

ΝΙΚΟΛΑΟΥ Δ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ
ΑΡΙΣΤΟΒΑΘΜΙΟΥ ΔΙΔΑΚΤΟΡΟΣ ΚΑΙ ΤΕΩΣ ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

ΔΙΑ ΤΗΝ ΣΤ' ΤΑΞΙΝ ΤΩΝ ΓΥΜΝΑΣΙΩΝ ΠΑΛΑΙΟΥ ΤΥΠΟΥ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΣΧΟΛΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ
1940

ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

07/8

post

89

ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

P. S.

18974

ΝΙΚΟΛΑΟΥ Δ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ
ΑΡΙΣΤΟΒΑΘΜΙΟΥ ΔΙΔΑΚΤΟΡΟΣ ΚΑΙ ΤΕΩΣ ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

ΔΙΑ ΤΗΝ ΣΤ' ΤΑΞΙΝ ΤΩΝ ΓΥΜΝΑΣΙΩΝ ΠΑΛΑΙΟΥ ΤΥΠΟΥ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΣΧΟΛΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ
1940



Τὸ ἀστεροσκοπεῖον τῶν Ἀθηνῶν.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

Ἡ ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΣΦΑΙΡΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

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

1. Οὐρανός.—Φυσικὸς ὀρίζων. Ἐὰν κατὰ ἀνέφελαν ἡμέραν ἢ νύκτα ἰστάμεθα ἐπὶ ὑψηλοῦ τόπου, βλέπομεν ὑπεράνω ἡμῶν ἕνα ἡμισφαιροειδῆ καὶ κυανοῦν κατὰ τὸ πλεῖστον θόλον. Ὁ θόλος οὗτος φαίνεται ὅτι μακρὰν καὶ γύρω ἡμῶν στηρίζεται κατὰ τὰ ἄκρα του ἐπὶ τῆς Γῆς. Λέγεται δὲ οὗτος *οὐράνιος θόλος* ἢ *Οὐρανός*. 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 ἀδιαφανῶν σωματίων, τὰ ὁποῖα αἰωροῦνται ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιρας.

Ἡ γραμμὴ, κατὰ τὴν ὁποίαν φαίνεται ὅτι ὁ Οὐρανὸς ἐγγίζει τὴν Γῆν, λέγεται *φυσικὸς ὀρίζων* τοῦ τόπου, εἰς τὸν ὁποῖον ἰστάμεθα. Ὁ φυσικὸς ὀρίζων εἰς ἀνοικτὸν πέλαγος μακρὰν τῆς θέας τῶν ἀκτῶν ἢ εἰς ἀναπειπταμένην πεδιάδα εἶναι περιφέρεια κύκλου.

Τὸ μέρος τοῦ ὀρίζοντος, ἀπὸ τὸ ὁποῖον ἀνατέλλει ὁ Ἥλιος, λέγεται *ἀνατολικόν*. Ὅταν βλέπωμεν πρὸς τὸ ἀνατολικόν μέρος, ἔχομεν ὀπισθεν τὸ *δυτικόν*, δεξιὰ τὸ *νότιον* καὶ ἀριστερὰ τὸ *βόρειον* μέρος τοῦ ὀρίζοντος.

2. Ἀστέρες.—**Ἀστρονομία.** Ὁ Ἥλιος, ἡ Σελήνη, καὶ ὅλα τὰ ἄλλα πολυπληθῆ σώματα, τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται διεσκορπισμένα εἰς τὸ περίξ ἡμῶν διάστημα, λέγονται *ἄστρα* ἢ *ἀστέρες*. Οἱ ἀστέρες φαίνονται ὅτι εὐρίσκονται εἰς τὸν Οὐρανόν. Διὰ τοῦτο δὲ λέγονται καὶ *οὐράνια σώματα*.

Πλὴν τοῦ Ἥλιου καὶ τῆς Σελήνης οἱ ἄλλοι ἀστέρες φαίνονται μόνον τὴν νύκτα. Διότι τὸ ἰσχυρὸν φῶς τοῦ Ἥλιου καθιστᾷ αὐτοὺς ἀοράτους διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Διὰ καταλλήλου δὲ τηλεσκοπίου δυνάμεθα καὶ τὴν ἡμέραν νὰ ἴδωμεν τοὺς λαμπροτέρους ἀπὸ αὐτοῦς.

Σημ. Καὶ ἡ Γῆ θεωρεῖται ὡς ἓν τῶν οὐρανίων σωμάτων καὶ ὡς τοιοῦτον ἐξετάζεται ὑπὸ τῆς Ἀστρονομίας.

Ἡ ἐπιστήμη, ἡ ὁποία ἐξετάζει τοὺς ἀστέρας καὶ τὰ φαινόμενα, τὰ ὁποῖα προξενοῦσιν οὗτοι, λέγεται *Ἀστρονομία*.

Τὰ στοιχεῖα τῆς Ἀστρονομίας ἀποτελοῦσι τὴν *Κοσμογραφίαν*.

3. Εἶδη ἀστέρων.—**Ἀπλανεῖς ἀστέρες.** Ἐὰν παρατηρήσωμεν τοὺς ἀστέρας μετὰ προσοχῆς καὶ κατὰ διαφόρους νύκτας, θὰ βεβαιωθῶμεν ὅτι οἱ πλεῖστοι ἀπὸ αὐτοῦς διατηροῦσι τὴν αὐτὴν πρὸς ἀλλήλους θέσιν. Διὰ τοῦτο δὲ οὗτοι λέγονται *ἀπλανεῖς ἀστέρες*.

Τὸ φῶς τῶν ἀπλανῶν δὲν εἶναι ἡρεμον, ἀλλὰ φαίνεται ὅτι ἔχει μίαν τρομάδην κίνησιν. Ἡ κίνησις αὕτη λέγεται *στίλβη*. Ἡ στίλβη εἶναι φαινομενικὴ καὶ συνεχῆς παραλλαγή τῆς λαμπρότητος, ἐνίοτε δὲ καὶ τοῦ χρώματος τῶν ἀστέρων. Προκαλεῖται δὲ ἡ παραλλαγή αὕτη ὑπὸ τῆς γήινης ἀτμοσφαιρας

κατά τὴν δι' αὐτῆς δίοδον τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων τῶν ἀστέρων. Εἶναι δὲ μεγαλύτερα, ὅταν ἡ ἀτμόσφαιρα εἶναι τεταραγμένη καὶ μικροτέρα, σχεδὸν μηδαμινή, ὅταν ἡ ἀτμόσφαιρα εἶναι ἤρεμος.

Οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες εἶναι σώματα ἔχοντα μεγάλην θερμοκρασίαν καὶ φωτεινά, ἤτοι εἶναι καὶ αὐτοὶ Ἥλιοι. Φαίνονται δὲ ὡς φωτεινὰ σημεῖα καὶ μὲ αὐτὰ τὰ ἰσχυρότατα τηλεσκόπια, διότι εὐρίσκονται εἰς παμμεγίστας ἀποστάσεις ἀπὸ τῆς Γῆς.

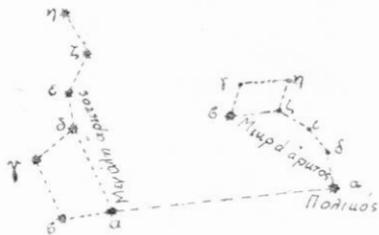
Ἀναλόγως δὲ τῆς φαινομένης λαμπρότητος τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων διαιροῦνται οὗτοι εἰς διαφόρους τάξεις ἢ μεγέθη. Οὕτως οἱ λαμπρότεροι ἀπὸ αὐτοῦ ἀποτελοῦσι τοὺς ἀστέρας α' μεγέθους. Οἱ μετ' αὐτοῦ εἶναι β' μεγέθους καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ διακρίνομεν ἀστέρας μέχρι καὶ τοῦ ἔκτου μεγέθους· διὰ δὲ τοῦ τηλεσκοπίου μέχρι τοῦ δεκάτου ἑβδόμου μεγέθους.

Οἱ ἀστέρες τῶν ἕξι πρώτων μεγεθῶν κατανέμονται ὡς ἑξῆς. Εἶναι 20 α' μεγέθους, 65 β' μεγέθους, 192 γ' μεγέθους, 425 δ' μεγέθους, 1100 ε' μεγέθους καὶ 3200 στ' μεγέθους. Ὡστε διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ φαίνονται τὸ ὅλον 6000 ἀστέρες ἀπὸ ὅλους μαζί τοὺς τόπους τῆς Γῆς.

Πρὸς εὐκόλον ἀναγνώρισιν τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων κατέταξαν αὐτοὺς εἰς διαφόρους ομάδας, τὰς ὁποίας καλοῦμεν ἀστερισμούς. Ἐὰν π. χ. στρα-

φῶμεν πρὸς τὸ βόρειον μέρος τοῦ ὀρίζοντος, διακρίνομεν εὐκόλως καὶ καθ' οἴανδήποτε ὥραν ἀνεφέλου νυκτός ἕνα λαμπρὸν ἀστερισμόν, ὁ ὁποῖος ἀποτελεῖται ἀπὸ 7 ἀστέρων. Οἱ 4 ἀπὸ αὐτοῦ ἀποτελοῦσι τὰς κορυφὰς ἑνὸς τετραπλεύρου, οἱ δὲ τρεῖς ἄλλοι εἶναι κορυφαὶ μιᾶς

τεθλασμένης γραμμῆς. Ὁ ἀστερισμὸς οὗτος (Σχ. 1) λέγεται *Μεγάλη Ἀρκτος*. Ὅλοι οἱ ἀστέρες αὐτῆς εἶναι 2ου μεγέθους,



Σχ. 1.

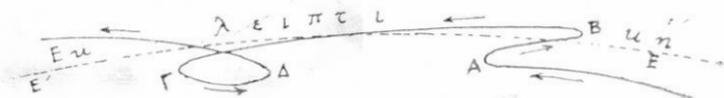
πλήν τοῦ δ, ὁ ὁποῖος εἶναι 3ου μεγέθους. Τὸ τετράπλευρον λέγεται *σῶμα*, ἡ δὲ τεθλασμένη γραμμὴ λέγεται *οὐρὰ* τῆς ἄρκτου.

Ἐὰν νοερώς προεκτείνωμεν τὴν πλευρὰν βὰ τῆς μεγάλης ἄρκτου ἐκ τοῦ ἀστέρος δ πρὸς τὸν α, ἀνευρίσκομεν ἓνα ἀστὲρα 2ου μεγέθους. Οὗτος λέγεται *πολικὸς ἀστήρ*. Οὗτος εἶναι τὸ ἄκρον τῆς οὐρᾶς ἑνὸς ἄλλου ἀστερισμοῦ, ὁ ὁποῖος ἔχει σχῆμα ὅμοιον πρὸς τὸ σχῆμα τῆς μεγάλης ἄρκτου καὶ ἀντιθέτως πρὸς αὐτὸ κείμενον. Εἶναι ὅμως ὁ ἀστερισμὸς οὗτος μικρότερος καὶ ἀμυδρότερος ἀπὸ τὴν μεγάλην ἄρκτον. Ὁ ἀστερισμὸς οὗτος λέγεται *Μικρὰ Ἄρκτος*.

Βραδύτερον θὰ γνωρίσωμεν καὶ τοὺς σπουδαιότερους τῶν ἄλλων ἀστερισμῶν, οἱ ὁποῖοι εἶναι ὄρατοὶ ἀπὸ τοὺς τόπους μας.

4. Πλανῆται. Κατὰ τὴν προσεκτικὴν καὶ ἐπὶ πολλὰς νύκτας παρατήρησιν τῶν ἀστέρων διακρίνομεν ὅτι μερικοὶ ἀπὸ αὐτοὺς ἀλλάσσοι θέσιν ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων. Διὰ τοῦτο οὗτοι λέγονται *πλάνητες* ἀστέρες ἢ συνηθέστερον *πλανῆται*.

Ἡ μεταβολὴ τῆς θέσεως ἐκάστου πλανήτου γίνεται ὡς ἑξῆς. Ἐπὶ πολὺν χρόνον βλέπομεν ὅτι οὗτος κινεῖται ἐκ δυ-



Σχ. 2. Φαινόμενη τροχιά πλανήτου.

σμῶν πρὸς ἀνατολὰς. Ἐπειτα φαίνεται ὅτι ἴσταται ἐπ' ὀλίγον καὶ ἔπειτα κινεῖται ἐπὶ τινὰ χρόνον ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμᾶς. Ἰσταται ἐκ νέου, ἔπειτα ἐξακολουθεῖ κινούμενος ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Ὡστε ἡ ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ φαινόμενη τροχιά ἐκάστου πλανήτου ἀποτελεῖται ἐκ σειρᾶς τόξων (Σχ. 2). Ἐκ τούτων τὰ γραφόμενα ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς εἶναι μεγαλύτερα τῶν ἄλλων, τὰ ὁποῖα γράφονται ὑπὸ τοῦ πλανήτου ἐξ Α πρὸς Δ.

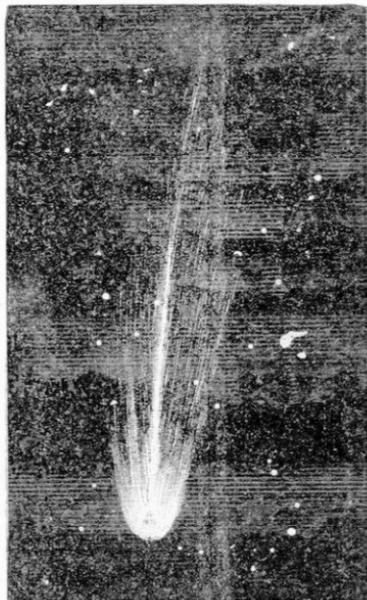
Τὰ σημεῖα Α, Β, Γ, Δ, κτλ. εἰς τὰ ὁποῖα ὁ πλανήτης

φαίνεται ότι ἴσταται, διὰ τὴν ἀλλάξιν τὴν φορὰν κινήσεως, λέγονται *στηριγμοί*.

Οἱ πλανῆται διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ φαίνονται ὡς φωτεινὰ σημεῖα. Διὰ καταλλήλου ὅμως τηλεσκοπίου οἱ μεγαλύτεροι ἀπὸ αὐτοὺς φαίνονται ὡς φωτεινοὶ δίσκοι, ἐνίοτε δὲ τινὲς ἀπὸ αὐτοὺς φαίνονται καὶ ὡς τμήματα φωτεινῶν δίσκων. Τὸ δὲ φῶς τῶν πλανητῶν εἶναι ἥμερον, ἥτοι δὲν ὑφίσταται στίλβην.

Οἱ κυριώτεροι πλανῆται ὀνομάζονται *Ἑρμῆς, Ἀφροδίτη* (κοινῶς *Αὐγερινός*), *Ἄρης, Ζεὺς, Κρόνος, Οὐρανός, Ποσειδῶν, Πλούτων*. Εἰς τούτους δὲ κατατάσσεται καὶ ἡ Γῆ, ὅπως θὰ μάθωμεν βραδύτερον. Ἀπὸ τοὺς πλανήτας τούτους 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.

5. Κομήται. Ἀπὸ καιροῦ εἰς καιρὸν ἐμφανίζονται εἰς τὸν Οὐρανὸν ἄστρα διαφόρου μορφῆς τῶν ἀπλανῶν καὶ πλανητῶν. Ἐκαστὸν τῶν ἄστρων τούτων ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα φωτεινὸν πυρῆνα, ὁ ὁποῖος παρακολουθεῖται ἀπὸ μίαν συνήθως νεφελώδη οὐρανὸν (Σχ. 3). Τὰ ἄστρα ταῦτα λέγονται *κομήται*. Οἱ κομήται ταχύτατα μεταβάλλουσι θέσιν ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.



Σχ. 3. Κομήτης τοῦ 1881.

6. Νεφελώματα ἢ νεφελοειδεῖς ἀστέρες. Ὅλοι ἔχομεν ἴδει πολλάκις εἰς τὸν Οὐρανὸν κατὰ τὰς ἀσελήνους νύκτας μίαν μακρὰν, στενὴν καὶ ὑπόλευκον ταινίαν, ἢ ὁποῖα προχωρεῖ ἀπὸ τὰ ΒΑ πρὸς

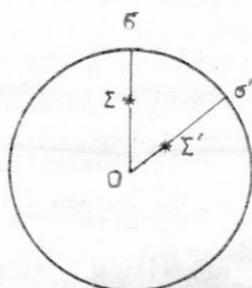


Σπειροειδές νεφέλωμα μεγάλης "Αρκτου.

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* (κοινῶς πούλια) π. χ. εἶναι ἓν νεφέλωμα. Τὰ πλεῖστα νεφελώματα εἶναι ἀόρατα διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ.

7. Οὐράνιος σφαῖρα. — Φαινομένη κίνησις αὐτῆς. Οἱ ἀστέρες φαίνονται ὅτι ἀπέχουσι ἴσον ἀπὸ ἡμᾶς, ὡς νὰ ἔκειντο ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας μιᾶς παμμεγίστης σφαίρας, ἢ ὁποῖα ἔχει κέντρον τὸν ὀφθαλμὸν μας. Ἡ σφαῖρα αὕτη λέγεται *οὐράνιος σφαῖρα*. Αὕτη δὲν ὑπάρχει πράγματι. Ἐν τούτοις, χάριν ἀπλοποιήσεως τῆς σπουδῆς τῶν κινήσεων τῶν οὐρανίων σωμάτων, θὰ ὑποθέσωμεν ὅτι αὕτη ὑπάρχει καὶ ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας αὐτῆς θὰ νοῶμεν κειμένους τοὺς ἀστέρας, πλὴν προφανῶς τῆς Γῆς.

Κατὰ τὴν ὑπόθεσιν ταύτην ἀντικαθιστώμεν τὰς πραγματικὰς ἐν τῷ χώρῳ θέσεις τῶν ἀστέρων Σ, Σ' κτλ (Σχ. 4) διὰ τῶν φαινομένων θέσεων σ, σ' κτλ. αὐτῶν ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας.



Σχ. 4.

Αἱ φαινόμενα δὲ αὗται θέσεις τῶν ἀστέρων ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας δὲν εἶναι αἱ αὐταὶ ἐν σχέσει πρὸς τὸν ὀρίζοντα ἡμῶν καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ ἡμερονυκτίου Ὁ ἥλιος π. χ. ἀνατέλλει καθ' ἑκάστην πρωΐαν ἀπὸ τὸ ἀνατολικὸν μέρος τοῦ ὀρίζοντος, ἀνέρχεται βαθμηδὸν εἰς τὸν Οὐρανὸν μέχρι τῆς μεσημβρίας καὶ ἔπειτα ἄρχεται κατερχόμενος πρὸς τὸ δυτικὸν μέρος τοῦ ὀρίζοντος καὶ τέλος δύνει ὑπ' αὐτό. Ὅμοιαν κίνησιν φαίνεται ὅτι ἔχει ἡ Σελήνη καὶ οἱ ἄλλοι ἀστέρες, τοὺς ὁποίους ἔχομεν ἐνώπιόν μας, ὅταν εἴμεθα ἐστραμμένοι πρὸς νότον. Ἐν δὲ στραφῶμεν πρὸς βορρᾶν, βλέπομεν πάλιν ὅτι οἱ ἔμπροσθεν ἡμῶν ἀστέρες κινουνται ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμᾶς. Μερικοὶ ἕμωσ ἀπὸ αὐτοῦσ δὲν δύουσι ποτέ. Λέγονται δὲ οὗτοι *ἀειφανεῖς*

ἀστέρες. Π. χ. οἱ ἀστέρες τῆς μεγάλης καὶ μικρᾶς ἄρκτου εἶναι ὄλοι ἀειφανεῖς ἀστέρες.

Ἐὰν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν ὅτι οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες διατηροῦσι τὴν αὐτὴν πρὸς ἀλλήλους θέσιν (§ 3) ἐννοοῦμεν ὅτι ἡ ἐξ Α πρὸς Δ κίνησις ὄλων τῶν ἀπλανῶν φαίνεται ὅτι γίνεται, ὅπως θὰ ἐφαίνοτο, 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.

8. Ἰδία κίνησις τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Σελήνης. Ὅλοι θὰ ἐχώμεν προσέξει ὅτι ὁ Ἡλιος δὲν ἀνατέλλει ἀπὸ τὸ αὐτὸ πάντοτε σημεῖον τοῦ ὀρίζοντος καθ' ὄλην τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους. Ἐπίσης κατὰ τὴν μεσημβρίαν ἐκάστης ἡμέρας ὁ Ἡλιος εὐρίσκεται εἰς τὸν Οὐρανὸν ὑψηλότερον τὸ θέρος καὶ χαμηλότερον τὸν χειμῶνα. Ἐὰν δὲ παρακολουθῆσωμεν ἐπὶ ἓν ἔτος τοὺς ἀστερισμοὺς, οἱ ὅποιοι ἀνατέλλουσιν ὀλίγον πρὸ τοῦ Ἡλίου, θὰ ἴδωμεν ὅτι δὲν εἶναι πάντοτε οἱ ἴδιοι. Ἀπὸ μῆνα εἰς μῆνα καὶ ἀπὸ τοῦ Μαΐου προηγούνται ἀμέσως τῆς ἀνατολῆς τοῦ Ἡλίου κατὰ σειρὰν οἱ ἑξῆς ἀστερισμοί: *Κριός, Ταῦρος, Δίδυμοι, Καρκίνος, Λέων, Παρθένος, Ζυγός, Σκορπίος, Τοξότης, Αἰγόκερως, Ὑδροχόος, Ἰχθύες*. Ὡστε τὸν Ἀπρίλιον φαίνεται ὁ Ἡλιος κατέχων τὴν θέσιν τῆς οὐρανίας σφαίρας εἰς τὴν ὁποίαν κεῖται ὁ Κριός. Τὸν Μάιον φαίνεται ἐπὶ τοῦ Ταύρου καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Οἱ ἀνωτέρω δώδεκα ἀστερισμοὶ λέγονται *ζῳδία*. Ἐπειδὴ δὲ ἕκαστος τούτων κεῖται ἀνατολικώτερον τοῦ ἀμέσως προηγουμένου, ἔπεται ὅτι ὁ Ἡλιος ἐνφμετέχει τῆς ἐξ Α πρὸς Δ κινήσεως τῆς Οὐρανίας σφαίρας, φαίνεται ὅτι ἔχει καὶ ἰδίαν κίνησιν ἐν μέσῳ τῶν ζῳδίων πάντοτε ἐκ Δ πρὸς Α.

Κατὰ τὴν φαινομένην ταύτην κίνησιν του, τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου διαγράφει μίαν γραμμὴν, ἡ ὁποία διασχίζει τὰ ζῳδία.

Ἡ γραμμὴ αὕτη λέγεται Ἐκλειπτικὴ. (Βλέπε χάρτην τῶν ζῳδίων). Μὲ ἀναλόγους παρατηρήσεις βεβαιούμεθα ὅτι καὶ ἡ Σελήνη φαίνεται ὅτι ἔχει καὶ ἰδίαν κίνησιν ἐκ Δ πρὸς Α.

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

9. Τὸ Πτολεμαϊκὸν σύστημα. Ἀνέκαθεν οἱ διάφοροι φιλόσοφοι καὶ παρατηρηταὶ τοῦ οὐρανοῦ, ἄφ' 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 ἰδέαν τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τῆς Γῆς καὶ τῆς περιφερικῆς κατὰ περιφέρειαν κύκλου οὐχὶ ὁμῶς περὶ τὸν Ἥλιον.

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

Αἱ γνῶμαι ὁμῶς 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 ὁμοίομορφον κίνησιν τῶν ἀστέρων ἐθεώρουν οὔτοι ὡς πραγματικὴν τοιαύτην, ὡς καὶ ἀνωτέρω εἶπομεν. Βραδύτερον δὲ παρατηρήσαντες τὴν ἰδίαν κίνησιν τοῦ Ἥλιου καὶ τῆς Σελήνης, παρέδέχθησαν ὅτι πράγματι τὰ σώματα ταῦτα ἐκινουῖντο περὶ τὴν Γῆν καὶ ἐκ Δ πρὸς Α.

Ἐφ' ὅσον ὁμῶς ἀκριβέστερον ἐμελετῶντο αἱ ἴδιαι τῶν ἀστέρων τούτων κινήσεις, ἐβλεπον ὅτι ἡ ἀπλή αὕτη παραδοχὴ τῆς περὶ τὴν Γῆν κινήσεως δὲν ἐξήγει ἐπαρκῶς τὰς κινήσεις ταύτας. Τὴν ἀνεπάρκειαν ταύτην ἐπηύξησε περισσότερο ἡ παρατήρησις τῶν παλινδρομικῶν πρὸς Α καὶ πρὸς Δ φαινομένων ἰδίων κινήσεων τῶν πλανητῶν.

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

ὁ μέρος ἢ ΓΗ καὶ ὅτι τὸ κέντρον Κ ἔκασμε πλήρη περιφορὰν εἰς ἕν 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 $E_2ηE_3$, εἰς τὸν Οὐρανὸν φαίνεται κινούμενος ἐξ Α πρὸς Δ ἐπὶ τόξου e_2e_3 , εἴτα πάλιν ἐκ Δ πρὸς Α ἐπὶ τόξου e_3e_4 καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Ἐπειδὴ δὲ ἕκαστον τόξον E_1EE_2 εἶναι μικρότερον ἐκάστου τῶν $E_2ηE_3$, ὁ δὲ πλανήτης κινεῖται ἰσοταχῶς, χρειάζεται περισσότερον χρόνον, διὰ νὰ διανύσῃ ἕκαστον τόξον ὡς τὸ E_1EE_2 ἢ ἕν τόξον ὡς τὸ $E_2ηE_3$. 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 χρόνον ὁ πλανήτης εὐρίσκεται ἐγγὺς τῶν E_2, E_3 κ.τ.λ. προβάλλεται εἰς τὸν οὐρανὸν ἐγγύτατα τῶν στηριγμῶν e_2, e_3 κτλ. ὥστε ἐπὶ τινὰ χρόνον φαίνεται ἀκίνητος. Καθ' ὁμοίον 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, ἦτοι ὅτι ὁ πλανήτης χρειάζεται ἕν ἔτος, διὰ νὰ γράψῃ τὴν περιφέρειαν Α.

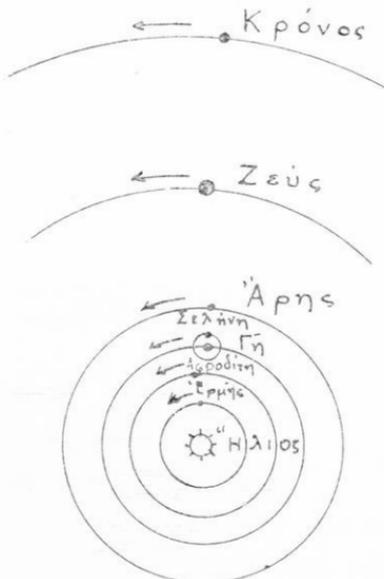
Ἐφ' ὅσον ὅμως αἱ παρατηρήσεις ἐγίνοντο ἀκριβέστερα ἠναγκάζοντο νὰ αὐξάνωσι τὸν ἀριθμὸν τῶν ἐπικύκλων, ὅπως τὸ σύστημα ἐπαρκῆ διὰ τὴν ἐξήγησιν τῶν φαινομένων κινήσεων. Οὕτω δὲ τὸ σύστημα ἐγίνετο βαθμηδὸν πολυπλοκώτερον, ἀδιακόπως δὲ παρουσιάζοντο νέαι δυσκολίαι.

10. Κοπερνίκειον σύστημα. Ὁ Πολωνὸς μοναχὸς Κοπερνίκος ἐφρόνει ὅτι ἐν τῇ φύσει δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ἐπικρατῆ τοιοῦτον πολυπλοκὸν σύστημα κινήσεων. Τοῦτο ἄλλως τε δὲν ἐξήγει ἐπαρκῶς ὅλα τὰ φαινόμενα. Ἀναγνώσας δὲ εἰς τὸν Ἀριστοτέλην καὶ Πλάτωνα τὰς ἀνωτέρω ἰδέας τῶν Ἑλλήνων φιλοσόφων ἐπεχείρησεν νὰ ἐξετάσῃ, ἂν ἡ διπλῆ κίνησις τῆς Γῆς καὶ ἡ κίνησις τῶν πλανητῶν περὶ τὸν Ἥλιον ἠδύνατο νὰ ἐξηγηθῇ ἐπαρκῶς τὰς φαινομένας κινήσεις τῶν οὐρανίων σωμάτων. Μετ' ἐκπλήξεως δὲ παρετήρησεν ὅτι αὐταὶ ἐξηγοῦνται μὲ θαυμασίαν ἀπλότητα.

Μετά τριακονταετείς δὲ ἐπιμόνους μελέτας διετύπωσε τὸ ἀκόλουθον ἐν γενικαῖς γραμμαῖς σύστημα.

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

2ον. Οἱ πλανῆται στρέφονται περὶ τὸν ἥλιον ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς, ἐν ᾧ συγχρόνως ἕκαστος στρέφεται ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς καὶ περὶ ἄξονα, ὃ ὁποῖος διέρχεται ἀπὸ τὸ κέντρον αὐτοῦ.



Σχ. 6. Κοπερνίκειον σύστημα.

3ον. Ἡ Γῆ στρέφεται ὁμοίως περὶ τὸν ἥλιον καὶ περὶ τὸν ἄξονα, ἥτοι εἶναι καὶ αὐτὴ πλανήτης. Ἡ δὲ Σελήνη περιστρεφόμενη περὶ τὴν Γῆν παρακολουθεῖ αὐτὴν εἰς τὴν περὶ τὸν ἥλιον περιφορὰν της ὡς δορυφόρος αὐτῆς.

Τὸ σύστημα τοῦτο οὕτω γενικῶς διατυπώμενον ἀπεδείχθη ἀληθές καὶ εἶναι γενικῶς σήμερον παραδεδεδεγμένον. Αἱ ὑπ' αὐτοῦ παραδεκταὶ κινήσεις γίνονται κατὰ ὠρισμένους νόμους.

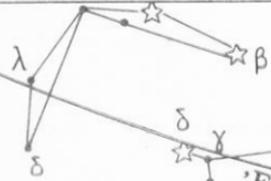
Πᾶσαι δὲ αἱ φαινόμεναι κινήσεις τοῦ ἥλιου, Σελήνης καὶ τῶν πλανητῶν ἐξηγοῦνται κατ' αὐτὸ τελείως.

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 ἐκάστου ἀστέρος ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας εἰς ἐκάστην χρονικὴν στιγμήν καὶ πῶς μετροῦσιν οὗτοι τὸν χρόνον. Καὶ διὰ τὴν ἀνάπτυξιν δὲ τῶν θεμάτων τούτων χρειάζονται προκαταρκτικαὶ τινες γνώσεις καὶ ἡ λεπτομερὴς γνώσις τῶν νόμων τῆς φαινομένης κινήσεως τῆς οὐρανοῦ σφαίρας.

ΙΧΘΥΕΣ



ΥΔΡΟΧΟΟΣ

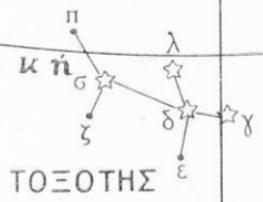


ΑΙΓΟΚΕΡΩΣ

Θύρανιος

Ίσημερινός

Ἐκλειπτική



ΤΟΞΟΤΗΣ

ΣΚΟΡΠΙΟΣ

Ἄντάρης



ΖΥΓΟΣ

ΠΑΡΘΕΝΟΣ



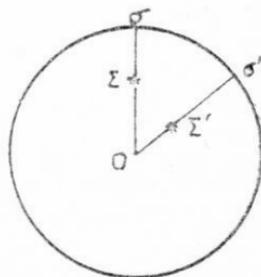


Θὰ ἀρχίσωμεν λοιπὸν ἀμέσως τὴν ἀνάπτυξιν τῶν θεμάτων τούτων εἰς τὸ ἐπόμενον κεφάλαιον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄

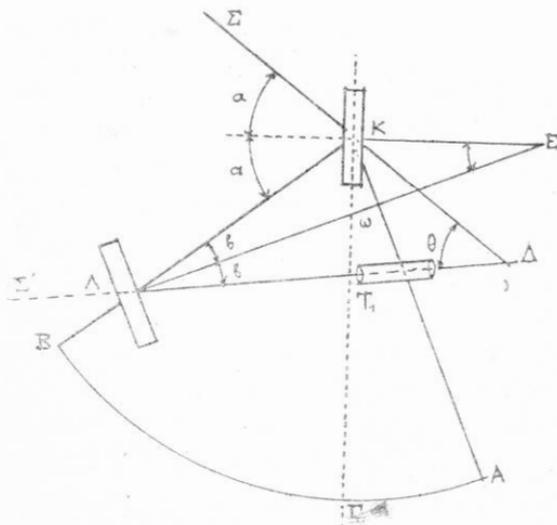
ΘΕΣΙΣ ΑΣΤΕΡΟΣ ΕΠΙ ΤΗΣ ΟΥΡΑΝΙΟΥ ΣΦΑΙΡΑΣ

11. Γωνιώδης ἀπόστασις δύο ἀστέρων. Ἐστω O ὁ ὀφθαλμὸς ἑνὸς παρατηρητοῦ καὶ OS, OS' αἱ ὀπτικά ἀκτῖνες, αἱ ὁποῖαι διευθύνονται πρὸς δύο ἀστέρας Σ καὶ Σ' (Σχ. 7). Ἡ γωνία $\Sigma OS'$ τῶν ἀκτῖνων τούτων λέγεται *γωνιώδης ἀπόστασις* τῶν ἀστέρων τούτων. Ἐπειδὴ δὲ εἶναι $\widehat{\Sigma OS'} = \widehat{\sigma\sigma'}$, ἔπεται ὅτι: Ἡ γωνιώδης ἀπόστασις δύο ἀστέρων δὲν μεταβάλλεται, ἂν ἀντὶ τῶν πραγματικῶν ἐν τῷ διαστήματι θέσεων αὐτῶν θεωρῶμεν τὰς φαινομένας θέσεις αὐτῶν ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας.



Σχ. 7.

12. Ἐξάς. Τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν δύο ἀστέρων ἢ δύο οἰωνδῆποτε σημείων δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν δι' ὄργανου, τὸ ὁποῖον λέγεται *ἐξάς*.

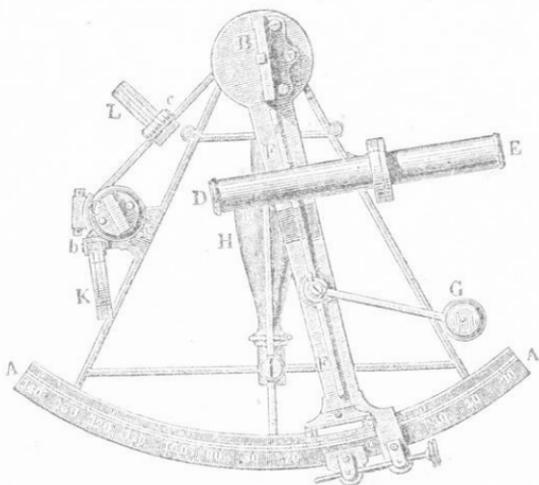


Σχ. 8.

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 κάτοπ-

τρον κάθετον ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τοῦ τομέως καὶ στρεφόμενον μετὰ τοῦ κανόνος ΚΓ. Εἰς δὲ τὴν ἀκτῖνα ΚΒ τοῦ τομέως στερεοῦται καθέτως πρὸς τὸν τομέα ἄλλο κάτοπτρον Λ παράλληλον πρὸς τὴν ἀκτῖνα ΚΑ. Τοῦ κατόπτρου τούτου Λ μόνον τὸ κατώτερον ἥμισυ εἶναι ἐπηργυρωμένον. Οὕτω δὲ διὰ διόπτρας Τ, ἢ ὁποῖα κεῖται ἔμπροσθεν τοῦ Λ, βλέπομεν ἄλλα ἀντικείμενα ἀμέσως διὰ τοῦ μὴ ἐπηργυρωμένου ἡμίσεος καὶ ἄλλα δι' ἀνακλάσεως τοῦ φωτός αὐτῶν ἐπὶ τοῦ ἐπηργυρωμένου ἡμίσεος.

Διὰ νὰ μετρήσωμεν τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν θ δύο ἀστέρων Σ καὶ Σ' ἔργαζόμεθα ὡς ἑξῆς. Κρατούμεν τὸ ὄργανον,



Ἐξάς.

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'. Ἀναγινώσκουμεν ἔπειτα ἐπὶ τοῦ διηρημένου τόξου ΑΓ τὸ μέτρον αὐτοῦ, ὅπερ εἶναι καὶ μέτρον τῆς γωνίας ω καὶ διπλασιάζοντες αὐτὸ εὐρίσκομεν τὸ μέτρον τῆς γωνίας θ . Πράγματι, ἂν ΚΕ καὶ ΛΕ εἶναι ἀντιστοιχῶς κάθετοι ἐπὶ τὰ κάτοπτρα Κ καὶ Λ εἰς τὰ σημεῖα προσπίπτειν, θὰ εἶναι $2\alpha = \theta + 2\beta$ καὶ $\alpha = \beta + \epsilon$. Ἐκ τούτων δὲ εὐρίσκομεν ὅτι $\theta = 2\epsilon$. Ἐπειδὴ δὲ $\epsilon = \omega$, 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.

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 *Ζενιθ* ἢ *κατακόρυφον* σημεῖον· τὸ δὲ ἄλλο λέγεται *Ναδιε* ἢ ἀντικόρυφον σημεῖον. Τοῦ τόπου π. χ. Ὁ ζενιθ εἶναι τὸ Z καὶ ναδιε τὸ N (Σχ. 9).

Πᾶν ἐπίπεδον διερχόμενον διὰ τῆς κατακόρυφου τόπου λέγεται *κατακόρυφον* ἐπίπεδον.

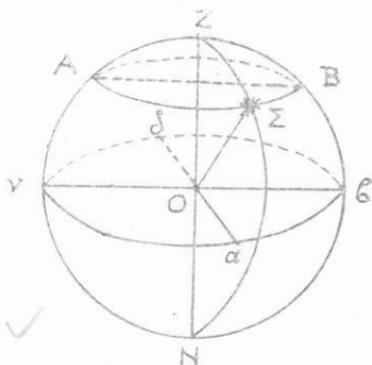
Τὰ κατακόρυφα ἐπίπεδα ἐκάστου τόπου τέμνουσι τὴν οὐράνιον σφαῖραν κατὰ μεγίστους κύκλους. Οὗτοι λέγονται *κατακόρυφοι κύκλοι*. Τὸ κατακόρυφον ἡμικύκλιον, τὸ ὁποῖον περιέχει ἓνα ἀστέρα ἢ ἄλλο σημεῖον τῆς οὐρανίου σφαίρας, λέγεται ἰδιαιτέρως *κατακόρυφος* τοῦ ἀστέρος ἢ τοῦ σημείου τούτου. Π. χ. τοῦ ἀστέρος Σ κατακόρυφος εἶναι τὸ ἡμικύκλιον ZΣN (Σχ. 9).

14. Αἰσθητὸς 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 *αἰσθητὸς ὀρίζων* τοῦ τόπου, εἰς τὸν ὁποῖον εὐρίσκεται ὁ παρατηρητὴς οὗτος. Π. χ. τοῦ τόπου O (Σχ. 9) αἰσθητὸς ὀρίζων εἶναι ἡ περιφέρεια ανδδ.

Σημ. Εἰς τὸ ἐξῆς, ὅταν θὰ λέγωμεν ἀπλῶς ὀρίζοντα, θὰ ἐννοοῦμεν τὸν αἰσθητὸν ὀρίζοντα.

Οἱ κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας, οἱ ὁποῖοι εἶναι παράλληλοι πρὸς τὸν αἰσθητὸν ὀρίζοντα ἑνὸς τόπου, λέγονται *ὀρι-*



Σχ. 9.

ζόντιοι κύκλοι ή άλμικανταράτοι. Ο κύκλος π. χ. ΑΣΒ (Σχ. 9) είναι άλμικανταράτος.

Ἀσκήσεις. 1) Νά εὔρητε πόσοι κατακόρυφοι διέρχονται ἀπό τήν κατακόρυφον ἐκάστου τόπου.

2) Νά εὔρητε τόν λόγον, διὰ τόν ὁποῖον οἱ κατακόρυφοι κύκλοι εἶναι μέγιστοι κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας.

3) Νά εὔρητε τήν γωνιώδη ἀπόστασιν τοῦ Ζηνίθ καί τοῦ Ναδίρ.

4) Νά ἀποδείξητε ὅτι οἱ κατακόρυφοι κύκλοι εἶναι κάθετοι ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τοῦ ὀρίζοντος.

5) Νά ἀποδείξητε ὅτι ἡ κατακόρυφος ἐκάστου τόπου εἶναι κάθετος ἐπὶ τήν τομήν τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ὀρίζοντος καί τυχόντος κατακορύφου κύκλου.

6) Νά εὔρητε τήν γωνιώδη ἀπόστασιν τοῦ Ζηνίθ καί τυχόντος σημείου τοῦ ὀρίζοντος.

7) Νά εὔρητε τήν γωνιώδη ἀπόστασιν τοῦ Ναδίρ καί τυχόντος σημείου τοῦ ὀρίζοντος.

15. Ζηνιθία ἀπόστασις καί ὕψος ἀστέρος. Ἡ γωνιώδης ἀπόστασις ἀστέρος ἀπὸ τοῦ Ζηνίθ καλεῖται *ζηνιθία ἀπόστασις* (Z) τοῦ ἀστέρος τούτου. Οὕτω τοῦ ἀστέρος Σ (Σχ. 9) ζηνιθία ἀπόστασις εἶναι ἡ γωνία $ZO\Sigma$.

Ταύτης μέτρον εἶναι τὸ τόξον $Z\Sigma$ τοῦ κατακορύφου τοῦ ἀστέρος τούτου. Μετρεῖται ὅθεν ἡ ζηνιθία ἀπόστασις ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ κατακορύφου ἐκάστου ἀστέρος ἀπὸ τοῦ Ζηνίθ καί ἀπὸ 0° ἕως 180° .

Τὸ συμπλήρωμα τῆς ζηνιθίας ἀποστάσεως ἀστέρος καλεῖται ὕψος (υ) τοῦ ἀστέρος τούτου.

Τὸ ὕψος μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ κατακορύφου ἐκάστου ἀστέρος ἀπὸ τοῦ ὀρίζοντος θετικῶς μὲν πρὸς τὸ Ζηνίθ, ἀρνητικῶς δὲ πρὸς τὸ Ναδίρ καί μεταβάλλεται ἀπολύτως ἀπὸ 0° ἕως 90° .

16. Θεοδόλιχος. Τὴν ζηνιθίαν ἀπόστασιν κατ' ἀκολουθίαν δὲ καί τὸ ὕψος ἀστέρος, μετροῦμεν δι' ὄργανου, τὸ ὁποῖον καλεῖται Θεοδόλιχος (Σχ. 10).

Ἀποτελεῖται δὲ κυρίως ὁ Θεοδόλιχος ἀπὸ δύο κύκλους

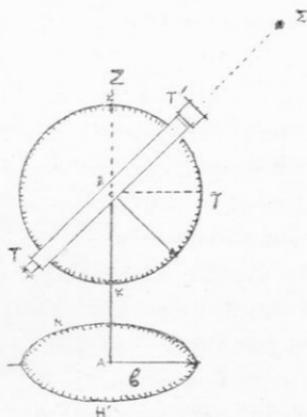
ΗΗ' καὶ ΚΚ', τῶν ὁποίων αἱ περιφέρειαι εἶναι διηρημένοι εἰς μοίρας κτλ. καὶ ἀπὸ ἓν ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον ΤΤ'(1)

Ὁ κυκλικὸς δίσκος ΗΗ' στηρίζεται ἐπὶ τριῶν ἰσοπεδωτικῶν κοχλιῶν, διὰ τῶν ὁποίων δύναται νὰ καταστή ὀριζόντιος. Εἰς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου τούτου καὶ καθέτως πρὸς αὐτὸν στερεοῦται ἄξων ΑΒ, ὁ ὁποῖος περιβάλλεται καθ' ὅλον τὸ μῆκος του ὑπὸ κοίλου σωλήνος, ὁ ὁποῖος δύναται νὰ στρέφηται περὶ τὸν ἄξονα ΑΒ ἔλευθέρως καὶ ἄνευ αἰσθητῆς τριβῆς.

Μετὰ τοῦ κοίλου δὲ τούτου σωλήνος καὶ κατὰ τὸ κατώτατον ἄκρον αὐτοῦ συνάπτεται βελόνη θ κάθετος ἐπὶ τὸν ἄξονα ΑΒ.

Ὁ δίσκος ΚΚ' συνάπτεται κατὰ τὸ κέντρον τοῦ στερεῶς μετὰ τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας τοῦ κοίλου σωλήνος καὶ συστρέφεται μετ' αὐτοῦ περὶ τὸν ἄξονα ΑΒ, πρὸς τὸν ὁποῖον εἶναι πάντοτε παράλληλος. Κατὰ τὸν αὐτὸν δὲ χρόνον καὶ ἡ βελόνη θ στρέφεται περὶ τὸν πόδα Α τοῦ ἄξονος ΑΒ μένουσα πάντοτε ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ δίσκου ΗΗ'.

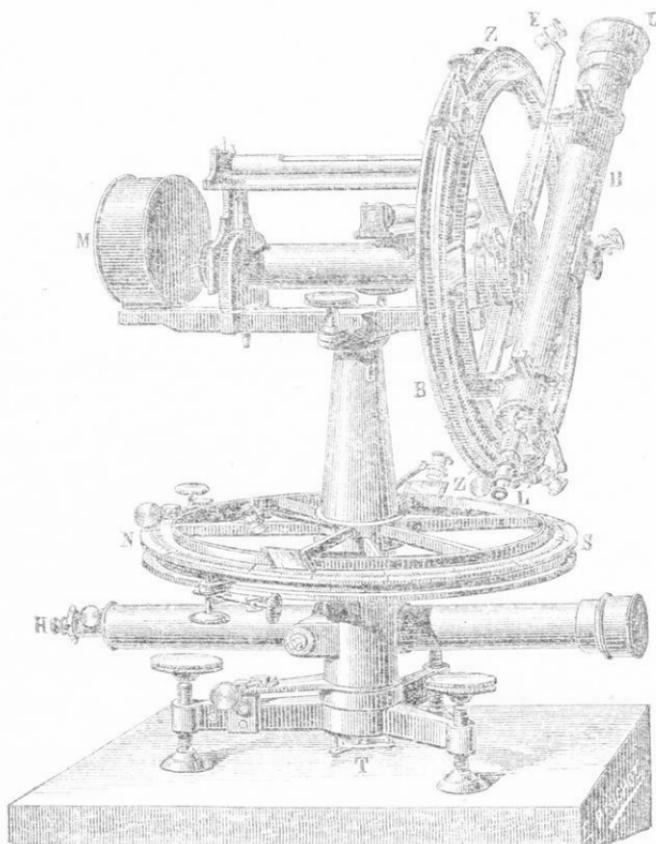
Τὸ Τηλεσκόπιον ΤΤ' στρέφεται πρὸ τοῦ δίσκου ΚΚ' περὶ ἄξονα διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ, οὕτως ὥστε ὁ ὀπτι-



Σχ. 10.

(1). Ἐκαστον ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον ἀποτελεῖται ἐκ δύο φακῶν, ὧν ὁ μὲν καλεῖται προσοφθάλμιος, ὁ δὲ ἀντικειμενικός. Μεταξὺ τούτων καὶ ἐν τῷ ἐστιακῷ ἐπιπέδῳ τοῦ ἀντικειμενικοῦ τίθεται τὸ διάφραγμα, ἧτοι κυκλικὸς δίσκος ἐκ μετάλλου φέρων κυκλικὴν ὀπήν. Δύο λεπτότατα νήματα ἰσοῦ ἀράχνης ἢ λευκοχρύσου τεινόμενα ἐπὶ τοῦ διαφράγματος διασταυροῦνται καθέτως κατὰ τὸ κέντρον τῆς κυκλικῆς ὀπῆς τοῦ διαφράγματος καὶ ἀποτελοῦσι τὸ σταυρόνημα τοῦ τηλεσκοπίου. Ἡ εὐθεῖα, ἧτις διέρχεται διὰ τοῦ κοινῶν σημείου τῶν νημάτων καὶ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ, καλεῖται ὀπτικὸς ἄξων τοῦ τηλεσκοπίου. Καθ' ἣν δὲ στιγμὴν τὸ εἶδωλον ἀστέρος σχηματίζεται εἰς τὸ κοινὸν σημεῖον τῶν νημάτων, ὁ ἀστὴρ οὖτος κεῖται ἐπὶ τοῦ ὀπτικοῦ ἄξονος τοῦ τηλεσκοπίου.

κός ἄξων αὐτοῦ μένει πάντοτε παράλληλος πρὸς τὸν δίσκον τοῦτον καὶ ἐν τῷ αὐτῷ μετὰ τῆς βελόνης ὁ ἐπιπέδω. Μετὰ τοῦ τηλεσκοπίου δὲ συνάπτεται στερεῶς καὶ συστρέφεται μετ' αὐ-



Θεοδόλιχος.

τοῦ ἐν τῷ ἐπιπέδω τοῦ δίσκου ΚΚ' βελὼν γ κάθετος ἐπὶ τὸν ἄξονα τοῦ τηλεσκοπίου.

Κατὰ τὴν διάταξιν ταύτην ὅταν ὁ δίσκος ΗΗ' καταστῇ ὀριζόντιος, ὁ δίσκος ΚΚ', γίνεται κατακόρυφος καὶ ὁ ὀπτικός ἄξων ν τοῦ τηλεσκοπίου γράφει ἐπίπεδον παράλληλον πρὸς τὸν

δίσκον ΚΚ', όταν τὸ τηλεσκόπιον στρέφεται πρὸς αὐτοῦ. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἀπόστασις τῶν παραλλήλων τούτων ἐπιπέδων εἶναι ἐλαχίστη, σχεδὸν μηδαμινή, παραβαλλομένη πρὸς τὴν ἀκτίνα τῆς οὐρανόου σφαίρας τὰ ἐπίπεδα ταῦτα θεωροῦνται ταυτιζόμενα.

17. Μέτρησις τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως καὶ τοῦ ὕψους ἀστέρος. Διὰ νὰ ὀρίσωμεν τὴν ζενιθίαν ἀπόστασιν ἀστέρος κατὰ τινὰ στιγμήν, ἐργαζόμεθα ὡς ἑξῆς. Καθιστῶμεν τὸν δίσκον ΗΗ' τοῦ Θεοδολίχου ὀριζόντιον καὶ ὀρίζομεν τὴν θέσιν Βδ τῆς βελόνης γ, ὅταν ὁ ὀπτικὸς ἄξων τοῦ τηλεσκοπίου καταστῆ κατακόρυφος, ὁ δὲ ἀντικειμενικὸς φακὸς αὐτοῦ εἶναι ἐστραμμένος πρὸς τὸ ζενίθ. Στρέφομεν ἔπειτα τὸν δίσκον ΚΚ' καὶ τὸ τηλεσκόπιον, μέχρις οὗ τὸ εἶδωλον τοῦ ἀστέρος σχηματισθῆ εἰς τὸ κέντρον τοῦ σταυρονήματος. Ἡ γωνία, κατὰ τὴν ὁποίαν ἐστράφη ἡ βελόνη γ ἀπὸ τῆς θέσεως Βδ, εἶναι ἡ ζενιθία ἀπόστασις (Z) τοῦ ἀστέρος κατὰ τὴν στιγμήν ταύτην. Ἐκ δὲ τῆς ἰσότητος $u=90^{\circ}-Z$ ὀρίζομεν ἔπειτα καὶ τὸ ὕψος τοῦ ἀστέρος κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν.

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

Ἀσκήσεις. 8) Πόσον εἶναι τὸ ὕψος καὶ ἡ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ Ζενίθ;

9) Πόσον εἶναι τὸ ὕψος καὶ ἡ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ Ναδῖρ;

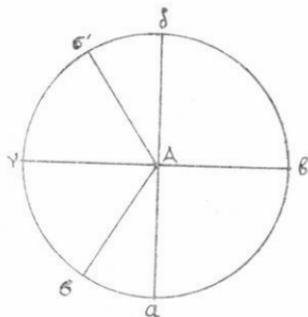
10) Πόσον εἶναι τὸ u καὶ Z σημείου τινὸς τοῦ ὀρίζοντος;

11) Πόση εἶναι ἡ Z ἀστέρος, καθ' ἣν στιγμήν οὗτος ἔχει $u=23^{\circ}35'40''$;

12) Πόσον εἶναι τὸ u ἀστέρος, καθ' ἣν στιγμήν οὗτος ἔχει $Z=95^{\circ}35'40''$;

13) Ποῖος εἶναι ὁ γεωμετρικὸς τόπος τῶν σημείων τῆς οὐρανόου σφαίρας, ὧν ἕκαστον ἔχει ὕψος 30° ;

18. Μεσημβρινὸν ἐπίπεδον.—Οὐράνιος μεσημβρινός.— Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι κατεστήσαμεν τὸν δίσκον HH' τοῦ Θεολίχου ὀριζόντιον καὶ κατευθύναμεν τὸ τηλεσκόπιον αὐτοῦ πρὸς τινὰ ἀστέρα Σ , ὅστις εὐρίσκεται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα καὶ βαίνει ἀπομακρυνόμενος αὐτοῦ. Ἔστω δὲ As (Σχ. 11) ἡ θέσις τῆς



Σχ. 11.

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. Ἐὰν δὲ παρακολουθῶμεν τὴν κίνησιν τοῦ ἀστέρος τούτου στρέφοντες καταλλήλως τὸν κύκλον KK' περὶ τὸν ἄξονα AB καὶ τὸ τηλεσκόπιον περὶ τὸ κέντρον τοῦ KK' , βλέπομεν ὅτι ἡ ζενιθία αὐτοῦ ἀπόστασις βαίνει ἐπὶ τινὰ χρόνον θ

συνεχῶς ἐλαττουμένη μέχρις ἐλαχίστης τινὸς τιμῆς Z'_0 . Ἐπειτα δὲ αὕτη ἀρχεται πάλιν αὐξανόμενη καὶ μετὰ χρόνον θ ἀπὸ τῆς στιγμῆς ταύτης γίνεται πάλιν ἴση πρὸς τὴν ἀρχικὴν Z_0 .

Ἔστω δὲ As' ἡ θέσις τῆς βελόνης β κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην καὶ An ἡ διχοτόμος τῆς γωνίας $\sigma As'$. Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὴν αὐτὴν ἐργασίαν μὲ οἰουσδήποτε ἄλλους ἀστέρας καὶ καθ' οἰονδήποτε χρόνον, ἀλλ' ἐν τῷ αὐτῷ πάντοτε τόπῳ, θέλομεν παρατηρήσει ὅτι ἀνευρίσκομεν τὴν αὐτὴν διχοτόμον $nA\beta$ τῆς γωνίας, τὴν ὁποίαν ἐκάστοτε σχηματίζουν αἱ θέσεις τῆς βελόνης β .

Τὸ ἐπίπεδον, τὸ ὁποῖον ὀρίζει ἡ κοινὴ αὕτη διχοτόμος $nA\beta$ μετὰ τῆς κατακόρυφου AB καλεῖται *μεσημβρινὸν ἐπίπεδον* τοῦ τόπου A .

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 κατακόρυφον, αἱ γωνίαι σAn , $\sigma' An$ εἶναι αἱ ἀντίστοιχοι ἐπίπεδοι τῶν διέδρων γωνιῶν, τὰς ὁποίας σχηματίζει ὁ οὐράνιος

μεσημβρινός μετὰ τῶν κατακορύφων τοῦ αὐτοῦ ἀστέρος, καθ' ἃς στιγμὰς ἔχει τὸ αὐτὸ ὕψος. Ἐπειδὴ δὲ $\sigma\hat{A}ν = ν\hat{A}\sigma'$, ἔπεται ὅτι ὁ μεσημβρινός διχοτομεῖ τὴν διεδρον γωνίαν τῶν ρηθέντων κατακορύφων τοῦ ἀστέρος.

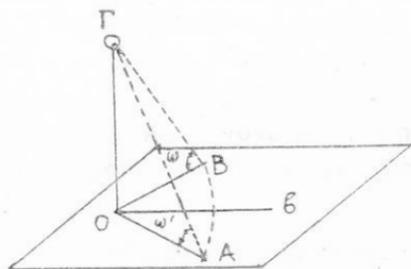
19. Γνώμων. Τὴν θέσιν τοῦ μεσημβρινοῦ ἐπιπέδου ὀρίζομεν προχειρότερον διὰ τοῦ γνώμονος.

Καλεῖται δὲ γνώμων πᾶς σκιερὸς στύλος, ὁ ὁποῖος στερεοῦται κατακορύφως ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου 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 Ἕλληνες (1).

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

Διὰ νὰ ὀρίσωμεν τὴν θέσιν τοῦ μεσημβρινοῦ ἐπιπέδου μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ γνώμονος, ἐργαζόμεθα ὡς ἐξῆς. Μετὰ τὴν ἀνατολὴν τοῦ Ἡλίου καὶ ἐν ᾧ οὗτος ἐξακολουθεῖ ἀνερχόμενος εἰς τὸν Οὐρανόν, χαράσσομεν τὴν διεύθυνσιν OB τῆς σκιάς τοῦ γνώμονος OG ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου, ἐπὶ τοῦ ὁποῖου οὗτος στηρίζεται (Σχ. 12). Μὲ κέντρον δὲ τὸν πόδα τοῦ γνώμονος καὶ ἀκτῖνα τὸ μήκος OB τῆς σκιάς αὐτοῦ γράφομεν περιφέρειαν ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου τῆς σκιάς. Παρατηροῦμεν ἔπειτα ὅτι, ἐφ' ὅσον ὁ Ἡλιος ἀνέρχεται τὸ μήκος τῆς



Σχ. 12.

τοῦ Ἡλίου ἀνέρχεται τὸ μήκος τῆς σκιάς αὐτοῦ γράφομεν περιφέρειαν ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου τῆς σκιάς. Παρατηροῦμεν ἔπειτα ὅτι, ἐφ' ὅσον ὁ Ἡλιος ἀνέρχεται τὸ μήκος τῆς

(1) Ὁ Ἀναξίμανδρος (610—547 π. χ.) φέρεται ὡς εἰσαγαγὼν τὸν γνώμονα εἰς τὴν Ἑλλάδα.

σκιάς αὐτοῦ ἐλαττοῦται· τὸ δὲ ἄκρον αὐτῆς εὐρίσκεται ἐντὸς τοῦ κύκλου, τὸν ὁποῖον ὀρίζει ἡ γραφεῖσα περιφέρεια. Ὄταν δὲ ὁ Ἥλιος ἀρχίσῃ νὰ κατέρχηται, ἡ σκιά αὐτοῦ γίνεται βαθμῶδηδὸν μεγαλυτέρα καὶ κατὰ τινα στιγμὴν τὸ ἄκρον αὐτῆς A εὐρίσκεται πάλιν ἐπὶ τῆς χαραχθείσης περιφερείας. Σημειοῦμεν τὴν θέσιν A καὶ ἀφοῦ χαραξώμεν τὴν διεύθυνσιν OA τῆς σκιάς διχοτομοῦμεν τὴν γωνίαν BOA .

Ἡ διχοτόμος $Oδ$ καὶ ὁ γνώμων OG ὀρίζουσι τὸ μεσημβρινὸν ἐπίπεδον. Πράγματι ἐκ τῶν ἴσων ὀρθογωνίων τριγώνων $OΓA$, $OΓB$ προκύπτει ὅτι $\omega = \omega'$, ἦτοι ὁ Ἥλιος ἔχει τὸ αὐτὸ ὕψος κατὰ τὰς θεωρηθείσας στιγμὰς. Ἐπειδὴ δὲ τὸ ἐπίπεδον $ΓOδ$ διχοτομεῖ τὴν διεδρον γωνίαν $AOΓB$ τῶν κατακορύφων τοῦ Ἥλιου κατὰ τὰς στιγμὰς ταύτας, ἔπεται (§ 18) ὅτι $ΓOδ$ εἶναι τὸ ἐπίπεδον τοῦ οὐρανοῦ μεσημβρινοῦ.

20. Κύρια σημεῖα τοῦ ὀρίζοντος. Ἡ εὐθεῖα $\nu\delta$ (Σχ. 11), κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ ἐπίπεδον τοῦ ὀρίζοντος τέμνεται ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ ἐπιπέδου ἑνὸς τόπου A , λέγεται *μεσημβρινὴ γραμμὴ* τοῦ τόπου τούτου.

Ἡ δὲ διάμετρος $\alpha\delta$ τοῦ ὀρίζοντος, ἡ ὁποία εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν, λέγεται *ἄξων τοῦ μεσημβρινοῦ*.

Τὸ ἄκρον δ τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται ἔμπροσθεν παρατηρητοῦ βλέποντος πρὸς τὸ βόρειον μέρος τοῦ ὀρίζοντος, λέγεται *βορρᾶς*. Τὸ ἄλλο ἄκρον ν αὐτῆς λέγεται *νότος*. Τὸ ἄκρον α τοῦ ἄξονός τοῦ μεσημβρινοῦ, τὸ ὁποῖον κεῖται πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ ρηθέντος παρατηρητοῦ λέγεται *ἀνατολή*, τὸ δὲ ἄλλο ἄκρον δ αὐτοῦ λέγεται *δύσις*. Τὰ τέσσαρα ταῦτα σημεῖα α , δ , ν λέγονται *κύρια σημεῖα* τοῦ ὀρίζοντος.

Ἀσκήσεις. 14) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς ἐκάστου τόπου εἶναι κατόρυφος κύκλος.

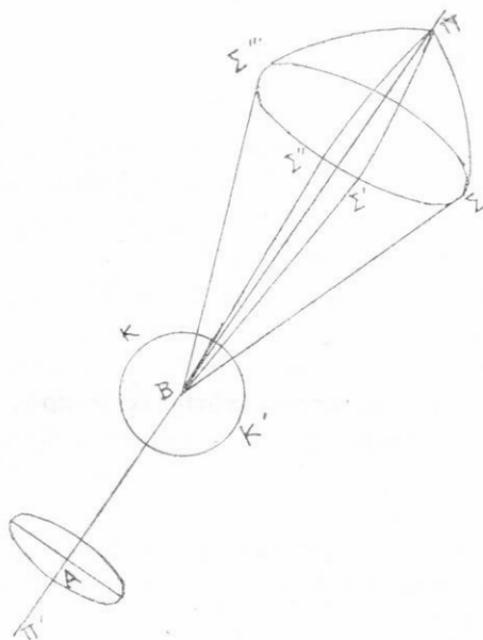
15) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς ἐκάστου τόπου εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν ὀρίζοντα αὐτοῦ.

16) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ὁ ἄξων τοῦ μεσημβρινοῦ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν μεσημβρινόν.

τοῦ τηλεσκοπίου πρὸς ἀειφανῆ τινα ἀστέρα Σ , ἔστω δὲ $B\Gamma$ ἢ πρὸς τὸν ὀπτικὸν ἄξονα παράλληλος ἀκτὶς τοῦ $ΚΚ'$ κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην. Μετὰ ἡμίσειαν ἀστρικήν ἡμέραν βλέπομεν πάλιν τὸν αὐτὸν ἀστέρα ἐν τῷ μεσημβρινῷ ἐπιπέδῳ καὶ κατὰ διεύθυνσιν παράλληλον πρὸς τὴν ἀκτῖνα $B\Gamma'$, ἔστω δὲ $B\Delta$ ἡ διχοτόμος τῆς γωνίας $\Gamma B \Gamma'$.

Ἐὰν ἐργασθῶμεν κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον μὲ διαφόρους ἀειφανεῖς ἀστέρας, ἀνευρίσκομεν πάντοτε τὴν αὐτὴν διχοτόμον $B\Delta$. Αὕτη δὲ κατ' ἀκολουθίαν τέμνει τὴν οὐράνιον σφαῖραν εἰς ὠρισμένα καὶ τὰ αὐτὰ πάντοτε σημεῖα Π καὶ Π' (Σχ.13).

Μετὰ ταῦτα ἄς τοποθετήσωμεν ἓνα Θεοδόλιχον, ὥστε ὁ ἄξων AB αὐτοῦ νὰ ἔχη τὴν διεύθυνσιν τῆς $\Pi\Pi'$ (Σχ. 14) καὶ ἄς προσαρμόσωμεν εἰς αὐτὸν ὠρολογιακὸν μηχανισμόν, δι' οὗ ὁ δίσκος $ΚΚ'$ δύναται νὰ λάβῃ ἰσοσταθῆ περιστροφικὴν κίνησιν ἐξ A πρὸς Δ περὶ τὸν ἄξονα AB 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 AB



Σχ. 14.

καὶ τοῦ ὀπτικοῦ ἄξονος νὰ μένῃ ἀμετάβλητος. Ἐὰν ἤδη τὴν στιγμὴν ταύτην θέσωμεν εἰς ἐνέργειαν τὸν ὠρολογιακὸν μηχανισμόν, παρατηροῦμεν διττὸν ὀπτικὸν ἄξονα τοῦ τηλεσκοπίου διευθύνεται διαρκῶς πρὸς τὸν ἀστέρα, ἐφ' ὅσον οὗτος εὕρισκε-

ται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα εἰς διαφόρους θέσεις Σ, Σ', Σ'' κτλ τῆς τροχιάς του. Ἐπειδὴ δὲ αἱ γωνίαι ΠΒΣ, ΠΒΣ', ΠΒΣ'' ΠΒΣ''' κτλ εἶναι σταθεραὶ, ἔπεται ὅτι καὶ τὰ τόξα ΠΣ, ΠΣ', ΠΣ'' κτλ εἶναι ἴσα. Συμπεραίνομεν λοιπὸν ὅτι ἡ τροχιά ΣΣ'Σ'' τοῦ ἀστέρος εἶναι περιφέρεια, ἡ ὁποία ἔχει πόλον τὸ σημεῖον Π.

Ἔστω: *Αἱ τροχιαὶ τῶν ἀστέρων εἶναι περιφέρειαι κύκλων καθέτων ἐπὶ ὠρισμένην καὶ τὴν αὐτὴν διάμετρον τῆς οὐρανόσφαιρας.*

Γ'. Ἐπειδὴ ὁ ὀπτικὸς ἄξων τοῦ Θεοδολίχου κατὰ τὴν ρηθεῖσαν τοποθέτησιν αὐτοῦ στρέφεται ἐξ Α πρὸς Δ ἰσοταχῶς περὶ τὴν εὐθεῖαν ΒΑ, ἔπεται ὅτι καὶ πᾶς ἀστήρ, πρὸς τὸν ὅποιον ὁ ὀπτικὸς οὖτος ἄξων κατευθύνεται, κινεῖται ὁμοίως.

Ἔστω: *Ἐκαστος ἀστήρ κινεῖται ἰσοταχῶς, ἦτοι εἰς ἴσους χρόνους διανύει ἴσα τόξα τῆς τροχιάς αὐτοῦ.*

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

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

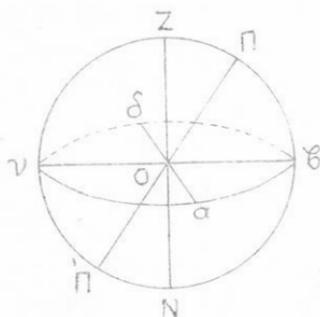
Ἐκ τῶν νόμων τούτων γίνεται φανερόν ὅτι οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες κινουῦνται, ὡς ἐὰν οὗτοι ἦσαν προσηλωμένοι ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς οὐρανόσφαιρας, αὕτη δὲ ἐστρέφετο ἰσοταχῶς περὶ ὠρισμένην διάμετρον αὐτῆς ἐξ Α πρὸς Δ καὶ συνεπλήρωνε μίαν περιστροφὴν εἰς μίαν ἀστρικὴν ἡμέραν. Ἔνεκα τούτου ἡ κίνησις αὕτη τῶν ἀστέρων λέγεται *φαινομένη ἡμερησία κίνησις τῆς οὐρανόσφαιρας.*

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 *ἄνδρομη* φορά.

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

22. Ἄξων τοῦ κόσμου.— Πόλοι τοῦ Οὐρανοῦ. Ἡ διάμετρος τῆς οὐρανόσφαιρας, 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.



Σχ. 15.

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

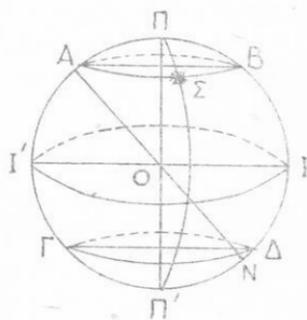
Ὁ πόλος Π (Σχ. 15), ὁ ὁποῖος κεῖται ἔμπροσθεν ἡμῶν, ὅταν βλέπωμεν πρὸς βορρᾶν, καλεῖται *βόρειος πόλος*, ὁ δὲ ἄλλος Π' κεῖται ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα ἡμῶν καὶ καλεῖται *νότιος πόλος*.

23. Διάφοροι ἄλλοι κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας.

Ὁ μέγιστος κύκλος τῆς οὐρανίου σφαίρας, ὁ ὁποῖος 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 ἐν 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). Αὕτη εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν μεσημβρινόν, κατ' ἀκολουθίαν δὲ καὶ ἐπὶ τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν νδ. Ἡ τομὴ λοιπὸν αὕτη εἶναι ὁ ἄξων τοῦ μεσημβρινοῦ (§ 20).

Οἱ παράλληλοι πρὸς τὸν οὐράνιον ἰσημερινόν κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας λέγονται *παράλληλοι κύκλοι* αὐτῆς. Π. χ. οἱ μικροὶ κύκλοι ΑΣΒ, 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.



Σχ. 16.

Οἱ μέγιστοι κύκλοι τῆς οὐρανόσφαιρας, οἱ ὁποῖοι διέρχονται ἀπὸ τοὺς πόλους αὐτῆς, λέγονται *ὠριαῖοι κύκλοι* ἢ *κύκλοι ἀποκλίσεως*. Τὸ ὠριαῖον ἡμικύκλιον, τὸ ὁποῖον περιέχει ἓνα ἀστέρα ἢ ἓν οἰονδήποτε σημεῖον λέγεται ἰδιαίτερος *ὠριαῖος* τοῦ ἀστέρος ἢ τοῦ σημείου τούτου. Π. χ. ὠριαῖος τοῦ ἀστέρος Σ (Σχ. 16) εἶναι τὸ ἡμικύκλιον ΠΣΠ'.

Ὁ ὠριαῖος κύκλος ΠΖΠ'Ν (Σχ. 15), ὃ ὁποῖος διέρχεται ἀπὸ τὸ Ζενίθ ἑνὸς τόπου, εἶναι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς τοῦ τόπου τούτου.

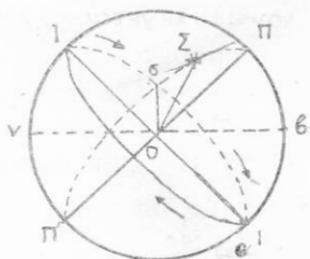
Ἡ Ἐκλειπτικὴ τέμνει τὴν περιφέρειαν τοῦ οὐρανόσφαιρας εἰς δύο σημεῖα. Ἀπὸ τὸ ἓν τούτων διέρχεται ὁ ἥλιος, ὅταν μεταβαίνῃ ἀπὸ τὸ νότιον εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον τῆς οὐρανόσφαιρας. Τοῦτο σημειώνεται μὲ τὸ γράμμα γ. Ἀπὸ τὸ ἄλλο γ' διέρχεται ὁ ἥλιος, ὅταν μεταβαίνῃ ἀπὸ τὸ βόρειον εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον τῆς οὐρανόσφαιρας.

Ὁ ὠριαῖος τοῦ σημείου γ λέγεται ἰδιαίτερος *κόλουρος τῶν ἡμεριῶν*. (Βλέπε χάρτην τῶν ζῳδίων).

24. Ὁριαία γωνία ἀστέρος. Ὁ ὠριαῖος ΠνΠ' τοῦ νότου ἑνὸς τόπου Ο (Σχ. 17) καὶ ὁ ὠριαῖος ΠΣΠ' ἀστέρος Σ κατὰ τινα στιγμήν σχηματίζουσι 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 ἡμερινοῦ. Διὰ τοῦτο δὲ ἡ ὠριαία γωνία μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφέρειας τοῦ οὐρανόσφαιρας ἡμερινοῦ καὶ κατὰ συνθήκην κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν. Λαμβάνεται δὲ ὡς ἀρχὴ ἡ τομὴ Ι τῆς περιφέρειας τοῦ οὐρανόσφαιρας ἡμερινοῦ καὶ τοῦ ὠριαίου τοῦ νότου.

Ἡ ὠριαία γωνία μεταβάλλεται ἀπὸ 0° ἕως 360°.

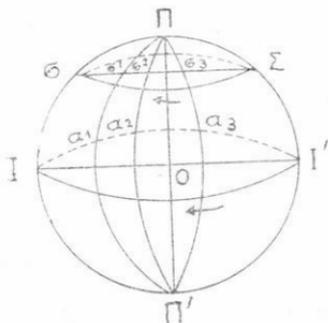
Συνήθως ὁμῶς τὴν H μετροῦσιν εἰς ὥρας, πρῶτα καὶ δευτέρα λεπτά καὶ ἀπὸ 0 ἕως 24 ὥρας. Πρὸς τοῦτο νοοῦσι τὴν περιφέρειαν τοῦ ἡμερινοῦ διηρημένην εἰς 24 ἴσα τόξα. Ἐκαστον



Σχ. 17.

τούτων λέγεται τόξον μιᾶς ὥρας καὶ διαιρεῖται εἰς 60 ἴσα τόξα. Ἐκαστὸν ἀπὸ αὐτὰ λέγεται τόξον ἑνὸς πρώτου λεπτοῦ καὶ διαιρεῖται εἰς 60 τόξα δευτέρου λεπτοῦ. Εἶναι δὲ τόξον 1 ὥρας $=15^\circ$, τόξ. $1^\pi = 15'$ καὶ τόξ. $1^\delta = 15''$.

Ἐνεκα τῆς ἡμερησίας κινήσεως ἡ H ἐκάστου ἀστέρος μεταβάλλεται ἀπὸ στιγμῆς εἰς στιγμήν.



Σχ. 18.

Ἐπειδὴ δὲ ἡ κίνησις αὕτη εἶναι ἰσοταχῆς, τὰ τόξα $\sigma\sigma_1, \sigma\sigma_2, \sigma\sigma_3$ κ.τ.λ. τὰ ὁποῖα διανύονται ὑπὸ ἀστέρος τινὸς εἶναι ἀνάλογα πρὸς τοὺς χρόνους, κατὰ τοὺς ὁποίους διανύονται (Σχ. 18). Καὶ τὰ ἀντίστοιχα δὲ πρὸς ταῦτα τόξα $\iota\alpha_1, \iota\alpha_2, \iota\alpha_3$ κ.τ.λ. τοῦ οὐρανόου ἰσημερινοῦ μεταβάλλονται ἀναλόγως τοῦ χρόνου. Ἐκ τούτων ἐννοοῦμεν ὅτι.

Ἡ ὠριαία γωνία ἐκάστου ἀστέρος μεταβάλλεται ἀναλόγως τοῦ χρόνου.

Ἀσκήσεις. 19) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι οἱ ὠριαῖοι κύκλοι εἶναι κάθετοι ἐπὶ τὸν οὐράνιον ἰσημερινόν. \vee

20) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς ἐκάστου τόπου εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν οὐράνιον ἰσημερινόν.

21) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ὁ οὐράνιος ἰσημερινὸς καὶ ὁ ὀρίζων διχοτομοῦνται.

22) Νὰ εὑρητε τὴν ὠριαίαν γωνίαν ἐκάστου τῶν κυρίων σημείων τοῦ ὀρίζοντος.

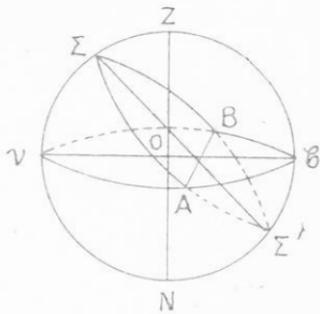
23) Νὰ εὑρητε τὸν γεωμετρικὸν τόπον τῶν σημείων, τῆς οὐρανόου σφαίρας, τὰ ὁποῖα ἔχουσιν $H=6$ ὥρας.

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

25) Ποῖα σημεῖα τῆς οὐρανόου σφαίρας ἔχουσιν $H < 12$ ὥρων καὶ ποῖα ἔχουσιν $H > 12$ ὥρων;

26) Ποῖα σημεῖα τῆς οὐρανόου σφαίρας ἔχουσιν $H = 12$ ὥρας;

25. Ἡμερήσιον καὶ νυκτερινὸν τόξον ἀστέρος. Ἐστω $\Sigma\Sigma'$ (Σχ. 19) ἡ τροχιά ἀστέρος καὶ AB ἡ τομὴ αὐτῆς ὑπὸ τοῦ ὀρίζοντος. 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. Ἄπασα 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 ἕναστος τῶν παραλλήλων κύκλων τῆς οὐρανίου σφαίρας κατὰ διάμετρον τοῦ παραλλήλου τούτου.

Β'. Ἐστω $\Sigma\Sigma'$ ὁ ὑπὸ ἀστέρος γραφόμενος παράλληλος καὶ AB ἡ τομὴ αὐτοῦ ὑπὸ τοῦ ὀρίζοντος. Ἐπειδὴ ὁ ὀρίζων καὶ ὁ παράλληλος εἶναι κάθετοι ἐπὶ τὸν οὐράνιον μεσημβρινὸν 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 ὅθεν AB ὑποτεινόμενα τόξα $A\Sigma B$, $B\Sigma'A$ διχοτομοῦνται ὑπὸ τῆς διαμέτρου $\Sigma\Sigma'$, ἦτοι 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 ἀστήρ διέρχεται διὰ τοῦ μεσημβρινοῦ, λέγονται *μεσουρανήσεις* τοῦ ἀστέρος τούτου. Ἐκ τούτων ἐκείνη, κατὰ τὴν ὁποίαν ὁ ἀστήρ διέρχεται διὰ τοῦ ὠριαίου τοῦ ζενίθ, καλεῖται *ἄνω μεσουράνησις*, ἡ δὲ ἄλλη κάτω *μεσουράνησις*.

Ἄμφότεραι αἱ μεσουρανήσεις τῶν μὲν ὀφειφανῶν ἀστέρων

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

Ἀσκήσεις. 27) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ἕκαστος ἀστὴρ χρειάζεται ἀπὸ τῆς ἄνω μεσουρανῆσεως μέχρι τῆς δύσεως, ὅσον χρόνον χρειάζεται ἀπὸ τῆς ἀνατολῆς μέχρι τῆς ἄνω μεσουρανῆσεως.

28) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ὁ ἀπὸ τῆς κάτω μέχρι τῆς ἄνω μεσουρανῆσεως ἀστέρος χρόνος ἰσοῦται πρὸς τὸν ἀπὸ τῆς ἄνω μέχρι τῆς κάτω μεσουρανῆσεως τοῦ αὐτοῦ ἀστέρος καὶ ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ.

29) Ἄστυρ τις μεσουρανεῖ κάτω 4 ὥρας μετὰ τὴν δύσιν του. Μετὰ πόσας ὥρας ἀπὸ τῆς κάτω μεσουρανῆσεως θὰ ἀνατείλῃ;

30) Ἄστυρ διαμένει 16 ὥρας ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα. Μετὰ πόσας ὥρας ἀπὸ τῆς ἀνατολῆς μεσουρανεῖ ἄνω;

28. Ἀστρική ἡμέρα.— Ἀστρικός χρόνος.— Ἀστρικά ἐκκρεμῆ.— Ἐὰν κατὰ τινα στιγμὴν ἀστὴρ ἢ ἄλλο σημεῖον τῆς οὐρανίου σφαίρας μεσουρανεῖ ἄνω εἰς ἓνα τόπον ἢ ἀκόλουθος ἄνω μεσουράνησις αὐτοῦ εἰς τὸν αὐτὸν τόπον, θὰ γίνῃ μετὰ σταθερὸν χρόνον, ὁ ὁποῖος ἐκλήθη ἀστρική ἡμέρα (§ 21 Α')

Κατὰ ταῦτα ἡ ἀστρική ἡμέρα ὀρίζεται ὡς ἑξῆς: *Ἀστρική ἡμέρα καλεῖται ὁ χρόνος, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἄνω μεσουρανῆσεων ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ ἀστέρος ἢ ἄλλου ὀρισμένου 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 στιγμὴ τῆς ἄνω μεσουρανῆσεως τοῦ γ ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ Ἐὰν εἰς τινα στιγμὴν ἀστρικῆς ἡμέρας τὸ γ ἔχη ὠριαίαν γωνίαν H° , ὁ παρελθὼν ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τῆς ἡμέρας ταύτης χρόνος εἶναι $\frac{H^\circ}{15^\circ}$ ἀστρικά ὥραι. Ἄλλ' ὁ χρόνος οὗτος δηλοῦ

καὶ τὴν ὠριαίαν γωνίαν τοῦ γ εἰς ὥρας κτλ. κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν. Διὰ τοῦτο καλοῦμεν *ἀστρικὸν χρόνον ἢ ἀστρικήν ὥραν τόπου κατὰ τινα στιγμήν τὴν H τοῦ γ* (εἰς ὥρας κτλ.) *κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν.*

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

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

Ἀσκήσεις. 31) Κατὰ ποῖαν ὥραν δῦει καὶ κατὰ ποῖαν ἀνατέλλει τὸ γ ;

32) Κατὰ ποῖαν ὥραν ἀνατέλλει καὶ κατὰ ποῖαν δῦει τὸ γ' ;

33) Κατὰ ποῖαν ὥραν τὸ γ μεσουρανεῖ κάτω; Πόσην H ἔχει τότε τὸ γ' ;

34) Ἐὰν εἷς ἀστήρ κατὰ τὴν ἡμερησίαν κίνησιν γράφῃ τὸν οὐράνιον ἰσημερινόν, πόσον χρόνον μένει ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα καὶ πόσον ὑπ' αὐτόν;

35) Πόσαι ὥραι μεσολαβοῦσι μεταξὺ τῆς ἄνω καὶ τῆς κάτω μεσουρανήσεως ἀστέρος, ὅστις γράφει τὸν οὐράνιον ἰσημερινόν;

36) Ἄστηρ μεσουρανεῖ συγχρόνως μετὰ τοῦ γ καὶ παραμένει 8 ὥρας καὶ 20π. ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα τόπου τινός. Κατὰ ποῖαν ὥραν δῦει;

37) Μετὰ πόσας ὥρας ἀπὸ τῆς ἄνω μεσουρανήσεως θὰ δύσῃ ἀστήρ, ὅστις μένει ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα 14 ὥρας καὶ 20π;

38) Μετὰ πόσας ὥρας ἀπὸ τῆς κάτω μεσουρανήσεως θὰ ἀνατεῖλῃ ἀστήρ, ὅστις διανύει τὸ ἡμερήσιον τόξον του εἰς 13 ὥρας 20π 38δ;

39) Ἄστηρ μεσουρανεῖ κάτω μετὰ 6 ὥρ 25π. 38δ. ἀπὸ τῆς δύσεώς του. Εἰς πόσον χρόνον διανύει τὸ ἡμερήσιον καὶ εἰς πόσον τὸ νυκτερινόν τόξον τῆς τροχιάς του;

40) Ἄστηρ ἀνατέλλει 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;

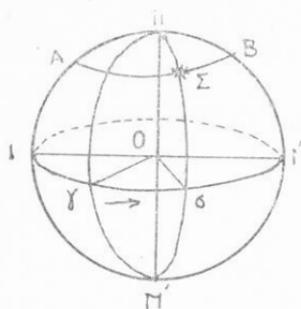
41) Κατὰ ποίαν ὥραν μεσουρανεῖ ἄνω ἄστηρ, ὅστις ἀνατέλλει τὴν 10 ὥραν καὶ δύει τὴν 20 ὥραν 20π 21δ;

42) Ἄστηρ ἀνατέλλει τὴν 17 ὥραν καὶ δύει τὴν 7 ὥραν τῆς ἀκολουθοῦσας ἀστρικῆς ἡμέρας. Πόσην H ἔχει κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς ἡμέρας ταύτης;

43) Ἄστηρ ἀνατέλλει τὴν 3 ὥραν καὶ δύει τὴν 12 ὥραν. Κατὰ ποίαν ὥραν θὰ ἔχη $H=12$ ὥρας;

29. Ὅρισμός τῆς θέσεως ἀστέρος κατὰ τινὰ στιγμὴν. Ἐὰν γνωρίζωμεν τὸν παράλληλον ἑνὸς ἀστέρος καὶ τὸν ὠριαῖον αὐτοῦ κατὰ τινὰ στιγμὴν, ὀρίζομεν τὴν θέσιν αὐτοῦ κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην. Διότι οὗτος εὐρίσκεται εἰς τὴν τομῆν τῶν περιφερειῶν τούτων.

Ἐστω Σ (Σχ. 20) ἡ θέσις ἑνὸς ἀστέρος κατὰ τινὰ στιγμὴν καὶ AB ὁ παράλληλος, τὸν ὅποιον γράφει κατὰ τὴν ἡμερησίαν κίνησιν τῆς οὐρανίου σφαίρας. Τὸ μεταξὺ αὐτοῦ καὶ



Σχ. 20.

τοῦ οὐρανίου ἰσημερινοῦ περιεχόμενον τόξον $\Sigma\sigma$ τοῦ ὠριαίου τοῦ Σ εἶναι σταθερὸν διὰ τὸν ἄστέρα τοῦτον. Ἐπὶ τοῦ τόξου δὲ τούτου βαίνει ἡ γωνία $\Sigma O\sigma$, τὴν ὅποιαν σχηματίζει ἡ ἀκτίς $O\Sigma$ μετὰ τὸν οὐράνιον ἰσημερινόν. Ἡ γωνία αὕτη $\Sigma O\sigma$ λέγεται ἀπόκλισις (δ) τοῦ ἀστέρος Σ .

Ἡ ἀπόκλισις ἑκάστου 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 μεταξὺ 0° καὶ 90° ἢ μεταξὺ 0° καὶ -90° .

Ἐπειδὴ δὲ ἕκαστος ἀσὴρ γράφει κατὰ τὴν ἡμερησίαν κίνησιν τὸν αὐτὸν παράλληλον, ἔπεται ὅτι ἡ ἀπόκλισις αὐτοῦ δὲν μεταβάλλεται μετὰ τοῦ τόπου, οὐδὲ μετὰ τοῦ χρόνου.

Ἐάν 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.

Β'. Ὁ κόλουρος τῶν ἰσημερινῶν $\gamma\Gamma\Gamma'$ καὶ ὁ ὠριαῖος $\Pi\Sigma\Pi'$ ἑνὸς ἀστέρος Σ κατὰ τινὰ στιγμήν σχηματίζουν μίαν διεδρον γωνίαν $\gamma\Pi\Pi'\Sigma$. Αὕτη λέγεται *ὀρθὴ ἀναφορὰ* (α) τοῦ ἀστέρος Σ .

Ἄντιστοιχος ἐπίπεδος γωνία αὐτῆς εἶναι ἡ γωνία $\gamma\Theta\sigma$, ἡ ὁποία βαίνει ἐπὶ τοῦ τόξου $\gamma\sigma$ 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 φόραν. Κυμαίνεται δὲ ἡ α τῶν ἀστέρων ἀπὸ 0 μέχρι 24 ὥρων.

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

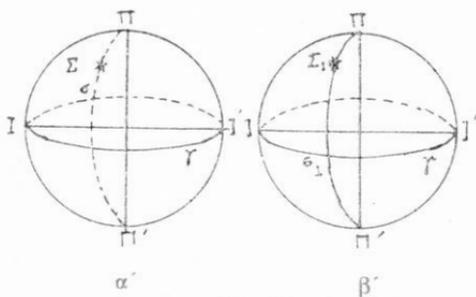
Ἐκ τούτων ἐννοοῦμεν ὅτι: *Ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ ἐκάστου ἀπλανοῦς ἀστέρος εἶναι σταθερά.*

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

Ἡ ἀπόκλισις καὶ ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ ἑνὸς ἀστέρος λέγονται ὁμοῦ *οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι* τοῦ ἀστέρος τούτου. Ἐκ τῶν προηγουμένων ἐπεταὶ ὅτι, διὰ νὰ ὀρίσωμεν τὴν θέσιν ἑνὸς ἀστέρος ἐπὶ τῆς οὐρανίου 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 μεταξὺ α , H ἑνὸς ἀστέρος καὶ ἀστρικοῦ χρόνου X κατὰ τινὰ στιγμήν. Α'. Ἐστω Σ εἰς ἀστήρ ($\Sigma\chi$ 21α'), ὁ ὁποῖος ἔχει $H=I\sigma$, $\alpha=\gamma I'\sigma$, καθ' ἣν στιγμήν εἶναι, $\Pi'\gamma=X$. Ἐπειδὴ $\Pi'\gamma=I\sigma+\sigma I'\gamma$, ἐπεταὶ ὅτι $X=H+a$. (1) Διὰ τὸν ἀστέρα Σ_1 ($\Sigma\chi$. 21β') εἶναι $H=I\sigma_1$, $\alpha=\gamma I'\sigma_1$ καὶ ἐπομέ-

ως $\sigma_1 \gamma = 24 \text{ \acute{\omega}\rho.} - \alpha$. Ἐπειδὴ δὲ $\Pi' \gamma_{\sigma_1} = \Pi' \gamma + \gamma_{\sigma_1}$, ἔπεται ὅτι $H = X + 24 - \alpha$. Ἐκ ταύτης δὲ εὐρίσκομεν ὅτι $X + 24 = H + \alpha$ (2) "Ὅταν εἷς ἀστὴρ μεσουρανεῖ ἄνω εἰς ἓνα τόπον, εἶναι $H = 0$, ἢ δὲ (1) γίνεται $X = \alpha$ (3). "Ἦτοι: Ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ ἐκάστου



Σχ. 21.

ἀστέρος ἰσοῦται πρὸς τὸν ἀστρικὸν χρόνον κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἄνω μεσουρανήσεως αὐτοῦ.

Ἀσκήσεις. 44) Νὰ ὀρίσητε τὰς οὐρανογραφικὰς συντεταγμένας τοῦ γ καὶ τοῦ γ' .

45) Νὰ ὀρίσητε τὰς οὐρανογραφικὰς συντεταγ-

μένας τῆς ἀνατολῆς καὶ τῆς δύσεως ἑνὸς τόπου, ὅταν τὸ γ μεσουρανεῖ ἄνω ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ.

46) Νὰ ὀρίσητε τὴν ὀρθὴν ἀναφορὰν τοῦ νότου ἑνὸς τόπου κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς ἀστρικῆς ἡμέρας ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ.

47) Νὰ ὀρίσητε τὴν α τοῦ βορρᾶ ἑνὸς τόπου, ὅταν τὸ γ ἀνατέλλῃ ἐν αὐτῷ.

48) Νὰ ὀρίσητε τὴν α τῆς δύσεως καὶ τῆς ἀνατολῆς εἰς τινὰ τόπον τὴν ἡν ἀστρικὴν ὥραν τοῦ τόπου τούτου.

49) Νὰ ὀρίσητε τὴν α ἑνὸς ἀστέρος, ὁ ὁποῖος μεσουρανεῖ ἄνω, ὅταν τὸ γ μεσουρανεῖ κάτω.

50) Εἷς ἀστὴρ ἔχων $P = 90^\circ$ μεσουρανεῖ ἄνω εἰς τινὰ τόπον, ὅταν τὸ γ ἀνατέλλῃ εἰς τὸν τόπον τοῦτον. Νὰ εὔρητε τὰς οὐρανογραφικὰς συντεταγμένας αὐτοῦ.

51) Εἷς ἀστὴρ μεσουρανεῖ ἄνω ἐν Ἀθήναις τὴν 15 ὥρ. 20π. 353. Νὰ εὔρητε τὴν α αὐτοῦ.

52) Εἷς ἀστὴρ ἔχει $\alpha = 8 \text{ \acute{\omega}\rho.}$ Κατὰ ποίαν ἀστρικὴν ὥραν ἔχει οὗτος $H = 3 \text{ \acute{\omega}\rho.}$ 40 π;

53) Εἷς ἀστὴρ ἔχει $\alpha = 13 \text{ \acute{\omega}\rho.}$ 25π. Κατὰ ποίαν ἀστρικὴν ὥραν ἔχει $H = 15 \text{ \acute{\omega}\rho.}$ 5π;

54) Εἷς ἀστὴρ ἔχει $\delta = 0^\circ$ καὶ ἀνατέλλει ἐν Ἀθήναις τὴν

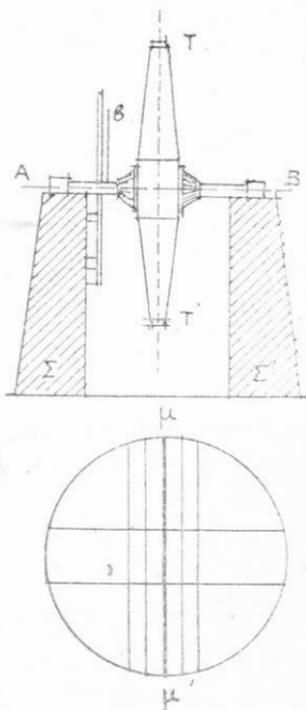
7 ὥρ. 24π. 35δ. Νά εὔρητε κατὰ ποίαν ὥραν μεσουρανεῖ ἄνω καὶ κατὰ ποίαν δύνει ἐν Ἀθήναις;

55) Εἰς ἀστήρ ἔχει $P=12^{\circ}0'40''$ καὶ μεσουρανεῖ ἄνω ἐν Ἀθήναις τὴν 18 ὥρ. 10π. 42δ. Νά εὔρητε τὰς οὐρανογραφικὰς συντεταγμένας αὐτοῦ.

31. Μεσημβρινὸν τηλεσκόπιον. Ἐκαστὸν ἀστεροσκοπεῖον ἔχει ἐν 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 κατακορύφωv 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*.

Παραπλεύρως τοῦ τηλεσκοπίου τούτου κεῖται κατακόρυφος κύκλος, ὁ ὁποῖος στερεοῦται κατὰ τὸ κέντρον του ἐπὶ τοῦ ἄξονος $ΑΒ$. Ἐν τῷ ἐπιπέδῳ δὲ τοῦ κύκλου τούτου στρέφεται περὶ τὸ κέντρον του καὶ συγχρόνως μὲ τὸν ἄξονα τοῦ τηλεσκοπίου μία βελὸν $β$. Ταύτης τὸ κινητὸν ἄκρον διατρέχει τὴν περιφέρειαν τοῦ κύκλου, ἣτις εἶναι διηρημένη εἰς μοίρας κτλ. Τὸ σταυρόνημα τοῦ τηλεσκοπίου τούτου ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ὀριζόντια νήματα καὶ ἀπὸ 5 ἄλλα, τὰ ὁποῖα εἶναι κάθετα ἐπ' αὐτὰ 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

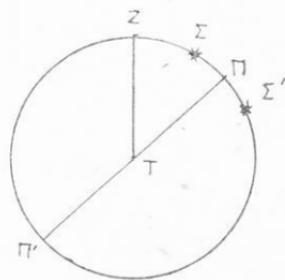


Σχ. 22—23.

εἷς ἀστὴρ διέρχεται πρὸ τοῦ μεσημβρινοῦ νήματος, ὁ ἀστὴρ μεσουρανεῖ ἄνω. Διὰ τὴν ὄρισην 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 ὄρον αὐτῶν.

32. Χρῆσις τοῦ μεσημβρινοῦ τηλεσκοπίου. Διὰ τοῦ μεσημβρινοῦ τηλεσκοπίου οἱ ἀστρονόμοι ἐκτελοῦσι τὰς ἀκολούθους ἐργασίας. 1ον Ὅριζουσι τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου ὡς ἐξῆς. Καθιστῶσι κατακόρυφον τὸν ὀπτικὸν ἄξονα τοῦ τηλεσκοπίου καὶ σημειώνουσι τὴν ἀκτῖνα τοῦ κύκλου τοῦ ὄργανου, μὲ τὴν ὁποίαν συμπίπτει τότε ἡ βελὸν ἔξω αὐτοῦ. Ἐπειτα στρέφουσι τὸ μεσημβρινὸν τηλεσκόπιον πρὸς ἓνα ἀειφανῆ ἀστὴρα, καθ' ἣν στιγμὴν οὗτος μεσουρανεῖ ἄνω. Προφανῶς ἡ γωνία, καθ' ἣν ἐστράφη ἡ βελὸν εἶναι ἡ ζενιθία ἀπόστασις $Z\Sigma = Z_1$ τοῦ ἀστέρος κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην (Σχ. 24).

Μετὰ 12 ὥρας μετροῦσι κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον τὴν ζενιθίαν ἀπόστασιν $Z\Sigma' = Z_2$ τοῦ αὐτοῦ ἀστέρος. Ἄν δὲ Π εἶναι ὁ βόρειος πόλος τοῦ οὐρανοῦ, θὰ εἶναι $Z\P = Z\Sigma + \Sigma\P$ καὶ $Z\P = Z\Sigma' - \Sigma'\Pi$. Προσθέτοντες τὰς ἰσότητας ταύτης κατὰ μέλη καὶ παρατηροῦντες ὅτι $\Sigma\P = \Pi\Sigma'$, εὐρίσκουσιν ὅτι $Z\P = \frac{Z_1 + Z_2}{2}$. Μετὰ ταῦτα στρέφουσι τὸν ὀπτικὸν ἄξονα, μέχρις οὗ ἡ βελὸν ἔξω σχηματίσῃ γωνίαν $\frac{Z_1 + Z_2}{2}$ μὲ τὴν ἀρχικῶς σημειωθείσαν ἀκτῖνα τοῦ κύκλου. Εἰς τὴν θέσιν ταύτην ὁ ὀπτικὸς ἄξων διεύθυνεται πρὸς τὸν πόλον Π, ἥτοι ἔχει τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου.



Σχ. 24.

2ον. Μετροῦσι τὰς οὐρανογραφικὰς συντεταγμένας οἰουδήποτε ἀστέρος Σ ὡς ἐξῆς. Ὅριζουσι τὴν ἀκτῖνα τοῦ κύκλου τοῦ ὄργανου, μὲ τὴν ὁποίαν συμπίπτει ἡ βελὸν ἔξω, ὅταν ὁ ὀπτικὸς ἄξων ἔχη τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου. Στρέφουσι ἔπειτα τὸν ὀπτικὸν ἄξονα τοῦ μεσημβρι-

νοῦ τηλεσκοπίου πρὸς τὸν ἀστέρα Σ καὶ προσδιορίζουσι μὲ τὴν βοήθειαν παρακειμένου ἀστρικοῦ ἐκκρεμοῦς τὴν ἀκριβῆ ὥραν τῆς διαβάσεως αὐτοῦ πρὸ τοῦ μεσημβρινοῦ γήματος. Ἡ ὥρα αὕτη εἶναι (§ 30, 3) ἡ ὀρθὴ ἀναφορά τοῦ ἀστέρος.

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

Ἀσκήσεις. 56) Εἷς ἀστὴρ ἔχει $P = 90^\circ$ καὶ ἀνατέλλει εἰς ἓνα τόπον τὴν 3 ὥραν 20π. Νὰ εὑρητε τὰς οὐρανογραφικὰς συντεταγμένας αὐτοῦ.

57) Εἷς ἀστὴρ ἔχει $\alpha = 2$ ὥρας 12π. 35δ. καὶ δύει εἰς ἓνα τόπον τὴν 8 ὥραν 12π. 35δ. Νὰ εὑρητε τὴν ἀπόκλισιν αὐτοῦ.

58) Εἷς ἀστὴρ ἀνατέλλει εἰς ἓνα τόπον τὴν 2 ὥραν καὶ δύει τὴν 12 ὥραν. Νὰ εὑρητε τὴν α αὐτοῦ.

59) Εἷς ἀειφανῆς ἀστὴρ ἔχει ζενιθίαν ἀπόστασιν $25^\circ 30'$ κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησιν καὶ $45^\circ 20'$ κατὰ τὴν κάτω μεσουράνησιν εἰς ἓνα τόπον. Νὰ εὑρητε τὴν πολικὴν ἀπόστασιν τοῦ ζενιθ τοῦ τόπου τούτου.

60) Εἷς ἀειφανῆς ἀστὴρ ἔχει ζενιθίαν ἀπόστασιν $50^\circ 52' 40''$ κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησιν ἐν Ἀθήναις καὶ $53^\circ 10' 40''$ κατὰ τὴν κάτω μεσουράνησιν. Νὰ εὑρητε τὸ ὕψος (ἔξαρμα) τοῦ βορείου πόλου ἐν Ἀθήναις.

61) Τὸ ζενιθ ἑνὸς τόπου ἔχει $P = 48^\circ 10'$. Εἷς δὲ ἀειφανῆς ἀστὴρ κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησιν εἰς τὸν τόπον τοῦτον ἔχει $Z = 28^\circ 10'$. Νὰ εὑρητε τὴν ζενιθίαν ἀπόστασιν αὐτοῦ κατὰ τὴν κάτω μεσουράνησιν εἰς τὸν αὐτὸν τόπον.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

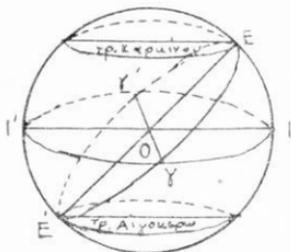
Ο ΗΛΙΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΦΑΙΝΟΜΕΝΗ ΚΙΝΗΣΙΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ

33. Σχῆμα καὶ θέσις τῆς Ἐκλειπτικῆς.— Ἰσημερίαὶ καὶ τροπαί. Ἐμάθομεν (§ 8) ὅτι ἡ γραμμὴ, τὴν ὁποίαν φαίνεται γράφω τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν ἰδίαν φαινομένην κίνησιν, λέγεται Ἐκλειπτικῆ. Διὰ τὰ γνωρίσωσιν οἱ ἀστρονόμοι τὸ σχῆμα τῆς Ἐκλειπτικῆς καὶ τὴν θέσιν αὐτῆς ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, ἐργάζονται ὡς ἑξῆς. Ἐπὶ μιᾶς τεχνητῆς σφαίρας χαράσσουσι τὰς περιφερείας δύο μεγίστων κύκλων καθέτων πρὸς ἀλλήλους. Ὅριζουσι δὲ ὅπως ὁ εἷς ἐκ τούτων παριστᾷ τὸν οὐράνιον ἰσημερινόν, ἔν δὲ ὠρισμένον ἡμισυ τοῦ ἄλλου τὸν κόλουρον τῶν ἰσημεριῶν. 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 Ἐκλειπτικὴ εἶναι περιφέρεια μεγίστου κύκλου τῆς οὐρανίου σφαίρας. Τὸ δὲ ἐπίπεδον αὐτῆς σχηματίζει μὲ τὸ ἐπίπεδον τοῦ οὐρανίου ἰσημερινοῦ γωνία $23^{\circ} 27'$. Ἡ γωνία αὕτη λέγεται λόξωσις τῆς Ἐκλειπτικῆς. Ὅταν ὁ Ἡλιος διέρχεται ἀπὸ τὰς

τάς τομάς γ καί γ' τῆς Ἐκλειπτικῆς καί τῆς περιφερείας τοῦ οὐρανόου ἰσημερινοῦ, γράφει τὸν οὐράνιον ἰσημερινὸν κατὰ τὴν ἡμερησίαν κίνησιν. Ἐπειδὴ δὲ οὗτος διχοτομεῖται ὑπὸ τοῦ ὀρίζοντος παντὸς τόπου, τὸ ἡμερήσιον καὶ τὸ νυκτερινὸν τόξον τοῦ Ἥλιου εἶναι ἴσα εἰς ὄλους τοὺς τόπους τῆς Γῆς. Διὰ τοῦτο αἱ χρονικαὶ αὗται στιγμαὶ λέγονται *ἰσημερία*, τὰ σημεῖα γ, γ' λέγονται *ἰσημερινὰ σημεῖα* καὶ ἡ διάμετρος $\gamma\gamma'$ λέγεται *ἰσημερινὴ γραμμὴ*. Τὴν στιγμὴν, κατὰ τὴν ὁποίαν ὁ Ἥλιος εὐρίσκεται εἰς τὸ γ , ἀρχίζει τὸ ἔαρ, τὴν δὲ στιγμὴν, κατὰ τὴν ὁποίαν ὁ Ἥλιος εὐρίσκεται εἰς τὸ γ' , ἀρχίζει τὸ φθινόπωρον. Δι' αὐτὸ αἱ στιγμαὶ αὗται λέγονται ἀντιστοιχῶς *ἔαρινὴ ἰσημερία* ἢ μία καὶ *φθινοπωρινὴ ἰσημερία* ἢ ἄλλη. Τὸ δὲ γ λέγεται ἰδιαιτέρως *ἔαρινὸν ἰσημερινὸν* σημεῖον καὶ τὸ γ' *φθινοπωρινὸν ἰσημερινὸν* σημεῖον. Ἡ διάμετρος EE' τῆς Ἐκλειπτικῆς ἢ ὁποία εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν ἰσημερινὴν γραμμὴν, καλεῖται γραμμὴ τῶν *ἡλιοστασιῶν* ἢ τῶν *τροπῶν*. Τὰ ἄκρα αὐτῆς E καὶ E' καλοῦνται *ἡλιοστάσια* ἢ σημεῖα τῶν *τροπῶν*. Καὶ ἡλιοστάσια μὲν λέγονται, διότι πλησίον αὐτῶν ὁ Ἥλιος φαίνεται ἐπὶ τινα χρόνον μὴ κινούμενος κατ' ἀπόκλινσιν σημεῖα δὲ τῶν *τροπῶν* λέγονται, διότι ἀπ' αὐτῶν ὁ Ἥλιος τρέπεται πρὸς τὸν ἰσημερινόν. Τὸ ἄκρον E , τὸ ὁποῖον κεῖται εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ, καλεῖται ἰδιαιτέρως *θερινὸν ἡλιοστάσιον*· τὸ δὲ E' , τὸ ὁποῖον κεῖται εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον, καλεῖται *χειμερινὸν ἡλιοστάσιον*. Διότι τὰς στιγμάς, κατὰ τὰς ὁποίας ὁ Ἥλιος εὐρίσκεται εἰς ταῦτα, ἀρχίζει ἀντιστοιχῶς τὸ θέρος καὶ ὁ χειμὼν. Αἱ χρονικαὶ στιγμαὶ, κατὰ τὰς ὁποίας ὁ Ἥλιος διέρχεται διὰ τῶν ἡλιοστασιῶν, καλοῦνται *τροπαὶ* καὶ ἀντιστοιχῶς ἢ μία τούτων καλεῖται *θερινὴ τροπή*, ἢ δὲ ἄλλη *χειμερινὴ τροπή*. Ὁ παράλληλος τῆς οὐρανόου 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.

μεῖα καὶ ἡ διάμετρος $\gamma\gamma'$ λέγεται *ἰσημερινὴ γραμμὴ*. Τὴν στιγμὴν, κατὰ τὴν ὁποίαν ὁ Ἥλιος εὐρίσκεται εἰς τὸ γ , ἀρχίζει τὸ ἔαρ, τὴν δὲ στιγμὴν, κατὰ τὴν ὁποίαν ὁ Ἥλιος εὐρίσκεται εἰς τὸ γ' , ἀρχίζει τὸ φθινόπωρον. Δι' αὐτὸ αἱ στιγμαὶ αὗται λέγονται ἀντιστοιχῶς *ἔαρινὴ ἰσημερία* ἢ μία καὶ *φθινοπωρινὴ ἰσημερία* ἢ ἄλλη. Τὸ δὲ γ λέγεται ἰδιαιτέρως *ἔαρινὸν ἰσημερινὸν* σημεῖον καὶ τὸ γ' *φθινοπωρινὸν ἰσημερινὸν* σημεῖον. Ἡ διάμετρος EE' τῆς Ἐκλειπτικῆς ἢ ὁποία εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν ἰσημερινὴν γραμμὴν, καλεῖται γραμμὴ τῶν *ἡλιοστασιῶν* ἢ τῶν *τροπῶν*. Τὰ ἄκρα αὐτῆς E καὶ E' καλοῦνται *ἡλιοστάσια* ἢ σημεῖα τῶν *τροπῶν*. Καὶ ἡλιοστάσια μὲν λέγονται, διότι πλησίον αὐτῶν ὁ Ἥλιος φαίνεται ἐπὶ τινα χρόνον μὴ κινούμενος κατ' ἀπόκλινσιν σημεῖα δὲ τῶν *τροπῶν* λέγονται, διότι ἀπ' αὐτῶν ὁ Ἥλιος τρέπεται πρὸς τὸν ἰσημερινόν. Τὸ ἄκρον E , τὸ ὁποῖον κεῖται εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ, καλεῖται ἰδιαιτέρως *θερινὸν ἡλιοστάσιον*· τὸ δὲ E' , τὸ ὁποῖον κεῖται εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον, καλεῖται *χειμερινὸν ἡλιοστάσιον*. Διότι τὰς στιγμάς, κατὰ τὰς ὁποίας ὁ Ἥλιος εὐρίσκεται εἰς ταῦτα, ἀρχίζει ἀντιστοιχῶς τὸ θέρος καὶ ὁ χειμὼν. Αἱ χρονικαὶ στιγμαὶ, κατὰ τὰς ὁποίας ὁ Ἥλιος διέρχεται διὰ τῶν ἡλιοστασιῶν, καλοῦνται *τροπαὶ* καὶ ἀντιστοιχῶς ἢ μία τούτων καλεῖται *θερινὴ τροπή*, ἢ δὲ ἄλλη *χειμερινὴ τροπή*. Ὁ παράλληλος τῆς οὐρανόου σφαίρας, ὁ ὁποῖος διέρχεται διὰ τοῦ θερινοῦ ἡλιοστασίου, καλεῖται *τροπικὸς τοῦ Καρκίνου*· ὁ δὲ διερχόμενος διὰ τοῦ χειμερινοῦ ἡλιοστασίου καλεῖται *τροπικὸς τοῦ Αἰγόκερω*.

Ἀσκήσεις. 62) Νά ὀρίσητε τὴν ἀπόκλισιν τοῦ θερινοῦ καὶ τοῦ χειμερινοῦ ἡλιοστασίου.

63) Νά ὀρίσητε τὴν ἀπόκλισιν σημείου τινός τοῦ τροπικοῦ τοῦ Καρκίνου.

64) Νά ὀρίσητε τὴν ἀπόκλισιν σημείου τινός τοῦ τροπικοῦ τοῦ Αἰγόκερω.

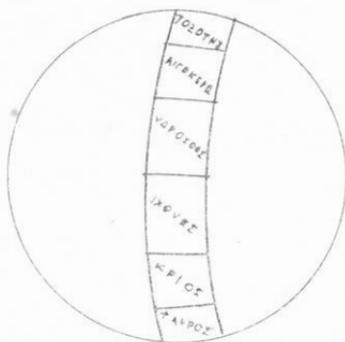
65) Νά ὀρίσητε τὴν πολικὴν ἀπόστασιν τοῦ θερινοῦ καὶ τοῦ χειμερινοῦ ἡλιοστασίου.

66) Νά ὀρίσητε τὴν πολικὴν ἀπόστασιν τῶν σημείων τοῦ τροπικοῦ τοῦ Καρκίνου καὶ τοῦ τροπικοῦ Αἰγόκερω.

67) Νά ὀρίσητε τὴν ὀρθὴν ἀναφορὰν τοῦ γ καὶ γ' .

68) Νά 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 ζωδίου, ὑπὸ τοῦ ὁποίου κατείχεται ἐπὶ Ἰππάρχου (2ος αἰὼν π. Χ), ἥτοι τὸ πρῶτον κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν καλεῖται δωδεκατημόριον τοῦ Κριοῦ καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς.

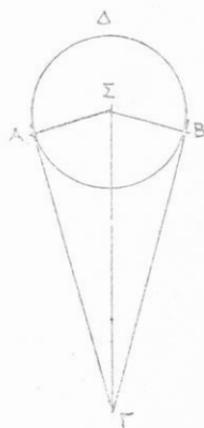


Σχ. 26.

Τὰ ζῳδία ἐκτείνονται ἐκατέρωθεν τῆς Ἐκλειπτικῆς μέχρις ἀποστάσεως 8° . Ἐνεκα τούτου ἡ ζώνη τῆς οὐρανοῦ σφαίρας, τῆς ὁποίας αἱ βάσεις εἶναι παράλληλοι πρὸς τὴν Ἐκλειπτικὴν καὶ ἀπέχουσιν ἐκατέρωθεν αὐτῆς ἀνὰ 8° , καλεῖται *Ζωδιακός*. Οἱ μέγιστοι κύκλοι τῆς οὐρανοῦ σφαίρας, οἱ ὁποῖοι διέρχονται ἀπὸ τὰ ἄκρα τῶν δωδεκατημορίων καὶ εἶναι κάθετοι ἐπὶ τὴν Ἐκλειπτικὴν, διαιροῦσι τὸν Ζωδιακὸν εἰς 12 ἴσα μέρη. Ἐκαστον τούτων κατέχεται ὑπὸ ἑνὸς τῶν ἀστερισμῶν, τοὺς ὁποίους καλοῦμεν ζῳδία. Διὰ τοῦτο καὶ τὰ μέρη ταῦτα τοῦ Ζωδιακοῦ καλοῦμεν ζῳδία. Ἐκαστον ζῳδιον τοῦ Ζωδιακοῦ φέρει τὸ ὄνομα τοῦ δωδεκατημορίου, τὸ ὁποῖον περιέχει. Οὕτω τὸ ζῳδιον, τὸ ὁποῖον περιέ-

χει τὸ δωδεκατημόριον τοῦ Κριοῦ, λέγεται καὶ αὐτὸ ζῳδιον τοῦ Κριοῦ. Τὸ ἐπόμενον πρὸς ἀνατολὰς λέγεται ζῳδιον τοῦ Ταύρου καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς.

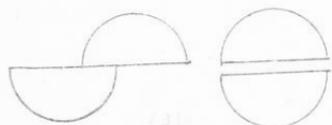
35. Φαινομένη διάμετρος ἀστέρος. Ἐστω Σ τὸ κέντρον ἐνὸς ἀστέρος, Γ ἓν σημεῖον τῆν ἐπιφανείας τῆς $\Gamma\eta$ ς καὶ $\Delta\Delta\text{B}$ τομὴ τοῦ ἀστέρος ὑπὸ ἐπιπέδου διερχομένου διὰ τῆς $\Gamma\Sigma$ (Σχ. 27) Αἱ ἐφαπτόμεναι ΓA , ΓB τῆς τομῆς ταύτης σχηματίζουν τὴν γωνίαν $\text{A}\Gamma\text{B}$, ὑπὸ τὴν ὁποίαν ἐκ τοῦ Γ βλέπομεν τὸν ἀστέρα Σ . Διὰ τοῦτο ἡ γωνία αὕτη λέγεται *φαινομένη διάμετρος* τοῦ Σ . Ἐνεκα τοῦ ὀρθογωνίου τριγώνου $\text{A}\Gamma\Sigma$ εἶναι $(\text{A}\Sigma)=\Gamma\Sigma \cdot \eta\mu(\text{A}\Gamma\Sigma)$. Ἄν δὲ θέσωμεν $(\text{A}\Sigma)=\text{P}$, $(\Gamma\Sigma)=\alpha$ καὶ $\text{A}\Gamma\text{B}=\Delta$, ἡ ἰσότης αὕτη γίνεται $\text{P}=\alpha \eta\mu \frac{\Delta}{2}$. Ἐκ ταύτης δὲ εὐρίσκομεν ὅτι $\alpha = \frac{\text{P}}{\eta\mu \frac{\Delta}{2}}$ (1). Ἐπειδὴ δὲ διὰ τοὺς πλείστους τῶν ἀστέρων ἡ γωνία $\frac{\Delta}{2}$ εἶναι πολὺ μικρά, τὸ $\eta\mu \left(\frac{\Delta}{2}\right)$ ἐλάχιστα διαφέρει τοῦ μέτρου $\frac{\Delta}{2}$ (εἰς ἀκτίνια) τῆς γωνίως ταύτης. Διὰ τοῦτο ἄνευ αἰσθητοῦ σφάλματος ἡ ἰσότης (1) γίνεται $\alpha = \frac{2\text{P}}{\Delta}$ (2). Ἐκ ταύτης βλέπομεν ὅτι: *Ἡ ἀπόστασις ἀστέρος ἀπὸ τῆς $\Gamma\eta$ ς εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν φαινομένην διάμετρον αὐτοῦ.*



Σχ. 27.

36. Φαινομένη διάμετρος τοῦ Ἡλίου. Ἡ μέτρησις τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ Ἡλίου δι' ἀκριβῶν ὀργάνων⁽¹⁾ ἀπο-

(1) Ἡ ἐργασία αὕτη γίνεται συνήθως διὰ τοῦ ἡλιομέτρου 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 μετατιθῆται κατὰ μῆκος τοῦ ἐπιπέδου τοῦ χωρισμοῦ διὰ μικρομετρικοῦ κοχλίου. Ὄταν τὰ δύο μέρη εἶναι συνηνωμένα εἰς ἓνα πλήρη φακόν, βλέπομεν ἓν εἶδωλον



Σχ. 28.

μέρη εἶναι συνηνωμένα εἰς ἓνα πλήρη φακόν, βλέπομεν ἓν εἶδωλον

δεικνύει ότι σῦτη μεταβάλλεται ἐντὸς τοῦ ἔτους κυμαινομένη μεταξύ ἐλαχίστης καὶ μεγίστης τινός τιμῆς αὐτῆς. Οὕτω τὴν 1ην Ἰουλίου εἶναι ἐλαχίστη (31' 32"). Ἐκτοτε δὲ βαίνει συνεχῶς αὐξανομένη καὶ γίνεται μεγίστη (32' 36", 2) τὴν 1ην Ἰανουαρίου. Εἶτα ἄρχεται πάλιν ἐλαττουμένη μέχρι τῆς 1ης Ἰουλίου καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Ἡ μέση τιμὴ τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ Ἡλίου εἶναι 32' 4", 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 ἐλαττουμένη βαθμιαίως μέχρι τῆς 1ης Ἰανουαρίου, ὅτε αὕτη λαμβάνει τὴν ἐλαχίστην τιμὴν αὐτῆς. Ἐπειτα ἄρχεται βαθμιαίως αὐξανομένη καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς.

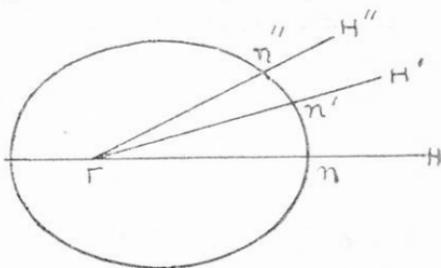
38. Φαινομένη τροχιά τοῦ Ἡλίου ἐν τῷ χώρῳ. Ἐστῶσαν $H, H', H'' \dots$ αἱ μεσημβριναὶ θέσεις τοῦ Ἡλίου κατὰ διαφόρους διαδοχικὰς ἡμέρας καὶ $\Delta, \Delta', \Delta'' \dots$ αἱ ἀντιστοιχοὶ φαινόμενοι διαμέτροι αὐτοῦ. Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ $\alpha, \alpha', \alpha'', \dots$ τὰς ἀντιστοιχοὺς ἀφ' ἡμῶν ἀποστάσεις τοῦ Ἡλίου θὰ εἶναι (§ 35).

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

Ἐὰν δὲ καλέσωμεν λ τὴν κοινὴν τιμὴν τῶν λόγων τούτων, εὐρίσκομεν ὅτι $\alpha = \frac{\lambda}{\Delta}, \alpha' = \frac{\lambda}{\Delta'}, \dots$ Ἄν ἤδη ἐπὶ φύλλου χάρτου χαράξωμεν εὐθεῖαν ΓH καὶ ὀρίσωμεν ὅπως τὸ μὲ Γ παριστῆ τὴν $\Gamma\eta$ ἢ δὲ εὐθεῖα ΓH τὴν ἐκ τῆς $\Gamma\eta$ πρὸς τὴν θέσιν H τοῦ Ἡλίου κατεύθυνσιν, αἱ εἰς τὰς θέσεις $H', H'' \dots$ τοῦ Ἡλίου ἀντιστοιχοῦσαι εὐθεῖαι ὀρίζονται εὐκόλως. Διότι ἀρκεῖ ἐκάστη τούτων νὰ σχηματίζῃ μὲ τὴν προηγουμένην γωνίαν 1° , ὅση ἐκάστου ἀστέρος, τὸν ὁποῖον δι' αὐτοῦ παρατηροῦμεν. Ὅταν δὲ ἐν τοῦτον μετατεθῇ ὀλίγον, βλέπομεν δύο εἰδῶλα. Ἐὰν τὰ δύο εἰδῶλα ἐφάπτονται ἀλλήλων, ἡ ἐπιτευχθεῖσα μετάθεσις μετρεῖ τὴν φαινομένην διάμετρον τοῦ ἀστέρος.

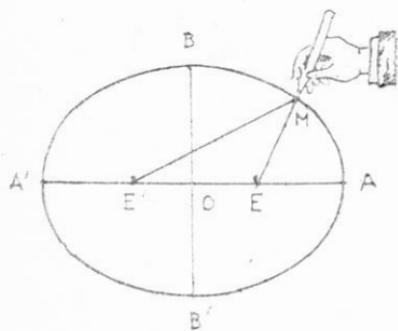
δηλ. εἶναι περίπου ἢ πρὸς ἀνατολὰς ἡμερησία μετὰθεσις τοῦ Ἡλίου ἐν τῷ Οὐρανῷ. Τούτων γενομένων, ἄς δώσωμεν εἰς τὸν λ ὠρισμένην τινὰ τιμήν, π. χ. 2, καὶ ἄς λάβωμεν ἐπὶ τῶν ΓΗ, ΓΗ', ΓΗ'' τμήματα Γη, Γη', Γη'' ἀντιστοίχως ἴσα πρὸς $\frac{2}{\Delta}, \frac{2}{\Delta'}, \frac{2}{\Delta''} \dots$ Ἐὰν ἤδη ἐνώσωμεν μὲ συνεχῆ γραμμὴν

τὰ ἄκρα η, η', η'' . . τῶν τμημάτων τούτων, βλέπομεν ὅτι αὕτη εἶναι ἔλλειψις, (Σχ. 30) τῆς ὁποίας μία ἐστία εἶναι τὸ Γ. Ἄν ἔπειτα ἐργασθῶμεν ὁμοίως μὲ ἄλλην τιμήν τοῦ λ, εὐρίσκομεν ἄλλην ἔλλειψιν, τῆς ὁποίας μία ἐστία εἶναι πάλιν τὸ Γ καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Ὀφείλομεν λοιπὸν νὰ δεχθῶμεν ὅτι τὸ συμπέρασμα τοῦτο ἰσχύει



Σχ. 29.

καὶ διὰ τὰς πραγματικὰς ἐν τῷ χώρῳ θέσεις τοῦ Ἡλίου. Ἄρα: *Ὁ Ἡλιος φαίνεται κινούμενος ἐν τῷ χώρῳ ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς ἐπὶ ἔλλειψεως, τῆς ὁποίας τὴν μίαν τῶν ἐστιῶν κατέχει ἡ Γῆ.* Τὸ φαινόμενον τοῦτο συμβιβάζεται καὶ ἐξηγεῖ τὴν ἐν τῷ οὐρανῷ καὶ ἐν μέσῳ τῶν ζῳδίων μετὰθεσιν τοῦ Ἡλίου καὶ τὴν



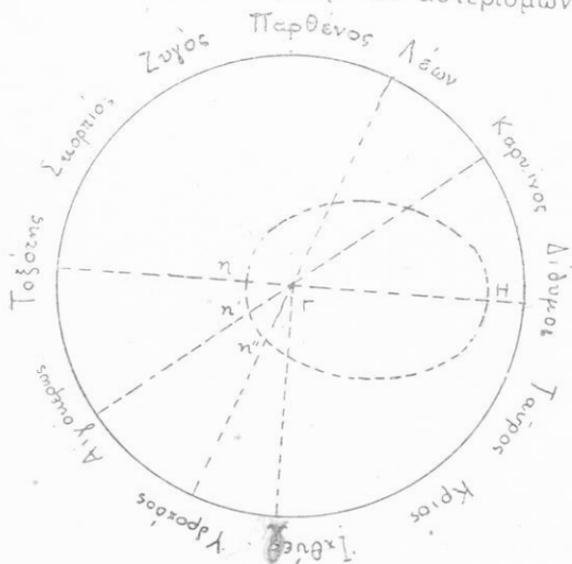
Σχ. 30.

περιοδικὴν μεταβολὴν τῆς ἀποστάσεως αὐτοῦ ἀφ' ἡμῶν. Ἄρκει πρὸς τοῦτο νὰ δεχθῶμεν ὅτι τὸ ἐπίπεδον τῆς ρηθείσης ἔλλειψεως ταυτίζεται μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς Ἐκλειπτικῆς. Πράγματι:

Ὅταν ὁ Ἡλιος κατέχη ἐν τῇ τοιαύτῃ τροχιᾷ τὴν θέσιν η (Σχ. 31) εὐρισκόμενος εἰς τὴν ἐλάχιστην ἀπὸ τῆς Γῆς ἀπόστασιν, φαίνεται ἐπὶ τῆς οὐρα-

νίου σφαίρας κατὰ τὴν διεύ-

ταύτης συνεχῶς κινούμενος ἐπὶ τῆς τροχιάς του ἀπομακρύνεται τῆς Γῆς, μεταβάλλει δὲ καὶ θέσιν ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας. Οὕτω μετὰ ἓνα περίπου μῆνα φθάνει εἰς τὸ σημεῖον η' καὶ φαίνεται ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Αἰγόκερω. Μετὰ ἕξ δὲ μῆνας φθάνει εἰς τὸ ἀπώτατον σημεῖον H τῆς τροχιάς του καὶ φαίνεται ἐν τῷ ἀστερισμῷ τῶν Διδύμων. Ἐκτοτε διέρχεται διὰ θέσεων τῆς τροχιάς του, αἱ ὁποῖαι κεῖνται βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον πλησιέστερον πρὸς τὴν Γῆν, ἐν ᾧ ἐν τῷ οὐρανῷ φαίνεται κατὰ σειράν ἐν μέσῳ τῶν ἀστερισμῶν Καρκίνου, Λέοντος



Σχ. 31.

κτλ. Ὁ μέγας ἄξων ηH τῆς ἑλλείψεως ταύτης καλεῖται *γραμμὴ τῶν ἀψίδων*. Τὸ ἐγγύτερον πρὸς τὴν Γῆν κείμενον ἄκρον η τῆς γραμμῆς τῶν ἀψίδων καλεῖται *περίγειον* τὸ δὲ ἀπώτατον H καλεῖται *ἀπόγειον*. Ἡ γραμμὴ τῶν ἀψίδων σχηματίζει μὲ τὴν γραμμὴν τῶν ἡλιοστασιῶν γω-

νίαν $11^{\circ} 8'$. Τῆς ἑλλείψεως ταύτης ὁ μέγας ἄξων ὀλίγον διαφέρει τοῦ μικροῦ, κατ' ἀκολουθίαν ἢ ἑλλειψις αὕτη ὀλίγον διαφέρει περιφερείας κύκλου.

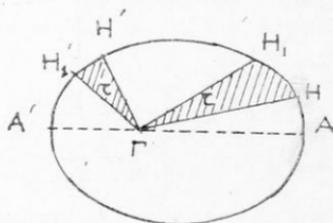
Ἐπισημ. 69) Πόση εἶναι ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ γ καὶ τοῦ ἀπογείου μετρουμένη ἀπὸ τοῦ γ κατὰ τὴν ὀρθὴν φοράν;

70) Πόση εἶναι ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ γ καὶ τοῦ περιγείου μετρουμένη ἀπὸ τοῦ γ κατὰ τὴν ὀρθὴν φοράν;

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· ἔκτοτε βαίνει συνεχῶς ἐλαττουμένη καὶ περὶ τὴν 1ην Ἰουλίου λαμβάνει τὴν ἐλαχίστην τιμὴν $57' 11''$ καθ' ἡμέραν. Ἐκτοτε δὲ βαίνει ἀξανομένη, μέχρις οὗ λάβῃ πάλιν τὴν μεγίστην $1^{\circ} 1' 10''$ καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Παραβάλλοντες τὴν μεταβολὴν ταύτην τῆς γωνιώδους ταχύτητος τοῦ Ἡλίου πρὸς τὴν μεταβολὴν τῆς φαινομένης διαμέτρου αὐτοῦ (§ 36) βλέπομεν ὅτι, ὅταν τὸ ἓν τῶν στοιχείων τούτων βαίῃ ἀξανόμενον ἢ ἐλαττούμενον καὶ τὸ ἄλλο βαίῃ ἀξανόμενον 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 Ἡλίου εἰς διαφόρους ἐποχὰς εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰ τετραγώνια τῶν ἀντιστοιχῶν διαμέτρων Δ , Δ' αὐτοῦ. Εἶναι δηλ. $\frac{\tau}{\tau'} = \frac{\Delta^2}{\Delta'^2}$.

40. Νόμος τῶν ἐμβαδῶν. Ἐστῶσαν H καὶ H' αἱ θέσεις τοῦ Ἡλίου ἐπὶ τῆς φαινομένης ἐν τῷ χωρῷ τροχίᾳ του εἰς διαφόρους χρονικὰς στιγμὰς. Ἐστῶσαν δὲ α, α' αἱ ἀντίστοιχοι ἀποστάσεις αὐτοῦ ἀπὸ τῆς Γῆς, Δ , Δ' αἱ φαινόμενα διάμετροι αὐτοῦ καὶ τ , τ' αἱ γωνιώδεις ταχύτητες αὐτοῦ κατ' ἀστρικήν ἡμέραν. Μετὰ μίαν ἀστρικήν ἡμέραν ὁ Ἡλιος μεταβαίνει ἐκ μὲν τῆς θέσεως H εἰς ἄλλην H_1 , ἐκ δὲ τῆς H' εἰς τὴν H'_1 . Ἐπειδὴ 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 $H\Gamma H_1$, $H'\Gamma H'_1$ ἕξομοιοῦνται πρὸς κυκλικούς τομεῖς. Ἐὰν δὲ παραστήσωμεν τὰ



Σχ. 32.

ἐμβαδὰ αὐτῶν διὰ E, E' , θὰ εἶναι $E = \pi\alpha^2 \cdot \frac{\tau}{360}$ καὶ $E' = \pi\alpha'^2 \cdot \frac{\tau'}{360}$.

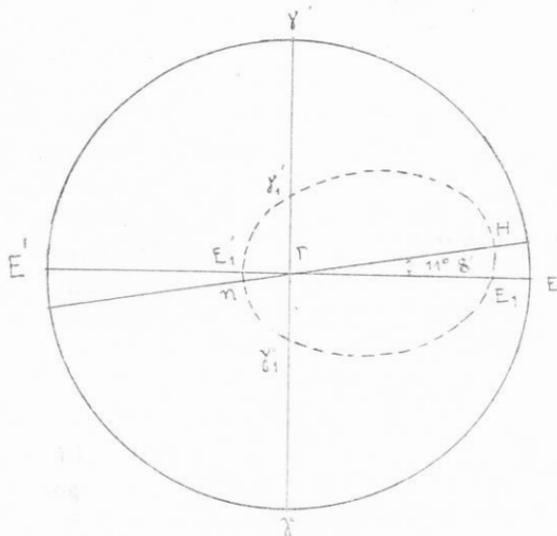
Ἐὰν διαιρέσωμεν ταύτας κατὰ μέλη, εὐρίσκομεν ὅτι

$\frac{E}{E'} = \frac{\alpha^2}{\alpha'^2} \cdot \frac{\tau}{\tau'}$. 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 $E = E'$, ἥτοι ἡ ἐπιβατική ἀκτίς ΓH

γράφει ἰσοδυνάμους ἐπιφανείας εἰς ἴσους χρόνους. Κατ' ἀκολουθίαν εἰς διπλάσιον, τριπλάσιον κτλ χρόνον γράφει ἐπιφανείας, μὲ διπλάσιον, τριπλάσιον κτλ ἐμβαδόν. Συμπεραίνομεν λοιπὸν ὅτι:

Τὰ ἐμβαδὰ τῶν ἐπιφανειῶν, τὰς ὁποίας γράφει ἡ τὸ κέντρον τῆς $\Gamma\eta$ ς μὲ τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου συνδέουσα ἐπιβατικῆ ἀκτίς, εἶναι ἀνάλογα πρὸς τοὺς χρόνους, καθ' οὓς γράφονται αἱ ἐπιφάνειαι αὗται. Ὁ νόμος οὗτος λέγεται νόμος τῶν ἐμβαδῶν.



Σχ. 33.

41. Ὁρᾶι τοῦ ἔτους. Τὰ ἡμερινὰ σημεῖα καὶ τὰ ἡλιοστάσια διαιροῦσι τὴν Ἐκλειπτικὴν εἰς τέσσαρα ἴσα τόξα $\gamma\text{E}, \text{E}\gamma', \gamma'\text{E}', \text{E}'\gamma$ (Σχ. 33). Οἱ χρόνοι, κατὰ τοὺς ὁποίους ὁ Ἡλιος διανύει τὰ τόξα ταῦτα, λέγονται κατὰ σειρὰν: *Ἑαρινὸς, Φθινοπωρον, Χειμῶν*. Πάντες δὲ ὁμοῦ οἱ χρόνοι οὗτοι λέγονται *ὄραι τοῦ ἔτους*. Τὰ

τόξα $\gamma\text{E}, \text{E}\gamma', \gamma'\text{E}', \text{E}'\gamma$ τῆς ἐκλειπτικῆς εἶναι προφανῶς προβολαὶ ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας τῶν τόξων $\gamma_1\text{E}_1, \text{E}_1\gamma'_1, \gamma'_1\text{E}'_1, \text{E}'_1\gamma_1$, εἰς τὰ

όποια διαιρείται ή έλλειπτική τροχιά του 'Ηλίου υπό της ίση-
μερινής γραμμής και της γραμμής των τροπών. Αί διάρκειαι
άρα Ε,Θ,Φ,Χ των ώρων του έτους είναι άντιστοίχως ίσαι πρὸς
τούς χρόνους, καθ' οὓς ὁ "Ηλιος διανύει κατὰ σειρὰν τὰ 4
ταῦτα τόξα τῆς τροχιάς αὐτοῦ. Κατὰ δὲ τὸν νόμον τῶν ἐμ-
βασδῶν (§ 40) εἶναι

$$\frac{(\gamma_1 \Gamma E_1)}{E} = \frac{(E_1 \Gamma \gamma_1)}{\Theta} = \frac{(\gamma'_1 \Gamma E'_1)}{\Phi} = \frac{(E'_1 \Gamma \gamma_1)}{X} \quad (1)$$

'Εάν δὲ λάβωμεν ὑπ' ὄψιν ὅτι ἡ Γῆ δὲν κατέχει τὸ κέντρον
τῆς έλλειπτικῆς τροχιάς τοῦ 'Ηλίου καὶ ὅτι ὁ μέγας ἄξων αὐτῆς
δὲν συμπίπτει μὲ τὴν γραμμὴν τῶν ἡλιοστασιῶν, ἐννοοῦμεν
εὐκόλως ὅτι $(E_1 \Gamma \gamma_1) > (\gamma_1 \Gamma E_1) < (\gamma'_1 \Gamma E'_1) > (E'_1 \Gamma \gamma_1)$ (2)
'Εκ τῶν σχέσεων τούτων (1) καὶ (2) ἔπεται ὅτι $\Theta > E > \Phi > X$, ἦτοι :

**Αἱ ὥραι τοῦ έτους είναι άνισοι, ἡ δὲ τάξις μεγέθους αὐτῶν
ἀπὸ τῆς μεγίστης είναι ἡ ἀκόλουθος : Θέρους, "Εαρος, Φθινοπώρον,
Χειμῶν.** Πράγματι δὲ τὸ "Εαρ ἄρχεται τὴν 21 Μαρτίου καὶ λή-
γει τὴν 21 'Ιουνίου διαρκοῦν οὕτω 92 ἡμέρας καὶ 19,7 ὥρας. Τὸ
θέρος ἄρχεται τὴν 21 'Ιουνίου καὶ λήγει τὴν 22 Σεπτεμβρίου
διαρκοῦν 93 ἡμέρας καὶ 14,8 ὥρας. Τὸ φθινοπώρον ἄρχεται τὴν
22 Σεπτεμβρίου καὶ λήγει τὴν 22 Δεκεμβρίου διαρκοῦν 89 ἡμέ-
ρας καὶ 18,7 ὥρας. Τέλος ὁ χειμῶν ἄρχεται τὴν 22 Δεκεμβρίου
καὶ λήγει τὴν 21 Μαρτίου διαρκῶν 89 ἡμέρας καὶ 0,6 ὥρας.

Σημ. Τὸ "Εαρ καὶ τὸ Θέρους ὁμοῦ ἔχουσι 7 ἡμέρας καὶ 15,2
ὥρας περισσοτέρας τοῦ Φθινοπώρου καὶ τοῦ Χειμῶνος. "Ωστε
ὁ "Ηλιος μένει ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαιρίῳ τοῦ Οὐρανοῦ 7 ἡμέρας
καὶ 15,2 ὥρας περισσοτέρον ἢ ἐν τῷ νοτίῳ.

Ἀσκήσεις. 71) Νὰ σπουδάσητε τὴν μεταβολὴν τῆς ἀποκλί-
σεως τοῦ κέντρου τοῦ 'Ηλίου ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τοῦ "Εαρος καὶ ἐξῆς:

72) Νὰ σπουδάσητε τὴν μεταβολὴν τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς
τοῦ κέντρου τοῦ 'Ηλίου ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τοῦ "Εαρος καὶ ἐξῆς:

73) Κατὰ ποίας ὥρας τοῦ έτους ἡ ἀπόκλισις τοῦ κέντρου
τοῦ 'Ηλίου εἶναι θετικὴ καὶ κατὰ ποίας εἶναι ἀρνητικὴ;

74) Κατὰ ποίας ὥρας τοῦ έτους ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ τοῦ κέν-
τρου τοῦ 'Ηλίου εἶναι μεγαλυτέρα καὶ κατὰ ποίας μικροτέρα
τῶν 12 ὥρων;

75) Νά ὀρίσητε τὴν πολικὴν ἀπόστασιν τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν ἀρχὴν ἐκάστης τῶν ὥρων τοῦ ἔτους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

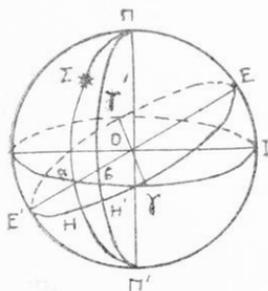
ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ

42. Ἀληθῆς ἡλιακὴ ἡμέρα. Ὁ χρόνος, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξύ δύο διαδοχικῶν ἄνω μεσουρανήσεων εἰς τὸν αὐτὸν τόπον τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου, λέγεται *ἀληθῆς ἡλιακὴ ἡμέρα*.

Ἀληθῆς ἡλιακὸς χρόνος ἢ ἀληθῆς ἡλιακὴ ὥρα τόπου τινός 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 ἀληθῆς ἡλιακὴ ἡμέρα εἶναι ἡ φυσικωτέρα μονὰς πρὸς μέτρησιν τοῦ χρόνου. Δὲν δύναται ὅμως νὰ χρησιμεύσῃ ὡς τοιαύτη μονὰς, διότι δὲν εἶναι σταθερά. Περί τούτου βεβαιούμεθα ὡς ἑξῆς.

Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι εἷς ἀπλανὴς ἀστὴρ Σ μεσουρανεῖ κατὰ



Σχ. 34.

τινα στιγμὴν συγχρόνως μὲ τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου εἰς ἓνα τόπον Ο (Σχ. 34). Μετὰ μίαν ἀστρικήν ἡμέραν ὁ ἀστὴρ Σ μεσουρανεῖ πάλιν εἰς τὸν τόπον Ο, ἐν ᾧ ὁ Ἡλιος εὐρίσκεται ἀνατολικώτερον εἰς θέσιν Η' ἕνεκα τῆς ἰδίας πρὸς ἀνατολὰς κινήσεως. Διὰ νὰ μεσουρανήσῃ δὲ οὗτος καὶ συμπληρωθῇ οὕτω μία ἀληθῆς ἡλιακὴ ἡμέρα, πρέπει ὁ ὠριαῖος ΠΗ'Π' τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου νὰ στραφῇ πρὸς δυσμὰς κατὰ τὴν διεδρον γωνίαν

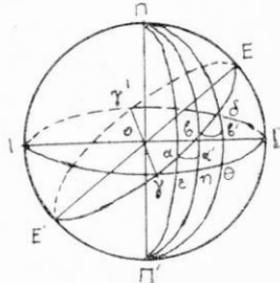
Η'ΠΠ'Σ. Θὰ παρέλθῃ λοιπὸν ἀκόμη χρόνος ἴσος πρὸς τὸν μετροῦντα τὸ τόξον αβ τοῦ οὐρανοῦ ἡσημερινοῦ, ἤτοι ἴσος πρὸς τὴν αὔξησιν τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν ἡλιακὴν ταύτην ἡμέραν. Βλέπομεν λοιπὸν ὅτι: *Ἐκάστη ἀλη-*

θῆς ἡλιακῆ ἡμέρα ὑπερβαίνει τὴν ἀστρικήν κατὰ τὴν αὐξήσιν τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς τοῦ κέντρου τοῦ Ἥλιου κατὰ τὴν ἡλιακὴν ταύτην ἡμέραν. Ἡ ὑπεροχὴ αὕτη τῆς ἀληθοῦς ἡλιακῆς ἡμέρας ἀπὸ τὴν ἀστρικήν δὲν εἶναι σταθερά. Διότι ἔνεκα τῆς ἀνωμάλου κινήσεως τοῦ Ἥλιου ἐπὶ τῆς Ἐκλειπτικῆς καὶ τῆς λοξώσεως αὐτῆς εἰς τὰ εἰς ἴσους χρόνους διανυόμενα τόξα γα, αδ, βδ κτλ. (Σχ. 35) ἀντιστοιχοῦσιν ἄνισα τόξα γε, εη, ηθ, κτλ. τοῦ ἰσημερινοῦ. Ἐπεταὶ λοιπὸν ὅτι ἡ ἀληθῆς ἡλιακὴ ἡμέρα εἶναι ἄλλοτε ὀλιγώτερον καὶ ἄλλοτε περισσότερον μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν σταθερὰν ἀστρικήν ἡμέραν. *Εἶναι ἄρα αἱ ἀληθεῖς ἡλιακαὶ ἡμέραι ἄνισοι.* Κατὰ μέσον ὄρον ἡ ἀληθῆς ἡλιακὴ ἡμέρα εἶναι μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν ἀστρικήν κατὰ $3^{\circ} 56'$ καὶ κυμαίνεται ἡ διαφορὰ τῶν ἡμερῶν τούτων μεταξὺ μεγίστης τιμῆς $3^{\circ} 56' + 20' = 4^{\circ} 15'$ καὶ ἐλαχίστης $3^{\circ} 56' - 20' = 3^{\circ} 36'$.

43. Μέσος ἡλιακὸς χρόνος. Ἐὰν ὁ Ἥλιος ἐκινεῖτο ἰσοταχῶς καὶ ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ, αἱ ἀληθεῖς ἡλιακαὶ ἡμέραι θὰ ἦσαν ἴσαι. Διότι ἡ ὑπεροχὴ ἐκάστης ἀπὸ τὴν ἀστρικήν θὰ ἦτο σταθερά. Ὁδηγούμενοι ἐκ τούτου οἱ ἀστρονόμοι φαντάζονται ἕνα πλαστὸν Ἥλιον, ὁ ὁποῖος κινεῖται ἰσοταχῶς ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ ἰσημερινοῦ καὶ διατρέχει αὐτὸν εἰς ὅσον χρόνον ὁ ἀληθῆς Ἥλιος διατρέχει τὴν Ἐκλειπτικὴν. Ὁ πλαστὸς οὗτος Ἥλιος λέγεται *μέσος Ἥλιος*. Ὁ δὲ χρόνος, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἄνω μεσουρανήσεων τοῦ μέσου Ἥλιου λέγεται *μέση ἡλιακὴ ἡμέρα*.

Ἡ στιγμή τῆς ἄνω μεσουρανήσεως εἰς ἕνα τόπον τοῦ μέσου Ἥλιου λέγεται *μέση μεσημβρία*, ἡ δὲ στιγμή 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, ἓν *πρὸ μεσημβρίας* καὶ τὸ ἄλλο *μετὰ*



Σχ. 35.

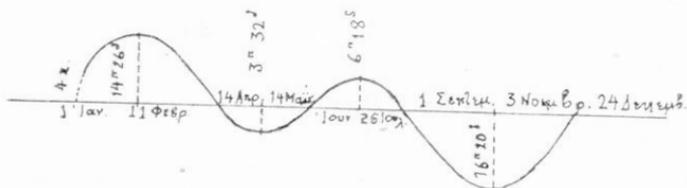
μεσημβριαν. Ἡ μέση ἡλιακὴ ἡμέρα εἶναι σταθερὰ καὶ ἴση πρὸς τὴν μέσην διάρκειαν τῶν ἀληθῶν ἡλιακῶν ἡμερῶν ἑνὸς ἔτους.

Ἡ ὠρταία γωνία τοῦ μέσου Ἡλίου κατὰ τινὰ στιγμήν εἰς ἓνα τόπον λέγεται *μέσος ἡλιακὸς χρόνος* ἢ *μέση ἡλιακὴ ὥρα* τοῦ τόπου κατὰ τὴν στιγμήν 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 στιγμήν καλεῖται *ἐξίσωσις τοῦ χρόνου* (ϵ). Εἶναι δηλ. $\epsilon = X_\mu - X_a$ καὶ ἐπομένως $X_\mu = X_a + \epsilon$. (1).

Ἡ ἰσότης αὕτη διὰ τὴν ἀληθῆ μεσημβριαν γίνεται $X_\mu = \epsilon$, ἂν



Σχ. 36.

λαμβάνηται ὡς ἀρχὴ τῆς μετρήσεως τοῦ ἀληθοῦς χρόνου ἢ ἀληθοῦς μεσημβρία.

Ὑπολογίζουσι δὲ τὴν ϵ οἱ ἀστρονόμοι διὰ μεθόδου, τὴν ὁποίαν διδάσκει ἡ οὐράνιος Μηχανικὴ, καὶ ἀναγράφουσι εἰς τὰς ἀστρονομικὰς ἐφημερίδας τὴν τιμὴν αὐτῆς δι' ὅλας τὰς ἡμέρας τοῦ ἔτους. Ἴνα δὲ ἓν ὠρολόγιον δεικνύῃ μέσον χρόνον τόπου τινός, ἀρκεῖ νὰ κανονισθῇ οὕτως ὥστε κατὰ τὴν στιγμήν τῆς ἄνω ἐν αὐτῷ μεσουρανήσεως τοῦ κέντρου τοῦ ἀληθοῦς Ἡλίου νὰ δεικνύῃ ὥραν ἴσην πρὸς τὴν τιμὴν τῆς ἐξισώσεως τοῦ χρόνου κατὰ τὴν ἡμέραν ἐκείνην.

Ἡ ἐξίσωσις τοῦ χρόνου εἶναι ἄλλοτε θετικὴ καὶ ἄλλοτε ἀρνητικὴ, ὅπερ σημαίνει ὅτι προηγῆται ἄλλοτε ὁ μέσος καὶ ἄλλοτε ὁ ἀληθὴς Ἡλιος. Τὴν 15 Ἀπριλίου, 14 Ἰουνίου, 1 Σεπτεμβρίου καὶ 24 Δεκεμβρίου ἡ ἐξίσωσις τοῦ χρόνου γίνεται μηδέν. Κατὰ τὰς ἡμέρας ταύτας ὁ ἀληθὴς καὶ ὁ μέσος Ἡλιος μεσουρανοῦσι συγχρόνως.

Τὸ (Σχ. 35) δεικνύει πῶς μεταβάλλεται ἡ ἐξίσωσις τοῦ χρό-

νου κατά τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους. Οὕτω τὴν μεγίστην τιμὴν 14π 26δ λαμβάνει αὕτη τὴν 11ην Φεβρουαρίου, τὴν δ' ἐλαχίστην —16π 20δ λαμβάνει τὴν 3 Νοεμβρίου.

“Ὅταν τὰ ὥρολόγια δεικνύωσι μέσον χρόνον τοῦ τόπου, ἡ δὲ ἐξίσωσις τοῦ χρόνου εἶναι θετική, κατὰ τὴν ἀληθῆ μεσημβρίαν ἡ μέση ὥρα εἶναι προχωρημένη κατὰ τὴν ἐξίσωσιν τοῦ χρόνου ε. Κατ' ἀκολουθίαν χρόνος ε ἀφαιρεῖται ἀπὸ τὸ προμεσημβρινόν τιμῆμα τῆς ἡμέρας καὶ προστίθεται εἰς τὸ μεταμεσημβρινόν· οὕτω δὲ τὸ τιμῆμα τοῦτο τῆς ἡμέρας φαίνεται μεγαλύτερον τοῦ προμεσημβρινοῦ κατὰ χρόνον 2ε. Τὸ ἀντίθετον συμβαίνει, ὅταν ἡ ἐξίσωσις τοῦ χρόνου εἶναι ἀρνητική.

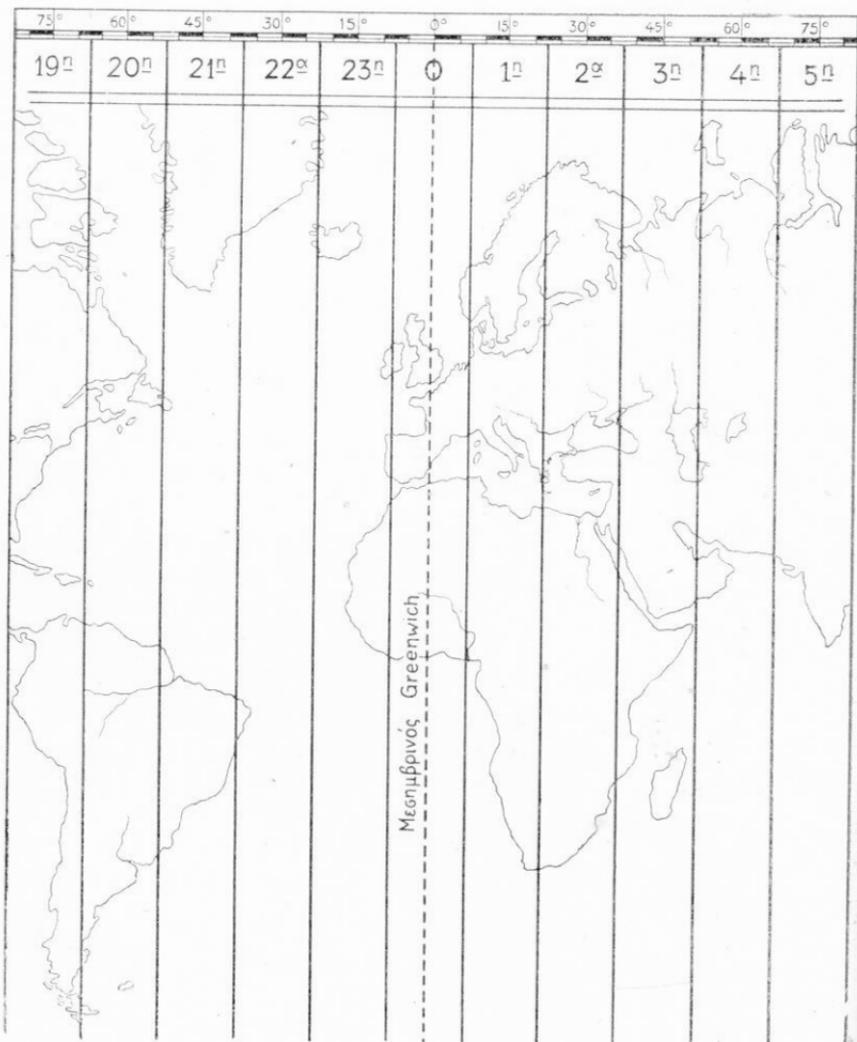
Ἀσκήσεις. 76) “Ὅταν τὰ ὥρολόγια ἡμῶν ἐδείκνυον μέσον χρόνον Ἀθηνῶν, ποῖον τῶν ἐκατέρωθεν τῆς μεσημβρίας τῆς 11 Φεβρουαρίου τμημάτων ἐφαίνετο μεγαλύτερον καὶ κατὰ πόσον;

77) Τὸ αὐτὸ διὰ τὴν 14 Μαΐου, 26 Ἰουλίου καὶ 3 Νοεμβρίου.

78) Κατὰ ποίας ἡμέρας τοῦ ἔτους τὰ δύο τμήματα τῆς ἡμέρας ἐφαίνοντο ἀκριβῶς ἴσα;

45. Ἐπίσημος ὥρα. Εἶναι φανερόν, ὅτι, ἂν τόπος Α κείται ἀνατολικώτερον ἄλλου τόπου Β, ὁ μέσος “Ἡλιος μεσουρανεῖ πρῶτον εἰς τὸν Α καὶ ἔπειτα εἰς τὸν Β. Τὴν αὐτὴν λοιπὸν στιγμήν οἱ δύο οὔτοι τόποι ἔχουσι διάφορον μέσην ὥραν. Ἡ τεραστία ὁμως ἀνάπτυξις τὴν ὁποίαν ἔλαβεν ἡ σιδηροδρομικὴ, τηλεγραφικὴ καὶ ἀεροπορικὴ συγκοινωνία, καθιστᾷ ὠφέλιμον τὴν ἀναγνώρισιν κοινῆς ὥρας δι' ὄλους τοὺς τόπους ἑνὸς κράτους μικρᾶς τοῦλάχιστον ἐκτάσεως. “Ενεκα 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 μεσημβρινῶν εἰς ἀτράκτους 15^ο καὶ οὕτως ὥστε ὁ α' τούτων νὰ διχοτομῆται ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ προαστείου τοῦ Λονδίνου Greenwich, ἔνθα ὑπάρχει τὸ περίφημόν Ἀγγλικόν ἀστεροσκοπεῖον. Ἡ πρωτεύουσα ἑκάστου Κράτους δέχεται ὡς ὥραν τὴν μέσην ὥραν τοῦ μεσημβρινοῦ, ὁ ὁποῖος διχοτομεῖ τὸν περιέχοντα 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.”



Ὁριαῖοι ἄτρακτοι.

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

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 ὥρων.

Ἐν Εὐρώπῃ ὑπάρχουσιν αἱ ἀκόλουθοι τρεῖς ἐπίσημοι ὧροι. Ἡ ὥρα τοῦ Greenwich ἢ τῆς δυτικῆς Εὐρώπης, ἡ ὥρα τῆς κεντρικῆς Εὐρώπης, ἡ ὁποία ὑπερτερεῖ κατὰ 1 ὥραν τὴν προηγουμένην, καὶ ἡ ὥρα τῆς ἀνατολικῆς Εὐρώπης, ἡ ὁποία ὑπερτερεῖ κατὰ 1 ὥραν τὴν ὥραν τῆς Κεντρικῆς Εὐρώπης.

Ἀπὸ τῆς 15 Ἰουλίου 1916 ἡ Ἑλλάς προσεχώρησεν εἰς τὸ ἔκτεθὲν σύστημα καὶ ἔκτοτε ἔχει ὡς ἐπίσημον ὥραν τὴν ὥραν τῆς ἀνατολικῆς Εὐρώπης, ἡ ὁποία εἶναι μεγαλύτερα τῆς μέσης ὥρας Ἀθηνῶν κατὰ $25\pi 5,1\delta$.

Ἡ εἰσαγωγή παρ' ἡμῖν τῆς ἄνω ρηθείσης ἐπισήμου ὥρας ἐτροποποίησε τὰ φαινόμενα τῆς ἀνισότητος τῶν ἐκατέρωθεν τῆς ἀληθοῦς μεσημβρίας τμημάτων ἐκάστης ἡμέρας. Πρὸς κατανόησιν τοῦτου ἂς καλέσωμεν X_e τὴν ἐπίσημον ὥραν κατὰ τινὰ στιγμήν, X_μ τὴν μέσην ὥραν τῶν Ἀθηνῶν καὶ X_α τὴν ἀληθῆ ἡλιακὴν ὥραν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν. Ἐπειδὴ, ὡς εἴπομεν προηγουμένως, εἶναι $X_e = X_\mu + 25\pi 5,1\delta$, ἀφ' ἑτέρου δὲ (§ 44) εἶναι $X_\mu = X_\alpha + \epsilon$, ἔπεται ὅτι $X_e - X_\alpha = \epsilon + 25\pi 5,1\delta$.

Ἡ ἰσότης αὕτη διὰ τὴν ἀληθῆ μεσημβρίαν γίνεται

$$X_e = \epsilon + 25\pi 5,1\delta.$$

Ἐπειδὴ δὲ (§ 44) ἡ ἀπόλυτος τιμὴ τοῦ ϵ εἶναι πάντοτε μικρότερα τοῦ $25\pi 5,1\delta$, ἔπεται ὅτι πάντοτε εἶναι $X_e > 0$. Τοῦτο σημαίνει ὅτι κατὰ τὴν ἀληθῆ μεσημβρίαν ἡ ἐπίσημος ὥρα, ἢν δεικνύουσι τὰ ὠρολόγια ἡμῶν, εἶναι προχωρημένη κατὰ $\epsilon + 25\pi 5,1\delta$ ὑπὲρ τὴν ἀληθῆ. Φαίνεται ἄρα τὸ μεταμεσημβρινὸν τμήμα τῆς ἡμέρας μεγαλύτερον τοῦ προμεσημβρινοῦ κατὰ χρόνον ($\epsilon + 25\pi 5,1\delta$).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 $(14\pi 26\delta + 25\pi 5,1\delta).2 = 1$ ὥρα $19\pi 2,2\delta$. Τὴν δὲ ἐλαχίστην τιμὴν ἔχει ἡ διαφορὰ αὕτη τὴν 3ην Νοεμβρίου ὅτε γίνεται $(-16\pi 20\delta + 25\pi 5,1\delta).2 = 17\pi 30,2\delta$.

Ἀσκήσεις. 79) Πόσον φαίνεται μεγαλύτερον τὸ μεταμεσημ-

συμπληρωθῆ οὕτως ἐν ἀστρικὸν ἔτος, πρέπει νὰ παρέλθῃ χρόνος τις, κατὰ τὸν ὁποῖον νὰ διανύσῃ τὸ γ.γ. Εἶναι δὲ οὗτος 0,014157 μέσης ἡλικίας ἡμέρας.

Τὸ ἀστρικὸν ἔτος λοιπὸν ἀποτελεῖται ἀπὸ 365,256374 μέσας ἡλιακὰς ἡμέρας.

Τὸ τροπικὸν καὶ ἀστρικὸν ἔτος δὲν εἶναι κατάλληλα διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ χρόνου καὶ τὴν ἔκφρασιν 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. Ἐν 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 ἀκεραῖον ἀριθμὸν μέσων ἡλιακῶν ἡμερῶν. Τὸ ἔτος τοῦτο καλεῖται *πολιτικὸν ἔτος*.

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

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

Οἱ Ῥωμαῖοι ἀπὸ τοῦ 700 μέχρι τοῦ 44 π. Χ. μετεχειρίζοντο τὸ ἡμερολόγιον τοῦ Νουμᾶ, τὸ ὁποῖον εἶχε 354 ἡμέρας. Ἐπειδὴ δὲ ἐφρόνουσαν 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 ἤρητο ἡ μεταξὺ 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 τού-



Ἴππαρχος ἐκ Νικαίας
τῆς Βιθυνίας

του αἱ ἡμερομηνία προϋχώρουν ταχύτερον τοῦ δέοντος. Μέχρι δὲ Ἰουλίου Καίσαρος εἶχον προχωρήσει τοσοῦτον, ὥστε αἱ ἑορταὶ τοῦ θερισμοῦ νὰ ἑορτάζωνται εἰς τὸ τέλος τοῦ χειμῶνος.

Ὁ Ἰούλιος Καίσαρ 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 μετεκαλέσατο ἐξ Ἀλεξανδρείας τὸν ἀστρονόμον Σωσιγένην καὶ κατὰ τὰς ὑποδείξεις αὐτοῦ προέβη εἰς τὴν μεταρρύθμισιν 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 ὀρισθῆ εἰς τοιαύτην ἐποχὴν, ὥστε αἱ διάφοροι ἑορταὶ νὰ ἑορτάζωνται εἰς τὰς καταλλήλους ὥρας τοῦ ἔτους. Τὸ ἔτος δὲ τοῦτο ἐκλήθη ἔτος συγχίσεως.

Ἐδῶκε δὲ ἔπειτα εἰς τὸ πολιτικὸν ἔτος μέσσην 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 περιέχωσιν ἀνὰ 365 ἡμέρας ἕκαστον, τὸ δὲ τέταρτον 366 ἡμέρας.

Ἡ πρόσθετος ἡμέρα ἐκάστου τετάρτου ἔτους παρεντίθετο μεταξὺ 23ης καὶ 24ης Φεβρουαρίου καὶ ἐκαλεῖτο δις ἕκτη πρὸ τῶν Καλλενδῶν τοῦ Μαρτίου, διότι ἡ 24η Φεβρουαρίου ἐκαλεῖτο ἕκτη πρὸ τῶν Καλλενδῶν τοῦ 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 28 Φεβρουαρίου· οὕτω δὲ οὗτος ἔχει 28 μὲν ἡμέρας διὰ τὰ κοινὰ ἔτη, 29 δὲ διὰ τὰ δίσεκτα.

Τὸ ἡμερολόγιον τοῦτο ἐκλήθη *Ἰουλιανὸν* ἡμερολόγιον ἐκ τοῦ ὀνόματος τοῦ Ἰουλίου Καίσαρος, ἂν καὶ οὐδεὶς ἀρνεῖται ὅτι τοῦτο εἶναι ἔργον τοῦ Σωσιγένου. Τοῦτο ἴσχυε 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 μετροῦμένων ἐτῶν 1, 2, 3, 4... ἕκαστον τέταρτον ἔτος

διαίρεται διὰ 4, καθιερώθη ὁ ἐξῆς κανὼν. Κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον δίσεκτα εἶναι τὰ ἔτη, τῶν ὁποίων ὁ ἀριθμὸς εἶναι διαιρετὸς ὑπὸ 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 $0,007783 \cdot 400 = 3,1162$ μ. ἡλ. ἡμέρας. Ἡ ἡμερομηνία ἄρα ὑστερεῖ κατὰ 3,1132 μ. ἡμέρας ἀνὰ 400 ἔτη.

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

Ἴνα διορθῶσθαι 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 κληθῆ 15 Ὀκτωβρίου καὶ οὐχὶ 5 Ὀκτωβρίου. Ἴνα δὲ μὴ εἰς τὸ μέλλον ἐπαναληφθῆ τὸ σφάλμα τοῦτο, ὠρισεν 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 1,123 ἡμ.

Πρὸς ἐπίτευξιν τούτου ὠρισεν, ὅπως τὰ ἔτη τῶν αἰώνων

(1) Κατὰ τοῦτον τὸ Πάσχα ἐορτάζεται τὴν πρώτην Κυριακὴν μετὰ τὴν πανσέληνον, ἣτις συμβαίνει κατὰ ἢ μετὰ τὴν ἑαρινὴν ἰσημερίαν. Ἐὰν δὲ ἡ πανσέληνος συμβῆ κατὰ Κυριακὴν τὸ Πάσχα ἐορτάζεται τὴν ἐπομένην Κυριακὴν.

(π. χ. 1600, 1700, 1800) μὴ ᾧσι δίσεκτα, ἐκτὸς ἂν ὁ ἀριθμὸς τῶν ἑκατοντάδων διαιρεῖται διὰ 4. Οὕτω τὸ ἔτος 1600 ἦτο δίσεκτον, οὐχὶ ὅμως καὶ τὰ 1700, 1800, 1900.

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

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

Διὰ νομοθετικοῦ διατάγματος τῆς 25 Ἰανουαρίου 1923 ἐθεσπίσθη, ὅπως καὶ παρ' ἡμῖν ἢ μετὰ τὴν 15 Φεβρουαρίου 1923 ἡμέρα κληθῆ 1 Μαρτίου. Οὕτω δὲ εἰσῆχθη καὶ παρ' ἡμῖν πολιτικῶς τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον. Τὸ δὲ Ἰουλιανὸν παρέμεινε μόνον ὡς θρησκευτικὸν ἡμερολόγιον, μέχρι τῆς 23 Μαρτίου 1924, ὅτε ἐπέξετάθη καὶ εἰς τὴν Ἐκκλησίαν τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον. Ἐκτοτε μόνον αἱ κινηταὶ ἑορταὶ κανονίζονται ἔτι κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον.

Ἀσκήσεις. 82) Ἡ κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον 1 Ἰανουαρίου 1583 ποίαν ἡμερομηνίαν τοῦ Γρηγοριανοῦ ἡμερολογίου ἔφερεν ;

83) Ἡ κατὰ τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον 7 Μαρτίου 1630 ποίαν ἡμερομηνίαν ἔφερε κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον ;

84) Κατὰ ποίαν ἡμερομηνίαν τοῦ Γρηγοριανοῦ ἡμερολογίου ἀνεκηρύχθη ἡ Ἑλληνικὴ Ἐπανάστασις ;

85) Ποίαν ἡμερομηνίαν θὰ φέρῃ κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον ἢ κατὰ τὸ Γρηγοριανὸν 14 Μαρτίου τοῦ ἔτους 2100 ;

86) Ἐγεννήθη τις τὴν 20ὴν Μαρτίου 1904 κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον. Πόσῃν ἡλικίαν εἶχε τὴν 1ην Αὐγούστου 1931 κατὰ τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον ;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΣΥΣΤΑΣΙΣ, ΑΠΟΣΤΑΣΙΣ, ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΗΛΙΟΥ

48. Φυσική σύστασις τοῦ Ἡλίου. 1ον. *Φωτόσφαιρα*. Ὁ Ἡλιος δι' ἄσθενοὺς ὀρώμενος τηλεσκοπίου φαίνεται ὡς κυκλικὸς δίσκος λευκοῦ καὶ θαμβοῦντος φωτὸς φέρων εἰς διάφορα μέρη σπάνια μελανὰ σημεῖα.

Δι' ἰσχυροῦ ὅμως ὀρώμενος τηλεσκοπίου παρουσιάζει ὄλως διάφορον ὄψιν. Ἡ ἠλιακὴ ἐπιφάνεια φαίνεται γενικῶς κοκκώδης. Οἱ ἐπ' αὐτῆς παρατηρούμενοι κόκκοι εἶναι στρογγύλοι, ἐξόχως λαμπροὶ καὶ φαίνονται ὅτι αἰωροῦνται ἐντὸς ρευστοῦ, τὸ ὁποῖον εἶναι ὀλιγώτερον φωτεινὸν ἀπὸ ἐκείνους. Τὸ κοκκῶδες τοῦτο μέρος τοῦ Ἡλίου εἶναι τὸ λαμπρότερον αὐτοῦ μέρος. Τοῦτο ἐκπέμπει τὸ περισσότερον μέρος τοῦ φωτὸς καὶ τῆς θερμότητος, τὰ ὁποῖα παρὰ τοῦ Ἡλίου δεχόμεθα. Τὸ μέρος τοῦτο, ὅπερ ὑπὸ τὰς συ-ῆθεις συνθήκας βλέπομεν, καλεῖται *φωτόσφαιρα*.

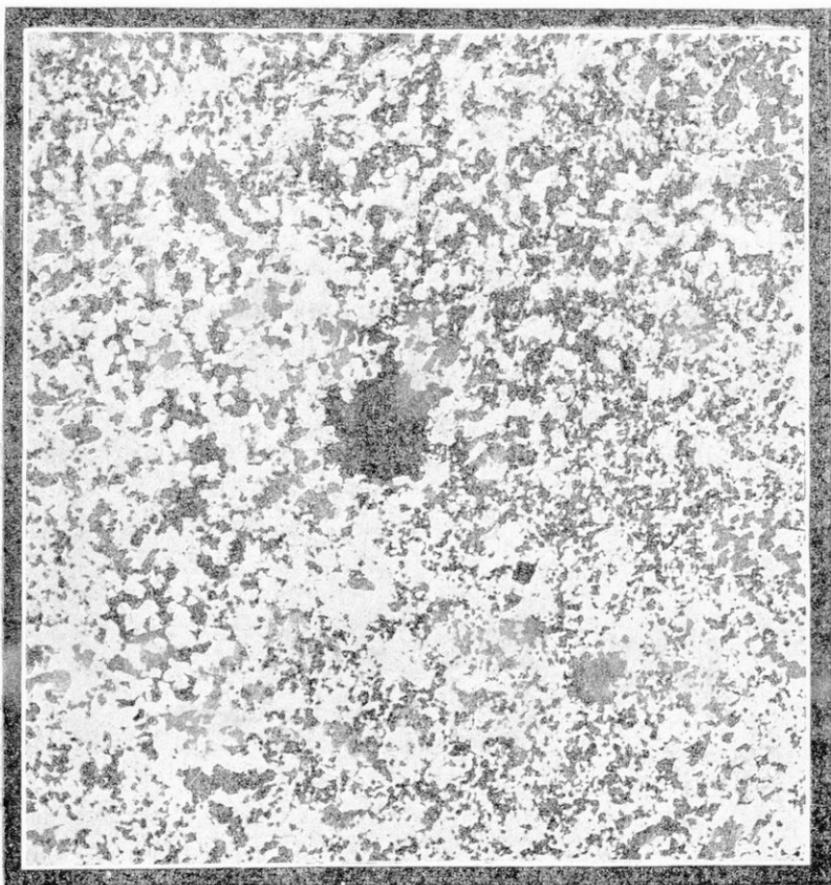
Οἱ κόκκοι, ἐξ ὧν φαίνεται ἀποτελουμένη ἡ φωτόσφαιρα, θεωροῦνται γενικῶς ὡς εἶδος νεφῶν, τὰ ὁποῖα σχηματίζονται διὰ τῆς συμπυκνώσεως διαπύρων ἀερίων, τὰ ὁποῖα προέρχονται ἐκ τῆς κεντρικῆς μάζης.

Ἡ ἐπικρατεστέρα σήμερον γνώμη εἶναι ὅτι ἡ φωτόσφαιρα διατελεῖ ἐν ἀερώδει καταστάσει. Ἡ δὲ φασματοσκοπικὴ ἐξέτασις ἀπέδειξεν ὅτι ἐν τῇ φωτοσφαίρᾳ ὑπάρχουσι πλεῖστα τῶν ἐπὶ τῆς Γῆς ἀπαντῶντων στοιχείων, οἷον σίδηρος, κάλιον, μαγνήσιον, σόδιον, ἀερία τινα, πρὸ πάντων ὕδρογόνον. Ἄξιον παρατηρήσεως εἶναι ὅτι δὲν ἀνευρέθησαν ἐν αὐτῇ πολύτιμα μέταλλα.

2. *Κηλίδες*. Εἴπομεν προηγουμένως ὅτι, ὅταν βλέπωμεν τὸν Ἡλιον διὰ μετρίου τηλεσκοπίου, παρατηροῦμεν ἐπ' αὐτοῦ σπάνια μελανὰ στίγματα. Ταῦτα ὀρώμενα δι' ἰσχυροῦ τηλεσκοπίου φαίνονται ὡς σκοτεινὰ τμήματα, τὰ ὁποῖα κατέχουσιν ἰκανὴν ἔκτασιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ Ἡλίου. Καλοῦνται δὲ ταῦτα κηλίδες.

Ἐκάστη κηλὶς ἀποτελεῖται ἐκ κεντρικοῦ σκοτεινοῦ πυρήνος, ὅστις καλεῖται σκιά καὶ ἐκ τοῦ περιβάλλοντος αὐτὴν καὶ ὀλιγώτερον σκοτεινοῦ μέρους, τὸ ὁποῖον καλεῖται *σκοιόφως* ἢ *περισκίασμα*.

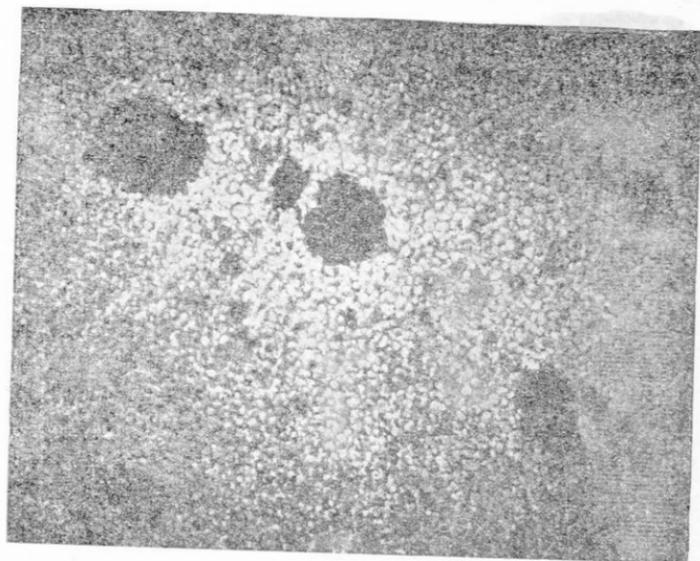
Τὸ μέγεθος καὶ σχῆμα τῶν κηλίδων εἶναι λίαν εὐμετάβλητα. Παρατηρήθησαν κηλίδες, τῶν ὁποίων ἡ διάμετρος ἦτο πενταπλασία τῆς γῆινης διαμέτρου.



Φωτογραφία μέρους τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου.

Ἡ ἐμφάνισις πολυαριθμῶν καὶ μεγάλων κηλίδων παρετηρήθη ὅτι γίνεται περιοδικῶς ἀνὰ 11 ἔτη συμπίπτουσα μετὰ τὰς σημαντικώτερας διαταράξεις τῆς μαγνητικῆς βελόνης. Μετὰ 6 περί-

που ἔτη ἀπὸ τῆς παρουσίας πολυαρίθμων κηλίδων ἄρχεται περίοδος, καθ' ἣν ἐλάχισται ἀναφαίνονται κηλίδες. Κατὰ ταύτην εἶναι



Φωτογραφία ἡλιακῆς κηλίδος.

δυνατὸν ἐπὶ πολλοὺς μῆνας νὰ μὴ παρατηρηθῇ οὔτε μία κηλὶς.

Αἱ κηλίδες δὲν μένουσιν ἀκίνητοι ἐπὶ τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου,

ἀλλὰ φαίνονται πᾶσαι κινούμεναι ἐκ τοῦ ἀνατολι-

κοῦ πρὸς τὸ δυτικὸν χεῖλος αὐτοῦ, εἰς τὸ ὁποῖον ἐ-

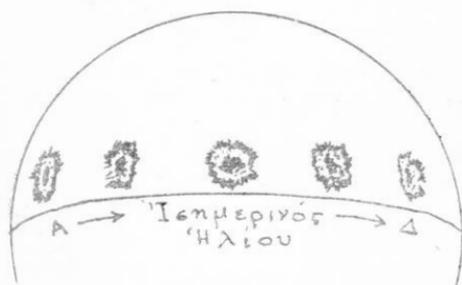
ξαφανίζονται, ἵνα πάλιν με-

τά τινες ἡμέρας ἐμφανισθῶ-

σιν εἰς τὸ ἀνατολικὸν χεῖ-

λος καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς, μέ-

χρις οὗ διαλυθῶσι (Σχ.38).

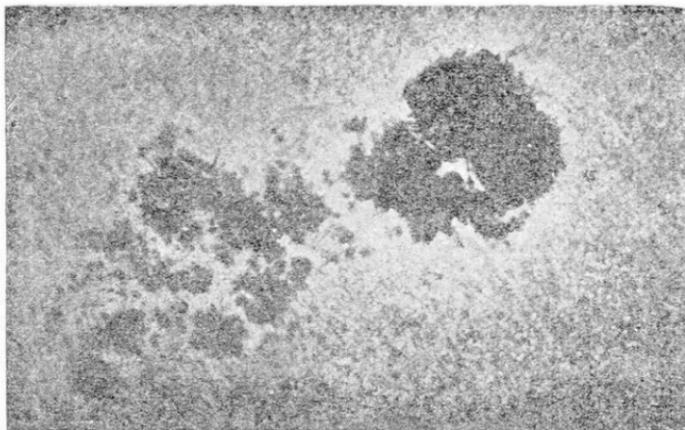


Σχ. 38.

ἀποδεικνύουσιν ὅτι αἱ κηλίδες πᾶσαι φαίνονται κινούμεναι ἐπὶ τροχιῶν παραλλήλων, ὧν τὰ ἐπίπεδα εἶναι κεκλιμένα πρὸς

τὴν Ἐκλειπτικὴν κατὰ $6^{\circ} 58'$. Ἐκ τούτου ἔπεται ὅτι ὁ **Ἥλιος** στρέφεται κατὰ τὴν ὀρθὴν ἴφορὰν περὶ ἄξονα, ὅστις σχηματίζει μετὰ τῆς Ἐκλειπτικῆς γωνίαν $83^{\circ} 2'$.

Ἡ τομὴ τῆς ἡλιακῆς ἐπιφανείας ὑπὸ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ καὶ καθέτου ἐπὶ τὸν ἄξονα στροφῆς ἀποτελεῖ τὸν ἡλιακὸν ἰσημερινόν.



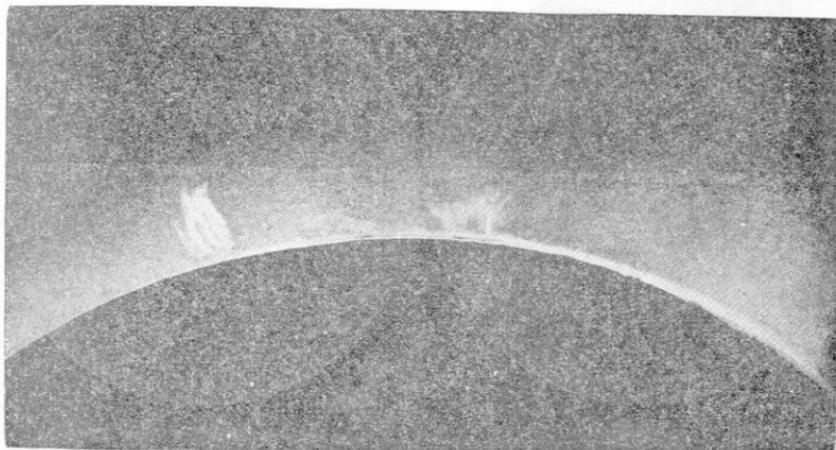
Φωτογραφία ομάδος ἡλιακῶν κηλίδων.

Αἱ κηλίδες παρατηροῦνται συνήθως ἐπ' ἀμφοτέρων τῶν ἡλιακῶν ἡμισφαιρίων καὶ ἐπὶ πλάτους 10° — 35° .

Περὶ τῆς φύσεως τῶν κηλίδων οὐδὲν θετικὸν γνωρίζομεν. Ἄλλοτε ἔθεωροῦντο κοιλότητες ἐντὸς τῆς φωτοσφαίρας πλήρεις ἀερίων καὶ ἀτμῶν ψυχροτέρων τῶν παρακειμένων μερῶν τῆς φωτοσφαίρας καὶ ἐπομένως ὀλιγώτερον φωτεινῶν. Λεπταὶ ὅμως θερμομετρικαὶ ἔρευναι κατέδειξαν ὅτι ὑπάρχουσι κηλίδες, αἱ ὁποῖαι ἐκπέμπουσι τὴν αὐτὴν μὲ τὰ παρακείμενα μέρη τῆς φωτοσφαίρας θερμότητα, ἐνίοτε δὲ καὶ περισσοτέραν τούτων.

Αἱ κηλίδες ἄρα αὗται δὲν εἶναι ψυχρότεροι τῆς παρακειμένης φωτοσφαίρας· κατ' ἀκολουθίαν δι' αὐτὰς τουλάχιστον ἡ ρηθεῖσα ὑπόθεσις εἶναι ἀνεπαρκής. Κατ' ἄλλην ὑπόθεσιν ἀπὸ καιροῦ εἰς καιρὸν ἐκπέμπονται ἐκ τῶν βαθυτέρων ἡλιακῶν

στρώματων τεράστιαι φυσαλίδες αερίων. Αὗται παρασύρουσι μέρη τῆς φωτοσφαίρας καὶ ἀνερχόμεναι εἰς τὰ ὑπὲρ τὴν φωτόσφαιραν ἀραιότερα μέρη τοῦ Ἡλίου ἐκτείνονται περισσότερο διστελλόμεναι καὶ φωτοβολοῦσαι. Ἐκεῖ δὲ τὰ παρασυρθέντα μέρη τῆς φωτοσφαίρας ταχύτερον ἀκτινοβολοῦντα τὸ φῶς αὐτῶν ψύχονται καὶ πίπτουσιν ἐκ νέου ἐπὶ τῆς φωτοσφαίρας, ὅπου ἀποτελοῦσι κηλίδας. Ἡ στερεοσκοπικὴ ἐξέτασις φωτογραφιῶν ἡλιακῶν κηλίδων ἐνισχύει τὴν ὑπόθεσιν ταύτην, διότι ἐκ ταύτης ἀποκομίζεται ἡ ἐντύπωσις ὅτι αἱ κηλίδες εὐρίσκονται εἰς ἀνώ-



Φωτογραφία ἡλιακῶν προεξοχῶν καὶ χρωμοσφαίρας κατὰ μίαν ἡλιακὴν ἐκλειψιν.

τερα τῆς φωτοσφαίρας μέρη. Ἀπαιτεῖται ὁμῶς κατ' αὐτὴν νὰ ἔχωσιν αἱ κηλίδες ὀλιγωτέραν τῶν παρακειμένων μερῶν τῆς φωτοσφαίρας θερμότητα, ὅπερ δὲν συμβαίνει πάντοτε, ὡς καὶ προηγουμένως εἴπομεν.

2ον) Ἀπορροφητικὴ σιβάς. Ἐνίοτε κατὰ τὰς ὀλικὰς ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου παρατηρεῖται ὑπὲρ τὴν φωτόσφαιραν ἀερῶδες στρῶμα λεπτότατον (μόλις 500 χιλιομέτρων πάχους) καὶ σχετικῶς σκοτεινόν.

Τὸ στρῶμα τοῦτο ἀποτελεῖται ἐκ τῶν ἀτμῶν πολλῶν ἐκ

τῶν γνωστῶν μετάλλων καὶ ἕκ τινων ἀερίων, ἔχει δὲ τὴν ιδιότητα νὰ ἀπορροφᾷ τινὰς τῶν ἀκτίνων τῆς φωτοσφαίρας καὶ παράγει τὰς ραβδώσεις τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον τὸ στρώμα τοῦτο καλεῖται *ἀπορροφητικὴ στιβάς*.

3ον) Χρωμόσφαιρα. Κατὰ τὰς ὀλικὰς ἐπίσης ἐκλείψεις τοῦ Ἥλιου παρατηρεῖται ὑπὲρ τὴν ἀπορροφητικὴν στιβάδα ἑτέρα ἀερῶδης καὶ ροδόχρους στιβάς, ἣτις ἔχει πάχος πενταπλάσιον τῆς ἀπορροφητικῆς στιβάδος καὶ καλεῖται χρωμόσφαιρα.

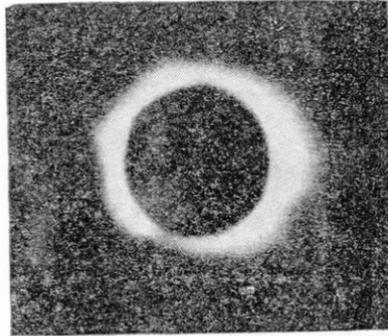


Αἱ ὄψεις μεταλλίου κοπέντος πρὸς τιμὴν τῶν Janssen καὶ Lockyer διὰ τὴν ὠραίαν ἀνακάλυψίν των.

Ἡ χρωμόσφαιρα ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ διαπύρου ὑδρογόνου καὶ ἐν ἐλάσσονι ποσότητι ἐξ ἄλλου τινος ἀερίου ἐπ' αὐτῆς τὸ πρῶτον παρατηρηθέντος, ὅπερ ἐκλήθη Ἥλιον. Ἀνεκαλύφθησαν ἐπίσης ἐν τῇ χρωμοσφαίρᾳ ἀτμοὶ ἀνθρακος, σοδίου, μαγνησίου, καλίου. Ἐκ τῆς χρωμοσφαίρας ἀνυψοῦνται ἐνίοτε τεράστια φλόγες, ἃς καλοῦμεν *προεξοχὰς*. Αἱ προεξοχαὶ ὑψοῦνται ἐνίοτε εἰς ὕψος εἴκοσι καὶ τριάκοντα χιλιάδων λευγῶν μετὰ ταχύτητος πολλῶν ἑκατοντάδων χιλιομέτρων κατὰ δευτερόλεπτον. Κατὰ τὰς ὀλικὰς ἐκλείψεις τοῦ Ἥλιου αἱ προεξοχαὶ φαίνονται ὡς τεράστιοι περοθύσανοι. Αὗται ὀφείλονται εἰς

έκρηξεις αερίων, ὧν ἐπικρατέστερον τὸ ὑδρογόνον. Ἀπὸ τοῦ 1868 χάρις εἰς ἀπλήν μέθοδον, τὴν ὁποίαν συγχρόνως καὶ ἐν ἀγνοίᾳ ἀλλήλων ὑπέδειξαν οἱ Janssen καὶ Jockyer εἶναι δυνατόν νὰ παρατηρῶνται καὶ σπουδάζωνται αἱ προεξοχαὶ ὑπὸ τὰς συνθήκεις συνθήκας, ἐκτὸς δηλαδή τῶν ἐκλείψεων τοῦ Ἡλίου.

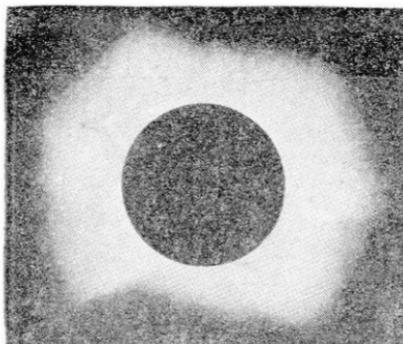
4ον). Στέμμα. Ὑπὲρ τὴν χρωμόσφαιραν ὑπάρχει ἄλλο ἀερῶδες στρώμα ὁρατὸν ἐπίσης κατὰ τὰς ὀλικὰς ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου ὅπερ καλεῖται **στέμμα**. Τὸ σχῆμα τούτου ἀποτελεῖται ἐξ ἀκτινωτῶν ταινιῶν καὶ εἶναι ἀκανόνιστον μὲν κατὰ τὴν περίοδον τῆς παρουσίας ἐλαχίστου ἀριθμοῦ κηλίδων, κανονικώτερον δὲ κατὰ τὴν περίοδον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



Φωτογραφία ἡλιακοῦ
στέμματος.

χρωμοσφαίρας, ἀλλ' ἐντονώτερον τοῦ, τῆς πανσελήνου. Ἡ φασματοσκοπικὴ ἀνάλυσις τοῦ στέμματος ἀπέδειξεν ὅτι τοῦτο ἀποτελεῖται ἐκ μικρῶν μερῶν στερεῶν ἢ ὑγρῶν, τὰ ὁποῖα εἶναι διάπυρα καὶ αἰωροῦνται ἐντὸς ἀτμοσφαίρας ἐκ διαπύρου ὑδρογόνου καὶ ἐνὸς ἄλλου αερίου, τὸ ὁποῖον δὲν παρατηρήθη ἀκόμη ἐπὶ τῆς Γῆς καὶ καλεῖται **Κορώνιον**. Ἡ χρωμόσφαιρα, ἢ ἀπορροφητικὴ στιβάς καὶ τὸ στέμμα εἶναι ἀόρατα ὑπὸ τὰς συνθήκεις συνθήκας, διότι τὸ φῶς αὐτῶν ἀποπνίγεται ἐν μέσῳ τοῦ ἰσχυροτέρου φωτὸς τῆς φωτοσφαίρας. Ἐπὶ μακρὸν δὲ αἱ προεξοχαὶ καὶ τὸ στέμμα ἐθεωροῦντο ὡς φαινόμενα προκαλούμενα ὑπὸ σεληνιακῆς ἀτμοσφαίρας. Κατὰ τὸ 1851 τὸ πρῶτον παρατήρησαν ὅτι ἡ Σελήνη ἐφαίνετο ὅτι ἀπέκρυπτε τὰς προεξοχὰς κατὰ τὴν φοράν τῆς φαινομένης ἐν τῷ οὐρανῷ κινήσεώς της καὶ ἀπεκάλυπτεν αὐτὰς ἀπὸ τοῦ ἀντιθέτου μέρους. Συνεπέραινον ὅθεν ἐκ τούτου, ὅτι αἱ προεξοχαὶ ἀνήκουσιν εἰς τὸν Ἡλιον.

5ον) *Κεντρικός πυρήν.* Έσωθεν τῆς φωτοσφαίρας κείται ὁ κεντρικός πυρήν τοῦ Ἁλίου, ὅστις ἀποτελεῖ τὰ $\frac{9}{10}$ τῆς ὅλης ἡλιακῆς μάζης. Ὁ πυρήν οὗτος εἶναι διάπυρος καὶ διατελεῖ ἐν ἀερώδει καταστάσει. Κατὰ τὰ προειρημένα ὁ Ἁλιος ἀποτελεῖται ἐκ τῶν ἀκολουθῶν μερῶν :



Φωτογραφία ἡλιακοῦ στέμματος.

1ον) Ἐκ τοῦ κεντρικοῦ πυρήνος.

2ον) Ἐκ τῆς φωτοσφαίρας.

3ον) Ἐκ τῆς ἀπορροφητικῆς στιβάδος.

4ον) Ἐκ τῆς χρωμοσφαίρας.

5ον) Ἐκ τοῦ στέμματος.

49. Θερμοκρασία τοῦ Ἁλίου. Ἡ θερμοκρασία

τῆς ἐπιφανείας τοῦ Ἁλίου ὑπολογίζεται εἰς 5000 βαθμοὺς Κελσίου περίπου. Ἐπειδὴ ὅμως εἰς τὴν ἀκτινοβολίαν τῆς θερμότητος λαμβάνουσι μέρος ἐν μέρει καὶ βαθύτερα στρώματα ὑψηλοτέρας θερμοκρασίας, ὑπολογίζουσιν εἰς 6000 περίπου βαθμοὺς τὴν θερμοκρασίαν τῆς ὀλικῆς Ἁλιακῆς ἀκτινοβολίας.

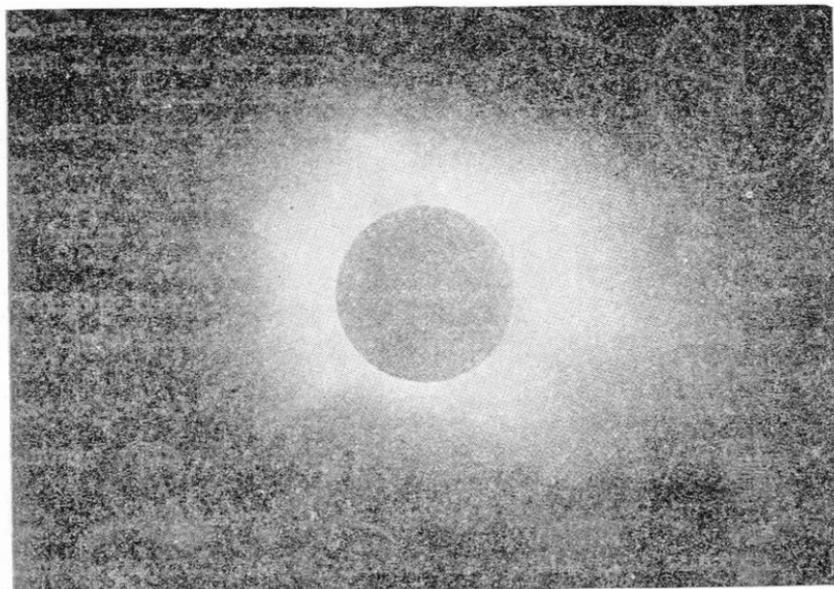
Ἐνεκα τῆς τεραστίας ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας εἰς φῶς καὶ θερμότητα εἶναι εὐνόητον ὅτι ἔπρεπε ἡ θερμοκρασία αὕτη νὰ κατέρχεται συνεχῶς. Ὑπελογίσθη δὲ ὅτι ἔπρεπε νὰ ἐπέρχεται πτώσις τῆς θερμοκρασίας τοῦ Ἁλίου κατὰ $1^{\circ},5K$ κατ' ἔτος. Ἐν τούτοις ἀπὸ πολλῶν αἰώνων ἡ μέση ἐτησίαι θερμοκρασία τῆς Γῆς δὲν μετεβλήθη.

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

Α'. Ἡ πτώσις ἐπὶ τοῦ Ἁλίου διαφόρων ξένων σωματίων,

ἀναλόγων πρὸς τοὺς εἰς τὴν Γῆν πίπτοντας μετεωρολίθους καὶ διάττοντας ἀστέρας. Προφανῶς ἡ μεγάλη ἐλκτική δύναμις τοῦ Ἑλίου προκαλεῖ πτώσιν ἐπ' αὐτοῦ πολλῶν τοιούτων σωμάτων. Ἡ δὲ ἔνεκα τῆς πτώσεως αὐτῶν ἀναπτυσσομένη θερμότης ἀναπληρῶνει μικρὸν ποσοστὸν τῆς ἐκλυομένης θερμότητος.

Β'. Ἐνεκα βαθμιαίας συστολῆς τοῦ Ἑλίου, τὰ διάφορα μό-

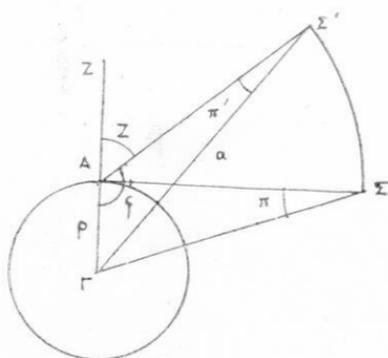


Φωτογραφία ἡλιακοῦ ἰστέματος

ρια αὐτοῦ πλησιάζοντα πρὸ τὸ κέντρον ὑφίστανται τριβὴν. Ἐνεκα δὲ ταύτης ἀναπτύσσεται θερμότης,

Γ'. Τὸ πλεῖστον τῆς ἐκλυομένης θερμότητος δέχονται ὅτι ἀναπληροῦται ἐκ τῆς ἀκτινοβολίας τῶν ἀκτινεργῶν λεγομένων σωμάτων π. χ. ραδίου, οὐρανίου καὶ ἐκ τῆς μετατροπῆς μέρους τῆς ὕλης τοῦ ὕδρογόνου εἰς θερμότητα κατὰ τὸν μετασχηματισμὸν τῶν ἀτόμων τούτου εἰς ἄτομα συνθετωτέρων στοιχείων.

50. Παράλλαξις άστέρου. "Εστω ΓΑ μία άκτις τής Γῆς



Σχ. 39.

(Σχ. 39) και π' ή γωνία, υπό τήν οποίαν αύτη φαίνεται έκ του κέντρου άστέρου Σ', ό όποιος εύρίσκεται ύπέρ τόν όρίζοντα τόπου Α εις ζενιθίαν άπόστασιν Ζ.

"Η γωνία π' λέγεται *παράλλαξις ύψους του άστέρου* Σ' όρωμένου έκ του τόπου Α.

"Αν ό άστήρ εύρίσκηται εις θέσιν Σ επί του όρίζοντος του τόπου Α, ή γωνία π, υπό τήν οποίαν φαίνεται έξ αυτού ή

άκτις ΓΑ, λέγεται *όριζοντία παράλλαξις* του άστέρου Σ.

"Αν ό τόπος Α κείται επί του γήινου ίσημερινοϋ, ή όριζοντία παράλλαξις άστέρου λέγεται *ιδιαιτέρως όριζοντία ίσημερινή παράλλαξις*.

"Αν θέσωμεν ΓΑ=ρ και ΓΣ'=α, εύρίσκομεν έκ του τριγώνου ΑΓΣ' ότι $\frac{\rho}{\eta\mu\pi'} = \frac{\alpha}{\eta\mu\phi}$. "Επειδή δέ $\eta\mu\phi = \eta\mu Ζ$, αύτη γίνεται

$$\frac{\rho}{\eta\mu\pi'} = \frac{\alpha}{\eta\mu Ζ}. \text{ Έκ ταύτης δέ εύρίσκομεν ότι } \eta\mu\pi' = \frac{\rho}{\alpha} \cdot \eta\mu Ζ. \quad (1)$$

Βλέπομεν λοιπόν ότι ή παράλλαξις ύψους άστέρου όρωμένου άπό του αυτού τόπου Α μεταβάλλεται, όταν ή ζενιθία άποστασις αυτού μεταβάλληται.

"Αν ό άστήρ εύρίσκηται εις τόν όρίζοντα, θα είναι $\eta\mu Ζ = 1$, ή δέ Ισότης (1) γίνεται $\eta\mu\pi = \frac{\rho}{\alpha}$. (2).

$$\text{Έκ ταύτης δέ εύρίσκομεν ότι } \alpha = \frac{\rho}{\eta\mu\pi} \quad (3).$$

Διά τής Ισότητος (3) εύρίσκομεν τήν άπόστασιν άστέρου άπό τής Γῆς συναρτήσει τής άκτινος ρ τής Γῆς, άν γνωρίζωμεν τήν όριζοντίαν παράλλαξιν του άστέρου.

"Εκ τών Ισοτήτων (1) και (2) εύρίσκομεν ότι $\eta\mu\pi' = \eta\mu\pi \cdot \eta\mu Ζ$. (4).

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

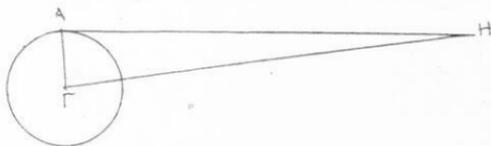
51. Ἀπόστασις τοῦ Ἡλίου ἀπὸ τῆς Γῆς. Οἱ ἀστρονόμοι διὰ διαφόρων μεθόδων, εὑρον ὅτι ἡ ὀριζοντία ἰσημερινὴ παράλλαξις τοῦ Ἡλίου εἶναι $8'',8$ (ἀκριβέστερον $8'',806$). Ἡ ἄνω-τέρω λοιπὸν ἰσότης (3) διὰ τὸν Ἡλιον γίνεται $\alpha = \frac{\rho}{\eta\mu 8'',8}$.

Ἐκ ταύτης εὐρίσκομεν κατὰ σειρὰν

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

Ἐκ 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.



Σχ. 40.

Τρέπομεν τὸ μέτρον $8'',806$ τῆς παραλλά-

ξεως τοῦ Ἡλίου εἰς ἀκτίνια καὶ εὐρίσκομεν ὅτι ἰσοῦται πρὸς

$$\frac{\pi \cdot 8,806}{180 \cdot 60 \cdot 60} = \frac{\pi}{73636}.$$

Ἡδη παρατηροῦμεν ὅτι ἔνεκα τῆς μικρότητος τῆς παραλλάξεως ΑΗΓ (Σχ. 41) δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν τὸ τρίγωνον ΗΓΑ ὡς ἰσοσκελὲς καὶ τὸ τόξον ΓΑ τῆς περιφερείας (Η,ΗΓ) ὡς ἴσον πρὸς τὴν ἀκτῖνα ΓΑ ἄνευ αἰσθητοῦ σφάλματος. Μετὰ ταῦτα σκεπτόμεθα ὡς ἐξῆς.

Ἐὰν ὀλόκληρος ἡ περιφέρεια (Η,ΗΓ) ἦτοι τόξον 2π ἀκτινίων ἔχει μῆκος 2π (ΗΓ), τόξον δὲ 1 ἀκτινίου τῆς περιφερείας ταύτης

ἔχει μῆκος $\frac{2\pi(\text{ΗΓ})}{2\pi}$ καὶ τόξον $\frac{\pi}{73636}$ ἀκτινίων ἔχει μῆκος

$$\frac{2\pi(\text{ΗΓ})}{2\pi} \cdot \frac{\pi}{73636}.$$

Ἐἶναι λοιπὸν $(\Gamma\text{Α}) = (\widehat{\Gamma\text{Α}}) = (\text{ΗΓ}) \cdot \frac{\pi}{73636}$

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

$$(\text{ΗΓ}) = \frac{73636\rho}{\pi} = 23440\rho :$$

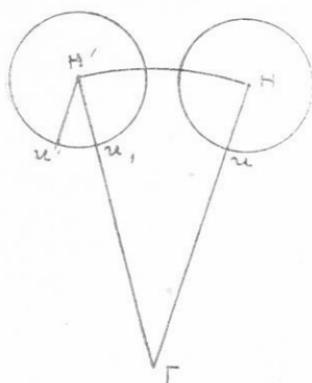
Ἡ ἀπόστασις λοιπὸν τοῦ Ἡλίου ἀπὸ τὴν Γῆν εἶναι 23440 γήϊνας ἰσημερινὰς ἀκτῖνας.

Ἀσκήσεις. 87) Νὰ ἐκτιμήσητε εἰς χιλιόμετρα τὴν ἀπόστασιν τοῦ Ἡλίου ἀπὸ τῆς Γῆς ἔχοντες ὑπ' ὄψιν ὅτι ἡ γήϊνη ἰσημερινὴ ἀκτίς εἶναι 6378388 μέτρα.

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

89) Νὰ εὑρήτε πόσον χρόνον θὰ ἐχρειάζετο ἓν ἀεροπλάνον νὰ φθάσῃ εἰς τὸν Ἡλίον, ἂν ἦτο δυνατόν νὰ τρέχῃ συνεχῶς μὲ ταχύτητα 500 χιλιομέτρων τὴν ὥραν.

52. Διάρκεια τῆς περι ἄξονα στροφῆς τοῦ Ἡλίου. Ἐμάθομεν ὅτι ἡ ὁμοιόμορφος κίνησις τῶν κηλίδων ἐκ τοῦ ἀνατολικοῦ πρὸς τὸ δυτικὸν χεῖλος τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου ἀποδεικνύει, ὅτι ὁ Ἡλιος στρέφεται ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς περι ἄξονα, ὅστις σχηματίζει μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐκλειπτικῆς γωνίαν $83^{\circ}2'$. Ὁ χρόνος μιᾶς πλήρους τοιαύτης στροφῆς ὑπολογίζεται ὡς ἑξῆς. Ἐν πρώτοις παρετηρήθη ὅτι κηλὶς τις ἐπανέρχεται εἰς τὴν αὐτὴν ἐπὶ τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου θέσιν μετὰ 27 ἡμέρας καὶ 3 ὥρας.



Σχ. 41.

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 κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον ὁ Ἡλιος μετετοπίσθη εἰς τὴν θέσιν Η' τῆς ἐκλειπτικῆς, ἡ κηλὶς φαίνεται εἰς τὴν θέσιν κ₁ κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΓΗ'. Ἐὰν δὲ ὁ Ἡλιος ἐστρέφετο περι ἄξονα κάθετον ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τῆς ἐκλειπτικῆς (ὑπερ ὀλίγον διαφέρει τοῦ ἀληθοῦς) καὶ κατὰ 360° , ἡ ἀκτίς Ηκ θὰ ἤρχετο εἰς τὴν θέσιν Η'κ' παράλληλον τῇ Ηκ καὶ ἡ κηλὶς δὲν θὰ ἐφάνετο εἰς τὸ κέντρον

τοῦ δίσκου, ἀλλ' εἰς θέσιν τινά κ' ἀνατολικώτερον τοῦ κέντρου κειμένην.

Ἴνα ἄρα ἡ κηλὶς φανῇ εἰς τὸ κ₁, πρέπει ὁ ἥλιος νὰ στραφῇ ἀκόμη κατὰ γωνίαν κ'Ηκ₁ = Η'ΓΗ. Αὕτη βαίνει ἐπὶ τοῦ τόξου ΗΗ' καὶ ἔχει μέτρον ἴσον πρὸς τὸ μέτρον αὐτοῦ.

Ἄλλὰ τὸ τόξον ΗΗ' εἶναι περίπου 27°, διότι καθ' ἐκάστην ἡμέραν ὁ ἥλιος διανύει τόξον 1° ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς. Ὡστε κατὰ τὸ διάστημα τῶν 27 ἡμερῶν καὶ 3 ὥρῶν ὁ ἥλιος στρέφεται περίπου κατὰ 360° + 27° = 387°.

Ἴνα δὲ στραφῇ μόνον κατὰ 360° χρειάζεται $\frac{27,125}{387} \cdot 360 = 25$ ἡμέραι 4 ὥραι 29π.

Τὸ ἀποτέλεσμα τοῦτο ἰσχύει διὰ τὰ ἐγγύς τοῦ ἡλιακοῦ ἰσημερινοῦ σημεῖα, διότι αἱ πλησίον τοῦ ἰσημερινοῦ κηλίδες ἐπανέρχονται εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν ἐπὶ τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου μετὰ 27 ἡμέρας καὶ 3 ὥρας. Αἱ ἀπώτερον τοῦ ἰσημερινοῦ κείμεναι κηλίδες χρειάζονται περισσότερον χρόνον, ἡ δὲ περιστροφή τῶν μερῶν τούτων τοῦ ἥλιου γίνεται εἰς μεγαλύτερον χρόνον. Εὐρέθη π. χ. ὅτι μακρὰν τοῦ ἰσημερινοῦ κατὰ 40° ἡ στροφή γίνεται εἰς 27 ἡμέρας περίπου.

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

53. Σχῆμα τοῦ ἥλιου. Τῇ βοηθείᾳ τοῦ ἡλιομέτρου κατεδείχθη, ὅτι καθ' ἐκάστην μεσημβρίαν πᾶσαι αἱ διάμετροι τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου εἶναι ἴσαι πρὸς ἀλλήλας.

Εἶναι λοιπὸν ὁ δίσκος οὔτος πάντοτε κύκλος, ἂν καὶ ἔνεκα τῆς περὶ ἄξονα στροφῆς αὐτοῦ ὁ ἥλιος παρουσιάζῃ πρὸς ἡμᾶς διάφορα ἐντὸς 25 ἡμερῶν μέρη αὐτοῦ.

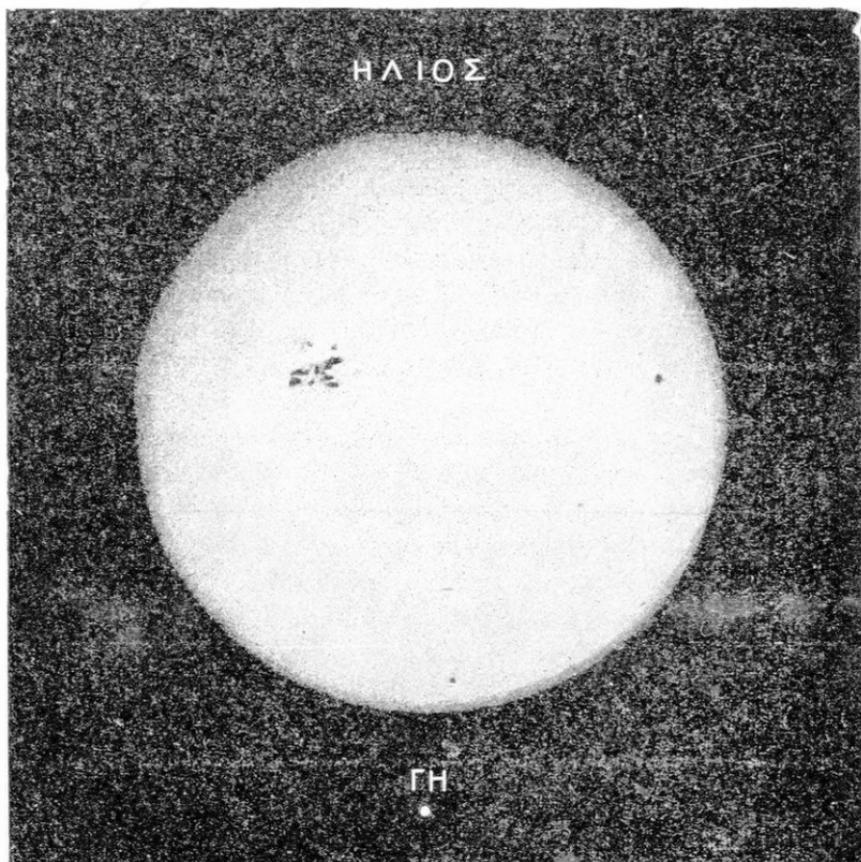
Ἐκ τούτου ἔπεται ὅτι ὁ ἥλιος εἶναι σφαῖρα.

54. Ἀκτὶς τοῦ ἥλιου. Ἐστω Ρ ἡ ἀκτὶς τῆς ἡλιακῆς σφαίρας, Δ ἡ φαινομένη διάμετρος, α ἡ ἀπόστασις αὐτῆς ἀπὸ τῆς Γῆς, ρ ἡ ἰσημερινὴ ἀκτὶς τῆς Γῆς καὶ π ἡ ὀριζοντιᾶ ἰσημερινῆ παράλλαξις τοῦ ἥλιου.

Ἐὰν ἐν τῇ ἰσότητι $\alpha = \frac{\rho}{\eta\mu\pi}$ (§ 50) θέσωμεν π ἀντὶ ἡμπ, δι' ὃν εἴπομεν (§ 50) λόγον, αὕτη γίνεται $\alpha = \frac{\rho}{\pi}$. Ἐκ ταύτης δὲ καὶ

της $\alpha = \frac{2P}{\Delta}$ (§ 35) εύρισκομεν $P = \frac{\Delta \rho}{2\pi} = \frac{(32' 4'') \rho}{2 \cdot (8'', 8)} = 109$, 3ρ περίπου. Ἡ ἀκτίς λοιπὸν τοῦ Ἡλίου εἶναι περίπου 109, 3 φορές μεγαλύτερα τῆς ἡμερινῆς ἀκτίδος τῆς Γῆς.

55. Ἐπιφάνεια— Ὅγκος— Μᾶζα τοῦ Ἡλίου. Ἡ γεω-



Συγκριτικὸν μέγεθος Ἡλίου καὶ Γῆς.

μετρία διδάσκει ὅτι δύο σφαιρῶν οἱ μὲν ἐπιφάνειαι εἶναι πρὸς ἀλλήλας ὡς τὰ τετράγωνα τῶν ἀκτίνων αὐτῶν, οἱ δὲ ὄγκοι ὡς οἱ κύβοι τῶν ἀκτίνων. Ὡστε, ἂν ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ Γῆ εἶναι

σφαιρική και καλέσωμεν E τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ Ἡλίου, e τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Γῆς, Σ τὸν ὄγκον τοῦ Ἡλίου καὶ σ τὸν τῆς Γῆς, θὰ εἶναι:

$$\frac{E}{e} = \frac{(109,3\rho)^2}{\rho^2} = (109,3\rho)^2 = 11946,5 \text{ καὶ}$$

$$\frac{\Sigma}{\sigma} = \frac{(190,3\rho)^3}{\rho^3} = (109,3\rho)^3 = 1300751,3$$

Ἐκ τούτων βλέπομεν ὅτι $E=11946,5e$ καὶ $\Sigma=1300751,3\sigma$, ἦτοι ἡ μὲν ἐπιφάνεια τοῦ Ἡλίου εἶναι περίπου 12000 φορές μεγαλύτερα ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Γῆς, ὁ δὲ ὄγκος εἶναι 1300000 φορές περίπου μεγαλύτερος ἀπὸ τὸν ὄγκον τῆς Γῆς. Οἱ ἀστρονόμοι εἶδον ὅτι ἡ μᾶζα τοῦ Ἡλίου εἶναι 333432 φορές μεγαλύτερα ἀπὸ τὴν μᾶζαν τῆς Γῆς.

Ἀσκήσεις. 90) Νὰ εὑρῆτε τὸ μῆκος τῆς ἀκτῖνος τοῦ Ἡλίου εἰς χιλιόμετρα γνωρίζοντας ὅτι ἡ ἰσημερινή ἀκτίς τῆς Γῆς εἶναι 6378388 μέτρα.

91) Νὰ εὑρῆτε τὸ ἐμβαδὸν τῆς ἡλιακῆς ἐπιφανείας εἰς τετραγωνικὰ μυριάμετρα.

92) Νὰ εὑρῆτε τὸν ὄγκον τοῦ Ἡλίου εἰς κυβικὰ μυριάμετρα.

93) Νὰ εὑρῆτε τὴν πυκνότητα τοῦ Ἡλίου συναρτήσῃ τῆς πυκνότητος τῆς Γῆς.

94) Γνωρίζοντας ὅτι ἡ μέση πυκνότης τῆς Γῆς εἶναι 5,52 νὰ εὑρῆτε τὴν πυκνότητα τοῦ Ἡλίου.

95) Νὰ εὑρῆτε τὸ βάρος τοῦ Ἡλίου εἰς τόννους.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

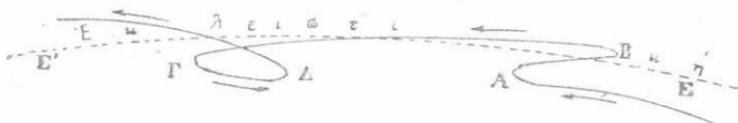
ΟΙ ΠΛΑΝΗΤΑΙ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

ΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

56. Αἱ κινήσεις τῶν πλανητῶν— Νόμοι τοῦ Κεπλέρου. Ἐμάθομεν (§ 4) ὅτι οἱ πλανῆται φαίνονται κινούμενοι ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν καὶ ὅτι ἡ φαινομένη τροχιά ἐκάστου πλανῆτου 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 τινὰ χρόνον εἰς τοὺς στηριγμοὺς Α, Β, Γ, Δ, κτλ.

Ἡ παρατήρησις δεικνύει ὅτι αἱ τροχιαί αὗται ὄλων σχεδὸν τῶν πλανητῶν (πλὴν μικρῶν τινῶν) κείνται ἐντὸς τοῦ ζῳδιακοῦ



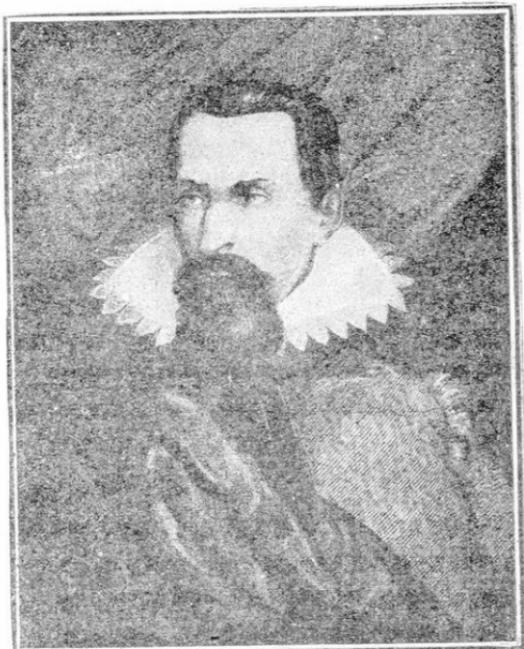
Σχ. 42.

ἐλάχιστα ἀφιστάμεναι τῆς Ἐκλειπτικῆς. Διὰ τὴν ἐξήγησιν τῶν φαινομένων τούτων κινήσεων εἶδομεν ὅτι ὁ Κοπέρνικος ἐδέχθη ὅτι οὗτοι κινουνοῦνται ἐκ Δ πρὸς Α περὶ τὸν Ἥλιον ἐπὶ περιφερειῶν κύκλων. Ἴνα δὲ οὗτος ἐξηγήσῃ τὰς ἀνωμαλίας τῶν φαινομένων κινήσεων αὐτῶν, ὡς καὶ τὴν μεταβολὴν τῆς ἀποστάσεως τῆς Γῆς ἀπὸ τοῦ Ἥλιου, ἐδέχθη ὅτι τὰ κέντρα τῶν κύκλων τούτων ἔκειντο ἐκτὸς τοῦ Ἥλιου.

Ὁ Γερμανὸς ἀστρονόμος *Κεπλερος* εὐτυχῆσας νὰ συνεργασθῇ ἐν Πράγῃ τῆς Βοημίας ἐπὶ τινὰ χρόνον (1600 μ. Χ.) μετὰ τὸν ἐξοχὸν παρατηρητὴν τοῦ Οὐρανοῦ Tycho-Brahè καὶ εἶτα νὰ κληρονομήσῃ τὴν πολῦτιμον συλλογὴν τῶν παρατηρήσεων

αὐτοῦ, κατώρθωσε νὰ ἀνακαλύψῃ τοὺς πραγματικοὺς νόμους τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν περὶ τὸν Ἥλιον.

Μελετῶν οὗτος τὰς κινήσεις τοῦ πλανήτου Ἄρεως ἐπὶ τῇ βάσει τοῦ συστήματος τοῦ Κοπερνίκου, εὗρεν ὅτι ὑπῆρχε διαφορὰ δ' περίπου μεταξὺ τῆς θεωρητικῆς θέσεως αὐτοῦ καὶ ἐκείνης, τὴν ὁποίαν ἔδιδον αἱ παρατηρήσεις τοῦ Tycho-Brahè. Πεισμένος δὲ ὅτι αἱ παρατηρήσεις αὗται δὲν περιεῖχον σφάλμα μεγαλύτερον τοῦ 1' ἀπέδωκε τὴν ἀσυμφωνίαν εἰς ἀνακρίβειαν τῆς θεωρίας. Οὕτω δὲ ἀπέρριψε τὴν κυκλικὴν κίνησιν τῶν πλανητῶν καὶ ἔδο-



Κέπλερος (1571—1630).

κίμασε μήπως ὁ Ἄρης ἐκινεῖτο ἐπὶ ἑλλείψεως, τῆς ὁποίας αἱ ιδιότητες ἦσαν γνωσταὶ ἀπὸ τοῦ Ἀπολλωνίου (260—210 π.Χ.)

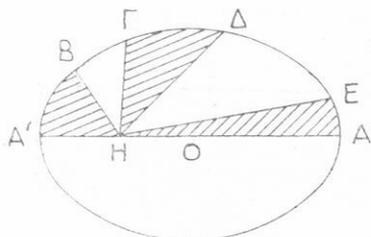
Μετὰ πολυετεῖς δὲ ἐργασίας ἀνεκάλυψε καὶ διευτύπως τοὺς ἐξῆς τρεῖς νόμους.

1ος. Ἡ τροχιά ἐκάστου πλανήτου εἶναι ἑλλειψις, τῆς ὁποίας τὴν μίαν τῶν ἐσσιῶν κατέχει ὁ Ἥλιος. (Σχ. 43).

Τὰ ἐπίπεδα τῶν ἑλλείψεων τούτων σχηματίζουν μικρὰς γωνίας μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς Ἐκλειπτικῆς. Αἱ ἑλλείψεις δὲ αὗται ἐλάχιστα διαφέρουσι περιφερειῶν κύκλων.

Ἐκ τῶν ἄκρων τοῦ μεγάλου ἄξονος ΑΑ' τὸ μὲν Α' ἐγγύ-

τερον πρὸς τὸν ἥλιον λέγεται *περιήλιον*· τὸ δὲ ἀπώτερον Α καλεῖται *ἀφήλιον*.



Σχ. 43.

τοῦ ἀφήλιου Α βραίνει πρὸς τὸ περιήλιον Α' καὶ τάνάπαλιν βραίνει 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 Χ, Χ' εἶναι οἱ χρόνοι τῶν περιφορῶν δύο πλανητῶν Π, Π' καὶ α, α' οἱ μεγάλοι ἡμιαξονες αὐτῶν, κατὰ τὸν νόμον τοῦτον θὰ εἶναι $\frac{X^2}{X'^2} = \frac{\alpha^3}{\alpha'^3}$. (1)

Ὁ μέγας ἡμιαξὼν τῆς τροχίᾳς ἐκάστου πλανήτου παριστᾷ τὴν μέσην ἀπόστασιν αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ ἥλιου. Πράγματι ἂν Ο εἶναι τὸ μέσον τοῦ μεγάλου ἄξονος ΑΑ' (Σχ. 43), θὰ εἶναι $HA = HO + OA$, $HA' = OA' - OH$. Ἐκ τούτων διὰ προσθέσεως κατὰ μέλη εὐρίσκομεν $HA + HA' = OA + OA'$, ὅθεν $AA' = OA + OA'$ ἢ $2\alpha = OA + OA'$ καὶ $\alpha = \frac{OA + OA'}{2}$.

Ἄν ὁ πλανήτης Π' εἶναι ἡ Γῆ, Χ' θὰ εἶναι 1 ἔτος καὶ α' ἡ μέση ἀπόστασις τῆς Γῆς ἀπὸ τὸν ἥλιον. Ἡ δὲ ἰσότης (1) γίνεται $X^2 = 1$ ἔτος $\left(\frac{\alpha}{\alpha'}\right)^3$. Ἐκ ταύτης δὲ εὐρίσκομεν ὅτι

$$X = 1 \text{ ἔτος } \sqrt[3]{\left(\frac{\alpha}{\alpha'}\right)^3}$$

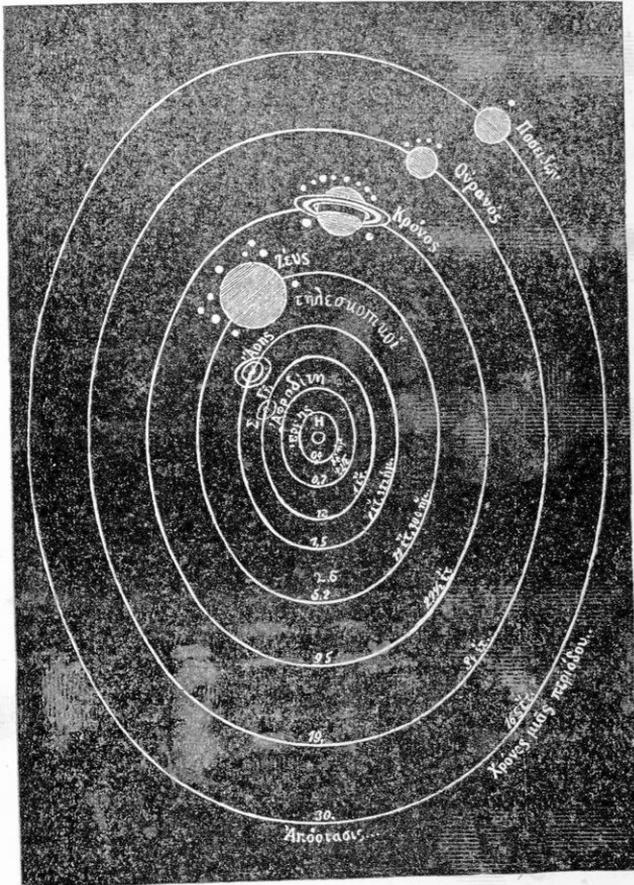
Ἄν π. χ. εἷς πλανήτης ἀπέχη ἀπὸ τὸν ἥλιον 5, 2α', θὰ εἶναι δι' αὐτὸν $X = 1$ ἔτος $\sqrt[3]{5,2^3} = 11,857$ ἔτη.

Διὰ τῶν νόμων τοῦ Κεπλέρου δύνανται νὰ ὀρίζωσι τὴν θέσιν ἐκάστου πλανήτου ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας. Ἡ ταυτότης

2ος. Ἡ ἐπιβατική ἀκτίς, ἡ ὁποία συνδέει τὸ κέντρο πλανήτου τινὸς καὶ τὸ κέντρο τοῦ ἥλιου, γράφει ἔμβαδὰ ἀνάλογα τοῦ χρόνου.

Κατὰ τὸν νόμον τοῦτον ἡ ταχύτης ἐκάστου πλανήτου βραίνει αὐξανόμενη, ἐφ' ὅσον οὗτος ἐκ

ἰδὲ σχεδὸν τῶν θέσεων τούτων πρὸς τὰς πράγματι παρατηρου-



Οἱ πλανῆται (πλὴν τοῦ Πλούτωνος) μετὰ τῶν δορυφόρων τῶν
κινούμενοι περὶ τὸν ἥλιον.

μένας ἀποτελεῖ τὴν ἰσχυροτέραν ἀπόδειξιν τῆς ἀληθείας τῶν
νόμων τούτων.

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

57. Μεγάλοι πλανήται.— 'Αποστάσεις αὐτῶν ἀπὸ τοῦ 'Ηλίου.— Δορυφόροι αὐτῶν.— 'Ανώτεροι καὶ κατώτεροι πλανῆται. Οἱ κυριώτεροι πλανῆται τοῦ ἡμετέρου ἡλιακοῦ συστήματος εἶναι οἱ ἀκόλουθοι, ἑννέα: 'Ερμῆς, 'Αφροδίτη, Γῆ, 'Αρης, Ζεὺς, Κρόνος, Οὐρανός, Ποσειδῶν καὶ Πλούτων. Αἱ ἀπὸ τοῦ 'Ηλίου ἀποστάσεις αὐτῶν εἶναι αἱ ἀκόλουθοι, λαμβανομένης ὡς μονάδος τῆς ἀπὸ τοῦ 'Ηλίου ἀποστάσεως τῆς Γῆς.

'Ερμῆς,	'Αφροδίτη,	Γῆ,	'Αρης,	Ζεὺς.
0,36	0,72	1	1,52	5,20
Κρόνος,	Οὐρανός,	Ποσειδῶν,	Πλούτων	(¹)
9,56	19,22	30,11	41,5	

Ὁ 'Ερμῆς καὶ ἡ 'Αφροδίτη ὡς ἀπέχοντες ἀπὸ τοῦ 'Ηλίου ἀπόστασιν μικροτέραν ἢ ἡ Γῆ καλοῦνται *κατώτεροι* ἢ *ἑσωτερικοί* πλανῆται.

Οἱ ἄλλοι (πλὴν τῆς Γῆς) καλοῦνται *ἀνώτεροι* ἢ *ἐξωτερικοί* πλανῆται:

(1) Νόμος τοῦ Bode. Κατὰ τὸ ἔτος 1780 ὁ διευθυντὴς τοῦ ἀστεροσκοπείου τοῦ Βερολίνου Bode εὗρεν ἀρκετὰ περιέργων καὶ ὅλως ἐμπειρικὸν νόμον παρέχοντα περίπου τὰς ἀπὸ τοῦ 'Ηλίου ἀποστάσεις τῶν γνωστῶν τότε πλανητῶν.

Προσθέσας ὁ Bode εἰς ἕκαστον ὄρον τῆς σειρᾶς 0,3,6,12,24,48,96 τὸν ἀριθμὸν 4 εὗρε τὴν σειρὰν 4,7,10,16,28,52,100. Διαίρεσας εἶτα πάντας τούτους διὰ 10 εὗρε τοὺς ἀριθμούς: 0,4 0,7 1 1,6 2,8 5,2 10, οἵτινες πλὴν τοῦ 2,8 ἐκφράζουσι περίπου τὰς ἀπὸ τοῦ 'Ηλίου ἀποστάσεις τῶν μέχρι τῆς ἐποχῆς ἐκείνης γνωστῶν πλανητῶν.

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 'Αρεως καὶ Διός, νὰ ὑπάρχη ἕτερος πλανῆτης, ἢν γνώμην καὶ πρὸ τῆς διατυπώσεως τοῦ νόμου τοῦ Bode εἶχε ρίψει ὁ Κέπλερος.

Βραδύτερον ὁ ἰσχυρισμὸς οὗτος ἐπεβεβαιώθη, διότι ἀνεκαλύφθησαν οἱ ἀστεροειδεῖς πλανῆται, οἵτινες κεῖνται ὄντως εἰς μέσην ἀπὸ τοῦ 'Ηλίου ἀπόστασιν 2,8.

Αὐξανομένης ἔτι τῆς σειρᾶς τοῦ Bode προκύπτουσι οἱ ἀριθμοὶ 19,6, 38,8 καὶ 77,2, ὧν ὁ πρῶτος ἐκφράζει περίπου τὴν ἀπόστασιν τοῦ βραδύτερου ἀνακαλυφθέντος Οὐρανοῦ, οἱ δὲ ἄλλοι 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 ἑνδεκά, ὁ Κρόνος δέκα, ὁ Οὐρανὸς τέσσαρας καὶ ὁ Ποσειδῶν ἓνα.

Ἐξ ὧν τούτων τῶν δορυφόρων μόνον ἡ Σελήνη εἶναι ὀρατὴ 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 ἔλλειψιν, 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 ἕτεροι 1152 περίπου μικροὶ πλανῆται, ὧν αἱ τροχιαὶ περιέχονται μεταξύ τοῦ Ἄρεως καὶ τοῦ Διός.

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

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

Κατὰ τὸ ἔτος 1898 ὁ Γερμανὸς ἀστρονόμος Witt ἀνεκάλυψεν ἀστεροειδῆ τινὰ πλανήτην, οὗ ἡ ἀπὸ τοῦ ἥλιου ἀπόστασις περιέχεται μεταξύ τῆς ἀποστάσεως τῆς Γῆς καὶ τῆς τοῦ Ἄρεως ἀπὸ τοῦ ἥλιου τοῦτον ὠνόμασεν Ἔρωτα.

Ἀσκήσεις. 96) Πόσον χρόνον χρειάζεται τὸ φῶς τοῦ ἥλιου, ἵνα μεταβῇ ἀπ' αὐτοῦ εἰς τὸν Ποσειδῶνα;

97) Ποσάκις ἢ μονὰς τῆς ἐπιφανείας τοῦ Ἑρμοῦ θὰ ἐφωτίζετο ὑπὸ τοῦ ἥλιου ἐντατικώτερον ἢ ἐπὶ τῆς Γῆς, ἂν αἱ αὐταὶ ἀτμοσφαιρικαὶ συνθήκαι ὑφίσταντο ἐπ' ἀμφοτέρων.

98) Ποσάκις ἢ μονὰς τῆς ἐπιφανείας ἐπὶ τοῦ Ποσειδῶνος

θά ἐφωτιζετο ἀσθενέστερον ἢ ἐπὶ τῆς Γῆς, ἂν αἱ αὐταὶ ὑφίσταντο ἐπ' ἀμφοτέρων ἀτμοσφαιρικαὶ συνθήκαι :

99) Ὁ Ἄρης ἀπέχει τοῦ Ἥλιου κατὰ μέσον ὅρον 1,52 ἀποστάσεις τῆς Γῆς ἀπὸ τοῦ Ἥλιου. Νὰ εὑρεθῇ ὁ χρόνος τῆς περιτὸν Ἥλιον περιφορᾶς αὐτοῦ.

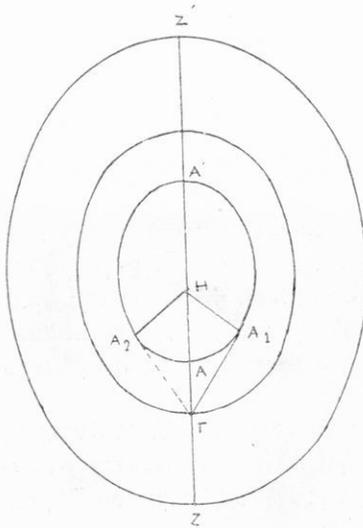
100) Ὁ Ζεὺς ἀπέχει τοῦ Ἥλιου 5,20 ἀποστάσεις τῆς Γῆς ἀπὸ τοῦ Ἥλιου. Νὰ εὑρεθῇ ὁ χρόνος τῆς περιτὸν Ἥλιον περιφορᾶς αὐτοῦ.

101) Ὁ Πλούτων ἀπέχει τοῦ Ἥλιου περίπου 41,5 ἀποστάσεις τῆς Γῆς ἀπὸ τοῦ Ἥλιου. Νὰ εὑρεθῇ ὁ χρόνος τῆς περιτὸν Ἥλιον περιφορᾶς αὐτοῦ.

59. Συζυγία, 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 μεγαλυτέρας ἀπλότητος θὰ θεωρῶμεν, ὅτι τὰ ἐπίπεδα τῶν πλανητικῶν τροχιῶν συμπίπτουσι μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς Ἐκλειπτικῆς. Ὑπὸ τὸν ὅρον τοῦτον εἶναι δυνατὸν ὁ Ἥλιος, ἡ Γῆ καὶ ἄλλος τις πλανήτης νὰ εὑρεθῶσι ποτε ἐπὶ εὐθείας.

Ἐὰν ἡ Γῆ εὑρίσκεται μεταξὺ Ἥλιου καὶ τοῦ ἄλλου πλανήτου, λέγομεν ὅτι ὁ πλανήτης οὗτος εὑρίσκεται εἰς *ἀντίθεσιν*. Π. χ. ὁ Ζεὺς εἰς τὴν θέσιν Ζ



Σχ. 44.

(Σχ. 44) εἶναι εἰς ἀντίθεσιν.

Ἐὰν δὲ ὁ Ἥλιος ἢ ὁ ἄλλος πλανήτης εὑρίσκηται μεταξὺ τῶν δύο ἄλλων σωμάτων, λέγομεν ὅτι ὁ πλανήτης εὑρίσκηται εἰς *συζυγίαν*. Π. χ. ὁ Ζεὺς εἰς τὴν θέσιν Ζ' εὑρίσκηται εἰς συζυγίαν.

Ἡ Ἀφροδίτη εὐρίσκεται εἰς συζυγίαν εἰς τὴν θέσιν Α καὶ εἰς τὴν θέσιν Α'. Ἡ πρώτη λέγεται *κατωτέρα* συζυγία, ἡ δὲ δευτέρα λέγεται *ἀνωτέρα* συζυγία. Ὡστε ἕκαστος κατώτερος πλανήτης ἔχει δύο συζυγίας· προφανῶς δὲ οὐδέποτε εὐρίσκεται εἰς ἀντίθεσιν.

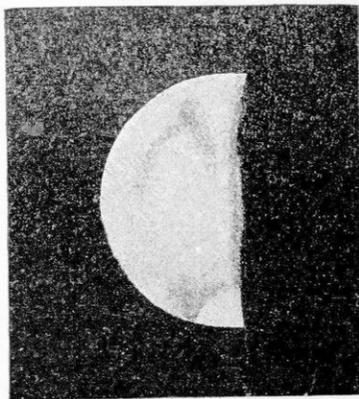
Ἡ γωνιώδης ἀπόστασις πλανήτου καὶ Ἡλίου λέγεται *ἀποχὴ* τοῦ πλανήτου τούτου.

Ἡ ἀποχὴ ἐκάστου ἐξωτερικοῦ πλανήτου κατὰ τὴν ἀντίθεσιν αὐτοῦ εἶναι 0° καὶ βαίνει ἀξανομένη, μέχρις οὗ κατὰ τὴν συζυγίαν λάβῃ τὴν μεγίστην τιμὴν 180° . Εἰς κατώτερος πλανήτης ἔχει ἀποχὴν 0° κατὰ τὴν κατωτέραν συζυγίαν. Ἐπειτα ἡ ἀποχὴ βαίνει ἀξανομένη, μέχρι τῆς στιγμῆς, καθ' ἣν θὰ εὐρεθῇ εἰς τὸ σημεῖον ἐπαφῆς τῆς ἐκ τοῦ Γ ἐφαπτομένης τῆς τροχιάς τῆς Ἀφροδίτης. Ἐπειδὴ ἡ τροχιά αὕτη ἐλάχιστα διαφέρει κύκλου, ἡ γωνία $HA_1\Gamma$ εἶναι ὀρθή. Εἶναι ἄρα εἰς τὴν

θέσιν ταύτην ἡμῆ $\hat{A}_1 = \frac{HA_1}{HG} = 0,72$. Ἐκ ταύτης δὲ εὐρίσκομεν

ὅτι $\hat{A}_1 = 46^\circ$. Ἐπειτα ἡ ἀποχὴ βαίνει ἐλαττουμένη, μέχρις οὗ κατὰ τὴν ἀνωτέραν συζυγίαν γείνη 0° . Ἀρχεται πάλιν ἀξανομένη καὶ εἰς θέσιν A_2 συμμετρικὴν τῆς A_1 γίνεται 46° . Μετὰ ταῦτα βαίνει ἐλαττουμένη μέχρι τοῦ 0° καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Κατὰ ταῦτα ἡ μεγίστη ἀποχὴ τῆς Ἀφροδίτης εἶναι 46° . Διὰ τὸν λόγον τοῦτον βλέπομεν τὴν Ἀφροδίτην πάντοτε πλησίον τοῦ Ἡλίου.

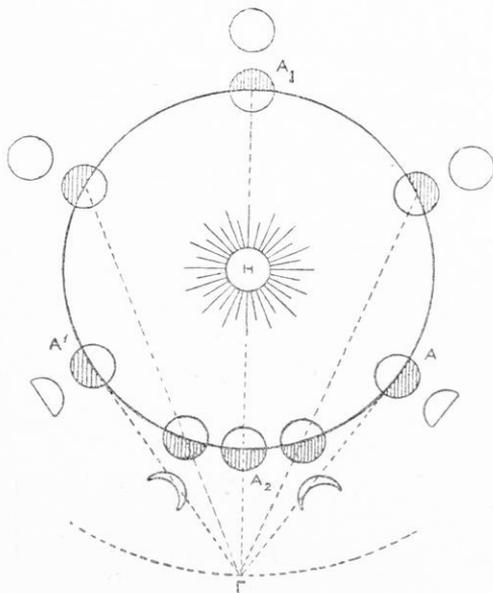
Ὁμοίως εὐρίσκομεν ὅτι ἡ μεγίστη ἀποχὴ τοῦ Ἑρμοῦ εἶναι 29° . Ὁ Ἑρμῆς λοιπὸν φαίνεται πάντοτε ἀκόμη πλησιέστερον ἀπὸ τὴν Ἀφροδίτην πρὸς



Ἡ Ἀφροδίτη κατὰ τὸ α' τέταρτον.

τὸν ἥλιον. Διὰ τοῦτο ὑπὸ εὐνοϊκᾶς ἀτμοσφαιρικᾶς συνθήκας φαίνεται διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ.

60. Φάσεις τῶν Πλανητῶν. Πρῶτος ὁ Γαλιλαῖος κατὰ τὸ 1610 παρετήρησεν ὅτι ἡ Ἀφροδίτη παρουσιάζει φάσεις ἀνα-



Σχ. 45.

λόγους πρὸς τὰς τῆς Σελήνης. Οὕτως, ὅταν ἡ Ἀφροδίτη εὐρίσκηται εἰς τὴν θέσιν A_2 , τὸ πρὸς τὴν Γῆν ἔστραμμένον ἥμισυ αὐτῆς δὲν φωτίζεται ὑπὸ τοῦ Ἡλίου καὶ κατ' ἀκολουθίαν εἶναι ἀόρατον (Σχ. 45).

Ἐὰν δὲ νοήσωμεν τὴν Γῆν ἀκίνητον, τὴν δὲ Ἀφροδίτην κινουμένην μὲ τὴν διαφορὰν τῶν γωνιακῶν 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 μείζον μέρος τοῦ φωτιζομένου αὐτῆς μέρους καὶ φαίνεται (διὰ τηλεσκοπίου) κατ' ἀρχὰς ὡς λεπτός μηνίσκος στρέφων τὸ κυρτὸν πρὸς τὸν ἥλιον καὶ βαθμηδὸν μεγαθύνεται, μέχρις οὗ καταστῆ πλήρης φωτεινὸς δίσκος. Ἀπὸ τῆς στιγμῆς ταύτης ἀναλαμβάνει κατ' ἀντίστροφον τάξιν τὰ αὐτὰ σχήματα, μέχρις οὗ πάλιν καταστῆ ἀόρατος.

Ὁμοίως φάσεις παρουσιάζει καὶ ὁ Ἑρμῆς.

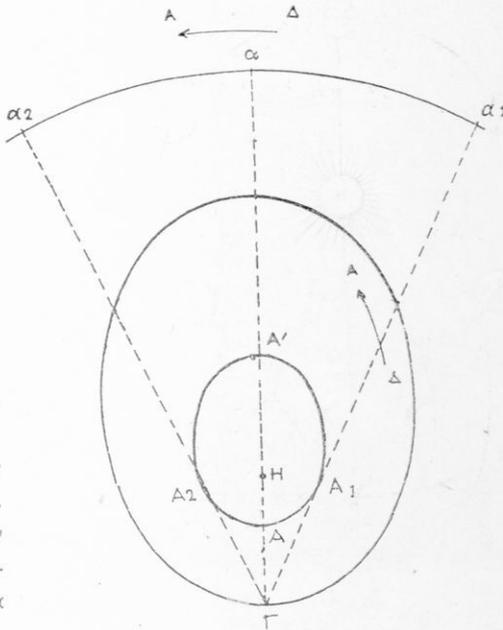
Ἀπὸ δὲ τοὺς ἐξωτερικοὺς πλανήτας μόνον ὁ Ἄρης παρουσιάζει αἰσθητὰς φάσεις.

61. Ἐξήγησις τῶν φαινομένων κινήσεων τῶν πλανητῶν. Αἱ φαινόμενα ἐπὶ τῆς οὐρανίας σφαίρας τροχιαὶ τῶν πλανητῶν ἐξηγοῦνται διὰ τῆς παραδοχῆς τοῦ Κοπερνικείου συστήματος ὡς ἑξῆς:

Α'. Ἐστω πρῶτον εἷς ἐσωτερικὸς πλανήτης π. χ. ἡ Ἄφροδίτη. Ἄν X εἶναι ὁ χρόνος τῆς περιὸν τὸν Ἥλιον περιφορᾶς αὐτῆς, α ὁ μέγας ἡμιάξων τῆς τροχιάς της, X', α' τὰ ἀντίστοιχα στοιχεῖα τῆς Γῆς θὰ εἶναι

$$\frac{X^2}{X'^2} = \frac{\alpha^3}{\alpha'^3} \quad (\S 56).$$

Ἐπειδὴ δὲ $\alpha < \alpha'$, θὰ εἶναι καὶ $X < X'$, ἤτοι ἡ Ἄφροδίτη γράφει τὴν περιὸν τὸν Ἥλιον τροχίαν της εἰς χρόνον μικρότερον τοῦ ἔτους. Ἡ γωνιώδης λοιπὸν ταχύτης τῆς Ἄφροδίτης εἶναι μεγαλύτερα τῆς γωνιώδους ταχύτητος τῆς Γῆς.

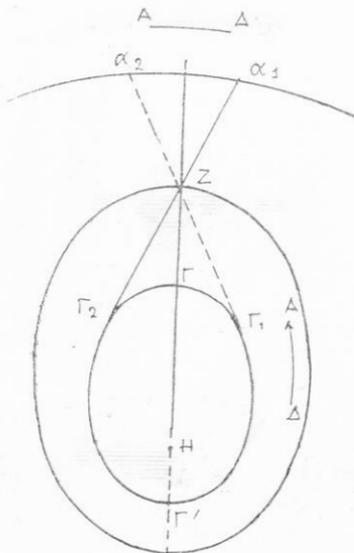


Σχ. 46.

Ἐάν φαντασθῶμεν τὴν Γῆν ἀκίνητον, τὴν δὲ Ἄφροδίτην κινουμένην μὲ γωνιώδη ταχύτητα ἴσην πρὸς τὴν ὑπεροχὴν τῆς γωνιώδους ταχύτητος αὐτῆς ἀπὸ τὴν γωνιώδη ταχύτητα τῆς Γῆς, βλέπομεν ὅτι: Ὄταν ἡ Ἄφροδίτη εὑρίσκηται εἰς κατωτέρα συνζυγίαν Α φαίνεται ἐκ τῆς Γῆς Γ εἰς τὸν θέσιν α τῆς οὐρανίου σφαίρας. Καθ' ὃν δὲ χρόνον γράφει τὸ τόξον ΑΑ₁ τῆς τροχιάς της, φαίνεται εἰς σημεία

βαθμηδόν δυτικώτερα, μέχρις οὖ 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 $\alpha_1\alpha_2$, ἧτοι φαίνεται κινουμένη πάλιν ἐξ 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 συμπίπτουσιν μὲ τὰ ἐκ Δ πρὸς A γραφόμενα τόξα $\alpha_1\alpha_2$. Ἐπειδὴ δὲ τὸ τό-



Σχ. 47.

ξον A_2AA_1 διαγράφει εἰς χρόνον ὀλιγώτερον ἢ τὸ $A_1A'A_2$, ἔπεται ὅτι ἐπὶ τῆς οὐρανίας σφαίρας φαίνεται διαγράφουσα τόξα μικρότερα ἐξ A πρὸς Δ καὶ μεγαλύτερα ἐκ Δ πρὸς A .

Ὅταν ἡ Ἀφροδίτη εὐρίσκηται εἰς θέσεις λίαν ἐγγύς τῶν A_1, A_2 αἱ φαινόμενα ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας θέσεις αὐτῆς εὐρίσκονται τόσον ἐγγύς τῶν α_1, α_2 , ὥστε ἐπὶ τινὰ 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 οὐρανίας σφαίρας διάφορα τόξα $\alpha_1\alpha_2, \alpha_2\alpha_1$ ἀλλάσσουν συνεχῶς θέσιν ἐπὶ τῆς οὐρανίας σφαίρας, ὡς πράγματι συμβαίνει.

Β'. Ὁμοίως ἐξηγεῖται καὶ ἡ φαινόμενη τροχιά ἐπὶ τῆς οὐρανίας σφαίρας ἑνὸς ἐξωτερικοῦ πλανήτου π. χ. τοῦ Διός. Ἀρκεῖ μόνον νὰ παρατηρήσωμεν ὅτι οὗτος ἔχει μικροτέραν γωνιώδη ταχύτητα ἀπὸ τὴν $\Gamma\eta$ ν. Πρέπει λοιπὸν νὰ νοήσωμεν τὸν μὲν Δία ἀκίνητον εἰς σημεῖον Z τῆς τροχιάς αὐτοῦ, τὴν δὲ $\Gamma\eta$ ν κινουμέ-

νην με γωνιώδη ταχύτητα ἴσην πρὸς τὴν ὑπεροχὴν τῆς γωνιώδους ταχύτητος αὐτῆς ἀπὸ τὴν γωνιώδη ταχύτητα τοῦ Διός.

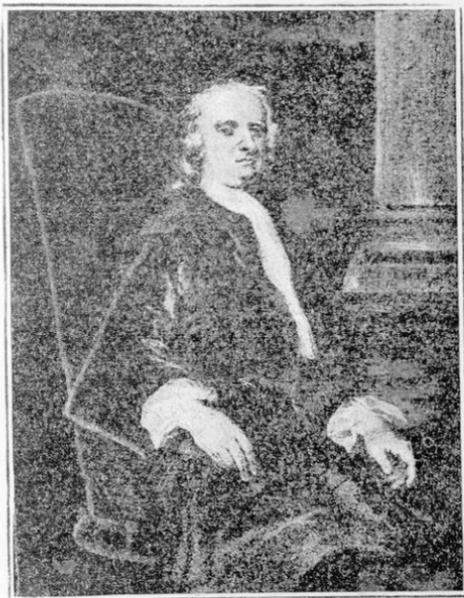
62. Νόμος τῆς παγκοσμίου ἔλξεως. Ὁ Κέπλερος τὰ μέγιστα ἐνθουσιασθεὶς ἐκ τῆς ἀνακαλύψεως τῶν νόμων τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν ἐπεχείρησε νὰ ἀνεύρη καὶ τὴν φυσικὴν αἰτίαν τῆς τοιαύτης κινήσεως τῶν πλανητῶν. Εἰς τὴν τοιαύτην δὲ προσπάθειάν του σχεδὸν ἤψατο τῆς αἰτίας ταύτης. Δὲν εἶχεν ὅμως προχωρήσει ἢ ἐπιστήμη τόσο, ὅπως παράσχη εἰς αὐτὸν τὰ ἀπαιτούμενα μέσα διὰ τὴν ἀνεύρεσιν τῆς ζητουμένης δυνάμεως.

Ἡ δόξα τῆς ἀνακαλύψεως αὐτῆς ἐπεφυλάσσετο εἰς τὸν Ἄγγλον **Ἰσαὰκ Νεύτωνα**.

Οὗτος ἔχων ὑπ' ὄψιν τοὺς νόμους τοῦ Κεπλέρου καὶ στηριζόμενος ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας Μηχανικῆς ἀπέδειξεν ὅτι μεταξὺ Ἑλίου καὶ ἐκάστου πλανήτου ἀναπτύσσεται **ἐλκτικὴ δύναμις**

ἀνάλογος πρὸς τὰς μάζας τῶν σωμάτων τούτων καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ἀποστάσεως αὐτῶν. Μετὰ ταῦτα ἀπέδειξεν ὅτι μερικὴ περίπτωσις τῆς ἔλξεως ταύτης εἶναι ἡ δύναμις, ἢ ὁποία συγκρατεῖ τὴν Σελήνην εἰς τὴν περὶ τὴν Γῆν τροχίαν τῆς καὶ ἡ βαρύτης.

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



Ἰσαὰκ Νεύτων (1543—1627)

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

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

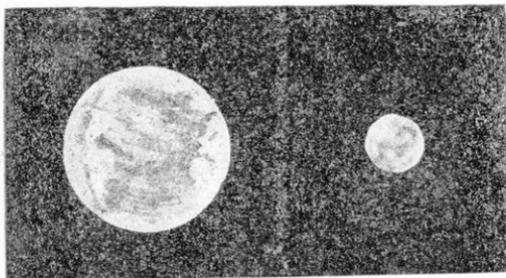
Ἡ οὐράνιος Μηχανικὴ ἀποδεικνύει ἀντιστρόφως ὅτι: Ἄν ἀληθεύῃ ὁ νόμος τοῦ Νεύτωνος, πρέπει κατ' ἀνάγκην οἱ πλανῆται νὰ κινοῦνται κατὰ τοὺς Νόμους τοῦ Κεπλέρου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΜΕΓΑΛΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

63. Ἑρμῆς. Ὁ ἐγγύτατος τῷ Ἠλίῳ πλανῆτης Ἑρμῆς οὐδέποτε ἀπομακρύνεται αὐτοῦ γωνιώδη ἀπόστασιν μείζονα τῶν 29°.

Ἔνεκα τούτου εὐρίσκεται βεβυθισμένος ἐντὸς τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων καὶ κατ' ἀκολουθίαν σπανίως καὶ ὑπὸ λίαν εὐνοϊκᾶς συνθήκας εἶναι ὁρατὸς διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ μετὰ τὴν δύσιν τοῦ Ἠλίου πρὸς δυσμᾶς ἢ ἄλλοτε πρὸς ἀνατολᾶς καὶ πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ Ἠλίου λάμπων ὡς ὑπέρυθρος (ἔνεκα τοῦ μικροῦ ὑπέ-



Σχετικὸν μέγεθος Γῆς καὶ Ἑρμοῦ.

τόν ὀρίζοντα ὕψους αὐτοῦ) ἀστὴρ α' μεγέθους.

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

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

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

Ἡ διάρκεια τῆς περιὸν τὸν Ἥλιον περιφορᾶς αὐτοῦ ἀνέρχεται εἰς 88 ἡμέρας.

Ἐπειδὴ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ πλανήτου τούτου δὲν παρατηροῦνται εὐδιάκριτοι κηλίδες, οὐδὲν εἶναι βέβαιον περὶ τῆς περιστροφικῆς αὐτοῦ κινήσεως. Κατὰ τινὰς στρέφεται εἰς 24 ὥρας ὡς ἡ Γῆ, κατ' ἄλλους (Lowell, Schiaparelli) στρέφεται εἰς 88 ἡμέρας.

Κατὰ τὰς παρατηρήσεις τοῦ Lowell οὐδὲν ἐπ' αὐτοῦ ὑπάρχει νέφος, οὐδὲ πολικαὶ χιόνες· στερεῖται ἄρα οὗτος παχείας ὀπωσθήποτε ἀτμοσφαιρας 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 πρωΐαν πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ Ἥλιου (Ἐωσφόρος, κοινῶς Αὐγερινός). Ἄλλοτε δὲ ἐπομένη αὐτοῦ, ὅτε φαίνεται πρὸς δυσμὰς μετὰ τὴν δύσιν τοῦ Ἥλιου (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 τὸν ὄγκον τῆς Γῆς, ἡ δὲ μάζα αὐτῆς ἰσοῦται πρὸς τὰ 0,817 τῆς γήινης μάζης καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἡ πυκνότης αὐτῆς εἶναι μικροτέρα τῆς γήινης ἰσοϋμένη πρὸς τὰ 0,91 αὐτῆς.

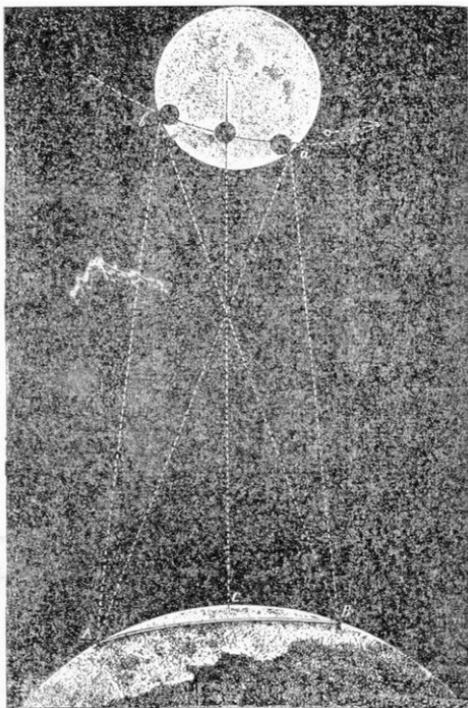
Ἡ ἀστρική περιφορὰ αὐτῆς εἶναι περίπου 225 (ἀκριβέστερον 224,701) ἡμέραι, ὁ δὲ χρόνος τῆς περι ἄξονα στροφῆς εἶναι ἀβέβαιος.

Κατὰ τὸν Schiaparelli καὶ οὗτος εἶναι 225 ἡμέραι, κατ' ἄλλους δὲ ὁ χρόνος οὗτος εἶναι περίπου 24 ὥραι.

Ἡ Ἀφροδίτη περιβάλλεται ἀπὸ ἀτμοσφαιρας, παχυτέρας τῆς ἡμετέρας, στερεῖται δὲ δορυφόρου.

Ἀπὸ καιροῦ εἰς καιρὸν ὁ Ἑρμῆς καὶ ἡ Ἀφροδίτη παρεντίθενται μεταξὺ Γῆς καὶ Ἥλιου εἰς ἐλαχίστην ἀπὸ τῆς Ἐκλειπτικῆς ἀπόστασιν. Τότε δὲ ἕκαστος τῶν πλανητῶν τούτων

φαίνεται ως μικρά μέλαινα κηλίδες διερχομένη πρό τοῦ ἡλια-



Διάβασις τῆς Ἀφροδίτης πρό
τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου.

νης καὶ ἡ πυκνότης πρὸς 0,59 τῆς πυκνότητος τῆς Γῆς.

Στρέφεται δὲ περὶ τὸν ἥλιον εἰς 686,98 ἡμέρας καὶ περὶ ἄξονα εἰς 24 ὥρας 37π 23δ.

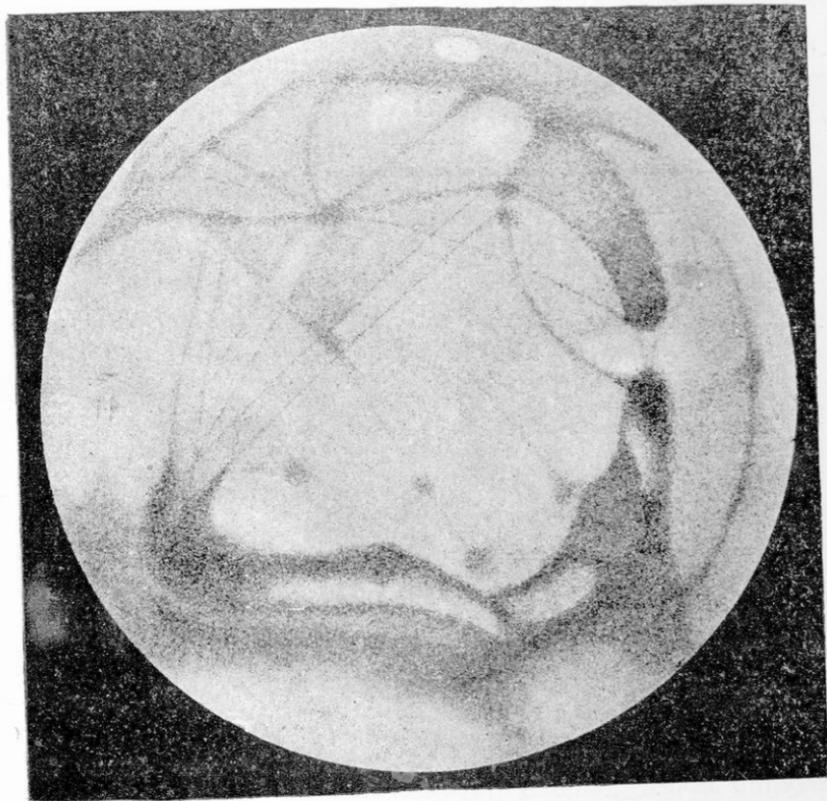
Ὁ ἡμερινὸς αὐτοῦ σχηματίζει μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς τροχιάς του γωνίαν $24^{\circ}52'$. Ἐκ τούτων ἀγόμεθα εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι ἐπὶ τοῦ Ἄρεως αἱ ἡμέραι εἶναι ἴσαι σχεδὸν πρὸς τὰς ἡμετέρας καὶ αἱ ὥραι τοῦ ἔτους διαδέχονται ἀλλήλας ὡς καὶ παρ' ἡμῖν, ἀλλ' ἐκάστη τούτων εἶναι μακροτέρα, διότι τὸ ἔτος ἐκεῖ ἔχει 687 περίπου ἡμέρας.

κοῦ δίσκου. Αἱ διαβάσεις αὗται τῆς Ἀφροδίτης ἔχουσι μεγάλην ἀξίαν διὰ τοὺς ἀστρονόμους, διότι ἐκ χρησιμοποιοῦντο ὑπ' αὐτῶν διὰ τὴν εὑρεσιν τῆς παραλλάξεως τοῦ Ἡλίου. Ἡ τελευταία διάβασις τῆς Ἀφροδίτης ἔγινε τὴν 6 Αὐγούστου 1882, ἡ δὲ προσεχὴς θὰ γείνη τὴν 8ην Ἰουλίου 2004.

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

Ὁ ὄγκος αὐτοῦ ἰσοῦται πρὸς 0,157 τοῦ τῆς Γῆς, ἡ μάζα πρὸς τὰ 0,108 τῆς γῆ-

“Όταν κατά την διά τοῦ περιηλίου διόβασιν τοῦ Ἄρεως ἡ γωνιώδης ἀπόστασις αὐτοῦ εἶναι 180° , ἡ ἀπόστασις τοῦ Ἄρεως ἀφ’ ἡμῶν ἔχει τὴν ἐλαχίστην τιμὴν (56000000 χιλίωμ. περίπου). Κατ’ ἀκολουθίαν ἡ φαινόμενη διάμετρος αὐτοῦ ἔχει τότε τὴν



Μεγέθυνσις τηλεσκοπικῆς ἀπόψεως Ἄρεως.

μεγίστην τιμὴν καὶ ἡ θέσις αὕτη εἶναι λίαν εὐνοϊκὴ διὰ τὴν παρατήρησιν διὰ μεγάλων τηλεσκοπίων τοπογραφικῶν λεπτομερειῶν ἐπ’ αὐτοῦ. Ἐπανερχεται δὲ εἰς τὴν εὐνοϊκὴν ταύτην θέσιν ὁ πλανήτης οὗτος ἀνά 15 καὶ ἀνά 17 ἔτη.

Ἐπὶ τοῦ Ἄρεως ὑπάρχουσι θάλασσαι μικροῦ βάθους, διότι αἱ πολικαὶ χῶραι φαίνονται ὡς λευκαὶ κηλίδες λαμπρότεραι τοῦ λοιποῦ δίσκου, ἐκάστης τῶν ὁποίων τὸ μέγεθος μεταβάλλεται κατὰ τὰς ὥρας τοῦ ἔτους. Αἱ κηλίδες αὗται θεωροῦνται ὅτι εἶναι χιῶν καὶ πάγος.

Ἐπίσης ὁ Ἄρης περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας, ὡς ἀποδεικνύει ἡ φασματοσκοπικὴ ἀνάλυσις.

Τὸ περιεργότερον δὲ τῶν ἐπὶ τοῦ Ἄρεως παρατηρουμένων φαινομένων εἶναι αἱ σκοτειναὶ γραμμαῖ, αἵτινες διασχίζουσιν ὀλόκληρον τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ καὶ συνενούμεναι ἀποτελοῦσι δίκτυον ἄρκετὰ κανονικόν. Αἱ γραμμαῖ αὗται καλοῦνται διωρύγες, 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 ὀρθὴν φοράν περὶ τὸν Ἄρην εἰς 7 ὥρας 39π 14δ, ὁ δὲ **Δεῖμος** εἰς 30 ὥρας 17π 54δ. Κατὰ τινὰς ὄθεν νύκτας ὁ Ἄρης φωτίζεται ὑπὸ ἀμφοτέρων συγχρόνως τῶν δορυφόρων του· ὁ δὲ Φόβος στρεφόμενος περὶ τὸν πλανήτην κατὰ τὴν ὀρθὴν φοράν 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 ὀρθὴν φοράν, ἤτοι ἀνατέλλων ἐκ δυσμῶν καὶ δύνων πρὸς ἀνατολάς.

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

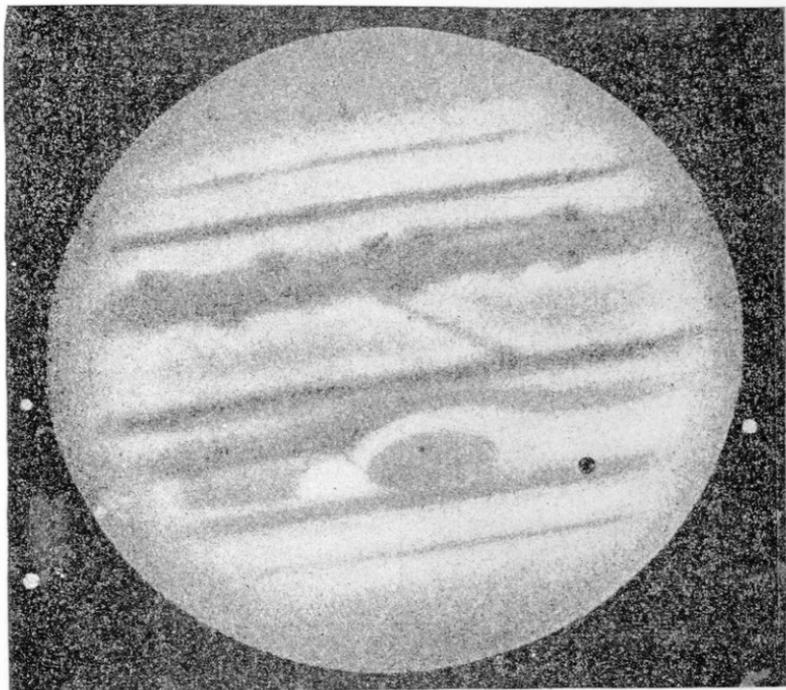
Εἶναι δὲ ὁ μεγαλύτερος τῶν πλανητῶν ἔχων ὄγκον 1380 περίπου φοράς μείζονα τοῦ τῆς Γῆς, μᾶζαν 318 μείζονα τῆς γῆνης καὶ πυκνότητα τὰ 0,24 τῆς γῆνης.

Στρέφεται περὶ ἄξονα εἰς 10 ὥρας περίπου (ἀκριβῶς 9 ὥρας 55π 37δ) καὶ περὶ τὸν Ἥλιον εἰς 11 ἔτη καὶ 315 ἡμέρας.

Ἐνεκα τῆς ταχείας αὐτοῦ περιστροφικῆς κινήσεως ἔχει λίαν αἰσθητὴν καὶ εὐκόλως ὀρωμένην διὰ καλοῦ τηλεσκοπίου ἰσημερινὴν ἐξόγκωσιν. Ὡστε ὁ Ζεὺς ἔχει σχῆμα πεπιεσμένον

περί τούς πόλους του και έξωγκωμένον περί τόν Ισημερινόν. Ὁ λόγος τῆς διαφορᾶς τῆς Ισημερινῆς ἀκτίνος ἀπὸ τὴν πολικὴν πρὸς τὴν Ισημερινὴν ἀκτῖνα εἶναι $\frac{1}{17}$. Ὁ λόγος οὗτος λέγεται *πλάτυνσις* τοῦ Διός.

Ἡ παρατήρησις ἀποδεικνύει ὅτι ὁ Ζεὺς περιβάλλεται ὑπὸ



Ὁ Ζεὺς καὶ οἱ κυριώτεροι δορυφόροι του. Ὁ εἰς διερχόμενος πρὸ τοῦ δίσκου τοῦ Διὸς ῥίπτει ἐπ' αὐτοῦ σιάν.

ἀτμοσφαῖρας παχείας καὶ σχεδὸν πάντοτε πεφορτισμένης μεγάλων νεφῶν.

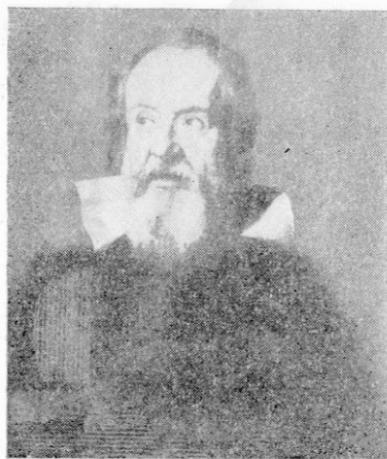
Διὰ τηλεσκοπίου ἀρκούντως ἰσχυροῦ βλέπομεν ἐπὶ τοῦ δι-

σκου αὐτοῦ ζώνας ἐναλλάξ σκοτεινὰς καὶ λαμπράς, αἱ ὁποῖαι ἐκτείνονται παραλλήλως 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.

Μεγάλαι τινὲς κηλίδες παρατηρούμεναι ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ὀφείλονται εἰς τὴν αὐτὴν αἰτίαν.

Ἡ ὑπὸ τοῦ Γαλιλαίου ἀνακάλυψις τοῦ τηλεσκοπίου ἐπέτρεψεν αὐτῷ εὐθὺς ἀμέσως νὰ παρατηρήσῃ τοὺς τέσσαρας μεγαλύτερους ἐκ τῶν 9 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 δηλόν ὅτι ὑπῆρχον οὐράνια σώματα μὴ στρεφόμενα περὶ τὴν Γῆν, ἦν οἱ πολέμιοι τοῦ Κοπερνίκου ἐθεώρουν ὡς κέντρον τοῦ κόσμου.



Γαλιλαῖος (1564—1642).

Ἡ ἀνακάλυψις αὐτῶν τῶν δορυφόρων ἐπέτρεψε τὸν Γαλιλαῖον νὰ ἀποδείξῃ ὅτι ὁ Δίας ἔχει ἑαυτοῦ δορυφόρους, ὅπως ἡ Γῆ ἔχει τὸν ἑαυτοῦ δορυφόρον τὸν Μήνην. Ἡ ἀνακάλυψις αὐτῶν τῶν δορυφόρων ἐπέτρεψε τὸν Γαλιλαῖον νὰ ἀποδείξῃ ὅτι ὁ Δίας ἔχει ἑαυτοῦ δορυφόρους, ὅπως ἡ Γῆ ἔχει τὸν ἑαυτοῦ δορυφόρον τὸν Μήνην.

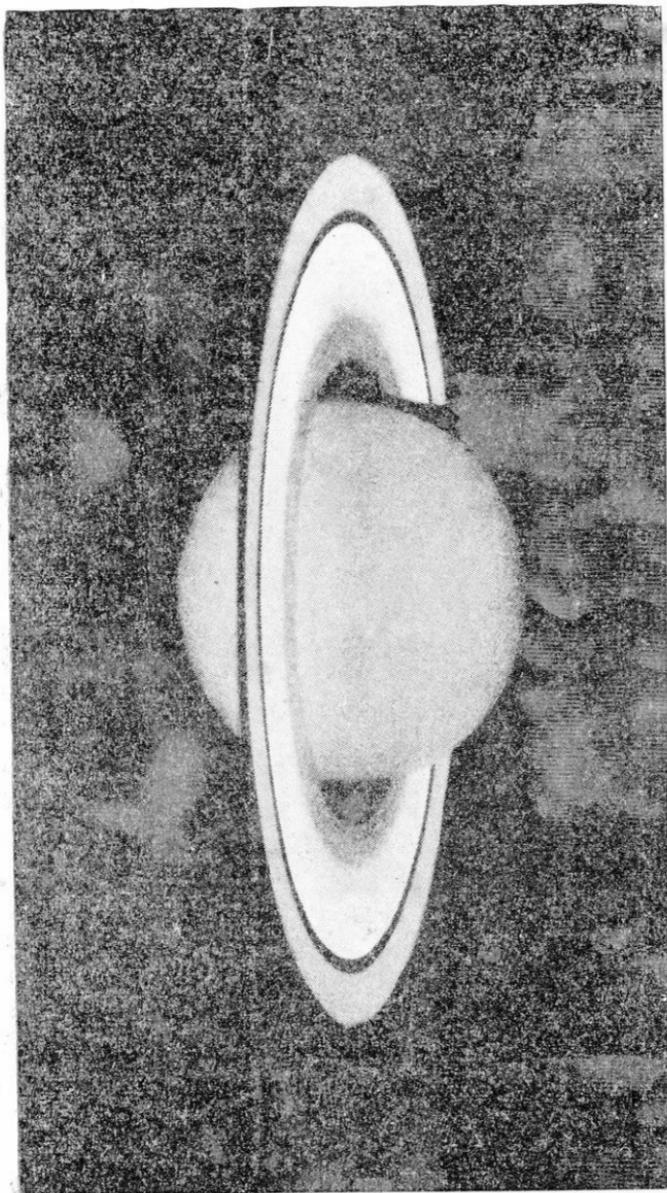
Ὁ πέμπτος δορυφόρος ἀνεκαλύφθη τῷ 1892 εἰς τὸ Ἄστεροσκοπεῖον Lich τῆς Καλιφορνίας· οἱ ἄλλοι ἀνεκαλύφθησαν βραδύτερον διὰ τῆς φωτογραφίας. Ὁ δέκατος καὶ ἑνδέκατος ἀνεκαλύφθησαν τὸν Ἰούλιον τοῦ 1938.

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

Ἡ ἀνακάλυψις αὐτῶν τῶν δορυφόρων ἐπέτρεψε τὸν Γαλιλαῖον νὰ ἀποδείξῃ ὅτι ὁ Δίας ἔχει ἑαυτοῦ δορυφόρους, ὅπως ἡ Γῆ ἔχει τὸν ἑαυτοῦ δορυφόρον τὸν Μήνην.

Σημ. Εἰς τὸ φάσμα τοῦ φωτὸς τοῦ Διὸς παρατηροῦνται εἰδικαὶ ραβδώσεις, αἱ ὁποῖαι δεικνύουσι τὴν ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾷ αὐτοῦ παρουσίαν ἀερίου ἀγνώστου ἔτι.

67. Κρόνος. Ὁ πλανήτης οὗτος φαίνεται διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ ὡς ἀστὴρ α' μεγέθους. Εἶναι 754 φορές ὀγκωδέστερος



‘Ο πλανήτης Κρόνος.

ρος της Γης, έχει μάζαν 95 φορές μείζονα της γήινης και πυκνότητα ἴσην πρὸς 0,13 τῆς γήινης.

Στρέφεται δὲ περὶ τὸν ἥλιον εἰς 29 ἔτη καὶ 167 ἡμέρας περίπου καὶ περὶ ἄξονα εἰς 10 ὥρας· 14π καὶ 24δ.

Ἡ πλάτυνσις αὐτοῦ εἶναι μᾶλλον τῆς τοῦ Διὸς αἰσθητῆ ἰσομένη πρὸς $\frac{1}{9}$.

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 ὕδρατμων.

Ὁ Κρόνος ἔχει 10 δορυφόρους, ὧν οἱ δύο νεώτεροι κατὰ τὴν χρονολογίαν τῆς ἀνακαλύψεως, ἀνεκαλύφθησαν διὰ τῆς φωτογραφίας (1898, 1904) ὑπὸ τοῦ W. Pickering.

Ἴδιον τοῦ Κρόνου χαρακτηριστικὸν εἶναι λεπτὸς καὶ πλατὺς δακτύλιος, ὅστις περιβάλλ-

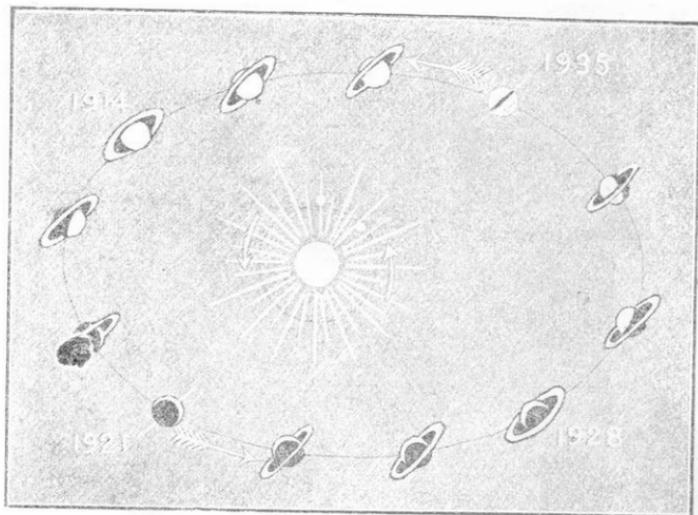


Ὁ Κρόνος καὶ οἱ δορυφόροι του.

στικὸν εἶναι λεπτὸς καὶ πλατὺς δακτύλιος, ὅστις περιβάλλ-

λει χωρίς να έγγιζε αυτόν. Ο Γαλιλαῖος, ὅστις παρατήρησεν αὐτὸν τὸ πρῶτον κατὰ τὸ 1610, ἐπίστευσεν ὅτι ὁ πλανήτης οὗτος ἦτο τριπλοῦς. Διότι κατὰ τὴν ἐποχὴν ἐκείνην ἔβλεπεν αὐτὸν ὡς συνοδευόμενον ὑπὸ δύο λαβῶν ἐκ διαμέτρου ἀντικειμένων.

Ὁ Huygens (1650) κατέδειξε τὴν ὑπαρξιν δακτυλίου κυκλοῦντος τὸν Κρόνον. Διὰ καλοῦ τηλεσκοπίου ὁ δακτύλιος διχάζεται εἰς δύο χωριζομένους διὰ κενοῦ διαστήματος, ὅπερ

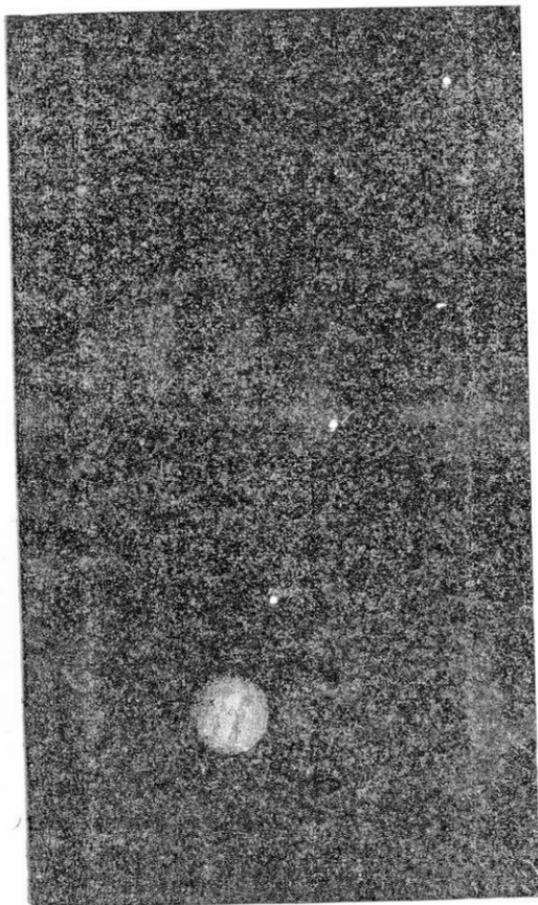


Μεταβολὴ τῆς ἀπόψεως τοῦ Κρόνου ὁραμένου ἀπὸ τῆς Γῆς.

φαίνεται σκοτεινόν. Τὸ κενὸν τοῦτο καλεῖται *διαίρεσις τοῦ Cassini* πρὸς τιμὴν τοῦ παρατηρήσαντος αὐτὸ πρῶτον ἀστρονόμου Jean Dominique Cassini (1675).

Δι' ἰσχυροῦ δὲ τηλεσκοπίου διακρίνομεν καὶ ἕτερον δακτύλιον ἐσώτερον τῶν ἄλλων καὶ σκοτεινόν. Ἡ παρατήρησις ἀποδεικνύει ὅτι οἱ δακτύλιοι ρίπτουσι σκιὰν ἐπὶ τοῦ πλανήτου καὶ οὗτος ρίπτει σκιὰν ἐπ' αὐτῶν. Ἐκ τούτων ἔπεται ὅτι οἱ δακτύλιοι δὲν ἔχουσιν ἴδιον φῶς, ἀλλ' ἀνακλῶσι τὸ ἡλιακὸν φῶς. Παραδέχονται σήμερον ὅτι οἱ δακτύλιοι οὗτοι ἀποτελοῦνται ἐκ πλήθους μικρῶν δορυφόρων ἐγγύτατα ἀλλήλων κειμένων.

68. Οὐρανός. Ὁ πλανήτης οὖτος ἀνεκαλύφθη τυχαίως ὑπὸ τοῦ W. Herschel κατὰ τὸ ἔτος 1781 (13 Μαρτίου).



Ὁ Οὐρανός καὶ οἱ τρεῖς ἀπὸ τοὺς δορυφόρους του.

Ὁ μέγας οὖτος ἀστρονόμος ἐρευνῶν μέρος τοῦ ἀστερισμοῦ τῶν διδύμων πρὸς ἀνεύρεσιν διπλῶν ἀστέρων παρετήρησεν ἀστέρα τινὰ παρουσιάζοντα αἰσθητὸν δίσκον. Κατ' ἀρχᾶς

ἐνόμισεν ὅτι ἦτο κομήτης, ἀλλὰ παρακολουθήσας αὐτὸν ἐπὶ τινα ἔτη ἀνεγνώρισεν ὅτι ἦτο νέος πλανήτης.

Οὗτος λάμπει ὡς ἀστήρ βου μεγέθους καὶ κατ'ἀκολουθίαν ὑπὸ εὐνοϊκὰς συνθήκας εἶναι ὁρατὸς καὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Ἐχει ὄγκον 63 φορὰς μείζονα τοῦ γηίνου, μᾶζαν 14,6 φορὰς μείζονα τῆς γηίνης καὶ πυκνότητα 0,23 τῆς γηίνης. Περιφέρεται δὲ περὶ τὸν Ἥλιον εἰς 84 ἔτη καὶ 7 ἡμέρας.

Δι' ἰσχυροῦ τηλεσκοπίου διακρίνομεν ἐπ' αὐτοῦ ζώνας ὁμοίας πρὸς τὰς τοῦ Διός. Κατὰ τὸν Schiaparelli ἡ πλάτυνσις τοῦ Οὐρανοῦ εἶναι περίπου $\frac{1}{11}$ καὶ κατ' ἀκολουθίαν οὗτος στρέφεται ταχύτατα περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ. Δὲν κατωρθώθη ὅμως εἰσέτι νὰ ὑπολογισθῇ ὁ χρόνος τῆς τοιαύτης αὐτοῦ κινήσεως.

Ἄ Οὐρανὸς ἔχει 4 δορυφόρους, ὧν οἱ δύο ἀπώτεροι παρατηρήθησαν ὑπὸ τοῦ W. Herschel κατὰ τὸ ἔτος 1787, οἱ δὲ ἄλλοι ὑπὸ τοῦ Lassel κατὰ τὸ 1851. Οἱ δορυφόροι οὗτοι κινουνται περὶ τὸν Οὐρανὸν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σχεδὸν ἐπιπέδου, ὅπερ σχηματίζει μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς τροχιάς τοῦ Οὐρανοῦ γωνίαν 98° περίπου. Δι' ὃ ἡ κίνησις τούτων εἶναι ἀνάδρομος.

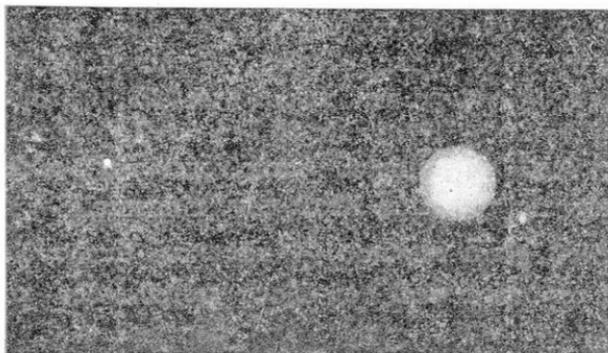
69. Ποσειδῶν. Ὁ πλανήτης οὗτος εἶναι ἀόρατος εἰς γυμνὸν ὀφθαλμὸν, διὰ δὲ τοῦ τηλεσκοπίου φαίνεται ὡς ἀστήρ ὀγδόου μεγέθους. Εἶναι 78άκις ὀγκωδέστερος τῆς Γῆς καὶ κινεῖται περὶ τὸν Ἥλιον εἰς 164 ἔτη καὶ 280 ἡμέρας.

Ἡ ἀνακάλυψις τοῦ Ποσειδῶνος (1846) ὀφειλομένη εἰς τὸν



Herschel (1738—1822)

Γάλλον αστρονόμον Le Verrier συνεκίνησε μεγάλως τὸν ἐπιστημονικὸν κόσμον, διότι αὕτη ἀποτελεῖ τὸν μεγαλύτερον τῶν



Ὁ Ποσειδῶν καὶ ὁ δορυφόρος του.

θριάμβων τῶν θεωριῶν τῆς ἀστρονομίας, ἣτις δικαίως θεωρεῖται ἢ ἀκριβεστέρα καὶ θετικωτέρα τῶν ἐπιστημῶν.

Ἴδου ἐν συνόψει πῶς ἐγένετο ἡ ἀνακάλυψις αὕτη.

Εἶπομεν ὅτι οἱ πλανῆται γράφουσιν ἐλλείψεις, ἐκάστης τῶν ὁποίων ὁ Ἥλιος κατέχει τὴν μίαν τῶν ἐστιῶν. Τοῦτο θὰ ἦτο τελείως ἀληθές, ἂν οἱ πλανῆται ὑπέκειντο εἰς μόνην τὴν ἔλξιν τοῦ Ἥλιου.



Le Verrier (1811—1887.)

Ἄλλ' ἔνεκα τῶν ἀμοιβαίων τῶν πλανητῶν ἔλξεων ἡ τροχιά ἐκάστου ἀπομακρύνεται κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἦττον τῆς θεωρητικῆς ἐλλείψεως. Ἐν τούτοις οἱ ἀστρονόμοι λαμβάνοντες ὑπ' ὄψιν τὰς ἀμοιβαίας τῶν πλανητῶν ἔλξεις (παρέλξεις) δύνανται νὰ προσδιορίζωσι μετὰ μεγάλης προσεγγίσεως τὰς ἀνωμαλοὺς τροχιάς τῶν πλανητῶν. Ἀπὸ τῆς ἀνακα-

λύψεως ὅμως τοῦ Οὐρανοῦ εἶχον παρατηρήσει ἐν τῇ τροχίᾳ αὐτοῦ

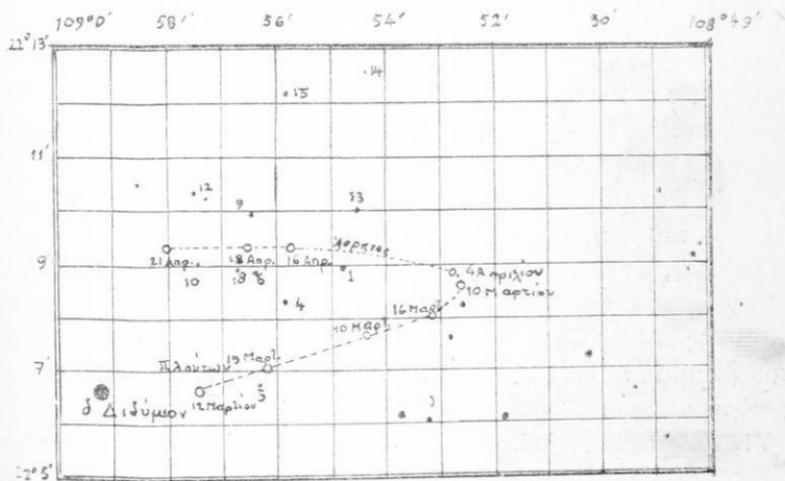
άνωμαλίας, αΐτινες δὲν ἐξηγοῦντο ἐπαρκῶς διὰ τῆς ἔλξεως τῶν λοιπῶν γνωστῶν πλανητῶν ἐπ' αὐτοῦ. Ὁ Le Verrier τότε ἐσκέφθη ὅτι αἱ ἀνωμαλῖαι αὗται πιθανῶς ὀφείλονται εἰς ἕλξιν ἀγνωστοῦ τινός πλανήτου καὶ ἐπεχείρησε νὰ προσδιορίσῃ δι' ὑπολογισμοῦ τὴν μάζαν καὶ τὴν θέσιν αὐτοῦ. Μετὰ διετὴ καθαρῶς θεωρητικὴν ἐργασίαν ἀνήγγειλεν εἰς τὴν Ἀκαδημίαν τῶν ἐπιστημῶν τὴν ἀκριβῆ ἐν τῷ οὐρανῷ θέσιν τοῦ ἀγνωστοῦ πλανήτου.

Τρεῖς ἔβδομάδας βραδύτερον ὁ Γερμανὸς ἀστρονόμος Galle ἄμα τῇ λήψει ἐπιστολῆς τοῦ Le Verrier ἤρχισε νὰ ἐξετάζῃ τὸ ὑποδειχθέν μέρος τοῦ οὐρανοῦ καὶ εὐθὺς παρατήρησε τὸν νέον πλανήτην (ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Αἰγόκερω).

Ἐπειδὴ ἐπὶ τοῦ Ποσειδῶνος, ὅστις ἔχει φαινομένην διάμετρον μόλις $2 \frac{1}{3}''$ οὐδεμία κηλὶς παρατηρήθη, δὲν κατωρθώθη ἀκόμη νὰ ὀρισθῇ ὁ χρόνος τῆς περὶ ἄξονα στροφῆς αὐτοῦ.

Ὁ Ποσειδῶν ἔχει ἓνα δορυφόρον παρατηρηθέντα ὑπὸ τοῦ Lassell τὸ ἔτος 1846, ὅστις στρέφεται περὶ τὸν Ποσειδῶνα εἰς 5 ἡμέρας 12 ὥρας 2π καὶ 38δ κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν.

70. Πλούτων. Μετὰ τὴν ἀνακάλυψιν τοῦ Ποσειδῶνος καὶ



Φαινομένη ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας τροχιά τοῦ Πλούτωνος.

τὸν ὑπολογισμὸν τῆς ἐπὶ τοῦ πλανήτου Οὐρανοῦ ἐλκτικῆς ἐνεργ-

γείας αὐτοῦ παρατηρήθη ὅτι αἱ διαφοραὶ μεταξὺ τῶν πραγματικῶν θέσεων τοῦ Οὐρανοῦ καὶ ἐκείνων, ἃς ἐδείκνυεν ὁ ὑπολογισμός, δὲν ἐξέλιπον τελείως.

Πρὸς ἐξήγησιν τῶν διαφορῶν τούτων ὁ Percival ἐδέχθη τὴν ὑπαρξιν ἐτέρου πλανήτου πέραν τοῦ Ποσειδῶνος καὶ κατὰ τὸ ἔτος 1915 ἐδημοσίευσε τὰ πλανητικὰ στοιχεῖα τοῦ ὑποθετικοῦ πλανήτου.

Κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τοῦ Lowell ὁ νέος πλανήτης ἔπρεπε νὰ εὐρίσκηται εἰς ἀπόστασιν 43 φορές μείζονα τῆς ἀποστάσεως τῆς Γῆς ἀπὸ τοῦ Ἥλιου καὶ νὰ περιφέρηται περὶ τὸν Ἥλιον εἰς 282 ἔτη. Ὁ ὄγκος ἔπρεπε νὰ εἶναι 6,5 φορές μεγαλύτερος τοῦ ὄγκου τῆς Γῆς, ἢ φαινομένη διάμετρος νὰ εἶναι 1" καὶ νὰ εἶναι ἀστήρ 12ου ἢ 13ου μεγέθους.

Διὰ τὴν ἀναζήτησιν τοῦ ἀγνώστου τούτου πλανήτου τὸ ἐν Flagstaff Ἀστεροσκοπεῖον Lowell ἀνέθηκεν ἀπὸ τοῦ Ἰανουαρίου 1929 εἰς τὸν νεαρὸν βοηθὸν Clyde-W. Tombaugh νὰ φωτογραφήσῃ τὸν ζῶδιακὸν κύκλον.

Ἐπλησίαζεν ἤδη νὰ ἀποπερατώσῃ τὸ ἔργον του τοῦτο, ὅτε τὴν 21 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 ἀστήρ μεταξὺ 15ου καὶ 16ου μεγέθους.

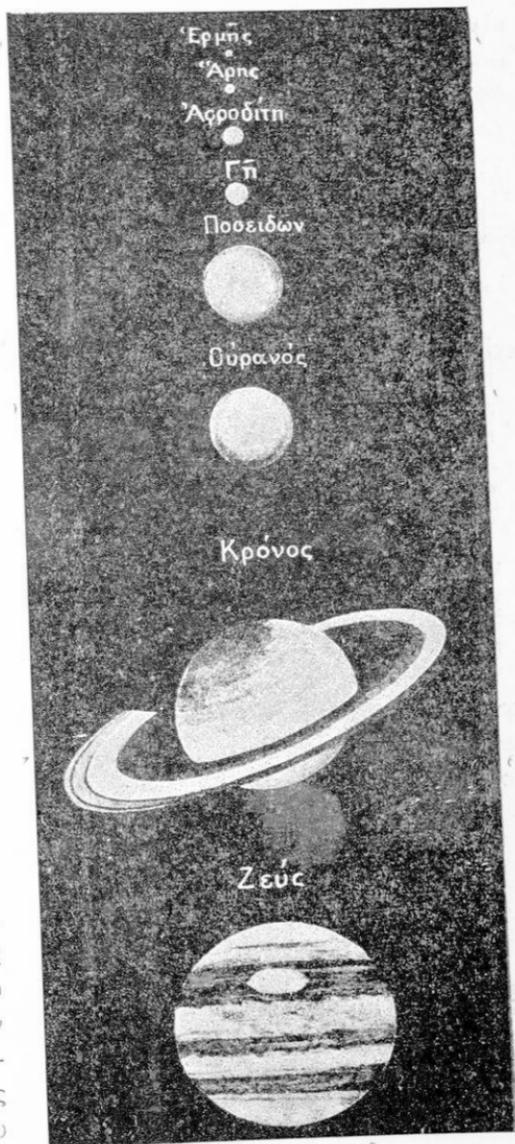
Κατὰ τοὺς πρώτους ὑπολογισμοὺς ἡ ἀπόστασίς του ἀπὸ τοῦ Ἥλιου εἶναι 41,5 γῆνας ἀποστάσεις ἀπὸ τοῦ Ἥλιου. Κατὰ δὲ τὸν 3ον νόμον τοῦ Κεπλέρου ὀφείλει νὰ περιφέρηται περὶ τὸν Ἥλιον εἰς $41,5\sqrt{41,5}=267,5$ ἔτη περίπου. Ἦδη ἡ ἀπόστασις αὐτοῦ ἐκτιμᾶται εἰς 40 περίπου γῆνας ἀποστάσεις καὶ ὁ χρόνος περιφορᾶς εἰς 248,42 ἀστρικά ἔτη.

71. Ζῶδιακὸν φῶς. Περί τὴν ἑαρινὴν συνήθως ἰσημερίαν παρατηρεῖται ἐν Εὐρώπῃ ὑπὸ εὐμενεῖς ἀτμοσφαιρικοὺς ὄρους πρὸς δυσμὰς καὶ συγχρόνως μετὰ τῶν ἀστέρων 4ου μεγέθους ἀμυδρὸν φῶς, ὅπερ ἐπὶ τοῦ ζῶδιακοῦ ἐκτεινόμενον καλεῖται ζῶδιακὸν φῶς.

Όταν τὸ ζωδιακὸν φῶς εἶναι εὐδιάκριτον, ἀναγνωρίζομεν ὅτι τὸ σχῆμα αὐτοῦ εἶναι μέρος ἐπιμήκους ἑλλείψεως, ἧς τὸ κέντρον κατέχεται ὑπὸ τοῦ δύσαντος Ἡλίου. Τὸ ὀρατὸν ἄκρον τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς ἑλλείψεως ταύτης καλεῖται κορυφή τοῦ ζωδιακοῦ φωτός καὶ τὸ ὕψος αὐτοῦ δύναται νὰ φθάσῃ ἐνίοτε μέχρις 100° . Τὸ πλάτος τῆς ἑλλείψεως ταύτης εἰς τὸν ὀρίζοντα εἶναι 20° ἕως 30° .

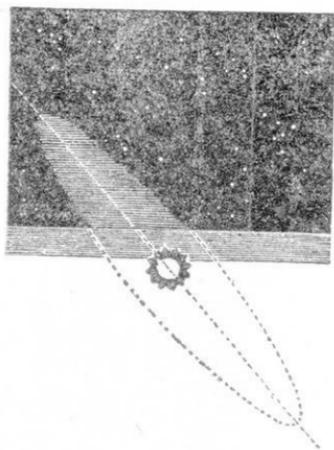
Τὸ ζωδιακὸν φῶς βυθίζεται βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον εἰς τὸν ὀρίζοντα, ἐφ' ὅσον ὁ Ἡλιος κατέρχεται ὑπ' αὐτὸν καὶ τέλος ἐξαφανίζεται.

Τὸ φῶς τοῦτο εἶναι ὀρατὸν παρ' ἡμῖν καὶ ἐν τῇ λοιπῇ Εὐρώπῃ καὶ πρὸς ἀνατολὰς πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ Ἡλίου περὶ τὴν φθισοπωρινὴν συνήθως ἰσημερίαν ἐξαφανιζόμενον συγχρόνως μετὰ τῶν ἀστέρων 4ου μεγέθους. Ἐκ τῶν τόπων τῆς διακεκαυμένης ζώνης τὸ ζωδιακὸν φῶς



Συγκριτικὰ μεγέθη τῶν μεγάλων πλανητῶν (πλὴν τοῦ Πλούτωνος)

εἶναι ὀρατὸν καθ' ὅλον σχεδὸν τὸ ἔτος. Περὶ τῆς φύσεως τοῦ φωτὸς τούτου οὐδὲν βέβαιον. Ἡ πιθανωτέρα γνώμη εἶναι ὅτι ὀφείλεται εἰς ἀνάκλασιν τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς ὑπὸ σμήνου μι-



Ζωδιακὸν φῶς.

κρῶν σωματίων περιφερομένων περὶ τὸν Ἥλιον ἐπὶ ἑλλείψεων καὶ ἀποτελούντων οὕτως ἐν συνόλῳ λεπτὸν φακὰν ἐκτεινόμενον μέχρι τῆς τροχιάς τοῦ Ἄρεως.

ΠΑΛΑΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Όνομα πλανήτη	Αποστάσις από Ήλιου		Χρόνος στροφής περι ἄξονα	Κλίσις τῆς τροχῆς πρὸς τὴν ἐκλείπτ.	Διάμετρος εἰς γῆνας διαμέ- τρος	Όγκος εἰς γῆ- λους ὄγκους	Μάζα εἰς γῆ- νας μάζας	Πυκνότης εἰς γῆνας πυκνό- τητας	Βαρῦντις εἰς κῆ- τις ἐπιφανείας εἰς κῆτατος 00	Κλίσις ἐπιφανείας αὐτοῦ πρὸς τὸν ἰσημερινόν
	Εἰς ἀποστά- σεις Γῆς ἀπὸ Ήλιου	Εἰς ἑκατομ- μύρια χιλιόμετρα								
1. ΕΡΜΗΣ . . .	0,3871	58	—	7° 0'	0,37	0,50	0,056	1,1	0,41	—
2. ΑΦΡΟΔΙΤΗ	0,7233	108	—	3° 24'	0,956	0,90	0,817	0,91	0,88	—
3. ΓΗ	1,0000	149,5	23ῶρ. 56π.	0° 0'	1	1	1	1	1	23° 27'
4. ΑΡΗΣ	1,5237	228	24ῶρ. 37π. 23β.	1° 51'	0,54	0,157	0,108	0,69	0,37	24° 52'
5. ΖΕΥΣ	5,2026	778	9ῶρ. 50π. 30δ.	1° 19'	11,14	1380	318,36	0,24	2,64	3° 4'
6. ΚΡΟΝΟΣ . .	9,5388	1428	10ῶρ. 14π. 24δ.	2° 30'	9,4	745	95	0,13	1,07	26° 49'
7. ΟΥΡΑΝΟΣ	19,1909	2873	10ῶρ. 42π.	0° 46'	4,0	64	14,66	0,23	0,92	98°
8. ΠΟΣΕΙΔΩΝ	30,0706	4501	7ῶρ. 50π.	1° 47'	4,3	78	17,16	0,29	1,12	122°
9. ΠΛΟΥΤΩΝ	39,5	5905	—	17° 21'	0,232 π.θ.ανῆ	—	—	—	—	—

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

Η ΓΗ

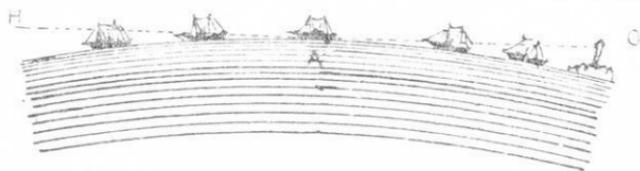
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

72. Τὸ κυρτὸν καὶ σφαιροειδὲς τῆς Γῆς. Ἡ Γῆ ἐκ πρώτης ὄψεως φαίνεται ὅτι εἶναι ἐπίπεδος. Ἐὰν 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. Ὡστε ἡ Γῆ δὲν εἶναι ἐπίπεδος. Ποῖον λοιπὸν εἶναι τὸ σχῆμα τῆς Γῆς;

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

Ὅταν ἰστάμεθα ἐπὶ μιᾶς ἀκτῆς καὶ παρατηροῦμεν ἓν πλοῖον νὰ ἀπομακρύνηται, βλέπομεν ὅτι κατ' ἀρχὰς ἀποκρύ-



Σχ. 48.

πτεται τὸ σκάφος, ἔπειτα βαθμηδὸν τὰ ἀνώτερα μέρη αὐτοῦ καὶ τέλος αἱ κορυφαὶ τῶν ἰσθῶν αὐτοῦ. Ἐξαφανίζεται δηλ. τὸ πλοῖον, ὡς ἂν τοῦτο ἐβυθίζετο βαθμηδὸν εἰς τὸ ὕδωρ. Ἀντιθέτως, ἂν πλοῖον πλησιάζῃ πρὸς ἡμᾶς, βλέπομεν πρῶτον τὰ ὑψηλότερα μέρη τῶν ἰσθῶν αὐτοῦ, ἔπειτα βαθμηδὸν τὰ χαμηλότερα καὶ τέλος τὸ σκάφος.

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

Πράγματι: "Αν Ο εἶναι ἡ θέσις τοῦ ὀφθαλμοῦ μας, ἐφ' ὅσον τὸ πλοῖον ἀπομακρυνόμενον δὲν ὑπερέβη τὸ σημεῖον Α τοῦ φυσικοῦ ὀρίζοντος, φαίνεται ὀλόκληρον. Εὐθύς δὲ ὡς ὑπερβῆ 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 φαίνηται βαθμηδὸν καὶ ἐκ τῶν ἀνωτέρων μερῶν. Μόνον δέ, ὅταν φθάσῃ εἰς τὸ Α, φαίνεται ὀλόκληρον.

Εἶναι λοιπὸν ἡ ἐπιφάνεια τῆς θαλάσσης *κυρτή*.

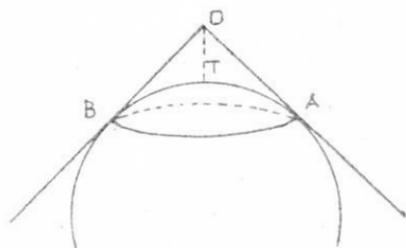
Ἀνάλογα πρὸς ταῦτα φαινόμενα παρατηροῦμεν καὶ εἰς ἀνεπεπταμένας πεδιάδας, ὅταν π. χ. πλησιάζωμεν ἢ ἀπομακρυνόμεθα μιᾶς πόλεως.

Ἐὰν λοιπὸν μὴ 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 Mageilan. Οὗτος ἀνεχώρησε τὴν

21 Σεπτεμβρίου 1519 ἐκ Saïn-Lucar τῶν Γαδεΐρων καὶ πλέων πρὸς δυσμὰς 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 ὅπα-



Σχ. 49.

δοὶ αὐτοῦ ἐξηκολούθησαν τὸν πλοῦν πρὸς δυσμὰς καὶ περιπλεύσαντες τὴν νότιον Ἀφρικὴν ἐπανῆλθον οἱ ἐπιζήσαντες εἰς Saïn-Lucar τὴν 6 Σεπτεμβρίου 1522.

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

Εὐρισκόμενοι εἰς ἀνοικτὴν θάλασσαν καὶ εἰς ὕψος ΤΟ δυ-



Ἡ Γῆ εἶναι μεμονωμένη εἰς τὸ διάστημα καὶ οὐδαμοῦ στηρίζεται.

νάμεθα διὰ καταλλήλου ὄργανου νὰ μετρήσωμεν τὰς γωνίας τῆς κατακορύφου TO μὲ τὰς ὀπτικές ἀκτῖνας OA, OB κτλ, αἱ ὁποῖαι διευθύνονται πρὸς διάφορα σημεῖα A, B κτλ τοῦ φυσικοῦ ὀρίζοντος. Τοιαῦται μετρήσεις ἀπέδειξαν ὅτι αἱ γωνία αὐταὶ εἶναι ἴσαι διὰ τὸν αὐτὸν τόπον.

Αἱ ἀκτῖνες λοιπὸν αὐταὶ ἀποτελοῦσι τὴν κυρτὴν ἐπιφάνειαν κώνου, ἡ ὁποία 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 $\Gamma\eta$ λοιπὸν εἶναι *σφαιροειδής*, αἱ δὲ ἀνωμαλῖαι τοῦ ἐδάφους δὲν ἀλλοιοῦσι τὸ σχῆμα τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς, ὅπως αἱ ἀνωμαλῖαι πορτοκαλλίου δὲν ἀλλοιοῦσι τὸ σχῆμα αὐτοῦ. Διότι καὶ τὸ μέγιστον ὕψος (8840 μ.) καὶ οἱ μεγαλύτεροι ὄρεινοὶ σχηματισμοὶ εἶναι ἐλάχιστοι παραβαλόμενοι πρὸς τὴν ἀκτίνα καὶ τὸν ὄγκον τῆς $\Gamma\eta$.

73. Τὸ μεμονωμένον καὶ πεπερασμένον τῆς $\Gamma\eta$. Ἄν ἡ $\Gamma\eta$ ἐστηρίζετο ἐπὶ ὑποστηριγμάτων, ταῦτα θὰ παρεκώλυν τὴν κίνησιν τῶν ἀστέρων ὑπὸ τὴν $\Gamma\eta$. Κατὰ δὲ τοὺς διαφόρους πλοῦς κατὰ διαφόρους διευθύνσεις οὐδαμοῦ παρετηρήθησαν τοιαῦτα ὑποστηρίγματα.

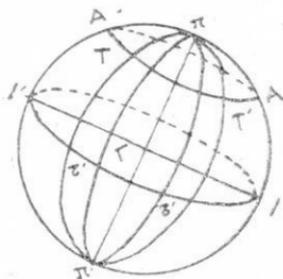
Ἡ $\Gamma\eta$ λοιπὸν εἶναι *μεμονωμένη* εἰς τὸ διάστημα καὶ οὐδαμοῦ στηρίζεται. Οἱ δὲ περίπλοι τῆς $\Gamma\eta$ ἀποδεικνύουσιν ὅτι αὕτη εἶναι καὶ *πεπερασμένη*.

74. Πόλοι καὶ ἄξων τῆς $\Gamma\eta$. Ἡ διάμετρος τῆς $\Gamma\eta$ πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου, καλεῖται *ἄξων* τῆς $\Gamma\eta$. Τὰ δύο σημεῖα π καὶ π' , εἰς τὰ ὁποῖα ὁ ἄξων τῆς $\Gamma\eta$ τέμνει τὴν ἐπιφάνειαν τῆς αὐτῆς, καλοῦνται *πόλοι* τῆς $\Gamma\eta$.

Ὁ πόλος π , ἀπὸ τὸν ὁποῖον φαίνεται ὁ βόρειος πόλος τοῦ

Οὐρανοῦ, λέγεται καὶ αὐτὸς βόρειος πόλος τῆς Γῆς ὁ δὲ π' λέγεται νότιον πόλος τῆς Γῆς.

75. Γήινος ἰσημερινὸς καὶ γήινοι παράλληλοι. Ὁ μέγιστος κύκλος Π' (Σχ. 50) τῆς Γῆς, τοῦ ὁποῖου τὸ ἐπίπεδον εἶναι κάθετον ἐπὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς, καλεῖται γήινος ἰσημερινός.



Σχ. 50.

Ὁ γήινος ἰσημερινὸς 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 πρὸς τὸν γήινον ἰσημερινὸν παράλληλοι κύκλοι τῆς Γῆς καλοῦνται γήινοι παράλληλοι. Τοιοῦτος π.χ. εἶναι ὁ AA' (Σχ. 50).

Τὰ ἐπίπεδα, τὰ ὁποῖα διέρχονται διὰ τῶν πόλων τῆς Γῆς, λέγονται μεσημβρινὰ ἐπίπεδα. Αἱ δὲ τομαὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς ὑπὸ μεσημβρινῶν ἐπιπέδων καλοῦνται γήινοι μεσημβρινοί. Π.χ. αἱ γραμμαὶ πΤπ', ππ'τ' εἶναι γήινοι μεσημβρινοί.

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

Εἰς τῶν γήινων μεσημβρινῶν λαμβάνεται κατὰ συνθήκην ὡς πρῶτος μεσημβρινός. Ἄλλοτε ἅπαντα τὰ ἔθνη ἐλάβανον ὡς πρῶτον μεσημβρινὸν τὸν διερχόμενον διὰ τῆς νήσου Φέρου (τῆς δυτικωτέρας τῶν Καναρίων νήσων). Ἀπὸ τινῶν ὁμῶς ἐτῶν τὰ πλεῖστα τῶν ἐθνῶν παρεδέχθησαν ὡς πρῶτον μεσημβρινὸν τὸν μεσημβρινὸν τοῦ ἀστεροσκοπείου τοῦ Greenwich. Ἐν Γαλλίᾳ λαμβάνεται ὡς τοιοῦτος ὁ μεσημβρινός τοῦ ἀστεροσκοπείου τῶν Παρισίων. Παρὰ τῶν ναυτικῶν δὲ ἡμῶν λαμβάνεται ὡς α' μεσημβρινός ὁ τοῦ Greenwich.

76. Γεωγραφικαὶ συντεταγμέναι ἐνὸς τόπου. Ἀπὸ ἑκαστον σημείον Τ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς διέρχεται ἡ περιφέρεια

ένος παραλλήλου κύκλου ΒΓ τῆς Γῆς καὶ ὁ μεσημβρινὸς 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 μήκους τοῦ τόπου Τ.

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

Ἔχει δὲ ἡ γωνία αὕτη τὸ αὐτὸ μέτρον μετὰ τὸ ἀντίστοιχον τόξον ΑΤ τοῦ γήινου μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου.

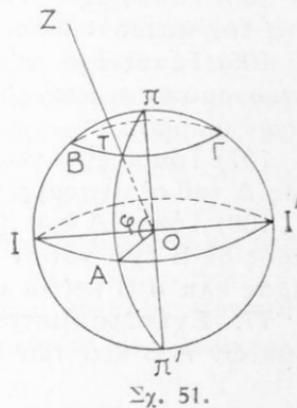
Διὰ τοῦτο τὸ γεωγραφικὸν πλάτος ἑνὸς τόπου μετρεῖται ἐπὶ τοῦ γήινου μεσημβρινοῦ αὐτοῦ καὶ κατὰ συνθήκην ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς βορρᾶν καὶ πρὸς νότον αὐτοῦ. Κυμαίνεται ὅθεν τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τῶν διαφόρων τόπων ἀπὸ 0° ἕως 90° καὶ

εἶναι βόρειον μὲν διὰ τοὺς τόπους τοῦ βόρειου ἡμισφαιρίου, νότιον δὲ διὰ τοὺς τόπους τοῦ νοτίου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς. Διὰ τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους ἑνὸς τόπου ὀρίζεται ὁ παράλληλος αὐτοῦ.

Β'. Γεωγραφικὸν μῆκος ἑνὸς σημείου Τ λέγεται ἡ διέδρος γωνία, τὴν ὁποίαν σχηματίζει ὁ μεσημβρινὸς αὐτοῦ μετὰ τὸν πρῶτον μεσημβρινόν. Π.χ. ἂν ππ' εἶναι ὁ α' μεσημβρινός, γεωγραφικὸν μῆκος τοῦ σημείου Τ εἶναι ἡ διέδρος γωνία Ιππ'Τ. Αὕτη ἔχει ἀντίστοιχον ἐπίπεδον γωνίαν τὴν ΙΟΑ, ἥτις βαίνει ἐπὶ τοῦ τόξου ΙΑ τῆς περιφερείας τοῦ γήινου ἰσημερινοῦ. Διὰ τοῦτο τὸ γεωγ. μῆκος μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας ταύτης ἀπὸ τοῦ α' μεσημβρινοῦ καὶ κατὰ συνθήκην πρὸς Α καὶ Δ αὐτοῦ.

Κυμαίνεται ὅθεν τὸ γεωγραφικὸν μῆκος τῶν διαφόρων σημείων τῆς Γῆς ἀπὸ 0° ἕως 180° καὶ λέγεται ἀνατολικὸν μὲν διὰ τὰ πρὸς ἀνατολὰς τοῦ α' μεσημβρινοῦ σημεία, δυτικὸν δὲ διὰ τὰ πρὸς δυσμὰς αὐτοῦ σημεία.

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



Σχ. 51.

Ἀσκήσεις. 102) Πόσον εἶναι τὸ γεωγραφικὸν πλάτος ἐκάστου σημείου τοῦ ἡμερινοῦ ;

103) Ὁ γήινος μεσημβρινὸς τόπου A καὶ ὁ α' μεσημβρινὸς κείνται ἐν τῷ αὐτῷ ἐπιπέδῳ ἀλλὰ δὲν συμπίπτουσι. Πόσον εἶναι τὸ γεωγραφικὸν μήκος τοῦ A ;

104) Τόπος ἔχει δυτικὸν γεωγραφικὸν μήκος 45° . Νὰ ἐκτιμηθῇ τοῦτο κατὰ τὸν ἀστρονομικὸν τρόπον μετρήσεως.

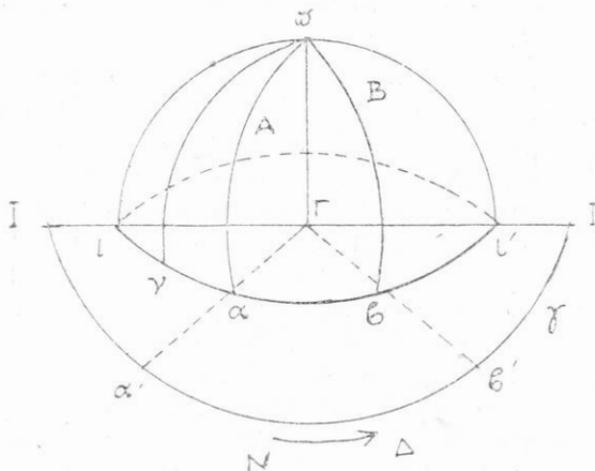
105) Τόπος ἔχει ἀνατολικὸν μήκος 105° . Νὰ ἐκτιμηθῇ τοῦτο κατὰ τὸν ἀστρονομικὸν τρόπον μετρήσεως.

106) Τόπος ἔχει γεωγραφικὸν μήκος 10 ὥρων κατὰ τὸν ἀστρονομικὸν τρόπον. Ἀνατολικὸν ἢ δυτικὸν εἶναι τοῦτο καὶ πόσον μοιρῶν ;

107) Τόπος ἔχει γεωγραφικὸν μήκος 17 ὥρων. Πρὸς A ἢ πρὸς Δ τοῦ α' μεσημβρινοῦ κείται οὗτος καὶ πόσας μοίρας ;

108) Τόπος A ἔχει βόρειον γεωγραφικὸν πλάτος $25^\circ 15' 40''$, ἕτερος δὲ B ἔχει νότιον γεωγραφικὸν πλάτος $10^\circ 7' 32''$. Πόσας μοίρας κλπ ὁ B κείται νοτιώτερον τοῦ A ;

77. Σχέσεις μεταξὺ τῶν γεωγραφικῶν μηκῶν δύο σημείων A, B καὶ τῶν ἀστρικῶν χρόνων αὐτῶν κατὰ τὴν



Σχ. 52.

αὐτὴν στιγμὴν. Ἐστω πν (Σχ. 52) ὁ α' μεσημβρινός, πAα καὶ πBβ οἱ γήινοι μεσημβρινοὶ τῶν A καὶ B, οἱ ὅποιοι ἔχουσιν

ἀντιστοίχως γεωγραφικὰ μήκη $M_x = \nu\alpha$ καὶ $M_\varepsilon = \nu\alpha\delta$ μετρούμενα κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν. Ἐκ τούτων ἔπεται ὅτι

$$M_\varepsilon - M_x = \alpha\delta \quad (1)$$

Ἐὰν δὲ τὰ ἐπίπεδα τῶν μεσημβρινῶν τούτων τέμνωσι τὸν οὐράνιον ἰσημερινὸν κατὰ τὰς εὐθείας Γαα', Γββ' καὶ κληθῶσι X_x, X_ε οἱ ἀστρικοὶ χρόνοι τῶν τόπων τούτων κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν, θὰ εἶναι $X_x = \alpha' \delta' \gamma, X_\varepsilon = \beta' \gamma$, ὅθεν $X_x - X_\varepsilon = \alpha' \delta'$. (2) Ἐκ τῶν ἰσοτήτων (1) καὶ (2) ἔπεται ὅτι $M_\varepsilon - M_x = X_x - X_\varepsilon$ (3) ἦτοι: *Ἡ διαφορὰ τῶν μηκῶν δύο τόπων ἰσοῦται πρὸς τὴν διαφορὰν τῶν ἀστρικῶν χρόνων αὐτῶν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν.*

Σημ. Ὁμοίως ἀποδεικνύεται ἡ ἰδιότης αὕτη καὶ ὅταν τὸ γ κεῖται ἐπὶ τοῦ τόξου Ια'. Ὅταν δὲ τὸ γ κεῖται ἐπὶ τοῦ τόξου α'β', ἡ ἰσότης (3) γίνεται $M_\varepsilon - M_x = (X_x + 24 \text{ ὥρ.}) - X_\varepsilon$. Αὕτη σημαίνει ὅτι, ὅταν $X_x < X_\varepsilon$, πρέπει ὁ μειωτέος X_x νὰ αὐξάνηται κατὰ 24 ὥρας.

78. Μέτρησις τοῦ γεωγραφικοῦ μήκους τόπου. Ἐὰν λύσωμεν πρὸς M_ε τὴν ἀνωτέρω ἰσότητα (3) εὐρίσκομεν ὅτι

$$M_\varepsilon = M_x + (X_x - X_\varepsilon). \quad (4)$$

Κατὰ ταύτην ἀρκεῖ πρὸς ὄρισμὸν τοῦ γεωγραφικοῦ μήκους M_ε τόπου Β νὰ προσθέσωμεν εἰς τὸ γεωγραφικὸν μήκος τοῦ Α τὴν ὑπεροχὴν τῆς ἀστρικῆς ὥρας τοῦ Α ἀπὸ τὴν ἀστρικὴν ὥραν τοῦ Β κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν.

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 ὁποῖου γνωρίζομεν τὸ γεωγραφικὸν μήκος. Τοῦτο δὲ κατορθοῦται διὰ τῶν ἀκολουθῶν μεθόδων.

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

Κατὰ τινὰ στιγμὴν ὁ ἐν τῷ τόπῳ Α παρατηρητῆς πέμπει πρὸς τὸν Β τηλεγραφικὸν τι σημά, ἐν ᾧ συγχρόνως σημειοῖ τὴν ἀστρικὴν ὥραν κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἀποστολῆς. Ὁ πα-

ρατηρητής του τόπου Β δεχόμενος τὸ σήμα τὴν αὐτὴν στιγμήν ἔνεκα τῆς μεγάλης ταχύτητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ σημειῶ καὶ οὗτος τὴν ὥραν, τὴν ὁποῖαν δεικνύει τὸ ὥρολόγιόν του κατὰ τὴν στιγμήν τῆς λήψεως τοῦ σήματος.

Διὰ τῆς συγκρίσεως δὲ τῶν σημειωθεισῶν ὥρῶν εὐρίσκεται ἡ διαφορὰ ($X_z - X_s$). Πρὸς μείζονα δὲ ἀκρίβειαν ἡ ἐργασία αὕτη ἐπαναλαμβάνεται πολλάκις· γίνεται δὲ καὶ κατ' ἀντίθετον φοράν, ἤτοι ἐκπέμπονται καὶ ἐκ τοῦ Β πρὸς τὸν Α σήματα καὶ λαμβάνεται ὁ μέσος ὅρος τῶν ὑπολογιζομένων διαφορῶν τῶν ἀστρικῶν χρόνων.

Β'. Μέθοδος τῶν οὐρανίων φαινομένων. Ἐνίοτε τὰ τηλεγραφικὰ σήματα ἀντικαθίστανται ὑπὸ οὐρανοῦ τινὸς φαινομένου, τὸ ὁποῖον εἶναι ὁρατὸν ἀπ' ἀμφοτέρων τῶν τόπων. Σημειῶ δηλαδή ἐκάτερος παρατηρητής τὴν ὑπὸ τοῦ ὥρολογίου του παρεχομένην ὥραν, καθ' ἣν στιγμήν ἄρχεται ἡ λήγει οὐράνιον τι φαινόμενον καὶ οὕτω διὰ συγκρίσεως τῶν σημειωθεισῶν ὥρῶν εὐρίσκεται ἡ ζητουμένη διαφορὰ $X_z - X_s$.

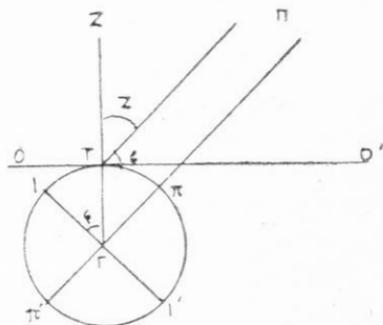
Ἐπειδὴ ὁμως ἡ στιγμή, κατὰ τὴν ὁποῖαν φαίνεται ὅτι ἀρχίζει ἢ λήγει οὐράνιον τι φαινόμενον, ἐξαρτᾶται ἀπὸ διάφορα αἷτια (π. χ. ἀπὸ τὴν διαύγειαν τῆς ἀτμοσφαίρας, τὴν ὀπτικὴν δύναμιν τοῦ παρατηρητοῦ), ἡ μέθοδος οὕτη δὲν ἔχει τὴν ἀκρίβειαν τῆς προηγουμένης.

Γ. Μέθοδος τῶν χρονόμετρων. Χρονόμετρον, ἤτοι ὥρολόγιον, τὸ ὁποῖον εἶναι μετὰ πολλῆς ἐπιμελείας κατασκευασμένον, ἀφ' οὗ ρυθμισθῆ, 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 στιγμήν δεικνυομένην ὑπὸ ἐτέρου ὥρολογίου, ὅπερ ἐρρυθμίσθη ὥστε νὰ δεικνύῃ ὥραν τοῦ τόπου Β, εὐρίσκεται ἡ ζητουμένη διαφορὰ.

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

79. Μέτρησις τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους. Ἐστω Γ (Σχ. 53) σημείον τι τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς Γ, ΓΤΖ ἢ κατακόρυφος, ΟΟ' ὁ ὀρίζων καὶ φ τὸ γεωγραφικὸν πλάτος αὐτοῦ.

Ἡ ἐκ τοῦ Τ πρὸς τὸν ὀρατὸν πόλον τοῦ οὐρανοῦ κατευθυνομένη ὀπτική ἀκτίς ΤΠ εἶναι παράλληλος πρὸς τὸν ἄξονα ΓΠΠ ἕνεκα τῆς ἀπείρου ἀποστάσεως τοῦ πόλου. Ἡ εὐθεῖα ὄθεν ΤΠ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν Π' καὶ κατ' ἀκολουθίαν αἱ γωνίαι θ καὶ ϕ εἶναι ἴσαι.



Σχ. 53.

Ἄρα: Τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τόπου ἰσοῦται πρὸς τὸ ἕξαρμα, ἥτοι τὸ ὕψος τοῦ ὀρατοῦ πόλου ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ.

Ἐπειδὴ δὲ μεταξὺ θ καὶ Ζ τοῦ ὀρατοῦ πόλου ὑφίσταται ἡ σχέσις $\theta + Z = 90^\circ$, ἔπεται ὅτι $\phi = 90^\circ - Z$. Ἀνάγεται λοιπὸν ἡ εὕρεσις τοῦ ϕ εἰς μέτρησιν τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως τοῦ ὀρατοῦ πόλου (§ 32).

Γεωγραφικαὶ συντεταγμέναί τόπων τινῶν.

Γεωγρ. μήκος πρὸς μεσημ. Φέρου		Γεωγρ. μήκος κατὸ τὴν ἀνάδρομον φορὰν	Γεωγρ. πλάτος
Ἀθῆναι	2ῶρ. 46π. 31δ. Α	21ῶρ. 13π. 20δ.	37° 58' 20" Β
Κων)πολις	3 7 32 >	20 52 28	41° 0' 0" »
Σμύρνη	3 0 15 >	20 59 45	38° 27' 0" »
Ρώμη	2 1 22 »	21 58 38	41° 54' 0" »
Βερολῖνον	2 5 11 >	21 54 49	52° 30' 0" »
Παρίσιοι	1 20 57 >	22 39 3	48° 50' 10,7 »
Πετροῦπολις	3 12 50 >	20 47 10	59° 57' 0" »
Greenwich	1 11 36,1 »	22 48 23,9	51° 23' 0" >
Νέα Ἰόρκη	3 44 26 Δ	3 44 26	40° 43' 0" »
Λονδῖνον	1 11 13 Α	22 48 47	51° 31' 0" »

'*Ασκήσεις*. 109) Νά εύρεθῆ τῆ βοηθεΐα τοῦ προηγουμένου πίνακος τὸ γεωγραφικὸν μῆκος τῶν Ἀθηνῶν ὡς πρὸς τὸν μεσημβρινὸν τοῦ Greenwich καὶ ὡς πρὸς τὸν τῶν Παρισίων.

110) Νά εύρεθῆ τὸ γεωγραφικὸν μῆκος τῶν Παρισίων πρὸς τὸν μεσημβρινὸν τοῦ Greenwich.

111) Μετὰ πόσας ὥρας ἀπὸ τῆς ἐν Σμύρνη ἄνω μεσουρανήσεως ἀστέρως μεσουρανεῖ οὗτος ἄνω ἐν Ἀθήναις;

112) Νά ἀποδείξητε ὅτι τὸ γεωγραφικὸν πλάτος ἐνὸς τόπου ἰσοῦται πρὸς τὴν ἀπόκλισιν τοῦ ζενίθ τοῦ τόπου τούτου.

113) Ἀστὴρ ἔχων ἀπόκλισιν $25^{\circ} 12'$ διέρχεται διὰ τοῦ ζενίθ τόπου τινός. Πόσον εἶναι τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τοῦ τόπου τούτου;

114) Τί ὥρα (ἀστρική) εἶναι ἐν Ἀθήναις, ὅταν ἐν Σμύρνη εἶναι 2 ὥραι; Τί ὥρα εἶναι τὴν αὐτὴν στιγμὴν ἐν Κωνσταντινουπόλει;

115) Ὄταν ἐν Παρισίοις ἡ ἀστρική ὥρα εἶναι 22 ὥραι, πόση εἶναι ἐν Νέα Ἰόρκη;

116) Τί ὥρα εἶναι ἐν Πετρούπολει, ὅταν ἐν Ἀθήναις εἶναι 0 ὥραι;

117) Ὄταν ἐν Κωνσταντινουπόλει εἶναι 0 ὥραι, τί ὥρα εἶναι ἐν Ἀθήναις;

118) Ἀστὴρ ἔχει ὀρθὴν ἀναφορὰν 5 ὥρ. 20 π. Τί ὥρα εἶναι ἐν Παρισίοις, καθ' ἣν στιγμὴν οὗτος μεσουρανεῖ ἐν Ἀθήναις;

119) Τί ὥρα εἶναι ἐν Νέα Ἰόρκη, ὅταν ἐν Ἀθήναις εἶναι δύο ὥραι;

120) Πόσον εἶναι τὸ γεωγραφικὸν μῆκος τόπου, ἐν ᾧ ἡ ὥρα εἶναι 1 ὥρ, 13π. 29δ, καθ' ἣν στιγμὴν ἐν Ἀθήναις εἶναι 0 ὥραι;

121) Νά εύρεθῆ τὸ γεωγραφικὸν μῆκος τῆς Ἱερουσαλήμ, γνωστοῦ ὄντος ὅτι, ὅταν ἐν Ἀθήναις ἡ ἀστρική ὥρα εἶναι 11 ὥρ, 20π. ἐν Ἱερουσαλήμ εἶναι 12 ὥρ. 5π. 50δ.

122) Πόση εἶναι κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν ἡ διαφορὰ τῶν ὥρων ἐν Ἀθήναις καὶ Νέα Ἰόρκη;

80. Γεωειδές. Ἐμάθομεν ἤδη, (§ 72) ὅτι τὸ πραγματικὸν

σχήμα της Γῆς, ἤτοι τὸ σχῆμα τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης καὶ τῆς χέρσου εἶναι σφαιροειδές.

Ἐπειδὴ δὲ εἶναι γνωστὸν ὅτι: α) Ἡ ξηρὰ κατέχει μόλις τὸ $\frac{1}{4}$ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς, β) Τὸ μέσον ὕψος τῶν ἡπείρων ὑπὲρ τὴν μέσην ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης (1) εἶναι ἐλάχιστον (700 μ.) ἐν σχέσει πρὸς τὸ μέγεθος τῆς Γῆς, ἔπεται ὅτι τὸ πραγματικὸν σχῆμα τῆς Γῆς ἐλάχιστα διαφέρει τοῦ σχήματος τῆς μέσης ἐπιφανείας τῶν θαλασσῶν προεκτεινομένης νοερῶς ὑπὸ τὰς ἡπείρους καθέτως πρὸς τὴν ἐν ἑκάστῳ σημείῳ αὐτῆς διεύθυνσιν τῆς βαρύτητος.

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

Πρὸς ἀκριβῆ καθορισμὸν τοῦ σχήματος τοῦ γεωειδοῦς δεόν νὰ μετρηθῶσιν ἐπὶ διαφόρων μεσημβρινῶν αὐτοῦ καὶ εἰς διάφορα πλάτη τόξα 1° καὶ συγκριθῶσι τὰ ἐξαγόμενα ταῦτα. Ἐὰν τὰ τόξα ταῦτα εἶχον 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 μήτρησις μεσημβρινοῦ τόξου τοῦ γεωειδοῦς εἶναι ἀδύνατος. Ἐνεκα τούτου αἱ μετρήσεις γίνονται ἐπὶ τῆς ξηρᾶς καὶ τὰ ἀποτελέσματα ἀνάγονται εἰς ἐκεῖνα, τὰ ὁποῖα θὰ προέκυπτον, ἂν ἡ ἐργασία ἐγίνετο ἐπὶ τοῦ γεωειδοῦς.

Πρῶτος ὁ Ἐρατοσθένης εὔρε τὸ μῆκος μεσημβρινοῦ τόξου, τὸ ὁποῖον περιέχεται μετὰξὺ Ἀλεξανδρείας καὶ Συήνης, ὡς ἑξῆς.

Οὗτος παρετήρησεν ὅτι κατὰ τὴν μεσημβρίαν τῆς θερινῆς

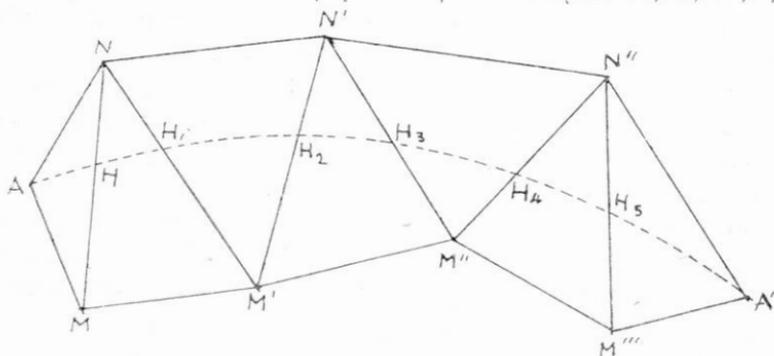
(1) Γνωρίζομεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τῆς θαλάσσης ὑφίσταται παλίρροϊαν, ἤτοι περιοδικὴν ἀνύψωσιν καὶ ταπείνωσιν εἰς ἕκαστον σημεῖον αὐτῆς. Ἄν ἕκαστον σημεῖον τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης εὐρίσκετο εἰς ἴσην ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς ὑψηλοτέρας καὶ χαμηλοτέρας θέσεως αὐτοῦ, θὰ ἀπέτελετο ὑπὸ τῶν σημείων τούτων ἡ λεγομένη μέση ἐπιφάνεια τῆς θαλάσσης.

τροπῆς τὰ κατακόρυφα ἀντικείμενα δὲν ἔρριπτον σκιάν. Ἦτο λοιπὸν ὁ ἥλιος εἰς τὸ Ζενίθ τῆς Συήνης κατὰ τὴν μεσημβρίαν τῆς ἡμέρας ἐκείνης. Μὲ τὴν βοήθειαν δὲ τοῦ γνώμονος εὔρεν ὅτι ἐν Ἀλεξανδρείᾳ τὴν ἡμέραν ἐκείνην ἡ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ ἥλιου ἦτο $7^{\circ} 12'$. Ὡστε τὸ μεταξύ Ἀλεξανδρείας καὶ Συήνης τόξον ἦτο $7^{\circ} 12'$, ἦτοι τὸ $\frac{1}{30}$ τῆς περιφερείας. Γνωρίζων δὲ τὴν μεταξύ τῶν δύο τούτων πόλεων ἀπόστασιν εὔρεν ὅτι τὸ μῆκος τόξου μιᾶς μοίρας τοῦ μεσημβρινοῦ αὐτῶν ἦτο 700 αἰγυπτιακὰ στάδια, ἦτοι 112500 μέτρα.

Τὸ ἐξαγόμενον τοῦτο θεωρεῖται λίαν ἱκανοποιητικὸν λαμβανομένων ὑπ' ὄψιν τῶν ἀτελῶν μέσων, τὰ ὁποῖα μετεχειρίσθη ὁ Ἐρατοσθένης.

Σήμερον ἡ ἐργασία αὕτη γίνεται ὡς ἐξῆς.

Ἐστω πρὸς μέτρησιν τὸ μεσημβρινὸν τόξον AA' (Σχ. 54). Ἐκατέρωθεν αὐτοῦ ἐκλέγομεν σειρὰν σταθμῶν M, M', M'', N, N', N'' .



Σχ. 54.

N'' . . . ὅσῳ τὸ δυνατόν πολυαριθμοτέρων καὶ ἀρκετὰ ἐγγύς ἀλλήλων, ὥστε ἐξ ἐκάστου τούτων νὰ εἶναι ὄρατὰ τὰ ἐπὶ τῶν περίεξ τοποθετημένα σήματα.

Μετροῦμεν δὲ ἔπειτα διὰ τοῦ Θεοδολίχου τὰς γωνίας τῶν τριγῶνων $ANM, NMM', M'N'N''$ κλπ καὶ μίαν πλευρὰν πχ τὴν AM , ἣν λαμβάνομεν ὡς βᾶσιν. Προσδιορίζομεν δὲ εἰς τὸ σημεῖον A τὴν διεύθυνσιν τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς, ἣτις τέμνει τὴν πλευρὰν NM εἰς τι σημεῖον H . Ἐπιλύοντες ἔπειτα κατὰ

σειράν τὰ τρίγωνα ANM, NMM', NM', N' κλπ. ὀρίζομεν τὰς πλευρὰς αὐτῶν.

Ἐπειτα ἐπιλύομεν τὸ AMH καὶ ὀρίζομεν τὸ μῆκος τοῦ τόξου NH, τὴν γωνίαν H καὶ τὴν πλευρὰν HM. Μετὰ τοῦτο ἐπιλύομεν τὸ τρίγωνον NHH₁, ἐκ τῆς NH καὶ τῶν προσκειμένων γωνιῶν καὶ ὀρίζομεν τὸ μῆκος τοῦ τόξου HH₁, τὴν πλευρὰν NH₁ καὶ τὴν γωνίαν H₁.

Μεθ' ὃ διὰ τῆς ἐπιλύσεως τοῦ M'H₁H₂ εὐρίσκομεν τὸ μῆκος H₁H₂, καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς ὑπολογίζομεν τὰ μῆκη τῶν τόξων H₂H₃, H₃H₄ κλπ.

Ἐάν 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 Γῆς), εὐρίσκομεν τὸ μῆκος 1^ο τοῦ τόξου AA'.

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

82. Ἀκριβὲς 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^ο13' περίπου).

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

Γεωργικὸν πλάτος	μῆκος τόξου 1 ^ο
Περοῦ 1 ^ο 31' , 1" N	56750 ὄργυιαι
Γαλλία 46 ^ο 8' 6" B	57060 »
Λαπωνία 66 ^ο 28' 10" B	57422 »

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

1ον. Ὅλοι οἱ μεσημβρινοὶ εἶναι ἴσοι.

2ον. Τὰ εἰς τὸ αὐτὸ πλάτος ἀντιστοιχοῦντα τόξα 1^ο οἰωνδῆποτε μεσημβρινῶν ἔχουσι τὸ αὐτὸ μῆκος.

3ον. Τὸ μῆκος μεσημβρινοῦ τόξου I^0 αὐξάνει ἐκ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους.

Ἐκ τούτων δὲ συνάγεται ὅτι :

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

B') Ἡ Γῆ ἔχει σχῆμα ἑλλειψοειδοῦς 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' ἅσπασαν τὴν Γαλλίαν. Ἀνέθηκε δὲ τὴν μεταρρύθμισιν ταύτην εἰς ἐπιτροπείαν διακεκριμένων ἀστρονόμων καὶ μαθηματικῶν τῆς Γαλλίας.

Ἡ ἐπιτροπεία αὕτη ὥρισεν ὡς μονάδα μήκους τὸ ἕν δεκάκις ἑκατομμυριοστὸν τοῦ τετάρτου τοῦ γήινου 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 Δουνκέρκης καὶ Βαρκελώνης μεσημβρινοῦ τόξου. Διὰ τῆς συγκρίσεως τῶν πορισμάτων τῆς μετρήσεως ταύτης πρὸς τὰ τῶν ἐν Λαπωνίᾳ καὶ Περοῦ γινομένων μετρήσεων εὐρέθη ὅτι :

Τὸ $\frac{1}{4}$ τοῦ γήινου μεσημβρινοῦ = 5130740 ὄργυιαι καὶ κατ' ἀκολουθίαν $1\mu. = \frac{5130740}{10000000}$ ὄργ. = 0,513074 ὄργ.

Κατεσκευάσθη λοιπὸν κανὼν ἐκ λευκοχρύσου ἔχων ὑπὸ θερμοκρασίαν 0^0K μῆκος 0,513074 ὄργ. καὶ φυλάσσεται ἐν Παρισίοις χρησιμεύων ὡς πρότυπον μέτρον.

Τὸ μέτρον τοῦτο εἰσήχθη καὶ παρ' ἡμῖν διὰ Βασιλικοῦ Διατάγματος κληθὲν *βασιλικὸς πήχυς*.

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

Μήκος μεγάλου	ήμιάξονος	6378249 μ
» μικροῦ	»	6356515
» μεσημβρινοῦ	»	40007472
» ἰσημερινοῦ	»	40075721

Ἐπιφάνεια 510065000 τετραγωνικά χιλιόμετρα.

Ὅγκος 1083205 ἑκατομμύρια κυβικά χιλιόμετρα.

Αἱ νεώτεροι δὲ καταμετρήσεις καὶ ὑπολογισμοὶ ἄγουσιν εἰς τὰς ἀκολουθοῦσας τιμὰς τῶν στοιχείων τοῦ γήινου ἔλλειψοειδούς.

Μήκος μεγάλου	ήμιάξονος	6378388 μ
» μικροῦ	»	6356909
» μεσημβρινοῦ	»	40008032
» ἰσημερινοῦ	»	40076625

Ἐπιφάνεια 510082700 τετραγωνικά χιλιόμετρα.

Ὅγκος 1083260 ἑκατομμύρια κυβικά χιλιόμετρα.

Κατὰ ταῦτα ὁ μέγας ἡμιάξων τῆς Γῆς, ἡ ἰσημερινή δηλαδὴ ἄκτις αὐτῆς ὑπερέχει τῆς πολικῆς ἄκτινος (μικροῦ ἡμιάξονος) κατὰ 21470 μέτρα. Ἡ διαφορὰ αὕτη εἶναι ἐλαχίστη παραβαλλομένη πρὸς τὸ μήκος ἑκατέρου ἡμιάξονος, κατ' ἀκολουθίαν τὸ γήινον ἔλλειψοειδὲς ἐλάχιστα διαφέρει σφαίρας. Τούτου ἕνεκα εἰς πολλὰ ζητήματα θεωροῦμεν τὴν Γῆν ὡς σφαῖραν, ἧς ἡ ἄκτις καλουμένη μέση ἄκτις τῆς γῆς λαμβάνεται ἴση πρὸς $\frac{40000000}{2\pi} = 6466197$ μέτρα.

Σημ. Ἡ πλάτυσις τῆς Γῆς κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τοῦ Clarke εἶναι $\frac{1}{293,466}$. Κατὰ δὲ τὸν Helmholtz, ἡ πλάτυσις αὕτη εἶναι $\frac{1}{298,3}$. Κατὰ ταῦτα τὸ γήινον ἔλλειψοειδὲς, ὁμοιάζει πρὸς ἔλλειψοειδὲς, οὗ ὁ μὲν μέγας ἡμιάξων ἔχει μήκος 298,3 χιλιοστόμετρα, ὁ δὲ μικρὸς 297,3 χιλιοστόμετρα.

Τὸ μήκος τόξου μιᾶς μοίρας τοῦ γήινου μεσημβρινοῦ εἶναι κατὰ μέσον ὄρον 11111,11 μ., τὸ δὲ μήκος μεσημβρινοῦ τόξου 1' (ἕν ναυτικὸν μίλιον) εἶναι 1852,22 μ.

Ἀσκήσεις. 123) Πόσον ἦτο τὸ γεωγρ. πλάτος τῆς Συήνης σύμφωνα μὲ τὴν παρατήρησιν τοῦ Ἐρατοσθένους;

124) Πόσον ἦτο κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τοῦ Ἐρατοσθένους τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τῆς Ἀλεξανδρείας;

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

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

127) Ἀτμόπλοιοι ἀναχωρήσαν ἀπὸ σημείου τοῦ Ἰσημερινοῦ καὶ κατ' εὐθείαν πρὸς βορρᾶν κατευθυνόμενοι ἔχει ταχύτητα 12 ναυτικῶν μιλίων καθ' ὥραν. Εἰς πόσον γεωγραφικὸν πλάτος θὰ εὑρίσκηται μετὰ 24 ὥρας;

128) Ἀτμόπλοιοι ἀναχωρήσαν ἀπὸ γεωγραφικὸν πλάτος 38° Β κατευθύνεται κατ' εὐθείαν πρὸς νότον καὶ μετὰ πλοῦν 15 ὥρων ἔφθασεν εἰς γεωγραφικὸν πλάτος $35^\circ 30'$ Β. Μὲ πόσην ταχύτητα ἔπλεεν;

129) Τὸ μεταξὺ δύο τόπων τοῦ Ἰσημερινοῦ τόξον αὐτοῦ ἔχει μῆκος 50 γεωγραφικὰς λεύγας. Πόση εἶναι ἡ διαφορὰ τῶν μηκῶν αὐτῶν;

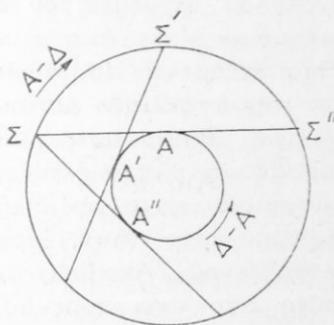
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

85. Ἐξηγήσεις τῆς ἡμερησίας κινήσεως τῆς οὐρανίου σφαίρας. Ἡ φαινομένη ἡμερησία κίνησις (§ 21) τῆς οὐρανίου σφαίρας δύναται νὰ ἐξηγηθῇ διττῶς. Ἡ 1ον. Ἡ Γῆ μένει ἀκίνητος, ἐν ᾧ οἱ ἀστέρες στρέφονται ἐξ Α πρὸς Δ, ὡς φαίνονται κινούμενοι. Ἡ 2ον. Οἱ ἀστέρες εἶναι ἀκίνητοι, ἡ δὲ Γῆ στρέφεται περὶ ἄξονα ἐξ 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 δύοντα πρὸς τὰ δεξιὰ αὐτοῦ καθ' ὅσον ἐν ζ ἢ $\Gamma\eta$ στρέφεται ἐκ Δ πρὸς A , συστρέφεται καὶ ὁ παρατηρητῆς μετὰ τοῦ ὀρίζοντος αὐτοῦ καὶ εὐρίσκεται διαδοχικῶς εἰς θέσεις A, A', A'' κτλ.

“Ὅλοι ἄφ’ ἐτέρου γνωρίζομεν ὅτι πραγματικὴ τις κίνησις γίνεται πρόξενος φαινομένης τινὸς κινήσεως. Οὕτως, ἂν ταχέως στραφῶμεν περὶ ἑαυτοῦς ἐκ Δ πρὸς A , βλέπομεν ὅτι τὰ πέριξ ἀντικείμενα φαίνονται στρεφόμενα ἐξ A πρὸς Δ , ἐν ζ πράγματι ταῦτα εἶναι ἀκίνητα. Ὁ εὐρισκόμενος ἐν σιδηροδρόμῳ ἢ ἀτμοπλοίῳ κινουμένῳ καὶ τὰ ἐκτὸς παρατηρῶν ἀντικείμενα βλέπει ὅτι ταῦτα φαίνονται κινούμενα ἀντιθέτως πρὸς τὴν κίνησιν τοῦ κινητοῦ, ἐφ’ οὗ βαίνει.



Σχ. 55.

86. Ἀποδείξεις τῆς περιστροφῆς τῆς $\Gamma\eta$. Ὑπάρχουσι πλεῖστοι λόγοι πείθοντες ὅτι ἡ $\Gamma\eta$ στρέφεται ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς. Πρὶν δὲ ἐκθέσωμεν τοὺς κυριωτέρους τούτων παρατηροῦμεν ὅτι, ἐπειδὴ ἡ $\Gamma\eta$ εἶναι μεμονωμένη ἐν τῷ διαστήματι, (§ 73) οὐδὲν ἀντίκειται εἰς τὴν κίνησιν τῆς ἀρκεῖ αὕτη νὰ ἔλαβεν ὁπωσδήποτε ἀρχικὴν τινα ὠθησιν.

1ος. Τὸ σχῆμα τῆς $\Gamma\eta$. Πειραματικῶς ἀποδεικνύεται ὅτι μᾶζα ὑγρὰ ὑποκειμένη εἰς περιστροφικὴν κίνησιν περὶ ἄξονα διὰ μέσου αὐτῆς διερχόμενον συμπίεζεται κατὰ τὰ κοινὰ σημεῖα αὐτῆς καὶ τοῦ ἄξονος. Ἐλαβε λοιπὸν ἡ $\Gamma\eta$ τὸ σχῆμα τῆς (§ 82) ὅτε διετέλει, ὡς ἀποδεικνύει ἡ Γεωλογία, ἐν διαπύρῳ καὶ τετηκυῖα καταστάσει ἕνεκα τῆς περιστροφῆς αὐτῆς.

2ος. Ἡ πρὸς A ἀπόκλισις τῶν πιπτόντων σωμάτων. Βαρὺ σῶμα ἀφιέμενον ἐλεύθερον ἐκ τινος ὕψους πίπτει ὀλιγον ἀνατολικώτερον τοῦ ποδὸς τῆς κατακορύφου. Ἡ τοιαύτη ἀπόκλισις μόνον διὰ τῆς παραδοχῆς τῆς ἐκ Δ πρὸς A περιστροφῆς τῆς $\Gamma\eta$ δύναται νὰ ἐξηγηθῇ. Τῷ ὄντι. Τὰ ὑψηλότερα σημεῖα γράφοντα περιφερείας μεγαλυτέρας τῶν χαμηλοτέρων εἰς τὸν

αὐτὸν χρόνον κινουῦνται 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 μεταλλευτικά φρέατα ἐπιστοποίησαν τὴν ἀπόκλισιν ταύτην.

3ος. *Ἡ ἀπόκλισις, τῶν βλημάτων.* Ἄν ἡ Γῆ δὲν ἐστρέφετο περὶ ἄξονα, βλήμα ἐκτοξευόμενον ἐκ σημείου Α τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ Α καὶ ἐκ βορρᾶ πρὸς νότον, ἔπρεπε νὰ πέσῃ εἰς τόπον Β τοῦ αὐτοῦ μεσημβρινοῦ. Ἀκριβεῖς ὅμως παρατηρήσεις δεικνύουσιν ὅτι τοῦτο ἀποκλίνει πρὸς δυσμάς. Ἡ ἀπόκλισις αὕτη, τελείως ἄλλως οὔσα ἀνεξήγητος, ἐξηγεῖται διὰ στροφῆς τῆς Γῆς ἐκ Δ πρὸς Α. Πράγματι τὰ βορειότερα σημεία τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου ἀπέχοντα ὀλιγώτερον τοῦ ἄξονος ἢ τὰ νοτιώτερα, κινουῦνται βραδύτερον τῶν νοτιωτέρων. Τὸ βλήμα λοιπὸν ἔχει ταχύτητα πρὸς Α μικροτέραν τοῦ Β. Ὀφείλει λοιπὸν τοῦτο νὰ εὔρεθῇ ἀνατολικώτερον τοῦ βλήματος, ὅπως πράγματι συμβαίνει. Ὁμοίως ἐξηγεῖται ἡ πρὸς Α ἀπόκλισις βλήματος ἐκτοξευομένου ἐκ Ν πρὸς Β ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαιρίῳ.

4ος. *Ἡ κατεύθυνσις τῶν ἀληγῶν καὶ ἀνταληγῶν ἀνέμων.* Εἶναι γνωστὸν ὅτι ὁ θερμὸς ἀήρ τῶν τόπων τοῦ ἰσημερινοῦ ἀνερχόμενος ἀντικαθίσταται ὑπὸ ψυχροτέρου ἀέρος πνέοντος ἐκ τῶν πόλων. Ὁ ἀνερχόμενος δὲ ἀήρ ψυχόμενος εἰς τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας ρεεῖ πρὸς τοὺς πόλους κατερχόμενος. Οὕτω δὲ σχηματίζεται ἕν κατώτερον ρεῦμα ἐκ τῶν πόλων πρὸς τὸν ἰσημερινὸν καὶ ἕτερον ἀνώτερον ἐκ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους. Τὸ πρῶτον ἀποτελεῖ τοὺς ἀληγεῖς, τὸ δὲ δεῦτερον τοὺς ἀνταληγεῖς ἀνέμους. Ἐὰν ἡ Γῆ δὲν ἐστρέφετο περὶ τὸν ἄξονά της, ἐν τῷ βορείῳ π. χ. ἡμισφαιρίῳ οἱ μὲν ἀληγεῖς ἄνεμοι θὰ ἦσαν καθαρῶς βόρειοι οἱ δὲ ἀνταληγεῖς νότιοι. Ἐν τῇ πραγματικότητι ὅμως οἱ μὲν ἀληγεῖς ἄνεμοι εἶναι βορειονατολικοὶ οἱ δὲ ἀνταληγεῖς νοτιοδυτικοί. Παραβάλλοντες τὰ μόρια τοῦ ἀέρος πρὸς μικρὰ βλήματα ἐξηγουμέν, ὡς προηγουμένως, τὴν τοιαύτην τῶν ἀνέμων τούτων κα-

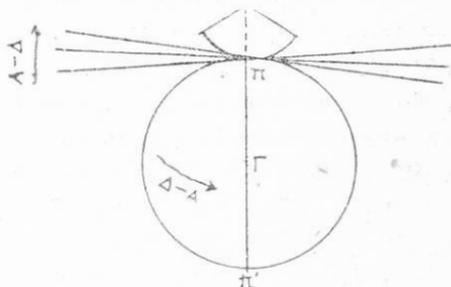
τεύθουνσιν διὰ τῆς ἐκ Δ πρὸς A στροφῆς τῆς $\Gamma\etaς$, ἐν ᾧ ἄλλως εἶναι ἀνεξήγητος.

5ος. Ἡ μεταβολὴ τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς $\Gamma\etaς$. Οἱ φυσικοὶ διὰ λεπτοτάτων παρατηρήσεων ἐπὶ τῆς κινήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς ὀρίζουσι τὴν ἔντασιν g τῆς βαρύτητος εἰς τοὺς διαφόρους τόπους τῆς $\Gamma\etaς$. Αὕτη εἶναι 983,11 ἑκατοστόμετρα εἰς τοὺς πόλους καὶ 978,07 ἑκατοστόμετρα εἰς τὸν ἰσημερινόν. Ἐάν ὁμως ληθῆ ὑπ' ὄψιν μόνον τὸ σχῆμα τῆς $\Gamma\etaς$, εὐρίσκουσι δι' ὑπολογισμοῦ ὅτι, ἂν εἰς τοὺς πόλους εἶναι $g=983,07$, εἰς τὸν ἰσημερινόν πρέπει νὰ εἶναι $g=981,07$, ἧτοι κατὰ 3 ἑκατ. μεγαλυτέρα τῆς πραγματικῆς.

Ἡ ἀσυμφωνία αὕτη ἐξηγεῖται μόνον διὰ τῆς στροφῆς τῆς $\Gamma\etaς$ περὶ ἄξονα. Πράγματι, ἂν ἡ $\Gamma\eta$ στρέφηται περὶ ἄξονα, εἰς ἕκαστον σημεῖον τοῦ ἰσημερινοῦ ἀναπτύσσεται φυγόκεντρος δύναμις, ἣτις ἀντιδρᾷ εἰς τὴν βαρύτητα καὶ συντελεῖ εἰς τὴν ἐλάττωσιν τοῦ g .

Εἰς τοὺς πόλους ἕνεκα τῆς ἀκίνησιός των δὲν ἀναπτύσσεται φυγόκεντρος δύναμις καὶ οὐδεμίαν ἐπέρχεται μείωσις τοῦ g .

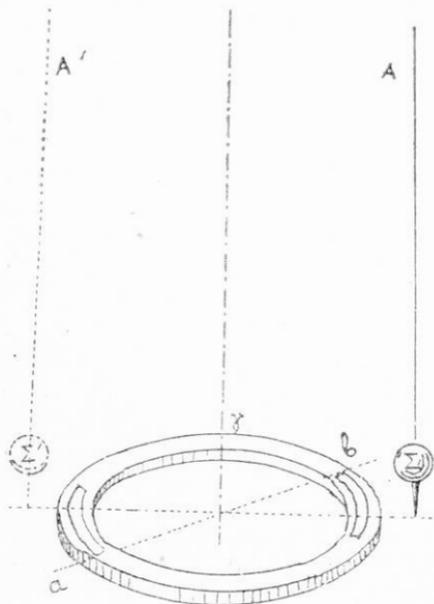
6ος. Τὸ πείραμα τοῦ ἐκκρεμοῦς. Ἡ Μηχανικὴ ἀποδεικνύει ὅτι τὸ ἐπίπεδον τῆς αἰωρήσεως ἐκκρεμοῦς μένει ἀμετάβλητον καὶ ὅταν ὁ ἄξων τῆς ἐξαρτήσεως στρέφηται. Τούτων τεθέντων ἄς φαντασθῶμεν ἐκκρεμές ἐξηρητημένον ὑπεράνω πόλου τινὸς τῆς $\Gamma\etaς$ (Σχ. 56). Ἐάν ἡ $\Gamma\eta$ ἦτο ἀκίνητος, τὸ ἐπίπεδον τῆς αἰωρήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς θὰ εἶχε τὴν αὐτὴν πάντοτε διεύθυνσιν ἐν σχέσει πρὸς σταθερὰ ἐπὶ τῆς $\Gamma\etaς$ ἀντικείμενα.



Σχ. 56.

Ἄν δὲ ἡ $\Gamma\eta$ κινῆται περὶ τὸν ἄξονα ππ' ἐκ Δ πρὸς A , παρατηρητῆς ἐπ' αὐτῆς κείμενος θὰ ἐλάμβανεν ἐντὸς 24

ώρων 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 .



Τὸ ἐκκρεμὲς τοῦ Foucault

Ἐπειδὴ δὲν ἦτο δυνατόν νὰ γίνῃ τὸ πείραμα εἰς οὐδένα τῶν πόλων τῆς Γῆς, ὁ Foucault ἐξετέλεσεν αὐτὸ ἐν Παρισίοις κατὰ τὸ ἔτος 1851 δι' ἐκκρεμοῦς, τὸ ὁποῖον ἐξήρτησεν ἐκ τοῦ θόλου μιᾶς τῶν αἰθουσῶν τοῦ Πανθεοῦ. Ἡ σφαῖρα τοῦ ἐκκρεμοῦς τούτου ἔφερε κάτωθεν βελόνην, ἥτις ἐπὶ ἄμμου ἐπὶ τοῦ δαπέδου κειμένης ἐχάραττεν αὐλάκα ἐν ᾧ 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 κινεῖται ἐκ Δ πρὸς A .

Ἀσκήσεις. 130). Μὲ πόσῃν ταχύτητά κατὰ 1δ. στρέφεται ἕκαστον σημεῖον τοῦ γήινου ἰσημερινοῦ;

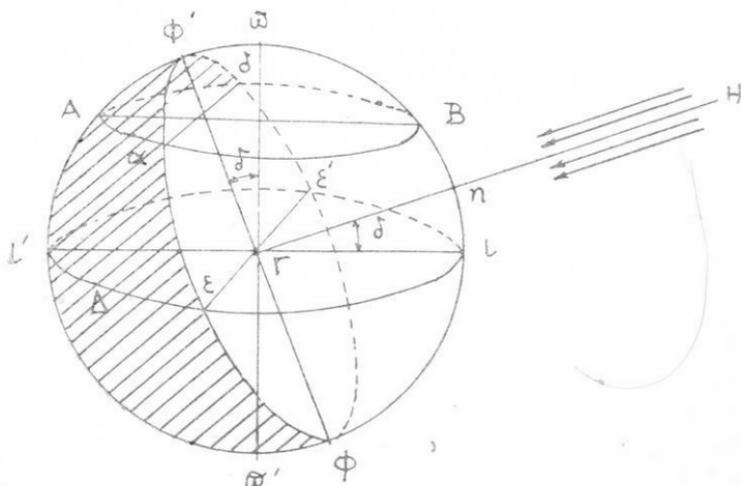
131) Μὲ πόσῃν ταχύτητά στρέφεται σημεῖον τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς, τὸ ὁποῖον ἔχει γεωγραφικὸν πλάτος 40° ;

132) Σημεῖόν τι τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς στρέφεται μὲ ταχύτητα 234 μέτρων κατὰ 1δ. Πόσον εἶναι τὸ γεωγραφικὸν πλάτος αὐτοῦ;

87. Διαδοχή τῶν ἡμερῶν καὶ νυκτῶν εἰς τινὰ τόπον.

Ἡ διαδοχὴ τῶν ἡμερῶν καὶ τῶν νυκτῶν ὀφείλεται εἰς τὴν ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς στροφὴν τῆς Γῆς περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς. Ἐὰν π.χ. κατὰ τινὰ ἡμέραν αἱ ἀκτῖνες τοῦ Ἡλίου ἔχωσι τὴν διεύθυνσιν ΓH , αἱ ἐξ αὐτῶν ἐφαπτόμεναι τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς ὀρίζουσιν ἐπ' αὐτῆς ἐπίπεδον γραμμὴν $\Phi'\epsilon\epsilon'$, τῆς ὁποίας τὸ ἐπίπεδον διέρχεται ἀπὸ τὸ κέντρον τῆς Γῆς καὶ εἶναι κάθετον ἐπὶ τὴν διεύθυνσιν ΓH τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων.

Ἐπειδὴ ἡ Γῆ ἐλάχιστα διαφέρει σφαίρας, θὰ δεχθῶμεν χάριν ἀπλότητος ὅτι ἡ γραμμὴ αὕτη εἶναι περιφέρεια μεγί-



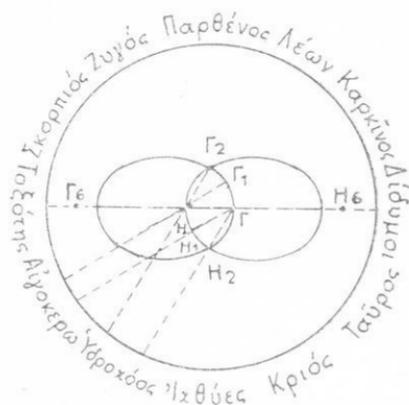
Σχ. 57.

στου κύκλου. Τοῦτον καλοῦμεν *κύκλον φωτισμοῦ*. Ἡ περιφέρεια αὐτοῦ χωρίζει τὸ φωτιζόμενον ἀπὸ τὸ μὴ φωτιζόμενον μέρος τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς. Ὄταν εἰς τόπος A τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς εὐρίσκηται εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον μέρος, ἔχει νύκτα. Ὄταν δὲ ἔνεκα τῆς στροφῆς τῆς Γῆς περὶ τὸν ἄξονα π' ἔλθῃ εἰς θέσιν α καὶ ἐξῆς, θὰ ἔχῃ ἡμέραν. Αὕτη θὰ διαρκέσῃ μέχρι τῆς στιγμῆς, καθ' ἣν ὁ τόπος εὐρεθῆ εἰς τὸ δ , ὅτε εἰσέρχεται πάλιν εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον μέρος καὶ ἀρχίζει ἡ νύξ.

88. Ἐξήγησις τῆς φαινομένης ἐτησίας κινήσεως τοῦ Ἡλίου. Ἡ φαινομένη περί τὴν Γῆν κίνησις τοῦ Ἡλίου δύναται νὰ ἐξηγηθῆ διττῶς. Ἡ εἶναι αὕτη πραγματική, ἢ ὁ μὲν Ἡλιος εἶναι ἀκίνητος, ἢ δὲ Γῆ κινεῖται περί αὐτὸν ἐκ Δ πρὸς Α, ὡς ἐδέχθη ὁ Κοπέρνικος (§ 10).

Πρὸς κατανόησιν τούτων ἄς νοήσωμεν δύο ἐλλείψεις. (Σχ. 58) ἴσας, ἑκατέρα 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 τροχιάν τοῦ Ἡλίου καὶ ὅτι ἡ Γῆ κατέχει τὴν ἐστίαν, δι' ἧς διέρχεται ἡ ἑτέρα ἔλλειψις.

Ἄν ἡ Γῆ μένη ἀκίνητος ἐν τῇ θέσει Γ, ὁ δὲ Ἡλιος κινῆται περί αὐτὴν καταλαμβάνων διαδοχικῶς τὰς θέσεις Η, Η₁ Η₂



Σχ. 58.

κτλ. τῆς τροχιάς του, θὰ βλέπωμεν αὐτὸν διαδοχικῶς κατὰ τὰς διευθύνσεις ΓΗ, ΓΗ₁, ΓΗ₂, κτλ. καὶ θὰ προβάλληται ἐν τῷ οὐρανῷ διαδοχικῶς ἐπὶ τοῦ Τοξότου, Αἰγόκερω, κτλ. Συγχρόνως δὲ ἀυξανομένης 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, ἢ δὲ Γῆ

κινῆται περί αὐτὸν ἐπὶ τῆς ἑτέρας ἔλλειψεως ἐκ Δ πρὸς Α καταλαμβάνουσα διαδοχικῶς τὰς θέσεις Γ, Γ₁, Γ₂ κλπ, θὰ βλέπωμεν τὸν Ἡλιον 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 Γ₆, ἀπὸ τὴν ὁποίαν ἄρχεται πάλιν μεγεθυνομένη.

Οιαδήποτε λοιπόν των δύο τούτων κινήσεων και αν αληθεύη, τὰ φαινόμενα θὰ ᾧσιν ἀπολύτως τὰ αὐτά.

Κατὰ τὴν ἐξήγησιν ταύτην, ἂν ἡ Γῆ κινῆται περὶ τὸν Ἥλιον, τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς αὐτῆς συμπίπτει μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς Ἐκλειπτικῆς, ἢ δὲ μετάθεσις αὐτῆς ἐπὶ τῆς τροχιάς τῆς προκαλεῖ τὴν μεταβολὴν τῆς ἀποκλίσεως τοῦ Ἥλιου.

89. Ἀποδείξεις τῆς κινήσεως τῆς Γῆς περὶ τὸν Ἥλιον.

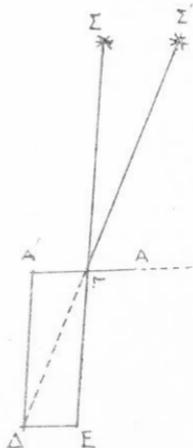
Ἐπὶ τῆς Γῆς ὑπάρχουσι πολλοὶ λόγοι πείθοντες ἡμᾶς ὅτι ἡ Γῆ κινεῖται περὶ τὸν Ἥλιον ἐκ Δ πρὸς Α συμπληροῦσα πλήρη περιστροφήν εἰς ἓν ἀστρικὸν ἔτος. Ἐκ τούτων ἀναφέρομεν τοὺς ἀκολουθοῦσας.

1ον. Ἡ περὶ τὴν Γῆν κίνησις τοῦ Ἥλιου, ὁ ὁποῖος ἔχει μᾶζαν 333432 φορές μείζονα τῆς γῆνης, ἀντίκειται εἰς τοὺς νόμους τῆς Μηχανικῆς, καθ' οὓς εἶναι ἀδύνατον νὰ στρέφηται σῶμα περὶ ἄλλο, τὸ ὁποῖον ἔχει μᾶζαν μικροτέραν ἐκείνου.

2ον. Ἀποδεικνύεται ὅτι οἱ πλανῆται, οἵτινες εἶναι σώματα ἀνάλογα πρὸς τὴν Γῆν, κινουνται περὶ τὸν Ἥλιον. Δὲν ὑπάρχει δὲ οὐδεὶς λόγος ν' ἀποτελῆ ἡ Γῆ ἐξαιρέσις. Ἀπ' ἐναντίας δεχόμενοι ὅτι ἡ Γῆ κινεῖται περὶ τὸν Ἥλιον κατατάσσομεν καὶ αὐτὴν μεταξὺ τῶν ἄλλων πλανητῶν, ὅπερ σπουδαίως ἀπλοποιεῖ τὸ ἡλιακὸν σύστημα.

3ον. Ἄν ἡ Γῆ ἦτο ἀκίνητος εἰς τὴν θέσιν Γ (Σχ. 59), τὸ φῶς ἀστέρος Σ θὰ ἦρχετο 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 ἀπέριου ἄφ' ἡμῶν ἀποστάσεως τοῦ ἀστέρος Σ πᾶσαι αἱ ἐξ αὐτοῦ πρὸς τὴν Γῆν κατευθυνόμεναι φωτειναὶ ἀκτῖνες θεωροῦνται παράλληλοι πρὸς τὴν ΣΓ, ἦτοι ἡ ταχύτης τοῦ φωτός αὐτοῦ ἔχει τὴν διεύθυνσιν τῆς ΣΓ. Δυνάμεθα δὲ νὰ



Σχ. 59.

παραστήσωμεν αὐτὴν δι' ἀνύσματος ΓΕ, ὅπερ ἔχει τὴν ρη-
θεῖσαν 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 ταχύτητα ἀντίθετον πρὸς τὴν ταχύτητα τῆς Γῆς, ἡ κοινὴ
αὕτη ταχύτης θὰ παρίσταται δι' ἀνύσματος ΓΑ' ἀντιρρόπως
ἴσου πρὸς τὸ ΓΑ, ἡ δὲ μεταφορικὴ κίνησις τῆς Γῆς ἐξουδε-
τεροῦται.

Ἡ σύνθεσις τῆς ταχύτητος ταύτης ΓΑ' μετὰ τῆς ΓΕ δι-
δει συνιστῶσαν ταχύτητα ΓΔ, ἣτις εἶναι ἡ διαγώνιος τοῦ πα-
ραλληλογράμμου ΓΕΔΑ' τῶν ΓΑ' καὶ ΓΕ. Πρέπει λοιπόν, ἂν
ὄντως ἡ Γῆ κινῆται, νὰ φθάσῃ 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 ἔνεκα τῆς ἔλλειπτικῆς τροχιάς τῆς Γῆς ἡ διεύθυν-
σις ΓΑ τῆς κινήσεως τῆς Γῆς μεταβάλλεται ἀπὸ στιγμὴν εἰς στιγ-
μὴν μένουσα πάντοτε ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῆς Ἐκλειπτικῆς, ἔπεται
ὅτι αἱ φαινόμενα θέσεις Σ' ἑνὸς ἀστέρος ὀφείλουσι νὰ μετατί-
θηνται συνεχῶς ἐπὶ τροχιάς παραλλήλου πρὸς τὴν Ἐκλειπτικὴν.

Ὅντως δὲ αἱ παρατηρήσεις πιστοποιοῦσι τὸ φαινόμενον
τοῦτο, ὅπερ ἀνεκαλύφθη καὶ ἐξηγήθη ὑπὸ τοῦ Brandley, καλεῖ-
ται δὲ *ἐτησία ἀποπλάνησις τοῦ φωτός*.

Ὁ γεωμετρικὸς τόπος τῶν φαινομένων θέσεων Σ' ἀστέρος
καλεῖται *ἀποπλανητικὴ τροχιά* αὐτοῦ καὶ εἶναι περιφέρεια μὲν
κύκλου, ἂν ὁ ἀστὴρ εὑρίσκηται εἰς τινὰ πόλον τῆς Ἐκλειπτι-
κῆς, ἔλλειψις δέ, ἂν οὗτος εὑρίσκηται μετὰ τῆς Ἐκλειπτικῆς
καὶ τινος τῶν πόλων αὐτῆς.

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

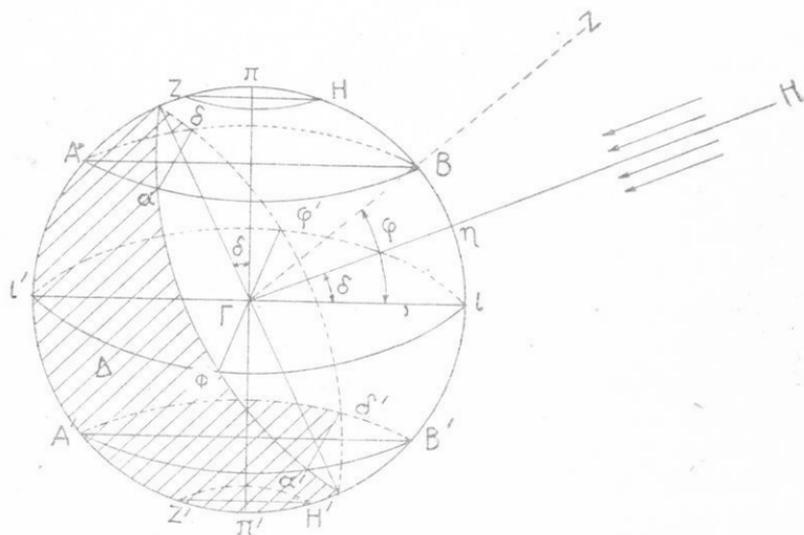
Σημ. Καὶ ἡ περὶ ἄξονα στροφή τῆς Γῆς προκαλεῖ ἀποπλά-

νησιν τοῦ φωτός, ἥτις εἶναι μικρὰ σχετικῶς μὲ τὴν ἔτησίαν ἀποπλάνησιν καὶ βαίνει ἐλαττωμένη ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους.

4ον. 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 κινήσεις ἐπὶ τῆς οὐρανίας σφαίρας (§ 61) καὶ ἡ ἔτησία τῶν ἀστέρων παράλλαξις.

Ἡ ταχύτης μεθ' ἧς κινεῖται ἡ Γῆ περιὸν τὸν ἥλιον, εἶναι περίπου 30 χιλιομέτρα κατὰ δευτερόλεπτον ἢ 108000 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. Ἄνισότης ἡμερῶν καὶ νυκτῶν εἰς τοὺς διαφόρους τόπους τῆς Γῆς. Γνωρίζομεν ὅτι εἰς τοὺς τόπους μας ἡ διάρ-



Σχ. 60.

κεια τῶν ἡμερῶν καὶ τῶν νυκτῶν δὲν εἶναι ἡ αὐτή, καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους. Τοῦτο συμβαίνει εἰς ὅλους τοὺς τό-

πους της Γης, πλὴν τῶν τόπων τοῦ Ἰσημερινοῦ. Κατὰ τὴν αὐτὴν ἡμέραν ἢ διάρκεια αὐτῆς ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους τοῦ τόπου. Εἰς τὸν αὐτὸν δὲ τόπον ἢ διάρκεια τῆς ἡμέρας ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἀποκλίσεως τοῦ Ἡλίου, ἢ ὁποῖα προ-καλεῖται ἐκ τῆς περιφορᾶς τῆς Γῆς περὶ τὸν Ἡλίον (§ 88). Ἐξηγεῖται δὲ ἡ μεταβολὴ τῆς διαρκείας τῆς ἡμέρας καὶ τῆς νυκτὸς ὡς ἑξῆς :

Α'. Ἐστω εἷς τόπος Δ τοῦ γήινου 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 ἢ ἀπόκλισις δ τοῦ κέντρου Η τοῦ Ἡλίου εἶναι 0° , ἢ 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 δίχως τὸν Ἰσημερινὸν καὶ ὄλους τοὺς παραλλήλους τῆς Γῆς.

Τὰ τόξα λοιπὸν αβδ καὶ δαα, εἰς τὰ ὁποῖα 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 ἢ ἡμέρα εἶναι ἴση μὲ τὴν νύκτα εἰς ὄλους τοὺς τόπους τῆς Γῆς.*

Ἀπὸ τῆς ἡμέρας ταύτης ἢ ἀπόκλισις δ τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου βαίνει ἀξανανομένη. Ἐπειδὴ δὲ $\delta = \hat{\Phi}\hat{\Gamma}\pi = \pi - \hat{\Gamma}\hat{\Phi}$, 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 παραλλήλους 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°27', τὰ δὲ 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 μέγιστη.

Ἄπὸ τῆς ἡμέρας ταύτης ἡ ἀπόκλισις δ τοῦ Ἡλίου ἄρχεται ἐλαττουμένη καὶ λαμβάνει τὰς αὐτὰς καὶ πρότερον τιμὰς κατ' ἀντίθετον σειρὰν. Ὁ κύκλος λοιπὸν φωτισμοῦ πλησιάζει πρὸς τοὺς πόλους καὶ τὰ τόξα αβδ,δ'Α'α' βαίνουν ἐλαττούμενα, τὰ δὲ δΑα,α'Β'δ' αὐξανόμενα. Εἰς τὸν τόπον Α λοιπὸν ἡ ἡμέρα βαίνει ἐλαττουμένη καὶ ἡ νύξ αὐξανομένη. Εἰς δὲ τὸν Α' ἀντιθέτως ἡ ἡμέρα βαίνει αὐξανομένη καὶ ἡ νύξ ἐλαττουμένη.

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.

Ἄπὸ 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 ἐλαττουμένη καὶ ἡ νύξ αὐξανομένη. Εἰς δὲ τὸν τόπον Α' ἀντιθέτως ἡ ἡμέρα βαίνει αὐξανομένη καὶ ἡ νύξ ἐλαττουμένη. Τὴν 22αν Δεκεμβρίου ὁ τόπος Α ἔχει τὴν ἐλάχιστην ἡμέραν καὶ τὴν μεγίστην νύκτα. Ὁ δὲ τόπος Α' ἔχει τὴν μεγίστην ἡμέραν καὶ τὴν ἐλάχιστην νύκτα.

Ἄπὸ τῆς ἡμέρας ταύτης ἡ ἀπόκλισις δ βαίνει αὐξανομένη, τὴν δὲ 21ην Μαρτίου γίνεται 0. Κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον εἰς τὸν Α ἡ ἡμέρα βαίνει αὐξανομένη καὶ ἡ νύξ ἐλαττουμένη. Εἰς δὲ τὸν Α' ἡ ἡμέρα βαίνει ἐλαττουμένη καὶ ἡ νύξ αὐξανομένη.

Τὴν 21ην Μαρτίου ἡ ἡμέρα γίνεται ἴση μὲ τὴν νύκτα εἰς ὄλους τοὺς τόπους.

Ὅταν ὁ ἥλιος ἔχη ὠρισμένην ἀπόκλισιν δ , μεσουρανεῖ ἄνω εἰς ἕκαστον τόπον τοῦ παραλλήλου AB τὴν στιγμὴν, κατὰ τὴν ὁποίαν οὗτος εὐρίσκεται πρὸ τοῦ ἥλιου εἰς τὸ μέσον B τοῦ φωτιζομένου τόξου $\alpha B \delta$ (Σχ. 60). Τὴν στιγμὴν ταύτην ἡ ζενιθία ἀπόστασις ZH τοῦ ἥλιου ἔχει μέτρον ἴσον πρὸς τὸ μέτρον τοῦ $B\eta$, ἥτοι $\phi - \delta$. Ἄν δὲ καλέσωμεν υ τὸ ὕψος τοῦ ἥλιου τὴν στιγμὴν ταύτην, θὰ εἶναι $\upsilon = 90 - \phi + \delta$. (1)

Γ'. Ἐστῶσαν ἀκόμη δύο τόποι Z καὶ Z' ἔχοντες γεωγραφικὸν πλάτος μεγαλύτερον τῶν $66^\circ 33'$ π. χ. 75° καὶ ὁ μὲν Z κεῖται εἰς τὸ βόρειον, ὁ δὲ Z' εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον τῆς Γῆς. Εἶναι φανερὸν ὅτι $(\widehat{\pi Z}) = (\widehat{\pi Z'}) = 90^\circ - 75^\circ = 15^\circ$, ἥτοι ἕκαστον τῶν τόξων πZ , $\pi Z'$ εἶναι μικρότερον τῆς μεγίστης ἀπολύτου τιμῆς $23^\circ 27'$ τῆς ἀποκλίσεως δ τοῦ ἥλιου.

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 ὀλόκληρος εἰς τὸ φωτιζόμενον ἡμισφαίριον τῆς Γῆς, ὁ δὲ $Z'H'$ ὀλόκληρος εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον. Ἀπὸ τῆς ἡμέρας ταύτης ἀξανομένης τῆς ἀποκλίσεως δ αὐξάνουσι καὶ αἱ γωνίαι $\widehat{\Phi \Gamma \pi}$, $\widehat{\Phi' \Gamma' \pi'}$. Ἐπομένως ἐξακολουθεῖ ὁ μὲν κύκλος ZH νὰ φωτίζεται ὀλόκληρος ὁ δὲ $Z'H'$ νὰ εἶναι ὀλόκληρος εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον ἡμισφαίριον. Τοῦτο διαρκεῖ μέχρι τῆς ἡμέρας, καθ' ἣν ἡ δ , ἀφ' οὗ λάβῃ τὴν μεγίστην τιμὴν $23^\circ 27'$ καὶ εἶτα ἐλαττωμένη γίνῃ 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 γίνῃ -15° μέχρι τῆς στιγμῆς, καθ' ἣν αὐξανομένη γίνῃ πάλιν -15° , ὁ μὲν παράλληλος ZH εὐρίσκεται ὀλόκληρος εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον ἡμισφαίριον τῆς Γῆς, ὁ δὲ $Z'H'$ εἰς τὸ φωτιζόμενον ἡμισφαίριον τῆς Γῆς.

Ἐχει λοιπὸν ἕκαστος τῶν τόπων τούτων μίαν μακρὰν νύ-

κτα καὶ μίαν μακρὰν ἡμέραν. Ἡ μακρὰ αὕτη ἡμέρα καὶ νύξ εἶναι μεγαλυτέρα εἰς τοὺς τόπους, οἱ ὅποιοι εὐρίσκονται πλησιέστερον πρὸς τοὺς πόλους.

Εἰς τοὺς πόλους ἡ διάρκεια αὕτη θὰ ἦτο ἕξ μηνῶν, ἂν ὁ Ἡλιος περιώριζετο εἰς τὸ κέντρον του. Ἡ παρουσία ὁμῶς ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα τμήματος τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου καὶ ἡ ἐμφάνις τοῦ λυκαυγοῦς καὶ λυκόφωτος βραχύνει τὴν διάρκειαν τῆς μακρᾶς νυκτὸς τῶν τόπων τούτων.

Ἀσκήσεις. 133) Νὰ εὕρητε τὸ μέγιστον καὶ ἔπειτα τὸ ἐλάχιστον ὕψος, εἰς τὸ ὅποιον μεσουρανεῖ ὁ Ἡλιος εἰς τὸν αὐτὸν τόπον τῆς Γῆς καὶ νὰ ὀρίσητε πότε μεσουρανεῖ εἰς τὸ μέγιστον καὶ πότε εἰς τὸ ἐλάχιστον ὕψος. Νὰ ἐφαρμόσητε δὲ τὰ ἐξαγόμενα ταῦτα διὰ τὰς Ἀθήνας.

134) Ὄταν ἡ ἀπόκλις τοῦ Ἡλίου εἶναι $\delta > 0$, νὰ εὕρητε εἰς πόσῃν ζενιθίαν ἀπόστασιν μεσουρανεῖ οὗτος κάτω εἰς τόπον, ὁ ὅποιος ἔχει βόρειον γεωγραφικὸν πλάτος ϕ . Νὰ ἐφαρμόσητε τὸ ἐξαγόμενον τοῦτο διὰ τὰς Ἀθήνας, ὅταν $\delta = 15^\circ$.

135) Ὄταν ἡ ἀπόκλις τοῦ Ἡλίου εἶναι 20° , οὗτος μεσουρανεῖ ἄνω εἰς ὕψος $23^\circ 27'$ ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα ἑνὸς τόπου. Νὰ εὕρητε τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τοῦ τόπου τούτου.

136) Νὰ ὀρίσητε τὸ σημεῖον τῆς οὐρανίας σφαίρας, εἰς τὸ ὅποιον μεσουρανεῖ ὁ Ἡλιος κατὰ τὰς ἰσημερίας εἰς τινὰ τόπον τοῦ ἰσημερινοῦ τῆς Γῆς.

137) Νὰ εὕρητε τὸ μήκος τῆς σκιάς τῶν κατακορύφων ἀντικειμένων τοῦ ἰσημερινοῦ κατὰ τὰς ἰσημερίας.

138) Νὰ ὀρίσητε τὴν κατεύθυνσιν, τὴν ὁποίαν ἔχει ἡ σκιά τῶν κατακορύφων ἀντικειμένων τοῦ ἰσημερινοῦ κατὰ τὴν μεσημβρίαν ἐκάστης ἡμέρας τοῦ ἔτους.

91. Μεταβολὴ τῆς θερμοκρασίας ἐκάστου τόπου. Ὅλοι γνωρίζομεν ὅτι ἐν τῇ χώρᾳ ἡμῶν ἡ θερμοκρασία εἶναι διάφορος κατὰ τὰς διαφόρους ὥρας τοῦ ἔτους καὶ ὅτι αὕτη εἶναι μεγίστη κατὰ τὸ θέρος καὶ ἐλαχίστη τὸν χειμῶνα. Τοῦτο δὲ 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 Ἡλίου ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα τοῦ τόπου. Πράγματι κατὰ τὰς μακρὰς ἡμέρας τοῦ θέρους τὸ ἔδαφος δέχεται παρὰ τοῦ Ἡλίου περισσοτέραν θερμότητα παρὰ κατὰ τὰς βραχείας 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 ἀκτίνες προσπίπτουσιν ἐπὶ τοῦ ἐδάφους ὑπὸ γωνίαν ὀλίγον διαφέρουσαν τῆς ὀρθῆς. Διὰ τοῦτο αὐταὶ θερμαίνουσι τὸ ἔδαφος περισσότερον τὸ θέρος παρὰ τὸν χειμῶνα, ὅτε αἱ ἡλιακαὶ ἀκτίνες 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 αὐταὶ 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 Ἡλίου κατὰ τὴν μεσημβρίαν ἐκάστης ἡμέρας. Ἐπρεπε λοιπὸν κατὰ τὰς ὥρας ταύτας τοῦ ἔτους ἕκαστος τόπος νὰ ἔχη τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν· τοῦτο δέ, ὡς γνωρίζομεν, δὲν συμβαίνει. Αἰτία τούτου εἶναι ἡ ἀκλόουθος. Ἀπὸ τῆς λήξεως τοῦ χειμῶνος ἐπὶ τοῦ ψυχροῦ ἐδάφους τοῦ ἡμετέρου ἡμισφαιρίου προστίθεται καθ' ἐκάστην θερμότης, ἡ ὁποία βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον βαίνει αὐξανόμενη. Ἐνεκα δὲ τῆς θερμότητος ταύτης τὸ ἔδαφος εἶναι ἀρκούντως θερμὸν, ὅταν ἀρχίζῃ τὸ θέρος. Ἡ δὲ νέα ποσότης τῆς θερμότητος, τὴν ὁποίαν δέχεται τὸ θέρος, συντελεῖ εἰς τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας ὑπὲρ τὴν ἑαρινήν. Εἰς ἀνάλογον αἰτίαν ὀφείλεται καὶ ἡ μεγαλυτέρα θερμοκρασία κατὰ τὸ φθινόπωρον ἢ τὸν χειμῶνα.

Ὅμοίως ἐξηγεῖται διατὶ θερμότερα ἡμέρα δὲν εἶναι ἡ 22 Ἰουνίου οὐδὲ ψυχροτέρα ἡ 22 Δεκεμβρίου, ἀλλ' ἡ μὲν θερμότερα ἡμέρα σημειοῦται περὶ τὴν 21 Ἰουλίου, ἡ δὲ ψυχροτέρα περὶ τὰ μέσα Ἰανουαρίου. Δι' ὅμοιον λόγον ἡ μεγίστη θερμοκρασία τῆς ἡμέρας δὲν παρατηρεῖται τὴν μεσημβρίαν, ἀλλὰ περὶ τὰς δύο ὥρας βραδύτερον.

92. Διανομή τῆς θερμοκρασίας. Ἡ θερμοκρασία πάντων τῶν τόπων τῆς Γῆς δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὰ ἀκόλουθα δύο αἷτια.

Α'. Ἐμάθομεν (§ 90) ὅτι εἰς τόπον ἔχοντα γεωγραφικὸν πλάτος ϕ ὁ ἥλιος μεσουρανεῖ εἰς ὕψος $90^\circ - \phi + \delta$ τὴν ἡμέραν, κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ ἀπόκλισις τοῦ Ἡλίου εἶναι δ .

Ἐκ τούτου ἔπεται ὅτι τὴν ἡμέραν ταύτην ὁ ἥλιος μεσουρανεῖ εἰς τὸν τόπον τοῦτον εἰς ζενιθίαν ἀπόστασιν $\phi - \delta$.

Ἡ ζενιθία αὕτη ἀπόστασις τοῦ Ἡλίου εἶναι κατὰ ταῦτα μικροτέρα εἰς τοὺς τόπους, οἱ ὅποιοι ἔχουσι ϕ μικρότερον. Δι' αὐτὸ εἰς ὄσους τόπους εἶναι $\phi < 23^\circ 27'$, ὁ ἥλιος καὶ κατὰ τὸν χειμῶνα μεσουρανεῖ πλησίον τοῦ ζενιθ. 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.

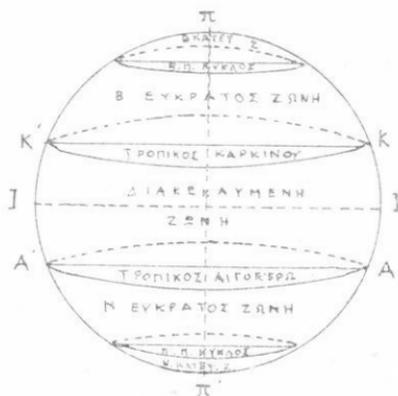
Εἰς ὄσους τόπους εἶναι $\phi > 23^\circ 27'$ ἡ μεσημβρινὴ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ Ἡλίου εἶναι μεγαλυτέρα καὶ βαίνει αὐξανόμενη μετὰ τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους. Ἐπὶ τοῦ ἐδάφους λοιπὸν τῶν τόπων τούτων καὶ κατ' αὐτὴν τὴν μεσημβρίαν αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες προσπίπτουσι πλαγίως καὶ πλαγιώτερον εἰς τοὺς ἔχοντας μεγαλύτερον 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 χώρας παρέχεται ἐλαχίστη ἡλιακὴ θερμότης.

Β'. Ἡ Φυσικὴ διδάσκει ὅτι ἰκανὸν μέρος τῆς θερμότητος, τὴν ὁποίαν ὁ ἥλιος παρέχει εἰς τὴν Γῆν, ἀκτινοβολεῖται εἰς τὸ πῆριξ ἡμῶν ἀχανές διάστημα. Τὸ ἀκτινοβολουμένον τοῦτο μέρος τῆς θερμότητος εἶναι περισσότερον εἰς τοὺς τόπους, οἱ ὅποιοι κεῖνται ὑψηλότερον τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης. Διότι τὰ ὑπεράνω αὐτῶν στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας ὡς ἀραιότερα ἀντιτάσσουσιν ὀλιγωτέραν ἀντίστασιν εἰς τὴν ἀκτινοβολίαν τῆς θερμότητος. Ἐκ διαφόρων λοιπὸν τόπων, οἱ ὅποιοι ἔχουσι τὸ αὐτὸ γεωγραφικὸν πλάτος, οἱ ὑψηλότερον κείμενοι

ύφίστανται μεγαλύτεραν ἀπώλειαν θερμότητος καὶ διὰ τοῦτο ἔχουσι χαμηλοτέραν θερμοκρασίαν.

93. Ζῶναι τῆς Γῆς. Οἱ γῆνιοι παράλληλοι, τῶν ὁποίων τὰ σημεῖα ἔχουσι γεωγραφικὸν πλάτος $23^{\circ} 27'$, λέγονται *τροπικοὶ κύκλοι*. Ἐκ τούτων ὁ μὲν κείμενος ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαιρίῳ καλεῖται *τροπικὸς τοῦ Καρκίνου*, ὁ δὲ ἐν τῷ νοτίῳ *τροπικὸς τοῦ Αἰγόκερω*.

Οἱ γῆνιοι παράλληλοι, τῶν ὁποίων τὰ σημεῖα ἔχουσι γεωγραφικὸν πλάτος $66^{\circ} 33'$, λέγονται *πολικοὶ κύκλοι*. Ἐκ τούτων ὁ μὲν κείμενος ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαιρίῳ καλεῖται *βόρειος πολικὸς κύκλος*, ὁ δὲ ἐν τῷ νοτίῳ *νότιος πολικὸς κύκλος*. Εἶναι δὲ φανερόν ὅτι μεταξὺ πόλου τινός τῆς Γῆς καὶ τῶν σημείων τοῦ ἀντιστοίχου πολικοῦ κύκλου περιέχονται μεσημβρινὰ τόξα $23^{\circ} 27'$.



Σχ. 61.

Οἱ τροπικοὶ καὶ οἱ πολικοὶ κύκλοι διαροῦσι τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Γῆς εἰς τὰς ἀκολουθοῦσας πέντε ζῶνας (Σχ. 61).

1η. Ἡ ἐπιφάνεια τῆς Γῆς, ἣ ὁποία περιέχεται μεταξὺ τῶν τροπικῶν κύκλων, λέγεται *διακεκαυμένη ζώνη*.

2α. Ἡ ἐπιφάνεια τῆς Γῆς, ἣ ὁποία περιέχεται μεταξὺ τοῦ τροπικοῦ τοῦ Καρκίνου καὶ τοῦ βορείου πολικοῦ κύκλου, λέγεται *βόρειος εὐκρατος ζώνη*.

3η. Ἡ ἐπιφάνεια τῆς Γῆς, ἣ ὁποία περιέχεται μεταξὺ τοῦ τροπικοῦ τοῦ Αἰγόκερω καὶ τοῦ νοτίου πολικοῦ κύκλου, καλεῖται *νότιος εὐκρατος ζώνη*.

4η. Ἡ ἐπιφάνεια τῆς Γῆς, ἣ ὁποία ἐκτείνεται βορείως τοῦ βορείου πολικοῦ κύκλου, λέγεται *βόρειος κατεψυγμένη ζώνη*.

5η. Ἡ ἐπιφάνεια τῆς Γῆς, ἣ ὁποία ἐκτείνεται νοτίως τοῦ νοτίου πολικοῦ κύκλου, λέγεται *νότιος κατεψυγμένη ζώνη*.

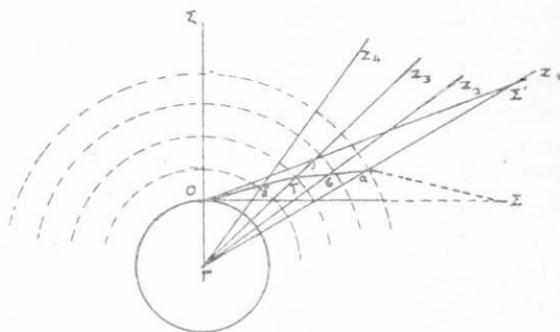
Ἡ θερμοκρασία τῶν τόπων τῶν διαφόρων τούτων ζωνῶν εἶναι διάφορος κατὰ τὴν αὐτὴν ἐποχὴν. Τὴν μεγαλυτέραν θερμοκρασίαν ἔχουσιν οἱ τόποι τῆς διακεκαυμένης ζώνης, διὰ τοὺς ὁποίους εἶναι $\phi < 23^\circ 27'$. Τὴν δὲ μικροτέραν θερμοκρασίαν ἔχουσιν οἱ τόποι τῶν κατεψυγμένων ζωνῶν, διὰ τοὺς ὁποίους εἶναι $\phi > 66^\circ 33'$. Εἰς τοὺς τόπους τῶν εὐκράτων ζωνῶν ἡ θερμοκρασία εἶναι συγκερασμένη, ἥτοι οὔτε ὑπερβολικῶς ὑψηλὴ, οὔτε ὑπερβολικῶς χαμηλὴ. Εἰς τὴν ἐπικρατοῦσαν θερμοκρασίαν εἰς τοὺς τόπους τῶν ζωνῶν τούτων ὀφείλονται προφανῶς τὰ ὀνόματα αὐτῶν.

Ἐπισημ. 139) Νὰ ὀνομάσητε τὴν ζώνην, εἰς τὴν ὁποίαν κεῖνται αἱ Ἀθῆναι, τὸ Βερολῖνον, ἡ Νέα Ὑόρκη.

140) Νὰ ὀνομάσητε τὴν ζώνην, εἰς τὴν ὁποίαν κεῖται ἐκάτερος τῶν πόλων τῆς Γῆς.

114) Νὰ ὀνομάσητε τὴν ζώνην, εἰς τὴν ὁποίαν κεῖται τὸ βορειότατον ἄκρον τῆς Σκανδιναβικῆς Χερσονήσου.

94. Ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις καὶ κυριώτερα ἀποτελέσματα αὐτῆς. Γνωρίζομεν ἐκ τῆς Φυσικῆς ὅτι ὁ ἀτμοσφαι-



Σχ. 62.

ρικός ἀήρ, ὁ ὁποῖος περιβάλλει τὴν Γῆν πανταχόθεν, εἶναι ρευστὸν σταθμητὸν, πιεστὸν καὶ ἐλαστικόν. Τὰ κατώτερα λοιπὸν στρώματα πιεζόμενα ὑπὸ τῶν ἀνωτέρων καθίστανται πυκνότερα καὶ ἐλαστικότερα τούτων. Ἐὰν δὲ φωτεινὴ ἀκτίς Σα προερχομένη ἀπὸ ἀστέρα Σ (Σχ. 62) εἰσδύσῃ εἰς τὴν ἀτμόσφαι-

ραν κατά τι σημείον α, θά ὑποσθῆ πρώτων διάθλασιν προσεγγίζουσα τὴν κάθετον ΓαΖ, καὶ μένουσα ἐν τῷ ἐπιπέδῳ ΣαΓ.

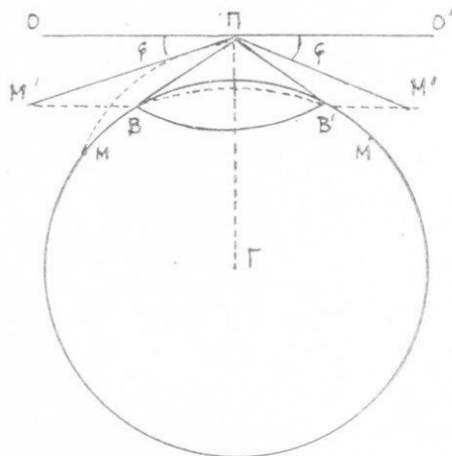
Ἡ ἀκτίς τῆς διαθλάσεως αὐ εἰσδύουσα εἰς πυκνότερον στρώμα ὑφίσταται νέαν διάθλασιν μένουσα ἐν τῷ ἐπιπέδῳ ΓαΣ.

Ἐὰν ἐξακολουθήσωμεν οὕτω, ἐννοοῦμεν ὅτι ἡ φωτεινὴ ἀκτίς Σα φθάνει εἰς τὸν ὀφθαλμὸν Ο τοῦ παρατηρητοῦ συνεχῶς θλωμένη καὶ χωρὶς νὰ ἐξέλθῃ τοῦ κατακορύφου ἐπιπέδου ΖΓΣ. Τὸ σχῆμα ἄρα αὐτῆς εἶναι ἐπίπεδος τεθλασμένη γραμμὴ. Ἐπειδὴ ὁμως τὰ διάφορα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας, 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 κοῖλον 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 ἀστήρ εὐρίσκεται εἰς θέσιν Σ' ὑψηλότερον τῆς πραγματικῆς Σ.

Ἐνεκα τούτου ἡ ἀληθὴς ζενιθικὴ ἀπόστασις ΖΟΣ τοῦ ἀστέρος Σ ἐλαττοῦται κατὰ τὴν γωνίαν Σ'ΟΣ. Αὕτη καλεῖται *ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις* τοῦ ἀστέρος Σ.

Ἡ τιμὴ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως ἐλαττοῦται μετὰ τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως τοῦ ἀστέρος· ἐξαρτᾶται δὲ αὕτη καὶ ἐκ τῆς καταστάσεως τῆς ἀτμοσφαιρας.

Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις φέρει διαφορὰ ἀποτελέσματα. Τούτων



Σχ. 63.

τὰ κυριώτερα εἶναι τὰ ἑξῆς :

Α') Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις εἰς τὸν ὀρίζοντα εἶναι

33' 47", 9, ή δὲ μέση τιμὴ τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ Ἡλίου εἶναι 32' 4", 2. Ὄταν λοιπὸν τὸ ἀνώτερον χεῖλος τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου ἐφάπτηται τοῦ ὀρίζοντος, ὁ Ἡλιος φαίνεται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα ἕνεκα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως, ἐν ᾧ πράγματι εὐρίσκεται ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα. Ὡστε ἡ ἀτμοσφαιρική διάθλασις αὐξάνει τὴν διάρκειαν τῆς ἡμέρας. Ἡ αὐξησις αὕτη ἀνέρχεται εἰς τὸν τόπον μας εἰς 6 πρῶτα λεπτὰ περιπου.

Β') Ἐπειδὴ ἡ ἀτμοσφαιρική διάθλασις ἐλαττοῦται μετὰ τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως, τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου ὑφίσταται ἔκτροπὴν 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 πλάτυσις αὕτη εἶναι αἰσθητὴ ἰδίως, ὅταν ὁ Ἡλιος εὐρίσκηται πλησίον τοῦ ὀρίζοντος. Ὁμοίον δὲ φαινόμενον παρατηρεῖται καὶ ἐπὶ τῆς Σελήνης.

Γ') Ἐστω Π παρατηρητής, ΟΟ' ὁ αἰσθητὸς καὶ ΒΒ' ὁ φυσικὸς ὀρίζων τοῦ τόπου, ἐπὶ τοῦ ὁποῦ ἴσται ὁ παρατηρητὴς οὗτος (Σχ. 63). Ἐνεκα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως σημείον 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.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

Η ΣΕΛΗΝΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

ΚΙΝΗΣΕΙΣ, ΑΠΟΣΤΑΣΙΣ, ΦΑΣΕΙΣ, ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΗΣ ΣΕΛΗΝΗΣ

95. Ἰδία κίνησις τῆς Σελήνης. Ἡ Σελήνη, πλὴν τῆς ἡμερησίας κινήσεως, ὑπόκειται εἰς ἑτέραν ἴδιαν κίνησιν ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.

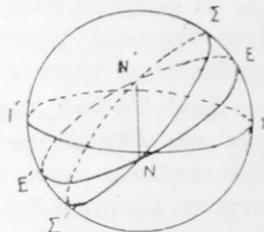
Πράγματι ὥς ὑποθέσωμεν ὅτι κατὰ τινὰ ἡμέραν ὁ Ἥλιος, ἡ Σελήνη καὶ ἀπλανῆς τις ἀστὴρ δύουσι συγχρόνως. Ἐὰν παρατηρήσωμεν τὴν ἀκόλουθον ἡμέραν, θέλομεν ἴδει ὅτι ὁ μὲν Ἥλιος δύει 3π περίπου, ἡ δὲ Σελήνη 50,5π βραδύτερον τοῦ ἀπλανοῦς ἐκείνου. Ἐκινήθη λοιπὸν ἡ Σελήνη κατὰ τὸν μεσο-λαβήσαντα χρόνον πρὸς ἀνατολὰς τοῦ ἀπλανοῦς καὶ πολὺ περισσότερον (13 φοράς περίπου) ἢ ὁ Ἥλιος.

Ἐὰν ἐπὶ ἓνα περίπου μῆνα μετρώμεν καθ' ἑκάστην καὶ κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησιν τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης τὰς οὐρανογραφικὰς αὐτοῦ συντεταγμένας καὶ σημειώμεν ἐπὶ τινος σφαίρας τὰς ἀντιστοίχους αὐτοῦ θέσεις, θέλομεν παρατηρήσει ὅτι αὗται ἀποτελοῦσι μέγιστον κύκλον κεκλιμένον πρὸς τὸν ἰσημερινὸν τῆς σφαίρας ταύτης κατὰ γωνίαν 28°36' περίπου.

Ἐντεῦθεν συμπεραίνομεν ὅτι τὸ κέντρον τῆς Σελήνης κινεῖται ἐκ Δ πρὸς A ἐπὶ μέγιστον κύκλου τῆς οὐρανοῦ σφαίρας

τέμνοντος τὸν μὲν ἰσημερινὸν ὑπὸ γωνίαν $28^{\circ}36'$ τὴν δὲ Ἐκλειπικὴν ὑπὸ γωνίαν $5^{\circ}9'$ ($=28^{\circ}36' - 23^{\circ}27'$).

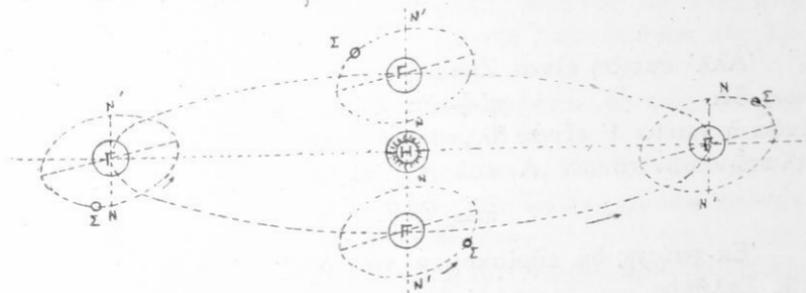
Τὰ δύο σημεῖα Ν καὶ Ν' (Σχ 64), κατὰ τὰ ὁποῖα ἡ τροχιά τῆς Σελήνης τέμνει τὴν Ἐκλειπικὴν, καλοῦνται *σύνδεσμοι*. Τούτων ὁ μὲν Ν, δι' οὗ ἡ Σελήνη διέρχεται μεταβαίνουσα ἐκ τοῦ πρὸς νότον τῆς Ἐκλειπτικῆς ἡμισφαιρίου εἰς τὸ πρὸς βορρᾶν αὐτῆς, καλεῖται *ἀναβιβάζων* σύνδεσμος, ὁ δὲ ἕτερος Ν' καλεῖται *καταβιβάζων* σύνδεσμος.



Σχ. 64.

96. Φαινομένη διάμετρος τῆς Σελήνης. Μετροῦντες καθ' ἑκάστην τὴν φαινομένην διάμετρον τῆς Σελήνης βεβαιούμεθα ὅτι αὕτη δὲν εἶναι σταθερά. Ἐντὸς 27 ἡμερῶν καὶ 8 ὥρων περίπου μεταβάλλεται μεταξύ $33'33''$ καὶ $29'26''$. Ἡ μέση τιμὴ αὐτῆς εἶναι ὅθεν $31'29''$. Κατ' ἀκολουθίαν καὶ ἡ ἀπόστασις αὐτῆς ἀφ' ἡμῶν μεταβάλλεται κυμαινομένη μεταξύ ἐλαχίστης καὶ μεγίστης τινός τιμῆς αὐτῆς.

97. Τροχιά τῆς Σελήνης. Ἡ μεταβολὴ τῆς θέσεως τῆς Σελήνης ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας καὶ ἡ μεταβολὴ τῆς ἀποστάσεως αὐτῆς ἀφ' ἡμῶν ὀφείλονται εἰς πραγματικὴν περί τὴν Γῆν κίνησιν αὐτῆς ἐν τῷ διαστήματι. Δι' ἐργασίας ἀναλόγου



Ἡ Σελήνη περιφερομένη περί τὴν Γῆν παρακολουθεῖ αὐτὴν εἰς τὴν περί τὸν Ἥλιον περιφορὰν αὐτῆς.

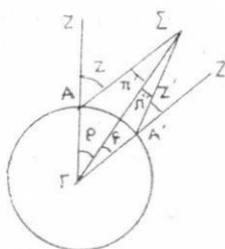
πρὸς τὴν διὰ τὸν Ἥλιον ἐκτεθεῖσαν (§ 38,40) πειθόμεθα, ὅτι ἡ κίνησις αὕτη γίνεται κατὰ τοὺς ἐξῆς νόμους.

1ον. Τὸ κέντρον τῆς Σελήνης κινεῖται κατὰ τὴν ὀρθὴν φεράν, ἐπὶ ἑλλείψεως, τῆς ὁποίας μίαν ἐστὶαν κατέχει ἡ Γῆ.

Ἡ διαφορὰ μεταξὺ τῶν ἀξόνων τῆς ἑλλείψεως ταύτης εἶναι σχετικῶς μικρά, κατ' ἀκολουθίαν ἡ ἑλλείψις αὕτη ὀλίγον διαφέρει περιφερείας.

2ον) Τὰ ὑπὸ τῆς ἐπιβατικῆς ἀκτίνος, ἣτις συνδέει τὸ κέντρον τῆς Γῆς μὲ τὸ κέντρον τῆς Σελήνης, γραφόμενα ἑμβαδὰ εἶναι ἀνάλογα 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.



Σχ. 65.

Δύο παρατηρηταὶ 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 στιγμὴν ἐκείνην καὶ π ἡ ὀριζοντία αὐτῆς παράλλαξις, θὰ εἶναι (§ 50) π' = πῆμΖ καὶ π'' = πῆμΖ'. Ἐκ τούτων εὐρίσκομεν εὐκόλως ὅτι

$$\pi = \frac{\pi' + \pi''}{\eta\mu Z + \eta\mu Z'} \quad (1)$$

Ἄλλ' ἐπειδὴ εἶναι $Z = \rho' + \rho$ καὶ $Z' = \rho'' + \rho$, ἔπεται εὐκόλως ὅτι

$$\pi' + \pi'' = Z + Z' - \Gamma \quad (2)$$

ἐνθα ἡ γωνία Γ εἶναι ἀλγεβρική διαφορὰ τῶν γεωγραφικῶν πλατῶν τῶν τόπων Α καὶ Α'. Ἡ ἰσότης (2) γίνεται λοιπὸν

$$\pi = \frac{Z + Z' - \Gamma}{\eta\mu Z + \eta\mu Z'}$$

Ἐκ ταύτης δὲ εὐρίσκομεν τὴν ὀριζοντίαν παράλλαξιν π τῆς Σελήνης.

Ἡ μέθοδος αὕτη ὑπεδείχθη ὑπὸ τοῦ Cassini (1672) καὶ ἐφηρμόσθη τὸ πρῶτον ἐν ἔτει 1751 ὑπὸ τῶν ἀστρονόμων Caille καὶ Lalande, ὧν ὁ μὲν πρῶτος μετέβη εἰς τὸ ἄκρω-

τήριον της Καλής Ἐλπίδος, ὁ δὲ δεύτερος εἰς Βερολίνον.

Ἡ παράλλαξις της Σελήνης ἐν τῷ αὐτῷ μὲν τόπῳ μεταβάλλεται μετὰ της ἀποστάσεως αὐτῆς, εἰς διαφόρους δὲ τόπους μετὰ της ἀκτίνος της Γῆς. Ἡ μέση τιμὴ της ὀριζοντίου ἰσημερινῆς παραλλάξεως αὐτῆς εἶναι $57' 2'' ,7$ ἤτοι διπλασία περίπου της φαινομένης διαμέτρου αὐτῆς. Ἐκ της Σελήνης λοιπὸν ἡ Γῆ φαίνεται ὡς δίσκος δεκατετραπλάσιος περίπου τοῦ Σεληνιακοῦ.

99. Ἀπόστασις της Σελήνης. Ἐκ της ἰσότητος (§ 50)

$$\alpha = \frac{\rho}{\eta\mu\pi} \quad \eta \quad \frac{\alpha}{\rho} = \frac{1}{\eta\mu\pi} \quad \text{εὐρίσκομεν ὅτι}$$

$$\log \frac{\alpha}{\rho} = 1,78007, \quad \delta\theta\epsilon\text{ν } \alpha = 60,266\rho.$$

Δυνάμεθα πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον νὰ ἐφαρμόσωμεν καὶ τὴν στοιχειωδεστέραν μέθοδον, κατὰ τὴν ὁποίαν εὔρομεν τὴν ἀπόστασιν τοῦ Ἡλίου. Ἐνεκα ὅμως της μεγαλυτέρας τιμῆς της παραλλάξεως της Σελήνης, ἡ ἀντικατάστασις τοῦ ἀντιστοίχου τόξου αὐτῆς ὑπὸ της χορδῆς του καὶ τάνάπαλιν προκαλεῖ μεγαλύτερον σφάλμα ἢ διὰ τὸν Ἡλίον.

Σημ. Οἱ μαθηταὶ ἄς ἐφαρμόσωσι τὴν μέθοδον ταύτην, διὰ νὰ ἴδωσι τὴν διαφορὰν τοῦ ἐξαγομένου κατὰ ταύτην καὶ κατὰ τὴν προηγουμένην μέθοδον.

Ἀπέχει λοιπὸν ἀφ' ἡμῶν ἡ Σελήνη κατὰ μέσον ὄρον ἀπόστασιν ἐξηκονταπλάσιαν της ἰσημερινῆς ἀκτίνος της Γῆς, ἤτοι 384495 χιλιόμετρα. Ἡ μεγίστη τιμὴ της ἀποστάσεως της Σελήνης εἶναι 64ρ, ἡ δὲ ἐλαχίστη 56ρ.

Ἀσκήσεις. 142) Πόσον χρόνον χρειάζεται τὸ φῶς, διὰ νὰ φθάσῃ ἀπὸ τὴν Σελήνην εἰς τὴν Γῆν;

143) Ἄν ἦτο δυνατόν ἐν ἀεροπλάνον νὰ ἵπταται συνεχῶς μὲ ταχύτητα 500 χιλιομέτρων τὴν ὥραν, πόσον χρόνον θὰ ἐχρειάζετο νὰ φθάσῃ εἰς τὴν Σελήνην;

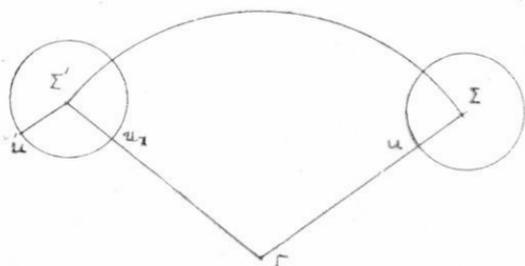
144) Νὰ συγκρίνητε τὴν ἀκτίνα τοῦ Ἡλίου πρὸς τὴν ἀπόστασιν της Σελήνης ἀπὸ της Γῆς.

100. Περιστροφή της Σελήνης. Ἐπὶ τοῦ δίσκου της 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 περιστροφικὴ τῆς Σελήνης κίνησις ἐκ Δ πρὸς Α περιῖ ἄξονα, ὁ ὁποῖος σχηματίζει μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς τῆς γωνίαν $83^{\circ} 20' 49''$.

Πράγματι, καθ' ἣν στιγμὴν ἡ Σελήνη κατέχει τὴν θέσιν Σ



Σχ. 66.

(Σχ. 66) τῆς τροχιάς τῆς, κηλὶς τις κ φαίνεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΓΣ, ἤτοι εἰς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου. Μετὰ χρόνον τ ἡ Σελήνη εὐρίσκειται εἰς ἄλλην θέσιν Σ'. Ἐὰν αὕτη δὲν ἐστρέφετο περιῖ ἄξονα,

ἡ ἀκτίς Σκ θὰ μετετίθετο παραλλήλως πρὸς ἑαυτὴν καὶ θὰ ἤρχετο εἰς θέσιν Σ'κ', ἡ δὲ κηλὶς θὰ ἐφαίνετο εἰς θέσιν κ' ἀνατολικώτερον τοῦ κέντρου κ, ὅπερ, ὡς εἴπομεν, δὲν συμβαίνει.

Πρέπει λοιπὸν νὰ συμπεράνωμεν ὅτι κατὰ τὸν χρόνον τ ἡ Σελήνη ἐστράφη περιῖ ἑαυτὴν κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν καὶ κατὰ γωνίαν $\kappa'Σκ_1 = \hat{\SigmaΓΣ'}$. Εἰς ἐκάστην λοιπὸν μονάδα χρόνου ἐστράφη κατὰ γωνίαν $\frac{\kappa'Σ'κ_1}{\tau}$ ἴσην πρὸς τὴν $\frac{\hat{\SigmaΓΣ'}}{\tau}$, κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ ἐπιβατικὴ ἀκτίς ΓΣ στρέφεται καθ' ἐκάστην μονάδα χρόνου.

Χρειαζέται λοιπὸν ἡ Σελήνη διὰ μίαν πλήρη περιῖ ἑαυτὴν στροφὴν, ὅσον χρειαζέται διὰ νὰ συμπληρώσῃ μίαν περιῖ τὴν Γῆν περιφορὰν αὐτῆς.

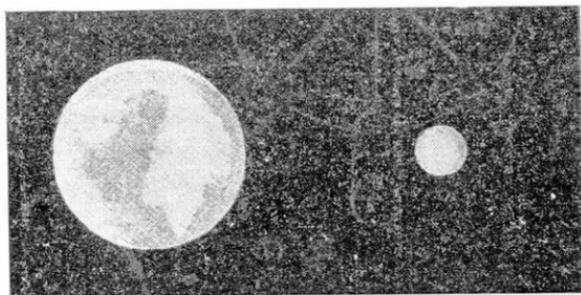
101. Σχῆμα τῆς Σελήνης. Τὸ σχῆμα τῆς Σελήνης δὲν δύναται νὰ καθορισθῇ δι' ἀμέσων παρατηρήσεων ἐπὶ τοῦ δίσκου αὐτῆς, διότι ἡ Σελήνη στρέφει πρὸς ἡμᾶς πάντοτε τὰ αὐτὰ σχεδὸν μέρη τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς, τὸ δὲ κυκλικὸν σχῆμα τοῦ δίσκου τούτου οὐδὲν θετικὸν περιῖ τοῦ ὅλου σχήματος αὐτῆς δεικνύει.

Θεωρητικῶς ὁμως ἀποδεικνύεται, ὅτι ἔνεκα τῆς ὁμοιβαίας ἔλξεως τῆς Γῆς ἢ Σελήνης ἔλαβεν, ὅτε διετέλει ἐν ρευστῇ καταστάσει, τὸ σχῆμα ἐλλειψοειδοῦς μετὰ τριῶν ἀνίσων ἀξόνων, ὧν μεγαλύτερος εἶναι ὁ κατευθυνόμενος πρὸς τὴν Γῆν καὶ μικρότερος ὁ ἄξων περιστροφῆς αὐτῆς. Ἡ διαφορὰ ὁμως μεταξύ τῶν τριῶν τούτων ἀξόνων εἶναι σχετικῶς πρὸς τὰ μεγέθη αὐτῶν πολὺ μικρὰ καὶ κατ' ἀκολουθίαν δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν τὴν Σελήνην σχεδὸν σφαιρικῆν.

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 $\alpha = \frac{2P}{\Delta}$. Ἄλλ' εἶναι (§ 50) καὶ $\alpha = \frac{\rho}{\eta\mu\pi}$ ἢ κατὰ προσέγγισιν $\alpha = \frac{\rho}{\pi}$.

Ἐκ τούτων ἔπεται ὅτι $\frac{2P}{\Delta} = \frac{\rho}{\pi}$ καὶ $P = \frac{\Delta\rho}{2\pi}$. Ἐπειδὴ δὲ εἶναι $\Delta = 31' 29'' = 1889''$ (§ 96) καὶ $\pi = 57'' 2'',7 = 3433'', 7$ (§ 97), εὐρίσκομεν $P = \frac{1889\rho}{6845,4} = 0,27\rho$.

Εἶναι λοιπὸν ἡ ἀκτίς τῆς Σελήνης ἴση περίπου πρὸς τὰ



Συγκριτικὸν μέγεθος Γῆς καὶ Σελήνης.

0,27 τῆς γήινης ἡμερινῆς ἀκτίνος.

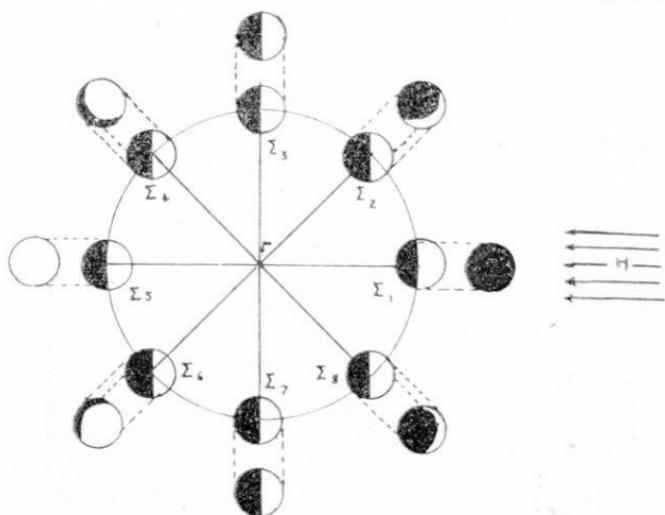
Ἀσκῆσις. 145) Νὰ εὑρητε τὸν ὄγκον τῆς Σελήνης συναρτήσῃ τοῦ ὄγκου τῆς Γῆς.

146) Οἱ ἀστρονόμοι εὑρον ὅτι ἡ μᾶζα τῆς Σελήνης εἶναι

τὸ $\frac{1}{81}$ τῆς μάζης τῆς Γῆς. Νὰ εὑρητε τὴν πυκνότητα τῆς Σελήνης συναρτήσῃ τῆς πυκνότητος τῆς Γῆς καὶ ἔπειτα πρὸς τὸ ὕδωρ (4° K).

103. Φάσεις τῆς Σελήνης. Τὰ διάφορα σχήματα, ὑπὸ 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 ἠλιακὸν φῶς.

Τὸ πρὸς τὸν Ἥλιον ἐστραμμένον ἡμισφαίριον τῆς Σελήνης φωτίζεται ὑπ' αὐτοῦ καὶ χωρίζεται ἀπὸ τοῦ μὴ φωτιζομέ-



Σχ. 67.

νου διὰ γραμμῆς, ἣτις καλεῖται *κύκλος φωτισμοῦ* τῆς Σελήνης. Ἀναλόγως δὲ τῆς πρὸς τὴν Γῆν θέσεως τοῦ φωτιζομένου ἡμισφαιρίου τῆς Σελήνης τὸ ὁρατὸν ἀφ' ἡμῶν μέρος αὐτῆς εἶναι κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον μέγα.

Τῶ ὄντι ὑποθέσωμεν χάρις ἀπλότητος ὅτι ἡ Σελήνη γράφει περὶ τὴν Γῆν περιφέρειαν κύκλου, οὗ τὸ ἐπίπεδον συμπίπτει μετὰ τῆς Ἐκλειπτικῆς (ὑπόθεσις ὀλίγον ἀπέχουσα τῆς

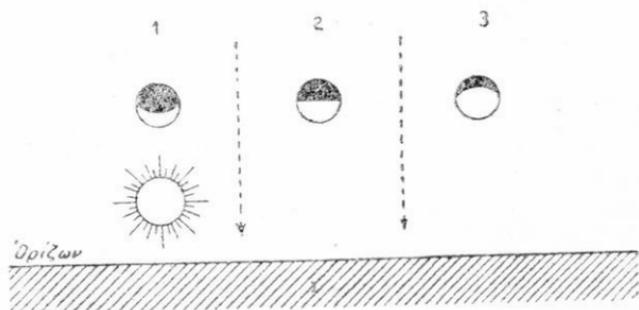
ἀληθείας), καὶ ὅτι ὁ Ἥλιος μένει ἀκίνητος, ἡ δὲ Σελήνη κινεῖται περὶ τὴν Γῆν οὐχὶ μὲ τὴν πραγματικὴν τῆς γωνιώδη ταχύτητα, ἀλλὰ μὲ τὴν διαφορὰν τῆς γωνιώδους ταχύτητος τοῦ Ἥλιου ἀπὸ τῆς γωνιώδους ταχύτητος τῆς Σελήνης.

Ἐπειδὴ ὁ Ἥλιος εὐρίσκεται εἰς μεγίστην ἀπόστασιν ἐπιτρέπεται νὰ θεωρήσωμεν τὰς ἀκτῖνας Γ (Σχ. 67) παραλλήλους. Εἶναι δὲ προφανῶς ὁ κύκλος φωτισμοῦ κάθετος ἐπὶ τὰς ἀκτῖνας Η.

1ον. Νέα Σελήνη. Ὄταν ἡ Σελήνη εὐρίσκηται εἰς τὴν θέσιν Σ₁ τῆς τροχιάς της, στρέφει πρὸς τὴν Γῆν Γ τὸ μὴ φωτιζόμενον ἡμισφαίριον αὐτῆς καὶ εἶναι κατ' ἀκολουθίαν ἀόρατος. Λέγομεν δὲ ὅτι ἔχομεν τότε *νέαν Σελήνην* ἢ *νουμηνίαν*.

Κατὰ τὴν φάσιν ταύτην ἡ Σελήνη ἀνατέλλει καὶ δύει συγχρόνως μετὰ τοῦ Ἥλιου.

Μετὰ τινὰς ἡμέρας ἡ Σελήνη φθάνει εἰς ἄλλην τινὰ θέσιν



Δύσεις τῆς Σελήνης κατὰ τὰς πρὸ τῆς Πανσελήνου φάσεις αὐτῆς.

Σ₂ τῆς τροχιάς της, ὅτε μικρὸν μέρος τοῦ ὑπὸ Ἥλιου φωτιζόμενου ἡμισφαιρίου αὐτῆς εἶναι ἐστραμμένον πρὸς τὴν Γῆν καὶ κατ' ἀκολουθίαν ὀρατόν.

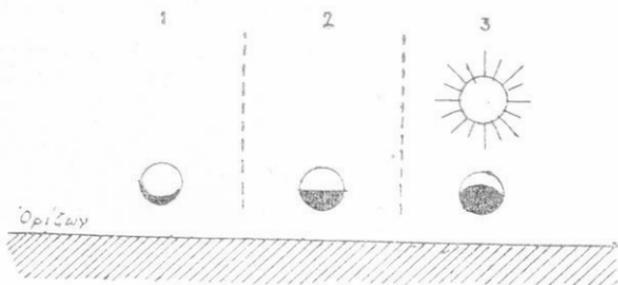
Φαίνεται δὲ ἡμῖν τοῦτο πρὸς δυσμὰς μετὰ τὴν δύσιν τοῦ Ἥλιου ὡς φωτεινὸν δρέπανον ἢ μηνίσκος, ὅστις βαίνει πλατυνόμενος, ἐφ' ὅσον ἡ Σελήνη ἀπομακρύνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον τῆς θέσεως Σ₁.

2ον. Πρώτον τέταρτον. Μετά 7 ημέρας και 9 ώρας από της νέας Σελήνης, ή Σελήνη διανύει τόξον 90° πρὸς ἀνατολὰς εὐρίσκεται εἰς τὴν θέσιν Σ_3 . Τότε βλέπομεν τὸ ἥμισυ τοῦ φωτεινοῦ ἡμικυκλίου στρέφοντος τὸ κυρτὸν πρὸς δυσμάς.

Ἡ φάσις αὕτη καλεῖται **πρώτον τέταρτον**. Κατ' αὐτὴν ἡ Σελήνη μεσουρανεῖ, ἄνω, καθ' ἣν στιγμὴν ὁ ἥλιος δύνει.

Ἀπὸ τοῦ α' τετάρτου τὸ ὁρατὸν μέρος τῆς Σελήνης καθίσταται ἀμφίκυρτον, συνεχῶς αὐξανόμενον.

3ον. Πανσέληνος. Μετά 7 ημέρας και 9 ώρας περίπου ἀπὸ τοῦ πρώτου τετάρτου ἡ Σελήνη φθάνει εἰς τὴν θέσιν τῆς $\Sigma_ε$.



Δύσεις τῆς Σελήνης κατὰ τὰς μετὰ τὴν Πανσέληνον φάσεις αὐτῆς.

τῆς τροχιάς τῆς. Κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην ὀλόκληρον 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 δύνῃ ὁ ἥλιος, καὶ μεσουρανεῖ ἄνω τὸ μεσονύκτιον.

Ἀπὸ τῆς πανσελήνου αἱ αὐταὶ φάσεις ἀναπαράγονται, ἀλλὰ κατ' ἀντίστροφον τάξιν· ὁ φωτεινὸς δηλαδὴ δίσκος, ὄν βλέπομεν, σμικρύνεται βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον.

4ον. Τελευταῖον τέταρτον. Μετά 7 ημέρας και 9 ώρας ἀπὸ τῆς πανσελήνου ἡ Σελήνη φθάνει εἰς τὴν θέσιν Σ_7 τῆς τροχιάς τῆς καὶ στρέφει πρὸς τὴν Γῆν τὸ ἥμισυ τοῦ φωτεινοῦ αὐτῆς ἡμισφαιρίου, ὅπερ φαίνεται ἡμῖν ἐν τῷ οὐρανῷ ὑπὸ μορφὴν ἡμικυκλίου.

Ἡ φάσις αὕτη καλεῖται *τελευταῖον τέταρτον*. Κατ' αὐτήν, ἡ Σελήνη ἀνατέλλει τὸ μεσονύκτιον, στρέφει δὲ τὸ κυρτὸν τοῦ φωτεινοῦ ἡμικυκλίου πρὸς ἀνατολάς.

Ἀπὸ τῆς φάσεως ταύτης τὸ ὁρατὸν μέρος τῆς Σελήνης γίνεται μηνίσκος, οὗ τὸ πλάτος βαίνει συνεχῶς ἐλαττούμενον, μέχρις οὗ μηδενισθῆ κατὰ τὴν νέαν Σελήνην. Ὁ μηνίσκος αὐτός στρέφει τὸ κυρτὸν πρὸς ἀνατολάς καὶ εἶναι ὁρατὸς τὴν πρωΐαν πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ Ἡλίου.

Σημ. Ὅταν ἡ Σελήνη εἶναι μνηοειδής, 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, ἣτις ἀνακλᾷ πρὸς τὴν Σελήνην τὸ ἐπ' αὐτῆς προσπίπτον ἡλιακὸν φῶς.

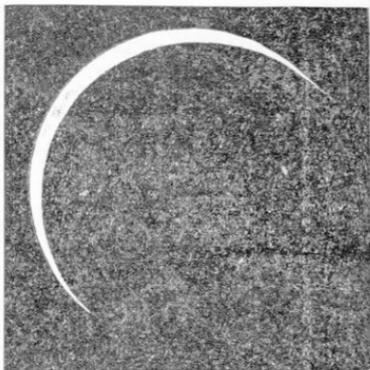
Κατὰ τὰς ἄλλας τῆς Σελήνης φάσεις τὸ τεφρῶδες φῶς εἶναι ἀόρατον, διότι α') ὀλιγώτερον φωτεινὸν μέρος τῆς Γῆς στρέφεται πρὸς τὴν Σελήνην, καὶ β') τὸ φῶς τῆς Σελήνης, ἐντατικώτερον ὄν, καθιστᾷ ἀόρατον τὸ τεφρῶδες φῶς.

104. Ἄποχὴ τῆς Σελήνης. — Συζυγίαί. — Τετραγωνισμοί. Ἡ γωνιώδης 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 εὑρίσκεται εἰς *σύνοδον*.

Κατὰ τὴν πανσέληνον ἡ ἀποχὴ τῆς Σελήνης εἶναι 180° λέγομεν δὲ τότε ὅτι ἡ Σελήνη εὑρίσκεται εἰς ἀντίθεσιν.

Ἡ σύνοδος καὶ ἡ ἀντίθεσις καλοῦνται *συζυγίαί*.

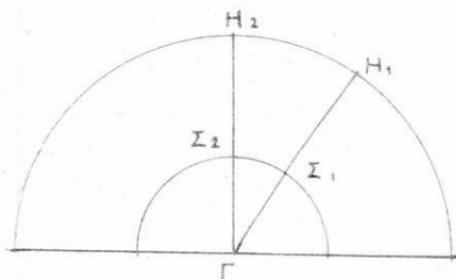
Ὅταν ἡ ἀποχὴ τῆς Σελήνης εἶναι 90° , λέγομεν ὅτι ἡ Σελήνη εὑρίσκεται εἰς *τετραγωνισμόν*. Τοῦτο συμβαίνει κατὰ τὸ πρῶτον καὶ τελευταῖον τέταρτον.



Τεφρῶδες φῶς τῆς Σελήνης.

105. Ἀστρικός καὶ συνοδικὸς μῆν. Ἀστρικός μῆν ἢ ἀστρική περιφορὰ τῆς Σελήνης καλεῖται ὁ χρόνος, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξύ δύο διαδοχικῶν ἀποκαταστάσεων αὐτῆς εἰς τὸν ὠριαῖον τοῦ αὐτοῦ ἀπλανοῦς ἀστέρος.

Συνοδικὸς μῆν ἢ συνοδική περιφορὰ τῆς Σελήνης καλεῖται ὁ χρόνος, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξύ δύο διαδοχικῶν συνόδων ἢ ἀντιθέσεων.



Σχ. 68.

Ὁ συνοδικὸς μῆν εἶναι μεγαλύτερος τοῦ ἀστρικοῦ διὰ τὸν ἀκόλουθον λόγον.

Ἐστῶσαν Σ_1 καὶ H_1 (Σχ. 68) αἱ θέσεις τῆς Σελήνης καὶ τοῦ Ἡλίου κατὰ τινὰ σύνοδον ἐπὶ τοῦ ὠριαίου ἀπλανοῦς ἀστέρος A. Μετὰ ἓνα ἀστρικὸν μῆ-

να ἡ Σελήνη φθάνει εἰς τὸν αὐτὸν ὠριαῖον ἤτοι εἰς τὴν θέσιν Σ_1 τῆς τροχιάς της χωρὶς νὰ εὑρεθῇ εἰς σύνοδον, διότι ὁ Ἡλιος κινούμενος ἐκ Δ πρὸς A εὑρίσκεται ἤδη ἀνατολικώτερον τῆς θέσεως H_1 .

Ἴνα δὲ ἡ Σελήνη ἔλθῃ ἐκ νέου εἰς σύνοδον πρέπει νὰ διανύσῃ ἀκόμη τὸ τόξον $\Sigma_1 \Sigma_2$, ὅπερ ἔχει ἴσον ἀριθμὸν μοιρῶν πρὸς τὸ $H_1 H_2$, ὅπερ διαγράφει ὁ Ἡλιος ἐντὸς συνοδικοῦ μηνός.

Ἡ διάρκεια σ τοῦ συνοδικοῦ μηνός ὑπολογισθεῖσα διὰ παρατηρήσεων εἶναι 29 μ. ἢλ. ἡμ. 12 ὧραι 44π. 2, 9δ.

Διὰ νὰ εὑρωμεν τὴν διάρκειαν α τοῦ ἀστρικοῦ μηνός, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ Σελήνη εἰς χρόνον σ διανύει

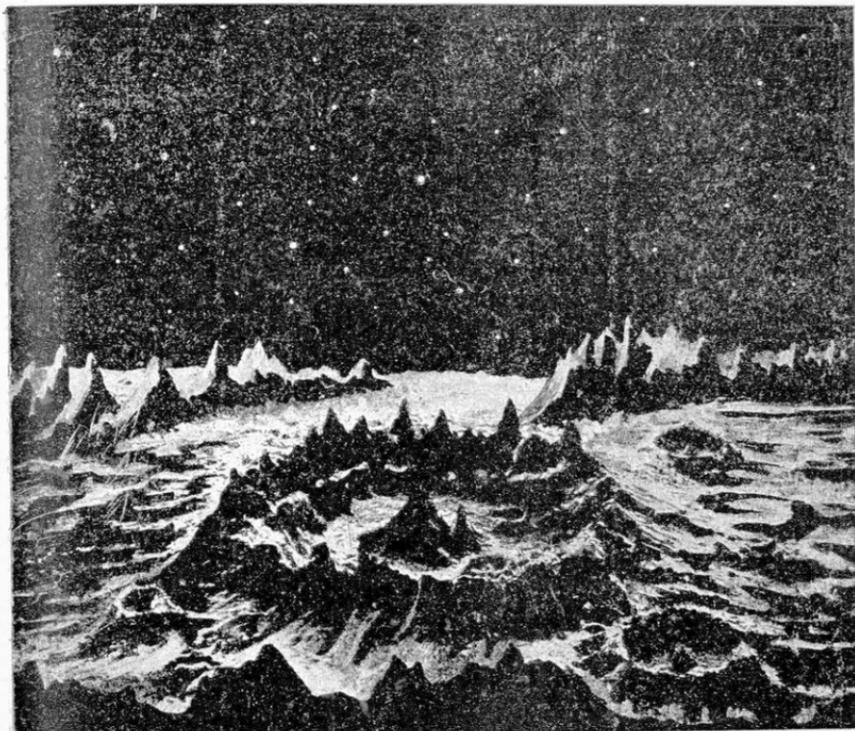
$360^\circ + \Sigma_1 \Sigma_2 = 360^\circ + H_1 H_2$. ἄρα διὰ νὰ διανύσῃ 360° χρειάζεταιται $\alpha = \frac{360^\circ \sigma}{360^\circ + H_1 H_2}$. Ἐπειδὴ δὲ τὸ τόξον $H_1 H_2$ διανύεται ὑπὸ τοῦ Ἡ-

λίου εἰς χρόνον τ , ἔπεται ὅτι ἰσοῦται πρὸς $\frac{360^\circ \sigma}{\tau}$ ἔνθα τ εἶναι ἡ διάρκεια τοῦ ἀστρικοῦ ἔτους. Ἄρα $\alpha = \frac{\tau \sigma}{\tau + \sigma} = 27$ ἡμέραι 7 ὧραι 43π. 11, 5δ.

106. Φυσικὴ κατάστασις τῆς Σελήνης. Ἐπὶ τοῦ δίσκου

της Σελήνης διακρίνομεν εύκόλως καί διά γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ κατά τήν πανσέληνον μεγάλας κηλίδας, αἵτινες ἀπό μακροῦ χρόνου τηροῦσιν ἀναλλοίωτον τὸ σχῆμα, σχεδὸν δὲ καί τήν ἐν σχέσει πρὸς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου αὐτῆς θέσιν αὐτῶν.

Ἐάν δι' ἰσχυροῦ τηλεσκοπίου ἐξετάσωμεν τὴν ἐπιφάνειαν



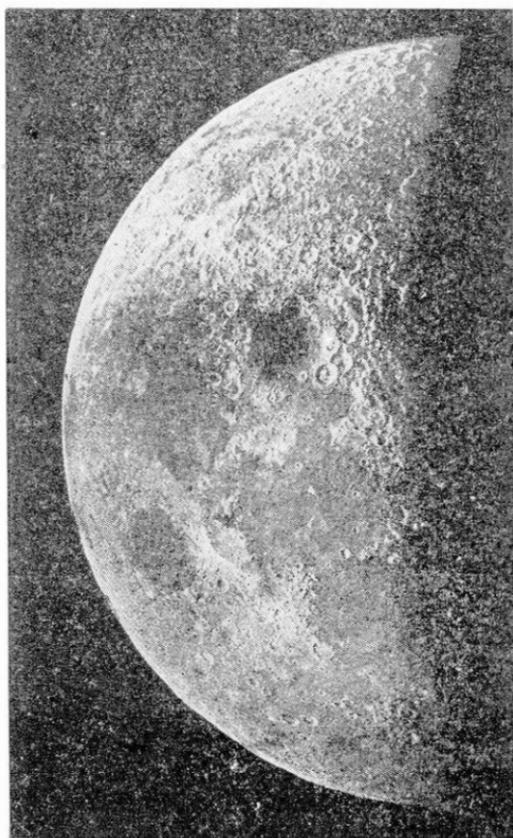
Σεληνιακὸς κρατῆρ.

της Σελήνης, διακρίνομεν ἐπ' αὐτῆς ὕψηλά ὄρη, ἰδίᾳ περὶ τὴν γραμμὴν τὴν χωρίζουσαν τὸ φωτεινὸν ἀπὸ τοῦ σκοτεινοῦ ἡμισφαιρίου αὐτῆς, ἔνθα αἱ ἀκτῖνες προσπίπτουσι πλαγίως.

Τὰ ὄρη διακρίνονται ἐκ τῆς σκιάς, ἣν ρίπτουσιν ἐπὶ τοῦ σεληνιακοῦ δίσκου, ἐν ᾧ τὰ πρὸς τὸν Ἥλιον μέρη εἶναι φωτεινά.

Τὰ ἀμυδρότερα μέρη τῆς Σελήνης εἶναι εὐρεταὶ πεδιάδες ὀλιγώτερον ἢ αἱ κορυφαὶ τῶν ὄρέων ἀνακλῶσαι ἡλιακὸν φῶς. Αἱ πεδιάδες αὗται ἐκλήθησαν ὑπὸ τοῦ Γαλιλαίου θάλασσαί.

Τὰ ὄρη τῆς Σελήνης δὲν εἶναι διατεθειμένα κατὰ μακρὰς ὄροστοιχίας, ὡς συμβαίνει ἐπὶ τῆς Γῆς (Ἰμαλαίαι, Ἄλπεις κτλ.).

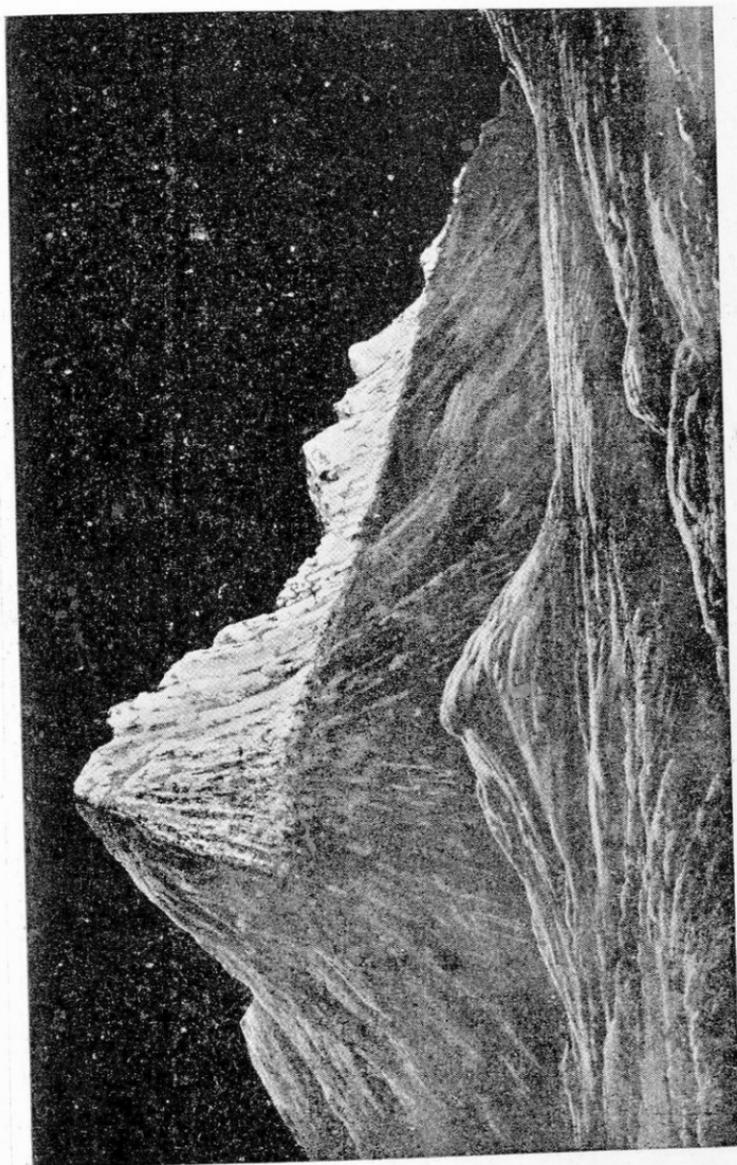


Φωτογραφία Σελήνης κατὰ τὸ πρῶτον τέταρτον.

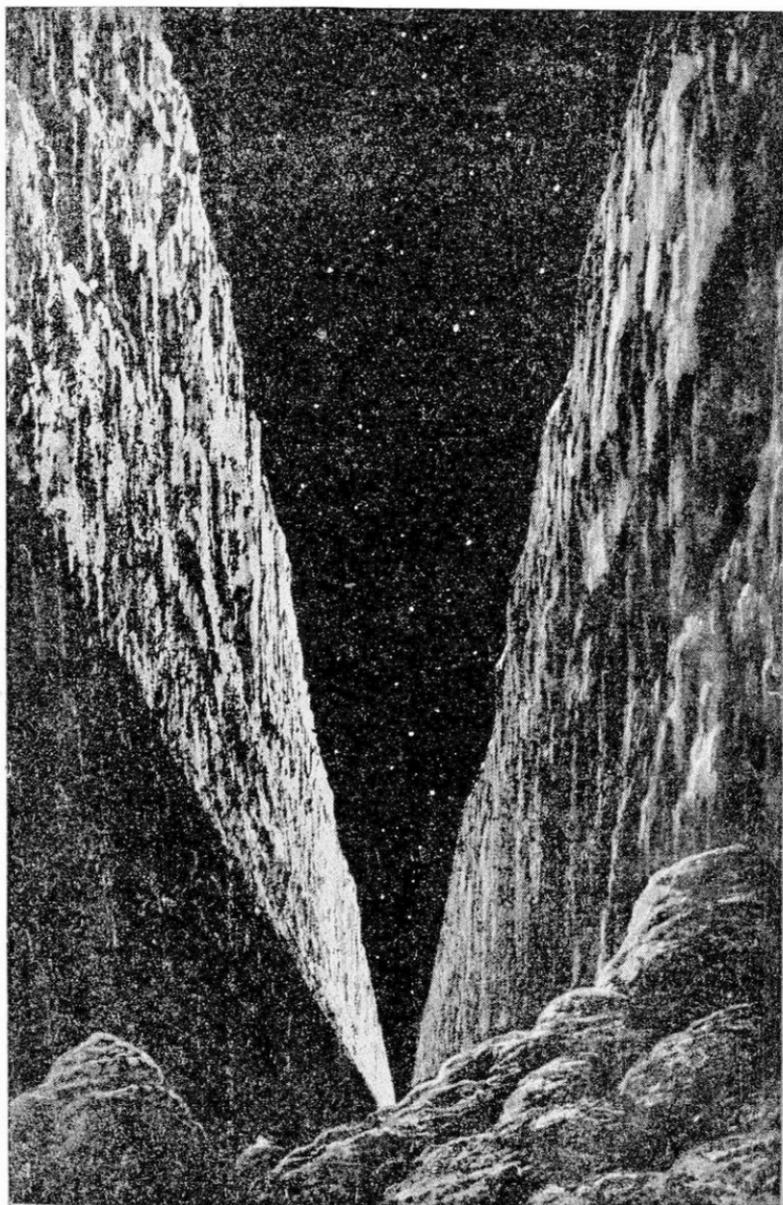
Ταῦτα εἶναι μεμωμένα, κωνοειδῆ τὸ πλεῖστον καὶ φέρουσιν ἐπὶ τῶν κορυφῶν αὐτῶν μεγάλας κοιλότητας, ἅς ἐκάλεσαν κρατήρας, ἕνεκα τῆς πρὸς τοὺς κρατήρας τῶν γήινων ἠφαιστείων ὁμοιότητος αὐτῶν. Ἡ διάμετρος πολλῶν ἐκ τῶν κρατήρων τούτων εἶναι πολὺ μεγαλυτέρα τῆς διαμέτρου τῶν κρατήρων τῆς Γῆς, οἱ δὲ πυθμένες τῶν εὐρέων τούτων κρατήρων ἀληθῆ ἀποτελοῦσιν ὄροπέδια, ἐκ τῶν ὁποίων ἀνέρχεται συνήθως βουνόν τι.

Τὸ ὕψος τῶν ὄρέων τῆς Σελήνης εἶναι σχετικῶς πρὸς τὸν ὄγκον αὐτῆς μέγιστον. Τὸ ὑψηλότερον τούτων ἔχει ὕψος

8830 μ. ἤτοι τὸ $\frac{1}{200}$ περίπου τῆς ἀκτίνος τῆς Σελήνης, ἐνῶ τὸ



Τὸ ὄρος Huygens ὕψους 5500 μέτρων εἰς τὰ Σεληνιακὰ Ἀπέωνια κατὰ τὴν δόξαν τοῦ Ἡλίου.



Μία Σεληνιακή ρωγμή με παρειάς σχεδόν κατακορύφους.
Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ύψηλότερον ὄρος τῆς Γῆς (Ἐβερέστ Ἰμαλαΐων) ἔχει ὕψος 8840 μ., ἦτοι τὸ $\frac{1}{270}$ τῆς ἀκτίνος τῆς Γῆς.

Παρατηροῦμεν ἐπίσης ἐπὶ τῆς Σελήνης, ὅταν ἐξετάζωμεν αὐτὴν δι' ἰσχυροῦ τηλεσκοπίου καὶ κατὰ τὴν πανσέληνον μακρὰς ὑπολεύκους καὶ σχεδὸν εὐθείας γραμμὰς, αἵτινες κατὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς φαίνονται ὡς μελαναὶ κηλίδες. 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 ἀνωμαλότερον τοῦ ἐδάφους τῆς Γῆς. Ἐκ τούτου πρέπει νὰ συμπεράνωμεν, ὅτι τοῦτο κατὰ τὸν σχηματισμὸν τοῦ ὑπέστη σφοδροῦς κλονισμοὺς.

107. Ἄτμοσφαιρα καὶ ὕδωρ τῆς Σελήνης. Διάφοροι ἐνδειξεις πείθουσιν ἡμᾶς ὅτι ἡ Σελήνη δὲν περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας ἢ ἐὰν ἔχη τοιαύτην, αὕτη θὰ εἶναι ἀραιοτάτη.

1ον) Οἱ ἀστέρες, ἔμπροσθεν τῶν ὁποίων διέρχεται ἡ Σελήνη, ἀποκρύπτονται ἀποτόμως. Τοῦτο δὲ δὲν θὰ συνέβαινεν, ἂν ἡ Σελήνη περιεβάλλετο ὑπὸ ἀτμοσφαίρας, διότι αὕτη διὰ τῆς ἀπορροφήσεως μέρους τῶν φωτεινῶν τοῦ ἀστέρος ἀκτίνων θὰ συνέτεινεν εἰς τὴν βαθμιαίαν τοῦ ἀστέρος ἀπόκρυψιν.

2ον) Τὰ φωτεινὰ μέρη τῆς Σελήνης χωρίζονται ἀποτόμως δι' εὐκρinoὺς γραμμῆς, ἦτοι 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.

3ον) Ἄν ἡ Σελήνη εἶχεν ἀτμόσφαιραν, κατὰ τὰς ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου τὸ ἐκτὸς αὐτοῦ προβαλλόμενον μέρος τοῦ σεληνιακοῦ δίσκου ὄφειλε νὰ φαίνεται περιβαλλόμενον ὑπὸ φωτεινῆς στεφάνης, ὡς συμβαίνει τοῦτο ἐπὶ τῆς Ἀφροδίτης κατὰ τὴν πρὸ τοῦ Ἡλίου διόδον αὐτῆς. Τοιαύτη ὁμως στεφάνη οὐδέποτε παρατηρήθη περὶ τὴν Σελήνην.

4ον) Τὸ φάσμα τέλος τοῦ σεληνιακοῦ φωτός 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 Σελήνῃ, οὐδεμίαν ἐπὶ τῆς Σελήνης ὑφίσταται ἀτμοσφαιρικὴν ἀπορρόφησιν.

Παρὰ ταῦτα ὑπάρχουσιν ἐνδείξεις τινές, καθ' ἃς ὑπάρχει ἐπὶ τῆς Σελήνης ἀραιότητα ἀτμόσφαιρα (πίεσις 1 χλμ.).

Καὶ τὸ ὕδωρ ἐλλείπει ἀπὸ τῆς Σελήνης, διότι ἂν τοῦτο ὑπῆρχεν, ὤφειλεν 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 εἰμὴ ἀραιότητα ἀτμόσφαιρα, οὐδὲν ἀνθίσταται εἰς τὴν νυκτερινὴν τῆς ἡλιακῆς θερμότητος ἀκτινοβολίαν καὶ κατ' ἀκολουθίαν αἱ μακραὶ ($\frac{1}{2}$ συνοδικοῦ μηνός) νύκτες αὐτῆς εἶναι ψυχρόταται. Ἀντιθέτως δὲ αἱ ἡμέραι εἶναι θερμόταται, διότι οὐδεμίαν ἐξασθένησιν συνεπεῖα 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 τοῦ ὕδατος, οὐδεμία ἐπὶ τῆς Σελήνης βλάστησις εἶναι δυνατή.

Ἡ Σελήνη λοιπὸν εἶναι σκιερὸν σῶμα, ἐφ' οὗ οὐδεμία ἐκδήλωσις ζωῆς ὑπάρχει.

Ἀσκήσεις. 147) Μεταξὺ τίνων ὀρίων μεταβάλλεται ἡ ἀπόκλισις τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης;

148) Μεταξὺ τίνων ὀρίων μεταβάλλεται ἡ μεσημβρινὴ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης ἐν Ἀθήναις; (β. πλ. 37°58'20"Β).

149) Εἰς τίνα βόρεια πλάτη ἢ πανσέληνος δύναται νὰ μεσουρανῇ εἰς τὸ ζενίθ;

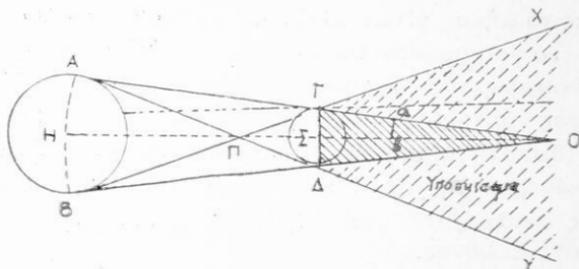
150) Ἐὰν κατὰ τὴν ἑαρινὴν ἰσημερίαν συμβῇ νὰ εἶναι πανσέληνος, πόση εἶναι τότε ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης;

151) Ἐάν κατά τὴν ἑαρινὴν τροπὴν εἶναι νέα Σελήνη, πόση εἶναι τότε ἡ ὀρθὴ ἀναφορά τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

Αἱ Ἐκλείψεις τῆς Σελήνης καὶ τοῦ Ἡλίου.

108. Σκιά, μῆκος αὐτῆς. — Ὑποσκίασμα — Πᾶν σκιερὸν ἄστρον Σ (Σχ. 69) φωτίζεται ὑπὸ τοῦ Ἡλίου, ρίπτει



Σχ. 69.

ὀπισθεν αὐτοῦ σκιά. Ἐάν τὸ σκιερὸν σῶμα εἶναι σφαιρικὸν καὶ μικρότερον τοῦ Ἡλίου, ἡ σκιά αὐτοῦ ΟΓΔ εἶναι κωνικὴ. Παρατηροῦντες ὅτι τὰ τρίγωνα ΟΣΓ, ΟΑΗ εἶναι ὁμοία, εὐρίσκομεν ὅτι

$$\frac{OH}{HA} = \frac{OS}{\Sigma\Gamma} = \frac{HS}{HA - \Sigma\Gamma}, \text{ ἄρα } \chi = (OS) = \frac{(HS) \cdot (\Sigma\Gamma)}{(HA) - (\Sigma\Gamma)} \quad (1)$$

Αἱ ἐσωτερικαὶ τῶν δύο εἰρημένων σφαιρῶν ἐφαπτόμεναι ἀποτελοῦσι δύο ἐτέρας κωνικὰς ἐπιφανείας, αἵτινες ἔχουσι κοινὴν κορυφὴν σημείον τι Π τοῦ εὐθυγράμμου τμήματος ΗΣ. Ἐκ τούτων ἡ ΧΠΨ περιβάλλει πανταχόθεν τὸν σκιερὸν κῶνον.

Ὁ ὀπισθεν τοῦ σκιεροῦ σώματος Σ, ἐντὸς τῆς κωνικῆς ἐπιφανείας ΧΠΨ καὶ ἐκτὸς τοῦ σκιεροῦ κῶνου ΟΓΔ περιεχόμενος χῶρος καλεῖται ὑποσκίασμα. Πᾶν σημεῖον τοῦ ὑποσκιάσματος φωτίζεται ὑπὸ μέρους μόνον τοῦ Ἡλίου, ὅπερ εἶναι τὸσφ μικρότερον, ὅσφ ἐγγύτερον τῆς σκιάς κεῖται τοῦτο.

109. Μῆκος τῆς σκιάς τῆς Γῆς. — Πάχος αὐτῆς εἰς

τὴν ἀπόστασιν τῆς Σελήνης. Ἐὰν τὸ ἄστρον Σ (Σχ. 69) εἶναι ἡ Γῆ καὶ καλέσωμεν ρ τὴν ἀκτίνα αὐτῆς ἢ ἰσότης (1) γίνε-
ται $(O\Sigma) = \frac{23440\rho}{108\rho} = 217\rho$ περίπου. Ἐὰν δὲ $(\Sigma\delta) = 60\rho$ καὶ νοηθῆ
ἐκ τοῦ δ παράλληλος τῇ Σγ ἢ β α , ἐκ τῶν ὁμοίων τριγώνων ο $\beta\alpha$,
 $O\Sigma\Gamma$ εὐρίσκομεν ὅτι $(\beta\alpha) = \frac{(O\delta), (\Sigma\Gamma)}{O\Sigma} = \frac{(217\rho - 60\rho)\rho}{217\rho} = \frac{157\rho^2}{217\rho} = 0,72\rho$
περίπου.

110. Ἐκλειψις Σελήνης. Ἡ Σελήνη περιφερομένη περὶ τὴν Γῆν εἰς μέσην ἀπόστασιν 60ρ συναντᾷ ἐνίοτε τὴν σκιάν τῆς Γῆς, τῆς ὁποίας τὸ μήκος εἶναι 217ρ , καὶ εἰσδύει ἐν ὄλῳ ἢ ἐν μέρει εἰς αὐτήν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *ἔκλειψις* τῆς Σελήνης.

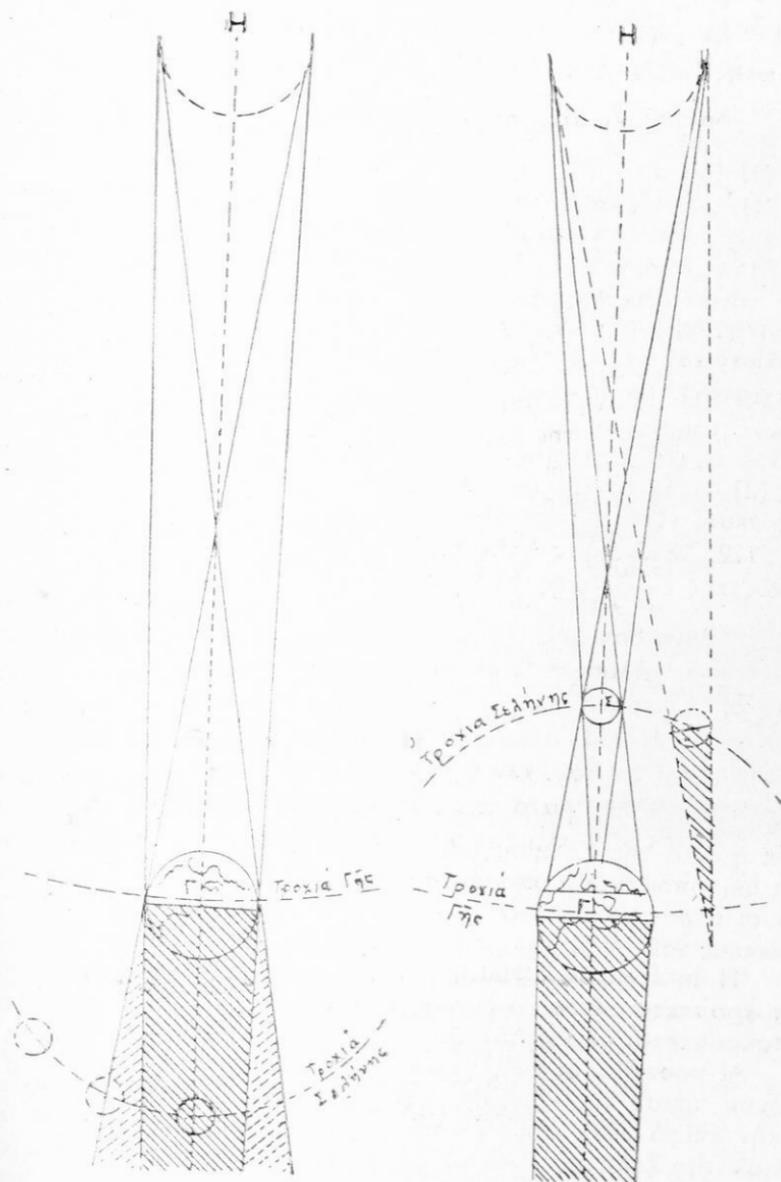
Ἡ ἔκλειψις τῆς Σελήνης καλεῖται μερικὴ ἢ ὀλική, καθ' ὅσον μέρος αὐτῆς ἢ ὀλη εἰσδύει εἰς τὴν σκιάν τῆς Γῆς. Εἶναι δὲ δυνατὴ ὀλικὴ τῆς Σελήνης ἔκλειψις· τῷ ὄντι: Ἄν ποτε τὸ κέντρον τῆς Σελήνης εὐρεθῆ εἰς τὸ δ , θὰ εἶναι ὀλη ἐντὸς τῆς σκιάς, διότι τὸ τμήμα β α εἶναι μεγαλύτερον τῆς ἀκτίδος τῆς Σελήνης.

Εἶναι δὲ φανερόν ὅτι μόνον κατὰ τὰς ἀντιθέσεις εἶναι δυνατὸν νὰ συμβαίνωσιν ἔκλειψεις τῆς Σελήνης.

Ἐὰν τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς τῆς Σελήνης ἐταυτίζετο μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς Ἐκλειπτικῆς, εἰς ἐκάστην ἀντίθεσιν θὰ συνέβαινε ὀλικὴ ἔκλειψις τῆς Σελήνης. Ἐπειδὴ ὁμως τὰ δύο ταῦτα ἐπίπεδα σχηματίζουν γωνίαν $5^\circ 9'$ περίπου, κατὰ τὰς πλείστας τῶν ἀντιθέσεων ἡ Σελήνη διέρχεται ἐκτὸς τῆς σκιάς τῆς Γῆς καὶ ἔκλειψις δὲν γίνεται. Ἴνα συμβῆ τοιαύτη πρέπει ἡ Σελήνη κατὰ τὴν ἀντίθεσιν νὰ εὐρίσκηται ἐγγύτατα τῆς Ἐκλειπτικῆς, πλησίον δηλαδὴ τῆς γραμμῆς τῶν συνδέσμων, μὲ τὴν ὁποίαν τότε τὴν αὐτὴν περίπου διεύθυνσιν ἔχει καὶ ὁ ἄξων τῆς σκιάς τῆς Γῆς.

Ὁ δίσκος τῆς Σελήνης καὶ κατ' αὐτὴν τὴν ὀλικὴν ἔκλειψιν δὲν εἶναι ἐντελῶς ἀόρατος. Διότι φωτίζεται ὑπὸ χαλκόχρου τινός φωτός, τὸ ὁποῖον εἰσδύει ἐντὸς τοῦ σκιεροῦ κώνου τῆς Γῆς ἕνεκα τῆς ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾷ ἡμῶν διαθλάσεως αὐτοῦ.

111. Μῆκος τῆς σκιάς τῆς Σελήνης. Ἐὰν τὸ ἄστρον Σ (Σχ. 69) εἶναι ἡ Σελήνη, εὐρίσκομεν ἐκ τῆς ἰσότητος (1,108)



*Εκλειψις Σελήνης

*Εκλειψις Ήλιου

δτι $(\text{ΟΣ}) = \frac{0,27\rho \cdot (\text{ΗΣ})}{109\rho - 0,27\rho} = \frac{27(\text{ΗΣ})}{10873}$. (1). 'Επειδή δὲ ἡ ἀπόστασις

(ΗΣ) τῆς Σελήνης ἀπὸ τοῦ Ἡλίου εἶναι μεταβλητή, ἔπεται ὅτι καὶ τὸ μῆκος τῆς σκιάς τῆς Σελήνης εἶναι μεταβλητόν. Κατὰ τὴν σύνοδον εἶναι $(\text{ΗΣ}) = \alpha - \alpha'$, ἂν α παριστᾷ τὴν ἀπόστασιν τοῦ Ἡλίου ἀπὸ τῆς Γῆς καὶ α' τὴν τῆς Σελήνης ἀπὸ τῆς Γῆς.

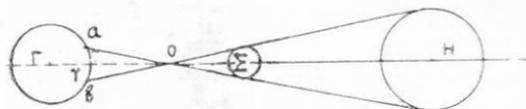
Ἡ προηγουμένη λοιπὸν ἰσότης γίνεται διὰ τὴν σύνοδον

$$(\text{ΟΣ}) = \frac{27(\alpha - \alpha')}{10873} \quad (2)$$

Ἐκ ταύτης βλέπομεν ὅτι κατὰ τὴν σύνοδον ἡ σκιά τῆς Σελήνης ἔχει τὸ μέγιστον μῆκος, ὅταν ὁ Ἡλιος εὐρίσκηται εἰς τὸ ἀπόγειον (α μέγιστον) καὶ ἡ Σελήνη εἰς τὸ περίγειον (α' ἐλάχιστον). Τὸ δὲ ἐλάχιστον μῆκος ἔχει ἡ σκιά, ὅταν ὁ Ἡλιος 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 μῆκους τῆς σκιάς εἶναι 59,6ρ, ἡ δὲ ἐλαχίστη 57,6ρ.

112. Ἐκλειψις Ἡλίου. Ἐπειδὴ κατὰ τὰς συνόδους τὸ μῆκος τῆς σκιάς τῆς Σελήνης κυμαίνεται μεταξύ 57,6ρ καὶ

59,6ρ, ἡ δὲ ἀπόστασις τῆς Σελήνης ἀφ' ἡμῶν κυμαίνεται μεταξύ 56ρ καὶ 64ρ, ἐνίστε κατὰ τὴν σύνοδον ἡ σκιά τῆς Σελήνης



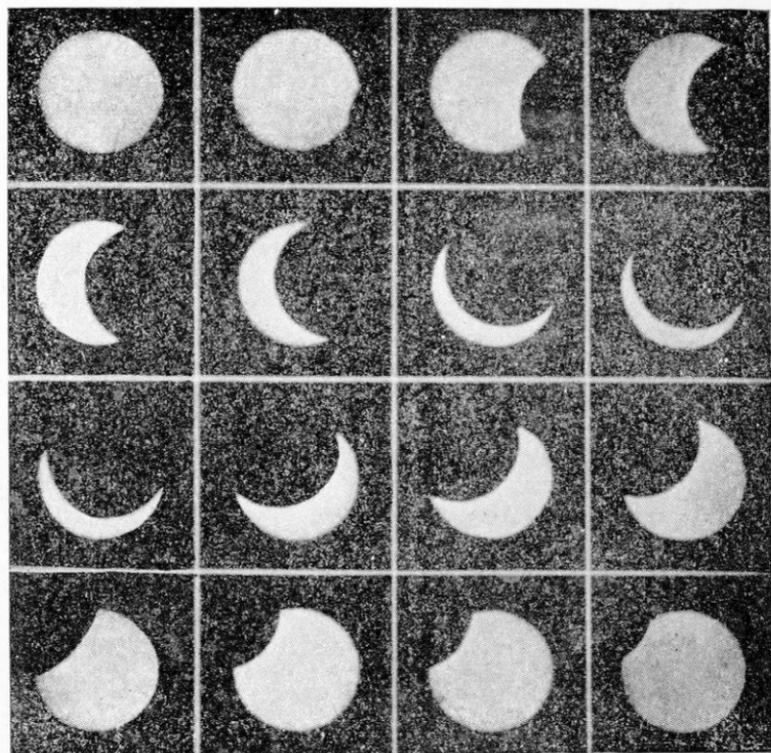
Σχ. 70.

φθάνει μέχρι τῆς Γῆς. Οἱ δὲ τόποι τῆς Γῆς ἐπὶ τῶν ὁποίων πίπτει ἡ σκιά τῆς Σελήνης, οὐδόλως βλέπουν τὸν Ἡλιον. Ἄλλοι δὲ τόποι ἐν τῷ ὑποσκιάσματι τῆς Σελήνης κείμενοι βλέπουν μέρος μόνον τοῦ Ἡλίου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *ἔκλειψις* τοῦ Ἡλίου.

Ἡ ἔκλειψις τοῦ Ἡλίου εἶναι ὀλική μὲν εἰς ὄσους τόπους ἀποκρύπτεται ἅπας ὁ δίσκος τοῦ Ἡλίου, μερικὴ δὲ εἰς ὄσους ἀποκρύπτεται μέρος αὐτοῦ.

Αἱ προεκβολαὶ τῶν γενετειρῶν τοῦ σκιεροῦ τῆς Σελήνης κώνου πέραν τῆς κορυφῆς ο (Σχ. 70) ἀποτελοῦσιν ἑτέραν κωνικὴν ἐπιφάνειαν αοβ, ἡ ὁποία ἔχει κοινὴν κορυφὴν μὲ τὴν σκιά τῆς Σελήνης. Ἄν τόπος τις εὐρεθῇ ποτε ἐντὸς τοῦ κῶ-

νου τούτου, ἐξ αὐτοῦ φαίνεται μόνος εἷς φωτεινὸς δακτύλιος, διότι τὸ ἄλλο μέρος τοῦ Ἡλίου ἀποκρύπτεται ὑπὸ τῆς Σελήνης. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *δακτυλιοειδῆς ἔκλειψις* τοῦ Ἡλίου. Ἡ δακτυλιοειδῆς ἔκλειψις καλεῖται *κεντρικὴ δακτυλιο-*

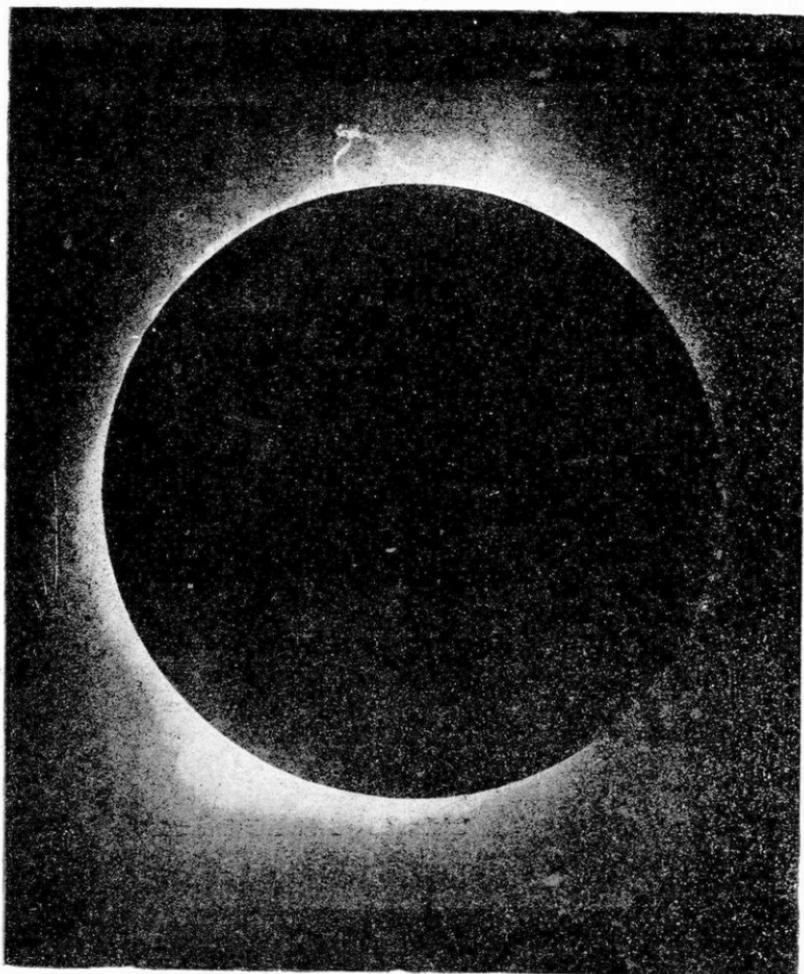


Διαδοχικαὶ φάσεις μιᾶς ἡλιακῆς ἔκλειψως.

ειδῆς ἔκλειψις τοῦ Ἡλίου διὰ πάντα τόπον γ κείμενον ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τοῦ ἄξονος Σο.

Ἐπειδὴ ἡ Σελήνη εἶναι πενηκοντάκις τῆς Γῆς μικροτέρα ἢ σκιά αὐτῆς εἶναι ἀδύνατον νὰ περιλάβῃ ὅλην τὴν Γῆν. Κατ' ἀκολουθίαν οὐδεμία ὀλικὴ τοῦ Ἡλίου ἔκλειψις εἶναι ὄρατὴ ἀπὸ πάντων τῶν πρὸς τὸν Ἡλίον ἐστραμμένων τόπων τῆς Γῆς.

Ἐάν ἡ Σελήνη ἐκινεῖτο ἐπὶ τῆς Ἐκλειπτικῆς, καθ' ἑκάστην σύνοδον θὰ συνέβαινεν ἕκλειψις Ἡλίου. Ἐνεκεν ὁμῶς τῆς κλί-



Μία ὀλικὴ ἕκλειψις τοῦ Ἡλίου. Ἄνω διαφαίνεται μία προεξοχή.

σεως τοῦ ἐπιπέδου τῆς τροχιάς αὐτῆς πρὸς τὴν Ἐκλειπτικὴν, τὸ πλεῖστον κατὰ τὴν σύνοδον ἡ σκιά καὶ τὸ ὑποσκίασμα τῆς

Σελήνης ἀφήνουσιν ἐκτός αὐτῶν τὴν Γῆν καὶ ἔκλειψις Ἡλίου δὲν γίνεται. Ἴνα συμβῆ τοιαύτη, πρέπει κατὰ τὴν σύνοδον ἢ Σελήνη νὰ εὐρίσκηται πλησίον τῆς Ἐκλειπτικῆς, δηλ. περὶ τὴν γραμμὴν τῶν συνδέσμων.

Πᾶσα ὀλικὴ ἔκλειψις τοῦ Ἡλίου ἄρχεται καὶ περατοῦται ὡς μερικὴ ἢ διάρκεια δὲ τῆς ὀλικῆς μόνον ἐκλείψεως δὲν ὑπερβαίνει ποτὲ τὰ 7π.

Ἡ σκιὰ 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 σκιᾶς καὶ τοῦ ὑποσκιάσματος τῆς Σελήνης εἰς τὴν ἡμερησίαν κίνησιν καὶ τὴν ἰδίαν περὶ τὴν Γῆν κίνησιν τῆς Σελήνης.

113. Περίοδος καὶ πλῆθος ἐκλείψεων. Ἐξ ὄσων περὶ ἐκλείψεων εἴπομεν, γίνεται φανερόν ὅτι αὗται ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς θέσεως τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Σελήνης ἐν σχέσει πρὸς τὴν γραμμὴν τῶν συνδέσμων.

Δι' ὑπολογισμοῦ εὐρίσκεται ὅτι τὰ σώματα ταῦτα ἐπανέρχονται ἀνά 223 συνοδικούς μῆνας ἢ 18 ἔτη καὶ 11 ἡμέρας εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν σχετικῶς πρὸς τὴν γραμμὴν τῶν συνδέσμων. Αἱ ἐκλείψεις ὅθεν αἱ ἐντὸς 18 ἐτῶν καὶ 11 ἡμερῶν συμβαίνουσαι ἐπαναλαμβάνονται καὶ κατὰ τὰ ἐπόμενα 18 ἔτη καὶ 11 ἡμέρας αἱ αὐταὶ περίπου καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν τάξιν καὶ οὕτω καθεξῆς.

Ἡ περίοδος αὕτη τῶν ἐκλείψεων ὀνομάζεται ὑπὸ τῶν Χαλδαίων *σάρος*. Ἐχρησίμευε δὲ εἰς τοὺς ἀρχαίους ὡς μέσον πρὸς πρόρρησιν τῶν ἐκλείψεων (1). Σήμερον οἱ ἀστρονόμοι μεταχειρίζονται ἄλλην μᾶλλον ἀκριβῆ μέθοδον, διὰ τῆς ὁποίας μετὰ μαθηματικῆς ἀκριβείας προλέγουσι τὰς ἐκλείψεις.

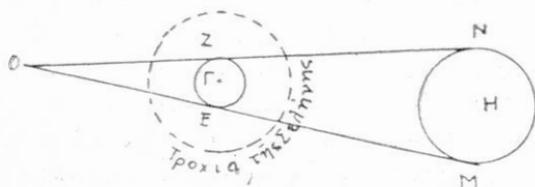
Ὡς εἴπομεν αἱ ἐκλείψεις τῆς Σελήνης γίνονται κατὰ τὰς ἀντιθέσεις, ὅτε ἡ Σελήνη εἰσδύει ἐντὸς σκιεροῦ κώνου ΟΖΕ (Σχ. 71) τῆς Γῆς. Αἱ δὲ ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου συμβαίνουσι

1. Πρῶτος παρ' ἡμῖν Θαλῆς ὁ Μιλήσιος προεἶπεν ὀλικὴν ἔκλειψιν τοῦ Ἡλίου χρησιμοποιοῦσας τὴν ρηθεῖσαν μέθοδον, τὴν ὁποίαν ἔμαθε παρά τῶν Αἰγυπτίων ἱερέων.

κατά τὰς συνόδους, ὅτε ἡ Σελήνη εισδύει ἐντὸς τοῦ κολούρου κώνου ΜΝΖΕ.

Ἐπειδὴ δὲ ἡ τομὴ τοῦ ΜΝΖΕ εἶναι μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν τομὴν τοῦ ΟΖΕ, αἱ ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου εἶναι συχνότεραι ἀπὸ τὰς Σεληνιακάς. Οὕτως ἐντὸς 223 συνοδικῶν μηνῶν γίνονται 75 ἐκλείψεις, ἐκ τῶν ὁποίων 46 εἶναι ἡλιακαὶ καὶ 29 σεληνιακαί.

Ἀπὸ ἑκάστον ὁμῶς τόπον βλέπομεν περισσοτέρας ἐκλεί-



Σχ. 71.

ψεις τῆς Σελήνης ἢ τοῦ Ἡλίου. Διότι αἱ μὲν τῆς Σελήνης εἶναι ὄραται συγχρόνως ὑπὸ πάντων τῶν τόπων τοῦ πρὸς αὐτὴν ἐστραμμένου ἡμισφαιρίου 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. Ὄταν συμβῶσι 2, θὰ εἶναι ἀμφότεραι ἡλιακαί. Ὄταν 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 κομηταί, τῶν ὁποίων ἡ ἐμφάνισις ἐπὶ μακρὸν ὑπῆρξεν αἰτία τρόμου διὰ τὴν ἀνθρωπότητα, εἶναι νεφελώδη ἄστρα κινούμενα περὶ τὸν Ἥλιον.

Γενικῶς ἕκαστος κομήτης ἀποτελεῖται ἐκ τῶν ἀκολουθῶν τριῶν μερῶν.

1ον. Ἐκ τοῦ πυρῆνος, ὅστις εἶναι τὸ πυκνότερον καὶ λαμπρότερον μέρος τοῦ κομήτου.

2ον. Ἐκ τῆς κόμης, ἣτις εἶναι εἶδος νεφέλης περιβαλλούσης τὸν πυρῆνα.

3ον. Ἐκ τῆς οὐράς, ἣτις εἶναι ἐπιμήκης προέκτασις τῆς κόμης τοῦ κομήτου

Ὁ πυρῆν καὶ ἡ κόμη ἀποτελοῦσι τὴν κεφαλὴν τοῦ κομήτου.

Ἡ μορφή ἐκάστου κομήτου μεταβάλλεται μετὰ τῆς θέσεως αὐτοῦ πρὸς τὸν Ἥλιον. Ὄταν οἱ κομηταί εὐρίσκωνται μακρὰν τοῦ Ἥλιου, φαίνονται γενικῶς ὡς ἀμυδροὶ στρογύλοι νεφελώδεις ἀστέρες. Ἐφ' ὅσον δὲ πλησιάζουσι πρὸς τὸν Ἥλιον γίνονται λαμπρότεροι, σχηματίζεται δὲ βαθμηδὸν καὶ ἐπιμηκύνεται ἡ οὐρὰ αὐτῶν κατὰ τὴν ἐκ τοῦ Ἥλιου 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 ἕξ οὐράς.

Οἱ κομήται θεωροῦνται ὅτι ἀποτελοῦνται ἐκ σμήνους στερεῶν σωματίων. Ταῦτα εἶναι λίαν ἀπομεμακρυσμένα ἀπ' ἀλλήλων καὶ ἕκαστον φέρει περίβλημα ἐξ ἀερίων.

Ἡ φασματοσκοπικὴ ἀνάλυσις ἀπέδειξεν ὅτι τὰ ἀέρια ταῦτα εἶναι ὕδρογόνον καὶ ἀτμοὶ ἄνθρακος καὶ διαφόρων μετάλλων,



Ὁ κομήτης τοῦ 1881.

Ἰδίᾳ δὲ σοδίου καὶ μαγνησίου· διατελοῦσι δὲ ἐν αὐτοφῶτῳ καταστάσει. Ὡστε οἱ κομήται πλὴν τοῦ φωτός, ὅπερ δέχονται παρὰ τοῦ Ἥλιου, ἔχουσι καὶ ἴδιον φῶς.

Πολλάκις κομήται διηλθον πλησίον πλανήτου ἢ δορυφόρου τινός χωρὶς νὰ ἐπιφέρωσιν ἐπ' αὐτῶν οὐδεμίαν διατάραξιν. Συμπεραίνομεν λοιπὸν ὅτι ἡ μᾶζα τῶν κομητῶν εἶναι μικρά.

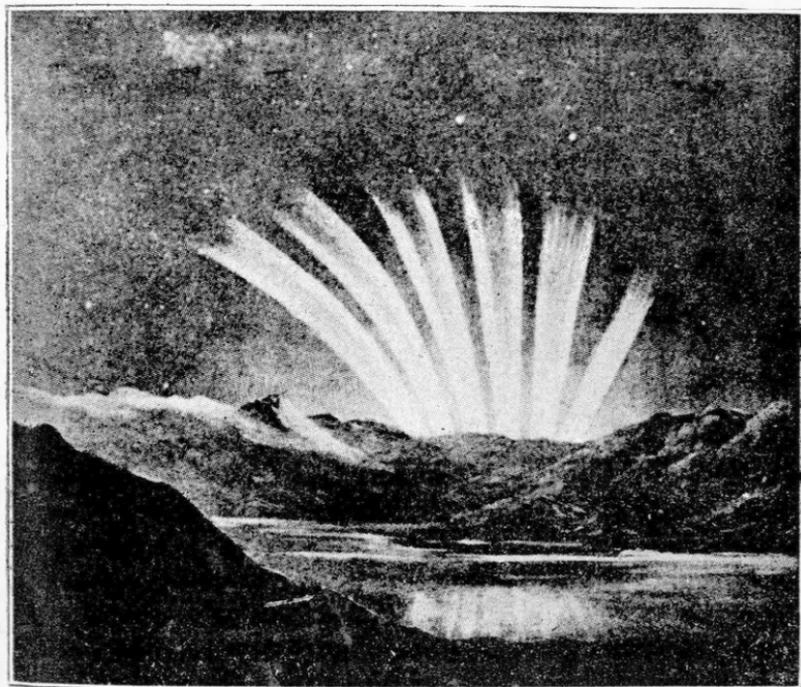
Διὰ μέσου τῆς οὐράς καὶ αὐτῆς ἔτι τῆς κόμης τῶν κομητῶν βλέπομεν ἀστέρας ἄνευ τῆς ἐλαχίστης διαθλάσεως τῶν φωτεινῶν αὐτῶν ἀκτίνων καὶ μείωσης τῆς λαμπρότητος αὐτῶν. Ἄρα καὶ ἡ πυκνότης αὐτῶν εἶναι πολὺ μικρά.

Καθ' ἕκαστον ἔτος παρατηροῦνται 3 ἕως 5 νέοι κομήται. Μέχρι σήμερον ἔχουσι παρατηρηθῆ περί τοὺς 1400.

115. Τροχιαὶ τῶν κομητῶν. Οἱ κομήται εἶναι ὄρατοὶ κατὰ τὸν ἐλάχιστον σχετικῶς χρόνον, κατὰ τὸν ὅποιον εὐρίσκονται πλησίον τοῦ Ἥλιου. Ἐνεκα 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.

Πρώτος ο Νεύτων ανέκάλυψε την φύσιν των κομητικών τροχιών.

Μετά την ανακάλυψιν του Νόμου της παγκοσμίου ἑλξεως εὔρεν ὅτι ἡ τροχιά νέου κομήτου δύναται νὰ εἶναι ἑλλειψις, τῆς ὁποίας τὴν μίαν ἐστίαν κατέχει ὁ Ἥλιος, ἢ καὶ παρα-



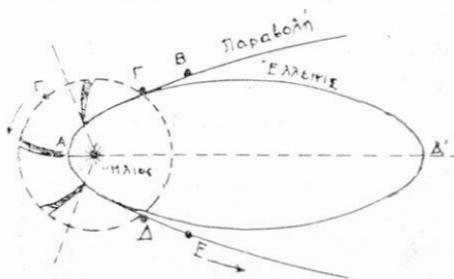
Ὁ κομήτης τοῦ Chéseaux (1744).

βολή⁽¹⁾, τῆς ὁποίας τὴν ἐστίαν κατέχει ὁ Ἥλιος. Τὴν ὑπόθεσιν ταύτην ἠδυνήθη ἐντὸς ὀλίγου νὰ ἐπιβεβαιώσῃ ὡς ἀκολούθως:

Κατὰ τὸ ἔτος 1680 ἐνεφανίσθη κομήτης, ὁ ὁποῖος ἐπλη-

1. Παραβολὴ εἶναι ἀνοικτὴ ἐπίπεδος καμπύλη γραμμὴ. Ἐκαστον σημεῖον αὐτῆς ἀπέχει ἴσον ἀπὸ ὀρισμένου σημείου καὶ ἀπὸ ὀρισμένης εὐθεΐας τοῦ ἐπιπέδου αὐτῆς.

σίαζε ταχύτατα πρὸς τὸν ἥλιον καὶ ἔπειτα ἐξηφανίσθη ἐντὸς



Σχ. 72.

τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων. Μετὰ 17 ἡμέρας ἀπὸ τῆς ἐξαφανίσεως τοῦ ἐφάνη μεγαλοπρεπῆς κομήτης ἐξερχόμενος τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων ἀπὸ θέσεως κειμένης ἀπέναντι ἐκείνης εἰς τὴν ὁποίαν ὁ πρῶτος εἶχεν ἐξαφανισθῆ.

Ἀπέδειξε δὲ ὁ Νεύτων ὅτι αἱ τροχιαὶ ΒΓ καὶ ΔΕ συνέπιπτον εἰς μίαν. Κατ' ἀκολουθίαν ἐπρόκειτο περὶ τοῦ αὐτοῦ κομήτου, ὅστις κατέστη ἀόρατος, καθ' ὃν χρόνον διέγραφε τὸ μέρος ΓΑΔ τῆς τροχιάς του περὶ τὸ περιήλιον.

Τὸ περὶ τὸ περιήλιον τόξον ΓΑΔ ἑλλείψεως λίαν ἐπιμήκους εἶναι δυνατόν σχεδὸν νὰ ταυτίζεται μὲ τόξον παραβολῆς, ἣτις ἔχει ἑστίαν Η. Μένει λοιπὸν ἀκαθόριστον, ἂν ἡ τροχιά τοῦ κομήτου εἶναι παραβολικὴ ἢ ἑλλειπτικὴ.

Ὁ Νεύτων ἐπενόησε μέθοδον, διὰ τῆς ὁποίας εἶναι δυνατόν μὲ τρεῖς παρατηρήσεις ἑνὸς κομήτου νὰ ὑπολογίζωνται πέντε στοιχεῖα τῆς τροχιάς αὐτοῦ ὑποτιθεμένης παραβολικῆς. Συνέστησε δὲ νὰ καθορίσῃσι τὰ παραβολικὰ στοιχεῖα ὄλων τῶν παρατηρηθέντων κομητῶν καὶ νὰ καταγράψῃσι καὶ συγκρίνῃσι ταῦτα πρὸς ἄλληλα. Ἐὰν δὲ καταδειχθῆ ὅτι νέος τις κομήτης ἀκολουθεῖ τὴν τροχίαν ἑτέρου 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 ἡμίαιων τῆς τροχιάς τοῦ κομήτου, κατὰ τὸν γ' νόμον τοῦ Κεπλέρου θὰ εἶναι

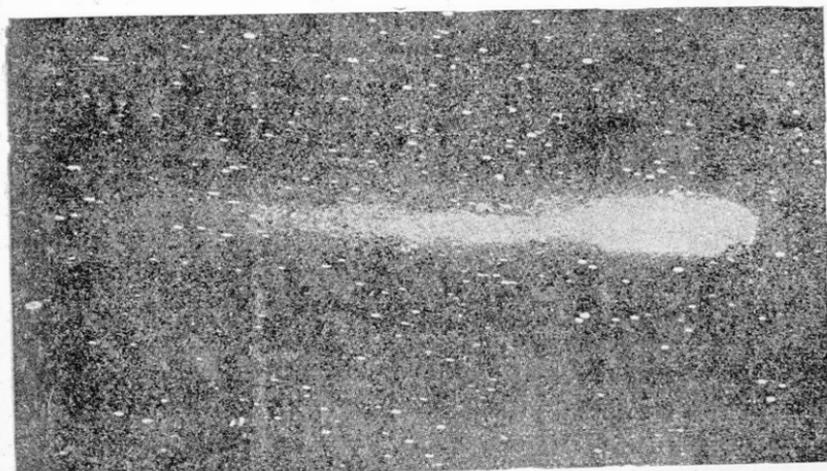
$$\frac{\alpha'^3}{\alpha^3} = \frac{\chi'^2}{\chi^2}, \quad \text{ὅθεν} \quad \alpha' = \alpha \sqrt[3]{\left(\frac{\chi'}{\chi}\right)^2}.$$

Ἐάν δὲ μετὰ πάροδον χρόνου χ' ἐμφανισθῇ ἐκ νέου κομήτης διαγράφων τὴν αὐτὴν περίπου τροχίαν, ἀσφαλῶς πρόκειται περὶ διαδοχικῶν ἐμφανίσεων τοῦ αὐτοῦ κομήτου καὶ ἡ τροχιά αὐτοῦ εἶναι ἑλλείψεις, ἧς ὁ μέγας ἄξων ἔχει μῆκος

$$2\alpha' = 2\alpha \sqrt[3]{\left(\frac{\chi'}{\chi}\right)^2}.$$

Αἱ τοιαῦται ὑπὸ κομητῶν διαγραφόμεναι ἑλλείψεις εἶναι συνήθως λίαν ἐπιμήκεις καὶ ἐπεκτείνονται αἱ πλεῖσται πέραν τῆς τροχίας τοῦ Ποσειδῶνος καὶ Πλούτωνος.

Διὰ τοὺς πλείστους δὲ τῶν μέχρι τοῦδε παρατηρηθέντων



Φωτογραφία τοῦ κομήτου τοῦ Halley τὴν 29ην Μαΐου 1910.

κομητῶν δὲν κατορθώθη νὰ εὕρεθῇ ἔστω καὶ κατὰ προσέγγισιν τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ἄξωνος τῶν τροχιῶν αὐτῶν. Τὸ μῆκος τοῦτο θεωρεῖται ἄπειρον καὶ κατ' ἀκολουθίαν τῶν τριούτων κομητῶν ἡ τροχιά εἶναι παραβολή.

116. Περιοδικοὶ κομήται. Οἱ κομήται, τῶν ὁποίων αἱ τροχιαί εἶναι ἑλλείψεις, ἐπανέρχονται περιοδικῶς πλησίον τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Γῆς. Λέγονται δὲ διὰ τοῦτο *περιοδικοὶ* κομήται.

Οί άλλοι, ἄφ' οὗ διέλθωσιν ἅπασι πλησίον τοῦ Ἥλιου, ἀπομακρύνονται ἐξ αὐτοῦ ἀδιαλείπτως.

Μέχρι σήμερον ὑπολογίζονται εἰς 70 περίπου οἱ περιοδικοὶ κομήται. Τούτων 32 διήλθον δις τουλάχιστον διὰ τοῦ περιηλίου. Διὰ τοὺς ἄλλους δι' ὑπολογισμῶν εὐρέθη ὅτι κινούνται ἐπὶ ἑλλειπτικῶν τροχιῶν.

Ἀξιοσημεῖωτοι περιοδικοὶ κομήται εἶναι οἱ ἑξῆς :

Α'. *Κομήτης τοῦ Halley.* Τὴν περιοδικότητα αὐτοῦ ὑπελόγησεν ὁ Ἄγγλος ἀστρονόμος Halley ὡς ἑξῆς.

Ἀκολουθῶν τὴν μέθοδον τοῦ Νεύτωνος ὑπελόγησε τὰς τροχιάς 24 κομητῶν, οἱ ὅποιοι ἐθεάθησαν πρὸ αὐτοῦ.

Τὸ ἔτος 1682 ἐνεφανίσθη εἰς μεγαλοπρεπῆς κομήτης, ὃ δὲ Halley ὑπελόγησε τὴν τροχίαν αὐτοῦ. Συγκρίνας δὲ ταύτην πρὸς τὰς τροχιάς τῶν 24 προηγουμένων παρατήρησεν ὅτι αὕτη σχεδὸν συνέπιπτε μὲ τὴν τροχίαν κομήτου, ὅστις εἶχε παρατηρηθῆ τὸ 1607 ὑπὸ τοῦ Κεπλέρου καὶ μὲ τὴν τροχίαν κομήτου παρατηρηθέντος τὸ 1531 ὑπὸ τοῦ Γερμανοῦ ἀστρονόμου Pertus Arianus. Συνεπέρανε λοιπὸν ὅτι ἐπρόκειτο περὶ τοῦ αὐτοῦ κομήτου, ὅστις περιφέρεται περὶ τὸν Ἥλιον εἰς 75 ἔτη περίπου. Οὕτω δὲ προανήγγειλε νέαν ἐμφάνισίν του διὰ τὸ ἔτος 1758.

Ὁ μέγας μαθηματικὸς Clairaut βοηθούμενος ὑπὸ τοῦ Lalande ὑπελόγησε τὰς ἐπὶ τῆς τροχιάς τοῦ κομήτου ἐπιδράσεις τῶν πλανητῶν καὶ προανήγγειλε τὴν διὰ τοῦ περιηλίου διάβασίν του διὰ τὴν μέσσην Ἀπριλίου 1759. Πράγματι δὲ οὗτος διήλθε διὰ τοῦ περιηλίου τὴν 13ην Μαρτίου 1759. Τὸ λάθος ἦτο ἀνεπαίσθητον, ἄφ' οὗ μάλιστα δὲν ἐλήφθησαν ὑπ' ὄψιν αἱ ἐπιδράσεις τῶν ἀγνώστων τότε πλανητῶν Οὐρανοῦ, Ποσειδῶνος καὶ Πλούτωνος.

Ἀνηγγέλη ἔπειτα ἄλλη διάβασις διὰ τὴν 4ην Νοεμβρίου 1835 καὶ ἐπραγματοποιήθη τὴν αὐτὴν ἡμέραν. Ἡ τελευταία ἐμφάνισις του προανηγγέλη καὶ ἐπραγματοποιήθη τὸν Μάιον τοῦ 1910. Ἡ ἐμφάνισις αὕτη ἐνέβαλεν εἰς ἀνησυχίαν τὴν ἀνθρωπότητα, διότι ὑπελογίσθη ὅτι τὴν 29ην Μαΐου (μεταξὺ 4,22 καὶ 5,22 πρωινῆς ὥρας) θὰ διήρχετο τόσον ἐγγὺς τῆς Γῆς, ὥστε ὑπῆρχε πιθανότης ἢ οὐρά του νὰ εἰσδύσῃ ἐντὸς τῆς γῆς.

νης ατμοσφαιρας και να μεταδωση εις αυτην το ισχυροτατον δηλητηριωδες κυανογονον αεριον, του οποιου την παρουσιαν εις τον πυρηνα ειχεν αποκαλυψει το φασματοσκοπιον.

Ο κομήτης κατέστη πράγματι ορατός δια γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ ἐπ' ἀρκετόν· τὴν δὲ νύκτα τῆς 29ης Μαΐου ὀλόκληρος ἡ ἀνθρωπότης ἠγρύπνησεν. Οὐδὲν ὅμως φαινόμενον ἐπιστοποίησε τὴν εἴσοδον τῆς οὐράς εἰς τὴν γήινην ἀτμόσφαιραν.

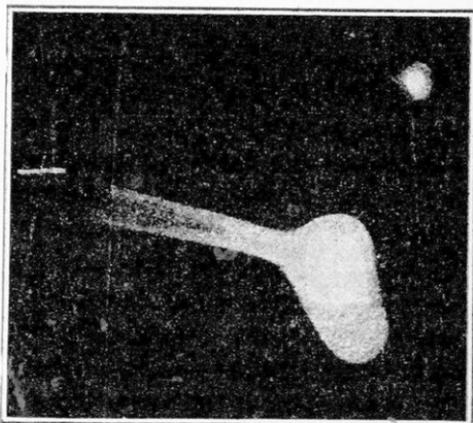
Β'. Κομήτης τοῦ Βιέλα. Ὁ κομήτης οὗτος εἶχε παρατηρηθῆ ἀπὸ τοῦ ἔτους 1772, ἀλλὰ μόλις κατὰ τὴν ἐμφάνισίν του κατὰ τὸ 1826 ἐξηκριβώθη ὅτι ἐκινεῖτο ἐπὶ ἐλλείψεως καὶ καθωρίσθη ἡ ἀστρική του περιφορὰ εἰς 6,69 ἔτη.

Κατὰ τὸ ἔτος 1832 διήλθε διὰ τῆς τομῆς τῆς τροχιάς

αὐτοῦ ὑπὸ τῆς τροχιάς τῆς Γῆς ἕνα μῆνα πρὸ τῆς διαβάσεως τῆς Γῆς διὰ τοῦ αὐτοῦ σημείου. Κατὰ τὴν ἐπομένην τὸ ἔτος 1839 ἐμφάνισίν του δὲν κατέστη ὀρατός ἕνεκα δυσμενῶν συνθηκῶν. Κατὰ δὲ τὴν ἐπομένην ἐπάνοδόν του (1845) παρουσίασε τὸ ἀκόλουθον παράδοξον φαινόμενον.

Ἐν ᾧ κατ' ἀρχάς φαίνετο ἀπλοῦς, αἴφνης περὶ τὰ τέλη τοῦ Δεκεμβρίου 1845

(κατ' ἄλλους μέσα Ἰανουαρίου 1846) ἐνεφανίσθη διπλοῦς. Ἀπετελεῖτο δηλ. ἀπὸ δύο κομήτας, οἱ ὅποιοι ἐκινουῦντο ὁ εἰς παρὰ τὸν ἄλλον καὶ ἔβαινον βραδέως ἀπομακρυνόμενοι ἀλλήλων. Κατὰ τὸ 1852 ἐνεφανίσθησαν ἀμφότεροι ἀρκούντως μακρυσμένοι. Κατὰ τὸ ἔτος 1859 ἕνεκα δυσμενῶν συνθηκῶν



Ὁ κομήτης τοῦ Βιέλα, ὡς ἐδιχάσθη πρὸ τῶν ὀμμάτων τῶν ἀστρονόμων. Φωτογραφία τῆς 19ης Φεβρουαρίου 1846.

δὲν ἦτο ὄρατός, κατὰ δὲ τὸ 1866 εἰς μάτην ἀνεμένετο. Ἐκ-
τοτε δὲν ἐπανήλθε πλέον διαλυθείς, ὡς βραδύτερον θὰ μάθωμεν.

Ἀσκήσεις. 152) Νὰ εὑρεθῇ τὸ μήκος τοῦ μεγάλου ἄξονος
τῆς τροχιάς τοῦ κομήτου τοῦ Halley.

153) Ἡ περιήλιος ἀπόστασις τοῦ κομήτου τοῦ Halley
εἶναι τὰ 0,587 τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς γήινης τροχιάς. Νὰ
εὑρεθῇ ἡ ἀφήλιος ἀπόστασις τοῦ κομήτου τούτου.

154) Ἡ ἀφήλιος ἀπόστασις τοῦ κομήτου τοῦ Encke εἶναι
4,0935, ἡ δὲ περιήλιος 0,3383 τοῦ μεγάλου ἡμιάξονος τῆς γήι-
νης τροχιάς. Νὰ εὑρεθῇ τὸ μήκος τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς
τροχιάς τοῦ κομήτου τούτου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

ΜΕΤΕΩΡΑ

117. Διάττοντες ἀστέρες. Καλοῦμεν *διάττοντας ἀστέρας*
φωτεινὰ σώματα, ἅτινα ἐμφανίζονται αἰφνιδίως τὴν νύκτα ἐν
τῷ οὐρανῷ, παρακολουθούμενα κατὰ τὸ πλεῖστον ὑπὸ φωτει-
νῆς οὐράς, καὶ ἐξαφανίζονται μετὰ ταχυτάτην καὶ ἐπ' ἐλάχι-
στον χρόνον διαρκούσαν κίνησιν.

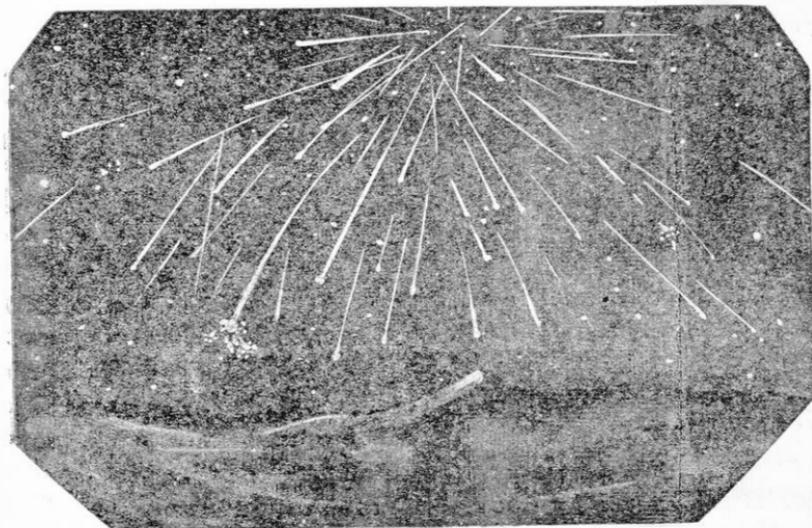
Πρὸς ἐξήγησιν τῆς ἐμφάνισεως τῶν σωμάτων τούτων πα-
ραδέχονται ὅτι ὑπάρχουσιν ἐν τῷ διαστήματι μόρια στερεὰ
σκοτεινὰ, ἅτινα κινουῦνται περὶ τὸν ἥλιον μετὰ ταχύτητος
40 χιλιομέτρων περίπου κατὰ δευτερόλεπτον. Ὅταν δὲ τοιαῦτα
μόρια εἰσδύωσιν ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαίρας ἡμῶν, ὑπερθερμαί-
νονται ἔνεκα τῆς τριβῆς καὶ φωτοβολοῦσι, μέχρις οὗ πᾶσα ἡ
ὕλη αὐτῶν κατακαῖ.

118. Βροχαὶ διαττόντων ἀστέρων. Εἶναι εὐκόλον νὰ
παρατηρήσωμεν ὅτι κατὰ τινὰς νύκτας τοῦ ἔτους οἱ διάττον-
τες ἀστέρες εἶναι πολυαριθμότεροι τῶν κατὰ τὰς λοιπὰς νύ-
κτας παρατηρουμένων.

Ἀπὸ καιροῦ δὲ εἰς καιρὸν πίπτουσι κατὰ χιλιάδας, ἀπο-
τελοῦντες οὕτως ἀληθῆ βροχὴν ἢ *σμήνος* διαττόντων ἀστέρων.
Οὕτω κατὰ τὰς ἀρχὰς Νοεμβρίου, τὰς ἀρχὰς Αὐγούστου καὶ

κατὰ τὰς ἀρχὰς Ἀπριλίου παρατηρεῖται ἀσυνήθης ἀριθμὸς, διατιόντων ἀστέρων.

Οἱ ρῦτῳ συγχρόνως πίπτοντες διὰ ττοντες παρατηρήθη ὅτι



Βροχὴ διατιόντων ἀστέρων τὴν 2αν Νοεμβρίου 1872.

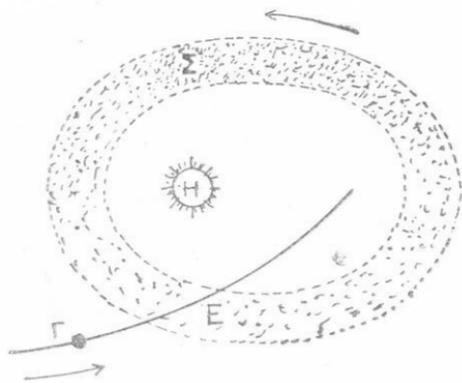
φαίνονται ἐκπεμπόμενοι ἐξ ὠρισμένου σημείου τοῦ οὐρανοῦ, ὅπερ καλεῖται *ἀκτινοβόλον σημεῖον*.

Οὕτως οἱ διὰ ττοντες τοῦ Αὐγούστου ἔχουσι τὸ ἀκτινοβόλον σημεῖον ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Περσέως καὶ καλοῦνται *Περσεΐδαι*. Οἱ διὰ ττοντες τῶν ἀρχῶν τοῦ Νοεμβρίου ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Λέοντος καὶ καλοῦνται *Λεοντίδαι*, οἱ δὲ τοῦ Ἀπριλίου ἐν τῷ τῆς Λύρας καὶ καλοῦνται *Λυγίδαι* κλπ.

Ὁ ἀριθμὸς τῶν διατιόντων ἀστέρων τῶν ἀφ' ἐκάστου ἀκτινοβόλου σημείου ἐκπεμπομένων μεταβάλλεται ἀπὸ ἔτους εἰς ἔτος. Ἀπὸ τὰ πλεῖστα τούτων βροχαὶ πολυπληθῶν διατιόντων ἀστέρων ἀναπαράγονται περιοδικῶς.

Πρὸς ἐξήγησιν τῶν φαινομένων τούτων παραδέχονται ὅτι περὶ τὸν Ἥλιον κινουῦνται ἀόρατα σωμάτια ἐπὶ διαφόρων πα-

ραβδίκων ἢ ἑλλειπτικῶν δακτυλίων, ἐπὶ τῶν ὁποίων εἶναι διεσκορπισμένα ὁμοίως ἢ ἀνομοίως. Τινὲς δὲ τῶν δακτυλίων τούτων τέμνονται ὑπὸ τῆς γήινης τροχιάς, ὡς π. χ. εἰς τὸ σημεῖον Ε (Σχ. 73.) Καὶ ὅταν ἡ Γῆ διέλθῃ διὰ τοιαύτης τινὸς τροχιάς, συμβαίνει βροχὴ διαττόντων ἀστέρων. Αὕτη θὰ ἐπαναλαμβάνεται κατ' ἔτος τὴν αὐτὴν ἐποχὴν, ἐφ' ὅσον ὑπάρχουσιν ἔτι ἐπὶ τοῦ δακτυλίου τοιαῦτα σωμάτια. Ἐὰν δὲ ὁ δακτύλιος εἶναι ἑλλειπτικὸς καὶ ὑπάρχη ἐπ' αὐτοῦ πολυπληθεστέρα ὁμάς Σ, θέλει συμβῆ βροχὴ πολυπληθῶν διαττόντων ἀστέρων κατὰ τὴν ταυτόχρονον διάβασιν διὰ τῆς τομῆς Ε τῆς ὁμάδος Σ καὶ τῆς



Σχ. 73.

Γῆς. Ἡ ραγδαία αὕτη βροχὴ θὰ ἐπαναλαμβάνηται περιοδικῶς ἀνά ἴσα χρονικὰ διαστήματα μέχρι τελείας ἐξαντλήσεως τῆς ὁμάδος.

119. Καταγωγὴ διαττόντων ἀστέρων. Ὁ ἀστρονόμος Schiaparelli παρατηρήσας τὴν περίοδον 33,25 ἔτων, αἶψα ἐχώριζον τὰς πολυπληθεστάτας βροχὰς τῶν Λεοντιδῶν κατὰ τὰ ἔτη 1833 καὶ 1866 ὑπόπτευσεν ὅτι τὰ σμήνη τῶν διαττόντων ἀστέρων καὶ οἱ κομήται ἔχουσι κοινὴν τὴν καταγωγὴν.

Ἀπὸ τῆς ὑποθέσεως ταύτης ἀναχωρῶν ὑπελόγισε κατὰ τὸ 1866 τὰ στοιχεῖα τῆς τροχιάς τῶν Περσειδῶν καὶ ἀνεγνώρισεν ἐν αὐτῇ τὴν τροχιάν τοῦ κομήτου τοῦ 1862.

Ὀλίγον βραδύτερον ἀνευρε 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 Βιέλα, συνέβησαν ραγδαῖαι βροχαὶ διαττόντων

αστέρων. Οἷτοι δὲ κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τῶν ἀστρονόμων ἐκινουῦντο ἐπὶ τῆς τροχιάς τοῦ κομήτου τοῦ Βιέλα.

Ἡ σύγκρισις δὲ ἐπὶ πλέον τοῦ φάσματος τῶν κομητῶν καὶ τῶν διαττόντων ἀστέρων παρέχει νέαν ἀπόδειξιν τῆς θεωρίας τοῦ Schiaparelli.

Ὅστε εἶναι λοιπὸν σχεδὸν ἀποδεδειγμένον ὅτι σμήνη τινὰ (ἂν μὴ ὄλα) ὀφείλονται εἰς διάλυσιν κομητῶν ὀφειλομένην εἰς τὴν ἑλκτικὴν δύναμιν τοῦ Ἡλίου ἢ καὶ πλανήτου τινός.

120. Βολίδες, Ἀερόλιθοι. Ἐνίοτε αἰφνιδίως βλέπομεν ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαίρας ἡμῶν λαμπρὸν συνήθως σφαιρικὸν σῶμα. Τοῦτο παρακολουθεῖται ὑπὸ φωτεινῆς οὐράς καὶ συνήθως ἐκρήγνυται μετὰ ἰσχυροῦ κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἦττον 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 ὅποια περιφέρονται περὶ τὸν Ἡλιον. Ὅταν δὲ εἰσδύωσιν ἐντὸς τῆς γήινης ἀτμοσφαίρας, ἔνεκα τῆς μεγάλης ταχύτητος αὐτῶν ὑπερθερμαίνονται καὶ φωτοβολοῦσι.

Αἱ βολίδες ἢ καὶ τὰ θραύσματα βολίδων, τὰ ὅποια φθάνουσι μέχρι τῆς Γῆς, καλοῦνται *ἀερόλιθοι*.

Οἱ ἀερόλιθοι συνίστανται κατὰ τὸ πλεῖστον ἐκ σιδήρου, νικελίου, μαγνησίου, πυριτίου καὶ ἄλλων στοιχείων ἐξ ἐκείνων, τὰ ὅποια συνιστῶσι τὰ πετρώματα τῆς Γῆς.

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.

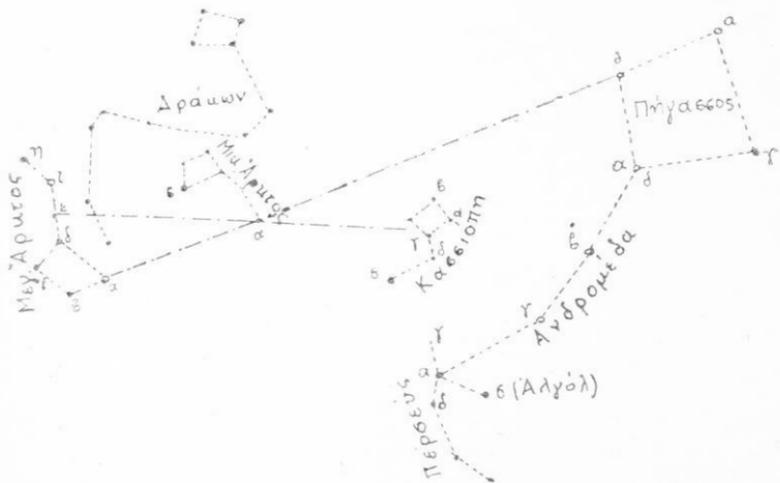
Σήμερον εἶναι 117 καθωρισμένοι ἀστερισμοί. Ἀπὸ αὐτοῦς 48 εἶχον καθορισθῆ ὑπὸ τῶν ἀρχαίων.

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 Ἄρκτος* — *Μικρὰ Ἄρκτος*. — *Πολικὸς ἀστήρ*. Εἰς τὴν εἰσαγωγὴν εἶδομεν ὅτι στρέφοντες πρὸς βορρᾶν ἀναγνωρίζομεν εὐκόλως τὴν μεγάλην καὶ μικρὰν ἄρκτον. Ὁ ἀστήρ α τῆς μικρᾶς ἄρκτου λέγεται *πολικὸς ἀστήρ*, διότι εὐρίσκεται ἐγγύτατα (1^ο10') τοῦ βορείου πόλου τοῦ οὐρανοῦ.

Δράκων—*Κασσιόπη*. Μεταξὺ τῶν ἄρκτων ἄρχεται ὀφιοειδῆς σειρά ἀμυδρῶν ἀστέρων, ἢ ὁποῖα καταλήγει εἰς μικρὸν τετράπλευρον. Οὗτοι ἀποτελοῦσι τὸν *Δράκοντα*.

Ἐπὶ τῆς εὐθείας, ἣ ὁποία συνδέει τὸν ε τῆς μεγάλης ἄρκτου καὶ τὸν πολικόν, ἀνευρίσκομεν τὴν *Κασσιόπην*. Αὕτη ἀποτελεῖται ἐκ 5 ἀστέρων 3ου μεγέθους. Οὗτοι σχηματίζου-



Σχ. 74.

σιν ἀνοικτὸν Μ, μὲ ἓνα δὲ ἄλλον ἀμυδρότερον αὐτῶν σχηματίζουσι κάθισμα.

Πηγάσος—Ἀνδρομέδα—Περσεύς. Ἐπὶ τῆς γραμμῆς δα τῆς μεγάλης ἄρκτου καὶ πέραν τοῦ πολικοῦ ἀνευρίσκομεν τὸ τετράγωνον τοῦ Πηγάσου.

Τοῦτο σχηματίζεται ἀπὸ 4 ἀστέρας 2ου μεγέθους. Ὁ δ τούτων εἶναι καὶ ὁ α τῆς Ἀνδρομέδας. Ταύτης οἱ ἀστέρες β καὶ γ (2ου μεγ.) κείνται ἐπὶ τῆς προεκτάσεως περίπου τῆς διαγωνίου αδ τοῦ Πηγάσου.

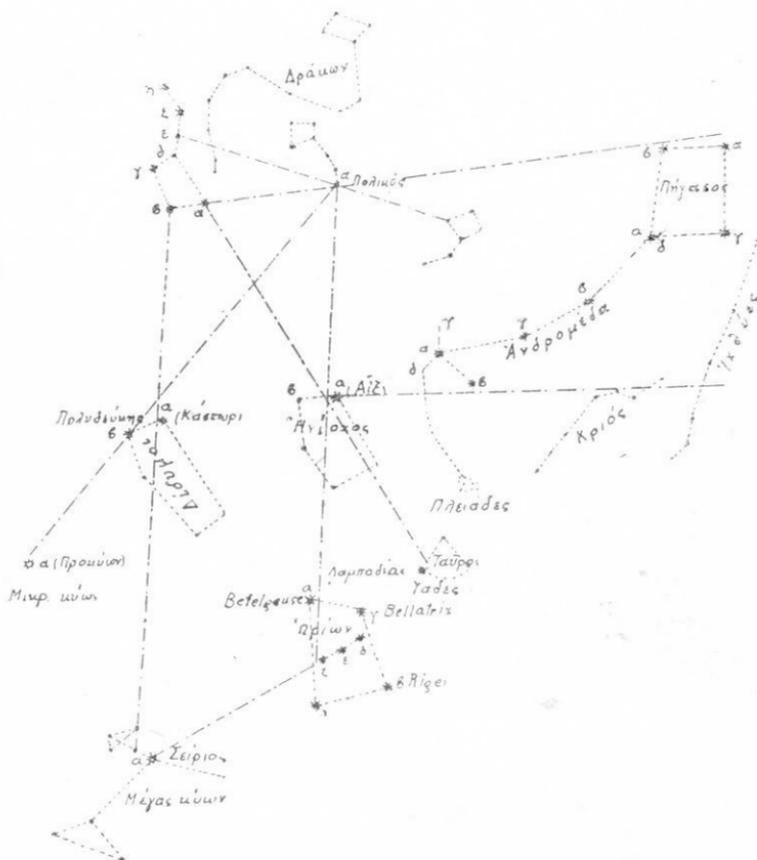
Ἐπὶ τῆς αὐτῆς δὲ περίπου γραμμῆς δα κείται καὶ ὁ α τοῦ Περσεύος (2ου μεγ.).

Ὁ Πηγάσος καὶ ἡ Ἀνδρομέδα μὲ τὸν α τοῦ Περσεύος σχηματίζουσι σχῆμα ὅμοιον πρὸς τὸ σχῆμα τῆς μεγάλης ἄρκτου, ἀλλὰ μεγαλύτερον ἐκείνου.

Ἐκατέρωθεν τοῦ α τοῦ Περσεύος διακρίνονται δύο ἀμυ-

δρότεροι άστέρες γ και δ αποτελούντες μετ' αυτού τόξον. Πρὸς τὸ κυρτὸν τοῦ τόξου τούτου κείται ὁ Ἄλγδλ ἢ δ τοῦ Περισεώς.

123. Διάφοροι άστερισμοί. (Β' σειρά). Ἡνίοχος—Ταῦρος—Υάδες—Πλειάδες—Κριός—Ἰχθύες. Ἐάν τὴν γραμμὴν δα



Σχ. 75.

της μεγάλης ἄρκτου προεκτείνωμεν ἀντιθέτως πρὸς τὴν οὐρὰν αὐτῆς, ἀνευρίσκομεν τὸν Ἡνίοχον, ὁ ὁποῖος ἔχει σχῆμα πενταγώνου. Τοῦτου ὁ α εἶναι 1ου μεγέθους καὶ καλεῖται Αἰξ.

Ἐπί τῆς αὐτῆς γραμμῆς καὶ πέραν τοῦ Ἡνιόχου κεῖται ὁ *Ταῦρος*. Τοῦτου ὁ α εἶναι 1ου μεγέθους καὶ καλεῖται *ὀφθαλμὸς τοῦ Ταύρου* ἢ *Δαμπαδίας*. (Aldebaran). Ὁ ἀστὴρ οὗτος ἀποτελεῖ μέρος καὶ μικρᾶς ὁμάδος ἀστέρων γνωστῆς ὑπὸ τὸ ὄνομα *Υάδες*.

Μεταξὺ τοῦ Ταύρου καὶ τοῦ Περσέως κεῖται ἄλλη ὁμάς ἀστέρων γνωστῆ ὑπὸ τὸ ὄνομα *Πλειάδες* (πούλια).

Ἐὰν τὴν γραμμὴν βα τοῦ Ἡνιόχου προεκτείνωμεν πέραν τοῦ Περσέως, ἀνευρίσκομεν τὸν *Κριόν*. Τοῦτου οἱ κυριώτεροι ἀστέρες κεῖνται ἐπὶ 4 εὐθ. τμημάτων, τὰ ὅποια 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 Πήγασον παραλλήλως σχεδὸν πρὸς τὸν Ἰσημερινόν.

Ὠρίων—Μέγας Κύων. Ἐπί τῆς γραμμῆς Πολικὸς—Αἶξ καὶ πέραν τοῦ Ἡνιόχου κεῖται ὁ λαμπρότερος ἀστερισμὸς τοῦ οὐρανοῦ *Ὠρίων*. Οἱ ἀστέρες α, β, γ, χ αὐτοῦ σχηματίζουν τετράπλευρον. Ἐντὸς αὐτοῦ εὐρίσκονται ἐπ' εὐθείας οἱ δ, ε, ζ (2ου μεγέθους), οἱ ὅποιοι καλοῦνται *τρεῖς Βασιλεῖς* ἢ *τρεῖς Μάγοι*. Ἡ δὲ εὐθεῖα αὐτῶν καλεῖται *Τελαμῶν τοῦ Ὠρίωνος*. Οἱ ἀστέρες α (Betelgeuse) καὶ β (Rigel) εἶναι 1ου μεγέθους, ὁ δὲ γ (Bellatrix) εἶναι 2ου μεγέθους.

Σημ. Ὁ δ τοῦ Ὠρίωνος κεῖται ἐπὶ τοῦ Ἰσημεριοῦ.

Ἐπί 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 Ἄρκτου καὶ τοῦ Σειρίου κεῖται ὁ ἀστερισμὸς τῶν *Διδύμων*. Τοῦτου οἱ λαμπρότεροι ἀστέρες λέγονται *Πολυδεύκης* (1ου μεγέθους) καὶ *Κάστωρ* (2ου μεγέθους).

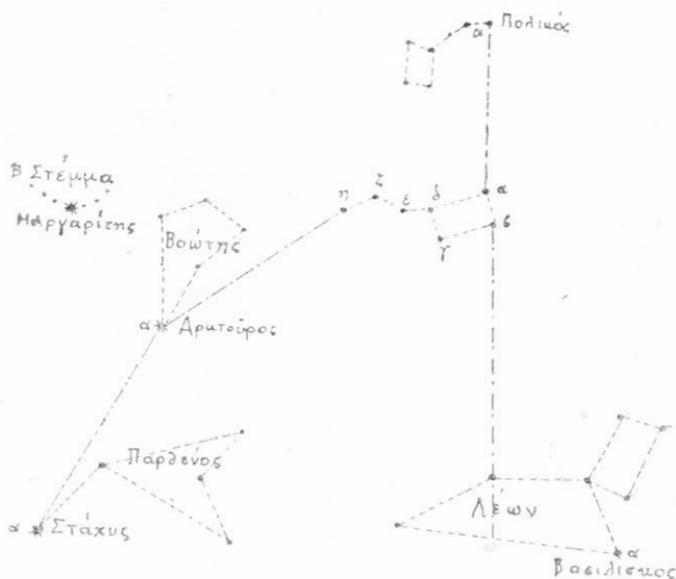
Πλησίον τῶν Διδύμων καὶ ἐπὶ τῆς γραμμῆς Πολικὸς—Πολυδεύκης κεῖται ὁ *Προκύων*. Οὗτος εἶναι 1ου μεγέθους καὶ ἀνήκει εἰς τὸν *Μικρὸν Κύνα*.

124. Διάφοροι ἀστερισμοί. (Γ' σειρά). *Δέων*. Ἐὰν τὴν

γραμμὴν βα τῆς Μεγάλης Ἄρκτου προεκτείνωμεν ἀντιθέτως πρὸς τὸν Πολικόν, ἀνευρίσκομεν τὸν *Λέοντα*. Τούτου οἱ κυριώτεροι ἀστέρες ἀποτελοῦσι τραπέζιον, ὃ δὲ λαμπρότερος καλεῖται *Βασιλίσκος* καὶ εἶναι 1ου μεγέθους.

Βοώτης—Βόρειον Στέμμα—Παρθένος. Ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τῆς γραμμῆς ζη τῆς Μεγάλης Ἄρκτου κεῖται ὁ *Ἄρκτουρος* (1ου μεγέθους). Οὗτος κατέχει μίαν κορυφὴν πενταγώνου, τὸ ὅποιον ἀποτελεῖ τὸν ἀστερισμὸν τοῦ *Βοώτου*.

Πλησίον τοῦ Βοώτου κεῖται ὁμάς 7 ἀστέρων, οἱ ὅποιοι εἶναι

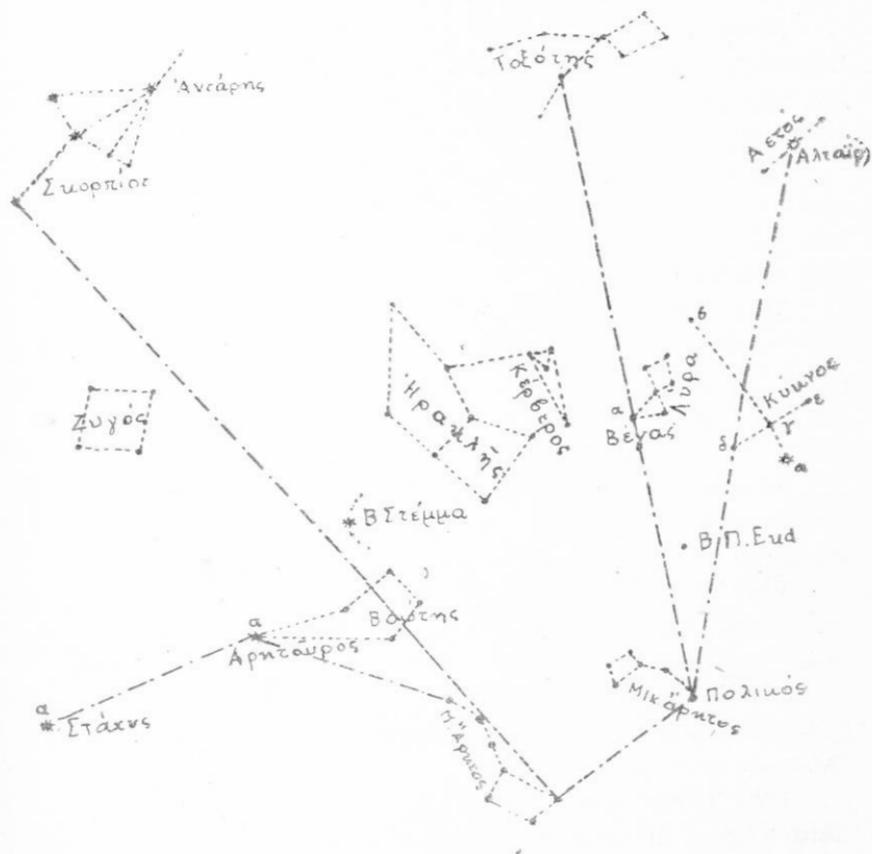


Σχ. 76.

τεταγμένοι ἐπὶ ἡμιπεριφερείας. Οὗτοι ἀποτελοῦσι τὸ *Βόρειον Στέμμα*, ὃ ὁ λαμπρότερος ἀστὴρ εἶναι 2ου μεγέθους καὶ καλεῖται *Μαργαρίτης*.

Ἐὰν τὸ τόξον, τὸ ὅποιον ἀποτελεῖ ἡ οὐρὰ τῆς Μεγάλης Ἄρκτου μετὰ τοῦ Ἄρκτούρου, προεκτείνωμεν πέραν τοῦ Ἄρκτούρου, εὐρίσκομεν τὸν *Στάχυν*, ὃ ὅποιος εἶναι 1ου μεγέθους καὶ ἀνήκει εἰς τὸν ἀστερισμὸν τῆς *Παρθένου*.

125. Διάφοροι άστερισμοί. (Δ' σειρά). *Σκορπίος—Ζυγός—Τοξότης*. Ἡ γραμμὴ αζ τῆς Μεγάλης Ἄρκτου προεκτεινομένη πέραν τῆς οὐράς αὐτῆς διέρχεται δι' εὐδιακρίτου άστερισμοῦ τοῦ *Σκορπίου*. Τούτου ὁ α εἶναι άστήρ έρυθρὸς 1ου μεγέθους καὶ καλεῖται *Αντίαρης*.



Σχ. 77.

Ἐκατέρωθεν τοῦ Σκορπίου πρὸς μὲν τὴν Παρθένον κεῖται ὁ *Ζυγός*, οὗ οἱ λαμπρότεροι άστέρες άποτελοῦσι τετράπλευρον, πρὸς δὲ τὸ ἕτερον μέρος κεῖται ὁ *Τοξότης*. Ἀμφοτέρων τούτων οἱ άστέρες εἶναι άμυδροί.

Λύρα—*Ἡρακλῆς*—*Κέρβερος*—*Κύννος*—*Ἄετός*. Παρὰ τὴν γραμμὴν, ἡ 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 ἓν ἰσοσκελὲς τραπέζιον καὶ ἓν εὐρύτερον πεντάγωνον.

Πρὸς ἀνατολὰς τῆς Λύρας καὶ εἰς θέσιν συμμετρικὴν περιπυ τῶν Διδύμων πρὸς τὸν Πολικὸν κεῖται ὁ *Κύννος*. Τούτου οἱ λαμπρότεροι ἀστέρες σχηματίζουν σι μέγαν σταυρὸν, ὁ δὲ α εἶναι 1ου μεγέθους.

Ἐὰν προεκτείνωμεν πέραν τοῦ Κύννου τὴν γραμμὴν Πολικὸς—δ Κύννου ἀνευρίσκομεν τὸν ἀστέρα *Ἄλταϊρ* 1ου μεγέθους. Οὗτος ἀνήκει εἰς τὸν ἀστερισμὸν τοῦ *Ἄετοῦ*. Τούτου δύο ἀμυδρότεροι ἀστέρες ἐκατέρωθεν τοῦ *Ἄλταϊρ* κείμενοι ἀποτελοῦσι μετ' αὐτοῦ εὐθειαν γραμμὴν.

Ἀσκήσεις. 155) Ὁ Σείριος ἔχει $\alpha=6\text{ώρ.}41\text{π.}56\delta$. ὁ δὲ Λαμπαδίας ἔχει $\alpha=4\text{ώρ.}31\text{π.}44\delta$. Κατὰ ποίαν ὥραν μεσουρανεῖ ἑκάτερος τούτων ἐν Ἀθήναις ;

156) Ὁ Πολυδεύκης ἔχει $\alpha=7\text{ώρ.}40\text{π.}51\delta$. καὶ ἀνατέλλει εἰς τινα τόπον τὴν 23ην ὥραν. Εἰς πόσον χρόνον διανύει τὸ νυκτερινὸν τόξον αὐτοῦ ;

157) Ὁ Βασιλίσκος ἔχει $\alpha=10\text{ώρ.}4\text{π.}29\delta$, ὁ δὲ Προκύων ἔχει $\alpha=7\text{ώρ.}35\text{π.}29\delta$. Κατὰ ποίαν ὥραν μεσουρανεῖ κάτω ἐν Ἀθήναις ἑκάτερος τούτων ;

158) Ἡ Αἶξ ἔχει $\alpha=5\text{ώρ.}11\text{π.}18\delta$. καὶ $\delta=45^{\circ}55'32''$. Κατὰ ποίαν ὥραν μεσουρανεῖ ἄνω ἐν Ἀθήναις καὶ πόση εἶναι ἡ *P* αὐτοῦ ;

159) Ὁ Rigel ἔχει $\delta=-8^{\circ}17'5''$. Πόση εἶναι ἡ *P* αὐτοῦ ;

160) Ὁ Πολυδεύκης ἀνατέλλει εἰς τινα τόπον, καθ' ἣν σιγμὴν μεσουρανεῖ ἄνω ἐν αὐτῷ ἡ Αἶξ. Εἰς πόσον χρόνον ὁ Πολυδεύκης θά διανύσῃ τὸ ἡμερήσιον τόξον αὐτοῦ ;

161) Ὁ Βέγας ἔχει $\alpha=18\text{ώρ.}34'28''$, $\delta=38^{\circ}42'53''$. Οὗτος ἡ

ὁ Βασιλίσκος μεσουρανεῖ ἐνωρίτερον ἐν Ἀθήναις καὶ πόσον χρόνον ἐνωρίτερον ;

162) Ὁ Βέγας ἢ ἡ Αἶξ κεῖται νοτιώτερον καὶ πόσον ;

163) Πόση εἶναι ἡ Ρ τοῦ δ 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. Χρῶμα τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων. Φάσμα καὶ σύστασις αὐτῶν. Οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες δὲν ἔχουσιν ὅλοι τὸ αὐτὸ χρῶμα. Οἱ πλεῖστοι τούτων εἶναι λευκοί, ἄλλοι εἶναι κίτρινοι καὶ μερικοὶ εἶναι ἐρυθροί. Λευκοὶ π.χ. εἶναι ὁ Βέγας, Σείριος Βασιλίσκος, Κάστωρ, Στάχυς. Κίτρινοι εἶναι ὁ Πολικός, Ἀλταῖρ, Αἶξ. Ἐρυθροὶ δὲ ὁ Ἄρκτουρος, Ἀντάρης, Βέτελγευσε, ο τοῦ Κήτους.

Ἐπὶ 100 ἀστέρων οἱ 60 εἶναι λευκοί, οἱ 35 κίτρινοι καὶ οἱ 5 ἐρυθροί.

Τὸ διάφορον χρῶμα τῶν ἀστέρων ὀφείλεται εἰς τὴν διάφορον θερμοκρασίαν αὐτῶν, ὡς ἐκ τῆς φασματοσκοπικῆς ἐξετάσεως αὐτῶν ἀποδεικνύεται.

Τὸ φάσμα τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων εἶναι γενικῶς ἀνάλογον πρὸς τὸ φάσμα τοῦ Ἥλιου. 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. Ἡ δὲ φωτεινὴ αὕτη πηγὴ περιβάλλεται ὑπὸ ἀερώδους περιβλήματος, ὑπὸ ἀτμοσφαιρας χαμηλοτέρας θερμοκρασίας. Ἡ ἀτμόσφαιρα αὕτη ἀπορροφᾷ μέρος τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων τῆς φωτεινῆς πηγῆς καὶ προκαλεῖ οὕτω τὰς ραβδώσεις τοῦ φάσματος. Ἐκ τῶν ραβδώσεων τούτων αἱ ἀντιστοιχοῦσαι εἰς τὸ ὕδρον παρατηροῦνται εἰς τὰ φάσματα ὄλων σχεδὸν τῶν ἀστέ-

ρων. Μετ' αὐτάς συχνότερον παρατηροῦνται ραβδώσεις ἀντιστοιχοῦσαι εἰς τὸν σίδηρον, τὸ μαγνήσιον, σόδιον.

Τὸ πλῆθος ἐν γένει τῶν ραβδώσεων καὶ ἡ ἔντασις αὐτῶν εἶναι διάφορος εἰς τοὺς διαφόρους ἀστέρας, ἐξαρτᾶται δὲ κυρίως ἡ γενικὴ ἄποψις τοῦ φάσματος ἐκ τοῦ χρώματος τοῦ ἀστέρος.

Ὁ Secchi βασιζόμενος ἐπὶ τῆς φασματοσκοπικῆς ἐξετάσεως τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων διήρσεσεν αὐτοὺς εἰς τὰς κάτωθι μεγάλας κλάσεις.

Α'. *Ἀστέρες λευκοί.* Τὸ φάσμα αὐτῶν εἶναι σχεδὸν συνεχὲς μὲ σκοτεινάς 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 χώραν.

Ἡ ἀτμόσφαιρα λοιπὸν τῶν ἀστέρων τούτων ἀποτελεῖται κατὰ τὸ πλεῖστον ἐξ ὕδρογόνου εἰς λίαν ὕψηλῃν 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 ὁ Σείριος, Βέγας, Ἀλταῖρ, 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 κυανῆ καὶ ἰώδης χώρα 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 ὄριμον ἡλιακὴν ἡλικίαν αὐτῶν.*

Κυριώτεροι τύποι τούτων εἶναι ὁ Ἡλιος, ὁ Πολικὸς ἀστὴρ, ὁ Πολυδεύκης, ὁ α τῆς Μεγάλης Ἀρκτοῦ, ὁ α τῆς Κασσιόπης.

Γ'. *Ἀστέρες ἐρυθροὶ ἢ πορτοκαλόχροοι.* Τὸ φάσμα αὐτῶν περιέχει σκοτεινάς ραβδώσεις διακοπτομένας ὑπὸ σκοτεινῶν

λωρίδων, αίτινες έξασθενοῦσι βαθμηδόν πρὸς τὴν ἐρυθρὰν χώραν. Αἱ ραβδώσεις ἀντιστοιχοῦσιν εἰς τὸ σόδιον, μαγνήσιον, σίδηρον, ἀσβέστιον κτλ. Αἱ ραβδώσεις τοῦ ὕδρογόνου συνήθως λείπουσιν. Αἱ σκοτειναὶ ταινίαι ἀποδίδονται εἰς ὀξειδία τοῦ μαγνησίου καὶ τοῦ τιτανίου.

Κυριώτεροι τύποι αὐτῶν εἶναι ὁ Ἄντάρης, Bételgeuse, α τοῦ Ἡρακλέους, ὁ θαυμάσιος τοῦ Κήτους.

Δ'. Ἀστέρες ἐρυθροῦ ρουβινίου. Τὸ φάσμα αὐτῶν εἶναι ὅμοιον πρὸς τὸ φάσμα τῶν ἀστέρων τῆς προηγουμένης κλάσεως. Αὐτῶν ὅμως αἱ σκοτειναὶ λωρίδες έξασθενοῦσι πρὸς τὴν ἰώδη χώραν τοῦ φάσματος. Ἀποδίδονται δὲ αἱ λωρίδες αὗται εἰς τὸν ἄνθρακα ἢ εἰς ὕδρογονάνθρακα.

Οἱ ἀστέρες οὔτοι εἶναι ὀλιγώτερον θερμοὶ ὄλων, εἶναι δὲ οὔτοι 250 περίπου ἀπὸ τοῦ 5ου μεγέθους καὶ ἐξῆς.

Εἰς τοὺς ἀστέρας τῶν δύο τελευταίων κλάσεων τὸ ὕδρογονον δὲν ὑπάρχει ἐλεύθερον, ἀλλ' ἠνωμένον μετ' ἄλλων στοιχείων εἰς σύνθετα σώματα βαθμηδόν πολυαριθμότερα, ἐφ' ὅσον ἡ θερμοκρασία εἶναι μικροτέρα. Κατὰ τὸν Janssen οὔτοι εἶναι ἀστέρες διατρέχοντες τὸ τελευταῖον στάδιον τῆς ἡλιακῆς ζωῆς αὐτῶν.

127. Παροδικοὶ ἀστέρες, Παρατηρήθησαν ἀστέρες τινές, οἵτινες αἰφνιδίως ἐνεφανίσθησαν εἰς τὸν οὐρανὸν καὶ ἀφ' οὗ ἔλαβον μεγίστην τινὰ λαμπρότητα, μετὰ τινὰ χρόνον βαθμηδόν έξασθενούμενοι ἐξηφανίσθησαν ἐντελῶς ἢ διατηροῦνται μὲ ἀσθενεστάτην λαμπρότητα. Οὔτοι λέγονται *παροδικοὶ* ἢ *νέοι* ἀστέρες.

Ἀπὸ τοῦ Ἰπάρχου (2ος αἰὼν π. Χ.), παρατηρήθησαν διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ 35 περίπου νέοι ἀστέρες.

Ὁ α' τούτων παρατηρήθη ὑπὸ τοῦ Ἰπάρχου κατὰ τὸ ἔτος 134 π. Χ. (κατ' ἄλλους 125 π. Χ.). Ἡ ἐμφάνισις αὐτοῦ ἔδωσεν ἀφορμὴν εἰς τὸν Ἰπάρχον νὰ συντάξῃ τὸν πρῶτον συστηματικὸν κατάλογον τῶν ἀστέρων.

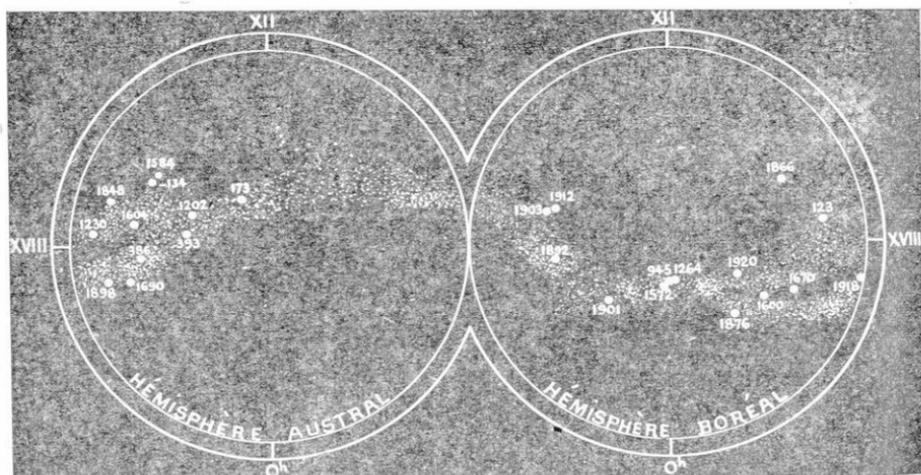
Ἄλλοι ἀξιοσημεῖωτοι παροδικοὶ ἀστέρες εἶναι οἱ ἐξῆς:

Ὁ ἀστήρ τοῦ Tycho-Braché. Οὗτος ἐνεφανίσθη εἰς τὸν ἀστερισμὸν τῆς Κασσιόπης ἐγγύτατα (1^ο31') τοῦ κ αὐτῆς κατὰ τὴν 2ην Νοεμβρίου 1572. Ἡ λαμπρότης τούτου ἔφθασε τὴν λαμπρό-

τητα τῆς Ἀφροδίτης, ὅτε ἦτο ὁρατὸς καὶ ἐν πλήρει μεσημβρίᾳ. Ἐπειτα ἔβαιναν αὕτη μειομένη καὶ τὸν Μάρτιον τοῦ 1574 ἐξηφανίσθη.

Ἀξιοσημεῖοι ἐπίσης εἶναι ὁ ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Ἡνίου ἐμφανισθεὶς τὸ 1892, ὁ ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Ἄετος τὸ 1918 καὶ ὁ ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Κύκνου ἐμφανισθεὶς τὸ 1920.

Οὐδὲν βέβαιον γνωρίζομεν περὶ τῶν αἰτίων, εἰς τὰ ὅποια



Θέσις τῶν κυριωτέρων περιοδικῶν ἀστέρων.

ὀφείλεται ἢ ἐμφάνισις τῶν ἀστέρων τούτων. Πιθανὸν νὰ προέρχωνται ἐκ συγκρούσεως δύο ἀστέρων ἢ μᾶλλον ἐκ συναντήσεως νεφελώδους μάζης μετὰ σκοτεινοῦ ἢ ἀσθενοῦς λαμπροῦ 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 πολὺ τῶν ἀστέρων τούτων ἔλαβον τελικῶς μορφήν νεφελώδους ἀστέρος.

Ἡ νεωτέρα ἐξήγησις εἶναι ὅτι οὗτοι ὀφείλονται εἰς ἐκρή-

ξεις ἀερίων ἐπὶ ἀστέρων ἀσθενοῦς πρότερον λαμπρότητος. Αἱ προεξοχαὶ τοῦ Ἥλιου εἶναι παράδειγμα τοιούτων ἐκκρήξεων.

128. Περιοδικοὶ ἀστέρες. Ἡ λαμπρότης μερικῶν ἀστέρων μεταβάλλεται περιοδικῶς. Διὰ τοῦτο οὗτοι λέγονται *περιοδικοὶ* ἀστέρες.

Μᾶλλον ἀξιοσημεῖωτοι περιοδικοὶ ἀστέρες εἶναι οἱ ἑξῆς :

Α') *Ἡ ἄστηρ ο τοῦ Κήτους ἢ θαυμάσιος.* Ἡ λαμπρότης αὐτοῦ βαίνει ἐπὶ τρεῖς μῆνας βαθμιαίως ἀξανομένη, μέχρις οὗ γείνη ἄστηρ 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 ἀξησις αὐτῆς.

Ἡ περίοδος λοιπὸν αὐτοῦ εἶναι 11 μῆνες. Εἶναι δὲ οὗτος κίτρινος, ὅταν ἔχη τὴν μεγίστην λαμπρότητα καὶ ὑπέρυθρος κατὰ τὴν ἐλαχίστην.

Β'). *Ἡ ἄστηρ ἢ 6 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 ἐλαττομένη, μέχρις οὗ καταστῆ ἄστηρ 4ου μεγέθους. Μετὰ πάροδον 8π περίπου ἡ ἐλαχίστη αὐτοῦ λαμπρότης ἄρχεται βαθμιαίως ἀξανομένη καὶ μετὰ 4 ὥρας ὁ ἄστηρ καθίσταται πάλιν 2ου μεγέθους. Ἡ περίοδος λοιπὸν αὐτοῦ εἶναι 2 ἡμ. 21 ὥρ. 8 π.

Γ') *Ἡ ἄστηρ ἢ 1 τοῦ Δύρας.* 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 ἐξήγησις τῆς μεταβολῆς τῆς λαμπρότητος τῶν περιοδικῶν ἀστέρων βασιζέται ἐπὶ τῆς φύσεως τοῦ φάσματος αὐτῶν.

Τῶν περιοδικῶν τύπου Ἡ ἄστηρ ἢ 6 τοῦ Περσέως καὶ τῆς φύσεως τοῦ φάσματος δὲν μεταβάλλεται κατὰ τὴν περίοδον. Μόνον ἡ ἔντασις τῶν χρωμάτων αὐτοῦ ἀλλοιοῦται. Παραδέχονται λοιπὸν ὅτι ἡ μεταβολὴ τῆς λαμπρότητος ἐκάστου τοιούτου ἀστέρος ὀφείλεται εἰς περιστροφὴν περὶ αὐτὸν σκοτεινοῦ δορυφόρου, ὁ ὁποῖος τίθεται βαθμιαίως καὶ περιοδικῶς μεταξὺ ἡμῶν καὶ τοῦ ἀστέρος.

Ἄλλων περιοδικῶν τὸ φάσμα μεταβάλλει ὄψιν. Ἡ δὲ με-

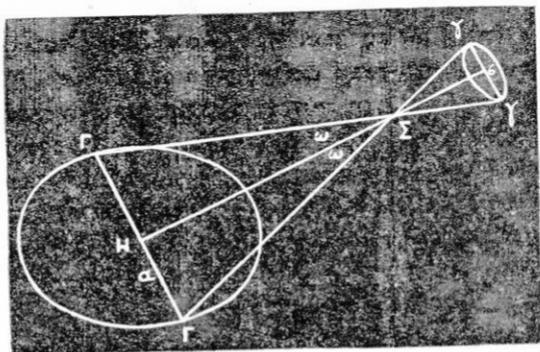
ταβολή αὕτη φαίνεται ὅτι ὀφείλεται εἰς οὐσιώδεις τροποποιήσεις τῆς καταστάσεως αὐτῶν. Δὲν εἶναι δηλαδὴ ἀπίθανον ἢ ἐπιφάνεια αὐτῶν νὰ ὑφίσταται ἀλλοιώσεις ἕνεκα ἐκρήξεως ἀερίων ἢ σχηματισμοῦ σκοτεινῶν κηλίδων, ὅπως αἱ μεγάλαί καὶ περισσότεραι κηλίδες τοῦ Ἡλίου σχηματίζονται ἀνὰ 11 ἔτη.

Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἔτεινον νὰ ἐξηγήσωσιν ἄλλοτε τὴν μεταβολὴν τοῦ φάσματος τοῦ θαυμασίου. Κατὰ τὸ ἔτος ὁμῶς 1923 ἀνεκαλύφθη ὅτι περὶ τὸν θαυμασίον στρέφεται καὶ ἄλλος φωτεινὸς ἀστήρ, ὅστις λέγεται *συνοδὸς* αὐτοῦ.

Ἐξηγεῖται δὲ ἤδη ἡ μεταβολὴ τοῦ φάσματος τοῦ θαυμασίου ὡς προερχομένη ἀπὸ τὸ φῶς τοῦ συνοδοῦ αὐτοῦ.

Γ'.) Εἶναι ἐπίσης πιθανὸν ἡ μεταβολὴ τῆς λαμπρότητος τῶν περιοδικῶν τοῦ τύπου τοῦ δ τῆς Λύρας νὰ ὀφείληται εἰς πλείονα αἷτια τοῦ ἑνός. Π. χ. εἰς τὴν παρουσίαν σκοτεινοῦ δορυφόρου καὶ εἰς τροποποιήσεις τῆς καταστάσεως τῆς ἀτμοσφαιρας αὐτῶν.

129. Ἐτησία παράλλαξις τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.



Σχ. 78.

Ἐστω H (Σχ. 78) τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου, Σ ἀπλανῆς ἀστήρ, καὶ PP' ἡ ἐπὶ τὴν ΣH κάθετος διάμετρος τῆς γήινης τροχιᾶς. Ἡ γωνία $\text{H}\Sigma\Gamma = \omega$, ὑπὸ τὴν ὁποίαν ἐκ τοῦ ἀστέρος Σ φαίνεται ἡ ἀκτὴς $\text{H}\Gamma = \alpha$ τῆς γήινης τροχιᾶς, καλεῖται *ἐτησία παράλλαξις* τοῦ ἀστέρος τούτου.

Ἐν ϕ ἡ $\Gamma\eta$ μετατίθεται ἐπὶ τῆς τροχιᾶς τῆς, αἱ ἐν τῷ οὐ-

ρανῶ φαινόμεναί θέσεις τοῦ Σ μετατίθενται ἐπίσης συνεχῶς ἐπὶ ἑλλείψεως. Ταύτης ὁ μέγας ἄξων γγ' εἶναι παράλληλος πρὸς τὴν Ἐκλειπτικὴν.

Ἐὰν μετρηθῇ ἡ γωνία τῶν εἰς τὰ ἄκρα τοῦ μεγάλου ἄξωνος τῆς ἑλλείψεως ταύτης κατευθυνομένων ὀπτικῶν ἀκτίνων Γγ, Γ'γ' καὶ ληθῇ τὸ ἥμισυ αὐτῆς, εὐρίσκεται προφανῶς ἡ ἔτησία παράλλαξις τοῦ ἀστέρος Σ.

Ἡ ἔτησία παράλλαξις εἶναι πολὺ μικρά, πάντοτε μικρότερα τοῦ 1". Ἔνεκα τούτου μόλις 100 περίπου ἀπλανῶν κατωρθώθη νὰ ὀρισθῇ ἡ ἔτησία παράλλαξις διὰ τῆς μεθόδου ταύτης.

Διὰ νεωτέρας μεθόδου τῇ βοήθειᾳ τῆς φωτογραφίας κατωρθώθη νὰ ὀρισθῇ ἡ παράλλαξις περισσοτέρων τῶν 3000 ἀστέρων.

130. Ἀπόστασις τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων. Ἐκ τοῦ ὀρθογωνίου τριγώνου ΣΗΓ (Σχ. 78) προκύπτει ἡ ἰσότης (ΗΓ) = (ΣΓ)ῆμω, ὅθεν (ΣΓ) = $\frac{(ΗΓ)}{\eta\omega}$ ἢ ἔνεκα τῆς σμικρότητος τῆς ω, (ΣΓ) = $\frac{(ΗΓ)}{\omega}$.

Ἐὰν 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 προηγουμένη ἰσότης γίνεται

$$(\Sigma\Gamma) = (ΗΓ) \frac{360 \times 60 \times 60}{2\pi\delta} = \frac{206265}{\delta} (ΗΓ) \text{ περίπου. } (1)$$

Διὰ τὸν α τοῦ Κενταύρου, ἡ ἰσότης αὕτη γίνεται

(ΣΓ) = $\frac{206265}{0,75} (ΗΓ) = 275020 (ΗΓ)$, ἦτοι οὗτος ἀπέχει ἀφ' ἡμῶν ἀποστάσιν 275020 φοράς μεγαλυτέραν τῆς ἀφ' ἡμῶν μέσης ἀποστάσεως τοῦ Ἡλίου. Ἐπειδὴ δὲ τὸ φῶς χρειάζεται 500δ, ἵνα ἔλθῃ ἀπὸ τοῦ Ἡλίου, ἔπεται ὅτι, ἵνα ἔλθῃ ἀπὸ τοῦ α τοῦ Κενταύρου, χρειάζεται $500\delta \times 275020 = 4,35$ ἔτη περίπου.

Ἡ μέση ἀπόστασις τῆς Γῆς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου λαμβάνεται ὡς μονὰς μήκους διὰ τὴν καταμέτρησιν μεγάλων ἀποστάσεων καὶ καλεῖται ἀστρονομικὴ μονὰς.

Διὰ μεγαλυτέρας ἀποστάσεις μεταχειρίζομεθα τὰ ἔτη φωτός, ἤτοι πρὸς δῆλωσιν τοιαύτης τινὸς ἀποστάσεως ὑπολογίζομεν πόσα ἔτη χρειάζεται τὸ φῶς, ἵνα διατρέξῃ αὐτὴν.

Πλὴν τῶν δύο τούτων μονάδων μεταχειρίζονται ἀκόμη καὶ τρίτην μονάδα καλουμένην Parsec (Parallaxe d'une seconde = παράλλαξις ἑνὸς δευτερολέπτου). Οὕτω καλεῖται ἡ ἀπόστασις ἀστέρος ἔχοντος ἑτησίαν παράλλαξιν 1". Διὰ τοιοῦτον ἀστέρα ἡ ἰσότης (1) γίνεται $(\Sigma\Gamma) = 206265(\text{ΗΓ}) = 5008 \times 206265 = 3,259$ ἔτη φωτός.

Πλησιέστερος πρὸς τὴν Γῆν ἀπλανὴς θεωρεῖται μέχρι τοῦδε εἰς ἀστήρ 13ου μεγέθους τοῦ Κενταύρου. Οὗτος ἀπέχει 4 ἔτη φωτός καὶ λέγεται *ἐγγύτατος* τοῦ Κενταύρου.

Πίναξ ἀστρικῶν τινων παραλλάξεων καὶ ἀποστάσεων

Ἀστὴρ	Ἔτησία παράλλαξις	Ἀπόστασις	
		εἰς ἀστρικὰς μονάδας	εἰς ἔτη φωτός
α Κενταύρου	0",75	275020	4,35
Σείριος	0",37	557475	8,8
Βέγας	0",13	1586654	25
Πολικός	0",07	2946643	46,6

Εὐρίσκονται λοιπὸν οἱ ἀστέρες εἰς παμμεγίστας καὶ διαφορωτάτας ἀποστάσεις.

Ἐὰν οὗτοι ἐστρέφοντο περὶ τὴν Γῆν καὶ ἐντὸς 24 ὥρων, 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 ἀστήρ ἔγραφε τὸν οὐράνιον ἰσημερινὸν καὶ ἀπείχεν ἕν ἔτος φωτός, ἔπρεπε νὰ ἔχη ταχύτητα 2000 φορές μεγαλυτέραν τῆς

ταχύτητος τοῦ φωτός. Τοιαῦται δὲ ταχύτητες δὲν φαίνονται πιθαναί.

Προκύπτει ὅθεν ἐκ τούτων ἑτέρα ἔμμεσος ἀπόδειξις τῆς στροφῆς τῆς Γῆς περὶ ἄξονα.

Ἀσκήσεις. 164) Ἡ ἔτησία παράλλαξις τοῦ Λαμπαδίου εἶναι 0",19. Νὰ εὑρητε τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ.

165) Ἡ ἔτησία παράλλαξις τοῦ 61 τοῦ Κύκνου εἶναι 0",29. Νὰ εὑρητε τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ.

166) Ἡ ἔτησία παράλλαξις τοῦ Ἄλταϊρ εἶναι 0,21. Νὰ εὑρητε τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ.

131. Ἰδία κίνησις τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων. Μέχρι τῶν ἀρχῶν τοῦ 18ου αἰῶνος οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες ἔθεωροῦντο ἀκίνητοι ἐν τῷ διαστήματι.

Ὁ Halley κατὰ τὸ ἔτος 1718 συνέκρινε τὰς θέσεις ἀστέρων τινῶν, αἱ ὁποῖαι ἀναγράφονται ἐν τῇ Μαθηματικῇ Συντάξει τοῦ Πτολεμαίου, πρὸς τὰς ἐπὶ τῶν ἡμερῶν του καθορισθείσας. Οὕτω δὲ ἐβεβαιώθη ὅτι οὗτοι ἐκινήθησαν αἰσθητῶς ἐπὶ τῆς οὐρανίας σφαίρας.

Βραδύτερον καὶ ὑπὸ ἄλλων ἀστρονόμων ἐβεβαιώθη ἡ ἴδια τῶν ἀπλανῶν κίνησις.

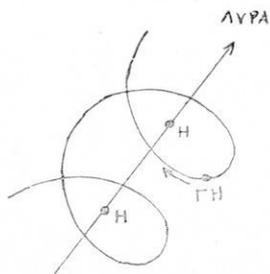
Εἶναι δὲ αἱ κινήσεις αὗται βραδύταται.

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 μετατεθῆ εἰς ἀστήρ, κατὰ τὴν διάμετρον (§ 91) τῆς Σελήνης, πρέπει νὰ παρέλθωσιν 1889:0,1=18890 ἔτη. Εἰς τὴν βραδεῖαν ταύτην κίνησιν καὶ εἰς τὴν μεγίστην ἀπόστασιν τῶν ἀστέρων ἀφ' ἡμῶν ὀφείλεται τὸ ἀμετάβλητον τῆς ὕψεως 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 παρσούρων μεθ' ἑαυτοῦ τοὺς πλανήτας μετὰ τῶν δορυφόρων των καὶ τοὺς περιοδικούς κομήτας. Ἡ δὲ φαινομένη ἐν τῷ οὐρανῷ ἐλαχίστη μετάθεσις τῶν ἀπλανῶν ἀπεδείχθη ὅτι

είναι αποτέλεσμα τῶν συνδυασμῶν τῆς ἰδίας αὐτῶν κινήσεως καὶ τῆς κινήσεως ἡμῶν μετὰ τοῦ Ἡλίου.



Σχ. 79.

Τὸ σημεῖον τοῦ Οὐρανοῦ, πρὸς τὸ ὁποῖον διευθύνεται ὁ Ἡλιος λέγεται *κόρυμβος* (διεθνῶς apex). Κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τοῦ Herschel ὁ κόρυμβος κεῖται ἐγγὺς τοῦ λ τοῦ Ἡρα κλέους. Ὑπὸ τῶν νεωτέρων ἀστρονόμων ὁ κόρυμβος τοποθετεῖται εἰς τὸν ἀστερισμὸν τῆς λύρας, ὀλίγας μοίρας μακρὰν τῆς θέσεως, τὴν ὁποίαν ὠρίσεν ὁ Herschel.

Κατὰ τὴν κίνησιν ταύτην ὁ Ἡλιος ἔχει ταχύτητα 18—20 χιλιομέτρων κατὰ δευτερόλεπτον.

Ἔνεκα τῆς κινήσεως ταύτης ἡ Γῆ οὐδέποτε ἐπανέρχεται εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν τοῦ διαστήματος. Γράφει δὲ ἐν τῷ διαστήματι ἑλικοειδῆ καμπύλην περὶ τὴν κατεύθυνσιν τῆς κινήσεως τοῦ Ἡλίου (Σχ. 79).

Ἀσκήσεις. 167) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ μετατίθεται κατὰ 10' ἑτησίως. Νὰ εὑρητε εἰς πόσον χρόνον ἢ μετάθεσις του ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας θὰ γίνῃ ἴση πρὸς τὴν μέσση τιμὴν τῆς φαινομένης διαμέτρου τῆς Σελήνης.

168) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ μετατίθεται κατὰ 0,1", ἑτησίως. Νὰ εὑρητε εἰς πόσον χρόνον θὰ μεταθεθῇ κατὰ τὴν μέσση τιμὴν τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ Ἡλίου.

169) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ μετατίθεται κατὰ 0,11", ἑτησίως. Νὰ εὑρητε μετὰ πόσον χρόνον ἢ μετάθεσις του θὰ γίνῃ ἴση πρὸς τὴν ἑτησίαν παράλλαξιν τοῦ πολικοῦ ἀστέρος.

132. Διπλοὶ ἀστέρες. Ὑπάρχουσιν ἀστέρες, οἵτινες ὀρώμενοι δι' ἰσχυροτάτου τηλεσκοπίου χωρίζονται εἰς δύο διακεκριμένους ἀστέρας. Οἱ ἀστέρες οὗτοι λέγονται *διπλοὶ* ἀστέρες. Τοιοῦτοι π.χ. εἶναι ὁ Σείριος, γ τῆς Παρθένου, γ τοῦ Λέοντος, 61 τοῦ Κύνκου κτλ.

Οἱ διπλοὶ ἀστέρες διακρίνονται εἰς *ὀπτικῶς διπλοῦς* καὶ εἰς *φυσικῶς διπλοῦς*. Οἱ πρῶτοι εὐρίσκονται εἰς μεγίστην ἀπ' ἄλλῃ.

λων απόστασιν φαίνονται δὲ διπλοῖ, διότι κείνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς περίπου ὀπτικῆς ἀκτίνος (Σχ. 80). Διακρίνονται δὲ τῶν φυσικῶς διπλῶν ἐκ τῆς ἰδίας αὐτῶν κινήσεως, ἥτις εἶναι ὁμοίομορφος καὶ εὐθύγραμμος. Τοιοῦτος π.χ. εἶναι ὁ Κάστωρ.

Οἱ φυσικῶς διπλοῖ εἶναι πράγματι πλησίον ἀλλήλων καὶ ὁμοῦ κινουῦνται εἰς τὸ διάστημα.



Σχ. 80.

Ἡ ἀνακάλυψις τῶν διπλῶν ἀστέρων ὀφείλεται εἰς τὸν

W. Herschel. Οὗτος ἀνήγγειλε τὸ ἔτος 1802 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 διπλοὺς ἀστέρας. Ἠδυνήθη μάλιστα νὰ προσδιορίσῃ καὶ τὴν διάρκειαν τῆς περιστροφῆς τῶν συνοδῶν μερικῶν διπλῶν ἀστέρων. Οὕτω περιφέρεται εἰς 39 ἔτη ὁ σύνοδος τοῦ Πρόκνου, εἰς 50 τοῦ Σειρίου, εἰς 80 τοῦ α τοῦ Κενταύρου.

Βραδύτερον ἀπέδειξεν ὅτι ἡ ἰδία κίνησις τῶν συνοδῶν γίνεται κατὰ τοὺς δύο πρώτους νόμους τοῦ Κεπλέρου. Κατ' ἀκολουθίαν καὶ οὗτοι ὑπόκεινται εἰς τὸν νόμον τῆς παγκοσμίου ἔλξεως.



Ἡ διπλοὺς ἀστὴρ ζ τοῦ Ἡρακλέους.

Ὁ σύνοδος τοῦ Σειρίου παρατηρήθη τὸ πρῶτον τὸν Φεβρουάριον τοῦ 1862 ὑπὸ τοῦ Ἀμερικανοῦ Clark. Ἡ ὑπαρξις ὅμως αὐτοῦ εἶχε ἀναγγελθῆ πρὸ 20 ἐτῶν ὑπὸ τοῦ Bessel. Ὁ μέγας οὗτος γεωμέτρης στηριζόμενος ἐπὶ ἀνωμαλιῶν,

αἱ ὁποῖαι παρατηρήθησαν ἐν τῇ ἰδίᾳ κινήσει τοῦ Σειρίου, συνέπερανεν ὅτι αὗται ὀφείλονται εἰς τὴν ἔλξιν δορυφόρου τινός.

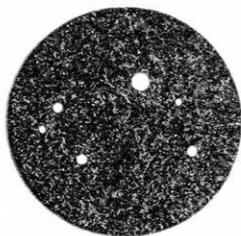
133. Πολλαπλοῖ ἀστέρες. Ἀστέρες τινὲς ἀκολουθοῦνται ὑπὸ δύο, τριῶν ἢ καὶ περισσοτέρων συνοδῶν. Ὅθεν οὗτοι δι' ἰσχυροῦ ὀρώμενοι τηλεσκοπίου φαίνονται τριπλοῖ, τετραπλοῖ κτλ., ἐν ᾧ εἰς γυμνὸν ὀφθαλμὸν ἐμφανίζονται ἀπλοῖ.

Οί 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 εἶναι τετραπλοῦς.



Ὁ τριπλοῦς ἀστὴρ ζ
τοῦ Καρκίνου.



Ὁ ἐξαπλοῦς ἀστὴρ θ
τοῦ Ὠρίωνος.

Οὗτος ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ἀστέρας, ὧν ἕκαστος εἶναι διπλοῦς.

Ὁ θ τοῦ Ὠρίωνος εἶναι ἐξαπλοῦς. Ἐκ τῶν ἕξ δὲ τούτων ἀστέρων οἱ 4 εἶναι ὄρατοὶ διὰ μετρίου τηλεσκοπίου, οἱ δὲ λοιποὶ δι' ἰσχυροῦ τοιοῦτου.

134. Νεφελώματα Διὰ τῶν τηλεσκοπίων διακρίνονται εἰς τὸν Οὐρανὸν διάφορα μικρὰ ὑπόλευκα νέφη. Ταῦτα λέγονται γενικῶς *νεφελώματα* ἢ *νεφελοειδεῖς ἀστέρες*.

Μερικὰ νεφελώματα π. χ. αἱ Πλειάδες, τὸ ἐν τῷ ἀστερισμῷ τῆς Ἀνδρομέδας, φαίνονται καὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ κατὰ τὰς αἰθρίας ἀσελήνους νύκτας.

Δι' ἰσχυρῶν τηλεσκοπίων ἢ καὶ διὰ τῆς φωτογραφίας νεφελώματά τινα φαίνονται ἀποτελούμενα ἐκ πλήθους ἀστέρων, τοὺς ὁποίους ἀδυνατοῦμεν νὰ διακρίνωμεν ἀπ' ἀλλήλων διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Ταῦτα λέγονται *διαλυτὰ νεφελώματα* ἢ *ἀστρικοὶ καὶ συστροφαι* ἢ καὶ ἀπλῶς *συστροφαι*. Τὸ νεφελῶμα τοῦ Ἡρακλέους π. χ. εἶναι διαλυτὸν νεφελῶμα, ἤτοι συστροφή ἀστέρων. Εἰς ταύτην ἐμέτρησαν περὶ τοὺς 6000 ἀστέρας ἐγγύτατα ἀλλήλων κειμένους.

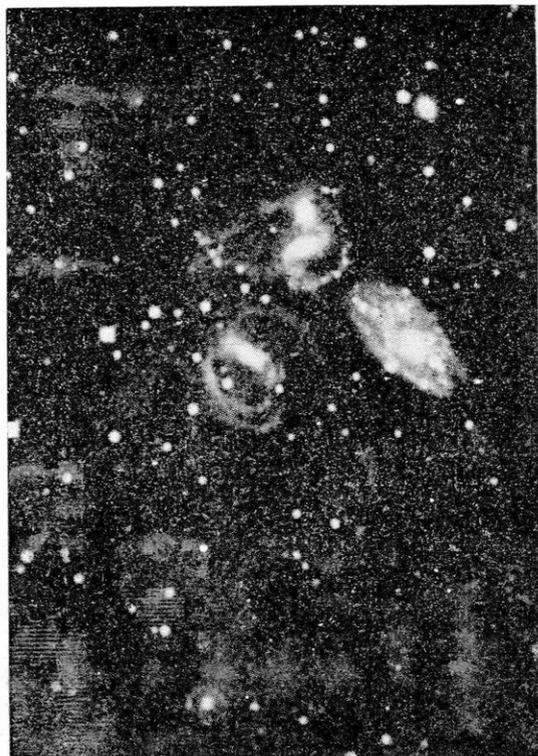
Ἄλλα νεφελώματα καὶ διὰ τῶν ἰσχυροτάτων τηλεσκοπίων φαίνονται ὡς *νέφη ὑπόλευκα*. Πολλὰ τούτων παρουσιάζουσι



Νεφέλωμα τῆς Ἀνδρομέδας.

φάσμα ὅμοιον πρὸς τὸ φάσμα τῶν ἀπλανῶν. Ταῦτα ἐπομένως εἶναι διαλυτὰ νεφελώματα.

Ἄλλων δὲ τὸ φάσμα παρουσιάζει λαμπρὰς γραμμὰς ἐπὶ

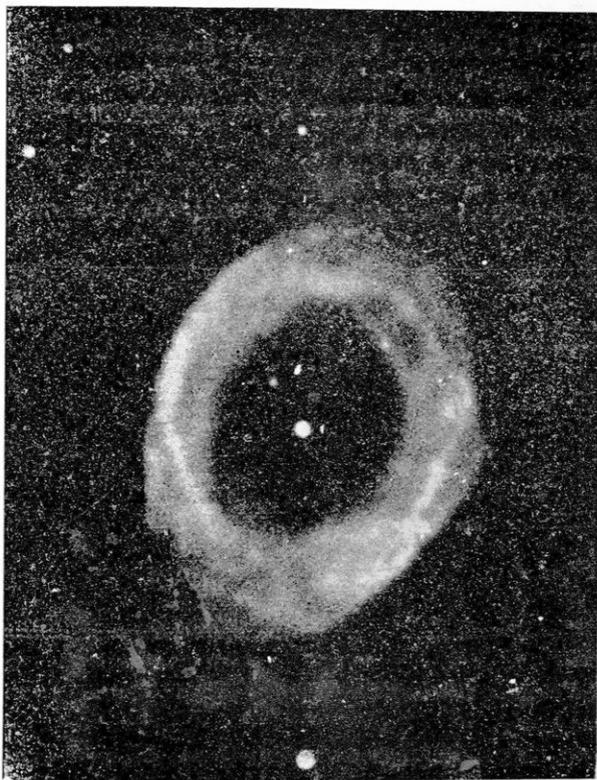


Σπειροειδῆ νεφελώματα εἰς τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Πηγάσου
ὑπὸ ὀκταπλασίαν μεγέθυνσιν φωτογραφίας αὐτῶν.

μέλανος βάθους, ὡς τὸ φάσμα τῶν διαπύρων ἀερίων. Ταῦτα λοιπὸν εἶναι σωροὶ κοσμικῆς ὕλης εἰς ἀερώδη καὶ διάπυρον κατάστασιν, πρὸ πάντων ὕδρογόνου καὶ ἡλίου. Ταῦτα λέγονται **ἀδιάλυτα νεφελώματα**, ἤτοι ταῦτα εἶναι κυρίως νεφελώματα.

Παρατηρήθησαν ὁμοῦ καὶ νεφελώματα ἐν μέρει μόνον δια-

λυθέντα εις αστέρας κατὰ δὲ τὰ λοιπὰ εἶναι ἀδιάλυτα. Ταῦτα εὐρίσκονται ἐκτὸς τοῦ Γαλαξίου καὶ εις παμμεγίστας ἀφ' ἡμῶν



Δακτυλιοειδὲς νεφέλωμα τῆς Λύρας ὑπὸ εικοσαπλασίαν
μεγέθυνσιν φωτογραφίας αὐτοῦ.

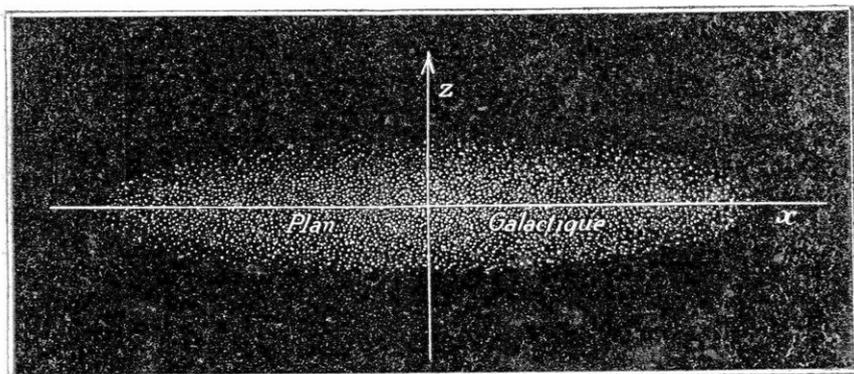
ἀποστάσεις. Ταῦτα λέγονται *σπειροειδῆ νεφελώματα* ἐκ τοῦ σπειροειδοῦς σχήματος αὐτῶν. Σπειροειδῆ νεφελώματα εἶναι π. χ. αἱ Πλειάδες, Ἰάδες, τὸ νεφέλωμα τοῦ Περσέως καὶ πολλὰ ἄλλα.

135. Γαλαξίας. Ὁ Γαλαξίας εἶναι μακρὰ, στενὴ, ὑπόλευ-

κος και 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 γεώτεροι ἔρευναι καὶ ἡ φασματοσκοπικὴ ἐξέτασις τῶν διαφόρων μερῶν τοῦ Γαλαξίου ἀποδεικνύει, ὅτι οὗτος ἀποτε-



Τομή Γαλαξίου δι' ἐπιπέδου διερχομένου διὰ τῶν πόλων αὐτοῦ.

λεῖται ἀπὸ πολυαριθμούς ἀστέρας, ἀπὸ ἀστρικός συστροφάς καὶ ἀπὸ ἀδιάλυτα νεφελώματα. Φέρει δὲ καὶ διάφορα σκοτεινὰ μέρη, τὰ ὁποῖα καλοῦνται *σάκκοι ἀνθράκων*. Ἐπειδὴ δὲ ἐντὸς αὐτῶν ἔχουσι παρατηρηθῆ οἱ πλείστοι παροδικοὶ ἀστέρες, συμπεραίνουσιν ὅτι τὰ σκοτεινὰ ταῦτα μέρη περιέχουσι κοσμικὴν ὄλην σκοτεινὴν καὶ ἀραιωτάτην.

Τὰ ἐντὸς τοῦ Γαλαξίου κείμενα νεφελώματα λέγονται *Γαλαξιακὰ νεφελώματα*. Τοιαῦτα π. χ. εἶναι τὰ νεφελώματα Λύρας, Ὁρίωνος 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, ἥτοι ἓν σπειροειδὲς νεφέλωμα. Ἔχει δὲ οὗτος σχῆμα ἀμφικύρτου φακοῦ μὲ ἓν ἐπίπεδον συμμετρίας, τὸν *Γαλαξιακὸν ἰσημερινὸν* καὶ δύο πόλους.

Ἡ διάμετρος τούτου ἔχει μῆκος 100000 ἑτῶν φωτὸς περίπου καὶ τὸ πάχος κατὰ τὸ κέντρον εἶναι 5000 ἔτη φωτὸς περίπου.

Τὸ κέντρον κεῖται εἰς τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Τοξότου, κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ὁποίου παρατηρεῖται τὸ φωτεινότερον τμῆμα 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 33000 ἔτη φωτὸς περίπου. (1)

Κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ Γαλαξιακοῦ ἰσημερινοῦ οἱ ἀστέρες εἶναι πολυάριθμοι καὶ προβάλλονται ἐγγύτατα ἀλλήλων ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας. Κατὰ διεύθυνσιν δὲ παράλληλον πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ φακοῦ περὶ τοὺς Γαλαξιακοὺς πόλους οἱ ἀστέρες εἶναι ὀλιγώτεροι καὶ προβάλλονται περισσότερον κεχωρισμένοι ἀλλήλων.

136. Τὸ Σύμπαν. Κατὰ τὰς ἐκτεθείσας ἀντιλήψεις ἐντὸς τοῦ διαστήματος εὐρίσκονται δίκην νήσων ἐγκατεσπαρμένα ἑκατομμύρια σπειροειδῶν νεφελωμάτων ἀναλόγων πρὸς τὸν Γαλαξίαν, ὅστις εἶναι μία τῶν νήσων τούτων.

Αἱ ἀποστάσεις τῶν νεφελωμάτων τούτων ἀπ' ἀλλήλων καὶ ἀπὸ τὸν Γαλαξίαν εἶναι ἰλιγγιωδῶς τεράστια. Ὑπελόγισαν ὅτι τὸ ἐγγύτερον πρὸς τὸν Γαλαξίαν νεφέλωμα ἀπέχει αὐτοῦ

(1) Τὴν περὶ τοῦ Γαλαξίου τοιαύτην γνώμην καὶ τὸ πλεῖστον τῆς ἐπομένης παραγράφου παρελάβομεν ἐκ σχετικῆς μελέτης τοῦ διακεκριμένου παρ' ἡμῖν Ἀστρονόμου κ. Σ. Πλακίδου.

900.000 έτη φωτός· παρατηρήθη δὲ καὶ νεφέλωμα, τὸ ὁποῖον ἀπέχει ἡμῶν περὶ τὰ 240 ἑκατομμύρια ἔτη φωτός.

Ἐκαστον τῶν νεφελωμάτων τούτων περιέχει, πλὴν ἄλλων, δισεκατομμύρια ἀστέρων. Οὕτως ὑπολογίζουσιν ὅτι ὁ Γαλαξίας περιέχει περὶ 30 δισεκατομμύρια ἀστέρων· κατ' ἄλλους μάλιστα ἔχει περὶ τὰ 100 δισεκατομμύρια. Πολλοὶ τούτων δὲν ἀποκλείεται νὰ εἶναι κέντρα ἰδίου ἡλιακοῦ συστήματος, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἀπὸ πλανήτας μετὰ ἢ ἄνευ δορυφόρων, ἀπὸ κομήτας καὶ μετεωρίτας.

Ἄν κάμωμεν ἀνάλογον σκέψιν δι' ἕκαστον τῶν ἑκατομμυρίων ἄλλων σπειροειδῶν νεφελωμάτων ἰλιγγιῶμεν πρὸ τοῦ ἀσυλλήπτου πλήθους τῶν κόσμων τοῦ Σύμπαντος καὶ ἀναφωνοῦμεν «ΩΣ ΕΜΕΓΑΛΥΝΘΗ ΤΑ ΕΡΓΑ ΣΟΥ, ΚΥΡΙΕ, ΠΑΝΤΑ ΕΝ ΣΟΦΙΑ ΕΠΟΙΗΣΑΣ».

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΓΕΝΙΚΗΝ ΕΠΑΝΑΛΗΨΙΝ

170) Ἀστήρ ἔχων $\alpha = 15$ ὥρ. 20π ἀνατέλλει ἐν τινι τόπῳ τὴν 6ην ἀστρικήν ὥραν. Πόσων μοιρῶν εἶναι τὸ ἡμερήσιον τόξον τῆς τροχιάς αὐτοῦ;

171) Ἀστέρος τὸ ἡμερήσιον τόξον εἶναι 200° . Ἐὰν ἀνατέλλῃ τὴν 2 ὥρ. 10π, πόση εἶναι ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ αὐτοῦ;

172) Ἀστήρ ἔχων $\delta = 35^\circ 15' 20''$ μεσουρανεῖ ἄνω ἐν τινι τόπῳ εἰς ὕψος $47^\circ 12' 42''$. Πόσον εἶναι τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τοῦ τόπου τούτου;

173) Ἀειφανῆς ἀστήρ μεσουρανεῖ ἄνω εἰς ὕψος 50° καὶ εἰς τόπον, ὅστις ἔχει γεωγραφικὸν πλάτος 40° . Πόσον ὕψος ἔχει ὁ ἀστήρ οὗτος κατὰ τὴν κάτω μεσουράνησίν του;

174) Ἀστήρ ἀνατέλλει τὴν 2 ὥραν 24π συγχρόνως μετὰ τοῦ γ ἐν τόπῳ, ὅστις ἔχει γεωγραφικὸν πλάτος $30^\circ 25'$. Μεσουρανεῖ δὲ οὗτος ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ 2 ὥρας βραδύτερον τοῦ γ , εἰς ὕψος $69^\circ 35'$. Νὰ εὐρεθῶσιν αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ ἀστέρος τούτου.

175) Ἀστήρ μεσουρανεῖ ἐν Ἀθήναις 4 ὥρ. 12π. 20δ βραδύτερον τοῦ Σειρίου ($\alpha = 6$ ὥρ. 41π5δ) καὶ εἰς ὕψος $67^\circ 10'$. Νὰ εὐ-

ρεθώσιν αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ ἀστέρος τούτου.

176) Πόση εἶναι ἡ ἐλαχίστη τιμὴ τῆς ἀποκλίσεως τῶν ἀστέρων, οἵτινες οὐδέποτε δύουσιν ἐν Ἀθήναις;

177) Εἰς πόσην ζενιθίαν ἀπόστασιν μεσουρανεῖ ἄνω ἐν Ἀθήναις ἀστὴρ ἔχων ἀπόκλισιν $62^{\circ}15'35''$ καὶ εἰς πόσην κάτω;

178) Τὸ γεωγρ. πλάτος τῶν Παρισίων εἶναι $48^{\circ}50'10'',7$. Νὰ εὑρεθῇ τὸ ἡμερήσιον τόξον ἀστέρος ὄρωμένου ἐκ Παρισίων, ὅστις ἔχει ἀπόκλισιν $41^{\circ}9'49'',3$.

179) Δύο τόποι Α καὶ Β 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.

180) Νὰ εὑρεθῇ ἡ ταχύτης, μεθ' ἧς στρέφεται ἐκ Δ πρὸς Α τόπος ἔχων γεωγραφικὸν πλάτος $37^{\circ}58'20''$.

181) Πόσον εἶναι τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τόπου, ὅστις ἔχει ταχύτητα 81 μ. κατὰ δευτερόλεπτον κατὰ τὴν Δ πρὸς Α τροπὴν του;

182) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι, ἂν ϕ εἶναι τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τόπου τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς, δ ἡ ἀπόκλισις τοῦ Ἡλίου κατὰ τινὰ ἡμέραν καὶ $\phi + \delta = 90^{\circ}$, ἡ ἡμέρα αὕτη διαρκεῖ εἰς τὸν τόπον τοῦτον 24 ὥρας. Ἐὰν δὲ εἶναι $\phi + \delta > 90^{\circ}$, ἡ ἡμέρα διαρκεῖ εἰς τὸν τόπον τοῦτον περισσότερον τῶν 24 ὥρων.

183) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι κατὰ τὴν θερινὴν τροπὴν ὅλοι οἱ τόποι τῆς Γῆς, οἵτινες ἔχουσι βόρειον γεωγραφικὸν πλάτος $\phi > 66^{\circ}33'$, ἔχουσι μίαν μακρὰν ἡμέραν (> 24 ὥρων). Οἱ δὲ ἀντίστοιχοι τόποι τοῦ νοτίου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς ἔχουσι μίαν μακρὰν νύκτα.

184) Εἰς τόπον ἔχοντα γεωγραφικὸν πλάτος 38° ὑψοῦται κατακόρυφος πύργος ὕψους 35 μέτρων. Νὰ εὑρεθῇ τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς αὐτοῦ κατὰ τὴν μεσημβριαν τῆς ἡμέρας, καθ' ἣν ἡ ἀπόκλισις τοῦ Ἡλίου εἶναι $-12^{\circ}20'$.

185) Πόσον ὕψος ἔχει δένδρον, τὸ ὁποῖον εὑρίσκεται εἰς βόρειον γεωγραφικὸν πλάτος 40° καὶ ρίπτει σκιὰν $2\sqrt{3}$ μέτρων

τὴν μεσημβριαν τῆς ἡμέρας, καθ' ἣν ἡ ἀπόκλισις τοῦ Ἡλίου εἶναι 10° ;

186) Ἀστὴρ ἀνατέλλων καὶ δύων διέρχεται διὰ τοῦ Βορρᾶ τόπου ἔχοντος γεωγραφικὸν πλάτος 27° Β. Πόσον εἶναι τὸ μέγιστον ὕψος, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ λάβῃ ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ οὗτος;

187) Εἰς τόπον ἔχοντα γεωγραφικὸν πλάτος 28° , πόσον μέρος τοῦ ὠριαίου τοῦ Ζενίθ εὐρίσκεται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα καὶ πόσον ὑπ' αὐτόν; Τὸ αὐτὸ καὶ διὰ τὸν ὠριαῖον τοῦ Ναδίρ.

188) Εἰς ποίους τόπους οὐδέποτε ἀνατέλλει ὁ Rigel, ὅστις ἔχει $\delta = -8^{\circ} 17' 5''$;

189) Πόση εἶναι ἡ ἀπόκλισις ἀστέρος, ὅστις κατὰ τὴν κάτω ἐν Ἀθήναις μεσουράνησίν του εὐρίσκεται ἐπὶ τοῦ ὀρίζοντος τῶν Ἀθηνῶν;

190) Νὰ εὑρεθῇ ὁ λόγος τῆς μεγίστης πρὸς τὴν ἐλαχίστην ἀπόστασιν τῆς Σελήνης ἀπὸ τῆς Γῆς.

191) Τὸν χειμῶνα ἢ τὸ θέρος σημειοῦνται τὰ μεγαλύτερα μεσημβρινὰ ὕψη τῆς Πανσελήνου εἰς τοὺς τόπους τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς καὶ διατί;

192) Τὸ κέντρον τῆς Σελήνης ἔχει ἀπόκλισιν 0° κατὰ τὴν στιγμὴν μιᾶς ἀνατολῆς αὐτοῦ. Νὰ εὑρητε τὴν ὠριαίαν γωνίαν αὐτοῦ κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην.

193) Νὰ εὑρητε τὴν μεγίστην ἀποχὴν τῆς Γῆς διὰ παρατηρητὴν κείμενον ἐπὶ τοῦ Διός.

194) Ὁ Ποσειδῶν ἀπέχει τοῦ Ἡλίου 30 ἀστρονομικὰς μονάδας. Νὰ εὑρητε τὸν χρόνον τῆς περιφορᾶς αὐτοῦ περὶ τὸν Ἡλίον.

195) Ὁ μέγας ἄξων τῆς τροχιάς τοῦ Ἄρεως εἶναι τετραπλάσιος τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς τροχιάς τοῦ Ἑρμοῦ. Νὰ εὑρητε τὸν λόγον τῶν χρόνων τῶν περιφορῶν αὐτῶν περὶ τὸν Ἡλίον.

196) Ὁ πλανήτης Οὐρανὸς περιφέρεται περὶ τὸν Ἡλίον 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, ή δὲ ἀφῆλιος 5,966 ἀστρονομικὰς μονάδας. Νὰ εὔρητε τὸν χρόνον τῆς περιφορᾶς αὐτοῦ περὶ τὸν Ἥλιον.

198) Ὁ κομήτης τοῦ Perrine περιφέρεται περὶ τὸν Ἥλιον εἰς 6,454 ἔτη, καὶ ἡ περιήλιος ἀπόστασις του εἶναι 1,1727 ἀστρονομικὰς μονάδας. Νὰ εὔρητε τὴν ἀφῆλιον ἀπόστασιν αὐτοῦ εἰς χιλιόμετρα.

199) Ὁ πολικὸς ἀστὴρ ἔχει ἑτησίαν παράλλαξιν $0'',07$. Νὰ εὔρητε τὴν ἀπόστασιν του εἰς ἀστρονομικὰς μονάδας, εἰς ἔτη φωτὸς καὶ εἰς μονάδας parsec.

200) Ὁ Ἀρκτοῦρος ἀπέχει τῆς γῆς 11000000 ἀστρονομικὰς μονάδας. Νὰ εὔρητε τὴν ἑτησίαν παράλλαξιν αὐτοῦ.

ΠΙΝΑΞ ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ Η ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΣΦΑΙΡΑ

	Σελίς
Κεφάλαιον Α'.	5—17
Σύντομος ἐπισκόπησις τῶν φαινομένων κινήσεων τῶν ἀστέρων. Τὸ Κοπερνίκειον σύστημα.	
Κεφάλαιον Β'.	17—41
Θέσις ἀστέρος ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας. Ἐξάς, Θεοδόλιχος, Γνώμων. Νόμοι τῆς φαινομένης ἡμερησίας κινήσεως τῆς οὐ- ρανοῦ σφαίρας. Μεσημβρινὸν τηλεσκόπιον καὶ χρῆσις αὐτοῦ	

ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ Ο ΗΛΙΟΣ

Κεφάλαιον Α'.	42—52
Φαινομένη κίνησις τοῦ Ἡλίου. Φαινομένη διάμετρος καὶ τροχιά τοῦ Ἡλίου. Νόμος τῶν ἐμβαδῶν. Ὁραιοὶ τοῦ ἔτους	
Κεφάλαιον Β'.	52—62
Μέτρησις τοῦ χρόνου. Ἀληθὴς καὶ μέσος ἡλιακὸς χρόνος. Ἐξι- σῶσις τοῦ χρόνου. Ἐπίσημος ὥρα. Τροπικὸν καὶ ἀστρικὸν ἔτος. Ἡμερολόγια.	
Κεφάλαιον Γ'.	63—77
Σύστασις, ἀπόστασις, οὐχῆμα καὶ μέγεθος τοῦ Ἡλίου.	

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

ΟΙ ΠΛΑΝΗΤΑΙ

Σελίς

Κεφάλαιον Α'.

78—90

Αί κινήσεις τῶν πλανητῶν. Νόμοι τοῦ Κεπλέρου. Μεγάλοι πλανῆται καὶ δορυφόροι αὐτῶν. Τηλεσκοπικοὶ πλανῆται. Συζυγία, ἀντίθεσις καὶ ἀποχὴ πλανῆτου. Φάσεις πλανητῶν. Ἐξήγησις τῶν φαινομένων κινήσεων τῶν πλανητῶν. Νόμος τῆς παγκοσμίου ἔλξεως

Κεφάλαιον Β'.

90—107

Περιγραφή τῶν μεγάλων πλανητῶν. Ζωδιακόν φῶς.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

Η ΓΗ

Κεφάλαιον Α'.

108—124

Σχῆμα καὶ μέγεθος τῆς Γῆς. Γεωγραφικαὶ συντεταγμένοι τόπου

Κεφάλαιον Β'.

124—143

Αἱ κινήσεις τῆς Γῆς. Διαδοχὴ τῶν ἡμερῶν καὶ νυκτῶν. Ἀνισότης τῶν ἡμερῶν καὶ νυκτῶν. Μεταβολὴ καὶ διανομὴ τῆς θερμοκρασίας. Ζῶναι τῆς Γῆς. Ἀτμοσφαιρική διάθλασις.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

Η ΣΕΛΗΝΗ

Κεφάλαιον Α'.

144—161

Κινήσεις, ἀπόστασις, φάσις, κατάστασις καὶ μέγεθος τῆς Σελήνης

Κεφάλαιον Β'.

161—168

Αἱ ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Σελήνης

BIBLION EKTON
 ΚΟΜΗΤΑΙ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΑ

	Σελίς
Κεφάλαιον Α΄.	169—176
Κομήται, σύστασις, σχῆμα καὶ τροχιά αὐτῶν. Περιοδικοί κομήται.	
Κεφάλαιον Β΄.	176—179
Μετέωρα. Διάττοντες ἀστέρες. Βολίδες καὶ ἀερόλιθοι	

BIBLION EBΔOMON
 ΑΠΛΑΝΕΙΣ ΑΣΤΕΡΕΣ ΚΑΙ ΝΕΦΕΛΩΜΑΤΑ

Κεφάλαιον Α΄.	180—187
Οἱ κυριώτεροι ἀστερισμοὶ	
Κεφάλαιον Β΄.	187—204
Σύντομος σπουδὴ τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων καὶ νεφελωμάτων Διπλοῖ καὶ πολλαπλοῖ ἀστέρες. Νεφελώματα. Γαλαξίας. Τὸ σύμπαν	
Ἐσκήσεις πρὸς γενικὴν ἐπανάληψιν	204—207

*Ανάδοχοι ἐκτύπωσης καὶ βιβλιοδετήσεως Συνοδινὸς καὶ Καβαλλιεράτος, Λέκα 7.
 Τύποις Πετροπούλου—Καμαρινοπούλου, Γερμανοῦ Παλαιῶν Πατρῶν 5 β.

110

ΔΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΦ. ΔΙΟΙΚΗΣΕΩΣ ΠΡΩΤΕΥΟΥΣΗΣ

ΔΡΧ. 40.—

ΔΙΑ ΤΑΣ ΕΠΑΡΧΙΑΣ ΔΡΧ. 44.—