αὐτὴν καταλαμβάνων διαδοχικῶς τὰς θέσεις Η, Η₁, Η₂, κ.τ.λ. τῆς τροχιάς του, θὰ βλέπωμεν αὐτὸν διαδοχικῶς κατὰ τὰς διευθύνσεις ΓΗ, ΓΗ₁, ΓΗ₂ κ.τ.λ. καὶ θὰ προβάλληται ἐν τῷ Οὐρανῷ διαδοχικῶς ἐπὶ τοῦ Τοξότου, Αἰγόκερω κ.τ.λ. Συγχρόνως δὲ αὐξανομένης τῆς ἀποστάσεως αὐτοῦ ἡ φαινομένη διάμετρος ἐλαττοῦται μέχρι τῆς θέσεως Η₆, ἀπὸ τὴν ὁποίαν ἄρχεται πάλιν μεγεθυνομένη.

Ἄν δὲ ὁ μὲν Ἡλιος μένη ἀκίνητος ἐν τῇ θέσει Η, ἡ δὲ Γῆ κινῆται περὶ αὐτὸν ἐπὶ τῆς ἐτέρας ἐλλείψεως ἐκ Δ πρὸς Α καταλαμβάνουσα διαδοχικῶς τὰς θέσεις Γ, Γ₁, Γ₂, κ.τ.λ., θὰ βλέπωμεν τὸν Ἡλίον κατὰ διευθύνσεις, παραλλήλους πρὸς τὰς πρώτας. Θὰ προβάλληται λοιπὸν οὗτος πάλιν ἐπὶ τῶν αὐτῶν κατὰ σειρὰν ἀστερισμῶν. Συγχρόνως δὲ ἔνεκα τῆς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἀπομακρύνσεώς μας ἡ φαινομένη διάμετρος αὐτοῦ ἐλαττοῦται μέχρι τῆς θέσεως Γ, ἀπὸ τὴν ὁποίαν ἄρχεται πάλιν μεγεθυνομένη.

Οἰαδήποτε λοιπὸν τῶν δύο τούτων κινήσεων καὶ ἂν ἀληθεύῃ, τὰ φαινόμενα θὰ ὦσιν ἀπολύτως τὰ αὐτά.

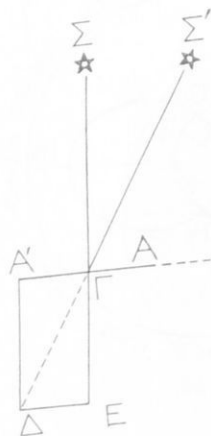


Σχ. 58.

Κατὰ τὴν ἐξήγησιν ταύτην, ἂν ἡ Γῆ κινῆται περὶ τὸν ἥλιον, τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς αὐτῆς συμπίπτει μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς Ἐκλειπτικῆς, ἡ δὲ μετὰθεσις αὐτῆς ἐπὶ τῆς τροχιάς τῆς προκαλεῖ τὴν μεταβολὴν τῆς ἀποκλίσεως τοῦ ἥλιου.

89. Ἀποδείξεις τῆς κινήσεως τῆς Γῆς περὶ τὸν ἥλιον. — Ὑπάρχουσιν πολλοὶ λόγοι πείθοντες ἡμᾶς ὅτι ἡ Γῆ κινεῖται περὶ τὸν ἥλιον ἐκ Δ πρὸς Α συμπληροῦσα πλήρη περιστροφὴν εἰς ἓν ἀστρικὸν ἔτος. Ἐκ τούτων ἀναφέρομεν τοὺς ἀκολουθοῦντες.

1) Ἡ περὶ τὴν Γῆν κίνησις τοῦ ἥλιου, ὁ ὁποῖος ἔχει μᾶζαν 332 290 φορές μείζονα τῆς γῆινης, ἀντίκειται εἰς τοὺς νόμους τῆς Μηχανικῆς, καθ' οὓς εἶναι ἀδύνατον νὰ στρέφηται σῶμα περὶ ἄλλο, τὸ ὁποῖον ἔχει μᾶζαν μικροτέραν ἐκεῖνου.



Σχ. 59.

2) Ἀποδεικνύει ὅτι οἱ πλανῆται, οὔτινες εἶναι σώματα ἀνάλογα πρὸς τὴν Γῆν, κινοῦνται περὶ τὸν ἥλιον. Δὲν ὑπάρχει δὲ οὐδεὶς λόγος ν' ἀποτελῇ ἡ Γῆ ἐξαιρέσιν. Ἀπ' ἐναντίας δεχόμενοι ὅτι ἡ Γῆ κινεῖται περὶ τὸν ἥλιον κατατάσσομεν καὶ αὐτὴν μεταξὺ τῶν ἄλλων πλανητῶν, ὅπερ σπουδαίως ἀπλοποιεῖ τὸ ἡλιακὸν σύστημα.

3) Ἄν ἡ Γῆ ᾔτο ἀκίνητος εἰς τὴν θέσιν Γ (σχ. 59), τὸ φῶς ἀστέρος Σ θὰ ἤρχετο εἰς τὴν Γῆν κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΣΓ καὶ ὁ ἀστὴρ θὰ ἐφαίνετο εἰς τὴν θέσιν Σ. Ἄς ὑποθέσωμεν ἤδη ὅτι ἡ Γῆ κινεῖται καὶ ὅτι καθ' ἣν στιγμὴν εὐρίσκεται εἰς τὸ Γ, ἡ ταχύτης αὐτῆς ἔχει τὴν διεύθυνσιν ΓΑ. ἄς παραστήσωμεν δὲ αὐτὴν διὰ τοῦ ἀνύσματος ΓΑ.

Ἐνεκα τῆς ἀπείρου ἀφ' ἡμῶν ἀποστάσεως τοῦ ἀστέρος Σ πᾶσαι αἱ ἐξ αὐτοῦ πρὸς τὴν Γῆν κατευθυνόμεναι φωτειναὶ ἀκτῖνες θεωροῦνται παράλληλοι πρὸς τὴν ΣΓ, ἥτοι ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς αὐτοῦ ἔχει τὴν διεύθυνσιν τῆς ΣΓ. Δυνάμεθα νὰ παραστήσωμεν αὐτὴν δι' ἀνύσματος ΓΕ, ὅπερ ἔχει τὴν ρηθεῖσαν διεύθυνσιν καὶ φορὰν καὶ μέγεθος τοιοῦτον, ὥστε τὰ ἀνύσματα ΓΑ, ΓΕ νὰ εἶναι ἀνάλογα πρὸς τὰς ταχύτητας Γῆς καὶ φωτός.

Ἐὰν ἤδη φαντασθῶμεν ὅτι τὸ ὅλον σύστημα λαμβάνει κοινὴν τα-

χύτητα ἀντίθετον πρὸς τὴν ταχύτητα τῆς Γῆς, ἡ κοινὴ αὕτη ταχύτης θὰ παρίσταται δι' ἀνύσματος ΓΑ' ἀντιθέτως ἔσου πρὸς τὸ ΓΑ, ἡ δὲ μεταφορικὴ κίνησις τῆς Γῆς ἐξουδετεροῦται.

Ἡ σύνθεσις τῆς ταχύτητος ταύτης ΓΑ' μετὰ τῆς ΓΕ δίδει συνιστῶσαν ταχύτητα ΓΔ, ἥτις εἶναι ἡ διαγώνιος τοῦ παραλληλογράμμου ΓΕΔΑ' τῶν ΓΑ' καὶ ΓΕ. Πρέπει λοιπόν, ἂν ὄντως ἡ Γῆ κινῆται, νὰ φθάνη τὸ φῶς τοῦ Σ πρὸς τὴν Γῆν Γ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ΓΔ καὶ κατ' ἀκολουθίαν οὗτος πρέπει νὰ φαίνεται ἐκ τῆς Γῆς Γ κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς ΓΔ, ἥτοι εἰς θέσιν Σ'.

Ἐπειδὴ δὲ ἕνεκα τῆς ἑλλειπτικῆς τροχιάς τῆς Γῆς ἡ διεύθυνσις ΓΑ τῆς κινήσεως τῆς Γῆς μεταβάλλεται ἀπὸ στιγμῆς εἰς στιγμὴν μένουσα πάντοτε ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῆς Ἐκλειπτικῆς, ἔπεται ὅτι αἱ φαινόμεναι θέσεις Σ' ἐνὸς ἀστέρος ὀφείλουσι νὰ μετατίθηνται συνεχῶς ἐπὶ τροχιάς παραλλήλου πρὸς τὴν Ἐκλειπτικὴν.

Ὀντως δὲ αἱ παρατηρήσεις πιστοποιοῦσι τὸ φαινόμενον τοῦτο, ὅπερ ἀνεκαλύφθη καὶ ἐξηγήθη ὑπὸ τοῦ Bradley. Καλεῖται δὲ τοῦτο **ἐτησία ἀποπλάνησις τοῦ φωτός**.

Ὁ Γεωμετρικὸς τύπος τῶν φαινομένων θέσεων Σ' ἀστέρος καλεῖται **ἀποπλανητικὴ τροχιά** αὐτοῦ καὶ εἶναι περιφέρεια μὲν κύκλου, ἂν ὁ ἀστὴρ εὐρίσκηται εἰς τινὰ πόλον τῆς Ἐκλειπτικῆς, ἑλλειψις δέ, ἂν οὗτος εὐρίσκηται μετὰξὺ τῆς Ἐκλειπτικῆς καὶ τινος τῶν πόλων αὐτῆς.

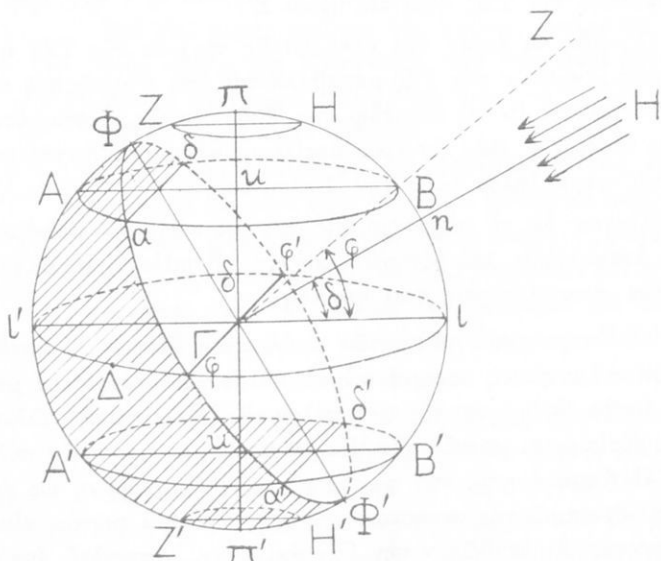
Ἡ ἀποπλάνησις τοῦ φωτός εὐχερῶς ἐξηγουμένη ὡς ἀποτέλεσμα τοῦ συνδυασμοῦ τῆς κινήσεως τῆς Γῆς καὶ τοῦ φωτός, εἶναι τελείως ἀνεξήγητος, ἂν δεχθῶμεν τὴν Γῆν ἀκίνητον. Ἀποτελεῖ ἄρα τὸ φαινόμενον τοῦτο ἀπόδειξιν τῆς κινήσεως τῆς Γῆς.

Σημείωσις. Καὶ ἡ περὶ ἄξονα στροφὴ τῆς Γῆς προκαλεῖ ἀποπλάνησιν τοῦ φωτός, ἥτις εἶναι μικρὰ σχετικῶς μὲ τὴν ἐτησίαν ἀποπλάνησιν καὶ βαίνει ἐλαττωμένη ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους.

4) Καὶ ἄλλα φαινόμενα εἶναι τελείως ἀνεξήγητα, ἂν δεχθῶμεν τὴν Γῆν ἀκίνητον, ἐν ᾧ ἐξηγοῦνται εὐχερῶς διὰ τῆς κινήσεως αὐτῆς. Τοιαύτη π.χ. εἶναι ἡ φαινόμενη ἀνώμαλος τῶν πλανητῶν κίνησις ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας (§ 61) καὶ ἡ ἐτησία τῶν ἀστέρων παράλλαξις, περὶ τῆς ὁποίας θὰ γίνῃ λόγος βραδύτερον.

Ἡ ταχύτης μεθ' ἧς κινεῖται ἡ Γῆ περὶ τὸν ἥλιον, εἶναι περίπου 30 χιλιομέτρα κατὰ δευτερόλεπτον ἢ 108 000 χιλιομέτρα καθ' ὥραν. Ἡ ταχύτης αὕτη εἶναι χιλιάκις περίπου μείζων τῆς τῶν ταχυτάτων ἀμαξοστοιχιῶν καὶ ἑξηκοντάκις μείζων τῆς περιστροφικῆς ταχύτητος τῶν σημείων τοῦ ἰσημερινοῦ.

90. Ἀνισότης ἡμερῶν καὶ νυκτῶν εἰς τοὺς διαφόρους τόπους τῆς Γῆς.— Γνωρίζομεν ὅτι εἰς τοὺς τόπους μας ἡ διάρκεια τῶν



Σχ. 60.

ἡμερῶν καὶ τῶν νυκτῶν δὲν εἶναι ἡ αὐτή, καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους. Τοῦτο συμβαίνει εἰς ὅλους τοὺς τόπους τῆς Γῆς, πλὴν τῶν τόπων τοῦ ἰσημερινοῦ. Κατὰ τὴν αὐτὴν ἡμέραν ἡ διάρκεια αὐτῆς ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ γ-ωγραφικοῦ πλάτους τοῦ τόπου. Εἰς τὸν αὐτὸν δὲ τόπον ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἀποκλίσεως τοῦ ἥλιου, ἡ ὁποία μεταβάλλεται ἔνεκα τῆς περιφορᾶς τῆς Γῆς περὶ τὸν ἥλιον (§ 88). Ἐξηγεῖται δὲ ἡ μεταβολὴ τῆς διαρκείας τῆς ἡμέρας καὶ τῆς νυκτὸς ὡς ἑξῆς :

Α'. Ἐστω εἰς τόπος Δ τοῦ γηίνου ἰσημερινοῦ. Ἡ περιφέρεια αὐτοῦ διαιρεῖται πάντοτε ὑπὸ τοῦ κύκλου φωτισμοῦ εἰς δύο ἴσα τόξα

φιφ', φ'ιφ (σχ. 60). Ἐπειδὴ δὲ ἡ στροφή τῆς Γῆς εἶναι ἰσοταχῆς, τὸ σημεῖον Δ εὐρίσκεται εἰς τὸ φωτιζόμενον τόξον φιφ', ὅσον χρόνον καὶ εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον.

Βλέπομεν λοιπὸν ὅτι εἰς ἕκαστον τόπον τοῦ ἰσημερινοῦ ἡ ἡμέρα εἶναι πάντοτε ἴση μὲ τὴν νύκτα.

Β'. Ἐστῶσαν ἀκόμη δύο τόποι Α καὶ Α' ἔχοντες γεωγραφικὸν πλάτος $\varphi < 66^{\circ} 33'$ καὶ ὁ μὲν Α βόρειον, ὁ δὲ Α' νότιον. Ἐστῶσαν δὲ ΑΒ, Α'Β' οἱ παράλληλοι αὐτῶν.

Τὴν 21ην Μαρτίου ἡ ἀπόκλισις δ τοῦ κέντρου Η τοῦ Ἡλίου εἶναι 0° , ἡ δὲ εὐθεῖα ΓΗ κεῖται ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἰσημερινοῦ. Ὁ κύκλος φωτισμοῦ ΦΦ' (σχ. 60) διέρχεται λοιπὸν ἀπὸ τὸν ἄξονα ππ' τῆς Γῆς καὶ τέμνει δίχα τὸν ἰσημερινὸν καὶ ὅλους τοὺς παράλληλους τῆς Γῆς.

Τὰ τόξα λοιπὸν ΑΒδ καὶ δΑα, εἰς τὰ ὅποια τυχὸν παράλληλος ΑΒ διαιρεῖται ὑπὸ τοῦ κύκλου φωτισμοῦ, εἶναι ἴσα. Τὸ σημεῖον λοιπὸν Α εὐρίσκεται εἰς τὸ φωτιζόμενον τόξον ΑΒδ, ὅσον χρόνον καὶ εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον δΑα.

Ἄρα : Τὴν 21ην Μαρτίου ἡ ἡμέρα εἶναι ἴση μὲ τὴν νύκτα εἰς ὅλους τοὺς τόπους τῆς Γῆς.

Ἀπὸ τῆς ἡμέρας ταύτης ἡ ἀπόκλισις δ τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου βαίνει αὐξανομένη. Ἐπειδὴ δὲ $\delta = \widehat{\Phi\Gamma\pi} = \pi \widehat{\Gamma\Phi'}$, ὁ κύκλος φωτισμοῦ ἀπομακρύνεται τῶν πόλων τῆς Γῆς οὕτως, ὥστε ὁ μὲν βόρειος πόλος π εὐρίσκεται εἰς τὸ φωτιζόμενον ἡμισφαίριον, ὁ δὲ νότιος π' εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον. Ὁ δὲ κύκλος φωτισμοῦ τέμνει τοὺς παράλληλους ΑΒ καὶ Α'Β' κατὰ χορδὴν αδ ἢ α'δ' ἀπομακρυνομένην τοῦ κέντρου κ πρὸς τὸ σκοτεινὸν ἡμισφαίριον τῆς Γῆς εἰς τὸν κύκλον ΑΒ καὶ πρὸς τὸ φωτεινὸν εἰς τὸν Α'Β'. Διὰ τοῦτο εἰς μὲν τὸν τόπον Α ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας βαίνει αὐξανομένη καὶ τῆς νυκτὸς ἐλαττουμένη, εἰς δὲ τὸν τόπον Α' ἀντιθέτως ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας βαίνει ἐλαττουμένη καὶ τῆς νυκτὸς αὐξανομένη.

Τὴν 22αν Ἰουνίου ἡ ἀπόκλισις δ λαμβάνει τὴν μεγίστην τιμὴν τῆς $23^{\circ} 27'$, ὅτε τὰ μὲν τόξα ΑΒδ, δ'Α'α' γίνονται μέγιστα, τὰ δὲ δΑα, α'Β'δ' ἐλάχιστα. Ἄρα εἰς τὸν τόπον Α ἡ ἡμέρα εἶναι μέγιστη καὶ ἡ νύξ ἐλάχιστη, εἰς δὲ τὸν τόπον Α' ἡ ἡμέρα εἶναι ἐλάχιστη καὶ ἡ νύξ μεγίστη.

Ἀπὸ τῆς ἡμέρας ταύτης ἡ ἀπόκλισις δ τοῦ Ἡλίου ἄρχεται ἐλαττωμένη καὶ λαμβάνει τὰς αὐτὰς καὶ πρότερον τιμὰς κατ' ἀντίστροφον σειράν. Ὁ κύκλος λοιπὸν φωτισμοῦ πλησιάζει πρὸς τοὺς πόλους καὶ τὰ τόξα αβδ, δ'Α'α' βαίνουνσιν ἐλαττούμενα, τὰ δὲ δΑα, α'Β'δ' αὐξανόμενα. Εἰς τὸν τόπον Α λοιπὸν ἡ ἡμέρα βαίνει ἐλαττωμένη καὶ ἡ νύξ αὐξανόμενη, εἰς δὲ τὸν Α' ἀντιθέτως ἡ ἡμέρα βαίνει αὐξανόμενη καὶ ἡ νύξ ἐλαττωμένη.

Τὴν 22αν Σεπτεμβρίου γίνεται $\delta = 0$ καὶ ὁ κύκλος φωτισμοῦ διέρχεται διὰ τοῦ ἄξονος ππ': Εἶναι λοιπὸν πάλιν ἡ ἡμέρα ἴση μὲ τὴν νύκτα εἰς ὅλους τοὺς τόπους τῆς Γῆς.

Ἀπὸ τῆς 22ας Σεπτεμβρίου ἡ ἀπόκλισις δ γίνεται ἀρνητικὴ καὶ αὐξάνει κατ' ἀπόλυτον τιμὴν, μέχρις οὗ τὴν 22αν Δεκεμβρίου γίνῃ $-23^\circ 27'$. Σκεπτόμενοι, ὡς προηγουμένως, ἐννοοῦμεν ὅτι κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον εἰς τὸν τόπον Α ἡ ἡμέρα βαίνει ἐλαττωμένη καὶ ἡ νύξ αὐξανόμενη, εἰς δὲ τὸν τόπον Α' ἀντιστρόφως ἡ ἡμέρα βαίνει αὐξανόμενη καὶ ἡ νύξ ἐλαττωμένη. Τὴν 22αν Δεκεμβρίου ὁ τόπος Α ἔχει τὴν ἐλαχίστην ἡμέραν καὶ τὴν μεγίστην νύκτα, ὁ δὲ τόπος Α' ἔχει τὴν μεγίστην ἡμέραν καὶ τὴν ἐλαχίστην νύκτα.

Ἀπὸ τῆς ἡμέρας ταύτης ἡ ἀπόκλισις δ βαίνει αὐξανόμενη, τὴν δὲ 21ην Μαρτίου γίνεται 0. Κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον εἰς τὸν Α ἡ ἡμέρα βαίνει αὐξανόμενη καὶ ἡ νύξ ἐλαττωμένη, εἰς δὲ τὸν Α' ἡ ἡμέρα βαίνει ἐλαττωμένη καὶ ἡ νύξ αὐξανόμενη.

Τὴν 21ην Μαρτίου ἡ ἡμέρα γίνεται ἴση μὲ τὴν νύκτα εἰς ὅλους τοὺς τόπους.

Ὅταν ὁ Ἡλιος ἔχῃ ὀρισμένην ἀπόκλινσιν δ, μεσουρανεῖ ἄνω εἰς ἕκαστον τόπον τοῦ παραλλήλου ΑΒ τὴν στιγμὴν, κατὰ τὴν ὁποίαν οὗτος εὐρίσκεται πρὸ τοῦ Ἡλίου εἰς τὸ μέσον Β τοῦ φωτιζομένου τόξου αβδ (σχ. 60). Τὴν στιγμὴν ταύτην ἡ ζενιθία ἀπόστασις ΖΗ τοῦ Ἡλίου ἔχει μέτρον ἴσον πρὸς τὸ μέτρον τοῦ Βη, ἥτοι $\varphi - \delta$. Ἄν δὲ καλέσωμεν ν τὸ ὕψος τοῦ Ἡλίου τὴν στιγμὴν ταύτην, θὰ εἶναι

$$\nu = 90^\circ - \varphi + \delta \quad (1)$$

Γ'. Ἐστώσαν ἀκόμῃ δύο τόποι Ζ καὶ Ζ' ἔχοντες γεωγραφικὸν πλάτος μεγαλύτερον τῶν $66^\circ 33'$, π.χ. 75° καὶ ὁ μὲν Ζ κεῖται εἰς τὸ βόρειον, ὁ δὲ Ζ' εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον τῆς Γῆς. Εἶναι φανερόν ὅτι $(\widehat{\pi Z}) = (\widehat{\pi' Z'}) = 90^\circ - 75^\circ = 15^\circ$, ἥτοι ἕκαστον τῶν τόξων πZ ,

$\pi'Z'$ είναι μικρότερον τῆς μεγίστης ἀπολύτου τιμῆς $23^\circ 27'$ τῆς ἀποκλίσεως δ τοῦ Ἡλίου.

Ὅταν $\delta = 15^\circ$, θὰ εἶναι καὶ $\widehat{\Phi\Gamma\pi} = \widehat{\Phi'\Gamma'\pi'} = 15^\circ$ κατ' ἀκολουθίαν ὁ κύκλος φωτισμοῦ διέρχεται διὰ τῶν σημείων Z καὶ H' τῶν παραλλήλων τῶν τόπων Z καὶ Z' . Βλέπομεν λοιπὸν ὅτι ὁ μὲν κύκλος ZH εὐρίσκεται ὁλόκληρος εἰς τὸ φωτιζόμενον ἡμισφαίριον τῆς $\Gamma\eta$ s, ὁ δὲ $Z'H'$ ὁλόκληρος εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον. Ἀπὸ τῆς ἡμέρας ταύτης ἀυξανομένης τῆς ἀποκλίσεως δ αὐξάνονται καὶ αἱ γωνίαι $B\Gamma\pi$, $B'\Gamma'\pi'$. Ἐπομένως ἐξακολουθεῖ ὁ μὲν κύκλος ZH νὰ φωτίζεται ὁλόκληρος, ὁ δὲ $Z'H'$ νὰ εἶναι ὁλόκληρος εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον ἡμισφαίριον. Τοῦτο διαρκεῖ μέχρι τῆς ἡμέρας, καθ' ἣν ἡ δ, ἀφ' οὗ λάβη τὴν μεγίστην τιμὴν $23^\circ 27'$, εἴτα ἐλαττωμένη γίνηται πάλιν 15° .

Ἀπὸ τῆς ἡμέρας ταύτης καὶ ἐξῆς ἀρχίζει νὰ ἀνατέλλῃ καὶ νὰ δύῃ ὁ Ἥλιος εἰς ἀμφοτέρους τοὺς τόπους Z καὶ Z' .

Κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον ἐννοοῦμεν ὅτι, ἀφ' ἧς στιγμῆς ἡ δ ἐλαττωμένη γίνηται — 15° , μέχρι τῆς στιγμῆς, καθ' ἣν αὐξανομένη γίνηται πάλιν — 15° , ὁ μὲν παράλληλος ZH εὐρίσκεται ὁλόκληρος εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον ἡμισφαίριον τῆς $\Gamma\eta$ s, ὁ δὲ $Z'H'$ εἰς τὸ φωτιζόμενον ἡμισφαίριον τῆς $\Gamma\eta$ s.

Ἐχει λοιπὸν ἕκαστος τῶν τόπων τούτων μίαν μακρὰν νύκτα καὶ μίαν μακρὰν ἡμέραν. Ἡ μακρὰ αὕτη ἡμέρα καὶ νύξ εἶναι μεγαλύτερα εἰς τοὺς τόπους, οἱ ὅποιοι εὐρίσκονται πλησιέστερον πρὸς τοὺς πόλους.

Εἰς τοὺς πόλους ἡ διάρκεια αὕτη θὰ ᾔτο ἐξ μηνῶν, ἂν ὁ Ἥλιος περιωρίζετο εἰς τὸ κέντρον του. Ἡ παρουσία ὅμως ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα τμῆματος τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου καὶ ἡ ἐμφάνισις τοῦ λυκαυγοῦς καὶ λυκόφωτος βραχύνει τὴν διάρκειαν τῆς μακρᾶς νυκτὸς τῶν τόπων τούτων.

Ἀσκήσεις

135) Νὰ εὑρεθῇ τὸ μέγιστον καὶ ἔπειτα τὸ ἐλάχιστον ὕψος, εἰς τὸ ὁποῖον μεσουρανεῖ ὁ Ἥλιος εἰς τὸν αὐτὸν τόπον τῆς $\Gamma\eta$ s, καὶ νὰ ὁρίσθῃ πότε μεσουρανεῖ εἰς τὸ μέγιστον καὶ πότε εἰς τὸ ἐλάχιστον ὕψος. Νὰ ἐφαρμόσῃτε δὲ τὰ ἐξαγόμενα ταῦτα διὰ τὰς Ἀθήνας.

136) Ὅταν ἡ ἀπόκλισις τοῦ Ἡλίου εἶναι $\delta > 0$, νὰ εὑρεθῇ εἰς πόσιν ζενιθίαν ἀπόστασιν μεσουρανεῖ οὗτος κάτω εἰς τόπον, ὁ ὁποῖος ἔχει βόρειον γεωγραφικὸν πλάτος φ . Νὰ ἐφαρμόσῃτε τὸ ἐξαγόμενον τοῦτο διὰ τὰς Ἀθήνας, ὅταν $\delta = 15^\circ$.

137) "Όταν ἡ ἀπόκλισις τοῦ 'Ηλίου εἶναι 23^ο 27", οὗτος μεσουρανεῖ ἄνω εἰς ὕψος 90^ο ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα ἐνὸς τόπου. Νὰ εὑρεῖτε τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τοῦ τόπου τούτου.

138) Νὰ ὀρίσητε τὸ σημεῖον τῆς οὐρανίου σφαίρας, εἰς τὸ ὁποῖον μεσουρανεῖ ἄνω ὁ "Ἡλιος κατὰ τὰς ἡμεριᾶς εἰς τινα τόπον τοῦ ἰσημερινοῦ τῆς Γῆς.

139) Νὰ εὑρεῖτε τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς τῶν κατακορύφων ἀντικειμένων τοῦ ἰσημερινοῦ κατὰ τὴν μεσημβριανὴν ἐκάστης ἡμεριᾶς.

140) Νὰ ὀρίσητε τὴν κατεύθυνσιν, τὴν ὁποίαν ἔχει ἡ σκιά τῶν κατακορύφων ἀντικειμένων τοῦ ἰσημερινοῦ κατὰ τὴν μεσημβριανὴν ἐκάστης ἡμέρας τοῦ ἔτους.

91. Μεταβολὴ τῆς θερμοκρασίας ἐκάστου τόπου.—"Οἱ γνωρίζομεν ὅτι ἐν τῇ χώρᾳ ἡμῶν ἡ θερμοκρασία εἶναι διάφορος κατὰ τὰς διαφόρους ὥρας τοῦ ἔτους καὶ ὅτι εἶναι μεγίστη κατὰ τὸ θέρος καὶ ἐλαχίστη κατὰ τὸν χειμῶνα. Τοῦτο συμβαίνει εἰς πάντα τόπον τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς.

Αἰτία τῆς ἀνισότητος ταύτης τῆς θερμοκρασίας ἐκάστου τόπου εἶναι ἡ διάφορος διάρκεια τῆς ἡμέρας καὶ τὸ διάφορον ὕψος τοῦ 'Ηλίου ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα τοῦ τόπου. Πράγματι κατὰ τὰς μακρὰς ἡμέρας τοῦ θερούς τὸ ἔδαφος δέχεται παρὰ τοῦ 'Ηλίου περισσοτέραν θερμότητα παρὰ κατὰ τὰς βραχεῖας ἡμέρας τοῦ χειμῶνος. Ἐκτὸς δὲ τούτου ἡ νυκτερινὴ ἀκτινοβολία τῆς θερμότητος διαρκεῖ ὀλιγώτερον τὸ θέρος καὶ περισσότερον τὸν χειμῶνα.

Πλὴν δὲ τούτων κατὰ τὸ θέρος ὁ "Ἡλιος ἀνέρχεται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα περισσότερον ἢ τὸν χειμῶνα, αἱ δὲ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες προσπίπτουσιν ἐπὶ τοῦ ἔδαφους ὑπὸ γωνίαν ὀλίγον διαφέρουσιν τῆς ὀρθῆς. Διὰ τοῦτο αὗται θερμαίνουσι τὸ ἔδαφος περισσότερον τὸ θέρος παρὰ τὸν χειμῶνα, ὅτε αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες προσπίπτουσι πλαγιώτερον πρὸς τὸν ὀρίζοντα. Ἰκανὸν δὲ μέρος τῆς θερμότητος τῶν πλαγιωτέρων τούτων ἀκτίνων ἀπορροφᾶται ὑπὸ τῶν κατωτέρων καὶ πυκνοτέρων στρωμάτων τῆς ἀτμοσφαίρας, διὰ τῶν ὁποίων αὗται διέρχονται.

Κατὰ τὸ ἔαρ καὶ τὸ θέρος ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας λαμβάνει τὰς αὐτὰς τιμὰς κατ' ἀντίστροφον τάξιν. Τοῦτο δὲ συμβαίνει καὶ διὰ τὸ ὕψος τοῦ 'Ηλίου κατὰ τὴν μεσημβριανὴν ἐκάστης ἡμέρας. Ἐπρεπε λοιπὸν κατὰ τὰς ὥρας ταύτας τοῦ ἔτους ἕκαστος τόπος νὰ ἔχῃ τὴν αὐτὴν

θερμοκρασίαν· τοῦτο δέ, ὡς γνωρίζομεν, δὲν συμβαίνει. Αἰτία τοῦτου εἶναι ἡ ἀκόλουθος. Ἀπὸ τῆς λήξεως τοῦ χειμῶνος ἐπὶ τοῦ ψυχροῦ ἐδάφους τοῦ ἡμετέρου ἡμισφαιρίου, προστίθεται καθ' ἐκάστην θερμότης, ἡ ὁποία βαθμῆδὸν καὶ κατ' ὀλίγον βαίνει αὐξανομένη. Ἐνεκα δὲ τῆς θερμότητος ταύτης τὸ ἔδαφος εἶναι ἀρκούντως θερμόν, ὅταν ἀρχίζῃ τὸ θέρος. Ἡ δὲ νέα ποσότης τῆς θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἡ Γῆ δέχεται τὸ θέρος, συντελεῖ εἰς τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας ὑπὲρ τὴν ἑαρινήν. Εἰς ἀνάλογον αἰτίαν ὀφείλεται ἡ μεγαλύτερα θερμοκρασία κατὰ τὸ φθινόπωρον ἢ τὸν χειμῶνα.

Ὅμοιος ἐξηγεῖται διατὶ θερμότερα ἡμέρα δὲν εἶναι ἡ 22α Ἰουνίου, οὐδὲ ψυχροτέρα ἡ 22α Δεκεμβρίου, ἀλλ' ἡ μὲν θερμότερα ἡμέρα σημειοῦται περὶ τὴν 21ην Ἰουλίου, ἡ δὲ ψυχροτέρα περὶ τὰ μέσα Ἰανουαρίου. Δι' ὅμοιον λόγον ἡ μέγιστη θερμοκρασία τῆς ἡμέρας δὲν παρατηρεῖται τὴν μεσημβρίαν, ἀλλὰ περὶ τὰς δύο ὥρας βραδύτερον.

92. Διανομὴ τῆς θερμοκρασίας. — Ἡ θερμοκρασία πάντων τῶν τόπων τῆς Γῆς δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὰ ἀκόλουθα δύο αἰτία.

Α'. Ἐμάθομεν (§ 90) ὅτι εἰς τόπον ἔχοντα γεωγραφικὸν πλάτος φ ὁ ἥλιος μεσουρανεῖ εἰς ὕψος $90^\circ - \varphi + \delta$ τὴν ἡμέραν, κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ ἀπόκλισις τοῦ ἡλίου εἶναι δ .

Ἐκ τούτου ἐπεταὶ ὅτι τὴν ἡμέραν ταύτην ὁ ἥλιος μεσουρανεῖ εἰς τὸν τόπον τοῦτον εἰς ζενιθίαν ἀπόστασιν $\varphi - \delta$.

Ἡ ζενιθία αὕτη ἀπόστασις τοῦ ἡλίου εἶναι κατὰ ταῦτα μικρότερα εἰς τοὺς τόπους, οἱ ὁποῖοι ἔχουσι φ μικρότερον. Δι' αὐτὸ εἰς ὁσους τόπους εἶναι $\varphi < 23^\circ 27'$, ὁ ἥλιος καὶ κατὰ τὸν χειμῶνα μεσουρανεῖ πλησίον τοῦ ζενίθ. Εἶναι ὅθεν εὐνόητον ὅτι ἐπὶ τοῦ ἐδάφους τῶν τόπων τούτων αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες προσπίπτουσι καὶ κατὰ τὸν χειμῶνα ἀκόμη ὑπὸ γωνίαν, ἡ ὁποία ὀλίγον διαφέρει τῆς ὀρθῆς. Παρέχουσιν ἐπομένως αὗται εἰς τὸ ἔδαφος μέγα ποσὸν θερμότητος.

Εἰς ὁσους τόπους εἶναι $\varphi > 23^\circ 27'$ ἡ μεσημβρινὴ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ ἡλίου εἶναι μεγαλύτερα καὶ βαίνει αὐξανομένη μετὰ τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους. Ἐπὶ τοῦ ἐδάφους λοιπὸν τῶν τόπων τούτων καὶ κατ' αὐτὴν τὴν μεσημβρίαν αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες προσπίπτουσι πλαγίως καὶ πλαγιώτερον εἰς τοὺς ἔχοντας μεγαλύτερον φ . Ἡ παρεχομένη ἄρα εἰς αὐτοὺς θερμότης βαίνει ἐλαττωμένη, ἐφ' ὅσον τὸ γεωγραφικὸν πλάτος

βαίνει αὐξανόμενον. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον εἰς τὰς περὶ τοὺς πόλους χώ-
ρας παρέχεται ἐλαχίστη ἡλιακὴ θερμότης.

Β'. Ἡ Φυσικὴ διδάσκει ὅτι ἰκανὸν μέρος τῆς θερμότητος, τὴν
ὁποίαν ὁ ἥλιος παρέχει εἰς τὴν Γῆν, ἀκτινοβολεῖ εἰς τὸ πέραξ ἡ-
μῶν ἀχανὲς διάστημα. Τὸ ἀκτινοβολούμενον τοῦτο μέρος τῆς θερμό-
τητος εἶναι περισσότερον εἰς τοὺς τόπους, οἱ ὁποῖοι κεῖνται ὑψηλότε-
ρον τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης. Διότι τὰ ὑπεράνω αὐτῶν στρώματα
τῆς ἀτμοσφαίρας ὡς ἀραιότερα ἀντιτάσσουσιν ὀλιγωτέραν ἀντίστασιν

εἰς τὴν ἀκτινοβολίαν τῆς θερμότη-
τος. Ἐκ διαφόρων λοιπὸν τόπων, οἱ
ὁποῖοι ἔχουσι τὸ αὐτὸ γεωγραφι-
κὸν πλάτος, οἱ ὑψηλότερον κείμενοι
ὕφιστανται μεγαλυτέραν ἀπώλειαν
θερμότητος καὶ διὰ τοῦτο ἔχουσι χα-
μηλοτέραν θερμοκρασίαν.



Σχ. 61.

93. Ζώναι τῆς Γῆς. — Οἱ γή-
ινοι παράλληλοι, τῶν ὁποίων τὰ ση-
μεῖα ἔχουσι γεωγραφικὸν πλάτος
23° 27', λέγονται **τροπικοὶ κύκλοι**.
Ἐκ τούτων ὁ μὲν κείμενος ἐν τῷ
βoreίῳ ἡμισφαίριῳ καλεῖται **τροπι-**

κὸς τοῦ Καρκίνου, ὁ δὲ ἐν τῷ νοτίῳ **τροπικὸς τοῦ Αἰγόκερω**.

Οἱ γήινοι παράλληλοι, τῶν ὁποίων τὰ σημεῖα ἔχουσι γεωγραφικὸν
πλάτος 66° 33', λέγονται **πολικοὶ κύκλοι**. Ἐκ τούτων ὁ μὲν κείμε-
νός ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαίριῳ καλεῖται **βόρειος πολικὸς κύκλος**, ὁ
δὲ ἐν τῷ νοτίῳ **νότιος πολικὸς κύκλος**. Εἶναι δὲ φανερόν ὅτι μετα-
ξὺ πόλου τινὸς τῆς Γῆς καὶ τῶν σημείων τοῦ ἀντιστοίχου πολικοῦ κύ-
κλου περιέχονται μεσημβρινὰ τόξα 23° 27'.

Οἱ τροπικοὶ καὶ οἱ πολικοὶ κύκλοι διαιροῦσι τὴν ἐπιφάνειαν τῆς
Γῆς εἰς τὰς ἀκολουθοῦσας πέντε ζώνας (σχ. 61).

1η. Ἡ ἐπιφάνεια τῆς Γῆς, ἥ ὁποία περιέχεται μεταξὺ τῶν τρο-
πικῶν κύκλων, λέγεται **διακεκαυμένη ζώνη**.

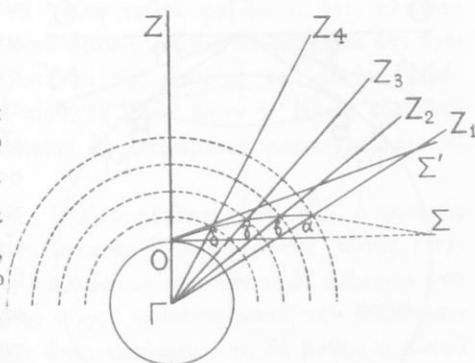
2α. Ἡ ἐπιφάνεια τῆς Γῆς, ἥ ὁποία περιέχεται μεταξὺ τοῦ τρο-
πικοῦ τοῦ Καρκίνου καὶ τοῦ βορείου πολικοῦ κύκλου, λέγεται **βόρειος**
εὐκρατος ζώνη.

3η. Ἡ ἐπιφάνεια τῆς Γῆς, ἥ ὁποία περιέχεται μεταξύ τοῦ τροπικοῦ τοῦ Αἰγόκερω καὶ τοῦ νοτίου πολικοῦ κύκλου, καλεῖται **νότιος εὐκρατος ζώνη**.

4η. Ἡ ἐπιφάνεια τῆς Γῆς, ἥ ὁποία ἐκτείνεται βορείως τοῦ βορείου πολικοῦ κύκλου, λέγεται **βόρειος κατεψυγμένη ζώνη**.

5η. Ἡ ἐπιφάνεια τῆς Γῆς, ἥ ὁποία ἐκτείνεται νοτίως τοῦ νοτίου πολικοῦ κύκλου, λέγεται **νότιος κατεψυγμένη ζώνη**.

Ἡ θερμοκρασία τῶν τόπων τῶν διαφόρων τούτων ζωνῶν εἶναι διάφορος κατὰ τὴν αὐτὴν ἐποχὴν. Τὴν μεγαλύτεραν θερμοκρασίαν ἔχουσιν οἱ τόποι τῆς διακεκαυμένης ζώνης, διὰ τοὺς ὁποίους εἶναι $\varphi < 23^{\circ} 27'$. Τὴν δὲ μικροτέραν θερμοκρασίαν ἔχουσιν οἱ τόποι τῶν κατεψυγμένων ζωνῶν, διὰ τοὺς ὁποίους εἶναι $\varphi > 66^{\circ} 33'$. Εἰς τοὺς τόπους τῶν εὐκράτων ζωνῶν ἡ θερμοκρασία εἶναι συγκεκρασμένη, ἥτοι οὔτε ὑπερβολικῶς ὑψηλὴ, οὔτε ὑπερβολικῶς χαμηλὴ. Εἰς τὴν ἐπικρατοῦσαν δὲ θερμοκρασίαν εἰς τοὺς τόπους τῶν ζωνῶν τούτων ὀφείλονται προφανῶς τὰ ὀνόματα αὐτῶν,



Σχ. 62.

Ἀσκήσεις

141) Νὰ ὀνομάσητε τὴν ζώνην, εἰς τὴν ὁποίαν κεῖνται αἱ Ἀθῆναι, τὸ Βερολίνον, ἡ Οὐάσιγκτων.

142) Νὰ ὀνομάσητε τὴν ζώνην, εἰς τὴν ὁποίαν κεῖται ἑκάτερος τῶν πόλων τῆς Γῆς.

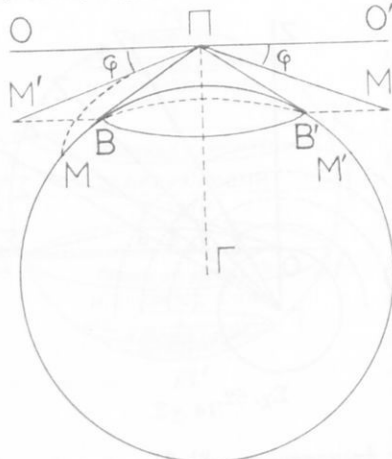
143) Νὰ ὀνομάσητε τὴν ζώνην, εἰς τὴν ὁποίαν κεῖται τὸ βορειότατον ἄκρον τῆς Σκανδιναβικῆς Χερσονήσου.

94. Ἀτμοσφαιρική διάθλασις καὶ κυριώτερα ἀποτελέσματα αὐτῆς.— Γνωρίζομεν ἐκ τῆς Φυσικῆς ὅτι ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ, ὁ ὁποῖος περιβάλλει τὴν Γῆν πανταχόθεν, εἶναι ρευστὸν σταθμητόν, πιεστὸν καὶ ἐλαστικόν. Τὰ κατώτερα λοιπὸν στρώματα πιεζόμενα ὑπὸ τῶν ἀνωτέρων καθίστανται πυκνότερα καὶ ἐλαστικώτερα τούτων. Ἐὰν δὲ

φωτεινή ἀκτὶς Σα προερχομένη ἀπὸ ἀστέρα Σ (σχ. 62) εἰσδύσῃ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν κατὰ τι σημεῖον α, θὰ ὑποστῇ πρῶτην διάθλασιν προσεγγίζουσα τὴν κάθετον ΓαΖ₁ καὶ μένουσα ἐν τῷ ἐπιπέδῳ ΣαΓ.

Ἡ ἀκτὶς τῆς διαθλάσεως αβ εἰσδύουσα εἰς πυκνότερον στρώμα ὑφίσταται νέαν διάθλασιν μένουσα ἐν τῷ ἐπιπέδῳ ΣαΓ.

Ἐὰν ἐξακολουθήσωμεν οὕτως, ἐννοοῦμεν ὅτι ἡ φωτεινὴ ἀκτὶς Σα φθάνει εἰς τὸν ὀφθαλμὸν Ο τοῦ παρατηρητοῦ συνεχῶς θλωμένη καὶ χωρὶς νὰ ἐξέλθῃ τοῦ κατακορύφου ἐπιπέδου ΖΓΣ. Τὸ σχῆμα ἄρα αὐτῆς



Σχ. 63.

εἶναι ἐπίπεδος τεθλασμένη γραμμὴ. Ἐπειδὴ ὅμως τὰ διάφορα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας, ἐντὸς ἐκάστου τῶν ὁποίων ὁ ἀήρ εἶναι ἰσόπυκνος, ἔχουσιν ἐλάχιστον πάχος, ἐκάστη πλευρὰ τῆς τεθλασμένης γραμμῆς αβγδ... Ο εἶναι σμικροτάτη κατ' ἀκολουθίαν τὸ τμήμα τοῦτο τῆς φωτεινῆς ἀκτίνος εἶναι καμπύλη. Ταύτης τὸ κοῦλον εἶναι ἐστραμμένον πρὸς τὴν Γῆν. Ὁ δὲ παρατηρητὴς Ο βλέπει τὸν ἀστέρα κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΟΣ', ἡ ὁποία ἐφάπτεται εἰς τὸ Ο τῆς καμπύλης αβ..Ο. Διὰ τοῦτο δὲ νομίζει ὅτι

ὁ ἀστὴρ εὐρίσκεται εἰς θέσιν Σ' ὑψηλότερον τῆς πραγματικῆς Σ.

Ἐνεκα τούτου ἡ ἀληθὴς ζενιθιακὴ ἀπόστασις ΖΟΣ τοῦ ἀστέρος Σ ἐλαττοῦται κατὰ τὴν γωνίαν Σ'ΟΣ. Αὕτη καλεῖται **ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις** (R) τοῦ ἀστέρος Σ.

Ἡ τιμὴ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως ἐλαττοῦται μετὰ τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως τοῦ ἀστέρος· ἐξαρτᾶται δὲ αὕτη καὶ ἐκ τῆς καταστάσεως τῆς ἀτμοσφαίρας. Εἰς τὸν ὀρίζοντα εἰς θερμοκρασίαν 0°, ὑπὸ πίεσιν 760 χιλιοστ. καὶ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης εἶναι $R = 36' 36''$, ἐν ᾧ εἰς ὕψος 45° εἶναι μόνον $R = 1'$ καὶ εἰς ὕψος 90° εἶναι $R = 0$.

Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις φέρει διαφορὰ αποτελέσματα. Τούτων κυριώτερα εἶναι τὰ ἑξῆς :

Α') Ἐμάθομεν ὅτι ἡ μέση τιμὴ τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ

Ἡλίου εἶναι $32' 4'', 2$, ἥτοι μικροτέρα τῆς R εἰς τὸν ὀρίζοντα. Ὅταν λοιπὸν τὸ ἀνώτερον χεῖλος τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου ἐφάπτηται τοῦ ὀρίζοντος, ὁ ἥλιος φαίνεται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα ἕνεκα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως, ἐν ᾧ πράγματι εὐρίσκεται ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα. Ὡστε ἡ ἀτμοσφαιρική διαθλάσις αὐξάνει τὴν διάρκειαν τῆς ἡμέρας. Ἡ αὐξήσις αὕτη εἰς τὸν τόπον μας δύναται νὰ φθάσῃ τὰ 6 πρῶτα λεπτὰ περίπου.

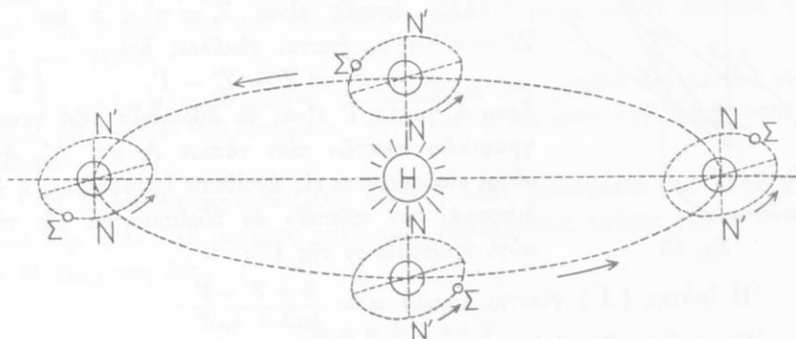
B') Ἐπειδὴ ἡ ἀτμοσφαιρική διαθλάσις ἐλαττοῦται μετὰ τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως, τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου ὑφίσταται ἐκτροπὴν πρὸς τὸ ζενίθ μεγαλυτέραν μὲν ἀπὸ τὸ ἀνώτερον χεῖλος, μικροτέραν δὲ ἀπὸ τὸ κατώτερον χεῖλος. Διὰ τοῦτο τὰ χεῖλη ταῦτα φαίνονται ὅτι πλησιάζουσι πρὸς τὸ κέντρον τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου· οὗτος δὲ φαίνεται ὅτι ἔχει τὴν ὀριζοντίαν διάμετρον μεγαλυτέραν τῆς καθέτου ἐπ' αὐτὴν διαμέτρου. Ἡ πλάτυνσις αὕτη εἶναι αἰσθητὴ ἰδίως ὅταν ὁ ἥλιος εὐρίσκηται πλησίον τοῦ ὀρίζοντος. Ὅμοιον δὲ φαινόμενον παρατηρεῖται καὶ ἐπὶ τῆς Σελήνης.

Γ') Εἰσὼ Π παρατηρητής, ΟΟ' ὁ αἰσθητὸς καὶ ΒΒ' ὁ φυσικὸς ὀρίζων τοῦ τόπου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἵσταται ὁ παρατηρητής οὗτος (σχ. 63). Ἐνεκα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως σημειῖον τι Μ κείμενον ὑπὸ τὸν φυσικὸν ὀρίζοντα καὶ πλησίον αὐτοῦ φαίνεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΠΜ'. Οὕτω δὲ ὁ φυσικὸς ὀρίζων ἀπομακρύνεται, τὸ δὲ βάθος φ αὐτοῦ ὑπὸ τὸν αἰσθητὸν ὀρίζοντα γίνεται μικρότερον.

Σελήνης τέμνει τὴν Ἐκλειπτικὴν, καλοῦνται **σύνδεσμοι**. Τούτων ὁ μὲν Ν, δι' οὗ ἡ Σελήνη διέρχεται μεταβαίνουσα ἐκ τοῦ πρὸς νότον τῆς Ἐκλειπτικῆς ἡμισφαίριου εἰς τὸ πρὸς βορρᾶν, αὐτῆς, καλεῖται **ἀναβιβάζων** σύνδεσμος, ὁ δὲ ἕτερος Ν' καλεῖται **καταβιβάζων** σύνδεσμος.

96. Φαινόμενη διάμετρος τῆς Σελήνης.— Μετροῦντες καθ' ἐκάστην τὴν φαινομένην διάμετρον τῆς Σελήνης βεβαιούμεθα ὅτι αὕτη δὲν εἶναι σταθερά. Ἐντὸς 27 ἡμερῶν καὶ 8 ὥρων περίπου μεταβάλλεται μεταξὺ 33' 36'' καὶ 29' 20''. Ἡ δὲ μέση τιμὴ αὐτῆς ὑπολογίζεται εἰς 31' 7''. Κατ' ἀκολουθίαν καὶ ἡ ἀπόστασις αὐτῆς ἀφ' ἡμῶν μεταβάλλεται κυμαινομένη μεταξὺ ἐλαχίστης καὶ μεγίστης τινὸς τιμῆς αὐτῆς.

97. Τροχία τῆς Σελήνης.— Ἡ μεταβολὴ τῆς θέσεως τῆς Σελήνης ἐπὶ τῆς οὐράνιου σφαίρας καὶ ἡ μεταβολὴ τῆς ἀποστάσεως αὐτῆς ἀφ'



Ἡ Σελήνη περιφερομένη περὶ τὴν Γῆν παρακολουθεῖ αὐτὴν εἰς τὴν περὶ τὸν ἥλιον περιφορὰν αὐτῆς.

ἡμῶν ὀφείλονται εἰς πραγματικὴν περὶ τὴν Γῆν κίνησιν αὐτῆς ἐν τῷ διαστήματι. Δι' ἐργασίας ἀναλόγου πρὸς τὴν διὰ τὸν ἥλιον ἐκτεθεῖσαν (§§ 38, 40) πετιόμεθα ὅτι ἡ κίνησις αὕτη γίνεται κατὰ τοὺς ἐξῆς νόμους:

1) Τὸ κέντρον τῆς Σελήνης κινεῖται κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν ἐπὶ ἑλλείψεως, τῆς ὁποίας μίαν ἐστὶν κατέχει ἡ Γῆ.

Ἡ διαφορὰ μεταξὺ τῶν ἀξόνων τῆς ἑλλείψεως ταύτης εἶναι σχετικῶς μικρά, κατ' ἀκολουθίαν ἡ ἑλλείψις αὕτη ὀλίγον διαφέρει περιφέρειας.

2) Τὰ ὑπὸ τῆς ἐπιβατικῆς ἀκτίνος, ἣτις συνδέει τὸ κέντρον τῆς Γῆς μὲ τὸ κέντρον τῆς Σελήνης γραφόμενα ἑμβαδὰ

είναι ανάλογα πρὸς τοὺς χρόνους, καθ' οὓς ταῦτα γράφονται.

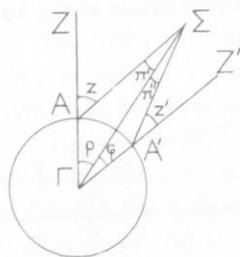
Κινεῖται λοιπὸν ἡ Σελήνη ταχύτερον περὶ τὸ περίγειον καὶ βραδύτερον περὶ τὸ ἀπόγειον τῆς τροχιάς αὐτῆς.

98. Παράλλαξις τῆς Σελήνης.— Ἡ παράλλαξις τῆς Σελήνης προσδιορίζεται κατὰ τὴν ἀκόλουθον μέθοδον.

Δύο παρατηρητὰι τοποθετοῦνται εἰς δύο διαφόρους τόπους Α καὶ Α' (σχ. 65) τοῦ αὐτοῦ μεσημβρινοῦ καὶ μετροῦσι τὰς ζενιθίας τῆς Σελήνης ἀποστάσεις Ζ καὶ Ζ' κατὰ τὴν ἄνω αὐτῆς μεσουράνησιν.

Ἄν κληθῶσι π' καὶ π'' αἱ παραλλάξεις ὕψους αὐτῆς κατὰ τὴν στιγμήν ἐκείνην καὶ π ἡ ὀριζοντίαι αὐτῆς παράλλαξις, θὰ εἶναι (§ 50) $\pi' = \pi \eta \mu Z$ καὶ $\pi'' = \pi \eta \mu Z'$. Ἐκ τούτων εὐρίσκωμεν εὐκόλως ὅτι :

$$\pi = \frac{\pi' + \pi''}{\eta \mu Z + \eta \mu Z'} \quad (1)$$



Σχ. 65

Ἄλλ' ἐπειδὴ εἶναι $Z = \pi' + \rho$ καὶ $Z' = \pi'' + \rho$, ἔπεται εὐκόλως ὅτι

$$\pi' + \pi'' = Z + Z' - \Gamma, \quad (2)$$

ὅπου ἡ γωνία Γ εἶναι τὸ ἄθροισμα τῶν γεωγραφικῶν πλατῶν τῶν τόπων Α καὶ Α', ἃν οὗτοι εὐρίσκωνται εἰς ἀντίθετα ἡμισφαίρια, ἢ ἡ διαφορὰ τῶν πλατῶν ἂν εὐρίσκωνται εἰς τὸ αὐτὸ ἡμισφαίριον τῆς Γῆς.

$$\text{Ἡ ἰσότης (1) γίνεται λοιπὸν } \pi = \frac{Z + Z' - \Gamma}{\eta \mu Z + \eta \mu Z'}.$$

Ἐκ ταύτης δὲ εὐρίσκωμεν τὴν ὀριζοντίαν παράλλαξιν π τῆς Σελήνης.

Ἡ μέθοδος αὕτη ὑπεδείχθη ὑπὸ τοῦ Cassini (1672) καὶ ἐφηρμόσθη τὸ πρῶτον ἐν ἔτει 1751 ὑπὸ τῶν ἀστρονόμων Cailé καὶ Lalande, ὧν ὁ μὲν πρῶτος μετέβη εἰς τὸ ἀκρωτήριον τῆς Καλῆς Ἑλπίδος, ὁ δὲ δεῦτερος εἰς Βερολίνον.

Ἡ παράλλαξις τῆς Σελήνης ἐν τῷ αὐτῷ μὲν τόπῳ μεταβάλλεται μετὰ τῆς ἀποστάσεως αὐτῆς, εἰς διαφόρους δὲ τόπους μετὰ τῆς ἀκτίνος τῆς Γῆς.

Ἡ μέση τιμὴ τῆς ὀριζοντίου ἰσημερινῆς παραλλάξεως αὐτῆς εἶναι $57' 2'' , 7$ ἢτοι διπλασία περίπου τῆς φαινομένης διαμέτρου αὐτῆς. Εὐκόλως δὲ ὑπολογίζεται ὅτι ἐκ τῆς Σελήνης ἡ Γῆ φαίνεται ὡς δίσκος δεκατετραπλάσιος τοῦ Σεληνιακοῦ.

99. Ἀπόστασις τῆς Σελήνης.—Ἐκ τῆς ισότητος (§ 50)

$$\alpha = \frac{\rho}{\eta\mu\pi} \tilde{\eta} \frac{\alpha}{\rho} = \frac{1}{\eta\mu\pi} \quad \text{εὐρίσκομεν ὅτι}$$

$\log \frac{\alpha}{\rho} = 1,78007$, ὅθεν $\alpha = 60,266\rho$, ἥτοι 384403 χιλιόμε. περίπου.

Ἀεροπλάνον ἱπτάμενον μετὰ ταχύτητα 500 χλμ. τὴν ὥραν διανύει τοσαύτην ἀπόστασιν εἰς 32 περίπου ἡμέρας συνεχοῦς πτήσεως. Αὐτοκίνητον μετὰ ταχύτητα 100 χιλιμ. τὴν ὥραν διανύει τοσαύτην ὁδὸν εἰς 160 ἡμέρας περίπου καὶ πεζὸς μετὰ ταχύτητα 5 χιλιμ. τὴν ὥραν πρέπει νὰ ὀδεύῃ συνεχῶς ἐπὶ 9 ἔτη.

Δυνάμεθα πρὸς εὗρεσιν τῆς ἀποστάσεως ταύτης νὰ ἐφαρμόσωμεν καὶ τὴν στοιχειωδεστέραν μέθοδον, κατὰ τὴν ὁποίαν εὗρομεν τὴν ἀπόστασιν τοῦ Ἥλιου. Ἐνεκα ὅμως τῆς μεγαλυτέρας τιμῆς τῆς παραλλάξεως τῆς Σελήνης, ἡ ἀντικατάστασις τοῦ ἀντιστοίχου τόξου αὐτῆς ὑπὸ τῆς χορδῆς του καὶ τὰνάπλιν προκαλεῖ μεγαλύτερον σφάλμα ἢ διὰ τὸν Ἥλιον.

Σημείωσις. Οἱ μαθηταὶ ἄς ἐφαρμόσωσι τὴν μέθοδον ταύτην, διὰ νὰ ἴδωσι τὴν διαφορὰν τοῦ ἐξαγομένου κατὰ ταύτην καὶ κατὰ τὴν προηγουμένην μέθοδον.

Ἡ εὐρεθεῖσα τιμὴ 60,266ρ εἶναι ἡ μέση ἀπόστασις τῆς Σελήνης ἀπὸ τὴν Γῆν. Ἡ μεγίστη τιμὴ τῆς ἀποστάσεως ταύτης εἶναι 64ρ, ἡ δὲ ἐλάχιστη 56ρ.

Ἀσκήσεις

144) Νὰ εὗρητε πόσον χρόνον χρειάζεται τὸ φῶς διὰ νὰ φθάσῃ ἀπὸ τὴν Σελήνην εἰς τὴν Γῆν.

145) Ἄν ἦτο δυνατόν ἐν ἀεροπλάνον νὰ ὑπερνικήσῃ τὴν ἑλξίν τῆς Γῆς καὶ νὰ ἱπταται συνεχῶς μετὰ ταχύτητα 800 χιλιωμέτρων τὴν ὥραν, νὰ εὗρητε πόσον χρόνον θὰ ἐχρειάζετο νὰ φθάσῃ εἰς τὴν Σελήνην.

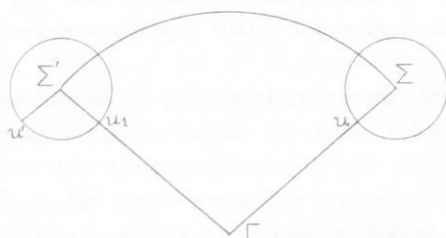
146) Νὰ συγκρίνητε τὴν ἀκτῖνα τοῦ Ἥλιου πρὸς τὴν ἀπόστασιν τῆς Σελήνης ἀπὸ τῆς Γῆς.

100. Περιστροφή τῆς Σελήνης.—Ἐπὶ τοῦ δίσκου τῆς Σελήνης παρατηροῦνται ἀπὸ μακροῦ χρόνου κηλίδες, αἱ ὁποῖαι μένουσιν ἀναλλοίωτοι καὶ εἰς τὴν αὐτὴν σχεδὸν ἐν σχέσει πρὸς τὸ κέντρον τοῦ

δίσκου θέσιν. Ἐκ τούτου ἔπεται ὅτι ἡ Σελήνη στρέφει πρὸς τὴν Γῆν τὸ αὐτὸ πάντοτε ἡμισφαίριον.

Αἰτία δὲ τούτου εἶναι ἡ περιστροφικὴ τῆς Σελήνης κίνησις ἐκ Δ πρὸς Α περὶ ἄξονα, ὁ ὁποῖος σχηματίζει μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχίᾳς τῆς γωνίαν $83^{\circ} 20' 49''$.

Πράγματι, καθ' ἣν στιγμὴν ἡ Σελήνη κατέχει τὴν θέσιν Σ (σχ. 66) τῆς τροχίᾳς τῆς, κηλὶς τις κ φαίνεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΓΣ,



Σχ. 66.

ἤτοι εἰς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου. Μετὰ χρόνον τ ἡ Σελήνη εὐρίσκεται εἰς ἄλλην θέσιν Σ'. Ἐὰν αὕτη δὲν ἐστρέφετο περὶ ἄξονα, ἡ ἀκτὶς Σκ θὰ μετετίθετο παραλλήλως πρὸς ἐαυτὴν καὶ θὰ ἤρχετο εἰς θέσιν Σ'κ', ἡ δὲ κηλὶς θὰ ἐφάνετο εἰς θέσιν κ'

ἀνατολικώτερον τοῦ κέντρου κ₁ ὥστε ὡς εἵπομεν, δὲν συμβαίνει.

Πρέπει λοιπὸν νὰ συμπεράνωμεν ὅτι κατὰ τὸν χρόνον τ ἡ Σελήνη ἐστράφη περὶ ἐαυτὴν κατὰ τὴν ὁρθὴν φορὰν καὶ κατὰ γωνίαν $\kappa'\Sigma'\kappa_1 = \Sigma\widehat{\Gamma\Sigma}'$. Εἰς ἐκάστην λοιπὸν μονάδα χρόνου ἐστράφη κατὰ γωνίαν $\frac{\kappa'\Sigma'\kappa_1}{\tau}$ ἴσην πρὸς τὴν $\frac{\Sigma\widehat{\Gamma\Sigma}'}{\tau}$, κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ ἐπιβατικὴ ἀκτὶς ΓΣ στρέφεται καθ' ἐκάστην μονάδα χρόνου.

Χρειαζεται λοιπὸν ἡ Σελήνη διὰ μίαν πλήρη περὶ ἐαυτὴν στροφὴν, ὅσον χρειάζεται διὰ νὰ συμπληρώσῃ μίαν περὶ τὴν Γῆν περιφορὰν αὐτῆς.

101. Σχῆμα τῆς Σελήνης.—Τὸ σχῆμα τῆς Σελήνης δὲν δύναται νὰ καθορισθῇ δι' ἀμέσων παρατηρήσεων ἐπὶ τοῦ δίσκου αὐτῆς, διότι ἡ Σελήνη στρέφει πρὸς ἡμᾶς πάντοτε τὰ αὐτὰ σχεδὸν μέρη τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς, τὸ δὲ κυκλικὸν σχῆμα τοῦ δίσκου τούτου οὐδὲν θετικὸν περὶ τοῦ ὅλου σχήματος αὐτῆς δεικνύει.

Θεωρητικῶς ὅμως ἀποδεικνύεται ὅτι ἕνεκα τῆς ἀμοιβαίας ἐλξεως Γῆς καὶ Σελήνης, ἡ Σελήνη ἔλαβεν, ὅτε διετέλει ἐν ρευστῇ καταστάσει, τὸ σχῆμα ἐλλειψοειδοῦς μετὰ τριῶν ἀνίσων ἀξόνων, ὧν μεγαλύ-

τερος είναι ο κατευθυνόμενος προς την Γῆν και μικρότερος ο ἄξων περιστροφῆς αὐτῆς. Ἡ διαφορὰ ὅμως μεταξύ τῶν τριῶν τούτων ἁξόνων είναι σχετικῶς πρὸς τὰ μεγέθη αὐτῶν πολὺ μικρὰ καὶ κατ' ἀκολουθίαν δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν τὴν Σελήνην σχεδὸν σφαιρικὴν.

102. Μέγεθος τῆς Σελήνης.—Μεταξὺ τῆς φαινομένης διαμέτρου Δ τῆς Σελήνης, τῆς ἀκτίνος P αὐτῆς καὶ τῆς ἀποστάσεώς της ἀφ' ἡμῶν ἀληθεύει (§ 35) ἡ ἰσότης $\alpha = \frac{2P}{\Delta}$. Ἀλλ' εἶναι (§ 50) καὶ

$$\alpha = \frac{\rho}{\eta\mu\pi} \text{ καὶ κατὰ}$$

$$\text{προσέγγισιν } \alpha = \frac{\rho}{\pi}.$$

Ἐκ τούτων ἔπεται

$$\text{ὅτι } \frac{2P}{\Delta} = \frac{\rho}{\pi} \text{ καὶ } P =$$

$$\frac{\Delta\rho}{2\pi}. \text{ Ἐπειδὴ δὲ εἶναι}$$

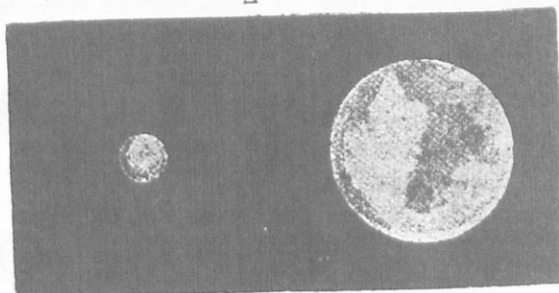
$$\Delta = 31'7'' = 1867''$$

$$(\text{ § 96 }) \text{ καὶ } \pi =$$

$$57'2'',7 = 3422'',7$$

$$(\text{ § 98 }), \text{ εὐρίσκομεν } P = \frac{1867\rho}{6845,4} = 0,27\rho.$$

Εἶναι λοιπὸν ἡ ἀκτίς τῆς Σελήνης ἴση περίπου πρὸς τὰ 0,27 τῆς γῆνης ἡμερινῆς ἀκτίνος.



Συγκριτικὸν μέγεθος Γῆς καὶ Σελήνης.

Ἀσκήσεις

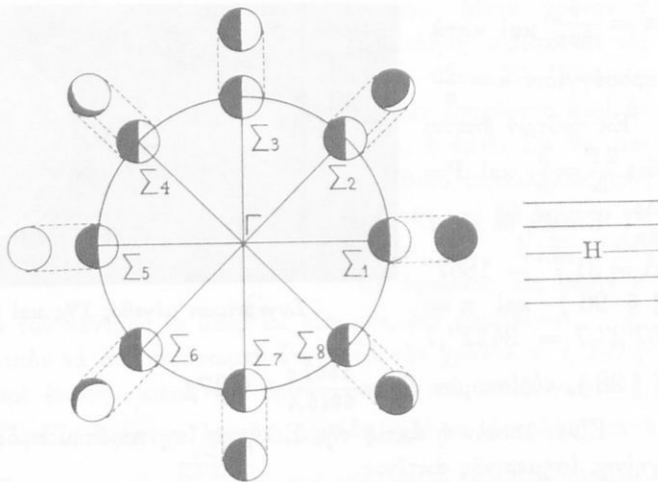
147) Νὰ εὑρεθῇ τὸν ὄγκον τῆς Σελήνης συναρτήσῃ τοῦ ὄγκου τῆς Γῆς.

148) Οἱ ἀστρονόμοι εὑρον ὅτι ἡ μᾶζα τῆς Σελήνης εἶναι τὸ $\frac{1}{81}$ τῆς μᾶζης τῆς Γῆς. Νὰ εὑρεθῇ τὴν πυκνότητα τῆς Σελήνης συναρτήσῃ τῆς πυκνότητος τῆς Γῆς καὶ ἔπειτα ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ ($4^{\circ} K$).

103. Φάσεις τῆς Σελήνης.—Τὰ διάφορα σχήματα, μὲ τὰ ὁποῖα φαίνεται ἡ Σελήνη ἐντὸς μηνὸς περίπου, καλοῦνται φάσεις τῆς Σελήνης. Ἐν πρώτοις τὰ διάφορα ταῦτα σχήματα ἀποδεικνύουσιν ὅτι τὸ σχεδὸν σφαιρικὸν τοῦτο ἄστρον εἶναι σῶμα μὴ αὐτόφωτον, ἀλλ' ἱκανὸν νὰ ἀνακλᾷ τὸ ἐπ' αὐτοῦ προσπίπτον ἡλικὸν φῶς.

Τὸ πρὸς τὸν ἥλιον ἐστραμμένον ἡμισφαίριον τῆς Σελήνης φωτίζεται ὑπ' αὐτοῦ καὶ χωρίζεται ἀπὸ τοῦ μὴ φωτιζομένου διὰ γραμμῆς, ἣτις καλεῖται **κύκλος φωτισμοῦ** τῆς Σελήνης. Ἀναλόγως δὲ τῆς πρὸς τὴν Γῆν θέσεως τοῦ φωτιζομένου ἡμισφαίριου τῆς Σελήνης, τὸ ὁρατὸν ἀφ' ἡμῶν μέρος αὐτῆς εἶναι κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον μέγα.

Τῷ ὄντι ὑποθέσωμεν χάριν ἀπλότητος ὅτι ἡ Σελήνη γράφει περὶ τὴν Γῆν περιφέρειαν κύκλου, οὗ τὸ ἐπίπεδον συμπίπτει μετὰ τῆς Ἐκλειπτικῆς (ὑπόθεσις ὀλίγον ἀπέχουσα τῆς ἀληθείας) καὶ ὅτι ὁ ἥλιος



Σχ. 67

μένει ἀκίνητος, ἡ δὲ Σελήνη κινεῖται περὶ τὴν Γῆν οὐχὶ μὲ τὴν πραγματικὴν τῆς γωνιώδους ταχύτητα, ἀλλὰ μὲ τὴν διαφορὰν τῆς γωνιώδους ταχύτητος τοῦ ἥλιου ἀπὸ τῆς γωνιώδους ταχύτητος τῆς Σελήνης.

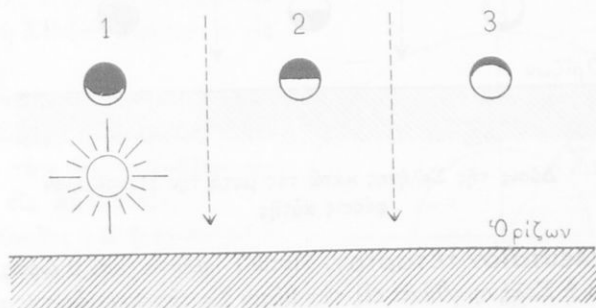
Ἐπειδὴ ὁ ἥλιος εὐρίσκεται εἰς μεγίστην ἀπόστασιν ἐπιτρέπεται νὰ θεωρήσωμεν τὰς ἀκτίνας H (σχ. 67) παραλλήλους. Εἶναι δὲ προφανῶς ὁ κύκλος φωτισμοῦ κάθετος ἐπὶ τὰς ἀκτίνας H .

1) Νέα Σελήνη.— Ὅταν ἡ Σελήνη εὐρίσκηται εἰς τὴν θέσιν Σ_1 τῆς τροχίᾳς της, στρέφει πρὸς τὴν Γῆν Γ τὸ μὴ φωτιζόμενον ἡμισφαίριον αὐτῆς καὶ εἶναι κατ' ἀκολουθίαν ἀόρατος. Λέγομεν δὲ ὅτι ἔχομεν **νέα Σελήνην** ἢ **νουμηνίαν**.

Κατὰ τὴν θέσιν ταύτην ἡ Σελήνη ἀνατέλλει καὶ δύει συγχρόνως μετὰ τοῦ Ἑλίου.

Μετὰ τινὰς ἡμέρας ἡ Σελήνη φθάνει εἰς ἄλλην τινὰ θέσιν, Σ_2 τῆς τροχιάς της, ὅτε μικρὸν μέρος τοῦ ὑπὸ τοῦ Ἑλίου φωτιζομένου ἡμισφαρίου αὐτῆς εἶναι ἐστραμμένον πρὸς τὴν Γῆν καὶ κατ' ἀκολουθίαν ὁρατόν.

Φαίνεται δὲ ἡμῖν τοῦτο πρὸς Δυσμὰς μετὰ τὴν δύσιν τοῦ Ἑλίου ὡς φωτεινὸν δρέπανον ἢ μηνίσκος μὲ τὸ κυρτὸν πρὸς δυσμὰς. Βαίνει δὲ ὁ μηνίσκος οὗτος βαθμηδὸν πλατυνόμενος, ἐφ' ὅσον ἡ Σελήνη ἀπομακρύνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον τῆς θέσεως Σ_1 .



Δύσις τῆς Σελήνης κατὰ τὰς πρὸ τῆς Πανσελήνου φάσεις αὐτῆς.

2) Πρῶτον τέταρτον. Μετὰ 7 ἡμέρας καὶ 9 ὥρας ἀπὸ τῆς νέας Σελήνης, ἡ Σελήνη διανύσασα τόξον 90° πρὸς Ἀνατολὰς εὐρίσκεται εἰς τὴν θέσιν Σ_3 . Τότε βλέπομεν αὐτὴν ὡς φωτεινὸν ἡμικύκλιον μὲ τὸ κυρτὸν πρὸς δυσμὰς.

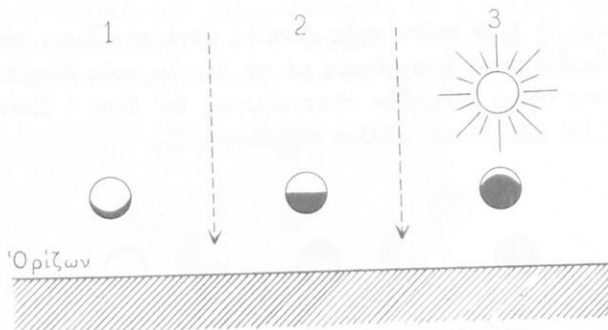
Ἡ φάσις αὕτη καλεῖται **πρῶτον τέταρτον**. Κατ' αὐτὴν ἡ Σελήνη μεσουρνεῖ ἄνω, καθ' ἣν στιγμὴν ὁ ἥλιος δύει.

Ἀπὸ τοῦ α' τετάρτου τὸ ὁρατὸν μέρος τῆς Σελήνης καθίσταται ἀμφίκυρτον συνεχῶς αὐξάνομενον.

3) Πανσέληνος. Μετὰ 7 ἡμέρας καὶ 9 ὥρας περίπου ἀπὸ τοῦ πρώτου τετάρτου ἡ Σελήνη φθάνει εἰς τὴν θέσιν Σ_5 τῆς τροχιάς της. Κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην ὁλόκληρον τὸ φωτεινὸν αὐτῆς ἡμισφαίριον εἶναι πρὸς τὴν Γῆν ἐστραμμένον καὶ φαίνεται ὡς πλήρης φωτεινὸς δίσκος.

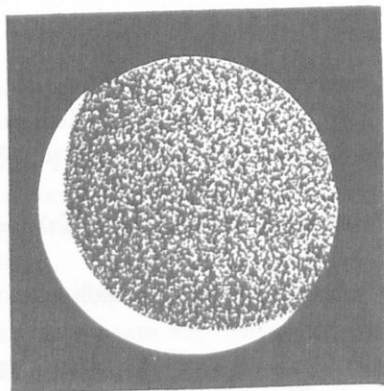
Ἡ φάσις αὕτη καλεῖται **πανσέληνος**. Κατὰ ταύτην ἡ Σελήνη ἀνατέλλει, ὅταν δύῃ ὁ ἥλιος καὶ μεσουρανεῖ ἄνω τὸ μεσονύκτιον.

Ἀπὸ τῆς πανσελήνου αἱ αὐταὶ φάσεις ἀναπαράγονται, ἀλλὰ κατ' ἀντίστροφον τάξιν· ὁ φωτεινὸς δηλαδὴ δίσκος, ὃν βλέπομεν σμικρύνεται βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον.



Δύσις τῆς Σελήνης κατὰ τὰς μετὰ τὴν Πανσέληνον φάσεις αὐτῆς

4) Τελευταῖον τέταρτον. Μετὰ 7 ἡμέρας καὶ 9 ὥρας ἀπὸ τῆς πανσελήνου ἡ Σελήνη φθάνει εἰς τὴν θέσιν Ση τῆς τροχιάς της καὶ στρέφει πρὸς τὴν Γῆν τὸ ἥμισυ τοῦ φωτεινοῦ αὐτῆς ἡμισφαιρίου, ὅπερ φαίνεται ἡμῖν ἐν τῷ Οὐρανῷ ὑπὸ μορφὴν ἡμικυκλίου.



Τεφρώδες φῶς τῆς Σελήνης

Ἡ φάσις αὕτη καλεῖται **τελευταῖον τέταρτον**. Κατ' αὐτὴν ἡ Σελήνη ἀνατέλλει τὸ μεσονύκτιον, στρέφει δὲ τὸ κυρτὸν τοῦ φωτεινοῦ ἡμικυκλίου πρὸς ἀνατολὰς.

Ἀπὸ τῆς φάσεως ταύτης τὸ ὁρατὸν μέρος τῆς Σελήνης γίνεται μηνίσκος, οὗ τὸ πλάτος βαίνει συνεχῶς ἐλαττούμενον, μέχρις οὗ μηδενισθῇ κατὰ τὴν Νέαν Σελήνην. Ὁ μηνίσκος οὗτος στρέφει τὸ κυρτὸν πρὸς Ἀνατολὰς καὶ εἶναι ὁρατὸς τὴν πρωτὴν πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ ἥλιου.

Σημειώσεις. Ὄταν ἡ Σελήνη εἶναι μηνοειδής, βλέπομεν κατὰ τὴν νύκτα καὶ τὸ ὑπόλοιπον μέρος τοῦ σεληνιακοῦ δίσκου φωτιζόμενον ὑπὸ ἀμυδροῦ φωτός. Τὸ φῶς τοῦτο, **τεφρῶδες φῶς** καλούμενον, προέρχεται ἐκ τῆς Γῆς, ἥτις ἀνακλᾷ πρὸς τὴν Σελήνην τὸ ἐπ' αὐτῆς προσπίπτον ἥλιακόν φῶς.

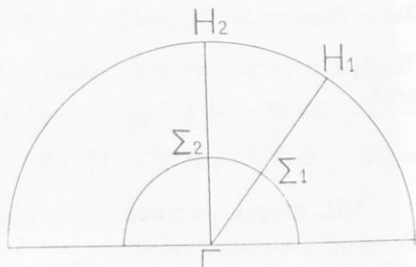
Κατὰ τὰς ἄλλας τῆς Σελήνης φάσεις τὸ τεφρῶδες φῶς εἶναι ἀόρατον. Διότι ὀλιγώτερον φωτεινὸν μέρος τῆς Γῆς στρέφεται πρὸς τὴν Σελήνην, καὶ διότι τὸ φῶς τῆς Σελήνης ἐντατικώτερον ὢν, καθιστᾷ ἀόρατον τὸ τεφρῶδες φῶς.

104. Ἀποχὴ τῆς σελήνης. Συζυγίαι. Τετραγωνισμοί.— Ἡγωνιώδης ἀπόστασις τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου καλεῖται **ἀποχὴ** τῆς Σελήνης. Κατὰ τὴν νέαν Σελήνην, ἡ ἀποχὴ αὐτῆς εἶναι 0° · λέγομεν δὲ τότε ὅτι ἡ Σελήνη εὐρίσκεται εἰς **σύνοδον**.

Κατὰ τὴν πανσέληνον ἡ ἀποχὴ τῆς Σελήνης εἶναι 180° · λέγομεν δὲ τότε ὅτι ἡ Σελήνη εὐρίσκεται εἰς **ἀντίθεσιν**.

Ἡ σύνοδος καὶ ἡ ἀντίθεσις ὁμοῦ καλοῦνται **συζυγίαι**.

Ὄταν ἡ ἀποχὴ τῆς Σελήνης εἶναι 90° , λέγομεν ὅτι ἡ Σελήνη εὐρίσκεται εἰς **τετραγωνισμόν**. Τοῦτο συμβαίνει κατὰ τὸ πρῶτον καὶ τὸ τελευταῖον τέταρτον.



Σχ. 68

105. Ἀστρικὸς καὶ συνοδικὸς μῆν.— Ἀστρικὸς μῆν ἡ ἀστρικὴ περιφορὰ τῆς Σελήνης καλεῖται ὁ χρόνος, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἀποκαταστάσεων αὐτῆς εἰς τὸν ὠριαῖον τοῦ αὐτοῦ ἀπλανοῦς ἀστέρος.

Συνοδικὸς μῆν ἡ συνοδικὴ περιφορὰ τῆς Σελήνης καλεῖται ὁ χρόνος, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν συνόδων ἢ ἀντιθέσεων.

Ὁ συνοδικὸς μῆν εἶναι μεγαλύτερος τοῦ ἀστρικοῦ διὰ τὸν ἀκόλουθον λόγον :

Ἐστώσαν Σ_1 καὶ H_1 (σχ. 68) αἱ θέσεις τῆς Σελήνης καὶ τοῦ Ἡλίου κατὰ τινὰ σύνοδον ἐπὶ τοῦ ὠριαίου ἀπλανοῦς ἀστέρος Α. Μετὰ ἓνα ἀστρικὸν μῆνα ἡ Σελήνη φθάνει εἰς τὸν αὐτὸν ὠριαῖον, ἥτοι εἰς τὴν θέσιν Σ_1 τῆς τροχίᾳς της χωρὶς νὰ εὑρεθῇ εἰς σύνοδον, διότι ὁ Ἡ-

λιος κινούμενος ἐκ Δ πρὸς Α εὐρίσκεται ἤδη ἀνατολικώτερον τῆς θέσεως H_1 .

Ἴνα δὲ ἡ Σελήνη ἔλθῃ ἐκ νέου εἰς σύνοδον, πρέπει νὰ διανύσῃ ἀκόμῃ τὸ τόξον $\Sigma_1\Sigma_2$, ὅπερ ἔχει ἴσον ἀριθμὸν μοιρῶν πρὸς τὸ H_1H_2 , ὅπερ διαγράφει ὁ ἥλιος ἐντὸς ἐνὸς συνοδικοῦ μηνός.

Ἡ διάρκεια σ τοῦ συνοδικοῦ μηνός ὑπολογισθεῖσα διὰ παρατηρήσεων εἶναι 29 μ. ἡλ. ἡμ.. 12 ὥραι 44 π. 2,98.

Διὰ νὰ εὗρωμεν τὴν διάρκειαν α τοῦ ἀστρικοῦ μηνός, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ Σελήνη εἰς χρόνον σ διανύει $360^\circ + \Sigma_1\Sigma_2 = 360 + H_1H_2$. Ἄρα διὰ νὰ διανύσῃ 360° χρειάζεται α $= \frac{360^\circ \sigma}{360^\circ + H_1H_2}$. Ἐπειδὴ δὲ τόξον H_1H_2 διανύεται ὑπὸ τοῦ Ἡλίου εἰς χρόνον σ, ἔπεται ὅτι ἰσοῦται πρὸς $\frac{360^\circ \sigma}{\tau}$, ἂν εἶναι τ ἡ διάρκεια τοῦ ἀστρικοῦ ἔτους. Ἄρα $\alpha = \frac{\tau \sigma}{\tau + \sigma} = 27$ ἡμέραι 7 ὥραι 43π. 11,5 δ.

106. Φυσικὴ κατάστασις τῆς Σελήνης.—Ἐπὶ τοῦ δίσκου τῆς Σελήνης διακρίνομεν εὐκόλως καὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ κατὰ τὴν πανσέληνον μεγάλας κηλίδας, αἵτινες ἀπὸ μακροῦ χρόνου τηροῦσιν ἀναλλοίωτον τὸ σχῆμα, σχεδὸν δὲ καὶ τὴν ἐν σχέσει πρὸς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου αὐτῆς θέσιν αὐτῶν.

Ἐὰν δι' ἰσχυροῦ τηλεσκοπίου ἐξετάσωμεν τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Σελήνης, διακρίνομεν ἐπ' αὐτῆς ὑψηλὰ ὄρη, ἰδίᾳ περὶ τὴν γραμμὴν τὴν χωρίζουσαν τὸ φωτεινὸν ἀπὸ τοῦ σκοτεινοῦ ἡμισφαίριου αὐτῆς, ἐνθα αἱ ἀκτῖνες προσπίπτουσι πλαγίως.

Τὰ ὄρη διακρίνονται ἐκ τῆς σκιᾶς, ἣν ρίπτουσιν ἐπὶ τοῦ σεληνιακοῦ δίσκου, ἐν ᾧ τὰ πρὸς τὸν ἥλιον μέρη εἶναι φωτεινά.

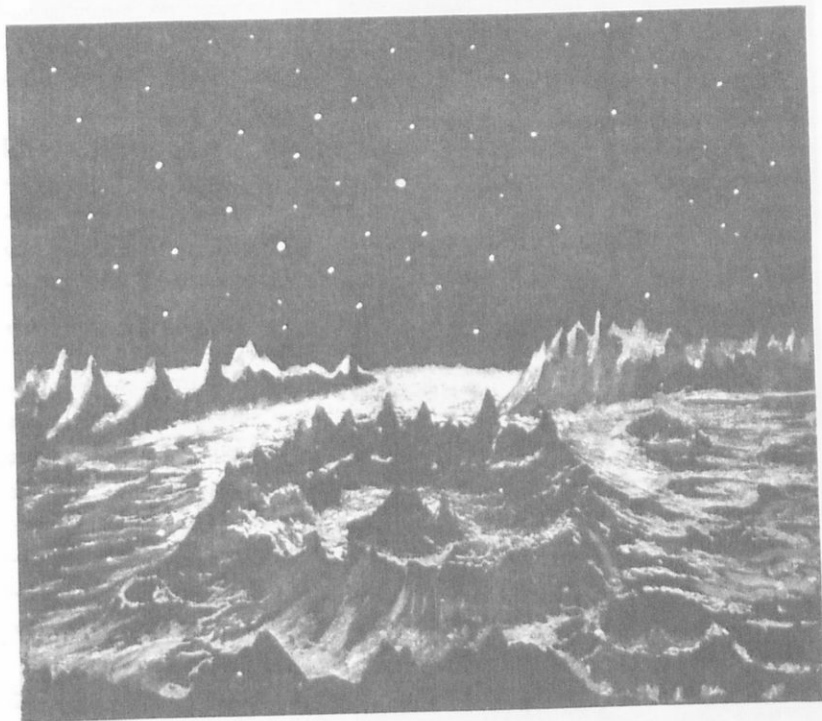
Τὰ ἀμυδρότερα μέρη τῆς Σελήνης εἶναι εὐρεῖαι πεδιάδες, ὀλιγώτερον ἢ αἱ κορυφαὶ τῶν ὀρέων ἀνακλῶσαι ἡλιακὸν φῶς. Αἱ πεδιάδες αὗται ἐκλήθησαν ὑπὸ τοῦ Γαλιλαίου $\theta \acute{\alpha} \lambda \alpha \sigma \sigma \alpha \iota$.

Περὶ τὰ δέκα μόνον ὄρη τῆς Σελήνης εἶναι διατεθειμένα κατὰ ὀγκώδεις ὁροστοιχίας, ὡς ἐπὶ τῆς Γῆς τὰ Ἰμαλῆα, αἱ Ἀλπεις κ.τ.λ.

Τὰ πλεῖστα ἄλλα εἶναι μεμονωμένα, κωνοειδῆ, τὸ πλεῖστον καὶ φέρουσιν ἐπὶ τῶν κορυφῶν αὐτῶν μεγάλας κοιλότητας, ὥς ἐκίλεσαν κρατῆρας, ἕνεκα τῆς πρὸς τοὺς κρατῆρας τῶν γήινων ἡφαιστειῶν ὁμοιότητος αὐτῶν. Ἡ διάμετρος πολλῶν ἐκ τῶν κρατῆρων τούτων εἶναι

πολύ μεγαλύτερα τῆς διαμέτρου τῶν κρατήρων τῆς Γῆς, οἱ δὲ πυθμένες τῶν εὐρέων τούτων κρατήρων ἀληθῆ ἀποτελοῦσιν ὀροπέδια, ἐκ τῶν ὁποίων ἀνέρχεται συνήθως βουνόν τι.

Τὸ ὕψος τῶν ὀρέων τῆς Σελήνης εἶναι σχετικῶς πρὸς τὸν ὄγκον αὐτῆς μέγιστον. Τὸ ὑψηλότερον τούτων ἔχει ὕψος 8 830μ., ἥτοι τὸ 1:200



Σεληνιακὸς κρατῆρ

περίπου τῆς ἀκτῖνος τῆς Σελήνης, ἐν ᾧ τὸ ὑψηλότερον ὄρος τῆς Γῆς ('Εβερέστ 'Ιμαλαίων) ἔχει ὕψος 8 840μ., ἥτοι τὸ $\frac{1}{720}$ τῆς ἀκτῖνος τῆς Γῆς.

Παρατηροῦμεν ἐπίσης ἐπὶ τῆς Σελήνης, ὅταν ἐξετάζωμεν αὐτὴν δι' ἰσχυροῦ τηλεσκοπίου καὶ κατὰ τὴν πανσέληνον, μακρὰς ὑπολεύκους καὶ σχεδὸν εὐθείας γραμμάς, αἵτινες κατὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς φαίνονται ὡς μελαναὶ κηλῖδες. Αὗται θεωροῦνται ὡς διώρυγες, ὧν τὸ μὲν

μῆκος κυμαίνεται ἀπὸ χιλιομέτρων τινῶν μέχρις 100 περίπου χιλιομέτρων, τὸ δὲ πλάτος δὲν ὑπερβαίνει τὰ 2 ἢ 3 χιλιόμετρα καὶ τὸ βάθος φθάνει καὶ μέχρι 500 μέτρων.

Κατὰ ταῦτα τὸ ἔδαφος τῆς Σελήνης εἶναι πολὺ ἀνωμαλώτερον τοῦ ἐδάφους τῆς Γῆς. Ἐκ τούτου πρέπει νὰ συμπεράνωμεν ὅτι τοῦτο κατὰ τὸν σχηματισμὸν του ὑπέστη σφοδροὺς κλονισμούς.



Φωτογραφία Σελήνης κατὰ τὸ πρῶτον τέταρτον.

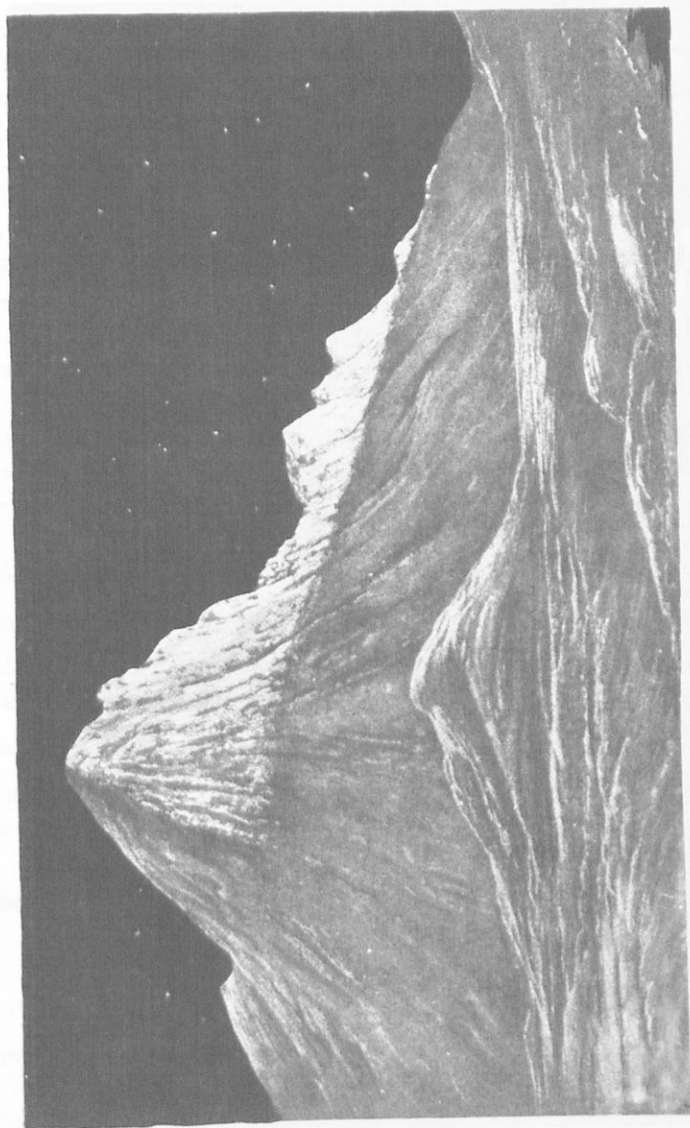
107. Ἀτμόσφαιρα καὶ ὕδωρ τῆς Σελήνης. — Διάφοροι ἐνδείξεις πείθουσιν ἡμᾶς ὅτι ἡ Σελήνη δὲν περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας, ἢ, ἐὰν ἔχῃ τοιαύτην, αὕτη θὰ εἶναι ἀραιοτάτη.

1) Οἱ ἀστέρες, ἐμπροσθεν τῶν ὁποίων διέρχεται ἡ Σελήνη, ἀποκρύπτονται ἀποτόμως. Τοῦτο δὲ δὲν θὰ συνέβαινεν, ἂν ἡ Σελήνη περιεβάλλετο ὑπὸ ἀτμοσφαίρας, διότι αὕτη διὰ τῆς ἀπορροφῆσεως μέρους τῶν φωτεινῶν τοῦ ἀστέρος ἀκτίνων θὰ συνέτεινεν εἰς τὴν βαθμιαίαν τοῦ ἀστέρος ἀπόκρυψιν.

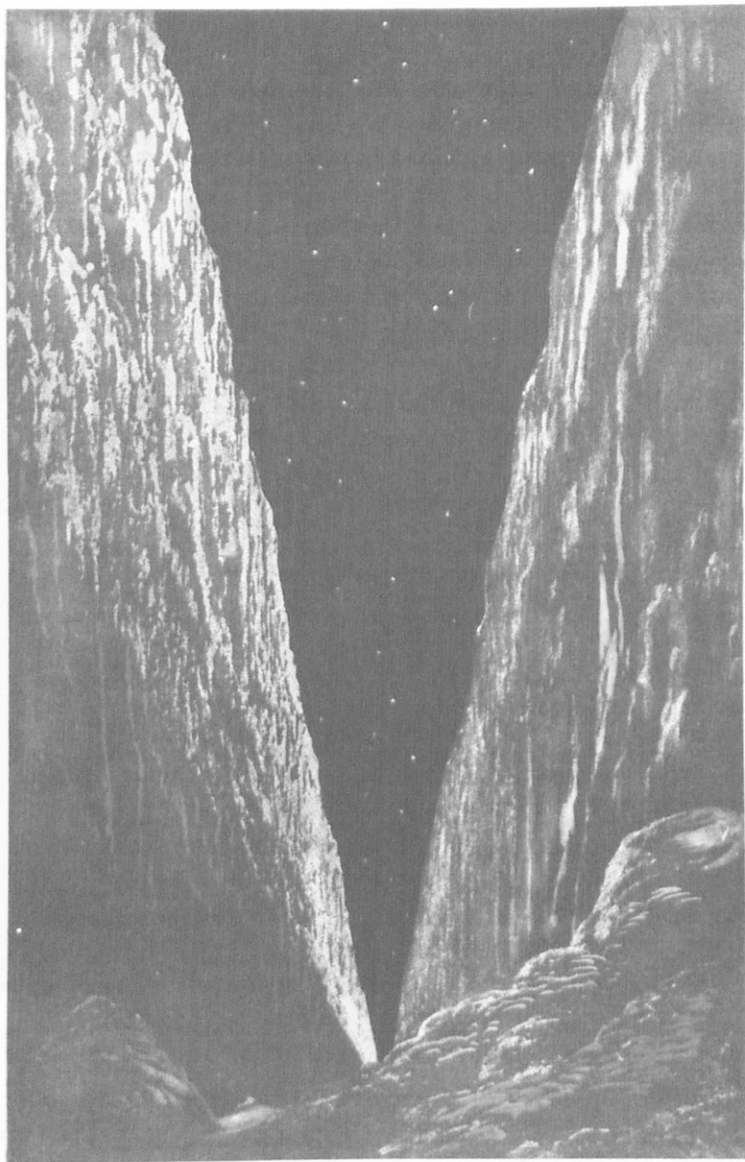
2) Τὰ φωτεινὰ μέρη τῆς Σελήνης χωρίζονται ἀποτόμως δι' εὐκρινοὺς γραμ-

μῆς, ἥτοι ἐπὶ τῶν διαφόρων αὐτῆς τόπων αἱ ἡμέραι διαδέχονται ἀποτόμως τὰς νύκτας καὶ τὰνάπαλιν. Ἄλλ' ἂν ὑπῆρχεν ἐπὶ τῆς Σελήνης ἀτμόσφαιρα, ἡ ἀπότομος αὕτη διαδοχὴ τῶν ἡμερῶν καὶ τῶν νυκτῶν θὰ ἦτο ἀδύνατος, διότι θὰ παρήγετο καὶ ἐκεῖ λυκαυγὲς καὶ λυκόφως.

3) Ἄν ἡ Σελήνη εἶχεν ἀτμόσφαιραν, κατὰ τὰς ἐκλείψεις τοῦ Ἡ-



Τὸ ὄρος Huygens ὕψους 5500 μέτρων εἰς τὰ Σεληνιακά Ἀπέωνια κατὰ τὴν δύσιν τοῦ Ἡλίου.



Μία Σεληνική ρωγμή με παρειάς σχεδόν κατακορύφους.

λίου τὸ ἐκτὸς αὐτοῦ προβαλλόμενον μέρος τοῦ σεληνιακοῦ δίσκου ὥφειλε νὰ φαίνεται περιβαλλόμενον ὑπὸ φωτεινῆς στεφάνης, ὡς συμβαίνει τοῦτο ἐπὶ τῆς Ἀφροδίτης κατὰ τὴν πρὸ τοῦ Ἡλίου δίοδον αὐτῆς. Τοιαύτη ὅμως στεφάνη οὐδέποτε παρατηρήθη περὶ τὴν Σελήνην.

4) Τὸ φάσμα τέλος τοῦ σεληνιακοῦ φωτὸς εἶναι ὅμοιον πρὸς τὸ φάσμα τοῦ ἀπ' εὐθείας πρὸς ἡμᾶς ἀφικνουμένου ἡλιακοῦ φωτός. Τοῦτο μαρτυρεῖ ὅτι τὸ ἡλιακὸν φῶς, ὅπερ δι' ἀνακλάσεως πέμπει πρὸς ἡμᾶς ἢ Σελήνην, οὐδεμίαν ἐπὶ τῆς Σελήνης ὑφίσταται ἀτμοσφαιρικὴν ἀπορρόφησιν.

Παρὰ ταῦτα ὑπάρχουσιν ἐνδείξεις τινές, καθ' ἃς ὑπάρχει ἐπὶ τῆς Σελήνης ἀραιοτάτη ἀτμόσφαιρα (πίεσις 1 χλσμ.).

Καὶ τὸ ὕδωρ ἐλλείπει ἀπὸ τῆς Σελήνης, διότι, ἂν τοῦτο ὑπῆρχεν, ὥφειλεν ἐξατμιζόμενον νὰ παράγῃ νέφη, ἅτινα θὰ μετέβαλλον τὴν λαμπρότητα τοῦ σεληνιακοῦ δίσκου. Οὐδέποτε ὅμως παρατηρήθη τοιαύτη τις μεταβολὴ τῆς λαμπρότητος αὐτοῦ.

Ἐπειδὴ δὲν ὑπάρχει ἐπὶ τῆς Σελήνης εἰ μὴ ἀραιοτάτη ἀτμόσφαιρα οὐδὲν ἀνθίσταται εἰς τὴν νυκτερινὴν τῆς ἡλιακῆς θερμότητος ἀκτινοβολίαν καὶ κατ' ἀκολουθίαν αἱ μακραὶ $\left(\frac{1}{2}\right)$ συνοδικοῦ μηνὸς νύκτες αὐτῆς εἶναι ψυχρόταται. Ἀντιθέτως δὲ αἱ ἡμέραι εἶναι θερμόταται, διότι οὐδεμίαν ἐξασθένειαν συνεπείᾳ ἀπορροφήσεως ὑφίστανται αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες καὶ διότι ἐκάστη ἡμέρα διαρκεῖ $\frac{1}{2}$ συνοδικοῦ μηνός. Δι' ἀμφοτέρους τοὺς λόγους τούτους, ὡς καὶ διὰ τὴν ἔλλειψιν ὕδατος, οὐδεμία ἐπὶ τῆς Σελήνης βλάστησις εἶναι δυνατή.

Ἡ Σελήνη λοιπὸν εἶναι σκιερὸν σῶμα, ἐφ' οὗ οὐδεμία ἐκδήλωσις ζωῆς ὑπάρχει.

Ἀσκήσεις

149) Νὰ εὑρετε μεταξὺ τίνων ὁρίων μεταβάλλεται ἡ ἀπόκλισις τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης.

150) Νὰ εὑρετε μεταξὺ τίνων ὁρίων μεταβάλλεται ἡ μεσημβρινὴ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης ἐν Ἀθήναις (γ. πλ. 37° 58' 15", 5 Β.).

151) Νὰ ὁρίσητε εἰς τίνα βόρεια γεωγρ. πλάτη τὸ κέντρον τῆς πανσελήνου δύνатаи νὰ μεσουραγῇ εἰς τὸ ζενιθ ἐκάστου τόπου.

152) *Αν κατά τινα ἐαρινὴν ἡσημερίαν συμβῇ νὰ εἶναι πανσέληνος, νὰ εὗρητε πόση θὰ εἶναι τότε ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης.

153) *Αν κατά τινα θερινὴν τροπὴν εἶναι νέα Σελήνη, νὰ εὗρητε πόση θὰ εἶναι τότε ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄

ΑΙ ΕΚΛΕΙΨΕΙΣ ΤΗΣ ΣΕΛΗΝΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ

108. Σκιά, μήκος αὐτῆς. *Υποσκίασμα.— Πᾶν σκιερὸν ἄστρον Σ (σχ.69) φωτιζόμενον ὑπὸ τοῦ Ἡλίου, ρίπτει ὑπισθεν αὐτοῦ σκιάν. Ἐὰν τὸ σκιερὸν σῶμα εἶναι σφαιρικόν καὶ μικρότερον τοῦ Ἡλίου, ἡ σκιά αὐτοῦ ΟΓΔ εἶναι κωνικὴ. Παρατηροῦντες ὅτι τὰ τρίγωνα ΟΣΓ, ΟΑΗ εἶναι ὅμοια, εὐρίσκομεν ὅτι

$$\frac{OH}{HA} = \frac{OS}{\Sigma\Gamma} = \frac{HS}{HA - \Sigma\Gamma}, \quad \text{ἄρα } \chi = (OS) = \frac{(HS) \cdot (\Sigma\Gamma)}{(HA) - (\Sigma\Gamma)}. \quad (1)$$

Αἱ ἐξωτερικαὶ τῶν δύο εἰρημένων σφαιρῶν ἐφαπτόμεναι ἀποτελοῦσι δύο ἐτέρας κωνικάς ἐπιφανείας, αἵτινες ἔχουσι κοινὴν κορυφὴν σημεῖον Π τοῦ εὐθυγράμμου τμήματος ΗΣ. Ἐκ τούτων ἡ ΧΠΨ περιβάλλει πανταχόθεν τὸ σκιερὸν κῶνον.

Ὁ ὑπισθεν τοῦ σκieroῦ σώματος Σ , ἐντὸς τῆς κωνικῆς ἐπιφανείας ΧΠΨ καὶ ἐκτὸς τοῦ σκieroῦ κῶνου ΟΓΔ περιεχόμενος χώρος καλεῖται ὑποσκίασμα. Πᾶν σημεῖον τοῦ υποσκιάσματος φωτίζεται ὑπὸ μέρους μόνον τοῦ Ἡλίου, ὅπερ εἶναι τόσῳ μικρότερον, ὅσῳ ἐγγύτερον τῆς σκιάς κεῖται τοῦτο.

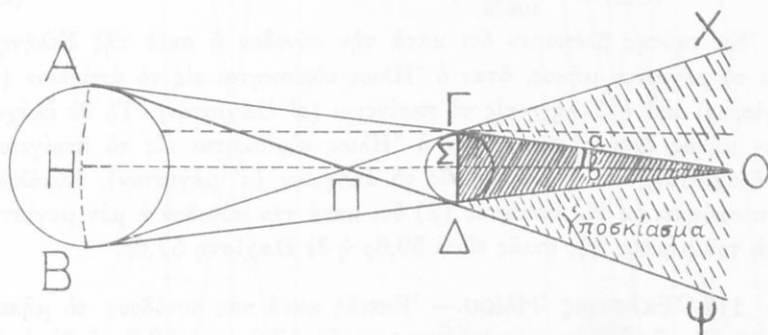
109. Μήκος τῆς σκιάς τῆς Γῆς. Πάχος αὐτῆς εἰς τὴν ἀποστασιν τῆς Σελήνης.— Ἐὰν τὸ ἄστρον Σ (σχ. 69) εἶναι ἡ Γῆ καὶ καλέσωμεν ρ τὴν ἀκτῖνα αὐτῆς ἢ ἰσότης (1) γίνεται $(OS) = \frac{23440\rho^2}{108\rho} = 217 \rho$ περίπου. Ἐὰν δὲ $(\Sigma) = 60\rho$ καὶ νοηθῇ ἐκ τοῦ β παράλληλος τῇ ΣΓ ἢ β α , ἐκ τῶν ὁμοίων τριγῶνων Οβ α , ΟΣΓ εὐρίσκο-

$$\text{μεν ὅτι } (\beta\alpha) = \frac{(\text{Οβ}) \cdot (\Sigma\Gamma)}{\text{ΟΣ}} = \frac{(217\rho - 60\rho)\rho}{217\rho} = \frac{157\rho^2}{217\rho} = 0,72\rho \text{ περίπου.}$$

110. Ἑκλειψις τῆς Σελήνης.— Ἡ Σελήνη περιφερομένη περὶ τὴν Γῆν εἰς μέσῃ ἀπόστασιν 60ρ συναντᾷ ἐνίοτε τὴν σκιὰν τῆς Γῆς, τῆς ὁποίας τὸ μῆκος εἶναι 217ρ, καὶ εἰσδύει ἐν ὅλῃ ἢ ἐν μέρει εἰς αὐτήν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **ἑκλειψις τῆς Σελήνης**.

Ἡ ἑκλειψις τῆς Σελήνης καλεῖται μερικὴ ἢ ὀλική, καθ' ὅσον μέρος αὐτῆς ἢ ὅλη εἰσδύει εἰς τὴν σκιὰν τῆς Γῆς. Εἶναι δὲ δυνατὴ ὀλική τῆς Σελήνης ἑκλειψις· τῷ ὄντι: Ἄν ποτε τὸ κέντρον τῆς Σελήνης εὐρεθῇ εἰς τὸ β, θὰ εἶναι ὅλη ἐντὸς τῆς σκιᾶς, διότι τὸ τμήμα, βα εἶναι μεγαλύτερον τῆς ἀκτῖνος τῆς Σελήνης.

Εἶναι δὲ φανερόν ὅτι μόνον κατὰ τὰς ἀντιθέσεις εἶναι δυνατόν νὰ συμβαίνωσιν ἑκλείψεις τῆς Σελήνης.



Σχ. 69

Ἐὰν τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς τῆς Σελήνης ἐταυτίζετο μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς Ἑκλειπτικῆς, εἰς ἐκάστην ἀντίθεσιν θὰ συνέβαινεν ὀλική ἑκλειψις τῆς Σελήνης. Ἐπειδὴ ὅμως τὰ δύο ταῦτα ἐπίπεδα σχηματίζουν γωνίαν 5° 9' περίπου, κατὰ τὰς πλείστας τῶν ἀντιθέσεων ἡ Σελήνη διέρχεται ἐκτὸς τῆς σκιᾶς τῆς Γῆς καὶ ἑκλειψις δὲν γίνεται. Ἴνα συμβῇ τοιαύτη, πρέπει ἡ Σελήνη κατὰ τὴν ἀντίθεσιν νὰ εὐρίσκηται ἐγγύτατα τῆς Ἑκλειπτικῆς, πλησίον δηλαδὴ τῆς γραμμῆς τῶν συνδέσμων, μὲ τὴν ὁποίαν τότε τὴν αὐτὴν περίπου διεύθυνσιν ἔχει καὶ ὁ ἄξων τῆς σκιᾶς τῆς Γῆς.

Ὁ δίσκος τῆς Σελήνης καὶ κατ' αὐτὴν τὴν ὀλικὴν ἑκλειψιν δὲν εἶναι ἐντελῶς ἀόρατος. Διότι φωτίζεται ὑπὸ χαλκόχρου τινὸς φωτός,

τὸ ὅποῖον εἰσδύει ἐντὸς τοῦ σκιεροῦ κώνου τῆς Γῆς ἕνεκα τῆς ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ἡμῶν διαθλάσεως αὐτοῦ.

111. Μῆκος τῆς σκιᾶς τῆς Σελήνης.— Ἐὰν τὸ ἄστρον Σ (σχ. 69) εἶναι ἡ Σελήνη, εὐρίσκομεν ἐκ τῆς ἰσότητος (1, § 108) ὅτι

$$(ΟΣ) = \frac{0,27ρ \cdot (ΗΣ)}{109ρ - 0,27ρ} = \frac{27 (ΗΣ)}{10873}. \quad (1)$$

Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἀπόστασις (ΗΣ) τῆς Σελήνης ἀπὸ τοῦ Ἡλίου εἶναι μεταβλητή, ἔπεται ὅτι καὶ τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς τῆς Σελήνης εἶναι μεταβλητόν. Κατὰ τὴν σύνοδον εἶναι (ΗΣ) = α — α', ἂν α παριστᾷ τὴν τοῦ Ἡλίου ἀπὸ τῆς Γῆς καὶ α' τὴν τῆς Σελήνης ἀπὸ τῆς Γῆς.

Ἡ προηγουμένη λοιπὸν ἰσότης γίνεται διὰ τὴν σύνοδον.

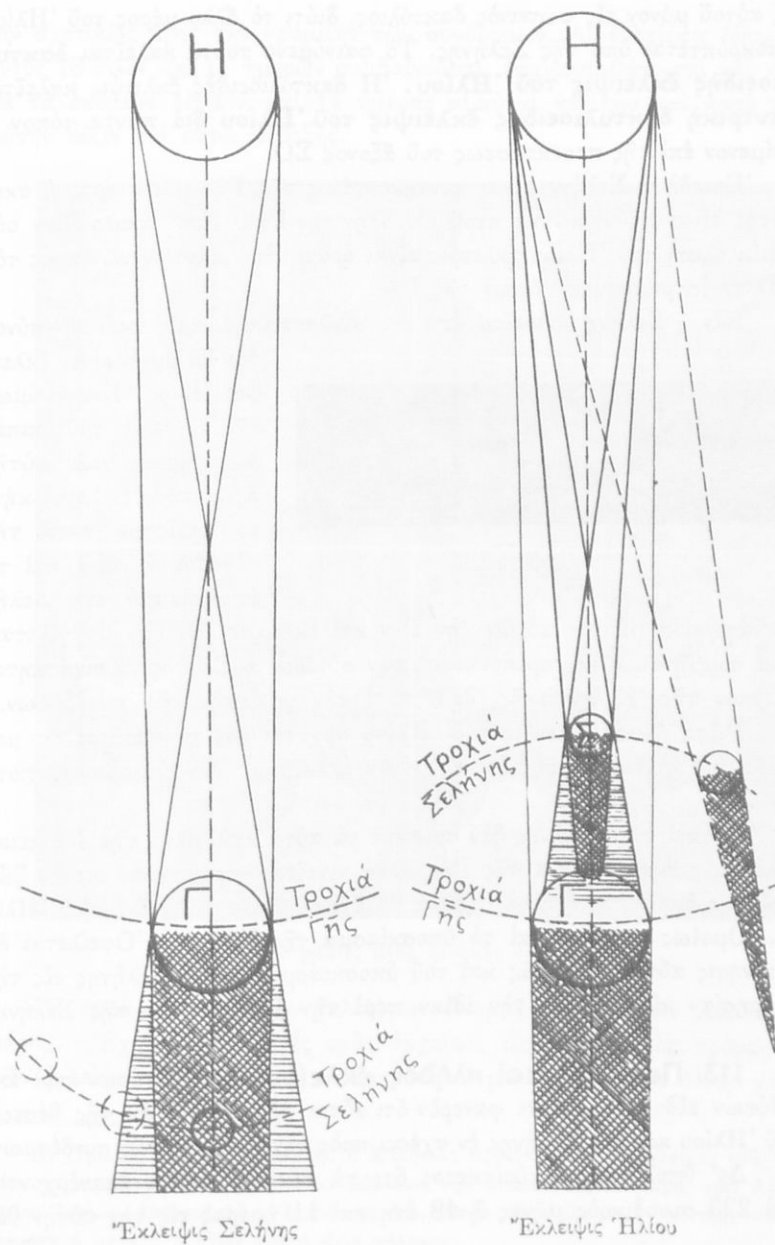
$$(ΟΣ) = \frac{27 (α - α')}{10873}. \quad (2)$$

Ἐκ ταύτης βλέπομεν ὅτι κατὰ τὴν σύνοδον ἡ σκιά τῆς Σελήνης ἔχει τὸ μέγιστον μῆκος, ὅταν ὁ Ἥλιος εὐρίσκηται εἰς τὸ ἀπόγειον (α μέγιστον) καὶ ἡ Σελήνη εἰς τὸ περίγειον (α' ἐλάχιστον). Τὸ δὲ ἐλάχιστον μῆκος ἔχει ἡ σκιά, ὅταν ὁ Ἥλιος εὐρίσκηται εἰς τὸ περίγειον (α ἐλάχιστον) καὶ ἡ Σελήνη εἰς τὸ ἀπόγειον (α' μέγιστον). Εὐκόλως δὲ προκύπτει ἐκ τῆς ἰσότητος (2) ὅτι κατὰ τὴν σύνοδον ἡ μὲν μεγίστη τιμὴ τοῦ μήκους τῆς σκιᾶς εἶναι 59,6ρ ἡ δὲ ἐλάχιστη 57,6ρ.

112. Ἐκλειψις Ἡλίου.— Ἐπειδὴ κατὰ τὰς συνόδους τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς τῆς Σελήνης κυμαίνεται μεταξὺ 57,6ρ καὶ 59,6ρ ἡ δὲ ἀπόστασις τῆς Σελήνης ἀφ' ἡμῶν κυμαίνεται μεταξὺ 56ρ καὶ 64ρ, ἐνίοτε κατὰ τὴν σύνοδον ἡ σκιά τῆς Σελήνης φθάνει μέχρι τῆς Γῆς. Οἱ δὲ τόποι τῆς Γῆς, ἐπὶ τῶν ὁποίων πίπτει ἡ σκιά τῆς Σελήνης, οὐδόλως βλέπουσι τὸν Ἥλιον. Ἄλλοι δὲ τόποι ἐν τῷ ὑποσκιάσματι τῆς Σελήνης κείμενοι βλέπουσι μέρος μόνον τοῦ Ἡλίου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **ἐκλειψις τοῦ Ἡλίου**.

Ἡ ἐκλειψις τοῦ Ἡλίου εἶναι ὀλικὴ μὲν εἰς ὅσους τόπους ἀποκρύπτεται ἅπας ὁ δίσκος τοῦ Ἡλίου, μερικὴ δὲ εἰς ὅσους ἀποκρύπτεται μέρος αὐτοῦ.

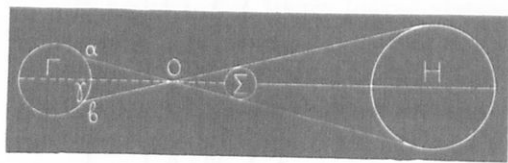
Αἱ πρὸς τὴν Γῆν προεκβολαὶ τῶν γενετεριῶν τοῦ σκιεροῦ τῆς Σελήνης κώνου ἀποτελοῦσιν ἑτέραν κωνικὴν ἐπιφάνειαν αΟβ, ἡ ὁποία ἔχει κοινὴν κορυφὴν μὲ τὴν σκιάν τῆς Σελήνης (σχ. 70). Ἄν τόπος τις εὐρεθῇ ποτε ἐντὸς τοῦ κώνου τούτου, εἶναι δυνατόν νὰ φαίνεται



ἐξ αὐτοῦ μόνον εἰς φωτεινὸς δακτύλιος, διότι τὸ ἄλλο μέρος τοῦ Ἡλίου ἀποκρύπτεται ὑπὸ τῆς Σελήνης. Τὸ φαινόμενο τοῦτο καλεῖται **δακτυλιοειδὴς ἔκλειψις τοῦ Ἡλίου**. Ἡ δακτυλιοειδὴς ἔκλειψις καλεῖται **κεντρικὴ δακτυλιοειδὴς ἔκλειψις τοῦ Ἡλίου** διὰ πάντα τόπον γκαίμενον ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τοῦ ἄξονος ΣΟ.

Ἐπειδὴ ἡ Σελήνη εἶναι πεντηχοντάκις τῆς Γῆς μικροτέρα, ἡ σκιά αὐτῆς εἶναι ἀδύνατον νὰ περιλάβῃ ὅλην τὴν Γῆν. Κατ' ἀκολουθίαν οὐδεμία ὀλικὴ τοῦ Ἡλίου ἔκλειψις εἶναι ὁρατὴ ἀπὸ πάντων τῶν πρὸς τὸν Ἡλιον ἐστραμμένων τόπων τῆς Γῆς.

Ἐὰν ἡ Σελήνη ἐκινεῖτο ἐπὶ τῆς Ἐκλειπτικῆς, καθ' ἐκάστην σύνο-



Σχ. 70

δον θὰ συνέβαιναν ἔκλειψις Ἡλίου. Ἐνεκεν ὅμως τῆς κλίσεως τοῦ ἐπιπέδου τῆς τροχιάς αὐτῆς πρὸς τὴν Ἐκλειπτικὴν, τὸ πλεῖστον κατὰ τὴν σύνοδον ἡ σκιά καὶ τὸ ὑποσκίασμα τῆς Σελή-

νης ἀφήνουσιν ἐκτὸς αὐτῶν τὴν Γῆν καὶ ἔκλειψις Ἡλίου δὲν γίνεται. Ἴνα συμβῇ τοιαύτη, πρέπει κατὰ τὴν σύνοδον ἡ Σελήνη νὰ εὐρίσκηται πλησίον τῆς Ἐκλειπτικῆς, δηλ. περὶ τὴν γραμμὴν τῶν συνδέσμων.

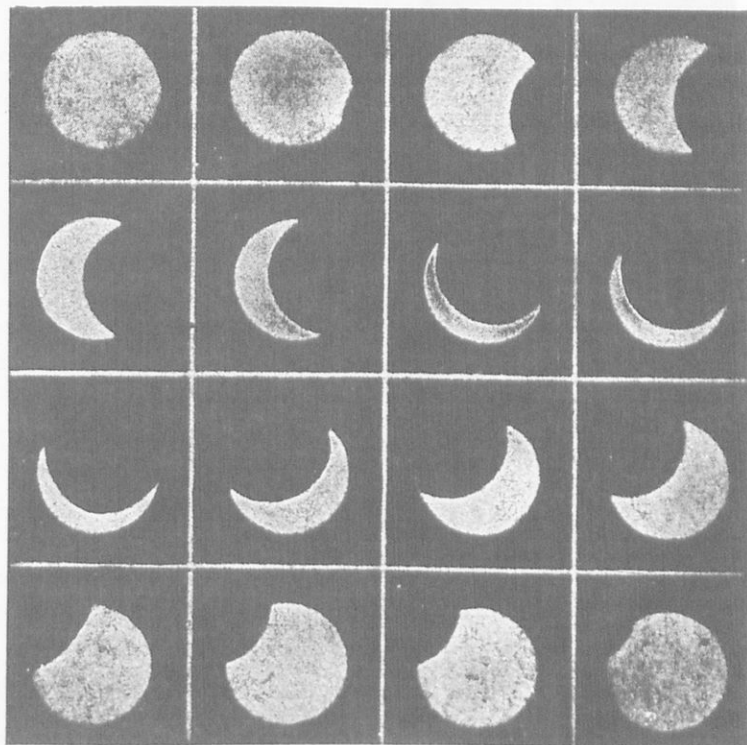
Πᾶσα ὀλικὴ ἔκλειψις τοῦ Ἡλίου ἄρχεται καὶ περατοῦται ὡς μερικὴ· ἡ διάρκειά δὲ τῆς ὀλικῆς μόνον ἐκλείψεως δὲν ὑπερβαίνει ποτὲ τὰ 7".

Ἡ σκιά τῆς Σελήνης δὲν συναντᾷ τὰ αὐτὰ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν ἐκλείψεως τινος σημεῖα τῆς Γῆς, ἀλλὰ κινεῖται χαράττουσα στενὴν ζώνην, τῆς ὁποίας πάντα τὰ σημεῖα θὰ ἔχωσι διαδοχικῶς ἔκλειψιν Ἡλίου. Ὁμοίως κινεῖται καὶ τὸ ὑποσκίασμα τῆς Σελήνης. Ὁφείλεται δὲ ἡ κίνησις αὕτη τῆς σκιάς καὶ τοῦ ὑποσκιάσματος τῆς Σελήνης εἰς τὴν ἡμερησίαν κίνησιν καὶ τὴν ἰδίαν περὶ τὴν Γῆν κίνησιν τῆς Σελήνης.

113. Περίοδος καὶ πλῆθος ἐκλείψεων.—Ἐξ ὧσων περὶ ἐκλείψεων εἶδομεν, γίνεται φανερόν ὅτι αὗται ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς θέσεως τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Σελήνης ἐν σχέσει πρὸς τὴν γραμμὴν τῶν συνδέσμων.

Δι' ὑπολογισμοῦ εὐρίσκειται ὅτι τὰ σώματα ταῦτα ἐπανέρχονται ἀνὰ 223 συνοδικούς μῆνας ἢ 18 ἔτη καὶ 11 ἡμέρας εἰς τὴν αὐτὴν θέ-

σιν σχετικῶς πρὸς τὴν γραμμὴν τῶν συνδέσμων. Αἱ ἐκλείψεις ὅθεν αἱ ἐντὸς 18 ἑτῶν καὶ 11 ἡμερῶν συμβαίνουσιν, ἐπαναλαμβάνονται καὶ κατὰ τὰ ἐπόμενα 18 ἔτη καὶ 11 ἡμέρας αἱ αὐταὶ περίπου καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν τάξιν καὶ οὕτω καθεξῆς.



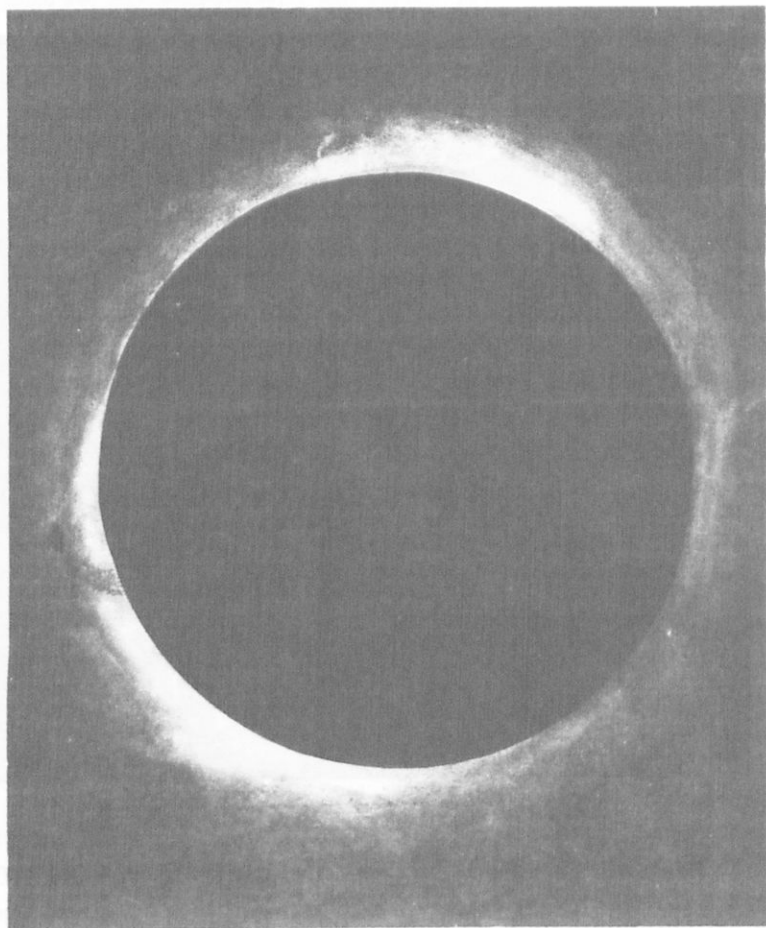
Διαδοχικαὶ φάσεις μιᾶς ἡλιακῆς ἐκλείψεως.

Ἡ περίοδος αὕτη τῶν ἐκλείψεων ὠνομάζετο ὑπὸ τῶν Χαλδαίων σάρος. Ἐχρησίμευε δὲ εἰς τοὺς ἀρχαίους ὡς μέσον πρὸς πρόρρησιν τῶν ἐκλείψεων⁽¹⁾. Σήμερον οἱ ἀστρονόμοι μεταχειρίζονται ἄλλην μᾶλ-

1. Πρῶτος παρ' ἡμῖν ὁ Θαλῆς ὁ Μιλήσιος προεῖπεν ὀλικὴν ἐκλειψιν τοῦ Ἡλίου χρησιμοποιοῦσας τὴν ρηθεῖσαν μέθοδον, τὴν ὅποιαν ἔμαθε παρὰ τῶν Αἰγυπτίων ἱερέων. Βεβαίῳ δὲ ὁ Ἡρόδοτος ὅτι, ἕνεκα τῆς ἐκλείψεως ταύτης, κατέπαυσεν ὁ μεταξὺ Μήδων καὶ Ἀυδῶν πόλεμος.

λον ἀκριβῆ μέθοδον, διὰ τῆς ὁποίας μετὰ μαθηματικῆς ἀκριβείας προ-
λέγουσι τὰς ἐκλείψεις.

Ὡς εὔπομεν, αἱ ἐκλείψεις τῆς Σελήνης γίνονται κατὰ τὰς ἀντιθέ-



Μία ὅλη ἐκλείψις τοῦ Ἡλίου. Ἄνω διαφαίνεται μία προεξοχή.

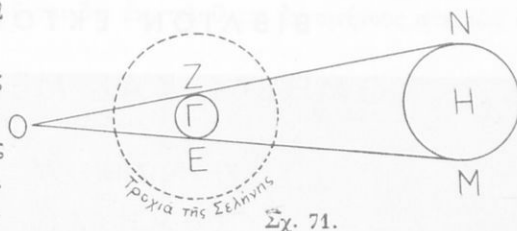
σεις, ὅτε ἡ Σελήνη εἰσδύει ἐντὸς σκιεροῦ κώνου ΟΖΕ (σχ. 71) τῆς
Γῆς. Αἱ δὲ ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου συμβαίνουν κατὰ τὰς συνόδους, ὅτε
ἡ Σελήνη εἰσδύει ἐντὸς τοῦ κολούρου κώνου ΜΝΖΕ.

Ἐπειδὴ δὲ ἡ τομὴ τοῦ MNZE εἶναι μεγαλύτερα ἀπὸ τὴν τομὴν τοῦ OZE, αἱ ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου εἶναι συχνότεραι ἀπὸ τὰς σεληνιακάς. Οὕτως ἐντὸς 223 συνοδικῶν μηνῶν γίνονται 71 ἐκλείψεις, ἐκ τῶν ὁποίων 43 εἶναι ἡλιακαὶ καὶ 28 σεληνιακαί.

Ἀπὸ ἑκάστον ὅμως τόπον βλέπομεν περισσότερας ἐκλείψεις τῆς Σελήνης ἢ τοῦ Ἡλίου.

Διότι αἱ μὲν τῆς Σελήνης εἶναι ὁραταὶ συγχρόνως ἀπὸ πάντων τῶν τόπων τοῦ πρὸς αὐτὴν ἐστραμμένου ἡμισφαίου τῆς Γῆς, αἱ δὲ τοῦ Ἡλίου φαίνονται ἀπὸ ὀλίγων σχετικῶς τόπων, ἀπὸ τῶν ὁποίων διέρχεται ἡ σκιά ἢ τὸ ὑποσκίασμα τῆς Σελήνης ἢ κεῖνται ἐντὸς τοῦ κώνου αΟβ (σχ. 70).

Εἰς ἑκάστον ἔτος εἶναι δυνατόν νὰ συμβῶσι τὸ ὀλιγώτερον 2 ἐκλείψεις καὶ 7 τὸ πολὺ. Ὅταν συμβῶσι 2, θὰ εἶναι ἀμφοτέραι ἡλιακαί. Ὅταν συμβῶσι 7, θὰ εἶναι 5 ἡλιακαὶ καὶ 2 σεληνιακαὶ ἢ 4 ἡλιακαὶ καὶ 3 σεληνιακαί.



ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΚΤΟΝ ΚΟΜΗΤΑΙ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΚΟΜΗΤΑΙ

114. Σχήμα τῶν κομητῶν. Σύστασις αὐτῶν.— Οἱ κομήται, τῶν ὁποίων ἡ ἐμφάνισις ἐπὶ μακρὸν ὑπῆρξεν αἰτία τρόμου διὰ τὴν ἀνθρωπότητα, εἶναι νεφελώδη ἄστρα κινούμενα περὶ τὸν "Ἡλιον.

Γενικῶς ἕκαστος κομήτης ἀποτελεῖται ἐκ τῶν ἀκολούθων τριῶν μερῶν.

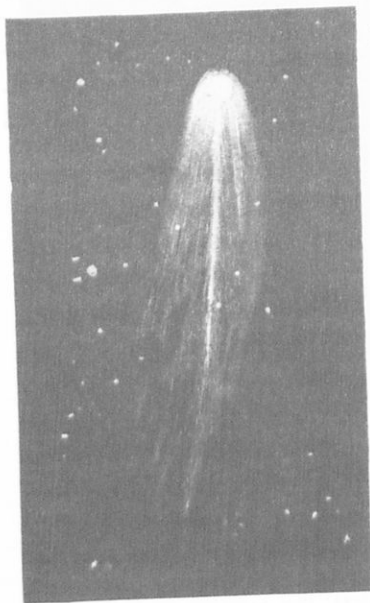
1) Ἐκ τοῦ πυρῆνος, ὅστις εἶναι τὸ πυκνότερον καὶ λαμπρότερον μέρος τοῦ κομήτου.

2) Ἐκ τῆς κόμης, ἥτις εἶναι εἰδος νεφελῆς περιβαλλούσης τὸν πυρῆνα.

3) Ἐκ τῆς οὐρᾶς, ἥτις εἶναι ἐπιμήκης προέκτασις τῆς κόμης τοῦ κομήτου.

Ὁ πυρῆν καὶ ἡ κόμη ἀποτελοῦσι τὴν κεφαλὴν τοῦ κομήτου.

Ἡ μορφή ἑκάστου κομήτου μεταβάλλεται μετὰ τῆς θέσεως αὐτοῦ πρὸς τὸν "Ἡλιον. Ὅταν αἱ κομήται εὐρίσκωνται μακρὰν τοῦ "Ἡλίου, φαίνονται γενικῶς ὡς ἀμυδροὶ στρογγύλοι νεφελώδεις ἀστέρες. Ἐφ' ὅσον δὲ πλησιάζουσι πρὸς τὸν "Ἡλιον γίνονται λαμπρότεροι, σχηματίζεται δὲ βαθμηδὸν καὶ

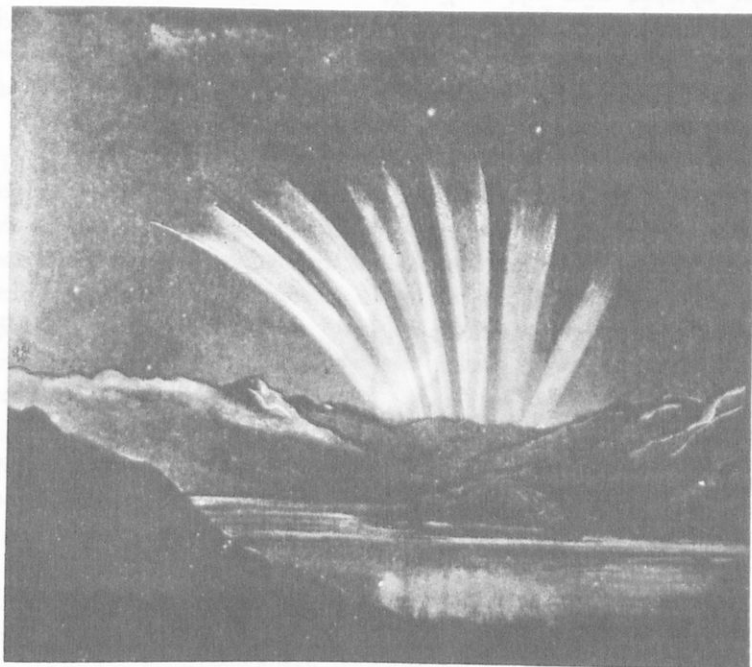


Ὁ κομήτης τοῦ 1881

ἐπιμηκύνεται ἡ οὐρὰ αὐτῶν κατὰ τὴν ἐκ τοῦ "Ἡλίου πρὸς τὸν πυρῆνα τοῦ κομήτου φοράν.

Καὶ ἡ μορφή δὲ τῶν κομητῶν δὲν εἶναι δι' ὅλους ἡ αὐτή. Τινὲς δὲν ἔχουσιν οὐράν· ἄλλοι ἔχουσι περισσοτέρας, ὡς ὁ κομήτης τοῦ 1744, ὅστις εἶχεν ἑξὺ οὐράς.

Οἱ κομήται θεωροῦνται ὅτι ἀποτελοῦνται ἐκ σμήνους στερεῶν σω-



‘Ο κομήτης τοῦ Chézeaux (1744).

ματίων. Ταῦτα εἶναι λίαν ἀπομεμακρυσμένα ἀπ’ ἀλλήλων καὶ ἕκαστον φέρει περίβλημα ἐξ ἀερίων.

Ἡ φασματοσκοπικὴ ἐξέτασις ἀπέδειξεν ὅτι οἱ κομήται διαχέουσι τὸ ἡλιακὸν φῶς, ἔχουσιν ὅμως καὶ ἴδιον φῶς. Ἡ δὲ ἐξέτασις τοῦ φάσματος τοῦ φωτὸς τούτου ἀπέδειξε τὴν παρουσίαν ἀζώτου, ἀνθρακος καὶ νατρίου. Παρατηροῦνται δὲ καὶ ραβδώσεις εἰς τὸ φάσμα τῆς οὐρᾶς μὴ ἀντιστοιχοῦσαι πρὸς οὐδὲν στοιχεῖον· δικτελοῦσι δὲ ἐν αὐτοφῶτῳ καταστάσει. Ὡστε οἱ κομήται πλὴν τοῦ φωτός, ὅπερ δέχονται παρὰ τοῦ Ἡλίου, ἔχουσι καὶ ἴδιον φῶς.

Πολλάκις κομῆται διῆλθον πλησίον πλανήτου ἢ δορυφόρου τινὸς χωρὶς νὰ ἐπιφέρωσιν ἐπ' αὐτῶν οὐδεμίαν διατάραξιν. Συμπεραίνομεν λοιπὸν ὅτι ἡ μᾶζα τῶν κομητῶν εἶναι μικρά.

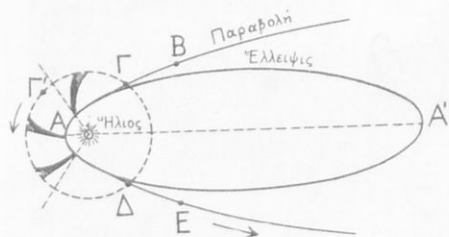
Διὰ μέσου τῆς οὐρᾶς καὶ αὐτῆς ἔτι τῆς κόμης τῶν κομητῶν βλέπομεν ἀστέρας ἄνευ τῆς ἐλαχίστης διαθλάσεως τῶν φωτεινῶν αὐτῶν ἀκτίνων καὶ μειώσεως τῆς λαμπρότητος αὐτῶν. Ἄρα ἡ πυκνότης αὐτῶν εἶναι πολὺ μικρά.

Καθ' ἕκαστον ἔτος παρατηροῦνται 3 ἕως 5, ἐνίοτε δὲ καὶ περὶ τοὺς 10 νέοι κομῆται.

115. Τροχιαὶ τῶν κομητῶν.—Οἱ κομῆται εἶναι ὁρατοὶ κατὰ τὸν ἐλάχιστον σχετικῶς χρόνον, κατὰ τὸν ὁποῖον εὐρίσκονται πλησίον τοῦ Ἥλιου. Ἐνεκὰ τούτου ἦτο δύσκολον νὰ προσδιορισθῇ τὸ εἶδος τῶν τροχιῶν αὐτῶν, αἱ ὁποῖαι ἦσαν τελείως ἄγνωστοι εἰς τοὺς ἀρχαίους. Αὐτὸς ὁ Κέπλερος ἐφρόνει ὅτι ἕκαστος κομήτης κινεῖται ἐπὶ εὐθείας γραμμῆς.

Πρῶτος ὁ Νεύτων ἀνεκάλυψε τὴν φύσιν τῶν κομητικῶν τροχιῶν.

Μετὰ τὴν ἀνακάλυψιν τοῦ νόμου τῆς παγκοσμίου ἑλξεως εὔρεν ὅτι ἡ τροχιά ἐνὸς κομήτου δύναται νὰ εἶναι ἑλλειψις, τῆς ὁποίας τὴν μίαν ἐστίαν κατέχει ὁ Ἥλιος, ἢ καὶ παραβολή⁽¹⁾, τῆς ὁποίας τὴν



Σχ. 72.

ἐστίαν κατέχει ὁ Ἥλιος. Τὴν ὑπόθεσιν ταύτην ἠδυνήθη ἐντὸς ὀλίγου νὰ ἐπιβεβαιώσῃ ὡς ἀκολουθῶς :

Κατὰ τὸ ἔτος 1680 ἐνεφανίσθη κομήτης, ὁ ὁποῖος ἐπλησίαζε ταχύτατα πρὸς τὸν Ἥλιον καὶ ἔπειτα ἐξηφανίσθη ἐντὸς τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων. Μετὰ 17 ἡμέρας ἀπὸ τῆς ἐξαφανισέως του ἐφάνη μεγαλοπρεπὴς κομήτης ἐξερχόμενος τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων ἀπὸ θέσεως κειμένης ἀπέναντι ἐκείνης, εἰς τὴν ὁποίαν ὁ πρῶτος εἶχεν ἐξαφανισθῇ.

1. Παραβολὴ εἶναι ἀνοικτὴ ἐπίπεδος καμπύλη γραμμῇ. Ἐκαστον σημεῖον αὐτῆς ἀπέχει ἴσον ἀπὸ ὠρισμένου σημείου καὶ ἀπὸ ὠρισμένης εὐθείας τοῦ ἐπίπεδου αὐτῆς.

Ἀπέδειξεν δὲ ὁ Νεύτων ὅτι αἱ τροχιαὶ ΒΓ καὶ ΔΕ συνέπιπτον εἰς μίαν. Κατ' ἀκολουθίαν ἐπρόκειτο περὶ τοῦ αὐτοῦ κομήτου, ὅστις κατέστη ἄορατος, καθ' ὃν χρόνον διέγραψε τὸ μέρος ΓΑΔ τῆς τροχιάς του περὶ τὸ περιήλιον (σχ. 72).

Τὸ περὶ τὸ περιήλιον τόξον ΓΑΔ ἐλλειψεως λίαν ἐπιμήκους εἶναι δυνατὸν σχεδὸν νὰ ταυτίζεται μὲ τόξον παραβολῆς, ἥτις ἔχει ἐστίν Η. Μένει λοιπὸν ἀκαθόριστον, ἂν ἡ τροχιά τοῦ κομήτου εἶναι παραβολικὴ ἢ ἐλλειπτική.

Ὁ Νεύτων ἐπενόησε μέθοδον, διὰ τῆς ὁποίας εἶναι δυνατὸν μὲ τρεῖς παρατηρήσεις ἑνὸς κομήτου νὰ ὑπολογίζωνται πέντε στοιχεῖα τῆς τροχιάς αὐτοῦ ὑποτιθεμένης παραβολικῆς. Συνέστησε δὲ νὰ καθορίσωσι τὰ παραβολικὰ στοιχεῖα ὅλων τῶν παρατηρηθέντων κομητῶν καὶ νὰ καταγράψωσι καὶ συγκρίνωσι ταῦτα πρὸς ἄλληλα. Ἐὰν δὲ καταδειχθῇ ὅτι νέος τις κομήτης ἀκολουθεῖ τὴν τροχίαν ἐτέρου πρότερον παρατηρηθέντος κομήτου, πιθανὸν νὰ πρόκειται περὶ τοῦ ἰδίου κομήτου· ὁ δὲ μεταξὺ τῶν δύο ἐμφανίσεων χρόνος Χ' παριστᾷ τὴν ἀστρικὴν αὐτοῦ περιφορὰν. Ἐὰν δὲ Χ εἶναι ἡ διάρκεια τοῦ ἀστρικοῦ ἔτους, α ἡ μέση ἀπόστασις τοῦ Ἡλίου ἀπὸ τῆς Γῆς, καὶ α' ὁ μέγας ἡμιᾶξων τῆς τροχιάς τοῦ κομήτου, κατὰ τὸν γ' νόμον τοῦ Κεπλέρου θὰ εἶναι

$$\frac{\alpha'^3}{\alpha^3} = \frac{X'^3}{X^3}, \text{ ὅθεν } \alpha' = \alpha \sqrt[3]{\left(\frac{X'}{X}\right)}.$$

Ἐὰν δὲ μετὰ πάροδον χρόνου Χ' ἐμφανισθῇ ἐκ νέου κομήτης διαγράφων τὴν αὐτὴν περίπου τροχίαν, ἀσφαλῶς πρόκειται περὶ διχδοχικῶν ἐμφανίσεων τοῦ αὐτοῦ κομήτου καὶ ἡ τροχιά αὐτοῦ εἶναι ἑλλειψις, ἥς ὁ μέγας ἄξων ἔχει μῆκος:

$$2\alpha' = 2\alpha \sqrt[3]{\left(\frac{X'}{X}\right)}.$$

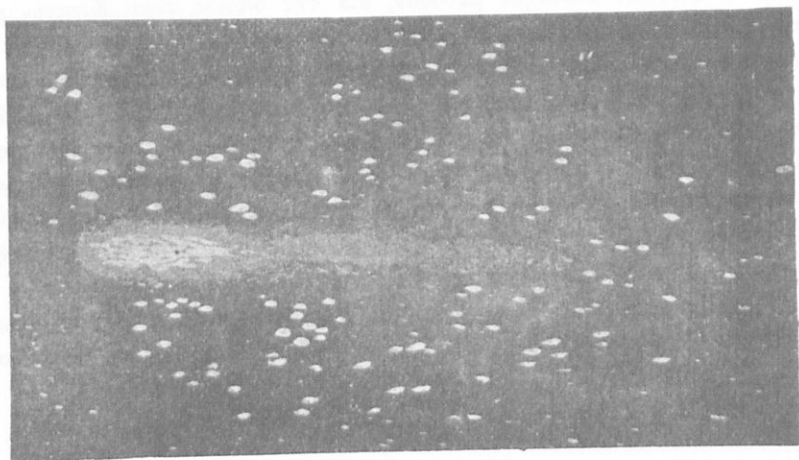
Αἱ τοιαῦται ὑπὸ κομητῶν διαγραφόμεναι ἐλλείψεις εἶναι συνήθως λίαν ἐπιμήκεις καὶ ἐπεκτείνονται αἰ πλείστοι πέραν τῆς τροχιάς τοῦ Ποσειδῶνος καὶ Πλούτωνος.

Διὰ τοὺς πλείστους δὲ τῶν μέχρι τοῦδε παρατηρηθέντων κομητῶν δὲν κατωρθώθη νὰ εὕρεθῇ, ἔστω καὶ κατὰ προσέγγισιν, τὸ μῆκος τοῦ ἄξονος τῶν τροχιῶν αὐτῶν. Τὸ μῆκος τοῦτο θεωρεῖται ἄπειρον καὶ κατ' ἀκολουθίαν τῶν τοιούτων κομητῶν ἡ τροχιά εἶναι παραβολή.

116. Περιοδικοί κομήται.— Οἱ κομῆται, τῶν ὁποίων αἱ τροχιαὶ εἶναι ἐλλείψεις, ἐπανέρχονται περιοδικῶς πλησίον τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Γῆς. Λέγονται δὲ διὰ τοῦτο **περιοδικοὶ** κομῆται.

Οἱ ἄλλοι, ἀφοῦ διέλθωσιν ἅπαξ πλησίον τοῦ Ἡλίου, ἀπομακρύνονται ἐξ αὐτοῦ ἀδιαλείπτως.

Μέχρι σήμερον ὑπολογίζονται εἰς 177 περίπου οἱ περιοδικοὶ κομῆται. Τούτων 41 διῆλθον δις τοῦλάχιστον διὰ τοῦ περιγλίου. Διὰ τούτους ἄλλους δι' ὑπολογισμῶν εὗρέθη ὅτι κινοῦνται ἐπὶ ἐλλειπτικῶν τροχιῶν.



Φωτογραφία τοῦ κομήτου τοῦ Halley τὴν 29ην Μαΐου 1910.

Ἀξιοσημείωτοι περιοδικοὶ κομῆται εἶναι οἱ ἑξῆς :

Α'. Κομήτης τοῦ Halley. Τὴν περιοδικότητα αὐτοῦ ὑπελόγισεν ὁ Ἀγγλος ἀστρονόμος Halley, ὡς ἑξῆς :

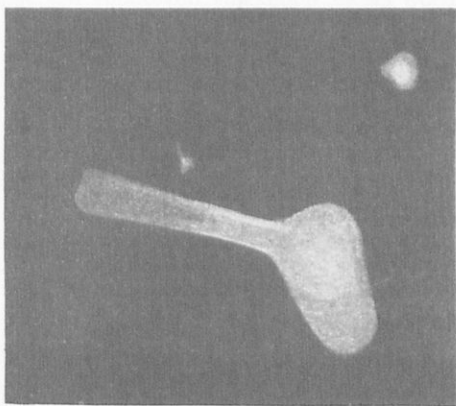
Ἀκολουθῶν τὴν μέθοδον τοῦ Νεύτωνος ὑπελόγισε τὰς τροχιάς 24 κομητῶν, οἱ ὅποιοι ἐθεάθησαν πρὸ αὐτοῦ.

Τὸ ἔτος 1682 ἐνεφανίσθη εἰς μεγαλοπρεπῆς κομήτης, ὁ δὲ Halley ὑπελόγισε τὴν τροχίαν αὐτοῦ. Συγκρίνας δὲ ταύτην πρὸς τὰς τροχιάς τῶν 24 προηγουμένων παρατήρησε ὅτι αὕτη σχεδὸν συνέπιπτε μετὰ τὴν τροχίαν τοῦ κομήτου, ὅστις εἶχε παρατηρηθῇ τὸ 1607 ὑπὸ τοῦ Κεπλέρου καὶ μετὰ τὴν τροχίαν κομήτου παρατηρηθέντος τὸ 1531 ὑπὸ τοῦ Γερμανοῦ ἀστρονόμου Partus Apianus. Συνεπέρανε λοιπὸν ὅτι ἐπρόκειτο

περι τοῦ αὐτοῦ κομήτου, ὅστις περιφέρεται περι τὸν "Ἡλιον εἰς 76 ἔτη περίπου. Οὕτω δὲ προανήγγειλε νέαν ἐμφάνισίν του διὰ τὸ ἔτος 1758.

Ὁ μέγας Μαθηματικὸς Clairaut βοηθούμενος ὑπὸ τοῦ Lalande ὑπελόγησε τὰς ἐπὶ τῆς τροχιᾶς τοῦ κομήτου ἐπιδράσεις τῶν πλανητῶν καὶ προανήγγειλε τὴν διὰ τοῦ περιηλίου διάβασίν του διὰ τὰ μέσα Ἀπριλίου 1759. Πράγματι δὲ οὗτος διήλθε διὰ τοῦ περιηλίου τὴν 13ην Μαρτίου 1759. Τὸ λάθος ἦτο ἀνεπαίσθητον, ἀφ' οὗ μάλιστα δὲν ἐλήφθησαν ὑπ' ὅψιν αἱ ἐπιδράσεις τῶν ἀγνώστων τότε πλανητῶν Οὐρανοῦ, Ποσειδῶνος καὶ Πλούτωνος.

Ἀνηγγέλθῃ ἔπειτα ἄλλη διάβασις διὰ τὴν 4ην Νοεμβρίου 1835 καὶ ἐπραγματοποιήθη τὴν αὐτὴν ἡμέραν. Ἡ τελευταία ἐμφάνισις του προανηγγέλθῃ καὶ ἐπραγματοποιήθη τὸν Μάϊον τοῦ 1910. Ἡ ἐμφάνισις αὐτὴ ἐνέβαλεν εἰς ἀνησυχίαν τὴν ἀνθρωπότητα, διότι ὑπελογίσθη ὅτι τὴν 19ην Μαΐου (μεταξὺ 4,22 καὶ 5,22 πρωϊνῆς ὥρας) θὰ διήρχετο τόσον ἐγγὺς τῆς Γῆς, ὥστε ὑπῆρχε πιθανότης, ἢ οὐρά του νὰ εἰσδύσῃ ἐντὸς τῆς γῆτινς ἀτμόσφαιρας καὶ νὰ μεταδώσῃ εἰς αὐτὴν τὸ ἰσχυρότατον δηλητηριῶδες κυανογόνον ἀέριον, τοῦ ὁποίου τὴν παρουσίαν εἰς τὸν πυρῆνα εἶχεν ἀποκαλύψει τὸ φασμα-τοσκοπίον.



Ὁ κομήτης τοῦ Biela, ὡς ἐδιεσχόθη πρὸ τῶν ὀμμάτων τῶν ἀστρονόμων.
Φωτογραφία τῆς 19ης Φεβρουαρίου 1846.

Ὁ κομήτης κατέστη πράγματι ὁρατὸς διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ ἐπ' ἀρκετὸν τὴν δὲ νύκτα τῆς 18ης πρὸς τὴν 19ην Μαΐου ὁλόκληρος ἡ ἀνθρωπότης ἠγρύπνησεν. Οὐδὲν ὅμως φαινόμενον ἐπιστοποίησε τὴν εἰσὸδον τῆς οὐρᾶς εἰς τὴν γῆτιν ἀτμόσφαιραν.

Β'. Κομήτης τοῦ Biela. Ὁ κομήτης οὗτος εἶχε παρατηρηθῇ ἀπὸ τοῦ ἔτους 1772, ἀλλὰ μόλις κατὰ τὴν ἐμφάνισίν του κατὰ τὸ 1826 ἐξηκριβώθη ὅτι ἐκινεῖτο ἐπὶ ἐλλείψεως καὶ καθωρίσθη ἡ ἀστρική του περιφορὰ εἰς 6,69 ἔτη.

Κατὰ τὸ ἔτος 1832 διήλθε διὰ τῆς τομῆς τῆς τροχιᾶς αὐτοῦ ὑπὸ τῆς τροχιᾶς τῆς Γῆς ἓνα μῆνα πρὸ τῆς διαβάσεως τῆς Γῆς διὰ τοῦ αὐτοῦ σημείου. Κατὰ τὴν ἐπομένην, τὸ ἔτος 1839, ἐμφάνισιν του δὲν κατέστη ὁρατὸς ἔνεκα δυσμενῶν συνθηκῶν. Κατὰ δὲ τὴν ἐπομένην ἐπάνοδόν του (1845) παρουσίασε τὸ ἀκόλουθον παράδοξον φαινόμενον. Ἐν ᾧ κατ' ἀρχὰς ἐφαίνετο ἀπλοῦς, αἴφνης περὶ τὰ τέλη τοῦ Δεκεμβρίου τοῦ 1845 (κατ' ἄλλους μέσα Ἰανουαρίου 1846) ἐνεφανίσθη διπλοῦς. Ἀπετελεῖτο δηλ. ἀπὸ δύο κομήτας, οἱ ὅποιοι ἐκινουνοτο ὁ εἷς παρὰ τὸν ἄλλον καὶ ἔβαινον βραδέως ἀπομακρυνόμενοι ἀλλήλων. Κατὰ τὸ 1852 ἐνεφανίσθησαν ἀμφότεροι ἀρκούντως μεμακρυσμένοι. Κατὰ τὸ ἔτος 1859 ἔνεκα δυσμενῶν συνθηκῶν δὲν ἦτο ὁρατός, κατὰ δὲ τὸ 1866 εἰς μάτην ἀνεμένετο. Ἐκτοτε δὲν ἐπανῆλθεν πλέον διαλυθεὶς ὡς βραδύτερον θὰ μάθωμεν.

Ἀσκήσεις

154) Νὰ εὐρεθῇ τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς τροχιᾶς τοῦ κομήτου τοῦ Halley.

155) Ἡ περιήλιος ἀπόστασις τοῦ κομήτου τοῦ Halley εἶναι τὰ 0,587 τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς γῆτινης τροχιᾶς. Νὰ εὐρεθῇ ἡ ἀφήλιος ἀπόστασις τοῦ κομήτου τούτου συναρτήσῃ τοῦ αὐτοῦ μεγάλου ἄξονος.

156) Ἡ ἀφήλιος ἀπόστασις τοῦ κομήτου Encke εἶναι 4,0935, ἡ δὲ περιήλιος 0,3383 τοῦ μεγάλου ἡμιάξονος τῆς γῆτινης τροχιᾶς. Νὰ εὐρεθῇ τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς τροχιᾶς τοῦ κομήτου τούτου εἰς ἀστρονομικὰς μονάδας καὶ ἔπειτα εἰς γῆτινὰς ἰσημερινὰς ἀκτῖνας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΜΕΤΕΩΡΑ

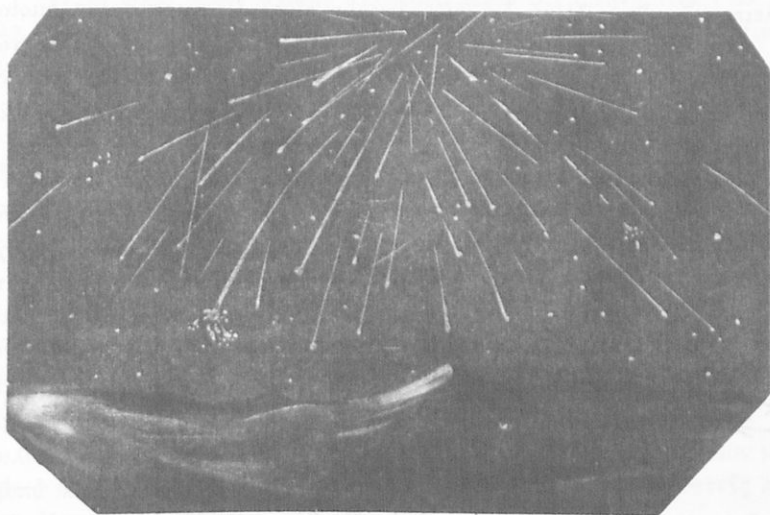
117. Διάττοντες ἀστέρες.— Καλοῦμεν διάττοντας ἀστέρας φωτεινὰ σώματα, ἅτινα ἐμφανίζονται αἰφνιδίως τὴν νύκτα ἐν τῷ Οὐρανῷ παρακολουθούμενα κατὰ τὸ πλεῖστον ὑπὸ φωτεινῆς οὐρᾶς καὶ ἐξαφανίζονται μετὰ ταχυτάτην καὶ ἐπ' ἐλάχιστον χρόνον διαρκούσαν κίνησιν.

Πρὸς ἐξήγησιν τῆς ἐμφανίσεως τῶν σωμάτων τούτων παραδέχον-

ται ὅτι ὑπάρχουσιν ἐν τῷ διαστήματι μόρια στερεὰ σκοτεινά, ἅτινα κινοῦνται περί τὸν "Ἡλιον μετὰ ταχύτητος 40 χιλιομέτρων περίπου κατὰ δευτερόλεπτον. "Ὅταν δὲ τοιαῦτα μόρια εἰσδύωσιν ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαίρας ἡμῶν, ὑπερθερμαίνονται ἕνεκα τῆς τριβῆς καὶ φωτοβολοῦσι, μέχρις οὗ πᾶσα ἡ ὕλη αὐτῶν κατακαῇ.

118. Βροχαὶ διαττόντων ἀστέρων.— Εἶναι εὐκόλον νὰ παρατηρήσωμεν ὅτι κατὰ τινὰς νύκτας τοῦ ἔτους οἱ διάττοντες ἀστέρες εἶναι πολυαριθμότεροι τῶν κατὰ τὰς λοιπὰς νύκτας παρατηρουμένων.

Ἀπὸ καιροῦ δὲ εἰς καιρὸν πίπτουσι κατὰ χιλιάδας ἀποτελοῦντες



Βροχὴ διαττόντων ἀστέρων τὴν 2αν Νοεμβρίου 1872.

οὕτως ἀληθῆ **βροχὴν ἢ σμῆνος** διαττόντων ἀστέρων. Οὕτω κατὰ τὰς ἀρχὰς Νοεμβρίου, τὰς ἀρχὰς Αὐγούστου καὶ κατὰ τὰς ἀρχὰς Ἀπριλίου παρατηρεῖται ἀσυνήθης ἀριθμὸς διαττόντων ἀστέρων.

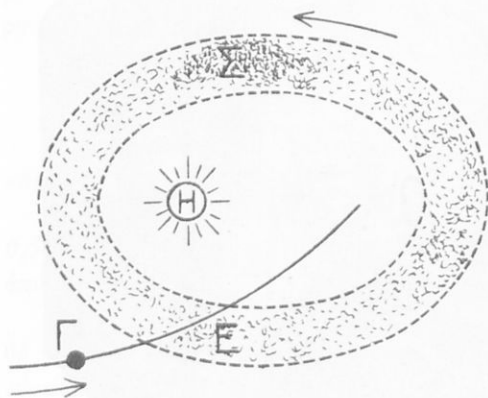
Οἱ οὕτω συγχρόνως πίπτοντες διάττοντες παρατηρήθη ὅτι φαίνονται ἐκπεμπόμενοι ἐξ ὠρισμένου σημείου τοῦ Οὐρανοῦ, ὅπερ καλεῖται **ἀκτινοβόλον σημεῖον**.

Οὕτως οἱ διάττοντες τοῦ Αὐγούστου ἔχουσι τὸ ἀκτινοβόλον ση-

μειον ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Περσέως καὶ καλοῦνται **Περσεΐδαι**. Οἱ διά-
τοντες τῶν ἀρχῶν τοῦ Νοεμβρίου ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Λέοντος καὶ κα-
λοῦνται **Λεοντίδαι**, οἱ δὲ τοῦ Ἀπριλίου ἐν τῷ τῆς Λύρας καὶ καλοῦνται
Λυρίδαι κ.λ.π.

Ὁ ἀριθμὸς τῶν διαττόντων ἀστέρων τῶν ἐφ' ἐκάστου ἀκτινοβό-
λου σημείου ἐκπεμπομένων μεταβάλλεται ἀπὸ ἔτους εἰς ἔτος. Ἀπὸ τὰ
πλεῖστα τούτων, βροχαὶ πολυπληθῶν διαττόντων ἀστέρων ἀναπαράγονται.
περιοδικῶς.

Πρὸς ἐξήγησιν τῶν φαινομένων τούτων παραδέχονται ὅτι περὶ
τὸν ἥλιον κινοῦνται ἀόρατα σωμάτια ἐπὶ διαφόρων παραβολικῶν ἢ
ἐλλειπτικῶν δακτυλίων, ἐπὶ τῶν ὁποίων εἶναι διεσπορισμένα ὁμοίως
ἢ ἀνομοίως. Τινὲς δὲ τῶν



Σχ. 73.

δακτυλίων τούτων τέμνον-
ται ὑπὸ τῆς γῆτινης τροχιᾶς,
ὡς π.χ. εἰς τὸ σημεῖον E
(σχ. 73). Καὶ ὅταν ἡ Γῆ
διέλθῃ διὰ τοιαύτης τινὸς
τροχιᾶς, συμβαίνει βροχὴ
διαττόντων ἀστέρων. Αὕτη
θὰ ἐπαναλαμβάνηται κατ'
ἔτος τὴν αὐτὴν ἐποχὴν, ἐφ'
ὅσον ὑπάρχουσιν ἐτι ἐπὶ
τοῦ δακτύλιου τοιαῦτα σω-
μάτια. Ἐὰν δὲ ὁ δακτύλιος
εἶναι ἐλλειπτικὸς καὶ ὑπάρ-

χῃ ἐπ' αὐτοῦ πολυπληθεστάτῃ ὁμᾶς Σ, θέλει συμβῆῃ βροχὴ πολυπλη-
θῶν διαττόντων ἀστέρων κατὰ τὴν ταυτόχρονον διάβασιν διὰ τῆς το-
μῆς E τῆς ὁμάδος Σ καὶ τῆς Γῆς. Ἡ ραγδαία αὕτη βροχὴ θὰ ἐπανα-
λαμβάνηται περιοδικῶς ἀνὰ ἴσα χρονικὰ διαστήματα μέχρι τελείας ἐξαν-
τλήσεως τῆς ὁμάδος.

119. Καταγωγὴ διαττόντων ἀστέρων.—Ὁ ἀστρονόμος Schiaparelli πᾶρατηρήσας τὴν περίοδον 33,25 ἐτῶν, ἅτινα ἐχώριζον τὰς πο-
λυπληθεστάτας βροχὰς τῶν Λεοντιδῶν κατὰ τὰ ἔτη 1833 καὶ 1866
ὕψωπτευσεν ὅτι τὰ σμήνη τῶν διαττόντων ἀστέρων καὶ οἱ κομήται
ἔχουσι κοινὴν τὴν καταγωγὴν.

Ἀπὸ τῆς ὑποθέσεως δὲ ταύτης ἀναχωρῶν ὑπελόγισε κατὰ τὸ 1866

τὰ στοιχεῖα τῆς τροχιάς τῶν Περσειδῶν καὶ ἀνεγνώρισεν ἐν αὐτῇ τὴν τροχίαν τοῦ κομήτου τοῦ 1862.

Ὀλίγον βραδύτερον ἀνεῦρε πλήρη σχεδὸν ταυτότητα τῶν στοιχείων τῆς τροχιάς τῶν Λεοντιδῶν πρὸς τὰ στοιχεῖα τῆς τροχιάς τοῦ κομήτου τοῦ 1866. Παρατηρήθη ἐπίσης ὅτι κατὰ τὰ ἔτη 1872, 1878 καὶ 1885, κατὰ τὰ ὁποῖα ἔπρεπε νὰ ἐμφανισθῇ ὁ κομήτης τοῦ Biela, συνέβησαν ραγδαῖαι βροχαὶ διαττόντων ἀστέρων. Οὗτοι δὲ κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τῶν ἀστρονόμων ἐκινούντο ἐπὶ τῆς τροχιάς τοῦ κομήτου τοῦ Biela.

Ἡ σύγκρισις δὲ ἐπὶ πλέον τοῦ φάσματος τῶν κομητῶν καὶ τῶν διαττόντων ἀστέρων παρέχει νέαν ἀπόδειξιν τῆς θεωρίας τοῦ Schiaparelli.

Ὡστε εἶναι πλέον σχεδὸν ἀποδεδειγμένον ὅτι σμήνη τινὰ (ἂν μὴ ὅλα) ὀφείλονται εἰς διάλυσιν κομητῶν ὀφειλομένην εἰς τὴν ἐλκτικήν δύναμιν τοῦ Ἡλίου ἢ καὶ πλανήτου τινός.

120. Βολίδες. Ἀερόλιθοι.—Ἐνίοτε αἰφνιδίως βλέπομεν ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαίρας ἡμῶν λαμπρὸν συνήθως σφαιρικὸν σῶμα. Τοῦτο παρakoλουθεῖται ὑπὸ φωτεινῆς οὐρᾶς καὶ συνήθως ἐκρήγνυται μετὰ ἰσχυροῦ κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον κρότου. Τὸ σῶμα τοῦτο καλεῖται **βολίς**.

Ἡ ἐμφάνισις τῶν βολίδων ἐξηγεῖται, ὅπως καὶ ἡ ἐμφάνισις τῶν διαττόντων ἀστέρων. Προέρχονται δηλαδὴ αἱ βολίδες ἐκ σωματίων μεγαλύτερων διαστάσεων, τὰ ὁποῖα περιφέρονται περὶ τὸν Ἡλίον. Ὅταν δὲ εἰσδύσωσιν ἐντὸς τῆς γῆνης ἀτμοσφαίρας, ἕνεκα τῆς μεγάλης ταχύτητος αὐτῶν ὑπερθερμαίνονται καὶ φωτοβολοῦσι.

Αἱ βολίδες ἢ καὶ τὰ θραύσματα βολίδων, τὰ ὁποῖα φθάνουσι μέχρι τοῦ ἐδάφους τῆς Γῆς, καλοῦνται **αερόλιθοι ἢ οὐρανοπετεῖς λίθοι ἢ καὶ μετεωρίται**.

Οἱ αερόλιθοι συνίστανται κατὰ τὸ πλεῖστον ἐκ σιδήρου, νικελίου, μαγνησίου, πυριτίου καὶ ἄλλων στοιχείων ἐξ ἐκείνων, τὰ ὁποῖα συνιστῶσι τὰ πετρώματα τῆς Γῆς.

Ἀξιοσημείωτοι διὰ τὸ καταπληκτικὸν μέγεθος μετεωρίται εἶναι ὁ ἐν Ἀριζόνα, καταπεσὼν πρὸ 5 000 ἐτῶν περίπου. Οὗτος ἐσχημάτισε κρατῆρα, ὅστις ὀνομάζεται **κρατῆρ - μετέωρον**. Ἐτερος εἶναι ὁ εἰς ἀκατοίκητον εὐτυχῶς μέρος τῆς Σιβηρίας καταπεσὼν τὴν 30ὴν Ἰουνίου 1908. Οὗτος εἶχε βάρος 50 000 τόννων περίπου καὶ ἐπέφερε τεραστίας καταστροφὰς εἰς μεγάλην ἑκτασιν περὶ τὸν τόπον τῆς πτώσεως.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΒΔΟΜΟΝ

ΑΠΛΑΝΕΙΣ ΑΣΤΕΡΕΣ ΚΑΙ ΝΕΦΕΛΩΜΑΤΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

ΟΙ ΚΥΡΙΩΤΕΡΟΙ ΑΣΤΕΡΙΣΜΟΙ

121. Ἀστερισμοί.— Εἰς τὴν εἰσαγωγὴν ἐμάθομεν ὅτι τοὺς ἀπλανεῖς ἀστέρας ἐχώρισαν εἰς διαφόρους ομάδας. Αὗται λέγονται **ἀστερισμοί**. Εἰς ἕκαστον ἀστερισμὸν ἐδόθη τὸ ὄνομα μυθολογικοῦ συνήθως ἀνθρώπου ἢ ζώου ἢ ἀντικειμένου.

Σήμερον εἶναι 117 καθωρισμένοι ἀστερισμοί. Ἀπὸ αὐτοὺς 48 εἶχον καθορισθῇ ὑπὸ τῶν ἀρχαίων.

Οἱ ἀστέρες ἑκάστου ἀστερισμοῦ ὀνομάζονται μὲ τὰ γράμματα τοῦ ἑλληνικοῦ ἀλφαβήτου κατὰ τὴν τάξιν τῆς φαινομένης λαμπρότητος αὐτῶν. Ἐὰν δὲ ταῦτα δὲν ἐπαρκῶσι, γίνεται μετ' αὐτὰ χρῆσις τῶν λατινικῶν γραμμάτων καὶ ἔπειτα τῶν ἀκεραίων ἀριθμῶν κατὰ τὴν φυσικὴν σειρὰν αὐτῶν. Μερικοὶ ὅμως ἀστέρες, ἀπὸ τοὺς λαμπροτέρους ἰδίᾳ ἔλαβον καὶ ἰδιαίτερα ὀνόματα.

122. Διάφοροι ἀστερισμοί.— (Α' σειρά). **Μεγάλη Ἀρκτος — Μικρὰ Ἀρκτος — Πολικὸς ἀστήρ.** Εἰς τὴν εἰσαγωγὴν εἶδομεν ὅτι στρέφοντες πρὸς Βορρᾶν ἀναγνωρίζομεν εὐκόλως τὴν Μεγάλην καὶ Μικρὰν Ἀρκτον. Ὁ ἀστήρ α τῆς μικρᾶς Ἀρκτου λέγεται **Πολικὸς ἀστήρ**, διότι εὐρίσκεται ἐγγύτατα (59' 5'') τοῦ βορείου πόλου τοῦ Οὐρανοῦ.

Δράκων — Κασσιόπη.— Μεταξὺ τῶν Ἀρκτῶν ἄρχεται ὀφιοειδὴς σειρά ἀμυδρῶν ἀστέρων, ἡ ὁποία καταλήγει εἰς μικρὸν τετράπλευρον. Οὗτοι ἀποτελοῦσι τὸν **Δράκοντα**.

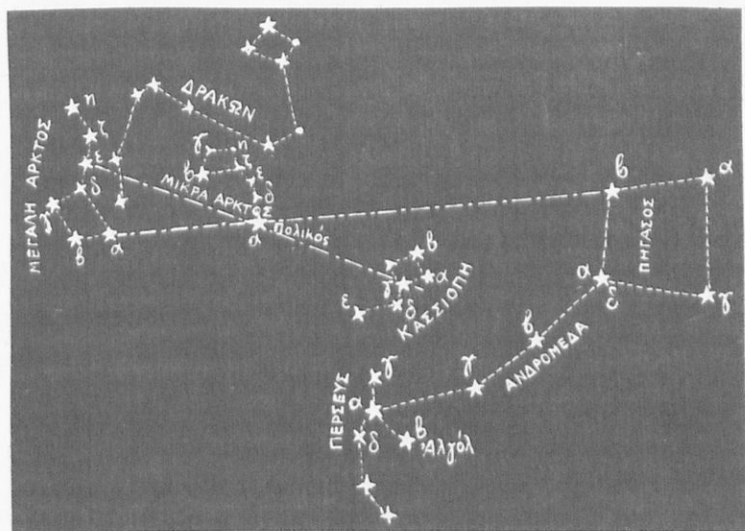
Ἐπὶ τῆς εὐθείας, ἡ ὁποία συνδέει τὸν ε τῆς Μεγάλης Ἀρκτου καὶ τὸν Πολικόν, ἀνευρίσκομεν τὴν **Κασσιόπην**. Αὕτη ἀποτελεῖται ἐκ 5 ἀστέρων ζου μεγέθους. Οὗτοι σχηματίζουνσιν ἀνοικτὸν Μ, μὲ ἓνα δὲ ἄλλον ἀμυδρότερον αὐτῶν σχηματίζουνσι κάθισμα.

Πήγασος — Ἀνδρομέδα — Περσεύς. — Ἐπὶ τῆς γραμμῆς βα τῆς Μεγάλης Ἀρκτου καὶ πέραν τοῦ Πολικοῦ ἀνευρίσκομεν τὸ **τετράγωνον τοῦ Πηγᾶσου**.

Τοῦτο σχηματίζεται ἀπὸ 4 ἀστέρας 2ου μεγέθους. Ὁ δ τούτων εἶναι καὶ ὁ α τῆς **Ἀνδρομέδας**. Ταύτης οἱ ἀστέρες β καὶ γ (2ου μεγ) κεῖνται ἐπὶ τῆς προεκτάσεως περίπου τῆς διαγωνίου αδ τοῦ Πηγᾶσου.

Ἐπὶ τῆς αὐτῆς δὲ περίπου γραμμῆς δα κεῖται καὶ ὁ α τοῦ **Περσέως** (2ου μεγ.).

Ὁ Πήγασος καὶ ἡ Ἀνδρομέδα μὲ τὸν α τοῦ Περσέως σχηματί-



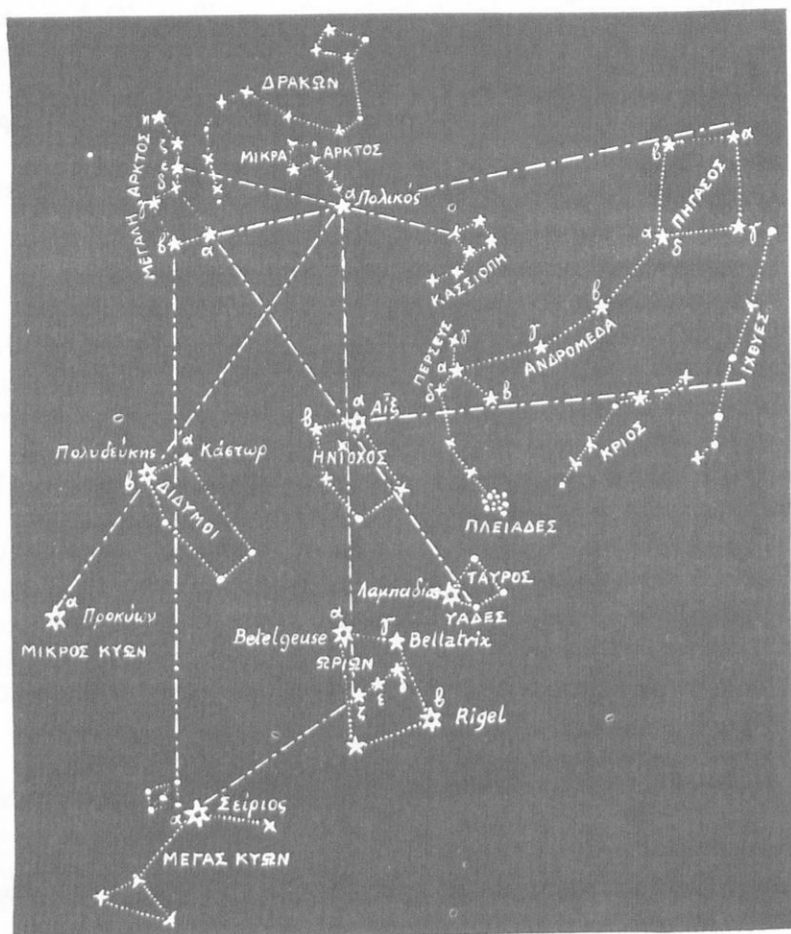
Σχ. 74.

ζουσι σχῆμα ὅμοιον πρὸς τὸ σχῆμα τῆς Μεγάλης Ἀρκτου, ἀλλὰ μεγαλύτερον ἐκείνου.

Ἐκατέρωθεν τοῦ α τοῦ Περσέως διακρίνονται δύο ἀμυδρότεροι ἀστέρες γ καὶ δ ἀποτελοῦντες μετ' αὐτοῦ τόξον. Πρὸς τὸ κυριὸν τοῦ τόξου τούτου κεῖται ὁ **Ἀλγὸλ** ἢ ὁ β τοῦ Περσέως.

123. Διάφοροι ἀστερισμοί. — (Β' σειρά.) **Ἡνίοχος — Ταῦρος — Υἱάδες — Πλειάδες — Κριός — Ἰχθύες**. — Ἐὰν τὴν γραμμὴν δα τῆς

Μεγάλης Ἀρκτου προσεκτείνωμεν ἀντιθέτως πρὸς τὴν οὐρὰν αὐτῆς, ἀνευρίσκομεν τὸν Ἑνίοχον ὁ ὁποῖος ἔχει σχῆμα πενταγώνου. Τούτου ὁ



Σχ. 75.

α εἶναι 1ου μεγέθους καὶ καλεῖται **Αἰξ**. Ἐπὶ τῆς αὐτῆς γραμμῆς καὶ πέραν τοῦ Ἑνίοχου κεῖται ὁ **Ταῦρος**. Τούτου ὁ α εἶναι 1ου μεγέθους καὶ καλεῖται **ὄφθαλμὸς τοῦ Ταύρου** ἢ **Λαμπαδίας** (Aldebaran).

Ὁ ἀστὴρ οὗτος ἀποτελεῖ μέρος μικρᾶς ομάδος ἀστέρων γνωστῆς ὑπὸ τὸ ὄνομα **Ύადες**.

Μεταξὺ τοῦ Ταύρου καὶ τοῦ Περσέως κεῖται ἄλλη ὁμάς ἀστέρων γνωστῇ ὑπὸ τὸ ὄνομα **Πλειάδες** (Πούλια).

Ἐὰν τὴν γραμμὴν βα τοῦ Ἡνιόχου προεκτείνωμεν πέραν τοῦ Περσέως, ἀνεύρισκομεν τὸν **Κριόν**. Τοῦτου οἱ κυριώτεροι ἀστέρες κεῖνται ἐπὶ 4 εὐθ. τμημάτων, τὰ ὁποῖα εἶναι διατεθειμένα ἐν εἴδει κλίμακος.

Πέραν τοῦ Κριοῦ ἐπὶ τῆς βα τοῦ Ἡνιόχου κεῖνται οἱ **Ἰχθύες**. Ὁ ἀστερισμὸς οὗτος ἀποτελεῖται ἐκ σειρᾶς ἀμυδρῶν ἀστέρων, ἡ ὁποία ἐκτείνεται ὑπὸ τὸν Κριὸν καὶ Πήγασσον παρὰλλήλως σχεδὸν πρὸς τὸν Ἰσημερινόν.

Ὠρίων—Μέγας Κύων.—Ἐπὶ τῆς γραμμῆς Πολιχὸς — Αἰξ καὶ πέραν τοῦ Ἡνιόχου κεῖται ὁ λαμπρότερος ἀστερισμὸς τοῦ Οὐρανοῦ **Ὠρίων**. Οἱ ἀστέρες α, β, γ, χ, αὐτοῦ σχηματίζουνσι τετράπλευρον. Ἐντὸς αὐτοῦ εὐρίσκονται ἐπ' εὐθείας οἱ δ, ε, ζ, (2ου μεγέθους), οἱ ὁποῖοι καλοῦνται **τρεῖς Βασιλεῖς** ἢ **τρεῖς Μάγοι**. Ἡ δὲ εὐθεῖα αὐτῶν καλεῖται **Τελαμῶν τοῦ Ὠρίωνος**. Οἱ ἀστέρες α (Bételgeuse) καὶ β (Rigel) εἶναι 1ου μεγέθους· ὁ δὲ γ (Bellatrix) εἶναι 2ου μεγέθους.

Σ η μ ε ί ω σ ι ς. Ὁ δ τοῦ Ὠρίωνος κεῖται ἐπὶ τοῦ Ἰσημερινοῦ.

Ἐπὶ τῆς πρὸς Νότον προεκτάσεως τῆς γραμμῆς τοῦ Τελαμῶνος κεῖται ὁ **Σείριος**. Οὗτος εἶναι ὁ λαμπρότερος τῶν ἀπλανῶν καὶ ἀνήκει εἰς τὸν ἀστερισμὸν τοῦ **Μεγάλου Κυνός**.

Δίδυμοι—Μικρὸς Κύων.—Μεταξὺ τῆς Μεγάλης Ἀρκτου καὶ Σειρίου κεῖται ὁ ἀστερισμὸς τῶν **Διδύμων**. Τοῦτου οἱ λαμπρότεροι ἀστέρες λέγονται **Πολυδεύκης** (1ου μεγέθους) καὶ **Κάστωρ** (2ου μεγέθους).

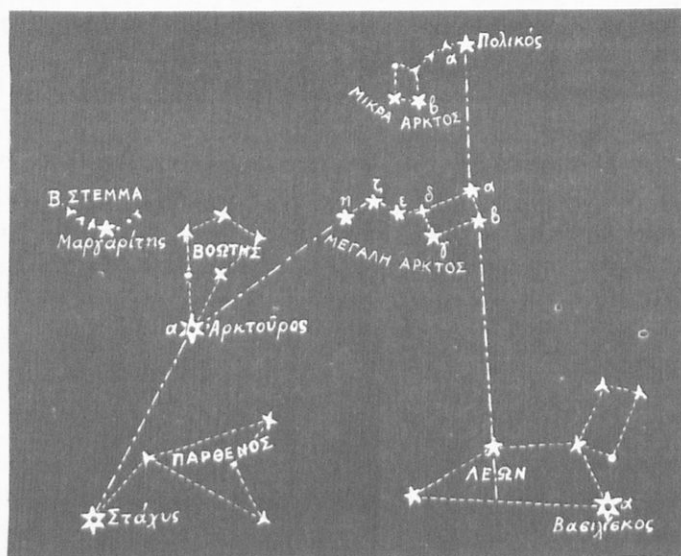
Πλησίον τῶν Διδύμων καὶ ἐπὶ τῆς γραμμῆς Πολιχὸς — Πολυδεύκης κεῖται ὁ **Προκύων**. Οὗτος εἶναι 1ου μεγέθους καὶ ἀνήκει εἰς τὸν **Μικρὸν Κύνα**.

124. Διάφοροι ἀστερισμοί.—(Γ' σειρά). **Λέων.**—Ἐὰν τὴν γραμμὴν βα τῆς Μεγάλης Ἀρκτου προεκτείνωμεν ἀντιθέτως πρὸς τὸν Πολιχόν, ἀνεύρισκομεν τὸν **Λέοντα**. Τοῦτου οἱ κυριώτεροι ἀστέρες ἀ-

ποτελοῦσι τραπέζιον, ὃ δὲ λαμπρότερος καλεῖται **Βασιλίσκος** καὶ εἶναι 1ου μεγέθους.

Βοιώτης — Βόρειον Στέμμα — Παρθένος. — Ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τῆς γραμμῆς ζῆ τῆς Μεγάλης Ἀρκτοῦ κεῖται ὁ Ἄρκτουρος (1ου μεγέθους). Οὗτος κατέχει μίαν κορυφὴν πενταγώνου, τὸ ὅποιον ἀποτελεῖ τὸν ἀστερισμὸν τοῦ **Βοιώτου**.

Πλησίον τοῦ Βοιώτου κεῖται ὁμᾶς 7 ἀστέρων, οἱ ὅποιοι εἶναι τε-



Σχ. 76

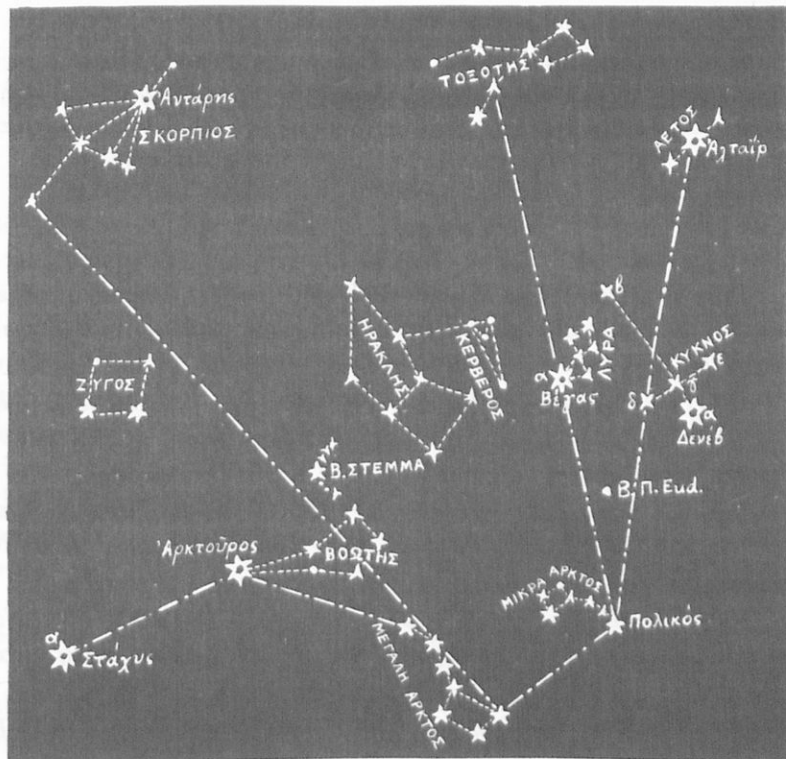
ταγμένοι ἐπὶ ἡμιπεριφερείας. Οὗτοι ἀποτελοῦσι τὸ **Βόρειον Στέμμα**, οὗ ὁ λαμπρότερος ἀστὴρ εἶναι 2ου μεγέθους καὶ καλεῖται **Μαργαρίτης**.

Ἐὰν τὸ τόξον, τὸ ὅποιον ἀποτελεῖ ἡ οὐρὰ τῆς Μεγάλης Ἀρκτοῦ μετὰ τοῦ Ἄρκτουρου, προεκτείνωμεν πέραν τοῦ Ἄρκτουρου, εὐρίσκόμεν τὸν **Στάχυν**, ὁ ὁποῖος εἶναι 1ου μεγέθους καὶ ἀνήκει εἰς τὸν ἀστερισμὸν τῆς **Παρθένου**.

125. Διάφοροι ἀστερισμοί. — (Δ' σειρά). **Σκορπίος — Ζυγός — Τοξότης.** — Ἡ γραμμὴ αζ τῆς Μεγάλης Ἀρκτοῦ προεκτεينوμένη πέραν τῆς οὐρᾶς αὐτῆς διέρχεται δι' εὐδιακρίτου ἀστερισμοῦ τοῦ

Σκορπίου. Τούτου ὁ α εἶναι ἀστὴρ ἐρυθρὸς 1ου μεγέθους καὶ καλεῖται Ἀντάρης.

Ἐκατέρωθεν τοῦ Σκορπίου πρὸς μὲν τὴν Παρθένον κεῖται ὁ Ζυγός, οὗ οἱ λαμπρότεροι ἀστέρες ἀποτελοῦσι τετράπλευρον, πρὸς δὲ τὸ



Σχ. 77.

ἕτερον μέρος κεῖται ὁ Τοξότης. Ἀμφοτέρων τούτων οἱ ἀστέρες εἶναι ἀμυδροί.

Λύρα — Ἡρακλῆς — Κέρβερος — Κύκνος — Ἀετός. Παρὰ τὴν γραμμὴν, ἥ ὁποία ἄγεται ἐκ τοῦ Πολικοῦ διὰ μέσου τοῦ Τοξότου, κεῖται ἡ Λύρα. Τούτου οἱ κυριώτεροι ἀστέρες ἀποτελοῦσι μικρὸν τρίγωνον καὶ παραλληλόγραμμον. Ὁ λαμπρότερος τούτων καλεῖται **Βέγας** (1ου μεγέθους).

Μεταξὺ τῆς Λύρας καὶ τοῦ Βορείου Στέμματος κεῖται ὁ **Ἡρακλῆς**. Τούτου οἱ κυριώτεροι ἀστέρες εἶναι 3ου μεγέθους καὶ ἀποτελοῦσιν ἐν ἰσοσκελὲς τραπέζιον καὶ ἐν εὐρύτερον πεντάγωνον.

Πρὸς Ἀνατολὰς τῆς Λύρας καὶ εἰς θέσιν συμμετρικὴν περίπου τῶν Διδύμων πρὸς τὸν Πολικὸν κεῖται ὁ **Κύκνος**. Τούτου οἱ λαμπρότεροι ἀστέρες σχηματίζουνσιν μέγαν σταυρόν, ὁ δὲ α εἶναι 1ου μεγέθους.

Ἐὰν προεκτείνωμεν πέραν τοῦ Κύκνου τὴν γραμμὴν Πολικὸς — δ Κύκνου ἀνεύρισκομεν τὸν ἀστέρα **Ἀλταῖρ** 1ου μεγέθους. Οὗτος ἀνήκει εἰς τὸν ἀστερισμὸν τοῦ **Ἀετοῦ**. Τούτου δύο ἀμυδρότεροι ἀστέρες ἐκατέρωθεν τοῦ Ἀλταῖρ ἀποτελοῦσι μετ' αὐτοῦ εὐθεῖαν γραμμὴν.

Ἀσκήσεις

157) Ὁ Σείριος ἔχει $\alpha = 6^{\circ}$. 41^π. 56^δ. ὁ δὲ Λαμπαδίας ἔχει $\alpha = 4^{\circ}$. 31^π. 44^δ. Νὰ εὑρητε κατὰ ποίαν ὥραν μεσουρανεῖ ἐκάτερος τούτων ἐν Ἀθήναις.

158) Ὁ Πολυδεύκης ἔχει $\alpha = 7^{\circ}$. 40^π. 51^δ. καὶ ἀνατέλλει εἰς τινα τόπον τὴν 23ην ὥραν. Νὰ εὑρητε εἰς πόσον χρόνον διανύει τὸ νυκτερινὸν τόξον αὐτοῦ.

159) Ὁ Βασιλίσκος ἔχει $\alpha = 10^{\circ}$. 4^π. 29^δ. ὁ δὲ Προκύων ἔχει $\alpha = 7^{\circ}$. 35^π. 29^δ. Νὰ εὑρητε κατὰ ποίαν ὥραν μεσουρανεῖ κάτω ἐν Ἀθήναις ἐκάτερος τούτων.

160) Ἡ Αἰξ ἔχει $\alpha = 5^{\circ}$. 11^π. 18^δ. καὶ $\delta = 45^{\circ} 55' 32''$. Νὰ εὑρητε κατὰ ποίαν ὥραν μεσουρανεῖ ἄνω ἐν Ἀθήναις καὶ πόση εἶναι ἡ P αὐτοῦ.

161) Ὁ Rigel ἔχει $\delta = -80^{\circ} 17' 5''$. Νὰ εὑρητε πόση εἶναι ἡ P αὐτοῦ.

162) Ὁ Πολυδεύκης ἀνατέλλει εἰς τινα τόπον, καθ' ἣν στιγμὴν μεσουρανεῖ ἄνω ἐν αὐτῷ ἡ Αἰξ. Νὰ εὑρητε εἰς πόσον χρόνον ὁ Πολυδεύκης διανύει τὸ ἡμερήσιον τόξον αὐτοῦ εἰς τὸν αὐτὸν τόπον.

163) Ὁ Βέγας ἔχει $\alpha = 18^{\circ}$. 34^π. 28^δ. καὶ $\delta = 38^{\circ} 42' 53''$. Νὰ ἀποφανθῇτε, ἂν οὗτος ἢ ὁ Βασιλίσκος μεσουρανῇ ἄνω ἐνωρίτερον ἐν Ἀθήναις καὶ πόσον χρόνον ἐνωρίτερον.

164) Νὰ ἀποφανθῇτε, ἂν ὁ Βέγας ἢ ἡ Αἰξ κεῖται νοτιώτερον καὶ πόσον.

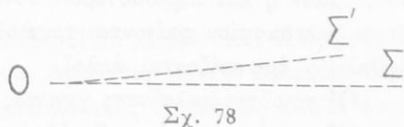
165) Νὰ εὑρεθῇ πόση εἶναι ἡ P τοῦ δ τοῦ Ὁρίωνος καὶ εἰς πόσον χρόνον διανύει οὗτος τὸ ἡμερήσιον καὶ εἰς πόσον τὸ νυκτερινὸν τόξον του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΣΥΝΤΟΜΟΣ ΣΠΟΥΔΗ ΑΠΛΑΝΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ ΚΑΙ ΝΕΦΕΛΩΜΑΤΩΝ

126. Διπλοὶ ἀστέρες. — Ὑπάρχουσιν ἀστέρες οἵτινες ὁρώμενοι δι' ἰσχυροτάτου τηλεσκοπίου χωρίζονται εἰς δύο διακεκριμένους ἀστέρας. Οἱ ἀστέρες οὗτοι λέγονται **διπλοὶ ἀστέρες**. Τοιοῦτοι π.χ. εἶναι οἱ Σείριος, γ τῆς Παρθένου, γ τοῦ Λέοντος, 61 τοῦ Κύκνου κ.τ.λ.

Οἱ διπλοὶ ἀστέρες διακρίνονται εἰς **ὀπτικῶς διπλοῦς** καὶ εἰς **φυσικῶς διπλοῦς**. Οἱ πρῶτοι εὐρίσκονται εἰς μεγίστην ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν· φαίνονται δὲ διπλοῖ, διότι κεῖνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς περιπού ὀπτικῆς ἀκτίνος (σχ. 78). Διακρίνονται δὲ τῶν φυσικῶν διπλῶν ἐκ τῆς ἰδίας αὐτῶν κινήσεως, ἥτις εἶναι ὁμοιόμορφος καὶ εὐθύγραμμος. Τοιοῦτος π.χ. εἶναι ὁ Κάστωρ.



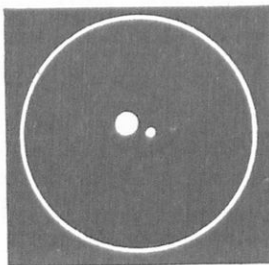
Οἱ φυσικῶς διπλοὶ εἶναι πράγματι πλησίον ἀλλήλων καὶ ὁμοῦ κινεῦνται εἰς τὸ διάστημα.

Ἡ ἀνακάλυψις τῶν διπλῶν ἀστέρων ὀφείλεται εἰς τὸν W. Herschel. Οὗτος ἀνήγγειλε τὸ ἔτος 1803 ὅτι ἀστέρες τινὲς ἔχουσι φωτεινοὺς δορυφόρους, οἱ ὅποιοι στρέφονται περὶ αὐτοῦς. Οἱ φωτεινοὶ οὗτοι δορυφόροι λέγονται **συνοδοί**.

Μέχρι τοῦ ἔτους 1822 ὁ Herschel εἶχε παρατηρήσει περὶ τοὺς 850 διπλοῦς ἀστέρας. Ἠδυνήθη μάλιστα νὰ προσδιορίσῃ καὶ τὴν διάρκειαν τῆς περιστροφῆς τῶν συνοδῶν μερικῶν διπλῶν ἀστέρων. Οὕτω περιφέρεται εἰς 39 ἔτη ὁ συνοδὸς τοῦ Πρόκυνο, εἰς 50 τοῦ Σείριου, εἰς 80 τοῦ α τοῦ Κενταύρου.

Βραδύτερον ἀπέδειξεν ὅτι ἡ ἰδίᾳ κίνησις τῶν συνοδῶν γίνεται κατὰ τοὺς δύο πρώτους νόμους τοῦ Κεπλέρου. Κατ' ἀκολουθίαν καὶ οὗτοι ὑπόκεινται εἰς τὸν νόμον τῆς παγκοσμίου ἑλξεως.

Ὁ Συνοδὸς τοῦ Σειρίου παρατηρήθη τὸ πρῶτον τὸν Φεβρουάριον τοῦ 1802 ὑπὸ τοῦ Ἀμερικανοῦ Clark. Ἡ ὕπαρξις ὅμως αὐτοῦ εἶχεν ἀναγγελοῦν πρὸ 20 ἐτῶν ὑπὸ τοῦ Bessel. Ὁ μέγας οὗτος Γεωμέτρης



στηριζόμενος ἐπὶ ἀνωμαλιῶν, αἱ ὁποῖαι παρατηρήθησαν ἐν τῇ ἰδίᾳ κινήσει τοῦ Σειρίου, συνεπέρανεν ὅτι αὐταὶ ὀφείλονται εἰς τὴν ἑλξιν δορυφόρου τινός. Ὁ συνοδὸς τοῦ Σειρίου εἶναι λευκὸς ἀστὴρ θερμοκρασίας 8 000° K καὶ ἔχει σμικρότατον ὄγκον. Διὰ τοῦτο δὲ λέγεται **λευκὸς νάνος**. Ὁ ἀστὴρ οὗτος ἔχει τεραστίαν πυκνότητα, κατὰ 40 000 περίπου φορές ἀνωτέραν τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος. Αἰτία τού-

Ὁ διπλοῦς ἀστὴρ ζ τοῦ του κατὰ τὸν Eddington εἶναι ὁ πλήρης Ἴονι-
 Ἡρακλέους. σμὸς τῶν ἀτόμων τῶν στοιχείων αὐτοῦ. Διότι οὕτως ἕκαστον ἄτομον περιωρίσθη εἰς ἐλάχιστον ὄγκον. Μέχρι τοῦδε παρατηρήθησαν περὶ τοὺς 112 τοιοῦτοι λευκοὶ νάνοι(1).

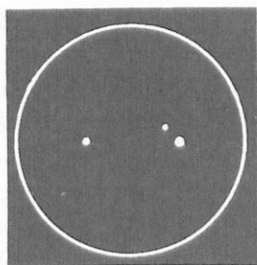
127. Πολλαπλοὶ ἀστέρες.—Ἀστέρες τινὲς ἀκολουθοῦνται ὑπὸ δύο, τριῶν ἢ καὶ περισσοτέρων συνοδῶν. Ὅθεν οὗτοι δι' ἰσχυροῦ ὀρώμενοι τηλεσκοπίου φαίνονται τριπλοῖ, τετραπλοῖ κ.τ.λ., ἐν ᾧ εἰς γυμνὸν ὀφθαλμὸν ἐμφανίζονται ἅπλοῖ.

Οἱ τοιοῦτοι καλοῦνται γενικῶς **πολλαπλοὶ ἀστέρες**.

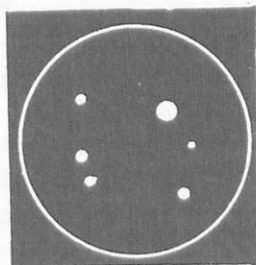
Οὕτως ὁ α καὶ ὁ γ τῆς Ἀνδρομέδας, ὁ ζ τοῦ Καρκίνου, ὁ μ τοῦ Βοώτου εἶναι τριπλοῖ. Ὁ ε τῆς Λύρας ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ἀστέρας, ὧν ἕκαστος εἶναι διπλοῦς. Ἐπὶ πλέον ὁ λαμπρότερος τῶν 4 τούτων ἀστέρων εἶναι φασματοσκοπικῶς διπλοῦς· ἐπομένως ὁ ε τῆς Λύρας εἶναι κυρίως πενταπλοῦς ἀστὴρ.

Ὁ θ τοῦ Ὠρίωνος εἶναι ἐξαπλοῦς. Ἐκ τῶν 6 δὲ τούτων ἀστέρων οἱ 4 εἶναι ὄρατοι διὰ μετρίου τηλεσκοπίου, οἱ δὲ λοιποὶ δι' ἰσχυροῦ τοιούτου.

1. Ἐκ τούτων ἀναφέρομεν τὸν ὑπ' ἀριθ. 457 τοῦ καταλόγου Wolf. Οὗτος εἶναι ἀστὴρ 15ου μεγέθους, ἔχει δὲ διάμετρον 0,006 τῆς διαμέτρου τοῦ Ἡλίου, ἀλλὰ μᾶζαν 2,5 φορές τὴν μᾶζαν τοῦ Ἡλίου. Ἡ πυκνότης λοιπὸν τῆς ὕλης του εἶναι ἀφαντάστως τρομακτικὴ. Ὑπολογίζεται δὲ ὅτι γῆρινον σῶμα βάρους 65 χιλιογρ. ἐκεῖ θὰ ἐξύγιζε 300 000 τόννους.



‘Ο τριπλοῦς ἀστὴρ ζ
τοῦ Καρκίνου.



‘Ο ἑξαπλοῦς ἀστὴρ θ
τοῦ Ὠρίωνος.

128. Χρῶμα τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων· Φάσμα καὶ σύστασις αὐτῶν.— Τὸ χρῶμα ἀπλανοῦς ἀστέρος χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὸ χρῶμα τῆς λαμπροτέρας περιοχῆς τοῦ φάσματος αὐτοῦ. Οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες δὲν ἔχουσιν ὅλοι τὸ αὐτὸ χρῶμα. Οἱ πλεῖστοι τούτων εἶναι κυανοὶ ἢ λευκοί, ἄλλοι εἶναι κίτρινοι καὶ μερικοὶ εἶναι ἐρυθροί. ‘Ο Rigel π.χ. εἶναι κυανοῦς, ὁ Βέγας καὶ Σείριος εἶναι λευκοί. Κίτρινοι εἶναι ὁ ‘Ηλιος, Πολιχός, ‘Αλταίρ, Αἰξ. ‘Ερυθροὶ δὲ ὁ ‘Αρκτοῦρος, ‘Αντάρης, Bételgeuse, ο τοῦ Κήτους.

‘Επὶ 100 ἀστέρων οἱ 60 εἶναι λευκοί, οἱ 35 κίτρινοι καὶ οἱ 5 ἐρυθροί.

Τὸ διάφορον χρῶμα τῶν ἀστέρων ὁφείλεται εἰς τὴν διάφορον θερμοκρασίαν αὐτῶν, ὡς ἐκ τῆς φασματοσκοπικῆς ἐξετάσεως αὐτῶν ἀποδεικνύεται.

Τὸ φάσμα τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων εἶναι γενικῶς ἀνάλογον πρὸς τὸ φάσμα τοῦ ‘Ηλίου. Εἶναι δηλαδὴ τοῦτο φωτεινὴ ταινία διακοπτομένη ὑπὸ σκοτεινῶν ραβδώσεων.

Τὸ φωτεινὸν μέρος τοῦ φάσματος δεικνύει τὴν παρουσίαν φωτεινῆς πηγῆς λίαν ὑψηλῆς θερμοκρασίας ἐπὶ ἐκάστου ἀπλανοῦς ἀστέρος. ‘Η δὲ φωτεινὴ αὕτη πηγὴ περιβάλλεται ὑπὸ ἀερώδους περιβλήματος, ὑπὸ ἀτμοσφαίρας δηλ. χαμηλοτέρας θερμοκρασίας. ‘Η ἀτμόσφαιρα αὕτη ἀπορροφᾷ μέρος τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων τῆς φωτεινῆς πηγῆς καὶ προκαλεῖ οὕτω τὰς ραβδώσεις τοῦ φάσματος. ‘Εκ τῶν ραβδώσεων τούτων αἱ ἀντιστοιχοῦσαι εἰς τὸ ὕδρογόνον παρατηροῦνται εἰς τὰ φάσματα ὅλων σχεδὸν τῶν ἀστέρων. Μετ’ αὐτὰς συχνότερον παρατηροῦνται ραβδώσεις ἀντιστοιχοῦσαι εἰς τὸν σίδηρον, τὸ μαγνήσιον, τὸ σόδιον.

Τὸ πλῆθος ἐν γένει τῶν ραβδώσεων καὶ ἡ ἔντασις αὐτῶν εἶναι διά-

φορος εἰς τοὺς διαφόρους ἀστέρας, ἐξαρθᾶται δὲ κυρίως ἡ γενικὴ ἄποψις τοῦ φάσματος ἐκ τοῦ χρώματος τοῦ ἀστέρος.

129. Ἡ ταξινόμησις τοῦ Secchi.— Ὁ Ἀββᾶς Secchi βασιζόμενος ἐπὶ τῆς φασματοσκοπικῆς ἐξετάσεως τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων διήρπεν αὐτοὺς εἰς τὰς κάτωθι μεγάλας κλάσεις.

Α') Ἀστέρες λευκοί. Τὸ φάσμα αὐτῶν εἶναι σχεδὸν συνεχὲς μὲ σκοτεινὰς τινὰς ραβδώσεις. Τέσσαρες ἀπὸ αὐτὰς εἶναι περισσότερον τῶν ἄλλων ἐντατικαὶ καὶ ἀντιστοιχοῦσιν εἰς τὸ ὕδρογόνον. Αἱ ἄλλαι εἶναι λεπτόταται καὶ ἀντιστοιχοῦσιν εἰς τὸ ἥλιον καὶ σπανιώτατα εἰς τὸ σόδιον καὶ μαγνήσιον. Παρατηρεῖται ἐπίσης ὅτι τὸ φάσμα αὐτῶν εἶναι πολὺ ἐκτεταμένον εἰς τὴν ἰώδη καὶ ὑπεριώδη χῶραν.

Ἡ ἀτμόσφαιρα λοιπὸν τῶν ἀστέρων τούτων ἀποτελεῖται κατὰ τὸ πλεῖστον ἐξ ὕδρογόνου εἰς λίαν ὑψηλὴν θερμοκρασίαν καὶ ἰσχυρῶς πεπιεσμένου.

Ὁ Janssen λέγει ὅτι ἕκαστος τοιοῦτος ἀστὴρ εἶναι ἥλιος ἐν τῇ ἀκμῇ τῆς νεανικῆς ἡλικίας του.

Κυριώτεροι τύποι ἀστέρων τῆς κλάσεως ταύτης εἶναι οἱ Σείριος, Βέγας, Ἀλταίρ, Κάστωρ.

Β') Ἀστέρες κίτρινοι. Τὸ φάσμα τούτων περιέχει πολλὰς καὶ εὐδιακρίτους μεταλλικὰς ραβδώσεις, ὅπως τὸ φάσμα τοῦ Ἡλίου. Αἱ ραβδώσεις τοῦ ὕδρογόνου εἶναι ὀλιγώτεραι ἢ εἰς τὸ φάσμα τῶν ἀστέρων τῆς Α' κλάσεως. Ἡ κυανῇ καὶ ἰώδης χῶρα τοῦ φάσματος εἶναι πολὺ ἀσθενέστεραι τῶν τῆς Α' κλάσεως. Τοῦτο δὲ ἐξηγεῖ καὶ τὸ κίτρινον χρῶμα αὐτῶν.

Οὗτοι, κατὰ τὸν Janssen, ὑπερέβησαν τὴν νεανικὴν ἡλικίαν καὶ εὐρίσκονται εἰς τὴν ὥριμον ἡλικίαν αὐτῶν

Κυριώτεροι τύποι τούτων εἶναι ὁ Ἡλιος, ὁ Πολυκὸς ἀστὴρ, ὁ Πολυδεύκης, ὁ α τῆς Μεγάλης Ἀρκτοῦ, ὁ α τῆς Κασσιόπης.

Γ') Ἀστέρες ἐρυθροὶ ἢ πορτοκαλλόχροοι. Τὸ φάσμα αὐτῶν περιέχει σκοτεινὰς ραβδώσεις διακοπτομένας ὑπὸ σκοτεινῶν λωρίδων, αἵτινες ἐξασθενοῦσι βαθμὴδὸν πρὸς τὴν ἐρυθρὰν χῶραν. Αἱ ραβδώσεις ἀντιστοιχοῦν, εἰς τὸ σόδιον, μαγνήσιον, σίδηρον, ἀσβέστιον κ.τ.λ. Αἱ ραβδώσεις τοῦ ὕδρογόνου συνήθως λείπουσιν. Αἱ σκοτεινὰ ταινίαι ἀποδίδονται εἰς ὀξείδια τοῦ μαγνησίου καὶ τοῦ τιτανίου.

Κυριώτεροι τύποι αὐτῶν εἶναι ὁ Ἀντάρης, Bételgeuse, α τοῦ Ἡρακλέους, ὁ ο τοῦ Κήτους.

Δ') **Ἀστέρες ἐρυθροῦ ρουβινίου.** Τὸ φάσμα αὐτῶν εἶναι ὁμοιον πρὸς τὸ φάσμα τῶν ἀστέρων τῆς προηγουμένης κλάσεως. Αὐτῶν ὅμως αἱ σκοτεινὰ λαυρίδες ἐκασθενοῦσι πρὸς τὴν ἰώδη χῶραν τοῦ φάσματος. Ἀποδίδονται δὲ αἱ λαυρίδες αὗται εἰς τὸν ἀνθρακκῆ ἢ εἰς ὑδρογονάνθρακας.

Οἱ ἀστέρες οὗτοι εἶναι ὀλιγώτερον θερμοὶ ὧλων, εἶναι δὲ οὗτοι 250 περίπου ἀπὸ τοῦ 5ου μεγέθους καὶ ἐξῆς.

Εἰς τοὺς ἀστέρας τῶν δύο τελευταίων κλάσεων τὸ ὑδρογόνον δὲν ὑπάρχει ἐλεύθερον, ἀλλ' ἠνωμένον μετ' ἄλλων στοιχείων εἰς σύνθετα σώματα βαθμηδὸν πολυαριθμότερα, ἐφ' ὅσον ἡ θερμοκρασία εἶναι μικρότερα. Κατὰ τὸν Janssen οὗτοι εἶναι ἀστέρες διατρέχοντες τὸ τελευταῖον στάδιον τῆς ἡλιακῆς ζωῆς αὐτῶν.

Κατὰ τὴν ταξινόμησιν ταύτην παρεδέχοντο ἄλλοτε ὅτι ἕκαστος ἀπλανὴς ἀστήρ σχηματίζεται λευκὸς ἀπὸ νεφέλωμα ὑψίστης θερμοκρασίας. Βαθμηδὸν ἕνεκα τῆς ἀκτινοβολίας ἐγίνετο κίτρινος, ἔπειτα ἐρυθρὸς καὶ τέλος καθίστατο ἀόρατος. Οὕτω δὲ δι' ἡμᾶς ἐπῆρχετο ὁ ἀστρικός θάνατος αὐτοῦ. Σήμερον ὅμως αἱ ἀντιλήψεις αὗται δὲν εἶναι παραδεκταί, ὥς εἰς τὰ ἐπόμενα θὰ ἴδωμεν.

130. Ἡ ταξινόμησις τοῦ Harvard καὶ ἡ ἐξέλιξις τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.— Τὸ ἐν Ἀμερικῇ ἀστεροσκοπεῖον τοῦ Harvard κητατάσσει τοὺς πλείστους (99/100) τῶν κανονικῶν ἀπλανῶν ἀστέρων εἰς ἑξ κλάσεις σημειουμένης διὰ τῶν γραμμάτων B, A, F, G, K, M, ἀπὸ τῶν θερμότερων εἰς τοὺς ψυχροτέρους. Ὁφείλεται δὲ ἡ διάκρισις αὕτη εἰς τὴν μορφήν τῶν φασμάτων, τὴν θερμοκρασίαν, ἐπομένως καὶ εἰς τὸ χρῶμα τῶν ἀστέρων, ὥς εἰς τὸν ἀκόλουθον πίνακα φαίνεται.

Κλάσεις	B	A	F	G	K	M
Χαρακ. φάσματος	"Ἡλιον καὶ ὑδρογόν.	Λαυρίδες ὑδρογόν.	Λεπτὰι ραβδώσ. ἀσβεστίου	Ἀσβεστ. καὶ μέταλλα	Μέταλλα	Σύνθετα σώματα
Θερμοκρασία	20 000°—30 000°K	10 000° K	7 500° K	6 000° K	4 000° K	3 000°K
Χρῶμα	Κυανοῦν	Λευκόν	Υποκίτρινον	Κίτρινον	Ἐρυθροκίτρινον	Ἐρυθρόν
Ἀντιπρόσ.	Rigel	Σείριος Βέγγας	Προκύων	"Ἡλιος	Ἀριτοῦρος Ἀχμπαζίξ Beteiguse	Ἀντάρης

Ἐξηκριβώθη δὲ ὅτι οἱ ἀστέρες ἐκάστης κλάσεως διακρίνονται εἰς δύο εἶδη. Π.χ. πολλοὶ ἀστέρες τῆς κλάσεως Μ ἔχουσι τεραστίαν φωτοβολοῦσιν ἐπιφάνειαν καὶ ἐπομένως τεράστιον ὄγκον. Δι' αὐτὸ οὗτοι λέγονται **γίγαντες ἀστέρες** καὶ μερικοὶ **ὑπεργίγαντες**.

Ἄλλοι δὲ ἀντιθέτως ἔχουσι μικρὰν σχετικῶς φωτοβολοῦσιν ἐπιφάνειαν καὶ μικρὸν ὄγκον. Οὗτοι λέγονται **νάνοι ἀστέρες** Οὕτω δὲ διακρίνονται εἰς γίγαντας καὶ νάνους καὶ οἱ ἀστέρες ἐκάστης τῶν ἄλλων κλάσεων. Ὁ ἡμέτερος Ἥλιος εἶναι νάνος τῆς κλάσεως G, ὁ Bételgeuse εἶναι ὑπεργίγας τῆς κλάσεως Μ καὶ ὁ Ἀρκτοῦρος εἶναι γίγας τῆς κλάσεως K. Εἶναι δὲ οἱ γίγαντες τῶν κατωτέρων κλάσεων πολὺ ὀγκωδέστεροι καὶ ἀραιότεροι τῶν γιγάντων τῶν ἀνωτέρων κλάσεων. Ἐπειδὴ δὲ ἕνεκα τῆς παγκοσμίου ἑλξεως ἕκαστος ἀστήρ πρέπει σὺν τῷ χρόνῳ νὰ συστέλληται, ἐπομένως νὰ γίνηται πυκνότερος, ἢ ὑπαρξίς π.χ. γιγάντων τῆς κλάσεως Μ δὲν ἐξηγεῖται κατὰ τὴν παλαιὰν (§ 129) θεωρίαν τῆς ἐξελίξεως. Δι' αὐτό, ὡς προηγουμένως εἴπομεν, δὲν εἶναι αὕτη παραδεκτὴ πλέον.

131. Ἡ θεωρία τοῦ Russel περὶ τῆς ἐξελίξεως τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.— Ἐπὶ μίαν εἰκοσαετίαν μέχρι τοῦ 1939 ἐπεκράτουν αἱ ἐξῆς ἀντιλήψεις: Ἐκαστος ἀπλανὴς ἀστήρ σχηματίζεται ἀπὸ ἓν ἀραιότατον καὶ ψυχρότατον ἀέριον. Τοῦτο συστελλόμενον βαθμηδὸν θερμαίνεται καὶ ἀπὸ θερμοκρασίας 2 700° K εἶναι ἐρυθρὸς ὑπεργίγας ἢ γίγας ἀστήρ. Βαθμηδὸν δὲ συστελλόμενος λαμβάνει θερμότητα μεγαλύτεραν τῆς ἀκτινοβολουμένης. Οὕτω δὲ ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ βαίνει αὐξανόμενη καὶ ὁ ἀστήρ ἀνέρχεται διαδοχικῶς εἰς τὴν κλάσιν K, G κ.τ.λ. μέχρις ἀνωτέρας κλάσεως π.χ. τῆς A ἢ B. Ἐπειτα ὅμως ἡ συστολὴ γίνεται μικρότερα καὶ ἡ ἐκ ταύτης παρεχομένη θερμότης ἀρχίζει βαθμηδὸν νὰ γίνηται μικρότερα τῆς ἀκτινοβολουμένης. Ἐπομένως ἡ θερμοκρασία βαίνει πλέον μειούμενη καὶ ὁ ἀστήρ διέρχεται πάλιν τὰς διαφόρους κλάσεις κατ' ἀντίστροφον τάξιν, μέχρις ὅτου εἰς θερμοκρασίαν μικρότεραν τῶν 2 700° K παύσῃ νὰ εἶναι ὁρατός. Ἡ θεωρία αὕτη διετυπώθη ὑπὸ τοῦ Ἀμερικανοῦ ἀστρονόμου Russel. Εἶχε δὲ τὸ μειονέκτημα ὅτι ἦτο ἀνεπαρκὴς διὰ τὴν ἐξήγησιν τοῦ σχηματισμοῦ τῶν λευκῶν νάνων.

132. Ἡ νεωτέρα θεωρία τῆς ἐξελίξεως τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.— Αἱ κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη καταπληκτικαὶ πειραματικαὶ

καὶ θεωρητικαὶ πρόοδοι τῆς νεωτέρας Φυσικῆς ἀνέτρεψαν καὶ αὐτὴν τὴν θεωρίαν τοῦ Russel. Κατὰ τὰς συγχρόνους ἀντιλήψεις κυριώτεραι πηγαὶ τροφοδοτοῦσαι μὲ θερμότητα τοὺς ἀστέρας τούτους θεωροῦνται αἱ εἰς τὸ ἐσωτερικὸν αὐτῶν συντελούμεναι ἐνδοατομικαὶ ἀντιδράσεις. Καὶ ἡ συστολὴ τῶν ἀστέρων συντελουμένη κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥτιον ζωηρῶς εἰς τὰ διάφορα στάδια τῆς ζωῆς αὐτῶν ἀποτελεῖ σημαντικὸν παράγοντα τῆς ἐξελίξεως αὐτῶν. Οὕτως, ὡς πρότερον, δέχονται ὅτι ἕκαστος ἀπλανὴς ἀστήρ σχηματίζεται ἀπὸ ψυχρὸν κατ' ἀρχὰς καὶ ἀραιότατον ἀέριον. Τοῦτο ἔνεκα τῆς ἑλξεως συστελλόμενον περὶ πυρῆνά τινα καὶ στρεφόμενον θερμαίνεται συνεχῶς καὶ ἐμφανίζεται ὡς ἐρυθρὸς γίγας ἢ ὑπεργίγας ἀστήρ. Συνεχιζομένης τῆς συστολῆς τοῦ ἢ ἀναπτυσσομένη θερμότης συνεχῶς αὐξάνεται καὶ μετὰ τινα ἑκατομμύρια ἔτη προκαλεῖ τὴν πρώτην ἐνδοατομικὴν ἀντίδρασιν. Αὕτη συνίσταται εἰς σχηματισμὸν ἰσοτόπου τοῦ ὕδρογόνου, τὸ ὅποιον λέγεται δευτέριον (H_2). Ἐνεκα ταύτης καὶ τῆς συνεχιζομένης συστολῆς τοῦ ἀστέρος, οὗτος ἀποκτᾷ βαθμὴδὸν μεγαλυτέραν θερμότητα, ἔνεκα τῆς ὁποίας τὸ ὕδρογόνον τοῦ ἀστέρος ἰονίζεται, ἕκαστον δηλ. ἄτομον αὐτοῦ ἀποβάλλει τὸ ἠλεκτρόνιον τοῦ. Οἱ δὲ πυρῆνες τοῦ ὕδρογόνου (πρωτόνια) ὡς βλήματα ἐπιπίπτουσι διαδοχικῶς ἐπὶ τοῦ δευτερίου καὶ ἐπὶ τῶν ἀτόμων τῶν ἐλαφρῶν σωμάτων λιθίου, βηρυλλίου, βορίου καὶ σχηματίζεται μετ' αὐτῶν ἥλιον. Μετὰ τὴν ἐξάντλησιν τούτων ἡ τεραστία ἤδη θερμότης τοῦ ἀστέρος προκαλεῖ τὴν κυριωτέραν καὶ μακροτέραν ἐνδοατομικὴν ἀντίδρασιν. Αὕτη συνίσταται εἰς μετατροπὴν τοῦ ὕδρογόνου εἰς ἥλιον καὶ εἰς ἀπόδοσιν μεγίστης ποσότητος θερμότητος. Ἡ ἀντίδρασις αὕτη ἐνισχύεται καὶ ἐπιταχύνεται διὰ τῆς ἐπεμβάσεως τοῦ ἀνθρακος καὶ τοῦ ἀζώτου, τὰ ὁποῖα δὲν ἐξαφανίζονται, ἀλλὰ περιδικῶς ἐπανεμφανίζονται καὶ ἐπαναλαμβάνουσι τὴν ἐνέργειαν αὐτῶν. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον ἡ ἀντίδρασις αὕτη λέγεται **κύκλος τοῦ ἀνθρακος**. Ὅταν ὅλον τὸ ὕδρογόνον τοῦ ἀστέρος μετατραπῇ εἰς ἥλιον, ὁ κύκλος τοῦ ἀνθρακος διακόπτεται καὶ ἡ τεραστία αὕτη πηγὴ θερμότητος ἐκλείπει. Ἐκτοτε ἡ ἀκτινοβολουμένη θερμότης δὲν ἀναπληροῦται ὑπὸ τῆς παραγομένης ἔνεκα συστολῆς τοῦ ἀστέρος καὶ οὗτος βαίνει ψυχόμενος καὶ συστελλόμενος. Οὕτω δὲ μετὰ τινα δισεκατομμύρια ἔτη καταλήγει συνήθως εἰς λευκὸν νάνον καὶ τέλος εἰς σκοτεινὸν σῶμα. Ἄν ἡ ἀρχικὴ μᾶζα ἀστέρος ὑπερβαίῃ πως τὰ $\frac{3}{2}$ τῆς ἡλιακῆς μᾶζης, ὑπάρχει γνῶμη ὅτι οὗτος θρυμματίζεται εἰς τεμάχια, τὰ ὁποῖα καταλή-

στερισμὸν τῆς Κασσιόπης ἐγγύτατα ($1^{\circ} 31'$) τοῦ α αὐτῆς κατὰ τὴν 5ην Νοεμβρίου 1572. Ἡ λαμπρότης τούτου ἔφθασε τὴν λαμπρότητα τῆς Ἀφροδίτης, ὅτε ἦτο ὁρατὸς καὶ ἐν πλήρει μεσημβρίᾳ. Ἐπειτα ἔβαινε αὐτὴ μειουμένη καὶ κατὰ τὸν Μάρτιον τοῦ 1574 ἐξηφανίσθη.

Ἀξιοσημείωτοι ἐπίσης εἶναι ὁ ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Ἡνιόχου ἐμφανισθεὶς τὸ 1892, ὁ ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Ἀετοῦ τὸ 1918 καὶ ὁ ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Κύνου ἐμφανισθεὶς τὸ 1920.

Οὐδὲν βέβαιον γνωρίζομεν περὶ τῶν αἰτίων, εἰς τὰ ὅποια ὀφείλεται ἡ ἐμφάνισις τῶν ἀστέρων τούτων. Πιθανὸν νὰ προέρχωνται ἐκ συγκρούσεως δύο ἀστέρων ἢ μᾶλλον ἐκ συναντήσεως νεφελώδους μάζης μετὰ σκοτεινοῦ ἢ ἀσθενοῦς λαμπρότητος σώματος, ἔνεκα τῆς ὁποίας ἀναπτύσσεται μεγάλη θερμότης καὶ φῶς.

Ἡ τελευταία αὕτη ἐκδοχὴ ἐνισχύεται ἐκ τῆς παρατηρήσεως ὅτι οἱ πλεῖστοι τῶν νέων ἀστέρων παρατηρήθησαν ἐντὸς τοῦ Γαλαξίου καὶ εἰς χώρας αὐτοῦ, εἰς τὰς ὁποίας δέχονται τὴν ὑπαρξιν διαχύτου κοσμικῆς ὕλης καὶ ὅτι πολλοὶ τῶν ἀστέρων τούτων ἔλαβον τελικῶς μορφήν νεφελώδους ἀστέρος.

Ἡ νεωτέρα ἐξήγησις εἶναι ὅτι οὗτοι ὀφείλονται εἰς ἐκρήξεις ἀερρίων ἐπὶ ἀστέρων ἀσθενοῦς πρότερον λαμπρότητος. Αἱ προεξοχαὶ τοῦ Ἡλίου εἶναι παράδειγμα τοιούτων ἐκρήξεων.

134. Περιοδικὸι ἀστέρες.— Ἡ λαμπρότης μερικῶν ἀστέρων μεταβάλλεται περιοδικῶς. Διὰ τοῦτο οὗτοι λέγονται περιοδικοὶ ἀστέρες.

Μᾶλλον ἀξιοσημείωτοι περιοδικοὶ ἀστέρες εἶναι οἱ ἐξῆς :

Α') Ὁ ἀστὴρ α τοῦ Κήτους ἢ Θαυμάσιος. Ἡ λαμπρότης αὐτοῦ βαίνει ἐπὶ τρεῖς μῆνας βαθμιαίως αὐξανόμενη, μέχρις οὗ γίνῃ ἀστὴρ 2ου μεγέθους. Ἐπειτα ἐλαττοῦται ὁμοίως ἐπὶ ἄλλους τρεῖς μῆνας καὶ γίνεται 12ου μεγέθους. Τὴν ἐλαχίστην ταύτην λαμπρότητα διατηρεῖ ἐπὶ πέντε μῆνας. Μετὰ ταῦτα δὲ ἄρχεται πάλιν βαθμιαία αὐξήσις αὐτῆς.

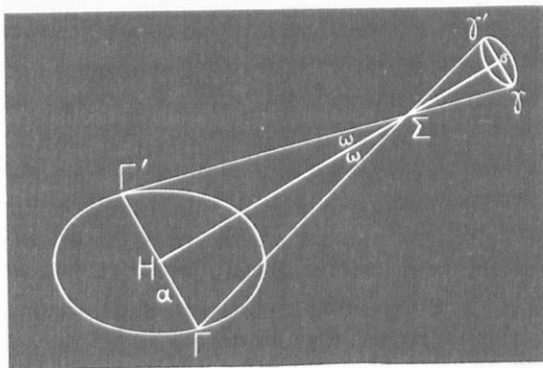
Ἡ περίοδος λοιπὸν αὐτοῦ εἶναι 11 μῆνες. Εἶναι δὲ οὗτος κίτρινος, ὅταν ἔχῃ τὴν μεγίστην λαμπρότητα καὶ ὑπερυθρος κατὰ τὴν ἐλαχίστην. Ἀξιοσημείωτον, ὅτι ὁ ἀστὴρ οὗτος εἶναι γίγας κατὰ 30 ἑκατομμύρια φορὰς ὀγκωδέστερος τοῦ Ἡλίου.

Β') Ὁ Ἀλγὸλ ἢ β τοῦ Περσέως. Οὗτος ἐπὶ δύο ἡμέρας καὶ 13 ὥρας διατηρεῖ τὴν μεγίστην αὐτοῦ λαμπρότητα (2ου μεγέθους).

Ἐπειτα ἐπὶ 4 ὥρας περίπου ἡ λαμπρότης του βαίνει ἐλαττωμένη, μέχρις οὗ καταστῇ ἀστὴρ 4ου μεγέθους. Μετὰ πάροδον 8^π. περίπου ἡ ἐλαχίστη αὐτοῦ λαμπρότης ἄρχειται βαθμιαίως αὐξανόμενη καὶ μετὰ 4 ὥρας ὁ ἀστὴρ καθίσταται πάλιν 2ου μεγέθους. Ἡ περίοδος λοιπὸν αὐτοῦ εἶναι 2 ἡμ. 21 ὥρ. 8^π.

Γ') Ὁ β τῆς Λύρας. Οὗτος ἔχει περίοδον 12 ἡμερῶν καὶ 22 ὥρῶν. Κατὰ τὴν διάρκειαν ταύτης λαμβάνει δύο μεγίστας τιμὰς τῆς λαμπρότητος αὐτοῦ (3ου μεγέθους) ἐναλλασσομένας μετὰ δύο ἐλαχίστας (4ου - 5ου μεγέθους).

Ἡ ἐξηγήσις τῆς μεταβολῆς τῆς λαμπρότητος τῶν περιοδικῶν ἀστέρων βασίζεται ἐπὶ τῆς φύσεως τοῦ φάσματος αὐτῶν.



Σχ. 79

Τῶν περιοδικῶν, τύπου Ἀλγόλ, ἡ φύσις τοῦ φάσματος δὲν μεταβάλλεται κατὰ τὴν περίοδον. Μόνον ἡ ἔντασις τῶν χρωμάτων αὐτοῦ ἀλλοιοῦται. Παραδέχονται λοιπὸν ὅτι ἡ μεταβολὴ τῆς λαμπρότητος ἐκάστου τοιοῦτου

ἀστέρος ὀφείλεται εἰς περιστροφὴν περὶ αὐτὸν δορυφόρου, ὁ ὁποῖος τίθεται βαθμιαίως καὶ περιοδικῶς μεταξὺ ἡμῶν καὶ τοῦ ἀστέρος.

Ἄλλων περιοδικῶν τὸ φάσμα μεταβάλλει ὅψιν. Ἡ δὲ μεταβολὴ αὕτη φαίνεται ὅτι ὀφείλεται εἰς οὐσιώδεις τροποποιήσεις τῆς καταστάσεως αὐτῶν. Δὲν εἶναι δηλαδή ἀπίθανον ἡ ἐπιφάνεια αὐτῶν νὰ ὑφίσταται ἀλλοιώσεις ἕνεκα ἐκρήξεων ἀερίων ἢ σχηματισμοῦ σκοτεινῶν κηλίδων, ὅπως αἱ μεγάλαι καὶ περισσότεραι κηλίδες τοῦ Ἡλίου σχηματίζονται ἀνὰ 11 ἔτη.

Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἔτινον νὰ ἐξηγήσωσιν ἄλλοτε τὴν μεταβολὴν τοῦ φάσματος τοῦ Θαυμασίου. Κατὰ τὸ ἔτος ὅμως 1923 ἀνεκαλύφθη ὅτι περὶ τὸν Θαυμάσιον στρέφεται καὶ ἄλλος φωτεινὸς ἀστὴρ, ὅστις λέγεται **συνοδὸς** αὐτοῦ.

Ἐξηγεῖται δὲ ἤδη ἡ μεταβολὴ τοῦ φάσματος τοῦ Θαυμασίου ὡς προσερχομένη ἐν μέρει ἀπὸ τὸ φῶς τοῦ συνοδοῦ αὐτοῦ.

Εἶναι ἐπίσης πιθανὸν ἡ μεταβολὴ τῆς λαμπρότητος τῶν περιοδικῶν τοῦ τύπου τοῦ β τῆς Λύρας νὰ ὀφείλεται εἰς πλείονα αἷτια τοῦ ἐνός. Π.χ. εἰς τὴν παρουσίαν δορυφόρου καὶ εἰς τροποποιήσεις τῆς καταστάσεως τῆς ἀτμοσφαίρας αὐτῶν.

135. Ἐτησία παράλλαξις τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων. Ἐστω H (σχ. 79) τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου, Σ ἀπλανὴς ἀστήρ, καὶ $\Gamma\Gamma'$ ἡ ἐπὶ τὴν ΣH κάθετος διάμετρος τῆς γητίνης τροχιᾶς. Ἡ γωνία $H\Sigma\Gamma = \omega$, ὑπὸ τὴν ὁποίαν ἐκ τοῦ ἀστέρος Σ φαίνεται ἡ ἀκτὶς $H\Gamma = \alpha$ τῆς γητίνης τροχιᾶς καλεῖται **ἐτησία παράλλαξις** τοῦ ἀστέρος τούτου.

Ἐν ϕ ἡ $\Gamma\eta$ μετατίθεται ἐπὶ τῆς τροχιᾶς της, αἱ ἐν τῷ Οὐρανῷ φαινόμενα θέσεις τοῦ Σ μετατίθενται ἐπίσης συνεχῶς ἐπὶ ἐλλείψεως. Ταύτης ὁ μέγας ἄξων $\gamma\gamma'$ εἶναι παράλληλος πρὸς τὴν Ἐκλειπτικὴν.

Ἐὰν μετρηθῇ ἡ γωνία τῶν εἰς τὰ ἄκρα τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς ἐλλείψεως ταύτης κατευθυνομένων ὀπτικῶν ἀκτίνων $\Gamma\gamma'$, $\Gamma'\gamma$ καὶ ληφθῇ τὸ ἥμισυ αὐτῆς, εὐρίσκεται προφανῶς ἡ ἐτησία παράλλαξις τοῦ ἀστέρος Σ .

Ἡ ἐτησία παράλλαξις εἶναι πολὺ μικρά, πάντοτε μικροτέρα τοῦ $1''$. Ἐνεκα τούτου μόλις 100 περίπου ἀπλανῶν κατωρθώθη νὰ ὀρισθῇ ἡ ἐτησία παράλλαξις διὰ τῆς μεθόδου ταύτης.

Διὰ νεωτέρας μεθόδου τῇ βοηθείᾳ τῆς φωτογραφίας κατωρθώθη νὰ ὀρισθῇ ἡ παράλλαξις περισσοτέρων τῶν 6 000 ἀστέρων.

136. Ἀπόστασις τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.—Ἐκ τοῦ ὀρθογωνίου τριγώνου $\Sigma\Gamma H$ (σχ. 79) προκύπτει ἡ ἰσότης ($H\Gamma$) = ($\Sigma\Gamma$) ἢ μὲν ($\Sigma\Gamma$) = $\frac{(H\Gamma)}{\eta\mu\omega}$ ἢ, ἔνεκα τῆς σμικρότητος τῆς ω , ($\Sigma\Gamma$) = $\frac{(H\Gamma)}{\omega}$

Ἄν δὲ ὑποθέσωμεν ὅτι ω ἐκφράζει τὴν παράλλαξιν τοῦ Σ εἰς ἀκτίνια καὶ δ τὴν αὐτὴν γωνίαν εἰς δευτερόλεπτα μοίρας, ἔπεται ὅτι

$$\frac{\delta}{\omega} = \frac{360 \times 60 \times 60}{2\pi}$$

καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἡ προηγούμενη ἰσότης γίνεται.

$$(\Sigma\Gamma) = (H\Gamma) \frac{360 \times 60 \times 60}{2\pi\delta} = \frac{206\,265}{\delta} (H\Gamma) \text{ περίπου.} \quad (1)$$

Διὰ τὸν α τοῦ Κενταύρου ἡ ἰσότης αὕτη γίνεται :

$(\Sigma \Gamma) = \frac{206\ 265}{0,76} (\text{ΗΓ}) = 271\ 400 (\text{ΗΓ})$, ἥτοι οὗτος ἀπέχει ἀφ' ἡμῶν ἀπόστασιν 271 400 φωτῶς μεγαλυτέραν τῆς ἀφ' ἡμῶν μέσης ἀποστάσεως τοῦ Ἡλίου. Ἐπειδὴ δὲ τὸ φῶς χρειάζεται 500^s, ἵνα ἔλθῃ ἀπὸ τοῦ Ἡλίου, ἔπεται ὅτι, ἵνα ἔλθῃ ἀπὸ τοῦ α τοῦ Κενταύρου, χρειάζεται $500^s \times 271\ 400 = 4,30$ ἔτη περίπου.

Ἡ μέση ἀπόστασις τῆς Γῆς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου λαμβάνεται ὡς μονὰς μήκους διὰ τὴν καταμέτρησιν μεγάλων ἀπρστάσεων καὶ καλεῖται **ἀστρονομικὴ μονάς**.

Διὰ μεγαλυτέρας ἀποστάσεις μεταχειρίζομεθα τὰ ἔτη φωτός, ἥτοι πρὸς δῆλωσιν τοιαύτης τινὸς ἀποστάσεως ὑπολογίζομεν πόσα ἔτη χρειάζεται τὸ φῶς, ἵνα διατρέξῃ αὐτήν.

Πλὴν τῶν δύο τούτων μονάδων μεταχειρίζονται ἀκόμη καὶ τρίτην μονάδα καλουμένην Parsec (Parallaxe seconde = δευτερολεπτικὴ παράλλαξις). Οὕτω καλεῖται ἡ ἀπόστασις ἀστέρος ἔχοντος ἑτησίαν παράλλαξιν 1". Διὰ τοιοῦτον ἀστέρα ἡ ἰσότης (1) γίνεται $(\Sigma \Gamma) = 206\ 265 (\text{ΗΓ}) = 500^s \times 206\ 265 = 3,26$ ἔτη φωτός.

Πίναξ ἀστρικῶν τινων παραλλάξεων καὶ ἀποστάσεων

Ἀστὴρ	Ἑτησία παράλλαξις	Ἀπόστασις	
		Εἰς ἀστρικὰς μονάδας	Εἰς ἔτη φωτός
α Κενταύρου	0'',76	271 400	4,30
Σείριος	0'',37	557 475	8,8
Βέγας	0'',13	1 586 654	25
Πολικόδς	0'',07	2 946 643	46,6

Πλησιέστερος πρὸς τὴν Γῆν ἀπλανὴς θεωρεῖται μέχρι τοῦδε εἰς ἀστήρ 13ου μεγέθους τοῦ Κενταύρου. Οὗτος ἀπέχει 4,28 ἔτη φωτός καὶ λέγεται **ἐγγύτατος τοῦ Κενταύρου**.

Εὐρίσκονται λοιπὸν οἱ ἀστέρες εἰς παμμεγίστας καὶ διαφορωτάτας ἀποστάσεις. Ὁ 61 τοῦ Κύκνου εἶναι ὁ πρῶτος ἀπλανὴς ἀστήρ, τοῦ ὁποίου ὑπελογίσθη ἡ ἀπὸ τῆς Γῆς ἀπόστασις. Αὕτη ἀνέρχεται εἰς 11 ἔτη φωτός περίπου καὶ ὑπελογίσθη ὑπὸ τοῦ Γερμανοῦ Bessel κατὰ τὸ 1838.

Ἐὰν οὗτοι ἐστρέφοντο περὶ τὴν Γῆν καὶ ἐντὸς 24 ὥρῶν, ἔπρεπε :

Α'). Νὰ ἔχωσιν ὅλοι τὴν αὐτὴν γωνιώδη ταχύτητα· τοῦτο δὲ δὲν εἶναι πιθανόν, διότι εἶναι ἀπειροπληθεῖς καὶ ἀνεξάρτητοι ἀλλήλων.

Β'). Ἡ ταχύτης αὐτῶν ἔπρεπε νὰ εἶναι τεραστία. Ἐὰν π.χ. εἰς ἀστὴρ ἔγραφε τὸν οὐράνιον ἡμερινὸν καὶ ἀπεῖχεν ἐν ἔτος φωτός, ἔπρεπε νὰ ἔχη ταχύτητα 2 000 φορὰς μεγαλυτέραν τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός. Τοιαῦται δὲ ταχύτητες δὲν φαίνονται πιθαναί.

Προκύπτει ὅθεν ἐκ τούτων ἑτέρα ἐμμεσος ἀπόδειξις τῆς στροφῆς τῆς Γῆς περὶ ἄξονα.

Ἀσκήσεις

166) Ἡ ἐτήσια παράλλαξις τοῦ Λαμπαδίου εἶναι 0'',10. Νὰ εὗρητε τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ.

167) Ἡ ἐτήσια παράλλαξις τοῦ 61 τοῦ Κύνου εἶναι 0'',29. Νὰ εὗρητε τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ εἰς ἀ.μ. καὶ εἰς ἔτη φωτός.

168) Ἡ ἐτήσια παράλλαξις τοῦ Ἀλταρ εἶναι 0'',23. Νὰ εὗρητε τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ εἰς ἀ.μ. καὶ εἰς ἔτη φωτός.

137. Ἰδία κίνησις τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων. — Μέχρι τῶν ἀρχῶν τοῦ 18ου αἰῶνος οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες ἐθεωροῦντο ἀκίνητοι ἐν τῷ διαστήματι.

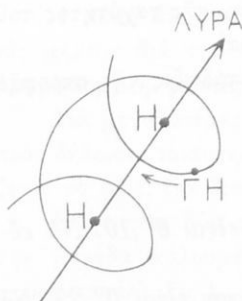
Ὁ Halley κατὰ τὸ ἔτος 1718 συνέκρινε τὰς θέσεις ἀστέρων τινῶν, αἱ ὅποια ἀναγράφονται ἐν τῇ Μαθηματικῇ Συντάξει τοῦ Πτομαίου, πρὸς τὰς ἐπὶ τῶν ἡμερῶν του καθορισθείσας. Οὕτω δὲ ἐβεβαιώθη ὅτι οὗτοι ἐκινήθησαν αἰσθητῶς ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας.

Βραδύτερον καὶ ὑπὸ ἄλλων ἀστρονόμων ἐβεβαιώθη ἡ ἰδία τῶν ἀπλανῶν κίνησις. Εἶναι δὲ αἱ κινήσεις αὗται βραδύταται.

Ἡ μεγίστη μετάθεσις ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας μόλις ἀνέρχεται εἰς 10'' ἐντὸς ἔτους. Διὰ τοὺς πλείστους ἀστέρας ἡ μετάθεσις αὕτη εἶναι περίπου 0'',1 ἐντὸς ἔτους.

Διὰ νὰ λάβωμεν σαφεστέραν ἰδέαν τῆς βραδύτητος ταύτης, παρατηροῦμεν ὅτι διὰ νὰ μετατεθῇ εἰς ἀστὴρ κατὰ τὴν διάμετρον τοῦ δίσκου τῆς Σελήνης (§ 102), πρέπει νὰ παρέλθωσι $1\,889 : 0,1 = 18\,890$ ἔτη. Εἰς τὴν βραδεῖαν δὲ ταύτην κίνησιν καὶ εἰς τὴν μεγίστην ἀπόστασιν τῶν ἀστέρων ἀφ' ἡμῶν ὀφείλεται τὸ ἀμετάβλητον τῆς ὁψews τοῦ Οὐρανοῦ ἀπὸ τῆς ἀρχαιότητος.

Ἡ σπουδὴ τῆς ἰδίας ταύτης κινήσεως τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων ἤγαγεν εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι καὶ ὁ Ἥλιος κινεῖται εἰς τὸ διάστημα παρὰ τῶν μετ' ἑαυτοῦ τοὺς πλανήτας μετὰ τῶν δορυφόρων των καὶ τοὺς περιοδικούς κομήτας. Ἡ δὲ φαινομενικὴ ἐν τῷ Οὐρανῷ ἐλαχίστη μετὰθεσις τῶν ἀπλανῶν ἀπεδείχθη ὅτι εἶναι ἀποτέλεσμα τῶν συνδυασμῶν τῆς ἰδίας αὐτῶν κινήσεως καὶ τῆς κινήσεως ἡμῶν μετὰ τοῦ Ἥλιου.



Σχ. 80.

Τὸ σημεῖον τοῦ Οὐρανοῦ πρὸς τὸ ὁποῖον διευθύνεται ὁ Ἥλιος λέγεται **κόρυμβος** (διεθνῶς apex). Κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τοῦ Herschel ὁ κόρυμβος κεῖται ἐγγὺς τοῦ λ τοῦ Ἑρακλέους. Ὑπὸ τῶν νεωτέρων ἀστρονόμων ὁ κόρυμβος τοποθετεῖται ὀλίγας μοίρας μακρὰν τῆς θέσεως, τὴν ὁποίαν ὥρισεν ὁ Herschel, εἰς τὰ ὅρια τῶν ἀστερισμῶν Λύρας καὶ Ἑρακλέους.

Κατὰ τὴν κίνησιν ταύτην ὁ Ἥλιος ἔχει ταχύτητα 18-20 χιλιομέτρων κατὰ δευτερόλεπτον.

Ἐνεκα τῆς κινήσεως ταύτης ἡ Γῆ οὐδέποτε ἐπανέρχεται εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν τοῦ διαστήματος. Γράφει δὲ ἐν τῷ διαστήματι ἐλικοειδῆ καμπύλην περὶ τὴν κατεύθυνσιν τῆς κινήσεως τοῦ Ἥλιου (σχ. 80).

Ἀσκήσεις

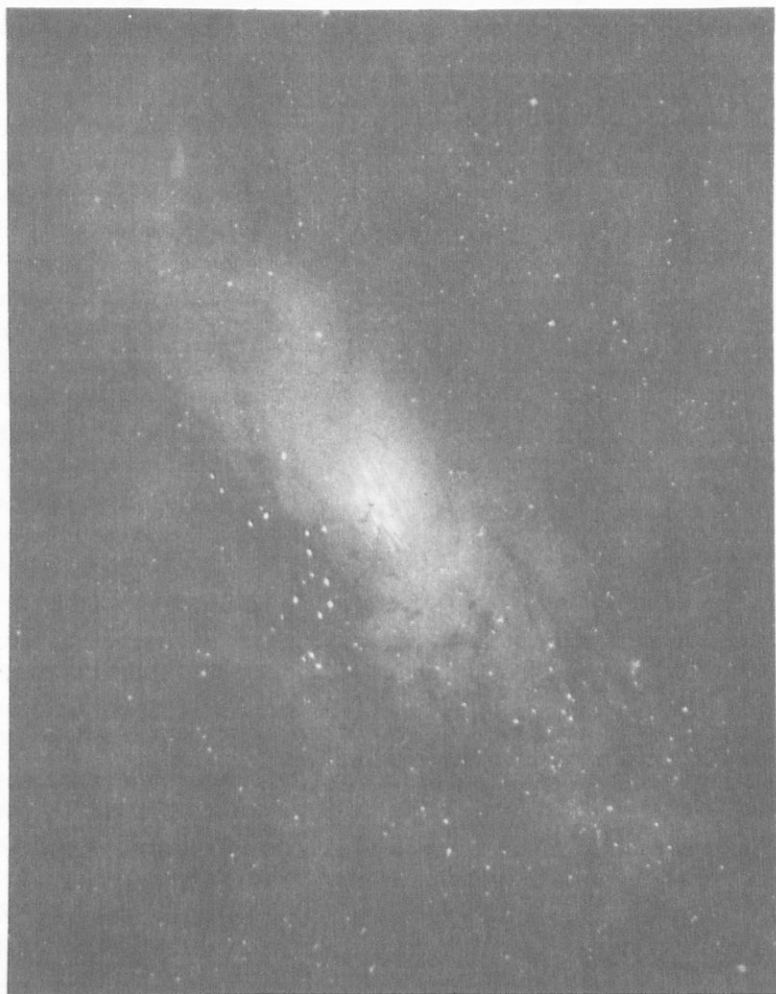
169) Εἰς ἀπλανὴς ἀστὴρ μετατίθεται κατὰ 10'' ἐτησίως. Νὰ εὑρεθῇ εἰς πόσον χρόνον ἡ μετὰθεσις του ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας θὰ γίνῃ ἴση πρὸς τὴν μέσση τιμὴν τῆς φαινομένης διαμέτρου τῆς Σελήνης.

170) Εἰς ἀπλανὴς ἀστὴρ μετατίθεται κατὰ 0'',1 ἐτησίως. Νὰ εὑρεθῇ εἰς πόσον χρόνον θὰ μετατεθῇ κατὰ τὴν μέσση τιμὴν τῆς φαινομένης ἡμιδιαμέτρου τοῦ Ἥλιου.

171) Εἰς ἀπλανὴς ἀστὴρ μετατίθεται κατὰ 0'',2 ἐτησίως. Νὰ εὑρεθῇ μετὰ πόσον χρόνον ἡ μετὰθεσις του θὰ γίνῃ ἴση πρὸς τὴν ἐτησίαν παράλλαξιν τοῦ πολικοῦ ἀστέρος καὶ μετὰ πόσον χρόνον ἴση πρὸς τὴν ἐτησίαν παράλλαξιν τοῦ α τοῦ Κενταύρου.

138. Νεφελώματα.—Διὰ τῶν τηλεσκοπίων διακρίνονται εἰς τὸν Οὐρανὸν διάφορα μικρὰ ὑπόλευκα νέφη. Ταῦτα λέγονται γενικῶς **νεφελώματα** ἢ **νεφελοειδεῖς ἀστέρες**.

Διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ κατὰ τὰς αἰθρίας ἀσελήνους νύκτας φαίνεται τὸ ἐν τῷ ἀστερισμῷ τῆς Ἀνδρομέδας, τὸ ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Ὠρίωνος



Νεφέλωμα τῆς Ἀνδρομέδας.

καὶ τὰ δύο νέφη τοῦ Μαγγελάνου πλησίον τοῦ νοτίου πόλου τοῦ Οὐρανοῦ.

Δι' ἰσχυρῶν τηλεσκοπίων ἢ καὶ διὰ τῆς φωτογραφίης νεφελώματά

τινα φαίνονται αποτελούμενα ἐκ πλήθους ἀστέρων, τοὺς ὁποίους ἀδυνατοῦμεν νὰ διακρίνωμεν ἀπ' ἀλλήλων διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Ταῦτα λέγονται γενικῶς **νεφελώματα** ἢ **ἀστρικαὶ συστροφαι** ἢ καὶ ἀπλῶς συστροφαί. Τὸ νεφέλωμα τοῦ Ἡρακλέους π.χ. εἶναι διαλυτὸν νεφέλωμα, ἥτοι συστροφὴ ἀστέρων περιέχουσα περὶ τοὺς 100 000 ἀστέρας ἐγγύτατα ἀλλήλων κειμένους πλὴν τῶν συσσωρευομένων εἰς τὸ κέντρον.



Σπειροειδῆ νεφελώματα εἰς τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Πηγᾶσου ὑπὸ ὀκταπλασίαν μεγέθυνσιν τῆς φωτογραφίας αὐτῶν.

Ἄλλα νεφελώματα καὶ διὰ τῶν ἰσχυροτάτων τηλεσκοπίων φαίνονται ὡς **νέφη ὑπόλευκα**. Πολλὰ τούτων παρουσιάζουσι φάσμα ὅμοιον πρὸς τὸ φάσμα τῶν ἀπλανῶν. Ταῦτα ἐπομένως εἶναι διαλυτὰ νεφελώματα.

Ἄλλων δὲ τὸ φάσμα παρουσιάζει λαμπρὰς γραμμὰς ἐπὶ μέλανος βάθους, ὡς τὸ φάσμα τῶν διαπύρων ἀερίων. Ταῦτα λοιπὸν εἶναι σωροὶ κοσμικῆς ὕλης εἰς ἀερώδη καὶ διάπυρον κατάστασιν πρὸ πάντων ὑδρογόνου καὶ

ἡλίου. Ταῦτα λέγονται **ἀδιάλυτα νεφελώματα**, ἥτοι ταῦτα εἶναι κυρίως νεφελώματα.

Παρατηρήθησαν ὅμως καὶ νεφελώματα ἐν μέρει μόνον διαλυθέντα εἰς ἀστέρας, κατὰ δὲ τὰ λοιπὰ εἶναι ἀδιάλυτα. Ταῦτα εὐρίσκονται ἐκτὸς τοῦ Γαλαξίου καὶ εἰς παμμεγίστας ἀφ' ἡμῶν ἀποστάσεις. Ταῦτα λέγον-

ται σπειροειδῇ νεφελώματα ἐκ τοῦ σπειροειδοῦς σχήματος τῶν πλείστων τούτων. Σπειροειδῇ νεφελώματα εἶναι π.χ. τὸ νεφέλωμα τοῦ Περσέως τῆς Ἀνδρομέδας καὶ ἑκατομῦρία ἄλλων.

139. Γαλαξίας.—Ὁ Γαλαξίας εἶναι μακρά, στενὴ, ὑπόλευκος καὶ νεφελώδης ταινία, τὴν ὁποίαν βλέπομεν εἰς τὸν Οὐρανὸν κατὰ πᾶσαν αἰθρίαν καὶ ἀσέληνον νύκτα. Ἡ ταινία αὕτη φέρεται ἐκ τῶν ΒΑ πρὸς τὰ ΝΔ καὶ διχάζεται κατὰ τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Κύκνου.

Πρῶτος ὁ Γαλιλαῖος ἔστρεψε τὸ τηλεσκόπιον πρὸς τὸν Γαλαξίαν καὶ διέκρινεν ἐπ' αὐτοῦ πλῆθος ἀστέρων, τοὺς ὁποίους ἀδυνατοῦμεν νὰ χωρίσωμεν ἀπ' ἀλλήλων διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ, ὡς ὁ Δημόκριτος προεῖπεν.

Αἱ νεώτεραι ἔρευναι καὶ ἡ φασματοσκοπικὴ ἐξέτασις τῶν διαφορῶν μερῶν τοῦ Γαλαξίου ἀποδεικνύει ὅτι οὗτος ἀποτελεῖται ἀπὸ πολυαριθμοὺς ἀστέρας, ἀπὸ ἀστρικός συστροφᾶς καὶ ἀπὸ ἀδιάλυτα νεφελώματα. Φέρει δὲ καὶ διάφορα σκοτεινὰ μέρη, τὰ ὁποῖα καλοῦνται **σάκκοι ἀνθράκων**. Ἐπειδὴ δὲ ἐντὸς αὐτῶν ἔχουσι παρατηρηθῇ οἱ πλεῖστοι παροδικοὶ ἀστέρες, συμπεραίνουσιν, ὅτι τὰ σκοτεινὰ ταῦτα μέρη περιέχουσι κοσμικὴν ὕλην σκοτεινὴν καὶ ἀραιοτάτην.

Τὰ ἐντὸς τοῦ Γαλαξίου κείμενα νεφελώματα λέγονται **Γαλαξιακὰ νεφελώματα**. Τοιαῦτα π.χ. εἶναι τὰ νεφελώματα Λύρας, Ὡρίωνος καὶ ἄλλα.

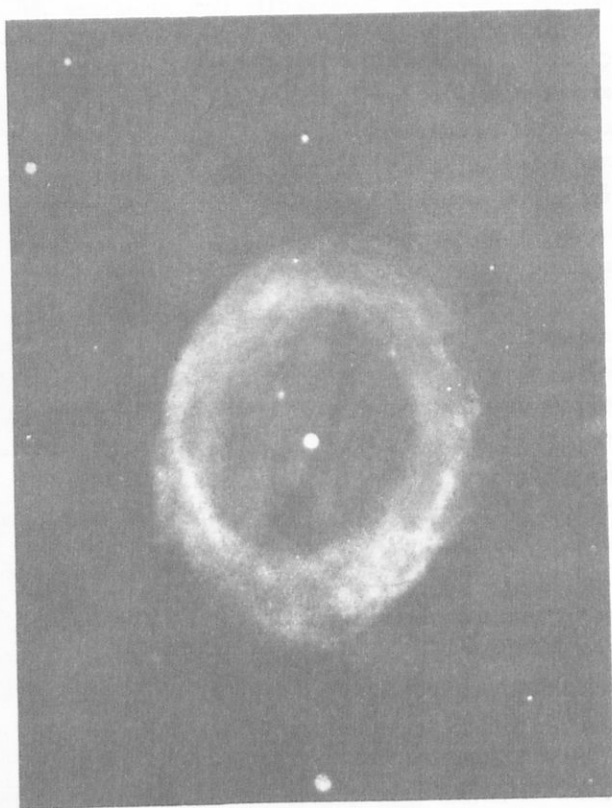
Ἐκ τῆς μετρήσεως τῶν ἀποστάσεων πολλῶν μερῶν τοῦ Γαλαξίου, ἐκ τῆς φύσεως τῶν μερῶν τούτων καὶ ἐκ τοῦ τρόπου τῆς διανομῆς αὐτῶν τείνουσιν οἱ νεώτεροι ἀστρονόμοι νὰ σχηματίσωσι τὴν ἐξῆς γνώμην περὶ τοῦ Γαλαξίου :

Οὗτος εἶναι τεράστιον ἀστρικὸν συγκρότημα ἀστρικῶν νεφῶν καὶ ἀστέρων, ἥτοι ἓν σπειροειδὲς νεφέλωμα. Ἐχει δὲ οὗτος σχῆμα ἀμφικύρτου φακοῦ μὲ ἐν ἐπίπεδον συμμετρίας τὸν **Γαλαξιακὸν ἰσημερινὸν** καὶ δύο πόλους. Ἡ διάμετρος τούτου κατὰ νεωτέρας ἐρεῦνας ἔχει μῆκος 100 000 ἐτῶν φωτὸς περίπου καὶ τὸ πάχος του κατὰ τὸ κέντρον εἶναι 10 000 ἐτῶν φωτὸς περίπου.

Τὸ κέντρον κεῖται εἰς τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Τοξότου, κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ὁποίου παρατηρεῖται τὸ φωτεινότερον τμήμα τοῦ Γαλαξίου, ἡ κεντρικὴ Γαλαξιακὴ συμπύκνωσις ἀστέρων.

Τὰ ἄλλα ἀστρικά νέφη ἀποτελοῦσι τοὺς κόμβους καὶ τὰς συμπυκνώσεις τῶν σπειρῶν τοῦ συγκροτήματος.

Ὁ ἥλιος εὐρίσκεται πλησίον τοῦ κέντρου μιᾶς τῶν συμπυκνώσεων τούτων, ἥτις λέγεται **τοπικὸν σμῆνος**. Ἀπέχει δὲ ὁ ἥλιος ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ Γαλαξίου 33 000 ἔτη φωτὸς περίπου⁽¹⁾.



Δακτυλιοειδὲς νεφέλωμα τῆς Λύρας ὑπὸ εἰκοσαπλάσιαν μεγέθουσιν φωτογραφίας αὐτοῦ.

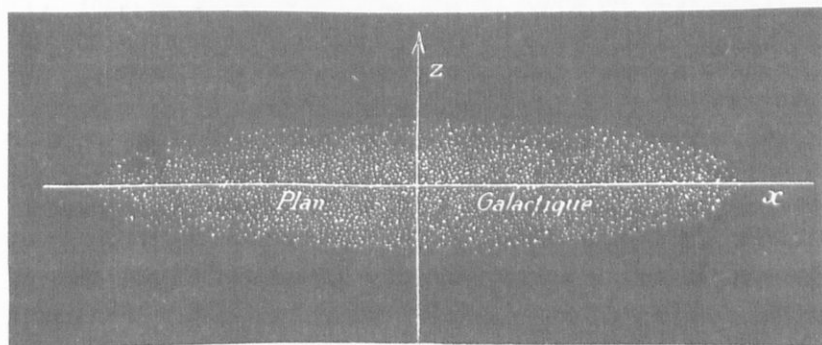
Κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ Γαλαξιακοῦ ἡμερικοῦ οἱ ἀστέρες εἶναι πολυάριθμοι καὶ προβάλλονται ἐγγύτατα ἀλλήλων ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαί-

1. Τὴν περὶ τοῦ Γαλαξίου τοιαύτην γνώμην καὶ τὸ πλεῖστον τῆς ἐπομένης παραγράφου παρελάβομεν ἐκ σχετικῆς μελέτης τοῦ διακεκριμένου παρ' ἡμῶν ἀστρονόμου κ. Σ. Πλακίδου.

ρας. Κατὰ διεύθυνσιν δὲ παράλληλον πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ φακοῦ περὶ τοὺς Γαλαξιακοὺς πόλους οἱ ἀστέρες εἶναι ὀλιγώτεροι καὶ προβάλλονται περισσότερον κεχωρισμένοι ἀλλήλων.

140. Τὸ Σύμπαν. — Κατὰ τὰς ἐκτεθείσας ἀντιλήψεις ἐντὸς τοῦ διαστήματος εὐρίσκονται δίκην νήσων ἐγκατεσπαρμένα ἑκατομύρια σπειροειδῶν νεφελωμάτων ἀναλόγων πρὸς τὸν Γαλαξίαν, ὅστις εἶναι μία τῶν νήσων τούτων.

Αἱ ἀποστάσεις τῶν νεφελωμάτων τούτων ἀπ' ἀλλήλων καὶ ἀπὸ τὸν Γαλαξίαν εἶναι ἰλιγγωδῶς τεράστια. Ἐγγύτερον πρὸς τὸν Γαλαξίαν



Τομή Γαλαξίου δι' ἐπιπέδου διερχομένου διὰ τῶν πόλων αὐτοῦ.

νεφελώματα εἶναι τὸ τῆς **Ἀνδρομέδας**. Μέχρις ἐσχάτων ἡ ἀπόστασις αὐτοῦ ἐξετιμᾶτο εἰς 750 000 ἔτη φωτός. Νεώταται ὅμως παρατηρήσεις καὶ ὑπολογισμοὶ ἀναβιβάζουν αὐτὴν εἰς 1 500 000 ἔτη φωτός. Ἐσχάτως δὲ διὰ τοῦ κητοπτρικοῦ τηλεσκοπίου τοῦ Ἀστεροσκοπεῖου τοῦ ὄρους Palomar ἐφωτογραφήθη νεφέλωμα, τὸ ὁποῖον ἀπέχει ἡμῶν περὶ τὸ ἓν δισεκατομύριον ἔτη φωτός. Κατὰ τοὺς τελευταίους χρόνους διεπιστώθη ὅτι παραδόξως τὰ νεφελώματα ταῦτα ἀπομακρύνονται τοῦ Γαλαξίου καὶ ἀλλήλων καὶ μάλιστα ταχύτερον τὰ ἀπώτερον ἡμῶν κείμενα. Τὸ μέχρις ὥρας ἀνεξήγητον τοῦτο φαινόμενον λέγεται **διαστολὴ τοῦ Σύμπαντος**.

Ἐκαστὸν τῶν νεφελωμάτων τούτων περιέχει, πλὴν ἄλλων, δισεκατομύρια ἀστέρων. Οὕτω κατὰ τινὰ στατιστικὴν ὁ Γαλαξίας περιέχει

περί τὰ 37 δισεκατομμύρια ἀστέρων. Ἐπειδὴ ὅμως τὰ φωτεινὰ καὶ μὴ τοιαῦτα Γαλαξιακὰ νεφελώματα ἀποκρύπτουσιν ἀφ' ἡμῶν πολλοὺς ἀστέρας τοῦ δὲν ἀποκλείεται νὰ ἔχη οὗτος περί τὰ 100 δισεκατομμύρια ἀστέρας, ὥς τινες ἰσχυρίζονται. Πολλοὶ τούτων δὲν ἀποκλείεται νὰ εἶναι κέντρα ἰδίου ἡλιακοῦ συστήματος, τὸ ὅποιον ἀποτελεῖται ἀπὸ πλανήτας μετὰ ἢ ἄνευ δορυφόρων, ἀπὸ κομήτας καὶ μετεωρίτας. Ἡ λεπτολόγος μάλιστα σπουδὴ τῶν κινήσεων τῶν διπλῶν ἀστέρων ἀπεκάλυψεν ἀπὸ τοῦ 1943 τὴν ὑπαρξίν 5 ἀπλανῶν, ὧν ἕκαστος συνοδεύεται ὑπὸ ἑτεροφώτου ἀστέρος τῆς τάξεως τοῦ Διός, ἥτοι ὑπὸ πλανήτου. Εἰς τῶν ἀπλανῶν τούτων εἶναι ὁ 61 τοῦ Κύκνου.

Ἄν κάμωμεν ἀνάλογον σκέψιν δι' ἕκαστον τῶν ἑκατομμυρίων ἄλλων σπειροειδῶν νεφελωμάτων, ἱλιγγιῶμεν πρὸ τοῦ ἀσυλλήπτου πλήθους τῶν Κόσμων τοῦ Σύμπαντος καὶ ἀναφωνοῦμεν « ΩΣ ΕΜΕΓΑΛΥΝΘΗ ΤΑ ΕΡΓΑ ΣΟΥ, ΚΥΡΙΕ, ΠΑΝΤΑ ΕΝ ΣΟΦΙΑ ΕΠΟΙΗΣΑΣ».

Ἀσκήσεις πρὸς γενικὴν ἐπανάληψιν

172) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ ἔχων $\alpha = 15^{\circ} 20''$ ἀνατέλλει ἐν τινι τόπῳ τὴν 6ην ἀστρικήν ὥραν. Νὰ εὑρητε πόσων μοιρῶν κ.τ.λ. εἶναι τὸ ἡμερήσιον τόξον τῆς τροχιᾶς αὐτοῦ.

173) Ἐνὸς ἀπλανοῦς ἀστέρος τὸ ἡμερήσιον τόξον εἶναι 200° . Ἄν ἀνατέλλῃ τὴν $2^{\circ} 10''$ νὰ εὑρητε πόση εἶναι ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ αὐτοῦ.

174) Ἀστήρ ἔχων $\delta = 35^{\circ} 15' 20''$ μεσουρανεῖ ἄνω ἐν τινι τόπῳ εἰς ὕψος $47^{\circ} 12' 42''$. Νὰ εὑρητε πόσον εἶναι τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τοῦ τόπου τούτου.

175) Εἰς ἀειφανῆς ἀστήρ μεσουρανεῖ ἄνω εἰς ὕψος 50° καὶ εἰς τόπον, ὅστις ἔχει γεωγραφικὸν πλάτος 40° Β. Νὰ εὑρητε πόσον ὕψος ἔχει ὁ ἀστήρ οὗτος κατὰ τὴν κάτω μεσουράνησίν του ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ.

176) Ἀπλανῆς ἀστήρ ἀνατέλλει συγχρόνως μὲ τὸ γ ἐν τόπῳ, ὅστις ἔχει γεωγραφικὸν πλάτος $30^{\circ} 25'$ Β. Μεσουρανεῖ δὲ οὗτος ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ 2 ὥρας βραδύτερον τοῦ γ , εἰς ὕψος $69^{\circ} 35'$. Νὰ εὑρεθῶσιν αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ ἀστέρος τούτου.

177) Ἀπλανῆς ἀστήρ μεσουρανεῖ ἄνω ἐν Ἀθήναις $4^{\circ} 12' 20''$ βραδύτερον τοῦ Σειρίου ($\alpha = 6^{\circ} 41' 56''$) καὶ εἰς ὕψος $67^{\circ} 10''$. Νὰ εὑρεθῶσιν αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ ἀστέρος τούτου.

178) Νὰ εὑρητε πόση εἶναι ἡ ἐλαχίστη τιμὴ τῆς ἀποκλίσεως τῶν ἀστέρων, οὔτινες οὐδέποτε δύνουν ἐν Ἀθήναις.

179) Νὰ εὑρητε εἰς πόσῃν ζενιθίαν ἀπόστασιν μεσουρανεῖ ἄνω ἐν Ἀθήναις ἀστὴρ ἔχων ἀπόκλινιν $62^{\circ} 15' 35''$ καὶ εἰς πόσῃν κάτω.

180) Τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τῶν Παρισίων εἶναι $48^{\circ} 50' 10''$, 7 B. Νὰ εὑρεθῇ τὸ ἡμερήσιον τόξον ἀστέρος ὁρωμένου ἐκ Παρισίων, ὅστις ἔχει ἀπόκλινιν $41^{\circ} 9' 49''$, 3.

181) Δύο τόποι A καὶ B κείμενοι ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ παραλλήλου ἔχουσιν ἀντιστοιχῶς μῆκη $43^{\circ} 17'$ καὶ $46^{\circ} 41'$ ἀνατολικά. Τὸ μῆκος δὲ τοῦ μεταξὺ αὐτῶν περιεχομένου τόξου τοῦ παραλλήλου αὐτῶν εἶναι 261 χιλιόμετρα. Νὰ εὑρεθῇ τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τῶν τόπων τούτων.

182) Νὰ εὑρεθῇ ἡ ταχύτης, μεθ' ἧς στρέφεται ἐκ Δ πρὸς Α τόπος ἔχων γεωγραφικὸν πλάτος $37^{\circ} 58' 20''$.

183) Νὰ εὑρητε πόσον εἶναι τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τόπου, ὅστις ἔχει ταχύτητα 81 μ κατὰ δευτερόλεπτον κατὰ τὴν ἐκ Δ πρὸς Α τροφὴν του.

184) Νὰ ἀποδειχθῇ, ὅτι ἂν φ εἶναι τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τόπου τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς, δ ἡ ἀπόκλις τοῦ Ἡλίου κατὰ τινα ἡμέραν καὶ $\varphi + \delta = 90^{\circ}$, ἡ ἡμέρα αὕτη διαρκεῖ εἰς τὸν τόπον τοῦτον 24 ὥρας. Ἄν δὲ εἶναι $\varphi + \delta > 90^{\circ}$, ἡ ἡμέρα διαρκεῖ εἰς τὸν τόπον τοῦτον περισσότερον τῶν 24 ὥρων.

185) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι κατὰ τὴν θερινὴν τροπὴν ὅλοι οἱ τόποι τῆς Γῆς, οὔτινες ἔχουσιν βόρειον γεωγραφικὸν πλάτος $\varphi > 66^{\circ} 33'$, ἔχουσι μίαν μακρὰν ἡμέραν (> 24 ὥρων). Οἱ δὲ ἀντίστοιχοι τόποι τοῦ νοτίου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς ἔχουσι μίαν μακρὰν νύκταν.

186) Εἰς τόπον ἔχοντα γεωγραφικὸν πλάτος 38° ὑψοῦται κατακόρυφος πύργος ὕψους 35 μέτρων. Νὰ εὑρεθῇ τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς αὐτοῦ κατὰ τὴν μεσημβριάν τῆς ἡμέρας, καθ' ἣν ἡ ἀπόκλις τοῦ Ἡλίου εἶναι $-12^{\circ} 20'$.

187) Νὰ εὑρητε τὸ ὕψος δένδρου, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται εἰς βορείον γεωγραφικὸν πλάτος 40° καὶ ῥίπτει σκιὰν $2\sqrt{3}$ μέτρων τὴν μεσημβριάν τῆς ἡμέρας, καθ' ἣν ἡ ἀπόκλις τοῦ Ἡλίου εἶναι 10° .

188) Ἀπλανὴς ἀστὴρ μεσουρανεῖ κάτω εἰς τὸν Βορρᾶν τόπον ἔχοντος γεωγραφικὸν πλάτος 27° B. Νὰ εὑρητε τὸ μέγιστον ὕψος, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ λάβῃ οὗτος ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ.

189) Εἰς τόπος ἔχει γεωγραφικὸν πλάτος 28° . Νὰ εὑρητε πόσον

μέρος τοῦ ὠριαίου τοῦ Ζενιθ εὐρίσκεται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα αὐτοῦ καὶ πόσον ὑπ' αὐτόν. Τὸ αὐτὸ καὶ διὰ τὸν ὠριαῖον τοῦ Ναδίρ.

190) Νὰ εὑρητε εἰς ποίους τόπους οὐδέποτε ἀνατέλλει ὁ Rigel ὅστις ἔχει $\delta = -8^{\circ} 17' 5''$;

191) Νὰ εὑρητε τὴν ἀπόκλινιν ἀστέρος, ὅστις κατὰ τὴν κάτω ἐν Ἀθήναις μεσουράνησίν του εὐρίσκεται ἐπὶ τοῦ ὀρίζοντος τῶν Ἀθηνῶν.

192) Νὰ εὐρεθῇ ὁ λόγος τῆς μεγίστης πρὸς τὴν ἐλαχίστην ἀπόστασιν τῆς Σελήνης ἀπὸ τῆς Γῆς.

193) Νὰ διακρίνητε, ἂν τὸν χειμῶνα ἢ τὸ θέρος σημειοῦνται τὰ μεγαλύτερα μεσημβρινὰ ὕψη τοῦ κέντρου τοῦ δίσκου τῆς Πανσελήνου εἰς τοὺς τόπους τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς καὶ διατί ;

194) Νὰ εὑρητε τὴν μεγίστην ἀποχὴν τῆς Γῆς διὰ παρατηρητὴν κείμενον ἐπὶ τοῦ Διός.

195) Ὁ Ποσειδῶν ἀπέχει τοῦ Ἡλίου 30 ἀστρονομικὰς μονάδας. Νὰ εὑρητε τὸν χρόνον τῆς περιφορᾶς αὐτοῦ περὶ τὸν Ἡλιον.

196) Ὁ πλανήτης Οὐρανὸς περιφέρεται περὶ τὸν Ἡλιον εἰς 84 ἔτη καὶ 7 ἡμέρας. Νὰ εὑρητε τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ Ἡλίου εἰς ἀστρονομικὰς μονάδας.

197) Ἡ περιήλιος ἀπόστασις τοῦ κομήτου τοῦ Faye εἶναι 1,666, ἢ δὲ ἀφήλιος 5,966 ἀστρονομικαὶ μονάδες. Νὰ εὑρητε τὸν χρόνον τῆς περιφορᾶς αὐτοῦ περὶ τὸν Ἡλιον.

198) Ὁ κομήτης τοῦ Perrine περιφέρεται περὶ τὸν Ἡλιον εἰς 6,454 ἔτη καὶ ἡ περιήλιος ἀπόστασίς του εἶναι 1,1727 ἀστρονομικαὶ μονάδες. Νὰ εὑρητε τὴν ἀφήλιον ἀπόστασιν αὐτοῦ εἰς χιλιόμετρα.

199) Ὁ Πολικὸς ἀστήρ ἔχει ἐτησίαν παράλλαξιν $0'',07$. Νὰ εὑρητε τὴν ἀπόστασίν του εἰς ἀστρονομικὰς μονάδας, εἰς ἔτη φωτὸς καὶ εἰς μονάδας Parsec.

200) Ὁ Ἀρκτοῦρος ἀπέχει τῆς Γῆς 31 000 000 ἀστρονομικὰς μονάδας. Νὰ εὑρητε τὴν ἐτησίαν παράλλαξιν αὐτοῦ.

μέρος 1

πόσον 1

19

δοσις 2

19

Ἀθήναι

19

στασιν

19

μεγαλόν

εἰς τοὺς

19

κείμενον

19

Νὰ εὔρη

196

ἔτη καὶ

ἀστρονομ

197

ἡ δὲ ἀφ

περιφορᾶ

198

6,454 ἔτ

μονάδες.

199

ρητε τήν

εἰς μονά

200

μονάδας.

ΠΙΝΑΞ ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

Η ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΣΦΑΙΡΑ

Κεφάλαιον Α'

Σύντομος ἐπισκόπησις τῶν φαινομένων κινήσεων τῶν ἀστέρων.
Τὸ Κοπερνίκειον σύστημα Σελ. 9 - 15

•Κεφάλαιον Β'

Θέσις ἀστέρος ἐπὶ τῆς Οὐρανίου σφαίρας. Ἐξῆς, [Θεοδόλιχος,
Γνώμων. Νόμοι τῆς φαινομένης ἡμερησίας κινήσεως τῆς Οὐ-
ρανίου σφαίρας. Μεσημβρινὸν τηλεσκόπιον καὶ χρῆσις αὐτοῦ. » 16 - 39

ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

Ο ΗΛΙΟΣ

Κεφάλαιον Α'

Φαινομένη κίνησις τοῦ Ἡλίου. Φαινομένη διάμετρος καὶ τροχιά
τοῦ Ἡλίου. Νόμος τῶν ἐμβαδῶν. Ὁραιοὶ τοῦ ἔτους » 40 - 49

Κεφάλαιον Β'

Μέτρησις τοῦ χρόνου. Ἀληθὲς καὶ μέσος ἡλιακὸς χρόνος. Ἐξι-
σωσις τοῦ χρόνου. Ἐπίσημος ὥρα. Τροπικὸν καὶ ἀστρικὸν
ἔτος. Ἡμερολόγια. » 49 - 60

Κεφάλαιον Γ'

Σύστασις, ἀπόστασις, σχῆμα καὶ μέγεθος τοῦ Ἡλίου » 60 - 74

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

ΟΙ ΠΛΑΝΗΤΑΙ

Κεφάλαιον Α'

Αἱ κινήσεις τῶν πλανητῶν. Νόμοι τοῦ Κεπλέρου. Μεγάλοι πλανῆται. καὶ δορυφόροι αὐτῶν. Τηλεσκοπικοὶ πλανῆται. Σύνοδος, ἀντίθεσις καὶ ἀποχή πλανῆτου. Φάσεις πλανητῶν. Ἐξήγησις τῶν φαινομένων κινήσεων τῶν πλανητῶν. Νόμος τῆς παγκοσμίου ἑλξεως » 71 - 87

Κεφάλαιον Β'

Περιγραφή τῶν μεγάλων πλανητῶν. Ζωδιακὸν φῶς » 87 - 103

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

Η ΓΗ

Κεφάλαιον Α'

Σχῆμα καὶ μέγεθος τῆς Γῆς. Γεωγραφικαὶ συντεταγμέναι τόποι » 104 - 120

Κεφάλαιον Β'

Αἱ κινήσεις τῆς Γῆς. Διαδοχὴ τῶν ἡμερῶν καὶ νυκτῶν. Ἀνισότης τῶν ἡμερῶν καὶ νυκτῶν. Μεταβολὴ καὶ διανομὴ τῆς θερμότητος. Ζῶναι τῆς Γῆς. Ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις » 120 - 137

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

Η ΣΕΛΗΝΗ

Κεφάλαιον Α'

Κινήσεις, ἀπόστασις, φάσεις, κατάστασις καὶ μέγεθος τῆς Σελήνης. » 138 - 154

Κεφάλαιον Β'

Αἱ ἐκλείψεις τῆς Σελήνης καὶ τοῦ Ἡλίου. » 155 - 161

ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΚΤΟΝ

ΚΟΜΗΤΑΙ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΑ

Κεφάλαιον Α'

Κομῆται, σύστασις, σχῆμα καὶ τροχιά αὐτῶν. Περιοδικοὶ κομῆται.	» 162 - 168
--	-------------

Κεφάλαιον Β'

Μετεώρα. Διάττοντες ἀστέρες. Βολίδες καὶ ἀερόλιθοι	» 168 - 171
--	-------------

ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΒΔΟΜΟΝ

ΑΠΛΑΝΕΙΣ ΑΣΤΕΡΕΣ ΚΑΙ ΝΕΦΕΛΩΜΑΤΑ

Κεφάλαιον Α'

Οἱ κυριώτεροι ἀστερισμοὶ	» 172 - 179
------------------------------------	-------------

Κεφάλαιον Β'

Σύντομος σπουδὴ τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων καὶ νεφελωμάτων. Διπλοὶ καὶ πολλαπλοὶ ἀστέρες. Νεφελώματα. Γαλαξίας. Τὸ σύμπαν.	» 179 - 198
Ἀσκήσεις πρὸς γενικὴν ἐπανάληψιν	» 198 - 200

Τὰ ἀντίτυπα τοῦ βιβλίου φέρουν τὸ κάτωθι βιβλιοσήμον εἰς ἀπόδειξιν τῆς γνησιότητος αὐτῶν.

Ἐντίτυπον στερούμενον τοῦ βιβλιοσήμου τούτου θεωρεῖται κλεψίτυπον. Ὁ διαθέτων, πωλὼν ἢ χρησιμοποιοῦν αὐτὸ διώκεται κατὰ τὰς διατάξεις τοῦ ἄρθρου 7 τοῦ νόμου 1129 τῆς 15/21 Μαρτίου 1946 (Ἐφ. Κυβ. 1946, Α' 108).



ΕΚΔΟΣΙΣ ΙΑ'. 1965 (VIII) — ΑΝΤΙΤΥΠΑ 35.000 ΣΥΜΒΑΣΙΣ 1271/31.3.65
ΕΚΤΥΠΩΣΙΣ - ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΑ : ΠΑΠΥΡΟΣ - ΓΡΑΦΙΚΑΙ - ΤΕΧΝΑΙ Α.Ε. ΑΘΗΝΑΙ





0020567522

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΒΟΥΛΗΣ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

