ΝΙΚΟΛ. Δ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ
Ἀριστοβαθμίου διδάκτορος καὶ καθηγητοῦ τῶν Μαθηματικῶν ἐν τῷ προτύπῳ Γυμνασίῳ τοῦ Διδασκαλείου τῆς Μ. Ἐκπαιδεύσεως.

ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΡΟΣ ΧΡΗΣΙΝ

ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΚΑΙ ΜΑΘΗΤΡΙΩΝ ΤΩΝ ΓΥΜΝΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ

Ἐγκριθεῖσα διὰ τῆς ὑπ' ἀριθ. $\frac{529}{11]7]922}$ ἀποφάσεως τοῦ Ἐκπ. Συμβουλίου

ΕΚΔΟΣΙΣ Γ'.

Ἐγκεκριμένη κατὰ τὸν νέον περὶ Διδακτικῶν Βιβλίων νόμον 3438.

Τιμᾶται μετὰ τοῦ Βιβλιοσήμου καὶ φόρου Δρχ.	**29.75**
Βιβλιόσημον καὶ Φόρος Ἀναγ. Δανείου »	**13.80**
Ἀριθμὸς ἐγκριτικῆς ἀποφάσεως 21.714—19—7—928	
Ἀριθμὸς ἀδείας κυκλοφορίας 40.987—9—11—928	

ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ
ΕΚΔΟΤΙΚΟΣ ΟΙΚΟΣ
ΔΗΜ. Ν. ΤΖΑΚΑ, ΣΤΕΦ. ΔΕΛΑΓΡΑΜΜΑΤΙΚΑ & Σ^ΙΑΣ
81 ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ 81
1928

ΝΙΚΟΛ. Δ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ
Ἀριστοβαθμίου διδάκτορος καὶ καθηγητοῦ τῶν Μαθηματικῶν ἐν τῷ προτύπῳ Γυμνασίῳ τοῦ Διδασκαλείου τῆς Μ. Ἐκπαιδεύσεως.

ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΡΟΣ ΧΡΗΣΙΝ

ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΚΑΙ ΜΑΘΗΤΡΙΩΝ ΤΩΝ ΓΥΜΝΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ

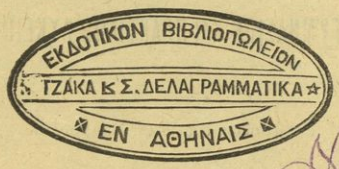
Ἐγκριθεῖσα διὰ τῆς ὑπ' ἀριθ. $\frac{529}{11/7/922}$ ἀποφάσεως τοῦ Ἐκπ. Συμβουλίου

»Οἱ οὐρανοὶ διηγοῦνται δόξαν Θεοῦ».
Δαυΐδ

ΕΚΔΟΣΙΣ Γ'.

ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ
ΕΚΔΟΤΙΚΟΣ ΟΙΚΟΣ
ΔΗΜ. Ν. ΤΖΑΚΑ, ΣΤΕΦ. ΔΕΛΑΓΡΑΜΜΑΤΙΚΑ & ΣΙΑΣ
81 ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ 81
1928

Πᾶν γνήσιον ἀντίτυπον φέρει τὴν ὑπογραφὴν τοῦ συγγραφέως καὶ τὴν σφραγῖδα τῶν ἐκδοτῶν.



Τύποις Αθ. Α. ΠΑΠΑΣΠΥΡΟΥ Ὁδὸς Λέκα - Στοὰ Σιμοπούλου

ΠΡΟΛΟΓΟΣ Γ' ΕΚΔΟΣΕΩΣ

Ἡ παροῦσα Γ' ἔκδοσις τῆς Κοσμογραφίας εἶναι πλουσιωτέρα τῶν ἄλλων ἐκδόσεων, διότι τῇ συστάσει τῆς ἀναθεωρητικῆς ἐπιτροπείας προσετέθησαν μέρη τινὰ χωρὶς τὸ παράπαν νὰ θιχθῇ ἡ γενικὴ τῆς ὕλης διάταξις.

Οὕτως εἰς τὴν ἔκδοσιν ταύτην προσετέθη ὁ κατὰ προσέγγισιν ὑπολογισμὸς τῆς ἀκτῖνος τῆς Γῆς τῇ βοηθείᾳ τοῦ βάθους τοῦ ὁρίζοντος, ἡ ἀπόκλισις τῶν βλημάτων, ἡ διεύθυνσις τῶν ἀληγῶν καὶ ἀνταληγῶν ἀνέμων, ἡ μεταβολὴ τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος ἀπὸ τόπου εἰς τόπον ὡς ἀμέσων ἀποδείξεων τῆς περιστροφῆς τῆς Γῆς, ἡ ἐπίδρασις τῆς μεταπτώσεως ἐπὶ τῆς διαρκείας τῶν ὡρῶν τοῦ ἔτους, τὸ κατακόρυφον ἡλιακὸν ὡρολόγιον, τὸ σχῆμα τῆς Σελήνης καὶ ἡ ἐτησία ἀποπλάνησις τοῦ φωτός.

Τὰ περὶ γηΐνης ἀτμοσφαίρας καὶ ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως ἐξετέθησαν εὐρύτερόν πως, ἡπλοποιήθη δὲ κατὰ τὸ δυνατὸν ἡ εὕρεσις τῶν σχέσεων μεταξὺ τῶν γεωγρ. μηκῶν καὶ τῶν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν ἀστρικῶν χρόνων δύο τόπων, χωρὶς νὰ ἀποβάλλωσιν αἱ σχέσεις αὗται τὴν ἐπιστημονικὴν ἀκρίβειαν καὶ γενικότητα.

Ο ΣΥΓΓΡΑΦΕΥΣ

ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

§ **1. Οὐρανός.**—Ἱστάμενοι κατὰ ἀνέφελον ἡμέραν ἢ νύκτα ἐπὶ ὑψηλοῦ καὶ ἀναπεπταμένου τόπου βλέπομεν ὑπεράνω ἡμῶν ἡμισφαιροειδῆ τινα θόλον, ὅστις εἶναι συνήθως κυανοῦς μὲν τὴν ἡμέραν, μέλας δὲ τὴν νύκτα. Ὁ θόλος οὗτος καλεῖται ***οὐράνιος θόλος*** ἢ ἁπλῶς ***Οὐρανός***. Ὁ οὐρανὸς δὲν ὑπάρχει πράγματι βλέπομεν δὲ αὐτὸν ἕνεκεν ὀπτικῆς ἀπάτης ὀφειλομένης εἰς τὴν καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις διάχυσιν τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς ἢ τοῦ ἀμυδροῦ φωτὸς τῶν ἀστέρων (κατὰ τὰς ἀσελήνους νύκτας) ὑπὸ τῶν ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαίρας αἰωρουμένων ἀδιαφανῶν σωματίων. Ἐὰν κατ' ἀκολουθίαν δὲν ὑπῆρχεν ἡ ἀτμόσφαιρα, ἡ διάχυσις αὕτη δὲν θὰ προεκαλεῖτο καὶ τὸ φαινόμενον τοῦ οὐρανίου θόλου δὲν θὰ ἐσχηματίζετο.

§ **2. Φυσικὸς ὁρίζων.**—Ὁ οὐρανὸς φαίνεται ἐγγίζων τὴν γῆν κατὰ γραμμήν, ἥτις καλεῖται ***φυσικὸς ὁρίζων*** τοῦ τόπου, ἐν ᾧ ἱστάμεθα. Ὁ φυσικὸς ὁρίζων ἐν ἀνοικτῷ πανταχόθεν πελάγει καὶ μακρὰν τῆς θέας τῶν ἀκτῶν ἢ ἐν ἀναπεπταμένῳ πεδίῳ εἶναι περιφέρεια κύκλου. Τὸ μέρος τοῦ ὁρίζοντος, ἐξ οὗ καθ' ἑκάστην πρωΐαν ἀναφαίνεται ὁ Ἥλιος, καλεῖται ***ἀνατολικόν***, ἐκεῖνο δέ, εἰς ὃ οὗτος κατέρχεται ὑπὸ τὸν ὁρίζοντα, ἤτοι δύει, καλεῖται ***δυτικόν***. Παρατηρητὴς βλέπων πρὸς τὸ ἀνατολικὸν τμῆμα τοῦ ὁρίζοντος ἔχει πρὸς τὴν δεξιὰν μὲν χεῖρα αὐτοῦ τὸ ***νότιον*** πρὸς τὴν ἀριστερὰν δὲ τὸ ***βόρειον*** μέρος τοῦ ὁρίζοντος.

§ **3. Ἀστέρες.**—Ἡ Γῆ, ὁ Ἥλιος, ἡ Σελήνη καὶ πάντα τὰ ἄλλα πολυπληθῆ σώματα, ἅτινα εὑρίσκονται διεσκορπισμένα ἐν τῷ ἀπείρῳ περὶ ἡμᾶς διαστήματι, καλοῦνται ***ἄστρα*** ἢ ***ἀστέρες***. Ἐκ τῶν ἀστέρων ὁ μὲν Ἥλιος, ἐνίοτε δὲ καὶ ἡ Σελήνη, φαίνονται τὴν ἡμέραν, πολλοὶ δὲ τῶν ἄλλων φαίνονται μόνον τὴν νύκτα, διότι κατὰ τὴν ἡμέραν τὸ ἰσχυρὸν φῶς τοῦ ἡλίου καθιστᾷ αὐτοὺς ἀοράτους εἰς γυμνὸν ὀφθαλμόν (¹).

Πάντες οἱ ἀστέρες (πλὴν τῆς γῆς) φαίνονται ὅτι κεῖνται ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ, δι' ὃ καλοῦνται ***οὐράνια σώματα***.

ΣΗΜ. Καὶ ἡ γῆ θεωρεῖται ὡς ἓν τῶν οὐρανίων σωμάτων καὶ ὡς τοιοῦτον ἐξετάζεται ἐν τῇ ἀστρονομίᾳ.

§ **4. Εἴδη ἀστέρων.**—Ἡ μετὰ προσοχῆς καὶ διὰ καταλλήλων ὀργάνων γενομένη σπουδὴ τῶν ἀστέρων κατέδειξεν ὅτι οὗτοι δὲν ὁμοιάζουσι

(1) Ὡς λύχνος πλησίον φάρου κείμενος εἶναι ἀόρατος ἀπό τινος ἀποστάσεως.

πάντες πρὸς ἀλλήλους κατὰ τὸ σχῆμα, τὰς κινήσεις καὶ τὴν φυσικὴν αὐτῶν κατάστασιν.

α'). ***Ἀπλανεῖς ἀστέρες.***—Οἱ πλεῖστοι τῶν ἀστέρων διατελοῦσιν ἐν λίαν ὑψηλῇ θερμοκρασίᾳ καὶ εἶναι πηγαὶ θερμότητος καὶ φωτός, ἅτινα κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις ἐκπέμπουσιν εἰς τὸ διάστημα. Τὸ φῶς αὐτῶν δὲν εἶναι ἤρεμον, ἀλλ' ὑπόκειται εἰς τὴν στίλβην, τὴν συνεχῆ δηλ. καὶ φαινομενικὴν παραλλαγὴν τῆς λαμπρότητος, ἐνίοτε δὲ καὶ τοῦ χρώματος αὐτῶν. Καὶ διὰ τῶν ἰσχυροτάτων ὁρώμενοι οὗτοι τηλεσκοπίων φαίνονται ὡς φωτεινὰ σημεῖα. Τέλος δὲ διατηροῦσιν οὗτοι ἀμεταβλήτους τὰς πρὸς ἀλλήλους ἀμοιβαίας αὐτῶν θέσεις. Τούτου ἕνεκεν οἱ ἀστέρες οὗτοι καλοῦνται ***ἀπλανεῖς ἀστέρες.***

β'). ***Πλανῆται.***—Τινὲς τῶν ἀστέρων εἶναι σώματα σκοτεινὰ ὑπὸ τοῦ ἡλίου φωτιζόμενα καὶ φαίνονται ἡμῖν, ἐφ' ὅσον ἱκανὸν μέρος τοῦ ἐπ' αὐτῶν προσπίπτοντος ἡλιακοῦ φωτὸς ἀνακλῶσι πρὸς ἡμᾶς. Οἱ μεγαλύτεροι τῶν τοιούτων ἀστέρων δι' ἰσχυροῦ ὁρώμενοι τηλεσκοπίου φαίνονται ὡς φωτεινοὶ δίσκοι, ἐνίοτε δέ τινες καὶ ὡς τμήματα τοιούτων δίσκων.

Τὸ φῶς αὐτῶν εἶναι ἤρεμον, κατὰ τὸ μᾶλλον δὲ ἢ ἧττον ταχέως μεταβάλλουσι τὰς ἐν σχέσει πρὸς τοὺς ἀπλανεῖς ἀστέρας θέσεις αὐτῶν ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ. Διὰ τὸν τελευταῖον τοῦτον λόγον οἱ ἀστέρες οὗτοι ἐκλήθησαν ***πλανῆται.***

Ἡ Γῆ εἶναι εἷς τῶν μεγάλων πλανητῶν· ὁμοίως ἡ Ἀφροδίτη (κοινῶς Αὐγερινὸς) εἶναι εἷς τῶν μεγάλων πλανητῶν.

Τινὲς τῶν πλανητῶν συνοδεύονται ὑπὸ ἑνὸς ἢ πλειόνων ἄλλων μικροτέρων πλανητῶν, οἵτινες καλοῦνται ***δορυφόροι*** αὐτῶν. Ἡ Σελήνη π. χ. εἶναι δορυφόρος τῆς Γῆς.

γ'). ***Κομῆται.***—Ἀπὸ καιροῦ εἰς καιρὸν ἐμφανίζονται εἰς τὸν οὐρανὸν σώματα εὐχερέστατα τῶν ἄλλων διακρινόμενα ἀπὸ τὸ παράδοξον αὐτῶν σχῆμα καὶ ἀπὸ τὴν ταχεῖαν μεταβολὴν τῆς θέσεως αὐτῶν ἐν σχέσει πρὸς τοὺς ἀπλανεῖς ἀστέρας. Τὰ ἄστρα ταῦτα ἀποτελοῦνται ἔκ τινος φωτεινοῦ πυρῆνος, ὁ ὁποῖος παρακολουθεῖται ὑπὸ μιᾶς κατὰ τὸ πλεῖστον νεφελώδους ὀρᾶς· καλοῦνται δὲ ταῦτα ***κομῆται.***

δ'). ***Νεφελώματα.***—Ὑπάρχουσι τέλος καὶ ἄστρα, ἅτινα εἰς γυμνὸν ὀφθαλμὸν παρουσιάζονται ὡς ὑπόλευκοι νεφέλαι διαφόρων σχημάτων, ἤ, ὡς συμβαίνει διὰ τὰ πλεῖστα τούτων, εἶναι ἐντελῶς ἀόρατα. Διὰ τῶν ἰσχυρῶν δὲ τηλεσκοπίων ἄλλα μὲν τούτων ἀναλύονται εἰς πλῆθος ἀστέρων, ἄλλα δὲ φαίνονται ὡς νεφέλαι ὑπόλευκοι. Ταῦτα καλοῦνται ***νεφελοειδεῖς ἀστέρες*** ἢ ἁπλῶς ***νεφελώματα.***

§ 5. Ἀστρονομία—Κοσμογραφία. ***Ἀστρονομία*** καλεῖται ἡ ἐπιστήμη, ἡ ὁποία ἐξετάζει τοὺς ἀστέρας καὶ τὰ φαινόμενα, ὧν οὗτοι γίνονται πρόξενοι.

Τὰ στοιχεῖα τῆς ἀστρονομίας ἀποτελοῦσι τὴν ***Κοσμογραφίαν.***

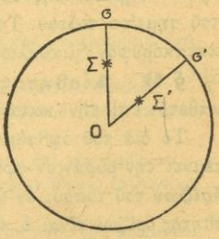
ΒΙΒΛΙΟΝ Α΄.

Η ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΣΦΑΙΡΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΙΝΗΣΙΣ

§ 6. **Οὐράνιος σφαῖρα.** Οἱ ἀστέρες εἶναι μεμονωμένοι ἀπ' ἀλλήλων καὶ κεῖνται εἰς λίαν διαφόρους ἀφ' ἡμῶν ἀποστάσεις· ἐν τούτοις φαίνονται ἴσον ἀπέχοντες ἀφ' ἡμῶν, ὡς νὰ ἔκειντο ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας παμμεγίστης σφαίρας, ἧς κέντρον ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν. Ἡ σφαῖρα αὕτη καλεῖται ***οὐράνιος σφαῖρα.*** Ἂν καὶ ἡ οὐράνιος σφαῖρα εἶναι καθαρῶς ἰδεώδης, ὑποθέτομεν χάριν μείζονος ἁπλοποιήσεως τῆς σπουδῆς τῶν οὐρανίων σωμάτων ὅτι αὕτη ὑφίσταται πράγματι καὶ ὅτι ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς αὐτῆς ἐπιφανείας κεῖνται πάντες οἱ ἀστέρες (πλὴν τῆς Γῆς). Κατὰ τὴν ὑπόθεσιν ταύτην αἱ πραγματικαὶ ἐν τῷ διαστήματι θέσεις τῶν ἀστέρων Σ, Σ΄ κ.τ.λ. (Σχ. 1) ἀντικαθίστανται ὑπὸ τῶν ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας φαινομένων αὐτῶν θέσεων σ, σ΄ κ.τ.λ., αἵτινες εἶναι τομαὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας ὑπὸ τῶν ὀπτικῶν ἀκτίνων ΟΣ, ΟΣ΄. κ.τ.λ.



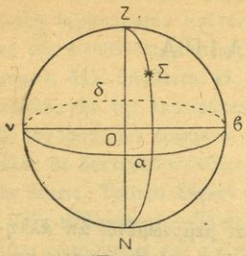
(Σχ. 1)

§ 7. **Γωνιώδης ἀπόστασις δύο ἀστέρων.** Ὀνομάζομεν ***γωνιώδη ἀπόστασιν*** δύο ἀστέρων τὴν γωνίαν, ἣν σχηματίζουσιν αἱ ἐκ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἡμῶν πρὸς τοὺς δύο τούτους ἀστέρας ἐκπεμπόμεναι ὀπτικαὶ ἀκτῖνες. Τῶν ἀστέρων π. χ. Σ καὶ Σ΄ (Σχ. 1) γωνιώδης ἀπόστασις εἶναι ἡ γωνία ΣΟΣ΄, τοῦ ὀφθαλμοῦ ἡμῶν κατέχοντος τὴν θέσιν Ο. Εἶναι φανερὸν ὅτι ἡ γωνιώδης ἀπόστασις δύο ἀστέρων μένει ἀμετάβλητος, ὅταν ἀντὶ τῶν πραγματικῶν αὐτῶν θέσεων θεωρῶμεν τὰς ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας τοιαύτας.

ΣΗΜ. Οὐδ' εἰς ἄτοπόν τι ἄγει ἡ τοιαύτη τῶν πραγματικῶν διὰ τῶν φαινομένων θέσεων τῶν ἀστέρων ἀντικατάστασις, διότι τῶν ἀποστάσεων ΟΣ, ΟΣ΄... οὐσῶν διὰ τοὺς πλείστους τῶν ἀστέρων ἀγνώστων, θεωροῦμεν κατὰ τὸ πλεῖστον ἐν τῇ ἀστρονομίᾳ γωνιώδεις μόνον τῶν ἀστέρων ἀποστάσεις.

§ 8. **Κατακόρυφος.—Κατακόρυφοι κύκλοι.** Καλεῖται ***κατακόρυφος*** τόπου τινὸς ἡ διεύθυνσις τῆς βαρύτητος ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ. Ἡ διεύθυνσις αὕτη παρέχεται ὑπὸ τοῦ νήματος τῆς στάθμης, εἶναι δὲ κάθετος ἐπὶ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τῶν ἠρεμούντων ὑδάτων. Ἡ κατακόρυφος

ἑκάστου τόπου τέμνει τὴν οὐράνιον σφαῖραν εἰς δύο ἐκ διαμέτρου ἀντικείμενα σημεῖα· τούτων τὸ μὲν ὑπὲρ τὴν κεφαλὴν τοῦ παρατηρητοῦ κείμενον καλεῖται ***ζενὶθ*** ἢ ***κατακόρυφον*** σημεῖον, τὸ δὲ ἕτερον ***ναδὶρ*** ἢ ***ἀντικόρυφον*** σημεῖον. Τοῦ τόπου Ο (σχ. 2) π. χ. ***Ζενὶθ*** μὲν εἶναι τὸ σημεῖον Ζ, ***Ναδὶρ*** δὲ τὸ Ν.



(Σχ. 2)

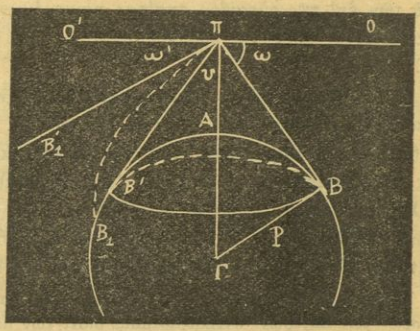
Πᾶν ἐπίπεδον διερχόμενον διὰ τῆς κατακορύφου τόπου τινὸς καλεῖται ***κατακόρυφον ἐπίπεδον***. Οἱ μέγιστοι κύκλοι, καθ' οὓς ἡ οὐράνιος σφαῖρα τέμνεται ὑπὸ τῶν κατακορύφων ἐπιπέδων τόπου τινός, καλοῦνται ***κατακόρυφοι κύκλοι***.

Τὸ ἡμικύκλιον κατακορύφου τινὸς κύκλου, τὸ ὁποῖον περιέχει ἀστέρα τινὰ ἢ ἄλλο ὡρισμένον σημεῖον τῆς οὐρ. σφαίρας, καλεῖται ***κατακόρυφος*** τοῦ ἀστέρος ἢ τοῦ σημείου τούτου. Τοῦ ἀστέρος Σ π. χ. (Σχ. 2) κατακόρυφος εἶναι τὸ κατακόρυφον ἡμικύκλιον ΖΣΝ.

§ 9. Αἰσθητὸς ὁρίζων.—Βάθος ὁρίζοντος. Πᾶν ἐπίπεδον κάθετόν ἐπὶ τὴν κατακόρυφον τόπου τινὸς καλεῖται ***ὁριζόντιον*** ἐπίπεδον.

Τὸ διὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ τοῦ παρατηρητοῦ διερχόμενον ὁριζόντιον ἐπίπεδον τέμνει τὴν οὐράνιον σφαῖραν κατὰ μεγ. κύκλον, ὅστις καλεῖται ***αἰσθητὸς ὁρίζων*** τοῦ τόπου, ἐν ᾧ ὁ παρατηρητὴς ἵσταται. Τοῦ τόπου Ο (σχ. 2) αἰσθητὸς ὁρίζων εἶναι ὁ κύκλος ΑΝΔΒ.

Ἐὰν παρατηρητὴς ἵσταται εἰς τόπον, ὅστις εὑρίσκεται ὑψηλότερον τοῦ φυσικοῦ ὁρίζοντος αὐτοῦ, εἶναι φανερὸν ὅτι ὁ αἰσθητὸς ὁρίζων αὐτοῦ κεῖται ὑπὲρ τὸν φυσικόν. Ἐὰν δὲ ὁ τόπος κεῖται χαμηλότερον τοῦ φυσικοῦ ὁρίζοντος καὶ ὁ αἰσθητὸς ὁρίζων αὐτοῦ κεῖται χαμηλότερον τοῦ φυσικοῦ.



(Εἰκ. 3)

* Ἡ γωνία, κατὰ τὴν ὁποίαν ὁ φυσικὸς ὁρίζων φαίνεται ὑπὸ τὸν αἰσθητὸν καλεῖται ***βάθος τοῦ ὁρίζοντος***. Οὕτω διὰ τὸν παρατηρητὴν Π, ὅστις κεῖται εἰς ὕψος (ΑΠ)=υ ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Γῆς, βάθος τοῦ ὁρίζοντος εἶναι ἡ γωνία ω, τὴν ὁποίαν σχηματίζει μετὰ τοῦ ὁριζοντίου ἐπιπέδου Ο'Ο ὀπτικὴ ἀκτὶς ΠΒ, ἡ ὁποία ἐφάπτεται τῆς Γῆς εἴς τι σημεῖον Β τοῦ φυσικοῦ ὁρίζοντος Β Β' (Σχ. 3).

Ἐὰν δὲ κληθῇ Ρ ἡ ἀκτὶς τῆς Γῆς ὑποτιθεμένης σφαιρικῆς, ἐκ τοῦ ὀρθ. τριγώνου

ΓΠΒ προκύπτει ὅτι Ρ=(Ρ+υ) συνω, ὅθεν Ρ (1—συνω)=υ συνω καὶ κατ' ἀκολουθίαν

$$P=\frac{\upsilon\sigma\upsilon\nu\omega}{1-\sigma\upsilon\nu\omega} \text{ ἢ } P=\frac{\upsilon\sigma\upsilon\nu\omega}{2\eta\mu^2\frac{\omega}{2}}.$$

Ἐντεῦθεν ὑπολογίζεται τὸ μέγεθος τῆς ἀκτῖνος τῆς Γῆς ἐκ τοῦ ὕψους υ καὶ τῆς γωνίας ω. Ἐπειδὴ ὅμως εἶναι δύσκολος ἡ μετ' ἀκριβείας μέτρησις τῆς μικρᾶς γωνίας ω, ἀφ' ἑτέρου δὲ μικρὸν λάθος εἰς τὴν τιμὴν αὐτῆς προκαλεῖ σημαντικὸν λάθος εἰς τὴν τιμὴν τοῦ Ρ, ἕπεται ὅτι ἡ μέθοδος αὕτη δὲν παρέχει τὴν τιμὴν τοῦ Ρ μετὰ τῆς ἀπαιτουμένης ἀκριβείας. Οὕτω μαθηταὶ τῆς ἐν Βρέστῃ ναυτικῆς σχολῆς ὑψωθέντες 75μ ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης εὗρον ω=15'30'' καὶ ἐντεῦθεν Ρ=7378 χιλιόμετρα, ἤτις εἶναι κατὰ χίλια περίπου χιλιόμετρα ἀνωτέρα τῆς κατ' ἄλλας ἀκριβεστέρας μεθόδους ὑπολογιζομένης τιμῆς αὐτῆς.

ΣΗΜ. Ἐν τοῖς ἀκολούθοις λέγοντες ἁπλῶς ὁρίζοντα θέλομεν νοεῖ τὸν αἰσθητὸν ὁρίζοντα.

Οἱ παράλληλοι τῷ ὁρίζοντι μικροὶ κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας καλοῦνται ὁριζόντιοι κύκλοι ἢ **ἀλμικανταράτοι**.

Ἀσκήσεις. 1) Πόσοι κατακόρυφοι κύκλοι διέρχονται διὰ τῆς κατακορύφου ἑκάστου τόπου ;

2) Διατὶ οἱ κατακόρυφοι κύκλοι εἶναι μέγιστοι κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας ;

3) Πόσων μοιρῶν εἶναι ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ Ζενὶθ καὶ τοῦ Ναδὶρ ἑκάστου τόπου ;

*4) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι οἱ κατακόρυφοι κύκλοι εἶναι κάθετοι ἐπὶ τὸν ὁρίζοντα.

*5) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ἡ κατακόρυφος ἑκάστου τόπου εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν τομὴν τοῦ ὁρίζοντος καὶ οἱουδήποτε κατακορύφου.

6) Πόση εἶναι ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ Ζενὶθ καὶ σημείου τινὸς τοῦ ὁρίζοντος.

§ 10. Φαινομένη ἡμερησία κίνησις τῆς οὐρανίου σφαίρας.—Νόμοι αὐτῆς.—Καθ' ἑκάστην ἡμέραν ὁ ἥλιος ἀναφαινόμενος κατὰ τὸ ἀνατολικὸν μέρος τοῦ ὁρίζοντος ἀνέρχεται βαθμηδὸν καὶ ἐπί τινα χρόνον ἐν τῷ οὐρανῷ, εἶτα ἄρχεται κατερχόμενος καὶ τέλος δύει, ἤτοι ἀφανίζεται ὑπὸ τὸ δυτικὸν μέρος τοῦ ὁρίζοντος. Ἐὰν κατά τινα νύκτα, τοῦ οὐρανοῦ ὄντος ἀνεφέλου, στραφῶμεν πρὸς τὸ νότιον μέρος τοῦ ὁρίζοντος καὶ πρὸς τὸν οὐρανὸν ἀναβλέψωμεν, δὲν θὰ βραδύνωμεν νὰ διακρίνωμεν ὅτι πάντες οἱ ἔμπροσθεν ἡμῶν ἀστέρες ἀνατέλλουσιν ἐξ ἀριστερῶν, ἀνέρχονται βραδέως ἐν τῷ οὐρανῷ, εἶτα κατέρχονται καὶ τέλος δύουσι πρὸς τὰ δεξιὰ ἡμῶν.

Ἐὰν δὲ στραφῶμεν πρὸς τὸ βόρειον μέρος τοῦ ὁρίζοντος καὶ τὸν οὐρανὸν ἐπισκοπήσωμεν, θὰ ἴδωμεν πάλιν ὅτι οἱ ἔμπροσθεν ἡμῶν ἀστέρες κινοῦνται ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμάς, ἀλλ' ἐν ᾧ ἀστέρες τινὲς τούτων ἀνατέλλουσι καὶ δύουσιν, ἄλλοι μένουσι διαρκῶς ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα καὶ φαίνονται κινούμενοι κυκλικῶς περὶ ὡρισμένον τι καὶ ἀκίνητον σημεῖον τῆς οὐρανίου σφαίρας. Τὸ σημεῖον τοῦτο καλοῦμεν ***βόρειον πόλον*** τῆς οὐρανίου σφαίρας.

Ἐγγύτατα τοῦ βορείου πόλου κεῖται ἀστήρ τις, ὁ ὁποῖος καλεῖται ***πολικὸς ἀστήρ***. Καὶ ὁ πολικὸς ἀστὴρ κινεῖται ὁμοίως περὶ τὸν βόρειον πόλον, ἂν καὶ ἕνεκα τῆς μικρᾶς (1° 10') ἀπ' αὐτοῦ ἀποστάσεώς του, φαίνεται ἡμῖν

ὡς ἀκίνητος. Ὁπλιζόμενοι δι' ἰσχυροῦ τηλεσκοπίου δυνάμεθα κατὰ τὴν ἡμέραν νὰ διακρίνωμεν πολλοὺς ἀστέρας καὶ νὰ βεβαιωθῶμεν ὅτι κατ' αὐτὴν οἱ ἀστέρες κινοῦνται ὡς τὴν νύκτα. Δι' ἀκριβῶν δὲ παρατηρήσεων ἐβεβαιώθη ὅτι οἱ ἀστέρες ἀκολουθοῦσιν ἐν τῇ κινήσει ταύτῃ τοὺς ἀκολούθους νόμους (¹).

1ος). Αἱ τροχιαὶ τῶν ἀστέρων εἶναι περιφέρειαι κύκλων, ὧν τὰ ἐπίπεδα εἶναι κάθετα ἐπὶ τὴν διὰ τοῦ βορ. πόλου διερχομένην διάμετρον τῆς οὐρ. σφαίρας.

2ος). Ἕκαστος ἀστὴρ κινεῖται ὁμαλῶς, ἤτοι ἐν ἴσοις χρόνοις διανύει ἴσα τόξα τῆς τροχιᾶς αὐτοῦ.

3ος). Αἱ γωνιώδεις ἀποστάσεις τῶν ἀστέρων ἀνὰ δύο λαμβανομένων μένουσιν ἀμετάβλητοι.

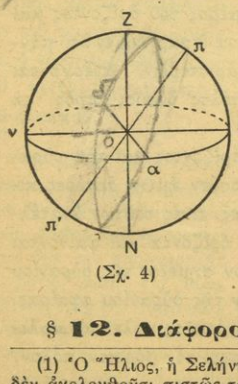
4ος). Ὁ χρόνος, ὅστις περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἀποκαταστάσεων ἀστέρος τινὸς εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον τῆς τροχιᾶς του, εἶναι σταθερὸς καὶ δι' ὅλους ὁ αὐτός.

Ὁ χρόνος οὗτος καλεῖται ***ἀστρικὴ ἡμέρα.***

Ἐκ τῶν εἰρημένων γίνεται φανερὸν ὅτι οἱ ἀστέρες κινοῦνται ὡς ἐὰν οὗτοι ἦσαν προσηλωμένοι ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς οὐρανίου σφαίρας, αὕτη δὲ ἐστρέφετο ὁμαλῶς περὶ τὴν διὰ τοῦ βορ. πόλου διερχομένην διάμετρον αὐτῆς ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς πλήρη συμπληροῦσα περιστροφὴν ἐν μιᾷ ἀστρικῇ ἡμέρᾳ. Τούτου ἕνεκα ἡ τοιαύτη κίνησις καλεῖται ***φαινομένη ἡμερησία κίνησις τῆς οὐρανίου σφαίρας.*** Ἡ ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς φορά, καθ' ἣν φαίνεται ὅτι γίνεται ἡ ἡμερησία κίνησις, καλεῖται ***ἀνάδρομος φορά,*** ἡ δὲ ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς ***ὀρθὴ φορά.***

ΣΗΜ. Οἱ πάντοτε ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα ἡμῶν κείμενοι ἀστέρες καλοῦνται ***ἀειφανεῖς*** ἀστέρες. Πλὴν τούτων καὶ ἐκείνων, οἱ ὁποῖοι ἀνατέλλουσι καὶ δύουσιν ὑπάρχουσι καὶ ἄλλοι, οἵτινες οὐδέποτε ἀνέρχονται ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα ἡμῶν καὶ καλοῦνται ***ἀφανεῖς*** ἀστέρες.

§ 11. Ἄξων τοῦ κόσμου.—Πόλοι—Ἡ διάμετρος τῆς οὐρανίου σφαίρας, περὶ τὴν ὁποίαν αὕτη φαίνεται στρεφομένη ἐξ Α. πρὸς Δ. καλεῖται ***ἄξων τοῦ κόσμου.*** Ὁ ἄξων τοῦ κόσμου τέμνει τὴν ἐπιφάνειαν τῆς οὐρανίου σφαίρας εἰς δύο σημεῖα. Τὸ ἓν τούτων εἶναι ὁ ***βόρειος πόλος*** τὸ δ' ἕτερον κεῖται ὑπὸ τὸν ὁρίζοντα ἡμῶν, καὶ καλεῖται ***νότιος πόλος.*** Οὕτως, Ο (Σχ. 4) ὄντος τοῦ κέντρου τῆς οὐρανίου σφαίρας καὶ ναβδ τοῦ ὁρίζοντος ἡμῶν, ππ' εἶναι ὁ ἄξων τοῦ κόσμου, π ὁ βόρειος πόλος καὶ π' ὁ νότιος πόλος τῆς οὐρανίου σφαίρας.



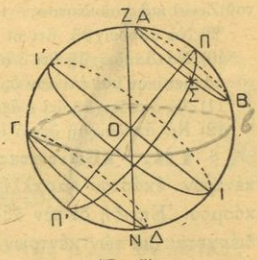
(Σχ. 4)

§ 12. Διάφοροι τῆς οὐρανίου σφαίρας κύκλοι.—Ὁ μέγ.

(1) Ὁ Ἥλιος, ἡ Σελήνη, οἱ πλανῆται μετὰ τῶν δορυφόρων των καὶ οἱ κομῆται δὲν ἀκολουθοῦσι πιστῶς τοὺς νόμους τούτους.

κύκλος τῆς οὐρ. σφαίρας, ὁ ὁποῖος εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου, καλεῖται ***οὐράνιος ἰσημερινός***. Ὁ οὐράνιος ἰσημερινὸς διαιρεῖ τὴν οὐράνιον σφαῖραν εἰς δύο ἡμισφαίρια, ὧν ἕκαστον λαμβάνει τὸ ὄνομα τοῦ πόλου, ὃν περιέχει.

Οἱ μικροὶ κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας, ὧν τὰ ἐπίπεδα εἶναι παράλληλα τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ οὐρανίου ἰσημερινοῦ, λέγονται ***παράλληλοι κύκλοι***. Ὁ κύκλος ΠΠ' (Σχ. 5) εἶναι ὁ οὐράνιος ἰσημερινός, οἱ δὲ ΑΣΒ, ΓΔ εἶναι παράλληλοι κύκλοι. Εἶναι δὲ πρόδηλον (§ 10, νόμος 1ος) ὅτι οἱ ἀστέρες κατ' ἀκολουθίαν τῆς ἡμερησίας κινήσεως γράφουσι περιφερείας παραλλήλων κύκλων.



(Σχ. 5)

Οἱ διὰ τῶν πόλων διερχόμενοι μεγ. κύκλοι τῆς οὐρ. σφαίρας καλοῦνται ***ὡριαῖοι κύκλοι*** ἢ ***κύκλοι ἀποκλίσεως***. Τὸ ὡριαῖον ἡμικύκλιον, τὸ ὁποῖον περιέχει ἀστέρα τινὰ ἢ ἄλλο ὡρισμένον σημεῖον τῆς οὐρ. σφαίρας, καλεῖται ***ὡριαῖος*** τοῦ ἀστέρος ἢ τοῦ σημείου τούτου. Τοῦ ἀστέρος Σ π. χ. (Σχ. 5) ὡριαῖος εἶναι τὸ ἡμικύκλιον ΠΣΠ'.

Ὁ διὰ τοῦ ζενὶθ τόπου τινὸς διερχόμενος ὡριαῖος κύκλος καλεῖται ***οὐράνιος μεσημβρινὸς*** τοῦ τόπου τούτου. Τοῦ τόπου Ο (Σχ. 4) οὐράνιος μεσημβρινὸς εἶναι ὁ κύκλος πΖπ'Ν.

§ 13. Κύρια σημεῖα τοῦ ὁρίζοντος. Ἡ εὐθεῖα νβ (Σχ. 4) καθ' ἣν τὸ ἐπίπεδον τοῦ ὁρίζοντος τέμνεται ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ τόπου τινὸς καλεῖται ***μεσημβρινὴ γραμμή***.

Ἡ εὐθεῖα αδ (Σχ. 4), καθ' ἣν ὁ ὁρίζων τέμνεται ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ, καλεῖται ***ἄξων τοῦ μεσημβρινοῦ***. Ὁ ἄξων τοῦ μεσημβρινοῦ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν μεσημβρινὴν γραμμήν.

Τὸ ἄκρον β τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς ὅπερ κεῖται ἔμπροσθεν παρατηρητοῦ βλέποντος πρὸς τὸ βόρειον μέρος τοῦ ὁρίζοντος (§ 2), καλεῖται ***βορρᾶς***. Τὸ δ' ἕτερον ἄκρον καλεῖται ***νότος***.

Ἐκ τῶν ἄκρων τοῦ ἄξονος τοῦ μεσημβρινοῦ τὸ μὲν α κείμενον πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ εἰρημένου παρατηρητοῦ καλεῖται ***ἀνατολή***, τὸ δὲ δ κείμενον πρὸς τὰ ἀριστερὰ αὐτοῦ καλεῖται ***δύσις***.

Τὰ τέσσαρα ταῦτα ἄκρα α, β, δ, ν, καλοῦνται ***κύρια σημεῖα τοῦ ὁρίζοντος***.

§ 14. Ἡμερήσιον καὶ νυκτερινὸν τόξον ἀστέρος. Ἔστω ΣΣ' (Σχ. 6) ἡ τροχιὰ ἀστέρος τινὸς Σ καὶ ΑΒ ἡ τομὴ αὐτῆς ὑπὸ τοῦ ὁρίζοντος. Τὸ ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα τόξον ΑΣΒ τῆς τροχιᾶς ταύτης καλεῖται ***ἡμερήσιον τόξον***, τὸ δὲ ὑπ' αὐτὸν ΑΣ'Β καλεῖται ***νυκτερινὸν τόξον*** αὐτοῦ.

Ἐὰν ὁ ἀστὴρ εἶναι ἀειφανής, ἅπασα ἡ τροχιὰ αὐτοῦ εἶναι ἡμερήσιον τόξον, ἐὰν δὲ ἀφανής, αὕτη εἶναι νυκτερινὸν τόξον.

Ἀσκήσεις. 7) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ὁ οὐρ. μεσημβρινὸς ἑκάστου τόπου περιέχει τὴν κατακόρυφον αὐτοῦ.

8) Πόση εἶναι ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τῆς Ἀνατολῆς καὶ τοῦ Βορρᾶ ; πόση ἡ τοῦ Ζενὶθ καὶ τοῦ Νότου;

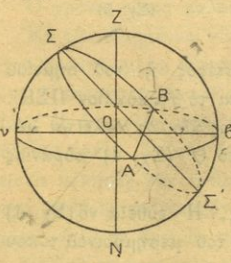
*9) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι οἱ ὡριαῖοι κύκλοι εἶναι κάθετοι ἐπὶ τὸν ἰσημερινόν.

*10) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς ἑκάστου τόπου εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν ἰσημερινὸν καὶ ἐπὶ τὸν ὁρίζοντα τοῦ τόπου τούτου.

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

12) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ὁ ἰσημερινὸς καὶ ὁ ὁρίζων τέμνουσιν ἀλλήλους δίχα.

§ **15. Ἰδιότητες τοῦ οὐρανίου μεσημβρινοῦ.**— Α΄. Τὸ κέντρον ἑκάστου παραλλήλου τῆς οὐρ. σφαίρας κεῖται ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου. Ἐπειδὴ δὲ τὸν ἄξονα τοῦτον περιέχει ὁ οὐρ. μεσημβρινός, οὗτος διέρχεται διὰ τῶν κέντρων πάντων τῶν παραλλήλων τῆς οὐρανίου σφαίρας. Ὅθεν εὐκόλως ἕπεται ἡ ἀλήθεια τῆς ἀκολούθου ἰδιότητος.



(Σχ. 6)

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

Β΄. Ἔστω ΑΣΒΣ΄ (σχ. 6) ὁ ὑπὸ ἀστέρος τινὸς γραφόμενος παράλληλος, ΣΣ΄ ἡ τομὴ αὐτοῦ ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ, ΑΣΒ τὸ ἡμερήσιον, ΒΣ΄Α τὸ νυκτερινὸν τόξον τοῦ ἀστέρος τούτου. Ἐπειδὴ τὸ ἐπίπεδον τοῦ ὁρίζοντος Α6Βν καὶ τὸ τοῦ παραλλήλου εἶναι κάθετα ἐπὶ τὸν μεσημβρινόν, καὶ ἡ τομὴ αὐτῶν ΑΒ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν οὐρ. μεσημβρινόν, ἄρα καὶ ἐπὶ τὴν ἐπ' αὐτοῦ κειμένην εὐθεῖαν ΣΣ΄, ἥτις εἶναι διάμετρος (ἰδ. Α΄) τοῦ παραλλήλου. Ἐπειδὴ δὲ ἡ διάμετρος ΣΣ΄ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν χορδὴν ΑΒ τοῦ αὐτοῦ κύκλου, τὰ τόξα ΑΣ, ΣΒ εἶναι ἴσα, ὁμοίως δὲ καὶ τὰ ΒΣ΄, Σ΄Α. Ἄρα: ***ὁ οὐρ. μεσημβρινὸς διχοτομεῖ τὰ ἡμερήσια καὶ νυκτερινὰ τόξα τῶν ἀστέρων.***

ΣΗΜ. Ἡ ἰδιότης αὕτη ἀληθεύει καὶ διὰ τοὺς ἀειφανεῖς καὶ ἀφανεῖς ἀστέρας, διότι ἡ τροχιὰ ἀειφανοῦς τινὸς π. χ. ἀστέρος εἶναι ἅπασα ἡμερήσιον τόξον (§ 14) τέμνεται δὲ ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ κατὰ διάμετρον αὐτῆς (ἰδ. Α΄) ἄρα διχοτομεῖται ὑπ' αὐτοῦ.

§ **16. Μεσουρανήσεις τῶν ἀστέρων.**—Ἕκαστος ἀστὴρ ἕνεκα τῆς ἡμερησίας κινήσεως τῆς οὐρ. σφαίρας διέρχεται διὰ τοῦ μεσημβρινοῦ ἑκάστου τόπου δὶς καθ' ἑκάστην ἀστρικὴν ἡμέραν. Αἱ χρονικαὶ αὗται στιγμαὶ καλοῦνται ***μεσουρανήσεις*** τοῦ ἀστέρος. Ἐκ τούτων ἐκείνη, καθ' ἣν ὁ ἀστὴρ διέρχεται διὰ τοῦ ἡμικυκλίου τοῦ μεσημβρινοῦ, ὅπερ περιέχει τὸ ζενὶθ (ὡριαίου τοῦ ζενίθ), καλεῖται ***ἄνω μεσουράνησις***, ἡ δὲ ἑτέρα ***κάτω μεσουράνησις***.

Ἀμφότεραι αἱ ἔν τινι τόπῳ μεσουρανήσεις τῶν μὲν ἀειφανῶν ἀστέρων γίνονται ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα, τῶν δὲ ἀφανῶν ὑπὸ τὸν ὁρίζοντα τοῦ τόπου τούτου. Τῶν λοιπῶν δὲ ἀστέρων ἡ μὲν ἄνω μεσουράνησις γίνεται ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα, ἡ δὲ κάτω ὑπ' αὐτόν.

Ἀσκήσεις. 13) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ὁ ἀπὸ τῆς ἀνατολῆς μέχρι τῆς ἄνω μεσουρανήσεως ἀστέρος χρόνος ἰσοῦται πρὸς τὸν ἀπὸ τῆς ἄνω μεσουρανήσεως μέχρι τῆς δύσεως αὐτοῦ παρερχόμενον (§ 15 ἰδ. Β' § 10 νόμος 2ος).

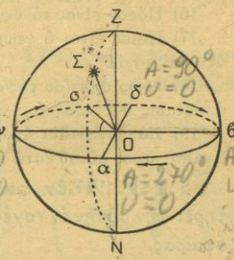
14) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ὁ ἀπὸ τῆς κάτω μέχρι τῆς ἄνω μεσουρανήσεως ἀστέρος χρόνος ἰσοῦται πρὸς τὸν ἀπὸ τῆς ἄνω μέχρι τῆς κάτω μεσουρανήσεως χρόνον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΑΙ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ

§ **17. Ὁρισμὸς τῆς θέσεως σημείου τῆς οὐρ. σφαίρας.** Πρὸς ὁρισμὸν τῆς θέσεως, τὴν ὁποίαν κατά τινα στιγμὴν ἔχει ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαίρας ἀστήρ τις ἢ οἱονδήποτε ἄλλο σημεῖον τῆς οὐρ. σφαίρας γίνεται χρῆσις δύο αὐτοῦ συντεταγμένων, αἵτινες ἀνήκουσιν εἰς ἓν τῶν ἀκολούθως ἐκτεθειμένων τεσσάρων διαφόρων συστημάτων συντεταγμένων.

§ **18. Ὁριζόντιοι συντεταγμέναι.—Ζενιθία ἀπόστασις ἀστέρος.—*Ἡ ὑπὸ τοῦ κατακορύφου τοῦ νότου (§ 8, 13) καὶ τοῦ κατακορύφου ἀστέρος τινὸς σχηματιζομένη δίεδρος γωνία καλεῖται ἀζιμούθιον τοῦ ἀστέρος τούτου.*** Τοῦ ἀστέρος Σ π. χ. (σχ. 7) ἀζιμούθιον εἶναι ἡ δίεδρος γωνία νΖΝΣ, ἧς μέτρον ἡ ἀντίστοιχος ἐπίπεδος γωνία νοσ ἢ τὸ τόξον νσ τοῦ ὁρίζοντος.



(Σχ. 7)

Τὸ ἀζιμούθιον μετρεῖται ἐπὶ τοῦ ὁρίζοντος ἀπὸ 0° μέχρι 360° ἀπὸ τοῦ νότου κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν. Εὐνόητον ὅθεν εἶναι ὅτι τὸ ἀζιμούθιον ἀστέρος τινὸς εἶναι μικρότερον μὲν τῶν 180°, ἐὰν οὗτος κεῖται πρὸς δυσμὰς τοῦ μεσημβρινοῦ, μεγαλύτερον δὲ τῶν 180°, ὅταν οὗτος κεῖται πρὸς ἀνατολὰς τοῦ μεσημβρινοῦ.

Τὸ ἀζιμούθιον παρίσταται διὰ τοῦ γράμματος Α.

Ὕψος ἀστέρος τινὸς καλεῖται ἡ γωνία, ἣν σχηματίζει ἡ δι' αὐτοῦ διερχομένη ἀκτὶς τῆς οὐρανίου σφαίρας μετὰ τοῦ ὁρίζοντος. Τοῦ ἀστέρος Σ π. χ. (σχ. 7) ὕψος εἶναι ἡ γωνία σοΣ, ἧς μέτρον εἶναι τὸ τόξον σΣ τοῦ κατακορύφου τοῦ ἀστέρος.

Τὸ ὕψος μετρεῖται ἐπὶ τοῦ κατακορύφου ἑκάστου ἀστέρος ἀπὸ τοῦ ὁρίζοντος θετικῶς μὲν πρὸς τὸ ζενίθ, ἀρνητικῶς δὲ πρὸς τὸ ναδὶρ καὶ ἀπολύτως ἀπὸ 0° μέχρις 90°. Τὸ ὕψος παρίσταται διὰ τοῦ γράμματος Υ.

Τὸ ἀζιμούθιον καὶ τὸ ὕψος λέγονται ***ὁριζόντιοι συντεταγμέναι τῶν ἀστέρων***.

Ἀμφότεραι αἱ ὁριζόντιοι συντεταγμέναι ἀστέρος τινὸς μεταβάλλονται ἀπὸ στιγμῆς εἰς στιγμὴν ἕνεκα τῆς ἡμερησίας κινήσεως· πρὸς δὲ αἱ συντεταγμέναι αὗται εἶναι κατὰ τὴν αὐτὴν χρονικὴν στιγμὴν διάφοροι εἰς διαφόρους τόπους ἕνεκα τῆς ἀλλαγῆς τοῦ ὁρίζοντος καὶ τοῦ κατακορύφου τοῦ νότου. Διὰ τὸν δεύτερον τοῦτον λόγον αἱ ὁριζόντιοι συντεταγμέναι ὀνομάζονται καὶ ***τοπικαὶ συντεταγμέναι***.

Διὰ τῶν ὁριζοντίων συντεταγμένων ἀστέρος τινὸς κατά τινα στιγμὴν καθορίζεται ἡ ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαίρας θέσις αὐτοῦ κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην. Διότι διὰ μὲν τοῦ ὕψους ὁρίζεται ὁ ἀλμικανταράτος, ἐφ᾽ οὗ κεῖται ὁ ἀστήρ, διὰ δὲ τοῦ ἀζιμουθίου ὁ κατακόρυφος αὐτοῦ· κεῖται ἄρα ὁ ἀστὴρ εἰς τὴν τομὴν αὐτῶν.

Τὸ συμπλήρωμα τοῦ ὕψους ἀστέρος τινὸς καλεῖται ζενιθία αὐτοῦ ἀπόστασις. Τοῦ ἀστέρος Σ π. χ. (Σχ. 7) ζενιθία ἀπόστασις εἶναι ἡ γωνία ΖΟΣ ἢ τὸ τόξον ΖΣ τοῦ κατακορύφου αὐτοῦ. Ἡ ζενιθία ἀπόστασις μετρεῖται ἐπὶ τοῦ κατακορύφου ἑκάστου ἀστέρος ἀπὸ τοῦ Ζενὶθ καὶ ἀπὸ 0° μέχρις 180° παρίσταται δὲ διὰ τοῦ γράμματος z.

Ἀσκήσεις. 15) Νὰ ὁρισθῶσιν αἱ ὁριζόντιοι συντεταγμέναι ἑκάστου τῶν κυρίων σημείων τοῦ ὁρίζοντος.

16) Πόσον εἶναι τὸ ὕψος τοῦ ζενὶθ καὶ πόσον τὸ τοῦ ναδίρ ; 90, -90

17) Ποῖος εἶναι ὁ γεωμ. τόπος τῶν σημείων τῆς οὐρ. σφαίρας ὧν ἕκαστον ἔχει ἀζιμούθιον 90° ;

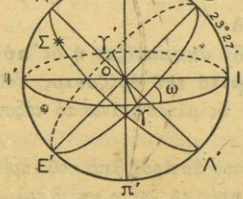
18) Τίνος σημείου τῆς οὐρ. σφαῖρας τὸ μὲν ἀζιμούθιον εἶναι 270° ἡ δὲ ζενιθία ἀπόστασις 90° ; α

19) Ἐὰν ἡ Ζενιθία ἀπόστασις ἀστέρος τινὸς εἶναι κατά τινα στιγμὴν 110°, πόσον εἶναι τὸ ὕψος αὐτοῦ κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν ; = 70°

§ 19. Ἰδία φαινομένη κίνησις τοῦ Ἡλίου.

Ὁ Ἥλιος δὲν τηρεῖ τὴν αὐτὴν ἐν σχέσει πρὸς τοὺς ἀπλανεῖς ἀστέρας θέσιν ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαίρας.

Περὶ τούτου πειθόμεθα παρατηροῦντες πρῶτον μὲν ὅτι διάφοροι κατὰ διαφόρους ἐποχὰς ἀστέρες προηγοῦνται τοῦ ἡλίου ὀλίγον πρὸ τῆς ἀνατολῆς αὐτοῦ, ἢ ἕπονται αὐτοῦ μικρὸν μετὰ τὴν δύσιν του· δεύτερον δὲ ὅτι ὁ ἥλιος δὲν ἀνατέλλει πάντοτε ἀπὸ τοῦ αὐτοῦ οὐδὲ δύει πάντοτε εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον τοῦ ὁρίζοντος. Ὁ ἥλιος, ὅθεν, ἐν ᾧ μετέχει τῆς ἡμερησίας κινήσεως φαίνεται ἔχων καὶ ἑτέραν ἰδίαν κίνησιν ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαίρας ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων. Ἡ μετὰ προσοχῆς ἐξέτασις τῆς ἰδίας ταύτης κινήσεως τοῦ ἡλίου ἀποδεικνύει, ὡς ἐν οἰκείῳ κεφαλαίῳ θέλομεν ἐκθέσει, ὅτι οὗτος φαίνεται κινούμενος ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαί-



(Σχ. 8)

ρας κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν γράφων μέγιστον κύκλον τῆς οὐρ. σφαίρας, ὅστις καλεῖται ***ἐκλειπτική***.

Ἡ τομὴ γγ΄ (Σχ. 8) ***τῆς ἐκλειπτικῆς ΕΕ΄ καὶ τοῦ οὐρ. ἰσημερινοῦ ΙΙ΄ καλεῖται ἰσημερινὴ γραμμή.***

Τὰ ἄκρα γ,γ΄ τῆς ἰσημερινῆς γραμμῆς καλοῦνται ἰσημερινὰ σημεῖα. Τούτων τὸ μὲν γ, δι᾽ οὗ διέρχεται ὁ ἥλιος μεταβαίνων ἐκ τοῦ νοτίου ἡμισφαιρίου τοῦ οὐρανοῦ εἰς τὸ βόρειον, καλεῖται ***ἐαρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον***, τὸ δ᾽ ἕτερον γ΄ καλεῖται ***φθινοπωρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον.***

Ὁ ὡριαῖος τοῦ ἐαρινοῦ ἰσημερινοῦ σημείου καλεῖται κόλουρος τῶν ἰσημεριῶν.

Ἡ διάμετρος ΛΛ΄ τῆς οὐρ. σφαίρας, ἥτις εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν ἐκλειπτικήν, καλεῖται ἄξων τῆς ἐκλειπτικῆς.

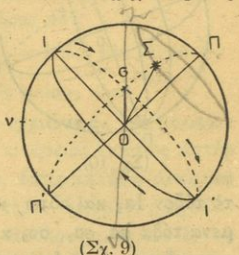
Τὰ ἄκρα Λ,Λ΄ τοῦ ἄξονος τῆς ἐκλειπτικῆς καλοῦνται ***πόλοι*** τῆς ἐκλειπτικῆς. Τούτων ὁ μὲν Λ ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαιρίῳ τοῦ οὐρανοῦ κείμενος καλεῖται ***βόρειος πόλος*** τῆς ἐκλειπτικῆς, ὁ δ᾽ ἕτερος Λ΄ κείμενος ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ καλεῖται ***νότιος πόλος*** τῆς ἐκλειπτικῆς.

Οἱ διὰ τῶν δύο πόλεων τῆς ἐκλειπτικῆς διερχόμενοι μέγιστοι κύκλοι τῆς οὐρ. σφαίρας καλοῦνται ***κύκλοι πλάτους.***

Τὸ ἡμικύκλιον πλάτους, τὸ ὁποῖον περιέχει ἀστέρα τινά, καλεῖται κύκλος πλάτους τοῦ ἀστέρος τούτου. Τοῦ ἀστέρος Σ π. χ. (Σχ. 8) κύκλος τοῦ πλάτους εἶναι τὸ ἡμικύκλιον ΛΣΛ΄:

§ **20. Ἰσημεριναὶ συντεταγμέναι.—Πολικὴ ἀπόστασις.**

α΄). ***Καλεῖται ἀπόκλισις ἀστέρος, ἡ γωνία, τὴν ὁποίαν σχηματίζει ἡ δι᾽ αὐτοῦ διερχομένη ἀκτὶς τῆς οὐρ. σφαίρας μετὰ τοῦ ἰσημερινοῦ.*** Τοῦ ἀστέρος, Σ π. χ. (Σχ. 9) ἀπόκλισις εἶναι ἡ γωνία σΟΣ, ἧς μέτρον τὸ τόξον σΣ τοῦ ὡριαίου τοῦ αὐτοῦ ἀστέρος. Ἡ ἀπόκλισις μετρεῖται ἐπὶ τοῦ ὡριαίου ἑκάστου ἀστέρος ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ θετικῶς μὲν πρὸς τὸν βόρειον πόλον, ἀρνητικῶς δὲ πρὸς τὸν νότιον καὶ ἀπολύτως ἀπὸ 0° μέχρις 90°. Ἡ ἀπόκλισις παρίσταται διὰ τοῦ γράμματος δ.



(Σχ. 9)

Ἐπειδὴ ἕκαστος ἀστὴρ μετέχων τῆς ἡμερησίας κινήσεως γράφει περιφέρειαν παραλλήλου κύκλου (§ 10 νόμος 1ος, § 12), ἡ ἀπόκλισις αὐτοῦ δὲν μεταβάλλεται μετὰ τοῦ χρόνου, εἶναι δὲ φανερόν ὅτι αὕτη οὐδόλως ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ τόπου τῆς παρατηρήσεως. Ἄρα ἡ ἀπόκλισις ἑκάστου ἀστέρος εἶναι σταθερά (¹).

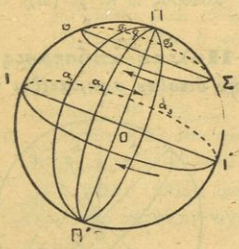
(1) Τοῦτο δὲν ἀληθεύει δι᾽ ἐκείνους τῶν ἀστέρων, οἵτινες ἔχουσιν ἰδίαν κίνησιν ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.

β') ***Ἡ δίεδρος γωνία, ἣν σχηματίζει ὁ ὡριαῖος τοῦ νότου μετὰ τοῦ ὡριαίου ἀστέρος τινός, καλεῖται ὡριαία γωνία τοῦ ἀστέρος τούτου.*** Τοῦ ἀστέρος Σ π. χ. (Σχ. 9) ὡριαία γωνία εἶναι ἡ δίεδρος γωνία νΠΠ΄Σ, ἧς μέτρον ἡ ἀντίστοιχος γωνία ΙΟσ ἢ τὸ τόξον Ισ τοῦ ἰσημερινοῦ. Ἡ ὡριαία γωνία μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ ἰσημερινοῦ κατὰ τὴν ἀνάδρομον φορὰν καὶ ἀπὸ 0° μέχρι 360°. Λαμβάνεται δὲ ὡς ἀρχὴ τὸ σημεῖον Ι, καθ' ὃ ἡ περιφέρεια τοῦ ἰσημερινοῦ τέμνεται ὑπὸ τοῦ ὡριαίου τοῦ νότου.

Συνήθως τὴν ὡριαίαν γωνίαν μετροῦσιν εἰς ὥρας, πρῶτα καὶ δεύτερα λεπτὰ καὶ ἀπὸ 0 μέχρι 24 ὡρῶν. Πρὸς τοῦτο νοοῦσι τὴν περιφέρειαν τοῦ ἰσημερινοῦ διῃρημένην εἰς 24 ἴσα μέρη, ὧν ἕκαστον ἀποτελούμενον ἐκ $\frac{360^\circ}{24}=15^\circ$ καλεῖται τόξον μιᾶς ὥρας· ἕκαστον τοιοῦτον τόξον νοεῖται διῃρημένον εἰς 60 ἴσα μέρη, ὧν ἕκαστον ἀποτελεῖται ἐκ $\frac{15^\circ}{60}=15'$ καὶ καλεῖται τόξον 1π, τέλος δὲ τὸ τόξον 1π. νοεῖται ὑποδιῃρημένον εἰς 60 ἴσα μέρη, ὧν ἕκαστον ἀποτελεῖται ἐκ $\frac{15'}{60}=15''$ καὶ καλεῖται τόξον 1δ. Ὥστε τοξ. 1 ὥρ=15°, τοξ. 1π.=15′ καὶ τοξ. 1δ=15″.

Ἡ ὡριαία γωνία παρίσταται διὰ τοῦ γράμματος Η.

Ἀστὴρ τις Σ π. χ. γράφει ἕνεκα τῆς ἡμερησίας κινήσεως τὸν παράλληλον σΣ (Σχ. 10). Εἶναι φανερὸν ὅτι καθ' ἣν στιγμὴν διέρχεται τὸν ὡριαῖον τοῦ νότου, τὸ κοινὸν σημεῖον τοῦ ἰσημερινοῦ καὶ τοῦ ὡριαίου αὐτοῦ εἶναι εἰς τὸ Ι, ἡ δὲ ὡριαία γωνία αὐτοῦ εἶναι 0. Μετά τινα χρόνον ὁ ἀστὴρ εὑρίσκεται εἰς τὸ σημεῖον σ_1, τῆς τροχιᾶς του, τὸ δὲ προειρημένον κοινὸν σημεῖον εὑρίσκεται εἰς τὸ α_1, καὶ ὡριαία γωνία αὐτοῦ εἶναι τὸ τόξον $\text{Ι}\alpha_1$, ὁμοίως ὅταν ὁ ἀστὴρ θὰ εἶναι εἰς θέσιν σ_2 τὸ κοινὸν σημεῖον θὰ εἶναι εἰς τὸ α_2, καὶ ἡ ὡριαία γωνία αὐτοῦ εἶναι τὸ τόξον $\text{Ι}\alpha_2$ καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Ὅπως δὲ τὰ ὑπὸ τοῦ ἀστέρος Σ διανυόμενα τόξα $\sigma\sigma_1$ $\sigma\sigma_2$, $\sigma\sigma_3$ κ,τ.λ. εἶναι ἀνάλογα τῶν χρόνων, καθ' οὓς διανύονται, οὕτω καὶ τὰ ὑπὸ τοῦ κοινοῦ σημείου τοῦ ἰσημερινοῦ καὶ τοῦ ὡριαίου τοῦ ἀστέρος διανυόμενα τόξα $\text{Ι}\alpha_1$, $\text{Ι}\alpha_2$, $\text{Ι}\alpha_3$ κ.τ.λ. μεταβάλλονται ἀναλόγως τοῦ χρόνου (§ 10). Ἐκ τούτων ἕπεται ὅτι: ***Ἡ ὡριαία γωνία ἑκάστου ἀστέρος μεταβάλλεται ἀναλόγως τοῦ χρόνου.***



(Σχ. 10)

Κατὰ ταῦτα ἡ ὡριαία γωνία ἑκάστου ἀστέρος μεταβάλλεται ἐν ἑκάστῳ τόπῳ ἀπὸ στιγμῆς εἰς στιγμήν. Ἐπειδὴ δὲ ὁ ὡριαῖος τοῦ νότου εἶναι διάφορος εἰς τοὺς διαφόρους τόπους, ἡ ὡριαία γωνία ἑκάστου ἀστέρος εἶναι κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν διάφορος εἰς τοὺς διαφόρους τόπους. Ἡ ὡριαία γωνία μεταβάλλεται ὅθεν μετὰ τοῦ χρόνου καὶ τοῦ τόπου.

Ἡ ἀπόκλισις καὶ ἡ ὡριαία γωνία τοῦ ἀστέρος καλοῦνται ***ἰσημεριναὶ συντεταγμέναι*** τοῦ ἀστέρος.

Διὰ τῆς ἀποκλίσεως ἀστέρος τινὸς καὶ τῆς κατά τινα στιγμὴν ὡριαίας γωνίας αὐτοῦ ὁρίζεται ἡ θέσις αὐτοῦ ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαίρας κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην. Διότι διὰ μὲν τῆς ἀποκλίσεως ὁρίζεται ὁ παράλληλος ἐφ' οὗ κεῖται ὁ ἀστήρ, διὰ δὲ τῆς ὡριαίας γωνίας ὁρίζεται ὁ ὡριαῖος αὐτοῦ· εὐνόητον εἶναι ὅθεν ὅτι ὁ ἀστὴρ κεῖται εἰς τὴν τομὴν τῶν περιφερειῶν τούτων.

Τὸ συμπλήρωμα τῆς ἀποκλίσεως ἀστέρος τινὸς καλεῖται πολικὴ ἀπόστασις τοῦ ἀστέρος τούτου. Τοῦ ἀστέρος Σ π. χ. (Σχ. 9) πολικὴ ἀπόστασις εἶναι ἡ γωνία ΠΟΣ, ἧς μέτρον τὸ τόξον ΠΣ τοῦ ὡριαίου τοῦ ἀστέρος.

Ἡ πολικὴ ἀπόστασις μετρεῖται ἐπὶ τοῦ ὡριαίου ἑκάστου ἀστέρος ἀπὸ τοῦ βορείου πόλου καὶ ἀπὸ 0° μέχρις 180°, παρίσταται δὲ αὕτη διὰ τοῦ γράμματος Ρ.

Εἶναι δὲ ἡ πολικὴ ἀπόστασις ἑκάστου ἀστέρος σταθερά.

Ἀσκήσεις 20). Πόση εἶναι ἡ τοῦ βορείου καὶ πόση ἡ τοῦ νοτίου πόλου ἀπόκλισις;

21) Πόση εἶναι ἡ ἀπόκλισις ἑκατέρου τῶν ἰσημερινῶν σημείων;

22) Πόση εἶναι ἡ ἀπόκλισις ἑκατέρου τῶν ἄκρων τοῦ ἄξονος τοῦ μεσημβρινοῦ;

23) Πόση εἶναι ἡ ὡριαία γωνία τοῦ νότου καὶ πόση ἡ τοῦ βορρᾶ;

24) Πόση εἶναι ἡ ὡριαία γωνία τῆς ἀνατολῆς καὶ πόση τῆς δύσεως;

25) Πόση εἶναι ἡ ὡριαία γωνία τοῦ ἐαρινοῦ ἰσημερινοῦ σημείου καθ' ἣν στιγμὴν τοῦτο ἀνατέλλει;

26) Πόση εἶναι ἡ πολικὴ ἀπόστασις ἀστέρος ἔχοντος ἀπόκλισιν 30°;

27) Πόση εἶναι ἡ ἀπόκλισις ἀστέρος, οὗ Ρ=12° 35';

28) Ἐὰν ἡ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ β. πόλου εἶναι ἔν τινι τόπῳ 20° 17' πόση εἶναι ἡ ἀπόκλισις τοῦ ζενὶθ τοῦ τόπου τούτου;

29) Ἡ ὡριαία γωνία 25° 35' 21'' νὰ ὑπολογισθῇ εἰς ὥρας κλπ.

$$\left(\frac{25^0\ 35'\ 21''}{15^0} = 1 \text{ ὥρ. } 42\text{π } 21,4\text{δ.}\right)$$

30) Ἡ ὡριαία γωνία 2 ὥρ. 31π 17δ νὰ ὑπολογισθῇ εἰς μοίρας κλπ.

§ 21. Ἀστρικὴ ἡμέρα. Ἀστρικὸς χρόνος. Ἀστρικὰ ἐκκρεμῆ.—Κατὰ τὸν 4ον νόμον τῆς ἡμερησίας κινήσεως ἕκαστος ἀστὴρ συμπληροῖ πλήρη περιστροφὴν εἰς σταθερὸν χρόνον, ὅστις ἐκλήθη ***ἀστρικὴ ἡμέρα***. Ἐὰν ὅθεν κατά τινα στιγμὴν ἀστήρ τις ἢ ἕτερον ὡρισμένον σημεῖον τῆς οὐρ. σφαίρας μεσουρανῇ ἄνω ἔν τινι τόπῳ, ἡ ἀκόλουθος αὐτοῦ ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ μεσουράνησις θὰ γείνῃ μετὰ μίαν ἀστρικὴν ἡμέραν. Κατὰ ταῦτα ἡ ἀστρικὴ ἡμέρα ὁρίζεται ὡς ἀκολούθως.

Ἀστρικὴ ἡμέρα καλεῖται ὁ χρόνος, ὅστις περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἄνω μεσουρανήσεων ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ ἀστέρος τινὸς ἢ ἑτέρου ὡρισμένου σημείου τῆς οὐρ. σφαίρας.

Ἡ ἀστρικὴ ἡμέρα διαιρεῖται εἰς 24 ἀστρικὰς ὥρας, ἡ ἀστρικὴ ὥρα εἰς 60 ἀστρικὰ λεπτὰ καὶ τὸ ἀστρικὸν λεπτὸν εἰς 60 ἀστρικὰ δευτερόλεπτα, ὧν ἕκαστον ὑποδιαιρεῖται, εἰς δέκατα ἑκατοστὰ κ.λ.π. αὐτοῦ. Ὡς ἀρχὴ τῆς

ἀστρικῆς ἡμέρας λαμβάνεται ἐν ἑκάστῳ τόπῳ ἡ στιγμὴ τῆς ἐν αὐτῷ ἄνω μεσουρανήσεως τοῦ ἐαρινοῦ ἰσημερινοῦ σημείου.

Ἐὰν κατὰ ὡρισμένην στιγμὴν ἀστρικῆς τινος ἡμέρας ἡ ὡριαία γωνία τοῦ σημείου γ εἶναι H^0, ὁ ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τῆς ἀστρικῆς ταύτης ἡμέρας μέχρι τῆς στιγμῆς ἐκείνης διαρρεύσας χρόνος εἶναι $\frac{H^0}{15^0}$ ἀστρικαὶ ὧραι, διότι καθ' ἑκάστην ἀστρικὴν ὥραν ἡ ὡριαία γωνία αὐξάνει κατὰ $\frac{360^0}{24}=15^0$. Ὁ αὐτὸς δὲ λόγος $\frac{H^0}{15^0}$ δηλοῖ εἰς ὥρας, λεπτὰ καὶ δεύτερα λεπτὰ τὴν τιμὴν τῆς ὡριαίας γωνίας τοῦ γ. Διὰ τοῦτο ***καλοῦμεν ἀστρικὸν χρόνον ἢ ἀστρικὴν ὥραν τόπου τινὸς κατὰ τινα στιγμὴν τὴν ὡριαίαν γωνίαν τοῦ σημείου γ*** (ἐκπεφρασμένην εἰς ὥρας κλπ.) ***κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην.***

Ἡ ἀστρικὴ ὥρα μεταβάλλεται ἀπὸ 0 ἕως 24 ὥρας καὶ παρέχεται ἐν τοῖς ἀστεροσκοπείοις ὑπὸ ἀκριβῶν ἐκκρεμῶν ὡρολογίων, ἅτινα καλοῦνται ἀστρικὰ ἐκκρεμῆ. Ἕκαστον τούτων παράγει ἐν μιᾷ ἀστρικῇ ἡμέρᾳ $60 \times 60 \times 24 = 86400$ κτύπους, οὕτως ὥστε μεταξὺ δύο διαδοχικῶν κτύπων μεσολαβεῖ χρονικὸν διάστημα ἑνὸς ἀστρικοῦ δευτερολέπτου. Κανονίζεται δ' ἑκάστου ἀστεροσκοπείου τὸ ἀστρικὸν ἐκκρεμὲς οὕτως ὥστε νὰ δεικνύῃ 0 ὥρ. 0π. 0δ κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἐν αὐτῷ ἄνω μεσουρανήσεως τοῦ σημείου γ.

ΣΗΜ. Ἐν τοῖς ἀκολούθοις λέγοντες ἁπλῶς ὥρας, λεπτὰ καὶ δευτερόλεπτα θέλομεν νοῇ ἀστρικὰ τοιαῦτα.

Ἀσκήσεις. 31) Κατὰ ποίαν ὥραν δύει τὸ σημεῖον γ καὶ κατὰ ποίαν ἀνατέλλει τοῦτο ;

32) Κατὰ ποίαν ὥραν ἀνατέλλει τὸ φθινοπωρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον γ' ; κατὰ ποίαν δύει τοῦτο;

33) Κατὰ ποίαν ὥραν τὸ σημεῖον γ μεσουρανεῖ κάτω ; πόση εἶναι κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην ἡ ὡριαία γωνία τοῦ γ' ;

34) Ἀστήρ τις μεσουρανεῖ συγχρόνως μετὰ τοῦ σημείου γ καὶ παραμένει 8 ὥρ. 20π ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα τόπου τινός. Κατὰ ποίαν ὥραν δύει;

35) Μετὰ πόσας ὥρας ἀπὸ τῆς ἄνω μεσουρανήσεως θέλει δύσει ἀστήρ, ὅστις μένει ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα 14 ὥρ. 20π ; Μετὰ πόσας ὥρας ἀπὸ τῆς κάτω μεσουρανήσεως θὰ ἀνατείλῃ ὁ αὐτὸς ἀστήρ ;

36) Πόσαι ὧραι μεσολαβοῦσι μεταξὺ τῆς ἄνω καὶ τῆς κάτω μεσουρανήσεως ἀστέρος τινός ;

37) Ἀστήρ τις μεσουρανεῖ κάτω μετὰ 6ὥρ. 25π 32δ ἀπὸ τῆς δύσεώς του. Εἰς πόσον χρόνον διανύει τὸ ἡμερήσιον καὶ εἰς πόσον τὸ νυκτερινὸν τόξον τῆς τροχιᾶς αὐτοῦ ;

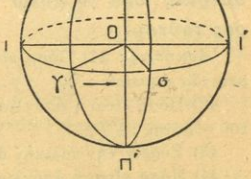
38) Ἐὰν ἀστήρ τις κατὰ τὴν ἡμερησίαν κίνησιν γράφῃ τὸν οὐράνιον ἰσημερινόν, πόσον χρόνον εὑρίσκεται ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα καὶ πόσον ὑπ' αὐτόν ;

39) Ἀστήρ τις ἀνατέλλει τὴν 8 ὥρ. 15π καὶ μεσουρανεῖ ἄνω τὴν 17 ὥρ. 21π 30δ. Κατὰ ποίαν ὥραν δύει καὶ εἰς πόσον χρόνον διανύει τὸ νυκτερινὸν αὐτοῦ τόξον ;

40) Κατὰ ποίαν ὥραν μεσουρανεῖ ἄνω ἀστήρ, ὅστις ἀνατέλλει τὴν 10 ὥρ. καὶ δύει τὴν 20ὥρ. 20π 21δ ;

§ **22. Οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι.**—***Καλεῖται ὀρθὴ ἀναφορὰ ἀστέρος ἡ δίεδρος γωνία, ἣν σχηματίζει ὁ ὡριαῖος τοῦ ἀστέρος μετὰ τοῦ κολούρου τῶν ἰσημεριῶν.*** Οὕτω τοῦ ἀστέρος Σ (Σχ. 11) ὀρθὴ ἀναφορὰ εἶναι ἡ δίεδρος γωνία γΠΠ'Σ, ἥτις ἔχει μέτρον τὴν ἀντίστοιχον ἐπίπεδον γωνίαν γΟσ ἢ τὸ τοῦ ἰσημερινοῦ τόξον γσ.

Ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ ἰσημερινοῦ κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν ἀπὸ τοῦ γ εἰς μοίρας κ.λ.π. ἀπὸ 0° μέχρι 360° ἢ συνηθέστερον εἰς ὥρας κ.λ.π. ἀπὸ 0ὥρ. μέχρις 24 ὡρῶν (§ 20 β'), παρίσταται δὲ διὰ τοῦ γράμματος α.



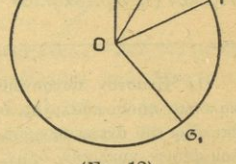
(Σχ. 11)

Εἶναι φανερὸν ὅτι ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ ἑκάστου ἀστέρος οὐδόλως ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ τόπου, ἐφ' οὗ κεῖται ὁ παρατηρητής, οὐδὲ μεταβάλλεται μετὰ τοῦ χρόνου, διότι ἡ ἀρχὴ γ ὡς σημεῖον τῆς οὐρ. σφαίρας κινεῖται κατὰ τοὺς αὐτοὺς καὶ οἱ ἀστέρες νόμους (§ 10). Κατὰ ταῦτα ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ εἶναι δι' ἕκαστον ἀστέρα σταθερά [1].

Διὰ τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς ἀστέρος τινὸς καθορίζεται ὁ ὡριαῖος τοῦ ἀστέρος τούτου. Ἵνα δὲ καθορισθῇ τελείως ἡ θέσις αὐτοῦ ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαίρας χρειάζεται καὶ ἑτέρα αὐτοῦ συντεταγμένη. Ὡς τοιαύτη δὲ λαμβάνεται ἡ ἀπόκλισις αὐτοῦ (§ 20α'), δι' ἧς καθορίζεται καὶ ὁ παράλληλος τοῦ ἀστέρος τούτου, ὁ δὲ ἀστὴρ εὑρίσκεται εἰς τὴν τομὴν τῶν εἰρημένων περιφερειῶν.

Ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ καὶ ἡ ἀπόκλισις λέγονται ***οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι.*** Εἶναι δέ, ὡς εἴπομεν (§ 20α', 22), ἀμφότεραι σταθεραὶ συντεταγμέναι διὰ τοὺς πλείστους τῶν ἀστέρων.

§ **23. Σχέσεις ὀρθῆς ἀναφορᾶς, ὡριαίας γωνίας ἀστέρος καὶ ἀστρικοῦ χρόνου.**—α'. Ἔστω Ο (Σχ. 12) ὁ οὐρ. ἰσημερινός, Ον ἡ τομὴ αὐτοῦ ὑπὸ τοῦ ὡριαίου τοῦ νότου τόπου τινός, Οσ ἡ κατά τινα στιγμὴν τομὴ αὐτοῦ ὑπὸ τοῦ ὡριαίου ἀστέρος τινὸς Σ καὶ γ τὸ ἐαρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον. Εἶναι φανερὸν ὅτι διὰ τὸν ἀστέρα Σ εἶναι νσ=Η καὶ γσ=α· ἔτι δὲ γν=Χ (ἀστρ. χρόν.) Ἐπειδὴ δὲ γν=νσ+σγ, ἕπεται ὅτι :



(Σχ. 12)

$$X = H + \alpha \qquad (1)$$

Νοήσωμεν ἤδη ἕτερον ἀστέρα Σ_1, οὗ ὁ ὡριαῖος τέμνει τὸν ἰσημερινὸν κατὰ τὴν $O\sigma_1$. Δι' αὐτὸν εἶναι $\nu\gamma\sigma_1 = H$, $\gamma\nu\sigma_1 = \alpha$

(1) Τοῦτο δὲν ἀληθεύει διὰ τοὺς ἀστέρας, οἵτινες ἔχουσιν ἰδίαν κίνησιν ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.

καὶ ἑπομένως $σ_1γ=24$ ὥρ.—α. Ἐπειδὴ δὲ $νγσ_1,=νγ+γσ_1$, ἕπεται ὅτι: Η=Χ+24 ὥρ.—α, ὅθεν προκύπτει ἡ ἰσότης: Χ+24 ὥρ.=Η+α. (2)

Ἄρα: ***Τὸ ἄθροισμα τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς ἀστέρος καὶ τῆς ὡριαίας αὐτοῦ γωνίας κατά τινα στιγμὴν ἰσοῦται πρὸς τὴν κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην ἀστρικὴν ὥραν ἢ ὑπερβαίνει αὐτὴν κατὰ 24 ὥρας.***

β'. Καθ' ἣν στιγμὴν ἀστήρ τις μεσουρανεῖ ἄνω, ἔχει Η=0 καὶ ἑπομένως ἡ ἰσότης (1) διὰ τὴν στιγμὴν ταύτην γίνεται:

Χ=α (3) ἤτοι:

Καθ' ἣν στιγμὴν ἀστήρ τις μεσουρανεῖ ἄνω ἔν τινι τόπῳ ἡ ἀστρικὴ ὥρα ἐν αὐτῷ ἰσοῦται πρὸς τὴν ὀρθὴν ἀναφορὰν τοῦ ἀστέρος τούτου.

Ἀσκήσεις: 41) Πόση εἶναι ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ καὶ ἡ ἀπόκλισις ἑκατέρου τῶν ἰσημερινῶν σημείων; $αγ=0, αγ'180°, δ=γ0, γ0$

42) Πόση εἶναι ἡ ἀπόκλισις καὶ πόση ἡ πολικὴ ἀπόστασις ἑκατέρου τῶν πόλων τοῦ οὐρανοῦ; $δπ90°, δπ'-90°, ρπ=0, ρπ'180°$

43) Εὑρεῖν τὴν πολικὴν ἀπόστασιν ἀστέρος, οὗ δ=30°. $ρ=60°$

44) Πόση εἶναι ἡ ἀπόκλισις καὶ πόση ἡ πολικὴ ἀπόστασις ἑκατέρου τῶν ἄκρων τοῦ ἄξονος τοῦ μεσημβρινοῦ; $δ$

45) Πόση εἶναι ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ ἀστέρος μεσουρανοῦντος ἄνω, καθ' ἣν στιγμὴν τὸ γ μεσουρανεῖ κάτω; $α=12^{ω}$

46) Καθ' ἣν στιγμὴν τὸ γ ἀνατέλλει ἔν τινι τόπῳ μεσουρανεῖ ἄνω ἐν αὐτῷ ἀστὴρ ἔχων Ρ=90°. Τίνες αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ ἀστέρος τούτου; $α=18^{ω}, δ=0$

47) Κατὰ ποίαν ἀστρικὴν ὥραν ἀστὴρ ἔχων α=8 ὥρ. ἔχει Η=3 ὥρ. 40π; $χ=11^{ω}$

48) Κατὰ ποίαν ὥραν ἀστὴρ ἔχων α=13 ὥρ. 25π ἔχει Η=15 ὥρ.; $χ=2^{ω}$

49) Πόση εἶναι ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ ἀστέρος μεσουρανοῦντος ἄνω ἐν Ἀθήναις τὴν 15 ὥρ. 20π 35δ; $α=15^{ω}$

50) Κατὰ ποίαν ἀστρικὴν ὥραν μεσουρανεῖ ἄνω καὶ κατὰ ποίαν δύει ἀστὴρ ἔχων ἀπόκλισιν 0° καὶ ἀνατέλλων τὴν 7 ὥρ. 24π 30δ;

51) Ἀστήρ τις ἔχει α=8 ὥρ. 15π· πόση εἶναι ἡ ὡριαία γωνία αὐτοῦ, ὅταν Χ=2 ὥρ 40π;

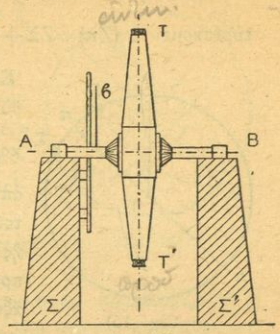
52) Ἀστέρος μεσουρανοῦντος ἄνω ἔν τινι τόπῳ τὴν 18 ὥρ. 10π 42δ ἡ πολικὴ ἀπόστασις εἶναι 12° 0' 40''. Τίνες αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι αὐτοῦ; $α=18,10,40$

§ **24. Μεσημβρινὸν τηλεσκόπιον.**— Οὕτω καλεῖται ἀστρονομικὸν [1] τηλεσκόπιον ΤΤ' (σχ. 13), οὗτινος ὁ ὀπτικὸς ἄξων στρέφεται

---

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

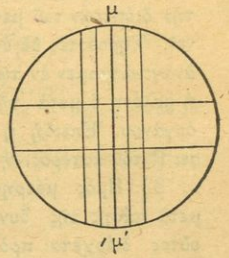
περὶ ἕτερον ἄξονα ΑΒ, ὅστις εἶναι κάθετος ἐπ' ἐκεῖνον, ὁριζόντιος καὶ κάθετος ἐπὶ τὸν μεσημβρινόν· στηρίζεται δὲ ὁ ὁριζόντιος οὗτος ἄξων ΑΒ ἐπὶ δύο ἀκλονήτων κατακορύφων στύλων Σ καὶ Σ'. Ἕνεκα τῆς τοιαύτης τοῦ ὀργάνου τούτου διατάξεως ὁ ὀπτικὸς ἄξων αὐτοῦ κινεῖται πάντοτε ἐπὶ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου, ἐν ᾧ ἵσταται, καὶ γράφει αὐτὸν κατὰ τὴν περὶ τὸν ὁριζόντιον ἄξονα ΑΒ περιστροφήν του.



(Σχ. 13)

Ὁ ἄξων ΑΒ διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου κατακορύφου κύκλου, ὅστις στερεοῦται μετὰ τοῦ ἄξονος τούτου καὶ κεῖται παρὰ τὸ τηλεσκόπιον ΤΤ' ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου δὲ τοῦ κύκλου τούτου κινεῖται περὶ τὸν ἄξονα ΑΒ καὶ συγχρόνως μετὰ τοῦ ὀπτικοῦ ἄξονος τοῦ τηλεσκοπίου βελόνη 6, ἧς τὸ κινητὸν ἄκρον διατρέχει τὴν εἰς μοίρας κλπ. διῃρημένην περιφέρειαν τοῦ κατακορύφου κύκλου.

Τὸ σταυρόνημα τοῦ τηλεσκοπίου τούτου ἀποτελεῖται ἐκ δύο νημάτων ὁριζοντίων καὶ πέντε ἄλλων καθέτων ἐπὶ τὰ πρῶτα καὶ εἰς ἴσην ἀπ' ἀλλήλων κειμένων ἀπόστασιν (σχ. 14)· τούτων τὸ μεσαῖον μμ' κεῖται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ μεσημβρινοῦ καὶ καλεῖται διὰ τοῦτο ***μεσημβρινὸν νῆμα.*** Ἵνα μετ' ἀκριβείας ὁρισθῇ ἡ στιγμή, καθ' ἣν ἀστήρ τις διέρχεται διὰ τοῦ μεσημβρινοῦ, σημειοῦνται αἱ ὧραι κατὰ τὰς διαβάσεις αὐτοῦ πρὸ ἑκάστου τῶν πέντε καθέτων νημάτων καὶ λαμβάνεται ὁ μέσος ὅρος αὐτῶν.



(Σχ. 14)

ΣΗΜ. Ἐὰν ἀστήρ τις παρουσιάζῃ αἰσθητὸν δίσκον (ἥλιος, σελήνη, πλανῆταί τινες) εὑρίσκομεν τὴν ὥραν τῆς διά τινος νήματος διαβάσεως τοῦ κέντρου αὐτοῦ σημειοῦντες τὴν ὥραν κατὰ τὰς δύο ἐπαφὰς τοῦ δίσκου τούτου μετὰ τοῦ αὐτοῦ νήματος καὶ λαμβάνοντες τὸν μέσον ὅρον τῶν ὡρῶν τούτων.

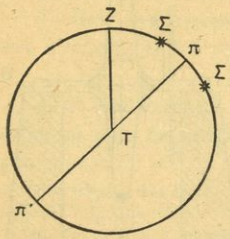
§ 25. Διεύθυνσις τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου.—Διὰ τοῦ μεσημβρινοῦ τηλεσκοπίου δυνάμεθα νὰ ὁρίσωμεν τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου ὡς ἀκολούθως. Ὁρίζομεν πρῶτον ἐφ' ἅπαξ τὴν διάμετρον τοῦ κύκλου τοῦ ὀργάνου, ἥτις συμπίπτει μετὰ τῆς κατακορύφου ΤΖ (Σχ. 15) τοῦ τόπου. Εἶτα στρέφομεν τὸ μ. τηλεσκόπιον πρὸς ἀειφανῆ τινα ἀστέρα μεσουρανοῦντα ἄνω καὶ μετροῦμεν οὕτω τὴν ζενιθίαν αὐτοῦ ἀπόστασιν $ΖΣ=z_1$. Μετὰ 12 ὥρας ὁ αὐτὸς ἀστὴρ μεσουρανεῖ κάτω ἐν τῇ θέσει Σ'· στρέφοντες δὲ καὶ αὖθις πρὸς αὐτὸν τὸ μ. τηλεσκόπιον μετροῦμεν τὴν κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην ζενιθίαν ἀπόστασιν $ΖΣ'=z_2$. Ἤδη παρατηροῦμεν ὅτι :

$$Ζπ=ΖΣ+Σπ \text{ καὶ } Ζπ=ΖΣ'-Σ'π \qquad (1)$$

(π ὄντος τοῦ 6. πόλου).

Ἐπειδὴ πΣ=Σ'π, προσθέτοντες κατὰ μέλη τὰς ἰσότητας (1)

εὑρίσκομεν 2 (Ζπ)=ΖΣ+ΖΣ'=z_1+z_2. Ὅθεν (Ζπ)=$\frac{z_1+z_2}{2}$ (2)



(Σχ. 15)

Ἐὰν λοιπὸν στρέψωμεν τὸ μ. τηλεσκόπιον, μέχρις οὗ ὁ ὀπτικὸς αὐτοῦ ἄξων σχηματίσῃ μετὰ τῆς κατακορύφου γωνίαν ἴσην πρὸς $\frac{z_1+z_2}{2}$, ἡ διεύθυνσις τοῦ ὀπτικοῦ τούτου ἄξονος συμπίπτει προφανῶς μετὰ τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου. Ἡ δὲ ἀκτὶς τοῦ κύκλου, ἐφ' ἧς κεῖται ἡ βελόνη 6, ὅταν τὸ τηλεσκόπιον ἔχῃ τὴν προειρημένην θέσιν, παράλληλος οὖσα τῷ ὀπτικῷ ἄξονι τῆς διόπτρας ἔχει προφανῶς τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου.

§ 26. Μέτρησις τῶν οὐρανογραφικῶν συντεταγμένων.— α'). Πρὸς μέτρησιν τῆς ἀποκλίσεως ἀστέρος τινὸς διευθύνομεν πρὸς αὐτὸν τὴν διόπτραν τοῦ μεσημβρινοῦ τηλεσκοπίου καθ' ἣν στιγμὴν οὗτος μεσουρανεῖ. Τηροῦντες δὲ ἐν τῇ θέσει ταύτῃ τὸν ὀπτικὸν τοῦ τηλεσκοπίου ἄξονα ἀναγινώσκομεν ἐν τῷ κύκλῳ τοῦ ὀργάνου τὴν κοίλην γωνίαν, ἣν σχηματίζει ἡ βελόνη 6 μετὰ τῆς πρὸς τὸν βόρειον πόλον διευθυνομένης ἀκτῖνος τοῦ ὀργάνου. Ἐπειδὴ ἡ οὕτως ἀναγνωσθεῖσα γωνία ἰσοῦται τῇ πολικῇ ἀποστάσει P τοῦ ἀστέρος, ἡ ἀπόκλισις αὐτοῦ θὰ εἶναι 90°—P (§ 20).

β'). Πρὸς μέτρησιν τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς ἀστέρος τινὸς προσδιορίζομεν μετὰ πάσης τῆς δυνατῆς ἀκριβείας τὸν ἀστρικὸν χρόνον, καθ' ἣν στιγμὴν οὗτος διέρχεται πρὸ τοῦ μεσημβρινοῦ νήματος τοῦ τηλεσκοπίου (§ 24), ἤτοι καθ' ἣν στιγμὴν οὗτος μεσουρανεῖ ἄνω. Ὁ χρόνος οὗτος ἰσοῦται τῇ ὀρθῇ ἀναφορᾷ αὐτοῦ, ὡς ἤδη ἐμάθομεν (§ 23, β'.)

***Ἀσκήσεις*:** 53) Ἀστήρ τις ἔχων P=90° ἀνατέλλει τὴν 3ὥρ. 20π ἔν τινι τόπῳ· τίνες αἱ οὐρανογραφικαὶ αὐτοῦ συντεταγμέναι ;

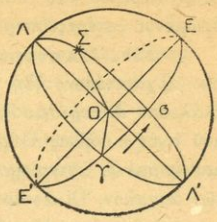
54) Ἀστήρ τις ἔχων α=2ὥρ. 12π. 35δ δύει τὴν 8 ὥρ. 12π. 35δ. Πόση εἶναι ἡ πολικὴ αὐτοῦ ἀπόστασις ;

55) Ἀστήρ τις ἀνατέλλει ἔν τινι τόπῳ τὴν 2 ὥρ. καὶ δύει ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ τὴν 12 ὥρ. Πόση εἶναι ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ αὐτοῦ ;

§ 27. Ἐκλειπτικαὶ συντεταγμέναι.—α') ***Ἡ δίεδρος γωνία, ἣν σχηματίζει ὁ κύκλος πλάτους τοῦ σημείου γ μετὰ τοῦ κύκλου πλάτους ἀστέρος τινὸς καλεῖται μῆκος τοῦ ἀστέρος τούτου.*** Οὕτω τοῦ ἀστέρος Σ (σχ. 16) μῆκος εἶναι ἡ δίεδρος γωνία γΛΛ'Σ, ἧς μέτρον ἡ ἀντίστοιχος ἐπίπεδος γΟσ ἢ τὸ τῆς ἐκλειπτικῆς τόξον γσ.

Τὸ μῆκος μετρεῖται ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς ἀπὸ τοῦ γ κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν καὶ ἀπὸ 0° μέχρι 360° ἢ συνηθέστερον ἀπὸ 0 μέχρις 24 ὡρῶν, παρίσταται δὲ διὰ τοῦ γράμματος λ.

β') ***Καλεῖται πλάτος ἀστέρος ἡ γωνία, ἣν σχηματίζει ἡ δι' αὐτοῦ διερχομένη ἀκτὶς τῆς οὐρ. σφαίρας μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐκλειπτικῆς.*** Τοῦ ἀστέρος Σ π. χ. (σχ. 16) πλάτος εἶναι ἡ γωνία ΣΟσ, ἧς μέτρον εἶναι τὸ τόξον σΣ τοῦ κύκλου πλάτους τοῦ ἀστέρος.



(Σχ. 16)

Τὸ πλάτος μετρεῖται ἐπὶ τοῦ κύκλου πλάτους ἑκάστου ἀστέρος ἀπὸ τῆς ἐκλειπτικῆς θετικῶς μὲν πρὸς τὸν βόρειον ἀρνητικῶς δὲ πρὸς τὸν νότιον πόλον αὐτῆς καὶ ἀπολύτως ἀπὸ 0° μέχρις 90°, παρίσταται δὲ διὰ τοῦ γράμματος β.

Τὸ μῆκος καὶ τὸ πλάτος καλοῦνται ***ἐκλειπτικαὶ συντεταγμέναι.***

Διὰ τῶν ἐκλειπτικῶν συντεταγμένων ἀστέρος τινὸς προσδιορίζεται ἡ θέσις αὐτοῦ ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαίρας. Διότι διὰ μὲν τοῦ μήκους καθορίζεται ὁ κύκλος πλάτους τοῦ ἀστέρος διὰ δὲ τοῦ πλάτους ὁ πρὸς τὴν ἐκλειπτικὴν παράλληλος κύκλος, ἐφ' οὗ κεῖται ὁ ἀστήρ· εὐνόητον δὲ εἶναι ὅτι ὁ ἀστὴρ εὑρίσκεται εἰς τὴν τομὴν τῶν περιφερειῶν τούτων.

Ἀσκήσεις. 56) Τίνες αἱ ἐκλειπτικαὶ συντεταγμέναι ἑκατέρου τῶν ἰσημερινῶν σημείων.

57) Πόσον εἶναι τὸ πλάτος ἑκατέρου τῶν πόλων τῆς ἐκλειπτικῆς;

58) Τὶς ὁ γεωμ. τόπος τῶν σημείων τῆς οὐρ. σφαίρας, ὧν τὸ μῆκος εἶναι 12 ὧραι;

59) Τὶς ὁ γεωμ. τόπος τῶν σημείων τῆς οὐρ. σφαίρας ὧν τὸ πλάτος εἶναι 20°;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΟΙ ΚΥΡΙΩΤΕΡΟΙ ΑΣΤΕΡΙΣΜΟΙ

§ 28. Διάκρισις τῶν ἀστέρων εἰς διάφορα μεγέθη. Ἐμάθομεν ἤδη (§ 4) ὅτι οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες εἶναι σώματα αὐτόφωτα καὶ τὰς αὐτὰς τηροῦσι ἐν τῷ οὐρανῷ ἀμοιβαίας θέσεις. Πρὸς διάκρισιν τῶν ἀπλανῶν ἀπ' ἀλλήλων διήρεσαν αὐτοὺς εἰς διαφόρους τάξεις ἢ μεγέθη ἀναλόγως τῆς λαμπρότητος τοῦ φωτὸς αὐτῶν. Οὕτως οἱ λαμπρότεροι αὐτῶν ἀποτελοῦσι τοὺς τοῦ α' μεγέθους ἀστέρας, οἱ μετ' αὐτοὺς τοὺς τοῦ β' μεγέθους καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ διακρίνομεν ἀστέρας μέχρι τοῦ ἕκτου μεγέθους συμπεριλαμβανομένου, διὰ δὲ τοῦ τηλεσκοπίου μέχρι τοῦ δεκάτου ἑβδόμου. Οἱ τῶν ἓξ πρώτων μεγεθῶν ἀστέρες κατανέμονται ὡς ἀκολούθως:

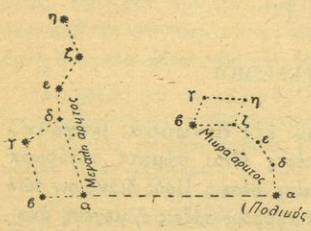
α' μεγέθους	20,	δ' μεγέθους	425
β' »	65,	ε' »	1100
γ' »	192,	στ' »	3200

Κατὰ ταῦτα οἱ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ ὁρατοὶ ἀστέρες ἀνέρχονται εἰς 6000 περίπου καθ' ἅπασαν τὴν οὐράνιον σφαῖραν. Οἱ δὲ διὰ τηλεσκοπίου ὁρώμενοι ἀστέρες ὑπερβαίνουσιν τὰ τριάκοντα ἑκατομμύρια.

§ **29. Ἀστερισμοί.** Πρὸς εὔκολον ἀναγνώρισιν τῶν ἀπλανῶν ἀπὸ τῶν ἀρχαιοτάτων ἤδη χρόνων κατέταξαν αὐτοὺς εἰς διαφόρους ὁμάδας, ἃς ἐκάλεσαν ***ἀστερισμούς***. Εἰς ἕκαστον ἀστερισμὸν ἐδόθη τὸ ὄνομα μυθολογικοῦ τινὸς συνήθως ἀνθρώπου ἢ ζώου ἢ ἀντικειμένου τινός. Οἱ τὴν σήμερον καθωρισμένοι ἀστερισμοὶ ἀνέρχονται εἰς 117, ὧν 48 εἶχον καθορισθῇ ὑπὸ τῶν ἀρχαίων. Οἱ ἀστέρες ἑκάστου ἀστερισμοῦ ὀνομάζονται διὰ τῶν γραμμάτων τοῦ ἡμετέρου ἀλφαβήτου κατὰ τὴν τάξιν τῆς φαινομένης αὐτῶν λαμπρότητος. Ἐὰν δὲ ταῦτα δὲν ἐπαρκῶσι γίνεται χρῆσις διὰ τοὺς ὑπολειπομένους ἀστέρας τῶν λατινικῶν γραμμάτων καὶ εἶτα τῶν ἀριθμῶν κατὰ τὴν φυσικὴν αὐτῶν σειράν. Ἐν τούτοις ἀστέρες τινὲς ἴδιᾳ ἐκ τῶν λαμπροτέρων ἔλαβον καὶ ἴδια ὀνόματα.

§ **30. Διάφοροι ἀστερισμοί.** ***(α' σειρά).*** **Μεγάλη ἄρκτος.** Προσβλέποντες κατ' ἀνέφελόν τινα ἑσπέραν πρὸς βορρᾶν διακρίνομεν εὐκόλως λαμπρόν τινα ἀστερισμὸν ἐξ ἑπτὰ ἀποτελούμενον ἀστέρων, ὧν οἱ 4 σχηματίζουσι τετράπλευρον οἱ δὲ λοιποὶ 3 τεθλασμένην γραμμήν. Ὁ ἀστερισμὸς οὗτος καλεῖται ***μεγάλη ἄρκτος*** (Σχ. 17). Πάντες οἱ ἀστέρες τῆς μεγάλης ἄρκτου εἶναι 2ου μεγέθους πλὴν τοῦ δ, ὅστις εἶναι 3ου μεγέθους. Τὸ τετράπλευρον καλεῖται ***σῶμα,*** ἡ δὲ τεθλασμένη γραμμὴ καλεῖται ***οὐρὰ*** τῆς ἄρκτου.

Μικρὰ ἄρκτος. Ἐπὶ τῆς εὐθείας (1) ϐα τῆς μεγάλης ἄρκτου καὶ εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ α πενταπλασίαν περίπου ταύτης κεῖται ὁ πολικὸς ἀστὴρ (§ 10), ὅστις εἶναι 2ου μεγέθους. Οὗτος εἶναι ὁ α τῆς ***μικρᾶς ἄρκτου*** (Σχ. 17). τῆς ὁποίας τὸ σχῆμα εἶναι ὅμοιον πρὸς τὸ τῆς μεγ. ἄρκτου, μικρότερον, ἀμυδρότερον ἐκείνου καὶ ἀντιθέτως κείμενον. Οἱ λαμπρότεροι τῶν ἀστέρων αὐτῆς α καὶ ϐ εἶναι 2ου μεγέθους.



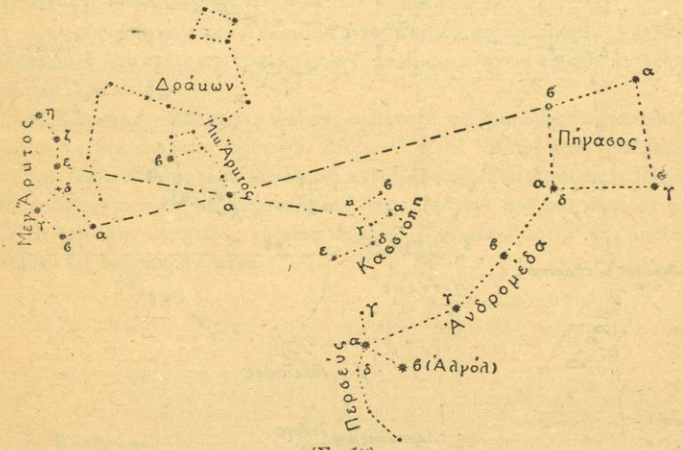
(Σχ. 17)

Δράκων. — Κασσιόπη. Μεταξὺ τῆς μεγάλης καὶ μικρᾶς ἄρκτου ἄρχεται ὀφιοειδὴς ἀμυδρῶν ἀστέρων σειρὰ εἰς μικρὸν περατουμένη τετράπλευρον. Οἱ ἀστέρες οὗτοι ἀποτελοῦσι τὸν ἀστερισμὸν τοῦ ***Δράκοντος*** (σχ. 18). Ἐπὶ τῆς εὐθείας, ἥτις συνδέει τὸν ε τῆς μεγάλης ἄρκτου καὶ τὸν πολικὸν ἀστέρα, ἀνευρίσκομεν τὴν ***Κασσιόπην*** (σχ. 18). Ὁ ἀστερισμὸς οὗτος ἀποτελεῖται ἐκ 5 ἀστέρων 3ου μεγέθους

(1) Κυρίως ἡ ϐα εἶναι τόξον τῆς οὐρ. σφαίρας καὶ οὐχὶ εὐθεῖα, ὡς χάριν ἁπλότητος καλοῦμεν αὐτήν.

σχηματιζόντων ἀνοικτὸν Μ, μετά τινος δὲ ἀμυδροτέρου κ ἀποτελούντῶν κάθισμα.

Πήγασος.—Ἀνδρομέδα—Περσεύς.— Ἐπὶ τῆς γραμμῆς δα τῆς μεγάλης ἄρκτου καὶ πέραν τοῦ πολικοῦ ἀστέρος ἀνευρίσκομεν τὸ τετράγωνον τοῦ ***Πηγάσου*** ἐκ 4 ἀστέρων 2ου μεγέθους ἀποτελούμενον. Ὁ τέταρτος τούτων δ εἶναι καὶ ὁ α τῆς ***Ἀνδρομέδας***, ἧς οἱ ἀστέρες β καὶ γ (2ου μεγέθους) κεῖνται ἐπὶ τῆς προεκτάσεως περίπου τῆς διαγωνίου αδ τοῦ τετραγώνου τοῦ Πηγάσου. Ἐπὶ τῆς αὐτῆς δὲ περίπου γραμμῆς αδ κεῖται



(Σχ. 18).

καὶ ὁ 2ου μεγέθους ἀστὴρ α τοῦ ***Περσέως***. Ὁ Πήγασος, ἡ Ἀνδρομέδα καὶ ὁ α τοῦ Περσέως ἀποτελοῦσι σχῆμα ὅμοιον πρὸς τὸ τῆς μεγάλης ἄρκτου, ἀλλὰ μεγαλύτερον ἐκείνου.

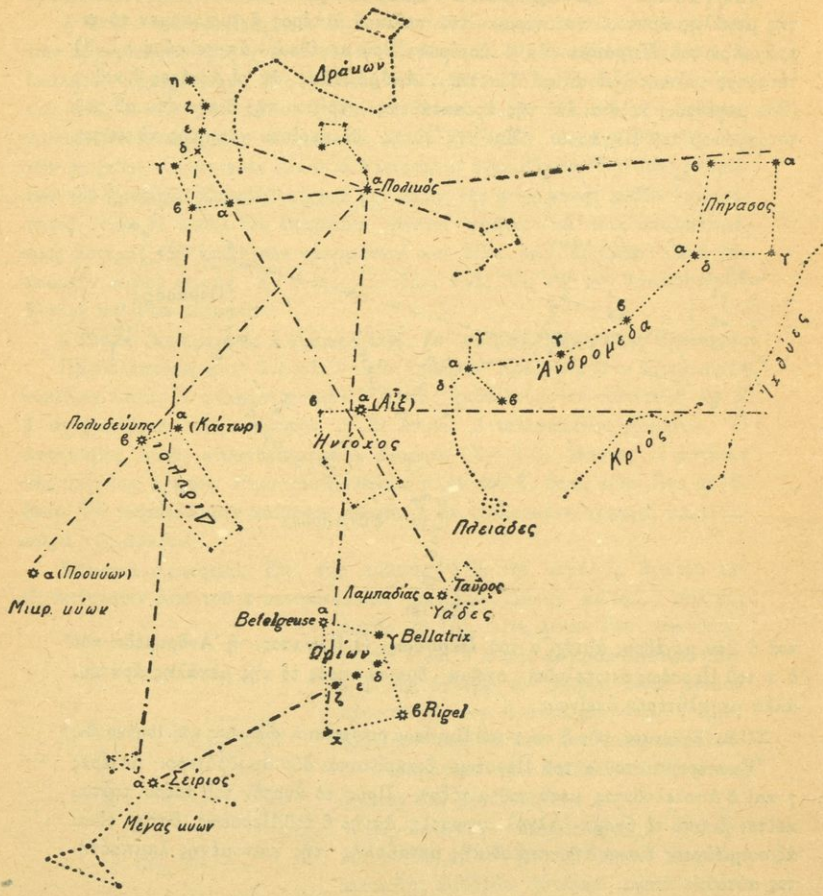
ΣΗΜ. Ἐγγύτατα τῶν δ καὶ γ τοῦ Πηγάσου διέρχεται ὁ κόλουρος τῶν ἰσημεριῶν.

Ἑκατέρωθεν τοῦ α τοῦ Περσέως διακρίνονται δύο ἀμυδρότεροι ἀστέρες γ καὶ δ ἀποτελοῦντες μετὰ τοῦ α τόξον. Πρὸς τὸ κυρτὸν τοῦ τόξου τούτου κεῖται ὁ ὑπὸ τὸ ὄνομα Ἀλγὸλ γνωστὸς ἀστὴρ β τοῦ Περσέως, ὅστις εἶναι ἀξιοσημείωτος ἕνεκα τῆς περιοδικῆς μεταβολῆς τῆς φαινομένης λαμπρότητος αὐτοῦ.

§ **31. Διάφοροι Ἀστερισμοί,** — (6'. σειρά). **Ἡνίοχος.— Ταῦρος.—Ὑάδες.—Πλειάδες. — Κριός.—Ἰχθύες.**— Ἐπὶ τῆς γραμμῆς δα τῆς μεγάλης ἄρκτου ἀντιθέτως πρὸς τὴν οὐρὰν προεκτεινομένης ἀνευρίσκομεν τὸν Ἡνίοχον (Σχ. 19), ὅστις ἔχει σχῆμα πενταγώνου. Τούτου ὁ α εἶναι πρώτου μεγέθους καὶ καλεῖται ***Αἶξ***.

Ἐπὶ τῆς αὐτῆς γραμμῆς καὶ πέραν τοῦ Ἡνιόχου κεῖται ὁ ***Ταῦρος***, οὗ ὁ α εἶναι 1ου μεγέθους καὶ καλεῖται ***ὀφθαλμὸς τοῦ Ταύρου*** ἢ ***Λαμπαδίας***

(aldébaram). Ὁ ἀστὴρ οὗτος ἀποτελεῖ μέρος καὶ μικρᾶς τινος ὁμάδος ἀστέρων γνωστῆς ὑπὸ τὸ ὄνομα **Ὑάδες**. Πέραν τοῦ Ταύρου πρὸς τὸν Πήγασον κεῖται ἑτέρα ὁμὰς ἀστέρων ἐγγύτατα ἀλλήλων καὶ γνωστὴ ὑπὸ τὸ ὄνομα



(Σχ. 19)

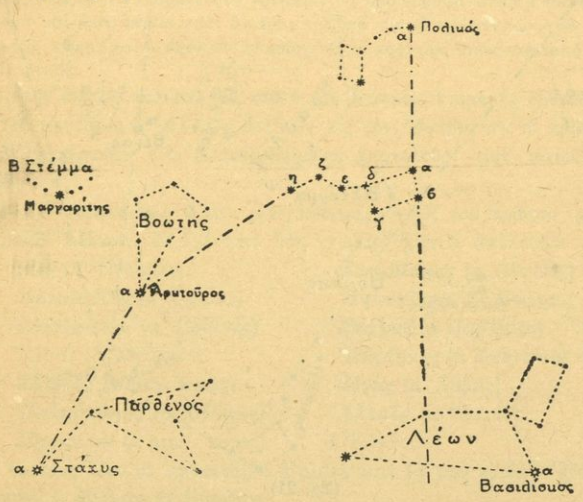
Πλειάδες (κ. πούλια). Ἐπὶ τῆς γραμμῆς βα τοῦ Ἡνιόχου πέραν τοῦ Περσέως προεκτεινομένης ἀνευρίσκομεν τὸν **Κριὸν**, οὗ οἱ κυριώτεροι ἀστέρες κεῖνται ἐπὶ τεσσάρων εὐθ. τμημάτων διατεθειμένων ἐν εἴδει κλίμακος. Πέραν τοῦ Κριοῦ ἐπὶ τῆς αὐτῆς γραμμῆς βα τοῦ Ἡνιόχου κεῖται ὁ ἀστερισμὸς τῶν **Ἰχθύων**, ὅτις ἀποτελεῖται ἐκ σειρᾶς ἀμυδρῶν ἀστέρων ἐκτεινομένης ὑπὸ τὸν Κριὸν καὶ Πήγασον σχεδὸν παραλλήλως πρὸς τὸν Ἰσημερινόν.

Ὠρίων.—Μέγας κύων.—Ἐπὶ τῆς ἐκ τοῦ Πολικοῦ ἀστέρος διὰ μέσου τοῦ Ἡνιόχου ἀγομένης εὐθείας ἀνευρίσκομεν τὸν ***Ὠρίωνα***, ὅστις εἶναι ὁ λαμπρότερος ἀστερισμὸς τοῦ οὐρανοῦ. Οἱ ἀστέρες α, β, γ, χ αὐτοῦ σχηματίζουσι τετράπλευρον ἐντὸς τοῦ ὁποίου εὑρίσκονται ἐπ' εὐθείας τρεῖς ἀστέρες δ, ε, ζ, 2ου μεγέθους καλούμενοι ***τρεῖς Βασιλεῖς*** ἢ ***τρεῖς μάγοι***, ἡ δὲ εὐθεῖα αὐτῶν καλεῖται ***Τελαμὼν τοῦ Ὠρίωνος***. Οἱ ἀστέρες α καὶ β εἶναι 1ου μεγέθους καὶ καλοῦνται ὁ μὲν α Bételgeuse, ὁ δὲ β Rigel· ὁ γ εἶναι 2ου μεγέθους καὶ καλεῖται Bellatrix.

ΣΗΜ. Ὁ δ τοῦ Ὠρίωνος κεῖται ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ.

Ἐπὶ τῆς γραμμῆς τοῦ Τελαμῶνος πρὸς νότον προεκτεινομένης κεῖται ὁ ***Σείριος***, ὁ λαμπρότερος τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων ἀνήκων εἰς τὸν ἀστερισμὸν τοῦ μεγάλου κυνός.

Δίδυμοι.—Μικρὸς κύων.—Μεταξὺ τῆς μεγάλης ἄρκτου καὶ τοῦ Σειρίου κεῖται ὁ ἀστερισμὸς τῶν Διδύμων, οὗ οἱ λαμπρότεροι ἀστέρες καλοῦνται ***Πολυδεύκης*** (1ου μεγέθους) καὶ ***Κάστωρ*** (2ου μεγέθους). Πλησίον τῶν Διδύμων καὶ ἐπὶ τῆς προεκβολῆς τῆς ἀπὸ τοῦ πολικοῦ ἀστέρος πρὸς τὸν Πολυδεύκην ἀγομένης εὐθείας κεῖται ὁ ***Προκύων*** ἀστὴρ 1ου μεγέθους ἀνήκων εἰς τὸν μικρὸν κύνα

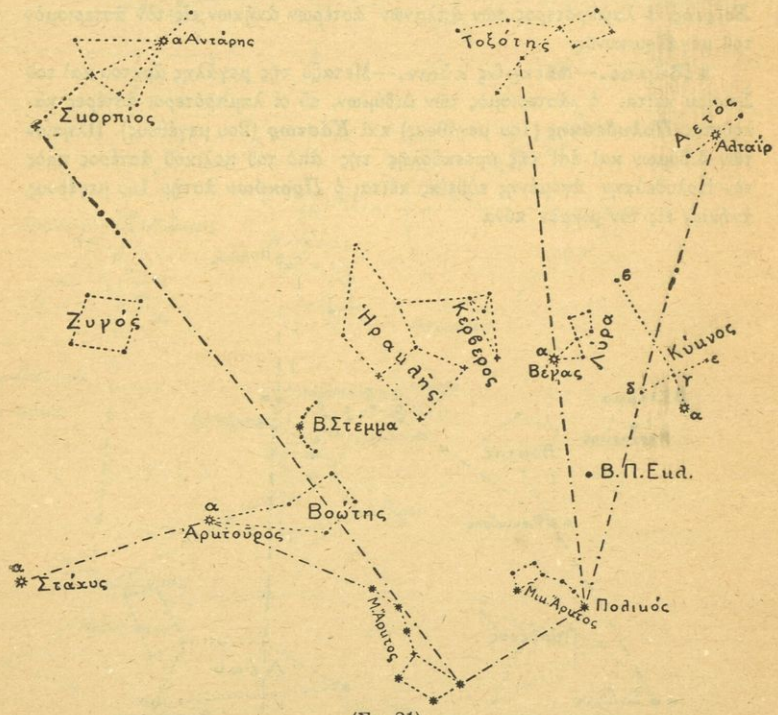


(Σχ. 20)

§ **32. Διάφοροι ἀστερισμοί.** (γ' σειρά).—**Λέων.**—Ἐπὶ τῆς εὐθείας δα τῆς μεγάλης ἄρκτου ἀντιθέτως πρὸς τὸν πολικὸν ἀστέρα προεκτεινομένης κεῖται ὁ ***Λέων*** (σχ. 20), οὗ οἱ κυριώτεροι ἀστέρες ἀποτελοῦσι

τραπέζιον. Ὁ λαμπρότερος τούτων ***Βασιλίσκος*** καλούμενος εἶναι 1ου μεγέθους.

Βοώτης. — Βόρειον Στέμμα. — Παρθένος. — Ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τῆς γραμμῆς ζη τῆς μεγάλης ἄρκτου κεῖται ὁ ***Ἀρκτοῦρος*** (α' μεγέθους) κατέχων κορυφήν τινα τοῦ πενταγώνου, ὅπερ ἀποτελεῖ τὸν ἀστερισμὸν τοῦ ***Βοώτου.*** Πλησίον τοῦ Βοώτου κεῖται ὁμὰς 7 ἀστέρων τεταγμένων ἐπὶ ἡμιπεριφερείας· οὗτοι ἀποτελοῦσι τὸ ***βόρειον στέμμα.*** Ὁ λαμπρότερος τῶν ἀστέρων αὐτοῦ ***μαργαρίτης*** καλούμενος εἶναι 2ου μεγέθους. Ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τοῦ τόξου, ὅπερ ἀποτελεῖ ἡ οὐρὰ τῆς μεγ. ἄρκτου μετὰ τοῦ ἀρκτούρου, κεῖται ὁ ***Στάχυς*** (1ου μεγέθους) ἀνήκων εἰς τὸν ἀστερισμὸν τῆς ***Παρθένου*** (σχ. 20).



(Σχ. 21)

§ **23. Διάφοροι ἀστερισμοί.** (δ' σειρά). **Σκορπίος.—Ζυγὸς.—Τοξότης.**—Ἡ γραμμὴ αζ τῆς μεγάλης ἄρκτου προεκτεινομένη πέραν τῆς οὐρᾶς αὐτῆς διέρχεται δι' εὐδιακρίτου τινὸς ἀστερισμοῦ τοῦ ***Σκορπίου*** (σχ. 21), οὗ ὁ α εἶναι ἀστὴρ ἐρυθρὸς 1ου μεγέθους καὶ καλεῖται ***Ἀντάρης***.

Ἑκατέρωθεν τοῦ Σκορπίου πρὸς μὲν τὴν Παρθένον κεῖται ὁ *Ζυγὸς* πρὸς δὲ τὸ ἕτερον μέρος ὁ *Τοξότης*. Ἀμφοτέρων τούτων οἱ ἀστέρες εἶναι ἀμυδροί. Οἱ τοῦ ζυγοῦ λαμπρότεροι ἀποτελοῦσι τετράπλευρον.

Λύρα.—Ἡρακλῆς.—Κέρβερος.—Κύκνος. — Ἀετός.

Παρὰ τὴν ἐκ τοῦ πολικοῦ ἀστέρος πρὸς τὸν Τοξότην ἀγομένην εὐθεῖαν κεῖται ἡ *Λύρα*, ἧς οἱ κυριώτεροι ἀστέρες ἀποτελοῦσι μικρὸν τρίγωνον καὶ παραλληλόγραμμον. Ὁ λαμπρότερος τούτων εἶναι 1ου μεγέθους καὶ καλεῖται *Βέγας*. Μεταξὺ τῆς Λύρας καὶ τοῦ Βορ. Στέμματος κεῖται ὁ λίαν εὐρὺς ἀστερισμὸς τοῦ *Ἡρακλέους*, οὗ οἱ κυριώτεροι ἀστέρες εἶναι τρίτου μεγέθους καὶ ἀποτελοῦσιν ἓν ἰσοσκελὲς τραπέζιον κείμενον ὑπὸ τὴν κεφαλὴν τοῦ Δράκοντος καὶ ἓν εὐρύτερον πεντάγωνον πρὸς νότον τοῦ εἰρημένου τραπεζίου κείμενον καὶ συναπτόμενον μετὰ τῆς μικροτέρας αὐτοῦ βάσεως. Μεταξὺ τοῦ Ἡρακλέους καὶ τῆς Λύρας κεῖται ὁ *Κέρβερος*, οὗ οἱ κυριώτεροι ἀστέρες ἀποτελοῦσιν ἰσοσκελὲς τρίγωνον, ὅπερ ἔχει τὴν κορυφήν του πρὸς τὴν κεφαλὴν τοῦ Δράκοντος. Πρὸς ἀνατολὰς τῆς *Λύρας* καὶ εἰς θέσιν συμμετρικὴν περίπου τῶν Διδύμων πρὸς τὸν Πολικὸν κεῖται ὁ *Κύκνος*, οὗ οἱ λαμπρότεροι ἀστέρες σχηματίζουσι μέγαν σταυρόν. Ὁ α τούτων εἶναι 1ου μεγέθους.

ΣΗΜ. Νοήσωμεν τὸ ἰσόπλευρον τρίγωνον, οὗ δύο κορυφαὶ εἶναι ὁ Βέγας καὶ ὁ α τοῦ Κύκνου καὶ ὅπερ κεῖται πρὸς ὃ μέρος τῆς ὑπὸ τῶν εἰρημένων κορυφῶν ὁριζομένης πλευρᾶς κεῖται καὶ ὁ *Δράκων*· πλησίον τῆς γ' κορυφῆς τούτου κεῖται ὁ β. πόλος τῆς Ἐκλειπτικῆς.

Ἐπὶ τῆς ἐκ τοῦ πολικοῦ διὰ τοῦ δ τοῦ Κύκνου ἀγομένης εὐθείας κεῖται ἀστὴρ 1ου μεγέθους ὁ *Ἀλταΐρ* ἀνήκων εἰς τὸν *Ἀετόν*, οὗ οἱ ἀμυδρότεροι ἀστέρες ἑκατέρωθεν τοῦ Ἀλταΐρ κείμενοι ἀποτελοῦσι μετ' αὐτοῦ εὐθεῖαν γραμμήν.

§ **34. Ἀστέρες 1ου μεγέθους.** — Οἱ τοῦ πρώτου μεγέθους ἀστέρες εἶναι εἴκοσιν, ὧν ἐγένοντο ἤδη γνωστοὶ ἡμῖν οἱ ἀκόλουθοι:

Αἶξ (α Ἡνιόχου)	*Βασιλίσκος* (α Λέοντος)
Λαμπαδίας (α Ταύρου)	*Ἀρκτοῦρος* (α Βοώτου)
Bételgeuse (α Ὠρίωνος)	*Στάχυς* (α Παρθένου)
Rigel (β Ὠρίωνος)	*Ἀντάρτης* (α Σκορπίου)
Σείριος (α μεγ. κυνὸς)	*Βέγας* (α Λύρας)
Πολυδεύκης (β Διδύμων)	*Ἀλταΐρ* (α Ἀετοῦ)
Προκύων (α μικρ. κυνὸς)	α Κύκνου

Εἰς τούτους δέον νὰ προστεθῇ ὁ Fomalhaut (α τῶν νοτίων ἰχθύων) καὶ οἱ ἀκόλουθοι 5 ἀόρατοι ἐν Εὐρώπῃ.

Ἀχερνὰν (α Ἠριδανοῦ), α τοῦ νοτίου Σταυροῦ, Canopus (α τῆς Νηὸς ἢ Ἀργοῦς), α καὶ β τοῦ Κενταύρου.

ΒΙΒΛΙΟΝ Β΄.

Η ΓΗ

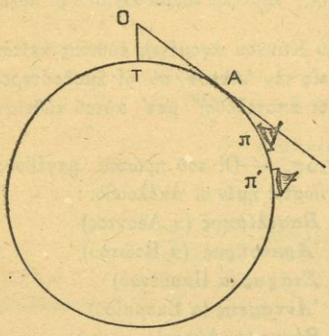
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

§ **35. Τὸ κυρτὸν τῆς Γῆς.** Ἡ Γῆ δὲν εἶναι ἐπίπεδος, ὡς ἐκ πρώτης ὄψεως φαίνεται ἡμῖν, ἀλλὰ κυρτή. Περὶ τούτου πειθόμεθα ἐκ τῶν ἀκολούθων φαινομένων.

1ον. Ἐὰν ἡ γῆ ἦτο ἐπίπεδος, ἐκ δύο οἱωνδήποτε σημείων αὐτῆς θὰ ἐφαίνοντο κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν οἱ αὐτοὶ ἀστέρες, ὅπερ δὲν συμβαίνει.

2ον. Ἱστάμενοι ἐπί τινος ἀκτῆς καὶ παρατηροῦτες πλοῖόν τι ἀπομακρυνόμενον αὐτῆς βλέπομεν ὅτι ἀποκρύπτεται κατ' ἀρχὰς τὸ σκάφος, εἶτα τὰ ἀνώτερα μέρη αὐτοῦ καὶ τέλος αἱ κορυφαὶ τῶν ἱστῶν, ὡς ἐὰν τὸ πλοῖον ἐβυθίζετο βαθμιαίως ἐν τῷ ὕδατι. Τὰ φαινόμενα ταῦτα ἐξηγοῦνται μόνον, ἂν ἡ θάλασσα εἶναι κυρτή. Τῷ ὄντι· ἐφ' ὅσον τὸ πλοῖον δὲν ὑπερέβη τὸ σημεῖον Α (σχ. 22), καθ' ὃ ἡ ὀπτικὴ ἀκτὶς ΟΑ ἐφάπτεται τῆς θαλάσσης, φαίνεται ὁλόκληρον, εὐθὺς δὲ ὡς ὑπερβῇ τοῦτο, ὀφείλει βαθμιαίως καὶ ἐκ τῶν κατωτέρων μερῶν νὰ ἐξαφανίζηται ἀποκρυπτόμενον ὑπὸ τῆς κυρτότητος τῆς θαλάσσης.



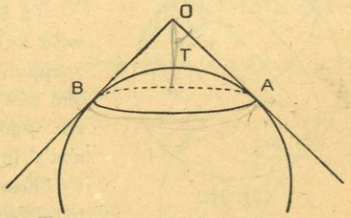
(Σχ. 22)

Ἐπειδὴ δὲ καὶ εἰς ἀναπεπταμένας πεδιάδας ἀνάλογα παρατηροῦνται φαινόμενα, συμπεραίνομεν ὅτι καὶ ἡ χέρσος, μὴ λαμβανομένων ὑπ' ὄψιν τῶν ἀνωμαλιῶν τοῦ ἐδάφους, εἶναι κυρτή.

3ον. Οἱ διάφοροι τῆς γῆς περίπλοι ἀποδεικνύουσιν ἐπίσης τὸ κυρτὸν τῆς γῆς. Τὸν πρῶτον τῆς γῆς περίπλουν ἐπεχείρησεν ὁ Πορτογάλλος Magelann, ὅστις ἀνεχώρησεν πλέων πρὸς δυσμὰς τὴν 21 Σεπτεμβρίου 1519 ἐκ Sain-Lucar τῶν Γαδείρων. Συναντήσας τὴν Ἀμερικὴν περιέπλευσε αὐτὴν καὶ διελθὼν διὰ τοῦ φερωνύμου πορθμοῦ εἰσῆλθεν εἰς τὸν Μέγαν Εἰρηνικὸν Ὠκεανὸν καὶ ἔφθασε μέχρι τῶν Φιλιππίνων νήσων, ἔνθα ἐφονεύθη ὑπὸ τῶν

ζθαγενῶν. Οἱ ὁπαδοὶ αὐτοῦ ὑπὸ τὴν ἀρχηγίαν τοῦ Σεβαστιανοῦ Κάννου ἐξηκολούθησαν πρὸς δυσμὰς τῶν πλοῖν αὐτῶν καὶ περιπλεύσαντες τὴν νότιον Ἀφρικὴν ἐπανῆλθον οἱ ἐπιζήσαντες τὴν 6 Σεπτεμβρίου 1522 εἰς Sain-Lucar. Σήμερον χάρις εἰς τὰ μέσα τῆς συγκοινωνίας ὁ περίπλους τῆς γῆς δύναται νὰ γείνῃ καὶ ἐντὸς 60 ἡμερῶν ἢ καὶ εἰς μικρότερον ἔτι χρόνον, ἐὰν χρησιμοποιηθῶσι καὶ ἀεροπλάνα.

§ **36. Σφαιροειδὲς τῆς Γῆς.** — Ἐὰν παρατηρητὴς ἀνέλθῃ εἰς ὕψος τι ΤΟ (σχ. 23) ὑπὲρ τὴν θάλασσαν καὶ μετρήσῃ διὰ καταλλήλου ὀργάνου τὴν γωνίαν ΤΟΑ, ἣν σχηματίζει ἡ κατακόρυφος ΤΟ μετά τινος ὀπτικῆς ἀκτῖνος ΟΑ ἐφαπτομένης τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης, θέλει παρατηρήσει ὅτι τὸ μέγεθος αὐτῆς εἶναι σταθερὸν δι' ὅλας τὰς τοιαύτας ὀπτικὰς ἀκτῖνας. Αἱ ὀπτικαὶ ὅθεν αὗται ἀκτῖνες ἀποτελοῦσι τὴν κυρτὴν ἐπιφάνειαν κώνου ἐκ περιστροφῆς, ὅστις ἐφάπτεται τῆς θαλάσσης κατὰ κύκλον (τὸν φυσικὸν ὁρίζοντα). Ἐπειδὴ δέ, ὡς ἡ Γεωμετρία διδάσκει, μόνον σφαίρας ὁ ἐκ περιστροφῆς κῶνος ἐφάπτεται πανταχοῦ κατὰ κύκλον, συμπεραίνομεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τῆς θαλάσσης πρέπει νὰ εἶναι τοὐλάχιστον σφαιροειδής· ὁμοία δὲ εἶναι καὶ ἡ χέρσος, ἐξαιρέσει τῶν ἀνωμαλιῶν τοῦ ἐδάφους, διότι παρατηρητὴς ἐν μέσῳ εὐρείας πεδιάδος εὑρισκόμενος καὶ ὁμοίως ἐργαζόμενος εἰς τὸ αὐτὸ καταλήγει συμπέρασμα. Τὸ συμπέρασμα τοῦτο ἐπιβεβαιοῦται καὶ ὑπὸ τοῦ κυκλικοῦ σχήματος τῆς σκιᾶς τῆς γῆς, ἥτις παρατηρεῖται ἐπὶ τοῦ δίσκου τῆς Σελήνης κατὰ τὰς ἐκλείψεις αὐτῆς. Ἡ γῆ εἶναι λοιπὸν σφαιροειδής, αἱ δὲ ἀνωμαλίαι τοῦ ἐδάφους δὲν ἀλλοιοῦσιν αἰσθητῶς τὸ σφαιροειδὲς αὐτῆς σχῆμα, ὡς αἱ ἀνωμαλίαι τῆς ἐπιφανείας πορτοκαλλίου δὲν ἀλλοιοῦσι τὸ σχῆμα αὐτοῦ, διότι καὶ τὸ μέγιστον ὕψος τῶν ὀρέων τῆς Γῆς (8840μ.) εἶναι ἐλάχιστον παραβαλλόμενον πρὸς τὴν ἀκτῖνα τῆς Γῆς (§ 9).



(Σχ. 23)

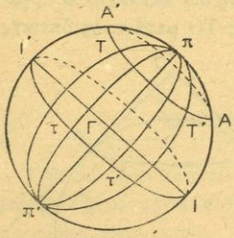
§ **37. Τὸ μεμονωμένον τῆς Γῆς.**—Ἡ γῆ εἶναι μεμονωμένη ἐν τῷ διαστήματι οὐδαμοῦ στηριζομένη. Πράγματι κατὰ τοὺς πολυπληθεῖς καὶ κατὰ διαφόρους διευθύνσεις γενομένους πλοῦς οὐδαμοῦ παρετηρήθησαν τοιαῦτα ὑποστηρίγματα. Ἄλλως τε καὶ ἂν ὑπῆρχον τοιαῦτα ὑποστηρίγματα, ὄφειλον καὶ ταῦτα νὰ στηρίζωνται ἐπὶ ἄλλων καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς ἐπ' ἄπειρον, ὅπερ προφανῶς εἶναι ἄτοπον. Καὶ αὐτὴ δὲ ἡ ὑπὸ τὴν γῆν κίνησιν τῶν ἀστέρων (§ 10) θὰ παρεκωλύετο ὑπὸ τῶν τοιούτων ὑποστηριγμάτων, ἂν ὑπῆρχον.

§ **38. Πόλοι.—Ἄξων τῆς Γῆς.**—Ἡ διάμετρος τῆς Γῆς ππ' (σχ. 24) ἥτις εἶναι παράλληλος πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου, καλεῖται ***ἄξων*** τῆς Γῆς. Τὰ δύο σημεῖα π καὶ π' εἰς ἃ ὁ ἄξων τῆς Γῆς τέμνει τὴν ἐπιφά-

νειαν τῆς Γῆς καλοῦνται ***πόλοι*** τῆς Γῆς. Ἑκάτερος τούτων ἀντιστοιχεῖ πρός τινα τῶν πόλων τοῦ οὐρανοῦ καὶ φέρει τὸ ὄνομα αὐτοῦ, ἤτοι ὁ μὲν π καλεῖται ***βόρειος*** ὁ δὲ π′ ***νότιος*** πόλος τῆς Γῆς.

§ **39. Διάφοροι τῆς Γῆς κύκλοι.** — Ὁ μέγιστος κύκλος ΙΙ′ (σχ. 24) τῆς Γῆς τοῦ ὁποίου τὸ ἐπίπεδον εἶναι κάθετον ἐπὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς, καλεῖται ***γήϊνος ἰσημερινός.*** Ὁ γήϊνος ἰσημερινὸς διαιρεῖ τὴν Γῆν εἰς δύο ἡμισφαίρια, ὧν ἑκάτερον λαμβάνει τὸ ὄνομα τοῦ πόλου ὃν περιέχει.

Οἱ κύκλοι τῆς Γῆς, ὧν τὰ ἐπίπεδα εἶναι παράλληλα πρὸς τὸ ἐπίπεδον τοῦ ἰσημερινοῦ, καλοῦνται ***γήϊνοι παράλληλοι.*** Τοιοῦτος εἶναι ὁ κύκλος ΑΑ′ (σχ. 24).



(Σχ. 24).

Τὰ διὰ τῶν πόλων τῆς Γῆς διερχόμενα ἐπίπεδα καλοῦνται ***μεσημβρινὰ ἐπίπεδα.*** Αἱ δὲ γραμμαί, καθ' ἃς ἡ ἐπιφάνεια τῆς Γῆς τέμνεται ὑπὸ τῶν μεσημβρινῶν ἐπιπέδων, καλοῦνται ***γήϊνοι μεσημβρινοί*** π. χ. αἱ γραμμαὶ πΤπ′Τ′, πτπ′τ′ (σχ. 24) εἶναι γήϊνοι μεσημβρινοί.

Ἕκαστος γήϊνος μεσημβρινὸς διαιρεῖται ὑπὸ τοῦ ἄξονος τῆς Γῆς εἰς δύο ἡμίση. Ἑκάτερον τούτων λέγεται ἰδιαιτέρως γήϊνος μεσημβρινὸς τῶν τόπων, οὓς περιέχει. Οὕτως ἡ γραμμὴ πΣπ′ καλεῖται γήϊνος μεσημβρινὸς τοῦ τόπου Τ καὶ παντὸς ἄλλου σημείου αὐτῆς.

Εἷς τῶν γηΐνων μεσημβρινῶν λαμβάνεται κατὰ συνθήκην ὡς ***πρῶτος*** μεσημβρινός. Ἄλλοτε ἅπαντα τὰ ἔθνη ἐλάμβανον ὡς πρῶτον μεσημβρινὸν τὸν διὰ τῆς νήσου Φέρου (τῆς δυτικωτέρας τῶν Καναρίων νήσων) διερχόμενον. Ἀπό τινων ὅμως ἐτῶν τὰ πλεῖστα τῶν ἐθνῶν παρεδέχθησαν ὡς πρῶτον μεσημβρινὸν τὸν τοῦ ἀστεροσκοπείου τοῦ Greenwich (προαστείου τοῦ Λονδίνου). Ἐν Γαλλίᾳ λαμβάνεται ὡς τοιοῦτος ὁ τοῦ ἀστεροσκοπείου τῶν Παρισίων, παρὰ τῶν ναυτικῶν δὲ ἡμῶν λαμβάνεται ὡς α′ μεσημβρινὸς ὁ τοῦ Greenwich (1).

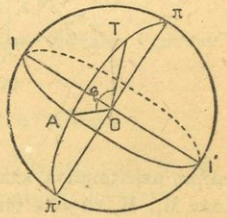
§ **40. Γεωγραφικαὶ συντεταγμέναι τόπου τινός.** — 1ον. Γεωγραφικὸν μῆκος τόπου.—Καλεῖται γεωγρ. μῆκος τόπου τινὸς ἡ δίεδρος γωνία, ἣν σχηματίζει ὁ μεσημβρινὸς τοῦ τόπου τούτου μετὰ τοῦ πρώτου μεσημβρινοῦ. Οὕτω τοῦ τόπου Τ (σχ. 25) γεωγρ. μῆκος εἶναι ἡ δίεδρος γωνία Ιππ′Τ, ἧς μέτρον ἡ ἀντίστοιχος ἐπίπεδος γωνία ΙΟΑ ἢ τὸ τοῦ γηΐνου ἰσημερινοῦ τόξον ΙΑ. Τὸ γεωγρ. μῆκος μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ γηΐνου ἰσημερινοῦ καὶ ἀπὸ 0° μέχρις 180° ἢ ἀπὸ 0 ἕως 12 ὥρας ἀπὸ τοῦ πρώτου μεσημβρινοῦ πρὸς ἀνατολὰς καὶ πρὸς δυσμὰς αὐτοῦ. Καλεῖ-

(1) Διὰ τοὺς γεωγραφικοὺς χάρταις πρὸ πάντων τοὺς σχολικοὺς λαμβάνεται ἔτι παρ' ἡμῖν ὡς α′ μεσημβρινὸς ὁ τῆς Φέρου.

ται δὲ ***ἀνατολικὸν*** μὲν διὰ τοὺς πρὸς ἀνατολὰς, ***δυτικὸν*** δὲ διὰ τοὺς πρὸς δυσμὰς τοῦ α΄ μεσημβρινοῦ κειμένους τόπους.

Πολλάκις οἱ ἀστρονόμοι μετροῦσι τὸ γ. μῆκος κατὰ τὴν ἀνάδρομον μόνον φορὰν ἀπὸ 0 μέχρις 24 ὡρῶν. Οὕτω γ. μῆκος δυτικὸν μὲν καὶ μ^0 ($\mu^0 < 180^0$) εἶναι, κατὰ τὸν ἀστρονομικὸν τρόπον $\frac{\mu^0}{15^0}$ ὡρῶν, ἐν ᾧ μῆκος ἀνατολικὸν μ^0 εἶναι $\frac{360^0-\mu^0}{15^0}$ ὡρῶν κατὰ τὸν ἀστρ. τρόπον. Ἀντιστρόφως γ. μῆκος α ὡρῶν, ἐὰν μὲν $\alpha < 12$, εἶναι δυτικὸν καὶ α ὡρῶν ἢ $(15^0 \times \alpha)$ μοιρῶν, ἐὰν δὲ $\alpha > 12$, εἶναι ἀνατολικὸν καὶ $(24-\alpha)$ ὡρῶν ἢ $15^0 \times (24-\alpha)$ μοιρῶν.

Εἶναι φανερὸν ὅτι πάντες οἱ τόποι τοῦ αὐτοῦ (ἡμι)μεσημβρινοῦ ἔχουσι τὸ αὐτὸ γεωγρ. μῆκος. Διὰ τοῦ γεωγρ. μήκους ἄρα τόπου τινὸς καθορίζεται ὁ τὸν τόπον τοῦτον περιέχων μεσημβρινός.



(Σχ. 25)

2ον. **Γεωγραφικὸν πλάτος τόπου.** — ***Καλεῖται γεωγραφικὸν πλάτος τόπου τινὸς ἡ γωνία, ἣν ἡ κατακόρυφος αὐτοῦ σχηματίζει μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἰσημερινοῦ.*** Οὕτω τοῦ τόπου Τ (σχ. 25) γεωγρ. πλάτος εἶναι ἡ γωνία ΑΟΤ, ἧς μέτρον τὸ τόξον ΑΤ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ αὐτοῦ τόπου Τ.

Τὸ γεωγραφικὸν πλάτος μετρεῖται ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς βορρᾶν καὶ πρὸς νότον αὐτοῦ καὶ ἀπὸ 0^0 μέχρις 90^0, εἶναι δὲ ***βόρειον*** ἢ ***νότιον***, καθ' ὅσον ὁ τόπος κεῖται ἐν τῷ βορείῳ ἢ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ τῆς Γῆς.

Πάντες οἱ τόποι ἑκάστου παραλλήλου ἔχουσι τὸ αὐτὸ γεωγρ. πλάτος καὶ ἀντιστρόφως οἱ τὸ αὐτὸ γεωγρ. πλάτος ἔχοντες τόποι κεῖνται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ παραλλήλου. Διὰ τοῦ γ. πλάτους τόπου τινὸς ἑπομένως καθορίζεται ὁ παράλληλος, ἐφ' οὗ ὁ τόπος οὗτος κεῖται. Τὸ γεωγρ. μῆκος καὶ τὸ γεωγρ. πλάτος ἑκάστου τόπου καλοῦνται ὁμοῦ ***γεωγραφικαὶ συντεταγμέναι*** τοῦ τόπου τούτου· ὁρίζεται δὲ δι' αὐτῶν τελείως ἡ θέσις αὐτοῦ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς. Διότι, διὰ μὲν τοῦ γ. μήκους καθορίζεται, ὡς προείπομεν, ὁ μεσημβρινός, ἐφ' οὗ κεῖται ὁ τόπος, διὰ δὲ τοῦ πλάτους, ὁ παράλληλος αὐτοῦ, καὶ κατ' ἀκολουθίαν ὁ τόπος κεῖται εἰς τὴν τομὴν τῶν γραμμῶν τούτων.

Ἀσκήσεις. 60) Πόσον εἶναι τὸ γ. πλάτος σημείου τινὸς τοῦ γηΐνου ἰσημερινοῦ;

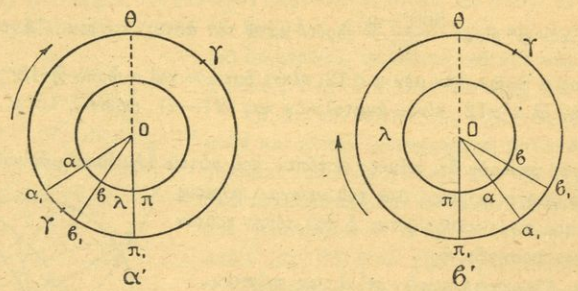
61) Πόσον εἶναι τὸ γ. πλάτος ἑκατέρου τῶν πόλων τῆς Γῆς ;

62) Ὁ γήϊνος μεσημβρινὸς τόπου τινὸς Α καὶ ὁ πρῶτος μεσημβρινὸς κεῖνται ἐν τῷ αὐτῷ ἐπιπέδῳ ἀλλὰ δὲν συμπίπτουσι. Πόσον εἶναι τὸ γεωγρ. μῆκος τοῦ τόπου Α ;

63) Τόπος τις Α ἔχει βόρειον γεωγρ. πλάτος 25^0, ἕτερος δὲ τόπος Β ἔχει νότιον γεωγρ. πλάτος 10^0. Πόσας μοίρας ὁ δεύτερος τόπος κεῖται νοτιώτερον τοῦ πρώτου ;

64) Ἐὰν τὸ γ. μῆκος τόπου τινὸς εἶναι 17 ὡρῶν, πρὸς ἀνατολὰς ἢ πρὸς δυσμὰς τοῦ α΄ μεσημβρινοῦ κεῖται οὗτος καὶ πόσας μοίρας ;

§ 41. Σχέσεις τῶν Γεωγρ. μηκῶν δύο τόπων καὶ τῶν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν ἀστρικῶν χρόνων αὐτῶν.—Νοήσωμεν δύο τόπους Α καὶ Β μὴ κειμένους ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ μεσημβρινοῦ καὶ ἔστωσαν $Oαα_1$, $Oββ_1$, $Oππ_1$ αἱ τομαὶ τοῦ ἰσημερινοῦ ἐπιπέδου ὑπὸ τῶν μεσημβρινῶν τῶν τόπων τούτων καὶ τοῦ α′ μεσημβρινοῦ. Ἂς νοήσωμεν δὲ τὰ γεωγρ.



(Σχ. 26)

μήκη μεμετρημένα κατὰ τὴν ἀνάδρομον φορὰν ἀπὸ 0—24 ὡρῶν καὶ ἔστωσαν M_1, M_2 τὰ τῶν τόπων Α καὶ Β καὶ $M_1 > M_2$. Ἐὰν οἱ τόποι Α καὶ Β κεῖνται ἀμφότεροι πρὸς δυσμὰς (Σχ. 26 α′) ἢ ἀμφότεροι πρὸς ἀνατολὰς (σχ. 26 β′) τοῦ α′ μεσημβρινοῦ, θὰ εἶναι προφανῶς $M_1 = \widehat{πλβ} + \widehat{βα}$, $M_2 = \widehat{πλβ}$, ἄρα

$$M_1 - M_2 = \widehat{βα} \qquad (1)$$

Ἐὰν δὲ τὸ γ κεῖται ἐκτὸς τῆς ὑπὸ τῶν δύο τούτων μεσημβρινῶν σχηματιζομένης διέδρου γωνίας καὶ κληθῶσι X_1, X_2 αἱ ἀστρικαὶ ὧραι τῶν τόπων Α καὶ Β κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν, θὰ ἀληθεύωσιν αἱ ἰσότητες $X_1 = \widehat{α_1θγ}$, $X_2 = \widehat{β_1α_1} + \widehat{α_1θγ}$, ὅθεν

$$X_2 - X_1 = \widehat{β_1α_1} \qquad (2)$$

Ἐπειδὴ δὲ τὰ τόξα $\widehat{βα}$ καὶ $\widehat{β_1α_1}$ τοῦ γηΐνου καὶ οὐρανίου ἰσημερινοῦ τὴν αὐτὴν ἐπίκεντρον γωνίαν μετροῦντα παρίστανται διὰ τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ ὡρῶν, λεπτῶν καὶ δευτερολέπτων ἕπεται ἐκ τῶν ἰσοτήτων (1), (2), ὅτι:

$$(M_1 - M_2) + (X_1 - X_2) = 0 \qquad (3)$$

Ἐὰν δὲ τὸ γ κεῖται ἐντὸς τῆς ὑπὸ τῶν δύο μεσημβρινῶν σχηματιζομένης διέδρου γωνίας, θὰ εἶναι $X_1 = \widehat{α_1θβ_1} + \widehat{β_1γ}$ καὶ $X_2 = \widehat{β_1γ}$, ὅθεν

$$X_2 - X_1 = \widehat{α_1θβ_1} = 24 \text{ ὥρ.} - \widehat{α_1β_1} = 24 \text{ ὥρ.} - \widehat{αβ}.$$

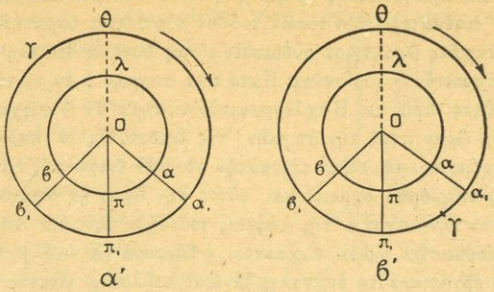
Ἐκ ταύτης καὶ τῆς (1) προκύπτει ὅτι:

$$(M_1 - M_2) + (X_1 - X_2) = 24 \text{ ὥρ.} \qquad (4)$$

Κατ' ἀνάλογον τρόπον ἀποδεικνύεται ἡ ἀλήθεια τῶν ἰσοτήτων (3) καὶ

(4), ὅταν οἱ δύο τόποι κεῖνται ἑκατέρωθεν τοῦ α′ μεσημβρινοῦ (Σχ. 27).

Ἄρα: ***Ἡ διαφορὰ τῶν γεωγρ. μηκῶν δύο τόπων καὶ ἡ διαφορὰ***



(Σχ. 27)

τῶν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν ἀστρικῶν χρόνων αὐτῶν ἔχουσιν ἄθροισμα μηδὲν ἢ 24 ὡρῶν.

ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ

§ **42.** Α′. **Μέτρησις τοῦ γ. μήκους.**—Λύοντες πρὸς M_1 τὰς προηγουμένως εὑρεθείσας ἰσότητας (3) καὶ (4) εὑρίσκομεν τὰς ἰσότητας:

$$M_1 = M_2 - (X_1 - X_2) \text{ καὶ}$$
$$M_1 = (M_2 + 24) - (X_1 - X_2) \qquad (1)$$

Διὰ τούτων δυνάμεθα νὰ ὁρίσωμεν τὸ γεωγρ. μῆκος M_1 τοῦ τόπου Α, ἂν γνωρίζωμεν τὸ γεωγρ. μῆκος M_2 ἑτέρου τόπου Β καὶ τοὺς κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν ἀστρικοὺς χρόνους X_1, X_2 τῶν τόπων τούτων. Πρὸς τοῦτο ἀρκεῖ ἀπὸ τοῦ γνωστοῦ γ. μήκους M_2 νὰ ἀφαιρέσωμεν τὴν διαφορὰν $(X_1 - X_2)$ τῶν δύο ἀστρικῶν χρόνων. Ἐὰν δὲ ἡ διαφορὰ αὕτη εἶναι μεγαλυτέρα τοῦ M_2, αὐξάνομεν πρῶτον τὸ μῆκος M_2 κατὰ 24 ὥρας καὶ εἶτα ἀπὸ τοῦ ἀθροίσματος $(M_2 + 24)$ ἀφαιροῦμεν τὴν διαφορὰν $(X_2 - X_1)$.

ΣΗΜ. α′. Ἡ ἰσότης (4) (§ 41) λυομένη πρὸς M_2 γίνεται
$M_2 = M_1 + (X_1 - X_2) - 24 = [M_1 - (X_2 - X_1)] - 24$ ὥρ.

Ἐκ ταύτης φαίνεται ὅτι, ἂν μετὰ τὴν ἀφαίρεσιν ἐκ τοῦ γνωστοῦ μήκους τῆς διαφορᾶς τῶν ἀστρικῶν χρόνων προκύπτῃ, ἐξαγόμενον μεγαλύτερον τῶν 24 ὡρῶν, πρέπει ἀπ' αὐτοῦ ν' ἀφαιρῶμεν 24 ὥρας, ὅπως προκύπτῃ τὸ ζητούμενον μῆκος.

ΣΗΜ. β′. Κατὰ τὴν ἐφαρμογὴν τῶν προηγουμένων ἰσοτήτων πρέπει νὰ προσέχωμεν ὅπως, διὰ τὴν εὕρεσιν τῆς διαφορᾶς τῶν ἀστρικῶν χρόνων ἀφαιρῆται ὁ ἀστρικὸς χρόνος τοῦ τόπου, οὗ δίδεται τὸ γ. μῆκος, ἀπὸ τοῦ ἀστρικοῦ χρόνου τοῦ τόπου, οὗ ζητεῖται τὸ γ. μῆκος.

Κατὰ ταῦτα ὁ προσδιορισμὸς τοῦ γεωγρ. μήκους τόπου τινὸς Α ἀνάγεται εἰς τὸν προσδιορισμὸν τῶν ἀστρικῶν χρόνων κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν τοῦ τόπου Α καὶ ἑτέρου τόπου Β γνωστοῦ γεωγρ. μήκους. Τοῦτο δὲ κατορθοῦται διὰ τῶν ἀκολούθων μεθόδων.

Α΄. Μέθοδος τηλεγραφική.— Ὑποθέσωμεν ὅτι οἱ δύο τόποι Α καὶ Β συνδέονται διὰ τηλεγραφικῆς γραμμῆς ἢ εἶναι σταθμοὶ ἀσυρμάτου τηλεγράφου καὶ ὅτι ἐν ἑκατέρῳ τῶν τόπων τούτων εὑρίσκεται παρατηρητὴς ἐφωδιασμένος μὲ ἀκριβὲς ὡρολόγιον ῥυθμισθὲν οὕτως ὥστε νὰ δεικνύῃ τὴν ἀστρικὴν ὥραν τοῦ τόπου, ἐν ᾧ εὑρίσκεται. Κατὰ τινα στιγμὴν ὁ ἐν τῷ τόπῳ Α παρατηρητής, πέμπει πρὸς τὸν Β τηλεγραφικὸν τι σῆμα, ἐν ᾧ συγχρόνως σημειοῖ τὴν ἀστρικὴν ὥραν κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἀποστολῆς· ὁ παρατηρητὴς τοῦ τόπου Β δεχόμενος τὸ σῆμα τὴν αὐτὴν στιγμὴν ἕνεκα τῆς μεγάλης ταχύτητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, σημειοῖ καὶ οὗτος τὴν ὥραν ἣν δεικνύει τὸ ὡρολόγιόν του κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς λήψεως τοῦ σήματος. Διὰ τῆς συγκρίσεως δὲ τῶν σημειωθεισῶν ὡρῶν εὑρίσκεται ἡ διαφορὰ (X_1—X_2). Πρὸς μείζονα ἀκρίβειαν ἡ ἐργασία αὕτη ἐπαναλαμβάνεται πολλάκις· γίνεται δὲ κατ' ἀντίθετον φοράν, ἤτοι ἐκπέμπονται καὶ ἐκ τοῦ Β πρὸς τὸν Α σήματα, καὶ λαμβάνεται ὁ μέσος ὅρος τῶν ὑπολογιζομένων διαφορῶν τῶν ἀστρικῶν χρόνων.

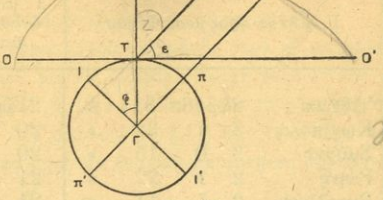
Β΄. Μέθοδος τῶν οὐρανίων φαινομένων.—Ἐνίοτε τὰ τηλεγραφικὰ σήματα ἀντικαθίστανται ὑπὸ οὐρανίου τινὸς φαινομένου ὁρατοῦ ἀπ' ἀμφοτέρων τῶν τόπων. Σημειοῖ δηλ. ἑκάτερος παρατηρητὴς τὴν ὑπὸ τοῦ ὡρολογίου του παρεχομένην ὥραν, καθ' ἣν στιγμὴν ἄρχεται ἢ λήγει οὐράνιόν τι φαινόμενον (π. χ. ἔκλειψις δορυφόρου τινὸς τοῦ Διός) καὶ οὕτω διὰ συγκρίσεως τῶν σημειωθεισῶν ὡρῶν εὑρίσκεται ἡ ζητουμένη διαφορὰ X_1—X_2. Ἐπειδὴ ὅμως ἡ στιγμή, καθ' ἣν φαίνεται ὅτι ἀρχίζει ἢ λήγει οὐράνιόν τι φαινόμενον ἐξαρτᾶται ἀπὸ διάφορα αἴτια (π. χ. ἀπὸ τὴν διαύγειαν τῆς ἀτμοσφαίρας, τὴν ὀπτικὴν δύναμιν τοῦ παρατηρητοῦ), ἡ μέθοδος αὕτη δὲν ἔχει τὴν ἀκρίβειαν τῆς προηγουμένης.

Γ΄. Μέθοδος τῶν χρονομέτρων.—Χρονόμετρον, ἤτοι ὡρολόγιον μετὰ πολλῆς ἐπιμελείας κατεσκευασμένον, ῥυθμισθὲν οὕτως ὥστε νὰ δεικνύῃ ὥραν τοῦ τόπου Β μεταφέρεται εἰς τὸν τόπον Α· ἐκεῖ δὲ διὰ παραβολῆς τῆς ὑπ' αὐτοῦ δεικνυομένης ὥρας πρὸς τὴν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν δεικνυομένην ὑπὸ ἑτέρου ὡρολογίου, ὅπερ ἐρυθμίσθη ὥστε νὰ δεικνύῃ ὥραν τοῦ τόπου Α, εὑρίσκεται ἡ ζητουμένη διαφορά. Συνήθως ἀντὶ ἑνὸς μεταφέρονται πλείονα χρονόμετρα πρὸς ἀποφυγὴν σφαλμάτων ἐκ βλάβης τινὸς τοῦ μεταφερθέντος χρονομέτρου. Οὕτω κατὰ τὸ ἔτος 1843 πρὸς προσδιορισμὸν τοῦ γεωγρ. μήκους τῆς Πετρουπόλεως μετεφέρθησαν εἰς αὐτὴν 68 χρονόμετρα δεικνύοντα ἀστρικὴν ὥραν τοῦ Greenwich.

§ 43. Β΄. Μέτρησις τοῦ γεωγρ. πλάτους.—***Α΄ Μέθοδος.***— Ἔστω Τ (σχ. 28) σημεῖόν τι τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς Γ, ΓΤΖ ἡ κατακόρυφος, ΟΟ΄ ὁ ὁρίζων καὶ φ τὸ γεωγρ. πλάτος αὐτοῦ. Ἡ ἐκ τοῦ Τ πρὸς τὸν ὁρατὸν πόλον τοῦ οὐρανοῦ κατευθυνομένη ὀπτικὴ ἀκτὶς ΤΠ εἶναι παράλληλος πρὸς τὸν ἄξονα ΓπΠ ἕνεκα τῆς ἀπείρου ἀποστάσεως τοῦ πόλου· ἡ εὐθεῖα ὅθεν ΤΠ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν ΙΙ΄ καὶ κατ' ἀκολουθίαν αἱ γωνίαι ε

καὶ φ, ὡς ἔχουσαι τὰς πλευρὰς αὐτῶν καθέτους ἑκατέραν ἑκατέρᾳ καὶ οὖσαι ἀμφότεραι ὀξεῖαι εἶναι ἴσαι.

Ἄρα: ***Τὸ γεωγρ. πλάτος τόπου τινὸς ἰσοῦται πρὸς τὸ ἔξαρμα, ἤτοι τὸ ὕψος τοῦ πόλου ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ.***



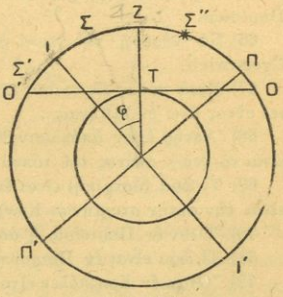
Σχ. 28

Ἐπειδὴ ἐκ τῶν ἰσοτήτων ε=φ καὶ ε+z=90° (ἔνθα z εἶναι ἡ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ πόλου) προκύπτει εὐκόλως ἡ ἰσότης φ=90°—z, ἕπεται ὅτι πρὸς προσδιορισμὸν τοῦ γεωγρ. πλάτους φ τόπου τινός, ἀρκεῖ νὰ εὑρεθῇ (§ 25) ἡ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ πόλου καὶ νὰ ἀφαιρεθῇ αὕτη ἀπὸ 90°.

Β'. Μέθοδος.—Ἐπειδὴ ἡ ἐπίκεντρος γωνία φ (Σχ. 29) βαίνει ἐπὶ τοῦ τόξου IZ τοῦ οὐρ. μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου Τ, ἕπεται ὅτι φ°=($\widehat{IZ}$), ἤτοι: ***Τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τόπου τινὸς ἰσοῦται πρὸς τὴν ἀπόκλισιν τοῦ ζενὶθ τοῦ τόπου τούτου.***

Ὑποτεθείσθω ἤδη ὅτι ἀστὴρ ἔχων γνωστὴν ἀπόκλισιν δ μεσουρανεῖ εἰς τὴν θέσιν Σ ἤτοι μεταξὺ τοῦ ζενὶθ καὶ τοῦ ἰσημερινοῦ. Ἐπειδή, ὡς ἐκ τοῦ σχήματος φαίνεται, εἶναι $\widehat{IZ}=\widehat{I\Sigma}+\widehat{\Sigma Z}$, ἐὰν καλέσωμεν διὰ τοῦ z τὴν ζενιθίαν αὐτοῦ ἀπόστασιν κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἄνω μεσουρανήσεως αὐτοῦ, ἡ προηγουμένη ἰσότης γίνεται

φ=δ+z. (1)



(Σχ. 29)

Ἐὰν ὁ ἀστὴρ μεσουρανῇ πρὸς νότον τοῦ ἰσημερινοῦ εἴς τινα θέσιν Σ', θὰ ἀληθεύῃ ἡ ἰσότης $\widehat{I\Sigma'}+\widehat{\Sigma' Z}=\widehat{IZ}$, καθ' ὅσον ἡ πρὸς νότον φορὰ εἶναι ἀντίθετος τῆς πρὸς βορρᾶν. Ἐκ ταύτης δὲ προκύπτει πάλιν ἡ ἰσότης (1). Ἐὰν τέλος ὁ ἀστὴρ μεσουρανῇ πρὸς βορρᾶν τοῦ ζενὶθ εἴς τινα θέσιν Σ'', θὰ ἀληθεύῃ ἡ ἰσότης $\widehat{IZ}+\widehat{Z\Sigma'}=\widehat{I\Sigma''}$ ἢ φ+z=δ, ὅθεν

φ=δ—z (2)

Ἐκ τῶν ἰσοτήτων (1) καὶ (2) ἕπεται ὅτι: ***Πρὸς εὕρεσιν τοῦ γεωγρ. πλάτους τόπου τινὸς μετροῦμεν τὴν ζενιθίαν ἀπόστασιν ἀστέρος, οὗ γνωρίζομεν τὴν ἀπόκλισιν, καθ' ἣν στιγμὴν οὗτος μεσουρανεῖ ἄνω ἐν τῷ τόπῳ, καὶ προσθέτομεν ταύτην ἢ ἀφαιροῦμεν ἀπὸ τῆς ἀποκλίσεως, καθ' ὅσον ὁ ἀστὴρ μεσουρανεῖ πρὸς νότον ἢ πρὸς βορρᾶν τοῦ ζενὶθ τοῦ τόπου.***

ΣΗΜ. Αἱ ἰσότητες (1) καὶ (2) συμπτύσσονται εἰς τὴν (1), ἂν θεωρῶμεν ὡς ἀρνητικὰς τὰς Ζενιθίας ἀποστάσεις τῶν πρὸς βορρᾶν τοῦ Ζενὶθ μεσουρανούντων ἀστέρων καὶ θετικὰς τῶν πρὸς νότον τοῦ ζενὶθ μεσουρανούντων.

Γεωγρ. Συντεταγμέναι τόπων τινῶν :

Γ. μῆκος πρὸς μεσ. Φέρου					Γ. μῆκος κατὰ τὴν ἀνάδρομον φορὰν ἀπὸ μ. Φέρου			Γεωγρ. πλάτος		
Ἀθῆναι	2ὥρ	46π	31δ	Α.	21ὥρ.	13π	29δ	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»
Λονδῖνον	1	11	13	»	22	48	47	51	31	0 »
Πετρούπολις	3	12	50	»	20	47	10	59	57	0 »
Greenwich	1	11	36,1	»	22	48	23,9	51	23	0 »
Ν. Ὑόρκη	3	44	26	Δ	3	44	26	40	43	0 »

Ἀσκήσεις : 65) Νὰ εὑρεθῇ τῇ βοηθείᾳ τοῦ προηγουμένου πίνακος τὸ γεωγ. μῆκος τῶν Ἀθηνῶν ὡς πρὸς τὸν μεσημβρινὸν τοῦ Greenwich καὶ ὡς πρὸς τὸν τῶν Παρισίων.

66) Νὰ εὑρεθῇ τὸ γεωγ. μῆκος τῶν Παρισίων πρὸς τὸν μεσημβρινὸν τοῦ Greenwich.

67) Μετὰ πόσας ὥρας ἀπὸ τῆς ἐν Σμύρνῃ ἄνω μεσουρανήσεως ἀστέρος μεσουρανεῖ οὗτος ἄνω ἐν Ἀθήναις ;

68) Ἀστὴρ ἔχων ἀπόκλισιν 25°12′ διέρχεται διὰ τοῦ ζενὶθ τόπου τινός. Πόσον εἶναι τὸ γεωγ. πλάτος τοῦ τόπου τούτου ;

69) Τὶ ὥρα (ἀστρικὴ) εἶναι ἐν Ἀθήναις, ὅταν ἐν Σμύρνῃ εἶναι 2 ὧραι; Τί ὥρα εἶναι τὴν αὐτὴν στιγμὴν ἐν Κων)πόλει ;

70) Ὅταν ἐν Παρισίοις ἡ ἀστρικὴ ὥρα εἶναι 22 ὥρ· πόση εἶναι ἐν Νέᾳ Ὑόρκῃ ;

71) Τὶ ὥρα εἶναι ἐν Πετρουπόλει, ὅταν ἐν Ἀθήναις εἶναι 0 ὧραι ;

72) Ὅταν ἐν Κων)πόλει εἶναι 0 ὧραι, τὶ ὥρα εἶναι ἐν Ἀθήναις ;

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

74) Τὶ ὥρα εἶναι ἐν Νέᾳ Ὑόρκῃ, ὅταν ἐν Ἀθήναις εἶναι 2 ὧραι ;

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

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

77) Πόση εἶναι κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν ἡ διαφορὰ τῶν ὡρῶν ἐν Ἀθήναις καὶ Νέᾳ Ὑόρκῃ ;

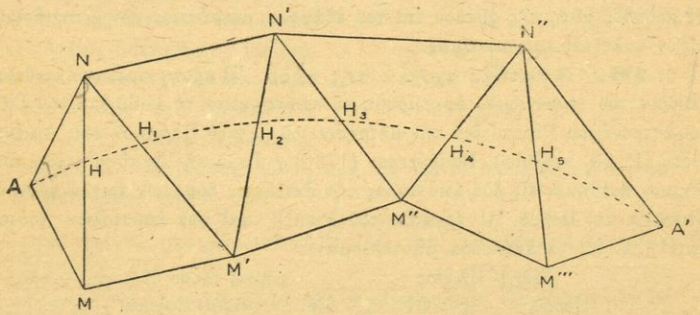
§ **44. Γεωειδές.**—Ἐμάθομεν ἤδη (§ 36) ὅτι τὸ πραγματικὸν σχῆμα τῆς Γῆς ἤτοι τὸ σχῆμα τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης καὶ τῆς χέρσου εἶναι σφαιροειδές.

Ἐπειδὴ δὲ εἶναι γνωστὸν ὅτι : α′) ἡ ξηρὰ κατέχει μόλις τὸ $^1/_4$ τῆς ἐπι-

φανείας τῆς γῆς, β') τὸ μέσον ὕψος τῶν ἠπείρων ὑπὲρ τὴν μέσην ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης εἶναι ἐλάχιστον (700 μ.) ἐν σχέσει πρὸς τὸ μέγεθος τῆς γῆς, ἕπεται ὅτι τὸ πραγματικὸν σχῆμα τῆς γῆς ἐλάχιστα διαφέρει τοῦ σχήματος τῆς μέσης ἐπιφανείας τῶν θαλασσῶν προεκτεινομένης νοερῶς ὑπὸ τὰς ἠπείρους καθέτως πρὸς τὴν ἐν ἑκάστῳ σημείῳ αὐτῆς διεύθυνσιν τῆς βαρύτητος. Ἡ ἰδεατὴ αὕτη ἐπιφάνεια καλεῖται ***Γεωειδὲς ἢ μαθηματικὴ ἐπιφάνεια.*** Κατὰ ταῦτα ὡς σχῆμα τῆς γῆς θεωροῦμεν τὸ σχῆμα τοῦ γεωειδοῦς.

Πρὸς ἀκριβῆ καθορισμὸν τοῦ σχήματος τοῦ γεωειδοῦς δέον νὰ μετρηθῶσιν ἐπὶ διαφόρων μεσημβρινῶν αὐτοῦ καὶ εἰς διάφορα πλάτη τόξα 1° καὶ νὰ 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.

§ **45. Μέτρησις μεσημβρινοῦ τόξου.**—Ἐν πρώτοις παρατη-



(Σχ. 30)

ροῦμεν ὅτι ἡ μέτρησις τοῦ μεσημβρινοῦ τόξου τοῦ γεωειδοῦς εἶναι ἀδύνατος· ἕνεκα τούτου αἱ μετρήσεις γίνονται ἐπὶ τῆς ξηρᾶς καὶ τὰ ἀποτελέσματα ἀνάγονται εἰς ἐκεῖνα ἅτινα θὰ προέκυπτον, ἂν ἡ ἐργασία ἐγίνετο ἐπὶ τοῦ γεωειδοῦς.

Ἔστω ἤδη πρὸς μέτρησιν τὸ μεσημβρινὸν τόξον AA' (σχ. 30). Ἑκατέρωθεν τοῦ τόξου τούτου ἐκλέγομεν σειρὰν σταθμῶν M,M',M'', N,N',N''...ὅσῳ τὸ δυνατὸν πολυαριθμοτέρων καὶ ἀρκετὰ ἐγγὺς ἀλλήλων κειμένων, ὥστε ἐξ ἑκάστου τούτων νὰ εἶναι ὁρατὰ τὰ ἐπὶ τῶν πέριξ τοποθετούμενα σήματα· δι' ἀκριβοῦς δὲ γωνιομετρικοῦ ὀργάνου μετροῦμεν τὰς γωνίας NAM, ANM, AMN, MNM' κλπ. Πλευρὰν τινα ἔστω τὴν AM, ἣν λαμβάνομεν ὡς βάσιν, μετροῦμεν μετὰ πάσης τῆς δυνατῆς ἀκριβείας, εἶτα δὲ προσδιορίζομεν εἰς τὸ σημεῖον A τὴν διεύθυνσιν τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς, ἥτις τέμνει τὴν πλευρὰν NM εἰς τὸ σημεῖον H. Τούτων γενομένων ἐπιλύομεν πρῶτον τὸ τρίγωνον ANM (γνωστὰ στοιχεῖα ἡ AM, καὶ αἱ παρ' αὐτὴν γωνίαι NAM, NMA) καὶ ὁρίζομεν οὕτω τὴν πλευ-

ρὰν NM· εἶτα γνωρίζοντες τὴν NM καὶ τὰς παρ' αὐτὴν γωνίας M'NM, NMM', ἐπιλύομεν τὸ τρίγωνον NMM' καὶ ὁρίζομεν τὴν πλευρὰν NM'· ἐπιλύοντες ὁμοίως τὸ τρίγωνον NN'M' εὑρίσκομεν τὴν N'M' καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Ἤδη ἐπιλύοντες τὸ τρίγωνον AMH (γνωστὰ AM, HMA, HAM) εὑρίσκομεν τὰ μήκη AH, HM καὶ τὴν γωνίαν AHM. Γνωρίζοντες εἶτα τὴν NH=NM—HM καὶ τὰς παρ' αὐτὴν γωνίας τοῦ τριγώνου NHH_1, δυνάμεθα νὰ ἐπιλύσωμεν καὶ τὸ τρίγωνον τοῦτο καὶ νὰ ὁρίσωμεν τὸ μῆκος HH_1 καὶ NH_1 ὡς καὶ τὴν γωνίαν NH_1H· ἐπιλύοντες εἶτα τὸ H_1H_2M' εὑρίσκομεν τὸ μῆκος H_1H_2 καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς ὑπολογίζομεν κατὰ σειρὰν τὰ μήκη τῶν τόξων H_2H_3, H_3H_4 κ.τ.λ. Ἀθροίζοντες τὰ οὕτως ὑπολογισθέντα μήκη τῶν τόξων AH, $HH_1H_1H_2$ κ.τ.λ. εὑρίσκομεν τὸ μῆκος μ τοῦ τόξου AA'. Ἐὰν δὲ τὸ μῆκος τοῦτο μ διαιρέσωμεν διὰ τοῦ ἀθροίσματος τῶν γεωγρ. πλατῶν ἐκπεφρασμένων εἰς μοίρας ἢ διὰ τῆς διαφορᾶς αὐτῶν (καθ' ὅσον οἱ τόποι κεῖνται εἰς διάφορα ἢ εἰς τὸ αὐτὸ ἡμισφαίριον τῆς Γῆς), εὑρίσκομεν τὸ μῆκος 1° τοῦ τόξου AA'. Ἡ μέθοδος αὕτη τῆς ἀμέσου ἐπὶ τοῦ ἐδάφους μετρήσεως τῶν μεσημβρινῶν τόξων καλεῖται ***τριγωνισμός***.

§ **46. 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° 13' 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.

Γεωγρ Πλάτος					μῆκος τόξου 1°
Περοῦ	1°	31'	1''	N	56750 ὀργυιαὶ
Γαλλία	46°	8'	6''	B	57060 »
Λαπωνία	66°	20'	10'	B	57422 »

Ἔκτοτε 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° οἱωνδήποτε μεσημβρινῶν εἶναι ἴσα τὸ μῆκος.

3ον. Τὸ μῆκος μεσημβρινοῦ τόξου 1° αὐξάνει ἐκ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους.

Ἐκ τούτων δὲ συνάγεται ὅτι:

Α') Ἕκαστος μεσημβρινὸς τῆς Γῆς ἔχει σχῆμα ἐλλείψεως (1), ***ἧς ὁ μικρὸς ἄξων ταυτίζεται μετὰ τοῦ ἄξονος τῆς γῆς.***

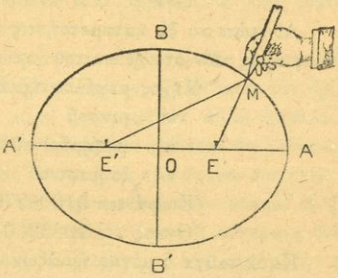
---

(1) Ἔλλειψις εἶναι ἐπίπεδος κλειστὴ καμπύλη, ἧς ἕκαστον σημεῖον ἀπέχει ἀπὸ δύο ὡρισμένων σημείων τοῦ ἐπιπέδου αὐτῆς ἀποστάσεις, ὧν τὸ ἄθροισμα εἶναι στα-

Β') Ἡ Γῆ ἔχει σχῆμα ἐλλειψοειδοῦς ἐκ περιστροφῆς περὶ τὸν μικρὸν αὐτῆς ἄξονα.

Εἶναι δηλ. ἡ Γῆ πεπλατυσμένη εἰς τοὺς πόλους καὶ ἐξωγκωμένη περὶ τὸν ἰσημερινόν.

§ **47. Μῆκος τοῦ μέτρου** (βασιλ. πήχεως). Κατὰ τὸ ἔτος 1790 ἡ συνταχτικὴ τῶν Γάλλων συνέλευσις ἀπεφάσισε νὰ θεσπίσῃ ὁμοειδὲς σύστημα μέτρων καὶ σταθμῶν δι' ἅπασαν τὴν Γαλλίαν, ἀνέθηκε δὲ τὴν μεταρρύθμισιν ταύτην εἰς ἐπιτροπείαν ἐκ διακεκριμένων ἀστρονόμων καὶ μαθηματικῶν τῆς Γαλλίας. Ἡ ἐπιτροπεία αὕτη ὥρισεν ὡς μονάδα μήκους τὸ ἓν δεκάκις ἑκατομμυριοστὸν τοῦ τετάρτου τοῦ γηΐνου 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 γενομένων μετρήσεων εὑρέθη ὅτι :



Σχ. 31.

Τὸ $\frac{1}{4}$ τοῦ γηΐνου μεσημβρινοῦ=5130740 ὀργ. καὶ κατ' ἀκολουθίαν

$1\mu = \frac{5.130.740}{10.000.000}$ ὀργ. =0,513074 ὀργ. Κατεσκευάσθη λοιπὸν κανὼν ἐκ λευκοχρύσου ἔχων ὑπὸ θερμοκρασίαν 0° Κ μῆκος 0,513074 ὀργ. καὶ φυλάσσεται ἐν Παρισίοις χρησιμεύων ὡς πρότυπον μέτρον.

Τὸ μέτρον εἰσήχθη καὶ παρ' ἡμῖν διὰ Β. Διατάγματος κληθὲν ***Βασιλικὸς πῆχυς.***

ΣΗΜ. Νεώτεροι τριγωνισμοὶ γενόμενοι διὰ τελειοτέρων μεθόδων κατέδειξαν ὅτι τὸ $\frac{1}{4}$ τοῦ γηΐνου μεσημβρινοῦ ἰσοῦται πρὸς 10001868 μέτρα, ὥστε τὸ $\frac{1}{10.000.000}$ αὐτοῦ ἰσοῦται πρὸς $\frac{10.001.868}{10.000.000}=1\frac{1868}{10.000.000}$ μέτρα. Τὸ ἐν Παρισίοις λοιπὸν φυλασσόμενον πρότυπον μέτρον εἶναι βραχύτερον τοῦ θεσπισθέντος κατὰ $\frac{1868}{10.000.000}$ αὐτοῦ.

§ **48. Μέγεθος τῆς Γῆς. — Μέση ἀκτὶς αὐτῆς.** — Ὁ ἀστρονόμος Clarke στηριζόμενος ἐπὶ πολυαρίθμων μετρήσεων τόξων δια-

---

θερὸν (ὅρα ἡμετέραν Ἀναλυτικὴν Γεωμετρίαν σελ. 62). Τὸ σχῆμα (31) παριστᾷ ἔλλειψιν καὶ δεικνύει πῶς γράφεται αὕτη διὰ συνεχοῦς κινήσεως.

φόρων μεσημβρινῶν εὗρε τὰς ἀκολούθους τιμὰς τῶν στοιχείων τοῦ γηΐνου ἐλλειψοειδοῦς.

Μῆκος μεγάλου ἡμιάξονος		6378249μ
» μικροῦ	»	6356515
» μεσημβρινοῦ	»	40007472
» ἰσημερινοῦ	»	40075721

Ἐπιφάνεια 510065000 τετρ. χιλιόμετρα.

Ὄγκος 1083205 ἑκατομμύρια κυβ. χιλιόμετρα.

Αἱ νεώτεραι δὲ καταμετρήσεις καὶ ὑπολογισμοὶ ἄγουσιν εἰς τὰς ἀκολούθους τιμὰς τῶν στοιχείων τοῦ γηΐνου ἐλλειψοειδοῦς.

Μῆκος μεγάλου ἡμιάξονος		6378388μ
» μικροῦ	»	6356909
» μεσημβρινοῦ	»	40008032
» ἰσημερινοῦ	»	40076625

Ἐπιφάνεια 510082700 τετρ. χιλ.

Ὄγκος 1083260 ἑκατ. κυβ. χιλ.

Κατὰ ταῦτα ὁ μέγας ἡμιάξων τῆς Γῆς, ἡ ἰσημερινὴ δηλ. ἀκτὶς αὐτῆς ὑπερέχει τῆς πολικῆς ἀκτῖνος (μικροῦ ἡμιάξονος) κατὰ 21479 μέτρα. Ἡ διαφορὰ αὕτη εἶναι ἐλαχίστη παραβαλλομένη πρὸς τὸ μῆκος ἑκατέρου ἡμιάξονος, κατ' ἀκολουθίαν τὸ γήϊνον ἐλλειψοειδὲς ἐλάχιστα διαφέρει σφαῖρας. Τούτου ἕνεκα ἐν πολλοῖς ζητήμασι θεωροῦμεν τὴν γῆν ὡς σφαῖραν, ἧς ἡ ἀκτὶς καλουμένη μέση ἀκτὶς τῆς γῆς λαμβάνεται ἴση πρὸς $\frac{40.000.000}{2\pi} = 6366197$ μέτρα.

ΣΗΜ. Ὁ λόγος τῆς διαφορᾶς τῶν ἡμιαξόνων τῆς Γῆς πρὸς τὸν μέγαν ἡμιάξονα αὐτῆς καλεῖται *πλάτυνσις* τῆς Γῆς. Ἡ τιμὴ αὐτῆς κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τοῦ Clarke εἶναι $\frac{1}{293,466}$. Κατὰ δὲ τὸν Helmert ἐξετάσαντα πάσας τὰς διὰ τοῦ ἐκκρεμοῦς ἐπὶ τῶν μεταβολῶν τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος γενομένας παρατηρήσεις (μέθοδος δυναμικὴ) ἡ πλάτυνσις εἶναι $\frac{1}{298,3}$. Κατὰ ταῦτα τὸ γήϊνον ἐλλειψοειδὲς ὁμοιάζει πρὸς ἐλλειψοειδές, οὗ ὁ μὲν μέγας ἡμιάξων ἔχει μῆκος 298,3 χιλιοστόμετρα, ὁ δὲ μικρὸς 297,3 χιλιοστόμετρα.

Τὸ μῆκος γηΐνου μεσημβρινοῦ τόξου μιᾶς μοίρας εἶναι κατὰ μέσον ὅρον 111133,42$^{\mu}$, τὸ δὲ μῆκος μεσημβρινοῦ τόξου 1′ (ἓν ναυτικὸν μίλιον) εἶναι 1852μ,22.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β′.

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ ΤΗΣ ΓΗΣ.—ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΥΤΗΣ

§ **49. Ἀτμόσφαιρα.** — Ὁ ἀήρ, ὅστις περιβάλλει τὴν Γῆν πανταχόθεν καλεῖται **ἀτμόσφαιρα.** Ἐπειδὴ ὁ ἀὴρ εἶναι ρευστὸν σταθμητὸν, πιεστὸν καὶ ἐλαστικὸν, τὰ κατώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας πιεζόμενα ὑπὸ τῶν ἀνωτέρων καθίστανται πυκνότερα καὶ ἐλαστικώτερα ἐκείνων.

Εἰς τὴν μείζονα δὲ ἀραιότητα τῶν ἀνωτέρων τῆς ἀτμοσφαίρας στρωμάτων καὶ εἰς τὸ θερμοδιαβατὸν τοῦ ἀέρος ὀφείλεται καὶ ἡ ἐλάσσων θερμοκρασία τῶν ἀνωτέρων στρωμάτων τῆς τῶν κατωτέρων. Ἡ ἀτμόσφαιρα ὅθεν, ἀποτελεῖται ἐκ διαφόρων στρωμάτων ἀέρος, ὧν ἡ πυκνότης, ἐλαστικότης καὶ θερμοκρασία βαίνει ἐλαττουμένη, καθ' ὅσον τὸ ὕψος αὐξάνει. Τὸ ὕψος τῆς ἀτμοσφαίρας δὲν εἶναι ἀκριβῶς γνωστὸν, διότι αἱ διάφοροι μέθοδοι, ὧν πρὸς μέτρησιν αὐτοῦ ἐγένετο χρῆσις, εἰς διάφορα κατὰ τὸ πλεῖστον ἤγαγον ἀποτελέσματα. Πάντως ὅμως τὸ ὕψος τοῦτο δὲν εἶναι μικρότερον τῶν 500 χιλιομέτρων.

Τὸ πάχος δὲ τῆς ἀτμοσφαίρας δι' ἕκαστον παρατηρητὴν δὲν φαίνεται τὸ αὐτὸ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ἀλλ' αὐξάνει ἀπὸ τοῦ ζενὶθ πρὸς τὸν ὁρίζοντα· δι' ὃ τὸ σχῆμα τοῦ οὐρ.θόλου δὲν εἶναι ἡμισφαιρικόν, ἀλλὰ ἡμιελλειψοειδὲς. Αἰτία προκαλοῦσα τὴν τοιαύτην ἀνισότητα φαίνεται ὅτι εἶναι ἡ ὕπαρξις τῶν γηΐνων ἀντικειμένων πρὸς τὰς ἀποστάσεις τῶν ὁποίων συγκρίνεται ἡ ἀπόστασις τῶν πλησίον τοῦ ὁρίζοντος σημείων τοῦ οὐρ. θόλου, ἐν ᾧ διὰ τὰ μακρὰν τοῦ ὁρίζοντος σημεῖα τοῦ οὐρ. θόλου τοιαύτη σύγκρισις δὲν γίνεται. Συντελεῖ ἐπίσης εἰς τοῦτο ἡ μείζων ἐξασθένησις τῆς λαμπρότητος τῶν ἀστέρων, ὅταν εἶναι πλησίον τοῦ ὁρίζοντος, ὀφειλομένη εἰς τὴν ἀπορρόφησιν μέρους τῶν ἐξ αὐτῶν ἐκπεμπομένων φωτεινῶν ἀκτίνων ὑπὸ τῶν κατωτέρων στρωμάτων τῆς ἀτμοσφαίρας, ἅτινα εἶναι πυκνότερα τῶν ἀνωτέρων καὶ πλείονα περιέχουσι ξένα σωμάτια. Πράγματι δὲ βλέποντες τοὺς ἀστέρας ἀμυδροτέρους νομίζομεν ὅτι εὑρίσκονται εἰς μεγαλυτέραν ἀπόστασιν ἐκείνης, εἰς ἣν νομίζομεν αὐτούς, ὅταν ὑψηλότερον τοῦ ὁρίζοντος εὑρισκόμενοι φαίνονται λαμπρότεροι.

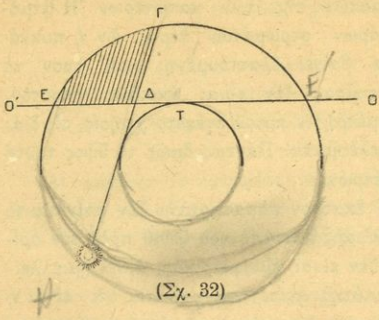
Ἡ φαινομένη μεγέθυνσις τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Σελήνης, ὅταν εἶναι πλησίον τοῦ ὁρίζοντος εἶναι ἀνεξήγητος.

§ **50. Διάχυτον φῶς.**— Ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ αἰωροῦνται πλεῖστα ξένα σωμάτια, οἷον κονιορτοῦ, παγοκρυστάλλων, ὑδροσταγόνων κλπ., ἅτινα ἔχουσι τὴν ἰδιότητα νὰ ἀνακλῶσι καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις τὸ ἐπ' αὐτῶν προσπῖπτον ἡλιακὸν φῶς. Τὸ οὕτως ἀνακλώμενον τοῦτο φῶς καλεῖται ***διάχυτον φῶς*** ἢ ***φῶς τῆς ἡμέρας***.

Χάρις εἰς τὸ διάχυτον φῶς βλέπομεν καὶ τὰ ἀντικείμενα, ἐφ' ὧν δὲν προσπίπτουσιν ἀμέσως ἡλιακαὶ ἀκτῖνες. Ἂν δὲν ὑπῆρχεν ἡ ἀτμόσφαιρα καὶ δὲν διεχέετο κατ' ἀκολουθίαν τὸ ἡλιακὸν φῶς, πάντα τὰ μὴ ἀπ' εὐθείας ὑπὸ τοῦ Ἡλίου φωτιζόμενα ἀντικείμενα θὰ ἦσαν σκοτεινὰ καὶ ἐν πλήρει μεσημβρίᾳ,τὸ φῶς δηλ.τῆς ἡμέρας δὲν θὰ ὑπῆρχε πέραν τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων, τὸ δὲ σκότος καὶ τὸ φῶς θὰ διεδέχοντο ἄλληλα ἀποτόμως ἐν ἑκάστῳ τόπῳ.

§ **51. Λυκαυγὲς καὶ λυκόφως.** — Ἕνεκα τῆς παρουσίας τῆς ἀτμοσφαίρας, ὀλίγον πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ ἡλίου καὶ εὐθὺς μετὰ τὴν δύσιν αὐτοῦ ἄρχεται διάχυτόν τι φῶς, ὅπερ καλεῖται τὴν μὲν πρωΐαν ***λυκαυγὲς*** τὸ δὲ ἑσπέρας ***λυκόφως***. Τὸ φῶς τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὴν διάχυσιν τοῦ

ἡλιακοῦ φωτὸς ἐντὸς τῶν ἀνωτέρων ἰδίᾳ στρωμάτων τῆς ἀτμοσφαίρας. Πράγματι ἂν ΕΓΕ' (σχ. 32) εἶναι τὸ ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα ΟΟ' τόπου τινὸς Τ μέρος τῆς ἀτμοσφαίρας, ὁ δὲ ἥλιος ὑπ' αὐτὸν εἰς θέσιν τινὰ Η, τὸ μέρος ΕΔΓ τῆς ἀτμοσφαίρας φωτίζεται ὑπὸ τοῦ Ἡλίου, τὸ δὲ ἐπ' αὐτοῦ προσπῖπτον ἡλιακὸν φῶς διαχεόμενον φωτίζει καὶ τὸν τόπον Τ, ἂν καὶ ὁ Ἥλιος εὑρίσκηται ὑπὸ τὸν ὁρίζοντα αὐτοῦ.



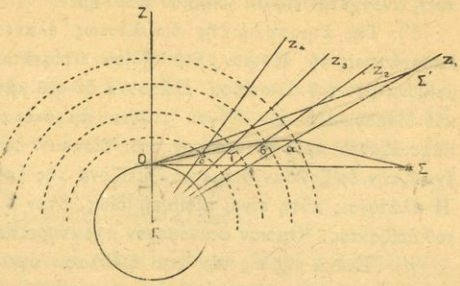
(Σχ. 32)

Τὸ λυκαυγὲς καὶ λυκόφως διακρίνονται εἰς ***ἀστρονομικὸν καὶ πολιτικόν***. Τὸ πολιτικὸν λυκαυγὲς ἄρχεται καὶ τὸ λυκόφως παύει, καθ' ἣν στιγμὴν ὁ ἥλιος εὑρίσκεται 6° ὑπὸ τὸν ὁρίζοντα· τὸ δὲ ἀστρονομικὸν λυκαυγὲς ἄρχεται καὶ τὸ λυκόφως παύει, καθ' ἣν στιγμὴν οὗτος εὑρίσκεται 18° ὑπὸ τὸν ὁρίζοντα.

Ἡ διάρκεια τοῦ ἀστρονομικοῦ λυκαυγοῦς καὶ λυκόφωτος εἶναι διάφορος εἰς τοὺς διαφόρους τόπους καὶ τὰς διαφόρους ἐποχὰς τοῦ ἔτους, καθ' ὅσον αὕτη πλὴν τοῦ ὕψους τῆς ἀτμοσφαίρας ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τοῦ γεωγρ. πλάτους τοῦ τόπου καὶ τῆς ἀποκλίσεως τοῦ Ἡλίου. Κατὰ τὴν αὐτὴν ἐποχὴν διαρκεῖ περισσότερον εἰς τοὺς τόπους τοῦ ἰσημερινοῦ. Εἰς τὸν αὐτὸν δὲ τόπον, ἡ διάρκεια τοῦ ἀστρον. λυκαυγοῦς καὶ λυκόφωτος εἶναι μείζων, ὅταν ὁ ἥλιος ἔχῃ μεγίστην κατ' ἀπόλυτον τιμὴν ἀπόκλισιν (21 Ἰουνίου καὶ 22 Δεκεμβρίου) καὶ ἐλάσσων, ὅταν ἡ ἀπόκλισις τοῦ ἡλίου εἶναι μηδὲν (21 Μαρτίου καὶ 22 Σεπτεμβρίου). Εἰς τοὺς τόπους τοῦ ἰσημερινοῦ ἡ διάρκεια αὕτη κυμαίνεται μεταξὺ 1 ὥρ. 10π καὶ 1 ὥρ. 16 π, ἤτοι κατὰ μέσον ὅρον εἶναι 1 ὥρ. καὶ 13π· εἰς δὲ τοὺς τόπους τοὺς ἔχοντας γεωγρ. πλάτος 40° ἡ διάρκεια αὕτη κυμαίνεται μεταξὺ 2 ὥρ. 5π καὶ 1 ὥρ. 31π.

§ **32. Ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις.**—Ἕνεκα τοῦ ἀνισοπύκνου τῶν διαφόρων τῆς γῆϊνης ἀτμοσφαίρας στρωμάτων πᾶσα ἐκ τοῦ ἀστέρος Σ (σχ. 33) ἐκπεμπομένη φωτεινὴ ἀκτὶς καὶ εἰς τὴν γῆϊνην ἀτμόσφαιραν εἰσδύουσα ὑφίσταται συνεχῆ διάθλασιν, κατ' ἀκολουθίαν τῆς ὁποίας ἡ ἀκτὶς αὕτη παύει οὖσα εὐθύγραμμος, ὁ δὲ ἀστὴρ φαίνεται εἰς θέσιν διάφορον τῆς πραγματικῆς. Ἔστω τῷ ὄντι Γ τὸ κέντρον τῆς γῆς ὑποτιθεμένης σφαιρικῆς, Ο ὁ ὀφθαλμὸς παρατηρητοῦ, ΟΖ ἡ κατακόρυφος τοῦ τόπου, ἐν ᾧ εὑρίσκεται καὶ Σα φωτεινὴ τις ἀκτὶς ἐκ τοῦ ἀστέρος Σ ἐκπεμπομένη καὶ εἰς τὴν γῆϊνην ἀτμόσφαιραν εἰσδύουσα κατὰ τὸ σημεῖον α (σχ. 33). Ἡ ἀκτὶς αὕτη, ὡς εἰσδύουσα ἐκ τοῦ κενοῦ εἰς τὸ ἀνώτατον τῆς ἀτμοσφαίρας στρῶμα, ὑφίσταται πρώτην διάθλασιν προσεγγίζουσα τὴν κάθετον ΓαΖ$_1$, καὶ ἐν τῷ ἐπιπέδῳ ΣαΓ μένουσα. Ἐπίσης ἡ διαθλασθεῖσα ἀκτὶς αβ εἰσδύουσα

κατὰ τὸ σημεῖον β εἰς στρῶμα πυκνότερον ὑφίσταται ἑτέραν διάθλασιν πλησιάζουσα πρὸς τὴν κάθετον Γβz₂ καὶ μένουσα ἐν τῷ ἐπιπέδῳ αβz₂, ὅπερ ταὐτίζεται μετὰ τοῦ ΣαΓ. Ἐξακολουθοῦντες οὕτω σκεπτόμενοι βλέπομεν ὅτι ἡ φωτεινὴ ἀκτίς, ἥτις φθάνει εἰς τὸν ὀφθαλμὸν τοῦ παρατηρητοῦ, συνεχῶς θλωμένη οὐδόλως ἐξέρχεται τοῦ κατακορύφου ἐπιπέδου ΖΓΣ τοῦ ἀστέρος Σ καὶ ὅτι τὸ σχῆμα αὐτῆς εἶναι τεθλασμένη γραμμή. Ὅθεν ὁ παρατηρητὴς Ο βλέπει τὸν ἀστέρα οὐχὶ εἰς τὴν πραγματικὴν αὐτοῦ θέσιν Σ, ἀλλ' ἐγγύτερον τοῦ ζενὶθ εἰς τὴν θέσιν Σ', κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς εὐθυγράμμου φωτεινῆς ἀκτῖνος Οδ, ἥτις εἰσδύει εἰς τὸν ὀφθαλμὸν τοῦ παρατηρητοῦ (¹). Ἐπειδὴ δὲ τὰ διάφορα τῆς ἀτμοσφαίρας στρώματα, ἐντὸς ἑκάστου τῶν ὁποίων ὁ ἀὴρ εἶναι ἰσόπυκνος, ἔχουσιν ἐλάχιστον πάχος ἡ γραμμὴ αβγδ... Ο εἶναι κυρίως καμπύλη, ἧς τὸ κοῖλον εἶναι ἐστραμμένον πρὸς τὴν Γῆν, ὁ δὲ ἀστὴρ Σ φαίνεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ἐφαπτομένης τῆς καμπύλης ταύτης εἰς τὸ σημεῖον Ο.



(Σχ. 33)

Κατὰ ταῦτα ἡ ἀληθὴς ζενιθία ἀπόστασιν ΖΟΣ τοῦ ἀστέρος Σ ἐλαττοῦται κατὰ τὴν γωνίαν Σ'ΟΣ, ἥτις καλεῖται **ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις**. Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις ἐλαττοῦται μετὰ τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως τοῦ ἀστέρος, ἐξαρτᾶται δὲ ἐκ τῆς καταστάσεως τῆς ἀτμοσφαίρας. Ὁ ἀκόλουθος πίναξ παρέχει τὴν τιμὴν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως εἰς διαφόρους ζενιθίας ἀποστάσεις ὑπὸ θερμοκρασίαν 0°Κ καὶ πίεσιν 0,760 μ.

Ζ. ἀπόστασις	Ἀτμ. διάθλασις	Ζ. ἀπόστασις	Ἀτμ. διάθλασις
90°	33′ 47″,9	40°	0′ 48″,9
80°	5′ 20″	30°	0′ 33″,7
70°	2′ 38″,9	20°	0′ 21″,2
50°	1′ 9″,4	0°	0′ 0″

§ **53. Ἀποτελέσματα ἀτμ. διαθλάσεως.**—α') Τῆς ἀτμοσφ. διαθλάσεως εἰς τὸν ὁρίζοντα οὔσης 33″ 47″,9 τῆς δὲ φαινομένης διαμέτρου (²) τοῦ ἡλίου οὔσης 32′ 4″,2, ὅταν τὸ ἀνώτερον χεῖλος τοῦ ἡλιακοῦ

(1) Ἐν τῷ σχήματι 33 ἡ εὐθεῖα ΟΣ' δέον νὰ συμπίπτῃ μετὰ τῆς Οδ.

(2) Ὁ διδάσκων δίδει σύντομον ὁρισμὸν τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ Ἡλίου.

δίσκου ἐφάπτηται τοῦ ὁρίζοντος, ὁ ἥλιος ἕνεκα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως φαίνεται ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα, ἐν ᾧ πράγματι κεῖται ὑπ' αὐτόν. Ὥστε ἡ ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις αὐξάνει τὴν διάρκειαν τῆς ἡμέρας· ἡ αὔξησις αὕτη ἀνέρχεται εἰς 6π περίπου παρ' ἡμῖν.

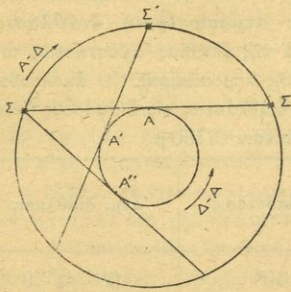
6'). Τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως ἐλαττουμένης μετὰ τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως τὸ κέντρον τοῦ ἡλίου ὑφίσταται ἐκτροπὴν πρὸς τὸ ζενὶθ μείζονα μὲν τοῦ ἀνωτέρου ἐλάσσονα δὲ τοῦ κατωτέρου χείλους τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον ἀμφότερα τὰ χείλη ταῦτα φαίνονται πλησιάζοντα πρὸς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου, ὅστις διὰ τοῦτο φαίνεται ἡμῖν ἔχων τὴν ὁριζοντίαν διάμετρον μείζονα τῆς ἐπὶ ταύτην καθέτου διαμέτρου. Ἡ πλάτυνσις αὕτη εἶναι αἰσθητὴ ἰδίως, ὅταν ὁ Ἥλιος εὑρίσκηται πλησίον τοῦ ὁρίζοντος. Ὅμοιον φαινόμενον παρατηρεῖται καὶ ἐπὶ τῆς Σελήνης.

γ'). Ἕνεκα τῆς εἰς τὴν ἀτμ. διάθλασιν ὀφειλομένης φαινομένης ἀνυψώσεως τῶν πλησίον τοῦ ὁρίζοντος ἀντικειμένων σημεῖόν τι B_1 κείμενον ὑπὸ τὸν φυσικὸν ὁρίζοντα καθίσταται ὁρατὸν καὶ κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΠΒ'$_1$ (Σχ. 3). Οὕτως ὁ φυσικὸς ὁρίζων ΒΒ' ἀπομακρύνεται, τὸ δὲ βάθος αὐτοῦ καθίσταται μικρότερον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

Η ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ ΤΗΣ ΓΗΣ

§ **34. Ἐξήγησις τῆς ἡμερησίας κινήσεως τῆς οὐρ. σφαίρας.** — Ἡ φαινομένη ἡμερησία κίνησις (§ 10) τῆς οὐρ. σφαίρας δύναται νὰ ἐξηγηθῇ διττῶς. Ἢ 1ον) ἡ Γῆ μένει ἀκίνητος, ἐν ᾧ οἱ ἀστέρες στρέφονται ἐξ Α πρὸς Δ, ὡς φαίνονται κινούμενοι, ἢ 2ον) οἱ ἀστέρες εἶναι ἀκίνητοι, ἡ δὲ Γῆ στρέφεται περὶ ἄξονα ἐκ Δ πρὸς Α συμπληροῦσα ὁλόκληρον περιστροφὴν εἰς μίαν ἀστρικὴν ἡμέραν. Οὕτω κατὰ τὴν πρώτην ὑπόθεσιν, παρατηρητής τις Α ἐστραμένος πρὸς νότον βλέπει ἀστέρα τινὰ Σ ἀνατέλλοντα ἐξ ἀριστερῶν, ἀνυψούμενον μέχρι τῆς θέσεως Σ' καὶ δύοντα εἰς τὴν θέσιν Σ'' πρὸς τὰ δεξιὰ αὐτοῦ (σχ. 34). Κατὰ τὴν δευτέραν ὑπόθεσιν ὁ παρατηρητὴς Α βλέπει τὸν ἀστέρα Σ ἀνατέλλοντα ἐξ ἀριστερῶν μεσουρανοῦντα καὶ τέλος δύοντα πρὸς τὰ δεξιὰ αὐτοῦ, καθ' ὅσον τῆς Γῆς στρεφομένης ἐκ Δ πρὸς Α συστρέφεται καὶ ὁ παρατηρητὴς μετὰ τοῦ ὁρίζοντος αὐτοῦ καὶ εὑρίσκεται διαδοχικῶς εἰς τὰς θέσεις Α, Α', Α'' κλπ. Ὅλοι ἀφ' ἑτέρου γνωρίζομεν ὅτι πραγματικὴ τις κίνησις γίνεται πρόξενος φαινομένης τινὸς κινήσεως. Οὕτως, ἂν ταχέως στραφῶμεν περὶ ἑαυ-



(Σχ. 34)

τοὺς ἐκ Δ πρὸς Α, βλέπομεν ὅτι τὰ πέριξ ἀντικείμενα φαίνονται στρεφόμενα ἐξ Α πρὸς Δ, ἐν ᾧ πράγματι ταῦτα εἶναι ἀκίνητα. Ὁ εὑρισκόμενος ἐν σιδηροδρόμῳ ἢ ἀτμοπλοίῳ κινουμένῳ καὶ τὰ ἐκτὸς παρατηρῶν ἀντικείμενα βλέπει ὅτι ταῦτα φαίνονται κινούμενα ἀντιθέτως πρὸς τὴν κίνησιν τοῦ κινητοῦ, ἐφ' οὗ βαίνει.

§ **ΜΜ. Ἀποδείξεις τῆς περιστροφῆς τῆς Γῆς.** — Ὑπάρχουσι πλεῖστοι λόγοι πείθοντες ἡμᾶς ὅτι ἡ Γῆ στρέφεται ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς. Πρὶν δὲ ἐκθέσωμεν τοὺς κυριωτέρους τούτων παρατηροῦμεν ὅτι τῆς Γῆς οὔσης μεμονωμένης ἐν τῷ διαστήματι (§ 37) οὐδὲν ἀντίκειται εἰς τὴν κίνησίν της.

Α΄. Ἔμμεσοι ἀποδείξεις.

1η) Εἶναι ὀλιγώτερον πιθανὸν νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι οἱ ἀπειροπληθεῖς ἀστέρες, ὧν οἱ πλεῖστοι εἶναι ἀπείρως ὀγκωδέστεροι τῆς Γῆς, στρέφονται περὶ τὴν Γῆν ἢ νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι ἡ Γῆ στρέφεται περὶ ἑαυτήν. Ἐξ ἄλλου, ἂν οἱ ἀστέρες ἐστρέφοντο περὶ τὴν Γῆν α΄) ἡ ταχύτης πολλῶν ἐξ αὐτῶν θὰ ἦτο τεραστία καὶ ἐλάχιστα ἀληθοφανής· οὕτως ἀστὴρ κείμενος εἰς τοιαύτην ἀπὸ τῆς Γῆς ἀπόστασιν ὥστε τὸ φῶς αὐτοῦ νὰ χρειάζηται ἓν ἔτος, ἵνα φθάσῃ μέχρις ἡμῶν, ἐὰν γράφῃ τὸν οὐρ. ἰσημερινόν, ὀφείλει νὰ ἔχῃ ταχύτητα 2000 φορὰς μεγαλυτέραν τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός. β΄) Πάντες οἱ ἀστέρες, οἵτινες εἶναι σώματα ἐντελῶς ἀπ' ἀλλήλων ἀνεξάρτητα, ἔπρεπε νὰ ἔχωσι τὴν αὐτὴν γωνιώδη ταχύτητα, ὅπως πάντες ἐν μιᾷ ἀστρικῇ ἡμέρᾳ ἐκτελῶσιν ὁλόκληρον περιστροφὴν (360°) καὶ γ΄) ἡ κίνησις αὕτη δὲν θὰ ἦτο σύμφωνος πρὸς τὰ διδάγματα τῆς Μηχανικῆς, καθ' ἃ δὲν δύναται σῶμα νὰ στρέφηται περὶ ἄλλο, ὅπερ ἔχει μᾶζαν ἐλάσσονα ἐκείνου.

2α). Ἀποδεικνύεται ὅτι οἱ πλανῆται, οἵτινες εἶναι σώματα ἀνάλογα πρὸς τὴν Γῆν στρέφονται περὶ ἑαυτά. Διατὶ λοιπὸν ἡ Γῆ θὰ ἀπετέλει ἐξαίρεσιν ;

Β΄. Ἄμεσοι ἀποδείξεις.

1η) ***Τὸ σχῆμα τῆς Γῆς.***—Πειραματικῶς ἀποδεικνύεται ὅτι μᾶζα ὑγρὰ ὑποκειμένη εἰς περιστροφικὴν κίνησιν περὶ ἄξονα διὰ μέσου αὐτῆς διερχόμενον συμπιέζεται κατὰ τὰ σημεῖα τῆς ἐπιφανείας της, δι' ὧν διέρχεται ὁ ἄξων τῆς περιστροφῆς. Ἐξ ἄλλου δὲ ἡ μὲν Γεωλογία ἀποδεικνύει ὅτι ἡ Γῆ διετέλει ἄλλοτε ἐν διαπύρῳ καὶ τετηκυίᾳ καταστάσει, αἱ δὲ ἄμεσοι ἐπὶ τοῦ ἐδάφους καταμετρήσεις (§ 45) ἀπέδειξαν ὅτι ἡ Γῆ ἔχει σχῆμα πεπιεσμένον περὶ τοὺς πόλους καὶ ἐξωγκωμένον περὶ τὸν ἰσημερινόν. Τὸ τοιοῦτον ὅθεν σχῆμα ἔλαβεν ἡ Γῆ, ὅτε διετέλει ἐν τετηκυίᾳ καταστάσει, ἕνεκα τῆς περιστροφικῆς αὐτῆς κινήσεως.

2α). ***Ἡ πρὸς Α ἀπόκλισις τῶν πιπτόντων σωμάτων.***—Βαρὺ σῶμα ἀφιέμενον ἐλεύθερον ἔκ τινος ὕψους πίπτει ὀλίγον ἀνατολικώτερον τοῦ ποδὸς τῆς κατακορύφου. Ἡ τοιαύτη ἀπόκλισις μόνον διὰ τῆς παραδοχῆς τῆς

ἐκ Δ πρὸς Α περιστροφῆς τῆς Γῆς δύναται νὰ ἐξηγηθῇ. Τῷ ὄντι· πᾶν σημεῖον τῆς οὕτω στρεφομένης Γῆς γράφει περιφέρειαν κύκλου τόσῳ μείζονα, ὅσῳ περισσότερον τοῦτο ἀπέχει τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς καὶ κατ' ἀκολουθίαν τὰ ὑψηλότερα σημεῖα κινοῦνται πρὸς Α ταχύτερον τῶν χαμηλοτέρων. Ὥστε τὸ βαρὺ σῶμα, ὡς ἀπὸ ὕψους ἀφιέμενον, ἔχει μεγαλυτέραν πρὸς ἀνατολὰς ταχύτητα τοῦ ποδὸς τῆς κατακορύφου καὶ κατ' ἀκολουθίαν πίπτει ἀνατολικώτερον αὐτοῦ.

3η). ***Ἡ ἀπόκλισις τῶν βλημάτων.*** — Ἂς ὑποθέσωμεν ὅτι εὑρισκόμενοι ἐν τόπῳ Α τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς ἐκτοξεύομεν διὰ πυροβόλου βλῆμα κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου τούτου καὶ ἐκ Βορρᾶ πρὸς Νότον. Ἂν ἡ Γῆ δὲν ἐστρέφετο περὶ ἄξονα, τὸ βλῆμα τοῦτο ἔπρεπε νὰ πέσῃ εἰς τόπον Β τοῦ αὐτοῦ μεσημβρινοῦ· ἀκριβεῖς ὅμως παρατηρήσεις δεικνύουσιν ὅτι τοῦτο ἀποκλίνει πρὸς δυσμὰς δηλ. δεξιὰ παρατηρητοῦ εὑρισκομένου ἐν τῷ τόπῳ Α καὶ βλέποντος πρὸς τὴν τροχιὰν τοῦ βλήματος. Ἡ ἀπόκλισις αὕτη τελείως ἄλλως οὖσα ἀνεξήγητος ἐξηγεῖται πληρέστατα, ἂν δεχθῶμεν ὅτι ἡ Γῆ στρέφηται περὶ τὸν ἄξονά της ἐκ Δ. πρὸς Α. Πράγματι· ἐπειδὴ τὰ βορειότερον κείμενα σημεῖα τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς ὀλιγώτερον ἀπέχοντα τοῦ ἄξονος τῆς στροφῆς κινοῦνται βραδύτερον τῶν νοτιώτερον κειμένων τόπων, ἕπεται ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ σημείου Α εἶναι μικροτέρα τῆς τοῦ Β καὶ τῶν ἐνδιαμέσων σημείων· ὀφείλει ἄρα τὸ Β ἔχον μεγαλυτέραν πρὸς Α ταχύτητα τοῦ βλήματος νὰ εὑρεθῇ ἀνατολικώτερον αὐτοῦ, ἤτοι τὸ βλῆμα ὀφείλει νὰ πέσῃ, ὡς πράγματι συμβαίνει, δυτικώτερον τοῦ Β.

Ἐὰν τὸ βλῆμα ῥιφθῇ ἐκ νότου πρὸς βορρᾶν, τοῦτο ὁδεῦον ἐκ σημείων ταχύτερον πρὸς ἀνατολὰς κινουμένων πρὸς σημεῖα βραδύτερον στρεφομένων ὀφείλει νὰ ἀποκλίνῃ πρὸς ἀνατολὰς αὐτῶν, ὡς πράγματι συμβαίνει.

Κατ' ἀνάλογον τρόπον ἐξηγεῖται καὶ ἡ ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ πρὸς τὰ ἀριστερὰ παρατηρουμένη ἀπόκλισις τῶν κατὰ τὴν διεύθυνσιν μεσημβρινοῦ τινος ἐκτοξευομένων βλημάτων.

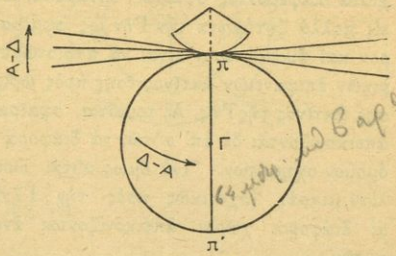
4η). ***Ἡ κατεύθυνσις τῶν ἀληγῶν καὶ ἀνταληγῶν ἀνέμων.***—Εἶναι γνωστὸν ὅτι ὁ θερμὸς ἀὴρ τῶν περὶ τὸν ἰσημερινὸν τόπων ἀνερχόμενος ἀντικαθίσταται ὑπὸ ψυχροτέρου ἀέρος πνέοντος ἐκ τῶν πόλων εἰς τὸν ἰσημερινόν· ὁ ἀνερχόμενος δὲ ἀὴρ ψυχόμενος εἰς τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας ῥέει πρὸς τοὺς πόλους κατερχόμενος. Οὕτω δὲ διαρκῶς σχηματίζονται δύο ῥεύματα ἀέρος, ἓν μὲν κατώτερον ἐκ τῶν πόλων πρὸς τὸν ἰσημερινόν, ὅπερ ἀποτελεῖ τοὺς ***ἀληγεῖς*** ἀνέμους, ἕτερον δὲ ἀνώτερον ἐκ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ τοὺς ***ἀνταληγεῖς ἀνέμους.***

Ἐὰν ἡ Γῆ δὲν ἐστρέφετο περὶ τὸν ἄξονά της, οἱ μὲν ἀληγεῖς ἄνεμοι θὰ ἦσαν βόρρειοι καθαρῶς ἄνεμοι ἐν τῷ βορείῳ καὶ νότιοι ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ· οἱ δὲ ἀνταληγεῖς θὰ ἦσαν νότιοι μὲν ἐν τῷ βορείῳ, βόρρειοι ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ τῆς Γῆς. Ἐν τῇ πραγματικότητι ὅμως οἱ μὲν ἀληγεῖς

ἄνεμοι εἶναι βορειοανατολικοὶ ἐν τῷ βορείῳ καὶ νοτιοανατολικοὶ ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ· οἱ δὲ ἀνταλιγεῖς εἶναι νοτιοδυτικοί, ἐν τῷ βορείῳ καὶ βορειοδυτικοὶ ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ. Παραβάλλοντες τὰ μόρια τοῦ ἀέρος πρὸς μικρὰ βλήματα, ἐξηγοῦμεν, ὡς προηγουμένως, τὴν τοιαύτην τῶν ἀνέμων τούτων κατεύθυνσιν διὰ τῆς παραδοχῆς τῆς περὶ τὸν ἄξονα ἐκ Δ πρὸς Α στροφῆς τῆς Γῆς, ἐν' ᾧ ἄλλως εἶναι αὕτη ἀνεξήγητος.

5η). ***Ἡ μεταβολὴ τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς.***—Ἡ φυσικὴ διδάσκει ὅτι τὰ σώματα ἀφιέμενα ἐλεύθερα πίπτουσιν εἰς τὴν Γῆν μὲ κίνησιν ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένην. Ἡ ἐπιτάχυνσις τῆς τοιαύτης κινήσεως καλεῖται ***ἔντασις τῆς βαρύτητος*** καὶ βαίνει αὐξανομένη ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους, ὡς κατεδείχθη διὰ λεπτοτάτων τῇ βοηθείᾳ τοῦ ἐκκρεμοῦς μετρήσεων αὐτῆς. Ἡ αὔξησις αὕτη ὀφείλεται εἰς τὸ ἐλλειψοειδὲς ἐκ περιστροφῆς σχῆμα τῆς Γῆς (§ 46) καὶ εἰς τὴν περιστροφὴν τῆς Γῆς. Τῷ ὄντι· τὰ ἀπώτερον τοῦ ἰσημερινοῦ σημεῖα τῆς Γῆς ὡς ἐγγύτερον πρὸς τὸ κέντρον ἕλκονται ἰσχυρότερον· ὡς ἐγγύτερον δὲ καὶ πρὸς τὸν ἄξονα τῆς στροφῆς ὑφίστανται μικροτέραν φυγόκεντρον δύναμιν, ἧς πάλιν μέρος ἀντιδρᾷ εἰς τὴν βαρύτητα καὶ συντελεῖ οὕτως εἰς τὴν μικροτέραν ἢ εἰς τὸν ἰσημερινὸν ἐλάττωσιν τῆς ἐντάσεως αὐτῆς. Ὁ ὑπολογισμὸς ἀποδεικνύει ὅτι, ἐὰν ἡ Γῆ δὲν ἐστρέφετο περὶ τὸν ἄξονά της, ἡ αὔξησις τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος θὰ ἦτο μικροτέρα τῆς ἤδη παρατηρουμένης. Κατ' ἀκολουθίαν ἡ αὔξησις αὕτη πιστοποιεῖ τὴν στροφὴν τῆς Γῆς περὶ τὸν ἄξονά της.

6η). ***Τὸ πείραμα τοῦ ἐκκρεμοῦς.*** — Ἡ μηχανικὴ ἀποδεικνύει ὅτι τὸ ἐπίπεδον της αἰωρήσεως ἐκκρεμοῦς μένει ἀμετάβλητον καὶ ὅταν ὁ ἄξων τῆς ἐξαρτήσεως στρέφηται. Τούτων τεθέντων φανταστῶμεν ἐκκρεμὲς ἐξηρτημένον ὑπέρ τινα τῶν πόλων τῆς Γῆς (σχ. 35) Ἐὰν ἡ Γῆ ἦτο ἀκίνητος, τὸ ἐπίπεδον τῆς αἰωρήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς θὰ εἶχε τὴν αὐτὴν πάντοτε διεύθυνσιν ἐν σχέσει πρὸς σταθερὰ ἐπὶ τῆς Γῆς ἀντικείμενα. Ἂν δὲ ἡ Γῆ κινεῖται περὶ τὸν ἄξονα ππ' ἐκ Δ πρὸς Α, παρατηρητὴς ἐπ' αὐτῆς κείμενος θὰ ἐλάμβανεν ἐντὸς 24 ὡρῶν πάσας τὰς θέσεις ἐν σχέσει πρὸς τὸ ἐπίπεδον τῆς αἰωρήσεως· μὴ ἔχων ὅμως συνείδησιν τῆς τοιαύτης αὐτοῦ κινήσεως θὰ ἐνόμιζεν ὅτι τὸ ἐπίπεδον τῆς αἰωρήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς κινεῖται ἐξ Α πρὸς Δ.



(Σχ. 35)

Ἐπειδὴ δὲν ἦτο δυνατὸν νὰ γείνῃ τὸ πείραμα εἰς οὐδένα τῶν πόλων τῆς Γῆς, ὁ Foucault ἐξετέλεσεν αὐτὸ ἐν Παρισίοις κατὰ τὸ ἔτος 1851 δι' ἐκκρεμοῦς, ὅπερ ἐξήρτησεν ἐκ τοῦ θόλου μιᾶς τῶν αἰθουσῶν τοῦ Πανθέου. Ἡ σφαῖρα

τοῦ ἐκκρεμοῦς τούτου ἔφερε κάτωθεν βελόνην, ἥτις ἐπὶ ἄμμου ἐπὶ τοῦ δαπέδου κειμένης ἐχάραττεν αὖλακα, τοῦ ἐκκρεμοῦς κινουμένου. Ἐκ τῆς μεταβολῆς δὲ τῆς διευθύνσεως τῆς χαρασσομένης αὖλακος ἐβεβαιώθη ὁ Foucault καὶ οἱ πολυπληθεῖς μετ' αὐτοῦ σοφοὶ ὅτι τὸ ἐπίπεδον τῆς αἰωρήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς ἐφαίνετο στρεφόμενον ἐξ Α πρὸς Δ. Ἐπειδὴ δὲ τοιαύτη τοῦ ἐπιπέδου τούτου κίνησις εἶναι ἀδύνατος συμπεραίνομεν ὅτι φαίνεται τοῦτο κινούμενον, διότι ἡ Γῆ πράγματι κινεῖται ἐκ Δ πρὸς Α.

ΣΗΜ. Κατὰ τὸ ἔτος 1902 ἡ Ἀστρονομικὴ Ἑταιρία τῆς Γαλλίας ἐγκατέστησεν εἰς τὸ Πάνθεον ἐκκρεμὲς ἀνάλογον πρὸς τὸ τοῦ Foucault, ἅπαξ δὲ τῆς ἑβδομάδος μέχρι τοῦ τέλους τοῦ 1903 ἠδύνατο τὸ κοινὸν νὰ βλέπῃ αὐτὸ λειτουργοῦν.

Ἡ ταχύτης, μεθ' ἧς ἕκαστον σημεῖον τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς στρέφεται ἐκ Δ πρὸς Α, βαίνει ἐλαττουμένη ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους. Ὁ ἀκόλουθος πίναξ παρέχει τὴν ταχύτητα ταύτην διά τινα πλάτη βόρεια καὶ νότια.

Εἰς τὸν ἰσημερινὸν		465μ	κατὰ 1δ		εἰς πλάτος	50°	300μ	κατὰ 1δ	
» πλάτος	10°	458μ	»		» »	60°	234μ	»	»
« »	20°	437μ	»		» »	70°	160μ	»	»
» »	30°	403μ	»		» »	80°	81μ	»	»
» »	40°	357μ	»		» »	90°	0	»	»

* ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΙ ΧΑΡΤΑΙ

§ **56. Ὑδρόγειοι σφαῖραι.** — Τοῦ γηΐνου ἐλλειψοειδοῦς ἐλάχιστα διαφέροντος σφαίρας, δυνάμεθα, ὡς προείπομεν (§ 48), νὰ θεωρῶμεν εἰς πολλὰ ζητήματα τὴν Γῆν ὡς σφαῖραν. Κατ' ἀκολουθίαν καταλληλότερον καὶ φυσικώτερον εἶναι νὰ παριστῶμεν τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῆς διὰ σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν ἀκτῖνος ἴσης πρὸς ὡρισμένον τι ὑποπολλαπλάσιον τῆς μέσης ἀκτῖνος τῆς Γῆς. Αἱ τοιαῦται σφαῖραι καλοῦνται ***ὑδρόγειοι σφαῖραι***, ἀπεικονίζονται δὲ ἐπ' αὐτῶν τὰ διάφορα μέρη τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς δι' ὁμοίων σχημάτων. Ἵνα ὅμως αὗται ὦσιν εὐμεταχείριστοι πρέπει νὰ ἔχωσι λίαν μικρὰς (σχετικῶς πρὸς τὴν Γῆν) διαστάσεις καὶ κατ' ἀκολουθίαν αἱ διάφοροι χῶραι ἀπεικονίζονται ἄνευ τῶν ἀναγκαίων λεπτομερειῶν αὐτῶν.

Τοῦ μειονεκτήματος τούτου στεροῦνται οἱ γεωγραφικοὶ χάρται.

§ **57. Γεωγραφικοὶ χάρται.**—***Γεωγρ. χάρτης καλεῖται ἐπίπεδον, ἐφ' οὗ ἀπεικονίζεται μέρος τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς.***

Ὁ γεωγρ. χάρτης καλεῖται ***ἡμισφαίριον***, ἐὰν ἀπεικονίζῃ ἓν ἥμισυ τῆς γηΐνης ἐπιφανείας.

Διὰ τὴν κατασκευὴν τῶν γεωγρ. χαρτῶν γίνεται χρῆσις διαφόρων μεθόδων, αἵτινες περιλαμβάνονται εἰς τὴν ***μέθοδον τῶν προβολῶν*** καὶ τὴν

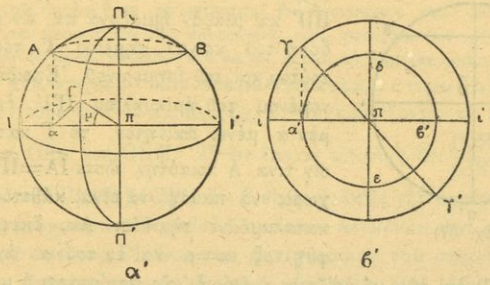
τῶν ἐκπετασμάτων. Οἱαδήποτε δὲ καὶ ἂν εἶναι ἡ μέθοδος, ἧς γίνεται χρῆσις, πρωτίστως πρέπει νὰ χαραχθῇ ἐπὶ ἐπιπέδου τὸ δίκτυον τῶν μεσημβρινῶν καὶ παραλλήλων· μετὰ τοῦτο σημειοῦνται τὰ πρωτεύοντα σημεῖα τῆς ἀπεικονιστέας χώρας τῇ βοηθείᾳ τῶν γεωγραφικῶν συντεταγμένων αὐτῶν καὶ εἶτα τὰ δευτερεύοντα σημεῖα, τῇ βοηθείᾳ τῶν πρωτευόντων, μεθ' ὧν ἐκεῖνα εἶναι τοπογραφικῶς συνδεδεμένα.

Σημειωτέον δὲ ὅτι, ἐπειδὴ ἡ ἐπιφάνεια σφαίρας (ὡς καὶ ἐλλειψοειδοῦς) δὲν εἶναι ἀναπτυκτή, ἤτοι δὲν δύναται νὰ ἐφαρμόσῃ ἐπὶ ἐπιπέδου ἄνευ μετασχηματισμῶν, τὰ διὰ τῶν γεωγρ. χαρτῶν ἀπεικονιζόμενα μέρη τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς ὑφίστανται ἐν αὐτοῖς ἀναποφεύκτους ἀλλοιώσεις. Αὗται εἶναι κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἧττον αἰσθηταί, καθ' ὅσον ἡ ἀπεικονιζομένη χώρα ἔχει μείζονα ἢ ἐλάσσονα ἔκτασιν, ἐξαρτῶνται δὲ καὶ ἐκ τῆς μεθόδου, ἧς γίνεται χρῆσις διὰ τὴν κατασκευὴν τοῦ χάρτου.

§ **38. Μέθοδοι τῶν προβολῶν.**— Σπουδαιότεραι καὶ μᾶλλον ἐν χρήσει τούτων εἶναι ἡ ***ὀρθογραφικὴ*** καὶ ἡ ***στερεογραφικὴ προβολή***.

Α΄. Ὀρθογραφικὴ προβολή. — Κατὰ ταύτην ἕκαστον σημεῖον τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς παρίσταται διὰ τῆς ὀρθῆς αὐτοῦ προβολῆς ἐπὶ τὸ προβολικὸν ἐπίπεδον δηλ. τὸ ἐπίπεδον τοῦ χάρτου. Ὡς προβολικὸν δὲ ἐπίπεδον λαμβάνεται τὸ ἐπίπεδον τοῦ γηΐνου ἰσημερινοῦ ἢ τὸ τοῦ α΄. μεσημβρινοῦ.

1ον. ***Προβολὴ ἐπὶ τὸν ἰσημερινόν***. — Ἂν ληφθῇ ὡς προβ. ἐπίπεδον τὸ τοῦ γηΐνου ἰσημερινοῦ ἐπίπεδον ΙΙ΄ (σχ. 36), ὁ μὲν γ. ἰσημερινὸς εἶναι



(Σχ. 36).

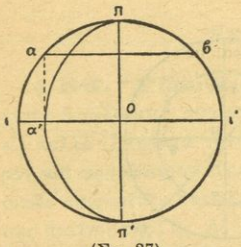
προβολὴ ἑαυτοῦ, ὁ πόλος Π προβάλλεται εἰς τὸ κέντρον π τοῦ ἰσημερινοῦ καὶ ὁ α΄ μεσημβρινὸς ΙΠΠ΄ κάθετος ὢν ἐπὶ τὸ προβ. ἐπίπεδον προβάλλεται κατὰ τὴν τομὴν Ιπ αὐτοῦ καὶ τοῦ προβ. ἐπιπέδου.

Τυχὼν δὲ ἄλλος μεσημβρινὸς ΠΓΠ΄ ἔχον μῆκος $\widehat{\text{ΙΓ}} = \mu$ προβάλλεται κατὰ τὴν τομὴν πΓ αὐτοῦ καὶ τοῦ προβ. ἐπιπέδου, δι' ἣν τομὴν εἶναι γων. ΙπΓ=μ. Ἐὰν ὅθεν παραστήσωμεν ὑπὸ κλίμακά τινα τὸν ἰσημερινὸν διὰ τοῦ κύκλου ιγι΄γ΄ (Σχ. 36 β΄) καὶ τὴν προβολὴν τοῦ α΄ μεσημβρινοῦ διὰ τῆς

ἀκτῖνος πι, πρὸς παράστασιν τῆς προβολῆς τοῦ ΙΓΠ′ ἀρκεῖ νὰ λάβωμεν κατὰ τὴν προσήκουσαν φορὰν τόξον ιγ=μ καὶ νὰ φέρωμεν τὴν πγ.

Ὁ τυχὼν δὲ παράλληλος ΑΒ ἔχων πλάτος λ προβάλλεται κατὰ κύκλον ὁμόκεντρον τῷ ἰσημερινῷ καὶ ἔχοντα ἀκτῖνα πα, ἂν α εἶναι ἡ προβολὴ τοῦ κοινοῦ σημείου Α τοῦ παραλλήλου καὶ τοῦ α′ μεσημβρινοῦ. Ἐπειδὴ δὲ κατακλινομένου τοῦ ἡμικυκλίου ΙΠΙ′ ἐπὶ τοῦ ΙΓΙ′ τὸ σημεῖον Α λαμβάνει θέσιν τινὰ Γ, τοιαύτην ὥστε νὰ εἶναι τόξ. ΙΓ=τόξ. ΙΑ=λ καὶ ἡ αΑ χωρὶς νὰ παύσῃ νὰ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν ΙΙ′ καταλαμβάνει τὴν θέσιν αΓ, ἔπεται ὅτι, ἂν λάβωμεν τόξ. ιγ=λ καὶ φέρωμεν ἐκ τοῦ γ τὴν κάθετον γα′ ἐπὶ τὴν ιπ, ὁρίζεται ἡ πα′, δι᾽ ἧς παρίσταται ἡ ἀκτὶς πα· ἡ εἰρημένη ἄρα προβολὴ τοῦ παραλλήλου ΑΒ παρίσταται διὰ τοῦ κύκλου α′δ′ε (1).

2ον. ***Προβολὴ ἐπὶ τὸν α′ μεσημβρινόν.*** — Ἐὰν τὸ ἐπίπεδον ΙΠΙ′Ι′ τοῦ α′ μεσημβρινοῦ ΙΠΙ′ (Σχ. 36 α′) ληφθῇ ὡς προβολικὸν ἐπίπεδον, ὁ μὲν μεσημβρινὸς ΙΠΙ′Ι′ εἶναι προβολὴ ἑαυτοῦ, ὁ ἰσημερινὸς προβάλλεται κατὰ τὴν διάμετρον ΙΙ′ τοῦ εἰρημένου μεσημβρινοῦ καὶ ὁ μεσημβρινός, ὅστις εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν α′ μεσημβρινόν, προβάλλεται κατὰ τὴν διάμετρον ΙΠ′, ἥτις εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν ΙΙ′. Ἐὰν ὅθεν, ὁ μεσημβρινὸς ΙΠΙ′Ι′ παρασταθῇ ὑπὸ κλίμακά τινα διὰ τοῦ κύκλου ιπι′π′ (Σχ. 37), ἡ προβολὴ τοῦ ἰσημερινοῦ καὶ τοῦ προειρημένου μεσημβρινοῦ παρίστανται ὑπὸ τῶν καθέτων διαμέτρων ιι′ καὶ ππ′.



(Σχ. 37)

Ἡ προβολὴ τυχόντος ἄλλου μεσημβρινοῦ ΙΓΠ′ ἔχοντος μῆκος ΙΓ=μ (Σχ. 36 α′) εἶναι ἔλλειψις ἔχουσα μέγαν ἄξονα ΙΠ′ καὶ μικρὸν ἡμιάξονα πα, ἂν α εἶναι ἡ προβολὴ τοῦ κοινοῦ σημείου Γ τοῦ μεσημβρινοῦ τούτου καὶ τοῦ ἰσημερινοῦ. Ἐπειδὴ δὲ κατακλινομένου τοῦ ἡμικυκλίου ΙΓΙ′ ἐπὶ τοῦ ΙΠΙ′ τὸ μὲν α μένει ἀκίνητον, τὸ Γ καταλαμβάνει θέσιν τινὰ Α τοιαύτην ὥστε $\widehat{ΙΑ}=\widehat{ΙΓ}$=μ, ἡ δὲ Γα χωρὶς νὰ παύσῃ νὰ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν ΙΙ′ καταλαμβάνει τὴν θέσιν Αα, ἔπεται ὅτι, ἂν ληφθῇ τοξ. ια=μ καὶ ἐκ τοῦ α ἀχθῇ ἡ κάθετος αα′ (Σχ. 37) ἐπὶ τὴν ιι′ ὁρίζεται ἡ οα′, δι᾽ ἧς παρίσταται ὁ μικρὸς ἡμιάξων πα τῆς ῥηθείσης ἐλλείψεως, ἥτις κατασκευάζεται, καθ᾽ ὃν ἡ Γεωμετρία διδάσκει τρόπον ἐκ τῶν δύο αὐτῆς ἡμιαξόνων.

Ὁ τυχὼν παράλληλος ΑΒ, ὅστις ἔχει πλάτος λ, προβάλλεται κατὰ τὴν τομὴν ΑΒ αὐτοῦ καὶ τοῦ προβ. ἐπιπέδου· ὁρίζεται δὲ αὕτη, ἂν ληφθῇ $\widehat{αι}$=λ καὶ ἀχθῇ ἡ τῇ ιι′ παράλληλος χορδὴ αβ.

Διὰ τῆς ὀρθογραφικῆς προβολῆς τὰ κεντρικὰ μέρη τοῦ προβαλλομένου ἡμισφαιρίου παράλληλα σχεδὸν ὄντα πρὸς τὸ προβ. ἐπίπεδον ἀπεικονίζον-

(1) Χάριν συντομίας ἐν τῷ σχήματι θεωροῦμεν μ=λ, ὅπερ δὲν συμβαίνει πάντοτε.

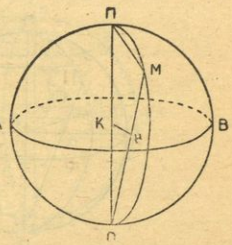
ται εἰς ἀληθὲς περίπου μέγεθος. Τὰ ἐγγύτερον ὅμως πρὸς τὰ ὅρια τοῦ προβ. ἐπιπέδου ὑφίστανται οὐσιώδεις ἀλλοιώσεις.

Τῆς μεθόδου ταύτης γίνεται χρῆσις διὰ τὴν κατασκευὴν α΄) γηΐνων ἡμισφαιρίων διὰ προβολῆς ἐπὶ τὸν α΄ μεσημβρινὸν συνήθως.

β΄) χάρτου τοῦ οὐρανοῦ διὰ προβολῆς ἐπὶ τὸν οὐρ. ἰσημερινόν, καὶ γ΄) χάρτου τῆς Σελήνης διὰ προβολῆς ἐπὶ τὸ διὰ τοῦ κέντρου αὐτῆς διερχόμενον ἐπίπεδον, ὅπερ εἶναι κάθετον ἐπὶ τὴν εἰς τὸ κέντρον τῆς Σελήνης καταλήγουσαν ὀπτικὴν ἡμῶν ἀκτῖνα.

Οὕτως ἡ Σελήνη ἀπεικονίζεται ὡς πράγματι ἐκ τῆς γῆς φαίνεται αὕτη.

§ **59. Β΄ Στερεογραφικὴ προβολή.**— Ἔστω ΑΒ (Σχ. 38) μέγιστος κύκλος σφαίρας τινὸς Κ, Ο ὁ ἕτερος τῶν πόλων αὐτοῦ, ἐφ' οὗ νοεῖται ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν, καὶ Μ τυχὸν σημεῖον τῆς ἐπιφανείας τῆς αὐτῆς σφαίρας.



(Σχ. 38)

Τὸ σημεῖον μ, εἰς ὃ ἡ ὀπτικὴ ἀκτὶς ΟΜ τέμνει τὸ ἐπίπεδον τοῦ μεγ. κύκλου ΑΒ, καλεῖται ***στερεογραφικὴ προβολὴ*** τοῦ σημείου Μ ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον ΑΒ πρὸς κέντρον ἢ σημεῖον ὁράσεως τὸ Ο.

Στερεογραφικὴ δὲ προβολὴ τυχόντος σχήματος κειμένου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας Κ καλεῖται ὁ γεωμ. τόπος τῶν στερεογραφικῶν προβολῶν πάντων τῶν σημείων τοῦ σχήματος τούτου.

ΣΗΜ. Ἐν τοῖς ἀκολούθοις τὰ σχήματα, ὧν θεωροῦμεν τὰς στερεογραφικὰς προβολὰς νοοῦνται κείμενα ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας, διὰ τοῦ κέντρου τῆς ὁποίας διέρχεται τὸ προβ. ἐπίπεδον καὶ ἐφ' ἧς κεῖται τὸ σημεῖον ὁράσεως.

§ **60. Ἰδιότητες τῶν στερεογραφικῶν προβολῶν.**—Α΄. Ἀγομένων τῶν εὐθειῶν ΠΜ καὶ Κμ (Σχ. 38) σχηματίζονται τὰ ὅμοια ὀρθογώνια τρίγωνα ΟΚμ καὶ ΟΠΜ, ἐξ ὧν ἕπεται εὐκόλως ὅτι $\frac{(OM)}{(OK)}=\frac{(O\Pi)}{(O\mu)}$, ὅθεν $(OM)(O\mu)=(O\Pi)(OK)=2P^2$, ἂν Ρ εἶναι ἡ ἀκτὶς τῆς σφαίρας.

Ἄρα: ***Στερεογραφικὴ προβολὴ σημείου κειμένου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας σφαίρας ἀκτῖνος Ρ εἶναι τὸ ἀντίστροφον τοῦ σημείου τούτου πρὸς κέντρον ἀντιστροφῆς τὸ σημεῖον ὁράσεως καὶ δύναμιν ἀντιστροφῆς 2Ρ²***.

Ἔχοντες ἤδη ὑπ' ὄψιν τὰς ὑπὸ τῆς Γεωμετρίας διδασκομένας ἰδιότητας τῶν ἀντιστρόφων σχημάτων συνάγομεν εὐκόλως τὰς ἀκολούθους τῶν στερεογραφικῶν προβολῶν ἰδιότητας

Β΄. ***Στερεογραφικὴ προβολὴ περιφερείας διερχομένης διὰ τοῦ σημείου ὁράσεως εἶναι ἡ τομὴ τοῦ ἐπιπέδου ταύτης καὶ τοῦ προβ. ἐπιπέδου.***

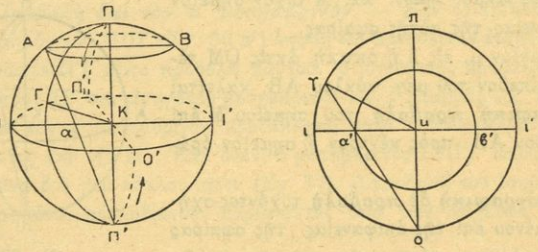
Γ΄. ***Ἡ στερεογραφικὴ προβολὴ περιφερείας μὴ διερχομένης διὰ***

τοῦ σημείου ὁράσεως εἶναι περιφέρεια ἔχουσα κέντρον τὴν στερεογραφικὴν προβολὴν τῆς κορυφῆς κώνου περιγεγραμμένου περὶ τὴν σφαῖραν κατὰ τὴν περιφέρειαν ἐκείνην.

Δ'. *Ἡ γωνία τῶν στερεογραφικῶν προβολῶν δύο γραμμῶν ἰσοῦται τῇ γωνίᾳ τῶν γραμμῶν τούτων.*

Ἴδωμεν ἤδη πῶς κατασκευάζεται ἡ στερεογραφικὴ προβολὴ τυχόντος παραλλήλου καὶ μεσημβρινοῦ τῆς γῆς.

§ 61. Α' Στερ. προβολὴ ἐπὶ τὸν ἰσημερινόν. — Ὁ ἰσημερινὸς ΙΙ' συμπίπτει μετὰ τῆς προβολῆς αὐτοῦ, οἱ δὲ μεσημβρινοὶ διερχόμενοι διὰ τοῦ σημείου ὁράσεως Π' (Σχ. 39) προβάλλονται κατὰ διαμέτρους τοῦ ἰσημερινοῦ (§ 60 Β'). Ἐὰν δὲ ΚΙ εἶναι ἡ προβολὴ τοῦ α'



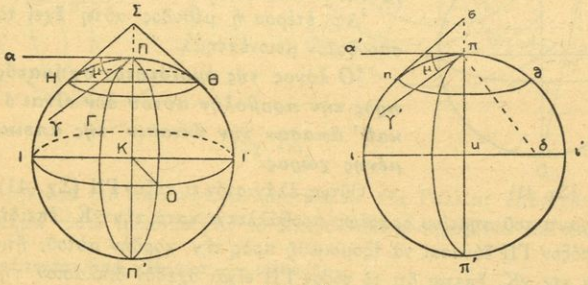
(Σχ. 39)

μεσημβρινοῦ ΠΙΠ', τυχὼν ἄλλος μεσημβρινὸς ΠΓΠ' ἔχων μῆκος ΙΓ=μ προβάλλεται κατὰ τὴν ΚΓ, δι' ἣν εἶναι γων. ΙΚΓ=μ (§ 60 Δ'). Ἐὰν ὅθεν διὰ τοῦ κύκλου ιπι'ο παραστήσωμεν ὑπὸ κλίμακά τινα τὸν ἰσημερινὸν καὶ διὰ τῆς ιι' παραστήσωμεν τὴν ΙΙ', ἡ προβολὴ ΚΓ παρίσταται ὑπὸ τῆς γκ, ἥτις ὁρίζεται, ἂν ληφθῇ κατὰ τὴν προσήκουσαν φορὰν τόξον ιγ=μ. Κατὰ ταῦτα ἡ προβολὴ Ο'Π₁ τοῦ ἐπὶ τὸν α' μεσημβρινὸν καθέτου μεσημβρινοῦ παρίσταται διὰ τῆς πο.

Τοῦ παραλλήλου ΑΒ, ὅστις ἔχει πλάτος λ, ἡ προβολὴ εἶναι κύκλος ὁμόκεντρος τῷ ἰσημερινῷ, καθ' ὅσον ἡ κορυφὴ Σ τοῦ κατὰ τὸν ΑΒ περιγεγραμμένου κώνου ἐπὶ τῆς Π'Π κειμένη προβάλλεται εἰς τὸ Κ (§ 60 Γ'). Πρὸς ἀπεικόνισιν δὲ τῆς ἀκτῖνος Κα τῆς ῥηθείσης προβολῆς παρατηροῦμεν ὅτι τοῦ ΙΠΙ'Π' κατακλινομένου ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ τὸ σημεῖον Α λαμβάνει θέσιν τινὰ Γ, οὕτως ὥστε $\widehat{\text{ΙΓ}}=\widehat{\text{ΙΑ}}=\lambda$, ἡ Π'Π χωρὶς νὰ παύσῃ νὰ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν ΙΙ' λαμβάνει τὴν θέσιν Ο'ΚΠ₁ καὶ ἡ Π'αΑ τὴν Ο'αΓ. Ἐὰν ὅθεν λάβωμεν $\widehat{\text{ιγ}}=\lambda$ καὶ φέρωμεν τὴν ογ, ὁρίζεται ὑπὸ ταύτης καὶ τῆς κι τὸ σημεῖον α', δι' οὗ παρίσταται τὸ α. Ἡ προβολὴ ἄρα τοῦ ΑΒ παρίσταται ὑπὸ τοῦ κύκλου, ὅστις ἔχει διάμετρον τὴν α'β'.

§ 62. Β' Στερ. προβολὴ ἐπὶ τὸν α' μεσημβρινόν. — Ἔστω ΠΙΠ' ὁ α' μεσημβρινός, οὗ τὸ ἐπίπεδον λαμβάνεται ὡς προβ. ἐπίπε-

δον, Ο ὁ ἕτερος τῶν πόλων αὐτοῦ, ὅστις λαμβάνεται ὡς σημεῖον ὁράσεως καὶ ΠΟΠ′ ὁ διὰ τοῦ σημείου τούτου διερχόμενος μεσημβρινός, ὅστις προφανῶς εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν α′ μεσημβρινὸν (Σχ. 40). Ὁ ἰσημερινὸς καὶ ὁ μεσημβρινὸς ΠΟΠ′ προβάλλονται κατὰ τὰς καθέτους διαμέτρους ΙΙ′ καὶ ΠΠ′ τοῦ α′ μεσημβρινοῦ· ἐὰν ὅθεν διὰ τοῦ κύκλου κ παραστήσωμεν τὸν μετὰ τῆς προβολῆς αὐτοῦ συμπίπτοντα μέγ. κύκλον ΙΠΙ′Π′, αἱ κάθετοι διάμετροι ιι′, ππ′ αὐτοῦ θὰ παριστῶσι τὴν προβολὴν τοῦ ἰσημερινοῦ καὶ τοῦ μεσημβρινοῦ ΠΟΠ′. Τυχὼν δὲ ἄλλος μεσημβρινὸς ΠΓΠ′ ἔχει μῆκος μ προβάλλεται κατὰ κύκλον (§ 60 Γ′) διερχόμενον διὰ τῶν σημείων Π καὶ Π′. Ἵνα δὲ γράψωμεν αὐτὸν ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ χάρτου, ἀρκεῖ νὰ ὁρίσωμεν



(Σχ. 40)

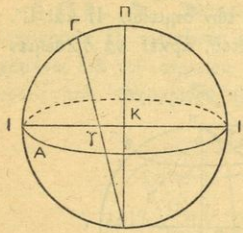
τὸ κέντρον του. Πρὸ τοῦτο σκεπτόμεθα ὡς ἑξῆς. Ἡ κορυφὴ τοῦ κατὰ τὸν ΠΓΠ′ περιγεγραμμένου κώνου κεῖται ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἰσημερινοῦ, ἡ προβολὴ ὅθεν αὐτῆς κεῖται ἐπὶ τῆς ΙΙ′. Ἀφ᾽ ἑτέρου δὲ ἐπειδὴ αἱ εἰς τὸ Π ἐφαπτόμεναι Πα, Πγ τῶν μεσημβρινῶν ΠΙΠ′ καὶ ΠΓΠ′ σχηματίζουσι γωνίαν ἴσην πρὸς μ, καὶ αἱ προβολαὶ αὐτῶν σχηματίζουσι γωνίαν ἴσην πρὸς μ (§ 60 Δ′). Ἀλλ᾽ ἡ μὲν τῆς Πα προβολὴ αὐτὴ ἡ Πα οὖσα παρίσταται ἐν τῷ χάρτῃ διὰ τῆς πα′ καθέτου ἐπὶ τὴν ππ′ ἡ δὲ τῆς Πγ διὰ τῆς πγ′, ἥτις κατασκευάζεται οὕτως ὥστε νὰ εἶναι γων. α′πγ′=μ. Ἐὰν ὅθεν φέρωμεν ἐκ τοῦ π τὴν ἐπὶ τὴν πγ′ κάθετον πδ, ἡ τομὴ δ αὐτῆς καὶ τῆς ιι′ εἶναι τὸ ζητούμενον κέντρον.

Τοῦ παραλλήλου ΗΘ, ὅστις ἔχει πλάτος λ, ἡ προβολὴ εἶναι κύκλος ἔχων κέντρον τὴν προβολὴν τῆς κορυφῆς Σ τοῦ κώνου ΣΗΘ (§ 60 Γ′). Ἀλλὰ ἑκατέρου τῶν σημείων Η καὶ Σ ταυτιζομένου μετὰ τῆς προβολῆς του, καὶ τοῦ Σ κειμένου ἐπὶ τῆς ΠΙΠ′ ἀρκεῖ, πρὸς εὕρεσιν τῆς ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ χάρτου θέσεως τοῦ Σ, νὰ λάβωμεν $\widehat{\iota\eta}=\lambda$ καὶ νὰ φέρωμεν τὴν εἰς τὸ η ἐφαπτομένην τῆς περιφερείας κ. Τὸ κοινὸν σημεῖον σ τῆς ἐφαπτομένης ταύτης καὶ τῆς ππ′ εἶναι ἡ θέσις τοῦ ζητουμένου κέντρου. Ἡ προβολὴ ὅθεν τοῦ παραλλήλου ΗΘ παρίσταται διὰ τῆς περιφερείας, ἥτις γράφεται μὲ κέντρον σ καὶ ἀκτῖνα τὴν ση.

§ **63. Προτερήματα καὶ μειονεκτήματα τῆς στερεογραφικῆς προβολῆς.**—Ἕνεκα τῆς κατὰ τὴν προβολὴν ταύτην διατηρήσεως τῶν γωνιῶν, ἡ μέθοδος αὕτη ἔχει τὰ ἑξῆς δύο προτερήματα:

Α΄. Σχῆμα τῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας ἱκανῶς μικρόν, ὥστε νὰ δύναται νὰ ἐξομοιωθῇ πρὸς ἐπίπεδον σχῆμα, παρίσταται δι' ὁμοίου σχήματος.

Β΄. Οἱ μεσημβρινοὶ καὶ οἱ παράλληλοι παρίστανται διὰ γραμμῶν καθέτων, ἑπομένως εἶναι εὔκολος ὁ ἔλεγχος τῆς ἀκριβοῦς ἢ μὴ χαράξεως τῶν γραμμῶν τούτων.



(Σχ. 41)

Ἀφ' ἑτέρου ἡ μέθοδος αὕτη ἔχει τὸ ἑξῆς σπουδαῖον μειονέκτημα.

Ὁ λόγος τῆς ὁμοιότητος σχήματός τινος πρὸς τὴν προβολὴν αὐτοῦ δὲν εἶναι ὁ αὐτὸς καθ' ἅπασαν τὴν ἔκτασιν τῆς ἀπεικονιζομένης χώρας.

Οὕτως ἐλάχιστόν τι τόξον ΓΠ (Σχ. 41) κείμενον ἀπέναντι τοῦ σημείου ὁράσεως προβάλλεται κατὰ τὴν γΚ· ἐπειδὴ δὲ τὸ μικρὸν τόξον ΓΠ δύναται νὰ ἐξομοιωθῇ πρὸς τὴν χορδὴν αὐτοῦ, ἥτις εἶναι διπλασία τῆς γΚ, ἕπεται ὅτι τὸ τόξον ΓΠ εἶναι σχεδὸν διπλάσιον τῆς προβολῆς αὐτοῦ γΚ. Τυχὸν δὲ μικρὸν τρίγωνον ἔχον πλευρὰν ΓΠ προβάλλεται κατὰ τρίγωνον ἴσον πρὸς τὸ $^1/_4$ αὐτοῦ.

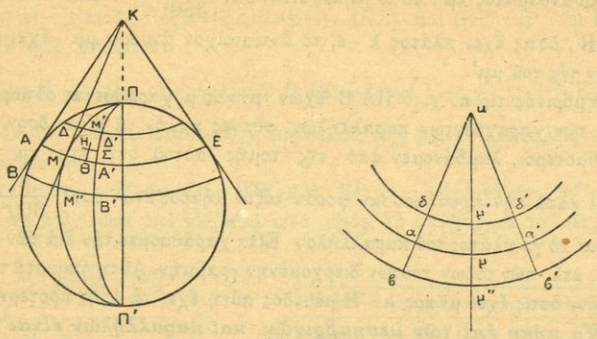
Ἐὰν ὅμως θεωρήσωμεν μικρόν τι τόξον ΙΑ κείμενον ἐπὶ τοῦ προβ. ἐπιπέδου, τοῦτο εἶναι προβολὴ ἑαυτοῦ, καὶ τυχὸν μικρὸν τρίγωνον ἔχον τὸ ΙΑ ὡς πλευρὰν προβάλλεται κατὰ τρίγωνον ἴσον αὐτῷ, καθ' ὅσον τὰ δύο ταῦτα τρίγωνα εἶναι ὅμοια καὶ ἔχουσι μίαν πλευρὰν τὴν ΙΑ κοινήν.

Κατὰ ταῦτα αἱ εἰς τὰ ἄκρα τοῦ χάρτου προβαλλόμεναι χῶραι διατηροῦσι σχεδὸν ἀμετάβλητον τὸ μέγεθος αὐτῶν, ἐν ᾧ αἱ περὶ τὸ κέντρον προβαλλόμεναι σχεδὸν ὑποτετραπλασιάζονται.

§ **64. Κωνικὸν ἐκπέτασμα.**— Διὰ τὴν κατασκευὴν τοῦ χάρτου μικρᾶς σχετικῶς χώρας, π. χ. ἑνὸς κράτους, γίνεται χρῆσις τοῦ κωνικοῦ ἐκπετάσματος. Πρὸς τοῦτο νοοῦσι τὸν περὶ τὴν σφαῖραν κατὰ τὸν μέσον παράλληλον ΑΑ΄ τῆς ἀπεικονιστέας χώρας ΔΒΒ΄Δ΄ περιγεγραμμένον κῶνον ΚΑΕ καὶ ἀντικαθιστῶσι τοὺς μεσημβρινοὺς τῆς χώρας διὰ τῶν τομῶν τῆς κυρτῆς τοῦ κώνου ἐπιφανείας ὑπὸ τῶν ἐπιπέδων τῶν κύκλων τούτων. Ἐὰν εἶτα ἡ κωνικὴ ἐπιφάνεια ΚΑΕ νοηθῇ ἀνεπτυγμένη ἐπὶ ἐπιπέδου ἑκατέρωθεν τῆς τὸν μέσον μεσημβρινὸν τῆς χώρας παριστώσης εὐθείας ΚΜ, προκύπτει δίκτυον, ἐν ᾧ οἱ μὲν μεσημβρινοὶ παρίστανται δι' εὐθειῶν τεμνομένων εἰς τι σημεῖον κ, οἱ δὲ παράλληλοι διὰ κύκλων, ὧν κοινὸν κέντρον τὸ κ.

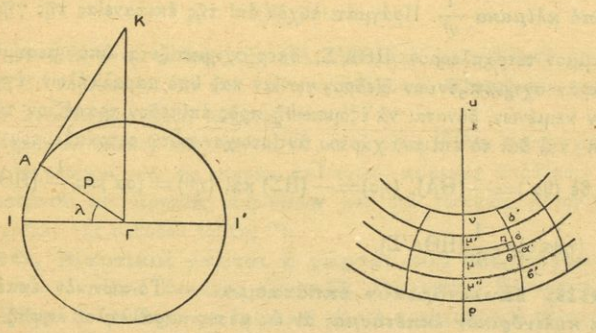
Αἱ ἑκατέρωθεν καὶ εἰς μικρὰν ἀπὸ τοῦ μέσου παραλλήλου κείμεναι χῶραι ἀναπαριστῶνται κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην μετ' ἀρκετῆς ἀκριβείας,

ἐν᾽ ᾧ εἰς τὰς ἀπωτέρας ἐπέρχονται λίαν αἰσθηταὶ ἀλλοιώσεις. Τούτου ἕνεκα γίνεται χρῆσις τῆς μεθόδου ταύτης διὰ τὴν παράστασιν μικρᾶς ἐκτάσεως περὶ τὸν μέσον αὐτοῦ παράλληλον.



(Σχ. 42)

Κατὰ τὴν ὑπὸ τοῦ στρατιωτικοῦ ἐπιτελείου τῆς Γαλλίας ἐπενεχθεῖσαν εἰς τὸ σύστημα τοῦτο τροποποίησιν τὸ δίκτυον τῶν μεσημβρινῶν καὶ παραλλήλων χαράσσεται ὑπὸ κλίμακα $\frac{1}{\nu}$ οὕτω (¹).



(Σχ. 43)

Εὐθεῖά τις κμρ (σχ. 43) τοῦ ἐπιπέδου τοῦ χάρτου παριστᾷ τὸν μέσον μεσημβρινὸν ΠΜΠ'. Ὁ μέσος παράλληλος ΑΑ' παρίσταται διὰ κύκλου ἔχοντος κέντρον σημεῖόν τι κ τῆς εἰρημένης εὐθείας καὶ ἀκτῖνα (κμ) = (ΚΑ). $\frac{1}{\nu}$ = $\frac{1}{\nu}$ Ρ. σφλ, ἂν Ρ εἶναι ἡ μέση ἀκτὶς τῆς Γῆς καὶ λ τὸ γ. πλάτος

(1) Διὰ τὸν χάρτην τῆς Γαλλίας ν=80000.

τοῦ ΑΑ΄. Ἕτερος δὲ παράλληλος ΔΔ΄ ἔχων πλάτος (λ+ε) εἶναι ὁμόκεντρος πρὸς τὸν προηγούμενον καὶ διέρχεται διὰ τοῦ μ΄, ὅπερ ὁρίζεται λαμβανομένου ἐπὶ τῆς κμ ἀνύσματος κμ΄, οὗ τὸ μῆκος εἶναι $2\pi P.\frac{\varepsilon^0}{360^0}.\frac{1}{\nu}$. Διὰ τὸν παράλληλον ΒΒ΄, ὅστις ἔχει πλάτος λ – ε, τὸ ἀντίστοιχον ἄνυσμα μμ΄΄ ἔχει φορὰν ἀντίθετον τῆς τοῦ μμ΄.

Μεσημβρινός τις π. χ. ὁ ΠΑ΄Β΄ ἔχων μῆκος μ χαράσσεται οὕτως. Ἐπὶ ἑκάστου τῶν χαραχθέντων παραλλήλων, οἵτινες καλὸν νὰ εἶναι ὅσον ἔνεστι πολυαριθμότεροι, λαμβάνομεν ἀπὸ τῆς τομῆς αὐτοῦ ὑπὸ τῆς κμ ἀρχόμενοι καὶ κατὰ τὴν προσήκουσαν φορὰν τόξον μήκους $2\pi P.$ συνλ. $\frac{\mu^0}{360^0}.\frac{1}{\nu}$, ἂν λ εἶναι τὸ γ. πλάτος τοῦ παραλλήλου. Εἶτα χαράσσομεν τὴν διὰ τῶν ἄκρων β΄, α΄, δ΄, κτλ. τῶν τόξων τούτων διερχομένην γραμμήν. Αὕτη παριστᾷ τὸν μεσημβρινόν, ὅστις ἔχει μῆκος μ. Ἡ μέθοδος αὕτη ἔχει τὰ ἑξῆς προτερήματα.

α΄. ***Τὰ μήκη ἐπὶ τῶν μεσημβρινῶν καὶ παραλλήλων εἶναι ἀνηγμένα ὑπὸ κλίμακα*** $\frac{1}{\nu}$.

β΄. ***Κατὰ ἄλλην κατεύθυνσιν τὰ μήκη, αἱ γωνίαι καὶ τὰ λίαν μικρὰ κατ' ἀκολουθίαν σχήματα ὑφίστανται ἀνεπαισθήτους μεταβολάς.***

γ΄. ***Τὰ ἐμβαδὰ καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν τοῦ χάρτου εἶναι ἀνηγμένα ὑπὸ κλίμακα*** $\frac{1}{\nu^2}$. Πράγματι τυχὸν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς καμπυλόγραμμον τετράπλευρον ΗΘΑ΄Σ, ὅπερ σχηματίζεται ὑπὸ μεσημβρινῶν λίαν μικρὰν σχηματιζόντων δίεδρον γωνίαν καὶ ὑπὸ παραλλήλων ἐγγύτατα ἀλλήλων κειμένων, δύναται νὰ ἐξομοιωθῇ πρὸς ἐπίπεδον τραπέζιον· τοῦτο δὲ ἀληθεύει καὶ διὰ τὸ ἐπὶ τοῦ χάρτου ἀντίστοιχον αὐτῷ τετράπλευρον ηθα΄σ. Ἐπειδὴ δὲ $(\theta\alpha') = \frac{1}{\nu}(\Theta A)$, $(\eta\sigma) = \frac{1}{\nu}(H\Sigma)$ καὶ $(\eta\theta) = (\sigma\alpha') = \frac{1}{\nu}(H\Theta)$, ἕπεται ὅτι: $(\eta\theta\alpha'\sigma) = \frac{1}{\nu^2}(H\Theta A'\Sigma)$.

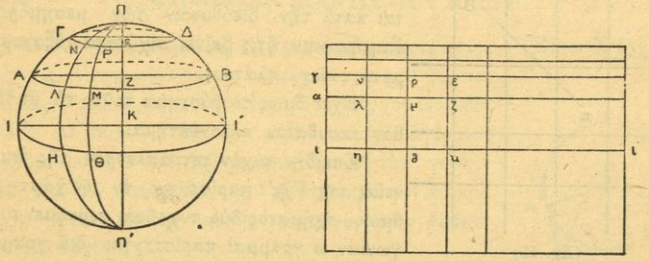
§ **63. Κυλινδρικὸν ἐκπέτασμα.** — Τὸ κωνικὸν ἐκπέτασμα καταντᾷ ***κυλινδρικὸν ἐκπέτασμα***, ἂν ὡς μέσος παράλληλος ληφθῇ ὁ ἰσημερινὸς τῆς γῆς καὶ ὁ περιγεγραμμένος κῶνος ἀντικατασταθῇ διὰ τοῦ κατὰ τὸν ἰσημερινὸν περιγεγραμμένου περὶ τὴν γηΐνην σφαῖραν κυλίνδρου. Ἐὰν δὲ ἀντικατασταθῶσιν οἱ μεσημβρινοὶ καὶ παράλληλοι διὰ τῶν τομῶν τῆς κυλινδρικῆς ταύτης ἐπιφανείας ὑπ' αὐτῶν καὶ νοηθῇ ἡ ἐπιφάνεια αὕτη ἐπὶ ἐπιπέδου ἀνεπτυγμένη, σχηματίζεται δίκτυον, ἐν ᾧ οἱ παράλληλοι παρίστανται δι' εὐθειῶν παραλλήλων, οἱ δὲ μεσημβρινοὶ δι' ἄλλων καθέτων ἐπ' ἐκείνας.

Ἐν τῷ δικτύῳ τούτῳ ἡ ἀπόστασις δύο εὐθειῶν, αἵτινες παριστῶσι μεσημβρινοὺς σχηματίζοντας σταθερὰν δίεδρον γωνίαν (π. χ. 1°) εἶναι ἡ αὐτὴ καθ' ἅπασαν τὴν ἔκτασιν τοῦ χάρτου. Δὲν συμβαίνει ὅμως τὸ αὐτὸ διὰ τὰς

εὐθείας, αἵτινες παριστῶσι παραλλήλους, ὧν τὰ πλάτη διαφέρουσι κατὰ σταθεράν τινα ποσότητα ε. Πράγματι· ὑποθετείσθω ὅτι αἱ εὐθεῖαι αζ καὶ γε (Σχ. 44) παριστῶσι τοὺς παραλλήλους ΑΒ καὶ ΓΔ, ὧν τὰ πλάτη εἶναι λ καὶ (λ+ε). Ἐπειδὴ (εζ)=(ΕΖ)=(ΚΕ)—(ΚΖ) καὶ (ΚΕ)=Ρ. ἡμ (λ+ε), (ΚΖ)=Ρ ἡμλ, ἕπεται ὅτι :

$$(\varepsilon\zeta)=P\,[\text{ἡμ}\,(\lambda+\varepsilon)-\text{ἡμ}\lambda]=2\,P\,\text{ἡμ}\,\frac{\varepsilon}{2}\,\text{συν}\left(\lambda+\frac{\varepsilon}{2}\right).$$ (1) Ἐντεῦθεν ἕπεται ὅτι τοῦ ε ὄντος σταθεροῦ ἡ ἀπόστασις (εζ) βαίνει ἐλαττουμένη τοῦ λ αὐξανομένου.

Κατὰ ταῦτα τὰ ἄνισα τόξα ΗΘ, ΛΜ, ΝΡ κτλ. παρίστανται δι' εὐθειῶν ηθ, λμ, νρ κτλ. ἴσων ὑπὸ κλίμακά τινα πρὸς τὸ ἀνάπτυγμα τοῦ μεγαλυτέ-



(Σχ. 44)

ρου τούτων ΗΘ, ἐν ᾧ τὰ ἴσα τόξα ΗΛ, ΛΝ, κτλ. μεσημβρινοῦ τινὸς παρίστανται δι' εὐθειῶν ηλ, λν κτλ. αἵτινες βαίνουσιν ἐλαττούμεναι τοῦ πλάτους τῶν ἀντιστοίχων τόξων αὐξανομένου.

Εὐνόητον ἐκ τούτων καθίστανται ὅτι κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην μόνον αἱ περὶ τὸν ἰσημερινὸν καὶ εἰς μικρὰν ἀπ' αὐτοῦ κείμεναι ἀπόστασιν χῶραι ἀναπαριστῶνται μετ' ἀρκετῆς ἀκριβείας, καὶ διὰ τοιαύτας μόνον χώρας γίνεται χρῆσις τῆς μεθόδου ταύτης (2).

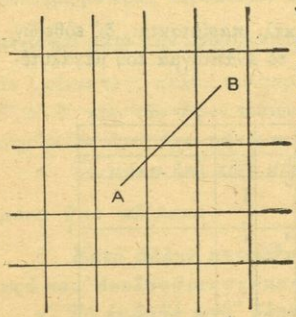
§ **66. Ναυτικοὶ χάρται ἢ χάρται τοῦ Μερκάτορος.**— Ὁ κατὰ τὸν 16 αἰῶνα ἀκμάσας φλαμανδὸς Γεωγράφος Μερκάτωρ (Gerhard Krämer) ἐπενόησε καὶ ἐπέφερεν εἰς τὸ προηγούμενον σύστημα τὴν ἀκόλουθον τροποποίησιν, Καμπυλόγραμμόν τι τετράπλευρον τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς σχηματιζόμενον ὑπὸ μεσημβρινῶν ἐλαχίστην (π.χ. 1°) γωνίαν σχηματιζόντων καὶ παραλλήλων, ὧν τὰ πλάτη διαφέρουσιν ἐπίσης κατὰ 1°, ἐξωμοίου πρὸς ὀρθογώνιον καὶ ἀπεικόνιζεν ἐν τῷ χάρτῃ δι' ὁμοίου ὀρθογωνίου. Πρὸς τοῦτο παρετήρησεν ὅτι ἑνὸς τοιούτου ὀρθογωνίου π. χ. ΛΜΝΡ

(1) Ὅρα Τριγωνομετρίαν μου § 83.

(2) Κατὰ ταύτην κατασκευάζονται καὶ χάρται τοῦ οὐρανοῦ περιέχοντες τοὺς περὶ τὸν οὐρ. ἰσημερινὸν ἀστερισμούς. (Ὅρα Cours de Cosmographie, classe de mathématique par F. G. M).

(Σχ. 44) εἶναι $(\widehat{\Lambda M}) = \frac{2\pi P \text{συνλ}}{360}$, $(\widehat{\Lambda N}) = \frac{2\pi P}{360}$ ἄρα $\frac{(\widehat{\Lambda M})}{(\widehat{\Lambda N})} = \text{συνλ}$. Ἐὰν λοιπὸν ἡ εὐθεῖα ιι′ παριστᾷ τὸν ἰσημερινόν, ἡ τὸ τόξον ΛΜ παριστῶσα εὐθεῖα λμ θὰ ἔχῃ μῆκος $\frac{(\iota\iota')}{360}$ καὶ τὸ τόξον ΛΝ δέον νὰ παρίσταται ὑπὸ εὐθείας λν τοιαύτης ὥστε $\frac{(\iota\iota')}{360} = (\lambda\nu)$ συνλ, ὅθεν $(\lambda\nu) = \frac{(\iota\iota')}{360 \text{ συνλ}}$.

Τὸ κατὰ τὸν τύπον τοῦτον ὑπολογιζόμενον ὕψος ἑκάστου τῶν εἰρημένων ὀρθογωνίων βαίνει ταχύτατα αὐξανόμενον μετὰ τοῦ πλάτους τῆς βάσεως, κατ᾽ ἀκολουθίαν αἱ οὕτως ἀπεικονιζόμεναι χῶραι ὑφίστανται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν μεσημβρινῶν ἐπιμήκυνσιν, ἥτις βαίνει ταχύτατα αὐξανομένη μετὰ τοῦ γ. πλάτους.



(Σχ. 45)
Δίκτυον ναυτικοῦ χάρτου.

Ἔχει ὅμως τὸ σύστημα τοῦτο τὸ ἀκόλουθον σπουδαῖον πλεονέκτημα.

Ἐπειδὴ τυχὸν τετράπλευρον τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς παρίσταται ἐν τῷ χάρτῃ δι᾽ ὁμοίου σχήματος, δύο τυχοῦσαι τεμνόμεναι ὑπὸ γωνίαν ω γραμμαὶ παρίστανται διὰ γραμμῶν τεμνομένων ἐπίσης ὑπὸ τὴν αὐτὴν γωνίαν ω.

Ἐὰν ὅθεν γραμμή τις ***(λοξοδρομία)*** τέμνῃ ὅλους τοὺς μεσημβρινοὺς ὑπὸ τὴν αὐτὴν γωνίαν, αὕτη θέλει παρίστασθαι δι᾽ εὐθείας, διότι μόνον εὐθεῖα τέμνει ὑπὸ τὴν αὐτὴν γωνίαν τὰς τοὺς μεσημβρινοὺς παριστώσας παραλλήλους εὐθείας. Ἄλλοτε οἱ ναυτικοὶ ὅπως μεταβῶσιν ἀπὸ τοῦ Α εἰς τὸ Β, ἐχάραττον ἐπὶ τοῦ χάρτου τοῦ Μερκάτορος τὴν λοξοδρομίαν ΑΒ, μεθ᾽ ὃ ἐμέτρουν τὴν γωνίαν, καθ᾽ ἣν αὕτη ἔτεμνε τοὺς μεσημβρινοὺς καὶ ἐχείριζον οὕτως ὥστε ἡ βελόνη τῆς ναυτικῆς πυξίδος αὐτῶν νὰ σχηματίζῃ μετὰ τῆς γραμμῆς πίστεως τοῦ πλοίου γωνίαν ω. Οὕτως ἦσαν βέβαιοι ὅτι ἠκολούθουν τὴν χαραχθεῖσαν λοξοδρομίαν. Ἐκ τούτου καθίσταται πρόδηλος ἡ μεγάλη χρησιμότης τοῦ χάρτου τοῦ Μερκάτορος, ὅστις καὶ ***ναυτικὸς*** χάρτης καλεῖται.

Σήμερον ὅτε ἡ ἀτμήρης ναυτιλία ἔλαβε τεραστίαν ἀνάπτυξιν, ἡ χρησιμοποίησις αὐτοῦ εἶναι ὀλιγωτέρα, διότι γίνεται προσπάθεια νὰ βαδίζωσι τὰ πλοῖα οὐχὶ κατὰ τὴν λοξοδρομίαν, ἥτις διέρχεται διὰ τοῦ σημείου τῆς ἀναχωρήσεως Α καὶ τοῦ κατάπλου Β, ἀλλὰ δι᾽ οἰκονομίαν χρόνου καὶ καυσίμου ὕλης κατὰ τὸ δι᾽ αὐτῶν διερχόμενον τόξον μεγίστου κύκλου, ὅπερ εἶναι ἡ συντομωτέρα ὁδός, ἥτις ἄγει ἐκ τοῦ Α πρὸς τὸ Β.

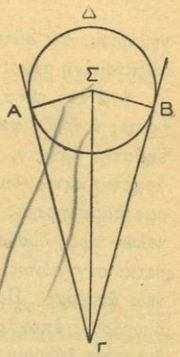
ΒΙΒΛΙΟΝ Γ'.

Ο ΗΛΙΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΦΑΙΝΟΜΕΝΗ ΚΙΝΗΣΙΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ

§ **67. Φαινομένη διάμετρος ἀστέρος.**— Ἔστω Σ (σχ. 46) ἀστήρ τις, Γ σημεῖόν τι τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς καὶ ΑΔΒ τομὴ τοῦ ἀστέρος ὑπὸ ἐπιπέδου διερχομένου διὰ τῆς ΓΣ. Αἱ ἐκ τοῦ Γ εἰς τὴν τομὴν ταύτην ἀγόμεναι ἐφαπτόμεναι ΓΑ καὶ ΒΓ σχηματίζουσι τὴν γωνίαν ΑΓΒ, ὑπὸ τὴν ὁποίαν ἐκ τῆς Γῆς βλέπομεν τὸν ἀστέρα Σ. Τὴν γωνίαν ταύτην καλοῦμεν ***φαινομένην διάμετρον*** τοῦ ἀστέρος Σ.



(Σχ. 46)

Ὥστε: ***Φαινομένη διάμετρος ἀστέρος καλεῖται ἡ γωνία, ὑφ' ἣν ἐκ τῆς Γῆς βλέπομεν τὸν ἀστέρα τοῦτον.*** Καλέσωμεν ἤδη τὴν Ρ ἀκτῖνα τοῦ ἀστέρος, α τὴν ἀπόστασιν τοῦ κέντρου αὐτοῦ ἀπὸ τῆς Γῆς καὶ Δ τὴν φαινομένην διάμετρον αὐτοῦ. Ἐπειδὴ τὸ τρίγωνον ΑΣΓ εἶναι ὀρθογώνιον, ἀληθεύει ἡ ἰσότης

$$P = \alpha \cdot \text{ημ}\left(\frac{\Delta}{2}\right), \text{ ὅθεν } \alpha = \frac{P}{\text{ημ}\left(\frac{\Delta}{2}\right)}. \qquad (1)$$

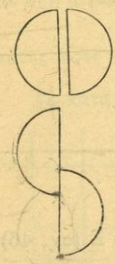
Ἐπειδὴ δὲ διὰ τοὺς πλείστους τῶν ἀστέρων ἡ γωνία $\left(\frac{\Delta}{2}\right)$ εἶναι πολὺ μικρά, τὸ ημ$\left(\frac{\Delta}{2}\right)$ ἐλάχιστα διαφέρει τῆς τιμῆς $\left(\frac{\Delta}{2}\right)$ τῆς γωνίας καὶ ἑπομένως κατὰ μεγάλην προσέγγισιν ὁ τύπος (1) γίνεται

$$\alpha = \frac{P}{\frac{\Delta}{2}}, \text{ ὅθεν } \alpha = \frac{2P}{\Delta} \qquad (2)$$

Ἄρα: ***Ἡ ἀπόστασις ἀστέρος ἀπὸ τῆς Γῆς εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν φαινομένην διάμετρον αὐτοῦ.***

ΣΗΜ. Ἡ γωνία Δ θεωρεῖται μετρουμένη εἰς ἀκτίνια (ὅρα ἡμετέραν Εὐθ. Τριγωνομετρίαν § 14).

§ **68. Φαινομένη διάμετρος τοῦ Ἡλίου.**— Ἡ δι' ἀκριβῶν ὀργάνων(1) μέτρησις τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ Ἡλίου ἀποδεικνύει ὅτι αὕτη μεταβάλλεται ἐντὸς τοῦ ἔτους κυμαινομένη μεταξὺ ἐλαχίστης καὶ μεγίστης τινὸς τιμῆς αὐτῆς. Οὕτω τὴν 1ην Ἰουλίου εἶναι ἐλαχίστη (31′32″)· ἔκτοτε 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′34″.



(Σχ. 47)

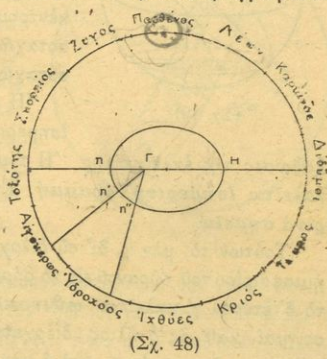
§ **69. Μεταβολὴ τῆς ἀποστάσεως τοῦ Ἡλίου.** — Ἡ κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους μεταβολὴ τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ Ἡλίου ἀποδεικνύει (§ 67) ὅτι ἡ ἀπόστασις αὐτοῦ ἀφ' ἡμῶν δὲν εἶναι σταθερά. Αὕτη εἶναι μεγίστη κατὰ τὴν 1ην Ἰουλίου, ἀφ' ἧς ἄρχεται ἐλαττουμένη βαθμιαίως μέχρι τῆς 1ης Ἰανουαρίου, ὅτε αὕτη ἔχει τὴν ἐλαχίστην τιμήν της. Εἶτα ἄρχεται βαθμιαίως αὐξανομένη μέχρι τῆς 1ης Ἰουλίου καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς.

§ **70. Φαινομένη ἰδία κίνησις τοῦ Ἡλίου.**— Ἐκ πρώτης ὄψεως ὁ ἥλιος φαίνεται κινούμενος, ὡς οἱ λοιποὶ ἀστέρες, ἀνατέλλει δηλ. ἑκάστην ἡμέραν, ἀνέρχεται εἰς τὸν οὐρανὸν μέχρι τοῦ μεσημβρινοῦ, εἶτα ἄρχεται κατερχόμενος καὶ τέλος δύει. Προσεκτικὴ ὅμως καὶ ἐπὶ συνεχεῖς ἡμέρας παρατήρησις πείθει ἡμᾶς, ὅτι οὗτος ἐν' ᾧ μετέχει τῆς τοιαύτης ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς φαινομένης κινήσεως τῶν οὐρανίων σωμάτων, μετατίθεται συγχρόνως ἐν τῷ οὐρανῷ μεταβάλλων θέσιν ἐν σχέσει πρὸς τοὺς ἀπλανεῖς ἀστέρας. Πράγματι ὀλίγον πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ ἡλίου διάφοροι εἰς διαφόρους ἐποχὰς ἀνατέλλουσιν ἀστερισμοί, ὡς καὶ ὀλίγον μετὰ τὴν δύσιν διάφοροι δύουσιν. Ἐπίσης κατά τινα ὡρισμένην ὥραν τῆς νυκτὸς διάφοροι εἰς διαφόρους ἐποχὰς μεσουρανοῦσιν ἀστερισμοί. Οὕτω παρ' ἡμῖν περὶ τὸ τέλος Δ(δρίου καὶ περὶ τὸ μεσονύκτιον μεσουρανεῖ ὁ ἀστερισμὸς τῶν Διδύμων, ἐν' ᾧ μετὰ ἓξ μῆνας, περὶ τέλος Ἰουνίου καὶ περὶ τὴν αὐτὴν ὥραν μεσουρανεῖ ὁ Τοξότης, οἱ δὲ Δίδυμοι μεσουρανοῦσιν κάτω. Ἀλλὰ καὶ κατὰ τὴν μεσημβρίαν ἑκάστης ἡμέρας ὁ ἥλιος εὑρίσκεται εἰς σημεῖα διάφορον ἔχοντα ὕψος· ἄρα ὁ ἥλιος ἀνατέλλει οὐχὶ ἀπὸ τῶν αὐτῶν πάντοτε σημείων τοῦ ὁρίζοντος

(1) Ἡ ἐργασία αὕτη γίνεται συνήθως διὰ τοῦ ἡλιομέτρου τοῦ Bouguer (σχ. 47). Τοῦτο εἶναι ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον ἄνευ διαφράγματος, οὗ ὁ ἀντικειμενικὸς φακὸς εἶναι διῃρημένος εἰς δύο ἴσα μέρη. Τούτων τὸ ἓν εἶναι ἀμετάθετον, τὸ δὲ ἕτερον διὰ μικρομετρικοῦ κοχλίου μετατίθεται κατὰ μῆκος τοῦ ἐπιπέδου τοῦ χωρισμοῦ. Ὅταν τὰ δύο μέρη εἶναι συνηνωμένα εἰς ἕνα πλήρη φακόν, βλέπομεν ἓν εἴδωλον παντὸς ἀστέρος ὁρωμένου διὰ μέσου αὐτοῦ· ὅταν ὅμως τὸ ἓν μετατεθῇ ὀλίγον, βλέπομεν δύο εἴδωλα. Ἐὰν τὰ δύο εἴδωλα ἐφάπτωνται ἀλλήλων, ἡ ἐπιτευχθεῖσα μετάθεσις μετρεῖ τὴν φαινομένην διάμετρον τοῦ ἀστέρος.

ἀλλὰ κατὰ τὸ ἓν μὲν ἥμισυ τοῦ ἔτους (ἀπὸ 21 Μαρτίου μέχρι 22 Σεπτεμβρίου) ἀνατέλλει ἀπὸ σημείων κειμένων πρὸς βορρᾶν τῆς Ἀνατολῆς (§ 13) κατὰ δὲ τὸ ἕτερον ἥμισυ ἀπὸ σημείων κειμένων πρὸς νότον τῆς Ἀνατολῆς. Ταῦτα δὲ πάντα δὲν θὰ συνέβαινον οὕτως, ἂν ὁ Ἥλιος ἐτήρει τὴν αὐτὴν ἐν σχέσει πρὸς τοὺς ἀπλανεῖς θέσιν ἐν τῷ οὐρανῷ.

Κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους ὁ Ἥλιος καταλαμβάνει διαδοχικῶς ἀπὸ τοῦ Ἀπριλίου τὴν θέσιν, ἐν ᾗ κεῖται ἐν τῷ οὐρανῷ ἕκαστος τῶν ἀκολούθων ἀστερισμῶν: **Κριός, Ταῦρος, Δίδυμοι, Καρκῖνος, Λέων, Παρθένος, Ζυγός, Σκορπίος, Τοξότης, Αἰγόκερως, Ὑδροχόος, Ἰχθύες.** Οἱ δώδεκα οὗτοι ἀστερισμοὶ καλοῦνται ***Ζώδια.*** Ἐπειδὴ δὲ ἕκαστος τούτων κεῖται ἀνατολικώτερον τοῦ ἀμέσως προηγουμένου, συμπεραίνομεν ὅτι ὁ ἥλιος φαίνεται κινούμενος ἐν τῷ οὐρανῷ διὰ μέσου τῶν ζῳδίων ἐκ Δυσμῶν πρὸς Ἀνατολὰς ἤτοι κατὰ τὴν ὀρθὴν φορά.



(Σχ. 48)

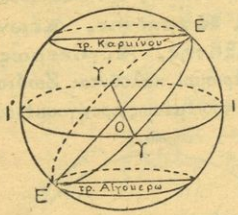
§ 71. Φαινομένη τροχιὰ τοῦ Ἡλίου. — Ἡ μεταβολὴ τῆς θέσεως τοῦ ἡλίου ἐν μέσῳ τῶν ζῳδίων καὶ τῆς ἀποστάσεως αὐτοῦ ἀφ' ἡμῶν συντελοῦνται, ὡς εἰ ὁ ἥλιος ἐκινεῖτο περὶ τὴν Γῆν ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς γράφων ἐντὸς ἔτους ἔλλειψιν, ἧς τὴν ἑτέραν τῶν ἑστιῶν κατέχει ἡ Γῆ καὶ ἧς τὸ ἐπίπεδον διέρχεται διὰ μέσου τῶν ζῳδίων. Πράγματι· ὅταν ὁ ἥλιος κατέχῃ ἐν τῇ τοιαύτῃ τροχιᾷ τὴν θέσιν η (σχ. 48) εὑρισκόμενος εἰς τὴν ἐλαχίστην ἀπὸ τῆς Γῆς ἀπόστασιν, φαίνεται ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαίρας κατὰ τὴν διεύθυνσιν Γη, ἤτοι ἐπὶ τοῦ ἀστερισμοῦ τοῦ Τοξότου. Ἀπὸ τῆς ἐποχῆς ταύτης συνεχῶς κινούμενος ἐπὶ τῆς τροχιᾶς του ἀπομακρύνεται τῆς Γῆς, μεταβάλλει δὲ καὶ θέσιν ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαίρας. Οὕτω μετὰ ἕνα περίπου μῆνα φθάνει εἰς τὸ σημεῖον η' καὶ φαίνεται ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Αἰγόκερω, μετὰ ἓξ δὲ μῆνας φθάνει εἰς τὸ ἀπώτατον σημεῖον Η τῆς τροχιᾶς αὐτοῦ καὶ φαίνεται ἐν τῷ ἀστερισμῷ τῶν Διδύμων. Ἔκτοτε διέρχεται διὰ θέσεων τῆς τροχιᾶς του βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον πλησιέστερον πρὸς τὴν Γῆν κειμένων, ἐν ᾧ ἐν τῷ οὐρανῷ φαίνεται κατὰ σειρὰν ἐν μέσῳ τῶν ἀστερισμῶν Καρκίνου, Λέοντος κτλ.

Ἐξηκριβώθη ὅτι κατὰ τὴν φαινομένην ταύτην ἐλλειπτικὴν κίνησιν τοῦ Ἡλίου ἀληθεύει ὁ ἑξῆς νόμος. «***Τὰ ὑπὸ τῆς ἐπιβατικῆς ἀκτῖνος, ἥτις συνδέει τὰ κέντρα Γῆς καὶ Ἡλίου, γραφόμενα ἐμβαδὰ εἶναι ἀνάλογα τῶν χρόνων, καθ' οὓς ταῦτα γράφονται***».

Κατὰ τὸν νόμον τοῦτον ὁ ἥλιος φαίνεται κινούμενος ταχύτερον μέν, ὅταν εὑρίσκηται εἰς τὸ ἐγγύτατον σημεῖον η (περίγειον) τῆς τροχιᾶς αὐτοῦ βραδύ-

τερον δὲ, ὅταν εὑρίσκηται εἰς τὸ ἀπώτατον Η (ἀπόγειον). Τῆς ἐλλείψεως ταύτης ὁ μέγας ἄξων (γραμμὴ τῶν ἀψίδων) ὀλίγον διαφέρει τοῦ μικροῦ καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἡ ἔλλειψις αὕτη ὀλίγον διαφέρει περιφερείας κύκλου.

§ 72. **Ἐκλειπτική.—Ἰσημερίαι.—Τροπαί.— Τροπικοὶ κύκλοι.** — Ὁ μέγιστος κύκλος, καθ' ὃν τὸ ἐπίπεδον τῆς ἐλλειπτικῆς τροχιᾶς τοῦ Ἡλίου τέμνει τὴν οὐρ. σφαῖραν, καλεῖται ***ἐκλειπτική*** (1). Ἐν τῷ οὐρανῷ ὁ ἥλιος φαίνεται, ὡς εἴπομεν ἤδη (§ 70), κινούμενος ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς ἐκ Δ πρὸς Α. Ἐπειδὴ δὲ κατὰ τὸν νόμον τῶν ἐμβαδῶν τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου κινεῖται ἐπὶ τῆς ἐλλειπτικῆς τροχιᾶς (Σχ. 48) ἀνισοταχῶς καὶ ἡ προβολὴ τοῦ κέντρου τούτου ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς κινεῖται ἀνισοταχῶς, ἤτοι ὁ Ἥλιος φαίνεται κινούμενος ἀνισοταχῶς ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς ἐκ Δ πρὸς Α.



(Σχ. 49)

Ἡ ἐκλειπτικὴ ΕΕ' (Σχ. 49) τέμνει τὸν οὐρ. ἰσημερινὸν ὑπὸ γωνίαν 23° 27', ἥτις καλεῖται ***λόξωσις*** τῆς ἐκλειπτικῆς. Ἡ τομὴ γγ' τῆς ἐκλειπτικῆς καὶ τοῦ ἰσημερινοῦ καλεῖται ***ἰσημερινὴ γραμμή***. Τὰ ἄκρα αὐτῆς γ καὶ γ' καλοῦνται ***ἰσημερινὰ σημεῖα***.

Τούτων τὸ μὲν γ, δι' οὗ διέρχεται ὁ Ἥλιος μεταβαίνων ἐκ τοῦ νοτίου ἡμισφαιρίου τοῦ οὐρανοῦ εἰς τὸ βόρειον καλεῖται ***ἐαρινὸν*** ἰσημερινὸν σημεῖον, τὸ δ' ἕτερον γ' καλεῖται ***φθινοπωρινὸν*** ἰσημερινὸν σημεῖον. Αἱ χρονικαὶ στιγμαί, καθ' ἃς ὁ ἥλιος διέρχεται διὰ τῶν ἰσημερινῶν σημείων γ καὶ γ' καλοῦνται ***ἰσημερίαι***· καὶ ἡ μὲν στιγμή, καθ' ἣν διέρχεται διὰ τοῦ γ, καλεῖται ***ἐαρινὴ ἰσημερία***, ἐκείνη, δέ, καθ' ἣν ὁ ἥλιος διέρχεται διὰ τοῦ γ', καλεῖται ***φθινοπωρινὴ ἰσημερία***.

Ἡ διάμετρος ΕΕ' τῆς ἐκλειπτικῆς, ἥτις εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν ἰσημερινὴν γραμμὴν καλεῖται ***γραμμὴ τῶν ἡλιοστασίων*** ἢ ***τῶν τροπῶν***. Τὰ ἄκρα αὐτῆς ***Ε καὶ Ε' καλοῦνται ἡλιοστάσια*** ἢ ***σημεῖα τῶν τροπῶν***. Καὶ ἡλιοστάσια μὲν καλοῦνται διότι, ὅταν ὁ ἥλιος εὑρίσκηται πλησίον αὐτῶν φαίνεται ἐπί τινα χρόνον μὴ κινούμενος κατ' ἀπόκλισιν, σημεῖα δὲ τῶν τροπῶν, διότι ἀπ' αὐτῶν ὁ ἥλιος τρέπεται πρὸς τὸν ἰσημερινόν. Τὸ ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαιρίῳ κείμενον ἄκρον Ε τῆς γραμμῆς ΕΕ' καλεῖται ***θερινὸν ἡλιοστάσιον***, τὸ δὲ ἐν τῷ νοτίῳ κείμενον Ε' καλεῖται ***χειμερινὸν ἡλιοστάσιον***.

Αἱ χρονικαὶ στιγμαί, καθ' ἃς ὁ ἥλιος διέρχεται διὰ τῶν σημείων τῶν τροπῶν, καλοῦνται ***τροπαί***.

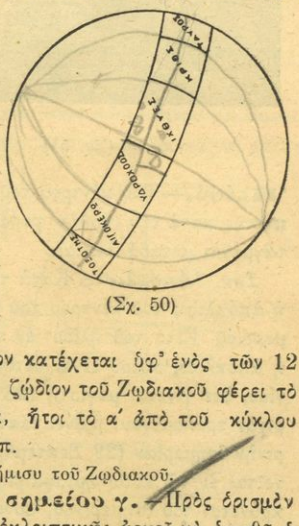
Ἡ γραμμὴ τῶν ἡλιοστασίων σχηματίζει [μετὰ τῆς γραμμῆς τῶν ἀψίδων

(1) Οὕτω καλεῖται, διότι αἱ ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Σελήνης συμβαίνουσιν, ὅταν ἡ Σελήνη κεῖται ἐπ' αὐτῆς ἢ πολὺ πλησίον αὐτῆς.

γωνίαν 11° 8′ περίπου. Ἡ γωνία αὕτη εἶναι μεταβλητή, διότι ἡ γραμμὴ τῶν ἀψίδων στρέφεται κατὰ γωνίαν 11″,7 ἐτησίως καὶ κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν.

Ὁ διὰ τοῦ θερινοῦ ἡλιοστασίου διερχόμενος παράλληλος τῆς οὐρανίου σφαίρας καλεῖται ***τροπικὸς τοῦ Καρκίνου***, ὁ δὲ διὰ τοῦ χειμερινοῦ ἡλιοστασίου διερχόμενος καλεῖται ***τροπικὸς τοῦ Αἰγόκερω***.

§ **73. Δωδεκατημόρια.—Ζῳδιακός.** Τὴν Ἐκλειπτικὴν νοοῦμεν διῃρημένην ἀπὸ τοῦ ἐαρινοῦ ἰσημερινοῦ σημείου εἰς 12 ἴσα τόξα, ὧν ἕκαστον καλεῖται ***δωδεκατημόριον***. Ἕκαστον δωδεκατημόριον φέρει τὸ ὄνομα τοῦ ζῳδίου, ὑφ᾽ οὗ κατείχετο ἐπὶ Ἱππάρχου (2ος αἰὼν π. χ.) ἤτοι τὸ πρῶτον κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν δωδεκατημόριον καλεῖται δωδεκατημόριον τοῦ Κριοῦ, τὸ β′ δωδεκατημόριον τοῦ Ταύρου καὶ οὕτω καθ᾽ ἑξῆς.



(Σχ. 50)

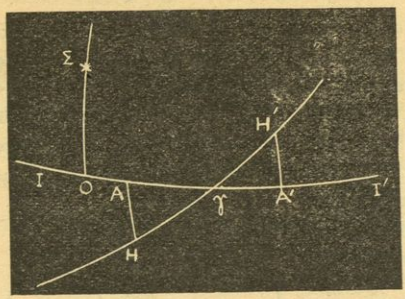
Ἡ ζώνη τῆς οὐρ. σφαίρας, ἧς αἱ βάσεις εἶναι παράλληλοι τῇ ἐκλειπτικῇ καὶ ἀπέχουσιν ἑκατέρωθεν αὐτῆς ἀνὰ 8° καλεῖται ***Ζῳδιακός***. Λέγεται δὲ οὕτω, διότι ἐν αὐτῇ κεῖνται πάντα τὰ ζῴδια. Οἱ κύκλοι πλάτους τῶν ἄκρων τῶν δωδεκατημορίων διαιροῦσιν τὸν Ζῳδιακὸν εἰς 12 ἴσα μέρη, ἅτινα καλοῦνται ἐπίσης ζῴδια, διότι ἕκαστον κατέχεται ὑφ᾽ ἑνὸς τῶν 12 ἀστερισμῶν, οὓς καλοῦμεν ζῴδια. Ἕκαστον ζῴδιον τοῦ Ζῳδιακοῦ φέρει τὸ ὄνομα τοῦ δωδεκατημορίου, ὅπερ περιέχει, ἤτοι τὸ α′ ἀπὸ τοῦ κύκλου πλάτους τοῦ γ καλεῖται ζῴδιον τοῦ Κριοῦ κλπ.

ΣΗΜ. Εἰς τὸ ἄνω σχῆμα 50 ἀπεικονίζεται τὸ ἥμισυ τοῦ Ζῳδιακοῦ.

§ **74. Ὁρισμὸς τῆς θέσεως τοῦ σημείου γ.** Πρὸς ὁρισμὸν τῆς θέσεως, ἣν τὸ σημεῖον γ κατέχει ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς ἀρκεῖ νὰ ὁρισθῇ ἡ δίεδρος γωνία, ἣν σχηματίζει ὁ ὡριαῖος γνωστοῦ ἀστέρος α μετὰ τοῦ κολούρου τῶν ἰσημεριῶν, ἤτοι τὸ μεταξὺ τῶν ὡριαίων τούτων περιεχόμενον τόξον Ογ=χ τοῦ οὐρ. ἰσημερινοῦ (σχ. 51). Πρὸς τοῦτο κανονίζεται τὸ ἀστρικὸν ἐκκρεμὲς τοῦ τόπου, ὅπως δεικνύῃ Οὥρ, Οπ, Οδ, καθ᾽ ἣν στιγμὴν μεσουρανεῖ ἄνω ἐν αὐτῷ ὁ ἀστὴρ α, ἤτοι λαμβάνεται πρὸς στιγμὴν τὸ Ο ὡς ἀρχὴ τῶν ὀρθῶν ἀναφορῶν· μετροῦνται δὲ κατὰ τὴν μεσημβρίαν, ἥτις προηγεῖται τῆς ἰσημερίας καὶ ἐκείνην, ἥτις ἕπεται αὐτῆς, αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ Ἡλίου κατέχοντος τὰς θέσεις Η, Η′ καὶ ἔστωσαν ΟΑ=α, ΟΑ′=α′, ΗΑ=δ καὶ Η′Α′=δ′.

Εἶτα ἐκ τῶν τριγώνων ΗΑγ, γΗ′Α′, ἅτινα δύνανται ἕνεκα τῆς σμικρότητος αὐτῶν, νὰ ἐξομοιωθῶσι πρὸς ἐπίπεδα καὶ ἅτινα εἶναι ὅμοια, συνάγομεν ὅτι: $\frac{(\text{Αγ})}{(\text{γΑ}')}=\frac{(\text{ΗΑ})}{(\text{Η}'\text{Α}')}$ ἢ $\frac{\chi-\alpha}{\alpha'-\chi}=\frac{\delta}{\delta'}$, ὅθεν εὑρίσκομεν $\chi=\frac{\alpha\delta'+\alpha'\delta}{\delta+\delta'}$.

Σημειοῦντες δὲ διὰ Τ, τ, τ' τὴν ὥραν, καθ' ἃς στιγμὰς ὁ Ἥλιος κατεῖχε τὰς θέσεις γ, Η, Η' καὶ παραδεχόμενοι ὅτι τὸ τόξον ΗγΗ' ἕνεκα τῆς σμικρότητος αὐτοῦ διανύεται ὑπὸ τοῦ Ἡλίου ὁμαλῶς, συνάγομεν ὅτι $\frac{T-\tau}{\tau'-T}=\frac{H\gamma}{\gamma H'}=\frac{HA}{A'H'}=\frac{\delta}{\delta'}$, ὅθεν $T=\frac{\tau\delta'+\tau'\delta}{\delta+\delta'}$.



(Σχ. 51)

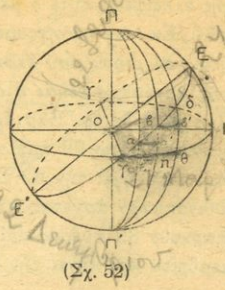
Ἐὰν λοιπὸν ἐπιβραδύνωμεν τὸ ἀστρ. ἐκκρεμὲς κατὰ Τ, τοῦτο θέλει δεικνύει Ο ὥρ, Οπ, Οδ, ὅταν θὰ μεσουρανῇ ἄνω ἐν τῷ τόπῳ τὸ γ.

§ **75.** **Οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ Ἡλίου.**—Τοῦ κέντρου τοῦ ἡλίου συνεχῶς μετατιθεμένου ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς κατὰ τὴν ὀρθὴν φοράν, ἀμφότεραι αἱ οὐρανογραφικαὶ αὐτοῦ συντεταγμέναι μεταβάλλονται.

1ον. ***Ἀπόκλισις.*** Κατὰ τὴν ἐαρινὴν ἰσημερίαν (περὶ τὴν 21ην Μαρτίου) ἡ ἀπόκλισις τοῦ κέντρου τοῦ ἡλίου εἶναι 0°, διότι τοῦτο κεῖται ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ. Εἶτα τοῦ ἡλίου ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαιρίῳ τοῦ οὐρανοῦ κινουμένου ἡ ἀπόκλισις αὐτοῦ εἶναι θετικὴ καὶ βαίνει αὐξανομένη μέχρι τῆς 21 Ἰουνίου, ὅτε γίνεται μεγίστη (23° 27'), μεθ' ὃ αὕτη, τοῦ ἡλίου πρὸς τὸν ἰσημερινὸν τρεπομένου, βαίνει ἐλαττουμένη καὶ μηδενίζεται κατὰ τὴν φθινοπωρινὴν ἰσημερίαν (22 Σεπτεμβρίου). Ἀπὸ τῆς ἰσημερίας ταύτης ὁ ἥλιος κινεῖται ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ συνεχῶς καὶ μέχρι τῆς 22 Δεκεμβρίου ἀπομακρύνεται τοῦ ἰσημερινοῦ, συνεπῶς ἡ ἀπόκλισις τοῦ κέντρου αὐτοῦ ἀρνητικὴ οὖσα βαίνει κατ' ἀπόλυτον τιμὴν αὐξανομένη καὶ γίνεται τὴν 22 Δεκεμβρίου (—23° 27'). Εἶτα τοῦ ἡλίου πάλιν τρεπομένου πρὸς τὸν ἰσημερινὸν ἡ ἀρνητικὴ ἀπόκλισις βαίνει κατ' ἀπόλυτον τιμὴν συνεχῶς ἐλαττουμένη καὶ μηδενίζεται τὴν 21 Μαρτίου.

2ον. ***Ὀρθὴ ἀναφορά.*** Ἡ συντεταγμένη αὕτη τοῦ κέντρου τοῦ ἡλίου εἶναι 0ὥρ. κατὰ τὴν ἐαρινὴν ἰσημερίαν, ὅτε ὁ ὡριαῖος αὐτοῦ συμπίπτει μετὰ τοῦ κολούρου τῶν ἰσημεριῶν. Ἔκτοτε τοῦ ἡλίου συνεχῶς κατὰ τὴν αὐτὴν κινουμένου φοράν, καθ' ἣν μετροῦνται καὶ αἱ ὀρθαὶ ἀναφοραὶ τῶν ἀστέρων, εἶναι εὐνόητον ὅτι ἡ συντεταγμένη αὐτοῦ αὕτη βαίνει συνεχῶς (ἀλλ' οὐχὶ ὁμαλῶς) αὐξανομένη καὶ λαμβάνει μέχρι τῆς ἀκολούθου ἐαρινῆς ἰσημερίας πάσας τὰς τιμὰς ἀπὸ 0ὥρ. μέχρι 24 ὡρῶν. Ἡ εἰς ἑκάστην χρονικὴν μονάδα (π.χ. τὴν ἀστρικὴν ἡμέραν) ἀντιστοιχοῦσα αὔξησις τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς τοῦ ἡλίου δὲν εἶναι σταθερὰ ἕνεκα τῆς ἀνωμάλου κινήσεως αὐτοῦ

ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς καὶ τῆς λοξώσεως αὐτῆς (1). Δι' ἀμφοτέρους τοὺς λόγους τούτους εἰς τὰ εἰς ἴσους χρόνους διανυόμενα ἄνισα τόξα γα, αβ, δδ, τῆς ἐκλειπτικῆς ἀντιστοιχοῦσιν ἄνισα τόξα γε, εη, ηθ τοῦ ἰσημερινοῦ (Σχ. 52).



(Σχ. 52)

Ἀσκήσεις. 78) Πόση εἶναι ἡ ἀπόκλισις τοῦ θερινοῦ καὶ πόση ἡ τοῦ χειμερινοῦ ἡλιοστασίου;

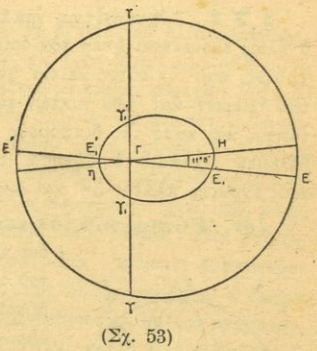
79) Πόση εἶναι ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ ἑκατέρου τῶν εἰρημένων σημείων;

80) Τίνες αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ σημείου γ;

81) Πόση εἶναι ἡ ἀπόκλισις τῶν σημείων ἑκατέρου τῶν τροπικῶν κύκλων;

82) Πόση εἶναι ἡ πολικὴ ἀπόστασις σημείου τινὸς τοῦ τροπικοῦ τοῦ Καρκίνου;

§ 76. Ὧραι τοῦ ἔτους.—Τὰ ἰσημερινὰ σημεῖα καὶ τὰ ἡλιοστάσια διαιροῦσι τὴν ἐκλειπτικὴν εἰς τέσσαρα ἴσα τόξα γΕ, Εγ', γ'Ε', Ε'γ (Σχ. 53). Οἱ χρόνοι, καθ' οὓς ὁ ἥλιος διανύει τὰ τόξα ταῦτα λέγονται κατὰ σειρὰν ***Ἔαρ, Θέρος, Φθινόπωρον, Χειμών,*** πάντες δὲ ὅμου ***ὧραι τοῦ ἔτους.*** Ἐπειδὴ τὰ τόξα γΕ, Εγ', γ'Ε', Ε'γ τῆς ἐκλειπτικῆς εἶναι προφανῶς προβολαὶ ἐπὶ τῆς οὐρ σφαίρας τῶν τόξων γ_1E_1, $E_1\gamma'_1$, $\gamma'_1E'_1$, $E'_1\gamma_1$, εἰς ἃ διαιρεῖται ἡ ἐλλειπτικὴ τροχιὰ τοῦ ἡλίου ὑπὸ τῆς ἰσημερινῆς γραμμῆς γγ' καὶ τῆς τῶν τροπῶν, αἱ διάρκειαι Ε, Θ, Φ, Χ τῶν ὡρῶν τοῦ ἔτους εἶναι ἀντιστοίχως ἴσαι πρὸς τοὺς χρόνους, καθ' οὓς ὁ ἥλιος διανύει κατὰ σειρὰν τὰ 4 ταῦτα τόξα τῆς τροχιᾶς αὐτοῦ. Ἐὰν δὲ ληφθῇ ὑπ' ὄψιν ὁ νόμος τῶν ἐμβαδῶν (§ 71) καθίσταται εὐνόητον ὅτι



(Σχ. 53)

$$\frac{(E_1\gamma_1\Gamma)}{E}=\frac{(E_1\gamma_1'\Gamma)}{\Theta}=\frac{(E'_1\Gamma\gamma'_1)}{\Phi}=\frac{(E'_1\Gamma\gamma_1)}{X}.$$ Ἀφ' ἑτέρου δὲ εἶναι

---

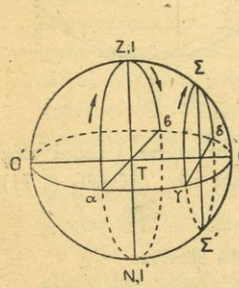
(1) Καὶ ἂν ἔτι ἦσαν ἴσα τὰ εἰς ἑκάστην ἀστρικὴν ἡμέραν διανυόμενα τόξα γα αβ, δδ κτλ. τὰ ἀντίστοιχα τόξα γε, εη, ηθ κτλ. τοῦ ἰσημερινοῦ θὰ ἦσαν ἄνισα. Πράγματι: ἀγομένων τῶν παραλλήλων τῷ ἰσημερινῷ τόξων αα', δδ' κ.τ.λ. προκύπτουσι τὰ τρίγωνα αγε, δαα', δδδ' κ.τ.λ., ἅτινα δύνανται νὰ ἐξομοιωθῶσι πρὸς ἐπίπεδα τρίγωνα καὶ ἑπομένως (αα')=(αβ).συν (α'αβ). Ἐπειδὴ δὲ ἡ γωνία α'αβ βαίνει ἐλαττουμένη τοῦ αα' ἀπομακρυνομένου τοῦ ἰσημερινοῦ καὶ μηδενίζεται εἰς τὸ Ε, ἕπεται ὅτι γε <αα' <δδ' ... Ἐπειδὴ δὲ προφανῶς αα' <εη, δδ' <ηθ.... ἕπεται κατὰ μείζονα λόγον ὅτι γε <εη <ηθ κτλ.

$(E_1\gamma'_1\Gamma)>(E_1\gamma_1\Gamma)>(E'_1\Gamma\gamma'_1)>(E'_1\Gamma\gamma_1)$, διότι οὔτε ἡ Γῆ κατέχει τὸ κέντρον τῆς ἐλλείψεως οὔτε ὁ μέγας ἄξων αὐτῆς συμπίπτει μετὰ γραμμῆς τῶν τροπῶν. Ἐκ τῶν προηγουμένων σχέσεων προκύπτει εὐκόλως ὅτι Θ>Ε>Φ>Χ, ἤτοι : ***αἱ ὧραι τοῦ ἔτους εἶναι ἄνισοι ἡ δὲ τάξις μεγέθους αὐτῶν ἀπὸ τῆς μεγίστης εἶναι ἡ ἀκόλουθος Θέρος, Ἔαρ, Φθινόπωρον, Χειμών.*** Πράγματι δὲ τὸ Ἔαρ ἄρχεται τὴν 21 Μαρτίου καὶ λήγει τὴν 21 Ἰουνίου διαρκοῦν οὕτω 92 ἡμέρας καὶ 19,7 ὥρας. Τὸ Θέρος ἄρχεται τὴν 21 Ἰουνίου καὶ λήγει τὴν 22 Σεπτεμβρίου διαρκοῦν 93 ἡμέρας καὶ 14,8 ὥρας. Τὸ Φθινόπωρον ἄρχεται τὴν 22 Σεπτεμβρίου καὶ λήγει τὴν 22 Δεκεμβρίου διαρκοῦν 89 ἡμέρας καὶ 18,7 ὥρας. Τέλος ὁ Χειμὼν ἄρχεται τὴν 22 Δεκεμβρίου καὶ λήγει τὴν 21 Μαρτίου διαρκῶν 89 ἡμέρας καὶ 0,6 ὥρας.

ΣΗΜ. Τὸ Ἔαρ καὶ τὸ Θέρος ὁμοῦ ἔχουσιν 7 ἡμέρας καὶ 15,2 ὥρας πλείονας τῶν τοῦ Φθινοπώρου καὶ Χειμῶνος. Ὥστε ὁ ἥλιος μένει ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαιρίῳ τοῦ οὐρανοῦ 7 ἡμέρας καὶ 15,2 ὥρας περισσότερον ἢ ἐν τῷ νοτίῳ.

§ **ΥΥ. Ἀνισότης ἡμερῶν καὶ νυκτῶν.**—Ὁ χρόνος, καθ' ὃν ὁ ἥλιος εὑρίσκεται ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα τόπου τινός, καλεῖται ***ἡμέρα,*** ὁ δὲ χρόνος, καθ' ὃν οὗτος κεῖται ὑπὸ τὸν ὁρίζοντα καλεῖται ***νύξ.*** Ἡ διάρκεια τῶν ἡμερῶν καὶ τῶν νυκτῶν εἶναι ἐν γένει διάφορος εἰς τοὺς διαφόρους τόπους καὶ κατὰ τὰς διαφόρους ὥρας τοῦ ἔτους. Πρὸς κατανόησιν τούτου θέλομεν ἐξετάσει τὸ ζήτημα τοῦτο διὰ τοὺς ἐν τῷ ἰσημερινῷ τόπους, διὰ τοὺς ἔχοντας πλάτος 38° καὶ διὰ τοὺς πόλους.

***1ον.* Τόποι τοῦ ἰσημερινοῦ.** Ὁ οὐρ. ἰσημερινὸς διερχόμενος διὰ τοῦ ζενὶθ (§ 43Β') παντὸς τόπου Τ (Σχ. 54) τοῦ ἰσημερινοῦ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν ὁρίζοντα αὐτοῦ· ὁμοίως δὲ καὶ πάντες οἱ παράλληλοι τῆς οὐρ. σφαίρας εἶναι κάθετοι ἐπὶ τὸν ὁρίζοντα τοῦτον. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον ὁ οὐρ. ἰσημερινὸς ὡς καὶ πάντες οἱ παράλληλοι διχοτομοῦνται ὑπὸ τοῦ ὁρίζοντος. Ὁ ἥλιος ὅθεν, ὡς καὶ πᾶς ἕτερος ἀστήρ, μένει ἴσον χρόνον ὑπὲρ καὶ ὑπὸ τὸν ὁρίζοντα. Εἰς τοὺς τόπους ἄρα τοῦ ἰσημερινοῦ ἡ ἡμέρα εἶναι πάντοτε ἴση μὲ τὴν νύκτα. Κατὰ τὴν 21 Μαρτίου καὶ 22 Σεπτεμβρίου ὁ ἥλιος μεσουρανεῖ εἰς τὸ ζενὶθ τῶν τόπων τοῦ ἰσημερινοῦ, κατὰ τὸ ἔαρ καὶ θέρος μεσουρανεῖ πρὸς βορρᾶν τοῦ ζενίθ, τὸ δὲ φθινόπωρον καὶ τὸν χειμῶνα πρὸς νότον αὐτοῦ εἰς μεγίστην ζενιθίαν ἀπόστασιν 23° 27'.

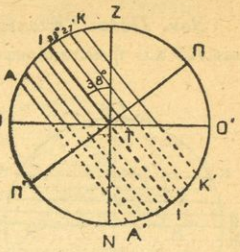


(Σχ. 54)

Ἡ τοιαύτη μορφὴ τῆς οὐρ. σφαίρας καλεῖται ***ὀρθὴ σφαῖρα,*** διότι ὁ οὐρ. ἰσημερινὸς καὶ οἱ παράλληλοι τέμνουσι καθέτως τὸν ὁρίζοντα.

2ον Τόπος ἔχων γ. πλάτος 38°. Ἔστω Τ (σχ. 55) τόπος τις ἔχων

γεωγ. πλάτος ΙΖ=38°, ΟΟ′ ὁ ὁρίζων καὶ ΠΖΠ′Ν ὁ μεσημβρινὸς αὐτοῦ. Τοῦ τόξου ΙΖ ὄντος ἴσου πρὸς 38° ἑκάτερον τῶν τόξων ΟΙ καὶ Ο′Ι′ ἰσοῦται πρὸς 90°—38°=52°. Ἐπειδὴ δὲ ἥλιος οὐδέποτε ἀφίσταται τοῦ ἰσημερινοῦ μεῖζον τῶν 23° 27′, οἱ ὑπ' αὐτοῦ γραφόμενοι παράλληλοι (¹) τέμνονται πάντες ὑπὸ τοῦ ὁρίζοντος ΟΟ′. Τὴν 21 Μαρτίου ὁ ἥλιος γράφει τὸν ἰσημερινόν, ὅστις διχοτομεῖται ὑπὸ τοῦ ὁρίζοντος παντὸς τόπου τῆς γῆς, διότι ἀμφότεροι εἶναι μέγιστοι κύκλοι τῆς οὐρ. σφαίρας. Ἡ ἡμέρα ἄρα εἶναι ἴση μὲ τὴν νύκτα εἰς ὅλους τοὺς τόπους τῆς γῆς. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ τὴν 22 Σεπτεμβρίου· ἐντεῦθεν δὲ καὶ τὸ ὄνομα ἰσημερία προῆλθεν. Κατὰ τὴν μεσημβρίαν ἑκατέρας τῶν ἡμερῶν τούτων ὁ ἥλιος μεσουρανεῖ εἰς ὕψος ΟΙ=90°—38°=52°.



(Σχ. 55)

Ἀπὸ τῆς 21 Μαρτίου μέχρι τῆς 21 Ἰουνίου οἱ ὑπὸ τοῦ ἡλίου γραφόμενοι παράλληλοι τέμνονται ὑπὸ τοῦ ὁρίζοντος εἰς τόξα ἄνισα, ὧν μεῖζον τὸ ἡμερήσιον, ἡ δὲ ὑπεροχὴ αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ νυκτερινοῦ βαίνει συνεχῶς αὐξανομένη καὶ γίνεται μεγίστη τὴν 21 Ἰουνίου, ὅτε ὁ ἥλιος γράφει τὸν τροπικὸν τοῦ Καρκίνου ΚΚ′. Ὥστε ἀπὸ τῆς 21 Μαρτίου μέχρι τῆς 21 Ἰουνίου αἱ ἡμέραι βαίνουσι σύνεχῶς μεγεθυνόμεναι, αἱ δὲ νύκτες βραχυνόμεναι. Τὴν 21 Ἰουνίου ἡ ἡμέρα γίνεται μεγίστη καὶ ἡ νὺξ ἐλαχίστη. Ἀπὸ τῆς 21ης Ἰουνίου μέχρι τῆς 22 Σεπτεμβρίου ὁ ἥλιος γράφει τοὺς αὐτοὺς πάλιν παραλλήλους ἀλλὰ κατ' ἀντίστροφον τάξιν· αἱ ἡμέραι ἄρα βαίνουσι βραχυνόμεναι καὶ αἱ νύκτες μεγεθυνόμεναι, μέχρις οὗ τὴν 22 Σεπτεμβρίου ἡ ἡμέρα καταστῇ ἴση πρὸς τὴν νύκτα. Ἀπὸ τῆς 22 Σεπτεμβρίου αἱ ἡμέραι βραχύνονται καὶ αἱ νύκτες μεγεθύνονται μέχρις τῆς 21 Δεκεμβρίου, ὅτε ἡ ἡμέρα γίνεται ἐλαχίστη, ἡ δὲ νὺξ μεγίστη. Ἔκτοτε μέχρι τῆς 21 Μαρτίου αἱ ἡμέραι βαίνουσι συνεχῶς μεγεθυνόμεναι καὶ αἱ νύκτες βραχυνόμεναι, μέχρις οὗ πάλιν ἡ ἡμέρα καταστῇ ἴση πρὸς τὴν νύκτα. Τὸ ὕψος τοῦ ἡλίου κατὰ τὴν μεσημβρίαν ἑκάστης ἡμέρας εἶναι 52°+δ, ἔνθα δ εἶναι ἡ τοῦ ἡλίου ἀπόκλισις κατὰ τὴν θεωρουμένην ἡμέραν.

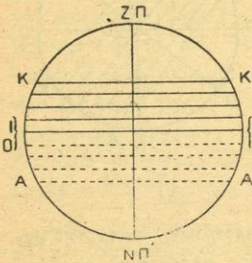
Ἡ μορφὴ αὕτη τῆς οὐρ. σφαίρας καλεῖται ***ἐγκεκλιμένη σφαῖρα***, διότι τὰ ἐπίπεδα τοῦ οὐρ. ἰσημερινοῦ καὶ τῶν παραλλήλων τέμνουσι πλαγίως τὸ ἐπίπεδον τοῦ ὁρίζοντος.

ΣΗΜ. Ἀνάλογα φαινόμενα συμβαίνουσιν εἰς πάντας τοὺς τόπους, ὧν τὸ γεωγρ. πλάτος εἶναι μικρότερον τῶν 66° 33′. Εἰς τοὺς ἀντιστοίχους τόπους τοῦ νοτίου ἡμι-

(1) Κυρίως ὁ ἥλιος γράφει ἐν τῷ οὐρανῷ ἑλικοειδῆ καμπύλην· ἡ καθ' ἑκάστην ὅμως ἡμέραν γραφομένη σπεῖρα ταύτης εἶναι σχεδὸν παράλληλος τῷ ἰσημερινῷ.

σφαιρίου τὰ φαινόμενα ταῦτα συμβαίνουσιν ἀντιστρόφως, ἤτοι αἱ ἡμέραι βραχύνονται καὶ αἱ νύκτες μεγεθύνονται ἀπὸ τῆς 21 Μαρτίου μέχρι τῆς 21 Ἰουνίου κτλ.

Ζον. Πόλοι. Ἑκατέρου τῶν πόλων ὁ ὁρίζων συμπίπτει μετὰ τοῦ ἰσημερινοῦ καὶ ἡ κατακόρυφος μετὰ τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου (§ 43). Ὁ ἥλιος λοιπὸν (ὡς καὶ οἱ λοιποὶ ἀστέρες) κινεῖται ἐπὶ κύκλων παραλλήλων τῷ ὁρίζοντι ἑκατέρου τῶν πόλων καὶ ὑπὲρ ἢ ὑπ' αὐτὸν κειμένων (Σχ. 56). Οὕτως ἀπὸ τῆς 21 Μαρτίου μέχρι τῆς 22 Σεπτεμβρίου, ὅτε ἡ ἀπόκλισις τοῦ ἡλίου εἶναι θετική, εὑρίσκεται οὗτος ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα τοῦ βορείου πόλου καὶ ὑπὸ τὸν τοῦ νοτίου, ἀπὸ δὲ τῆς 22 Σεπτεμβρίου μέχρι τῆς 21 Μαρτίου κεῖται ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα τοῦ νοτίου πόλου καὶ ὑπὸ τὸν τοῦ βορείου. Ἑκάτερος λοιπὸν τῶν πόλων ἔχει μίαν ἡμέραν διαρκείας 6 μηνῶν καὶ μίαν ἰσόχρονον νύκτα.



(Σχ. 56)

Ἡ μορφὴ αὕτη τῆς οὐρ. σφαίρας καλεῖται ***παράλληλος σφαῖρα***, διότι οἱ ὑπὸ τῶν ἀστέρων γραφόμενοι παράλληλοι κύκλοι τῆς οὐραν. σφαίρας εἶναι παράλληλοι πρὸς τὸν ὁρίζοντα.

ΣΗΜ. Αἱ μακραὶ νύκτες ἑκατέρου τῶν πόλων βραχύνονται ἕνεκα τοῦ λυκαυγοῦς καὶ λυκόφωτος καὶ ἕνεκα τῆς παρουσίας ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα αὐτῶν τμήματος τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου χρόνον τινὰ πρὸ καὶ μετὰ τὴν 21 Μαρτίου καὶ 22 Σεπτεμβρίου.

Ἀσκήσεις: 83) Πόσον εἶναι τὸ μεγ. ὕψος, εἰς ὃ μεσουρανεῖ ὁ ἥλιος ἐν τῷ τόπῳ, οὗ $\varphi = 38^0$ καὶ πότε συμβαίνει τοῦτο;

84) Πόσον τὸ ἐλάχιστον ὕψος, εἰς ὃ μεσουρανεῖ ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ ὁ ἥλιος καὶ πότε τοῦτο συμβαίνει;

85) Εἰς τίνας τόπους κατὰ τὴν θερινὴν τροπὴν τὸ κέντρον τοῦ ἡλίου ἅπτεται τοῦ ὁρίζοντος κατὰ τὴν κάτω αὐτοῦ μεσουράνησιν;

86) Ὅταν ἡ ἀπόκλισις τοῦ ἡλίου εἶναι 20^0, οὗτος μεσουρανεῖ ἄνω εἰς ὕψος $23^0\ 27'$ ἔν τινι τόπῳ. Πόσον εἶναι τὸ γεωγρ. πλάτος τοῦ τόπου τούτου; (§ 43 Β').

87) Τίς σχέσις πρέπει νὰ ὑφίσταται μεταξὺ τοῦ γεωγρ. πλάτους φ τόπου τινὸς καὶ τῆς ἀποκλίσεως δ τοῦ ἡλίου, ἵνα ἐν αὐτῷ τὸ λυκόφως διαρκῇ ἐνίοτε καθ' ὅλην τὴν νύκτα; Εἰς τίνας τόπους οὐδέποτε συμβαίνει τοῦτο; ($\varphi + \delta > 72^0$).

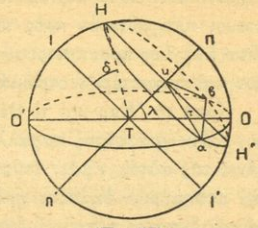
88) Πόση εἶναι ἡ κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησιν τοῦ κέντρου τοῦ ἡλίου ζενιθία αὐτοῦ ἀπόστασις, ὅταν ἡ ἀπόκλισις αὐτοῦ εἶναι δ ἐν τόπῳ ἔχοντι γεωγραφικὸν πλάτος φ; ($\varphi - \delta$).

* § **78. Εὕρεσις τῆς διαρκείας τῆς ἡμέρας καὶ τῆς νυκτός.**—Ἔστω Τ τόπος ἔχων γ. πλάτος λ καὶ ΗΗ' ὁ ὑπὸ τοῦ ἡλίου γραφόμενος παράλληλος, ὅταν ἡ ἀπόκλισις αὐτοῦ εἶναι $\widehat{IH} = \delta$. Ἐπειδὴ ὁ παράλληλος οὗτος διαγράφεται ὑπὸ τοῦ Ἡλίου ὁμαλῶς κινουμένου (§ 10, νόμος 2ος), αἱ διάρκειαι η τῆς ἡμέρας καὶ ν τῆς νυκτὸς εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰ

τόξα αΗβ καὶ αΗ'β τοῦ παραλλήλου τούτου, ἤτοι $\frac{\eta}{\nu} = \frac{\text{τόξ αΗβ}}{\text{τόξ αΗ'β}}$. Προσθέτοντες 1 εἰς ἀμφότερα τὰ μέλη αὐτῆς εὑρίσκομεν

$$\frac{\eta+\nu}{\nu} = \frac{\text{τοξ αΗβ}+\text{τόξ αΗ'β}}{\text{τοξ αΗ'β}} \text{ ἢ } \frac{24}{\nu} = \frac{360^0}{\text{τοξ αΗ'β}},$$

$$\text{ὅθεν } \nu = \frac{\text{τοξ αΗ'β}}{360^0} \cdot 24 \qquad (1)$$



(Σχ. 57)

Ὁμοίως εὑρίσκομεν ὅτι: $\eta = \frac{\text{τοξ αΗβ}}{360^0} \cdot 24.$

Ἤδη παρατηροῦντες ὅτι τὸ τρίγωνον ακτ εἶναι ὀρθογώνιον εἰς τὸ τ συνάγομεν ὅτι :

$$(\text{κτ}) = (\text{κα})\text{συν}\widehat{\text{ακτ}} = (\text{κα})\text{συν τοξ } \frac{\text{αΗ'β}}{2}, \text{ ὅθεν}$$

$$\text{συν τοξ } \frac{\text{αΗ'β}}{2} = \frac{(\text{κτ})}{(\text{κα})} \qquad (2)$$

Ἀλλ' ἐκ τῶν ὀρθ. τριγώνων Τκτ καὶ ΤκΗ προκύπτουσιν αἱ ἰσότητες (κτ)= (Τκ) ἐφλ καὶ (κα)=(κΗ)=(Τκ) σφδ, ὧν ἕνεκα ἡ ἰσότης (2) γίνεται :

$$\text{συν τοξ } \frac{\text{αΗ'β}}{2} = \text{ἐφλ. ἐφδ.} \qquad (3)$$

Ἐπειδὴ δὲ $\frac{\text{αΗ'β}}{2} + \frac{\text{αΗβ}}{2} = 180^0$, ἕπεται ὅτι: $\text{συν τοξ } \frac{\text{αΗβ}}{2} = -\text{ἐφλ.ἐφδ.}$

Ὁριζομένων ἐκ τῶν ἰσοτήτων (3) τῶν τόξων αΗ'β καὶ αΗβ, ὁρίζονται εἶτα ἐκ τῶν (1) ἡ διάρκεια ν καὶ η τῆς νυκτὸς καὶ τῆς ἡμέρας.

* *Ἐφαρμογαί.* 89) Πόση εἶναι ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας εἰς τόπον ἔχοντα πλάτος 45⁰ κατὰ τὴν θερινὴν τροπήν ;

90) Πόση εἶναι ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας εἰς τοὺς τόπους τοῦ τροπικοῦ τοῦ Καρκίνου κατὰ τὴν θερινὴν τροπήν;

91) Πόση εἶναι ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας εἰς τοὺς τόπους τοῦ β. πολικοῦ κύκλου κατὰ τὴν θερινὴν τροπήν;

92) Πόση εἶναι ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας εἰς τοὺς τόπους τοῦ τροπικοῦ τοῦ Αἰγόκερω κατὰ τὴν θερινὴν καὶ πόση κατὰ τὴν χειμερινὴν τροπήν ;

§ 79. Μεταβολὴ τῆς θερμοκρασίας ἐν ἑκάστῳ τόπῳ.— Πάντες γνωρίζομεν ὅτι ἐν τῇ χώρᾳ ἡμῶν ἡ θερμοκρασία εἶναι διάφορος κατὰ τὰς διαφόρους ὥρας τοῦ ἔτους οὖσα μεγίστη μὲν κατὰ τὸ θέρος ἐλαχίστη δὲ τὸν χειμῶνα. Τοῦτο συμβαίνει εἰς πάντα τόπον τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου τῆς γῆς.

Αἰτία τῆς ἀνισότητος ταύτης τῆς θερμοκρασίας ἑκάστου τόπου εἶναι ἡ διάφορος τῆς ἡμέρας διάρκεια καὶ τὸ ὕψος τοῦ ἡλίου ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα τοῦ τόπου. Πράγματι, κατὰ τὰς μακρὰς τοῦ θέρους ἡμέρας τὸ ἔδαφος δέχεται παρὰ τοῦ ἡλίου μεῖζον ποσὸν θερμότητος ἢ κατὰ τὰς βραχείας ἡμέρας τοῦ χειμῶνος. Πρὸς δὲ ἡ νυκτερινὴ τῆς θερμότητος ἀκτινοβολία διαρκεῖ ὀλιγώτερον τὸ θέρος ἢ τὸν χειμῶνα, οὗ αἱ νύκτες εἶναι λίαν μακραί.

Πλὴν δὲ τούτων κατὰ τὸ θέρος ὁ ἥλιος ἀνέρχεται περισσότερον ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα ἡμῶν ἢ τὸν χειμῶνα, αἱ δὲ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες προσπίπτουσιν ἐπὶ τοῦ ἐδάφους ὑπὸ γωνίαν ὀλίγον διαφέρουσαν τῆς ὀρθῆς καὶ τούτου ἕνεκεν θερμαίνουσιν αὐτὸ περισσότερον ἢ τὸν χειμῶνα, ὅτε αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες πίπτουσι πλαγιώτερον πρὸς τὸν ὁρίζοντα. Ἱκανὸν δὲ μέρος τῆς θερμότητος τῶν οὕτω πλαγίως προσπιπτουσῶν ἀκτίνων ἀπορροφᾶται καὶ ὑπὸ τῶν κατωτέρων τῶν καὶ πυκνοτέρων στρωμάτων τῆς ἀτμοσφαίρας, δι' ὧν αὗται διέρχονται.

Κατὰ τὸ Ἔαρ καὶ τὸ Θέρος, τοῦ ἡλίου τοὺς αὐτοὺς καὶ κατ' ἀντίστροφον τάξιν γράφοντος παραλλήλους (§ 77, 2ον) ἡ διάρκεια τῶν ἡμερῶν λαμβάνει τὰς αὐτὰς τιμάς, τοῦτο δὲ συμβαίνει καὶ διὰ τὸ ὕψος τοῦ ἡλίου κατὰ τὴν μεσημβρίαν ἑκάστης ἡμέρας. Ἔπρεπε λοιπὸν κατ' ἀμφοτέρας τὰς ὥρας ταύτας ἕκαστος τόπος νὰ ἔχῃ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ὅπερ ὡς γνωρίζομεν, δὲν συμβαίνει. Αἰτία τούτου εἶνε ἡ ἀκόλουθος.

Τοῦ χειμῶνος λήξαντος ἐπὶ τοῦ ψυχροῦ ἐδάφους τῶν τόπων τοῦ ἡμετέρου ἡμισφαιρίου προστίθεται καθ' ἑκάστην θερμότης βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον αὐξανομένη, ἧς ἕνεκα τοῦ θέρους ἀρχομένου ἡ Γῆ εἶναι ἤδη ἀρκούντως θερμή. Ἡ δὲ νέα ποσότης θερμότητος, ἣν κατὰ τὸ θέρος δέχεται συντελεῖ εἰς τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας, ὑπὲρ τὴν κατὰ τὸ ἔαρ. Εἰς ἀνάλογον αἰτίαν ὀφείλεται καὶ ἡ μείζων κατὰ τὸ Φθινόπωρον ἢ τὸν χειμῶνα θερμοκρασία.

Ὁμοίως ἐξηγεῖται διατὶ θερμοτέρα ἡμέρα δὲν εἶναι ἡ 21 Ἰουνίου οὐδὲ ψυχροτέρα ἡ 21 Δεκεμβρίου, ἀλλ' ἡ μὲν θερμοτέρα ἡμέρα σημειοῦται περὶ τὴν 21 Ἰουλίου, ἡ δὲ ψυχροτέρα περὶ τὰ μέσα Ἰανουαρίου. Ἐπίσης ἡ μεγίστη τῆς ἡμέρας θερμοκρασία δὲν παρατηρεῖται κατὰ τὴν μεσημβρίαν ἀλλὰ βραδύτερον περὶ τὰς 2 ὥρας.

§ **80. Διανομὴ τῆς θερμοκρασίας.** Ἡ θερμοκρασία πάντων τῶν τόπων τῆς Γῆς δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν. Αἰτία τούτου εἶναι τὸ γεωγρ. πλάτος καὶ τὸ ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης ὕψος τοῦ τόπου.

Α΄. Ἐν οἷς τόποις τὸ γεωγρ. πλάτος εἶναι μικρότερον τῶν 23° 27΄, ὁ ἥλιος μεσουρανεῖ καὶ κατὰ τὸν χειμῶνα ἀκόμη πλησίον τοῦ ζενίθ. Εἶναι ὅθεν εὐνόητον ὅτι ἐπὶ τοῦ ἐδάφους τῶν τόπων τούτων προσπίπτουσιν αἱ ἀκτῖνες καὶ κατὰ τὸν χειμῶνα ὑπὸ γωνίαν ὀλίγον τῆς ὀρθῆς διαφέρουσαν καὶ κατ' ἀκολουθίαν μέγα παρέχουσιν αὐτῇ ποσὸν θερμότητος. Εἰς τοὺς τόπους, ὧν τὸ γεωγρ. πλάτος εἶναι μεῖζον τῶν 23° 27΄, ὁ ἥλιος μεσουρανεῖ χαμηλώτερον τοῦ ζενίθ, αὐξανομένης τῆς μεσημβρινῆς ζενιθίας ἀποστάσεως αὐτοῦ μετὰ τοῦ Γεωγρ. πλάτους τοῦ τόπου. Ἐπὶ τῶν τοιούτων λοιπὸν τόπων αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες προσπίπτουσι πλαγίως ἐπὶ τοῦ ἐδάφους καὶ μάλιστα πλαγιώτερον ἐπὶ τῶν ἐχόντων μεῖζον γεωγ. πλάτος. Ἡ παρεχομένη ἄρα ἡλιακὴ θερμότης βαίνει ἐλαττουμένη τοῦ γεωγρ. πλάτους αὐξανομένου.

Εἰς τὰς περὶ τοὺς πόλους χώρας διὰ τὸν λόγον τοῦτον ἡ παρεχομένη θερμότης εἶνε ἐλαχίστη.

Β΄. Ἡ φυσικὴ διδάσκει ὅτι ἱκανὸν μέρος τῆς ὑπὸ τοῦ ἡλίου παρεχομέ-

νης τῇ γῇ θερμότητος ἀκτινοβολεῖται εἰς τὸ ἀχανὲς περὶ ἡμᾶς διάστημα. Τὸ ἀκτινοβολούμενον τοῦτο μέρος τῆς θερμότητος εἶναι μεῖζον διὰ τοὺς ὑψηλότερον τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης κειμένους τόπους, διότι τὰ ὑπερκείμενα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας, ὡς ἀραιότερα, ὀλιγωτέραν ἀντιτάσσουσιν εἰς τὴν ἀκτινοβολίαν τῆς θερμότητος ἀντίστασιν. Ἐκ διαφόρων λοιπὸν τόπων τὸ αὐτὸ γεωγ. πλάτος ἐχόντων οἱ ὑψηλότερον κείμενοι ὑφίστανται μείζονα ἀπώλειαν θερμότητος καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἡ θερμοκρασία αὐτῶν εἶναι χαμηλοτέρα.

§ **81. Ζῶναι τῆς γῆς.** Οἱ γήϊνοι παράλληλοι, ἑκάτερος τῶν ὁποίων ἀπέχει ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ 23° 27′ καλοῦνται ***τροπικοὶ κύκλοι.***

Τούτων ὁ μὲν ἐν τῷ βορείῳ τῆς γῆς ἡμισφαιρίῳ κείμενος καλεῖται ***τροπικὸς τοῦ Καρκίνου***, ὁ δὲ ἐν τῷ νοτίῳ ***τροπικὸς τοῦ Αἰγόκερω.*** (Σχ.58).

Οἱ γήϊνοι παράλληλοι, ὧν ἑκάτερος ἀπέχει ἀπό τινος τῶν πόλων τῆς γῆς 23° 27′ καλοῦνται ***πολικοὶ κύκλοι***, βόρειος ὁ μὲν καὶ νότιος πολικὸς κύκλος ὁ ἕτερος.

Οἱ τροπικοὶ καὶ πολικοὶ κύκλοι τῆς γῆς διαιροῦσι τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῆς εἰς τὰς ἀκολούθους πέντε ζώνας.

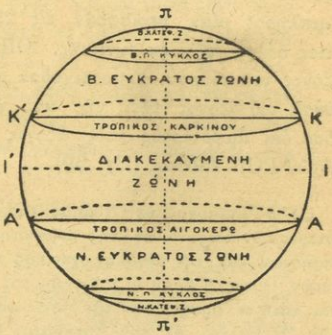
1η. Διακεκαυμένη ζώνη. Οὕτω καλεῖται ἡ μεταξὺ τῶν τροπικῶν κύκλων τῆς γῆς περιεχομένη ἐπιφάνεια αὐτῆς.

2α. Βόρειος εὔκρατος ζώνη, Οὕτω καλεῖται ἡ μεταξὺ τοῦ τροπικοῦ τοῦ Καρκίνου καὶ τοῦ βορείου πολικοῦ κύκλου περιεχομένη ἐπιφάνεια τῆς γῆς.

3η. Νότιος εὔκρατος ζώνη. Οὕτω καλεῖται ἡ μεταξὺ τοῦ τροπικοῦ τοῦ Αἰγόκερω καὶ τοῦ νοτίου πολικοῦ κύκλου περιεχομένη ἐπιφάνεια τῆς γῆς.

4η. Βόρειος κατεψυγμένη ζώνη. Οὕτω καλεῖται ἡ μεταξὺ τοῦ βορείου πόλου καὶ τοῦ βορείου πολικοῦ κύκλου περιεχομένη ἐπιφάνεια τῆς γῆς.

5η. Νότιος κατεψυγμένη ζώνη. Οὕτω καλεῖται ἡ μεταξὺ τοῦ νοτίου πόλου καὶ τοῦ νοτίου πολικοῦ κύκλου περιεχομένη ἐπιφάνεια τῆς γῆς.



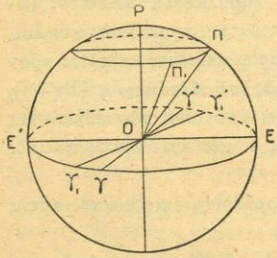
(Σχ. 58).

Ἡ θερμοκρασία τῶν τόπων τῶν διαφόρων τούτων ζωνῶν εἶναι κατὰ τὴν αὐτὴν ἐποχὴν διάφορος. Τὴν μείζονα θερμοκρασίαν ἔχουσιν οἱ τόποι τῆς διακεκαυμένης ζώνης, ὧν τὸ γ. πλάτος δὲν ὑπερβαίνει τὰς 23° 27′, καὶ τὴν ἐλάσσονα οἱ τῶν κατεψυγμένων ζωνῶν, ὧν τὸ γ. πλάτος εἶναι μείζον τῶν 66° 33′

§ **82. Μετάπτωσις τῶν ἰσημερινῶν σημείων. — Ἀποτελέσματα αὐτῆς.** — Ὁ μέγας τῆς ἀρχαιότητος (2ου π. χ. αἰῶνος)

Ἕλλην ἀστρονόμος Ἵππαρχος (¹) συγκρίνας τὰς θέσεις τῶν ἀστέρων, οἵτινες ἦσαν ἀναγεγραμμένοι εἰς καταλόγους προγενέστερον αὐτοῦ συνταχθέντας, πρὸς ἐκείνας τὰς ὁποίας οὗτοι ἐπὶ τῆς ἐποχῆς αὐτοῦ κατεῖχον, παρατήρησεν ὅτι ἐν ᾧ τὰ πλάτη αὐτῶν ἔμειναν σχεδὸν ἀμετάβλητα, τὰ μήκη εἶχον αὐξηθῇ κατὰ τὴν αὐτὴν πάντα ποσότητα ἀντιστοιχοῦσαν εἰς ἐτησίαν αὔξησιν κατὰ 50″, 26.

Ἡ αὔξησις αὕτη τῶν μηκῶν ὀφείλεται εἰς βραδεῖαν (50″, 26 ἐτησίως) κατὰ τὴν ἀνάδρομον φορὰν κίνησιν τῶν ἰσημερινῶν σημείων, ὧν τὸ γ λαμβάνεται, ὡς γνωστὸν (§ 27), ὡς ἀρχὴ τῆς μετρήσεως τῶν μηκῶν. Ἡ τοι αὕτη τῶν ἰσημερινῶν σημείων κίνησις καλεῖται **μετάπτωσις** αὐτῶν καὶ ὀφείλεται εἰς τὴν ἀκόλουθον αἰτίαν.



(Σχ. 59)

Ἡ ἕλξις τοῦ Ἡλίου καὶ ἐν μέρει τῆς Σελήνης ἐπὶ τοῦ γηΐνου ἰσημερινοῦ ἐξογκώματος προκαλεῖ βραδεῖάν τινα κίνησιν τῆς γῆς, συνεπείᾳ τῆς ὁποίας ὁ ἄξων αὐτῆς στρέφεται βραδέως κατὰ τὴν ἀνάδρομον φορὰν περὶ τὸν ἄξονα τῆς ἐκλειπτικῆς, μεθ᾽ οὗ σχηματίζει γωνίαν ἴσην πρὸς τὴν λόξωσιν τῆς ἐκλειπτικῆς, καὶ συμπληροῖ μίαν περιφορὰν εἰς 25816 ἔτη περίπου. Ἔστω ἤδη Ρ ὁ βόρειος πόλος τῆς ἐκλειπτικῆς, ΟΠ ἡ κατά τινα στιγμὴν διεύθυνσις τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου ἀντιστοιχοῦσα εἰς τὴν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν διεύθυνσις τοῦ ἄξονος τῆς γῆς καὶ γογ' ἡ ἰσημερινὴ γραμμή, ἥτις κάθετος οὖσα ἐπὶ ἀμφοτέρους τοὺς ἄξονας ΟΡ καὶ ΟΠ εἶναι καὶ ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον αὐτῶν ΡΟΠ κάθετος (Σχ. 59).

---

(1) Ὁ Ἵππαρχος ἐκ Νικαίας τῆς Βιθυνίας καταγόμενος θεωρεῖται ὁ ἐνδοξότερος τῶν ἀστρονόμων τῆς ἀρχαιότητος διά τε τὸν μέγαν ἀριθμὸν τῶν παρατηρήσεων καὶ τὴν μεγάλην σχετικῶς πρὸς τὰ μέσα, ἅτινα διέθετεν, ἀκρίβειαν αὐτῶν. Οὕτω τῇ βοηθείᾳ τοῦ γνώμονος εὗρεν ὅτι ἡ διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους ἦτο κατά τι βραχυτέρα τῆς τότε παραδεδεγμένης διαρκείας τῶν 365, 25 ἡμερῶν. Ἡ μελέτη δὲ τοῦ ζητήματος τῆς διαρκείας τοῦ ἔτους ἤγαγεν αὐτὸν εἰς τὴν ἀνακάλυψιν τῆς ἀνισότητος τῶν ὡρῶν τοῦ ἔτους καὶ τὸν καθορισμὸν τῆς διαρκείας ἑκάστης τούτων. Πρῶτος δὲ ὁ Ἵππαρχος ἐδίδαξε τὸν προσδιορισμὸν τῆς θέσεως τόπου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς διὰ τῶν γεωγρ. συντεταγμένων αὐτοῦ.

Αἱ ἐπὶ τῆς Σελήνης παρατηρήσεις ἦσαν ἐπίσης λίαν γόνιμοι εἰς ἀνακαλύψεις. Καθώρισε μετὰ πολλῆς ἀκριβείας τὴν διάρκειαν τῆς συνοδικῆς καὶ ἀστρικῆς περιφορᾶς αὐτῆς, τὸ ἀμετάβλητον τῆς κλίσεως τῆς τροχιᾶς αὐτῆς πρὸς τὴν ἐκλειπτικὴν καὶ τὰς μεταβολὰς τῆς λοξώσεως τῆς ἐκλειπτικῆς. Αὐτὸς πρῶτος συνέταξε συστηματικὸν κατάλογον ἀστέρων, ἐν ᾧ ἀναγράφονται χίλιοι ἀστέρες. Ἡ ἐργασία δὲ αὕτη ἔδωκεν ἀφορμὴν εἰς τὴν ἀνακάλυψιν τῆς μεταπτώσεως τῶν ἰσημερινῶν σημείων.

Ἐὰν μετά τινα χρόνον συνεπείᾳ τῆς ῥηθείσης κινήσεως τῆς Γῆς ὁ ἄξων τοῦ κόσμου λάβῃ τὴν διεύθυνσιν ΟΠ$_1$ δυτικώτερον τῆς προηγουμένης, ἡ ἰσημερινὴ γραμμὴ μένουσα πάντοτε κάθετος ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τῶν δύο ἀξόνων θὰ λάβῃ ἑτέραν θέσιν γ$_1$ογ$'_1$ κάθετον ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον ΡΟΠ$_1$ καὶ οὕτω ἑκάτερον τῶν ἰσημερινῶν σημείων γ καὶ γ΄ μετατοπίζεται δυτικώτερον.

Ἡ μετάπτωσις τῶν ἰσημερινῶν σημείων προκαλεῖ τὰ ἀκόλουθα ἀποτελέσματα.

α΄) ***Μετάπτωσις τῶν ἰσημεριῶν.*** Ἕνεκα τῆς μεταπτώσεως ὁ Ἥλιος κινούμενος ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν συναντᾷ τὸ γ εἰς θέσιν τινὰ γ$_1$ κειμένην κατὰ 50″, 26 δυτικώτερον τῆς θέσεως, ἣν τοῦτο κατεῖχε κατὰ τὴν προηγουμένην δι' αὐτοῦ διάβασιν τοῦ Ἡλίου· ὅμοιον φαινόμενον συμβαίνει καὶ διὰ τὸ γ΄. Ὥστε καθ' ἑκάστην ἰσημερίαν (§ 72) ὁ ἥλιος εὑρίσκεται κατὰ 50″, 26 δυτικώτερον τῆς θέσεως, ἣν κατεῖχε κατὰ τὴν προηγουμένην ὁμώνυμον ἰσημερίαν Τούτου ἕνεκα ὁ μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ὁμωνύμων ἰσημεριῶν χρόνος εἶναι κατά τι μικρότερος ἐκείνου, ὃν χρειάζεται ὁ ἥλιος ὅπως ἐπανέλθῃ εἰς τὸ αὐτὸ ἀκίνητον σημεῖον τῆς τροχιᾶς του. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ***μετάπτωσις τῶν ἰσημεριῶν.***

β΄) ***Μετάπτωσις τῶν Ζῳδίων.*** Ἀπὸ τῆς ἐποχῆς τοῦ Ἱππάρχου μέχρι σήμερον τὸ σημεῖον γ μετετοπίσθη πρὸς δυσμὰς κατὰ 28^0, ἤτοι κατὰ ἓν περίπου δωδεκατημόριον· τούτου ἕνεκα τὸ ζῴδιον τοῦ ζῳδιακοῦ, ἐφ' οὗ ἐπὶ Ἱππάρχου ἔκειτο ὁ ἀστερισμὸς τοῦ Κριοῦ καὶ ὅπερ διὰ τοῦτο καλεῖται ζῴδιον τοῦ Κριοῦ, μετετοπίσθη ἤδη πρὸς δυσμὰς καὶ ἐπ' αὐτοῦ κεῖται σήμερον ὁ ἀστερισμὸς τῶν ἰχθύων· ὁμοίως ἐπὶ τοῦ ζῳδίου τοῦ Ταύρου μετακινηθέντος πρὸς δυσμὰς κεῖται σήμερον ὁ ἀστερισμὸς τοῦ Κριοῦ κλπ.

Ἡ τοιαύτη τῶν ζῳδίων τοῦ ζῳδιακοῦ ἔξοδος τῶν ὁμωνύμων ἀστερισμῶν καλεῖται ***μετάπτωσις τῶν ζῳδίων.***

γ΄ ***Μετάθεσις τῶν πόλων.*** Ἡ περὶ τὸν ἄξονα τῆς ἐκλειπτικῆς στροφὴ τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου προκαλεῖ προφανῶς μετάθεσιν τῶν πόλων τοῦ Οὐρανοῦ, ὧν ἕκαστος ἐπανέρχεται εἰς τὴν θέσιν, ἣν κατά τινα στιγμὴν κατέχει μετὰ 25816 ἔτη περίπου. Οὕτω πρὸ 4000 ἐτῶν ὁ Β. πόλος ἔκειτο πλησίον τοῦ α τοῦ Δράκοντος, ὅστις τότε ἦτο πολικὸς ἀστήρ, σήμερον δὲ ἀπέχει περίπου 1^{0}10′ ἀπὸ τοῦ α τῆς μικρᾶς ἄρκτου, πρὸς ὃν ἐπὶ 200 ἀκόμη ἔτη θὰ πλησιάζῃ καὶ θὰ φθάσῃ εἰς ἀπόστασιν 27′ 5″· εἶτα θὰ ἀρχίσῃ ἀπομακρυνόμενος αὐτοῦ καὶ μετὰ 8000 ἔτη πολικὸς θὰ εἶναι ὁ α τοῦ Κύκνου, μετὰ δὲ 12000 ἔτη θὰ εἶναι τοιοῦτος ὁ Βέγας.

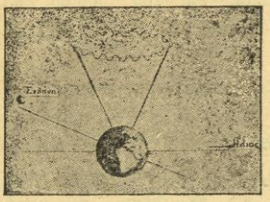
δ΄. ***Ἀλλαγὴ τῆς ὄψεως τοῦ ἐνάστρου οὐρανοῦ.*** Ἡ μεταβολὴ τῆς θέσεως τῶν πόλων προκαλεῖ ἐν ἑκάστῳ τόπῳ βραδεῖαν μεταβολὴν τῆς ὄψεως τοῦ ἐνάστρου οὐρανοῦ. Διότι ἀστέρες ἀφανεῖς ἢ ἀειφανεῖς πρότερον

δύνανται σὺν τῷ χρόνῳ αὐξανομένης τῆς ἀπὸ τοῦ ἐγγυτέρου πόλου ἀποστάσεως αὐτῶν νὰ ἀνατέλλωσι καὶ δύωσιν ἢ καὶ τἀνάπαλιν ἀστέρες ἀνατέλλοντες καὶ δύοντες νὰ καταστῶσιν σὺν τῷ χρόνῳ ἀειφανεῖς ἢ ἀφανεῖς.

ε') ***Μεταβολὴ τῆς διαρκείας τῶν ὡρῶν τοῦ ἔτους.*** Γνωρίζομεν (§ 76) ὅτι ἡ διάρκεια ἑκάστης τῶν ὡρῶν τοῦ ἔτους ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἀμοιβαίας θέσεως τῆς ἰσημερινῆς γραμμῆς γγ' καὶ τῆς γραμμῆς τῶν ἀψίδων ηΗ (Σχ. 53). Ἀλλ' ἐπειδὴ ἕνεκα τῆς μεταπτώσεως, ἡ ἰσημερινὴ γραμμὴ στρέφεται κατὰ τὴν ἀνάδρομον φορὰν κατὰ 50″,26 ἐτησίως, ἀφ' ἑτέρου δὲ (§ 72) ἡ γραμμὴ τῶν ἀψίδων στρέφεται κατὰ 11″,7 ἐτησίως καὶ κατὰ τὴν ὀρθὴν φοράν, ἕπεται ὅτι αἱ δύο αὗται γραμμαὶ πλησιάζουσιν ἀλλήλας κατὰ γωνίαν 61″,96 ἐτησίως, ἡ δὲ διάρκεια ἑκάστης τῶν ὡρῶν τοῦ ἔτους καὶ αἱ πρὸς ἀλλήλας σχέσεις τῆς διαρκείας αὐτῶν μεταβάλλονται. Οὕτω κατὰ τὸ ἔτος 1251 ἡ γραμμὴ τῶν ἀψίδων συνέπιπτε μὲ τὴν γραμμὴν τῶν ἡλιοστασίων, ἤτοι ἐσχημάτιζε μὲ τὴν ἰσημερινὴν γραμμὴν γωνίαν 270° μετρουμένην ἀπὸ τοῦ γ κατὰ τὴν ὀρθὴν φοράν. Τότε δὲ κατὰ τὸν νόμον τῶν ἐμβαδῶν ἡ διάρκεια τοῦ ἔαρος ἦτο ἴση πρὸς τὴν τοῦ θέρους, ἡ δὲ τοῦ φθινοπώρου ἦτο ἴση πρὸς τὴν τοῦ χειμῶνος.

Μετὰ 4800 δὲ ἔτη περίπου ἡ γραμμὴ τῶν ἀψίδων θὰ συμπίπτῃ μὲ τὴν ἰσημερινὴν γραμμὴν καὶ τὸ μὲν ἔαρ θὰ ἰσοῦται μὲ τὸν χειμῶνα, τὸ δὲ θέρος μὲ τὸ φθινόπωρον.

§ 83. Κλόνισις τοῦ ἄξονος τῆς Γῆς.—Ἡ ἑλκτικὴ ἐνέργεια τῆς Σελήνης ἐπὶ τοῦ γηΐνου ἰσημερινοῦ ἐξογκώματος προκαλεῖ καὶ ἑτέραν τινὰ βραδεῖαν τῆς Γῆς κίνησιν, συνεπείᾳ τῆς ὁποίας ὁ ἄξων αὐτῆς καὶ συνεπῶς ὁ παράλληλος αὐτῷ ἄξων τοῦ οὐρανοῦ ἄλλοτε πλησιάζει καὶ ἄλλοτε ἀπομακρύνεται τοῦ ἄξονος τῆς ἐκλειπτικῆς, οὕτως ὥστε ἡ γωνία τῶν ἀξόνων τούτων δὲν εἶναι σταθερὰ ἀλλὰ κυμαίνεται περὶ μέσην τινὰ τιμήν. Οὕτω δὲ ὁ πόλος Π τοῦ οὐρανοῦ γράφει ἐντὸς 25816 ἐτῶν περὶ τὸν πόλον Ρ τῆς ἐκλειπτικῆς κυματοειδῆ τινὰ καμπύλην ἀποτελουμένην ἐκ 2800 περίπου ἡμιελλείψεων (Σχ. 60), ἑκάστης τῶν ὁποίων ὁ μέγας ἡμιάξων πρὸς τὸν πόλον τῆς ἐκλειπτικῆς διευθυνόμενος εἶναι 9″, 21 περίπου· ὥστε ἡ γωνία τῶν προειρημένων ἀξόνων οὐδέποτε διαφέρει τῆς μέσης αὐτῆς τιμῆς κατὰ ποσότητα μείζονα τῶν 9″,21. Ἀναλαμβάνει δὲ ἡ γωνία αὕτη τὴν τιμήν, ἣν ἔχει κατά τινα στιγμὴν μετὰ $18\frac{1}{2}$ περίπου ἔτη ἀπὸ ταύτης.



(Σχ. 60)

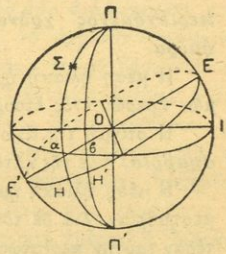
Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ***κλόνισις τοῦ ἄξονος τῆς Γῆς,*** ἀνεκαλήφθη δὲ κατὰ τὸ ἔτος 1747 ὑπὸ τοῦ ἄγγλου ἀστρονόμου Bradley. Ἄμεσον ἀποτέλεσμα τῆς κλονίσεως εἶναι ἡ περιοδικὴ μεταβολὴ τῆς λοξώσεως

τῆς ἐκλειπτικῆς ἐντὸς 9 περίπου ἐτῶν περὶ μέσην τινὰ τιμήν, ἀφ' ἧς ἀφίσταται μεγεθυνομένη ἢ ἐλαττουμένη τὸ πολὺ κατὰ 9",21. Ἕτερον δὲ ἀποτέλεσμα τῆς κλονίσεως εἶναι ἡ ἀνισοταχὴς μετάπτωσις τῶν ἰσημερινῶν σημείων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ

§ **84. Ἀληθὴς ἡλιακὴ ἡμέρα.**—Ἡ ἀστρικὴ ἡμέρα, ἧς ποιοῦνται χρῆσιν οἱ ἀστρονόμοι πρὸς μέτρησιν τοῦ χρόνου δὲν εἶναι κατάλληλος χρονικὴ μονὰς διὰ τὸ κοινὸν τῶν ἀνθρώπων, ὧν ὁ βίος καὶ τὰ ἔργα κανονίζονται ἐπὶ τῇ βάσει τῆς κινήσεως τοῦ Ἡλίου. Τούτου ἕνεκεν προσφορωτέρα θὰ ἦτο ἡ ἡμερησία κίνησις τοῦ ἡλίου πρὸς παροχὴν μετρικῆς τοῦ χρόνου μονάδος. Ἡ κίνησις δὲ αὕτη τοῦ ἡλίου ὁδηγεῖ ἡμᾶς φυσικῶς νὰ λάβωμεν ὡς μονάδα χρόνου τὴν ***ἀληθῆ ἡλιακὴν ἡμέραν,*** ἤτοι τὸν χρόνον, ὅστις περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἄνω μεσουρανήσεων τοῦ κέντρου τοῦ ἀληθοῦς ἡλίου. Ὁ μὲ τὴν μονάδα ταύτην μετρούμενος χρόνος καλεῖται ***ἀληθὴς ἡλιακὸς χρόνος***. Ἡ ἀληθὴς ὅμως ἡλιακὴ ἡμέρα δὲν δύναται νὰ χρησιμεύσῃ ὡς χρονικὴ μονάς, διότι δὲν εἶναι σταθερᾶς χρονικῆς διαρκείας. Περὶ τούτου βεβαιούμεθα ὡς ἀκολούθως. Ὑποθέσωμεν ὅτι ἀστήρ τις Σ (Σχ. 61) μεσουρανεῖ συγχρόνως μετὰ τοῦ ἡλίου, ἤτοι ὁ ὡριαῖος τοῦ ἀστέρος Σ καὶ ὁ τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου κατά τινα στιγμὴν ταυτίζοντα μετὰ τοῦ μεσημβρινοῦ τόπου τινός. Μετὰ μίαν ἀστρικὴν ἡμέραν ὁ μεσημβρινὸς τοῦ τόπου ταυτίζεται πάλιν μετὰ τοῦ ὡριαίου τοῦ αὐτοῦ ἀστέρος Σ, ἐν ᾧ ὁ ἥλιος εὑρίσκεται ἀκόμη ἀνατολικώτερον εἰς θέσιν τινὰ Η' τῆς ἐκλειπτικῆς ἕνεκα τῆς ἰδίας αὐτοῦ πρὸς ἀνατολὰς κινήσεως. Ἵνα δὲ καὶ οὗτος μεσουρανήσῃ καὶ συμπληρωθῇ οὕτω μία ἡλιακὴ ἡμέρα πρέπει ὁ μεσημβρινὸς τοῦ τόπου, νὰ στραφῇ πρὸς ἀνατολὰς κατὰ τὴν δίεδρον γωνίαν ΣΠΠ'Η', ἧς προφανῶς μέτρον εἶναι τὸ τόξον αβ τοῦ ἰσημερινοῦ. ὅπερ παριστᾷ τὴν κατὰ τὴν ἡλιακὴν ἐκείνην ἡμέραν αὔξησιν τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς τοῦ Ἡλίου. Ὁ δὲ χρόνος, ὃν θὰ δαπανήσῃ κατὰ τὴν στροφὴν ταύτην ἰσοῦται προφανῶς πρὸς τὸν μετροῦντα τὸ τόξον αβ. Κατὰ ταῦτα ***ἡ ἡλιακὴ ἡμέρα ὑπερβαίνει τὴν ἀστρικὴν κατὰ τὴν ἐν μιᾷ ἡλιακῇ ἡμέρᾳ αὔξησιν τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου.***



(Σχ. 61)

Ἐπειδὴ δὲ ἡ αὔξησις αὕτη τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς τοῦ Ἡλίου δὲν εἶναι σταθερὰ (§ 75, 2ον) ***αἱ ἀληθεῖς ἡλιακαὶ ἡμέραι εἶναι ἄνισοι.***

Ἡ ὑπεροχὴ τῆς ἀληθοῦς ἡλιακῆς ἡμέρας ὑπὲρ τὴν ἀστρικὴν εἶναι

κατὰ μέσον ὅρον 3π 56δ κυμαινομένη ἐντὸς ἔτους μεταξὺ μεγίστης τιμῆς 3π 56δ+20δ=4π 16δ καὶ ἐλαχίστης 3π 56δ—20δ=3π 36δ.

§ **85. Μέσος ἡλιακὸς χρόνος.** — Κατὰ τὰ προειρημένα αἰτία τῆς ἀνισότητος τῶν ἀληθῶν ἡλιακῶν ἡμερῶν εἶναι ἡ ἀνώμαλος κίνησις τοῦ Ἡλίου ἐπὶ τῆς Ἐκλειπτικῆς καὶ ἡ λόξωσις αὐτῆς. Ἐὰν ὁ ἥλιος ἐκινεῖτο ἰσοταχῶς καὶ ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ, αἱ ἀληθεῖς ἡλιακαὶ ἡμέραι θὰ ἦσαν πᾶσαι ἴσαι πρὸς ἀλλήλας, ἡ δὲ ὑπεροχὴ ἑκάστης τούτων ὑπὲρ τὴν ἀστρικὴν θὰ ἦτο σταθερά.

Ἕνεκα τῆς ἀνισότητος ταύτης οἱ ἀστρονόμοι ἐπενόησαν ἑτέραν τινὰ μετρικὴν μονάδα· πρὸς τοῦτο φαντάζονται πλαστόν τινα Ἥλιον, ὅστις διέρχεται συγχρόνως μετὰ τοῦ ἀληθοῦς Ἡλίου διὰ τοῦ γ καὶ κινεῖται ἰσοταχῶς ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ διατρέχων αὐτὸν εἰς ὅσον χρόνον ὁ ἀληθὴς Ἥλιος διατρέχει τὴν ἐκλειπτικήν. Ὁ πλαστὸς οὗτος ἥλιος καλεῖται ***μέσος ἥλιος***.

Ὁ μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἄνω μεσουρανήσεων τοῦ μέσου ἡλίου περιεχόμενος χρόνος εἶναι σταθερὸς καὶ καλεῖται μέση ἡλιακὴ ἡμέρα.

Ἡ μέση ἡλιακὴ ἡμέρα παριστᾷ τὴν μέσην διάρκειαν τῶν ἀληθῶν ἡλιακῶν ἡμερῶν ἑνὸς ἔτους λαμβάνεται δὲ ὡς μονὰς πρὸς μέτρησιν τοῦ χρόνου.

Ἡ στιγμὴ τῆς ἄνω μεσουρανήσεως τοῦ μέσου ἡλίου καλεῖται ***μέση μεσημβρία***, ἡ δὲ τῆς κάτω μεσουρανήσεως αὐτοῦ καλεῖται ***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 ταύτην περίπτωσιν διαιρεῖται εἰς δύο ἡμίση, ἓν μὲν πρὸ μεσημβρίας, ἕτερον δὲ μετὰ μεσημβρίαν ὧν ἕκαστον ἀποτελεῖται ἐκ δώδεκα ὡρῶν. Ὁ διὰ τῆς μέσης ἡλιακῆς ἡμέρας μετρούμενος χρόνος καλεῖται ***μέσος ἡλιακὸς χρόνος***.

Τὰ ὡρολόγια ἡμῶν δεικνύουσι μέσον ἡλιακὸν χρόνον, κανονίζονται δὲ τῇ βοηθείᾳ παρατηρήσεων ἐπὶ τοῦ ἀληθοῦς Ἡλίου.

§ **86. Ἐξίσωσις τοῦ χρόνου.** — Ἡ διαφορά, ἣν εὑρίσκομεν ἀφαιροῦντες ἀπὸ τοῦ μέσου χρόνου τὸν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν ἀληθῆ καλεῖται ***ἐξίσωσις τοῦ χρόνου***. Οὕτω Χμ ὄντος τοῦ μέσου χρόνου, Χα τοῦ ἀληθοῦς κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν καὶ ε τῆς ἐξισώσεως τοῦ χρόνου εἶναι :

$$\varepsilon = \text{Χμ} - \text{Χα}. \qquad (1)$$

Ἐκ τῆς σχέσεως ταύτης προκύπτει ἡ

$$\text{Χμ} = \varepsilon + \text{Χα}, \qquad (2)$$

ἥτις ἐκφράζει ὅτι : ***Καθ' ἑκάστην στιγμὴν ὁ μέσος χρόνος ἰσοῦται πρὸς τὸν ἀληθῆ σὺν τῇ ἐξισώσει τοῦ χρόνου.***

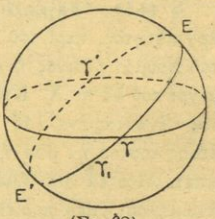
Διὰ τὴν ἀληθῆ μεσημβρίαν ἡ ἰσότης (2) γίνεται Χμ=ε+12 ὧραι.

Κατὰ ταύτην, ἂν θέλωμεν τὰ ὡρολόγια ἡμῶν νὰ παρέχωσι μέσον χρόνον

ἀρκεῖ νὰ κανονίσωμεν αὐτά, οὕτως ὥστε κατὰ τὴν ἀληθῆ μεσημβρίαν νὰ δεικνύωσι χρόνον ἴσον τῷ ἀθροίσματι τῶν 12 ὡρῶν καὶ τῆς κατὰ τὴν ἡμέραν ἐκείνην ἐξισώσεως τοῦ χρόνου. Καὶ ἡ μὲν στιγμὴ τῆς ἀληθοῦς μεσημβρίας εὑρίσκεται διὰ τῆς παρατηρήσεως τοῦ ἀληθοῦς ἡλίου, ἡ δὲ τιμὴ τῆς ἐξισώσεως τοῦ χρόνου ὑπολογίζεται δι' ἑκάστην ἡμέραν τοῦ ἔτους διὰ μεθόδου, ἣν διδάσκει ἡ οὐράνιος μηχανική. Αἱ ἀστρονομικαὶ ἐφημερίδες περιέχουσι τὴν τιμὴν αὐτῆς δι' ὅλας τὰς ἡμέρας τοῦ ἔτους.

Ἡ ἐξίσωσις τοῦ χρόνου εἶναι ἄλλοτε θετική καὶ ἄλλοτε ἀρνητική, ὅπερ σημαίνει ὅτι ὁ μέσος ἥλιος ἄλλοτε μὲν προηγεῖται ἄλλοτε δὲ ἕπεται τοῦ ἀληθοῦς ἡλίου. Τετράκις δὲ τοῦ ἔτους ἤτοι, τὴν 15 Ἀπριλίου, 14 Ἰουνίου, 1 Σεπτεμβρίου καὶ 24 Δεκεμβρίου ἡ ἐξίσωσις τοῦ χρόνου εἶναι μηδέν. Κατὰ τὰς ἡμέρας ταύτας ὁ ἀληθὴς καὶ μέσος ἥλιος μεσουρανοῦσι συγχρόνως. Ἡ μεγίστη τιμὴ τῆς ἐξισώσεως τοῦ χρόνου εἶναι 16π 20δ.

§ 87. Τροπικὸν καὶ ἀστρικὸν ἔτος. — ***Τροπικὸν ἔτος καλεῖται ὁ χρόνος, ὅστις περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἀποκαταστάσεων τοῦ κέντρου τοῦ ἡλίου εἰς τὸ ἐαρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον.*** Ὁ χρόνος οὗτος εἶναι σχεδὸν σταθερός, ἐπὶ τῇ βάσει δὲ πολυετῶν παρατηρήσεων ὑπελογίσθη εἰς 366,242217 ἀστρικὰς ἡμέρας· ὁ ὑπολογισμὸς γίνεται ὡς ἑξῆς. Διαιρεῖται ὁ χρόνος, ὅστις περιέχεται μεταξὺ δύο λίαν ἀπ' ἀλλήλων μεμακρυσμένων ἐαρινῶν ἰσημεριῶν διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἄλλων ἰσημεριῶν, αἵτινες κατ' αὐτὸν συνέβησαν, ηὐξημένου κατὰ 1. Οὕτως, ἂν μεταξὺ ἐαρινῆς τινὸς ἰσημερίας, ἥτις λαμβάνεται ὡς πρώτη καὶ τῆς 25ης ἀπ' αὐτῆς παρῆλθον α ἀστρικαὶ ἡμέραι, ἡ διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους, εἶναι $\frac{\alpha}{24}$ ἀστρικαὶ ἡμέραι.



(Σχ. 62)

Ἐντὸς ἑνὸς τροπικοῦ ἔτους τὸ σημεῖον γ ἕνεκα τῆς ἡμερησίας κινήσεως θέλει γράψει τόξον ἴσον πρὸς 360°×366,242217. Κατὰ τὸν αὐτὸν δὲ χρόνον ὁ μέσος ἥλιος διαγράφει κατὰ φορὰν ἀντίθετον 360°, ἤτοι θέλει γράψει ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς τόξον 360°×242217—360° =360°×365,242217. Ὥστε τὸ τροπικὸν ἔτος ἀποτελεῖται ἐκ 365,242217 μέσων ἡλιακῶν ἡμερῶν.

Ἀστρικὸν ἔτος καλεῖται ὁ χρόνος, ὅστις περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἀποκαταστάσεων τοῦ Ἡλίου εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον τῆς ἐκλειπτικῆς.

Ἐὰν τὸ σημεῖον γ ἔμεινεν ἀκίνητον, τὸ ἀστρικὸν καὶ τροπικὸν ἔτος θὰ ἦσαν ἴσα. Ἀλλ' ἕνεκα τῆς μεταπτώσεως (§ 82) τὸ σημεῖον γ κινεῖται κατὰ τὴν ἀνάδρομον φορὰν διαγράφον ἐτησίως τόξον $\gamma\gamma_1$=50″,26, ὥστε μετὰ πάροδον ἑνὸς τροπικοῦ ἔτους ὁ Ἥλιος εὑρίσκεται εἰς τὸ γ_1 (Σχ. 62)· ἵνα δὲ ἔλθῃ εἰς τὸ γ καὶ συμπληρωθῇ οὕτως ἓν ἀστρικὸν ἔτος, δέον νὰ παρέλθῃ

χρόνος τις, καθ' ὃν νὰ διανύσῃ τὸ τόξον γ₁γ. Εἶναι ὅθεν τὸ ἀστρικὸν ἔτος μεῖζον τοῦ τροπικοῦ. Τὴν ὑπεροχὴν αὐτοῦ ὑπολογίζομεν ὧδε :

Ἵνα ὁ ἥλιος διανύσῃ τὸ τόξον γγ'γ₁ δηλ. 360°—50″,2 ἢ 1295949″,8 χρειάζετα 365,242217 μ. ἡλ, ἡμ διὰ 50″,2 χρειζεται $\frac{365,242217}{1295949,8} \times 50,2 =$ 0,014157 μ. ἡλ. ἡμέρας. Τὸ ἀστρικὸν ἄρα ἔτος ἀποτελεῖται ἐκ 365,242217 +0,014157=365,256374 μ. ἡλ. ἡμερῶν.

§ **88 Πολιτικὸν ἔτος.** —Πρὸς μέτρησιν τοῦ χρόνου καὶ ἔκφρασιν τῶν χρονολογιῶν, καθ' ἃς ἀξιοσημείωτα συνέβησαν γεγονότα οὐδέτερον τῶν προειρημένων ἐτῶν εἶναι κατάλληλον διὰ τὸν κοινὸν βίον τῶν ἀνθρώπων. Διότι τὸ τροπικὸν καὶ ἀστρικὸν ἔτος ἀποτελεῖται ἐξ ἀκεραίου καὶ κλασματικοῦ ἀριθμοῦ ἡμερῶν, οὕτω δέ, ἂν ἓν τούτων ἐλαμβάνετο ὡς χρονικὴ μονάς, μία καὶ ἡ αὐτὴ ἡμέρα θὰ ἀνῆκεν εἰς δύο διάφορα ἔτη.

Τούτου ἕνεκεν λαμβάνεται ὡς χρονικὴ μονὰς ἕτερόν τι ἔτος ἐξ ἀκεραίου ἀριθμοῦ μέσων ἡλιακῶν ἡμερῶν ἀποτελούμενον, ὅπερ καλεῖται ***πολιτικὸν ἔτος***. Ἵνα δὲ αἱ Ὧραι τοῦ ἔτους, αἵτινες κανονίζουσι τὰ γεωργικὰ ἔργα καὶ ἐξασκοῦσιν ἐν γένει μεγίστην ἐπίδρασιν ἐπὶ τοῦ βίου τῶν ἀνθρώπων, ἐπανέρχωνται εἰς τὰς αὐτὰς πάντοτε χρονολογίας τοῦ πολιτικοῦ ἔτους, δέον τὸ πολιτικὸν ἔτος νὰ συμφωνῇ, ὅσον ἐνδέχεται περισσότερον, μετὰ τροπικοῦ ἔτους. Πρὸς ἐπίτευξιν τῆς συμφωνίας ταύτης μεταξὺ πολιτικοῦ καὶ τροπικοῦ ἔτους ἐγένετο διαδοχικῶς χρῆσις τῶν ἀκολούθων διαφόρων ἡμερολογίων.

§ **89. Ἡμερολόγιον Νουμᾶ.** —Τὸ πρῶτον ἡμερολόγιον τῆς ἀρχαιότητος, περὶ τοῦ ὁποίου κατέχομεν δεδομένα ἀληθῶς ἀκριβῆ, εἶναι τὸ τοῦ Νουμᾶ, οὗτινος ἡ χρῆσις διήρκησε παρὰ Ρωμαίοις ἀπὸ τοῦ 700 π. χ. μέχρι τοῦ 44 π. Χ. Κατὰ τοῦτο τὸ κοινὸν ἔτος ἦτο διῃρημένον εἰς 12 μῆνας ἔχοντας ἐναλλὰξ ἀνὰ 29 καὶ 30 ἡμέρας· ἡ ὁλικὴ ὅθεν διάρκεια τοῦ ἔτους τούτου ἦν 354 ἡμέραι. Ἐπειδὴ δὲ ἐφρόνουν ὅτι τὸ τροπικὸν ἔτος ἀπετελεῖτο ἐκ 365 ἡμερῶν, ἕκαστον κοινὸν ἔτος παρηκολουθεῖτο ὑπὸ ἑνὸς ἀνωμάλου, ὅπερ περιεῖχε συμπληρωματικόν τινα μῆνα ἐξ 22 ἡμερῶν, πρὸς ἄρσιν τῆς ἐξ 11 ἡμερῶν διαφορᾶς μεταξὺ τοῦ τροπικοῦ καὶ τοῦ κοινοῦ ἔτους.

§ **90. Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον.**—Ἐπειδὴ κατὰ τὸ ἡμερολόγιον τοῦ Νουμᾶ ὑπελείπετο διαφορὰ μεταξὺ τροπικοῦ καὶ πολιτικοῦ ἔτους 0,242217 μ.ἡλ. ἡμερῶν,ἀπὸ ἔτους εἰς ἔτος ηὔξανεν ἡ μεταξὺ τῶν δύο ἐτῶν δυσαρμονία καὶ ἐπὶ Ἰουλίου Καίσαρος ἐπὶ τοσοῦτον προὐχώρησεν ὥστε αἱ ἑορταὶ τοῦ θερισμοῦ συνέπιπτε νὰ ἑορτάζωνται εἰς τὸ τέλος τοῦ χειμῶνος.

Ὁ Ἰούλιος Καῖσαρ ἐπεχείρησε κατὰ τὸ ἔτος 45 π. Χ νὰ ἄρῃ τὴν ἀσυμφωνίαν ταύτην καὶ νὰ μεταρρυθμίσῃ τὸ ἡμερολόγιον οὕτως ὥστε νὰ μὴ ἐπα-

700 0,242217 158,894352
77 656
656 1453302

νέλθῃ αὕτη εἰς τὸ μέλλον. Πρὸς τοῦτο μετεκαλέσατο ἐξ Ἀλεξανδρείας τὸν ἀστρονόμον Σωσιγένην καὶ κατὰ τὰς ὑποδείξεις αὐτοῦ προέβη εἰς τὴν μεταρρύθμισιν ταύτην.

Καὶ ἐν πρώτοις ἐπεξέτεινε τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους τῆς μεταρρυθμίσεως εἰς 445 ἡμέρας, ὅπως ἡ ἀρχὴ τοῦ ἔτους ὁρισθῇ εἰς τοιαύτην ἐποχήν, ὥστε αἱ διάφοροι ἑορταὶ νὰ ἑορτάζωνται εἰς τὰς καταλλήλους ὥρας τοῦ ἔτους. Εἶτα θέλων νὰ δώσῃ εἰς τὸ πολιτικὸν ἔτος μέσην διάρκειαν 365,25 ἡμερῶν, ὅση ἐπὶ Ἱππάρχου ἐπιστεύετο ἡ διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους, διέταξεν ὅπως ἐκ τεσσάρων διαδοχικῶν ἐτῶν τὰ μὲν τρία πρῶτα περιέχωσιν ἀνὰ 365 ἡμέρας ἕκαστον, τὸ δὲ τέταρτον 366 ἡμέρας.

Ἡ πρόσθετος ἡμέρα ἑκάστου τετάρτου ἔτους παρενετίθετο μεταξὺ 23ης καὶ 24ης Φεβρουαρίου καὶ ἐκαλεῖτο δὶς ἕκτη πρὸ τῶν Καλλενδῶν τοῦ Μαρτίου, διότι ἡ 24η Φεβρουαρίου ἐκαλεῖτο ἕκτη πρὸ τῶν Καλλενδῶν τοῦ Μαρτίου. Ἐκ τοῦ ὀνόματος τῆς προσθέτου ταύτης ἡμέρας τὰ ταύτην περιέχοντα ἔτη ἐκλήθησαν ***δίσεκτα***. Τὴν σήμερον ἡ πρόσθετος αὕτη ἡμέρα ἀκολουθεῖ τὴν 28ην Φεβρουαρίου, ὅστις οὕτω ἔχει 28 μὲν ἡμέρας διὰ τὰ κοινὰ ἔτη, 29 δὲ διὰ τὰ δίσεκτα.

Ἐν τῷ ἡμερολογίῳ τούτῳ δίσεκτα ἔτη εἶναι ἐκεῖνα, ὧν ὁ ἀριθμὸς διαιρεῖται διὰ 4. Τὸ ἡμερολόγιον τοῦτο ἐκλήθη ***Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον*** ἐκ τοῦ ὀνόματος τοῦ Ἰουλίου Καίσαρος. Ἀκολουθοῦσι δὲ θρησκευτικῶς αὐτὸ καὶ νῦν ἔτι λαοί τινες τῆς ὀρθοδόξου ἀνατολικῆς Ἐκκλησίας.

§ **91. Γρηγοριανὸν Ἡμερολόγιον.** — 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. ἥλ. ἡμ. Ἡ διαφορὰ αὕτη εἰς 400 ἔτη ἀνέρχεται εἰς 0,007783×400=3,1132 μ. ἡλ. ἡμέρας, κατὰ δὲ τὸ 1582 ἀνῆλθεν εἰς δέκα ἡμέρας. Πρὸς ἐξάλειψιν τῆς διαφορᾶς ταύτης ὁ Πάπας Γρηγόριος ΙΓ' βοηθούμενος ὑπὸ τοῦ ἀστρονόμου Lilio διέταξεν ὅπως ἡ μετὰ τὴν 4 8)βρίου 1582 ἡμέρα κληθῇ 15 8)βρίου καὶ οὐχὶ 5 8)βρίου. Ἵνα δὲ μὴ ἐν τῷ μέλλοντι ἐπαναληφθῇ ἡ διαφορὰ αὕτη, ὥρισεν ὅπως ἐντὸς 400 ἐτῶν μὴ λαμβάνωνται 100 δίσεκτα, ὡς ἐν τῷ Ἰουλιανῷ ἡμερολογίῳ, ἀλλὰ μόνον 97. Οὕτω δὲ ἡ ἐντὸς 400 ἐτῶν διαφορὰ μεταξὺ πολιτικοῦ καὶ τροπικοῦ ἔτους ἀνέρχεται εἰς 3,1132—3=0,1132 ἢ 1,132 ἡμ. ἐντὸς 4000 ἐτῶν. Πρὸς ἐπίτευξιν τούτου ὥρισεν ὅπως τὰ ἔτη τῶν αἰώνων (π. χ. 1600, 1700, 1800) μὴ ὦσι δίσεκτα ἐκτός, 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*** κληθὲν ἐγένετο διαδοχικῶς ἀσπαστὸν ὑπὸ τῶν πλείστων λαῶν τῆς Εὐρώπης.

Ἡ κατὰ τὸ ἡμερολόγιον τοῦτο χρονολογία προηγεῖται ἤδη τῆς κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν κατὰ 13 ἡμέρας. Διότι κατὰ δέκα μὲν ἡμέρας προηγήθη τὸν

8)βριον τοῦ 1582, ἐπειδὴ ἡ κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν 5 8)βρίου 1582 ἐκλήθη κατὰ τὸ Γρηγοριανὸν 15 8)βρίου 1582, ἀνὰ μίαν δὲ ἡμέραν προηγήθη τὰ ἔτη 1700, 1800, 1900, ἅτινα ἦσαν δίσεκτα μὲν κατὰ τὸ Ἰουλιανόν, κοινὰ δὲ κατὰ τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον.

Διὰ νομοθετικοῦ διατάγματος τῆς 25 Ἰανουαρίου 1923 ἐθεσπίσθη ὅπως καὶ παρ' ἡμῖν ἡ μετὰ τὴν 15 Φεβρουαρίου 1923 ἡμέρα κληθῇ 1 Μαρτίου. Οὕτω δὲ εἰσήχθη καὶ παρ' ἡμῖν πολιτικῶς τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον, τοῦ Ἰουλιανοῦ παραμείναντος μόνον ὡς θρησκευτικοῦ ἡμερολογίου, μέχρι τῆς 23 Μαρτίου 1924, ὅτε ἐπεξετάθη καὶ εἰς τὴν Ἐκκλησίαν τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον· μόνον δὲ αἱ κινηταὶ ἑορταὶ κανονίζονται ἔτι κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον.

§ **92. Γνώμων.**—Πᾶς στύλος καθέτως ἐστερεωμένος ἐπὶ τοῦ ὁριζοντίου ἐπιπέδου καὶ εἰς τὰς ἡλιακὰς ἐκτεθειμένος ἀκτῖνας καλεῖται ***γνώμων.***

Τοιοῦτοι γνώμονες ἦσαν πρὸ ἀμνημονεύτων ἐτῶν ἐν χρήσει παρὰ τοῖς Σίναις, Αἰγυπτίοις καὶ Χαλδαίοις, ἀφ' ὧν παρέλαβον αὐτοὺς καὶ οἱ Ἕλληνες. Βραδύτερον οἱ γνώμονες ἐτελειοποιήθησαν διὰ τῆς προσαρμογῆς εἰς τὴν κορυφὴν τοῦ στύλου δίσκου φέροντος μικρὰν ὀπήν, δι' ἧς εἰς τὸ ἄκρον τῆς σκιᾶς τοῦ γνώμονος σχηματίζεται μικρὸν φωτεινὸν εἴδωλον τοῦ Ἡλίου, ὅπερ καθιστᾷ καταφανῆ τὴν θέσιν τοῦ πέρατος τῆς σκιᾶς τοῦ στύλου.

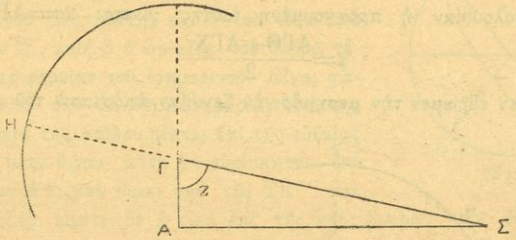
Διὰ τοῦ γνώμονος ἐκτελοῦμεν τὰς ἀκολούθους ἐργασίας.

α'. Εὕρεσις τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς. Ὀλίγον μετὰ τὴν ἀνατολὴν τοῦ Ἡλίου χαράσσομεν ἐπὶ τοῦ ὁριζοντίου ἐπιπέδου τὴν διεύθυνσιν τῆς σκιᾶς τοῦ γνώμονος καὶ μὲ κέντρον τὸν πόδα τοῦ γνώμονος καὶ ἀκτῖνα τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς αὐτοῦ γράφομεν ἐπὶ τοῦ ὁριζοντίου ἐπιπέδου περιφέρειαν κύκλου. Τοῦ ἡλίου βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον πρὸς τὸν μεσημβρινὸν ἀνερχομένου τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς αὐτοῦ ἐλαττοῦται, μέχρις οὗ κατὰ τὴν μεσημβρίαν λάβῃ τὴν ἐλαχίστην αὐτοῦ τιμήν. Εἶτα τοῦ ἡλίου κατερχομένου ἡ σκιὰ τοῦ γνώμονος ἄρχεται ἐπιμηκυνομένη καὶ κατά τινα στιγμὴν τὸ ἄκρον αὐτῆς εὑρίσκεται πάλιν ἐπὶ τῆς χαραχθείσης περιφερείας. Χαράσσομεν καὶ τῆς σκιᾶς ταύτης τὴν διεύθυνσιν καὶ διχοτομοῦμεν τὴν ὑπὸ ταύτης καὶ τῆς τὸ πρῶτον χαραχθείσης σχηματιζομένην γωνίαν. Ἡ διχοτόμος τῆς γωνίας ταύτης εἶναι ἡ μεσημβρινὴ γραμμή.

β'. Εὕρεσις τῆς ἀληθοῦς μεσημβρίας. Ἔχοντες ἤδη κεχαραγμένην τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν εὑρίσκομεν εὐκόλως τὴν ἀληθῆ μεσημβρίαν καθ' ἑκάστην ἀνέφελον ἡμέραν παρατηροῦντες τὴν στιγμήν, καθ' ἣν ἡ σκιὰ τοῦ γνώμονος ἔχει τὴν διεύθυνσιν τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς.

γ'. Εὕρεσις τῶν τροπῶν. Εὑρισκόμενοι ἐν τόπῳ τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς ἔχοντι γ. πλάτος μεῖζον τῶν 23°27' εὑρίσκομεν τὰς τροπὰς διὰ τοῦ γνώμονος ὡς ἀκολούθως. Τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς τοῦ γνώμονος δὲν εἶναι κατὰ τὴν μεσημβρίαν ἑκάστης ἡμέρας τὸ αὐτό. Τὸ μῆκος τοῦτο

ἐλαττοῦται, ἐφ' ὅσον ὁ ἥλιος μεσουρανεῖ ὑψηλότερον καὶ αὐξάνει, καθ' ὅσον οὗτος μεσουρανεῖ χαμηλότερον· ἔχει ἄρα, ἡ μεσημβρινὴ σκιὰ τὸ μέγιστον μὲν μῆκος κατὰ τὴν χειμερινήν, τὸ ἐλάχιστον δὲ κατὰ τὴν θερινὴν τροπήν. Ἐὰν ὅθεν σημειώσωμεν ἐπὶ ἓν ἔτος καθ' ἑκάστην μεσημβρίαν τὸ ἄκρον τῆς



Σχ. 63.

σκιᾶς τοῦ γνώμονος, ἀνευρίσκομεν δύο ἄκρα, ὧν τὸ μὲν ἐγγύτερον πάντων πρὸς τὸν πόδα τοῦ γνώμονος, τὸ δὲ ἀπώτερον πάντων.

Ὅταν τοῦ ἡλίου μεσουρανοῦντος ἡ σκιὰ τοῦ γνώμονος καταλήγῃ εἰς τὸ ἐγγύτερον σημεῖον, εἶναι θερινὴ τροπή, ὅταν δὲ καταλήγῃ εἰς τὸ ἀπώτατον εἶναι χειμερινὴ τροπή.

* δ'. ***Εὕρεσις τῆς μεσημβρινῆς ζενιθίας ἀποστάσεως τοῦ ἡλίου.*** Ὑποτεθείσθω ὅτι κατὰ τὴν μεσημβρίαν ἡμέρας τινὸς ἡ σκιὰ τοῦ γνώμονος περατοῦται εἰς τὸ Σ (Σχ. 63)· εἶναι φανερὸν ὅτι τὸ κέντρον τοῦ ἡλίου μεσουρανεῖ εἰς τὴν θέσιν Η τοῦ οὐρ. μεσημβρινοῦ καὶ εἰς τὴν διεύθυνσιν ΣΓ. Γνωρίζοντες τὸ ὕψος (ΑΓ) τοῦ γνώμονος καὶ μετροῦντες μετὰ πάσης τῆς δυνατῆς ἀκριβείας καὶ τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς ΑΣ αὐτοῦ, δυνάμεθα νὰ ὁρίσωμεν τὴν γωνίαν $\widehat{\text{ΑΓΣ}}=z$, ἤτοι τὴν ζενιθίαν τοῦ ἡλίου ἀπόστασιν κατὰ τὴν ἀληθῆ ἐκείνην μεσημβρίαν λύοντες τὴν τριγ. ἐξίσωσιν ἐφ$z=\frac{(\text{ΑΣ})}{(\text{ΑΓ})}$.

ΣΗΜ. Ἐὰν θέλωμεν ν' ἀποφύγωμεν τὴν λύσιν τῆς προηγουμένης τριγωνομετρικῆς ἐξισώσεως, δέον νὰ κατασκευάσωμεν τὸ τρίγωνον ΑΓΣ ἢ ἄλλο ὅμοιον αὐτῷ καὶ νὰ μετρήσωμεν εἶτα διὰ τοῦ μοιρογνωμονίου τὴν γωνίαν ΑΓΣ αὐτοῦ. Εἶναι ὅμως φανερὸν ὅτι ἡ οὕτως ὁριζομένη τιμὴ τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως θὰ διαφέρῃ πάντως τῆς ἀληθοῦς ἕνεκα τῶν ἀναποφεύκτων σφαλμάτων περὶ τὴν κατασκευὴν τοῦ τριγώνου καὶ τὴν μέτρησιν τῆς γωνίας.

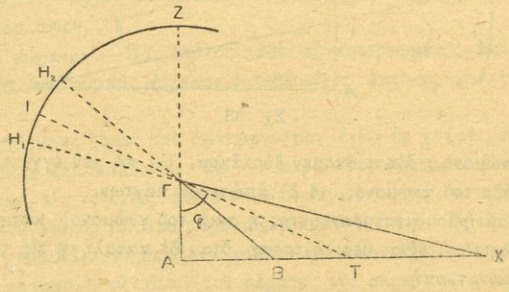
* ε'. **Εὕρεσις τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους τόπου τινός.** — Ἔστωσαν H_1 καὶ H_2 αἱ θέσεις τοῦ κέντρου τοῦ ἡλίου κατὰ τὴν μεσημβρίαν τῆς χειμερινῆς καὶ θερινῆς τροπῆς, Χ καὶ Θ τὰ ἄκρα τῆς κατ' αὐτὰς σκιᾶς τοῦ γνώμονος, Ι ἡ θέσις τοῦ ἡλίου κατὰ τὴν μεσημβρίαν ἰσημερίας τινὸς καὶ Τ τὸ ἄκρον τῆς κατ' αὐτὴν σκιᾶς τοῦ γνώμονος. Ἡ γωνία ΑΓΤ=φ ἰσουμένη πρὸς τὴν ΖΓΙ δηλ. τὴν ἀπόκλισιν τοῦ ζενίθ, εἶναι τὸ γεωγ. πλάτος

τοῦ τόπου. Ἐπειδὴ δὲ εἶναι προφανῶς $\varphi = \widehat{\text{ΑΓΘ}} + \widehat{\text{ΘΓΤ}}$ καὶ $\varphi = \widehat{\text{ΑΓΧ}} - \widehat{\text{ΤΓΧ}}$, ἕπεται ὅτι $2\varphi = \widehat{\text{ΑΓΘ}} + \widehat{\text{ΑΓΧ}} + (\widehat{\text{ΘΓΤ}} - \widehat{\text{ΤΓΧ}})$.

Ἀλλ' ἕνεκα τῆς ἰσότητος τῶν τόξων H_1I, IH_2 ἕπεται ὅτι $\widehat{\text{ΘΓΤ}} = \widehat{\text{ΤΓΧ}}$ καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἡ προηγουμένη ἰσότης γίνεται $2\varphi = \widehat{\text{ΑΓΘ}} + \widehat{\text{ΑΓΧ}}$, ἐξ ἧς

$$\varphi = \frac{\text{ΑΓΘ} + \text{ΑΓΧ}}{2}.$$

Ἐὰν ὅθεν εὕρωμεν τὴν μεσημβρινὴν ζενιθίαν ἀπόστασιν τοῦ ἡλίου κατ'



(Σχ. 64).

ἀμφοτέρας τὰς τροπὰς καὶ λάβωμεν τὸ ἡμιάθροισμα αὐτῶν, εὑρίσκομεν τὸ γεωγρ. πλάτος τοῦ τόπου,

Ἀσκήσεις. 93) Πόσον εἶναι τὸ ὕψος τοῦ γνώμονος, ὅστις ῥίπτει σκιὰν 3 μέτρων, καθ' ἣν στιγμὴν ἡ ζενιθία μεσημβρινὴ ἀπόστασις τοῦ ἡλίου εἶναι 30°;

94) Πόσην σκιὰν ῥίπτει γνώμων 12μ, ὅταν τὸ ὕψος τοῦ ἡλίου εἶναι 52°;

95) Πόσον εἶναι κατὰ τὴν θερινὴν τροπὴν τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς γνώμονος ὕψους 6μ εἰς τόπον γεωγ. πλάτους 40°;

96) Εἰς πόσον ὕψος μεσουρανεῖ κατὰ τὴν χειμερινὴν τροπὴν ὁ ἥλιος εἰς τόπον γ. πλάτους 45°;

* 97) Ἡ ἔν τινι τόπῳ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ ἡλίου κατὰ τὴν μεσημβρίαν τῆς μὲν θερινῆς τροπῆς εἶναι 32° 15′ τῆς δὲ χειμερινῆς 57° 45′. Πόσον εἶναι τὸ γ. πλάτος τοῦ τόπου τούτου ;

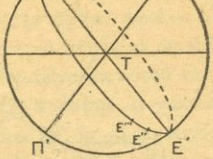
* 98) Εἰς γ. πλάτος 50° ἡ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ ἡλίου κατὰ τὴν μεσημβρίαν τῆς θερινῆς τροπῆς εἶναι 26° 35′. Πόση εἶναι ἡ ζενιθία αὐτοῦ ἀπόστασις κατὰ τὴν μεσημβρίαν τῆς χειμερινῆς τροπῆς ;

* 99) Πόση εἶναι ἡ ἀπόκλισις τοῦ ἡλίου, καθ' ἣν ἡμέραν γνώμων ὕψους 12 μ. ῥίπτει σκιὰν 8μ. ἐν τόπῳ, ὅστις ἔχει γ. πλάτος 50° ;

* **§ 93. Ἀρχὴ τῶν ἡλιακῶν ὡρολογίων.** — ***Ἡλιακὰ ὡρολόγια εἶναι ὄργανα, τὰ ὁποῖα δεικνύουσι τὸν ἀληθῆ ἡλιακὸν χρόνον*** (ὥραν). Ἕκαστον ἡλιακὸν ὡρολόγιον ἀποτελεῖται ἐκ σκιεροῦ στύλου, ὅστις στερεοῦται ἐπὶ ἐπιφανείας τινὸς παραλλήλως πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου,

ἡ δὲ ὥρα δεικνύεται ὑπὸ τῆς σκιᾶς, ἣν ὁ στύλος οὗτος ὑπὸ τοῦ ἡλίου φωτιζόμενος ῥίπτει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ἐκείνης.

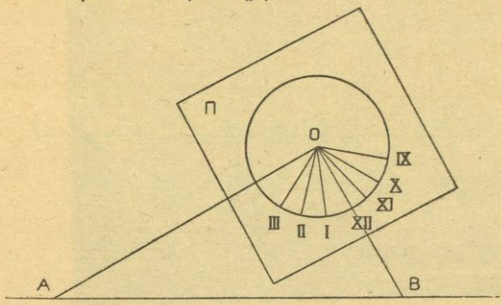
Ἔστω ΠΕΠ΄Ε΄ (Σχ. 65) ὁ μεσημβρινὸς τόπου τινὸς Τ, ΕΕ΄Ε΄΄ ὁ ἰσημερινὸς καὶ ΠΠ΄ στύλος συμπίπτων μετὰ τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου. Νοήσωμεν δὲ τὴν περιφέρειαν τοῦ ἰσημερινοῦ διῃρημένην εἰς 24 ἴσα τόξα ἀπὸ τοῦ σημείου Ε΄, καθ᾽ ὃ ὁ ὡριαῖος τοῦ βορρᾶ τέμνει τὴν περιφέρειαν τοῦ ἰσημερινοῦ. Εἶναι φανερὸν ὅτι κατὰ τὴν ἀληθῆ μεσημβρίαν ἑκάστης ἡμέρας ἡ σκιὰ τοῦ στύλου πίπτει ἐπὶ τῆς εὐθείας ΤΕ΄, μετὰ μίαν ὥραν αὕτη θὰ εὑρίσκηται ἐπὶ τῆς ΤΕ΄΄, μετὰ ἑτέραν ὥραν ἐπὶ τῆς ΤΕ΄΄΄ καὶ οὕτω καθ᾽ ἑξῆς. Πίπτει δὲ ἡ σκιὰ ἐπὶ τῆς πρὸς βορρᾶν μὲν ἐστραμμένης ἐπιφανείας τοῦ ἰσημερινοῦ ἐπιπέδου, ὅταν ὁ ἥλιος κεῖται ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαιρίῳ ἐπὶ τῆς πρὸς νότον δέ, ὅταν οὗτος κεῖται ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ τοῦ οὐρανοῦ.



(Σχ. 65).

Τὸ ἐπίπεδον ἢ ἡ πλὰξ ἡλιακοῦ τινος ὡρολογίου δὲν εἶναι ἀπαραίτητον νὰ συμπίπτῃ μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἰσημερινοῦ, ἀλλὰ δύναται νὰ εἶναι διαφόρως τοποθετημένον. Τούτου ἕνεκα ὑπάρχουσι διάφορα εἴδη ἡλιακῶν ὡρολογίων, ἐξ ὧν περιγράφομεν τὰ ἀκόλουθα τρία.

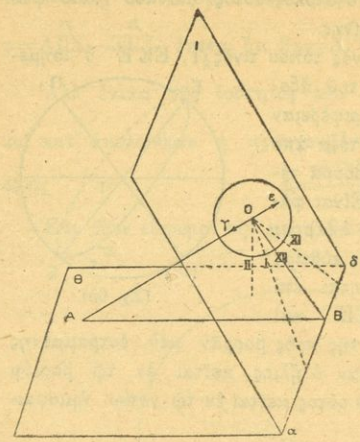
* § **94. Ἰσημερινὸν ἡλιακὸν ὡρολόγιον.**—Ἡ πλὰξ τοῦ ὡρολογίου τούτου ὤφειλε νὰ συμπίπτῃ μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ οὐρ. ἰσημερινοῦ καὶ ὁ στύλος αὐτοῦ μετὰ τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου· ἀλλ᾽ ἕνεκα τῆς μεγάλης ἀποστάσεως τοῦ Ἡλίου ἀπὸ τῆς Γῆς ἀρκεῖ ἡ μὲν πλὰξ νὰ εἶναι παράλληλος πρὸς τὸν ἰσημερινόν, ὁ δὲ στύλος κάθετος ἐπ᾽ αὐτήν. Ἵνα κατασκευάσωμεν τοιοῦτον ὡρολόγιον ἐργαζόμεθα ὡς ἑξῆς :



(Σχ. 66).

Ἐπί τινος ἐπιπέδου Π (Σχ. 66) γράφομεν μὲ κέντρον σημεῖόν τι Ο, δι᾽ οὗ θὰ διέλθῃ ὁ στύλος περιφέρειαν, ἣν διαιροῦμεν εἰς 24 ἴσα τόξα, εἰς τὰ ἄκρα τῶν ὁποίων ἄγομεν τὰς ἀντιστοίχους ἀκτῖνας καὶ παρ᾽ ἑκάστην

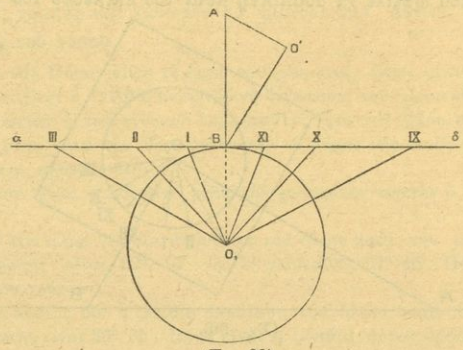
τούτων γράφομεν τοὺς ἀριθμοὺς I, II, III,.. XII ὡς ἐν τῷ σχήματι φαίνεται. Στερεοῦμεν εἶτα κατὰ τὸ κέντρον τοῦ κύκλου στύλον κάθετον ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τοῦ κύκλου καὶ ἑκατέρωθεν αὐτοῦ ἐκτεινόμενον· εἶτα χαράσσομεν τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν AB καὶ ἐφαρμόζομεν ἐπ' αὐτῆς τὴν ὑποτείνουσαν ὀρθογωνίου τριγώνου AOB, οὗ ἡ ὀξεῖα γωνία A ἰσοῦται πρὸς τὸ γεωγρ. πλάτος τοῦ τόπου καὶ οὗ τὸ ἐπίπεδον στερεοῦται κατακορύφως. Ἐπὶ τῆς πλευρᾶς δὲ OB τοῦ τριγώνου τούτου προσκολλῶμεν τὴν πλάκα τοῦ ὡρολογίου, οὕτως ὥστε τὸ μὲν ἐπίπεδον αὐτῆς νὰ εἶναι κάθετον ἐπὶ τὸ τρίγωνον AOB, τὸ κέντρον O νὰ ἐφαρμόζῃ ἐπὶ τῆς κορυφῆς τῆς ὀρθῆς γωνίας καὶ ἡ διαίρεσις XII νὰ κεῖται ἐπὶ τῆς OB.



(Σχ. 67).

Ἵνα δὲ τὸ ὡρολόγιον χρησιμεύῃ διὰ πάσας τὰς ὥρας τοῦ ἔτους, δέον αἱ διαιρέσεις νὰ χαράσσωνται ἐπ' ἀμφοτέρων τῶν ἐπιφανειῶν τῆς πλακός.

§ **95. Ὁριζόντιον ἡλιακὸν ὡρολόγιον.** — Ἔστω I ἡ πλὰξ



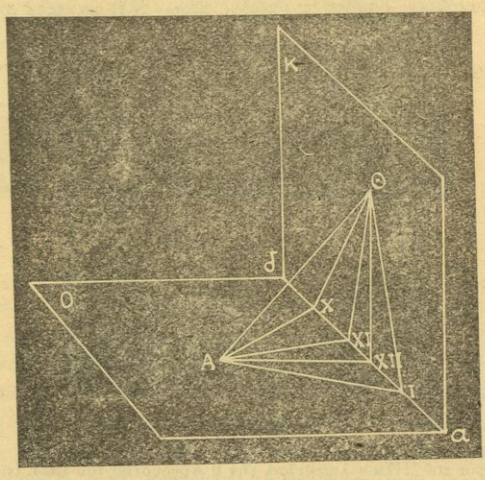
(Σχ. 68).

ἰσημερινοῦ ὡρολογίου (Σχ. 67) καὶ αδ ἡ τομὴ αὐτῆς ὑπὸ τυχόντος ὁριζοντίου ἐπιπέδου Θ, ὅπερ θέλομεν νὰ ἀποτελέσῃ τὴν πλάκα ὁριζοντίου ἡλιακοῦ ὡρολογίου. Ὁ στύλος εογ τοῦ ἰσημερινοῦ ὡρολογίου προεκτεινόμενος τέμνει τὸ ὁριζόντιον ἐπίπεδον Θ κατὰ τὸ σημεῖον A, ὁ δὲ μεσημβρινὸς τοῦ σημείου A τέμνει τὸ μὲν ἐπίπεδον Θ κατὰ τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν AB, τὸ δὲ I κατὰ τὴν OB· ὁμοίως ἕκαστον τῶν ὡριαίων ἐπιπέδων τέμνει

ἀμφότερα τὰ ἐπίπεδα ταῦτα Θ καὶ Ι κατὰ εὐθείας τεμνομενας ἐπὶ τῆς αδ. Ὥστε ἡ χάραξις ἐπὶ τοῦ ὁριζοντίου ἐπιπέδου τῶν εὐθειῶν, ἐφ' ὧν πίπτει διαδοχικῶς ἡ σκιὰ τοῦ στύλου, ἀνάγεται κυρίως εἰς τὸν καθορισμὸν τῶν σημείων, καθ' ἃ ἡ αδ τέμνεται ὑπὸ τῶν ὡριαίων ἐπιπέδων ἢ ὅπερ ταὐτὸ ὑπὸ τῶν ἀκτίνων τοῦ ἰσημερινοῦ ὡρολογίου. Γίνεται δὲ ὁ καθορισμὸς οὗτος ὡς ἀκολούθως.

Τρίγωνόν τι ὀρθογώνιον ΑΒΟ′ (Σχ. 68) ἔχον τὴν ὀξεῖαν γωνίαν Α ἴσην πρὸς τὸ γεωγ. πλάτος τοῦ τόπου, ἐφ' οὗ πρόκειται νὰ στηθῇ τὸ ὡρολόγιον, τίθεται ἐν τῷ ὁριζοντίῳ ἐπιπέδῳ, οὕτως ὥστε ἡ ὑποτείνουσα αὐτοῦ νὰ ἐφαρμόζῃ ἐπὶ τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς ΑΒ. Διὰ τῆς κορυφῆς Β χαράσσεται εὐθεῖα αδ κάθετος ἐπὶ τὴν μεσημβρινὴν γραμμήν, ἐφ' ἧς προεκτεινομένης λαμβάνομεν $BO_1 = BO'$. Εἶτα μὲ κέντρον O_1 καὶ ἀκτῖνα O_1B γράφομεν περιφέρειαν κύκλου, ἣν διαιροῦμεν ἀπὸ τοῦ Β ἀρχόμενοι εἰς 24 ἴσα τόξα καὶ φέρομεν τὰς διὰ τῶν ἄκρων τῶν τόξων τούτων ἀγομένας ἀκτῖνας μέχρι τῆς αδ. Τὰ οὕτω καθοριζόμενα σημεῖα τῆς αδ εἶναι τὰ ζητούμενα.

§ **96. Κατακόρυφον ἡλιακὸν ὡρολόγιον.** Ἔστω Ο (Σχ. 69)



(Σχ. 69).

ἡ πλὰξ ὁριζοντίου ἡλιακοῦ ὡρολογίου, Κ κατακόρυφον ἐπίπεδον τέμνον τὸ Ο κατὰ εὐθεῖαν αδ ἔχουσαν τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τοῦ μεσημβρινοῦ κα Θ τὸ σημεῖον, καθ' ὃ ὁ στύλος τοῦ ὡρολογίου τούτου προεκτεινόμενος πρὸς βορρᾶν τέμνει τὸ Κ.

Σκεπτόμενοι, ὡς ἀνωτέρω (§ 95), κατανοοῦμεν ὅτι καθ' ἑκάστην στιγμὴν αἱ σκιαὶ τοῦ στύλου ἐπὶ τῶν δύο τούτων ἐπιπέδων τέμνονται ἐπὶ τῆς αδ.

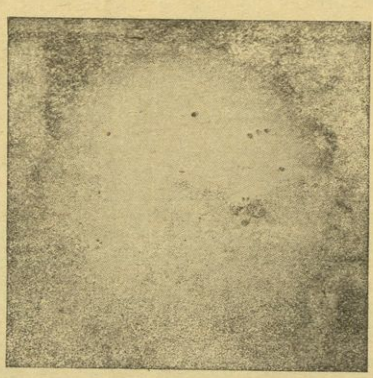
Π. χ. καθ' ἣν στιγμὴν ἡ σκιὰ ἔχει ἐπὶ τοῦ Ο τὴν θέσιν ΑΙ, ἐπὶ τοῦ Κ θὰ ἔχῃ αὕτη τὴν θέσιν ΘΙ κτλ. Ἡ πλὰξ Κ θὰ παριστᾶ ὄθεν κατακόρυφον ἡλιακὸν ὡρολόγιον.

Κατὰ ταῦτα πρὸς κατασκευὴν τοιούτου ὡρολογίου ἐργαζόμεθα ὡς ἑξῆς: Ἐπὶ τῆς πρὸς νότον ἐστραμμένης ἐπιφανείας κατακορύφου πλακὸς στερεοῦμεν στέλεχος ΘΑ φερόμενον πρὸς νότον καὶ σχηματίζον μετ' αὐτῆς γωνίαν συμπληρωματικὴν τοῦ γεωγρ. πλάτους τοῦ τόπου. Χαράσσομεν εἶτα ἐπ' αὐτῆς ὁριζόντιον εὐθεῖαν αδ ἔχουσαν τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τοῦ μεσημβρινοῦ καὶ σημειοῦμεν ἐπ' αὐτῆς τὰς διαιρέσεις ὁριζοντίου ἡλιακοῦ ὡρολογίου, οὗ ἡ πλὰξ διέρχεται διὰ τῆς α δ καὶ ὁ στύλος διὰ τοῦ Θ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΣΥΣΤΑΣΙΣ, ΑΠΟΣΤΑΣΙΣ, ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ

§ **97. Φυσικὴ σύστασις τοῦ Ἡλίου.**—*1ον). Φωτόσφαιρα. Κηλῖδες.* Ὁ ἥλιος δι' ἀσθενοῦς ὁρώμενος τηλεσκοπίου φαίνεται ὡς κυκλικὸς δίσκος λευκοῦ καὶ θαμβοῦντος φωτὸς φέρων τῇδε κακεῖσε σπάνια μελανὰ



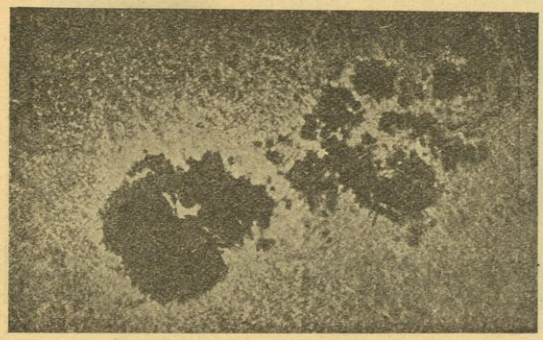
(Σχ. 70).

Φωτογραφία τοῦ Ἡλίου ληφθεῖσα τὴν 8 Αὐγούστου τοῦ 1917 ὑπὸ τοῦ κ. Quénisset εἰς τὸ ἀστεροσκοπεῖον Juvisy.

σημεῖα. Δι' ἰσχυροῦ ὅμως ὁρώμενος τηλεσκοπίου παρουσιάζει ὅλως ἀλλοίαν ὄψιν. Ἡ ἡλιακὴ ἐπιφάνεια φαίνεται γενικῶς κοκκώδης. Οἱ ἐπ' αὐτῆς παρατηρούμενοι κόκκοι εἶναι στρογγύλοι, ἐξόχως λαμπροὶ καὶ φαίνονται ὡς αἰωρούμενοι ἐν ῥευστῷ ἥττον ἐκείνων φωτεινῷ. Τὸ κοκκῶδες τοῦτο μέρος τοῦ ἡλίου εἶναι τὸ λαμπρότερον αὐτοῦ μέρος, ὅπερ ἐκπέμπει ἡμῖν δι' ἀκτινοβολίας τὸ πλεῖστον σχεδὸν τοῦ φωτὸς καὶ τῆς θερμότητος, ἅτινα παρὰ τοῦ ἡλίου δεχόμεθα. Τὸ μέρος τοῦτο, ὅπερ ὑπὸ τὰς συνήθεις συνθήκας βλέπομεν, καλεῖται ***φωτόσφαιρα***.

Οἱ κόκκοι, ἐξ ὧν φαίνεται ἀποτελουμένη ἡ φωτόσφαιρα, θεωροῦνται γενικῶς ὡς εἶδός τι νεφῶν, ἅτινα προέρχονται ἐκ τῆς συμπυκνώσεως εἰς τὴν στερεὰν ἢ ὑγρὰν κατάστασιν ἀερίων ἐκ τῆς κεντρικῆς ἡλιακῆς μάζης προερχομένων. Ἡ φασματοσκοπικὴ ἐξέτασις ἀπέδειξεν ὅτι ἐν τῇ φωτοσφαίρᾳ ὑπάρχουσι πλεῖστα τῶν ἐπὶ τῆς Γῆς ἀπαντώντων στοιχείων, οἷον σίδηρος, κάλιον, μαγνήσιον, σόδιον καὶ ἐκ τῶν ἀερίων πρὸ πάντων τὸ ὑδρογόνον.

Τὰ σπάνια μελανὰ στίγματα, ἅτινα διὰ μετρίου τηλεσκοπίου βλέπομεν ἐπὶ τοῦ ἡλίου, δι' ἰσχυροῦ ὁρώμενα τηλεσκοπίου φαίνονται ὡς σκοτεινὰ τμήματα ἱκανὴν κατέχοντα ἔκτασιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἡλίου. Ταῦτα καλοῦνται ***κηλῖδες***. Ἑκάστη κηλὶς ἀποτελεῖται ἐκ κεντρικοῦ σκοτεινοῦ πυ-



Ἡλιακὴ κηλὶς (Σχ. 71).

ρῆνος, ὅστις καλεῖται ***σκιὰ*** καὶ ἐκ τοῦ περιβάλλοντος αὐτὴν ἧττον σκοτεινοῦ μέρους, ὅπερ καλεῖται ***σκιόφως*** ἢ ***περισκίασμα.*** Τὸ μέγεθος καὶ σχῆμα τῶν κηλίδων εἶναι λίαν εὐμετάβλητα. Παρετηρήθησαν κηλῖδες, ὧν ἡ διάμετρος ἦτο πενταπλασία τῆς γηΐνης διαμέτρου.

Ἡ ἐμφάνισις πολυαρίθμων καὶ μεγάλων κηλίδων παρετηρήθη ὅτι γίνεται περιοδικῶς ἀνὰ 11 ἔτη συμπίπτουσα μὲ τὰς σημαντικωτέρας διαταράξεις τῆς μαγνητικῆς βελόνης. Αἱ κηλῖδες δὲν μένουσιν ἀκίνητοι ἐπὶ τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου ἀλλὰ φαίνονται πᾶσαι κινούμεναι ἐκ τοῦ ἀνατολικοῦ πρὸς τὸ δυτικὸν χεῖλος αὐτοῦ, εἰς ὃ ἐξαφανίζονται, ἵνα πάλιν μετά τινας ἡμέρας ἐμφανισθῶσιν εἰς τὸ ἀνατολικὸν χεῖλος καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς, μέχρις οὗ διαλυθῶσιν.

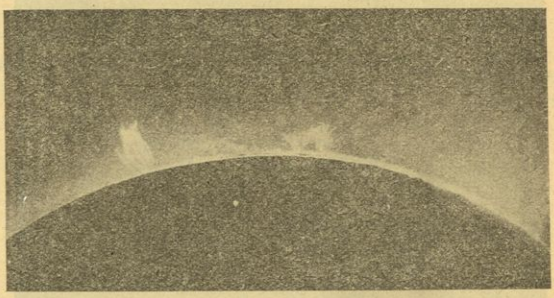
Ἀκριβεῖς παρατηρήσεις ἀποδεικνύουσιν ὅτι αἱ κηλῖδες πᾶσαι φαίνονται κινούμεναι ἐπὶ τροχιῶν παραλλήλων, ὧν τὰ ἐπίπεδα εἶναι κεκλιμένα πρὸς τὴν ἐκλειπτικὴν κατὰ 6° 58′. Ἐκ τούτου ἕπεται ὅτι ὁ ἥλιος στρέφεται κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν περὶ ἄξονα, ὅστις σχηματίζει μετὰ τῆς ἐκλειπτικῆς γωνίαν 83° 2′.

Ἡ τομὴ τῆς ἡλιακῆς ἐπιφανείας ὑπὸ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ διερχομένου διὰ

τοῦ κέντρου αὐτοῦ καὶ καθέτου ἐπὶ τὸν εἰρημένον ἄξονα ἀποτελεῖ τὸν ἡλιακὸν ἰσημερινόν. Αἱ κηλῖδες παρατηροῦνται συνήθως ἐπ' ἀμφοτέρων τῶν ἡλιακῶν ἡμισφαιρίων καὶ ἐπὶ πλάτους 30°—40°.

Περὶ τῆς φύσεως τῶν κηλίδων οὐδὲν θετικὸν γνωρίζομεν· ἄλλοτε ἐθεωροῦντο κοιλότητες ἐντὸς τῆς φωτοσφαίρας πλήρεις ἀερίων καὶ ἀτμῶν ψυχροτέρων τῶν παρακειμένων μερῶν τῆς φωτοσφαίρας καὶ ἑπομένως ὀλιγώτερον φωτεινῶν. Λεπταὶ ὅμως θερμομετρικαὶ ἔρευναι κατέδειξαν ὅτι ὑπάρχουσι κηλῖδες, αἵτινες τὴν αὐτὴν ἐνίοτε δὲ μείζονα ποσότητα θερμότητος ἐκπέμπουσι τῶν παρακειμένων μερῶν τῆς φωτοσφαίρας· αἱ κηλίδες ἄρα αὗται δὲν εἶναι ψυχρότεραι τῆς παρακειμένης φωτοσφαίρας καὶ κατ' ἀκολουθίαν δι' αὐτὰς τοὐλάχιστον ἡ ρηθεῖσα ὑπόθεσις εἶναι ἀνεπαρκής.

2ον. *Ἀπορροφητικὴ στιβάς.* Ἐνίοτε κατὰ τὰς ὁλικὰς ἐκλείψεις τοῦ



(Σχ. 72). Προεξοχαί.

Ἡλίου παρατηρεῖται ὑπὲρ τὴν φωτόσφαιραν ἀερῶδες στρῶμα λεπτότατον καὶ σχετικῶς σκοτεινόν. Τὸ στρῶμα τοῦτο ἀποτελεῖται ἐκ τῶν ἀτμῶν πολλῶν ἐκ τῶν γνωστῶν μετάλλων καὶ ἔκ τινων ἀερίων, ἔχει δὲ τὴν ἰδιότητα ν' ἀπορροφᾷ τινας τῶν ἀκτίνων τῆς φωτοσφαίρας καὶ παράγει τὰς ραβδώσεις τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον τὸ στρῶμα τοῦτο καλεῖται ***ἀπορροφητικὴ στιβάς***.

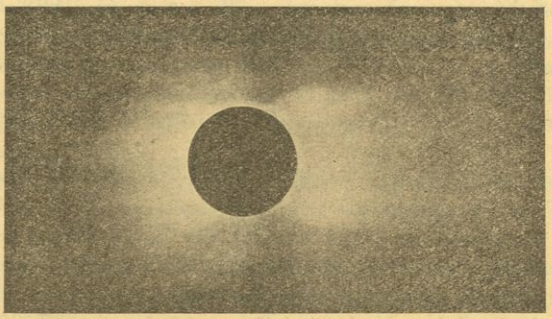
3ον. ***Χρωμόσφαιρα***. Κατὰ τὰς ὁλικὰς ἐπίσης ἐκλείψεις τοῦ ἡλίου παρατηρεῖται ὑπὲρ τὴν ἀπορροφητικὴν στιβάδα ἑτέρα ἀερώδης καὶ ροδόχρους στιβάς, ἥτις καλεῖται ***χρωμόσφαιρα***. Ἡ χρωμόσφαιρα ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ διαπύρου ὑδρογόνου καὶ ἐν ἐλάσσονι ποσότητι ἐξ ἄλλου τινὸς ἀερίου ἐπ' αὐτῆς τὸ πρῶτον παρατηρηθέντος, ὅπερ ἐκλήθη ***ἥλιον*** (1). Ἀνεκαλύφθησαν ἐπίσης ἐν τῇ χρωμοσφαίρᾳ ἀτμοὶ ἄνθρακος, σοδίου, μαγνησίου καλίου.

---

(1) Βραδύτερον (1898) ὁ Ἄγγλος Χημικὸς Ramsay ἠδυνήθη νὰ ἐξαγάγῃ αὐτὸ ἐκ τοῦ σπανίου ὀρυκτοῦ ***«κλεβεῖτης»***.

Ἐκ τῆς χρωμοσφαίρας ἀνυψοῦνται ἐνίοτε τεράστιαι φλόγες, ἃς καλοῦμεν ***προεξοχάς***. Αἱ προεξοχαὶ ὑψοῦνται ἐνίοτε εἰς ὕψος εἴκοσι καὶ τριάκοντα χιλιάδων λευγῶν μετὰ ταχύτητος πολλῶν ἑκατοντάδων χιλιομέτρων κατὰ δευτερόλεπτον. Κατὰ τὰς ὁλικὰς ἐκλείψεις τοῦ ἡλίου αἱ προεξοχαὶ φαίνονται ὡς τεράστιοι πτεροθύσανοι. Αὗται ὀφείλονται εἰς ἐκκρήξεις ἀερίων, ὧν ἐπικρατέστερον τὸ ὑδρογόνον.

4ον. ***Στέμμα.*** — Ὑπὲρ τὴν χρωμόσφαιραν ὑπάρχει ἕτερον ἀερῶδες στρῶμα ὁρατὸν ἐπίσης κατὰ τὰς ὁλικὰς ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου, ὅπερ καλεῖ-



(Σχ. 73). Στέμμα.

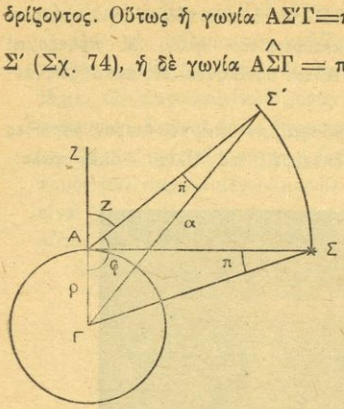
ται ***στέμμα.*** Τούτου τὸ σχῆμα ἐξ ἀκτινωτῶν ταινιῶν ἀποτελούμενον εἶναι ἀκανόνιστον, τὸ δὲ φῶς εἶναι ἀμυδρότερον τοῦ τῆς χρωμοσφαίρας ἀλλ' ἐντονώτερον τοῦ τῆς πανσελήνου. Καὶ τὸ στέμμα ἀποτελεῖται ἐκ διαπύρων ἀερίων καὶ πρὸ πάντων ὑδρογόνου. Ἐν αὐτῷ παρετηρήθη τὸ πρῶτον τὸ ***κορώνιον.***

Ἡ χρωμόσφαιρα, ἡ ἀπορροφητικὴ στιβὰς καὶ τὸ στέμμα εἶναι ἀόρατα ὑπὸ τὰς συνήθεις συνθήκας, διότι τὸ φῶς αὐτῶν ἀποπνίγεται ἐν μέσῳ τοῦ ἰσχυροτέρου φωτὸς τῆς φωτοσφαίρας.

5ον. ***Ὁ κεντρικὸς πυρήν.*** Ἔσωθεν τῆς φωτοσφαίρας κεῖται ὁ κεντρικὸς πυρὴν τοῦ ἡλίου, ὅστις ἀποτελεῖ τὰ $\frac{9}{10}$ τῆς ὅλης ἡλιακῆς μάζης. Ὁ πυρὴν οὗτος εἶναι διάπυρος καὶ διατελεῖ ἐν ἀερώδει καταστάσει. Κατὰ τὰ προειρημένα ὁ ἥλιος ἀποτελεῖται ἐκ τῶν ἀκολούθων μερῶν, 1ον) ἐκ τοῦ κεντρικοῦ πυρῆνος, 2ον) ἐκ τῆς φωτοσφαίρας, 3ον) ἐκ τῆς ἀπορροφητικῆς στιβάδος, 4ον) ἐκ τῆς χρωμοσφαίρας καὶ 5ον) ἐκ τοῦ στέμματος.

§ 98. Παράλλαξις ἀστέρος.— ***Καλεῖται παράλλαξις ἀστέρος ἡ γωνία, ὑπὸ τὴν ὁποίαν ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ ἀστέρος φαίνεται ἡ ἀκτὶς τῆς Γῆς.*** Αὕτη καλεῖται παράλλαξις ***ὕψους,*** ἂν ὁ ἀστὴρ εὑρίσκη-

ται ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα, ***ὁριζοντία*** δὲ παράλλαξις, ἂν οὗτος κεῖται ἐπὶ τοῦ ὁρίζοντος. Οὕτως ἡ γωνία ΑΣ'Γ=π' εἶναι παράλλαξις ὕψους τοῦ ἀστέρος Σ' (Σχ. 74), ἡ δὲ γωνία $A\hat{\Sigma}\Gamma = \pi$ εἶναι ἡ ὁριζοντία παράλλαξις τοῦ Σ.



(Σχ. 74).

Ἂν ὁ τόπος Α κεῖται ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ, ἡ ὁριζοντία παράλλαξις ἀστέρος καλεῖται ***ὁριζοντία ἰσημερινὴ παράλλαξις***.

Ἐκ τοῦ τριγώνου ΑΓΣ', ἂν κληθῇ z ἡ ζενιθία τοῦ Σ' ἀπόστασις καὶ α ἡ ἀπὸ τοῦ κέντρου τῆς Γῆς ἀπόστασις ΓΣ' τοῦ Σ', εὑρίσκομεν $\frac{\rho}{\text{ημπ}'} = \frac{\alpha}{\text{ημφ}}$ ἤ, ἐπειδὴ ημφ=ημz, $\frac{\rho}{\text{ημπ}'} = \frac{\alpha}{\text{ημz}}$,

ὅθεν $\text{ημπ}' = \frac{\rho}{\alpha}\,\text{ημz}.$ (1)

Κατὰ ταῦτα ἡ παράλλαξις ὕψους ἀστέρος ἀπὸ τοῦ αὐτοῦ τόπου Α ὁρωμένου ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ζενιθίας αὐτοῦ ἀποστάσεως.

Ἂν ὁ ἀστὴρ εὑρίσκηται εἰς τὸν ὁρίζοντα, θὰ εἶναι ημz=ημ90°=1 καὶ ἡ ἰσότης (1) γίνεται $\text{ημπ} = \frac{\rho}{\alpha}$ (2)

ἐξ ἧς $\alpha = \frac{\rho}{\text{ημπ}}$ (3)

Διὰ τῶν ἰσοτήτων (3) καὶ (2) εὑρίσκομεν τὴν ἀπόστασιν ἀστέρος τινὸς ἀφ' ἡμῶν, ἂν γνωρίζωμεν τὴν ὁριζοντίαν αὐτοῦ παράλλαξιν, καὶ τἀνάπαλιν.

Ἐκ τῶν ἰσοτήτων (1) καὶ (2) λαμβάνομεν εὐκόλως τὴν ἰσότητα

$$\text{ημπ}' = \text{ημπ}.\ \text{ημz}. \qquad (4)$$

Αὕτη συνδέει τὴν ὁριζοντίαν παράλλαξιν π ἀστέρος τινός, τὴν παράλλαξιν ὕψους π' αὐτοῦ καὶ τὴν ζενιθίαν αὐτοῦ ἀπόστασιν. Ἐπειδὴ δὲ συνήθως αἱ γωνίαι π καὶ π' εἶναι λίαν μικραί, τὰ ἡμίτονα αὐτῶν ἐλάχιστα διαφέρουσι τῶν γωνιῶν τούτων καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἐπιτρέπεται ἄνευ αἰσθητοῦ σφάλματος νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι ημπ=π καὶ ημπ'=π'. Τότε δὲ ἡ ἰσότης (4) γίνεται.

$$\pi' = \pi\ \text{ημz}. \qquad (5)$$

§ **99. Ἀπόστασις τοῦ Ἡλίου.**— Ἡ ὁριζοντία ἰσημερινὴ παράλλαξις τοῦ Ἡλίου προσδιορισθεῖσα διὰ διαφόρων μεθόδων εὑρέθη ἴση πρὸς 8'',8. Ἡ ἰσότης (3) γίνεται λοιπὸν διὰ τὸν Ἥλιον $\alpha = \frac{\rho}{\text{ημ}8'',8}$, ἐξ ἧς εὑρίσκομεν τὴν ἀφ' ἡμῶν ἀπόστασιν τοῦ Ἡλίου ὡς ἑξῆς. Διαιροῦντες διὰ ρ ἀμ-

φότερα τὰ μέλη τῆς ἰσότητος ταύτης καὶ εἶτα λαμβάνοντες τοὺς λογαρίθμους ἀμφοτέρων τῶν μελῶν εὑρίσκομεν

$$\text{λογ}\left(\frac{\alpha}{\rho}\right) = -\text{λογ ἡμ } 8'',8 \text{ ἀλλὰ}$$

$$\text{λογ ἡμ } 8'',8 = \bar{6},68557 + 0,94448 = \bar{5},63005,$$

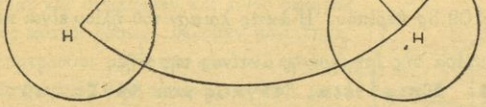
$$\text{ὅθεν λογ}\left(\frac{\alpha}{\rho}\right) = -(\bar{5},63005) = 4,36995, \text{ ἄρα}$$

$$\frac{\alpha}{\rho} = 23440 \text{ καὶ } \alpha = 23440\ \rho.$$

Ἀπέχει λοιπὸν ἀφ᾽ ἡμῶν ὁ Ἥλιος ἀπόστασιν ἴσην πρὸς 23440 ἰσημερινὰς ἀκτῖνας τῆς Γῆς, ἤτοι 150 ἑκατομμύρια χιλιόμετρα περίπου. Ἁμαξοστοιχία διανύουσα 100 χιλιόμετρα καθ᾽ ὥραν θὰ διήνυε τὴν ἀπόστασιν ταύτην εἰς 170 ἔτη περίπου ἄνευ στάσεων. Τὸ φῶς, ὅπερ διατρέχει 300 ἑκατομμύρια μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον, χρειάζεται 8π 20δ, ἵνα φθάσῃ ἀπὸ τοῦ Ἡλίου μέχρις ἡμῶν.

§ 100. Διάρκεια τῆς περὶ ἄξονα στροφῆς τοῦ Ἡλίου. Ἐμάθομεν (§ 97) ὅτι ἡ ὁμοιόμορφος κίνησις τῶν κηλίδων ἐκ τοῦ ἀνατολικοῦ πρὸς τὸ δυτικὸν χεῖλος τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου ἀποδεικνύει ὅτι ὁ ἥλιος στρέφεται ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς περὶ ἄξονα, ὅστις σχηματίζει μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐκλειπτικῆς γωνίαν 83°2′. Ὁ χρόνος μιᾶς πλήρους τοιαύτης στροφῆς ὑπολογίζεται ὡς ἑξῆς.

Ἐν πρώτοις παρετηρήθη ὅτι κηλίς τις ἐπανέρχεται εἰς τὴν αὐτὴν ἐπὶ τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου θέσιν μετὰ 27 ἡμ. καὶ 3 ὥρ. Ἐὰν ἄρα κηλίς τις κ φαίνηται κατά τινα στιγμὴν εἰς τὸ κέντρον τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου (Σχ. 75) ἤτοι



(Σχ. 75).

κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΓΗ, μετὰ 27 ἡμέρας καὶ 3 ὥρας θὰ ἔχῃ τὴν αὐτὴν ἐπὶ τοῦ δίσκου θέσιν. Ἐπειδὴ κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον ὁ ἥλιος μετετοπίσθη εἰς τὴν θέσιν Η′ τῆς ἐκλειπτικῆς, ἡ κηλὶς φαίνεται εἰς τὴν θέσιν κ_1 κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΓΗ′. Ἐὰν δὲ ὁ ἥλιος ἐστρέφετο περὶ ἄξονα κάθετον ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τῆς ἐκλειπτικῆς (ὅπερ ὀλίγον διαφέρει τοῦ ἀληθοῦς) καὶ κατὰ

360°, ἡ ἀκτὶς Ηκ θὰ ἤρχετο εἰς τὴν θέσιν Η'κ' παράλληλον τῇ Ηκ καὶ ἡ κηλὶς δὲν θὰ ἐφαίνετο εἰς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου, ἀλλ' εἰς θέσιν τινὰ κ' ἀνατολικώτερον τοῦ κέντρου κειμένην. Ἵνα ἄρα ἡ κηλὶς φανῇ εἰς τὸ $κ_1$, πρέπει ὁ ἥλιος νὰ στραφῇ ἀκόμη κατὰ γωνίαν κ'Η'$κ_1$=Η'ΓΗ, ἥτις βαίνουσα ἐπὶ τοῦ τόξου ΗΗ' παρίσταται δι' οὗ καὶ τοῦτο ἀριθμοῦ μοιρῶν· ἀλλὰ τὸ τόξον ΗΗ' εἶναι περίπου 27°,διότι καθ'ἑκάστην ἡμέραν ὁ ἥλιος διανύει τόξον 1° ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς· ὥστε κατὰ τὸ διάστημα τῶν 27 ἡμ. καὶ 3 ὡρῶν ὁ ἥλιος στρέφεται περίπου κατὰ 360°+27°=387°· ἵνα δὲ στραφῇ μόνον κατὰ 360° χρειάζεται

$\frac{27,125}{387}$. 360=25 ἡμ. 4 ὥρ. 29π.

§ **101. Σχῆμα τοῦ ἡλίου.**—Τῇ βοηθείᾳ τοῦ ἡλιομέτρου κατεδείχθη ὅτι καθ' ἑκάστην μεσημβρίαν πᾶσαι αἱ διάμετροι τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου εἶναι ἴσαι πρὸς ἀλλήλας, ἤτοι ὁ δίσκος οὗτος εἶναι πάντοτε κύκλος, εἰ καὶ ἕνεκα τῆς περὶ ἄξονα στροφῆς αὐτοῦ ὁ ἥλιος παρουσιάζει πρὸς ἡμᾶς διάφορα ἐντὸς 25 ἡμερῶν μέρη αὐτοῦ. Ἐκ τούτου ἕπεται ὅτι ὁ ἥλιος εἶναι **σφαῖρα.**

ΣΗΜ. Ἡ περὶ ἄξονα στροφὴ τοῦ ἡλίου προκαλεῖ ἀνεπαίσθητον πλάτυνσιν, διότι ὑπελογίσθη ὅτι ἡ εἰς τὸν ἡλιακὸν ἰσημερινὸν ἀναπτυσσομένη φυγόκεντρος δύναμις μόλις φθάνει τὸ $\frac{1}{18000}$ τῆς ἐν αὐτῷ ἐντάσεως τῆς ἡλιακῆς βαρύτητος.

§ **102. Ἀκτὶς τοῦ Ἡλίου.** Ἔστω Ρ ἡ ἀκτὶς τῆς ἡλιακῆς σφαίρας, Δ ἡ φαινομένη αὐτῆς διάμετρος, α ἡ ἀπόστασις αὐτῆς ἀπὸ τῆς γῆς, ρ ἡ ἰσημερινὴ ἀκτὶς τῆς Γῆς καὶ π ἡ ὁριζοντία ἰσημερινὴ παράλλαξις τοῦ Ἡλίου. Ἐὰν ἐν τῇ ἰσότητι $α = \frac{ρ}{ἡμπ}$ (§ 98) θέσωμεν π ἀντὶ ἡμπ, δι' ὃν εἴπομεν (§ 98) λόγον, αὕτη γίνεται $α = \frac{ρ}{π}$· Ἐκ ταύτης δὲ καὶ τῆς $α = \frac{2Ρ}{Δ}$ (§ 67) εὑρίσκομεν τὴν ἰσότητα $\frac{2Ρ}{Δ} = \frac{ρ}{π}$, ὅθεν $Ρ = \frac{Δρ}{2π} = \frac{(32'4'')ρ}{2.(8'',8)}$ ἢ $Ρ = \frac{1924ρ}{17,6}$=109,3ρ περίπου. Ἡ ἀκτὶς λοιπὸν τοῦ ἡλίου εἶναι περίπου 109,3 φορὰς μεγαλυτέρα τῆς ἰσημερινῆς ἀκτῖνος τῆς Γῆς.

§ **103. Ἐπιφάνεια, Ὄγκος καὶ Μᾶζα τοῦ Ἡλίου.**— Ἡ γεωμετρία διδάσκει ὅτι δύο σφαιρῶν αἱ μὲν ἐπιφάνειαι εἶναι πρὸς ἀλλήλας ὡς τὰ τετράγωνα τῶν ἀκτίνων αὐτῶν, οἱ δὲ ὄγκοι ὡς οἱ κύβοι τῶν ἀκτίνων. Κατὰ ταῦτα, ἂν καλέσωμεν Ε τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ Ἡλίου, ε τὴν τῆς γῆς, Σ τὸν ὄγκον τοῦ Ἡλίου καὶ σ τὸν τῆς γῆς θὰ εἶναι :

$$\frac{Ε}{ε} = \frac{(109,3ρ)^2}{ρ^2} = (109,3)^2 = 11946,5 \text{ καὶ}$$

$$\frac{Σ}{σ} = \frac{(109,3ρ)^3}{ρ^3} = (109,3)^3 = 1300751,3$$

ἐξ ὧν βλέπομεν ὅτι Ε=11946,5ε καὶ Σ=1300751,3σ, ἤτοι ἡ μὲν ἐπιφάνεια τοῦ Ἡλίου εἶναι περίπου 12000 φορὰς μείζων τῆς γῆϊνης ὁ δὲ ὄγκος 1300000 φορὰς περίπου μείζων τοῦ τῆς γῆς.

Ἡ μᾶζα τοῦ ἡλίου εὑρέθη ὅτι εἶναι 333432 φορὰ μείζων τῆς γῆϊνης, ἡ πυκνότης ἄρα αὐτῆς εἶναι τὸ $\frac{1}{4}$ περίπου τῆς γῆϊνης πυκνότητος ἤτοι ἴση πρὸς 1, 4, ἂν ληφθῇ ὡς μονὰς ἡ πυκνότης τοῦ ὕδατος.

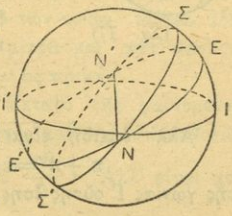
ΒΙΒΛΙΟΝ Δ'.

Η ΣΕΛΗΝΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΚΙΝΗΣΕΙΣ, ΑΠΟΣΤΑΣΙΣ, ΦΑΣΕΙΣ, ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΗΣ ΣΕΛΗΝΗΣ

§ **104. Ἰδία κίνησις τῆς Σελήνης.** — Ἡ Σελήνη πλὴν τῆς ἡμερησίας κινήσεως ὑπόκειται καὶ εἰς ἑτέραν ἰδίαν κίνησιν ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων. Πράγματι· ὑποθέσωμεν ὅτι κατά τινα ἑσπέραν ὁ ἥλιος, ἡ σελήνη καὶ ἀπλανής τις ἀστὴρ δύουσι συγχρόνως. Ἐὰν παρατηρήσωμεν τὴν ἀκόλουθον ἡμέραν, θέλομεν ἴδει ὅτι ὁ μὲν ἥλιος δύει 4π περίπου, ἡ δὲ Σελήνη 50π, 5 βραδύτερον τοῦ ἀπλανοῦς ἐκείνου. Ἐκινήθη λοιπὸν ἡ Σελήνη κατὰ τὸν μεσολαβήσαντα χρόνον πρὸς ἀνατολὰς τοῦ ἀπλανοῦς καὶ πολὺ περισσότερον (13 φορὰς περίπου) ἢ ὁ ἥλιος. Ἐὰν ἐπὶ ἕνα περίπου μῆνα μετρῶμεν καθ' ἑκάστην καὶ κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησιν τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης τὰς οὐρανογραφικὰς αὐτοῦ συντεταγμένας καὶ σημειῶμεν ἐπί 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 Α ἐπὶ μεγίστου κύκλου τῆς οὐρ. σφαίρας τέμνοντος τὸν μέν ἰσημερινὸν ὑπὸ γωνίαν 28° 36' τὴν δὲ ἐκλειπτικὴν ὑπὸ γωνίαν 5°9' (=28°36'—23°27').



(Σχ. 76).

Τὰ δύο σημεῖα Ν καὶ Ν' (Σχ. 76), καθ' ἃ ἡ τροχιὰ τῆς Σελήνης τέμνει τὴν ἐκλειπτικὴν καλοῦνται ***σύνδεσμοι***. Τούτων ὁ μὲν Ν, δι' οὗ ἡ Σελήνη διέρχεται μεταβαίνουσα ἐκ τοῦ πρὸς νότον τῆς ἐκλειπτικῆς ἡμισφαι-

ρίου εἰς τὸ πρὸς βορρᾶν αὐτῆς καλεῖται ***ἀναβιβάζων σύνδεσμος*** ὁ δ' ἕτερος N' καλεῖται ***καταβιβάζων σύνδεσμος.***

§ **105. Φαινομένη διάμετρος τῆς Σελήνης.**—Μετροῦντες καθ' ἑκάστην τὴν φαινομένην διάμετρον τῆς Σελήνης, βεβαιούμεθα ὅτι αὕτη δὲν εἶναι σταθερά. Ἐντὸς 27 ἡμερῶν καὶ 8 ὡρῶν περίπου μεταβάλλεται μεταξὺ 33′ 33″ καὶ 29′ 26″. Ἡ μέση τιμὴ αὐτῆς εἶναι ὅθεν 31′ 29″. Κατ' ἀκολουθίαν (§ 67) καὶ ἡ ἀπόστασις αὐτῆς ἀφ' ἡμῶν μεταβάλλεται κυμαινομένη μεταξὺ ἐλαχίστης καὶ μεγίστης τινὸς τιμῆς αὐτῆς.

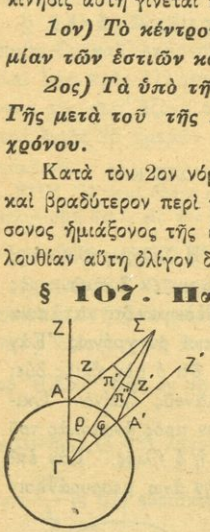
§ **106. Τροχιὰ τῆς Σελήνης.** — Ἡ μεταβολὴ τῆς θέσεως τῆς Σελήνης ἐπὶ τῆς οὐρ, σφαίρας καὶ ἡ τῆς ἀποστάσεως αὐτῆς ἀφ' ἡμῶν ὀφείλονται εἰς πραγματικὴν περὶ τὴν γῆν κίνησιν αὐτῆς ἐν τῷ διαστήματι. Ἡ κίνησις αὕτη γίνεται κατὰ τοὺς ἀκολούθους νόμους.

1ον) Τὸ κέντρον τῆς Σελήνης κινεῖται ἐπὶ ἐλλείψεως, ἧς τὴν μίαν τῶν ἑστιῶν κατέχει ἡ Γῆ.

2ος) Τὰ ὑπὸ τῆς ἐπιβατικῆς ἀκτῖνος, ἥτις συνδέει τὸ κέντρον τῆς Γῆς μετὰ τοῦ τῆς Σελήνης γραφόμενα ἐμβαδὰ εἶναι ἀνάλογα τοῦ χρόνου.

Κατὰ τὸν 2ον νόμον ἡ Σελήνη κινεῖται ταχύτερον περὶ τὸ περίγειον καὶ βραδύτερον περὶ τὸ ἀπόγειον. Ἡ διαφορὰ μεταξὺ μείζονος καὶ ἐλάσσονος ἡμιάξονος τῆς ἐλλείψεως ταύτης εἶναι σχετικῶς μικρὰ καὶ κατ' ἀκολουθίαν αὕτη ὀλίγον διαφέρει περιφερείας κύκλου.

§ **107. Παράλλαξις τῆς Σελήνης.** — Ἡ παράλλαξις τῆς Σελήνης πρσδιορίζεται κατὰ τὴν ἀκόλουθον μέθοδον. Δύο παρατηρηταὶ τοποθετοῦνται εἰς δύο διαφόρους τόπους A καὶ A′ (Σχ. 77) τοῦ αὐτοῦ μεσημβρινοῦ καὶ μετροῦσι τὰς ζενιθίας τῆς Σελήνης ἀποστάσεις z καὶ z′ κατὰ τὴν ἄνω αὐτῆς μεσουράνησιν. Ἂν κληθῶσι π′ καὶ π″ αἱ παραλλάξεις ὕψους αὐτῆς κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην καὶ π ἡ ὁριζοντία αὐτῆς παράλλαξις, θὰ εἶναι (§ 98 — 5) π′ = π·ἡμz καὶ π″=πἡμz′, ἐξ ὧν προκύπτει εὐκόλως ἡ ἰσότης



(Σχ. 77)

$$\pi = \frac{\pi' + \pi''}{\text{ἡμ}z + \text{ἡμ}z'} \qquad (1)$$

Ἀλλ' ἐπειδὴ εἶναι z=π′+ρ καὶ z′=π″+φ, ἕπεται εὐκόλως ὅτι

$$\pi' + \pi'' = z + z' - \Gamma. \qquad (2),$$

τῆς γωνίας Γ οὔσης ἴσης πρὸς τὸ ἀλγεβρικὸν ἄθροισμα τῶν γεωργ. πλατῶν τῶν τόπων A καὶ A′. Ἡ ἰσότης (1) γίνεται λοιπὸν $\pi = \frac{z + z' - \Gamma}{\text{ἡμ}z + \text{ἡμ}z'}$, ἐξ ἧς εὑρίσκεται ἡ ὁριζοντία παράλλαξις π τῆς Σελήνης. Ἡ μέθοδος αὕτη εἰς τὸν Cassini (1672) ὀφειλομένη ἐφηρμόσθη τὸ πρῶτον ἐν ἔτει 1751 ὑπὸ

τῶν ἀστρονόμων Caille καὶ Lalande, ὧν ὁ μὲν α΄ μετέβη εἰς τὸ ἀκρωτήριον τῆς καλῆς ἐλπίδος ὁ δὲ β΄ εἰς Βερολῖνον.

Ἡ παράλλαξις τῆς Σελήνης ἐν τῷ αὐτῷ μὲν τόπῳ μεταβάλλεται μετὰ τῆς ἀποστάσεως αὐτῆς, ἐν διαφόροις δὲ τόποις μετὰ τῆς ἀκτῖνος τῆς Γῆς. Ἡ μέση τιμὴ τῆς ὁριζοντίου ἰσημερινῆς παραλλάξεως αὐτῆς εἶναι 57′ 2″, 7, ἤτοι διπλασία περίπου τῆς φαινομένης διαμέτρου αὐτῆς. Ἐκ τῆς Σελήνης λοιπὸν ἡ Γῆ φαίνεται ὡς δίσκος δεκατετραπλάσιος περίπου τοῦ Σεληνιακοῦ.

§ **108. Ἀπόστασις τῆς Σελήνης.** — Γνωστῆς ἤδη οὔσης τῆς παραλλάξεως τῆς Σελήνης προσδιορίζεται ἡ ἀπόστασις αὐτῆς ἀφ᾽ ἡμῶν ἐκ τῆς ἰσότητος (§ 98—3) $\alpha = \frac{\rho}{\text{ημπ}}$ ἢ $\frac{\alpha}{\rho} = \frac{1}{\text{ημπ}}$, ὡς ἀκολούθως.

$$\text{λογ}\left(\frac{\alpha}{\rho}\right) = -\text{λογημ}\ (57'2'',2,) = -\ [\bar{6},68556 + 3,53437] = 1,78007,$$

ὅθεν $\frac{\alpha}{\rho} = 60,266$ καὶ $\alpha = 60,266\rho$.

Ἀπέχει λοιπὸν ἀφ᾽ ἡμῶν ἡ Σελήνη κατὰ μέσον ὅρον ἀπόστασιν ἑξηκονταπλασίαν τῆς ἰσημερινῆς ἀκτῖνος τῆς Γῆς ἤτοι 384495 χιλιομέτρων. Ἑαμαξοστοιχία διανύουσα 60 χιλιόμετρα καθ᾽ ὥραν θὰ ἐχρειάζετο 267 ἡμέρας, ἵνα διανύσῃ τὴν ἀπόστασιν ταύτην. Ἡ μεγίστη τιμὴ τῆς ἀποστάσεως τῆς Σελήνης εἶναι 64ρ, ἡ δὲ ἐλαχίστη 56ρ.

§ **109 Σχῆμα τῆς Σελήνης.** Τὸ σχῆμα τῆς Σελήνης δὲν δύναται νὰ καθορισθῇ δι᾽ ἀμέσων παρατηρήσεων ἐπὶ τοῦ δίσκου αὐτῆς, διότι ὡς βραδύτερον θὰ ἴδωμεν, ἡ Σελήνη στρέφει πρὸς ἡμᾶς πάντοτε τὰ αὐτὰ σχεδὸν μέρη τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς, τὸ δὲ κυκλικὸν τοῦ δίσκου τούτου σχῆμα οὐδὲν θετικὸν περὶ τοῦ ὅλου σχήματος αὐτῆς δεικνύει. Θεωρητικῶς ὅμως ἀποδεικνύεται ὅτι ἕνεκα τῆς ἀμοιβαίας ἕλξεως τῶν μορίων της, τῆς περιστροφῆς αὐτῆς καὶ τῆς ἕλξεως τῆς Γῆς ἡ Σελήνη 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 ὅμως μεταξὺ τῶν τριῶν τούτων ἀξόνων εἶναι σχετικῶς πρὸς τὰ μεγέθη αὐτῶν πολὺ μικρὰ καὶ κατ᾽ ἀκολουθίαν δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν τὴν Σελήνην σχεδὸν σφαιρικήν.

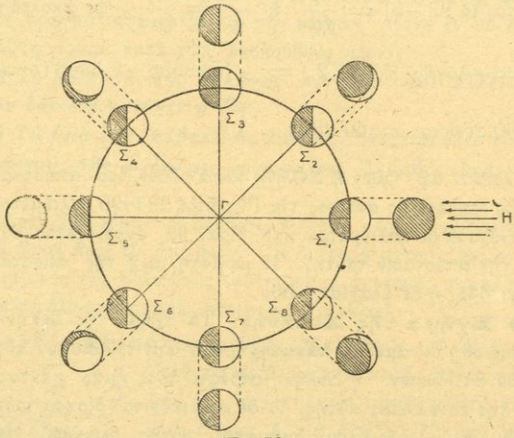
§ **110. Μέγεθος τῆς Σελήνης.** — Μεταξὺ τῆς φαινομένης διαμέτρου Δ τῆς Σελήνης, τῆς ἀκτῖνος Ρ αὐτῆς καὶ τῆς ἀποστάσεώς της ἀφ᾽ ἡμῶν ἀληθεύει (§ 67—2) ἡ ἰσότης $\alpha = \frac{2P}{\Delta}$. Ἀλλ᾽ εἶναι καὶ $\alpha = \frac{\rho}{\text{ημπ}}$ ἢ κατὰ προσέγγισιν $\alpha = \frac{\rho}{\pi}$. Ὅθεν $\frac{2P}{\Delta} = \frac{\rho}{\pi}$ καὶ κατ᾽ ἀκολουθίαν

$$P = \frac{\Delta\rho}{2\pi} = \frac{1889\rho}{6845,4} \text{ ἢ } P = 0,27\rho\ (\Delta = 31'29'' = 1899'', \pi = 57'2'',7 =$$

3422'', 7). Εἶναι λοιπὸν ἡ ἀκτὶς τῆς Σελήνης ἴση περίπου πρὸς τὰ 0,27 τῆς γηΐνης ἰσημερινῆς ἀκτῖνος.

Ὁ ὄγκος αὐτῆς εἶναι περίπου $\frac{1}{50}$ τοῦ ὄγκου τῆς Γῆς, ἡ δὲ μᾶζα αὐτῆς ἴση πρὸς τὸ $\frac{1}{81}$ τῆς μάζης τῆς Γῆς καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἡ πυκνότης αὐτῆς εἶναι τὰ 0,654 τῆς πυκνότητος τῆς Γῆς, ἤτοι 3,4, ἂν ληφθῇ ὡς μονὰς ἡ πυκνότης τοῦ ὕδατος.

§ **111. Φάσεις τῆς Σελήνης.**— Τὰ διάφορα σχήματα, ὑφ' ἃ



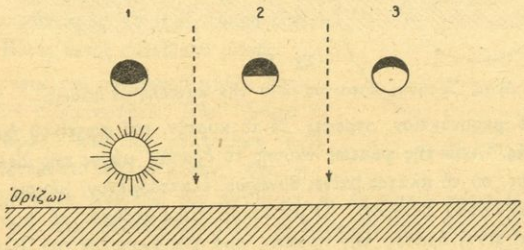
(Σχ. 78)

φαίνεται ἡμῖν ἡ Σελήνη ἐντὸς μηνὸς περίπου, καλοῦνται **φάσεις** τῆς Σελήνης. Εἶναι εὔκολον νὰ ἐξηγήσωμεν τὸ φαινόμενον τῶν φάσεων τῆς Σελήνης. Ἐν πρώτοις τὰ διάφορα σχήματα, ὑφ' ἃ βλέπομεν τὴν Σελήνην ἀποδεικνύουσιν ἀρκούντως ὅτι αὕτη εἶναι σφαιρική (§ 109) καὶ ὅτι εἶναι σῶμα μὴ αὐτόφωτον ἀλλ' ἱκανὸν νὰ ἀνακλᾷ τὸ ἐπ' αὐτοῦ προσπῖπτον ἡλιακὸν φῶς.

Τὸ πρὸς τὸν Ἥλιον ἐστραμμένον ἡμισφαίριον τῆς Σελήνης φωτίζεται ὑπ' αὐτοῦ καὶ χωρίζεται ἀπὸ τοῦ μὴ φωτιζομένου διὰ γραμμῆς, ἥτις 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 ἧττον μέγα. Τῷ ὄντι· ὑποθέσωμεν χάριν ἁπλότητος ὅτι ἡ Σελήνη γράφει περὶ τὴν Γῆν κύκλον (§ 106), 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 πραγματικήν της γωνιώδη ταχύτητα, ἀλλὰ μὲ τὴν διαφορὰν ταύτης ἀπὸ τῆς γωνιώδους ταχύτητος τοῦ Ἡλίου. Τοῦ Ἡλίου ὄντος εἰς μεγίστην ἀπό-

στασιν ἐπιτρέπεται νὰ θεωρήσωμεν τὰς ἀκτῖνας Η (Σχ. 78) παραλλήλους. Ὁ κύκλος φωτισμοῦ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὰς ἀκτῖνας Η.

1ον Νέα Σελήνη. Ὅταν ἡ Σελήνη εὑρίσκηται εἰς τὴν θέσιν Σ_1 τῆς τροχιᾶς της, στρέφει πρὸς τὴν Γῆν Γ τὸ μὴ φωτιζόμενον ἡμισφαίριον αὐτῆς καὶ εἶναι κατ' ἀκολουθίαν ἀόρατος. Λέγομεν τότε ὅτι ἔχομεν νέαν ***Σελήνην ἢ νουμηνίαν.*** Κατὰ τὴν φάσιν ταύτην ἡ Σελήνη ἀνατέλλει καὶ δύει συγχρόνως μετὰ τοῦ Ἡλίου. Μετά τινας ἡμέρας ἡ Σελήνη φθάνει εἰς ἄλλην τινα θέσιν Σ_2 τῆς τροχιᾶς της, ὅτε μικρὸν μέρος τοῦ ὑπὸ τοῦ Ἡλίου φωτιζομένου ἡμισφαιρίου αὐτῆς εἶναι ἐστραμμένον πρὸς τὴν Γῆν καὶ κατ' ἀκολουθίαν ὁρατόν. Φαίνεται δ' ἡμῖν τοῦτο πρὸς δυσμὰς μετὰ τὴν δύσιν τοῦ



(Σχ. 79)

Δύσις τῆς Σελήνης κατὰ τὰς πρὸ τῆς πανσελήνου φάσεις αὐτῆς.

Ἡλίου ὡς φωτεινὸν δρέπανον ἢ μηνίσκος, ὅστις βαίνει πλατυνόμενος, ἐφ' ὅσον ἡ Σελήνη ἀπομακρύνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον τῆς θέσεως Σ_1.

2ον. Πρῶτον τέταρτον. Μετὰ ἑπτὰ ἡμέρας καὶ 9 ὥρας ἀπὸ τῆς νέας Σελήνης, ἡ Σελήνη διανύσασα τόξον 90° πρὸς ἀνατολὰς εὑρίσκεται εἰς τὴν θέσιν Σ_3. Τότε βλέπομεν τὸ ἥμισυ τοῦ φωτεινοῦ αὐτῆς ἡμισφαιρίου ὑπὸ μορφὴν φωτεινοῦ ἡμικυκλίου στρέφοντος τὸ κυρτὸν πρὸς δυσμάς. Ἡ φάσις αὕτη καλεῖται ***πρῶτον τέταρτον.*** Κατ' αὐτὴν ἡ Σελήνη μεσουρανεῖ ἄνω, καθ' ἣν στιγμὴν ὁ Ἥλιος δύει. Ἀπὸ τοῦ α' τετάρτου τὸ ὁρατὸν μέρος τῆς Σελήνης καθίσταται ἀμφίκυρτον συνεχῶς αὐξανόμενον.

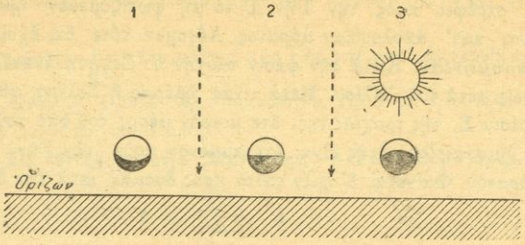
3ον. Πανσέληνος. Μετὰ 7 ἡμέρας καὶ 9 ὥρας περίπου ἀπὸ τοῦ πρώτου τετάρτου ἡ Σελήνη φθάνει εἰς τὴν θέσιν Σ_5 τῆς τροχιᾶς της. Κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην ὁλόκληρον τὸ φωτεινὸν αὐτῆς ἡμισφαίριον ὂν πρὸς τὴν γῆν ἐστραμμένον εἶναι ὁρατὸν ὡς πλήρης φωτεινὸς δίσκος.

Ἡ φάσις αὕτη καλεῖται ***Πανσέληνος.*** Κατὰ ταύτην ἡ Σελήνη ἀνατέλλει, ὅτε δύει ὁ ἥλιος καὶ μεσουρανεῖ ἄνω τὸ μεσονύκτιον. Ἀπὸ τῆς πανσελήνου αἱ αὐταὶ φάσεις ἀναπαράγονται ἀλλὰ κατ' ἀντίστροφον τάξιν, ὁ φωτεινὸς δηλ. δίσκος, ὃν βλέπομεν, σμικρύνεται βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον.

4ον. Τελευταῖον τέταρτον. Μετὰ ἑπτὰ ἡμέρας καὶ 9 ὥρας ἀπὸ τῆς πανσελήνου ἡ Σελήνη φθάνει εἰς τὴν θέσιν Σ_7 τῆς τροχιᾶς της καὶ στρέ-

φει 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' αὐτὴν, ἡ Σελήνη



(Σχ. 80).

Δύσις Σελήνης κατὰ τὰς μετὰ τὴν πανσέληνον φάσεις.

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 μηδενισθῇ κατὰ τὴν νέαν Σελήνην. Ὁ μηνίσκος οὗτος στρέφει τὸ κυρτὸν πρὸς ἀνατολὰς καὶ εἶναι ὁρατὸς τὴν πρωΐαν πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ Ἡλίου.

ΣΗΜ. Ὅταν ἡ Σελήνη εἶναι μηνοειδής, βλέπομεν κατὰ τὴν νύκτα καὶ τὸ ὑπόλοιπον μέρος τοῦ σεληνιακοῦ δίσκου φωτιζόμενον ὑπὸ ἀμυδροῦ φωτός. Τὸ φῶς τοῦτο ***τεφρῶδες φῶς*** καλούμενον προέρχεται ἐκ τῆς Γῆς, ἥτις ἀνακλᾷ πρὸς τὴν Σελήνην τὸ ἐπ' αὐτῆς προσπῖπτον ἡλιακὸν φῶς. Κατὰ τὰς ἄλλας τῆς Σελήνης φάσεις τὸ τρεφῶδες φῶς εἶναι ἀόρατον, διότι α') Ὀλιγώτερον φωτεινὸν μέρος τῆς γῆς στρέφεται πρὸς τὴν Σελήνην καὶ β'.) Τὸ φῶς τῆς Σελήνης ἐντατικώτερον ὂν καθιστᾷ ἀόρατον τὸ τεφρῶδες φῶς.

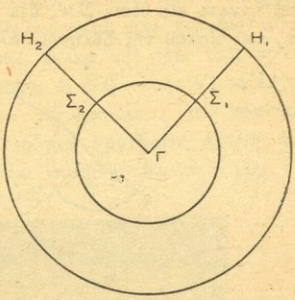
§ **112. Ἀποχὴ Σελήνης. — Συζυγίαι. — Τετραγωνισμοί.** — Ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου καλεῖται ***ἀποχὴ τῆς Σελήνης***.—Κατὰ τὴν νέαν Σελήνην ἡ ἀποχὴ αὐτῆς εἶναι 0°, λέγομεν δὲ τότε ὅτι ἡ Σελήνη εὑρίσκεται εἰς ***σύνοδον***. Κατὰ τὴν πανσέληνον ἡ ἀποχὴ τῆς Σελήνης εἶναι 180°· λέγομεν δὲ τότε ὅτι ἡ Σελήνη εὑρίσκεται εἰς ***ἀντίθεσιν***. Ἡ σύνοδος καὶ ἡ ἀντίθεσις καλοῦνται ὁμοῦ ***συζυγίαι***.

Ὅταν ἡ ἀποχὴ τῆς Σελήνης εἶναι 90°, λέγομεν ὅτι ἡ Σελήνη εὑρίσκεται εἰς ***τετραγωνισμόν***. Τοῦτο συμβαίνει κατὰ τὸ πρῶτον καὶ τελευταῖον τέταρτον.

§ **113. Ἀστρικὸς καὶ συνοδικὸς μὴν.** — Καλεῖται ***ἀστρικὸς μὴν*** ἢ ***ἀστρικὴ περιφορὰ*** τῆς Σελήνης ὁ χρόνος, ὅστις περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἀποκαταστάσεων αὐτῆς εἰς τὸν ὡριαῖον τοῦ αὐτοῦ ἀπλανοῦς ἀστέρος.

Συνοδικὸς μὴν ἢ ***συνοδικὴ περιφορὰ*** τῆς Σελήνης καλεῖται ὁ χρόνος, ὅστις περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν συνόδων ἢ ἀντιθέσεων.

Ὁ συνοδικὸς μὴν εἶναι μεγαλύτερος τοῦ ἀστρικοῦ διὰ τὸν ἀκόλουθον λόγον. Ἔστωσαν Σ_1 καὶ H_1 (Σχ. 81) αἱ τῆς Σελήνης καὶ τοῦ Ἡλίου κατά τινα σύνοδον θέσεις ἐπὶ τοῦ ὡριαίου ἀπλανοῦς ἀστέρος Α. Μετὰ ἕνα ἀστρικὸν μῆνα ἡ Σελήνη φθάνει εἰς τὸν αὐτὸν ὡριαῖον, ἤτοι εἰς τὴν θέσιν Σ_1 τῆς τροχιᾶς της χωρὶς νὰ εὑρεθῇ εἰς σύνοδον διότι, ὁ Ἥλιος κινούμενος ἐκ Δ πρὸς Α εὑρίσκεται ἤδη ἀνατολικώτερον τῆς θέσεως H_1. Ἵνα 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_1H_2, ὅπερ διαγράφει ὁ Ἥλιος ἐντὸς συνοδικοῦ μηνός.



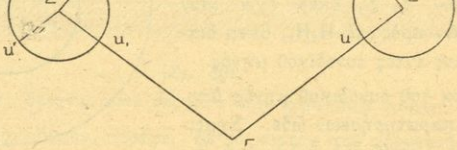
(Σχ. 81)

Ἡ διάρκεια τοῦ συνοδικοῦ μηνὸς ὑπολογίζεται διὰ παρατηρήσεων ὧδε. Σημειοῦσι τὴν ὥραν, καθ' ἣν σεληνιακή τις ἔκλειψις εὑρίσκεται εἰς τὸ μέσον, ὅτε ἡ Σελήνη εὑρίσκεται ἀκριβῶς εἰς ἀντίθεσιν, ὡς ἐν οἰκείῳ κεφαλαίῳ θὰ ἴδωμεν. Μετά τινα ἔτη παρατηροῦσιν ἑτέραν ἔκλειψιν τῆς Σελήνης καὶ κατὰ τὸ μέσον αὐτῆς σημειοῦσι τὴν ὥραν. Διαιροῦσιν εἶτα τὸν μεταξὺ τῶν δύο τούτων παρατηρήσεων μεσολαβήσαντα χρόνον διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν πανσελήνων, αἵτινες ἠκολούθησαν ἐκείνην, καθ' ἣν ἐγένετο ἡ πρώτη παρατηρηθεῖσα ἔκλειψις, μέχρι τῆς πανσελήνου, καθ' ἣν ἐγένετο ἡ δευτέρα παρατηρηθεῖσα ἔκλειψις, περιλαμβανομένης. Οὕτως εὑρέθη ὅτι ἡ διάρκεια τοῦ συνοδικοῦ μηνὸς εἶναι 29 ἡμ. 12 ὥρ. 44π 2,9δ. Ἡ δὲ διάρκεια α τοῦ ἀστρικοῦ μηνὸς ὑπολογίζεται ὡς ἀκολούθως: Ἔστω τ ἡ διάρκεια τοῦ ἀστρικοῦ ἔτους καὶ τ' ἡ τοῦ συνοδικοῦ μηνός. Ἐπειδὴ ὁ Ἥλιος εἰς χρόνον τ διανύει 360^0, τὸ τόξον H_1H_2, ὅπερ διανύει εἰς ἕνα συνοδικὸν μῆνα, ἰσοῦται πρὸς $\frac{360^0\tau'}{\tau}$. Ἡ Σελήνη λοιπὸν διανύει τόξον $360^0 + \frac{360^0\tau'}{\tau}$ εἰς χρόνον τ', ἄρα τόξον 360^0 θέλει διανύσει εἰς χρόνον $\frac{360^0\tau'}{360^0 + \frac{360^0\tau'}{\tau}} = \frac{\tau\tau'}{\tau+\tau'}$, ἤτοι $\alpha = \frac{\tau\tau'}{\tau+\tau'}$.

Οὕτως εὑρίσκεται ὅτι ἡ διάρκεια τοῦ ἀστρικοῦ μηνὸς εἶναι 27 ἡμ. 7 ὥρ. 43π. 11,5δ.

§ **114 Περιστροφὴ τῆς Σελήνης.**— Ἐπὶ τοῦ δίσκου τῆς Σελήνης παρατηροῦνται ἀπὸ μακροῦ χρόνου κηλῖδες, αἵτινες μένουσιν ἀναλλοίωτοι καὶ εἰς τὴν αὐτὴν σχεδὸν ἐν σχέσει πρὸς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου θέσιν. Ἐκ τούτου ἕπεται ὅτι ἡ Σελήνη στρέφει πρὸς τὴν Γῆν τὸ αὐτὸ πάντοτε ἡμισφαίριον. Αἰτία δὲ τούτου εἶναι περιστροφικὴ τῆς Σελήνης κίνησις ἐκ Δ πρὸς Α περὶ ἄξονα, ὅστις σχηματίζει μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐκλειπτικῆς γωνίαν 83°20'49''. Πράγματι· καθ' ἣν στιγμὴν ἡ Σελήνη κατέχει

τὴν θέσιν Σ (Σχ. 82) ἐπὶ τῆς τροχιᾶς της κηλίς τις φαίνεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΓΣ, ἤτοι εἰς τὸ κέντρον τοῦ Σεληνιακοῦ δίσκου. Μετὰ πάροδον χρόνου τινὸς τ ἡ Σελήνη εὑρίσκεται εἰς θέσιν τινα Σ'· ἐὰν αὕτη δὲν ἐστρέφετο περὶ ἄξονα, ἡ ἀκτὶς Σκ θὰ μετετίθετο παραλλήλως πρὸς ἑαυτὴν καὶ θὰ ἤρχετο εἰς θέσιν Σ'κ', ὅτε ἡ αὐτὴ κηλὶς δὲν θὰ ἐφαίνετο εἰς τὸ κέντρον $κ_1$ τοῦ δίσκου τῆς Σελήνης ἀλλ' ἀνατολικώτερον, ὅπερ δὲν συμβαίνει, ὡς



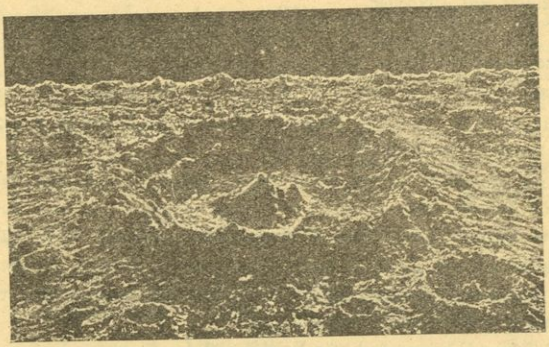
(Σχ. 82)

προείπομεν. Δέον λοιπὸν νὰ συμπεράνωμεν ὅτι κατὰ τὸν χρόνον τ ἡ Σελήνη ἐστράφη περὶ ἑαυτὴν κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν καὶ κατὰ γωνίαν $κ'Σ'κ_1$ $=ΣΓΣ'$, ἤτοι εἰς ἑκάστην μονάδα χρόνου κατὰ γωνίαν $\frac{κ'Σ'κ_1}{τ}$, ἥτις ἰσοῦται πρὸς τὴν $\frac{ΣΓΣ'}{τ}$, καθ' ἣν ἡ ἐπιβατικὴ ἀκτὶς ΓΣ στρέφεται καθ' ἑκάστην μονάδα χρόνου. Χρειάζεται ἄρα ἡ Σελήνη διὰ μίαν πλήρη περὶ ἑαυτὴν στροφήν, ὅσον χρειάζεται διὰ νὰ συμπληρώσῃ μίαν περὶ τὴν Γῆν περιφορὰν αὐτῆς.

ΣΗΜ. Οἱ ὅροι, ὑφ' οὓς ἐγένετο ἡ ἀνωτέρω ἐξήγησις δὲν ἐκπληροῦνται πάντες μετὰ τῆς ὑποτεθείσης ἀκριβείας. Τῷ ὄντι· α') ὁ ἄξων τῆς στροφῆς τῆς Σελήνης δὲν εἶναι ἀκριβῶς κάθετος ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τῆς σεληνιακῆς τροχιᾶς, ὡς ἡ ἀνωτέρω ἐξήγησις ὑποθέτει β') Ἡ περὶ τὴν Γῆν κίνησις τῆς Σελήνης δὲν εἶναι ὁμαλὴ (§ 106, ν. 2ος) καὶ γ'). Αἱ παρατηρήσεις δὲν γίνονται ἐκ τοῦ κέντρου τῆς γῆς. Διὰ τοὺς λόγους τούτους μόνον τὰ $\frac{4}{10}$ τῆς ὅλης σεληνιακῆς ἐπιφανείας εἶναι πάντοτε ἀόρατα ἀπὸ τῆς Γῆς.

§ **115. Φυσικὴ κατάστασις τῆς Σελήνης.**— Ἐπὶ τοῦ δίσκου τῆς Σελήνης, ὡς καὶ ἀνωτέρω εἴπομεν, διακρίνομεν εὐκόλως καὶ διὰ γυμνοῦ ἔτι ὀφθαλμοῦ κατὰ τὴν πανσέληνον μεγάλας κηλῖδας, αἵτινες ἀπὸ μακροῦ χρόνου τηροῦσιν ἀναλλοίωτον τὸ σχῆμα, σχεδὸν δὲ καὶ τὴν ἐν σχέσει πρὸς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου αὐτῆς θέσιν αὐτῶν. Ἐὰν δὲ δι' ἰσχυροῦ τηλεσκοπίου ἐξετάσωμεν τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Σελήνης, διακρίνομεν ἐπ' αὐτῆς ὑψηλὰ ὄρη, ἰδίᾳ περὶ τὴν γραμμὴν τὴν χωρίζουσαν τὸ φωτεινὸν ἀπὸ τοῦ σκοτεινοῦ ἡμισφαιρίου αὐτῆς, ἔνθα αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες προσπίπτουσι πλαγίως. Τὰ ὄρη διακρίνονται ἐκ τῆς σκιᾶς, ἣν ῥίπτουσιν ἐπὶ τοῦ σεληνιακοῦ

δίσκου, ἐν ᾧ τὰ πρὸς τὸν Ἥλιον μέρη αὐτῶν εἶναι φωτεινά. Τὰ ἀμυδρότερα μέρη τῆς Σελήνης εἶναι εὐρεῖαι πεδιάδες ὀλιγώτερον ἢ αἱ κορυφαὶ τῶν ὀρέων ἀνακλῶσαι ἡλιακὸν φῶς. Αἱ πεδιάδες αὗται ἐκλήθησαν ὑπὸ τοῦ Γαλιλαίου θάλασσαι. Τὰ ὄρη τῆς Σελήνης δὲν εἶναι διατεθειμένα κατὰ μακρὰς ὀροστοιχίας, ὡς συμβαίνει ἐπὶ τῆς Γῆς (Ἰμαλάϊα, Ἄλπεις κλπ.), ἀλλ' εἶναι μεμονωμένα, κωνοειδῆ τὸ πλεῖστον καὶ φέρουσιν ἐπὶ τῶν κορυφῶν αὐτῶν μεγάλας κοιλότητας, ἃς ἐκάλεσαν κρατῆρας, ἕνεκα τῆς πρὸς τοὺς κρατῆρας τῶν γηΐνων ἡφαιστείων 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 ὀροπέδια, ἐκ τῶν ὁποίων ἀνέρχεται συνήθως βουνόν τι (Σχ. 83).



(Σχ. 83). Κρατὴρ Σεληνιακὸς

Τὸ ὕψος τῶν ὀρέων τῆς Σελήνης εἶναι σχετικῶς πρὸς τὸν ὄγκον αὐτῆς μέγιστον. Τὸ ὑψηλότερον τούτων ἔχει ὕψος 8830 μ. ἤτοι τὸ $\frac{1}{200}$ περίπου τῆς ἀκτῖνος τῆς Σελήνης, ἐν ᾧ τὸ ὑψηλότερον ὄρος τῆς Γῆς (Ἐβερὲστ Ἰμαλαΐων) ἔχει ὕψος 8840 μ. ἤτοι τὸ $\frac{1}{720}$ τῆς ἀκτῖνος τῆς Γῆς. Παρατηροῦμεν ἐπίσης ἐπὶ τῆς Σελήνης, ὅταν ἐξετάζωμεν αὐτὴν δι' ἰσχυροῦ τηλεσκοπίου καὶ κατὰ τὴν πανσέληνον, μακρὰς ὑπολεύκους καὶ σχεδὸν εὐθείας γραμμάς, αἵτινες κατὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς φαίνονται ὡς μελαναὶ κηλῖδες. Αὗται θεωροῦνται ὡς διώρυγες, ὧν τὸ μὲν μῆκος κυμαίνεται ἀπὸ χιλιομέτρων τινῶν μέχρις 100 περίπου χιλιομέτρων, τὸ δὲ πλάτος δὲν ὑπερβαίνει τὰ 2 ἢ 3 χιλιόμετρα καὶ τὸ βάθος φθάνει καὶ μέχρι 500 μέτρων.

Κατὰ ταῦτα τὸ ἔδαφος τῆς Σελήνης εἶναι πολλῷ τοῦ τῆς Γῆς ἀνωμαλώτερον, ἐξ οὗ δέον νά συμπεράνωμεν ὅτι κατὰ τὸν σχηματισμόν του σφοδροὺς ὑπέστη κλονισμούς.

116. Ἀτμόσφαιρα καὶ ὕδωρ τῆς Σελήνης.— Διάφοροι

ἐνδείξεις πείθουσιν ἡμᾶς ὅτι ἡ Σελήνη δὲν περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας ἢ, ἐὰν ἔχῃ 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' εὐκρινοῦς γραμμῆς, ἤτοι ἐπὶ τῶν διαφόρων αὐτῆς τόπων αἱ ἡμέραι διαδέχονται ἀποτόμως τὰς νύκτας καὶ τἀνάπαλιν.

Ἀλλ' 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). Ἂν ἡ Σελήνη εἶχεν ἀτμόσφαιραν, κατὰ τὰς ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου τὸ ἐκτὸς αὐτοῦ προβαλλόμενον μέρος τοῦ σεληνιακοῦ δίσκου ὤφειλε νὰ φαίνηται περιβαλλόμενον ὑπὸ φωτεινῆς στεφάνης, ὡς συμβαίνει τοῦτο ἐπὶ τῆς Ἀφροδίτης κατὰ τὴν πρὸ τοῦ Ἡλίου δίοδον αὐτῆς. Τοιαύτη ὅμως στεφάνη οὐδέποτε παρετηρήθη περὶ τὴν Σελήνην.

4ον). Τὸ φάσμα τέλος τοῦ σεληνιακοῦ φωτὸς εἶναι ὅμοιον πρὸς τὸ φάσμα τοῦ ἀπ' εὐθείας πρὸς ἡμᾶς ἀφικνουμένου ἡλιακοῦ φωτός. Τοῦτο μαρτυρεῖ ὅτι τὸ ἡλιακὸν φῶς, ὅπερ δι' ἀνακλάσεως πέμπει πρὸς ἡμᾶς ἡ Σελήνη οὐδεμίαν ἐπὶ τῆς Σελήνης ὑπέστη ἀτμοσφαιρικὴν ἀπορρόφησιν.

Παρὰ ταῦτα ὑπάρχουσιν ἐνδείξεις τινές, καθ' ἃς ὑπάρχει ἐπὶ τῆς Σελήνης ἀραιοτάτη 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 παρετηρήθη τοιαύτη τις μεταβολὴ τῆς λαμπρότητος αὐτοῦ.

Μὴ ὑπαρχούσης ἐπὶ τῆς Σελήνης εἰ μὴ ἀραιοτάτης ἀτμοσφαίρας οὐδὲν ἀνθίσταται εἰς τὴν νυκτερινὴν τῆς ἡλιακῆς θερμότητος ἀκτινοβολίαν καὶ κατ' ἀκολουθίαν αἱ μακραὶ ($\frac{1}{2}$ συνοδικοῦ μηνὸς) νύκτες αὐτῆς εἶναι ψυχρόταται, ἐν ᾧ αἱ ἡμέραι εἶναι θερμόταται, διότι οὐδὲν ἀνθίσταται εἰς τὴν νυκτερινὴν αὐτῶν ἀκτινοβολίαν καὶ διότι ἑκάστη 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 τῆς ζωῆς ἐκδήλωσις ὑπάρχει.

Ἀσκήσεις : 100) Μεταξὺ τίνων ὁρίων μεταβάλλεται ἡ ἀπόκλισις τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης ;

101) Μεταξὺ τίνων ὁρίων μεταβάλλεται ἡ μεσημβρινὴ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης ἐν Ἀθήναις ; (γ.πλ. 37° 58′ 20″ Β.)

102) Εἰς τίνα βόρεια πλάτη ἡ πανσέληνος δύναται νὰ μεσουρανῇ εἰς τὸ ζενίθ;

103) Ἐὰν κατὰ τὴν ἐαρινὴν ἰσημερίαν συμβῇ νὰ εἶναι πανσέληνος, πόση εἶναι τότε ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης;

104) Ἐὰν κατὰ τὴν θερινὴν τροπὴν εἶναι νέα Σελήνη, πόση εἶναι τότε ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΑΙ ΕΚΛΕΙΨΕΙΣ ΤΗΣ ΣΕΛΗΝΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ

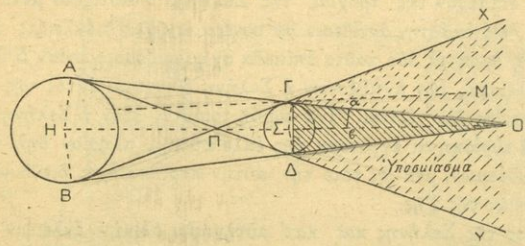
§ **117. Σκιὰ μῆκος αὐτῆς.— Ὑποσκίασμα.**— Πᾶν σκιερὸν ἄστρον (Σχ.84) φωτιζόμενον ὑπὸ τοῦ Ἡλίου ρίπτει ὄπισθεν αὐτοῦ σκιάν. Ἐὰν τὸ σκιερὸν σῶμα εἶναι σφαιρικὸν καὶ μικρότερον τοῦ Ἡλίου, ἡ σκιὰ αὐτοῦ ΟΓΔ εἶναι κωνική, αἱ δὲ γενέτειραι αὐτῆς ἐφάπτονται ἀμφοτέρων τῶν σφαιρῶν ἐκτός. Εἶναι δὲ φανερὸν ὅτι τὰ σημεῖα τοῦ σκιεροῦ κώνου ΟΓΔ οὐδεμίαν δέχονται ἡλιακὴν ἀκτῖνα. Τὸ μῆκος ΟΣ=χ τοῦ σκιεροῦ κώνου ΟΓΔ εὑρίσκομεν εὐκόλως, ἐὰν γνωρίζωμεν τὴν ἀπόστασιν ΗΣ καὶ τὰς ἀκτῖνας ΗΑ καὶ ΣΓ. Τῷ ὄντι, ἕνεκα τῶν ὁμοίων τριγώνων ΟΣΓ καὶ ΟΑΗ εἶναι

$$\frac{(OH)}{(O\Sigma)}=\frac{(HA)}{(\Sigma\Gamma)}$$

$$\text{ἢ}\ \frac{(OH)}{(HA)}=\frac{(O\Sigma)}{(\Sigma\Gamma)}=\frac{(OH)-(O\Sigma)}{(HA)-(\Sigma\Gamma)}=\frac{(H\Sigma)}{(HA)-(\Sigma\Gamma)},\ \text{ὅθεν}$$

$$\chi=\frac{(H\Sigma).(\Sigma\Gamma)}{(HA)-(\Sigma\Gamma)}. \qquad (1)$$

Αἱ ἐσωτερικαὶ τῶν δύο εἰρημένων σφαιρῶν ἐφαπτόμεναι ἀποτελοῦσι δύο ἑτέρας κωνικὰς ἐπιφανείας, αἵτινες ἔχουσι κοινὴν κορυφὴν σημεῖόν τι Π τοῦ



(Σχ. 84).

εὐθ. τμήματος ΗΣ. Ἐκ τούτων ἡ ΧΠΨ περιβάλλει πάντοθεν τὸν σκιερὸν κῶνον. Ὁ ὄπισθεν τοῦ σκιεροῦ σώματος Σ, ἐντὸς τῆς κωνικῆς ἐπιφανείας ΧΠΨ καὶ ἐκτὸς τοῦ σκιεροῦ κώνου ΟΓΔ περιεχόμενος χῶρος καλεῖται **ὑποσκίασμα.** Πᾶν σημεῖον Μ τοῦ ὑποσκιάσματος φωτίζεται ὑπὸ μέρους μόνον

τοῦ Ἡλίου, ὅπερ εἶναι τόσῳ μικρότερον, ὅσῳ ἐγγύτερον τῆς σκιᾶς κεῖται τὸ Μ.

§ **118. Μῆκος τῆς σκιᾶς τῆς Γῆς.— Μέγεθος τῆς τομῆς αὐτῆς εἰς τὴν ἀπόστασιν τῆς Σελήνης.**—Ἐὰν τὸ ἄστρον Σ (Σχ. 84) εἶναι ἡ Γῆ καὶ καλέσωμεν ρ τὴν ἀκτῖνα αὐτῆς, εἶναι (ΗΣ)= 23440ρ καὶ (ΗΑ)=109ρ ἡ δὲ ἰσότης (1) (§ 117) γίνεται $\chi=\frac{23440\rho^2}{109\rho}=$ 217ρ περίπου. Τὸ μῆκος λοιπὸν τῆς σκιᾶς, ἣν φωτιζομένη ὑπὸ τοῦ Ἡλίου ρίπτει ὄπισθεν αὐτῆς ἡ Γῆ, εἶναι ἴσον πρὸς 217 περίπου γηΐνας ἀκτῖνας. Ἐὰν ἤδη (Σϐ)=60ρ (Σχ. 84) καὶ νοηθῇ ἐκ τοῦ ϐ παράλληλος τῇ ΣΓ ἡ ϐα, ἕνεκα τῶν ὁμοίων τριγώνων Οϐα, ΟΣΓ εἶναι $\frac{(\beta\alpha)}{(\Sigma\Gamma)}=\frac{(O\beta)}{(O\Sigma)}$, ὅθεν $(\beta\alpha)=\frac{(O\beta)\ (\Sigma\Gamma)}{(O\Sigma)}$ $=\frac{(217\rho-60\rho)\rho}{217\rho}=\frac{157\rho^2}{217\rho}=0{,}72\rho$ περίπου. Ἡ τομὴ λοιπὸν τῆς κωνικῆς σκιᾶς τῆς Γῆς ἔχει εἰς τὴν ἀπόστασιν τῆς Σελήνης ἀκτῖνα ἴσην πρὸς τὰ 0,72 περίπου τῆς γηΐνης ἀκτῖνος.

§ **119. Ἔκλειψις Σελήνης.**— Ἡ Σελήνη περιφερομένη περὶ τὴν Γῆν εἰς μέσην ἀπόστασιν 60ρ συναντᾷ ἐνίοτε τὴν σκιὰν τῆς Γῆς, ἧς τὸ μῆκος εἶναι 217ρ καὶ εἰσδύει ἐν ὅλῳ ἢ ἐν μέρει εἰς αὐτήν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **ἔκλειψις τῆς Σελήνης** (Σχ. 85).

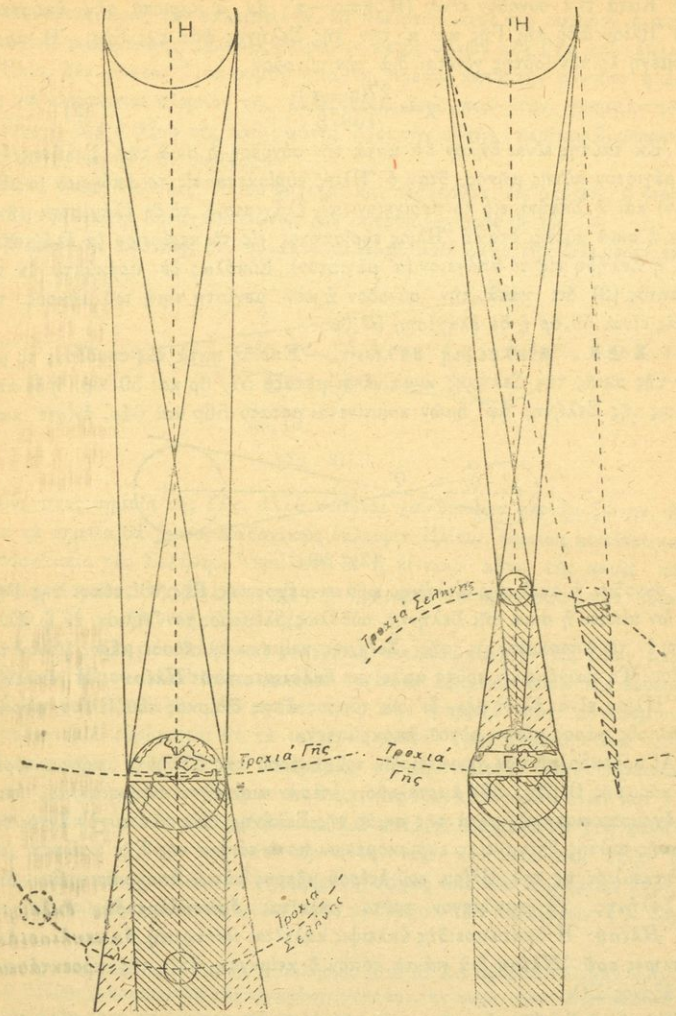
Ἡ ἔκλειψις τῆς Σελήνης καλεῖται μερικὴ ἢ ὁλική, καθ' ὅσον μέρος τῆς Σελήνης ἢ ἅπασα εἰσδύει εἰς τὴν σκιὰν τῆς Γῆς. Εἶναι δὲ δυνατὴ ὁλικὴ τῆς Σελήνης ἔκλειψις· τῷ ὄντι, τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης καταλαμϐάνοντός ποτε τὴν θέσιν 6 (Σχ. 84), ἅπασα περιέχεται ἐντὸς τοῦ σκιεροῦ κώνου, διότι ἡ μὲν ἀκτὶς τῆς Σελήνης εἶναι 0,27ρ ἡ δὲ ἀκτὶς τῆς τομῆς τῆς σκιᾶς ἰσοῦται πρὸς 0,72ρ περίπου. Εἶναι δὲ φανερὸν ὅτι μόνον κατὰ τὰς ἀντιθέσεις εἶναι δυνατὸν νὰ συμϐαίνωσιν ἐκλείψεις τῆς Σελήνης.

Ἐὰν τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιᾶς τῆς Σελήνης ἐταυτίζετο μετὰ τοῦ τῆς ἐκλειπτικῆς, εἰς ἑκάστην ἀντίθεσιν θὰ συνέϐαινεν ὁλικὴ ἔκλειψις τῆς Σελήνης. Ἐπειδὴ ὅμως τὰ δύο ταῦτα ἐπίπεδα σχηματίζουσι γωνίαν 5°9′ περίπου, κατὰ τὰς πλείστας τῶν ἀντιθέσεων ἡ Σελήνη διέρχεται ἐκτὸς τῆς σκιᾶς τῆς Γῆς καὶ ἔκλειψις δὲν γίνεται. Ἵνα συμϐῇ τοιαύτη, δέον ἡ Σελήνη κατὰ τὴν ἀντίθεσιν νὰ εὑρίσκηται ἐγγύτατα τῆς ἐκλειπτικῆς, πλησίον δηλ. τῆς γραμμῆς τῶν συνδέσμων, μεθ' ἧς τότε τὴν αὐτὴν περίπου ἔχει διεύθυνσιν καὶ ὁ ἄξων τῆς σκιᾶς τῆς Γῆς.

Ὁ δίσκος τῆς Σελήνης καὶ κατ' αὐτὴν τὴν ὁλικὴν ἔκλειψιν δὲν εἶναι ἐντελῶς ἀόρατος ἀλλὰ φωτίζεται ὑπὸ χαλκόχρου τινὸς φωτός, ὅπερ εἰσδύει ἐντὸς τοῦ σκιεροῦ κώνου τῆς Γῆς ἕνεκα τῆς ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ἡμῶν διαθλάσεως αὐτοῦ.

ΣΗΜ. Ὅταν ἡ Σελήνη εἰσδύῃ ἐντὸς τοῦ ὑποσκιάσματος τῆς Γῆς, ἡ λαμπρότης αὐτῆς μειοῦται ϐαθμιαίως ἀλλὰ λίαν ἀνεπαισθήτως, ὥστε ἡ ἔκλειψις ἀρχίζει ἀπὸ τῆς στιγμῆς, καθ' ἣν αὕτη εἰσδύει εἰς τὴν σκιάν.

§ 120. Μῆκος τῆς σκιᾶς τῆς Σελήνης. — Ἐὰν τὸ ἄστρον



Ἔκλειψις Σελήνης (Σχ. 85). Ἔκλειψις Ἡλίου

Σ. (Σχ. 84) εἶναι ἡ Σελήνη εὑρίσκομεν ἐκ τῆς ἰσότητος (1, § 117), ὅτι

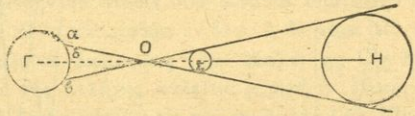
$$\chi = \frac{0{,}27\rho\ (\text{ΗΣ})}{109\rho - 0{,}27\rho} = \frac{27\ (\text{ΗΣ})}{10873} \qquad (1)$$

Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἀπόστασις (ΗΣ) τῆς Σελήνης ἀπὸ τοῦ Ἡλίου εἶναι μεταβλητή, ἕπεται ὅτι καὶ τὸ μῆκος χ τῆς σκιᾶς τῆς Σελήνης εἶναι μεταβλητόν. Κατὰ τὴν σύνοδον εἶναι (ΗΣ)=α—α′, 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

$$\chi = \frac{27(\alpha - \alpha')}{10873}. \qquad (2)$$

Ἐκ ταύτης εἶναι δῆλον ὅτι κατὰ τὴν σύνοδον ἡ σκιὰ τῆς Σελήνης ἔχει τὸ μέγιστον αὐτῆς μῆκος, ὅταν ὁ Ἥλιος εὑρίσκεται εἰς τὸ ἀπόγειον (α μέγιστον) καὶ ἡ Σελήνη εἰς τὸ περίγειον (α′ ἐλάχιστον), τὸ δὲ ἐλάχιστον μῆκος ἔχει ἡ σκιὰ αὐτῆς, ὅταν ὁ Ἥλιος εὑρίσκηται εἰς τὸ περίγειον (α ἐλάχιστον) καὶ ἡ Σελήνη εἰς τὸ ἀπόγειον (α′ μέγιστον). Εὐκόλως δὲ προκύπτει ἐκ τῆς ἰσότητος (2) ὅτι κατὰ τὴν σύνοδον ἡ μὲν μεγίστη τιμὴ τοῦ μήκους τῆς σκιᾶς εἶναι 59,6ρ ἡ δὲ ἐλαχίστη 57,6ρ.

§ **121. Ἔκλειψις Ἡλίου.**—Ἐπειδὴ κατὰ τὰς συνόδους τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς τῆς Σελήνης κυμαίνεται μεταξὺ 57, 6ρ καὶ 59, 6ρ, ἡ δὲ ἀπόστασις τῆς Σελήνης ἀφ' ἡμῶν κυμαίνεται μεταξὺ 56ρ καὶ 64ρ, ἐνίοτε κατὰ



(Σχ. 86).

τὴν σύνοδον ἡ σκιὰ τῆς Σελήνης φθάνει μέχρι τῆς Γῆς. Οἱ τόποι τῆς Γῆς, ἐφ' ὧν πίπτει ἡ σκιὰ τῆς Σελήνης, οὐδόλως βλέπουσι τὸν Ἥλιον, ἐν ᾧ ἄλλοι τόποι ἐν τῷ ὑποσκιάσματι τῆς Σελήνης κείμενοι βλέπουσι μέρος μόνον τοῦ Ἡλίου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ***ἔκλειψις τοῦ Ἡλίου***. Ἡ ἔκλειψις τοῦ Ἡλίου εἶναι ὁλικὴ μὲν, δι' οὗς τόπους ἅπας ὁ δίσκος τοῦ Ἡλίου, μερικὴ δὲ δι' οὗς μέρος μόνον αὐτοῦ ἀποκρύπτεται.

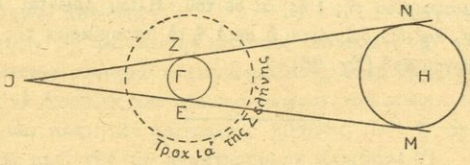
Αἱ προεκβολαὶ τῶν γεννετειρῶν τοῦ σκιεροῦ τῆς Σελήνης κώνου πέραν τῆς κορυφῆς Ο (Σχ, 86) ἀποτελοῦσιν ἑτέραν κωνικὴν ἐπιφάνειαν ἀοϐ κοινὴν ἔχουσαν κορυφὴν μετὰ τῆς σκιᾶς τῆς Σελήνης. Ἐκ τῶν τυχὸν ἐντὸς τῆς κωνικῆς ταύτης ἐπιφανείας εὑρισκομένων ποτὲ τόπων τῆς Γῆς φαίνεται μόνον δακτύλιός τις τοῦ Ἡλίου, τοῦ ἑτέρου μέρους αὐτοῦ ἀποκρυπτομένου ὑπὸ τῆς Σελήνης. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ***δακτυλιοειδὴς ἔκλειψις τοῦ Ἡλίου***. Ἡ δακτυλιοειδὴς ἔκλειψις καλεῖται ***κεντρικὴ δακτυλιοειδὴς ἔκλειψις τοῦ Ἡλίου*** διὰ πάντα τόπον δ κείμενον ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τοῦ ἄξονος ΣΟ.

Ἐπειδὴ ἡ Σελήνη εἶναι πεντηκοντάκις τῆς Γῆς μικροτέρα, ἡ σκιὰ αὐτῆς εἶναι ἀδύνατον νὰ περιλάϐῃ τὴν Γῆν ἅπασαν καὶ κατ' ἀκολουθίαν οὐδεμία ὁλικὴ τοῦ Ἡλίου ἔκλειψις εἶναι ὁρατὴ ἀπὸ πάντων τῶν πρὸς τὸν Ἥλιον ἐστραμμένων τόπων τῆς Γῆς.

Ἐὰν ἡ Σελήνη ἐκινεῖτο ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς, καθ' ἑκάστην σύνοδον θὰ συνέβαινεν ἔκλειψις Ἡλίου. Ἕνεκεν ὅμως τῆς κλίσεως τοῦ ἐπιπέδου τῆς τροχιᾶς αὐτῆς πρὸς τὴν ἐκλειπτικήν, τὸ πλεῖστον κατὰ τὴν σύνοδον ἡ σκιὰ καὶ τὸ ὑποσκίασμα τῆς Σελήνης ἀφίνουσιν ἐκτὸς αὐτῶν τὴν Γῆν καὶ ἔκλειψις Ἡλίου δὲν γίνεται. Ἵνα συμβῇ τοιαύτη, πρέπει κατὰ τὴν σύνοδον ἡ Σελήνη νὰ εὑρίσκηται πλησίον τῆς ἐκλειπτικῆς δηλ. περὶ τὴν γραμμὴν τῶν συνδέσμων, ὅτε ὁ ἄξων τῆς σκιᾶς αὐτῆς ἔχει τὴν αὐτὴν περίπου διεύθυνσιν πρὸς τὴν γραμμὴν τῶν συνδέσμων.

Πᾶσα ὁλικὴ ἔκλειψις Ἡλίου ἄρχεται καὶ περατοῦται ὡς μερική, ἡ διάρκεια δὲ τῆς ὁλικῆς μόνον ἐκλείψεως δὲν ὑπερβαίνει ποτὲ τὰ 7π.

Ἡ σκιὰ τῆς Σελήνης δὲν συναντᾷ τὰ αὐτὰ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν ἐκ-



(Σχ. 87).

λείψεώς τινος σημεῖα τῆς Γῆς, ἀλλὰ κινεῖται χαράττουσα στενὴν ζώνην, ἧς πάντα τὰ σημεῖα θὰ ἔχωσι διαδοχικῶς ἔκλειψιν Ἡλίου. Ὁμοίως κινεῖται καὶ τὸ ὑποσκίασμα τῆς Σελήνης. Ὀφείλεται δὲ ἡ κίνησις αὕτη τῆς σκιᾶς καὶ τοῦ ὑποσκιάσματος τῆς Σελήνης εἰς τὴν ἡμερησίαν κίνησιν καὶ τὴν ἰδίαν περὶ τὴν Γῆν κίνησιν τῆς Σελήνης.

§ **122. Περίοδος καὶ πλῆθος ἐκλείψεων.**—Ἐξ ὅσων περὶ ἐκλείψεων εἴπομεν, καθίσταται φανερὸν ὅτι αὗται ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς θέσεως τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Σελήνης ἐν σχέσει πρὸς τὴν γραμμὴν τῶν συνδέσμων. Δι' ὑπολογισμοῦ εὑρίσκεται ὅτι τὰ σώματα ταῦτα ἐπανέρχονται ἀνὰ 223 συνοδικοὺς 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 ἑπόμενα 18 ἔτη καὶ 11 ἡμέρας αἱ αὐταὶ περίπου καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν τάξιν καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Ἡ περίοδος αὕτη τῶν ἐκλείψεων ὀνομαζομένη **σάρος** ὑπὸ τῶν Χαλδαίων ἐχρησίμευεν εἰς τοὺς ἀρχαίους ὡς μέσον πρὸς πρόρρησιν τῶν ἐκλείψεων (¹). Σή-

(1) Πρῶτος παρ' ἡμῖν Θαλῆς ὁ Μιλήσιος (640 π. Χ.) προεῖπεν ὁλικὴν ἔκλειψιν τοῦ Ἡλίου χρησιμοποιῶν τὴν εἰρημένην μέθοδον, ἣν παρὰ τῶν Αἰγυπτίων ἱερέων ἐδιδάχθη κατὰ τὸν χρόνον τῆς ἐν Αἰγύπτῳ διαμονῆς του. Οὗτος ἐπιστρέψας εἰς τὴν πατρίδα του ἐδίδαξε πρῶτος τὴν σφαιρικότητα τῆς Γῆς, τὴν κλίσιν τῆς ἐκλειπτικῆς καὶ τὰς ἀληθεῖς αἰτίας τῶν ἐκλείψεων τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Σελήνης. Οἱ διάδοχοι αὐτοῦ εἰσήγαγον εἰς τὴν Ἑλλάδα τὴν χρῆσιν τοῦ γνώμονος καὶ τῶν γεωγραφικῶν χαρτῶν.

μερον οἱ ἀστρονόμοι μεταχειρίζονται ἄλλην μᾶλλον ἀκριβῆ μέθοδον, δι' ἧς μετὰ μαθηματικῆς ἀκριβείας προλέγουσι τὰς ἐκλείψεις.

Ἐντὸς 223 συνοδικῶν μηνῶν συμβαίνουσιν 75 ἐκλείψεις, ὧν 47 ἡλιακαὶ καὶ 29 σεληνιακαί. Ὁ λόγος, δι' ὃν συμβαίνουσιν πλείονες ἡλιακαὶ ἢ σεληνιακαὶ ἐκλείψεις, εἶναι ὁ ἀκόλουθος.

Αἱ ἐκλείψεις τῆς Σελήνης γίνονται κατὰ τὰς ἀντιθέσεις, ὅτε ἡ Σελήνη εἰσδύει ἐντὸς τοῦ σκιεροῦ κώνου ΟΖΕ (Σχ. 87) τῆς Γῆς, ἐν ᾧ αἱ τοῦ Ἡλίου συμβαίνουσι κατὰ τὰς συνόδους, ὅτε ἡ Σελήνη εἰσδύει ἐντὸς τοῦ κολούρου κώνου ΜΝΕΖ, οὗ ἡ τομὴ εἶναι μείζων ἢ ἡ τοῦ ΟΖΕ. Ἀπὸ ἑκάστου τόπου βλέπομεν περισσοτέρας ἐκλείψεις τῆς Σελήνης ἢ τοῦ Ἡλίου, διότι αἱ μὲν τῆς Σελήνης εἶναι ὁραταὶ συγχρόνως ἀπὸ πάντων τῶν τόπων τοῦ πρὸς αὐτὴν ἐστραμμένου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς, αἱ δὲ τοῦ Ἡλίου ὁρῶνται ἀπὸ ὀλίγων σχετικῶς τόπων, ἀφ' ὧν διέρχεται ἡ σκιὰ ἢ τὸ ὑποσκίασμα τῆς Σελήνης ἢ κεῖνται ἐντὸς κώνου αοβ (Σχ. 86).

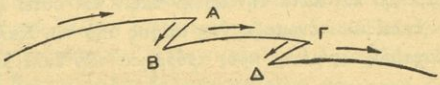
ΒΙΒΛΙΟΝ Ε΄.

ΠΛΑΝΗΤΑΙ. — ΚΟΜΗΤΑΙ. — ΜΕΤΕΩΡΑ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

ΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

§ 123. Φαινομένη τροχιὰ πλανητῶν. — Ἐμάθομεν ἤδη (§ 4, β΄), ὅτι πλὴν τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Σελήνης ὑπάρχουσι καὶ ἄλλοι ἀστέρες, οἵτινες ὅμοιοι τὴν μορφὴν εἰς γυμνὸν ὀφθαλμὸν πρὸς τοὺς ἀπλανεῖς μεταβάλλουσι θέσιν ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν. Οἱ ἀστέρες οὗτοι καλοῦνται ***πλανῆται***. Ἐὰν παρακολουθήσωμεν μετὰ προσοχῆς τὴν κίνησιν πλανήτου τινὸς ἐπὶ ἱκανὰς συνεχεῖς ἡμέρας, θέλομεν βεβαιωθῆ ὅτι μετὰ μακρὰν κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν κίνησιν ἵσταται ἐπ' ὀλίγον, εἶτα κινεῖται ἐπί τινα χρόνον κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν, ἵσταται ἐκ νέου, εἶτα ἐξακολουθεῖ κινούμενος κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Κατὰ ταῦτα ἡ ἐπὶ τῆς οὐρ-



(Σχ. 88).

σφαίρας φαινομένη τροχιὰ ἑκάστου πλανήτου ἀποτελεῖται ἐκ σειρᾶς τόξων, ὧν τὰ κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν γραφόμενα εἶναι μείζονα τῶν ἄλλων (Σχ. 88). Αἱ τροχιαὶ δὲ αὗται τῶν πλανητῶν κεῖνται σχεδὸν πᾶσαι (πλὴν τῶν τροχιῶν μικρῶν τινων πλανητῶν) ἐντὸς τοῦ ζῳδιακοῦ ἐλάχιστα τῆς ἐκλειπτικῆς ἀφιστάμεναι. Τὰ σημεῖα Α Β...., εἰς ἃ ὁ πλανήτης φαίνεται ἱστάμενος, ἵνα ἀλλάξῃ φορὰν κινήσεως, καλοῦνται *στηριγμοί*.

124. Σύστημα Κοπερνίκου. — Οἱ ἀρχαῖοι (πλὴν τῶν Πυθογορείων) (¹) ἐφρόνουν ὅτι αἱ φαινόμεναι κινήσεις τῶν ἀστέρων εἰσὶ πᾶσαι πραγματικαί. Οὕτω παρεδέχοντο ὅτι ἡ Γῆ εἶναι ἀκίνητος ἐν τῷ κέντρῳ τοῦ σύμπαντος καὶ ὅλοι οἱ ἀστέρες στρέφονται περὶ αὐτὴν ἐξ Α πρὸς Δ ἐν μιᾷ ἀστρικῇ ἡμέρᾳ, ἐν ᾧ συγχρόνως οἱ πλανῆται, μεταξὺ τῶν ὁποίων κατέτασσον τὸν Ἥλιον καὶ τὴν Σελήνην, ὑπόκεινται καὶ εἰς ἰδίας κινήσεις ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.

Πρὸς ἐξήγησιν τῆς φαινομένης κινήσεως τῶν πλανητῶν οἱ ἀρχαῖοι παρεδέχθησαν τελικῶς σύστημά τι (Πτολεμαϊκόν), ὅπερ ὅμως ἦσαν ὑποχρεωμένοι συνεχῶς νὰ διορθῶσι καὶ πολυπλοκώτερον καθιστῶσιν, ὅπως ἐξηγῶσι δι' αὐτοῦ τὰς τῶν πλανητῶν φαινομένας κινήσεις, ὧν ἡ ἀκριβὴς γνῶσις ἔβαινε προϊοῦσα μετὰ τῆς τῶν παρατηρήσεων ἀκριβείας (²).

Ὁ πολωνὸς μοναχὸς Κοπέρνικος (1473 –1543) φρονῶν ὅτι ἐν τῇ φύσει δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ἐπικρατῇ τοιοῦτον πολύπλοκον σύστημα κινήσεων, ὅπερ ἄλλως δὲν ἐξήγει ἐπαρκῶς ἔτι πάντα τὰ φαινόμενα, καὶ ἀφορμὴν λαβὼν ἐκ τῆς μελέτης τῶν Πυθαγορείων ἐπεχείρησε νὰ ἐξετάσῃ, ἂν ἡ ὑπ' ἐκείνων πρεσβευομένη διπλῆ τῆς Γῆς κίνησις ἠδύνατο νὰ παράσχῃ ἐπαρκῆ τῶν φαινομένων κινήσεων τῶν οὐρ. σωμάτων ἐξήγησιν.

Μετὰ τριακονταετεῖς παρατηρήσεις καὶ μελέτας ἐδημοσίευσεν ὀλίγον πρὸ τοῦ θανάτου του περισπούδαστον σύγγραμμα, ἐν ᾧ ἀνέπτυξε τὸ ἀκόλουθον σύστημα.

---

(1) Ὁ Πυθαγόρας γεννηθεὶς εἰς Σάμον (580 π. Χ.) ὑπῆρξε μαθητὴς τοῦ Θάλητος, εἶτα μετέβη εἰς τὴν Αἴγυπτον καὶ εἰς τὰς Ἰνδίας. Μετὰ τὴν ἐπιστροφήν του εἰς τὴν Ἑλλάδα ἐξωρίσθη καὶ κατέφυγεν εἰς Κρότωνα τῆς Ἰταλίας, ἔνθα ἵδρυσε τὴν περίφημον σχολήν του. Ἐκτὸς ἄλλων ἀστρονομικῶν ἀληθειῶν ἐδίδαξε τὴν διπλῆν κίνησιν τῆς Γῆς τὰς κινήσεις τῶν πλανητῶν καὶ κομητῶν περὶ τὸν Ἥλιον καὶ ὅτι πιθανῶς οἱ πλανῆται κατοικοῦνται. Ἐλλείψει ὅμως ἱκανῶν ἀποδείξεων αἱ ἀλήθειαι αὗται δὲν ἐγένοντο δεκταὶ ὑπὸ τῶν ἄλλων σχολῶν καὶ ἐγκατελείφθησαν μέχρι τοῦ Κοπερνίκου.

(2) Τὸ Πτολεμαϊκὸν σύστημα ἐκτίθεται ὑπὸ τοῦ Πτολεμαίου ἐν τῷ περιφήμῳ αὐτοῦ συγγράμματι «Μαθηματικὴ Σύνταξις» ἢ «Ἀλμαγέστη», ἐν ᾧ ἀναγράφονται πολλαὶ ἀρχαιότεραι ἰδίᾳ τοῦ Ἱππάρχου παρατηρήσεις. Ὁ Πτολεμαῖος (130 μ. Χ.) θεωρεῖται μετὰ τὸν Ἵππαρχον ὁ μεγαλύτερος τῶν ἀστρονόμων τῆς Ἀλεξανδρινῆς σχολῆς. Οὗτος ἔγραψε πραγματείας περὶ Μουσικῆς, χρονολογίας, Γνωμονικῆς, Μηχανικῆς, ἐπὶ τῆς Ὀπτικῆς, ἐν ᾗ ὁμιλεῖ καὶ περὶ διαθλάσεως τοῦ φωτὸς καὶ πρῶτος αὐτὸς ἔγραψε πραγματείαν εὐθυγράμμου καὶ σφαιρικῆς τριγωνομετρίας διασωθεῖσαν μέχρις ἡμῶν.

1ον Ὁ Ἥλιος καὶ πάντες οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες εἶναι ἀκίνητοι ἐν τῷ διαστήματι.

2ον Ἕκαστος πλανήτης, κινεῖται ἐν τῷ διαστήματι περὶ τὸν Ἥλιον ἐκ Δ πρὸς Α ἐπὶ περιφερείας κύκλου, οὗ τὸ κέντρον δὲν κατέχεται ὑπὸ τοῦ Ἡλίου.

3ον Ἕκαστος πλανήτης, ἐν ᾧ κινεῖται περὶ τὸν Ἥλιον, στρέφεται ἐκ Δ πρὸς Α περὶ ἄξονα διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ διερχόμενον.

4ον. Ἡ Γῆ κινεῖται ὁμοίως περὶ τὸν Ἥλιον καὶ περὶ ἄξονα, εἶναι ἄρα καὶ αὕτη πλανήτης. Ἡ Σελήνη περιφερομένη περὶ τὴν Γῆν παρακουλουθεῖ αὐτὴν ἐν τῇ περὶ τὸν Ἥλιον κινήσει της ὡς δορυφόρος αὐτῆς.

Τὸ σύστημα τοῦτο μετὰ λυσσώδη ἀγῶνα τῶν ὁπαδῶν τοῦ Κοπερνίκου πρὸς τοὺς θιασώτας τοῦ παλαιοῦ συστήματος κατεδείχθη (πλὴν μικρᾶς τινὸς τροποποιήσεως) ἀληθέστατον καὶ εἶναι γενικῶς τὴν σήμερον παραδεκτόν.

§ **125. Νόμοι τοῦ Κεπλέρου.**—Ὁ Κοπέρνικος ἐφρόνει ὅτι αἱ τροχιαὶ τῶν πλανητῶν περὶ τὸν Ἥλιον εἶναι περιφέρειαι κύκλων.

Ἵνα δὲ ἐξηγήσῃ τὰς ἐπὶ τῶν κινήσεων αὐτῶν παρατηρουμένας ἀνωμαλίας, ὑπέθεσε τὸν Ἥλιον κείμενον ἐκτὸς τῶν κέντρων τῶν κύκλων τούτων. Ὁ Κέπλερος (1) ὅμως συνεπλήρωσε τὸ ἔργον τοῦ Κοπερνίκου διὰ τῆς ἀνακαλύψεως τῶν πραγματικῶν νόμων, καθ' οὓς συντελεῖται ἡ τῶν πλανητῶν κίνησις. Οἱ νόμοι οὗτοι εἶναι οἱ ἀκόλουθοι τρεῖς.

1ος. Ἡ τροχιὰ ἑκάστου πλανήτου εἶναι ἔλλειψις, ἧς τὴν μίαν τῶν ἑστιῶν κατέχει ὁ Ἥλιος.

Τὰ ἐπίπεδα τῶν ἐλλείψεων τούτων σχηματίζουσι μικρὰς γωνίας μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐκλειπτικῆς. Αἱ ἐλλείψεις δὲ αὗται ἐλάχιστα διαφέρουσι περιφερειῶν κύκλων.

Τὰ ἄκρα Α καὶ Α' τοῦ μεγάλου ἄξονος ἑκάστης τοιαύτης ἐλλείψεως καλοῦνται τὸ μὲν ἐγγύτερον πρὸς τὴν ἥλιον *περιήλιον*, τὸ δὲ ἀπώτερον *ἀφήλιον*.

2ος. Τὰ ὑπὸ τῆς ἐπιβατικῆς ἀκτῖνος, ἥτις συνδέει τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου καὶ τὸ κέντρον πλανήτου τινός, γραφόμενα ἐμβαδὰ εἶναι ἀνάλογα τοῦ χρόνου.

Κατὰ τὸν νόμον τοῦτον, ἂν τὰ ἐμβαδὰ Α'ΒΗ, ΓΔΗ, ΕΗΑ (Σχ. 89) εἶναι ἴσα, πρέπει τὰ τόξα Α'Β, ΓΔ, ΑΕ, νὰ διανύωνται ὑπὸ τοῦ πλανήτου εἰς ἴσους χρόνους. Ἐντεῦθεν ἕπεται ὅτι ἡ ταχύτης ἑκάστου πλανήτου βαίνει αὐξανομένη, ἐφ' ὅσον οὗτος ἐκ τοῦ ἀφηλίου Α βαίνει πρὸς τὸ περιήλιον Α' τῆς τροχιᾶς αὐτοῦ καὶ τἀνάπαλιν, αὕτη βαίνει ἐλαττουμένη, ἐφ' ὅσον ὁ πλανήτης ἐκ τοῦ περιηλίου βαίνει πρὸς τὸ ἀφήλιον.

---

(1) Μέγας γερμανὸς ἀστρονόμος (1571—1630) ἐπικληθεὶς δικαίως νομοθέτης τοῦ Οὐρανοῦ.

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

Ἐὰν χ καὶ χ′ εἶναι οἱ χρόνοι τῶν περιφορῶν δύο πλανητῶν καὶ α, α′

Οἱ πλανῆται μετὰ τῶν δορυφόρων αὐτῶν περιφερόμενοι περὶ τὸν Ἥλιον

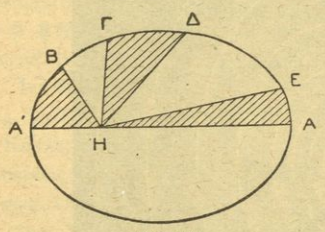
οἱ μεγάλοι αὐτῶν ἡμιάξονες, κατὰ τὸν νόμον τοῦτον ἀληθεύει ἡ ἰσότης

$$\frac{\chi^2}{\chi'^2}=\frac{\alpha^3}{\alpha'^3}$$

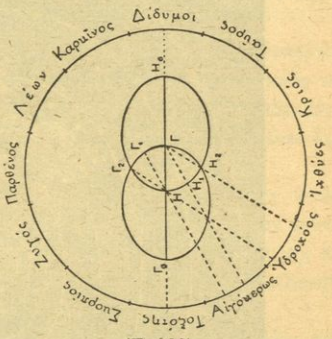
§ **126. Ἐξήγησις τῆς φαινομένης ἐτησίας κινήσεως τοῦ Ἡλίου.**—Ἡ φαινομένη περὶ τὴν Γῆν κίνησις τοῦ Ἡλίου (§ 70) δύναται νὰ ἐξηγηθῇ διττῶς. Ἢ εἶναι αὕτη πραγματική, ἢ ὁ μὲν Ἥλιος εἶναι

ἀκίνητος, ἡ δὲ Γῆ κινεῖται περὶ αὐτὸν ἐκ Δ πρὸς Α. Πρὸς κατανόησιν τούτων νοήσωμεν δύο ἐλλείψεις (Σχ. 90) ἴσας, ἑκατέρα τῶν ὁποίων διέρχεται διά τινος ἑστίας τῆς ἄλλης, ἐν τῷ αὐτῷ κειμένας ἐπιπέδῳ καὶ ὧν οἱ μεγάλοι ἄξονες κεῖνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας.

Ὑποθέσωμεν δὲ ὅτι μία τούτων παριστᾷ τὴν τροχιὰν τοῦ Ἡλίου (§ 71) καὶ ὅτι ἡ Γῆ κατέχει τὴν ἑστίαν, δι' ἧς διέρχεται ἡ ἑτέρα ἔλλειψις. Ἂν ἡ Γῆ μένῃ ἀκίνητος ἐν τῇ θέσει Γ, ὁ δὲ Ἥλιος κινεῖται περὶ αὐτὴν καταλαμβάνων διαδοχικῶς τὰς θέσεις Η, $Η_1$, $Η_2$ κλπ. τῆς τροχιᾶς του, θὰ βλέ-



(Σχ. 89).



(Σχ. 90).

πωμεν αὐτὸν διαδοχικῶς κατὰ τὰς διευθύνσεις ΓΗ, $ΓΗ_1$, $ΓΗ_2$ κλπ. καὶ κατ' ἀκολουθίαν προβάλλεται ἐν τῷ οὐρανῷ διαδοχικῶς ἐπὶ τοῦ Τοξότου, Αἰγόκερω, Ὑδροχόου κλπ., ἐν ᾧ συγχρόνως αὐξανομένης τῆς ἀποστάσεως αὐτοῦ ἀφ' ἡμῶν ἡ φαινομένη διάμετρος ἐλαττοῦται, μέχρις οὗ ἔλθῃ εἰς τὴν θέσιν $Η_6$, ὅτε ἄρχεται πάλιν πλησιάζων πρὸς τὴν Γῆν καὶ ἡ φ. διάμετρος αὐτοῦ ἄρχεται μεγεθυνομένη.

Ἂν δὲ ὁ μὲν Ἥλιος μένῃ ἀκίνητος ἐν τῇ θέσει Η, ἡ δὲ Γῆ κινεῖται περὶ αὐτὸν ἐπὶ τῆς ἑτέρας ἐλλείψεως ἐκ Δ πρὸς Α καταλαμβάνουσα διαδοχικῶς τὰς θέσεις Γ, $Γ_1$, $Γ_2$ κλπ. θὰ βλέπωμεν αὐτὸν κατὰ διευθύνσεις παραλλήλους ταῖς πρώταις καὶ κατ' ἀκολουθίαν πάλιν ἐπὶ τῶν αὐτῶν κατὰ σειρὰν προβάλλεται ἀστερισμῶν, ἐν ᾧ συγχρόνως ἕνεκα τῆς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἀπομακρύνσεώς μας ἡ φαινομένη διάμετρος αὐτοῦ βαίνει ἐλαττουμένη, μέχρις οὗ ἡ Γῆ εὑρεθῇ εἰς τὴν θέσιν $Γ_6$, ὅτε ἄρχεται πάλιν πλησιάζουσα πρὸς τὸν Ἥλιον, οὗ διὰ τοῦτο ἡ φαινομένη διάμετρος ἄρχεται μεγεθυνομένη.

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

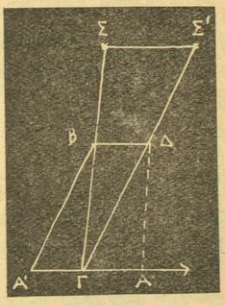
§ **127. Ἀποδείξεις τῆς κινήσεως τῆς Γῆς περὶ τὸν Ἥλιον.**—Ὑπάρχουσι πολλοὶ λόγοι πείθοντες ἡμᾶς ὅτι ἡ Γῆ κινεῖται περὶ

τὸν Ἥλιον ἐκ Δ πρὸς Α συμπληροῦσα πλήρη περιστροφὴν εἰς ἓν ἀστρικὸν ἔτος. Τούτων ἀναφέρομεν τοὺς ἀκολούθους.

1ον. Ἡ περὶ τὴν Γῆν κίνησις τοῦ Ἡλίου ἔχοντος μάζαν 333432 φορὰς μείζονα τῆς γῆϊνης ἀντίκειται εἰς τοὺς νόμους τῆς Μηχανικῆς, καθ' οὓς ἀδύνατον τὸ τὴν μείζονα μᾶζαν ἔχον σῶμα νὰ στρέφηται περὶ τὸ τὴν ἐλάσσονα ἔχον μᾶζαν.

2ον. Ἀποδεικνύεται ὅτι οἱ πλανῆται, οἵτινες εἶναι σώματα ἀνάλογα πρὸς τὴν Γῆν, κινοῦνται περὶ τὸν Ἥλιον. Δὲν ὑπάρχει δὲ οὐδεὶς λόγος ν' ἀποτελῇ ἡ Γῆ ἐξαίρεσιν· ἀπ' ἐναντίας δεχόμενοι ὅτι ἡ Γῆ κινεῖται περὶ τὸν Ἥλιον κατατάσσομεν καὶ αὐτὴν μεταξὺ τῶν πλανητῶν, ὅπερ σπουδαίως ἁπλοποιεῖ τὸ ἡλιακὸν ἡμῶν σύστημα.

3ον. Ἂν ἡ Γῆ κινεῖται καὶ καθ' ἣν στιγμὴν εὑρίσκεται εἰς τὸ Γ (Σχ. 91) ἡ ταχύτης αὐτῆς ἔχῃ τὴν διεύθυνσιν ΓΑ, ἀστὴρ Σ ὀφείλει νὰ φαίνηται οὐχὶ κατὰ τὴν πραγματικὴν διεύθυνσιν ΓΣ, ἀλλὰ κατὰ τὴν διαγώνιον ΓΔ τοῦ παραλληλογράμμου ΓΑΔΒ, οὗ αἱ προσκείμεναι πλευραὶ ΓΑ, ΓΒ ἔχουσι μήκη ἀνάλογα πρὸς τὰς ταχύτητας τῆς Γῆς καὶ τοῦ φωτός, διότι ἡ διαγώνιος αὕτη εἶναι συνισταμένη τῶν κινήσεων Γῆς καὶ φωτός. Κατ' ἀκολουθίαν ὁ παρατηρητὴς βλέπει ἐκ τῆς Γῆς Γ τὸν ἀστέρα καὶ οὐχὶ εἰς τὴν πραγμανικήν του θέσιν Σ, ἀλλ' εἰς ἄλλην Σ'.



(Σχ. 91).

Ἐπειδὴ δὲ ἕνεκα τῆς ἐλλειπτικῆς τροχιᾶς τῆς Γῆς ἡ διεύθυνσις τῆς ταχύτητος τῆς Γῆς μεταβάλλεται ἀπὸ στιγμῆς εἰς στιγμὴν μένουσα πάντοτε ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῆς ἐκλειπτικῆς, ἕπεται ὅτι αἱ φαινόμεναι θέσεις Σ' ἑκάστου ἀστέρος ὀφείλουσι νὰ μετατίθενται συνεχῶς ἐπὶ τροχιᾶς παραλλήλου πρὸς τὴν ἐκλειπτικήν.

Ὄντως δὲ αἱ παρατηρήσεις πιστοποιοῦσι τὸ φαινόμενον τοῦτο, ὅπερ ἀνεκαλύφθη καὶ ἐξηγήθη ὑπὸ τοῦ Brandley, καλεῖται δὲ ***ἐτησία ἀποπλάνησις τοῦ φωτός***. Ὁ γεωμ. τόπος τῶν φαινομένων θέσεων Σ' ἀστέρος καλεῖται ***ἀποπλανητικὴ τροχιὰ*** αὐτοῦ καὶ εἶναι περιφέρεια μὲν κύκλου, ἂν τὸ πλάτος τοῦ ἀστέρος εἶναι 90°, ἔλλειψις δέ, ἂν τὸ πλάτος εἶναι μικρότερον 90° καὶ μεῖζον 0°.

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

ΣΗΜ. Καὶ ἡ περὶ ἄξονα στροφὴ τῆς Γῆς προκαλεῖ ἀποπλάνησιν τοῦ φωτός, ἥτις εἶναι μικρὰ σχετικῶς μὲ τὴν ἐτησίαν ἀποπλάνησιν καὶ βαίνει ἐλαττουμένη 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. Τοιαῦτα π. χ. εἶναι ἡ φαινομένη ἀνώμαλος τῶν πλανητῶν κίνησις ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαίρας (§ 123) καὶ ἡ ἐτησία τῶν ἀστέρων παράλλαξις.

Ἡ ταχύτης, μεθ' ἧς κινεῖται ἡ Γῆ περὶ τὸν Ἥλιον, εἶναι περίπου 30 χιλιόμετρα κατὰ δευτερόλεπτον ἢ 108000 χιλιόμετρα καθ' ὥραν (1). Ἡ ταχύτης αὕτη εἶναι χιλιάκις περίπου μείζων τῆς τῶν ταχυτάτων ἁμαξοστοιχιῶν καὶ ἑξηκοντάκις μείζων τῆς περιστροφικῆς ταχύτητος τῶν σημείων τοῦ ἰσημερινοῦ.

§ **128.—Μεγάλοι πλανῆται.—Ἀποστάσεις αὐτῶν ἀπὸ τοῦ Ἡλίου.—Δορυφόροι αὐτῶν.—Ἀνώτεροι καὶ κατώτεροι πλανῆται.**—Οἱ κυριώτεροι πλανῆται τοῦ ἡμετέρου ἡλιακοῦ συστήματος εἶναι οἱ ἀκόλουθοι ὀκτώ. ***Ἑρμῆς, Ἀφροδίτη, Γῆ, Ἄρης, Ζεύς, Οὐρανὸς καὶ Ποσειδῶν,*** (Σελ. 113). Αἱ ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἀποστάσεις αὐτῶν εἶναι αἱ ἀκόλουθοι λαμβανομένης ὡς μονάδος τῆς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἀποστάσεως τῆς Γῆς.

Ἑρμῆς,	Ἀφροδίτη,	Γῆ,	Ἄρης,	Ζεύς,	Κρόνος,	Οὐρανός,	Ποσειδών (2).
0,36	0,72	1	1,52	5,20	9,56	19,22	30,11

Ὁ Ἑρμῆς καὶ ἡ Ἀφροδίτη ὡς ἀπέχοντες ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἀπόστασιν μικροτέραν ἢ ἡ Γῆ, καλοῦνται ***κατώτεροι*** ἢ ***ἐσωτερικοὶ*** πλανῆται. Οἱ ἄλλοι (πλὴν τῆς Γῆς) καλοῦνται ***ἀνώτεροι*** ἢ ***ἐξωτερικοὶ*** πλανῆται.

Ἐκ τῶν ὀκτὼ τούτων πλανητῶν οἱ ἐσωτερικοὶ στεροῦνται δορυφόρων, ἡ Γῆ ἔχει ἕνα (τὴν Σελήνην), ὁ Ἄρης δύο, ὁ Ζεὺς ἐννέα, ὁ Κρόνος δέκα, ὁ Οὐρανὸς τέσσαρας καὶ ὁ Ποσειδῶν ἕνα. Ἐξ ὅλων τούτων τῶν δορυφόρων μόνον ἡ Σελήνη εἶναι ὁρατὴ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Οἱ μικρότεροι τῶν ἄλ-

---

(1). Ἀκριβέστερον 29,763 χιλιόμ. κατὰ 1δ ἢ 107150 χιλιόμ. καθ' ὥραν.

(2). ***Νόμος τοῦ*** Bode. Κατὰ τὸ ἔτος 1870 ὁ διευθυντὴς τοῦ ἀστεροσκοπείου τοῦ Βερολίνου Bode εὗρεν ἀρκετὰ περίεργον καὶ ὅλως ἐμπειρικὸν νόμον παρέχοντα περίπου τὰς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἀποστάσεις τῶν πλανητῶν (πλὴν τοῦ Ποσειδῶνος).

Προσθέτων ὁ Bode εἰς ἕκαστον ὅρον τῆς σειρᾶς 0, 3, 6, 12, 24, 48,96 τὸν ἀριθμὸν 4 εὗρε τὴν σειρὰν 4, 7, 10, 16, 28, 52, 100.

Διαιρῶν εἶτα πάντας τούτους διὰ 10 εὗρε τοὺς ἀριθμοὺς

0,4, 0,7, 1, 1,6, 2,8, 5,2, 10, οἵτινες πλὴν τοῦ 2,8 ἐκφράζουσι περίπου τὰς ἀπὸ Ἡλίου 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, ἤτοι μεταξὺ Ἄρεως καὶ Διός, νὰ ὑπάρχῃ ἕτερος πλανήτης, ἣν 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 Ἡλίου ἀπόστασιν 2,8.

Αὐξανομένης ἔτι τῆς σειρᾶς τοῦ Bode προκύπτουσιν οἱ ἀριθμοὶ 19,6 καὶ 38,8, ὧν ὁ α' ἐκφράζει περίπου τὴν ἀπόστασιν τοῦ βραδύτερον ἀνακαλυφθέντος Οὐρανοῦ, ὁ δὲ ἄλλος οὐσιωδῶς διαφέρει τῆς ἀποστάσεως τοῦ Ποσειδῶνος.

λων ἀνεκαλύφθησαν κατὰ τοὺς τελευταίους χρόνους διὰ τῶν ἰσχυροτάτων τηλεσκοπίων ἢ καὶ διὰ φωτογραφίας. Ἕκαστος τῶν δορυφόρων κινεῖται περὶ ἑαυτὸν καὶ περὶ τὸν οἰκεῖον πλανήτην κατὰ τοὺς νόμους τοῦ Κεπλέρου τοῦ οἰκείου πλανήτου κατέχοντος τὴν ἑτέραν τῶν ἑστιῶν τῆς ἐλλείψεως, ἐφ' ἧς ὁ δορυφόρος κινεῖται.

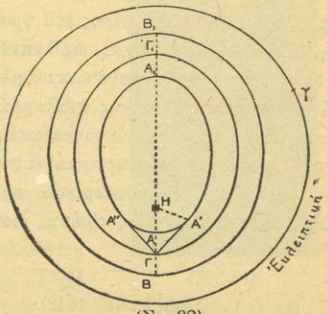
§ **129. Τηλεσκοπικοὶ πλανῆται.**—Πλὴν τῶν 8 μεγάλων πλανητῶν περιφέρονται περὶ τὸν Ἥλιον καὶ ἕτεροι ὑπὲρ ἐννεακόσιοι μικροὶ πλανῆται, ὧν αἱ τροχιαὶ περιέχονται μεταξὺ τοῦ Ἄρεως καὶ τοῦ Διός. Οἱ τοιοῦτοι πλανῆται λέγονται ***τηλεσκοπικοὶ*** ἢ ***καὶ ἀστεροειδεῖς*** πλανῆται. Ἡ μέση ἀπόστασις αὐτῶν ἀπὸ τοῦ Ἡλίου εἶναι 2,8 περίπου (§ 128). 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 ἀνήρχοντο εἰς 323. Ἀπὸ δὲ τῆς ἐφαρμογῆς τῆς φωτογραφίας εἰς τὴν ἀστρονομίαν ἡ ἀνακάλυψις νέων τοιούτων πλανητῶν γίνεται μετὰ μεγαλυτέρας ἢ πρότερον ἁπλότητος. Κατὰ τὸ ἔτος 1898 ὁ Γερμανὸς ἀστρονόμος Witt ἀνεκάλυψεν ἀστεροειδῆ τινα πλανήτην, οὗ ἡ ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἀπόστασις περιέχεται μεταξὺ τῆς ἀποστάσεως τῆς Γῆς καὶ τῆς τοῦ Ἄρεως ἀπὸ τοῦ Ἡλίου· τοῦτον ὠνόμασεν ***Ἔρωτα.***

Ἀσκήσεις 105) Πόσον χρόνον χρειάζεται τὸ φῶς τοῦ Ἡλίου, ἵνα μεταβῇ ἀπ' αὐτοῦ εἰς τὸν Ποσειδῶνα;

106) Ποσάκις ἡ μονὰς τῆς ἐπιφανείας ἐπὶ τοῦ Ἑρμοῦ θὰ ἐφωτίζετο ὑπὸ τοῦ Ἡλίου ἐντατικώτερον ἢ ἐπὶ τῆς Γῆς, ἂν αἱ αὐταὶ ἀτμοσφαιρικαὶ συνθῆκαι ὑφίσταντο ἐπ' ἀμφοτέρων;

107) Ποσάκις ἡ μονὰς τῆς ἐπιφανείας ἐπὶ τοῦ Ποσειδῶνος θὰ ἐφωτίζετο ἀσθενέστερον ἢ ἐπὶ τῆς Γῆς, ἂν αἱ αὐταὶ ὑφίσταντο ἐπ' ἀμφοτέρων ἀτμοσφαιρικαὶ συνθῆκαι;

§ **130.—Ἀποχὴ πλανήτου.—*Ἀποχὴ πλανήτου καλεῖται ἡ γωνιώδης ἀπόστασις αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ Ἡλίου.*** Ἡ ἀποχὴ ἑκατέρου τῶν ἐσωτερικῶν πλανητῶν οὐδέποτε ὑπερβαίνει ὡρισμένον δι' ἑκάτερον ὅριον, ἐν ᾧ ἡ ἀποχὴ ἑκάστου ἐξωτερικοῦ λαμβάνει πάσας τὰς τιμὰς μεταξὺ 0^0 καὶ 180^0. Οὕτως ἂν ΓΓ$_1$ (Σχ. 92) εἶναι ἡ τροχιὰ τῆς Γῆς, ΑΑ$_1$ ἡ τῆς Ἀφροδίτης καὶ ΒΒ$_1$ ἡ τοῦ Ἄρεως, τῆς Γῆς οὔσης εἰς τὴν θέσιν Γ, ἂν ἡ Ἀφροδίτη κατέχῃ τὴν θέσιν Α ἢ Α$_1$ ἡ γωνιώδης αὐτῆς ἀπόστασις εἶναι μηδέν, ἂν δὲ εἰς τὴν θέσιν Α' ἢ Α'', ἡ γωνιώδης αὐτῆς ἀπόστασις ΗΓΑ' ἔχει τὴν μεγίστην τιμὴν αὐτῆς 46^0 περίπου.



(Σχ. 92).

ΣΗΜ. Ἐκ τοῦ ὀρθ. τριώνου ΗΓΑ' προκύπτει εὐκόλως ὅτι

ἡμ. ΗΓΑ′ $=\frac{ΗΑ'}{ΗΓ}=\frac{0,72}{1}$, ὅθεν $\widehat{ΗΓΑ'}=46^0$ περίπου. Διὰ τὸν Ἑρμῆν ἡ μεγίστη ἀποχὴ εἶναι 29^0 περίπου.

Ἂν τῆς Γῆς οὔσης εἰς τὸ Γ ὁ Ἄρης κεῖται εἰς τὸ B_1, ἡ ἀποχὴ αὐτοῦ εἶναι μηδέν, ἂν οὗτος κεῖται εἰς τὸ Β, ἡ ἀποχὴ εἶναι 180^0 καὶ ἂν κεῖται εἰς ἄλλην τινὰ θέσιν Β′, ἡ ἀποχὴ εἶναι μεγαλυτέρα τοῦ 0^0 καὶ μικροτέρα 180^0.

ΣΗΜ. Ἐν τῷ σχήματι χάριν ἁπλότητος ὑποθέτομεν τὰ ἐπίπεδα τῶν πλανητικῶν τροχιῶν κείμενα ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς, ὑπόθεσις ὀλίγον τοῦ ἀληθοῦς διαφέρουσα.

§ **131. Συζυγίαι καὶ τετραγωνισμοὶ πλανήτου.** Ἐὰν τὸ μῆκος πλανήτου τινὸς εἶναι ἴσον πρὸς τὸ τοῦ Ἡλίου, λέγομεν ὅτι οὗτος εὑρίσκεται εἰς ***σύνοδον*** ἐὰν δὲ τὸ μῆκος αὐτοῦ διαφέρῃ τοῦ μήκους τοῦ Ἡλίου κατὰ 180^0, ὁ πλανήτης εὑρίσκεται εἰς ***ἀντίθεσιν.***

Ἡ σύνοδος καὶ ἡ ἀντίθεσις πλανήτου καλοῦνται ὁμοῦ ***συζυγίαι*** αὐτοῦ. Κατὰ τὰ προειρημένα οὐδέτερος τῶν ἐσωτερικῶν πλανητῶν εὑρίσκεταί ποτε εἰς ἀντίθεσιν εἰς ἑκάτερον ὅμως τούτων διακρίνομεν δύο συνόδους, ὧν ἡ μὲν καλεῖται ***κατωτέρα*** ἡ δὲ ***ἀνωτέρα σύνοδος.*** Οὕτω τῆς Γῆς οὔσης εἰς τὸ Γ (Σχ. 92), ἂν ἡ Ἀφροδίτη κεῖται εἰς τὸ Α, λέγομεν ὅτι εἶναι εἰς κατωτέραν σύνοδον, ἂν δὲ εἶναι εἰς τὸ A_1, εἶναι εἰς ἀνωτέραν σύνοδον.

Ὅταν τὸ μῆκος πλανήτου τινὸς διαφέρῃ τοῦ μήκους τοῦ Ἡλίου κατὰ 90^0, λέγομεν ὅτι ὁ πλανήτης εὑρίσκεται εἰς ***τετραγωνισμόν.***

§ **132. Φάσεις τῶν πλανητῶν.** — Πρῶτος ὁ Γαλιλαῖος [1] κατὰ τὸ 1610 παρετήρησεν ὅτι ἡ Ἀφροδίτη παρουσιάζει φάσεις ἀναλόγους πρὸς τὰς τῆς Σελήνης, Οὕτως, ὅταν ἡ Ἀφροδίτη εὑρίσκηται εἰς κατωτέραν σύνοδον, τὸ πρὸς τὴν Γῆν ἐστραμμένον ἥμισυ αὐτῆς δὲν φωτίζεται ὑπὸ τοῦ Ἡλίου καὶ κατ' ἀκολουθίαν εἶναι ἀόρατον (Σχ. 93).

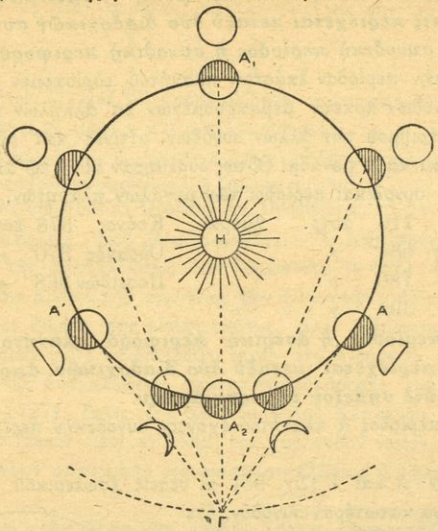
Ἐφ' ὅσον δὲ βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον ἀπομακρύνεται τῆς θέσεως A_2 καὶ τείνει νὰ ἔλθῃ εἰς ἀνωτέραν σύνοδον A_1, ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον στρέφει πρὸς τὴν Γῆν μεῖζον μέρος τοῦ φωτιζομένου αὐτῆς μέρους καὶ φαίνεται (διὰ τηλεσκοπίου) κατ' ἀρχὰς ὡς λεπτὸς μηνίσκος στρέφων τὸ κυρτὸν πρὸς τὸν Ἥλιον καὶ βαθμηδὸν μεγεθύνεται, μέχρις οὗ καταστῇ πλήρης φωτεινὸς δίσκος. Ἀπὸ τῆς στιγμῆς ταύτης ἀναλαμβάνει κατ' ἀντίστροφον τάξιν τὰ αὐτὰ σχήματα μέχρι τῆς ἀκολούθου κατωτέρας συνόδου, ὅτε πάλιν καθίσταται ἀόρατος. Ὁμοίας φάσεις παρουσιάζει καὶ ὁ Ἑρμῆς.

Ἑκάτερος τῶν ἐσωτερικῶν πλανητῶν ἔχει τὴν μεγίστην λαμπρότητα οὐχί, ὅταν φαίνηται ὡς πλήρης δίσκος (κατὰ τὴν ἀνωτέρων σύνοδον), ἀλλ'

---

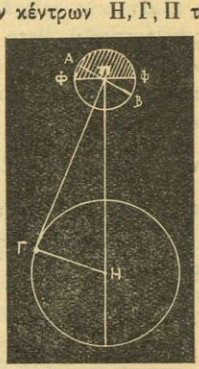
(1) Ὁ Γαλιλαῖος (1564—1642) ἐγεννήθη ἐν Πίζῃ καὶ ἀπέθανε τυφλὸς εἰς ἡλικίαν 87 ἐτῶν καὶ 10 μηνῶν ἔν τινι πλησίον τῆς Φλωρεντίας ἐπαύλει, ἐν ᾗ διέμενεν ὑπὸ τὴν ἐπίβλεψιν τῆς ἱερᾶς ἐξετάσεως, διότι ὑπῆρξεν ὁ ἐνθερμότερος ὑποστηρικτὴς τοῦ συστήματος τοῦ Κοπερνίκου.

ὅταν ἔχῃ τὴν μεγίστην ἀποχήν, ὅτε φαίνεται διὰ τηλεσκοπίου ὡς ἡμισυ φωτεινοῦ δίσκου. Αἰτία τούτου εἶναι ὅτι κατὰ τὴν ἀνωτέραν σύνοδον ἡ λαμπρότης αὐτοῦ ἐξασθενεῖ, τὸ μὲν ἕνεκα τῆς μεγίστης αὐτοῦ ἀπὸ τῆς Γῆς ἀποστάσεως, τὸ δὲ ἕνεκα τῆς γειτνιάσεως αὐτοῦ πρὸς τὸν Ἥλιον.



(Σχ. 93).

*Θεωρήσωμεν ἤδη ἐξωτερικόν τινα πλανήτην Π (Σχ. 94), ὅστις τέμνεται κατὰ τὸν κύκλον ΑΦΒΦ' ὑπὸ τοῦ ἐπιπέδου τῶν κέντρων Η, Γ, Π τοῦ Ἡλίου, τῆς Γῆς καὶ τοῦ πλανήτου. Ὁ κύκλος φωτισμοῦ τοῦ πλανήτου προβάλλεται ἐπὶ τῆς εἰρημένης τομῆς κατὰ τὴν διάμετρον ΦΦ' κάθετον ἐπὶ τὴν ΠΗ, ὁ δὲ κύκλος ὁράσεως ἐκ τῆς Γῆς κατὰ τὴν ΑΒ κάθετον ἐπὶ τὴν ΓΠ. Ἕνεκα τῆς ἰσότητος τῶν γωνιῶν ΑΠΦ καὶ ΓΠΗ τὸ μὴ φωτιζόμενον καὶ συνεπῶς ἀόρατον ἐκ τῆς Γῆς μέρος ΑΠΦ τοῦ πρὸς τὴν Γῆν ἐστραμμένου πλανητικοῦ ἡμισφαιρίου ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ μεγέθους τῆς γωνίας ΓΠΗ, ἥτις εἶναι μεγίστη, ὅταν ἡ ΠΓ ἐφάπτηται τῆς γηΐνης τροχιᾶς, ἤτοι κατὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς τοῦ πλανήτου τούτου. Τὴν μεγίστην ταύτην γωνίαν ΓΠΗ ὑπολογίζομεν λύοντες τὴν ἐξίσωσιν



(Σχ. 94).

$$ημ(ΓΠΠ) = \frac{(ΓΗ)}{(ΗΠ)}.$$

Οὕτως εὑρίσκεται ὅτι αὕτη εἶναι περίπου διὰ τὸν Ἄρην 41°, διὰ τὸν Δία 11° καὶ διὰ τὸν Κρόνον 6°. Εἶναι ὅθεν φανερὸν ὅτι ἐκ τῶν ἐξωτερικῶν πλανητῶν μόνον ὁ Ἄρης παρουσιάζει αἰσθητὰς φάσεις.

§ 133. Συνοδικὴ καὶ ἀστρικὴ περίοδος πλανήτου. ***Ὁ χρόνος, ὅστις περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν συνόδων πλανήτου, καλεῖται συνοδικὴ περίοδος ἢ συνοδικὴ περιφορὰ αὐτοῦ.***

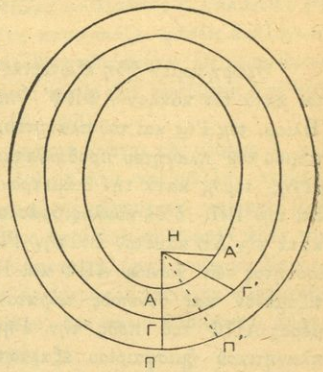
Τὴν συνοδικὴν περίοδον ἑκάστου πλανήτου εὑρίσκομεν διαιροῦντες τὸν μεταξὺ δύο συνόδων ἀρκετὰ μεμακρυσμένων ἀπ' ἀλλήλων μεσολαβήσαντα χρόνον διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἄλλων συνόδων, αἵτινες κατ' αὐτὸν παρετηρήθησαν, ηὐξημένου κατὰ μονάδα. Οὕτως εὑρέθησαν αἱ ἐν τῷ ἀκολούθῳ πίνακι ἀναγεγραμμέναι συνοδικαὶ περίοδοι τῶν μεγάλων πλανητῶν.

Ἑρμῆς	116	ἀστρ.	ἡμέραι	Κρόνος	378	ἀστρ.	ἡμ.
Ἀφροδίτη	584	»	»	Οὐρανὸς	370	»	»
Ἄρης	780	»	»	Ποσειδῶν	368	»	»
Ζεὺς	399	»	»				

Ἀστρικὴ περίοδος ἢ ἀστρικὴ περιφορὰ πλανήτου καλεῖται ὁ χρόνος, ὅστις περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἀποκαταστάσεων αὐτοῦ εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον τῆς τροχιᾶς του.

Ἡ ἀστρικὴ περίοδος α πλανήτου ἔχοντος συνοδικὴν περίοδον σ ὑπολογίζεται οὕτω.

α'. Ἔστωσαν Α καὶ Γ (Σχ. 95) αἱ θέσεις ἐσωτερικοῦ πλανήτου καὶ τῆς Γῆς κατά τινα κατωτέραν σύνοδον, ὅτε ἡ γωνία τῶν ἀκτίνων ΓΗ, ΑΗ εἶναι μηδέν, (χάριν ἁπλότητος θεωρεῖται τὸ ἐπίπεδον τῆς πλανητικῆς τροχιᾶς συμπῖπτον μετὰ τῆς ἐκλειπτικῆς). Μετὰ μίαν ἀστρικὴν ἡμέραν ἡ μὲν Γῆ εὑρίσκεται εἰς τὸ Γ', ὁ δὲ πλανήτης ἕνεκα τῆς μείζονος ταχύτητος ἀνατολικώτερον εἰς τὸ Α', οὕτως ὥστε ἡ γωνία Γ'ΗΑ' ἰσοῦται πρὸς $\frac{360^\circ}{\alpha}-\frac{360^\circ}{\tau}$, ἂν τ εἶναι ἡ διάρκεια τοῦ ἀστρικοῦ ἔτους.



(Σχ. 95).

Μετὰ σ ἀστρικὰς ἡμέρας ἡ γωνία θὰ καταστῇ.

$$\left(\frac{360^\circ}{\alpha}-\frac{360^\circ}{\tau}\right)\sigma=360^\circ\left(\frac{1}{\alpha}-\frac{1}{\tau}\right).\ \sigma$$

Ἀλλὰ εἶναι φανερὸν ὅτι ἡ γωνία τῶν προειρημένων διευθύνσεων συνεχῶς βαίνουσα αὐξανομένη γίνεται 360°, ὅταν ὁ πλανήτης καταστῇ εἰς κατωτέραν σύνοδον, ἤτοι μετὰ σ ἀστρικὰς ἡμέρας. Θὰ εἶναι λοιπὸν

$$360^\circ\left(\frac{1}{\alpha}-\frac{1}{\tau}\right).\sigma=360^\circ,\text{ ὅθεν }\frac{1}{\alpha}-\frac{1}{\tau}=\frac{1}{\sigma}. \qquad (1)$$

δ'). Ἐὰν ὁ πλανήτης εἶναι ἐξωτερικός, ἡ ἀκτὶς ΓΗ προπορεύεται τῆς ΠΗ καὶ μετὰ μίαν ἀστρικὴν ἡμέραν αὐται σχηματίζουσι γωνίαν $\frac{360^\circ}{\tau} - \frac{360^\circ}{\alpha}$. Σκεπτόμενοι εἶτα, ὡς προηγουμένως, καταλήγομεν εἰς τὴν ἰσότητα.

$$\frac{1}{\tau} - \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{\sigma} \qquad (2)$$

Ἐκ τῶν ἰσοτήτων (1) καὶ (2) προσδιορίζεται ἡ ἀστρικὴ περίοδος α ἑκάστου πλανήτου, διότι αἱ τιμαὶ τ καὶ σ εἶναι γνωσταί.

Ἀσκήσεις : 108) Εὑρεῖν τὴν ἀστρικὴν περίοδον τοῦ Ἑρμοῦ καὶ τῆς Ἀφροδίτης.
109). Εὑρεῖν τὴν ἀστρικὴν περίοδον τοῦ Ἄρεως καὶ Διός.
110). Ὁμοίως τὴν τοῦ Κρόνου, Οὐρανοῦ καὶ Ποσειδῶνος.

§ 134. Νόμος τοῦ Νεύτωνος.— Ὁ Κέπλερος τὰ μέγιστα ἐνθουσιασθεὶς ἐκ τῆς ἀνακαλύψεως τῶν νόμων του (§ 125) ἐπεχείρησε ν' ἀνεύρῃ τὴν φυσικὴν αἰτίαν τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν· ἐν τῇ τοιαύτῃ δὲ προσπαθείᾳ σχεδὸν ἥψατο τῆς αἰτίας ταύτης, ἀλλ' ἡ ἐπιστήμη δὲν εἶχεν ἔτι προχωρήσει τόσον ὥστε νὰ ἐπιτρέψῃ αὐτῷ τὴν ἀνεύρεσιν τῆς ἀληθείας ταύτης. Ἡ δόξα τῆς ἀνακαλύψεως ταύτης ἐπεφυλάσσετο εἰς τὸν Ἄγγλον Νεύτωνα (1642—1727), ὅστις ἐπὶ τῶν νόμων τοῦ Κεπλέρου στηριζόμενος συνήγαγε καὶ διετύπωσε περὶ τὸ 1682 τὸν ἀκόλουθον νόμον, ὅστις εἶναι γνωστὸς ὑπὸ τὸ ὄνομα ***νόμος τῆς παγκοσμίου ἕλξεως ἢ νόμος τοῦ Νεύτωνος.***

«***Ἡ ὕλη ἕλκει τὴν ὕλην κατ' εὐθὺν λόγον τῶν μαζῶν καὶ κατ' ἀντίστροφον λόγον τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων αὐτῶν***».

Στηριζόμεναι δὲ ἐπὶ τῶν ἀρχῶν τῆς μηχανικῆς ἀποδεικνύομεν εὐκόλως, ὅτι, τοῦ νόμου τοῦ Νεύτωνος ἀληθεύοντος, οἱ τοῦ Κεπλέρου νόμοι εἶναι ἀναγκαῖον τούτου ἀκολούθημα.

§ 135. Παλίρροιαι.—***Καλεῖται παλίρροια ἡ περιοδικὴ ἀνύψωσις καὶ ταπείνωσις τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης.***

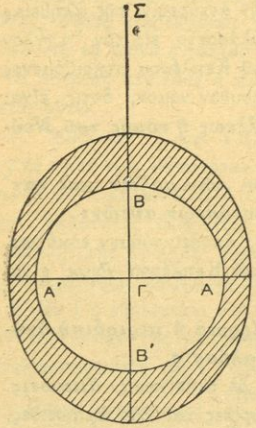
Καὶ ἡ μὲν ἀνύψωσις καλεῖται ***πλημμυρίς***, ἡ δὲ ταπείνωσις ***ἄμπωτις***. Ἐντὸς 24 ὥρ 50 π 30 δ συμβαίνουσι δύο πλημμυρίδες καὶ δύο ἀμπώτιδες, ὥστε μεταξὺ δύο διαδοχικῶν πλημμυρίδων ἢ ἀμπωτίδων μεσολαβοῦσι 12 ὥρ 25 π 15 δ, ἀπὸ δὲ πλημμυρίδος τινὸς μέχρι τῆς ἀκολούθου ἀμπώτιδος παρέρχονται 6 ὥρ 12 π 37,5 δ. Τὸ ὕψος τῆς πλημμυρίδος καὶ ἡ ταπείνωσις τῆς ἀμπώτιδος μεταβάλλονται μετὰ τῶν φάσεων τῆς Σελήνης, τῶν ἀποκλίσεων τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Σελήνης καὶ τῶν ἀποστάσεων αὐτῶν ἀπὸ τῆς Γῆς. Αἱ μεγαλύτεραι παλίρροιαι συμβαίνουσι κατὰ τὰς συζυγίας καὶ αἱ μικρότεραι κατὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς τῆς Σελήνης. Τὸ μεῖζον δὲ ὕψος τῶν πλημμυρίδων λαμβάνει τὴν μεγίστην αὐτοῦ τιμὴν κατὰ τὰς ἰσημερίας.

Κατάδηλος ὅθεν ἐκ τούτων καθίσταται ἡ σχέσις, ἥτις ὑφίσταται μεταξὺ τῶν παλιρροιῶν καὶ τῶν θέσεων τῆς Σελήνης καὶ τοῦ Ἡλίου.

§ 136. Ἐξήγησις τῶν παλιρροιῶν.—Αἰτία τῶν παλιρροιῶν

εἶναι ἡ ἐπὶ τῆς Γῆς ἔλξις τῆς Σελήνης ἐν μέρει δὲ καὶ τοῦ Ἡλίου.

Πράγματι· ἔστω Σ (Σχ. 96) ἡ θέσις τῆς Σελήνης κατά τινα στιγμὴν καὶ Γ ἡ Γῆ, ἣν θεωρήσωμεν πρὸς στιγμὴν πάντοθεν ὑπὸ θαλάσσης καλυπτομένην. Ὡς διδάσκει ἡ Μηχανική, ἡ ἔλξις τῆς Σελήνης ἐπὶ τοῦ στερεοῦ τῆς Γῆς πυρῆνος εἶναι ὅση θὰ ἦτο, ἂν ἡ μᾶζα αὐτῆς ἦτο συγκεντρωμένη εἰς τὸ κέντρον Γ. Κατὰ τὸν νόμον δὲ τῆς ἕλξεως τὰ περὶ τὸ Β μόρια τοῦ ὕδατος ἕλκονται περισσότερον τοῦ κέντρου Γ ὡς κείμενα ἐγγύτερον, ἐν ᾧ τὰ περὶ τὸ Β′ ἕλκονται ὀλιγώτερον ἐκείνου ὡς ἀπώτερον τῆς Σελήνης κείμενα. Τούτου ἕνεκεν αἱ ἀποστάσεις ΓΒ,ΓΒ′ αὐξάνονται καὶ κατ᾽ ἀκολουθίαν ἀνυψοῦται μὲν ἡ θάλασσα εἰς τὰ σημεῖα Β καὶ Β′, ταπεινοῦται δὲ κατ᾽ ἀνάγκην εἰς τὰ Α καὶ Α′. Οὕτως ἡ θάλασσα λαμβάνει σχῆμα ἐπιμήκους ἐλλειψοειδοῦς, οὗ ὁ μέγας ἄξων διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης. Τῆς Σελήνης κινουμένης ἐξ Α πρὸς Δ ἕνεκα τῆς φαινομένης ἡμερησίας κινήσεως καὶ τὸ θαλάσσιον ἐλλειψοειδὲς συστρέφεται, αἱ δὲ παλίρροιαι μετατίθενται συνεχῶς ἐπὶ τῆς Γῆς ἐξ Α πρὸς Δ κινούμεναι.



(Σχ. 96).

Πᾶν ὅ,τι περὶ τῶν ἀποτελεσμάτων τῆς ἐπὶ τῆς Γῆς ἑλκτικῆς ἐνεργείας τῆς Σελήνης ἐλέχθη δύναται νὰ ἐπαναληφθῇ καὶ διὰ τὴν τοῦ Ἡλίου ὁμοίαν ἐνέργειαν· ἀλλ᾽ αὕτη ἕνεκα τῆς μεγάλης τοῦ Ἡλίου ἀποστάσεως εἶναι 2,5 περίπου φορὰς ἐλάσσων τῆς σεληνιακῆς. Κατὰ τὰς συζυγίας ἡ ἐνέργεια τοῦ Ἡλίου προστίθεται εἰς τὴν τῆς Σελήνης, ἐν ᾧ κατὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς ὁ Ἥλιος τείνει νὰ φέρῃ ἀντίθετον ἀποτέλεσμα. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον ἔπρεπεν αἱ παλίρροιαι νὰ εἶναι ἐντατικώτεραι κατὰ τὰς συζυγίας καὶ ἀσθενέστεραι κατὰ τοὺς τετραγωνισμούς. Ἕνεκεν ὅμως τῆς ἀδρανείας τοῦ ὕδατος ἡ μεγίστη ἔντασις τῆς παλιρροίας παρατηρεῖται μίαν καὶ ἡμίσειαν περίπου ἡμέραν μετὰ τὰς συζυγίας καὶ ἡ ἐλαχίστη ἴσον χρόνον μετὰ τοὺς τετραγωνισμούς. Κατ᾽ ἀνάλογον τρόπον ἐξηγεῖται τὸ μὴ ταὐτόχρονον τῆς παλιρροίας ἔν τινι τόπῳ μὲ τὰς ἐν αὐτῷ μεσουρανήσεις τῆς Σελήνης.

Ἡ ἑλκτικὴ ἐνέργεια τῆς Σελήνης καὶ τοῦ Ἡλίου εἶναι αἰσθητὴ μόνον ἐπὶ μεγάλης ποσότητος ὕδατος. Τούτου ἕνεκεν αἱ παλίρροιαι δὲν ἔχουσι πανταχοῦ τὴν αὐτὴν ἔντασιν· αὗται εἶναι ἀξιοσημείωτοι εἰς τοὺς μεγάλους Ὠκεανούς, ἀσθενεῖς εἰς τὰς μεγάλας ἐσωτερικὰς θαλάσσας, ὡς ἡ Μεσόγειος καὶ μηδαμιναὶ σχεδὸν ἐπὶ μικρῶν θαλασσῶν, οἷα ἡ Κασπία καὶ ἡ Βαλτικὴ θάλασσα.

Αἱ παλίρροιαι τοῦ Ἀτλαντικοῦ Ὠκεανοῦ μεταδιδόμεναι ἀπ᾽ εὐθείας εἰς τὴν θάλασσαν τῆς Μάγχης εἶναι ἐκεῖ λίαν αἰσθηταί.

ΣΗΜ. Παρ᾽ ἡμῖν ἐν τῷ πορθμῷ τοῦ Εὐρίπου παρατηροῦνται φαινόμενα παλιρ-

ροίας ὑπὸ μορφὴν συνεχῶν σχεδὸν θαλασσίων ρευμάτων, ἅτινα φέρονται ὁτὲ μὲν πρὸς βορρᾶν, ὁτὲ δὲ πρὸς νότον. Τὸ θαλάσσιον τοῦτο ρεῦμα, ὅταν εἶναι κανονικόν, ἀλλάσει διεύθυνσιν ἀνὰ 6 ὥρ 12 π30 δ περίπου· πολλάκις ὅμως τὸ ρεῦμα τοῦτο εἶναι ἀκανόνιστον καὶ ἡ μεταβολὴ τῆς διευθύνσεως αὐτοῦ δὲν συντελεῖται ἐντὸς τοῦ εἰρημένου χρόνου.

Μέχρι τοῦδε οὐδεμία ἐπαρκὴς ἐξήγησις ἐδόθη εἰς τὸ φαινόμενον τοῦτο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΜΕΓΑΛΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

§ **137. Ἑρμῆς.**—Ὁ ἐγγύτατος τῷ Ἡλίῳ πλανήτης Ἑρμῆς οὐδέποτε ἀπομακρύνεται αὐτοῦ γωνιώδη ἀπόστασιν μείζονα τῶν 29° (§ 130). Τούτου ἕνεκεν εὑρίσκεται βεβυθισμένος ἐντὸς τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων καὶ κατ' ἀκολουθίαν σπανίως καὶ ὑπὸ λίαν εὐνοϊκὰς συνθήκας εἶναι ὁρατὸς διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ ἢ μετὰ τὴν δύσιν τοῦ ἡλίου πρὸς δυσμὰς ἢ ἄλλοτε πρὸς ἀνατολὰς καὶ πρὸ τῆς ἀνατολῆς Ἡλίου, λάμπων ὡς ὑπέρυθρος (ἕνεκα τοῦ μικροῦ ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα ὕψους αὐτοῦ) ἀστὴρ α' μεγέθους. Διὰ καλοῦ τηλεσκοπίου δυνάμεθα νὰ παρακολουθήσωμεν τὸν Ἑρμῆν ἐν τῇ ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα κινήσει αὐτοῦ καὶ νὰ διακρίνωμεν τὰς φάσεις του (§ 132). Ὑπελογίσθη ὅτι ὁ πλανήτης οὗτος δέχεται φῶς καὶ θερμότητα ἐπταπλασίως ἐντατικώτερα τῶν τῆς Γῆς. Ὁ ὄγκος τοῦ εἶναι περίπου τὸ $\frac{1}{20}$ τοῦ τῆς Γῆς. Ἡ διάρκεια τῆς περὶ τὸν Ἥλιον περιφορᾶς αὐτοῦ ἀνέρχεται εἰς 88 ἡμέρας.

Ἐπειδὴ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ πλανήτου τούτου δὲν παρατηροῦνται εὐδιάκριτοι κηλῖδες, οὐδὲν εἶναι βέβαιον περὶ τῆς περιστροφικῆς αὐτοῦ κινήσεως, Κατά τινας στρέφεται εἰς 24 ὥρας ὡς ἡ Γῆ, κατ' ἄλλους (Lowell, Schiaparelli) στρέφεται εἰς 88 ἡμέρας καὶ κατ' ἀκολουθίαν κατ' αὐτοὺς οὗτος στρέφει πρὸς τὸν Ἥλιον τὸ αὐτὸ πάντοτε ἡμισφαίριον.

Κατὰ τὰς παρατηρήσεις τοῦ Lowell οὐδὲν ἐπ' αὐτοῦ ὑπάρχει νέφος, οὐδὲ πολικαὶ χιόνες· στερεῖται ἄρα οὗτος παχείας ὁπωσδήποτε ἀτμοσφαίρας καὶ ὕδατος. Ὁ πλανήτης ὅθεν οὗτος εἶναι σῶμα ἀνάλογον πρὸς τὴν Σελήνην

Ὁ Ἑρμῆς στερεῖται δορυφόρου.

§ **138. 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 Ἡλίου (***Ἑωσφόρος*** κοινῶς ***Αὐγερινός***), ἄλλοτε δὲ ἑπομένη αὐτοῦ, ὅτε φαίνεται πρὸς δυσμὰς μετὰ τὴν δύσιν τοῦ Ἡλίου (***Ἕσπερος***). Ἐνίοτε κατὰ τὴν μεγίστην ἀποχὴν φαίνεται καὶ τὴν ἡμέραν διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Διὰ καλοῦ τηλεσκοπίου διακρίνομεν εὐχερῶς τὰς φάσεις αὐτῆς (§ 132).

Ὁ ὄγκος τῆς Ἀφροδίτης εἶναι περίπου ἴσος πρὸς τὸν ὄγκον τῆς Γῆς, ἡ δὲ μᾶζα αὐτῆς ἰσοῦται πρὸς τὰ 0,817 τῆς γηΐνης μάζης καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἡ πυκνότης αὐτῆς εἶναι μικροτέρα τῆς γηΐνης ἰσουμένη πρὸς τὰ 0,91 αὐτῆς.

Ἡ ἀστρικὴ περιφορὰ αὐτῆς εἶναι περίπου 225 (ἀκριβέστερον 224,701)

ἡμέραι, ὁ δὲ χρόνος τῆς περὶ ἄξονα στροφῆς εἶναι ἀβέβαιος. Κατὰ τὸν Schiaparelli καὶ οὗτος εἶναι 225 ἡμέραι, κατ' ἄλλους δὲ ὁ χρόνος οὗτος εἶναι περίπου 24 ὧραι.

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

§ **139. Ἄρης.**—Ὅταν ὁ πλανήτης οὗτος εἶναι ἀρκούντως μεμακρυσμένος τοῦ Ἡλίου, λάμπει ἐν τῷ οὐρανῷ ὡς ὡραῖος ὑπέρυθρος ἀστὴρ α' μεγέθους. Ὁ ὄγκος αὐτοῦ ἰσοῦται πρὸς 0,157 τοῦ τῆς Γῆς, ἡ μᾶζα πρὸς 0,108 τῆς γηΐνης καὶ ἡ πυκνότης πρὸς 0,69 τῆς πυκνότητος τῆς Γῆς.

Στρέφεται δὲ περὶ τὸν Ἥλιον εἰς 686,98 ἡμέρας καὶ περὶ ἄξονα εἰς 24 ὥρας 37 π 23 δ. Ὁ ἰσημερινὸς αὐτοῦ σχηματίζει μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς τροχιᾶς του γωνίαν 24°52'. Ἐκ τούτων ἀγόμεθα εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι ἐπὶ τοῦ Ἄρεως αἱ ἡμέραι εἶναι ἴσαι σχεδὸν πρὸς τὰς ἡμετέρας καὶ αἱ ὧραι τοῦ ἔτους διαδέχονται ἀλλήλας ὡς καὶ παρ' ἡμῖν, ἀλλ' ἑκάστη τούτων εἶναι μακροτέρα, διότι ἐκεῖ τὸ ἔτος ἔχει 687 περίπου ἡμέρας.

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

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

(Σχ. 97). Ἄρης.

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

Ὁ Ἄρης ἔχει δύο δορυφόρους ἀνακαλυφθέντας κατὰ τὸ ἔτος 1877 ὑπὸ τοῦ Ἀμερικανοῦ ἀστρονόμου Hall. Τούτων ὁ μὲν φόβος στρέφεται κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν περὶ τὸν Ἄρην εἰς 7 ὥρ 39 π 14 δ, ὁ δὲ Δεῖμος εἰς 30 ὥρ. 17 π 54 δ. Κατά τινας ὅθεν νύκτας ὁ Ἄρης φωτίζεται ὑπὸ ἀμφοτέρων συγχρόνως τῶν δορυφόρων του, ὧν ὁ Φόβος στρεφόμενος περὶ τὸν πλανήτην κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν εἰς χρόνον ἐλάσσονα τοῦ τῆς περὶ ἄξονα στροφῆς τοῦ Ἄρεως λαμβάνει ἐν ἑκάστῃ νυκτὶ ὅλας τὰς φάσεις.

§ **140. Ζεύς.**— Ὁ πλανήτης οὗτος ἔχει ἴσην σχεδὸν πρὸς τὴν Ἀφροδίτην λαμπρότητα. Εἶναι ὁ μεγαλύτερος τῶν πλανητῶν ἔχων ὄγκον

1295 φορὰς μείζονα τοῦ τῆς Γῆς, μᾶζαν 318,36 μείζονα τῆς γῆϊνης καὶ πυκνότητα τὰ 0,25 τῆς γῆϊνης.

Στρέφεται περὶ ἄξονα εἰς 10 ὥρας περίπου (ἀκριβῶς 9 ὥρ. 50 π 30 δ) καὶ περὶ τὸν Ἥλιον εἰς 11 ἔτη καὶ 315 ἡμέρας. Ἕνεκα τῆς ταχείας αὐτοῦ περιστροφικῆς κινήσεως ἔχει λίαν αἰσθητὴν καὶ εὐκόλως ὁρωμένην διὰ καλοῦ τηλεσκοπίου ἰσημερινὴν ἐξόγκωσιν· ἡ πλάτυνσις αὐτοῦ ἰσοῦται πρὸς $\frac{1}{17}$.

Ἡ παρατήρησις ἀποδεικνύει ὅτι ὁ Ζεὺς περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας. Διὰ τηλεσκοπίου ἀρκούντως ἰσχυροῦ βλέπομεν ἐπὶ τοῦ δίσκου αὐτοῦ ζώνας ἐναλλὰξ σκοτεινὰς καὶ λαμπρὰς παραλλήλως τῷ ἰσημερινῷ αὐτοῦ διηκούσας. Αἱ ζῶναι αὗται ὀφείλονται πιθανῶς εἰς νέφη περιβάλλοντα τὸν Δία, ἤ, κατ' ἄλλην ὑπόθεσιν, εἰς τὴν κατάστασιν τῆς μερικῆς αὐτοῦ στερεοποιήσεως. Μεγάλαι τινὲς κηλῖδες 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 ἐκ τῶν 9 δορυφόρων τοῦ Διὸς (1610). Ἡ περὶ τὸν Δία κίνησις τῶν δορυφόρων τούτων ὑπῆρξε διὰ τὸν Γαλιλαῖον θαυμάσιον ἐπιχείρημα ὑπὲρ τοῦ συστήματος τοῦ Κοπερνίκου, καθ' ὅσον καθίστατο πλέον δῆλον ὅτι ὑπῆρχον οὐράνια σώματα μὴ στρεφόμενα περὶ τὴν Γῆν, ἣν οἱ πολέμιοι τοῦ Κοπερνίκου ἐθεώρουν ὡς κέντρον τοῦ κόσμου. Ὁ πέμπτος δορυφόρος ἀνεκαλύφθη τῷ 1892 εἰς τὸ ἀστεροσκοπεῖον Lich τῆς Καλιφορνίας, οἱ ἄλλοι ἀνεκαλύφθησαν βραδύτερον διὰ τῆς φωτογραφίας.

§ **141. Κρόνος.**—Ὁ πλανήτης οὗτος φαίνεται διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ ὡς ἀστὴρ α' μεγέθους. Εἶναι 745 φορὰς ὀγκωδέστερος τῆς Γῆς, ἔχει μᾶζαν 95 φορὰς μείζονα τῆς γῆϊνης καὶ πυκνότητα ἴσην πρὸς 0,13 τῆς γῆϊνης.

Στρέφεται δὲ περὶ τὸν Ἥλιον εἰς 29 ἔτη καὶ 167 ἡμέρας περίπου καὶ περὶ ἄξονα εἰς 10 ὥρας, 14 π καὶ 24 δ. Ἡ πλάτυνσις αὐτοῦ εἶναι μᾶλλον τῆς τοῦ Διὸς αἰσθητὴ ἰσουμένη 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 ὑδρατμῶν.

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

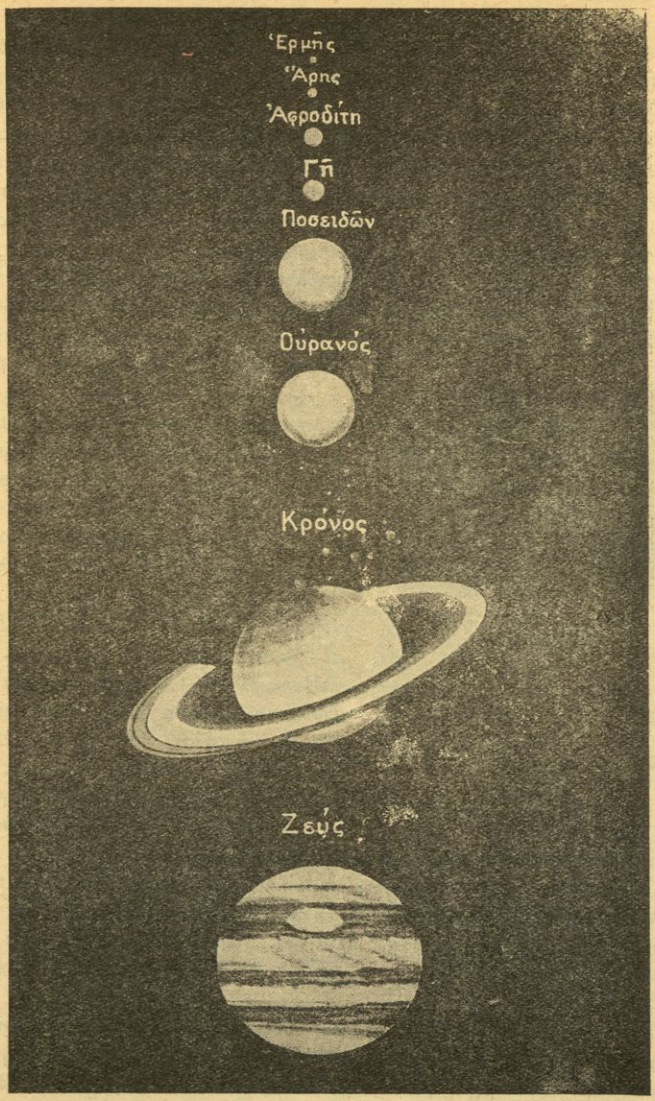
Ἴδιον τοῦ Κρόνου χαρακτηριστικὸν εἶναι λεπτὸς καὶ πλατὺς δακτύλιος, ὅστις περιβάλλει χωρὶς νὰ ἐγγίζῃ αὐτόν. Ὁ Γαλιλαῖος, ὅστις παρετήρησεν αὐτὸν τὸ πρῶτον κατὰ τὸ 1610, ἐπίστευσεν ὅτι ὁ πλανήτης οὗτος ἦτο τριπλοῦς. Διότι κατὰ τὴν ἐποχὴν ἐκείνην ἔβλεπεν αὐτὸν ὡς συνο-

δευόμενον ὑπὸ δύο λαβῶν ἐκ διαμέτρου ἀντικειμένων. Ὁ Huyghens (1650) κατέδειξε τὴν ὕπαρξιν δακτυλίου κυκλοῦντος τὸν Κρόνον. Διὰ καλοῦ τηλεσκοπίου ὁ δακτύλιος διχάζεται εἰς δύο χωριζομένους διὰ κενοῦ διαστήματος, ὅπερ φαίνεται σκοτεινόν· δι' ἰσχυροῦ δὲ τηλεσκοπίου διακρίνομεν καὶ ἕτερον δακτύλιον ἐσώτερον τῶν ἄλλων καὶ σκοτεινόν. Παραδέχονται σήμερον ὅτι οἱ δακτύλιοι οὗτοι ἀποτελοῦνται ἐκ πλήθους μικρῶν δορυφόρων ἐγγύτατα ἀλλήλων κειμένων.

§ **142. Οὐρανός.** — Ὁ πλανήτης οὗτος ἀνεκαλύφθη τυχαίως ὑπὸ τοῦ W. Herschel κατὰ τὸ ἔτος 1781. Ὁ μέγας οὗτος ἀστρονόμος ἐρευνῶν μέρος τοῦ ἀστερισμοῦ τῶν Διδύμων πρὸς ἀνεύρεσιν διπλῶν ἀστέρων παρετήρησεν ἀστέρα τινὰ παρουσιάζοντα αἰσθητὸν δίσκον. Κατ' ἀρχὰς ἐνόμισεν ὅτι ἦτο κομήτης ἀλλὰ παρακολουθήσας αὐτὸν ἐπί τινα ἔτη ἀνεγνώρισεν ὅτι ἦτο νέος πλανήτης. Οὗτος λάμπει ὡς ἀστὴρ 6ου μεγέθους καὶ κατ' ἀκολουθίαν ὑπὸ εὐνοϊκὰς συνθήκας εἶναι ὁρατὸς καὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Ἔχει ὄγκον 63 φορὰς μείζονα τοῦ γηΐνου, μᾶζαν 14,6 φορὰς μείζονα τῆς γηΐνης καὶ πυκνότητα 0,23 τῆς γηΐνης· 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. Ὁ οὐρανὸς ἔχει 4 δορυφόρους, ὧν οἱ δύο ἀπώτεροι παρετηρήθησαν ὑπὸ τοῦ W. Herschel κατὰ τὸ ἔτος 1787 οἱ δὲ ἄλλοι ὑπὸ τοῦ Lassel κατὰ τὸ 1851.

§ **143. Ποσειδῶν.** — Ὁ πλανήτης οὗτος εἶναι ἀπώτατος πάντων τῶν γνωστῶν πλανητῶν. Εἶναι ἀόρατος εἰς γυμνὸν ὀφθαλμόν, διὰ δὲ τοῦ τηλεσκοπίου φαίνεται ὡς ἀστὴρ ὀγδόου μεγέθους. Εἶναι 78άκις ὀγκωδέστερος τῆς Γῆς καὶ κινεῖται περὶ τὸν Ἥλιον εἰς 164 ἔτη καὶ 280 ἡμ. Ἡ ἀνακάλυψις τοῦ Ποσειδῶνος (1846) ὀφειλομένη εἰς τὸν Γάλλον ἀστρονόμον Le Verrier συνεκίνησε μεγάλως τὸν ἐπιστημονικὸν κόσμον, διότι αὕτη ἀποτελεῖ τὸν μεγαλύτερον τῶν θριάμβων τῶν θεωριῶν τῆς ἀστρονομίας, ἥτις δικαίως θεωρεῖται ἡ ἀκριβεστέρα καὶ θετικωτέρα τῶν ἐπιστημῶν. Ἰδοὺ δὲ ἐν συνόψει πῶς ἐγένετο ἡ ἀνακάλυψις αὕτη. Εἴπομεν (§ 125) ὅτι οἱ πλανῆται γράφουσιν ἐλλείψεις, ἑκάστης τῶν ὁποίων ὁ Ἥλιος κατέχει τὴν μίαν τῶν ἑστιῶν. Τοῦτο θὰ ἦτο τελείως ἀληθές, ἂν οἱ πλανῆται ὑπέκειντο εἰς μόνην τὴν ἕλξιν τοῦ Ἡλίου.

Ἀλλ' ἕνεκα τῶν ἀμοιβαίων τῶν πλανητῶν ἕλξεων ἡ τροχιὰ ἑκάστου ἀπομακρύνεται κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἧττον τῆς θεωρητικῆς ἐλλείψεως. Ἐν τούτοις οἱ ἀστρονόμοι λαμβάνοντες ὑπ' ὄψιν τὰς ἀμοιβαίας ταύτας τῶν πλανητῶν ἕλξεις (παρέλξεις) δύνανται νὰ προσδιορίζωσι μετὰ μεγάλης προσεγγίσεως τὰς ἀνωμάλους τροχιὰς τῶν πλανητῶν. Ἀπὸ τῆς ἀνακαλύψεως ὅμως

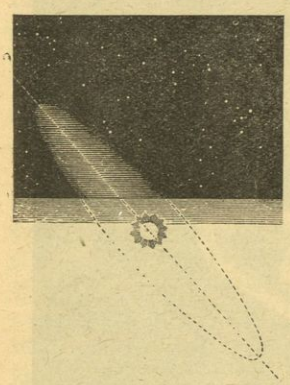


(Σχ. 98). Σχετικὰ μεγέθη τῶν μεγάλων πλανητῶν.

τοῦ Οὐρανοῦ εἶχον παρατηρήσει ἐν τῇ τροχιᾷ αὐτοῦ ἀνωμαλίας, αἵτινες δὲν ἐξηγοῦντο ἐπαρκῶς διὰ τῆς ἕλξεως τῶν λοιπῶν γνωστῶν πλανητῶν ἐπ' αὐτοῦ. Ὁ Le Verrier τότε ἐσκέφθη ὅτι αἱ ἀνωμαλίαι αὗται πιθανῶς ὀφείλονται εἰς ἕλξιν ἀγνώστου τινὸς πλανήτου καὶ ἐπεχείρησε νὰ προσδιορίσῃ δι' ὑπολογισμοῦ τὴν μᾶζαν καὶ τὴν θέσιν αὐτοῦ. Μετὰ διετῆ καθαρῶς θεωρητικὴν ἐργασίαν ἀνήγγειλεν εἰς τὴν Ἀκαδημίαν τῶν ἐπιστημῶν τὴν ἀκριβῆ ἐν τῷ οὐρανῷ θέσιν τοῦ ἀγνώστου πλανήτου. Τρεῖς ἑβδομάδας βραδύτερον ὁ Γερμανὸς ἀστρονόμος Galle ἅμα τῇ λήψει ἐπιστολῆς τοῦ Le Verrier ἤρχισε νὰ ἐξετάζῃ τὸ ὑποδειχθὲν μέρος τοῦ οὐρανοῦ καὶ εὐθὺς παρετήρησε τὸν νέον πλανήτην (ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Αἰγόκερω).

Ὁ Ποσειδῶν ἔχει ἕνα δορυφόρον παρατηρηθέντα ὑπὸ τοῦ Lassel τὸ ἔτος 1846, ὅστις στρέφεται περὶ τὸν Ποσειδῶνα εἰς 5 ἡμ. 2 ὥρ. 2 π καὶ 38 δ.

§ **144. Ζῳδιακὸν φῶς.**—Περὶ τὴν ἐαρινὴν συνήθως ἰσημερίαν παρατηρεῖται ἐν Εὐρώπῃ ὑπὸ εὐμενεῖς ἀτμοσφαιρικοὺς ὅρους πρὸς δυσμὰς καὶ συγχρόνως μετὰ τῶν ἀστέρων 4ου μεγέθους, ἀμυδρὸν φῶς, ὅπερ ἐπὶ τοῦ ζῳδιακοῦ ἐκτεινόμενον καλεῖται ***ζῳδιακὸν φῶς.*** Ὅταν τὸ ζῳδιακὸν φῶς εἶναι εὐδιάκριτον, ἀναγνωρίζομεν ὅτι τὸ σχῆμα αὐτοῦ εἶναι μέρος ἐπιμήκους ἐλλείψεως, ἧς τὸ κέντρον κατέχεται ὑπὸ τοῦ δύσαντος Ἡλίου (Σχ. 99). Τὸ ὁρατὸν ἄκρον τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς ἐλλείψεως ταύτης, καλεῖται ***κορυφὴ*** τοῦ ***ζῳδιακοῦ φωτὸς*** καὶ τὸ ὕψος αὐτοῦ δύναται νὰ φθάσῃ ἐνίοτε μέχρις 100°. Τὸ πλάτος τῆς ἐλλείψεως ταύτης εἰς τὸν ὁρίζοντα εἶναι 20° ἕως 30°. Τὸ ζῳδιακὸν φῶς βυθίζεται βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον εἰς τὸν ὁρίζοντα, ἐφ' ὅσον ὁ Ἥλιος κατέρχεται ὑπ' αὐτὸν καὶ τέλος ἐξαφανίζεται.



(Σχ. 99).

Τὸ φῶς τοῦτο εἶναι ὁρατὸν παρ' ἡμῖν καὶ ἐν τῇ λοιπῇ Εὐρώπῃ καὶ πρὸς ἀνατολὰς πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ Ἡλίου περὶ τὴν φθινοπωρινὴν συνήθως ἰσημερίαν ἐξαφανιζόμενον συγχρόνως μετὰ τῶν ἀστέρων 4ου μεγέθους. Ἐκ τῶν τόπων τῆς διακεκαυμένης ζώνης τὸ ζῳδικὸν φῶς εἶναι ὁρατὸν καθ' ὅλον σχεδὸν τὸ ἔτος.

Περὶ τῆς φύσεως τοῦ φωτὸς τούτου οὐδὲν εἶναι βέβαιον. Ἡ πιθανωτέρα γνώμη εἶναι ὅτι ὀφείλεται εἰς ἀνάκλασιν τοῦ Ἡλιακοῦ φωτὸς ὑπὸ σμήνους μικρῶν σωματίων περιφερομένων περὶ τὸν Ἥλιον ἐπὶ ἐλλείψεων, καὶ ἀποτελούντων οὕτως ἐν τῷ συνόλῳ λεπτὸν φακὸν ἐκτεινόμενον μέχρι τῆς τροχιᾶς τοῦ Ἄρεως.

ΠΛΑΝΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ὄνομα πλανήτου	Ἀπόστασις ἀπὸ Ἡλίου: Εἰς ἀποστάσεις τῆς Γῆς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου	Ἀπόστασις ἀπὸ Ἡλίου: Εἰς ἑκατομμύρια χιλιομέτρων	Ἀστρικὴ περιφορὰ	Χρόνος στροφῆς περὶ ἄξονα	Κλίσις τῆς τροχιᾶς πρὸς τὴν ἐκλειπ.	Διάμετρος εἰς γήϊνα διαστήματα	Ὄγκος εἰς γήϊνους ὄγκους	Μᾶζα εἰς γήϊνας μάζας	Πυκνότης εἰς γήϊνας πυκνότητας	Βαρύτης εἰς g ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ 0°	Κλίσις τοῦ ἰσημερινοῦ αὐτοῦ πρὸς τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιᾶς του
			μ. ἡλ. ἡμ.								
1. ΕΡΜΗΣ	0,3871	58	87,969	;	7° 0′	0,37	0,050	0,056	1,1	0,41	;
2. ΑΦΡΟΔΙΤΗ	0,7233	108	224,701	;	3° 24′	0,966	0,90	0,817	0,91	0,88	;
3. ΓΗ	1,0000	149,5	365,256	23 ὥρ. 56π 4δ	0° 0′	1	1	1	1	1	23° 27′
4. ΑΡΗΣ	1,5237	228	686,98	24 ὥρ. 37π 23	1° 51′	0,54	0,157	0,108	0,69	0,37	24° 52′
5. ΖΕΥΣ	5,2026	778	ἔτη 11 ἡμ. 315	9 ὥρ. 50 π. 30δ	1° 19′	11,14	1295	318,36	0,25	2,53	3° 4′
6 ΚΡΟΝΟΣ	9,5547	1428	29 167	10 ὥρ. 14π 24δ	2° 30′	9,4	745	95,22	0,13	1,06	26° 49′
7. ΟΥΡΑΝΟΣ	19,2181	2873	84 7	10 ὥρ. 42π	0° 46′	4,0	63	14,58	0,23	0,92	98°
8. ΠΟΣΕΙΔΩΝ	30,1096	4501	164 280	7 ὥρ. 50π	1° 47′	4,3	78	17,26	0,22	0,95	122°

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΚΟΜΗΤΑΙ

§ **145.— Σχῆμα τῶν κομητῶν.— Σύστασις αὐτῶν.—** Οἱ κομῆται, ὧν ἡ ἐμφάνισις ἐπὶ μακρὸν ὑπῆρξεν αἰτία τρόμου διὰ τὴν ἀνθρωπότητα, εἶναι νεφελώδη ἄστρα, ὧν τινα κινοῦνται περὶ τὸν Ἥλιον. Γενικῶς ἕκαστος κομήτης ἀποτελεῖται ἐκ τῶν ἀκολούθων τριῶν μερῶν. 1ον. Ἐκ τοῦ ***πυρῆνος***, ὅστις εἶναι τὸ πυκνότερον καὶ λαμπρότερον μέρος τοῦ κομήτου, 2ον ἐκ τῆς ***κόμης***, ἥτις εἶναι εἶδος νεφέλης περιβαλλούσης τὸν πυρῆνα καὶ 3ον ἐκ τῆς ***οὐρᾶς***, ἥτις εἶναι ἐπιμήκης προέκτασις τῆς κόμης τοῦ κομήτου (Σχ. 100). Ὁ πυρὴν καὶ ἡ κόμη ἀποτελοῦσι τὴν ***κεφαλὴν*** τοῦ κομήτου. Ἀλλ' ἡ μορφὴ ἑκάστου κομήτου μεταβάλλεται μετὰ τῆς θέσεως αὐτοῦ πρὸς τὸν Ἥλιον. Οὕτως, ὅταν οἱ κομῆται εὑρίσκωνται μακρὰν τοῦ Ἡλίου, φαίνονται γενικῶς ὡς ἀμυδροὶ νεφελώδεις ἀστέρες στρογγύλλοι τὸ σχῆμα, ἐφ' ὅσον δὲ πλησιάζουσι πρὸς τὸν Ἥλιον γίνονται λαμπρότεροι, ἐν ᾧ τὸ σχῆμα αὐτῶν ἀλλοιοῦται σχηματιζομένης καὶ βαθμηδὸν ἐπιμηκυνομένης τῆς οὐρᾶς αὐτῶν κατὰ τὴν ἐκ τοῦ Ἡλίου πρὸς τὸν πυρῆνα τοῦ κομήτου φοράν. Ἀφ' ἑτέρου δὲ ἡ μορφὴ τῶν κομητῶν δὲν εἶναι δι' ὅλους ἡ αὐτή. Οὕτω τινὲς τούτων δὲν ἔχουσιν οὐράν, ἄλλοι ἔχουσι περισσοτέρας, ὡς ὁ κομήτης τοῦ 1744, ὅστις εἶχεν ἓξ οὐράς. Οἱ κομῆται θεωροῦνται ἀποτελούμενοι ἐκ σμήνους στερεῶν σωματίων λίαν μεμακρυσμένων ἀπ' ἀλλήλων, ὧν ἕκαστον φέρει περίβλημα ἐξ ἀερίων. Ἡ φασματοσκοπικὴ ἀνάλυσις ἀπέδειξεν ὅτι τὰ ἀέρια ταῦτα εἶναι ὑδρογόνον καὶ ἀτμοὶ ἄνθρακος καὶ διαφόρων μετάλλων ἰδίᾳ δὲ σοδίου καὶ μαγνησίου, διατελοῦσι δὲ ἐν αὐτοφώτῳ καταστάσει. Ὥστε οἱ κομῆται πλὴν τοῦ φωτός, ὅπερ δέχονται παρὰ τοῦ Ἡλίου, ἔχουσι καὶ ἴδιον φῶς.

(Σχ. 100).

Ἡ μᾶζα τῶν κομητῶν εἶναι μικρά, ὡς ἀποδεικνύεται ἐκ τοῦ ὅτι οὐδεμίαν ἐπιφέρουσι διατάραξιν εἰς τὴν κίνησιν τῶν πλανητῶν καὶ τῶν δορυφόρων αὐτῶν, πλησίον τῶν ὁποίων πολλάκις διέρχονται, ἐν ᾧ τοὐναντίον ἐκεῖνοι ὑφίστανται συνήθως αἰσθητὴν τὴν ἐπίδρασιν αὐτῶν. Ἡ δὲ μέση πυκνότης τῶν κομητῶν εἶναι ὡσαύτως λίαν μικρά. Διὰ μέσου τῆς οὐρᾶς καὶ αὐτῆς

ἔτι τῆς κόμης αὐτῶν βλέπομεν ἀστέρας ἄνευ τῆς ἐλαχίστης διαθλάσεως τῶν φωτεινῶν αὐτῶν ἀκτίνων καὶ μειώσεως τῆς λαμπρότητος αὐτῶν.

§ **146.—Τροχιαὶ τῶν κομητῶν.**—Οἱ κομῆται εἶναι ὁρατοὶ κατὰ τὸν ἐλάχιστον σχετικῶς χρόνον, καθ' ὃν εὑρίσκονται πλησίον τοῦ Ἡλίου. Τούτου ἕνεκεν ἦτο δύσκολον νὰ προσδιορισθῇ ἡ φύσις τῶν τροχιῶν αὐτῶν, αἵτινες ἦσαν ἐντελῶς ἄγνωστοι εἰς τοὺς ἀρχαίους. Αὐτὸς ὁ Κέπλερος ἐφρόνει ὅτι ἕκαστος κομήτης κινεῖται ἐπὶ εὐθείας γραμμῆς. Πρῶτος ὁ Νεύτων ἀνεκάλυψε τὴν φύσιν τῶν κομητικῶν τροχιῶν. Μετὰ τὴν ἀνακάλυψιν τοῦ νόμου τῆς παγκοσμίου ἕλξεως, ἤχθη φυσικῶς εἰς τὴν ἰδέαν ὅτι, ὡς οἱ πλανῆται, οὕτω καὶ οἱ κομῆται δέον νὰ ὑφίστανται τὴν ἑλκτικὴν ἐνέργειαν τοῦ Ἡλίου καὶ κατ' ἀκολουθίαν πρέπει αἱ τροχιαὶ αὐτῶν νὰ εἶναι ἐλλείψεις, ὧν τὴν μίαν τῶν ἑστιῶν κατέχει ὁ Ἥλιος. Τὴν ὑπόθεσιν ταύτην ἠδυνήθη ἐντὸς ὀλίγου νὰ ἐπιβεβαιώσῃ σπουδάζων τὴν κίνησιν κομήτου τινός.

Αἱ ἐλλείψεις αὗται εἶναι λίαν ἐπιμήκεις ἐκτεινόμεναι αἱ πλεῖσται πέραν τῆς τροχιᾶς τοῦ Ποσειδῶνος. Διὰ τοὺς πλείστους τῶν ὑπὲρ ὀκτακοσίων ἄχρι τοῦδε παρατηρηθέντων κομητῶν δὲν κατωρθώθη νὰ εὑρεθῇ ἔστω καὶ κατὰ προσέγγισιν τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ἄξονος τῶν τροχιῶν αὐτῶν. Τὸ μῆκος τοῦτο θεωροῦσιν ἄπειρον καὶ κατ' ἀκολουθίαν τῶν τοιούτων κομητῶν ἡ τροχιὰ εἶναι ***παραβολὴ*** (1). Ἡ κλίσις τῶν ἐλλειπτικῶν ἢ παραβολικῶν τροχιῶν τῶν κομητῶν πρὸς τὴν ἐκλειπτικὴν εἶναι διά τινας τούτων ἱκανῶς μεγάλη.

ΣΗΜ. Παρετηρήθησαν καί τινες κομῆται, ὧν ἡ τροχιὰ εἶναι ἑτέρα τις ἀνοικτὴ καμπύλη, ἥτις καλεῖται *ὑπερβολή*.

§ **147. Περιοδικοὶ κομῆται.**—Οἱ κομῆται, ὧν αἱ τροχιαὶ εἶναι ἐλλείψεις, ἐπανέρχονται περιοδικῶς πλησίον τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Γῆς καὶ λέγονται διὰ τοῦτο ***περιοδικοὶ κομῆται.*** Οἱ λοιποί, ἀφοῦ διέλθωσιν ἅπαξ πλησίον τοῦ Ἡλίου, ἀπομακρύνονται αὐτοῦ ἀδιαλείπτως. Μέχρι σήμερον 21 μόνον κομητῶν ἔχει ὁρισθῇ μετ' ἀκριβείας ἡ περίοδος. Οἱ κυριώτεροι τῶν περιοδικῶν κομητῶν εἶναι οἱ ἀκόλουθοι.

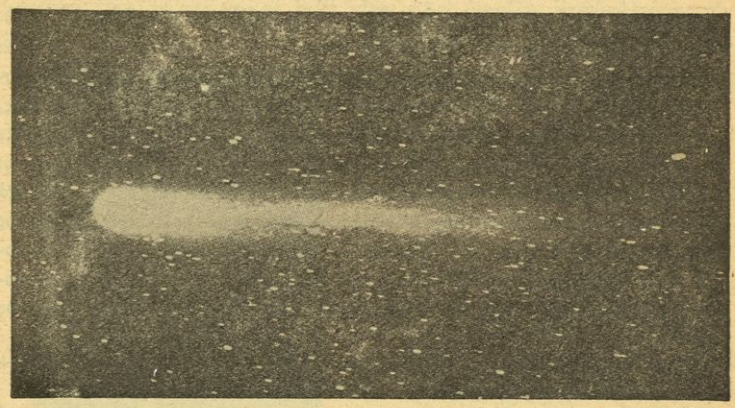
α'. Κομήτης τοῦ Encke (1819). Ἡ περίοδος αὐτοῦ εἶναι 3, 3 ἔτη.

β'. Κομήτης τοῦ Biéla (1826). Τούτου ἡ περίοδος εἶναι 6, 69 ἐτῶν. Κατὰ τὴν ἐν ἔτει 1846 ἐμφάνισίν του ἦτο διῃρημένος εἰς δύο κομήτας, οἵτινες ἐκινοῦντο ὁ εἷς παρὰ τὸν ἄλλον καὶ ἔβαινον συνεχῶς ἀφιστάμενοι ἀλλήλων. Κατὰ τὸ 1852 ἐνεφανίσθησαν ἀμφότεροι ἀρκούντως ἤδη μεμακρυσμένοι· κατὰ τὸ 1859 ἕνεκα δυσμενῶν συνθηκῶν δὲν ἦτο ὁρατός, κατὰ δὲ τὸ ἔτος 1866 εἰς μάτην ἀνεμένετο. Ἔκτοτε δὲν ἐπανῆλθε πλέον διαλυθεὶς ὡς βραδύτερον θὰ μάθωμεν.

---

(1) Εἰς τὰ μαθηματικὰ ἀποδεικνύεται ὅτι ἡ παραβολὴ εἶναι ἔλλειψις, ἧς τὸ κέντρον ἀφανίζεται εἰς τὸ ἄπειρον, ὁ δὲ συνήθης ὁρισμὸς τῆς παραβολῆς εἶναι ὁ ἑξῆς. «Παραβολὴ εἶναι ὁ γεωμ. τόπος τῶν σημείων ἐπιπέδου, ὧν ἕκαστον ἀπέχει ἴσον ἀπὸ ὡρισμένου σημείου καὶ ὡρισμένης εὐθείας».

γ΄. Κομήτης τοῦ Halley (1682). Τούτου ἡ περίοδος εἶναι 75,02 ἐτῶν. Οὗτος εἶχε παρατηρηθῇ ὑπὸ τοῦ Κεπλέρου κατὰ τὸ ἔτος 1607 καὶ τοῦ Alpiani ἐν ἔτει 1531. Μετὰ τὸν ὑπὸ τοῦ Halley ὑπολογισμὸν τῆς περιόδου αὐτοῦ προανηγγέλθη ἡ κατὰ Μάρτιον τοῦ 1759 ἐμφάνισίς του, ἥτις καὶ πράγματι συνέβη. Παρετηρήθη ἐπίσης κατὰ τὸ ἔτος 1835 καὶ ἐσχάτως κατὰ Μάϊον τοῦ 1910, ὅτε καὶ εἰς ἀρκετὴν ἐνέβαλεν ἀνησυχίαν τὴν ἀνθρωπότητα, καθ' ὅσον κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τῶν ἀστρονόμων θὰ διήρχετο τόσον πλησίον τῆς Γῆς, ὥστε ὑπῆρχε πιθανότης ἡ οὐρὰ αὐτοῦ νὰ εἰσδύσῃ ἐν μέρει



(Σχ. 101).
Φωτογραφία τοῦ κομήτου Halley τὴν 29 Μαΐου 1910.

ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαίρας τῆς Γῆς καὶ νὰ μεταδόσῃ εἰς αὐτὴν τὸ κυανογόνον ἀέριον, οὗ ἡ παρουσία εἰς τὸν πυρῆνα τοῦ κομήτου εἶχεν ἀποκαλυφθῇ ὑπὸ τοῦ φασματοσκοπίου. Οὐδὲν ὅμως φαινόμενον ἐπιστοποίησε τὴν τοιαύτην τῆς οὐρᾶς ἐν τῇ γηΐνῃ ἀτμοσφαίρᾳ εἴσοδον.

Ἀσκήσεις. 111) Εὑρεῖν τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς τροχιᾶς τοῦ κομήτου τοῦ Halley.

112) Γνωστοῦ ὄντος ὅτι ἡ περιήλιος ἀπόστασις τοῦ κομήτου τοῦ Halley εἶναι τὰ 0,587 τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς γηΐνης τροχιᾶς, νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἀφήλιος αὐτοῦ ἀπόστασις.

113) Γνωστοῦ ὄντος ὅτι τοῦ κομήτου τοῦ Encke ἡ μὲν ἀφήλιος ἀπόστασις εἶναι 4,0935 ἡ δὲ περιήλιος 0,3383 τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς γηΐνης τροχιᾶς, νὰ ὑπολογισθῇ τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς τροχιᾶς τοῦ κομήτου τούτου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ΄.

ΜΕΤΕΩΡΑ

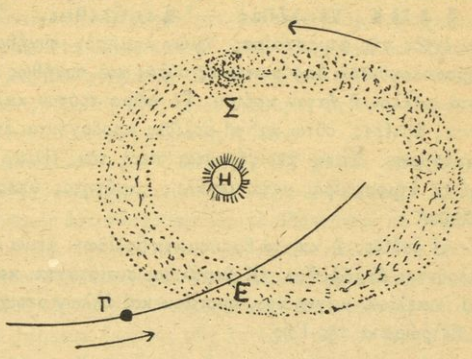
§ **148. Διάττοντες ἀστέρες.** — Καλοῦμεν διάττοντας ἀστέρας φωτεινὰ σώματα, ἅτινα ὑπὸ φωτεινῆς κατὰ τὸ πλεῖστον παρακολουθούμενα

οὐρᾶς αἰφνηδίως ἐμφανίζονται τὴν νύκτα ἐν τῷ οὐρανῷ καὶ μετὰ ταχυτάτην καὶ ἐπ' ἐλάχιστον χρόνον διαρκοῦσαν κίνησιν ἐξαφανίζονται.

Πρὸς ἐξήγησιν τῆς ἐμφανίσεως τῶν σωμάτων τούτων, ἅτινα οὐδὲν πλὴν τοῦ ὀνόματος ἔχουσι κοινὸν μετὰ τῶν ἀστέρων, παραδέχονται ὅτι ὑπάρχουσιν ἐν τῷ διαστήματι μόρια στερεὰ σκοτεινά, ἅτινα κινοῦνται περὶ τὸν Ἥλιον μετὰ ταχύτητος 40 χιλιομέτρων περίπου κατὰ δευτερόλεπτον. Ὅταν δὲ τοιαῦτα μόρια εἰσδύωσιν ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαίρας ἡμῶν, ὑπερθερμαίνονται ἕνεκα τῆς τριβῆς καὶ φωτοβολοῦσι, μέχρις οὗ πᾶσα ἡ ὕλη αὐτῶν κατακαῇ.

§ **149. Βροχαὶ διαττόντων ἀστέρων.**— Εἶναι εὔκολον νὰ παρατηρήσωμεν ὅτι κατά τινας νύκτας τοῦ ἔτους οἱ διάττοντες ἀστέρες εἶναι πολυαριθμότεροι τῶν κατὰ τὰς λοιπὰς νύκτας παρατηρουμένων, ἀπὸ καιροῦ δὲ εἰς καιρὸν πίπτουσιν οὗτοι κατὰ χιλιάδας, ἀποτελοῦντες οὕτως ἀληθῆ ***βροχὴν*** ἢ ***σμῆνος*** διαττόντων ἀστέρων. Οὕτω κατὰ τὰς ἀρχὰς Ν)βρίου, τὰς ἀρχὰς Αὐγούστου καὶ κατὰ τὰς ἀρχὰς Ἀπριλίου παρατηρεῖται ἀσυνήθης ἀριθμὸς διαττόντων ἀστέρων. Οἱ οὕτω συγχρόνως πίπτοντες διάττοντες παρετηρήθη ὅτι φαίνονται ἐκπεμπόμενοι ἐξ ὡρισμένου σημείου τοῦ οὐρανοῦ, ὅπερ καλεῖται ***ἀκτινοβόλον σημεῖον.*** Οὕτως οἱ διάττοντες τοῦ Αὐγούστου ἔχουσι τὸ ἀκτινοβόλον σημεῖον ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Περσέως καὶ καλοῦνται ***Περσεῖδαι,*** οἱ τῶν ἀρχῶν τοῦ Ν)βρίου ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Λέοντος καὶ καλοῦνται ***Λεοντῖδαι,*** οἱ τοῦ Ἀπριλίου ἐν τῷ τῆς Λύρας καὶ καλοῦνται ***Λυρῖδαι*** κ. τ. λ.

Ὁ ἀριθμὸς τῶν διαττόντων ἀστέρων τῶν ἀφ' ἑκάστου ἀκτινοβόλου σημείου ἐκπεμπομένων μεταβάλλεται ἀπὸ ἔτους εἰς ἔτος. Διὰ τὰ πλεῖστα τούτων βροχαὶ πολυπληθῶν διαττόντων ἀστέρων ἀναπαράγονται περιοδικῶς. Πρὸς ἐξήγησιν τῶν φαινομένων τούτων παραδέχονται ὅτι περὶ τὸν Ἥλιον κινοῦνται ἀόρατα σωμάτια ἐπὶ διαφόρων παραβολικῶν ἢ ἐλλειπτικῶν δακτυλίων, ἐφ' ὧν ὁμοίως ἢ ἀνομοίως εἰσὶ διακεχυμένα. Τινὲς δὲ τῶν δακτυλίων τούτων τέμνονται ὑπὸ τῆς γῆς τροχιᾶς,



(Σχ. 102).

ὡς π. χ. παρὰ τὸ σημεῖον Ε (Σχ. 102), καὶ ὅταν ἡ Γῆ διέλθῃ διὰ τοιαύτης τινὸς τροχιᾶς, συμβαίνει βραχὺ διαττόντων ἀστέρων, ἥτις θέλει ἐπαναλαμβάνεσθαι κατ' ἔτος τὴν αὐτὴν ἐποχήν, ἐφ' ὅσον ὑπάρχουσιν ἔτι ἐπὶ τοῦ δακτυλίου τοιαῦτα σωμάτια. Ἐὰν δὲ ὁ δακτύλιος εἶναι ἐλλειπτικὸς (Σχ. 102)

καὶ ἡ διανομὴ τῶν σωματίων δὲν εἶναι ὁμαλὴ ἀλλ' ὑπάρχῃ πολυπληθεστέρα ὁμὰς Σ, θέλει συμβῇ βροχὴ πολυπληθῶν διαττόντων ἀστέρων κατὰ τὴν ταὐτόχρονον διάβασιν διὰ τῆς τομῆς Ε τῆς ὁμάδος Σ καὶ τῆς Γῆς. Ἡ ραγδαία αὕτη βροχὴ θέλει ἐπαναλαμβάνεσθαι περιοδικῶς ἀνὰ ἴσα χρονικὰ διαστήματα ἐξαρτώμενα ἐκ τῆς ἀστρικῆς τῆς ὁμάδος περιφορᾶς καὶ τῆς ἐτησίας κινήσεως τῆς Γῆς, μέχρι τελείας τῆς ὁμάδος ἐξαντλήσεως,

§ **150. Καταγωγὴ διαττόντων ἀστέρων.**—Ὁ ἀστρονόμος Schiaparelli παρατηρήσας τὴν περίοδον τῶν 33,25 ἐτῶν, ἅτινα ἐχώριζον τὰς πολυπληθεστάτας βροχὰς τῶν Λεοντιδῶν κατὰ τὰ ἔτη 1799, 1833 καὶ 1866 ὑπώπτευσεν ὅτι τὰ σμήνη τῶν διαττόντων ἀστέρων καὶ οἱ κομῆται ἔχουσι κοινὴν τὴν καταγωγήν. Καὶ ἀπὸ τῆς ὑποθέσεως ταύτης ἀναχωρῶν ὑπελόγισε κατὰ τὸ 1866 τὰ στοιχεῖα τῆς τροχιᾶς τῶν Περσειδῶν καὶ ἀνεγνώρισεν ἐν αὐτῇ τὴν τροχιὰν τοῦ κομήτου τοῦ 1862. Ὀλίγον βραδύτερον ἀνεῦρε πλήρη σχεδὸν ταὐτότητα τῶν στοιχείων τῆς τροχιᾶς τῶν Λεοντιδῶν πρὸς τὰ τῆς τροχιᾶς τοῦ κατὰ τὸ 1866 παρατηρηθέντος κομήτου. Παρετηρήθη ἐπίσης ὅτι κατὰ τὰ ἔτη 1872, 1878 καὶ 1885, καθ' ἃ ἔδει (§ 147) νὰ ἐμφανισθῇ ὁ κομήτης τοῦ Biéla, συνέβησαν ραγδαῖαι βροχαὶ διαττόντων ἀστέρων, οἵτινες κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τῶν ἀστρονόμων ἐκινοῦντο ἐπὶ τῆς τροχιᾶς τοῦ κομήτου τοῦ Biéla. Ἡ σύγκρισις δὲ ἐπὶ πλέον τοῦ φάσματος τῶν κομητῶν καὶ τῶν διαττόντων ἀστέρων παρέχει νέαν ἀπόδειξιν τῆς ὑποθέσεως τοῦ Schiaparelli. Ὥστε εἶναι λοιπὸν σχεδὸν ἀποδεδειγμένον ὅτι σμήνη τινὰ (ἂν μὴ ὅλα) ὀφείλονται εἰς διάλυσιν κομητῶν ὀφειλομένην εἰς τὴν ἑλκτικὴν ἐνέργειαν τοῦ Ἡλίου ἢ καὶ πλανήτου τινός.

§ **151. Βολίδες.—Ἀερόλιθοι.** – Ἐνίοτε αἰφνηδίως βλέπομεν ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαίρας ἡμῶν λαμπρὸν συνήθως σφαιρικὸν σῶμα, ὅπερ παρακολουθεῖται ὑπὸ φωτεινῆς οὐρᾶς καὶ συνήθως ἐκρήγνηται μετὰ ἰσχυροῦ κατὰ μᾶλλον ἢ ἧττον κρότου. Τὸ σῶμα τούτου καλεῖται ***βολίς***. Ὡς οἱ διάττοντες ἀστέρες, οὕτω καὶ αἱ βολίδες προέρχονται ἐκ σωματίων μεγαλυτέρων διαστάσεων, ἅτινα περιφέρονται περὶ τὸν Ἥλιον καὶ εἰσδύοντα ἐντὸς τῆς γηΐνης ἀτμοσφαίρας μετὰ μεγάλης ταχύτητος ὑπερθερμαίνονται καὶ φωτοβολοῦσι.

Αἱ βολίδες ἢ καὶ τὰ θραύσματα βολίδων, ἅτινα φθάνουσι μέχρι τῆς Γῆς, καλοῦνται ***ἀερόλιθοι***. Οἱ ἀερόλιθοι συνίστανται κατὰ τὸ πλεῖστον ἐκ σιδήρου, νικελίου, μαγνησίου, πυριτίου καὶ ἄλλων στοιχείων ἐκ τῶν συνιστώντων τὰ πετρώματα τῆς Γῆς.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΣΤ'.

ΑΠΛΑΝΕΙΣ ΑΣΤΕΡΕΣ ΚΑΙ ΝΕΦΕΛΩΜΑΤΑ

§ **152. Χρῶμα τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.** Οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες δὲν ἔχουσι πάντες τὸ αὐτὸ χρῶμα. Οἱ πλεῖστοι τούτων εἶναι λευκοί, ἄλλοι εἶναι κίτρινοι καί τινες ἐρυθροί. Λευκοὶ π. χ. εἶναι οἱ Βέγας, Σείριος, Βασιλίσκος, Κάστωρ, Στάχυς· κίτρινοι ὁ πολικός, Ἀλταΐρ, αἶξ κ. ἄ. καὶ ἐρυθροὶ ὁ Ἀρκτοῦρος, Ἀντάρης, Bételgeuse, καὶ ο τοῦ κήτους. Ἐπὶ 100 ἀστέρων 60 εἶναι λευκοί, 35 κίτρινοι καὶ πέντε ἐρυθροί. Τὸ χρῶμα ἀστέρων τινῶν φαίνεται μεταβληθὲν ἀπὸ τῆς ἀρχαιότητος. Οὕτως ὁ Σείριος σημειοῦται ὑπὸ τῶν ἀρχαίων ὡς ἐρυθροῦς ἀστήρ, ἐν ᾧ ἤδη εἶναι λευκός, ὁ Πολυδεύκης κίτρινος ἤδη, φέρεται ὑπὸ τῶν ἀρχαίων ὡς ὑπέρυθρος.

§ **153. Φάσμα τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.— Φυσικὴ καὶ χημικὴ αὐτῶν σύστασις.** Τὸ φάσμα τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων εἶναι ἐν γένει ἀνάλογον πρὸς τὸ ἡλιακὸν φάσμα, ἀποτελεῖται τοῦτέστιν ἐκ τῶν ἑπτὰ χρωμάτων τῆς ἴριδος διακοπτομένων ὑπὸ ῥαβδώσεων (σκοτεινῶν γοαμμῶν). Οἱ ἀστέρες ὅθεν οὗτοι ἀποτελοῦνται ἐξ ἀερίων ἐν ὑψίστῃ διατελούντων θερμοκρασίᾳ καὶ περιεχόντων ἐν αἰωρήσει στερεὰ καὶ διάπυρα μόρια, ὧν τὸ φῶς ἀποτελεῖ τὰς ἔγχρους τοῦ φάσματος λωρίδας. Πάντα ταῦτα περιβάλλονται ὑπὸ ἀερίων (ἀποτελούντων τὴν ἀτμόσφαιραν ἑκάστου ἀστέρος) σχετικῶς ψυχροτέρων, ἅτινα ἀπορροφῶντα μέρος τῶν δι' αὐτῶν διερχομένων ἀκτίνων ἀπεργάζονται τὰς ῥαβδώσεις τοῦ φάσματος. Τὸ πλῆθος καὶ εἶδος τῶν ῥαβδώσεων ὡς καὶ ἡ γενικὴ τοῦ φάσματος ὄψις εἶναι διάφορος εἰς τοὺς διαφόρους ἀστέρας σχετιζομένη κυρίως μετὰ τοῦ χρώματος αὐτῶν.

α' ***Φάσμα λευκῶν ἀστέρων.***—(ὡς ὁ Σείριος). Τὸ φάσμα τῶν λευκῶν ἀστέρων εἶναι σχεδὸν συνεχὲς ἐλαχίστας παρουσιάζον ῥαβδώσεις. Τέσσαρες τούτων αἱ μᾶλλον ἔντονοι ἀντιστοιχοῦσιν εἰς τὸ ὑδρογόνον, αἱ δὲ ἄλλαι λεπτότατα συνήθως δεικνύουσι τὴν παρουσίαν μαγνησίου καὶ σοδίου ἐν τοῖς ἄστροις τούτοις. Ἐκ τούτων συμπεραίνομεν ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρα αὐτῶν ἀποτελεῖται κυρίως ἐξ ὑδρογόνου εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν διατελοῦντος καὶ ὑπὸ μεγάλην πίεσιν. Κατὰ τὸν Janssen ἕκαστος τῶν ἀστέρων τούτων εἶναι Ἥλιος ἐν τῇ νεανικῇ τῆς ἡλιακῆς του ζωῆς ἡλικίᾳ, ὅστις κατ' ἀκολουθίαν ἐπὶ πολλοὺς ἀκόμη αἰῶνας θέλει διατηρήσει τήν, ἣν ἤδη κέκτηται, ἔντασιν φωτὸς καὶ θερμότητος.

β'. ***Φάσμα κιτρίνων ἀστέρων.***— (ὡς ὁ ἡμέτερος Ἥλιος). Ἐν τῷ φάσματι τῶν κιτρίνων ἀστέρων παρουσιάζονται πολυάριθμοι καὶ εὐδιάκριτοι μεταλλικαὶ ῥαβδώσεις, ἐν ᾧ αἱ τοῦ ὑδρογόνου εὑρίσκονται ἐν ἀναλογίᾳ μικρο-

τέρα ἢ εἰς τοὺς λευκοὺς ἀστέρας. Κατὰ τὸν Janssen ἕκαστος τούτων εἶναι Ἥλιος ἰσχυρὰς ἔτι ἐντάσεως φωτὸς καὶ θερμότητος, πάντως ὅμως διελθὼν ἤδη τὴν νεανικὴν αὐτοῦ ἡλικίαν.

γ') ***Φάσμα ἐρυθρῶν ἀστέρων***—(ὡς ὁ Bételgeuse). Μετὰ τῶν ραβδώσεων τοῦ φάσματος τῶν ἐρυθρῶν ἀστέρων συνέχονται σκοτειναὶ ταινίαι, αἵτινες βαθμιαίως μειοῦνται πρὸς τὸ ἐρυθρὸν τοῦ φάσματος. Αἱ κυριώτεραι τῶν ραβδώσεων ἀντιστοιχοῦσι πρὸς τὸ σόδιον, μαγνήσιον καὶ σίδηρον, αἱ δὲ τοῦ ὑδρογόνου ἐλλείπουσι συνήθως, Αἱ σκοτειναὶ ταινίαι ἀποδεικνύουσι τὴν ὕπαρξιν ἀτμοσφαίρας παχείας καὶ σχετικῶς ψυχρᾶς καὶ τὴν παρουσίαν συνθέτων σωμάτων π. χ. ἑνώσεων τοῦ ἄνθρακος ὀξυγόνου ἢ ὑδρογόνου. Ἕκαστος τούτων εἶναι Ἥλιος διανύων ἤδη τὸ τελευταῖον στάδιον τῆς ἡλιακῆς αὐτοῦ ζωῆς.

§ **154. Παροδικοὶ ἀστέρες.** — Καλοῦνται ***παροδικοὶ*** (νέοι) ἀστέρες ἐκεῖνοι, οἵτινες αἰφνηδίως ἀναφαίνονται ἐν τῷ οὐρανῷ καὶ μεγίστην τινὰ λαμβάνοντες λαμπρότητα ἐξαφανίζονται μετά τινα χρόνον κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἧττον μέγαν, συνήθως διὰ παντός. Οἱ τοιοῦτοι ἀστέρες εἶναι ἀρκετὰ σπάνιοι· ἀπὸ τοῦ Ἱππάρχου (2 αἰὼν π. χ.) ἔχουσι παρατηρηθῇ 30 περίπου τοιοῦτοι. Ὁ α' τούτων παρετηρήθη κατὰ τὸ ἔτος 134 π. χ. (κατ' ἄλλους 125 π. χ.) ὑπὸ τοῦ Ἱππάρχου. Ἡ ἐμφάνισις αὐτοῦ ἔδωκεν ἀφορμὴν εἰς τὸν Ἵππαρχον νὰ συντάξῃ τὸν πρῶτον συστηματικὸν κατάλογον ἀστέρων. Ἕτεροι ἀξιομνημόνευτοι παροδικοὶ ἀστέρες εἶναι αἱ ἀκόλουθοι.

Ὁ ἀστὴρ τοῦ Tycho-Braché. Οὗτος ἐνεφανίσθη ἐν τῷ ἀστερισμῷ τῆς Κασσιόπης ἐγγύτατα (1°31') τοῦ κ αὐτῆς κατὰ τὴν 5ην περίπου Νοεμβρίου 1572. Ἡ λαμπρότης αὐτοῦ διηνεκῶς κατ' ἀρχὰς αὐξανομένη ἐξισώθη πρὸς τὴν μεγίστην τῆς Ἀφροδίτης λαμπρότητα, ὅτε κατέστη ὁρατὸς καὶ ἐν πλήρει μεσημβρίᾳ. Εἶτα ἡ λαμπρότης αὐτοῦ ἠλαττοῦτο καὶ ἐπὶ τέλους κατὰ Μάρτιον τοῦ 1574 ἐξηφανίσθη.

ΣΗΜ. Ἡ ἐμφάνισις τοῦ ἀστέρος τούτου περὶ τὸ μέσον τῶν θρησκευτικῶν πολέμων καὶ ὀλίγον μετὰ τὴν σφαγὴν τῆς νυκτὸς τοῦ Ἁγίου Βαρθολομαίου προὐκάλεσεν εἰς τὰς λαϊκὰς τάξεις μεγίστην συγκίνησιν, καθ' ὅσον διεδίδετο ὅτι ὁ ἀστὴρ οὗτος ἦτο αὐτὸς ὁ ὁδηγήσας τοὺς μάγους εἰς τὴν Βηθλεὲμ καὶ ὅτι ἡ ἐκ νέου ἐμφάνισίς του ἦν προάγγελος τῆς δευτέρας τοῦ Θεανθρώπου παρουσίας.

Ὁ κατὰ τὸ ἔτος τοῦ 1892 ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Ἡνιόχου παρατηρηθείς. Οὗτος ἐνεφανίσθη ὡς ἀστὴρ τοῦ 4ου μεγέθους, εἶτα δὲ ἐφάνη ἐντελῶς σβεσθείς. Μετὰ ἓξ ὅμως μῆνας ἐνεφανίσθη ὡς ἀστὴρ 9ου μεγέθους, ὅπερ διατηρεῖ ἔκτοτε. Τὸ φάσμα αὐτοῦ δεικνύει ὅτι πρόκειται περὶ νεφελοειδοῦς ἀστέρος.

Ὁ ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Περσέως κατὰ τὸ 1901 ὡς ἀστὴρ 2ου μεγέθους παρουσιασθείς. Ἐντὸς ἡμερῶν τινων κατέστη 1ου μεγέθους, εἶτα ἡ λαμπρότης του ἠλαττοῦτο βαθμιαίως καὶ κατέστη ἀστὴρ 13ου μεγέθους μεθ' ὅλων τῶν χαρακτηριστικῶν νεφελοειδοῦς ἀστέρος. Ἀνάλογος πρὸς τοὺς

προηγουμένους εἶναι καὶ ὁ κατὰ Μάρτιον τοῦ 1912 παρατηρηθεὶς ἐν τῷ ἀστερισμῷ τῶν Διδύμων.

Ὁ κατὰ Ἰούνιον τοῦ 1918 ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Ἀετοῦ καὶ πλησίον τοῦ θ τοῦ ὄφεως ἐμφανισθείς. Οὗτος παρετηρήθη τὸ πρῶτον (τὴν 5 Ἰουνίου) ἐν Ἀθήναις ὑπὸ τοῦ ἀξιωματικοῦ τῆς Ἰταλικῆς ἀποστολῆς Marc Falta, ὅστις καὶ ἐγνώρισε τὴν ἐμφάνισίν του εἰς τὸν διευθυντὴν τοῦ Ἀστεροσκοπείου Ἀθηνῶν.

Κατὰ τὴν πρώτην αὐτοῦ ἐμφάνισιν εἶχε τὴν λαμπρότητα τοῦ Ἀλταΐρ, μετ' ὀλίγας δὲ ἡμέρας (9 Ἰουνίου) αὕτη αὐξανομένη ἐξισώθη πρὸς τὴν τοῦ Βέγα. Εἶτα ἡ λαμπρότης αὐτοῦ ἔβαινε μειουμένη (πλὴν μικρῶν τινων καὶ ἀνωμάλων διαλείψεων) καὶ κατὰ Νοέμβριον τοῦ 1918 κατέστη 6ου μεγέθους, κατὰ δὲ Μάϊον τοῦ 1919 κατέστη ἀμυδρότερος ἔτι 7ου μεγέθους.

Ὁ κατ' Αὔγουστον (20) τοῦ 1927 ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Κύκνου ἐμφανισθείς. Οὗτος παρετηρήθη τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Ἄγγλου ἀστρονόμου W. F. Denning καὶ ἐξετιμήθη ὡς ἀστὴρ 3ου μεγέθους περίπου.

Μετὰ 4 ἡμέρας τῆς λαμπρότητος αὐτοῦ αὐξηθείσης, κατέστη ἀστὴρ 2ου μεγέθους, μεθ' ὃ ἡ λαμπρότης του ἔβαινεν ἐλαττουμένη καὶ περὶ τὴν 20 Σεπτεμβρίου, ἤτοι μετὰ ἕνα μῆνα ἀπὸ τῆς ἐμφανίσεως ἔγεινε μικροτέρα τῆς τῶν ἀστέρων 6ου μεγέθους, κατ' ἀκολουθίαν δὲ οὗτος κατέστη ἀόρατος διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ.

Οὐδὲν βέβαιον γνωρίζομεν περὶ τῶν αἰτίων, εἰς ἃ ὀφείλεται ἡ τῶν ἀστέρων τούτων ἐμφάνισις. Πιθανὸν νὰ προέρχωνται ἐκ συγκρούσεως δύο ἀστέρων ἢ ἐκ συναντήσεως νεφελώδους μάζης μετὰ σκοτεινοῦ ἢ μή σώματος κατ' ἀκολουθίαν τῆς ὁποίας μεγάλη θερμότης καὶ φῶς ἀναπτύσσεται.

ΣΗΜ. Ὁ Faye φρονεῖ ὅτι οὗτοι πιθανὸν νὰ εἶναι ἀστέρες διερχόμενοι τὸ στάδιον τῆς τελικῆς αὐτῶν ἀποσβέσεως, καθ' ὃ τοιαῦται ἐν αὐτοῖς συντελοῦνται μεταβολαί, ὥστε σώματα εἰς βαθύτερα κείμενα στρώματα καὶ τούτου ἕνεκα ὑψηλὴν κεκτημένα θερμοκρασίαν καὶ μεγάλην φωταύγειαν ἀνέρχονται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν.

§ **135. Ἀστέρες περιοδικοί.** — Καλοῦνται ***περιοδικοὶ ἀστέρες*** ἐκεῖνοι, ὧν ἡ λαμπρότης μεταβάλλεται περιοδικῶς. Τούτων μᾶλλον ἀξιοσημείωτοι εἶναι οἱ ἀκόλουθοι δύο.

α΄) ***Ὁ ἀστὴρ ο τοῦ κήτους ὁ καὶ θαυμάσιος*** ἐπικαλούμενος ἕνεκα τῆς περιοδικῆς μεταβολῆς τῆς λαμπρότητος αὐτοῦ. Ἡ λαμπρότης τούτου βαίνει ἐπὶ τρεῖς μῆνας βαθμιαίως αὐξανομένη, μέχρις οὗ ὁ ἀστὴρ καταστῇ 2ου μεγέθους· εἶτα ἐλαττοῦται ὁμοίως ἐπὶ ἑτέρους τρεῖς μῆνας, μετὰ τὴν πάροδον τῶν ὁποίων ἡ λαμπρότης αὐτοῦ γίνεται ἐλαχίστη (12ου μεγέθους). Τὴν ἐλαχίστην ταύτην λαμπρότητα διατηρεῖ ἐπὶ πέντε μῆνας, μεθ' οὓς ἄρχεται πάλιν βαθμιαία αὔξησις αὐτῆς.

Ὥστε ἡ περίοδος αὐτοῦ εἶναι 11 μῆνες, εἶναι δὲ οὗτος κίτρινος κατὰ τὴν μεγίστην λαμπρότητα καὶ ὑπέρυθρος κατὰ τὴν ἐλαχίστην.

β΄. ***Ὁ ἀλγὸλ ἢ β τοῦ Περσέως.*** Οὗτος ἐπὶ δύο ἡμέρας καὶ 13 ὥρας διατηρεῖ τὴν μεγίστην αὐτοῦ λαμπρότητα (2ου μεγέθους). Εἶτα ἐπὶ 4 ὥρας

περίπου βαίνει ἐλαττούμενος τὴν λαμπρότητα, μέχρις οὗ καταστῇ ἀστὴρ 4ου μεγέθους. Μετὰ πάροδον 8π περίπου ἡ ἐλαχίστη αὐτοῦ λαμπρότης ἄρχεται βαθμιαίως αὐξανομένη καὶ μετὰ τέσσαρας ὥρας ὁ ἀστὴρ καθίσταται πάλιν 2ου μεγέθους. Ἡ περίοδος ὅθεν αὐτοῦ εἶναι 2 ἡμέραι 21 ὧραι 8 π.

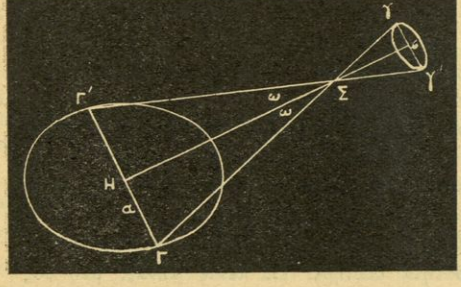
Ἡ ἐξήγησις τῆς μεταβολῆς τῆς λαμπρότητος τῶν περιοδικῶν ἀστέρων στηρίζεται ἐπὶ τῆς φύσεως τῶν φασμάτων αὐτῶν, εἶναι δὲ αὕτη.

α΄. Περιοδικῶν τινων ἀστέρων, ὡς ὁ Ἀλγόλ, ἡ φύσις τοῦ φάσματος δὲν μεταβάλλεται κατὰ τὴν περίοδον, μόνον ἡ ἔντασις τῶν χρωμάτων αὐτῶν ἀλλοιοῦται. Ἡ μεταβολὴ τῆς λαμπρότητος τῶν τοιούτων ἀστέρων παραδέχονται ὅτι προέρχεται ἐκ τῆς περὶ ἕκαστον τούτων περιστροφῆς σκοτεινοῦ τινος δορυφόρου αὐτοῦ, ὅστις τίθεται περιοδικῶς μεταξὺ ἡμῶν καὶ τοῦ ἀστέρος.

β΄. Τῶν ἄλλων περιοδικῶν, ὡς ὁ θαυμάσιος, τὸ φάσμα μεταβάλλει ὄψιν, ἡ δὲ μεταβολὴ αὕτη φαίνεται ὅτι ὀφείλεται εἰς οὐσιώδεις τῆς καταστάσεως αὐτῶν τροποποιήσεις. Τῷ ὄντι, ἐπὶ τῶν ἄστρων τούτων ἐν παρακμῇ κατὰ τὸ πλεῖστον διατελούντων οὐδόλως εἶναι ἀπίθανον νὰ συμβαίνωσιν ἐσωτερικοὶ κλονισμοὶ ἱκανοὶ νὰ ἐνισχύσωσι τὸ φωτοσφαιρικὸν αὐτῶν φῶς. Οὕτως ὁ Ἥλιος ἡμῶν, εἰ καὶ νεώτερος τούτων, παρουσιάζει ἤδη ἐλαφροὺς τοῦ εἴδους τούτου κυματισμούς, ὧν ἡ περίοδος εἶναι 11 ἐτῶν.

γ΄. Ἀμφότερα τέλος τὰ αἴτια ταῦτα δύνανται συγχρόνως νὰ μεταβάλλωσι τὴν λαμπρότητα ἀστέρος τινός. Τοῦτο φαίνεται συμβαῖνον εἰς τὸν β τῆς Λύρας, ὅστις ἔχει περίοδον 12 ἡμερῶν καὶ 22 ὡρῶν, καθ' ἣν μεταβάλλεται μεταξὺ 3ου καὶ 4ου μεγέθους.

§ **156. Ἐτησία παράλλαξις τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.**— Ἔστω Η (Σχ. 103) τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου, Σ ἀπλανής τις ἀστήρ, καὶ ΓΓ΄ ἡ ἐπὶ τὴν ΣΗ κάθετος διάμετρος τῆς γηΐνης τροχιᾶς. Ἡ γωνία ΗΣΓ=ω, ὑφ' ἣν ἐκ τοῦ ἀστέρος Σ φαίνεται ἡ ἀκτὶς ΗΓ=α τῆς γηΐνης τροχιᾶς, καλεῖται ***ἐτησία παράλλαξις*** τοῦ ἀστέρος τούτου. Τῆς γῆς μετατεθειμένης ἐπὶ τῆς τροχιᾶς της αἱ ἐν τῷ οὐρανῷ φαινόμεναι θέσεις τοῦ Σ μετατίθενται ἐπίσης συνεχῶς ἐπὶ ἐλλείψεως γγ΄, ἧς ὁ μέγας ἄξων εἶναι παράλληλος τῇ ἐκλειπτικῇ.



(Σχ. 103).

Ἐὰν μετρηθῇ ἡ γωνία τῶν εἰς τὰ ἄκρα τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς ἐλλείψεως ταύτης κατευθυνομένων ὀπτικῶν ἀκτίνων Γγ, Γ΄γ΄ καὶ ληφθῇ τὸ ἥμισυ

αὐτῆς, εὑρίσκεται προφανῶς ἡ ἐτησία παράλλαξις τοῦ ἀστέρος Σ. Ἡ μέτρησις αὕτη εἶναι ἐξόχως λεπτή, κατέστησεν ὅμως αὐτὴν εὐκολωτέραν καὶ ἀκριβεστέραν ἡ χρῆσις τῆς φωτογραφίας. Ἡ ἐτησία παράλλαξις εἶναι πολὺ μικρά, πάντοτε μικροτέρα τοῦ 1″· τούτου ἕνεκα μόλις 100 περίπου ἀπλανῶν κατωρθώθη μέχρι σήμερον νὰ ὁρισθῇ ἡ ἐτησία παράλλαξις. Ἐκ τούτων δὲ τὴν μεγίστην παράλλαξιν (0″,75) ἔχει ὁ α τοῦ Κενταύρου.

§ **137. Ἀπόστασις τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.**—Ἐκ τοῦ ὀρθ. τριγώνου ΣΗΓ (Σχ. 103) προκύπτει ἡ ἰσότης (ΗΓ) = (ΣΓ) ἡμω, ὅθεν

$(\Sigma\Gamma) = \frac{(\text{ΗΓ})}{\text{ἡμω}}$ ἢ ἕνεκα τῆς σμικρότητος τῆς ω, $(\Sigma\Gamma) = \frac{(\text{ΗΓ})}{\omega}$.

Ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι ω ἐκφράζει τὴν παράλλαξιν τοῦ Σ εἰς ἀκτίνια καὶ δ τὴν αὐτὴν γωνίαν εἰς δευτερόλεπτα μοίρας, ἕπεται ὅτι

$\frac{\delta}{\omega} = \frac{360 \times 60 \times 60}{2\pi}$ καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἡ προηγουμένη ἰσότης γίνεται

$$(\Sigma\Gamma) = (\text{ΗΓ})\frac{360 \times 60 \times 60}{2\pi\delta} = \frac{206265}{\delta}(\text{ΗΓ}) \text{ περίπου.} \qquad (1)$$

Διὰ τὸν α τοῦ Κενταύρου, ἡ ἰσότης αὕτη γίνεται:

$(\Sigma\Gamma) = \frac{206265}{0,75}$ (ΗΓ) = 275020 (ΗΓ), ἤτοι οὗτος ἀπέχει ἀφ' ἡμῶν ἀπόστασιν 275020 φορὰς μείζονα τῆς ἀφ' ἡμῶν μέσης ἀποστάσεως τοῦ Ἡλίου. Ἐπειδὴ δὲ τὸ φῶς χρειάζεται 500δ, ἵνα ἔλθῃ ἀπὸ τοῦ Ἡλίου, ἕπεται ὅτι, ἵνα ἔλθῃ ἀπὸ τοῦ α τοῦ Κενταύρου, χρειάζεται 500δ×275020=4,35 ἔτη περίπου.

Ἡ μέση ἀπόστασις τῆς Γῆς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου λαμβάνεται ὡς μονὰς μήκους διὰ τὴν μέτρησιν τῶν μεγάλων ἀποστάσεων καὶ καλεῖται ***ἀστρονομικὴ μονάς***.

Διὰ μείζονας ἔτι ἀποστάσεις μεταχειριζόμεθα τὰ ***ἔτη φωτός***, ἤτοι πρὸς δήλωσιν τοιαύτης τινὸς ἀποστάσεως ὑπολογίζομεν πόσα ἔτη χρειάζεται τὸ φῶς, ἵνα διατρέξῃ αὐτήν.

ΣΗΜ. Πλὴν τῶν δύο τούτων μονάδων μεταχειρίζονται ἀκόμη καὶ τρίτην μονάδα καλουμένην Parsec (Parallaxe d' une seconde = παράλλαξις ἑνὸς δευτερολέπτου). Οὕτω καλεῖται ἡ ἀπόστασις, ἀφ' ἧς ἡ ἀκτὶς τῆς γηΐνης τροχιᾶς φαίνεται ὑπὸ γωνίαν 1″, ἤτοι ἀπόστασις ἀστέρος ἔχοντος ἐτησίαν παράλλαξιν 1″. Διὰ τοιοῦτον ἀστέρα ἡ ἰσότης (1) γίνεται (ΣΓ) = 206265 (ΗΓ) = 500δ×206265 = 3,25 ἔτη φωτός Ὥστε ἑκάστη μονὰς Parsec ἀντιστοιχεῖ πρὸς 206265 ἀστρονομικὰς μονάδας ἢ πρὸς 3,25 ἔτη φωτός.

Ὁ ἑπόμενος πίναξ παρέχει τὴν ἐτησίαν παράλλαξιν καὶ τὴν ἀπόστασιν ἀπλανῶν τινων ἀστέρων εἰς ἀστρ. μονάδας καὶ ἔτη φωτός.

Ἀστὴρ	Παράλ. ἐτησία,	ἀπόστασις εἰς ἀστρ. μον.	εἰς ἔτη φωτός.
α Κενταύρου	0″,75	275020	4,36
Σείριος	0″,37	557473	8,8
Προκύων	0″,33	625045	9,9
Ἀλταΐρ	0″,23	896804	14,2
Βέγας	0″,13	1586654	25
Πολικὸς	0″,07	2946643	46,6

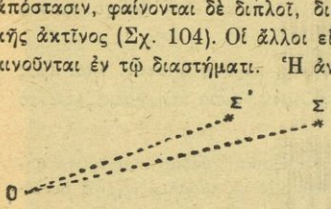
Ἀσκήσεις. 114) Τῆς ἐτησίας παραλλάξεως τοῦ Λαμπαδίου οὔσης 0″,10 νὰ εὑρεθῇ ἡ ἀπόστασις αὐτοῦ εἰς ἀστρονομικὰς μονάδας καὶ εἰς ἔτη φωτός.

115) Τῆς ἐτησίας παραλλάξεως τοῦ 61 τοῦ Κύκνου οὔσης 0″,29 εὑρεῖν τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ εἰς ἀστρονομικὰς μονάδας καὶ εἰς ἔτη φωτός.

§ **138. Ἰδία τῶν ἀπλανῶν κίνησις.** — Ἀφ' ἧς ἐν τῇ ἀστρονομίᾳ γίνεται χρῆσις ἰσχυροτάτων καὶ ἀκριβεστάτων ὀργάνων ἀπεδείχθη ὅτι οἱ ἀπλανεῖς δὲν εἶναι ἀπολύτως ἀκίνητοι ἐν τῷ διαστήματι. Τινὲς τούτων ἔχουσι μικράν τινα ἰδίαν κίνησιν, ἣν κατώρθωσαν νὰ μετρήσωσιν. Ἡ σπουδὴ τῆς ἰδίας ταύτης κινήσεως τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων ἤγαγεν εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι καὶ ὁ Ἥλιος ἡμῶν κινεῖται ἐν τῷ διαστήματι παρακολουθούμενος ὑπὸ τῆς Γῆς καὶ τῶν λοιπῶν πλανητῶν καὶ πρὸς τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Ἡρακλέους κατευθυνόμενος. Ἡ ταχύτης τοῦ Ἡλίου ἐν τῇ τοιαύτῃ αὐτοῦ κινήσει εἶναι περίπου 20 χιλιόμετρα κατὰ δευτερόλεπτον.

§ **139. Διπλοῖ ἀστέρες.** — Ἐὰν ἀστήρ τις δι' ἰσχυροτάτου ὁρώμενος τηλεσκοπίου χωρίζηται εἰς δύο διακεκριμένους ἀστέρας, καλεῖται ***διπλοῦς ἀστήρ***. Τοιοῦτοι εἶναι ὁ Σείριος, γ τῆς παρθένου, γ τοῦ Λέοντος, Κάστωρ, 61 τοῦ Κύκνου κ. ἄ.

Τοὺς διπλοῦς ἀστέρας διακρίνομεν εἰς ***ὀπτικῶς διπλοῦς*** καὶ εἰς ***φυσικῶς διπλοῦς***. Οἱ πρῶτοι εὑρίσκονται πράγματι εἰς μεγίστην ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν, φαίνονται δὲ διπλοῖ, διότι κεῖνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς περίπου ὀπτικῆς ἀκτῖνος (Σχ. 104). Οἱ ἄλλοι εἶναι πράγματι πλησίον ἀλλήλων καὶ ὁμοῦ κινοῦνται ἐν τῷ διαστήματι. Ἡ ἀνακάλυψις τῶν διπλῶν ἀστέρων ὀφείλεται εἰς τὸν Ἄγγλον W. Herschel, ὅστις κατὰ τὸ 1802 ἀνήγγειλεν ὅτι ἀστέρες τινὲς ἔχουσι φωτεινοὺς δορυφόρους στρεφομένους περὶ αὐτούς. Οἱ φωτεινοὶ οὗτοι δορυφόροι καλοῦνται ***συνοδοί***. Ὁ W. Herschel ἀνεκάλυψε περὶ τοὺς 500 διπλοῦς ἀστέρας, ἐν ᾧ ἤδη εἶναι γνωστοὶ περὶ τοὺς 10000. Ὁ μέγας οὗτος ἀστρονόμος ἠδυνήθη νὰ προσδιορίσῃ καὶ τὴν διάρκειαν τῆς περιστροφῆς τῶν συνοδῶν τινῶν ἐκ τῶν διπλῶν ἀστέρων καὶ βραδύτερον ἀπέδειξεν ὅτι ἡ ἰδία τῶν συνοδῶν τούτων κίνησις γίνεται κατὰ τοὺς δύο πρώτους νόμους τοῦ Κεπλέρου καὶ ἑπομένως οὗτοι ὑπόκεινται εἰς τὸν



(Σχ. 104).

νόμον τῆς παγκοσμίου ἕλξεως. Ἡ διάρκεια τῆς περιφορᾶς εἶναι 11 ἔτη διὰ τὸν συνοδὸν τοῦ δ τοῦ Μικροῦ Κυνός, 40 ἔτη διὰ τὸν τοῦ Πρόκυνος, 989 διὰ τὸν τοῦ Κάστορος.

ΣΗΜ. Ἀξιοσημείωτον ἐν τῇ Ἀστρονομίᾳ γεγονὸς ἀποτελεῖ ἡ ἀνακάλυψις τοῦ συνοδοῦ τοῦ Σειρίου, διότι αὕτη ἀνηγγέλθη ὑπὸ τοῦ Bessel εἴκοσιν ἔτη πρὸ τῆς διὰ τοῦ τηλεσκοπίου ἀνευρέσεως αὐτοῦ. Ὁ μέγας οὗτος γεωμέτρης στηριζόμενος ἐπὶ ἀνωμαλιῶν τινων παρατηρηθεισῶν ἐν τῇ ἰδίᾳ τοῦ Σειρίου κινήσει συνεπέρανεν ὅτι αὗται ὀφείλονται εἰς τὴν ἕλξιν δορυφόρου τινός. Ἕτεροι δύο ἀστρονόμοι οἱ Peters καὶ Auvers ἀνήγγειλαν ἐπίσης τὴν θέσιν τοῦ δορυφόρου τούτου καὶ τὴν διάρκειαν τῆς περιστροφῆς του (50 ἔτη). Κατὰ Φεβρουάριον τοῦ 1866 ὁ Ἀμερικανὸς Clark δοκιμάζων μεγεθυντικόν τινα φακὸν διηύθυνεν αὐτὸν πρὸς τὸν Σείριον καὶ ἀμέσως διέκρινε τὸν σύνοδόν του, ὅστις κατεῖχε τήν, ἣν προεῖπον ἀστρονόμοι, θέσιν.

§ **160. Πολλαπλοῖ ἀστέρες.**— Ἀστέρες τινὲς ἀκολουθοῦνται ὑπὸ δύο, τριῶν ἢ καὶ περισσοτέρων συνοδῶν. Ὅθεν οὗτοι δι' ἰσχυροῦ ὁρώμενοι τηλεσκοπίου φαίνονται τριπλοῖ, τετραπλοῖ κτλ. ἐν ᾧ εἰς γυμνὸν ὀφθαλμὸν ἐμφανίζονται ἁπλοῖ. Οἱ τοιοῦτοι καλοῦνται γενικῶς ***πολλαπλοῖ*** ἀστέρες. Οὕτως ὁ α καὶ γ τῆς Ἀνδρομέδας, ὁ ζ τοῦ Καρκίνου, ὁ μ τοῦ Βοώτου εἶναι τριπλοῖ, ὁ ε τῆς Λύρας εἶναι τετραπλοῦς, ὁ θ τοῦ Ὠρίωνος εἶναι ἑξαπλοῦς· ἐκ τῶν ἓξ δὲ τούτων ἀστέρων οἱ 4 εἶναι ὁρατοὶ διὰ μετρίου τηλεσκοπίου οἱ δὲ λοιποὶ δι' ἰσχυροῦ τοιούτου.

§ **161. Γαλαξίας-Νεφελώματα.** Ἐν τῷ οὐρανῷ διακρίνομεν κατὰ τὰς αἰθρίας καὶ ἀσελήνους νύκτας μακράν, στενὴν καὶ ὑπόλευκον ταινίαν, ἥτις διήκει ἀπὸ ΒΑ πρὸς τὰ ΝΔ καὶ διχάζεται κατὰ τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Κύκνου. Τὴν ζώνην ταύτην καλοῦμεν ***Γαλαξίαν***. Πρῶτος ὁ Γαλιλαῖος ἔστρεψε πρὸς τὸν Γαλαξίαν τὸ τηλεσκόπιον καὶ παρετήρησεν ὅτι οὗτος ἀποτελεῖται ἐκ πλήθους (ὑπὲρ τὰ εἴκοσιν ἑκατομμύρια) ἀστέρων, οἵτινες ὡς ἐγγύτατα ἀλλήλων προβαλλόμενοι ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας προσδίδουσιν αὐτῷ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ ὁρωμένῳ τὴν ὄψιν νέφους ὑπολεύκου.

Κατὰ τὰς ἰδέας τοῦ W. Herschel, ἃς αἱ νεώτεραι ἔρευναι τείνουσι νὰ ἐπιβεβαιώσωσιν, ὁ Γαλαξίας παρέχει τοὺς πλείστους (ἂν μὴ ὅλους) γνωστοὺς ἀστέρας. Οὗτος ἔχει σχῆμα φακοειδές, εἰς τὸ κέντρον τοῦ ὁποίου περίπου κεῖται καὶ ὁ ἡμέτερος Ἥλιος καὶ ἔχει ἐν ἐπίπεδον συμμετρίας ***(Γαλαξιακὸς ἰσημερινὸς)*** καὶ δύο πόλους ***(Γαλαξιακοὺς πόλους)***. Κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ Γαλαξιακοῦ ἰσημερινοῦ οἱ ἀστέρες εἶναι πολυάριθμοι καὶ ἐγγύτατα ἀλλήλων προβαλλόμενοι ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας συνιστῶσι τὸν κυρίως Γαλαξίαν, ἐν ᾧ κατὰ διεύθυνσιν παράλληλον τῷ ἄξονι τοῦ φακοῦ τούτου οἱ ἀστέρες εἶναι εὐαριθμότεροι καὶ προβάλλονται μᾶλλον ἀλλήλων κεχωρισμένοι,

Πλὴν τοῦ Γαλαξίου ὑπάρχουσιν ἐν τῷ οὐρανῷ καὶ ἄλλα πολλὰ τοιαῦτα ὑπόλευκα καὶ νεφελώδη ἄστρα διαφόρων σχημάτων, ἅτινα καλοῦμεν ***νεφελώματα ἢ νεφελοειδεῖς ἀστέρας***. Αἱ πλειάδες, ἡ κόμη τῆς Βερενίκης

π. χ. εἶναι νεφελώματα. Τὸ πρῶτον σπουδασθὲν νεφέλωμα εἶναι τὸ ἐν τῷ ἀστερισμῷ τῆς Ἀνδρομέδας (Σχ. 105) κείμενον ἐπίμηκες νεφέλωμα, ὅπερ εἶναι ὁρατὸν καὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ κατὰ τὰς αἰθρίας καὶ ἀσελήνους νύ-

(Σχ. 105). Νεφέλωμα Ἀνδρομέδας.

κτας. Ἐπὶ τοῦ νεφελώματος τούτου ἠδυνήθη τὸ πρῶτον κατὰ τὸ ἔτος 1840 ἀστρονόμος τις νὰ διακρίνῃ περὶ τοὺς 1500 ἀστέρας.

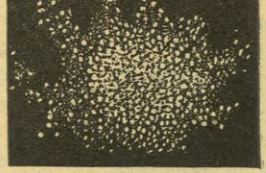
Τὰ νεφελώματα διακρίνομεν εἰς δύο κατηγορίας :

1ον) ***Νεφελώματα διαλυτά***. Οὕτω καλοῦνται, ὅσα ἀποτελοῦνται ἐξ ἀστέρων, οὓς δι' ἰσχυρῶν τηλεσκοπίων διακρίνομεν ἀπ' ἀλλήλων. Ὁ Γαλα-

ξίας, αἱ πλειάδες, τὸ νεφέλωμα τοῦ Ἡρακλέους, τὸ τῆς Ἀνδρομέδας π. χ. εἶναι διαλυτὰ νεφελώματα *(συστροφαί)*.

2ον) ***Νεφελώματα ἀδιάλυτα.*** Οὕτω καλοῦνται τὰ νεφελώματα, ἅτινα καὶ διὰ τῶν ἰσχυροτάτων ὁρώμενα τηλεσκοπίων φαίνονται ὡς νέφη ὑπόλευκα.

Ἐκ τῶν ἄχρι τοῦδε 12 χιλιάδων περίπου γνωστῶν νεφελωμάτων τὰ 400 ἔχουσι διαλυθῇ. Ὁ W. Herschel, εἰς ὃν ὀφείλεται ἡ ἀνακάλυψις πολλῶν νεφελωμάτων, ἐφρόνει κατ' ἀρχὰς ὅτι ἅπαντα τὰ νεφελώματα τοῦ οὐρανοῦ εἶναι ἀθροίσματα ἀστέρων, ὧν ὁ ἀποχωρισμὸς εἶναι τόσῳ μᾶλλον δύσκολος, ὅσῳ ἐγγύτερον ἀλλήλων κεῖνται οὗτοι καὶ ὅσῳ ἀπώτερον τῆς Γῆς κεῖται τὸ νεφέλωμα. Τὴν γνώμην ταύτην ἐνίσχυσε τὸ γεγονὸς, καθ' ὃ μετὰ τῆς προϊούσης τῶν τηλεσκοπίων ἐνισχύσεως ἔδαινεν αὐξανόμενος καὶ ὁ ἀριθμὸς τῶν διαλυομένων νεφελωμάτων. Βραδύτερον ὅμως μὴ δυνηθεὶς νὰ διαλύσῃ νεφελώματά τινα παρὰ τὴν μεγάλην τοῦ τηλεσκοπίου του ἰσχύν, μετέβαλε γνώμην καὶ παρεδέχθη ὅτι τινὰ τῶν νεφελωμάτων εἶναι μᾶζαι ἀερώδεις, δὲν ἠδύνατο ὅμως νὰ ἀποδείξῃ τὴν ἀλήθειαν τῆς γνώμης του ταύτης. Ἐπεβεβαίωσεν ὅμως βραδύτερον τὴν ἀλήθειαν ταύτην τοῦ μεγάλου τούτου ἀστρονόμου ἡ φασματοσκοπικὴ τῶν νεφελωμάτων ἐξέτασις. Τῷ ὄντι, δι' αὐτῆς κατεδείχθη ὅτι ἄλλων μὲν νεφελωμάτων τὸ φάσμα εἶναι ὅμοιον πρὸς τὸ τοῦ Ἡλίου καὶ τῶν λοιπῶν ἀπλανῶν, ἄλλων δὲ ἀποτελεῖται ἐκ λαμπρῶν γραμμῶν ὡς καὶ τὰ φάσματα τῶν διαπύρων ἀερίων. Τὰ πρῶτα εἶναι νεφελώματα διαλυτά, τὰ δὲ δεύτερα ἀδιάλυτα ἐκ διαπύρων ἀερίων ἀποτελούμενα. Τὸ φάσμα τῶν τελευταίων τούτων περιέχει τρεῖς κοινὰς χαρακτηριστικὰς γραμμάς· τούτων ἡ μέν, πρασίνη οὖσα, συμπίπτει πρός τινα τῶν γραμμῶν τοῦ ὑδρογόνου, αἱ δὲ ἄλλαι δύο κυαναῖ οὖσαι, φαίνονται ἀντιστοιχοῦσαι πρὸς τὰς γραμμὰς τοῦ ἀζώτου. Πάντα ὅθεν τὰ ἀδιάλυτα νεφελώματα περιέχουσι τὰ ἀέρια ὑδρογόνον καὶ ἄζωτον. Παρατηροῦνται ἐπίσης καὶ ἄλλαι τινὲς γραμμαὶ διάφοροι εἰς τὰ διάφορα νεφελώματα καὶ εἰς διάφορα ἄλλα ἀέρια ἀντιστοιχοῦσαι.

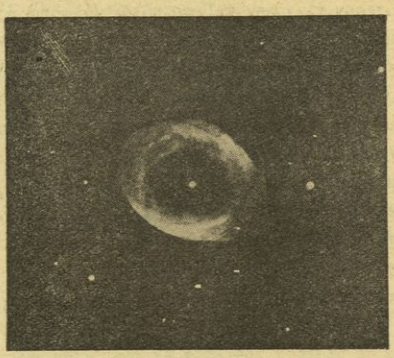


(Σχ. 106). Νεφέλωμα Ἡρακλέους.

§ **162. Ὑπόθεσις τοῦ** Laplace. Ὁ ἄνθρωπος φύσει ὀρεγόμενος τοῦ εἰδέναι πάντοτε ἐπεζήτησεν οὐ μόνον νὰ γνωρίσῃ τὸν περὶ αὐτὸν κόσμον ἀλλὰ καὶ τὸν τρόπον τοῦ σχηματισμοῦ τοῦ κόσμου τούτου ἐπεχείρησε νὰ ἐξηγήσῃ. Ἐντεῦθεν διάφοροι εἰς διαφόρους λαοὺς καὶ ἐποχὰς κοσμογονικαὶ ὑποθέσεις ἐγεννήθησαν ἀνάλογοι πρὸς τὴν πνευματικὴν αὐτῶν ἀντίληψιν, τὰς θρησκευτικὰς αὐτῶν δοξασίας καὶ τῶν ἐπιστημῶν τὴν ἀνάπτυξιν. Ἐξ ὅλων τούτων τῶν ὑποθέσεων, ἡ μᾶλλον ἀληθοφανὴς εἶναι ἡ ὑπὸ τοῦ Laplace

ἀναπτυχθεῖσα εἰ καὶ προβάλλονται καὶ κατ' αὐτῆς σπουδαῖαί τινες ἀντιρρήσεις.

Κατὰ ταύτην τὸ ἡμέτερον πλανητικὸν σύστημα ἐσχηματίσθη ἐξ ἑνὸς ἀρχικοῦ νεφελώματος διαπύρου, ὅπερ ἐξετείνετο πολὺ πέραν τοῦ Ποσειδῶνος καὶ ἐκέκτητο διπλῆν κίνησιν, μεταφορικὴν ἐν τῷ διαστήματι καὶ περιστροφικὴν περὶ ἄξονα διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ διερχόμενον. Τὸ νεφέλωμα τοῦτο βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον συνεπυκνοῦτο περὶ τὸ κέντρον, τὸ μὲν ἕνεκα τῆς βαθμιαίας ψύξεως τὸ δὲ ἕνεκα τῆς προϊούσης αὐξήσεως τῆς ἕλξεως



(Σχ. 107). Δακτυλιοειδὲς νεφέλωμα Λύρας.

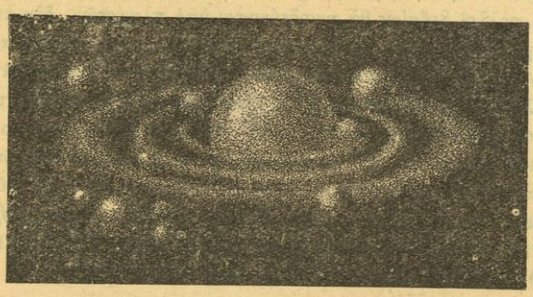
τοῦ κέντρου συνεπείᾳ μείζονος εἰς αὐτὸ συσωρεύσεως ὕλης. Ἐφ' ὅσον δὲ ὁ ὄγκος αὐτοῦ ἠλαττοῦτο ἡ περιστροφικὴ αὐτοῦ ταχύτης ἔδαινεν αὐξανομένη κατὰ τοὺς νόμους τῆς μηχανῆς καὶ κατ' ἀκολουθίαν τὸ νεφέλωμα τοῦτο ἐπλατύνετο περὶ τοὺς πόλους καὶ ἐξωγκοῦτο περὶ τὸν ἰσημερινόν.

Ὅταν δὲ ἡ περὶ τὸν ἰσημερινὸν φυγόκεντρος δύναμις ὑπερέβη τὴν ἕλξιν, ἀπεσπάσθη ἀπ' αὐτοῦ νεφελώδης δακτύλιος, ὅστις ἐξηκολούθει νὰ στρέφηται μετὰ τῆς κεκτημένης ταχύτητος περὶ τὸν κοινὸν ἄξονα, ἐν ᾧ ἡ κεντρικὴ μᾶζα ἐξηκολούθει νὰ συμπυκνοῦται καὶ νὰ κινεῖται ταχύτερον. Τούτου ἕνεκα βραδύτερον ἀπεσπάσθη ὁμοίως ἕτερος δακτύλιος κατόπιν ἄλλος καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς, μέχρις οὗ ἡ κεντρικὴ μᾶζα περιωρίσθη εἰς τὴν παροῦσαν μᾶζαν τοῦ Ἡλίου, ἥτις ὑπολογίζεται ὅτι εἶναι τὰ $\frac{699}{700}$ περίπου τῆς ἀρχικῆς μάζης.

Ἕκαστος τῶν ἀποσπασθέντων δακτυλίων δὲν ἠδύνατο νὰ διατηρήσῃ τὴν ἀρχικήν του μορφήν. Ἐπειδὴ ἐψύχετο καὶ συνεστέλλετο, ἐσχηματίσθησαν ἐν αὐτῷ διάφοροι πυρῆνες συγκεντρώσεως καὶ οὕτως ὁ δακτύλιος διῃρέθη εἰς μέρη. Ἐὰν τὰ μέρη ταῦτα ἦσαν πολυάριθμα καὶ ἔμειναν κεχωρισμένα ἀπ' ἀλλήλων, ἀπετέλεσαν δακτύλιον ἀστεροειδῶν πλανητῶν. Τοιαύτη

εἶναι ἡ περίπτωσις τῶν μεταξὺ Ἄρεως καὶ Διὸς τηλεσκοπικῶν πλανητῶν. Συνήθως ὅμως ἕνεκα τῆς ἀμοιβαίας ἕλξεως καὶ τῆς διαφόρου ταχύτητος, τὰ μέρη τοῦ δακτυλίου συνηνοῦντο εἰς ἕνα σφαιροειδὲς νεφέλωμα, ὅπερ ἀπετέλεσαν ἕνα πλανήτην. Ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ τούτου ἀπεσπάσθησαν κατὰ καιροὺς διάφοροι δακτύλιοι, οἵτινες τεμαχισθέντες κατ' ἀρχὰς ἢ συνηνώθησαν εἰς ἓν σφαιροειδὲς σῶμα, εἰς ἕνα δηλ. δορυφόρον ἢ ἔμειναν κεχωρισμένοι (δακτύλιοι Κρόνου).

Ὑπὲρ τῆς ὑποθέσεως ταύτης ὑπάρχουσα τὰ ἀκόλουθα ἐπιχειρήματα:

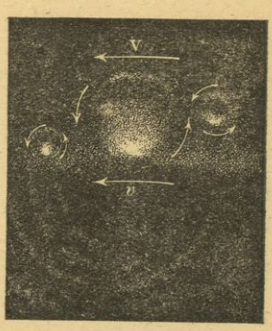


(Σχ. 108). Σχηματισμὸς τοῦ πλανητικοῦ συστήματος.

1ον) Ἡ μικρὰ κλίσις τῶν πλανητικῶν τροχιῶν καὶ ἡ μικρὰ αὐτῶν διαφορὰ ἀπὸ περιφερειῶν κύκλου. 2ον) Ἡ κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν μεταφορικὴ καὶ περιστροφικὴ κίνησις τῶν πλανητῶν καὶ τοῦ Ἡλίου, ὡς καὶ τῶν μέχρι τῆς ἐποχῆς τοῦ Laplace γνωστῶν δορυφόρων. 3ον) Τὸ ὁμοιόμορφον τῆς χημικῆς συστάσεως πάντων τῶν ἄστρων τούτων, 4ον) Ἡ μείζων πυκνότης τῶν πλανητῶν, οἵτινες εἶναι ἐγγύτερον τοῦ Ἡλίου. 5ον) Ἡ ἀρχικὴ ρευστότης τῆς Γῆς, τὸ ἰσημερινὸν ἐξόγκωμα, ἡ γηγενὴς θερμότης καὶ ἡ μείζων πυκνότης τῶν ἐγγύτερον πρὸς τὸ κέντρον κειμένων στρωμάτων αὐτῆς.

Κατὰ τῆς ὑποθέσεως ταύτης ὑπάρχουσι τὰ ἑξῆς ἐπιχειρήματα:

1ον) Ἡ μορφὴ τῶν κομητικῶν τροχιῶν καὶ ἡ φορὰ τῆς κινήσεως τινῶν ἐξ αὐτῶν. 2ον) Ἡ μεγάλη κλίσις τῶν τροχιῶν τῶν δορυφόρων Οὐρανοῦ καὶ Ποσειδῶνος πρὸς τὰ ἐπίπεδα τῶν τροχιῶν τῶν πλανητῶν τούτων. 3ον) Ἡ κατὰ τὴν ἀνάδρομον φορὰν κίνησις δορυφόρων τινῶν τοῦ Διός, Κρόνου, Οὐρανοῦ καὶ τοῦ Ποσειδῶνος. 4ον) Ἡ μείζων περιφορικὴ ταχύτης τοῦ Φόβου τῆς

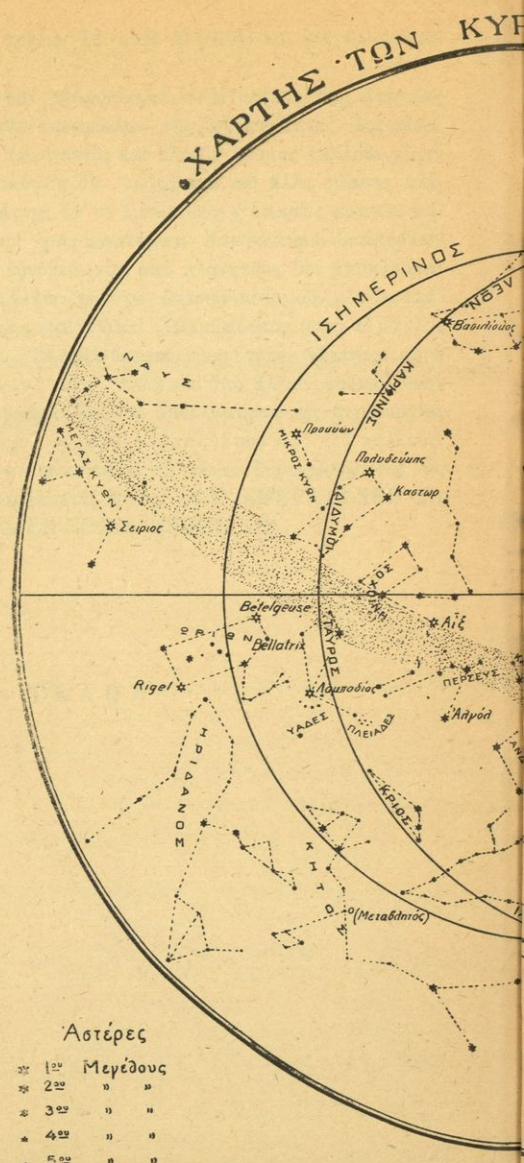


(Σχ. 109).
Σχηματισμὸς πλανήτου καὶ τῶν δορυφόρων αὐτοῦ.

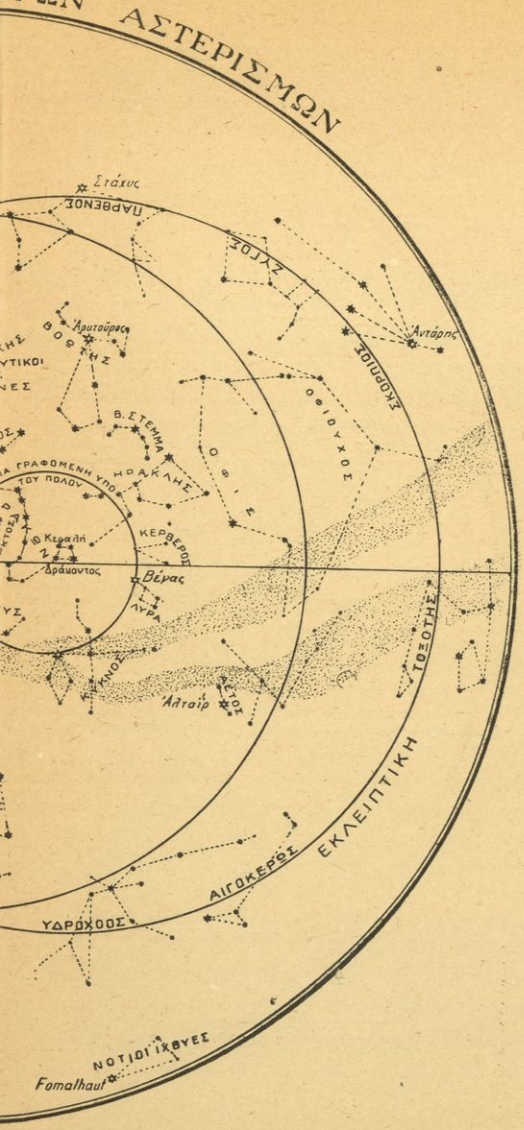
περιστροφικῆς κινήσεως τοῦ Ἄρεως, Τὸ αὐτὸ ἀληθεύει καὶ διὰ τὸν ἐσωτερικὸν δακτύλιον τοῦ Κρόνου.

§ **163. Ἡ ζωὴ ἐν τῷ Σύμπαντι.**—Ἡ πρόοδος τῆς ἀστρονομίας κατέρριψε πρὸ πολλοῦ τὴν ὑπερφίαλον τῆς ἀνθρωπότητος δοξασίαν, καθ' ἣν ἡ Γῆ εἶναι τὸ κέντρον τοῦ παντὸς καὶ ὅλος ὁ κόσμος ἐπλάσθη χάριν τοῦ ἀνθρώπου. Ἀφ' οὗ ἀνεκαλύφθη ὅτι ὑπάρχουσι καὶ ἄλλα σώματα ἀνάλογα πρὸς τὴν Γῆν π. χ. ὁ Ἄρης, ἐφ' οὗ διεπιστώθη ἡ ὕπαρξις φυτικοῦ κόσμου, καὶ ὅτι ἐν τῷ ἀπείρῳ περὶ ἡμᾶς διαστήματι ἀπειράριθμοι ὑπάρχουσιν Ἥλιοι, ὧν πολλοὶ βεβαίως θὰ συνοδεύωνται ὑπὸ πλανητῶν, δὲν ἀποκλείεται ἡ πιθανότης ὑπάρξεως καὶ ἐπὶ ἄλλων τοιούτων ἄστρων συνθηκῶν, αἵτινες ἐπέτρεψαν τὴν ἐν αὐτοῖς ἀνάπτυξιν φυτικοῦ ἢ καὶ ζωϊκοῦ κόσμου κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἧττον τελειοτέρου τοῦ γηΐνου. Τὸ πιθανώτερον εἶναι ὅτι δὲν κέκτηται μόνη ἡ μικροσκοπικὴ Γῆ τὸ προνόμιον τοῦτο ἀλλὰ καὶ ὑπὸ ἄλλων πολυαρίθμων ἴσως ἀστέρων μελετᾶται καὶ θαυμάζεται τὸ ὑπέρλαμπρον τῆς δημιουργίας οἰκοδόμημα καὶ ἀπὸ πολυαρίθμων κόσμων καταπλήκτων πρὸ τοῦ κάλλους, τοῦ μεγαλείου καὶ τῆς ὑπερόχου τελειότητος τοῦ Θείου δημιουργήματος, ὡς ἀπὸ τῆς Γῆς, ὁ θεσπέσιος ἀναμέλπεται ὕμνος «ΩΣ ΕΜΕΓΑΛΥΝΘΗ ΤΑ ΕΡΓΑ ΣΟΥ, ΚΥΡΙΕ, ΠΑΝΤΑ ΕΝ ΣΟΦΙΑ ΕΠΟΙΗΣΑΣ».

ΤΕΛΟΣ



ΕΡΩΝ ΑΣΤΕΡΙΣΜΩΝ

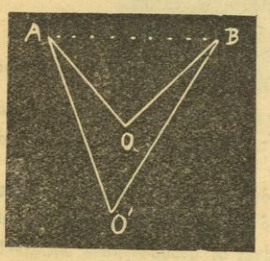


ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

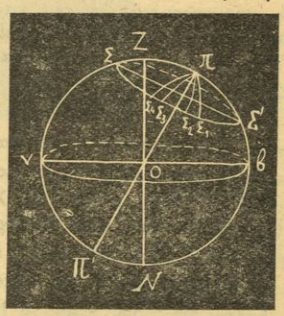
(Ἐν τῷ παραρτήματι τούτῳ περιέχονται προσθῆκαί τινες καὶ διορθώσεις ὑποδειχθεῖσαι ὑπὸ τῆς ἀναθεωρητικῆς ἐπιτροπείας).

§ I. Ἡ ἐν § 6 τῆς σελίδος 7 φράσις «Οἱ ἀστέρες εἶναι μεμονωμένοι ἀπ' ἀλλήλων καὶ κεῖνται εἰς λίαν διαφόρους ἀφ' ἡμῶν ἀποστάσεις» νὰ θεωρηθῇ καὶ νὰ διδαχθῇ ὡς συμπέρασμα τῆς § 157 τῆς σελίδος 139.

§ II. **Μεταβολὴ τῆς γωνιώδους ἀποστάσεως δύο σημείων.** Ἔστωσαν A καὶ B (Σχ. 110) δύο σημεῖα καὶ O ὁ ὀφθαλμὸς τοῦ



(Σχ. 110).



(Σχ. 111).

παρατηρητοῦ. Εἶναι φανερὸν ὅτι γωνιώδης ἀπόστασις (§ 7) τῶν σημείων τούτων ὁρωμένων ἐκ τοῦ O εἶναι ἡ γωνία AOB Ἐὰν ὁ παρατηρητὴς ἔλθῃ εἰς ἄλλην θέσιν O', ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τῶν αὐτῶν σημείων γίνεται AO'B, ἥτις εἶναι διάφορος τῆς AOB. Ἄρα: ***Ἡ γωνιώδης ἀπόστασις δύο σημείων ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἀπόστασιν τοῦ παρατηρητοῦ ἀπ' αὐτῶν.***

§ III. **Ἀπόδειξις τῶν νόμων τῆς φαινομένης ἡμερησίας κινήσεως τῆς οὐρανίου σφαίρας** (§ 10).—1ος. Ἂς κατασκευάσωμεν σφαῖραν O (Σχ. 111) καὶ ἐπ' αὐτῆς ἂς χαράξωμεν δύο περιφερείας μεγίστων κύκλων καθέτους πρὸς ἀλλήλας. Τούτων ἡ μὲν νβ ἂς ὑποθέσωμεν ὅτι παριστᾷ τὸν αἰσθητὸν ὁρίζοντα τοῦ τόπου O, ἡ δὲ ZνNβ τὸν οὐρ. μεσημβρινὸν τοῦ αὐτοῦ τόπου. Ἡ τομὴ ἄρα νβ τούτων παριστᾷ τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν τοῦ αὐτοῦ τόπου καὶ ἔστω ν ὁ νότος καὶ β ὁ βορρᾶς.

Ἐὰν ἤδη μετρήσωμεν (¹) τὰς ὁριζοντίους συντεταγμένας τυχόντως ἀστέρος Σ εἰς διαφόρους χρονικὰς στιγμάς, αἱ ὁποῖαι νὰ ἀπέχωσιν ἀλλήλων, ὅσῳ τὸ δυνατὸν μικρότερα χρονικὰ διαστήματα, καὶ σημειώσωμεν ἐπὶ τῆς ρηθείσης σφαίρας τὰς ἀντιστοίχους θέσεις Σ_1, Σ_2, Σ_3 κ.τ.λ., θέλομεν παρατηρήσει ὅτι αὗται κεῖνται ἐπὶ περιφερείας κύκλου ΣΣ'. Ἐὰν δὲ μετρήσωμεν

(¹). Ἡ μέτρησις γίνεται τῇ βοηθείᾳ ὀργάνου, ὅπερ καλεῖται Θεοδόλιχος, οὗ σύντομον περιγραφὴν κάμνει ὁ διδάσκων.

(§ 25) τὴν ζενιθίαν ἀπόστασιν τοῦ ὁρατοῦ πόλου τοῦ οὐρανοῦ καὶ ὁρίσωμεν ἐπὶ τῆς σφαίρας ταύτης τὴν ἀντίστοιχον θέσιν Π, θέλομεν παρατηρήσει ὅτι τὰ τόξα $\Pi\Sigma_1$, $\Pi\Sigma_2$, $\Pi\Sigma_3$, κ.τ.λ. τῶν μεγίστων κύκλων $\Pi\Sigma_1\Pi'$, $\Pi\Sigma_2\Pi'$, $\Pi\Sigma_3\Pi'$ κ.τ.λ. εἶναι ὅλα ἴσα. Τὸ Π εἶναι ἄρα πόλος τοῦ κύκλου ΣΣ' καὶ κατ' ἀκολουθίαν ὁ κύκλος οὗτος εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν διάμετρον ΠΟΠ'. Ἐπειδὴ δὲ εἰς τὸ συμπέρασμα τοῦτο φθάνομεν μὲ οἱονδήποτε ἀστέρα καὶ ἂν ἐργασθῶμεν ὁμοίως, συμπεραίνομεν τὴν ἀλήθειαν τοῦ 1ου νόμου (§ 10).

2ος. Ἐὰν σημειώσωμεν τὰς ὑπὸ τοῦ ἀστρικοῦ ἐκκρεμοῦς (§ 21) δεικνυομένας ὥρας ω_1, ω_2, ω_3 κ τ.λ. καθ' ἃς στιγμὰς ὁ ἀστὴρ κατέχει θέσεις ἀντιστοίχους πρὸς τὰς σημειωθείσας Σ_1, Σ_2, Σ_3 κ.τ.λ. αἱ διαφοραὶ $\omega_2-\omega_1$, $\omega_3-\omega_2$ κ.τ.λ. παριστῶσι τοὺς χρόνους, καθ' οὓς ὁ ἀστὴρ διήνυσε τὰ τόξα $\Sigma_1\Sigma_2$, $\Sigma_2\Sigma_3$ κ.τ.λ. ἢ καὶ τὰ ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαίρας ἀντίστοιχα αὐτῶν.

Ἐὰν ἤδη μετρήσωμεν τὰ τόξα ταῦτα, παρατηροῦμεν ὅτι εἶναι:

$$\frac{(\Sigma_1\Sigma_2)}{\omega_2-\omega_1}=\frac{(\Sigma_2\Sigma_3)}{\omega_3-\omega_2}=\ldots\ldots,$$ ἤτοι τὰ διανυόμενα τόξα εἶναι ἀνάλογα πρὸς τοὺς χρόνους, καθ' οὓς ταῦτα διανύονται. Ἄρα ***ὁ ἀστὴρ οὗτος κινεῖται ὁμαλῶς.*** Ἐπειδὴ δὲ εἰς τὸ αὐτὸ συμπέρασμα καταλήγομεν δι' οἱονδήποτε ἀστέρα, ἕπεται ὅτι ὁ 2ος νόμος (§ 10) ἀληθεύει.

3ος. Μετροῦντες κατὰ διαφόρους χρόνους καὶ ἀπὸ διαφόρων τόπων τῆς Γῆς τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν δύο ἀπλανῶν ἀστέρων βεβαιούμεθα ὅτι αὕτη μένει ἀμετάβλητος. Ἐπειδὴ δὲ τοῦτο συμβαίνει δι' οἱουσδήποτε ἀπλανεῖς ἀστέρας, ἕπεται ὅτι ὁ 3ος νόμος (§ 10) ἀληθεύει.

ΣΗΜ. Ἐπειδὴ αἱ γωνιώδεις ἀποστάσεις τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων μένουσιν ἀμετάβλητοι, ὅταν ὁ παρατηρητὴς μετατίθηται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς, ἕπεται ὅτι αἱ διαστάσεις αὐτῆς εἶναι ἀνεπαίσθητοι, ἤτοι ἡ Γῆ θεωρεῖται ὡς σημεῖον παραβαλλομένη πρὸς τὸ μέγεθος τῆς οὐρ. σφαίρας, ἐφ' ἧς ὑποτίθεται ὅτι κεῖνται οἱ ἀστέρες.

4ος. Σημειοῦντες τὰς ὥρας, καθ' ἃς ἀστήρ τις εὑρίσκεται εἰς τὰς θέσεις Σ_1, Σ_2, Σ_3 κ.τ.λ. τῆς τροχιᾶς αὐτοῦ καὶ ἐκείνας, καθ' ἃς οὗτος ἐπανέρχεται τὸ πρῶτον πάλιν εἰς τὰς αὐτὰς θέσεις, βεβαιούμεθα ὅτι μεταξὺ τῶν στιγμῶν, καθ' ἃς ὁ ἀστὴρ κατέχει διαδοχικῶς οἱανδήποτε καὶ τὴν αὐτὴν ἐκ τῶν θέσεων Σ_1, Σ_2, Σ_3 κ τ.λ. μεσολαβεῖ σταθερὸς χρόνος, ὅστις εἶναι ὁ αὐτὸς δι' ὅλους τοὺς ἀπλανεῖς ἀστέρας. Ἀληθεύει ἄρα ὁ 4ος νόμος τῆς φαινομένης ἡμερησίας κινήσεως τῆς οὐρ. σφαίρας (§ 10).

§ IV. **Τὸ πεπερασμένον τῆς Γῆς.** Ἐμάθομεν (§ 37) ὅτι ἡ Γῆ εἶναι μεμονωμένη ἐν τῷ διαστήματι. Εἶναι δὲ αὕτη καὶ πεπερασμένη ὡς ἀποδεικνύεται ἐκ τῶν κατὰ διαφόρους διευθύνσεις γενομένων περίπλων καὶ ἐκ τοῦ ὅτι αὕτη περιβάλλεται πανταχόθεν ὑπὸ τοῦ οὐρανοῦ.

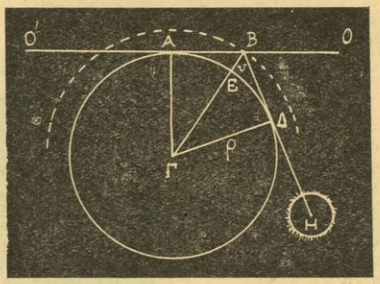
§ V. **Μονάδες μήκους.** Εἰς τὴν σημείωσιν τῆς σελίδος 42 νὰ προστεθῶσι καὶ αἱ ἑξῆς ἀκόμη μονάδες μήκους.

Ἡ γεωγραφικὴ λεύγα ἰσοῦται πρὸς τὸ $\frac{1}{25}$ τῆς μοίρας μεσημβρινοῦ τόξου τῆς Γῆς, ἤτοι πρὸς $\frac{111132,42\ \mu}{25}=4445,2968\ \mu$.

Ἡ ναυτικὴ λεύγα ἰσοῦται πρὸς τὸ $\frac{1}{20}$ τῆς μοίρας μεσημβρινοῦ τόξου τῆς Γῆς, ἤτοι πρὸς $\frac{111132,42\ \mu}{20}=5556,621\ \mu$.

Ὁ κόμβος ἰσοῦται πρὸς τὸ $\frac{1}{120}$ τοῦ ναυτικοῦ μιλίου, ἤτοι πρὸς $\frac{1852,22\,\mu}{120}$ = 15,435 μ.

§ VI. **Ὕψος τῆς ἀτμοσφαίρας.** Ἔστω O'O ὁ ὁρίζων τόπου τινὸς A (Σχ. 112) καὶ H ἡ θέσις τοῦ Ἡλίου, καθ' ἣν στιγμὴν δύει τὸ λυκό-



(Σχ. 112).

φως, ὅτε ἡ γωνία OBH ἰσοῦται πρὸς 18°. Ἐπειδὴ ΑΓΔ = OBH καὶ ἡ ΒΓ διχοτομεῖ τὴν ΑΓΔ, ἕπεται ὅτι ΒΓΔ=9° καὶ ἐκ τοῦ ὀρθ. τριγώνου ΒΓΔ προκύπτει ἡ σχέσις (ΓΔ) = (ΒΓ) συν9° ἢ ρ = (ρ+υ) συν 9°, ἔνθα ρ=(ΓΔ) καὶ υ = (ΕΒ).

Λύοντες τὴν ἐξίσωσιν ταύτην πρὸς υ εὑρίσκομεν $\upsilon = \frac{\varrho\,(1-\text{συν}\,9^0)}{\text{συν}\,9^0} = \frac{2\varrho\ \text{ἡμ}^2(4^0 30')}{\text{συν}9^0}$, ὅθεν $\frac{\upsilon}{\varrho} = 0{,}0125$ καὶ ἑπομένως $\upsilon = 0{,}0125\rho = 80$ χιλιόμετρα περίπου. Ἐὰν δὲ ληφθῇ ὑπ' ὄψιν καὶ ἡ ἀτμ. διάθλασις τὸ ἐξαγόμενον τοῦτο μειοῦται εἰς 64 χιλιόμετρα περίπου.

Τὸ συμπέρασμα τοῦτο δὲν ἔχει μεγάλην ἀξίαν, δεικνύει μόνον ὅτι εἰς μεγαλύτερον ὕψος ὁ ἀὴρ εἶναι πολὺ ἀραιός, στερεῖται δὲ καὶ ἐπαρκῶν ξένων σωματίων, ὅπως ἀποστέλλῃ ἐκεῖθεν αἰσθητὸν διάχυτον φῶς.

Τὴν μέθοδον ταύτην ὑπέδειξε κατὰ τὸν 11ον μ. χ. αἰῶνα ὁ ἄραψ ἀστρονόμος Ἀλχαζὲλ καὶ ἐφήρμοσεν διαδοχικῶς ὁ Κέπλερος, La Hire, Bravais, Liais, Biot, οἱ ὁποῖοι κατέληξαν εἰς ἴδιον ἕκαστος ἀποτέλεσμα.

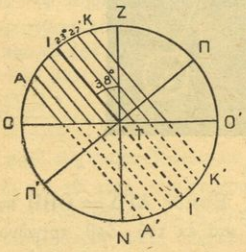
§ VII. **Ἐμμεσοι ἀποδείξεις τῆς περὶ ἄξονα στροφῆς τῆς Γῆς.** Ἐκ τῶν ἐν σελίδι 47 ἐκτεθειμένων ἐμμέσων ἀποδείξεων τῆς περιστροφῆς τῆς Γῆς, ἡ μὲν 1η νὰ διδαχθῇ μετὰ τὴν διδασκαλίαν τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων, ἡ δὲ 2α μετὰ τὴν διδασκαλίαν τῶν πλανητῶν.

§ VIII. **Φάσεις πλανητῶν.** Εἰς τὴν ἐν § 132 ἐκτεθειμένην ἐξήγησιν τῶν φάσεων τῶν πλανητῶν πρέπει νὰ ἔχωμεν ὑπ' ὄψιν ὅτι προκειμένου περὶ ἐσωτερικοῦ πλανήτου θεωρεῖται ἡ Γῆ ἀκίνητος ὁ δὲ πλανήτης θεωρεῖται στρεφόμενος περὶ τὸν Ἥλιον μὲ τὴν διαφορὰν τῶν γωνιακῶν ταχυτήτων αὐτοῦ καὶ τῆς Γῆς. Προκειμένου δὲ περὶ ἐξωτερικοῦ πλανήτου θεωρεῖται οὗτος ἀκίνητος, ἡ δὲ Γῆ θεωρεῖται στρεφομένη περὶ τὸν Ἥλιον μὲ τὴν διαφορὰν ταχυτήτων αὐτῆς καὶ τοῦ πλανήτου.

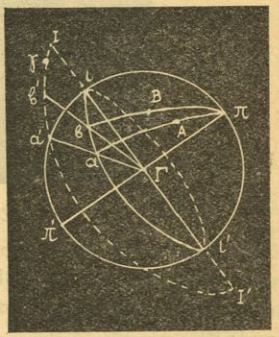
§ IX. **Τόποι καὶ χρόνοι, καθ' οὓς τὸ λυκόφως διαρκεῖ**

καθ' ὅλην τὴν νύκτα.—Ἔστω $\varphi = IZ$ τὸ γεωγρ. πλάτος τόπου Τ καὶ $\delta = \widehat{IK}$ ἡ ἀπόκλισις τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου, καθ' ἣν ἡμέραν οὗτος γράφει παράλληλόν τινα ΚΚ'. Ἐπειδὴ $I'O' = OI = 90^\circ - \varphi$ καὶ $I'O' = I'K' + K'O' = \delta - \upsilon$, ἔνθα υ εἶναι τὸ ὕψος τοῦ Ἡλίου, ὅταν μεσουρανῇ κάτω εἰς τὴν θέσιν Κ' ἕπεται ὅτι $90^\circ - \varphi = \delta - \upsilon$, ὅθεν $\upsilon = \delta + \varphi - 90^\circ$. Ἵνα δὲ τὸ λυκόφως διαρκῇ καθ' ὅλην τὴν νύκτα, πρέπει καὶ ἀρκεῖ τὸ ὕψος Ἡλίου νὰ εἶναι μεγαλύτερον τοῦ -18°, ἤτοι $\delta + \varphi - 90^\circ > -18^\circ$ ὅθεν $\delta + \varphi > 72^\circ$.

Ἄρα: ***Καθ' ἃς ἡμέρας τὸ ἄθροισμα τῆς ἀποκλίσεως τοῦ Ἡλίου***



(Σχ. 113).



(Σχ. 114).

καὶ τοῦ γεωγρ. πλάτους τόπου τινὸς ὑπερβαίνει τὰς 72°, τὸ λυκόφως διαρκεῖ καθ' ὅλην τὴν νύκτα εἰς τὸν τόπον τοῦτον.

Εὐνόητον ἐκ τούτων καθίσταται ὅτι τὸ τοιοῦτον οὐδέποτε συμβαίνει, εἰς οὓς τόπους ἡ μεγίστη τιμὴ τοῦ $\delta + \varphi$ οὐδέποτε ὑπερβαίνει τὰς 72°, ἤτοι εἶναι $23^\circ\ 27' + \varphi \leqq 72^\circ$, ὅθεν $\varphi \leqq 48^\circ\ 33'$. Οὕτως ἐν Ἀθήναις, ὅπου $\varphi = 37^\circ\ 58'\ 20''$, οὐδέποτε τὸ λυκόφως διαρκεῖ καθ' ὅλην τὴν νύκτα.

§ Χ. **Σχέσις μεταξὺ τῶν γεωγρ. μηκῶν δύο τόπων καὶ τῶν ἀστρικῶν χρόνων αὐτῶν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν.**—Ἔστω πιπ' ὁ πρῶτος μεσημβρινός, πΑα ὁ γήϊνος μεσημβρινὸς τόπου Α καὶ πΒβ ὁ γήϊνος μεσημβρινὸς ἑτέρου τόπου Β. Ἐὰν κληθῇ M_α τὸ γεωγρ. μῆκος τοῦ Α καὶ M_β τὸ τοῦ Β, θὰ εἶναι προφανῶς $M_\alpha = \widehat{\iota\alpha}$ καὶ $M_\beta = \widehat{\iota\beta}$, ὅθεν,

$$M_\alpha - M_\beta = \widehat{\iota\alpha} - \widehat{\iota\beta} = \widehat{\beta\alpha}. \qquad (\Sigma\chi.\ 114). \qquad (1)$$

Ἐὰν δὲ τὰ ἐπίπεδα τῶν μεσημβρινῶν τούτων τέμνωσι τὸν οὐρ. ἰσημερινὸν κατὰ τὰς εὐθείας Γαα', Γββ' καὶ κληθῶσι X_α, X_β οἱ ἀστρικοὶ χρόνοι τῶν τόπων τούτων, θὰ εἶναι $X_\alpha = \widehat{\alpha'\gamma}$, $X_\beta = \widehat{\beta'\gamma}$, ὅθεν $X_\alpha - X_\beta = \widehat{\alpha'\gamma} - \widehat{\beta'\gamma} = \widehat{\alpha'\beta'}$. Ἐπειδὴ δὲ τὰ τόξα βα καὶ α'β' τὴν αὐτὴν ἐπίκεντρον γωνίαν μετροῦντα παρίστανται διὰ τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ ὡρῶν, λεπτῶν καὶ δευτερολέπτων, ἐκ τῆς προηγουμένης ἰσότητος καὶ τῆς (1) ἕπεται ὅτι

$M_\alpha - M_\beta = X_\alpha - X_\beta$, ἤτοι: ***Ἡ διαφορὰ τῶν μηκῶν δύο τόπων ἰσοῦται πρὸς τὴν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν διαφορὰν τῶν ἀστρικῶν αὐτῶν χρόνων.***

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Ὑπουργεῖον Παιδείας κλπ.

Ἀριθ. πρωτοκ. 21714 Ἐν Ἀθήναις 11 Ἰουλίου 1928

Πρὸς

τοὺς Ἐκδότας Δ. Τζάκαν καὶ Σ. Δελαγραμμάτικαν

Ἔχοντες ὑπ' ὄψει τὸ ἄρθρον 8 τοῦ νόμου 3438 «περὶ διδακτικῶν βιβλίων» καὶ τὴν ἀπὸ 30 Μαΐου 1928 πρᾶξιν τῆς οἰκείας ἐπὶ τῆς ἀναθεωρήσεως τῶν ἐγκεκριμένων διδακτικῶν βιβλίων ἐπιτροπῆς ἐγκρίνομεν διὰ τὸ ἀπὸ σήμερον μέχρι τέλους τοῦ σχολικοῦ ἔτους 1930—1931 χρονικὸν διάστημα τὸ ὑφ' ὑμῶν ἐκδοθὲν καὶ ὑπὸ Νικολάου Ν. Νικολάου συγγραφὲν διδακτικὸν βιβλίον ὑπὸ τὸν τίτλον: «Κοσμογραφία», διὰ τὰ Γυμνάσια καὶ Πρακτικὰ Λύκεια· ὑπὸ τὸν ὅρον ὅπως ἐν μελλούσῃ ἐκδόσει τοῦ βιβλίου ἐπιφέρητε τὰς ὑπὸ τῆς ἐπιτροπῆς ὑποδεικνυομένας τροποποιήσεις.

Ὁ Ὑπουργὸς
Κ. ΓΟΝΤΙΚΑΣ