

Ν. Παρδένης 93

ΝΙΚΟΛ. Δ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ

Ἀριστοβαθμίου διδάκτορος καὶ καθηγητοῦ τῶν μαθηματικῶν ἐν τῇ πρώτῳ  
Βαρβακίῳ Σχολῇ 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 διηγούνται  
δόξαν Θεοῦ».

Δαυὶδ

ΕΚΔΟΣΙΣ Δ΄.

Τιμᾶται μετὰ βιβλιοσήμου καὶ φόρου Δρχ.	38,05
Βιβλιοσήμον.	10
Ἀναγκαστικὸν Δάνειον.	3
Ἀριθ. ἀδείας 53.817.	

ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ

ΕΚΔΟΤΙΚΟΣ ΟΙΚΟΣ

ΔΗΜ. Ν. ΤΖΑΚΑ, ΣΤΕΦ. ΔΕΛΑΓΡΑΜΜΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΣΙΑΎ

81 ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ 81

1930



Ν. Παρδένης 93

ΝΙΚΟΛ. Δ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ

Ἀριστοβαθμίου διδάκτορος καὶ καθηγητοῦ τῶν μαθηματικῶν ἐν τῇ προτύπῳ  
Βαρβακίῳ Σχολῇ τοῦ Λυκείου τῆς Μ. Ἐκπαίδευσεως.

# 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».

Δαυὶδ

ΕΚΔΟΣΙΣ Δ΄.

ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ

ΕΚΔΟΤΙΚΟΣ ΟΙΚΟΣ

Δ. Ν. ΤΖΑΚΑ, ΣΤΕΦ. ΔΕΛΑΓΓΡΑΜΜΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΣΙΑΣ  
81<sup>Α</sup> ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ 81<sup>Α</sup>

1930

Πάν γνήσιον αντίτυπον φέρει τήν ιδιόχειρον υπογραφήν  
τοῦ συγγραφέως καί τήν σφραγίδα τῶν ἐκδοτῶν.

*M. P. ...*



Τυπογραφείον «ΕΛΛΑΣ» Μακεδονίας 10

## 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 θιχθῆ ἡ γενικὴ τῆς ὕλης διάταξις.

Οὕτως εἰς τὴν ἔκδοσιν ταύτην προσετέθη ὁ κατὰ προσέγγισιν ὑπολογισμὸς τῆς ἀκτίνος τῆς Γῆς τῇ βοήθειᾳ τοῦ βάθους τοῦ ὀρίζοντος, 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 ὥρων τοῦ ἔτους, τὸ κατακόρυφον ἡλιακὸν ὥρολόγιον, τὸ σχῆμα τῆς Σελήνης καὶ ἡ ἐτησίᾳ ἀποπλάνησις τοῦ φωτός.

Τὰ περὶ γῆνης ἀτμοσφαίρας καὶ ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως ἐξετέθησαν εὐρύτερόν πως, ἡπλοποιήθη δὲ κατὰ τὸ δυνατόν ἡ εὗρεσις 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

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ Δ' ΕΚΔΟΣΕΩΣ

---

Ἡ ἔκδοσις αὕτη ἐλάχιστα διαφέρει τῆς προηγουμένης. Διότι ἐγένοντο μικραὶ μόνον τροποποιήσεις, ὅπως προσαρμοσθῆ ἔντος τοῦ κυρίου σώματος ἡ ὕλη, ἣν περιεῖχε τὸ παράρτημα τῆς προηγουμένης ἐκδόσεως.

Ο ΣΥΓΓΡΑΦΕΥΣ





# ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

**§ 1. Οὐρανός.**—Ίστάμενοι 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 ἀπλῶς **Οὐρανός**. Ὁ Οὐρανός δὲν ὑπάρχει πράγματι, βλέπομεν δὲ αὐτὸν ἕνεκεν ὀπτικῆς ἀπάτης ὀφειλομένης εἰς τὴν κατ' ὄλας τὰς διευθύνσεις διάχυσιν τοῦ ἡλιακοῦ φωτός ἢ τοῦ ἀμυδροῦ φωτός τῶν ἀστέρων (κατὰ τὰς ἀσελήνους νύκτας) ὑπὸ τῶν ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιρας αἰωρουμένων ἀδιαφανῶν σωματίων. Ἐάν κατ' ἀκολουθίαν δὲν ὑπῆρχεν ἡ ἀτμόσφαιρα, ἡ διάχυσις αὕτη δὲν θὰ προεκαλεῖτο καὶ τὸ φαινόμενον τοῦ οὐρανόυ θόλου δὲν θὰ ἐσχηματίζετο.

**§ 2. Φυσικὸς ὀρίζων.**—Ὁ οὐρανός φαίνεται ἐγγίζων τὴν Γῆν κατὰ γραμμὴν, ἣτις καλεῖται **φυσικὸς ὀρίζων** τοῦ τόπου, ἐν ᾧ ἰστάμεθα. Ὁ φυσικὸς ὀρίζων ἐν ἀνοικτῷ πανταχόθεν πελάγει καὶ μακρὰν τῆς θέας τῶν ἀκτῶν ἢ ἐν ἀναπεπταμένῳ πεδίῳ εἶναι περιφέρεια κύκλου. Τὸ μέρος τοῦ ὀρίζοντος, ἐξ οὗ καθ' ἑκάστην πρωΐαν ἀναφαίνεται ὁ Ἥλιος, καλεῖται **ἀνατολικόν**, ἐκεῖνο δέ, εἰς ὃ οὗτος κατέρχεται ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα, ἦτοι δύει, καλεῖται **δυτικόν**. Παρατηρητῆς βλέπων πρὸς τὸ ἀνατολικὸν τμήμα τοῦ ὀρίζοντος ἔχει πρὸς τὴν δεξιὰν μὲν χεῖρα αὐτοῦ τὸ **νότιον** πρὸς τὴν ἀριστερὰν δὲ τὸ **βόρειον** μέρος τοῦ ὀρίζοντος.

**§ 3. Ἀστέρες.**—Ἡ Γῆ, ὁ Ἥλιος, ἡ Σελήνη καὶ πάντα τὰ ἄλλα πολυπληθῆ σώματα, ἅτινα εὐρίσκονται διεσκορπισμένα ἐν τῷ ἀπείρῳ περὶ ἡμᾶς διαστήματι, καλοῦνται **ἀστρα** 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

*Μερίδα ἀποδ. 1890. 65*

κατὰ τὴν ἡμέραν τὸ ἰσχυρὸν φῶς τοῦ Ἑλλίου καθιστᾷ αὐτοὺς ἀοράτους εἰς γυμνὸν ὀφθαλμὸν (1).

Πάντες οἱ ἀστέρες (πλὴν τῆς Γῆς) φαίνονται ὅτι κείνται ἐπὶ τοῦ Οὐρανοῦ, δι' ὃ καλοῦνται **οὐράνια σώματα**.

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

**§ 4. Εἴδη ἀστέρων.**—Ἡ μετὰ προσοχῆς καὶ διὰ καταλήλων ὀργάνων γενομένη σπουδὴ τῶν ἀστέρων κατέδειξεν ὅτι οὔτοι δὲν ὁμοιάζουσι 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 πηγαί θερμοτήτος 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 ὀρώμενοι οὔτοι τηλεσκοπίων φαίνονται ὡς φωτεινὰ σημεῖα. Τέλος δὲ διατηροῦσιν οὔτε ἀμεταβλήτους τὰς πρὸς ἀλλήλους ἀμοιβαίας αὐτῶν θέσεις. Τούτου ἕνεκεν οἱ ἀστέρες οὔτοι καλοῦνται **ἀπλανεῖς ἀστέρες**.

β'). **Πλανῆται.**—Τινὲς τῶν ἀστέρων εἶναι σώματα σκοτεινὰ ὑπὸ τοῦ Ἑλλίου φωτιζόμενα καὶ φαίνονται ἡμῖν, ἐφ' ὅσον ἰκανὸν μέρος τοῦ ἐπ' αὐτῶν προσπίπτοντος ἠλιακοῦ φωτός ἀνακλῶσι πρὸς ἡμᾶς.

Οἱ μεγαλύτεροι τῶν τοιούτων ἀστέρων δι' ἰσχυροῦ ὀρώμενοι τηλεσκοπίου φαίνονται ὡς φωτεινοὶ δίσκοι, ἐνίοτε δὲ τινες καὶ ὡς **τμήματα** τοιούτων δίσκων.

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

Ἡ Γῆ εἶναι εἰς τῶν μεγάλων πλανητῶν ὁμοίως ἢ Ἀφροδίτη (κοινῶς Ἀυγερινός) εἶναι εἰς τῶν μεγάλων πλανητῶν.

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

γ') **Κομήται.**—Ἀπὸ καιροῦ εἰς καιρὸν ἐμφανίζονται εἰς τὸν οὐρανὸν σώματα εὐχερέστερα τῶν ἄλλων διακρινόμενα ἀπὸ τὸ παρὰ

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

δοξον αὐτῶν σχῆμα καὶ ἀπὸ τὴν ταχεῖαν μεταβολὴν τῆς θέσεως αὐτῶν ἐν σχέσει πρὸς τοὺς ἀπλανεῖς ἀστέρας. Τὰ ἄστρα ταῦτα ἀποτελοῦνται ἕκ τινος φωτεινοῦ πυρῆνος, ὁ ὁποῖος παρακολουθεῖται ὑπὸ μιᾶς κατὰ τὸ πλεῖστον νεφελώδους οὐρᾶς καλοῦνται δὲ ταῦτα *κομηται*.

δ'). *Νεφελώματα*.— Ὑπάρχουσι τέλος καὶ ἄστρα, ἅτινα εἰς γυμνὸν ὀφθαλμὸν παρουσιάζονται ὡς ὑπόλευκοι νεφέλαι διαφόρων σχημάτων, ἢ, 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 ἀπλῶς *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*.

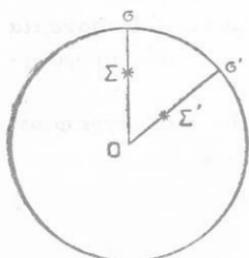
# ΒΙΒΛΙΟΝ Α΄.

## Η ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΣΦΑΙΡΑ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

#### ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΙΝΗΣΙΣ

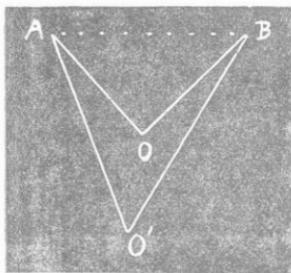
**§ 6. Οὐράνιος σφαῖρα.** Οἱ ἀστέρες φαίνονται ἴσον ἀπέχοντες ἀφ' ἡμῶν, ὡς νὰ ἔκειντο ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας παμμεγίστης σφαίρας, ἧς κέντρον ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν. Ἡ σφαῖρα αὕτη καλεῖται *οὐράνιος σφαῖρα*. Ἐὰν καὶ ἡ οὐράνιος σφαῖρα εἶναι καθαρῶς ἰδεώδης, ὑποθέτομεν χάριν μείζονος ἀπλοποιήσεως τῆς σπουδῆς τῶν οὐρανίων σωμάτων ὅτι αὕτη ἐφίσταται πράγματι καὶ ὅτι ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς αὐτῆς ἐπιφανείας κεῖνται πάντες οἱ ἀστέρες (πλὴν τῆς  $\Gamma\eta\varsigma$ ). Κατὰ τὴν ὑπόθεσιν ταύτην αἱ πραγματικαὶ ἐν τῷ διαστήματι θέσεις τῶν ἀστέρων  $\Sigma$ ,  $\Sigma'$  κτλ. (Σχ. 1) ἀντικαθίστανται ὑπὸ τῶν ἐπὶ



(Σχ. 1)

τῆς οὐρανίου σφαίρας φαινόμενων αὐτῶν θέσεων  $\sigma$ ,  $\sigma'$  κτλ., αἵτινες εἶναι τομαὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας ὑπὸ τῶν ὀπτικῶν ἀκτίνων  $OS$ ,  $OS'$  κτλ.

**§ 7. Γωνιώδης ἀπόστασις δύο ἀστέρων.** Ὀνομά-



(Σχ. 2)

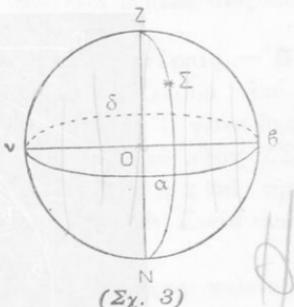
ζομεν *γωνιώδη ἀπόστασιν* δύο ἀστέρων τὴν γωνίαν, ἣν σχηματίζουν εἰς ἕκαστον τοῦ ὀφθαλμοῦ ἡμῶν πρὸς τοὺς δύο ἀστέρας ἐκπεμπόμεναι ὀπτικαὶ ἀκτῖνες. Τῶν ἀστέρων π. χ.  $\Sigma$  καὶ  $\Sigma'$  (Σχ. 1) γωνιώδης ἀπόστασις εἶναι ἡ γωνία  $\Sigma OS \Sigma'$ , ἂν ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν κατέχη τὴν θέσιν  $O$ . Τῶν σημείων  $A$ ,  $B$  (Σχ. 2) ὁρωμένων ἐκ τοῦ  $O$  γωνιώδης ἀπόστασις εἶναι ἡ  $\angle AOB$ . Ἐὰν ὁ παρατηρητὴς ἔλθῃ εἰς ἄλλην θέσιν  $O'$ , ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τῶν αὐτῶν σημείων γίνεται  $\angle AO'B$ , ἧτις εἶναι διάφορος τῆς  $\angle AOB$ . Ἄρα: *Ἡ γωνιώδης ἀπόστασις δύο ση-*

μείων εξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἀπόστασιν τοῦ παρατηρητοῦ ἀπ' αὐτῶν.

Δύο οἰωνοδήποτε ἀστέρων  $\Sigma$  καὶ  $\Sigma'$  (Σχ. 1) ἡγωνιώδης ἀποστάσις μένει ἀμετάβλητος, ὅταν ἀντὶ τῶν πραγματικῶν αὐτῶν θέσεων θεωρῶμεν τὰς ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαίρας τοιαύτας.

ΣΗΜ. Οὐδ' εἰς ἄτοπὸν τι ἄγει ἡ τοιαύτη τῶν πραγματικῶν διὰ τῶν φαινομένων θέσεων τῶν ἀστέρων ἀντικατάστασις, διότι τῶν ἀποστάσεων  $O\Sigma$ ,  $O\Sigma'$ ... οὐσῶν διὰ τοὺς πλείστους τῶν ἀστέρων ἀγνώστων, θεωροῦμεν κατὰ τὸ πλείστον ἐν τῇ ἀστρονομίᾳγωνιώδεις μόνων 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 ἐλευθέρην ἐπιφάνειαν τῶν ἡρεμούντων ὑδάτων. Ἡ κατακόρυφος ἐκάστου τόπου τέμνει τὴν οὐράνιον σφαῖραν εἰς δύο ἐκ διαμέτρου ἀντικείμενα σημεῖα· τούτων τὸ μὲν ὑπὲρ τὴν κεφαλὴν τοῦ παρατηρητοῦ κείμενον καλεῖται *ζενιθ* ἢ *κατακόρυφον* σημεῖον, τὸ δὲ ἕτερον *ναδιρ* ἢ *ἀντικόρυφον* σημεῖον. Τοῦ τόπου  $O$  (Σχ. 3) π. χ. *Ζενιθ* μὲν εἶναι τὸ σημεῖον  $Z$ , *Ναδιρ* δὲ τὸ  $N$ .



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

Τὸ ἡμικύκλιον κατακόρυφου τινὸς κύκλου, τὸ ὁποῖον περιέχει ἀστὲρα τινὰ ἢ ἄλλο ὁρισμένον σημεῖον τῆς οὐρ. σφαίρας, καλεῖται *κατακόρυφος* τοῦ ἀστέρος ἢ τοῦ σημείου τούτου. Τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$  π. χ. (Σχ. 3) κατακόρυφος εἶναι τὸ κατακόρυφον ἡμικύκλιον  $Z\Sigma N$ .

**§ 9. Αἰσθητὸς ὀρίζων. Βάθος ὀρίζοντος.** Πᾶν ἐπίπεδον κάθετον ἐπὶ τὴν κατακόρυφον τόπου τινὸς καλεῖται *ὀριζόντιον* ἐπίπεδον.

Τὸ διὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ τοῦ παρατηρητοῦ διερχόμενον ὀριζόντιον ἐπίπεδον τέμνει τὴν οὐράνιον σφαῖραν κατὰ μεγ. κύκλον, ὅστις καλεῖται *αἰσθητὸς ὀρίζων* τοῦ τόπου, ἐν ᾧ ὁ παρατηρητὴς ἴσταιται. Τοῦ τόπου  $O$  (Σχ. 3) αἰσθητὸς ὀρίζων εἶναι ὁ κύκλος  $\alpha\delta\beta$ .

Ἐὰν παρατηρητὴς ἴσταιται εἰς τόπον, ὅστις εὐρίσκεται ὑψηλότε-



Οἱ παράλληλοι τῷ ὀρίζοντι μικροὶ κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας καλοῦνται ὀρίζοντιοὶ κύκλοι ἢ **ἀλμικανταράτοι**.

✓ \*1) Ἀσκήσεις. 1) Πόσοι κατακόρυφοι κύκλοι διέρχονται διὰ τῆς κατακορύφου ἐκάστου τόπου ;

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

✓ 3) Πόσων μοιρῶν εἶναι ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ Ζηνίθ καὶ τοῦ Ναδίρ ἐκάστου τόπου ;

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

\*5) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ἡ κατακορύφος ἐκάστου τόπου εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν τομὴν τοῦ ὀρίζοντος καὶ οἰουδήποτε κατακορύφου.

✓ 6) Πόση εἶναι ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ Ζηνίθ καὶ σημείου τινὸς τοῦ ὀρίζοντος ;

**§ 10. Ζηνιθία ἀπόστασις καὶ ὕψος ἀστέρος.**— Ἡ γωνιώδης ἀπόστασις ἀστέρος ἀπὸ τὸ ζηνίθ καλεῖται ζηνιθία ἀπό- (z) τοῦ ἀστέρος τούτου. Οὕτω τοῦ ἀστέρος Σ (Σχ. 3) γωνιώδης ἀπόστασις εἶναι ἡ γωνία ΖΟΣ. Ταύτης μέτρον εἶναι τὸ τόξον ΖΣ τοῦ κατακορύφου τοῦ ἀστέρος τούτου. Μετρεῖται ὅθεν ἢ z ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ κατακορύφου ἐκάστου ἀστέρος ἀπὸ τοῦ Ζηνίθ καὶ ἀπὸ  $0^{\circ}$  ἕως  $180^{\circ}$ .

Τὸ συμπλήρωμα τῆς ζηνιθίας ἀποστάσεως ἀστέρος καλεῖται ὕψος (u) αὐτοῦ. Τὸ u μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ κατακορύφου ἐκάστου ἀστέρος ἀπὸ τοῦ ὀρίζοντος θετικῶς μὲν πρὸς τὸ ζηνίθ, ἀρ- νητικῶς δὲ πρὸς τὸ ναδίρ καὶ μεταβάλλεται ἀπολύτως ἀπὸ  $0^{\circ}$  ἕως  $90^{\circ}$ .

Διὰ τοῦ ὕψους ἀστέρος ὀρίζεται ὁ ἀλμικανταράτος, ἐφ' οὗ κεῖται ὁ ἀστήρ.

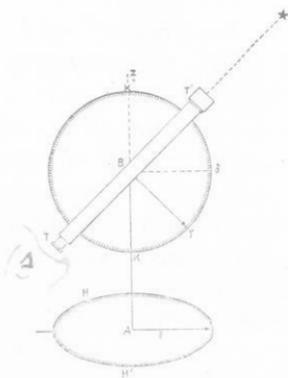
**§ 11. Θεοδολίχος.**— Τὴν z καὶ τὸ u ἀστέρος μετροῦμεν διὰ τοῦ θεοδολίχου. Οὗτος ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ δύο δίσκων ΗΗ', ΚΚ', ὧν αἱ περιφέρειαι εἶναι διηρημέναι εἰς μοίρας κ.τ.λ. καὶ ἀπὸ ἓν ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον ΤΤ' (1) (Σχ. 5). Ὁ δίσκος ΗΗ' στη-

(1) Ἐκαστον ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον ἀποτελεῖται ἐκ δύο φακῶν, ὧν ὁ μὲν καλεῖται προσοφθάλμος, ὁ δὲ ἀντικειμενικός. Μεταξὺ τούτων καὶ ἐν τῷ ἐστιακῷ ἐπιπέδῳ τοῦ ἀντικειμενικοῦ τίθεται τὸ διάφραγμα, ἥτοι κυκλικὸς δίσκος ἐκ μετάλλου φέρων κυκλικὴν ὀπήν. Δύο λεπτότατα νήματα ἰσοῦ ἀράχνης ἢ λευκοχρῶσου τεινόμενα ἐπὶ τοῦ διαφράγματος διασταυροῦνται κα- θέτως κατὰ τὸ κέντρον τῆς κυκλικῆς ὀπῆς τοῦ διαφράγματος καὶ ἀποτελοῦσι τὸ καλούμενον σταυρόνημα τοῦ τηλεσκοπίου. Ἡ εὐθεῖα, ἣτις διέρχεται διὰ τοῦ κοινοῦ σημείου τῶν νημάτων καὶ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου τοῦ ἀντικειμενικοῦ

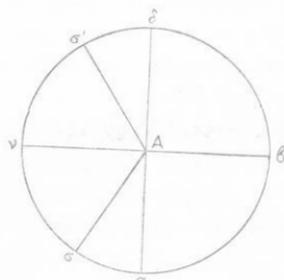
ριζόμενος ἐπὶ τριῶν ἰσοπεδωτικῶν κοχλιῶν δύναται γὰρ καταστῆ ὀριζόντιος· ὁ δὲ  $ΚΚ'$  εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν  $ΗΗ'$  καὶ στρέφεται περὶ ἄξονα  $ΑΒ$  διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου τοῦ  $ΗΗ'$  καὶ κάθετον ἐπὶ αὐτόν. Μετὰ τοῦ  $ΚΚ'$  δὲ συστρέφεται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ  $ΗΗ'$  βελόνη  $β$ . Τὸ τηλεσκόπιον  $ΤΤ'$  στρέφεται πρὸς τοῦ δίσκου  $ΚΚ'$  περὶ ἄξονα διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου του καὶ οὕτως ὥστε ὁ ὀπτικός ἄξων αὐτοῦ μένει πάντοτε παράλληλος πρὸς τὸν  $ΚΚ'$  καὶ ἐν τῷ αὐτῷ μετὰ τῆς βελόνης  $β$  ἐπιπέδῳ. Μετὰ τοῦ τηλεσκοπίου δὲ συστρέφεται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ δίσκου  $ΚΚ'$  βελόνη  $γ$ .

**§ 12. Μέτρησης τῆς  $z$  καὶ τοῦ  $υ$  ἀστέρος.** Καθιστῶμεν τὸν δίσκον  $ΗΗ'$  τοῦ Θεοδολίχου ὀριζόντιον καὶ ὀρίζομεν τὴν θέσιν  $Βδ$  τῆς βελόνης  $γ$ , ὅταν τὸ τηλεσκόπιον εἶναι ἐστραμμένον πρὸς τὸ ζενίθ. Στρέφομεν ἔπειτα τὸν δίσκον  $ΚΚ'$  καὶ τὸ τηλεσκόπιον, μέχρις οὗ τὸ εἶδωλον τοῦ ἀστέρος σχηματισθῆ εἰς τὸ κέντρον τοῦ σταυρονήματος. Ἡ γωνία, καθ' ἑστράφη ἡ βελόνη  $γ$  ἀπὸ τῆς θέσεως  $Βδ$ , εἶναι ἡ  $z$  τοῦ ἀστέρος κατὰ τὴν στιγμήν ταύτην. Ἐκ τῆς σχέσεως δὲ  $υ = 90^\circ - z$  ὀρίζεται ἔπειτα καὶ τὸ ὕψος τοῦ ἀστέρος κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν.

**§ 13. Μεσημβρινὸν ἐπίπεδον. Οὐρ. μεσημβρινός.**



(Σχ. 5)



(Σχ. 6)

Ἐὰς ὑποθέσωμεν ὅτι κατεστήσαμεν τὸν δίσκον  $ΗΗ'$  τοῦ Θεοδολίχου ὀριζόντιον καὶ κατευθύνομεν τὸν ὀπτικὸν ἄξονα τοῦ τηλεσκοπίου του πρὸς ἀστέρα  $Σ$ , ὅστις βαίνει ἀπομακρυνόμενος τοῦ ὀριζήντος. Ἐστω δὲ  $Ασ$  (Σχ. 6) ἡ θέσις τῆς βελόνης  $β$  κατὰ τὴν φαικὴ καλεῖται ὀπτικός ἄξων τοῦ τηλεσκοπίου. Καθ' ἣν δὲ στιγμήν τὸ εἶδωλον ἀστέρος τινὸς σχηματίζεται εἰς τὸ κοινὸν σημεῖον τῶν νημάτων, ὁ ἀστὴρ οὗτος καίτοι ἐπὶ τοῦ ὀπτικοῦ ἄξονος τοῦ τηλεσκοπίου.

στιγμήν ταύτην. Ἐὰν στερεώσωμεν εἰς τὴν θέσιν ταύτην τὸ τηλεσκόπιον, οὕτως ὥστε ἡ γωνία τοῦ ὀπτικοῦ ἄξονος μετὰ τοῦ κατακορύφου ἄξονος AB νὰ μὴ μεταβάλληται, θέλομεν παρατηρήσῃ ὅτι μετ' ὀλίγον ὁ ἀστὴρ ἐξέρχεται τῆς διευθύνσεως τοῦ ὀπτικοῦ ἄξονος. Ἐὰν δὲ παρακολουθήσωμεν αὐτόν, παρατηροῦμεν ὅτι ἔρχεται στιγμῇ, καθ' ἣν πάλιν ὁ ὀπτικός ἄξων διευθύνεται πρὸς τὸν ἀστέρα. Ἐστω δὲ  $As'$  ἡ θέσις τῆς βελόνης  $\beta$  κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην καὶ  $Av$  ἡ διχοτόμος τῆς γωνίας  $sAs'$ . Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὴν αὐτὴν ἐργασίαν μετ' οἰουσδήποτε ἄλλους ἀστέρας καὶ καθ' οἰονδήποτε χρόνον ἀλλ' ἐν τῷ αὐτῷ πάντοτε τόπῳ, ἀνευρίσκομεν πάντοτε τὴν αὐτὴν διχοτόμον  $vAg$  τῆς γωνίας, ἣν ἐκάστοτε σχηματίζουν αἱ θέσεις τῆς βελόνης  $\beta$ .

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

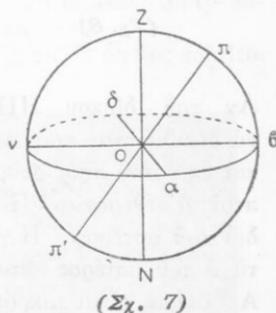
● **μέγιστος κύκλος**, καθ' ὃν ἡ οὐράνιος σφαῖρα τέμνεται ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ ἐπίπεδου τόπου τινός, καλεῖται **οὐράνιος μεσημβρινός** τοῦ τόπου τούτου. Οὕτω  $\delta ZvN$  εἶναι ὁ οὐράνιος μεσημβρινός τοῦ τόπου O (Σχ. 7).

**§ 14. Κύρια σημεῖα τοῦ ὀρίζοντος.** Ἡ εὐθεῖα  $v\delta$  (Σχ. 7), κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ ἐπίπεδον τοῦ ὀρίζοντος τέμνεται ὑπὸ τοῦ οὐρ. μεσημβρινοῦ τόπου τινός, καλεῖται **μεσημβρινὴ γραμμὴ** τοῦ τόπου τούτου.

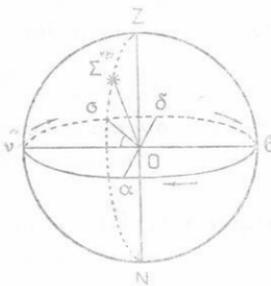
Ἡ διάμετρος  $ad$  τοῦ ὀρίζοντος, ἡ ὁποία εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν, καλεῖται **ἄξων τοῦ μεσημβρινοῦ**. Τὸ ἄκρον  $\beta$  τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς, τὸ ὁποῖον κεῖται πρὸς τὴν ἀριστερὰν χεῖρα παρατηρητοῦ βλέποντος πρὸς τὸ ἀνατολικὸν μέρος τοῦ ὀρίζοντος, καλεῖται **βορρᾶς**, τὸ δὲ ἄλλο ἄκρον  $v$  αὐτῆς καλεῖται **νότος**.

Ἐκ τῶν ἄκρων τοῦ ἄξονος τοῦ μεσημβρινοῦ τὸ μὲν  $\alpha$ , τὸ ὁποῖον κεῖται ἔμπροσθεν τοῦ ρηθέντος παρατηρητοῦ, καλεῖται **ἀνατολή**, τὸ δὲ ἄλλο  $\delta$  καλεῖται **δύσις**. Τὰ τέσσαρα ταῦτα σημεῖα  $\alpha, \beta, \delta, v$  καλοῦνται **κύρια σημεῖα τοῦ ὀρίζοντος**.

**§ 15. Ὅρισμός τῆς θέσεως σημείου τῆς οὐρ. σφαίρας.**—**Ὁριζόντιοι συντεταγμέναι ἀστέρας.**—Ἡ θέ-



σις ἀστέρος ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαίρας κατὰ τινὰ στιγμήν δύναται νὰ ὀρισθῇ διὰ δύο αὐτοῦ συντεταγμένων. Οὕτως ἐμάθομεν ὅτι διὰ τοῦ ὕψους ἀστέρος κατὰ τινὰ στιγμήν ὀρίζεται ὁ ἀλμικανταράτος, ἐφ' οὗ κεῖται κατὰ τὴν στιγμήν ταύτην. Ἐὰν δὲ εἶναι γνωστὸς καὶ ὁ κατακόρυφος, ἐφ' οὗ τὴν στιγμήν ταύτην κεῖται, εἶναι φανερὸν ὅτι ὁ ἀστὴρ θὰ κεῖται εἰς τὴν τομὴν αὐτῶν. Ἡ θέσις δὲ τοῦ κατακορύφου ἀστέρος ὀρίζεται, ἂν εἶναι γνωστὴ ἡ διέδρος γωνία, ἣν τὸ ἐπίπεδον αὐτοῦ σχηματίζει μὲ ὠρισμένον καὶ γνωστὸν κατακόρυφον. Ὡς τοιοῦτος λαμβάνεται ὁ κατακόρυφος τοῦ νότου ἢ δὲ διέδρος γωνία, ἣτις σχηματίζεται ὑπὸ τοῦ κατακορύφου τοῦ νότου καὶ τοῦ κατακορύφου ἀστέρος, καλεῖται **ἄξιμούθιον** (A) τοῦ ἀστέρος τούτου. Τοῦ ἀστέρος Σ π. γ. (Σχ. 8) ἄξιμούθιον εἶναι ἡ διέδρος γωνία νΖΝΣ' ταύτης μέτρον εἶναι ἡ ἀντίστοιχος ἐπίπεδος γωνία νΟσ ἢ τὸ τόξον νσ τοῦ ὀριζοντος. Τὸ ἄξιμούθιον μετρεῖται ἐπὶ τοῦ ὀριζοντος ἀπὸ 0° μέχρι 360° ἀπὸ τοῦ νότου πρὸς δυσμὰς κτλ. Ὄριζεται δὲ ἡ τιμὴ αὐτοῦ κατὰ τινὰ στιγμήν διὰ τοῦ Θεοδολίχου ὡς ἐξῆς. Καθιστῶμεν τὸν δίσκον ΗΗ' ὀριζόντιον καὶ τοποθετοῦμεν τὸν ΚΚ' ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ μεσημβρινοῦ καὶ οὕτως ὥστε ἡ βελὸν β νὰ διευθύνηται πρὸς νότον, ἥτοι νὰ συμπίπτῃ μετὰ τῆς ἀκτίνος



(Σχ. 8)

Ἄν τοῦ δίσκου ΗΗ', ὁ δὲ ἀντικειμενικὸς τοῦ τηλεσκοπίου νὰ διευθύνηται πρὸς νότον. Στρέφομεν εἴτα περὶ τὸν ἄξονα ΑΒ καὶ ἐκ νότου πρὸς δυσμὰς κτλ. τὸν δίσκον ΚΚ' καὶ τὸ τηλεσκόπιον περὶ τὸ κέντρον τοῦ ΚΚ', μέχρις οὔ ὁ ὀπτικὸς αὐτοῦ ἄξων διέλθῃ διὰ τοῦ ἀστέρος. Ἡ γωνία, καθ' ἣν ἐστράφη ἡ βελὸν β μετρεῖ τὸ Α τοῦ ἀστέρος κατὰ τὴν στιγμήν ταύτην. Εὐνόητον ὄθεν ὅτι τὸ Α ἀστέρος εἶναι μικρότερον ἢ μεγαλύτερον τῶν 180°, καθ' ὅσον οὗτος κεῖται πρὸς δυσμὰς ἢ πρὸς ἀναστολὰς τοῦ οὐρ. μεσημβρινοῦ.

Τὸ ἄξιμούθιον καὶ τὸ ὕψος λέγονται **ὀριζόντιοι συντεταγμένοι** τῶν ἀστέρων.

Ἀμφότεραι αἱ ὀριζόντιοι συντεταγμένοι ἀστέρος τινὸς μεταβάλλονται ἀπὸ στιγμής εἰς στιγμήν ἐν ἐκάστῳ τόπῳ πρὸς δὲ εἶναι αὐταὶ κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν διάφοροι εἰς διαφόρους τόπους ἕνεκα τῆς ἀλλαγῆς τοῦ ὀριζοντος καὶ τοῦ κατακορύφου τοῦ νότου. Διὰ τὸν

δεύτερον τοῦτον λόγον, αὐταὶ λέγονται καὶ *τοπικαὶ συντεταγμένοι*.

✓ *Ἀσκήσεις*. 7) Νὰ ὁρισθῶσιν αἱ ὀριζήντιοι συντεταγμένοι ἐκάστου τῶν κυρίων σημείων τοῦ ὀρίζοντος.

✓ 8) Πόσον εἶναι τὸ ὕψος τοῦ Ζηνίθ καὶ πόσον τὸ τοῦ Ναδίρ;

✓ 9) Ποίος εἶναι ὁ γεωμ. τόπος τῶν σημείων τῆς οὐρ. σφαίρας, ὧν ἕκαστον ἔχει ἀζιμουθίον  $90^\circ$ ;

✓ 10) Τίνος σημείου τῆς οὐρ. σφαίρας τὸ μὲν ἀζιμουθίον εἶναι  $270^\circ$ , ἡ δὲ ζενιθία ἀπόστασις  $90^\circ$ ;

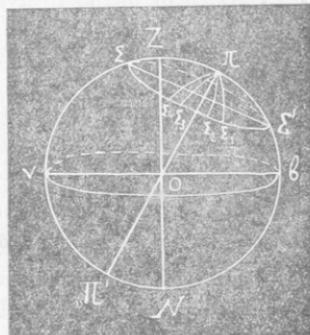
✓ 11) Ἐάν ἡ ζενιθία ἀπόστασις ἀστέρως εἶναι κατὰ τινα στιγμὴν  $110^\circ$ , πόσον εἶναι τὸ ὕψος αὐτοῦ κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν;

§ 16. *Φαινόμενη ἡμερησία κίνησις τῆς οὐρανόσφαιρας*.—*Νόμοι αὐτῆς*.—Καθ' ἐκάστην ἡμέραν ὁ ἥλιος ἀναφαινόμενος κατὰ τὸ ἀνατολικὸν μέρος τοῦ ὀρίζοντος ἀνέρχεται βαθμηδὸν καὶ ἐπὶ τινα χρόνον ἐν τῷ οὐρανῷ εἶτα ἀρχεται κατερχόμενος καὶ τέλος δύνει, ἥτοι ἀφανίζεται ὑπὸ τὸ δυτικὸν μέρος τοῦ ὀρίζοντος. Ἐάν κατὰ τινα νύκτα, τοῦ οὐρανοῦ ὄντος ἀνεφέλου, στραφῶμεν πρὸς τὸ νότιον μέρος τοῦ ὀρίζοντος καὶ πρὸς τὸν οὐρανὸν ἀναβλέψωμεν δὲν θὰ βραδύνωμεν νὰ διακρίνωμεν ὅτι πάντες οἱ ἔμπροσθεν ἡμῶν ἀστέρες ἀνατέλλουσιν ἐξ ὀριστερῶν, ἀνέρχονται βραδέως ἐν τῷ οὐρανῷ, εἶτα κατέρχονται καὶ τέλος δύνουσι πρὸς τὰ δεξιὰ ἡμῶν.

Ἐάν δὲ στραφῶμεν πρὸς τὸ βόρειον μέρος τοῦ ὀρίζοντος καὶ τὸν οὐρανὸν ἐπισκοπήσωμεν, θὰ ἴδωμεν πάλιν ὅτι οἱ ἔμπροσθεν ἡμῶν ἀστέρες κινῶνται ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς, ἀλλ' ἐν ᾧ ἀστέρες τινὲς τούτων ἀνατέλλουσι καὶ δύνουσι, ἄλλοι μένουσι διαρκῶς ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα καὶ φαίνονται κινούμενοι κυκλικῶς περὶ ὄρισμένον τι καὶ ἀκίνητον σημεῖον τῆς οὐρανόσφαιρας. Τὸ σημεῖον τοῦτο καλοῦμεν *βόρειον πόλον* τῆς οὐρανόσφαιρας.

Ἐγγύτατα τοῦ βορείου πόλου κεῖται ἀστὴρ τις, ὃ ὀποῖος καλεῖται *πολικὸς ἀστὴρ*. Καὶ ὁ πολικὸς ἀστὴρ κινεῖται ὁμοίως περὶ τὸν βόρειον πόλον, ἂν καὶ ἕνεκα τῆς μικρᾶς ( $1^\circ 10'$ ) ἀπ' αὐτοῦ ἀποστάσεώς του φαίνεται ἡμῖν ὡς ἀκίνητος. Ὁπλιζόμενοι δι' ἰσχυροῦ τηλεσκοπίου δυνάμεθα καὶ κατὰ τὴν ἡμέραν νὰ διακρίνωμεν πολλοὺς ἀστέρας καὶ νὰ βεβαιωθῶμεν ὅτι κατ' αὐτὴν οἱ ἀστέρες κινῶνται ὡς τὴν νύκτα.

Ἐν τῇ κινήσει ταύτῃ οἱ ἀστέρες ἀκολουθοῦσι τοὺς ἐξῆς νόμους.



(Σχ. 9)

1ος.— Ἄς κατασκευάσωμεν σφαιραν Ο (σχ. 9) καὶ ἐπ' αὐτῆς

ἄς χαράξωμεν δύο περιφερείας μεγίστων κύκλων καθέτους πρὸς ἀλλήλους. Τούτων ἡ μὲν  $\nu\theta$  ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι παριστᾷ τὸν αἰσθητὸν ὀρίζοντα τοῦ τόπου  $O$ , ἡ δὲ  $Z\nu N\theta$  τὸν οὐράνιον μεσημβρινὸν τοῦ αὐτοῦ τόπου. Ἡ τομὴ ἄρα  $\nu\theta$  τούτων παριστᾷ τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν τοῦ αὐτοῦ τόπου καὶ ἔστω  $\nu$  ὁ νότος καὶ  $\theta$  ὁ βορρᾶς.

Ἐὰν ἤδη μετρήσωμεν τὰς ὀριζοντίους συντεταγμένας τυχόντος ἀστέρος  $\Sigma$  εἰς διαφόρους χρονικὰς στιγμὰς, αἱ ὁποῖαι νὰ ἀπέχωσιν ἀλλήλων, ὅσῳ τὸ δυνατὸν μικρότερα χρονικὰ διαστήματα, καὶ σημειώσωμεν ἐπὶ τῆς ὀρθείσης σφαίρας τὰς ἀντιστοίχους θέσεις  $\Sigma_1, \Sigma_2, \Sigma_3$  κ.τ.λ. θέλομεν παρατηρήσει ὅτι αὗται κεῖνται ἐπὶ περιφερείας κύκλου  $\Sigma\Sigma'$  ἔστωσαν δὲ  $\Pi$  καὶ  $\Pi'$  οἱ πόλοι τοῦ κύκλου τούτου, ὧν ὁ  $\Pi$  ὑπὲρ τὸν κύκλον  $\nu\theta$ . Ἐὰν δὲ ἐργασθῶμεν ὁμοίως καὶ μὲ ἀλλοὺς τυχόντας ἀστέρας, εὐρίσκομεν ὅτι αἱ διάφοροι ἐπὶ τῆς τεχνητῆς ταύτης σφαίρας ἀντίστοιχοι ἐκάστου θέσεις κεῖνται ἐπὶ περιφερείας κύκλου, ὅστις ἔχει τοὺς αὐτοὺς πόλους  $\Pi$  καὶ  $\Pi'$ . Ἐκ τούτων ἔλεται ὅτι :

*Αἱ τροχιαὶ τῶν ἀστέρων εἶναι περιφέρειαι κύκλων, ὧν τὰ ἐπίπεδα εἶναι κάθετα ἐπὶ τὴν αὐτὴν διάμετρον τῆς οὐραν. σφαίρας.*

2ος) Ἐὰν σημειώσωμεν τὰς ὑπὸ ἀκριβοῦς ὥρολογίου δεικνυομένης ὥρας  $\omega_1, \omega_2, \omega_3$  κτλ. καθ' ἕως στιγμὰς ἀστὴρ τις κατέχει θέσεις ἀντιστοίχους πρὸς τὰς σημειωθεῖσας  $\Sigma_1, \Sigma_2, \Sigma_3$  κτλ. αἱ διαφοραὶ  $\omega_2 - \omega_1, \omega_3 - \omega_2$ , κ.τ.λ. παριστᾶσι τοὺς χρόνους, καθ' οὓς τὸν ἀστέρα ἀπεικονίζον σημεῖον τῆς τεχνητῆς σφαίρας  $O$  διήνυσεν τὰ τόξα  $\Sigma_1\Sigma_2, \Sigma_2\Sigma_3$  κτλ. ὁ δὲ ἀστὴρ τὰ ἀντίστοιχα αὐτῶν τόξα τῆς οὐρ. σφαίρας. Ἐὰν δὲ μετρήσωμεν τὰ τόξα ταῦτα παρατηροῦμεν ὅτι  $\frac{(\Sigma_1\Sigma_2)}{(\omega_2 - \omega_1)} = \frac{(\Sigma_2\Sigma_3)}{\omega_3 - \omega_2} = \dots$ , ἥτοι, τὰ διανύμενα τόξα εἶναι ἀνάλογα πρὸς τοὺς χρόνους, καθ' οὓς διανύονται. Ἐπειδὴ δὲ τὸ συμπέρασμα τοῦτο ἀληθεύει δι' οἰονδήποτε ἀστέρα, ἔπεται ὅτι :

*Ἐκαστος ἀστὴρ κινεῖται ὁμαλῶς, ἥτοι εἰς ἴσους χρόνους διανύει ἴσα τόξα τῆς τροχιάς αὐτοῦ.*

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' οἰουσδήποτε ἀπλανεῖς ἀστέρας ἔπεται ὅτι :

*Αἱ γωνιώδεις ἀποστάσεις τῶν ἀστέρων ἀνά δύο λαμβανομένων μένουσιν ἀμετάβλητοι.*

ΣΗΜ. Ἐπειδὴ αἱ γωνιώδεις ἀποστάσεις τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων μένουσιν ἀμετάβλητοι, ὅταν ὁ παρατηρητὴς μετατιθῆται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς, ἔπεται ὅτι αἱ διαστάσεις αὐτῆς εἶναι ἀνεπαίσθητοι, ἤτοι ἡ Γῆ θεωρεῖται ὡς σημεῖον παραβαλλομένη πρὸς τὸ μέγεθος τῆς οὐρ. σφαίρας, ἐφ' ἧς ὑποτίθεται ὅτι κείνται οἱ ἀστέρες.

4ος. Σημειοῦντες τὰς ὥρας, καθ' ἃς ἀστὴρ τις εὐρίσκειται εἰς ἰὰς θέσεως  $\Sigma_1, \Sigma_2, \Sigma_3$  κτλ. τῆς τροχιάς αὐτοῦ καὶ ἐκείνας, καθ' ἃς οὗτος ἐπανέρχεται πάλιν εἰς τὰς αὐτὰς θέσεις, βεβαιούμεθα ὅτι μεταξὺ τῶν στιγμῶν, καθ' ἃς ὁ ἀστὴρ κατέχει διαδοχικῶς οἰανδήποτε καὶ τὴν αὐτὴν ἐκ τῶν θέσεων  $\Sigma_1, \Sigma_2, \Sigma_3$  κ.τ.λ. μεσολαβεῖ σταθερὸς χρόνος, ὁ ὁποῖος εἶναι ὁ αὐτὸς δι' ὅλους τοὺς ἀπλανεῖς ἀστέρας.

Ἄρα:

*Ὁ χρόνος, ὅστις περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἀποκαταστάσεων ἀστέρος τινὸς εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον τῆς τροχιάς του, εἶναι σταθερὸς καὶ δι' ὅλους ὁ αὐτὸς (1).*

Ὁ χρόνος οὗτος καλεῖται ἀστρική ἡμέρα.

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

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

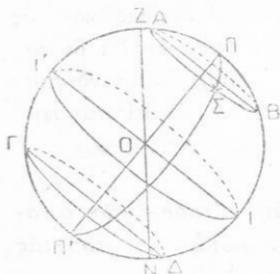
§ 17. **Ἄξων τοῦ κόσμου.** — **Πόλοι** — Ἡ διάμετρος τῆς οὐρανοῦ σφαίρας, περὶ τὴν ὁποίαν αὐτὴ φαίνεται στρεφομένη ἐξ Α' πρὸς Δ καλεῖται *ἄξων τοῦ κόσμου*. Ὁ ἄξων τοῦ κόσμου τέμνει τὴν ἐπιφάνειαν τῆς οὐρανοῦ σφαίρας εἰς δύο σημεῖα. Τὸ ἐν τούτων εἶναι ὁ *βόρειος πόλος*, τὸ δ' ἕτερον κεῖται ὑπὸ τὸν ὀρί-

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

ζοντα ἡμῶν, καὶ καλεῖται **νότιος πόλος** Οὔτως, Ο (Σχ. 7) ὄντος τοῦ κέντρου τῆς οὐρανόυ σφαίρας καὶ ναβδ τοῦ ὀρίζοντος ἡμῶν, π' εἶναι ὁ ἄξων τοῦ κόσμου, π ὁ βόρειος πόλος καὶ π' ὁ νότιος πόλος τῆς οὐρανόυ σφαίρας.

**§ 18. Διάφοροι τῆς οὐρανόυ σφαίρας κύκλοι.**—

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



(Σχ. 10)

Οἱ μικροὶ κύκλοι τῆς οὐρανόυ σφαίρας, ὧν τὰ ἐπίπεδα εἶναι παράλληλα τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ οὐρανόυ ἰσημερινοῦ, λέγονται **παράλληλοι κύκλοι**. Ὁ κύκλος Π' (Σχ. 10) εἶναι ὁ οὐράνιος ἰσημερινός, οἱ δὲ ΑΣΒ, ΓΔ εἶναι παράλληλοι κύκλοι. Εἶναι δὲ πρόδηλον (§ 16, νόμος 1ος) ὅτι οἱ ἀστέρες κατ' ἀκολουθίαν τῆς ἡμερη-

σίας κινήσεως γράφουσι περιφερείας παραλλήλων κύκλων.

Οἱ διὰ τῶν πόλων διερχόμενοι μεγ. κύκλοι τῆς οὐρ. σφαίρας καλοῦνται **ὠριαῖοι κύκλοι** ἢ **κύκλοι ἀποκλίσεως**. Τὸ ὠριαῖον ἡμικύκλιον, τὸ ὁποῖον περιέχει ἀστέρα ἢ ἄλλο ὠρισμένον σημεῖον τῆς οὐρανόυ σφαίρας, καλεῖται **ὠριαῖος** τοῦ ἀστέρος ἢ τοῦ σημείου τούτου. Τοῦ ἀστέρος Σ π. χ. (Σχ. 10) ὠριαῖος εἶναι τὸ ἡμικύκλιον ΠΣΠ'.

Ὁ διὰ τοῦ ζενιθ τόπου τινὸς διερχόμενος ὠριαῖος κύκλος εἶναι ὁ **οὐράνιος μεσημβρινός** τοῦ τόπου τούτου. Τοῦ τόπου Ο (Σχ. 10) οὐράνιος μεσημβρινός εἶναι ὁ κύκλος ΠΖΠ'Ν.

**§ 19. Ἡμερήσιον καὶ νυκτερινὸν τόξον ἀστέρος.**

Ἐστω ΣΣ' (Σχ. 11) ἡ τροχιά ἀστέρος τινὸς Σ καὶ ΑΒ ἡ τομὴ αὐτῆς ὑπὸ τοῦ ὀρίζοντος. Τὸ ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα τόξον ΑΣΒ τῆς τροχιάς ταύτης καλεῖται **ἡμερήσιον τόξον**, τὸ δὲ ὑπ' αὐτὸν ΑΣ'Β καλεῖται **νυκτερινὸν τόξον** αὐτοῦ.

Ἐὰν ὁ ἀστήρ εἶναι ἀειφανής, ἅπανα ἡ τροχιά αὐτοῦ εἶναι ἡμερήσιον τόξον, ἐὰν δὲ ἀφανής, αὕτη εἶναι νυκτερινὸν τόξον.

Ἄσκήσεις. 12) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ὁ οὐρ. μεσημβρινός ἐκάστου τόπου περιέχει τὴν κατακόρυφον αὐτοῦ.

13) Πόση είναι ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τῆς Ἀνατολῆς κα τοῦ Βορριά Πόση ἢ τοῦ Zenith καί τοῦ Νότου ;

14) Νά ἀποδειχθῇ ὅτι οἱ ὀριαιοὶ κύκλοι εἶναι κάθετοι ἐπὶ τὸν ἰσημερινόν.

\* 15) Νά ἀποδειχθῇ ὅτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς ἐκάστου τόπου εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν ἰσημερινόν καί ἐπὶ τὸν ὀρίζοντα τοῦ τόπου τούτου.

\* 16) Νά ἀποδειχθῇ ὅτι ὁ ἄξων τοῦ μεσημβρινοῦ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν μεσημβρινόν.

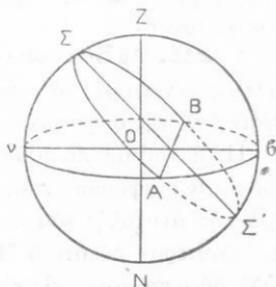
17) Νά ἀποδειχθῇ ὅτι ὁ ἰσημερινὸς καὶ ὁ ὀρίζων τέμνουσιν ἀλλήλους δίχα.

### § 20. Ἰδιότητες τοῦ οὐράνιου μεσημβρινοῦ.

A'. Τὸ κέντρον ἐκάστου 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 οὐρανόου σφαίρας.

Ὅθεν εὐκόλως ἔπεται ἡ ἀλήθεια τῆς ἀκολουθοῦντος ιδιότητος.

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



(Σχ. 11)

B'. Ἐστω  $\Lambda\Sigma\text{B}\Sigma'$  (Σχ. 11) ὁ ὑπὸ ἀστέρος τινὸς γραφόμενος παράλληλος,  $\Sigma\Sigma'$  ἡ τομὴ αὐτοῦ ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ,  $\Lambda\Sigma\text{B}$  τὸ ἡμερήσιον, καὶ  $\text{B}\Sigma'\text{A}$  τὸ νυκτερινὸν τόξον τοῦ ἀστέρος τούτου. Ἐπειδὴ τὸ ἐπί-

πεδον τοῦ ὀρίζοντος  $\text{A}\delta\text{B}\nu$  καὶ τὸ τοῦ παραλλήλου εἶναι κάθετα ἐπὶ τὸν μεσημβρινόν, καὶ ἡ τομὴ αὐτῶν  $\text{AB}$  εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν οὐρ. μεσημβρινόν, ἄρα καὶ ἐπὶ τὴν ἐπ' αὐτοῦ κειμένην εὐθεΐαν  $\Sigma\Sigma'$ , ἣτις εἶναι διάμετρος (ιδ. A') τοῦ παραλλήλου. Ἐπειδὴ δὲ ἡ διάμετρος  $\Sigma\Sigma'$  εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν χορδὴν  $\text{AB}$  τοῦ αὐτοῦ κύκλου, τὰ τόξα  $\Lambda\Sigma$ ,  $\Sigma\text{B}$  εἶναι ἴσα, ὁμοίως δὲ καὶ τὰ  $\text{B}\Sigma'$ ,  $\Sigma'\text{A}$ . 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 τροχιά ἀειφανοῦς τινὸς π. χ. ἀστέρος εἶναι ἅπασα ἡμερήσιον τόξον (§ 19) τέμνεται δὲ ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ κατὰ διάμετρον αὐτῆς (ιδ. A') ἄρα διχοτομεῖται ὑπ' αὐτοῦ.

§ 21. Μεσουρανήσεις τῶν ἀστέρων. — Ἐκαστος ἀστὴρ ἔνεκα τῆς ἡμερησίας κινήσεως τῆς οὐρ. σφαίρας διέρχεται διὰ τοῦ μεσημβρινοῦ ἐκάστου τόπου δις καθ' ἑκάστην ἀστροικὴν ἡμέ-

ραν. Αἱ χρονικαὶ αὐταὶ στιγμαὶ καλοῦνται *μεσουρανήσεις* τοῦ ἀστέ-  
ρος. Ἐκ τούτων ἐκείνη, καθ' ἣν ὁ ἀστήρ διέρχεται διὰ τοῦ ἡμικυ-  
κλίου τοῦ μεσημβρινοῦ, ὅπερ περιέχει τὸ ζενίθ (ὠριαίου τοῦ ζενίθ),  
καλεῖται *ἄνω μεσουράνησις*, ἡ δὲ ἕτερα *κάτω μεσουράνησις*.

Ἀμφότεραι αἱ ἔν τινι τόπῳ μεσουρανήσεις τῶν μὲν ἀειφανῶν  
ἀστέρων γίνονται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα τῶν δὲ ἀφανῶν ὑπὸ τὸν ὀρί-  
ζοντα τοῦ τόπου τούτου. Τῶν λοιπῶν δὲ ἀστέρων ἡ μὲν ἄνω με-  
σουράνησις γίνεται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα, ἡ δὲ κάτω ὑπ' αὐτόν.

*Ἀσκήσεις.* 18) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ὁ ἀπὸ τῆς ἀνατολῆς μέχρι τῆς ἄνω  
μεσουρανήσεως ἀστέρος χρόνος ἰσοῦται πρὸς τὸν ἀπὸ τῆς ἄνω μεσουρανή-  
σεως μέχρι τῆς δύσεως αὐτοῦ παρεχόμενον (§ 20 ἰδ. Β' § 16 νόμος 2ος).

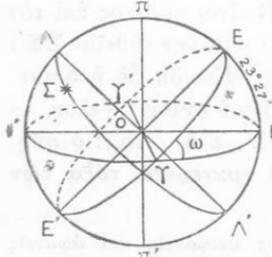
19) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ὁ ἀπὸ τῆς κάτω μέχρι τῆς ἄνω μεσουρανήσεως  
ἀστέρος χρόνος ἰσοῦται πρὸς τὸν ἀπὸ τῆς ἄνω μέχρι τῆς κάτω μεσουρα-  
νήσεως χρόνον.

**§ 22. Ἰδία φαινομένη κίνησις τοῦ Ἡλίου.** Ὁ  
Ἡλιος δὲν τηρεῖ τὴν αὐτὴν ἐν σχέσει πρὸς τοὺς ἀπλανεῖς ἀστέρας  
θέσιν ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαίρας.

Περὶ τούτου πευθόμεθα παρατηροῦντες πρῶτον μὲν ὅτι διάφο-  
ροι κατὰ διαφόρους ἐποχὰς ἀστέρες προηγούνται τοῦ Ἡλίου ὀλίγον  
πρὸ τῆς ἀνατολῆς αὐτοῦ, ἢ ἔπονται αὐτοῦ μικρὸν μετὰ τὴν δύσιν  
του· δεύτερον δὲ ὅτι ὁ Ἡλιος δὲν ἀνατέλλει πάντοτε ἀπὸ τοῦ αὐτοῦ  
οὐδὲ δύει πάντοτε εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον τοῦ ὀρίζοντος. Ὁ Ἡλιος,  
ὅθεν, ἐν ᾧ μετέχει τῆς ἡμερησίας κινήσεως φαίνεται ἔχων καὶ ἑτέ-  
ραν ἰδίαν κίνησιν ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαίρας ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν ἀστέ-  
ρων. Ἡ μετὰ προσοχῆς ἐξέτασις τῆς ἰδίας ταύτης κινήσεως τοῦ

Ἡλίου ἀποδεικνύει, ὡς ἐν οἰκείῳ κεφαλαίῳ  
θέλομεν ἐκθέσει, ὅτι οὗτος φαίνεται κινού-  
μενος, ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαίρας κατὰ τὴν  
ὀρθὴν φορὰν γράφων μέγιστον κύκλον τῆς  
οὐρ. σφαίρας, ὅστις καλεῖται *ἐκλειπτικὴ*.  
*Ἡ τομὴ γγ'* (Σχ. 12) *τῆς ἐκλειπτι-  
κῆς ΕΕ'* καὶ τοῦ οὐρ, *ισημερινοῦ ΠΠ'*  
*καλεῖται ἰσημερινὴ γραμμὴ.*

Τὰ ἄκρα γ, γ' τῆς ἰσημερινῆς γραμ-  
μῆς καλοῦνται *ισημερινὰ σημεῖα*. Τοῦ-  
των τὸ μὲν γ, δι' οὗ διέρχεται ὁ Ἡλιος μεταβαίνων ἐκ τοῦ νοτίου  
ἡμισφαιρίου τοῦ οὐρανοῦ εἰς τὸ βόρειον, καλεῖται *εαρινὸν ἰσημε-  
ρινὸν σημεῖον*, τὸ δ' ἕτερον γ' καλεῖται *φθινοπωρινὸν ἰσημε-  
ρινὸν σημεῖον*.



(Σχ. §12)

Ὁ ὠριαῖος τοῦ ἑαρινοῦ ἰσημερινοῦ σημείου καλεῖται κόλουρος τῶν ἰσημεριῶν.

Ἡ διάμετρος  $\Lambda\Lambda'$  τῆς οὐρ. σφαίρας, ἥτις εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν ἐκλειπτικὴν, καλεῖται ἄξων τῆς ἐκλειπτικῆς.

Τὰ ἄκρα  $\Lambda, \Lambda'$  τοῦ ἄξωνος τῆς ἐκλειπτικῆς καλοῦνται πόλοι τῆς ἐκλειπτικῆς. Τούτων ὁ μὲν  $\Lambda$  ἐν τῷ βορρῆϊ ἡμισφαιρίῳ τοῦ οὐρανοῦ κείμενος καλεῖται βόρειος πόλος τῆς ἐκλειπτικῆς, ὁ δ' ἕτερος  $\Lambda'$  κείμενος ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ καλεῖται νότιος πόλος τῆς ἐκλειπτικῆς.

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

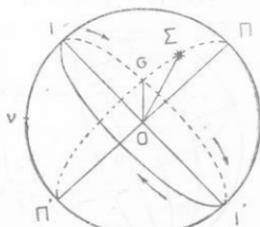
Τὸ ἡμικύκλιον πλάτους, τὸ ὁποῖον περιέχει ἀστέρα τινά, καλεῖται κύκλος πλάτους τοῦ ἀστέρος τούτου. Τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$  π. χ. (Σχ. 12) κύκλος πλάτους εἶναι τὸ ἡμικύκλιον  $\Lambda\Sigma\Lambda'$ .

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

### ΑΙ ΑΛΛΑΙ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΑΙ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ

§ 23. Ἡ θέσις ἀστέρος ἢ ἄλλου σημείου ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαίρας ὁρίζεται (§ 15) καὶ διὰ δύο ἄλλων συντεταγμένων, αἵτινες ἀνήκουσι εἰς ἐν τῶν ἀκολουθῶν τριῶν ἄλλων διαφόρων συστημάτων.

§ 24. Ἰσημεριναὶ συντεταγμέναι.—**Πολικὴ ἀπόστασις.** α'). Καλεῖται ἀπόκλισις ἀστέρος, ἡ γωνία, τὴν ὁποίαν σχηματίζει ἡ δι' αὐτοῦ διερχομένη ἀκτὴς τῆς οὐρ. σφαίρας μετὰ τοῦ ἰσημερινοῦ. Τοῦ ἀστέρος.  $\Sigma$  π. χ. (Σχ. 13) ἀπόκλισις εἶναι ἡ γωνία  $\sigma\Omega$ , ἥς μέτρον τὸ τόξον  $\sigma\Sigma$  τοῦ ὠριαίου τοῦ αὐτοῦ ἀστέρος. Ἡ ἀπόκλισις μετρεῖται ἐπὶ τοῦ ὠριαίου ἑκάστου ἀστέρος ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ θετικῶς μὲν πρὸς τὸν βόρειον πόλον ἀρνητικῶς δὲ πρὸς τὸν νότιον καὶ ἀπολύτως ἀπὸ  $0^\circ$  μέχρις  $90^\circ$ . Ἡ ἀπόκλισις παρίσταται διὰ τοῦ γραμματος  $\delta$ .



(Σχ. 13)

Ἐπειδὴ ἕκαστος ἀστὴρ μετέχων τῆς ἡμερησίας κινήσεως γράφει περιφέρειαν παραλλήλου κύκλου (§ 16 νόμος 1ος, § 18) ἡ ἀπόκλισις αὐτοῦ δὲν μεταβάλλεται μετὰ τοῦ χρόνου, εἶναι δὲ φανε-

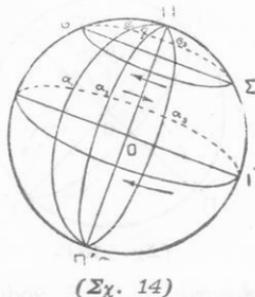
ρὸν ὅτι αὕτη οὐδόλως ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ τόπου τῆς παρατηρήσεως  
 "Ἄρα ἡ ἀπόκλισις ἐκάστου ἀστέρος εἶναι σταθερά (1).

β') Ἡ διέδρος γωνία, ἣν σχηματίζει ὁ ὠριαῖος τοῦ νότου  
 μετὰ τοῦ ὠριαίου ἀστέρος τινός, καλεῖται ὠριαία γωνία τοῦ  
 ἀστέρος τούτου. Τοῦ ἀστέρος Σ π. χ. (Σχ. 13) ὠριαία γωνία εἶναι  
 ἡ διέδρος γωνία νΠΠ'Σ, ἧς μέτρον ἡ ἀντίστοιχος γωνία ΙΟσ  
 ἢ τὸ τόξον Ισ τοῦ ἰσημερινοῦ. Ἡ ὠριαία 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 ὠριαίου τοῦ νότου.

Συνήθως τὴν ὠριαίαν γωνίαν μετροῦσιν εἰς ὥρας, πρῶτα καὶ  
 δευτέρα λεπτά καὶ ἀπὸ 0 μέχρι 24 ὥρων. Πρὸς τοῦτο νοοῦσι τὴν  
 περιφέρειαν τοῦ ἰσημερινοῦ διηρημένην εἰς 24 ἴσα μέρη, ὧν ἕκα-  
 στον ἀποτελούμενον ἐκ  $\frac{360^{\circ}}{24} = 15^{\circ}$  καλεῖται τόξον μιᾶς ὥρας ἕκα-  
 στον τοιοῦτον τόξον νοεῖται διηρημένον εἰς 60 ἴσα μέρη, ὧν ἕκα-  
 στον ἀποτελεῖται ἐκ  $\frac{15^{\circ}}{60} = 15'$  καὶ καλεῖται τόξον 1 π, τέλος δὲ τὸ  
 τόξον 1 π νοεῖται ὑποδιηρημένον εἰς 60 ἴσα μέρη, ὧν ἕκαστον  
 ἀποτελεῖται ἐκ  $\frac{15'}{60} = 15''$  καὶ καλεῖται τόξον 1 δ. Ὡστε :  
 τοξ. 1 ὥρ = 15°, τοξ. 1 π = 15' καὶ τοξ. 1 δ = 15''.

Ἡ ὠριαία γωνία παρίσταται διὰ τοῦ γράμματος Η.

Ἄστηρ τις Σ π. χ. γράφει ἔνεκα τῆς ἡμερησίας κινήσεως τὸν  
 παράλληλον σΣ (Σχ. 14). Εἶναι φανερόν  
 ὅτι καθ' ἣν στιγμὴν διέρχεται τὸν ὠριαῖον  
 τοῦ νότου, τὸ κοινὸν σημεῖον τοῦ ἰσημε-  
 ρينوῦ καὶ τοῦ ὠριαίου αὐτοῦ εἶναι εἰς τὸ Ι,  
 ἡ δὲ ὠριαία γωνία αὐτοῦ εἶναι 0. Μετὰ  
 τινα χρόνον ὁ ἀστήρ εὐρίσκειται εἰς τὸ ση-  
 μεῖον σ<sub>1</sub> τῆς τροχιάς του, τὸ δὲ προειρη-  
 μένον κοινὸν σημεῖον εὐρίσκειται εἰς τὸ α<sub>1</sub>,  
 καὶ ὠριαία γωνία αὐτοῦ εἶναι τὸ τόξον Ια<sub>1</sub>  
 ὁμοίως ὅταν ὁ ἀστήρ θὰ εἶναι εἰς θέσιν  
 σ<sub>2</sub> τὸ κοινὸν σημεῖον θὰ εἶναι εἰς τὸ α<sub>2</sub>, καὶ ὠριαία γωνία αὐτοῦ



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

είναι τὸ τόξον  $Ia_2$  καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Ὅπως δὲ τὰ ὑπὸ τοῦ ἀστέ-  
ρος  $\Sigma$  διανυόμενα τόξα  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  κτλ. εἶναι ἀνάλογα τῶν χρόνων,  
καθ' οὓς διανύονται οὕτω καὶ τὰ ὑπὸ τοῦ κοινοῦ σημείου τοῦ ἰση-  
μερινοῦ καὶ τοῦ ὠριαίου τοῦ ἀστέρος διανυόμενα τόξα  $Ia_1, Ia_2, Ia_3$   
κ. λ. μεταβάλλονται ἀναλόγως τοῦ χρόνου (§ 16). Ἐκ τούτων ἔπε-  
ται ὅτι: **Ἡ ὠριαία γωνία ἐκάστου ἀστέρος μεταβάλλεται ἀνα-  
λόγως τοῦ χρόνου.**

Κατὰ ταῦτα ἡ ὠριαία γωνία ἐκάστου ἀστέρος μεταβάλλεται ἐν  
ἐκάστῳ τόπῳ ἀπὸ στιγμῆς εἰς στιγμήν. Ἐπειδὴ δὲ ὁ ὠριαῖος τοῦ  
νότου εἶναι διάφορος εἰς τοὺς διαφόρους τόπους, ἡ ὠριαία γωνία  
ἐκάστου ἀστέρος εἶναι κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν διάφορος εἰς τοὺς  
διαφόρους τόπους. Ἡ ὠριαία γωνία μεταβάλλεται ὅθεν μετὰ τοῦ  
χρόνου καὶ τοῦ τόπου.

Ἡ ἀπόκλισις καὶ ἡ ὠριαία γωνία ἀστέρος καλοῦνται **ἰσημερι-  
ναὶ συντεταγμέναι** τοῦ ἀστέρος.

Διὰ τῆς ἀποκλίσεως ἀστέρος τινὸς καὶ τῆς κατὰ τινὰ στιγ-  
μὴν ὠριαίας γωνίας αὐτοῦ ὁρίζεται ἡ θέσις αὐτοῦ ἐπὶ τῆς οὐρ-  
σφαίρας κατὰ τὴν στιγμήν ἐκείνην. Διότι διὰ μὲν τῆς ἀποκλίσεως  
ὁρίζεται ὁ παράλληλος, ἐφ' οὗ κεῖται ὁ ἀστήρ, διὰ δὲ τῆς ὠριαίας  
γωνίας ὁρίζεται ὁ ὠριαῖος αὐτοῦ· εὐνόητον εἶναι ὅθεν ὅτι ὁ ἀστήρ  
κεῖται εἰς τὴν τομὴν τῶν περιφερειῶν τούτων.

**Τὸ συμπλήρωμα τῆς ἀποκλίσεως ἀστέρος τινὸς καλεῖται  
πολικὴ ἀπόστασις τοῦ ἀστέρος τούτου.** Τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$  π.χ. (Σχ. 13)  
πολικὴ ἀπόστασις εἶναι ἡ γωνία  $ΠΟΣ$ , ἧς μέτρον τὸ τόξον  $ΠΣ$   
τοῦ ὠριαίου τοῦ ἀστέρος.

Ἡ πολικὴ ἀπόστασις μετρεῖται ἐπὶ τοῦ ὠριαίου ἐκάστου ἀστέρος  
ἀπὸ τοῦ βορείου πόλου καὶ ἀπὸ  $0^\circ$  μέχρις  $180^\circ$ , παρίσταται δὲ αὕτη  
διὰ τοῦ γράμματος  $P$ .

Εἶναι δὲ ἡ πολικὴ ἀπόστασις ἐκάστου ἀστέρος σταθερά.

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

21) Πόση εἶναι ἡ ἀπόκλισις ἐκατέρου τῶν ἰσημερινῶν σημείων;

22) Πόση εἶναι ἡ ἀπόκλισις ἐκατέρου τῶν ἄκρων τοῦ ἄξονος τοῦ μεση-  
μερινοῦ;

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

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

25) Πόση εἶναι ἡ ὠριαία γωνία τοῦ ἑαρινοῦ ἰσημερινοῦ σημείου καθ'  
ἡν στιγμήν τοῦτο ἀνατέλλει;

26) Πόση εἶναι ἡ πολικὴ ἀπόστασις ἀστέρος ἔχοντος ἀπόκλισιν  $30^\circ$ ;

27) Πόση εἶναι ἡ ἀπόκλισις ἀστέρος, οὗ  $P = 12^\circ 35'$ ;

28) Ἐάν ἡ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ β. πόλου εἶναι ἐν τινι τόπῳ  $20^{\circ} 17'$ , πόση εἶναι ἡ ἀπόκλισις τοῦ ζενιθ τοῦ τόπου τούτου;

29) Ἡ ὠριαία γωνία  $25^{\circ} 35' 21''$  νὰ ὑπολογισθῇ εἰς ὥρας κλπ.

$$\left( \frac{25^{\circ} 35' 21''}{15^{\circ}} = 1 \text{ ὥρ. } 42\pi 21, 18. \right)$$

30) Ἡ ὠριαία γωνία 2 ὥρ.  $31\pi 17\delta$  νὰ ὑπολογισθῇ εἰς μοίρας κλπ.

### § 25. Ἀστρική ἡμέρα. Ἀστρικός χρόνος.

**Ἀστρικά ἐκκρεμῆ.**—Κατὰ τὸν 4ον νόμον τῆς ἡμερησίας κινήσεως ἕκαστος ἀστὴρ συμπληροῖ πλήρη περιστροφὴν εἰς σταθερὸν χρόνον, ὅστις ἐκλήθη **ἀστρική ἡμέρα**. Ἐάν ὅθεν κατὰ τινα στιγμὴν ἀστὴρ τις ἢ ἕτερον ὠρισμένον σημεῖον τῆς οὐρ. σφαίρας μεσουραῖῃ ἄνω ἐν τινι τόπῳ, ἢ ἀκόλουθος αὐτοῦ ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ μεσουραῖνης θὰ γείνη μετὰ μίαν ἀστρικήν ἡμέραν. Κατὰ ταῦτα ἡ ἀστρική ἡμέρα ὁρίζεται ὡς ἀκολούθως.

**Ἀστρική ἡμέρα καλεῖται ὁ χρόνος, ὅστις περιέχεται μεταξύ δύο διαδοχικῶν ἄνω μεσουρανήσεων ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ ἀστέρος τινὸς ἢ ἐτέρου ὠρισμένου σημείου τῆς οὐρ. σφαίρας.**

Ἡ ἀστρική ἡμέρα διαιρεῖται εἰς 24 ἀστρικάς ὥρας, ἡ ἀστρική ὥρα εἰς 60 ἀστρικά λεπτά καὶ τὸ ἀστρικὸν λεπτὸν εἰς 60 ἀστρικά δευτερόλεπτα, ὧν ἕκαστον ὑποδιαιρεῖται, εἰς δέκατα ἑκατοστὰ κ.λ.π. αὐτοῦ. Ὡς ἀρχὴ τῆς ἀστρικῆς ἡμέρας λαμβάνεται ἐν ἐκάστῳ τόπῳ ἡ στιγμὴ τῆς ἐν αὐτῷ ἄνω μεσουρανήσεως τοῦ ἑαρινοῦ ἰσημερινοῦ σημείου.

Ἐάν κατὰ ὠρισμένην στιγμὴν ἀστρικῆς τινος ἡμέρας ἡ ὠριαία γωνία τοῦ σημείου γ εἶναι  $H^{\circ}$ , ὁ ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τῆς ἀστρικῆς ταύτης ἡμέρας μέχρι τῆς στιγμῆς ἐκείνης διαρρέουσας χρόνος εἶναι  $\frac{H^{\circ}}{15^{\circ}}$  ἀστρικά ὥραι, διότι καθ' ἑκάστην ἀστρικήν ὥραν ἡ ὠριαία γωνία αὐξάνει κατὰ  $\frac{360^{\circ}}{24} = 15^{\circ}$ . Ὁ αὐτὸς δὲ λόγος  $\frac{H^{\circ}}{15^{\circ}}$  δηλοῖ εἰς ὥρας, λεπτά καὶ δευτέρα λεπτά τὴν τιμὴν τῆς ὠριαίας γωνίας τοῦ γ. Διὰ τοῦτο **καλοῦμεν ἀστρικὸν χρόνον ἢ ἀστρικήν ὥραν τόπου τινὸς κατὰ τινα στιγμὴν τὴν ὠριαίαν γωνίαν τοῦ σημείου γ** (ἐκπεφρασμένην εἰς ὥρας κλπ.) **κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην.**

Ἡ ἀστρική ὥρα μεταβάλλεται ἀπὸ 0 ἕως 24 ὥρας καὶ παρέχεται ἐν τοῖς ἀστεροσκοπείοις ὑπὸ ἀκριβῶν ἐκκρεμῶν ὠρολογίων, ἅτινα καλοῦνται ἀστρικά ἐκκρεμῆ. Ἐκαστον τούτων παράγει ἐν μιᾷ ἀστρικῇ ἡμέρᾳ  $60 \times 60 \times 24 = 86400$  κτύπους, οὕτως ὥστε μεταξύ δύο διαδοχικῶν κτύπων μεσολαβεῖ χρονικὸν διάστημα ἑνὸς ἀστρικοῦ

A B

δευτερολέπτου. Κανονίζεται δ' ἐκάστου ἀστεροσκοπείου τὸ ἀστρικὸν ἐκχρεμμὲς οὕτως ὥστε νὰ δεικνύη Ὁ ὦρ. Ὁρ. Ὁδ κατὰ τὴν στιγμήν τῆς ἐν αὐτῷ ἄνω μεσουρανήσεως τοῦ σημείου γ.

ΣΗΜ. Ἐν τοῖς ἀκολούθοις λέγοντες ἀπλῶς, λεπτά καὶ δευτερόλεπτα θέλομεν νοῆ ἀστρικά τοιαῦτα.

† *Ἀσκήσεις* 31) Κατὰ ποῖαν ὥραν δύει τὸ σημεῖον γ καὶ κατὰ ποῖαν ἀνατέλλει τοῦτο;

† 32) Κατὰ ποῖαν ὥραν ἀνατέλλει τὸ φθινοπωρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον γ' καὶ κατὰ ποῖαν δύει τοῦτο;

† 33) Κατὰ ποῖαν ὥραν τὸ σημεῖον γ μεσουρανεῖ κάτω; Πόση δὲ εἶναι κατὰ τὴν στιγμήν ταύτην ἡ ὠριαία γωνία τοῦ γ' ;

† 34) Ἄστηρ τις μεσουρανεῖ συγχρόνως μετὰ τοῦ σημείου γ καὶ παραμένει 8 ὦρ. 20π ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα τόπου τινός. Κατὰ ποῖαν ὥραν δύει;

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

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

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

P 38) Ἐὰν ἀστήρ τις κατὰ τὴν ἡμερησίαν κίνησιν γράφῃ τὸν οὐράνιον ἰσημερινὸν, πόσον χρόνον εὐρίσκειται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα καὶ πόσον ὑπ' αὐτόν;

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

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

Δ § 26 *Οὐρανογραφικαὶ συντεταγμένα.* — Καλεῖται ὀρθὴ ἀναφορὰ ἀστέρος ἡ διέδροσ γωνία, ἣν σχηματίζει ὁ ὠριαῖος τοῦ ἀστέρος μετὰ τοῦ κολούρου τῶν ἰσημεριῶν. Οὕτω τοῦ ἀστέρος Σ (Σχ. 15) ὀρθὴ ἀναφορὰ εἶναι ἡ διέδροσ γωνία γΠΠ'Σ, ἣτις 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 κλπ. ἀπὸ 0° μέχρι 360° ἢ συνηθέστερον εἰς ὥρας κ.λ.π. ἀπὸ 0 ὦρ. μέχρις 24 ὥρῶν (§ 24β'), παρίσταται δὲ διὰ τοῦ γράμματος α.

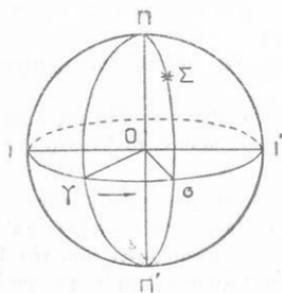
Εἶναι φανερὸν ὅτι ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ ἐκάστου ἀστέρος οὐδόλως ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ τόπου, ἐφ' οὗ κεῖται ὁ παρατηρητής, οὐδὲ μεταβάλλεται μετὰ τοῦ χρόνου, διότι ἡ ἀρχὴ γ ὡς σημεῖον τῆς οὐροσφαίρας κινεῖται κατὰ τοὺς αὐτοὺς καὶ οἱ ἀστέρες νόμους (§ 16).

Κατὰ ταῦτα ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ εἶναι δι' ἕκαστον ἀστέρα σταθερά (1).

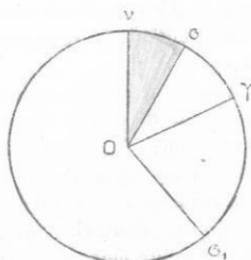
Διὰ τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς ἀστέρος τινὸς καθορίζεται ὁ ὠριαῖος τοῦ ἀστέρος τούτου. Ἴνα δὲ καθορισθῇ τελείως ἡ θέσις αὐτοῦ ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαίρας χρειάζεται καὶ ἕτερα αὐτοῦ συντεταγμένη. Ὡς τοιαύτη δὲ λαμβάνεται ἡ ἀπόκλισις αὐτοῦ (§ 24α'), δι' ἧς καθορίζεται καὶ ὁ παράλληλος τοῦ ἀστέρος τούτου, ὁ δὲ ἀστήρ εὐρίσκεται εἰς τὴν τομὴν τῶν εἰρημένων περιφερειῶν.

Ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ καὶ ἡ ἀπόκλισις λέγονται *οὐρανογραφικαὶ συντεταγμένα*. Εἶναι δέ, ὡς εἴπομεν (§ 24α', 26), ἀμφοτέραι σταθεραὶ συντεταγμένα διὰ τοὺς πλείστους τῶν ἀστέρων.

§ 27. Σχέσεις ὀρθῆς ἀναφορᾶς, ὠριαίας γωνίας ἀστέρος καὶ ἀστρικοῦ χρόνου. — α'. Ἐστω Ο (Σχ. 16) ὁ



(Σχ. 15)



(Σχ. 16)

οὐρ. ἰσημερινός, Ον ἡ τομὴ αὐτοῦ ὑπὸ τοῦ ὠριαίου τοῦ νότου τόπου τινός, Οσ ἡ κατὰ τινα στιγμὴν τομὴ αὐτοῦ ὑπὸ τοῦ ὠριαίου ἀστέρος τινός Σ καὶ γ τὸ ἑαρινὸν ἰσημερινὸν σημείον. Εἶναι φανερόν ὅτι διὰ τὸν ἀστέρα Σ εἶναι  $\nu\sigma = H$  καὶ  $\gamma\sigma = \alpha$  ἔτι δὲ  $\gamma\nu = X$  (ἀστρ. χρόν.) Ἐπειδὴ δὲ  $\gamma\nu = \nu\sigma + \sigma\gamma$ , ἔπεται ὅτι:  $X = H + \alpha$  (1) Νοήσωμεν ἤδη ἕτερον ἀστέρα Σ<sub>1</sub>, οὗ ὁ ὠριαῖος τέμνει τὸν ἰσημερινὸν κατὰ τὴν Οσ<sub>1</sub>. Δι' αὐτὸν εἶναι  $\nu\gamma\sigma_1 = H$ ,  $\gamma\nu\sigma_1 = \alpha$  καὶ ἐπομένως  $\sigma_1\gamma = 24$  ὥρ.- $\alpha$ . Ἐπειδὴ δὲ  $\nu\gamma\sigma_1 = \nu\gamma + \gamma\sigma_1$ , ἔπεται ὅτι:  $H = X + 24$  ὥρ.- $\alpha$ , ὅθεν προκύπτει ἡ ἰσότης:

$$X + 24 \text{ ὥρ.} = H + \alpha. \quad (2).$$

Ἄρα: Τὸ ἀθροισμα τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς ἀστέρος καὶ τῆς ὠριαίας αὐτοῦ γωνίας κατὰ τινα στιγμὴν ἰσοῦται πρὸς τὴν

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

κατά την στιγμήν ταύτην αστικήν ὥραν ἢ ὑπερβαίνει αὐτήν  
κατὰ 24 ὥρας.

β'. Καθ' ἣν στιγμήν ἀστήρ τις μεσουρανεῖ ἄνω, ἔχει  $H=0$  καὶ  
ἐπομένως ἡ ἰσότης (1) διὰ τὴν στιγμήν ταύτην γίνεται:  $X=a$ , ἥτοι:

**Καθ' ἣν στιγμήν ἀστήρ τις μεσουρανεῖ ἄνω ἐν τινι τόπῳ  
ἢ ἀστρική ὥρα ἐν αὐτῷ ἰσοῦται πρὸς τὴν ὀρθὴν ἀναφορὰν τοῦ  
ἀστέρος τούτου.**

41) Πόση εἶναι ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ καὶ ἡ ἀπόκλισις ἑκατέ-  
ρου τῶν ἰσημερινῶν σημείων;

42) Πόση εἶναι ἡ ἀπόκλισις καὶ πόση ἡ πολικὴ ἀπόστασις ἑκατέρου τῶν  
πόλων τοῦ οὐρανοῦ;

43) Ἐῤῥεῖν τὴν πολικὴν ἀπόστασιν ἀστέρος, οὗ  $\delta=30^\circ$ .

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

45) Πόση εἶναι ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ ἀστέρος μεσουρανοῦντος ἄνω, καθ' ἣν  
στιγμὴν τὸ  $\gamma$  μεσουρανεῖ κάτω;

46) Καθ' ἣν στιγμήν τὸ  $\gamma$  ἀνατέλλει ἐν τινι τόπῳ μεσουρανεῖ ἄνω ἐν  
αὐτῷ ἀστήρ ἔχων  $P=90^\circ$ . Τίνες αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ ἀστέ-  
ρος τούτου;

47) Κατὰ ποίαν ἀστρικήν ὥραν ἀστήρ ἔχων  $a=8$  ὥρ. ἔχει  $H=3$  ὥρ.  
40π;

48) Κατὰ ποίαν ὥραν ἀστήρ ἔχων  $a=13$  ὥρ. 25π ἔχει  $H=16$  ὥρ.;

49) Πόση εἶναι ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ ἀστέρος μεσουρανοῦντος ἄνω ἐν Ἀθή-  
ναις τὴν 15 ὥρ. 20π 35δ;

50) Κατὰ ποίαν ἀστρικήν ὥραν μεσουρανεῖ ἄνω καὶ κατὰ ποίαν δύο  
ἀστήρ ἔχων ἀπόκλισιν  $0^\circ$  καὶ ἀνατέλλων τὴν 7 ὥρ. 24 π 30δ;

51) Ἀστήρ τις ἔχει  $a=8$  ὥρ. 15π. Πόση εἶναι ἡ ὠριαία γωνία αὐτοῦ,  
ὅταν  $X=2$  ὥρ. 40π;

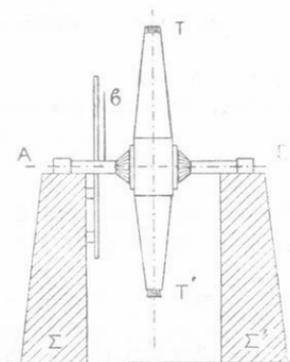
52) Ἀστέρος μεσουρανοῦντος ἄνω ἐν τινι τόπῳ τὴν 18 ὥρ. 10π 42δ ἡ πολ-  
ικὴ ἀπόστασις εἶναι  $12^\circ 0' 40''$ . Τίνες αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι  
αὐτοῦ;

**§ 28. Μεσημβρινὸν Τηλεσκόπιον.**—Ὁὗτω καλεῖται  
ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον  $TT'$  (Σχ. 17), οὗτινος ὁ ὀπτικὸς  
ἄξων στρέφεται περὶ ἕτερον ἄξονα  $AB$ , ὅστις εἶναι κάθετος ἐπ'  
ἐκεῖνον, ὀριζόντιος καὶ κάθετος ἐπὶ τὸν μεσημβρινόν· στηρίζεται δὲ  
ὁ ὀριζόντιος οὗτος ἄξων  $AB$  ἐπὶ δύο ἀκλονήτων κατακορῦφων στύλων  
 $\Sigma$  καὶ  $\Sigma'$ . Ἐνεκα τῆς τοιαύτης τοῦ ὀργάνου τούτου διατάξεως ὁ  
ὀπτικὸς ἄξων αὐτοῦ κινεῖται πάντοτε ἐπὶ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου,  
ἐν ᾧ ἴσταται καὶ γράφει αὐτὸν κατὰ τὴν περὶ τὸν ὀριζόντιον ἄξονα  
 $AB$  περιστροφὴν του.

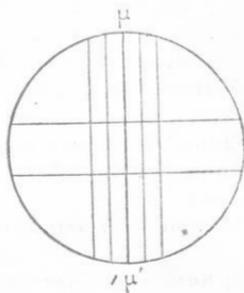
Ὁ ἄξων  $AB$  διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου κατακορῦφου κύκλου,

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 βελὸν β, ἧς τὸ κινητὸν ἄκρον διατρέχει τὴν εἰς μοίρας κλπ. διηρημένην 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. 18). Τούτων τὸ μεσαῖον



(Σχ. 17)



(Σχ. 18)

μμ' κεῖται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ μεσημβρινοῦ καὶ καλεῖται διὰ τούτου **μεσημβρινὸν νῆμα**. Ἴνα μετ' ἀκριβείας ὁρισθῇ ἡ στιγμή, καθ' ἣν ἄστὴρ τις διέρχεται διὰ τοῦ μεσημβρινοῦ σημειοῦνται αἱ ὥραι κατὰ τὰς διαβάσεις αὐτοῦ πρὸ ἐκάστου τῶν πέντε καθέτων νημάτων καὶ λαμβάνεται ὁ μέσος ὄρος αὐτῶν.

ΣΗΜ. Ἐὰν ἄστὴρ τις παρουσιάξῃ αἰσθητὸν δίσκον (Ἥλιος, Σελήνη, πλανῆται τινες) εὐρίσκομεν τὴν ὥραν τῆς διὰ τίνος νήματος διαβάσεως τοῦ κέντρου αὐτοῦ σημειοῦντες τὴν ὥραν κατὰ τὰς δύο ἐπαφάς τοῦ δίσκου τούτου μετὰ τοῦ αὐτοῦ νήματος καὶ λαμβάνοντες τὸν μέσον ὄρον τῶν ὥρῶν τούτων.

**§ 29. Διεύθυνσις τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου.** — Διὰ τοῦ μεσημβρινοῦ τηλεσκοπίου δυνάμεθα νὰ ὁρίσωμεν τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου ὡς ἀκολούθως. Ὁρίζομεν πρῶτον ἐφ' ἀπαξ τὴν διάμετρον τοῦ κύκλου τοῦ ὄργάνου, ἧτις συμπίπτει μετὰ τῆς κατακορύφου ΤΖ (Σχ. 19) τοῦ τόπρου. Εἶτα στρέφομεν τὸ μ. τηλεσκόπιον πρὸς ἀεφανῆ τινα ἄστέρᾳ μεσουρανοῦντα ἄνω καὶ μετροῦμεν οὕτω τὴν ζενιθίαν αὐτοῦ ἀπόστασιν ΖΣ=Ζ<sub>1</sub>. Μετὰ 12 ὥρας ὁ αὐτὸς ἄστὴρ μεσουρανεῖ κάτω ἐν τῇ θέσει Σ' στρέφοντες δὲ καὶ αὐθις πρὸς αὐτὸν τὸ μ. τηλεσκόπιον μετροῦμεν τὴν κατὰ τὴν στιγ-

μὴν ἐκείνην ζενιθίαν ἀπόστασιν  $Z\Sigma' = z_2$ . Ἦδη παρατηροῦμεν ὅτι:

$$Z\pi = Z\Sigma + \Sigma\pi \text{ καὶ } Z\pi = Z\Sigma' - \Sigma'\pi \quad (1)$$

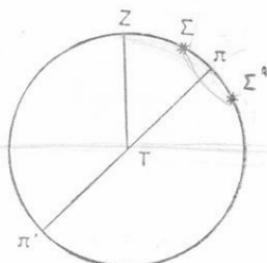
( $\pi$  ὄντος τοῦ  $\delta$ . πόλου)

Ἐπειδὴ  $\pi\Sigma = \Sigma'\pi$ , προσθέτοντες κατὰ μέλη τὰς ἰσότητας (1)

$$\text{εὐρίσκομεν } 2(Z\pi) = Z\Sigma + Z\Sigma' = z_1 + z_2 \quad \text{Ὄθεν } (Z\pi) = \frac{z_1 + z_2}{2} \quad (2)$$

Ἐὰν λοιπὸν στρέψωμεν τὸ  $\mu$ . τηλεσκόπιον, μέχρις οὗ ὁ ὀπτικὸς αὐτοῦ ἄξων σχηματίζῃ μετὰ τῆς κατακορύφου γωνίαν ἴσην πρὸς  $\frac{z_1 + z_2}{2}$

ἢ διεύθυνσις τοῦ ὀπτικοῦ τούτου ἄξωνος συμπίπτει προφανῶς μετὰ ἄξωνος τοῦ κόσμου. Ἡ δὲ ἀκτίς τοῦ κύκλου, ἐφ' ἧς κείται ἡ βελόνη  $\delta$ , ὅταν τὸ τηλεσκόπιον ἔχη τὴν προειρημένην θέσιν, παράλληλος οὔσα τῷ ὀπτικῷ ἄξωνι τῆς διόπτρας ἔχει προφανῶς τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξωνος τοῦ κόσμου.



(Σχ. 19)

### § 30. 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 ἄξωνα ἀναγινώσκομεν ἐν τῷ κύκλῳ τοῦ ὄργανου τὴν κοίλην γωνίαν, ἣν σχηματίζει ἡ βελόνη  $\delta$  μετὰ τῆς πρὸς τὸν βόρειον πόλον διευθυνομένης ἀκτίδος τοῦ ὄργανου. Ἐπειδὴ ἡ οὕτως ἀναγνώσθεισα γωνία ἰσοῦται τῇ πολικῇ ἀποστάσει  $P$  τοῦ ἀστέρος, ἡ ἀπόλιξις αὐτοῦ θὰ εἶναι  $90^\circ - P$ .

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, ἥτοι καθ' ἣν στιγμὴν οὗτος μεσουρανεῖ ἄνω. Ὁ χρόνος οὗτος ἰσοῦται τῇ ὀρθῇ ἀναφορᾷ αὐτοῦ, ὡς ἤδη ἐμάθομεν (§ 27 β').

Ἀσκήσεις : 53) Ἀστὴρ τις ἔχων  $P = 90^\circ$  ἀνατέλλει τὴν 3 ὥρ. 20π ἐν τινὶ τόπῳ. Τίνες αἱ οὐρανογραφικαὶ αὐτοῦ συντεταγμένα;

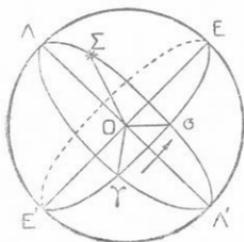
54) Ἀστὴρ τις ἔχων  $a = 2$  ὥρ. 12π. 35δ δίδει τὴν 8 ὥρ. Πόση εἶναι ἡ πολικὴ αὐτοῦ ἀπόστασις;

55) Ἀστὴρ τις ἀνατέλλει ἐν τινὶ τόπῳ τὴν 2 ὥρ. καὶ δίδει ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ τὴν 12 ὥρ. Πόση εἶναι ἡ ὀρθῇ ἀναφορὰ αὐτοῦ;

### § 31. Ἐκλειπτικαὶ συντεταγμένα. —α'). Ἡ διέδροσ

γωνία, ἣν σχηματίζει ὁ κύκλος πλάτους τοῦ σημείου  $\gamma$  μετὰ τοῦ κύκλου πλάτους ἀστέρος τινὸς καλεῖται μῆκος τοῦ ἀστέρος τούτου. Οὕτω τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$  (Σχ. 20) μῆκος εἶναι ἡ διέδρος γωνία  $\gamma\Lambda\Lambda'\Sigma$ , ἥς μέτρον ἡ ἀντίστοιχος ἐπίπεδος γωνία  $\gamma\text{Ο}\sigma$  ἢ τὸ τῆς ἐκλειπτικῆς τόξον  $\gamma\sigma$ .

Τὸ μῆκος μετρεῖται ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς ἀπὸ τοῦ  $\gamma$  κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν καὶ ἀπὸ  $0^\circ$  μέχρι  $360^\circ$  ἢ συνηθέστερον ἀπὸ 0 μέχρις 24 ὥρων, παρίσταται διὰ τοῦ γραμματος  $\lambda$ .



(Σχ. 20)

β') Καλεῖται πλάτος ἀστέρος ἡ γωνία, ἣν σχηματίζει ἡ δι' αὐτοῦ διερχομένη ἀκτὴς τῆς σφαιρας μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐκλειπτικῆς. Τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$  π. χ. (Σχ. 20) πλάτος εἶναι ἡ γωνία  $\Sigma\text{Ο}\sigma$ , ἥς μέτρον εἶναι τὸ τόξον  $\sigma\sigma$  τοῦ κύκλου πλάτους τοῦ ἀστέρος.

Τὸ πλάτος μετρεῖται ἐπὶ τοῦ κύκλου πλάτους ἐκάστου ἀστέρος ἀπὸ τῆς ἐκλειπτικῆς θετικῶς μὲν πρὸς τὸν βόρειον ἀρνητικῶς δὲ πρὸς τὸν νότιον πόλον αὐτῆς καὶ ἀπολύτως ἀπὸ  $0^\circ$  μέχρις  $90^\circ$ , παρίσταται δὲ διὰ τοῦ γραμματος  $\beta$ .

Τὸ μῆκος καὶ τὸ πλάτος καλοῦνται *ἐκλειπτικαὶ συντεταγμέναι*.

Διὰ τῶν ἐκλειπτικῶν συντεταγμένων ἀστέρος τινὸς προσδιορίζεται ἡ θέσις αὐτοῦ ἐπὶ τῆς σφαιρας. 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 ἀστήρ εὐρίσκεται εἰς τὴν τομὴν τῶν περιφερειῶν τούτων.

**Ἀσκήσεις.** 56) Τίνες αἱ ἐκλειπτικαὶ συντεταγμέναι ἐκατέρου τῶν ἰσημερινῶν σημείων;

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

58) Τίς ὁ γεωμ. τόπος τῶν σημείων τῆς σφαιρας, ὧν τὸ μῆκος εἶναι 12 ὥραι;

59) Τίς ὁ γεωμ. τόπος τῶν σημείων τῆς σφαιρας ὧν τὸ πλάτος εἶναι  $28^\circ$ ;

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

### ΟΙ ΚΥΡΙΩΤΕΡΟΙ ΑΣΤΕΡΙΣΜΟΙ

§ 32. **Διάκρισις τῶν ἀστέρων εἰς διάφορα μεγέθη.** Ἐμάθομεν ἤδη (§ 4) ὅτι οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες εἶναι σώματα αὐτόφωτα καὶ τὰς αὐτὰς τηροῦσιν 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 ἕξ πρώτων μεγεθῶν ἀστέρες κατανέμονται ὡς ἀκολουθῶς :

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

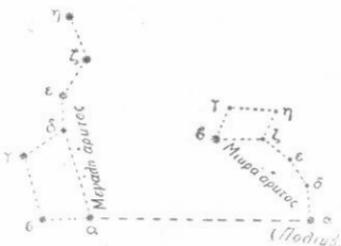
Κατὰ ταῦτα οἱ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ ὄρατοὶ ἀστέρες ἀνέρχονται εἰς 6000 περίπου καθ' ἅπασαν τὴν οὐράνιον σφαιραν. Οἱ δὲ διὰ τηλεσκοπίου ὁρώμενοι ἀστέρες ὑπερβαίνουνσι τὰ τριάκοντα ἑκατομμύρια.

§ 33. **Ἀστερισμοί.** Πρὸς εὐκόλον ἀναγνώρισιν τῶν ἀπλανῶν ἀπὸ τῶν ἀρχαιοτάτων ἤδη χρόνων κατέταξαν αὐτοὺς εἰς διαφόρους ομάδας, ἃς ἐκάλεσαν **ἀστερισμούς**. Εἰς ἕκαστον ἀστερισμὸν ἐδόθη τὸ ὄνομα μυθολογικοῦ τινὸς συνήθως ἀνθρώπου ἢ ζῴου ἢ ἀντικειμένου τινός. Οἱ τὴν σήμερον καθωρισμένοι ἀστερισμοὶ ἀνέρχονται εἰς 117, ὧν 48 εἶχον καθορισθῆ 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 σειρὰν. Ἐν τούτοις ἀστέρες τινὲς ἰδίᾳ ἐκ τῶν λαμπροτέρων ἔλαβον καὶ ἴδια ὀνόματα.

§ 34. **Διάφοροι ἀστερισμοί. (α' σειρά). Μεγάλη ἄρκτος.** Προσβλέποντες κατ' ἀνέφελόν τινα ἐσπέραν πρὸς βορρᾶν διακρίνομεν εὐκόλως λαμπρὸν τινα ἀστερισμὸν ἕξ ἑπτὰ ἀποτελούμενον ἀστέρων, ὧν οἱ 4 σχηματίζουσι τετράπλευρον οἱ δὲ λοιποὶ 3

τεθλασμένη γραμμὴν. Ὁ ἀστερισμὸς οὗτος καλεῖται **μεγάλη ἄρκτος** (Σχ. 21). 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 **οὐρά** τῆς ἄρκτου.

**Μικρὰ ἄρκτος.** Ἐπὶ τῆς εὐθείας (1) βα τῆς μεγάλης ἄρκτου καὶ εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ α πενταπλασίαν περίπου ταύτης κείται ὁ πολικὸς ἀστὴρ (§ 16), ὅστις εἶναι 2ου μεγέθους. Οὗτος εἶναι ὁ α τῆς **μικρᾶς ἄρκτου** (Σχ. 21), 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. 21)

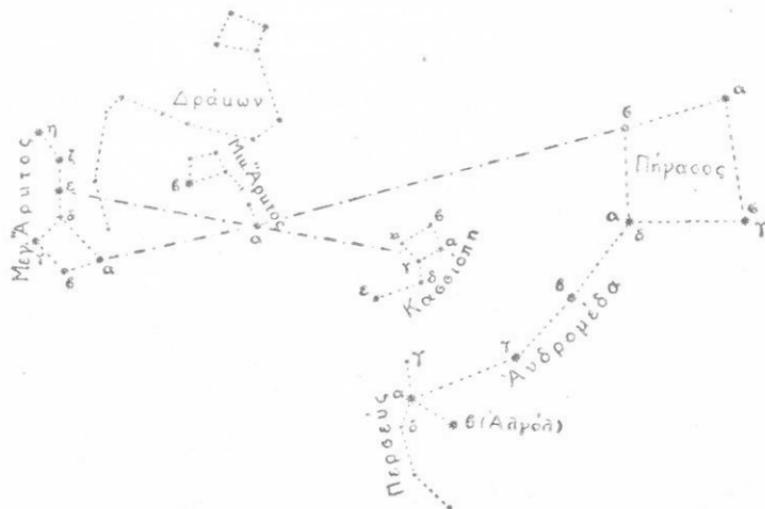
**Δράκων.** — **Κασσιόπη.** Μεταξὺ τῆς μεγάλης καὶ μικρᾶς ἄρκτου ἄρχεται ὀφιοειδῆς ἀμυδρῶν ἀστέρων σειρὰ εἰς μικρὸν περατομένη τετράπλευρον. Οἱ ἀστέρες οὗτοι ἀποτελοῦσι τὸν ἀστερισμὸν τοῦ **Δράκοντος** (Σχ. 22). Ἐπὶ τῆς εὐθείας, ἣτις συνδέει τὸν ε τῆς μεγάλης ἄρκτου καὶ τὸν πολικὸν ἀστὴρα, ἀνευρίσκομεν τὴν **Κασσιόπην** (Σχ. 22). Ὁ ἀστερισμὸς οὗτος ἀποτελεῖται ἐκ 5 ἀστέρων 3ου μεγέθους σχηματιζόντων ἀνοικτὸν Μ, μετὰ τινος δὲ ἀμυδρότερου κ ἀποτελούντων κἀθίσιμα.

**Πηγᾶσος.** — **Ἀνδρομέδα** — **Περσεύς.** — Ἐπὶ τῆς γραμμῆς βα τῆς μεγάλης ἄρκτου καὶ πέραν τοῦ πολικοῦ ἀστέρος ἀνευρίσκομεν τὸ τετράγωνον τοῦ **Πηγᾶσου** ἐκ 4 ἀστέρων 2ου μεγέθους ἀποτελούμενον. Ὁ τέταρτος τούτων δ εἶναι ὁ α τῆς **Ἀνδρομέδας**, ἧς οἱ ἀστέρες β καὶ γ (2ου μεγέθους) κείνται ἐπὶ τῆς προεκτάσεως περίπου τῆς διαγωνίου αδ τοῦ τετραγώνου τοῦ Πηγᾶσου. Ἐπὶ τῆς αὐτῆς δὲ περίπου γραμμῆς αδ κείται καὶ ὁ 2ου μεγέθους ἀστὴρ α τοῦ **Περσεύς**. Ὁ Πηγᾶσος, ἡ Ἀνδρομέδα καὶ ὁ α τοῦ Περσεύς ἀποτελοῦσι σχῆμα ὅμοιον πρὸς τὸ τῆς μεγάλης ἄρκτου, ἀλλὰ μεγαλύτερον ἐκείνου.

ΣΗΜ. Ἐγγύτατα τῶν δ καὶ τοῦ γ τοῦ Πηγᾶσου διέρχεται ὁ κόλουρος τῶν ἰσημερινῶν.

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

Ἐκατέρωθεν τοῦ α τοῦ Περσέως διακρίνονται δύο ἀμυδρότεροι ἀστέρες γ καὶ δ ἀποτελοῦντες μετὰ τοῦ α τόξον. Πρὸς τὸ κυρτὸν τοῦ



(Σχ. 22).

τόξου τούτου κεῖται ὁ ὑπὸ τὸ ὄνομα Ἄλγολ γνωστὸς ἀστὴρ β τοῦ Περσέως, ὅστις εἶναι ἀξιοσημείωτος ἕνεκα τῆς περιοδικῆς μεταβολῆς τῆς φαινομένης λαμπρότητος αὐτοῦ.

§ 35. **Διάφοροι Ἀστερισμοί.** — (β' σειρά). **Ἡνίοχος.** — **Ταῦρος.** — **Υἱάδες.** — **Πλειάδες.** — **Κριός.** — **Ἰχθύες.** Ἐπὶ τῆς γραμμῆς δα τῆς μεγάλης ἄρκτου ἀντιθέτως πρὸς τὴν οὐρὰν προεκτεινομένης ἀνευρίσκομεν τὸν Ἡνίοχον (Σχ. 23), ὅστις ἔχει σχῆμα πενταγώνου. Τούτου ὁ α εἶναι πρώτου μεγέθους καὶ καλεῖται **Αἰξ**.

Ἐπὶ τῆς αὐτῆς γραμμῆς καὶ πέραν τοῦ Ἡνίοχου κεῖται ὁ **Ταῦρος**, οὗ ὁ α εἶναι Iου μεγέθους καὶ καλεῖται **ὀφθαλμὸς τοῦ Ταύρου** ἢ **Δαμπαδίας** (aldébaram). Ὁ ἀστὴρ οὗτος ἀποτελεῖ μέρος καὶ μικρᾶς τινος ὁμάδος ἀστέρων γνωστῆς ὑπὸ τὸ ὄνομα **Υἱάδες**. Πέραν τοῦ Ταύρου πρὸς τὸν Πήγασον κεῖται ἕτερα ὁμάς ἀστέρων ἐγγύτατα ἀλλήλων καὶ γνωστῆ ὑπὸ τὸ ὄνομα **Πλειάδες** (κ. πούλια). Ἐπὶ τῆς γραμμῆς βα τοῦ Ἡνίοχου πέραν τοῦ Περσέως προεκτεινομένης ἀνευρίσκομεν τὸν **Κριόν**, οὗ οἱ κυριώτεροι ἀστέρες κεῖνται ἐπὶ τεσσάρων εὐθ. τμημάτων διατεθειμένων ἐν εἴδει κλίμακος. Πέραν τοῦ Κριοῦ ἐπὶ τῆς αὐτῆς γραμμῆς βα τοῦ Ἡνίοχου κεῖται ὁ

ἀστερισμὸς τῶν Ἰχθύων, ὅστις ἀποτελεῖται ἐκ σειρᾶς ἀμυδρῶν ἀστέ-



(Σχ. 23).

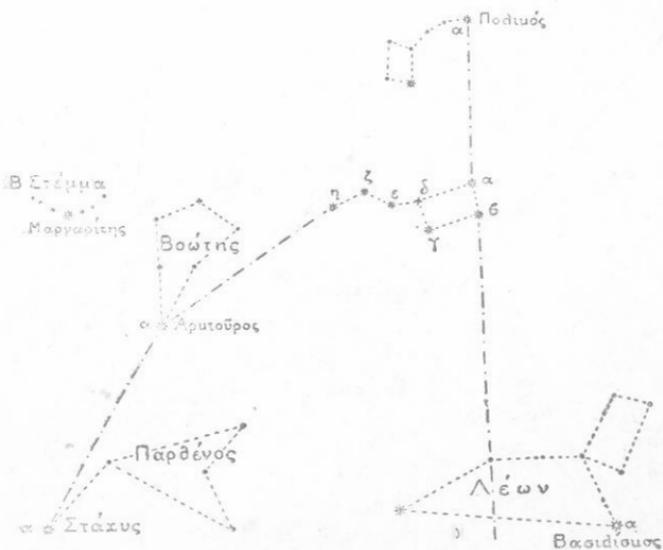
ρων ἐκτεινομένης ὑπὸ τὸν Κριὸν καὶ Πήγασον σχεδὸν παραλλήλως πρὸς τὸν Ἰσημερινόν.

**Ἐβρίων.—Μέγας κύνων.**—Ἐπὶ τῆς ἐκ τοῦ Πολικοῦ ἀστέρος διὰ μέσου τοῦ Ἡνίοχου ἀγομένης εὐθείας ἀνευρίσκομεν τὸν

**Ὠρίωνα**, ὅστις εἶναι ὁ λαμπρότερος ἀστερισμὸς τοῦ οὐρανοῦ. Οἱ ἀστέρες α, β, γ, χ αὐτοῦ σχηματίζουνσι τετράπλευρον ἐντὸς τοῦ ὁποίου εὐρίσκονται ἐπ' εὐθείας τρεῖς ἀστέρες δ, ε, ζ, 2ου μεγέθους καλούμενοι *τρεῖς Βασιλεῖς* ἢ *τρεῖς μάγοι* ἢ δὲ εὐθεῖα αὐτῶν καλεῖται *Τελαμῶν τοῦ Ὠρίωνος*. Οἱ ἀστέρες α καὶ β εἶναι 1ου μεγέθους καὶ καλοῦνται ὁ μὲν α Βέτελγευσε, ὁ δὲ β Rigel· ὁ γ εἶναι 2ου μεγέθους καὶ καλεῖται Bellatrix.

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*



(Σχ. 24)

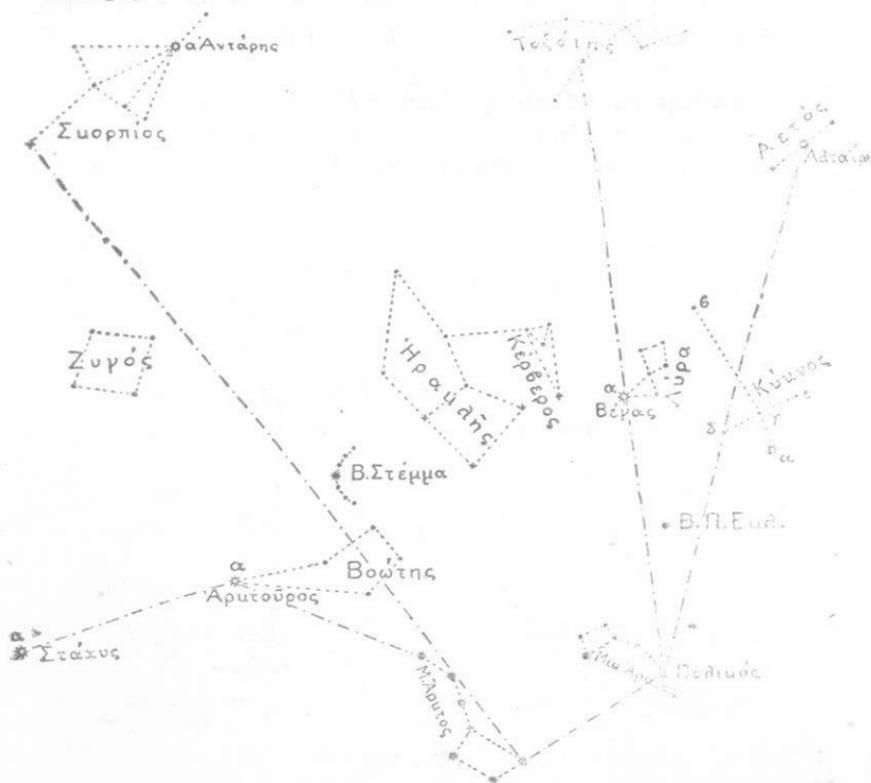
(2ου μεγέθους). Πλησίον τῶν Διδύμων καὶ ἐπὶ τῆς προεκβολῆς τῆς ἀπὸ τοῦ πολικοῦ ἀστέρος πρὸς τὸν Πολυδεύκην ἀγομένης εὐθείας κεῖται ὁ **Προκύων** ἀστήρ 1ου μεγέθους ἀνήκων εἰς τὸν μικρὸν κύνα.

§ 36. **Διάφοροι ἀστερισμοί.** (γ' σειρά).—**Λέων.**—

ΣΗΜ. Ὁ δ τοῦ Ὠρίωνος κεῖται ἐπὶ τοῦ ἰσημεριοῦ.

Ἐπὶ τῆς εὐθείας δα τῆς μεγάλης ἄρκτου ἀντιθέτως πρὸς τὸν πολικὸν ἀστέρα προεκτεινομένης κείται ὁ **Δέων** (Σχ. 24), οὗ οἱ κυριώτεροι ἀστέρες ἀποτελοῦσι τραπέζιον. Ὁ λαμπρότερος αὐτῶν **Βασιλικός** καλούμενος εἶναι 1ου μεγέθους.

**Βωώτης.**—**Βόρειον Στέμμα.**—**Παρθένος.**— Ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τῆς γραμμῆς ζῆ τῆς μεγάλης ἄρκτου κείται ὁ **Ἀρκτοῦρος** (αἱ 1<sup>η</sup> μεγέθους) κατέχων κορυφὴν τινα τοῦ πενταγώνου, ὅπερ



(Σχ. 25)

ἀποτελεῖ τὸν ἀστερισμὸν τοῦ **Βωώτου**. Πλησίον τοῦ Βωώτου κείται ὁμῶς 7 ἀστέρων τεταγμένων ἐπὶ ἡμιπεριφερείᾳ· 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 ἄρκτούρου, κεί-

ται ὁ **Στάχυς** (1ου μεγέθους) ἀνήκων εἰς τὸν ἀστερισμὸν τῆς **Παρθένου** (Σχ. 24).

§ **37. Διάφοροι ἀστερισμοί.** (δ' σειρά). **Σκορπίος.** — **Ζυγός.** — **Τοξότης.** — Ἡ γραμμὴ αζ τῆς μεγάλης ἄρκτου προεκτεινομένη πέραν τῆς οὐράς αὐτῆς διέρχεται δι' εὐδιακρίτου τινὸς ἀστερισμοῦ τοῦ **Σκορπίου** (Σχ. 25), οὗ ὁ α εἶναι ἀστὴρ ἐρυθρὸς 1ου μεγέθους καὶ καλεῖται **Ἀντάρης**.

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

**Λύρα.** — **Ἡρακλῆς.** — **Κέρβερος.** — **Κύννος.** — **Ἄετός.**

Παρὰ τὴν ἐκ τοῦ πολικοῦ ἀστέρος πρὸς τὸν Τοξότην ἀγομένην εὐθείαν 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 Βοῦ. Στέμματος κεῖται ὁ λίαν εὐρύς ἀστερισμὸς τοῦ **Ἡρακλέους**, οὗ οἱ κυριώτεροι ἀστέρες εἶναι τρίτου μεγέθους καὶ ἀποτελοῦσιν ἕν ἰσοσκελὲς τραπέζιον κείμενον ὑπὸ τὴν κεφαλὴν τοῦ Δράκοντος καὶ ἕν εὐρύτεραν πεντάγωνον πρὸς νότον τοῦ εἰρημένου τραπέζιον κείμενον καὶ συναπτόμενον μετὰ τῆς μικροτέρας τούτου βάσεως. Μεταξὺ τοῦ Ἡρακλέους καὶ τῆς Λύρας κεῖται ὁ **Κέρβερος**, οὗ οἱ κυριώτεροι ἀστέρες ἀποτελοῦσιν ἰσοσκελὲς τρίγωνον, ὃπερ ἔχει τὴν κορυφὴν του πρὸς τὴν κεφαλὴν τοῦ Δράκοντος. Πρὸς ἀνατολὰς τῆς **Λύρας** καὶ εἰς θέσιν συμμετρικὴν περιῖπου τῶν Διδύμων πρὸς τὸν Πολικὸν κεῖται ὁ **Κύννος**, 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 Κύννου καὶ ὃπερ κεῖται πρὸς ὁ μέρος τῆς ὑπὸ τῶν εἰρημένων κορυφῶν ὀριζομένης πλευρᾶς κεῖται ὁ **Δράκων**. Πλησίον τῆς γ' κορυφῆς τούτου κεῖται ὁ β. πόλος τῆς Ἐκλειπτικῆς.

Ἐπὶ τῆς ἐκ τοῦ πολικοῦ διὰ τοῦ δ τοῦ Κύννου ἀγομένης εὐθείας κεῖται ἀστὴρ 1ου μεγέθους ὁ **Ἀλταῖρ** ἀνήκων εἰς τὸν **Ἄετόν**, οὗ οἱ ἀμυδρότεροι ἀστέρες ἐκατέρωθεν τοῦ Ἀλταῖρ κείμενοι ἀποτελοῦσι μετ' αὐτοῦ εὐθείαν γραμμὴν.

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

<i>Αἴξ</i> (α Ἡνιόχου)	<i>Βασιλίσκος</i> (α Λέοντος)
<i>Δαμπαδίας</i> (α Ταύρου)	<i>Ἄρκτουρος</i> (α Βοώτου)
<i>Bételgeuse</i> (α Ὠρίωνος)	<i>Στάχυς</i> (α Παρθένου)
<i>Rigel</i> (β Ὠρίωνος)	<i>Ἀντάρης</i> (α Σκορπίου)
<i>Σείριος</i> (α μεγ. κυνός)	<i>Βέγας</i> (α Λύρα)
<i>Πολυδεύκης</i> (β Διδύμων)	<i>Ἄλταρ</i> (α Ἄετος)
<i>Προκύων</i> (α μικρ. κυνός)	α Κύκνου

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

*Ἄχερνάν* (α Ἡριδανῶ), α τοῦ νοτίου Σταυροῦ, *Canopus* (α τῆς Νηὸς ἢ Ἀργοῦς), α καὶ β τοῦ Κενταύρου.

# ΒΙΒΛΙΟΝ Β΄.

## Η ΓΗ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

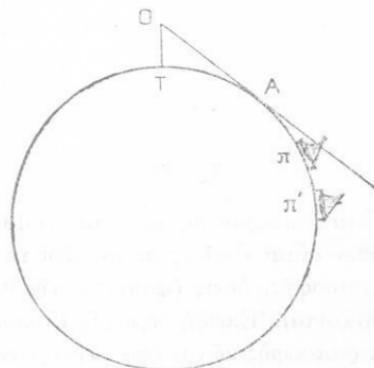
#### ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

§ 39. 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 οἰωνδῆποτε σημείων αὐτῆς θὰ ἐφαίνοντο κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν οἱ αὐτοὶ ἀστέρες, ὅπερ δὲν συμβαίνει.

2ον. Ἰστάμενοι ἐπὶ τινος ἀκτῆς καὶ παρατηροῦντες πλοῖον τι ἀπομακρυνόμενον αὐτῆς βλέπομεν ὅτι ἀποκρύπτεται κατ' ἀρχὰς τὸ σκάφος, εἶτα τὰ ἀνώτερα μέρη αὐτοῦ καὶ τέλος αἱ κορυφαὶ τῶν ἰστών, 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 A (Σχ. 26), καθ' ὃ ἡ ὀπτική ἀκτὶς OA ἐφάπτεται τῆς θαλάσσης, φαίνεται ὁλόκληρον, εὐθὺς δὲ ὡς ὑπερέβη τοῦτο, ὀφείλει βαθμιαίως καὶ ἐκ τῶν κατωτέρων μερῶν νὰ ἐξαφανίζηται ἀποκρυπτόμενον ὑπὸ τῆς κυρτότητος τῆς θαλάσσης. Ἐπειδὴ δὲ καὶ εἰς ἀναπεπταμένας πεδιῖδας ἀνάλογα παρατηροῦνται φαινόμενα, συμπεραίνομεν ὅτι καὶ ἡ χέρσος, μὴ λαμβανομένην ὑπ' ὄψιν τῶν ἀνωμαλιῶν τοῦ ἐδάφους, εἶναι κυρτή.

3ον. Οἱ διάφοροι τῆς Γῆς περίπλοι ἀποδεικνύουσιν ἐπίσης τὸ κυρτὸν τῆς Γῆς. Τὸν πρῶτον τῆς Γῆς περίπλου ἐπεχείρησεν ὁ Πορτογάλλος Magellan, ὅστις ἀνεχώρησε πλέων πρὸς δυσμὰς τὴν 2. Σεπτεμβρίου

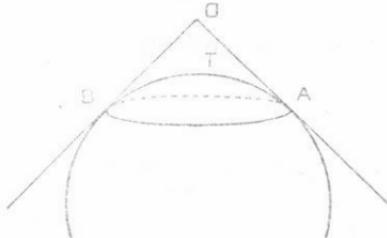


(Σχ. 26).

1519 ἐκ Sain-Lucar τῶν Γαδεΐρων. Συναντήσας τὴν Ἀμερικὴν περιέπλευσεν αὐτὴν καὶ διελθὼν διὰ τοῦ φερωνύμου πορθμοῦ εἰσῆλθεν εἰς τὸν Μέγαν Εἰρηνικὸν Ὠκεανὸν καὶ ἔφθασε μέχρι τῶν Φιλιππίνων νήσων, ἔνθα ἐφονεύθη ὑπὸ τῶν ἰθαγενῶν. Οἱ ὁπαδοὶ αὐτοῦ ὑπὸ τὴν ἀρχηγίαν τοῦ Σεβαστιανοῦ Κάννου ἐξηκολούθησαν πρὸς δυσμὰς τὸν πλοῦν 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 γείνη καὶ ἐντὸς 60 ἡμερῶν ἢ καὶ εἰς μικρότερον ἔτι χρόνον, ἐὰν χρησιμοποιηθῶσι καὶ ἀεροπλάνα.

Τὸν Αὐγούστον τοῦ 1929 τὸ γερμανικὸν ἀερόπλοιον «Κόμης Ζέλπελιν» ἐξετέλεσε τὸν γύρον τῆς Γῆς εἰς 20 περίπου ἡμέρας ἰπτάμενον ἐπὶ 12 ἡμέρας καὶ 14,5 ὥρας.

§ 40. Σφαιροειδὲς τῆς Γῆς. — Ἐὰν παρατηρητὴς



(Σχ. 27)

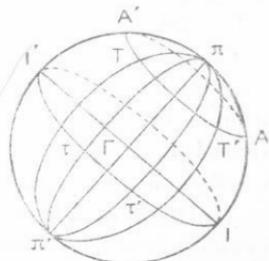
ἀνέλθῃ εἰς ὕψος τι  $TO$  (Σχ. 27) ὑπὲρ τὴν θάλασσαν καὶ μετρήσῃ διὰ καταλλήλου ὄργανου τὴν γωνία  $TOA$ , ἣν σχηματίζει ἡ κατακόρυφος  $TO$  μετὰ τινος ὀπτικῆς ἀκτίνος  $OA$  ἐφαπτομένης τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης, θέλει παρατηρήσει ὅτι τὸ μέγεθος αὐτῆς

εἶναι σταθερὸν δι' ὅλας τὰς τοιαύτας ὀπτικὰς ἀκτίνες. Αἱ ὀπτικαὶ ὄθεν αὗται ἀκτίνες ἀποτελοῦσι τὴν κυρτὴν ἐπιφάνειαν κώνου ἐκ περιστροφῆς, ὅστις ἐφάπτεται τῆς θαλάσσης κατὰ κύκλον (τὸν φυσικὸν ὀρίζοντα). Ἐπειδὴ δέ, ὡς ἡ Γεωμετρία διδάσκει, μόνον σφαίρας ὁ ἐκ περιστροφῆς κώνος ἐφάπτεται πανταχοῦ κατὰ κύκλον, συμπεραίνομεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τῆς θαλάσσης πρέπει νὰ εἶναι τοῦλάχιστον σφαιροειδῆς· ὁμοία δὲ εἶναι καὶ ἡ γῆ, ἔξαιρέσει τῶν ἀνωμαλιῶν τοῦ ἐδάφους, διότι παρατηρητὴς ἐν μέσῳ εὐρείας πεδιάδος εὐρισκόμενος καὶ ὁμοίως ἐργαζόμενος εἰς τὸ αὐτὸ καταλήγει συμπέρασμα. Τὸ συμπέρασμα τοῦτο ἐπιβεβαιοῦται καὶ ὑπὸ τοῦ κυκλικοῦ σχήματος τῆς σκιάς τῆς Γῆς, ἣτις παρατηρεῖται ἐπὶ τοῦ δίσκου τῆς Σελήνης κατὰ τὰς ἐκλείψεις αὐτῆς. Ἡ Γῆ εἶναι λοιπὸν σφαιροειδῆς, αἱ δὲ ἀνωμαλίας τοῦ ἐδάφους δὲν ἀλλοιοῦσιν αἰσθητῶς τὸ σφαιροειδὲς αὐτῆς σχῆμα, ὡς αἱ ἀνωμαλίας τῆς ἐπιφανείας πορτοκαλλίου δὲν ἀλλοιοῦσι τὸ σχῆμα αὐτοῦ, διότι καὶ τὸ μέγιστον ὕψος τῶν ὀρέων

τῆς Γῆς (8840)μ.) εἶναι ἐλάχιστον παραβαλλόμενον πρὸς τὴν ἀκτίνα τῆς Γῆς (§ 9).

§ 41. **Τὸ μεμονωμένον καὶ πεπερασμένον τῆς Γῆς.**—Ἡ Γῆ εἶναι μεμονωμένη ἐν τῷ διαστήματι οὐδαμοῦ στηριζομένη. Πράγματι κατὰ τοὺς πολυπληθεῖς καὶ κατὰ διαφόρους διευθύνσεις γενομένους πλοῦς οὐδαμοῦ παρατηρήθησαν τοιαῦτα ὑποστηρίγματα. Ἄλλως τε καὶ ἂν ὑπῆρχον τοιαῦτα ὑποστηρίγματα, ὄφειλον καὶ ταῦτα νὰ στηρίζονται ἐπὶ ἄλλων καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς ἐπ' ἄπειρον, ὅπερ προφανῶς εἶναι ἄισοπον. Καὶ αὐτὴ δὲ ἡ ὑπὸ τὴν Γῆν κίνησις τῶν ἀστέρων (§ 16) θὰ παρεκωλύετο ὑπὸ τῶν τοιούτων ὑποστηριγμάτων, ἂν ὑπῆρχον.—Εἶναι δὲ ἡ Γῆ καὶ πεπερασμένη, ὡς ἀποδεικνύεται ἐκ τῶν κατὰ διαφόρους διευθύνσεις γενομένων περιπλῶν καὶ ἐκ τοῦ ὅτι αὕτη περιβάλλεται πανταχόθεν ὑπὸ τοῦ Οὐρανοῦ.

§ 42. **Πόλοι.**—**Ἄξων τῆς Γῆς.**—Ἡ διάμετρος τῆς Γῆς π' (Σχ. 28), ἣτις 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 ἐπιφάνειαν αὐτῆς καλοῦνται **πόλοι** τῆς Γῆς Ἐκάτερος τούτων ἀντιστοιχεῖ πρὸς τινὰ τῶν πόλων τοῦ οὐρανοῦ καὶ φέρει τὸ ὄνομα αὐτοῦ, ἥτοι ὁ μὲν π. καλεῖται **βόρειος** ὁ δὲ π' **νότιος** πόλος τῆς Γῆς.



(Σχ. 28)

§ 43. **Διάφοροι τῆς Γῆς κύκλοι.**—Ὁ μέγιστος κύκλος Π' (Σχ. 28) τῆς Γῆς, τοῦ ὁποῦ τοῦ ἐπίπεδον εἶναι κάθετον ἐπὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς, καλεῖται **γῆινος ἰσημερινός**. Ὁ γῆινος ἰσημερινός 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 **γῆινοὶ παράλληλοι**. Τοιοῦτος εἶναι ὁ κύκλος ΑΑ' (Σχ. 28).

Τὰ διὰ τῶν πόλων τῆς Γῆς διερχόμενα ἐπίπεδα καλοῦνται **μεσημβρινὰ ἐπίπεδα**. Αἱ δὲ γραμμαὶ, καθ' ἃς ἡ ἐπιφάνεια τῆς Γῆς τέμνεται ὑπὸ τῶν μεσημβρινῶν ἐπιπέδων, καλοῦνται **γῆινοὶ μεσημβρινοί**. Π. χ. αἱ γραμμαὶ πΤπ'Τ', ππ'τ'τ' (Σχ. 28) εἶναι γῆινοὶ μεσημβρινοί.

Ἐκαστος γῆινος μεσημβρινός διαιρεῖται ὑπὸ τοῦ ἄξονος τῆς Γῆς εἰς δύο ἡμίση. Ἐκάτερον τούτων λέγεται ἰδιαίτερος γῆινος μεση-

βρινός τῶν τόπων, οὗς περιέχει. Οὕτως ἡ γραμμὴ πΤπ' καλεῖται γήινος μεσημβρινός τοῦ τόπου Τ καὶ παντός ἄλλου σημείου αὐτῆς.

Εἰς τῶν γήινων μεσημβρινῶν λαμβάνεται κατὰ συνθήκην ὡς *πρῶτος* μεσημβρινός. Ἄλλοτε ἅπαντα τὰ ἔθνη ἐλάμβανον ὡς πρῶτον μεσημβρινόν τὸν διὰ τῆς νήσου Φέρου (τῆς δυτικωτέρας τῶν Καναριῶν νήσων) διερχόμενον. Ἐκ τινῶν ὅμως ἑτῶν τὰ πλεῖστα τῶν ἔθνῶν παρεδέχθησαν ὡς πρῶτον μεσημβρινόν 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' μεσημβρινός ὁ τοῦ Greenwich (1).

§ 44. Γεωγραφικαὶ συντεταγμέναι τόπου τινός.

— 1ον. Γεωγραφικὸν μῆκος τόπου. — Καλεῖται γεωγρ. μῆκος τόπου τινός ἢ διέδρος γωνία, ἣν σχηματίζει ὁ μεσημβρινός τοῦ τόπου τούτου μετὰ τοῦ πρώτου μεσημβρινοῦ. Οὕτω τοῦ τόπου Τ (Σχ. 29) γεωγρ. μῆκος εἶναι ἡ διέδρος γωνία Ιππ'Τ, ἧς μέτρον ἢ ἀνίστοιχος ἐπίπεδος γωνία ΙΟΑ ἢ τὸ τοῦ γήινου ἰσημερινοῦ τόξον ΙΑ. Τὸ γεωγρ. μῆκος μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ γήινου ἰσημερινοῦ καὶ ἀπὸ 0<sup>ο</sup> μέχρι 180<sup>ο</sup> ἢ ἀπὸ 0 ἕως 12 ὥρας ἀπὸ τοῦ πρώτου μεσημβρινοῦ πρὸς ἀνατολὰς καὶ πρὸς δυσμὰς αὐτοῦ. Καλεῖται 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 μέχρι 24 ὥρῶν. Οὕτω γ. μῆκος δυτικῶν μὲν καὶ μ<sup>ο</sup> (μ<sup>ο</sup> < 180<sup>ο</sup>) εἶναι κατὰ τὸν ἀστρονομικὸν τρόπον  $\frac{\mu^o}{15^o}$  ὥρῶν, ἐν ᾧ μῆκος ἀνατολικὸν μ<sup>ο</sup> εἶναι  $\frac{360^o - \mu^o}{15^o}$  ὥρῶν, κατὰ τὸν ἀστρ. τρόπον. Ἀντιστρόφως γ. μῆκος α ὥρῶν, ἐὰν μὲν α < 12, εἶναι δυτικὸν καὶ α ὥρῶν ἢ (15<sup>ο</sup> × α) μοιρῶν, ἐὰν δὲ α > 12, εἶναι ἀνατολικὸν καὶ (24 - α) ὥρῶν ἢ 15<sup>ο</sup> × (24 - α) μοιρῶν.

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

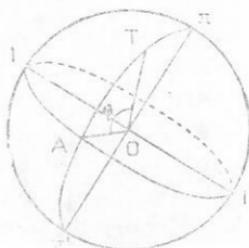
2ον. Γεωγραφικὸν πλάτος τόπου. — Καλεῖται γεωγραφικὸν πλάτος τόπου τινός ἢ γωνία, ἣν ἡ κατακόρυφος

(1) Διὰ τοῦ γεωγραφικοῦ χάρτιος πρὸ πάντων τοὺς σχολικοὺς λαμβάνεται ἔτι παρ' ἡμῶν ὡς α' μεσημβρινός ὁ τῆς Φέρου.

αὐτοῦ σχηματίζει μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἰσημερινοῦ. Οὕτω τοῦ τόπου T (Σχ. 29) γεωγρ. πλάτος εἶναι ἡ γωνία AOT, ἧς μέτρον τὸ τόξον AT τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ αὐτοῦ τόπου T.

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

Πάντες οἱ τόποι ἐκάστου 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 ἐπομένως καθορίζεται ὁ παράλληλος, ἐφ' οὗ ὁ τόπος οὗτος κεῖται. Τὸ γεωγρ. μῆκος καὶ τὸ γεωγρ. πλάτος ἐκάστου 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.



(Σχ. 29)

καὶ 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 γῆινου ἰσημερινοῦ:

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

62) Ὁ γῆινος μεσημβρινός τόπος τινὸς A καὶ ὁ πρῶτος μεσημβρινός κεῖνται ἐν τῷ αὐτῷ ἐπιπέδῳ ἀλλὰ δὲν συμπίπτουσι. Πόσον εἶναι τὸ γεωγρ. μῆκος τοῦ τόπου A;

63) Τόπος τις A ἔχει βόρειον γεωγρ. πλάτος 25°, ἕτερος δὲ τόπος B ἔχει νότιον γεωγρ. πλάτος 10°. Πόσας μοίρας ὁ δεύτερος τόπος κεῖται νοτιώτερον τοῦ πρώτου;

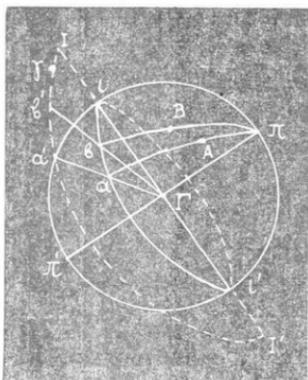
64) Ἐὰν τὸ γ. μῆκος τόπου τινὸς εἶναι 17 ὥρῶν, πρὸς ἀνατολὰς ἢ πρὸς δυσμὰς τοῦ α' μεσημβρινοῦ κεῖται οὗτος καὶ πόσας μοίρας;

**§ 45. Σχέσις μεταξὺ τῶν Γεωγρ. μῆκῶν δύο τόπων καὶ τῶν ἀστρικῶν χρόνων αὐτῶν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν.**—Ἐστω πικ' ὁ πρῶτος μεσημβρινός, πA ὁ γῆινος μεσημβρινός τόπου A καὶ πB' ὁ γῆινος μεσημβρινός ἑτέρου τόπου B. Ἐὰν κληθῇ M<sub>1</sub> τὸ γεωγρ. μῆκος τοῦ A καὶ M<sub>2</sub> τὸ τοῦ B, θὰ εἶναι προφανῶς M<sub>1</sub> =  $\widehat{ia}$  καὶ M<sub>2</sub> =  $\widehat{i\beta}$ , ὅθεν, (Σχ. 30).

$$M_1 - M_2 = \widehat{ia} - \widehat{i\beta} = \widehat{\beta a}. \quad (1)$$

Ἐὰν δὲ τὰ ἐπίπεδα τῶν μεσημβρινῶν τούτων τέμνωσι τὸν οὐρ:

ισημερινόν κατά τὰς εὐθείας Γαα', Γββ' καὶ κληθῶσι  $X_1, X_2$  οἱ



(Σχ. 30)

ἀστρικοί χρόνοι τῶν τόπων τούτων, θὰ εἶναι  $X_1 = \widehat{\alpha'\gamma'}$ ,  $X_2 = \widehat{\beta'\gamma'}$  ὅθεν  $X_1 - X_2 = \widehat{\alpha'\gamma'} - \widehat{\beta'\gamma'} = \widehat{\alpha'\beta'}$ . Ἐπειδὴ δὲ τὰ τόξα βα καὶ α'β' τὴν αὐτὴν ἐπίκεντρον γωνίαν μετροῦνται παρίστανται διὰ τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ ὥρῶν, λεπτῶν καὶ δευτερολέπτων, ἐκ τῆς προηγουμένης ἰσότητος καὶ τῆς (1) ἔλεται ὅτι  $M_1 - M_2 = X_1 - X_2$ , (2) ἦτοι: Ἡ διαφορὰ τῶν μηκῶν δύο τόπων ἰσοῦται πρὸς τὴν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν διαφορὰν τῶν ἀστρικῶν αὐτῶν χρόνων.

ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ

§ 46. Α'. Μέτρησις τοῦ γ. μήκους. — Λύοντες πρὸς  $M_1$  τὴν προηγουμένως εὐρεθεῖσαν ἰσότητα (2) εὐρίσκομεν τὴν ἰσότητα:

$$M_1 = M_2 + (X_1 - X_2) \quad (1)$$

Διὰ ταύτης δυνάμεθα νὰ ὀρίσωμεν τὸ γεωγρ. μήκος  $M_1$  τοῦ τόπου Α, ἂν γνωρίζωμεν τὸ γεωγρ. μήκος  $M_2$  ἑτέρου τόπου Β καὶ τοὺς κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν ἀστρικούς χρόνους  $X_1, X_2$  τῶν τόπων τούτων. Πρὸς τοῦτο ἀρκεῖ εἰς τὸν γνωστὸν γ. μήκος  $M_2$  νὰ προσθέσωμεν τὴν διαφορὰν  $(X_1 - X_2)$  τῶν δύο ἀστρικῶν χρόνων.

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 ἀκολουθῶν μεθόδων.

Α'. Μέθοδος τηλεγραφικῆ. — Ὑποθέσωμεν ὅτι οἱ δύο τόποι Α καὶ Β συνδέονται διὰ τηλεγραφικῆς γραμμῆς ἢ εἶναι σταθμοὶ ἀσυρμάτου τηλεγράφου καὶ ὅτι ἐν ἑκατέρῳ τῶν τόπων τούτων εὐρίσκεται παρατηρητὴς ἐφωδιασμένος μὲ ἀκριβὲς ὥρολόγιον ῥυθμισθὲν οὕτως ὥστε νὰ δεικνύῃ τὴν ἀστρικὴν ὥραν τοῦ τόπου, ἐν ᾧ εὐρίσκεται. Κατὰ τινὰ στιγμὴν ὁ ἐν τῷ τόπῳ Α παρατηρητὴς πέμπει πρὸς τὸν Β τηλεγραφικόν 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 ἔνεκα τῆς μεγάλης ταχύτητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, σημειοῖ καὶ οὕτως τὴν ὥραν, ἢν

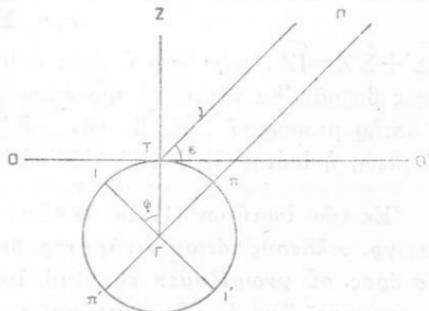
δεικνύει τὸ ὥρολόγιόν του κατὰ τὴν στιγμήν τῆς λήψεως τοῦ σήματος. Διὰ τῆς συγκρίσεως δὲ τῶν σημειωθεισῶν ὥρῶν εὐρίσκεται ἡ διαφορὰ ( $X_1 - X_2$ ). Πρὸς μείζονα ἀκρίβειαν ἡ ἐργασία αὕτη ἐπαναλαμβάνεται πολλάκις· γίνεται δὲ καὶ κατ' ἀντίθετον φοράν, ἤτοι ἐκπέμπονται καὶ ἐκ τοῦ Β πρὸς τὸν Α σήματα, καὶ λαμβάνεται ὁ μέσος ὄρος 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 παρατηρῆς τὴν ὑπὸ τοῦ ὥρολογίου του παρεχομένην ὥραν, καθ' ἣν στιγμήν ἄρχεται ἡ λήγει οὐράνιον τι φαινόμενον (π. χ. ἔκλειψις δορυφόρου τινὸς τοῦ Διὸς) καὶ οὕτω διὰ συγκρίσεως τῶν σημειωθεισῶν ὥρῶν εὐρίσκεται ἡ ζητούμενη διαφορὰ  $X_1 - X_2$ . Ἐπειδὴ ὅμως ἡ στιγμή, καθ' ἣν φαίνεται ὅτι ἀρχίζει ἡ λήγει οὐράνιον τι φαινόμενον ἐξαρτᾶται ἀπὸ διάφορα αἰτία (π.χ. ἀπὸ τὴν διαύγειαν τῆς ἀτμοσφαιράς, τὴν ὀπτικήν δύναμιν τοῦ παρατηρητοῦ), ἡ μέθοδος αὕτη δὲν ἔχει τὴν ἀκρίβειαν τῆς προηγουμένης.

**Γ'. Μέθοδος τῶν χρονομέτρων.**— Χρονόμετρον, ἢτοι ὥρολόγιον μετὰ πολλῆς ἐπεμελείας 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 στιγμήν δεικνυομένην ὑπὸ ἑτέρου ὥρολογίου, ὄπερ ἐρυθμίσθη ὥστε νὰ δεικνύῃ ὥραν τοῦ τόπου Α, εὐρίσκεται ἡ ζητούμενη διαφορὰ. Συνήθως ἀντὶ ἐνὸς μεταφέρονται πλείονα χρονόμετρα πρὸς ἀποφυγὴν σφαλμάτων ἐκ βλάβης τινὸς τοῦ μεταφερόμεντος χρονομέτρου. Οὕτω κατὰ τὸ ἔτος 1843 πρὸς προσδιορισμὸν τοῦ γεωγρ. μήκους τῆς Πετροπόλεως μεταφέρθησαν εἰς αὐτὴν 68 χρονόμετρα δεικνύοντα ἀστρικὴν ὥραν τοῦ Greenwich.

**§ 47. Β'. Μέτρησις τοῦ γεωγρ. πλάτους.**— **Α' Μέθοδος.** Ἐστω Τ (Σχ. 31)

σημεῖον τι τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς Γ, ΓΤΖ ἡ κατακόρυφος, ΟΟ' ὁ ὀρίζων καὶ φ τὸ γεωγρ. πλάτος αὐτοῦ. Ἡ ἐκ τοῦ Τ πρὸς τὸν ὀρατὸν πόλον τοῦ οὐρανοῦ κατευθυνομένη ὀπτικὴ ἀκτὶς ΤΠ εἶναι παράλληλος πρὸς τὸν ἄξονα ΓΠ



(Σχ. 31)

ἕνεκα τῆς ἀπέριου ἀποστάσεως τοῦ πόλου ἡ εὐθεῖα ὄθεν ΤΠ

είναι κάθετος ἐπὶ τὴν Π΄ καὶ καθ' ἀκολουθίαν αἱ γωνίαι ε καὶ φ, ὡς ἔχουσαι τὰς πλευρὰς αὐτῶν κάθετους ἑκατέραν ἑκατέρᾳ καὶ οὖσαι ἀμφοτέραι δὲ εἶναι ἴσαι.

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

Ἐπειδὴ ἐκ τῶν ἰσοτήτων  $\varepsilon = \varphi$  καὶ  $\varepsilon + z = 90^\circ$  (ἐνθα  $z$  εἶναι ἡ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ πόλου) προκύπτει εὐκόλως ἡ ἰσότης  $\varphi = 90^\circ - z$ , ἔπεται ὅτι πρὸς προσδιορισμὸν τοῦ γεωγ. πλάτους  $\varphi$  τόπου τινός, ἀρκεῖ νὰ εὐρεθῇ (§ 29) ἡ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ πόλου καὶ νὰ ἀφαιρεθῇ αὕτη ἀπὸ  $90^\circ$ .

**Β΄. Μέθοδος.**—Ἐπειδὴ ἡ ἐπίκεντρος γωνία  $\varphi$  (Σχ. 32) βαίνει ἐπὶ τοῦ τόξου IZ τοῦ οὐρ. μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου T, ἔπεται ὅτι  $\varphi = \widehat{IZ}$ , ἥτοι: *Τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τόπου τινὸς ἰσοῦται πρὸς τὴν ἀπόκλισιν τοῦ ζενιθ τοῦ τόπου τούτου.*

ὑποθεθείσθω ἤδη ὅτι ἀστὴρ ἔχων γνωστὴν ἀπόκλισιν  $\delta$  μεσουρανεῖ εἰς τὴν θέσιν Σ, ἥτοι μεταξὺ τοῦ ζενιθ καὶ τοῦ ἰσημερινοῦ.

Ἐπειδὴ ὡς ἐκ τοῦ σχήματος φαίνεται, εἶναι  $\widehat{IZ} = \widehat{IS} + \widehat{SZ}$ , ἐὰν καλέσωμεν διὰ τοῦ  $z$  τὴν ζενιθίαν αὐτοῦ ἀπόστασιν κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἄνω μεσουρανήσεως αὐτοῦ, ἡ προηγουμένη ἰσότης γίνεται

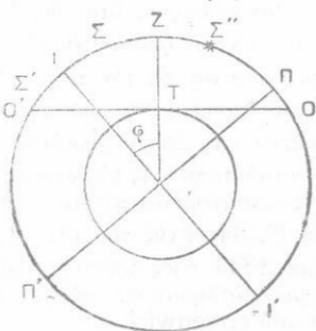
$$\varphi = \delta + z. \quad (1)$$

Ἐὰν ὁ ἀστὴρ μεσουρανεῖ πρὸς νότον τοῦ ἰσημερινοῦ εἰς τίνα θέσιν Σ', θὰ ἀληθεύῃ ἡ ἰσότης

$\widehat{IS'} + \widehat{S'Z} = \widehat{IZ}$ , καθ' ὅσον ἡ πρὸς νότον φορὰ εἶναι ἀντίθετος τῆς πρὸς βορρᾶν. Ἐκ ταύτης δὲ προκύπτει πάλιν ἡ ἰσότης (1). Ἐὰν τέλος ὁ ἀστὴρ μεσουρανεῖ πρὸς βορρᾶν τοῦ ζενιθ εἰς τίνα θέσιν Σ'', θὰ ἀληθεύῃ ἡ ἰσότης  $\widehat{IZ} + \widehat{Z\Sigma''} = \widehat{IS''}$  ἢ  $\varphi + z = \delta$ , ὅθεν

$$\varphi = \delta - z \quad (2)$$

Ἐκ τῶν ἰσοτήτων (1) καὶ (2) ἔπεται ὅτι: *Πρὸς εὐρεσιν τοῦ γεωγρ. πλάτους τόπου τινὸς μετροῦμεν τὴν ζενιθίαν ἀπόστασιν ἀστέρου, 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 ζενιθ τοῦ τόπου.*



(Σχ. 32)

ΣΗΜ. Αί ισότητες (1) και (2) συμπύσσονται εἰς τὴν (1), ἂν θεωρῶμεν ὡς ἀρνητικὰς τὰς Ζενιθίας ἀποστάσεις τῶν πρὸς βορρᾶν τοῦ Ζενιθ̄ μεσουρανούτων ἀστέρων καὶ θετικὰς τῶν πρὸς νότον τοῦ ζενιθ̄ μεσουρανούτων.

*Γεωγρ. Συντεταγμένοι τόπων τινῶν :*

Γ. μῆκος πρὸς μεσ. Φέρου				Γ. μῆκος κατὰ τὴν ἀνάδρομον φορᾶν ἀπὸ μ. Φέρου			Γεωγρ. πλάτος		
Ἀθῆναι	2 ὡρ. 46π	31 δ	A.	21 ὡρ. 13 π	29δ	37° 58' 20''	B.		
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	»			
Βερολίνον	2 5 11	»	21	54 49	52 30 0	»			
Παρίσιοι	1 20 57	»	22	39 3	48 50 10,7	»			
Λονδίνον	1 11 13	»	22	48 47	51 31 0	»			
Περ)πολις	3 12 50	»	20	47 10	59 57 0	»			
Greenwich	1 11 36,1	»	22	48 23,9	51 23 0	»			
N. Ὑόρκη	3 44 26 Δ	3	44	26	40 43 0	»			

\**Ἀσκήσεις.* 65). Νὰ εὑρεθῇ τῇ βοήθειᾳ τοῦ προηγουμένου πίνακος τὸ γεωμ. μῆκος τῶν Ἀθηνῶν ὡς πρὸς τὸν μεσημβρινὸν τοῦ Greenwich καὶ ὡς πρὸς τὸν τῶν Παρισίων.

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

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

68) Ἀστὴρ ἔχων ἀπόκλισην 25°12' διέρχεται διὰ τοῦ ζενιθ̄ τόπου τίνος. Πόσον εἶναι τὸ γεωγ. πλάτος τοῦ τόπου τούτου;

69) Τί ὥρα (ἀστρική) εἶναι ἐν Ἀθήναις, ὅταν ἐν Σμύρῃ εἶναι 2 ὥραι; Τί ὥρα εἶναι τὴν αὐτὴν στιγμήν ἐν Κων)πόλει;

70) Ὅταν ἐν Παρισίοις ἡ ἀστρική ὥρα εἶναι 22 ὡρ. πόση εἶναι ἐν Νέῃ Ὑόρκῃ;

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

72) Ὅταν ἐν Κων)πόλει εἶναι 0 ὥραι, τί ὥρα εἶναι ἐν Ἀθήναις;

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

74) Τί ὥρα εἶναι ἐν Νέῃ Ὑόρκῃ, ὅταν ἐν Ἀθήναις εἶναι 2 ὥραι;

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

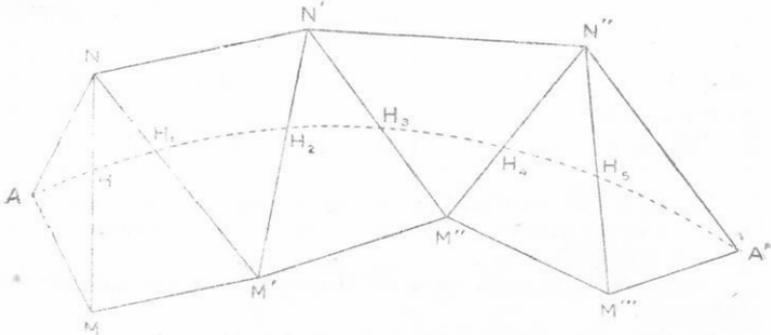
76) Νὰ εὑρεθῇ τὸ γ. μῆκος τῆς Ἱερουσαλὴμ γνωστοῦ ὄντος ὅτι, ὅταν ἐν

Ἀθήναις ἢ ἀστρική ὥρα εἶναι 11 ὥρ. 20π, ἐν Ἱερουσαλήμ εἶναι 12 ὥρ. 5π 50δ.

77) Πόση εἶναι κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν ἢ διαφορὰ τῶν ὥρῶν ἐν Ἀθήναις καὶ Νέα Ὑόρκη;

§ 48 Γεωειδές.—Ἐμάθομεν ἤδη (§ 40) ὅτι τὸ πραγματικὸν σχῆμα τῆς Γῆς ἦτοι τὸ σχῆμα τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης καὶ τῆς χέρσου εἶναι σφαιροειδές.

Ἐπειδὴ δὲ εἶναι γνωστὸν ὅτι: α') ἡ ξηρὰ κατέχει μόλις τὸ  $\frac{1}{4}$  τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς, β') τὸ μέσον ὕψος τῶν ἠπειρῶν ὑπὲρ τὴν μέσην ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης εἶναι ἐλάχιστον (700 μ.) ἐν σχέσει πρὸς τὸ μέγεθος τῆς Γῆς, ἔπεται ὅτι τὸ πραγματικὸν σχῆμα τῆς Γῆς ἐλάχιστα διαφέρει τοῦ σχήματος τῆς μέσης ἐπιφανείας τῶν θαλασσῶν προεκτεινομένης νοερῶς ὑπὸ τὰς ἠπειροὺς καθέτως πρὸς τὴν ἐν ἐκάστῳ σημείῳ αὐτῆς διεύθυνσιν τῆς βαρύτητος. Ἡ ἰδεατὴ αὕτη ἐπιφάνεια καλεῖται *Γεωειδές ἢ μαθηματικὴ ἐπιφάνεια*.



(Σχ. 33)

Κατὰ ταῦτα ὡς σχῆμα τῆς Γῆς θεωροῦμεν τὸ σχῆμα τοῦ γεωειδοῦς.

Πρὸς ἀκριβῆ καθορισμὸν τοῦ σχήματος τοῦ γεωειδοῦς δεόν νὰ μετρηθῶσιν ἐπὶ διαφόρων μεσημβρινῶν αὐτοῦ καὶ εἰς διάφορα πλάτη τόξα  $1^\circ$  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 γεωειδές δηλ. θὰ ἦτο ἐπιφάνεια σφαίρας) ἐν ἐναντίᾳ περιπτώσει τὸ σχῆμα τῆς γῆς εἶναι διάφορον σφαίρας.

§ 49. Μέτρησις μεσημβρινοῦ τόξου.—Ἐν πρώτοις παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μέτρησις μεσημβρινοῦ τόξου τοῦ γεωειδοῦς εἶναι ἀδύνατος. Ἐνεκὰ τούτου αἱ μετρήσεις γίνονται ἐπὶ τῆς ξηρᾶς

καὶ τὰ ἀποτελέσματα ἀνάγονται εἰς ἐκεῖνα, ἅτινα θὰ προέκυπτον, ἂν ἡ ἐργασία ἐγένετο ἐπὶ τοῦ γεωειδούς.

Ἔστω ἤδη πρὸς μέτρησιν τὸ μεσημβρινὸν τόξον  $AA'$  (Σχ. 33). Ἐκατέρωθεν τοῦ τόξου τούτου ἐκλέγομεν σειρὰν σταθμῶν  $M, M', M'', N, N', N'' \dots$  ὅσων τὸ δυνατὸν πολυαριθμοτέρων καὶ ἀρκετὰ ἐγγύς ἀλλήλων κειμένων, ὥστε ἐξ ἐκάστου τούτων νὰ εἶναι ὁρατὰ τὰ ἐπὶ τῶν πέριξ τοποθετούμενα σήματα δι' ἀκριβοῦς δὲ γωνιομετρικοῦ ὄργανου μετροῦμεν τὰς γωνίας  $NAM, ANM, AMN, MNM'$  κλπ. Πλευρὰν τινα, ἔστω τὴν  $AM$ , ἣν λαμβάνομεν ὡς βᾶσιν, μετροῦμεν μετὰ πάσης τῆς δυνατῆς ἀκριβείας, εἶτα δὲ προσδιορίζομεν εἰς τὸ σημεῖον  $A$  τὴν διεύθυνσιν τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς, ἣτις τέμνει τὴν πλευρὰν  $NM$  εἰς τι σημεῖον  $H$ . Τούτων γενομένων ἐπιλύομεν πρῶτον τὸ τρίγωνον  $ANM$  (γνωστὰ στοιχεῖα ἢ  $AM$  καὶ αἱ παρ' αὐτὴν γωνίαι  $NAM, NMA$ ) καὶ ὀρίζομεν οὕτω τὴν πλευρὰν  $NM$ . Εἶτα γνωρίζοντες τὴν  $NM$  καὶ τὰς παρ' αὐτὴν γωνίας  $M'NM, NMM'$ , ἐπιλύομεν τὸ τρίγωνον  $NMM'$  καὶ ὀρίζομεν τὴν πλευρὰν  $NM'$  ἐπιλύοντες ὁμοίως τὸ τρίγωνον  $NN'M'$  εὐρίσκομεν τὴν  $N'M'$  καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Ἦδη ἐπιλύοντες τὸ τρίγωνον  $AMH$  (γνωστὰ  $AM, \angle HMA, \angle HAM$ ) εὐρίσκομεν 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 ὀρίσωμεν τὸ μήκος  $HH_1$  καὶ  $NH_1$  ὡς καὶ τὴν γωνίαν  $NH_1H$ . Ἐπιλύοντες εἶτα τὸ  $H_1H_2M'$  εὐρίσκομεν τὸ μήκος  $H_1H_2$  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  $AH, HH_1, H_1H_2$  κ.τ.λ. εὐρίσκομεν τὸ μήκος τοῦ τόξου  $AA'$ . Ἐὰν δὲ τὸ μήκος τοῦτο  $\mu$  διαιρέσωμεν διὰ τοῦ ἀθροίσματος τῶν γεωγραφικῶν ἐκπεφρασμένων εἰς μοίρας ἢ διὰ τῆς διαφορᾶς αὐτῶν (καθ' ὅσον οἱ τόποι κεῖνται εἰς διάφορα ἢ εἰς τὸ αὐτὸ ἡμισφαίριον τῆς Γῆς), εὐρίσκομεν τὸ μήκος  $1^\circ$  τοῦ τόξου  $AA'$ . Ἡ μέθοδος αὕτη τῆς ἀμέσου ἐπὶ τοῦ ἐδάφους μετρήσεως τῶν μεσημβρινῶν τόξων καλεῖται **τριγωνισμός**.

**§ 50. Ἀκριβὲς σχῆμα τῆς Γῆς.**—Ἡ προηγουμένης ἐκτεθεισα μέθοδος τοῦ τριγωνισμοῦ ἐφηρμοσθη τὸ πρῶτον κατὰ τὸ 1669 ὑπὸ τοῦ Γάλλου ἀστρονόμου Picard διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ μεταξὺ Παρισίων καὶ Ἀμιένης τόξου ( $1^\circ 13'$  περίπου). Βραδύτερον (1736) ἡ Γαλλικὴ Ἀκαδημία τῶν ἐπιστημῶν ἀνέθηκεν εἰς δύο ἀποστολάς τὴν ἐκτέλεσιν δύο νέων τριγωνισμῶν ἐν Λαπωνίᾳ καὶ Περσῶν. Αἱ ἐργασίαι τοῦ Picard καὶ τῶν ἀποστολῶν τούτων κατέληξαν εἰς ἀκόλουθα ἀποτελέσματα.

Γεωγρ. Πλάτος	μήκος τόξου 1 <sup>ο</sup>
Περου 1 <sup>ο</sup> 31' 1" N	56750 ὀργυμιαί
Γαλλία 46 <sup>ο</sup> 8' 6" B	57060 »
Λαπωνία 66 <sup>ο</sup> 20' 10" B	57422 »

"Εκτοτε 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<sup>ο</sup> οἴων<sup>ο</sup> δὴποτε μεσημβρινῶν εἶναι ἴσα τὸ μήκος.

3ον. Τὸ μήκος μεσημβρινοῦ τόξου 1<sup>ο</sup> ἀξάνει ἐκ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους.

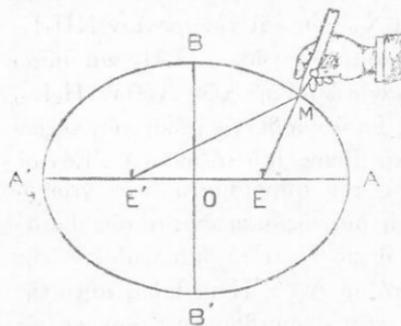
Ἐκ τούτων δὲ συνάγεται ὅτι:

A') Ἐκαστος μεσημβρινὸς τῆς Γῆς ἔχει σχῆμα ἑλλείψεως<sup>(1)</sup>, ἧς ὁ μικρὸς ἄξων ταυτίζεται μετὰ τοῦ ἄξονος τῆς Γῆς.

B') Ἡ Γῆ ἔχει σχῆμα ἑλλειρωειδοῦς ἐκ περιστροφῆς περὶ τὸν μικρὸν αὐτῆς ἄξονα.

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

**§1. Μήκος τοῦ μέτρου** (βασιλ. πήχεως). Κατὰ τὸ ἔτος 1790 ἡ συντακτικὴ τῶν Γάλλων συνέλευσις ἀπεφάσισε νὰ θεσπίσῃ ὁμοειδὲς σύστημα μέτρων καὶ σταθμῶν δι' ἅπασαν τὴν Γαλλίαν· ἀνέθηκε δὲ τὴν μεταρρυθμίσειν ταύτην εἰς ἐπιτροπεῖαν ἐκ διακεκριμένων ἀστρονόμων καὶ μαθηματικῶν τῆς Γαλλίας. Ἡ ἐπιτροπεῖα αὕτη ὥρισεν ὡς μονάδα μήκους τὸ ἐν δεκάκις ἑκατομμυριοστὸν τοῦ τετάρτου τοῦ γῆϊνου μεσημβρινοῦ καὶ ὠνόμασε τὴν μονάδα ταύτην *μέτρον*. Πρὸς ἀκριβῆ δὲ καθορισμὸν



(Σχ. 34)

(1) Ἑλλειψις εἶναι ἐπίπεδος κλειστὴ καμπύλη, ἧς ἕκαστον σημεῖον ἀπέχει ἀπὸ δύο ὀρισμένων σημείων τοῦ ἐπιπέδου αὐτῆς ἀποστάσεις, ὧν τὸ ἄθροισμα εἶναι σταθερὸν (ὄρα ἡμετέραν Ἀναλυτικὴν Γεωμετρίαν σελ. 62). Τὸ σχῆμα (34) παριστᾷ ἑλλειψιν καὶ δεικνύει πῶς γράφεται αὕτη διὰ συνεχῶς κινήσεως.

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 Λαπωνία καὶ Περού γενομένων μετρήσεων εὗρέθη ὅτι :

Τὸ  $\frac{1}{4}$  τοῦ γηίνου μεσημβρινοῦ = 5130740 ὄργ. καὶ κατ' ἀκολουθίαν  $1\mu = \frac{5130740}{10000000}$  ὄργ. = 0,513074 ὄργ. Κατεσκευάσθη λοιπὸν κανὼν ἐκ λευκοχρύσου ἔχων ὑπὸ θερμοκρασίαν 0<sup>o</sup> Κ μήκος 0,513074 ὄργ. καὶ φυλάσσεται ἐν Παρισίοις χρησιμεύων ὡς πρότυπον μέτρον.

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

ΣΗΜ. Νεώτεροι τριγωνισμοὶ γινόμενοι διὰ τελειοτέρων μεθόδων κατέδειξαν ὅτι τὸ  $\frac{1}{4}$  τοῦ γηίνου μεσημβρινοῦ ἰσοῦται πρὸς 10001868 μέτρα, ὥστε τὸ  $\frac{1}{10000000}$  αὐτοῦ ἰσοῦται πρὸς  $\frac{10001868}{10000000} = 1 \frac{1868}{10000000}$  μέτρα. Τὸ ἐν Παρισίοις λοιπὸν φυλασσόμενον πρότυπον μέτρον εἶναι βραχύτερον τοῦ θεσπισθέντος κατὰ  $\frac{1868}{10000000}$  αὐτοῦ.

**§ 52. Μέγεθος τῆς Γῆς. — Μέση ἀκτίς αὐτῆς. —**  
 Ὁ ἀστρονόμος Clarke στηριζόμενος ἐπὶ πολυαρίθμων μετρήσεων τόξων διαφόρων μεσημβρινῶν εὗρε τὰς ἀκολουθίους τιμὰς τῶν στοιχείων τοῦ γηίνου ἔλλειψοειδοῦς.

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

Ἐπιφάνεια 510065000 τετρ. χιλιόμετρα.

Ὅγκος 1083205 ἑκατ. κυβ. χιλιόμετρα.

Κατὰ ταῦτα ὁ μέγας ἡμιάξων τῆς Γῆς, ἡ ἰσημερινὴ δηλ. ἀκτίς αὐτῆς ὑπερέχει τῆς πολικῆς ἀκτίνος (μικροῦ ἡμιάξονος) κατὰ 21479 μέτρα. Ἡ διαφορὰ αὕτη εἶναι ἐλαχίστη παραβαλλομένη πρὸς τὸ μήκος ἑκατέρου ἡμιάξονος, κατ' ἀκολουθίαν τὸ γήινον ἔλλειψοειδὲς ἐλάχιστα διαφέρει σφαιρας. Τούτου ἕνεκα ἐν πολλοῖς ζητήμασι θεωροῦμεν τὴν Γῆν ὡς σφαῖραν, ἣς ἡ ἀκτίς καλουμένη μέση ἀκτίς τῆς Γῆς λαμβάνεται ἴση πρὸς  $\frac{40000000}{2\pi} = 6366197$  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 ἔκκρεμοῦς ἐπὶ τῶν μεταβολῶν τῆς ἐντάσεως τῆς βαρῦτητος γενομένας παρατηρήσεις (μέθοδος δυναμικὴ) ἡ πλάτυνσις εἶναι  $\frac{1}{298,3}$ . Κατὰ ταῦτα τὸ γῆνιον ἔλλειψοειδὲς ὁμοιάζει πρὸς ἔλλειψοειδές, οὗ ὁ μὲν μέγας ἡμιάξων ἔχει μῆκος 298,3 χιλιοστόμετρα, ὁ δὲ μικρὸς 297,3 χιλιοστόμετρα.

Τὸ μῆκος γῆνιου μεσημβρινοῦ τόξου μιᾶς μοίρας εἶναι κατὰ μέσον ὄρον 111133,42 μ, τὸ δὲ μῆκος μεσημβρινοῦ τόξου 1' (ἐν ναυτικὸν μίλιον) εἶναι 1852μ, 22.

Ἡ *γεωγραφικὴ λεύγα* ἰσοῦται πρὸς τὸ  $\frac{1}{25}$  τῆς μοίρας μεσημβρινοῦ τόξου τῆς Γῆς, ἥτοι πρὸς 111132,42μ : 25 = 4445,2968μ. Ἡ ναυτικὴ λεύγα ἰσοῦται πρὸς τὸ  $\frac{1}{20}$  τῆς μοίρας μεσημβρινοῦ τόξου τῆς Γῆς, ἥτοι πρὸς 111132,42 : 20 = 5556,621. Ὁ κόμβος ἰσοῦται πρὸς τὸ  $\frac{1}{120}$  τοῦ ναυτικοῦ μιλίου, ἥτοι πρὸς 1852,22 : 120 = 15,435μ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

### ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ ΤΗΣ ΓΗΣ.—ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΥΤΗΣ

§ 33. **Ἀτμόσφαιρα.**—Ὁ ἀήρ, ὅστις περιβάλλει τὴν Γῆν πανταχόθεν καλεῖται *ἀτμόσφαιρα*. Ἐπειδὴ ὁ ἀήρ εἶναι ρευστὸν σταθμητὸν, πιεστὸν καὶ ἔλαστικόν, τὰ κατώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας πιεζόμενα ὑπὸ τῶν ἀνωτέρων καθίστανται πυκνότερα καὶ ἔλαστικότερα ἐκείνων. Εἰς τὴν μείζονα δὲ ἀραιότητα τῶν ἀνωτέρων τῆς ἀτμοσφαίρας στρωμάτων καὶ εἰς τὸ θερμοδιαβατὸν τοῦ ἀέρος ὀφείλεται καὶ ἡ ἐλάσσωσ θερμοκρασία τῶν ἀνωτέρων στρωμάτων τῆς τῶν κατωτέρων. Ἡ ἀτμόσφαιρα ὅθεν, ἀποτελεῖται ἐκ διαφόρων στρωμάτων ἀέρος, ὧν ἡ πυκνότης, ἔλαστικότης καὶ θερμοκρασία βαίνει ἑλαττουμένη, καθ' ὅσον τὸ ὕψος αὐξάνει.

Τὸ πάχος δὲ τῆς ἀτμοσφαίρας δι' ἕκαστον παρατηρητὴν δὲν φαίνεται τὸ αὐτὸ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ἀλλ' αὐξάνει ἀπὸ τοῦ ζενιθ πρὸς τὸν ὀρίζοντα· δι' ὃ τὸ σχῆμα τοῦ οὐρ. θόλου δὲν εἶναι ἡμισφαιρικόν, ἀλλὰ ἡμιελλειψοειδές. Αἰτία προκαλοῦσα τὴν τοιαύτην ἀνισότητα φαίνεται ὅτι εἶναι ἡ ὑπαρξίς τῶν γῆνιων ἀντικειμέ-

νων πρὸς τὰς ἀποστάσεις τῶν ὁποίων συγκρίνεται ἡ ἀπόστασις τῶν πλησίον τοῦ ὀρίζοντος σημείων τοῦ οὐρ. θόλου, ἐν ᾧ διὰ τὰ μακρὰν τοῦ ὀρίζοντος σημεία τοῦ οὐρ. θόλου τοιαυτὴ σύγκρισις δὲν γίνεται. Συντελεῖ ἐπίσης εἰς τοῦτο ἡ μείζων ἑξασθένησις τῆς λαμπρότητος τῶν ἀστέρων, ὅταν εἶναι πλησίον τοῦ ὀρίζοντος, ὀφειλομένη εἰς τὴν ἀπορρόφησιν μέρους τῶν ἐξ αὐτῶν ἐκπεμπομένων φωτεινῶν ἀκτίνων ὑπὸ τῶν κατωτέρων στρωμάτων τῆς ἀτμοσφαιράς, ἅτινα εἶναι πυκνότερα τῶν ἀνωτέρων καὶ πλείονα περιέχουσι ξένα σωματῖα. Πράγματι δὲ βλέποντες τοὺς ἀστέρας ἀμυδροτέρους νομίζομεν ὅτι εὐρίσκονται εἰς μεγαλυτέραν ἀπόστασιν ἐκείνης, εἰς ἣν νομίζομεν αὐτούς, ὅταν ὑψηλότερον τοῦ ὀρίζοντος εὐρισκόμενοι φαίνονται λαμπρότεροι.

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

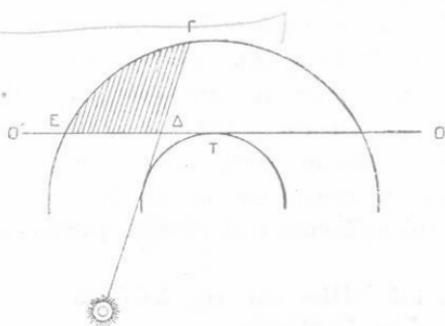
§ 54. Διάχυτον φῶς.—Ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ αἰωροῦνται πλεῖστα ξένα σωματῖα, οἷον κονιορτοῦ, παγοκρυστάλλων, ὑδροσταγόνων κλπ., ἅτινα ἔχουσι τὴν ιδιότητα νὰ ἀνακλῶσι καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις τὸ ἐπ' αὐτῶν προσπίπτον ἡλιακὸν φῶς. Τὸ οὕτως ἀνακλῶμενον τοῦτο φῶς καλεῖται *διάχυτον φῶς* ἢ *φῶς τῆς ἡμέρας*.

Χάρις εἰς τὸ διάχυτον φῶς βλέπομεν καὶ τὰ ἀντικείμενα, ἐφ' ὧν δὲν προσπίπτουσιν ἀμέσως ἡλιακαὶ ἀκτῖνες. Ἄν δὲν ὑπῆρχεν ἡ ἀτμόσφαιρα καὶ δὲν διεχέετο καθ' 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 ἀλληλα ἀποτόμως ἐν ἐκάστῳ τόπῳ.

§ 55. Λυκαυγὲς καὶ λυκόφως.—Ἐνεκα τῆς παρουσίας τῆς ἀτμοσφαιράς, 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 διάχυσιν τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς ἐντὸς τῶν ἀνωτέρων ἰδίων στρωμάτων τῆς ἀτμοσφαιράς. Πράγματι, ἂν ΕΓΕ' (Σχ. 35) εἶναι τὸ ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα ΟΟ' τόπου τινὸς Τ μέρος τῆς ἀτμοσφαιράς, ὃ δὲ Ἡλιος ὑπ' αὐτὸν εἰς θέσιν τινὰ Η, τὸ μέρος ΕΔΓ τῆς ἀτμοσφαιράς φωτίζεται ὑπὸ τοῦ Ἡλίου, τὸ δὲ ἐπ' αὐτοῦ προσπίπτον ἡλιακὸν φῶς διαχεόμενον φωτίζει καὶ τὸν τόπον Τ, ἂν καὶ ὁ Ἡλιος εὐρίσκηται ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα αὐτοῦ.

Τὸ λυκαυγὲς καὶ λυκόφως διακρίνονται εἰς *ἀστρονομικὸν καὶ*

**πολιτικόν.** Τὸ πολιτικὸν λυκαυγὲς ἄρχεται καὶ τὸ λυκόφως παύει, καθ' ἣν στιγμήν ὁ Ἥλιος εὐρίσκεται  $6^\circ$  ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα. Τὸ δὲ ἀστρονομικὸν λυκαυγὲς ἄρχεται καὶ τὸ λυκόφως παύει, καθ' ἣν στιγμήν οὗτος εὐρίσκεται  $18^\circ$  ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα.



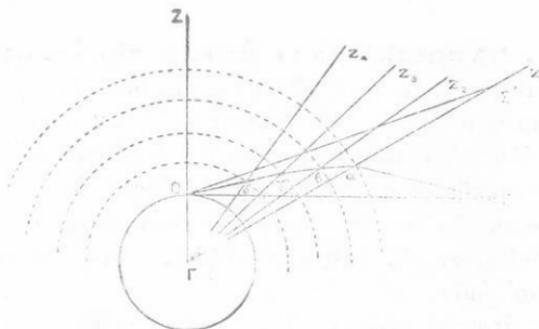
(Σχ. 35)

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 ἀτμοσφαιρας ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τοῦ γεωγρ. πλάτους τοῦ τόπου καὶ τῆς ἀποκλίσεως τοῦ Ἥλιου. Κατὰ τὴν

αὐτὴν ἐποχὴν διαρκεῖ ὀλιγώτερον εἰς τοὺς τόπους τοῦ ἰσημεριοῦ καὶ περισσώτερον εἰς τοὺς τόπους, οἱ ὅποιοι ἔχουσι μεγαλύτερον γεωγρ. πλάτος. Εἰς τὸν αὐτὸν δὲ τόπον, ἡ διάρκεια τοῦ ἀστρον. λυκαυγοῦς καὶ λυκόφωτος εἶναι μείζων, ὅταν ὁ Ἥλιος ἔχη μεγίστην κατ' ἀπόλυτον τιμὴν ἀπόκλισην (21 Ἰουνίου καὶ 22 Δεκεμβρίου) καὶ ἐλάσσων, ὅταν ἡ ἀπόκλιση τοῦ Ἥλιου εἶναι μηδέν (21 Μαρτίου καὶ 22 Σεπτεμβρίου). Εἰς τοὺς τόπους τοῦ ἰσημεριοῦ ἡ διάρκεια αὕτη κυμαίνεται μεταξὺ 1 ὥρ. 10π καὶ 1 ὥρ. 16π, ἦτοι κατὰ μέσον ὅρον εἶναι 1 ὥρ. καὶ 13π. Εἰς δὲ τοὺς τόπους τοὺς ἔχοντας γεωγρ. πλάτος  $40^\circ$  ἡ διάρκεια αὕτη κυμαίνεται μεταξὺ 2 ὥρ. 5π καὶ 1 ὥρ. 31ω.

**§ 36. Ἀτμοσφαιρική διάθλασις.**— Ἔνεκα τοῦ ἀνισοπύκνου τῶν διαφόρων τῆς γῆνης ἀτμοσφαιρας στρωμάτων πᾶσα ἐκ τοῦ ἀστέρος Σ (Σχ. 36) ἐκπεμπομένη φωτεινὴ ἀκτίς καὶ εἰς τὴν γῆνην ἀτμόσφαιραν εἰσδύουσα ὑφίσταται συνεχῆ διάθλασιν, κατ' ἀκολουθίαν τῆς ὁποίας ἡ ἀκτίς αὕτη παύει οὔσα εὐθύγραμμος, ὁ δὲ ἀστὴρ φαίνεται εἰς θέσιν διάφορον τῆς πραγματικῆς. Ἐστω τῶ ὄντι Γ τὸ κέντρον τῆς γῆς ὑποτιθεμένης σφαιρικῆς, Ο ὁ ὀφθαλμὸς παρατηρητοῦ, ΟΖ ἡ κατακόρυφος τοῦ τόπου, ἐν ᾧ εὐρίσκεται καὶ Σα φωτεινὴ τις ἀκτίς ἐκ τοῦ ἀστέρος Σ ἐκπεμπομένη καὶ εἰς τὴν γῆνην ἀτμόσφαιραν εἰσδύουσα κατὰ τὸ σημεῖον α Ἡ ἀκτίς αὕτη, ὡς εἰσδύουσα ἐκ τοῦ κενοῦ εἰς τὸ ἀνώτατον τῆς ἀτμοσφαιρας στρωμα

ὕφισταται πρώτην διάθλασιν προσεγγίζουσα τὴν κάθετον  $\Gamma\alpha Z_1$ , καὶ ἐν τῷ ἐπιπέδῳ  $\Sigma\alpha\Gamma$  μένουσα. Ἐπίσης ἡ διαθλασθεῖσα ἀκτίς  $\alpha\beta$  εισδύουσα κατὰ τὸ σημεῖον  $\beta$  εἰς στρώμα πυκνότερον ὑφίσταται ἑτέραν διάθλασιν πλησιάζουσα πρὸς τὴν κάθετον  $\Gamma\beta Z_2$  καὶ μένουσα ἐν τῷ ἐπιπέδῳ  $\alpha\beta Z_2$ , ὕπερ ταυτίζεται μετὰ τοῦ  $\Sigma\alpha\Gamma$ . Ἐξακολουθοῦντες οὕτω σκεπτόμενοι βλέπομεν ὅτι ἡ φωτεινὴ ἀκτίς, ἣτις φθάνει εἰς τὸν ὀφθαλμὸν τοῦ παρατηρητοῦ, συνεχῶς θλωμένη οὐδόλως



(Σχ. 36)

ἔξερχεται τοῦ κατακορύφου ἐπιπέδου  $Z\Gamma\Sigma$  τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$  καὶ ὅτι τὸ σχῆμα αὐτῆς εἶναι τεθλασμένη γραμμὴ. Ὄθεν ὁ παρατηρητὴς  $O$  βλέπει τὸν ἀστέρα οὐχὶ εἰς τὴν πραγματικὴν αὐτοῦ θέσιν  $\Sigma$ , ἀλλ' ἐγγύτερον τοῦ ζενιθ εἰς τὴν θέσιν  $\Sigma'$ , κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς εὐθυγράμμου φωτεινῆς ἀκτίνος  $O\delta$ , ἣτις εισδύει εἰς τὸν ὀφθαλμὸν τοῦ παρατηρητοῦ (1). Ἐπειδὴ δὲ τὰ διάφορα τῆς ἀτμοσφαιρας στρώματα, ἐντὸς ἐκάστου τῶν ὁποίων ὁ ἀήρ εἶναι ἰσόπυκνος, ἔχουσιν ἐλάχιστον πάχος ἢ γραμμὴ  $\alpha\beta\gamma\delta$ .  $O$  εἶναι κυρίως καμπύλη, ἣς τὸ κοῖλον εἶναι ἐστραμμένον πρὸς τὴν  $\Gamma\eta$ ν, ὁ δὲ ἀστὴρ  $\Sigma$  φαίνεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ἐφαπτομένης τῆς καμπύλης ταύτης εἰς τὸ σημεῖον  $O$ .

Κατὰ ταῦτα ἡ ἀληθὴς ζενιθία ἀπόστασιν  $ZO\Sigma$  τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$  ἐλαττοῦται κατὰ τὴν γωνίαν  $\Sigma'O\Sigma$ , ἣτις καλεῖται **ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις**. Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις ἐλαττοῦται μετὰ τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως τοῦ ἀστέρος, ἐξαρτᾶται δὲ ἐκ τῆς καταστάσεως τῆς ἀτμοσφαιρας. Ὁ ἀκόλουθος πίναξ παρέχει τὴν τιμὴν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως εἰς διαφόρους ζενιθίας ἀποστάσεις ὑπὸ θερμοκρασίαν  $0^\circ K$  καὶ πίεσιν  $0,760\mu$ .

(1) Ἐν τῷ σχήματι 36 ἡ εὐθεῖα  $O\Sigma'$  δέον νὰ συμπίπτῃ μετὰ τῆς  $O\delta$ .

Z. απόστασις	Ἀτμ. διάθλασις	Z. απόστασις	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''

**§ 57. Ἀποτελέσματα ἀτμ. διαθλάσεως.**—α') Τῆς ἀτμοσφ. διαθλάσεως εἰς τὸν ὀρίζοντα οὐσης 33' 47'', 9 τῆς δὲ φαινομένης διαμέτρου (2) τοῦ Ἡλίου οὐσης 32' 4'', 2, ὅταν τὸ ἀνώτερον χεῖλος τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου ἐφάπτηται τοῦ ὀρίζοντος, ὁ Ἥλιος ἔνεκα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως φαίνεται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα, ἐν ᾧ πράγματι κεῖται ὑπ' αὐτόν. Ὡστε ἡ ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις αὐξάνει τὴν διάρκειαν τῆς ἡμέρας ἢ αὐξῆσις αὕτη ἀνέρχεται εἰς 6π περίπου παρ' ἡμῖν.

β.) Τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως ἐλαττωμένης μετὰ τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως, τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου ὑφίσταται ἐκτροπὴν πρὸς τὸ ζενιθ μείζονα μὲν τοῦ ἀνωτέρου ἐλάσσονα δὲ τοῦ κατωτέρου χείλους τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον ἀμφοτέρω τὰ χεῖλη ταῦτα φαίνονται πλησιάζοντα πρὸς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου, ὅστις διὰ τοῦτο φαίνεται ἡμῖν ἔχων τὴν ὀριζοντίαν διάμετρον μείζονα τῆς ἐπὶ ταύτην καθέτου διαμέτρου. Ἡ πλάτυνσις αὕτη εἶναι αἰσθητὴ ἰδίως, ὅταν ὁ Ἥλιος εὐρίσκηται πλησίον τοῦ ὀρίζοντος. Ὅμοιον φαινόμενον παρατηρεῖται καὶ ἐπὶ τῆς Σελήνης.

γ.) Ἐνεκα τῆς εἰς τὴν ἀτμ. διάθλασιν ὀφειλομένης φαινομένης ἀνυψώσεως τῶν πλησίον τοῦ ὀρίζοντος ἀντικειμένων σημείων τι B<sub>1</sub> κείμενον ὑπὸ τὸν φυσικὸν ὀρίζοντα καθίσταται ὄρατον καὶ κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΠΒ<sub>1</sub> (Σχ. 4). Οὕτως ὁ φυσικὸς ὀρίζων ΒΒ' ἀπομακρύνεται, τὸ δὲ βάθος αὐτοῦ καθίσταται μικρότερον.

**§ 58. Ὑψος τῆς ἀτμοσφαιράς** Ἐστω Ο'Ο ὁ ὀρίζων τόπου τινὸς Α (Σχ. 37) καὶ Η ἡ θέσις τοῦ Ἡλίου, καθ' ἣν στιγμὴν δύνει τὸ λυκόφως, ὅτε ἡ γωνία ΟΒΗ ἰσοῦται πρὸς 18°. Ἐπειδὴ ΑΓΔ=ΟΒΗ καὶ ἡ ΒΓ διχοτομεῖ τὴν ΑΓΔ, ἔπεται ὅτι ΒΓΔ=9° καὶ ἐκ τοῦ ὀρθ. τριγώνου ΒΓΔ προκύπτει ἡ σχέσις

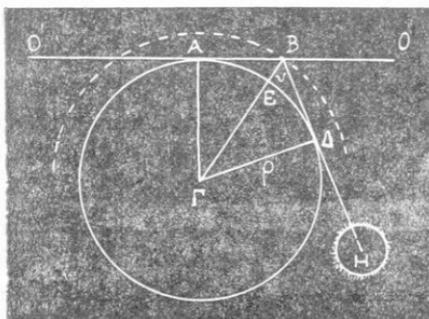
(2) Ὁ διδάσκων δίδει σύντομον ὀρισμὸν τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ Ἡλίου.

$(\Gamma\Delta) = (B\Gamma)$  συν  $9^\circ$  ἢ  $\rho = (\rho + \nu)$  συν  $9^\circ$ , ἔνθα  $\rho = (\Gamma\Delta)$  καὶ  $\nu = (EB)$ .

Λύοντες τὴν ἔξισωσιν ταύτην πρὸς  $\nu$  εὐρίσκομεν  $\nu = \frac{\rho(1 - \text{συν } 9^\circ)}{\text{συν } 9^\circ} = \frac{2\rho \text{ ἢ } \mu^2(4^\circ 30')}{\text{συν } 9^\circ}$ , ὅθεν  $\frac{\nu}{\rho} = 0,0125$  καὶ ἐπομένως  $\nu = 0,0125\rho = 80$

χιλιόμετρα περίπου. Ἐὰν δὲ ληφθῇ ὑπ' ὄψιν καὶ ἡ ἀτμ. διάθλασις, τὸ ἔξαγόμενον τοῦτο μειοῦται εἰς 64 χιλιόμετρα περίπου.

Τὸ συμπέρασμα τοῦτο δὲν ἔχει μεγάλην ἀξίαν, δεικνύει μόνον ὅτι



(Σχ. 37)

εἰς μεγαλύτερον ὕψος ὁ ἀήρ 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 ἄραφ ἀστρονόμος Ἀλχαζέλ καὶ ἐφήρμοσεν διαδοχικῶς ὁ Κέλπερος, La Hire, Bravais, Liais, Biot, οἱ ὅποιοι κατέληξαν εἰς ἴδιον ἕκαστος ἀποτέλεσμα.

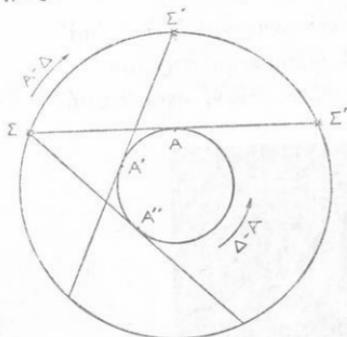
Δυστυχῶς δὲν κατέστη δυνατόν οὐδὲ δι' ἄλλων μεθόδων νὰ εὐρεθῇ ἀκριβῶς τὸ ὕψος τῆς ἀτμοσφαιρας. Διότι καὶ αἱ μέθοδοι αὗται εἰς διάφορα ἀγούσιν ἐξαγόμενα. Πάντως τὸ ὕψος τοῦτο δὲν εἶναι μικρότερον τῶν 500 χιλιομέτρων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

### Η ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ ΤΗΣ ΓΗΣ

§ 59. Ἐξήγησις τῆς ἡμερησίας κινήσεως τῆς οὐρ. σφαίρας.—Ἡ φαινομένη ἡμερησία κίνησις (§ 16) τῆς οὐρ. σφαίρας δύναται νὰ ἐξηγηθῇ διτῶς. Ἡ 1ον) ἢ Γῆ μένει ἀκίνητος,

ἐν ᾧ οἱ ἀστέρες στρέφονται ἔξ Α πρὸς Δ, ὡς φαίνονται κινούμενοι, ἢ 2ον) οἱ ἀστέρες εἶναι ἀκίνητοι, ἢ δὲ Γῆ στρέφεται περὶ ἄξονα ἐκ Δ πρὸς Α συμπληρουσα ὁλόκληρον περιστροφὴν εἰς μίαν ἀστρικήν ἡμέραν. Οὕτω κατὰ τὴν πρώτην ὑπόθεσιν, παρατηρητὴς τις Α ἐστρα-



(Σχ. 38)

μένος πρὸς νότον βλέπει ἀστέρα τινὰ Σ ἀνατέλλοντα ἔξ ἀριστερῶν, ἀνυψούμενον μέχρι τῆς θέσεως Σ' καὶ δύνοντα εἰς τὴν θέσιν Σ'' πρὸς τὰ δεξιὰ αὐτοῦ (Σχ. 38). Κατὰ τὴν δευτέραν ὑπόθεσιν ὁ παρατηρητὴς Α βλέπει τὸν ἀστέρα Σ ἀνατέλλοντα ἔξ ἀριστερῶν μεσουρανοῦντα καὶ τέλος δύνοντα πρὸς τὰ δεξιὰ αὐτοῦ, καθ' ὅσον τῆς Γῆς στρεφομένης ἐκ Δ πρὸς Α συστρέφεται καὶ ὁ παρατηρητὴς μετὰ τοῦ ὁρίζοντος αὐτοῦ

καὶ εὐρίσκεται διαδοχικῶς εἰς τὰς θέσεις Α, Α', Α'' κλπ. Ὅλοι ἀφ' ἐτέρου γνωρίζομεν ὅτι πραγματικὴ τις κίνησις γίνεται πρόξενος φαινομένης τινὸς κινήσεως. Οὕτως, ἂν ταχέως στραφῶμεν περὶ ἑαυτοῦς ἐκ Δ πρὸς Α, βλέπομεν ὅτι τὰ πέριξ ἀντικείμενα φαίνονται στρεφόμενα ἔξ Α πρὸς Δ, ἐν ᾧ πράγματι ταῦτα εἶναι ἀκίνητα. Ὁ εὐρισκόμενος ἐν σιδηροδρόμῳ ἢ ἀτμοπλοίῳ κινουμένῳ καὶ τὰ ἐκτὸς παρατηρῶν ἀντικείμενα βλέπει ὅτι ταῦτα φαίνονται κινούμενα ἀντιθέτως πρὸς τὴν κίνησιν τοῦ κινήτου, ἐφ' οὗ βαίνει.

### § 60. Ἀπόδειξις τῆς περιστροφῆς τῆς Γῆς.—

Ἐπιγραφή: *Υπάρχουν πλείστοι 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 (§ 41) οὐδὲν ἀντίκειται εἰς τὴν κίνησίν της.

1η) *Τὸ σχῆμα τῆς Γῆς.*—Πειραματικῶς ἀποδεικνύεται ὅτι μᾶζα ὑγρὰ ὑποκειμένη εἰς περιστροφικὴν κίνησιν περὶ ἄξονα διὰ μέσου αὐτῆς διερχόμενον συμπίπτει 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 τετηκνίᾳ καταστάσει, αἱ δὲ ἄμεσοι ἐπὶ τοῦ ἐδάφους καταμετροῖσι (§ 49) ἀπέδειξαν ὅτι ἡ Γῆ ἔχει σχῆμα πεπεισομένον περὶ τοὺς πόλους καὶ ἐξωγκωμένον περὶ τὸν ἰσημερινόν. Τὸ τοιοῦτον

ὄθεν σχῆμα ἔλαβεν ἡ Γῆ, ὅτε διετέλει ἐν τετηκνία καταστάσει, ἕνεκα τῆς περιστροφικῆς αὐτῆς κινήσεως.

2α) *Ἡ πρὸς Α ἀπόκλισις τῶν πιπτόντων σωμάτων.*—Βαρὺ σῶμα ἀφιέμενον ἐλευθρον 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 κινουῦνται πρὸς Α ταχύτερον τῶν χαμηλοτέρων. Ὡστε 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.*— Ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι εὐρισκόμενοι ἐν τόπῳ Α τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς ἐκτοξεύομεν διὰ πυροβόλου βλήμα κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου τούτου καὶ ἐκ Βορρᾶ πρὸς Νότον. Ἄν ἡ Γῆ δὲν ἐστρέφετο περὶ ἄξονα, τὸ βλήμα τοῦτο ἔπρεπε νὰ πέσῃ εἰς τόπον Β τοῦ αὐτοῦ μεσημβρινοῦ· ἀκριβεῖς ὁμῶς παρατηρήσεις δεικνύουσιν ὅτι τοῦτο ἀποκλίνει πρὸς δυσμὰς δηλ. δεξιὰ παρατηρητοῦ εὐρισκομένου ἐν τῷ τόπῳ Α καὶ βλέποντος πρὸς τὴν τροχίαν τοῦ βλήματος. Ἡ ἀπόκλισις αὕτη τελείως ἄλλως οὔσα ἀνεξήγητος ἐξηγεῖται πληρέστατα, ἂν δεχθῶμεν ὅτι ἡ Γῆ στρέφεται περὶ τὸν ἄξονά της ἐκ Δ πρὸς Α. Πράγματι· ἐπειδὴ τὰ βορειότερον κείμενα σημεῖα τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς ὀλιγώτερον ἀπέχοντα τοῦ ἄξονος τῆς στρεφῆς κινουῦνται βραδύτερον τῶν νοτιώτερον κειμένων τόπων, ἔπεται 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 εὐρεθῇ ἀνατολικώτερον αὐτοῦ, ἤτοι τὸ βλήμα ὀφείλει νὰ πέσῃ, ὡς πράγματι συμβαίνει, δυτικώτερον τοῦ Β.

Ἐὰν τὸ βλήμα ῥιφθῇ ἐκ νότου πρὸς βορρᾶν, τοῦτο ὀδεῦον ἐκ σημείων ταχύτερον πρὸς ἀνατολὰς κινουμένων πρὸς σημεῖα βραδύτερον στρεφομένων ὀφείλει νὰ ἀποκλίνη 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 ἀήρ τῶν περὶ τὸν ἰσημερινὸν τόπων ἀνερχόμενος ἀντικαθίσταται ὑπὸ ψυχροτέρου ἀέρος πνέοντος ἐκ τῶν πόλων εἰς τὸν ἰσημερινόν· ὁ ἀνερχόμενος δὲ ἀήρ ψυχόμενος εἰς τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιράς ῥέει πρὸς τοὺς πόλους κατερχόμενος. Οὕτω δὲ διαρκῶς σχηματίζονται δύο ρεύματα ἀέρος, ἐν 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*.

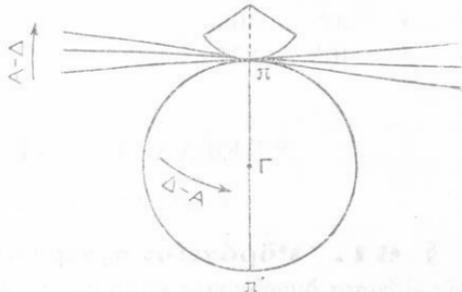
Ἐὰν ἡ Γῆ δὲν ἐστρέφετο περὶ τὸν ἄξονά της, οἱ μὲν ἀληγεῖς ἀνεμοὶ θὰ ἦσαν βόρειοι καθαρῶς ἀνεμοὶ ἐν τῷ βορείῳ καὶ νότιοι ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ· οἱ δὲ ἀνταληγεῖς θὰ ἦσαν νότιοι μὲν ἐν τῷ βορείῳ, βόρειοι δὲ ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ τῆς Γῆς. Ἐν τῇ πραγματικότητι ὅμως οἱ μὲν ἀληγεῖς ἀνεμοὶ εἶναι βορειοανατολικοὶ ἐν τῷ βορείῳ καὶ νοτιοανατολικοὶ ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ· οἱ δὲ ἀνταληγεῖς εἶναι νοτιοδυτικοὶ, ἐν τῷ βορείῳ καὶ βορειοδυτικοὶ ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ. Παραβάλλοντες τὸ μόρια τοῦ ἀέρος πρὸς μικρὰ βλήματα, ἐξηγουόμεν, ὡς προηγουμένως, τὴν τοιαύτην τῶν ἀνέμων τούτων κατεύθυνσιν διὰ τῆς παραδοχῆς τῆς περὶ τὸν ἄξονα ἐκ Δ πρὸς Α στροφῆς τῆς Γῆς, ἐν ᾗ 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 *ἐντασις τῆς βαρύτητος* καὶ βαίνει αὐξανομένη ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους, ὡς κατεδείχθη διὰ λεπτοτάτων τῇ βοηθείᾳ τοῦ ἐκκερμοῦς μετρήσεων αὐτῆς. Ἡ αὔξησις αὕτη ὀφείλεται εἰς τὸ ἔλλειψοειδὲς ἐκ περιστροφῆς σχῆμα τῆς Γῆς (§ 50) καὶ εἰς τὴν περιστροφὴν τῆς Γῆς. Τῷ ὄντι τὰ ἀπώτερον τοῦ ἰσημερινοῦ σημεῖα τῆς Γῆς ὡς ἐγγύτερα πρὸς τὸ κέντρον ἔλκονται ἰσχυρότερον· ὡς ἐγγύτερα 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 ἐκκερμοῦς.*—Ἡ μηχανικὴ ἀποδεικνύει

ὅτι τὸ ἐπίπεδον τῆς αἰωρήσεως ἔκκρεμοῦς μένει ἀμετάβλητον καὶ ὅταν ὁ ἄξων τῆς ἐξαρήσεως στρέφεται. Τούτων τεθέντων φαντασθῶμεν ἔκκρεμὸς ἐξηρημένον ὑπὲρ τινὰ τῶν πόλων τῆς Γῆς (Σχ. 39).

Ἐάν ἡ Γῆ ἦτο ἀκίνητος τὸ ἐπίπεδον τῆς αἰωρήσεως τοῦ ἔκκρεμοῦς θὰ εἶχε τὴν αὐτὴν πάντοτε διεύθυνσιν ἐν σχέσει πρὸς σταθερὰ ἐπὶ τῆς Γῆς ἀντικείμενα. Ἄν δὲ ἡ Γῆ κινεῖται περὶ τὸν ἄξονα  $\pi\pi'$  ἐκ  $\Delta$  πρὸς  $A$ , παρατηρητῆς ἐπ' αὐτῆς κείμενος θὰ



(Σχ. 39)

ἐλάμβανεν ἐντὸς 24 ὥρῶν 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 ἔκκρεμοῦς κινεῖται ἐξ  $A$  πρὸς  $\Delta$ .

Ἐπειδὴ δὲν ἦτο δυνατόν νὰ γείνη τὸ πείραμα εἰς οὐδένα τῶν πόλων τῆς Γῆς, ὁ Foucault ἐξετέλεσεν αὐτὸ ἐν Παρισίοις κατὰ τὸ 1851 δι' ἔκκρεμοῦς, ὅπερ ἐξήρησεν ἐκ τοῦ θόλου μιᾶς τῶν αἰθουσῶν τοῦ Πανθεοῦ. Ἡ σφαῖρα τοῦ ἔκκρεμοῦς τούτου ἔφερε κάτωθεν βελόνην, ἥτις ἐπὶ ἄμμου ἐπὶ τοῦ δαπέδου κειμένης ἐχάραττεν αὐλάκα, τοῦ ἔκκρεμοῦς κινουμένου. Ἐκ τῆς μεταβολῆς δὲ τῆς διεύθυνσεως τῆς χαρασσομένης αὐλάκος ἐβεβαιώθη ὁ Foucault καὶ οἱ πολυπληθεῖς μετ' αὐτοῦ σοφοὶ ὅτι τὸ ἐπίπεδον τῆς αἰωρήσεως τοῦ ἔκκρεμοῦς ἐφαίνετο στρεφόμενον ἐξ  $A$  πρὸς  $\Delta$ . Ἐπειδὴ δὲ τοιαύτη τοῦ ἐπιπέδου τούτου κίνησις εἶναι ἀδύνατος συμπεραίνομεν ὅτι φαίνεται τοῦτο κινούμενον, διότι ἡ Γῆ πράγματι κινεῖται ἐκ  $\Delta$  πρὸς  $A$ .

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

Ἡ ταχύτης, μεθ' ἧς ἕκαστον σημεῖον τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς στρέφεται ἐκ  $\Delta$  πρὸς  $A$ , βαίνει ἐλαττουμένη ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους. Ὁ ἀκόλουθος πίναξ παρέχει τὴν ταχύτητα ταύτην διὰ τινὰ 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 ΤΕΤΑΡΤΟΝ

### ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΙ ΧΑΡΤΑΙ

§ 61. Ὑδρογείοι σφαῖραι. — Τοῦ γηίνου ἔλλειψοειδοῦς ἐλαχιστα διαφέροντος σφαίρας, δυνάμεθα, ὡς προείπομεν (§ 52), νὰ θεωρῶμεν εἰς πολλὰ ζητήματα τὴν Γῆν ὡς σφαῖραν. Κατ' ἀκολουθίαν καταλληλότερον καὶ φυσικώτερον εἶναι νὰ παριστῶμεν τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῆς διὰ σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν ἀκτίνος ἴσης πρὸς ὀρισμένον τι ὑποπολλαπλασίον τῆς μέσης ἀκτίνος τῆς Γῆς. Αἱ τοιαῦται σφαῖραι καλοῦνται *ὕδρογείοι σφαῖραι*, ἀπεικονίζονται δὲ ἐπ' αὐτῶν τὰ διάφορα μέρη τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς δι' ὁμοίων σχημάτων. Ἵνα ὅμως αὐταὶ ὄσιν εὐμεταχείριστοι, πρέπει νὰ ἔχωσι λίαν μικρὰς (σχετικῶς πρὸς τὴν Γῆν) διαστάσεις καὶ κατ' ἀκολουθίαν αἱ διαφοροὶ χώροι ἀπεικονίζονται ἄνευ τῶν ἀναγκαίων λεπτομερειῶν αὐτῶν.

Τοῦ μειονεκτήματος τούτου στεροῦνται οἱ γεωγραφικοὶ χάρται.

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

Ὁ γεωγρ. χάρτης καλεῖται *ἡμισφαίριον*, ἐὰν ἀπεικονίζῃ ἐν ἡμῖσι τῆς γῆτις ἐπιφανείας.

Διὰ τὴν κατασκευὴν τῶν γεωγρ. χαρτῶν γίνεται χρῆσις διαφόρων μεθόδων, αἵτινες περιλαμβάνονται εἰς τὴν *μέθοδον τῶν προβολῶν* καὶ τὴν *τῶν ἐκπετασμάτων*. Οἰαδήποτε δὲ καὶ ἂν εἶναι ἡ μέθοδος, ἣς γίνεται χρῆσις, πρωτίστως πρέπει νὰ χαραχθῇ ἐπὶ τοῦ ἐπίπεδου τὸ δίκτυον τῶν μεσημβρινῶν καὶ παραλλήλων· μετὰ τοῦτο σημειοῦνται τὰ πρωτεύοντα σημεῖα τῆς ἀπεικονιστέας χώρας τῇ βοήθειᾳ τῶν γεωγραφικῶν συντεταγμένων αὐτῶν καὶ εἶτα τὰ δευτερεύοντα σημεῖα, τῇ βοήθειᾳ τῶν πρωτευόντων, μεθ' ὧν ἐκεῖνα εἶναι τοπογραφικῶς συνδεδεμένα.

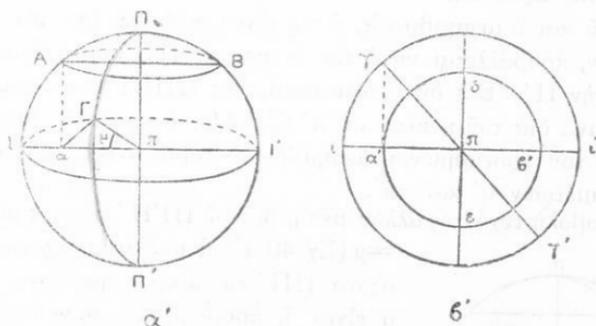
Σημειωτέον δὲ ὅτι, ἐπειδὴ ἡ ἐπιφάνεια σφαίρας (ὡς καὶ ἔλλειψοειδοῦς) δὲν εἶναι ἀναπτυσκτὴ, ἥτοι δὲν δύναται νὰ ἐφαρμοσθῇ ἐπὶ

ἐπιπέδου ἄνευ μετασχηματισμῶν, τὰ διὰ τῶν γεωγρ. χαρτῶν ἀπεικονιζόμενα μέρη τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς ὑφίστανται ἐν αὐτοῖς ἀναποφεύκτους ἀλλοιώσεις. Αὐταὶ εἶναι κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον αἰσθηταί, καθ' ὅσον ἡ ἀπεικονιζομένη χώρα ἔχει μείζονα ἢ ἐλάσσονα ἔκτασιν, ἔξαρτῶνται δὲ καὶ ἐκ τῆς μεθόδου, ἧς γίνεται χρῆσις διὰ τὴν κατασκευὴν τοῦ χάρτου.

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

Α'. Ὄρθογραφικὴ 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 γηίνου ἰσημερινοῦ ἢ τὸ τοῦ α' μεσημβρινοῦ.

1ον) Προβολὴ ἐπὶ τὸν ἰσημερινόν.—Ἐὰν ληφθῆ ὡς προβ.



(Σχ. 40)

ἐπίπεδον τὸ τοῦ γηίνου ἰσημερινοῦ ἐπίπεδον Π' (Σχ. 40), ὃ μὲν γ. ἰσημερινὸς εἶναι προβολὴ ἑαυτοῦ, ὃ πόλος Π προβάλλεται εἰς τὸ κέντρον π τοῦ ἰσημερινοῦ καὶ ὃ α' μεσημβρινὸς ΠΠ' κάθετος ὢν ἐπὶ τὸ προβ. ἐπίπεδον προβάλλεται κατὰ τὴν τομὴν Ιπ αὐτοῦ καὶ τοῦ προβ. ἐπιπέδου.

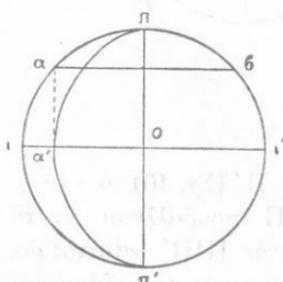
Τυχὸν δὲ ἄλλος μεσημβρινὸς ΠΓΠ' ἔχον μῆκος  $\widehat{ΠΓ} = \mu$  προβάλλεται κατὰ τὴν τομὴν πΓ αὐτοῦ καὶ τοῦ προβ. ἐπιπέδου, δ' ἦν τομὴν εἶναι γων.  $\widehat{ΠΠΓ} = \mu$ . Ἐὰν ὅθεν παραστήσωμεν ὑπὸ κλίμακά τινα τὸν ἰσημερινὸν διὰ τοῦ κύκλου ιγί'γ' (Σχ. 40 β') καὶ τὴν προβολὴν τοῦ α' μεσημβρινοῦ διὰ τῆς ἀκτίνος πι, πρὸς παράστασιν τῆς

προβολῆς τοῦ ΠΓΠ' ἀρκεῖ νὰ λάβωμεν κατὰ τὴν προσήκουσαν φορὰν τόξον  $\gamma\mu$  καὶ νὰ φέρωμεν τὴν  $\gamma\gamma$ .

Ὁ τυχὼν δὲ παραλλήλος ΑΒ ἔχων πλάτος  $\lambda$  προβάλλεται κατὰ κύκλον ὁμόκεντρον τῷ ἰσημερινῷ καὶ ἔχοντα ἀκτῖνα  $\rho$ , ἂν  $\alpha$  εἶναι ἡ προβολὴ τοῦ κοινοῦ σημείου Α τοῦ παραλλήλου καὶ τοῦ  $\alpha'$  μεσημβρινοῦ. Ἐπειδὴ δὲ κατακλινομένου τοῦ ἡμικυκλίου ΠΠ' ἐπὶ τοῦ ΠΓΓ' τὸ σημεῖον Α λαμβάνει θέσιν τινὰ Γ, τοιαύτην ὥστε νὰ εἶναι τόξ. ΠΓ=τόξ. ΙΑ= $\lambda$  καὶ ἡ  $\alpha\Gamma$  χωρὶς νὰ παύσῃ νὰ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν Π' καταλαμβάνει τὴν θέσιν  $\alpha\Gamma$ , ἔπεται ὅτι, ἂν λάβωμεν τόξ.  $\gamma\mu=\lambda$  καὶ φέρωμεν ἐκ τοῦ  $\gamma$  τὴν κάθετον  $\gamma\alpha'$  ἐπὶ τὴν  $\iota\pi$ , ὁρίζεται ἡ  $\rho\alpha'$ , δι' ἧς παρίσταται ἡ ἀκτὶς  $\rho\alpha'$  ἡ εἰρημένη ἄρα προβολὴ τοῦ παραλλήλου ΑΒ παρίσταται διὰ τοῦ κύκλου  $\alpha'\delta\beta\epsilon$  (1).

2ον) **Προβολὴ ἐπὶ τὸν  $\alpha'$  μεσημβρινόν.**— Ἐὰν τὸ ἐπίπεδον ΠΠΠ'Γ' τοῦ  $\alpha'$  μεσημβρινοῦ ΠΠΠ' (Σχ. 40 α') ληφθῆ ὡς προβολικὸν ἐπίπεδον, ὃ μὲν μεσημβρινός ΠΠΠ'Γ' εἶναι προβολὴ ἑαυτοῦ, ὃ ἰσημερινός προβάλλεται κατὰ τὴν διάμετρον ΠΠ' τοῦ εἰρημένου μεσημβρινοῦ καὶ ὃ μεσημβρινός, ὅστις εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν  $\alpha'$  μεσημβρινόν, προβάλλεται κατὰ τὴν διάμετρον ΠΠ', ἧτις εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν ΠΠ'. Ἐὰν ὅθεν, ὃ μεσημβρινός ΠΠΠ'Γ' παρασταθῆ ὑπὸ κλίμακά τινα διὰ τοῦ κύκλου  $\iota\pi\pi'$  (Σχ. 41), ἡ προβολὴ τοῦ ἰσημερινοῦ καὶ τοῦ προειρημένου μεσημβρινοῦ παρίστανται ὑπὸ τῶν καθέτων διαμέτρων  $\iota\iota'$  καὶ  $\pi\pi'$ .

Ἡ προβολὴ τυχόντος ἄλλου μεσημβρινοῦ ΠΓΠ' ἔχοντος μῆκος ΠΓ= $\mu$  (Σχ. 40 α') εἶναι ἔλλειψις ἔχουσα μέγαν



(Σχ. 41)

ἄξονα ΠΠΠ' καὶ μικρὸν ἡμιάξονα  $\rho\alpha$ , ἂν  $\alpha$  εἶναι ἡ προβολὴ τοῦ κοινοῦ σημείου Γ τοῦ μεσημβρινοῦ τούτου καὶ τοῦ ἰσημερινοῦ. Ἐπειδὴ δὲ κατακλινομένου τοῦ ἡμικυκλίου ΠΠΠ'Γ' ἐπὶ τοῦ ΠΠΠ' τὸ μὲν  $\alpha$  μένει ἀκίνητον, τὸ Γ καταλαμβάνει θέσιν τινὰ Α τοιαύτην ὥστε  $\widehat{ΙΑ}=\widehat{ΠΓ}=\mu$ , ἡ δὲ Γα χωρὶς νὰ παύσῃ νὰ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν ΠΠ' καταλαμβάνει τὴν θέσιν Αα,

ἔπεται ὅτι, ἂν ληφθῆ τόξ.  $\iota\alpha=\mu$  καὶ ἐκ τοῦ  $\iota$  ἀχθῆ ἡ κάθετος  $\iota\alpha'$  (Σχ. 41) ἐπὶ τὴν  $\iota\iota'$  ὁρίζεται ἡ  $\rho\alpha'$ , δι' ἧς παρίσταται ὁ μικρὸς ἡμιάξων  $\rho\alpha$  τῆς ρηθείσης ἔλλειψως, ἧτις κατασκευάζεται,

(1) Χάριν συντομίας ἐν τῷ σχήματι θεωροῦμεν  $\mu=\lambda$ , ὅπερ δὲν συμβαίνει πάντοτε.

καθ' ὃν ἡ Γεωμετρία διδάσκει τρόπον ἐκ τῶν δύο αὐτῆς ἡμιαξόνων.

Ὁ τυχὼν παράλληλος AB, ὅστις ἔχει πλάτος λ, προβάλλεται κατὰ τὴν τομὴν AB αὐτοῦ καὶ τοῦ προβ. ἐπιπέδου· ὀρίζεται δὲ αὕτη, ἂν ληφθῆ αἰ = λ καὶ ἀχθῆ ἢ τῆ υ' παράλληλος χορδῆ αβ.

Διὰ τῆς ὀρθογραφικῆς προβολῆς τὰ κεντρικὰ μέρη τοῦ προβ. ἐπιπέδου ἡμισφαιρίου παράλληλα σχεδὸν ὄντα πρὸς τὸ προβ. ἐπίπεδον ἀπεικονίζονται εἰς ἀληθῆς περίπου μέγεθος. Τὰ ἐγγύτερον ὅμως πρὸς τὰ ὅρια τοῦ προβ. ἐπιπέδου ὑφίστανται οὐσιώδεις ἀλλοιώσεις.

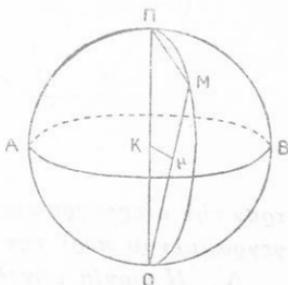
Τῆς μεθόδου ταύτης γίνεται χρῆσις διὰ τὴν κατασκευὴν α') γῆων ἡμισφαιρίων διὰ προβολῆς ἐπὶ τὸν α' μεσημβρινὸν συνήθως.

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 ὀπτικήν ἡμῶν ἀκτίνα. Οὕτως ἡ Σελήνη ἀπεικονίζεται ὡς πράγματι ἐκ τῆς Γῆς φαίνεται αὕτη.

#### § 64. Β' Στερεογραφικὴ προβολή. — Ἐστω AB

(Σχ. 42) μέγιστος κύκλος σφαίρας τινὸς K, O ὁ ἕτερος τῶν πόλων αὐτοῦ, ἐφ' οὗ νοεῖται ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν, καὶ M τυχὼν σημεῖον τῆς ἐπιφανείας τῆς αὐτῆς σφαίρας.

Τὸ σημεῖον μ, εἰς ὃ ἡ ὀπτικὴ ἀκτίς OM τέμνει τὸ ἐπίπεδον τοῦ μεγ. κύκλου AB, καλεῖται *στερεογραφικὴ προβολή* τοῦ σημείου M ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον AB πρὸς κέντρον ἢ σημεῖον ὀράσεως τὸ O.



(Σχ. 42)

#### Στερεογραφικὴ δὲ προβολή τυχόντος

σχήματος κειμένου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας K καλεῖται ὁ γεωμ. τόπος τῶν στερεογραφικῶν προβολῶν πάντων τῶν σημείων τοῦ σχήματος τούτου.

ΣΗΜ. Ἐν τοῖς ἀκολουθοῦσι 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 ὀράσεως.

#### § 65. Ἰδιότητες τῶν στερεογραφικῶν προβολῶν. — Α'. Ἀγομένων τῶν εὐθειῶν ΠΜ καὶ Κμ (Σχ. 42) σχηματίζονται τὰ ὅμοια ὀρθογώνια τρίγωνα ΟΚμ καὶ ΟΠΜ, ἐξ ὧν ἔπεται

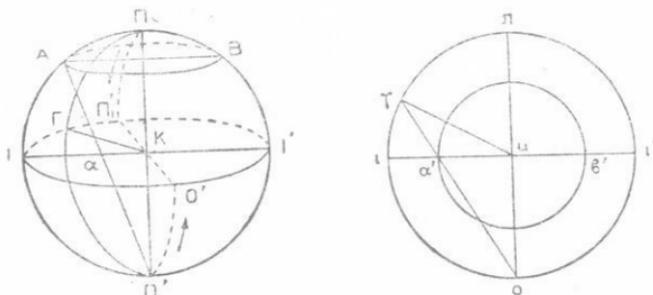
εὐκόλως ὅτι  $\frac{(OM)}{(OK)} = \frac{(OP)}{(Oμ)}$ , ὅθεν  $(OM)(Oμ) = (OP)(OK) = 2P^2$ , ἂν

$P$  είναι ἡ ἀκτὺς τῆς σφαίρας. Ἄρα: **Στερεογραφικὴ προβολὴ σημείου κειμένου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας σφαίρας ἀκτῖνος  $P$  εἶναι τὸ ἀντίστροφον τοῦ σημείου τούτου πρὸς κέντρον ἀντιστροφῆς τὸ σημεῖον ὁράσεως καὶ δύναμιν ἀντιστροφῆς  $2P^2$ .**

Ἐχοντες ἤδη ὑπ' ὄψιν τὰς ὑπὸ τῆς Γεωμετρίας διδασκομένας ιδιότητες τῶν ἀντιστρόφων σχημάτων συνάγομεν εὐκόλως τὰς ἀκολουθοῦσας τῶν στερεογραφικῶν προβολῶν ιδιότητας.

**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 κέν-**



(Σχ. 43)

τρον 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.**

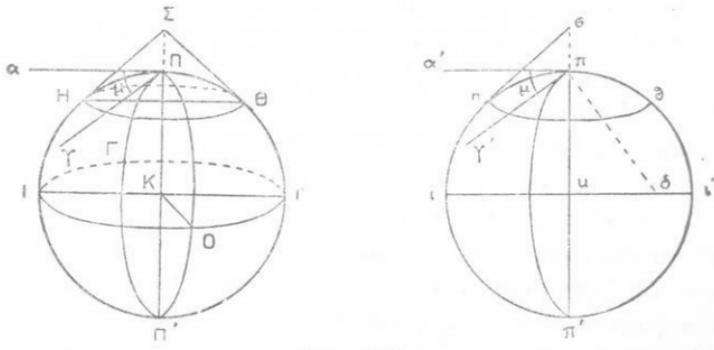
Ἴδωμεν ἤδη πῶς κατασκευάζεται ἡ στερεογραφικὴ προβολὴ τυχόντος παραλλήλου καὶ μεσημβρινοῦ τῆς  $\Gamma\eta$ .

**§ 66. Α' Στερ. προβολὴ ἐπὶ τὸν ἰσημερινόν.**—

Ὁ ἰσημερινὸς  $\Pi\Pi'$  συμπίπτει μετὰ τῆς προβολῆς αὐτοῦ, οἱ δὲ μεσημβρινοὶ διερχόμενοι διὰ τοῦ σημείου ὁράσεως  $\Pi'$  (Σχ. 43) προβάλλονται κατὰ διαμέτρους τοῦ ἰσημερινοῦ (§ 65 Β'). Ἐὰν δὲ  $KI$  εἶναι ἡ προβολὴ τοῦ  $\alpha'$  μεσημβρινοῦ  $\Pi\Pi'$ , τυχὸν ἄλλος μεσημβρινὸς  $\Pi\Gamma\Pi'$  ἔχων μῆκος  $I\Gamma = \mu$  προβάλλεται κατὰ τὴν  $K\Gamma$ , δι' ἣν εἶναι γων.  $IK\Gamma = \mu$  (§ 65 Δ'). Ἐὰν ὅθεν διὰ τοῦ κύκλου ἰπ' ο παραστήσωμεν ὑπὸ κλίμακά τινα τὸν ἰσημερινόν καὶ διὰ τῆς  $u'$  παραστήσωμεν τὴν  $\Pi'$ , ἡ προβολὴ  $K\Gamma$  παρίσταται ὑπὸ τῆς  $\gamma\kappa$ , ἥτις ὀρίζεται,

ἀν ληφθῆ κατά τὴν προσήκουσαν φορὰν τόξον  $\gamma\mu$ . Κατὰ ταῦτα ἢ προβολὴ  $O\Pi$  τοῦ ἐπὶ τὸν  $\alpha'$  μεσημβρινὸν καθέτου μεσημβρινοῦ παρίσταται διὰ τῆς  $\sigma$ .

Τοῦ παραλλήλου  $AB$ , ὅστις ἔχει πλάτος  $\lambda$ , ἢ προβολὴ εἶναι κύκλος ὁμόκεντρος τῷ ἰσημερινῷ, καθ' ὅσον ἢ κορυφὴ  $\Sigma$  τοῦ κατὰ τὸν  $AB$  περιγεγραμμένου κώνου ἐπὶ τῆς  $\Pi\Pi$  κειμένη προβάλλεται εἰς τὸ  $K$  (§ 65 Γ'). Πρὸς ἀεικόνισιν δὲ τῆς ἀκτίνος  $K\alpha$  τῆς ῥηθείσης προβολῆς παρατηροῦμεν ὅτι τοῦ  $\text{III}'\Pi'$  κατακλινομένου ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ τὸ σημεῖον  $A$  λαμβάνει θέσιν τινὰ  $\Gamma$ , οὕτως ὥστε  $\widehat{\Pi\Gamma} = \widehat{IA} = \lambda$ , ἢ  $\Pi\Pi$  χωρὶς νὰ παύσῃ νὰ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν  $\text{II}'$  λαμβάνει τὴν θέσιν  $O'K\Pi$  καὶ ἢ  $\Pi'\alpha$  τὴν  $O'\alpha\Gamma$ . Ἐὰν ὅθεν λάβωμεν



(Σχ. 44)

$\gamma\mu = \lambda$  καὶ φέρωμεν τὴν  $o\gamma$ , ὀρίζεται ὑπὸ ταύτης καὶ τῆς  $ki$  τὸ σημεῖον  $\alpha'$ , δι' οὗ παρίσταται τὸ  $\alpha$ . Ἡ προβολὴ ἄρα τοῦ  $AB$  παρίσταται ὑπὸ τοῦ κύκλου, ὅστις ἔχει διάμετρον τὴν  $\alpha'\beta'$ .

**§ 67. Β' Στερ. προβολὴ ἐπὶ τὸν  $\alpha'$  μεσημβρινόν.**—Ἐστω  $\text{III}'\Pi'$  ὁ  $\alpha'$  μεσημβρινός, οὗ τὸ ἐπίπεδον λαμβάνεται ὡς προβ. ἐπίπεδον,  $O$  ὁ ἕτερος τῶν πόλων αὐτοῦ, ὅστις λαμβάνεται ὡς σημεῖον ὀράσεως καὶ  $\text{ΠΟΠ}'$  ὁ διὰ τοῦ σημείου τούτου διερχόμενος μεσημβρινός, ὅστις προφανῶς εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν  $\alpha'$  μεσημβρινόν (Σχ. 44). Ὁ ἰσημερινός καὶ ὁ μεσημβρινός  $\text{ΠΟΠ}'$  προβάλλονται κατὰ τὰς καθέτους διαμέτρους  $\text{II}'$  καὶ  $\text{III}'\Pi'$  τοῦ  $\alpha'$  μεσημβρινοῦ. Ἐὰν ὅθεν διὰ τοῦ κύκλου  $\kappa$  παραστήσωμεν τὸν μετὰ τῆς προβολῆς αὐτοῦ συμπίπτοντα μέγ. κύκλον  $\text{III}'\Pi'$ , αἱ κάθετοι διαμέτροι  $\mu'$ ,  $\pi\pi'$  αὐτοῦ θὰ παριστῶσι τὴν προβολὴν τοῦ ἰσημερινοῦ καὶ τοῦ μεσημβρινοῦ  $\text{ΠΟΠ}'$ . Τυχὼν δὲ ἄλλος μεσημβρινός  $\text{ΠΓΗ}'$  ἔχων μῆκος  $\mu$  προβάλλεται κατὰ κύκλον (§ 65 Γ') διερχόμενον διὰ

τῶν σημείων Π καὶ Π'. Ἵνα δὲ γράψωμεν αὐτὸν ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ χάρτου, ἀρκεῖ νὰ ὀρίσωμεν τὸ κέντρον του. Πρὸ τοῦτο σκεπτόμεθα ὡς ἐξῆς. Ἡ κορυφή τοῦ κατὰ τὸν ΠΓΠ' περιγεγραμμένου κώνου κεῖται ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἰσημερινοῦ, ἢ προβολῆ ὅθεν αὐτῆς κεῖται ἐπὶ τῆς Π'. Ἀφ' ἐτέρου δὲ ἐπειδὴ αἱ εἰς τὸ Π ἐφαπτόμεναι Πα, Πγ τῶν μεσημβρινῶν ΠΠΠ' καὶ ΠΓΠ' σχηματίζουν γωνίαν ἴσην πρὸς μ, καὶ αἱ προβολαὶ αὐτῶν σχηματίζουν γωνίαν ἴσην πρὸς μ (§ 65 Δ'). Ἀλλ' ἢ μὲν τῆς Πα προβολῆ αὐτῆ ἢ Πα οὕσα παρίσταται ἐν τῷ χάρτι διὰ τῆς πα' καθέτου ἐπὶ τὴν ππ', ἢ δὲ τῆς Πγ διὰ τῆς πγ', ἣτις κατασκευάζεται οὕτως ὥστε νὰ εἶναι γων. α'πγ' = μ. Ἐὰν ὅθεν φέρωμεν ἐκ τοῦ π τὴν ἐπὶ τὴν πγ' κάθετον πδ, ἢ τομὴ δ αὐτῆς καὶ τῆς ι' εἶναι τὸ ζητούμενον κέντρον.

Τοῦ παραλλήλου ΗΘ, ὅστις ἔχει πλάτος λ, ἢ προβολῆ εἶναι κύκλος ἔχων κέντρον τὴν προβολὴν τῆς κορυφῆς Σ τοῦ κώνου ΣΗΘ (§ 65 Γ'). Ἀλλὰ ἐκατέρου τῶν σημείων Η καὶ Σ ταυτιζομένου μετὰ τῆς προβολῆς του, καὶ τοῦ Σ κειμένου ἐπὶ τῆς ΠΠΠ' ἀρκεῖ, πρὸς εὐρεσιν τῆς ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ χάρτου θέσεως τοῦ Σ, νὰ λάβωμεν  $\eta_i = \lambda$  καὶ νὰ φέρωμεν τὴν εἰς τὸ η ἐφαπτομένην τῆς περιφερείας κ. Τὸ κοινὸν σημεῖον σ τῆς ἐφαπτομένης ταύτης καὶ τῆς ππ' εἶναι ἢ θέσις τοῦ ζητουμένου κέντρον. Ἡ προβολῆ ὅθεν τοῦ παραλλήλου ΗΘ παρίσταται διὰ τῆς περιφερείας, ἣτις γράφεται μὲ κέντρον σ καὶ ἀκτῖνα τὴν ση.

**§ 68. Προτερήματα καὶ μειονεκτήματα τῆς στερεογραφικῆς προβολῆς.**—Ἐνεκα τῆς κατὰ τὴν προβολὴν ταύτην διατηρήσεως τῶν γωνιῶν, ἢ μέθοδος αὕτη ἔχει τὰ ἐξῆς δύο προτερήματα:

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

**Β'.** Οἱ μεσημβρινοὶ καὶ οἱ παράλληλοι παρίστανται διὰ γραμμῶν καθέτων, ἐπομένως εἶναι εὐκολος ὁ ἔλεγχος τῆς ἀκριβοῦς ἢ μὴ χαράξεως τῶν γραμμῶν τούτων.

Ἀφ' ἐτέρου ἢ μέθοδος αὕτη ἔχει τὸ ἐξῆς σπουδαῖον μειονέκτημα.

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

Οὕτως ἐλάχιστόν τι τόξον ΓΠ (Σχ. 45) κείμενον ἀπέναντι τοῦ ση-

μείου ὀράσεως προβάλλεται κατὰ τὴν  $\gamma\kappa$ . Ἐπειδὴ δὲ τὸ μικρὸν τόξον  $\Gamma\Pi$  δύναται νὰ ἔξομοιωθῆι πρὸς τὴν χορδὴν αὐτοῦ, ἥτις εἶναι διπλασία τῆς  $\gamma\kappa$ , ἔπεται ὅτι τὸ τόξον  $\Gamma\Pi$  εἶναι σχεδὸν διπλάσιον τῆς προβολῆς αὐτοῦ  $\gamma\kappa$ . Τυχὸν δὲ μικρὸν τρίγωνον ἔχον πλευρὰν  $\Gamma\Pi$  προβάλλεται κατὰ τρίγωνον ἴσον πρὸς τὸ  $1/4$  αὐτοῦ.

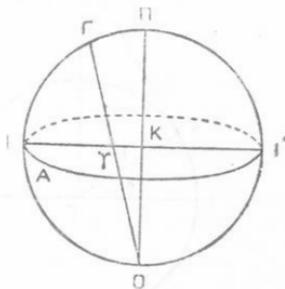
Ἐὰν ὁμως θεωρήσωμεν μικρόν τι τόξον  $\text{IA}$  κείμενον ἐπὶ τοῦ προβ. ἐπιπέδου, τοῦτο εἶναι προβολὴ ἑαυτοῦ, καὶ τυχὸν μικρὸν τρίγωνον ἔχον τὸ  $\text{IA}$  ὡς πλευρὰν προβάλλεται κατὰ τρίγωνον ἴσον αὐτῷ, καθ' ὅσον τὰ δύο ταῦτα τρίγωνα εἶναι ὅμοια καὶ ἔχουσι μίαν πλευρὰν τὴν  $\text{IA}$  κοινήν.

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

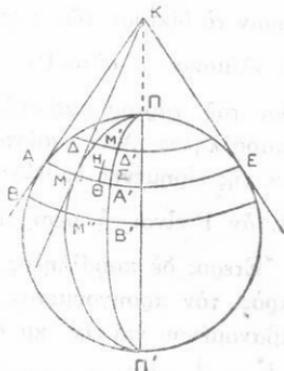
§ 69. **Κωνικὸν ἐκπέτασμα.**—

Διὰ τὴν κατασκευὴν τοῦ χάρτου μικρᾶς σχετικῶς χώρας, π. χ. ἐνὸς κράτους, γίνεται χρῆσις τοῦ κωνικοῦ ἐκπετάσματος.

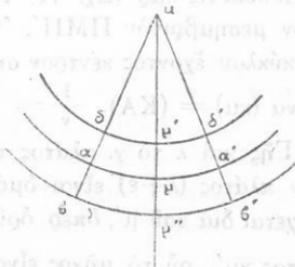
Πρὸς τοῦτο νοοῦσι τὸν περὶ τὴν σφαιρᾶν κατὰ τὸν μέσον παράλληλον  $\text{AA}'$  τῆς ἀπεικονιστέας χώρας  $\Delta\text{BB}'\Delta$  περιγεγραμμένον κῶνον  $\text{KAE}$  καὶ ἀντικαθιστῶσι τοὺς μεσημβρινούς



(Σχ. 45)



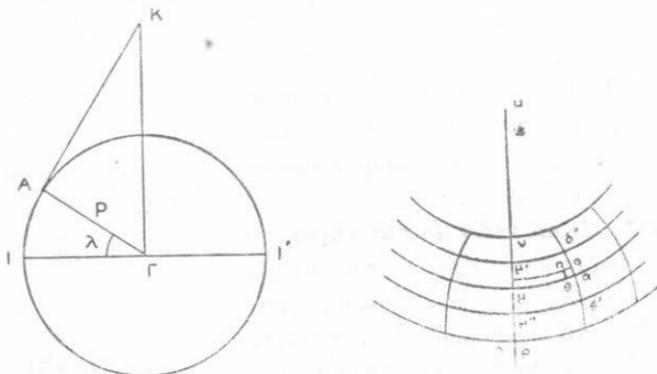
(Σχ. 46)



τῆς χώρας διὰ τῶν τομῶν τῆς κυρτῆς τοῦ κώνου ἐπιφανείας ὑπὸ τῶν ἐπιπέδων τῶν κύκλων τούτων. Ἐὰν εἶτα ἡ κωνικὴ ἐπιφάνεια  $\text{KAE}$  νοηθῆι ἀνεπτυγμένη ἐπὶ ἐπιπέδου ἑκατέρωθεν τῆς τὸν μέσον

μεσημβρινὸν τῆς χώρας παριστώσης εὐθείας KM, προκύπτει δίκυον, 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 χώραι ἀναπαριστῶνται κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην μετ' ἀκριβοῦς ἀκριβείας, ἐν ᾧ εἰς τὰς ἀπωτέρας ἐπέρχονται λίαν αἰσθηταὶ ἀλλοιώσεις. Τοῦτου ἕνεκα γίνεται χρῆσις τῆς μεθόδου ταύτης διὰ τὴν παράστασιν μικρᾶς ἐκτάσεως περὶ τὸν μέσον αὐτοῦ παράλληλον.



(Σχ. 47)

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

Εὐθεῖά τις κμρ (Σχ. 47) 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 ἀκτίνα (κμ) = (KA).  $\frac{1}{v} = \frac{1}{v} \cdot P$ . σφλ, ἂν P εἶναι ἡ μέση ἀκτὶς τῆς Γῆς καὶ λ τὸ γ. πλάτος τοῦ ΑΑ'. Ἄλλος δὲ παράλληλος ΔΔ' ἔχων πλάτος (λ+ε) εἶναι ὁμόκεντρος πρὸς τὸν προηγούμενον καὶ διέρχεται διὰ τοῦ μ', ὅπερ ὀρίζεται λαμβανομένου ἐπὶ τῆς κμ ἀνύσματος κμ', οὗ τὸ μῆκος εἶναι  $2\pi P \cdot \frac{\varepsilon}{360^\circ} \cdot \frac{1}{v}$ . Διὰ τὸν παράλληλον ΒΒ', ὅστις ἔχει πλάτος λ-ε, τὸ ἀντίστοιχον ἀνυσμα μμ'' ἔχει φερὰν ἀντίθετον τῆς τοῦ μμ'.

(1) Διὰ τὸν χάρτην τῆς Γαλλίας  $v=80000$ .

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

α'. Τὰ μῆκη ἐπὶ τῶν μεσημβρινῶν καὶ παραλλήλων εἶναι ἀνηγμένα ὑπὸ κλίμακα  $\frac{1}{v}$ .

β'. Κατ' ἄλλην κατεύθυνσιν τὰ μῆκη, αἱ γωνίαι καὶ τὰ λίαν μικρὰ κατ' ἀκολουθίαν σχήματα ὑφίστανται ἀνεπαισθήτους μεταβολάς.

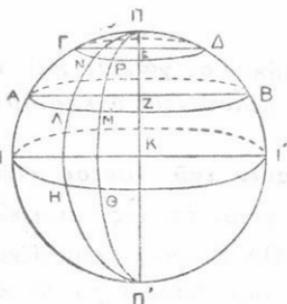
γ'. Τὰ ἐμβαδὰ καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν τοῦ χάρτου εἶναι ἀνηγμένα ὑπὸ κλίμακα  $\frac{1}{v^2}$ . Πράγματι τυχὸν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς καμπυλόγραμμον τετράπλευρον ΗΘΑ'Σ, ὅπερ σχηματίζεται ὑπὸ μεσημβρινῶν λίαν μικρὰν σχηματιζόντων διεδρον γωνίαν καὶ ὑπὸ παραλλήλων ἐγγύτατα ἀλλήλων κειμένων, δύναται νὰ ἑξομοιωθῇ πρὸς ἐπίπεδον τραπέζιον· τοῦτο δὲ ἀληθεύει καὶ διὰ τὸ ἐπὶ τοῦ χάρτου ἀντίστοιχον αὐτῷ τετράπλευρον ηθα'σ. Ἐπειδὴ δὲ (θα') =  $\frac{1}{v}$  (ΘΑ), (ησ) =  $\frac{1}{v}$  (ΗΣ) καὶ (ηθ) = (σα') =  $\frac{1}{v}$  (ΗΘ), ἔπεται ὅτι: (ηθα'σ) =  $\frac{1}{v^2}$  (ΗΘΑ'Σ).

§ 70. Κυλινδρικὸν ἐκπέτασμα. — Τὸ κωνικὸν ἐκπέτασμα καταστᾷ *κυλινδρικὸν ἐκπέτασμα*, ἂν ὡς μέσος παράλληλος ληφθῇ ὁ ἰσημερινὸς τῆς Γῆς καὶ ὁ περιγεγραμμένος κῶνος ἀντικατασταθῇ διὰ τοῦ κατὰ τὸν ἰσημερινὸν περιγεγραμμένου περὶ τὴν γῆϊνην 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 παριστώσι μεσημβρινοὺς σχηματίζοντας σταθερὰν διεδρον γωνίαν (π. χ.

1<sup>ο</sup>) 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 ὑποθεθείσθω ὅτι αἱ εὐθεῖαι αζ καὶ γε (Σχ. 48) παριστῶσι τοὺς παραλλήλους ΑΒ καὶ ΓΔ, ὧν τὰ πλάτη εἶναι λ καὶ (λ+ε). Ἐπειδὴ (εξ) = (ΕΖ) = (ΚΕ) — (ΚΖ) καὶ (ΚΕ) = Ρ.ἡμ (λ+ε), (ΚΖ) = Ρ. ἡμλ. ἔπεται ὅτι:

(εξ) = Ρ [ἡμ (λ+ε) — ἡμλ] = 2 Ρ ἡμ  $\frac{ε}{2}$  συν  $(λ + \frac{ε}{2})$ . Ἐντεῦθεν ἔπεται ὅτι τοῦ ε ὄντος σταθεροῦ ἡ ἀπόστασις (εξ) βαίνει ἐλαττωμένη τοῦ λ αὐξανομένου.



γ	ν	ρ	ε	
α	λ	μ	ζ	
ι	η	θ	υ	

(Σχ. 48)

Κατὰ ταῦτα τὰ ἄνισα τόξα ΗΘ, ΑΜ, ΝΡ κτλ. παρίστανται δι' εὐθειῶν ηθ, λμ, νρ κτλ. ἴσων ὑπὸ κλίμακά τινα πρὸς τὸ ἀνάπτυγμα τοῦ μεγαλυτέρου τούτων ΗΘ, ἐν ᾧ τὰ ἴσα τόξα ΗΛ, ΑΝ, κτλ. μεσημβρινοῦ τινὸς παρίστανται δι' εὐθειῶν ηλ, λν κτλ, αἵτινες βαίνουσιν ἐλαττούμεναι τοῦ πλάτους τῶν ἀντιστοίχων τόξων αὐξανομένου.

Εὐνόητον ἐκ τούτων καθίσταται 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 ταύτην (2).

### § 71. Ναυτικοὶ χάρται ἢ χάρται τοῦ Μερκάτο-

(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).

**ρος.**—Ὁ κατὰ τὸν 16ον αἰῶνα ἀκμάσας φλαμανδὸς γεωγράφος Μερκάτωρ (Gerhard Krämer) ἐπενόησε καὶ ἐπέφερεν εἰς τὸ προηγούμενον σύστημα τὴν ἀκόλουθον τροποποίησιν. Καμπυλόγραμμόν τι τετράπλευρον τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς σχηματίζομενον ὑπὸ μεσημβρινῶν ἐλαχίστην (π. χ. 1°) γωνίαν σχηματίζόντων καὶ παραλλήλων, ὧν τὰ πλάτη διαφέρουσιν ἐπίσης κατὰ 1°, ἕξωμοίου πρὸς ὀρθογώνιον καὶ ἀπεικόνιζεν ἐν τῷ χάρτῃ δι' ὁμοίου ὀρθογωνίου. Πρὸς τοῦτο παρατήρησεν ὅτι ἐνὸς τοιούτου ὀρθογωνίου π. χ.  $\Delta MNP$

$$(\Sigma \chi. 48) \text{ εἶναι } (\widehat{AM}) = \frac{2\pi R \text{ συν} \lambda}{360}, \quad (\widehat{AN}) = \frac{2\pi R'}{360} \alpha \rho \alpha \frac{(\widehat{AM})}{(\widehat{AN})} = \text{συν} \lambda.$$

Ἐὰν λοιπὸν ἡ εὐθεῖα  $u'$  παριστᾷ τὸν ἰσημερινόν, ἡ τὸ τόξον  $\Delta M$  παριστῶσα εὐθεῖα  $\lambda\mu$  θὰ ἔχη μῆκος  $\frac{(u')}{360}$  καὶ τὸ τόξον  $\Delta N$  δέον νὰ παρίσταται ὑπὸ εὐθείας  $\lambda\nu$  τοιαύτης ὥστε  $\frac{(u')}{360} = (\lambda\nu)$ . συνλ, ὅθεν

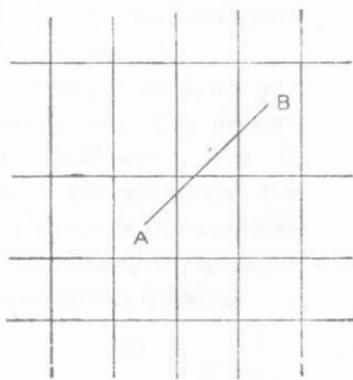
$$(\lambda\nu) = \frac{(u')}{360 \text{ συν} \lambda'}$$

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

Ἐχει ὁμοῦς τὸ σύστημα τοῦτο τὸ ἀκόλουθον σπουδαῖον πλεονέκτημα.

Ἐπειδὴ τυχὸν τετράπλευρον τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς παρίσταται ἐν τῷ χάρτῃ δι' ὁμοίου σχήματος, δύο τυχούσαι τεμνόμεναι ὑπὸ γωνίαν  $\omega$  γραμμαὶ παρίστανται διὰ γραμμῶν τεμνομένων ἐπίσης ὑπὸ τὴν αὐτὴν γωνίαν  $\alpha$ .

Ἐὰν ὅθεν γραμμὴ τις (**λοξοδρομία**) τέμνη ὅλους τοὺς μεσημβρινούς ὑπὸ τὴν αὐτὴν γωνίαν, αὕτη θέλει παρίστασθαι δι' εὐθείας, διότι μόνον εὐθεῖα τέμνει ὑπὸ τὴν αὐτὴν γωνίαν τὰς τοὺς μεσημβρινούς παριστώσας παραλλήλους εὐθείας. Ἄλλοτε οἱ ναυτικοὶ



(Σχ. 49)

Δείκτων ναυτικοῦ χάρτου

ὅπως μεταβῶσιν ἀπὸ τοῦ Α εἰς τὸ Β, ἐχάρατον ἐπὶ τοῦ χάρτου τοῦ Μερκάτορος τὴν λοξοδρομίαν ΑΒ, μεθ' ἧς 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  $\omega$ . Οὕτως ἦσαν βέβαιοι ὅτι ἠκολούθουν τὴν χαραχθεῖσαν λοξοδρομίαν. Ἐκ τούτου καθίσταται πρόδηλος ἡ μεγάλη χρησιμότης τοῦ χάρτου τοῦ Μερκάτορος, ὅστις καὶ **ναυτικός** χάρτης καλεῖται.

Σήμερον, ὅτε ἡ ἀτμῆρης ναυτιλία ἔλαβε τεραστίαν ἀνάπτυξιν, ἡ χρησιμοποίησις αὐτοῦ εἶναι ὀλιγωτέρα, διότι γίνεται προσπάθεια νὰ βαδίζωσι τὰ πλοῖα οὐχὶ κατὰ τὴν λοξοδρομίαν, ἣτις 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, ἣτις ἄγει ἐκ τοῦ Α πρὸς τὸ Β.



ΒΙΒΛΙΟΝ Γ΄.

Ο ΗΛΙΟΣ

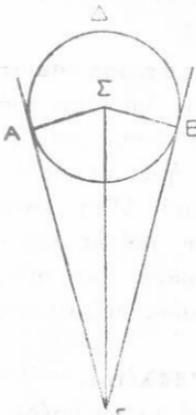
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

ΦΑΙΝΟΜΕΝΗ ΚΙΝΗΣΙΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ

§ 72. Φαινομένη διάμετρος ἀστέρος. — Ἐστω Σ

(Σχ. 50) ἀστήρ τις, Γ σημείον 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 ΓΒ σχηματίζουσι τὴν γωνίαν ΑΓΒ, ὑπὸ τὴν ὁποίαν ἐκ τῆς Γῆς βλέπομεν τὸν ἀστέρα Σ. Τὴν γωνίαν ταύτην καλοῦμεν φαινομένην διάμετρον τοῦ ἀστέρος Σ.

Ὅστε : Φαινομένη διάμετρος ἀστέρος καλεῖται ἡ γωνία, ὑφ' ἣν ἐκ τῆς Γῆς βλέπομεν τὸν ἀστέρα τοῦτον. Καλέσωμεν ἤδη Ρ τὴν ἀκτίνα 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



$P = \alpha \text{ ἢμ} \left( \frac{\Delta}{2} \right)$ , ὅθεν  $\alpha = \frac{P}{\text{ἢμ} \left( \frac{\Delta}{2} \right)}$  (1)

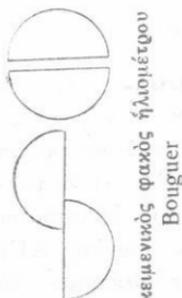
Ἐπειδὴ δὲ διὰ τοὺς πλείστους τῶν ἀστέρων ἡ γωνία  $\left( \frac{\Delta}{2} \right)$  εἶναι πολὺ μικρά, τὸ ἢμ  $\left( \frac{\Delta}{2} \right)$  ἐλάχιστα διαφέρει τῆς τιμῆς  $\left( \frac{\Delta}{2} \right)$  τῆς γωνίας καὶ ἐπομένως κατὰ μεγάλην προσέγγισιν ὁ τύπος (1) γίνεται

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

\*Αρα : Ἡ ἀπόστασις ἀστέρως ἀπὸ τῆς Γῆς εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν φαινομένην διάμετρον αὐτοῦ.

ΣΗΜ. Ἡ γωνία Δ θεωρεῖται μετρούμενη εἰς ἀκτίνια (ὄρα ἡμετέραν Εὐθ. Τριγωνομετρίαν § 14).

§ 73. **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 αὐξανόμενη καὶ γίνεται μεγίστη (32'36'', 2) τὴν 1ην Ἰανουαρίου. Εἶτα ἄρχεται πάλιν ἐλαττουμένη μέχρι τῆς 1ης Ἰουλίου καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Ἡ μέση τιμὴ τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ Ἡλίου εἶναι 32'4''.



(Σχ. 51)

Αντικειμενικὸς φακὸς ἡλιομέτρου Bouguer

§ 74. **Μεταβολὴ τῆς ἀποστάσεως τοῦ Ἡλίου.**—Ἡ κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους μεταβολὴ τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ Ἡλίου ἀποδεικνύει (§ 72) 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 τιμὴν τῆς. Εἶται ἄρχεται βαθμιαίως αὐξανόμενη μέχρι τῆς 1ης Ἰουλίου καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς.

ἔχει τὴν ἐλαχίστην τιμὴν τῆς. Εἶται ἄρχεται βαθμιαίως αὐξανόμενη μέχρι τῆς 1ης Ἰουλίου καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς.

§ 75. **Φαινομένη ἰδία κίνησις τοῦ Ἡλίου.**—Ἐκ πρώτης ὄψεως ὁ Ἡλιος φαίνεται κινούμενος, ὡς οἱ λοιποὶ ἀστέρες, ἀνατέλλει δηλ. ἐκάστην ἡμέραν, ἀνέρχεται εἰς τὸν οὐρανὸν μέχρι τοῦ μεσημβρινοῦ, εἶτα ἄρχεται κατερχόμενος καὶ τέλος δύει. Προσεκτικῆ ὁμως καὶ ἐπὶ συνεχεῖς ἡμέρας παρατήρησις πείθει ἡμᾶς ὅτι οὗτος, ἐν ᾧ μετέχει τῆς τοιαύτης ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς φαινο-

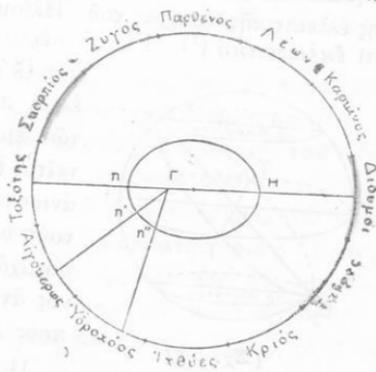
(1). Ἡ ἐργασία αὕτη γίνεται συνήθως διὰ τοῦ ἡλιομέτρου τοῦ Bouguer (Σχ. 51). Τοῦτο εἶναι ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον ἄνευ διαφράγματος, οὗ ὁ ἀντικειμενικὸς φακὸς εἶναι διηρημένος εἰς δύο ἴσα μέρη. Τούτων τὸ ἓν εἶναι ἀμετάθετον, τὸ δὲ ἕτερον διὰ μικρομετρικοῦ κοχλίου μετατίθεται κατὰ μῆκος τοῦ ἐπιπέδου τοῦ χωρισμοῦ. Ὄταν τὰ δύο μέρη εἶναι συνηνωμένα εἰς ἓνα πλήρη φακόν, βλέπομεν ἓν εἶδωλον παντὸς ἀστέρος ὁρωμένου διὰ μέσου αὐτοῦ ὅταν ὁμως τὸ ἓν μετατεθῆ ὀλίγον, βλέπομεν δύο εἶδωλα. Ἐάν τὰ δύο εἶδωλα ἐφάπτονται ἀλλήλων, ἡ ἐπιτευχθεῖσα μετάθεσις μετρεῖ τὴν φαινομένην διάμετρον τοῦ ἀστέρος.

μένης κινήσεως τῶν οὐρανίων σωμάτων, μετατίθεται συγχρόνως ἐν τῷ οὐρανῷ μεταβάλλον 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 κατὰ τινα ὥραν τῆς νυκτὸς διάφοροι εἰς διαφόρους ἐποχὰς μεσουρανοῦσιν ἀστερισμοί. Οὕτω παρ' ἡμῖν περὶ τὸ τέλος Δ)βρίου καὶ περὶ τὸ μεσονύκτιον μεσουρανεῖ ἄνω ὁ ἀστερισμὸς τῶν Διδύμων, ἐν ᾧ μετὰ ἕξ μῆνας, περὶ τέλος Ἰουνίου καὶ περὶ τὴν αὐτὴν ὥραν μεσουρανεῖ ὁ Τοξότης, οἱ δὲ Δίδυμοι μεσουρανοῦσι κάτω. Ἀλλὰ καὶ κατὰ τὴν μεσημβριάν ἐκάστης ἡμέρας ὁ ἥλιος εὐρίσκεται εἰς σημεῖα διάφορον ἔχοντα ὕψος ἄρα ὁ ἥλιος ἀνατέλλει οὐχὶ ἀπὸ τῶν αὐτῶν πάντοτε σημείων τοῦ ὀρίζοντος ἀλλὰ κατὰ τὸ ἐν μὲν ἡμῖσι τοῦ ἔτους (ἀπὸ 21 Μαρτίου μέχρι 22 Σεπτεμβρίου) ἀνατέλλει ἀπὸ σημείων κειμένων πρὸς βορρᾶν τῆς Ἀνατολῆς κατὰ δὲ τὸ ἕτερον ἡμῖσι ἀπὸ σημείων κειμένων πρὸς νότον τῆς Ἀνατολῆς. Ταῦτα δὲ πάντα δὲν θὰ συνέβαινον οὕτως, ἂν ὁ ἥλιος ἔτῃρει 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 ἣ κεῖται ἐν τῷ οὐρανῷ ἕκαστος τῶν ἀκολουθῶν ἀστερισμῶν **Κριός, Ταῦρος, Δίδυμοι, Καρκίνος, Λέων, Παρθένος, Ζυγός, Σκορπιός, Τοξότης, Αἰγόκερος, Ὑδροχόος, Ἰχθύες**. Οἱ δώδεκα οὗτοι ἀστερισμοὶ καλοῦνται **Ζῳδία**. Ἐπειδὴ δὲ ἕκαστος κεῖται ἀνατολικώτερον τοῦ ἀμέσως προηγουμένου, συμπεραίνομεν ὅτι ὁ ἥλιος φαίνεται κινούμενος ἐν τῷ οὐρανῷ διὰ μέσου τῶν ζωδίων ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς ἤτοι κατὰ τὴν ὀρθὴν φορᾶν.

§ 76. Φαινομένη τροχιά τοῦ Ἡλίου.

Ἡ μεταβολὴ τῆς θέσεως τοῦ Ἡλίου ἐν μέσῳ τῶν ζωδίων καὶ τῆς ἀποστάσεως αὐτοῦ ἀπ' ἡμῶν συντελοῦνται, ὡς εἰ ὁ ἥλιος ἐκινεῖτο περὶ τὴν Γῆν ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς, γράφων ἐντὸς ἔτους ἄλλειψιν, ἣς τὴν ἐτέραν τῶν ἐστιῶν κατέχει ἡ Γῆ καὶ ἣς τὸ ἐπίπεδον διέρ-



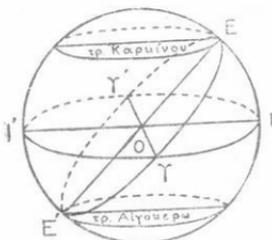
(Σχ. 52)

χεται διὰ μέσου τῶν ζωδίων. Πράγματι, ὅταν ὁ ἥλιος κατέχη ἐν τῇ τοιαύτῃ τροχιᾷ τὴν θέσιν η (Σχ. 52) εὐρισκόμενος εἰς τὴν ἐλαχίστην ἀπὸ τῆς Γῆς ἀπόστασιν, φαίνεται ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαιρας κατὰ τὴν διεύθυνσιν Γη, ἥτοι 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. σφαιρας. Οὕτω μετὰ ἓνα μῆνα περίπου φθάνει εἰς τὸ σημεῖον η' καὶ φαίνεται ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Αἰγόκερω, μετὰ ἕξ δὲ μῆνας φθάνει εἰς τὸ ἀπώτατον σημεῖον Η τῆς τροχιᾶς αὐτοῦ καὶ φαίνεται ἐν τῷ ἀστερισμῷ τῶν Διδύμων. Ἐκτοτε 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 ἑλλειπτικὴν κίτησιν τοῦ ἥλιου ἀληθεύει ὁ ἑξῆς νόμος. «*Τὰ ὑπὸ τῆς ἐπιβατικῆς ἀκτίνος, ἣτις συνδέει τὰ κέντρα τῆς Γῆς καὶ ἥλιου, γράφόμενα ἑμβαδὰ εἶναι ἀνάλογα τῶν χρόνων, καθ' οὓς ταῦτα γράφονται*».

Κατὰ τὸν νόμον τοῦτον ὁ ἥλιος φαίνεται κινούμενος ταχύτερον μὲν, ὅταν εὐρίσκηται εἰς τὸ ἐγγύτατον σημεῖον η (περίγειον) τῆς τροχιᾶς αὐτοῦ, βραδύτερον δὲ ὅταν εὐρίσκηται εἰς τὸ ἀπώτατον Η (ἀπόγειον). Τῆς ἑλλείψεως ταύτης, ὁ μέγας ἄξων (γραμμὴ τῶν ἀψίδων) ὀλίγον διαφέρει τοῦ μικροῦ καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἢ ἑλλείψις αὐτῆ ὀλίγον διαφέρει περιφερείας κύκλου.

**§ 77. Ἐκλειπτικὴ. — Ἰσημερία. — Τροπαί. — Τροπικοὶ κύκλοι.**— Ὁ μέγιστος κύκλος, καθ' ὃν τὸ ἐπίπεδον τῆς ἑλλειπτικῆς τροχιᾶς τοῦ ἥλιου τέμνει τὴν οὐρ. σφαιραν, καλεῖται *ἐκλειπτικὴ* (1). Ἐν τῷ οὐρανῷ ὁ ἥλιος φαίνεται, ὡς εἶπομεν ἤδη (§ 75), κινούμενος ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς ἐκ Δ πρὸς Α. Ἐπειδὴ δὲ κατὰ τὸν νόμον τῶν ἑμβαδῶν τὸ κέντρον τοῦ ἥλιου κινεῖται ἐπὶ τῆς ἑλλειπτικῆς τροχιᾶς (Σχ. 52) ἀνισοταχῶς καὶ ἡ προβολὴ τοῦ κέντρου τούτου ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς κινεῖται ἀνισοταχῶς, ἥτοι ὁ ἥλιος φαίνεται κινούμενος ἀνισοταχῶς ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς ἐκ Δ πρὸς Α.



(Σχ. 53)

Ἡ ἐκλειπτικὴ ΕΕ' (Σχ. 53) τέμνει τὸν

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

οὐρ. ἰσημερινὸν ὑπὸ γωνίαν  $23^{\circ} 27'$ , ἣτις καλεῖται *λόξωσις* τῆς ἐκλειπτικῆς. Ἡ τομὴ γγ' τῆς ἐκλειπτικῆς καὶ τοῦ ἰσημερινοῦ καλεῖται *ἰσημερινὴ γραμμὴ*. Τὰ ἄκρα αὐτῆς γ καὶ γ' καλοῦνται *ἰσημερινὰ σημεία*.

Τούτων τὸ μὲν γ, δι' οὗ διέρχεται ὁ ἥλιος μεταβαίνων ἐκ τοῦ νοτίου ἡμισφαιρίου τοῦ οὐρανοῦ εἰς τὸ βόρειον καλεῖται *ἐαρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον*, τὸ δὲ ἕτερον γ' καλεῖται *φθινοπωρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον*. Αἰχρονικαὶ στιγμαί, καθ' ἃς ὁ ἥλιος διέρχεται διὰ τῶν ἰσημερινῶν σημείων γ καὶ γ' καλοῦνται *ἰσημερίαί*· 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, ἣτις εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν ἰσημερινὴν γραμμὴν καλεῖται *γραμμὴ τῶν ἡλιοστασιῶν* ἢ *τῶν τροπῶν*. Τὰ ἄκρα αὐτῆς *Ε καὶ Ε'* καλοῦνται *ἡλιοστάσια ἢ σημεία τῶν τροπῶν*. Καὶ ἡλιοστάσια μὲν καλοῦνται διότι, ὅταν ὁ ἥλιος εὐρίσκηται πλησίον αὐτῶν φαίνεται ἐπὶ τινα χρόνον μὴ κινούμενος κατ' ἀπόκλισιν, σημεία 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 ἡλιοστασιῶν σχηματίζει μετὰ τῆς γραμμῆς τῶν ἀψίδων γωνίαν  $11^{\circ} 8'$  περίπου. Ἡ γωνία αὕτη εἶναι μεταβλητὴ, διότι ἡ γραμμὴ τῶν ἀψίδων στρέφεται κατὰ γωνίαν  $11''$ , 7 ἐτησίως καὶ κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν.

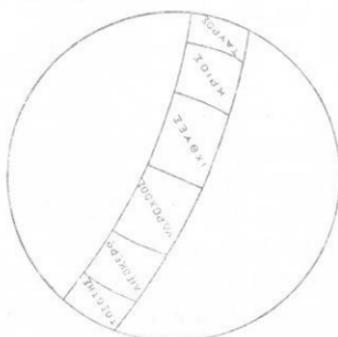
Ὁ διὰ τοῦ θερινοῦ ἡλιοστασίου διερχόμενος παράλληλος τῆς οὐρανοῦ σφαίρας καλεῖται *τροπικὸς τοῦ Καρκίνου*, ὁ δὲ διὰ τοῦ χειμερινοῦ ἡλιοστασίου διερχόμενος καλεῖται *τροπικὸς τοῦ Αἰγόκερου*.

**§ 78. Δωδεκατημόρια. — Ζωδιακός.** — Τὴν Ἐκλειπτικὴν νοοῦμεν διηρημένην ἀπὸ τοῦ ἐαρινοῦ ἰσημερινοῦ σημείου εἰς 12 ἴσα τόξα, ὧν ἕκαστον καλεῖται *δωδεκατημόριον*. Ἐκαστον δωδεκατημόριον φέρει τὸ ὄνομα τοῦ ζωδίου, ὑφ' οὗ κατεῖχeto ἐπὶ Ἰππάρχου (2ος αἰὼν π. χ.) ἦτοι τὸ πρῶτον κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν δωδεκατημόριον καλεῖται δωδεκατημόριον τοῦ Κριοῦ, τὸ β' δωδεκατημόριον τοῦ Ταύρου καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς.

Ἡ ζώνη τῆς οὐρ. σφαίρας, ἣς αἱ βάσεις εἶναι παράλληλοι τῇ ἐκλειπτικῇ καὶ ἀπέχουσιν ἑκατέρωθεν αὐτῆς ἀνά  $8^{\circ}$  καλεῖται *Ζωδια-*

*2. πότες ἐπιβάσει.*

κός. Λέγεται δὲ οὕτω διότι ἐν αὐτῇ κεῖνται πάντα τὰ ζώδια. Οἱ κύκλοι

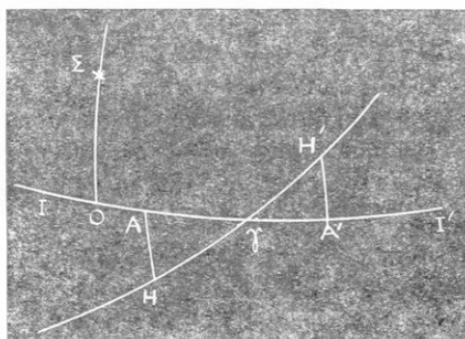


(Σχ. 54)

πλάτους τῶν ἄκρων τῶν δωδεκατημορίων διαιροῦσι τὸν Ζωδιακὸν εἰς 12 ἴσα μέρη, ἅτινα καλοῦνται ἐπίσης ζώδια, διότι ἕκαστον κατέχεται ὑφ' ἑνὸς τῶν 12 ἀστερισμῶν, οὓς καλοῦμεν ζώδια. Ἐκαστον ζώδιον τοῦ Ζωδιακοῦ φέρει τὸ ὄνομα τοῦ δωδεκατημορίου, ὅπερ περιέχει, ἦτοι τὸ α' ἀπὸ τοῦ κύκλου πλάτους τοῦ γ καλεῖται ζώδιον τοῦ Κριοῦ κλπ.

ΣΗΜ. Εἰς τὸ ἄνω σχῆμα 54 ἀπεικονίζεται τὸ ἥμισυ τοῦ Ζωδιακοῦ.

§ 79. Ὅρισμός τῆς θέσεως τοῦ σημείου γ.—



(Σχ. 55)

Πρὸς ὄρισμόν τῆς θέσεως, ἦν τὸ σημεῖον γ κατέχει ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς ἀρκεῖ νὰ ὀρισθῇ ἡ διέεδρος γωνία, ἦν σχηματίζει ὁ ὠριαῖος γνωστοῦ ἀστέρος α μετὰ τοῦ κολούρου τῶν ἰσημεριῶν, ἦτοι τὸ μεταξὺ τῶν ὠριαίων τούτων περιεχόμενον τόξον Ογ = χ τοῦ οὐρ. ἰσημερινοῦ (Σχ. 55). Πρὸς

τοῦτο κανονίζεται τὸ ἀστρικὸν ἐκκερμὲς τοῦ τόπου, ὅπως δεικνύη Ὁῶρ, Ὁπ, Ὁδ, καθ' ἣν στιγμὴν μεσουρανεῖ ἄνω ἐν αὐτῷ ὀξυαῖος α, ἦτοι λαμβάνεται πρὸς στιγμὴν τὸ Ο ὡς ἀρχὴ τῶν ὀρθῶν ἀναφορῶν· μετροῦνται δὲ κατὰ τὴν μεσημβρίαν, ἦτις προηγείται τῆς ἰσημερίας καὶ ἐκείνην, ἦτις ἔπεται αὐτῆς, αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ Ἥλιου κατέχοντος τὰς θέσεις Η, Η' καὶ ἔστωσαν  $OA = \alpha$ ,  $OA' = \alpha'$ ,  $HA = \delta$  καὶ  $H'A' = \delta'$ .

Εἶτα ἐκ τῶν τριγώνων ΗΑγ, γΗ'Α', ἅτινα δύνανται ἕνεκα τῆς μικρότητος αὐτῶν, νὰ ἑξομοιωθῶσι πρὸς ἐπίπεδα καὶ ἅτινα εἶναι

ὅμοια, συνάγομεν ὅτι:  $\frac{(AY)}{(\gamma A')} = \frac{(HA)}{(H'A')} \text{ ἢ } \frac{\chi - \alpha}{\alpha' - \chi} = \frac{\delta}{\delta'}$ , ὅθεν εὐρί-  
σκομεν  $\chi = \frac{\alpha\delta' + \alpha'\delta}{\delta + \delta'}$ .

Σημειοῦντες δὲ διὰ T, τ, τ' τὴν ὥραν, καθ' ἧς στιγμῆς ὁ ἥλιος κατεῖχε τὰς θέσεις γ, Η, Η' καὶ παραδεχόμενοι ὅτι τὸ τόξον ΗγΗ' ἔνεκα τῆς σμικρότητος αὐτοῦ διανύεται ὑπὸ τοῦ ἥλιου ὁμα-  
λῶς, συνάγομεν ὅτι

$$\frac{T - \tau}{\tau' - T} = \frac{H\gamma}{\gamma H'} = \frac{HA}{A'H'} = \frac{\delta}{\delta'}, \text{ ὅθεν } T = \frac{\tau\delta' + \tau'\delta}{\delta + \delta'}.$$

Ἐὰν λοιπὸν ἐπιβραδύνωμεν τὸ ἄστρ. ἐκκρεμῆς κατὰ T, τοῦτο θέλει δεικνύει ὁ ὦρ, Οπ, Οδ, ὅταν θὰ μεσουρανή ἄνω ἐν τῷ τόπῳ τὸ γ.

tab.  
17

**§ 80. Οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ ἥλιου.**

— Τοῦ κέντρου τοῦ ἥλιου συνεχῶς μετατιθεμένου ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν, ἀμφοτέραι αἱ οὐρανογραφικαὶ αὐτοῦ συντεταγμέναι μεταβάλλονται.

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

**2ον. Ὄρθῃ ἀναφορᾷ.** Ἡ συντεταγμένη αὕτη τοῦ κέντρου τοῦ ἥλιου εἶναι ὀδῶρ. κατὰ τὴν ἑαρινὴν ἰσημερίαν, ὅτε ὁ ὠριαῖος αὐτοῦ συμπύπτει μετὰ τοῦ κολούρου τῶν ἰσημεριῶν. Ἐκτοτε τοῦ ἥλιου συνεχῶς κατὰ τὴν αὐτὴν κινουμένου φορὰν, καθ' ἣν μετροῦνται καὶ αἱ ὀρθαὶ ἀναφοραὶ τῶν ἀστέρων, εἶναι εὐνόητον ὅτι ἡ συντεταγμένη αὐτοῦ αὕτη βαίνει συνεχῶς (ἀλλ' οὐχὶ ὁμαλῶς) ἀξαναομένη καὶ λαμβάνει μέχρι τῆς ἀκολουθίου ἑαρινῆς ἰσημερίας πάσας τὰς τιμὰς ἀπὸ

Οὐρ. μέχρι 24 ὡρῶν. Ἡ εἰς ἐκάστην χρονικὴν μονάδα (π. χ. τὴν ἀστρικήν ἡμέραν) ἀντιστοιχοῦσα ἀύξησις τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς τοῦ Ἑλλίου 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, βδ, τῆς ἐκλειπτικῆς ἀντιστοιχοῦσιν ἄνισα τόξα γε, εη, ηθ τοῦ ἰσημερινοῦ (Σχ. 56).

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

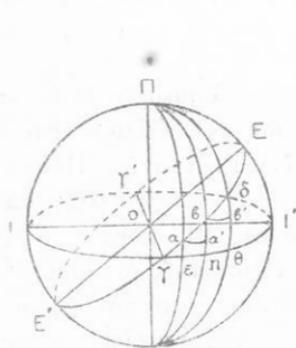
79) Πόση εἶναι ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ ἐκατέρου τῶν εἰρημένων σημείων ;

80) Τίνες αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ σημείου γ ;

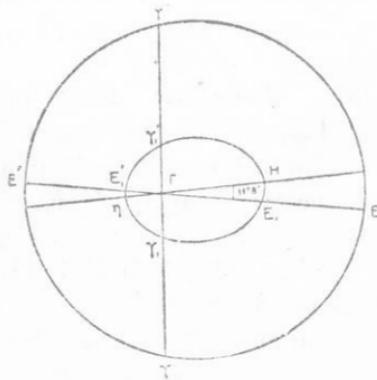
81) Πόση εἶναι ἡ ἀπόκλισις τῶν σημείων ἐκατέρου τῶν τροπικῶν κύκλων ;

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

§ 81. Ὡραὶ τοῦ ἔτους. — Τὰ ἰσημερινὰ σημεῖα καὶ τὰ



(Σχ. 56)



(Σχ. 57)

ἡλιοστάσια διαιροῦσι τὴν ἐκλειπτικὴν εἰς τέσσαρα ἴσα τόξα γΕ, Εγ', γ'Ε', Ε'γ' (Σχ. 57). Οἱ χρόνοι, καθ' οὓς ὁ Ἑλλίος διανύει τὰ τόξα ταῦτα λέγονται κατὰ σειρὰν Ἑαρ, Θέρους, Φθινοπώρον, Χειμῶν, πάντες δὲ ὁμοῦ ὠραὶ τοῦ ἔτους. Ἐπειδὴ τὰ τόξα γΕ, Εγ', γ'Ε',

(1). Καὶ ἂν ἔτι ἦσαν ἴσα τὰ εἰς ἐκάστην ἀστρικήν ἡμέραν διανυόμενα τόξα γα αβ, βδ κτλ. τὰ ἀντίστοιχα τόξα γε, εη, ηθ κτλ. τοῦ ἰσημερινοῦ θὰ ἦσαν ἄνισα. Πράγματι : ἀγομένον τῶν παραλλήλων τῶ ἰσημερινῶ τόξων αα', ββ' κ.τ.λ. προκύπτουσι τὰ τρίγωνα αγε, βαα', βδδ' κ.τ.λ. ἅτινα δύνανται νὰ ἔξομοιωθῶσι πρὸς ἐπίπεδα τρίγωνα καὶ ἐπομένως (αα') = (αβ), συν (α'αβ). Ἐπειδὴ δὲ ἡ γωνία α'αβ βαίνει ἐλαττουμένη τοῦ αα' ἀπομακρυνομένου τοῦ ἰσημερινοῦ καὶ μηδενίζεται εἰς τὸ Ε, ἔπεται ὅτι γε < αα' < ββ'... Ἐπειδὴ δὲ προφανῶς αα' < εη, ββ' < ηθ. . . ἔπεται κατὰ μείζονα λόγον ὅτι γε < εη < ηθ κτλ.

Ε'γ τῆς ἐκλειπτικῆς εἶναι προφανῶς προβολαὶ ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαιράς τῶν τόξων  $\gamma_1 E_1, E_1 \gamma'_1, \gamma'_1 E'_1, E'_1 \gamma_1$ , εἰς ἃ διαιρεῖται ἡ ἔλλειπτικὴ τροχιά τοῦ Ἥλιου ὑπὸ τῆς ἰσημερινῆς γραμμῆς  $\gamma\gamma'$  καὶ τῆς τῶν τροπῶν, αἱ διάρκειαι  $E, \Theta, \Phi, X$  τῶν ὥρων τοῦ ἔτους εἶναι ἀντιστοιχῶς ἴσαι πρὸς τοὺς χρόνους, καθ' οὓς ὁ Ἥλιος διανύει κατὰ σειρὰν τὰ 4 ταῦτα τόξα τῆς τροχιάς αὐτοῦ. Ἐὰν δὲ ληφθῇ ὑπ' ὄψιν ὁ νόμος τῶν ἐμβαδῶν (§ 76) καθίσταται εὐνόητον ὅτι

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

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

ΣΗΜ. Τὸ Ἑαρ καὶ τὸ Θέρος ὁμοῦ ἔχουσιν 7 ἡμέρας καὶ 15,2 ὥρας πλείους τῶν τοῦ Φθινοπώρου καὶ Χειμῶνος. Ὡστε ὁ Ἥλιος μένει ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαιρίῳ τοῦ οὐρανοῦ 7 ἡμέρας καὶ 15,2 ὥρας περισσότερον ἢ ἐν τῷ νοτίῳ.

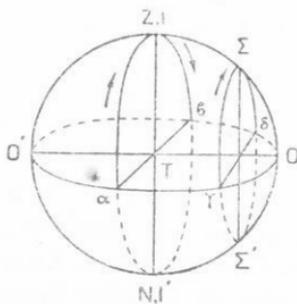
§ 82. **Ἀνισότης ἡμερῶν καὶ νυκτῶν.**—Ὁ χρόνος καθ' ὃν ὁ Ἥλιος εἰρίσκεται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα τόπου τινός, καλεῖται *ἡμέρα*, ὁ δὲ χρόνος, καθ' ὃν οὗτος κεῖται ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα καλεῖται *νύξ*. Ἡ διάρκεια τῶν ἡμερῶν καὶ τῶν νυκτῶν εἶναι ἐν γένει διάφορος εἰς τοὺς διαφόρους τόπους καὶ κατὰ τὰς διαφόρους ὥρας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

**1ον. Τόποι τοῦ ἰσημερινοῦ.**—Ὁ οὐρ. ἰσημερινός διερχόμενος διὰ τοῦ ζενίθ (§ 47B') παντός τόπου  $\Gamma$  (Σχ. 58) τοῦ ἰσημερινοῦ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν ὀρίζοντα αὐτοῦ· ὁμοίως δὲ καὶ πάντες οἱ παράλληλοι τῆς οὐρ. σφαιράς εἶναι κάθετοι ἐπὶ τὸν ὀρίζοντα

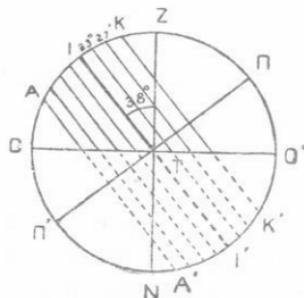
τούτων. Διὰ τὸν λόγον τούτων ὁ οὐρ. ἰσημερινὸς ὡς καὶ πάντες οἱ παράλληλοι διχοτομοῦνται ὑπὸ τοῦ ὁρίζοντος. Ὁ ἥλιος ὄθεν, ὡς καὶ πᾶς ἕτερος ἀστὴρ, μένει ἴσον χρόνον ὑπὲρ καὶ ὑπὸ τὸν ὁρίζοντα. Εἰς τοὺς τόπους ἄρα τοῦ ἰσημερινοῦ ἡ ἡμέρα εἶναι πάντοτε ἴση μὲ τὴν νύκτα. Κατὰ τὴν 21 Μαρτίου καὶ 22 Σεπτεμβρίου ὁ ἥλιος μεσουρανεῖ εἰς τὸ ζενίθ 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  $23^{\circ} 27'$ .

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

*2ον Τόπος ἔχων γ. πλάτος  $38^{\circ}$ .* Ἐστω Τ (Σχ. 59) τόπος



(Σχ. 58)



(Σχ. 59)

τις ἔχων γεωγ. πλάτος  $IZ=38^{\circ}$ ,  $OO'$  ὁ ὁρίζων καὶ  $\Pi Z \Pi' N$  ὁ μεσημβρινὸς αὐτοῦ. Τοῦ τόξου  $IZ$  ὄντος ἴσου πρὸς  $38^{\circ}$  ἑκάτερον τῶν τόξων  $OI$  καὶ  $O'I'$  ἰσοῦται πρὸς  $90^{\circ}-38^{\circ}=52^{\circ}$ . Ἐπειδὴ δὲ ὁ ἥλιος οὐδέποτε ἀφίσταται τοῦ ἰσημερινοῦ μείζον τῶν  $23^{\circ} 27'$ , οἱ ὑπ' αὐτοῦ γραφόμενοι παράλληλοι <sup>(1)</sup> τέμνονται πάντες ὑπὸ τοῦ ὁρίζοντος  $OO'$ . Τὴν 21 Μαρτίου ὁ ἥλιος γράφει τὸν ἰσημερινὸν, ὅστις διχοτομεῖται ὑπὸ τοῦ ὁρίζοντος παντὸς τόπου τῆς Γῆς, διότι ἀμφοτέρω 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 ἐνεῦθεν καὶ τὸ ὄνομα ἰσημερία προῆλθεν. Κατὰ τὴν μεσημβριανὴν ἑκατέρας τῶν ἡμερῶν τούτων ὁ ἥλιος μεσουρανεῖ εἰς ὕψος  $OI=90^{\circ}-38^{\circ}=52^{\circ}$ .

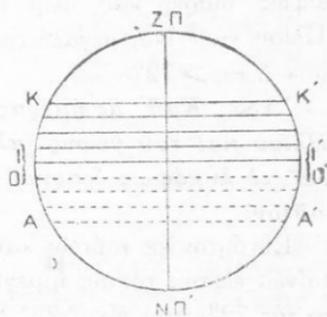
(1) Κυρίως ὁ ἥλιος γράφει ἐν τῷ οὐρανῷ ἑλικοειδῆ καμπύλην ἢ καθ' ἑκάστην ὅμως ἡμέραν γραφομένη σπείρα ταύτης εἶναι σχεδὸν παράλληλος τῷ ἰσημερινῷ.

Ἀπὸ τῆς 21 Μαρτίου μέχρι τῆς 21 Ἰουνίου οἱ ὑπὸ τοῦ Ἡλίου γραφόμενοι παράλληλοι τέμνονται ὑπὸ τοῦ ὀρίζοντος εἰς τόξα ἄνισα ὧν μείζον τὸ ἡμερήσιον, ἢ δὲ ὑπεροχὴ αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ νυκτερινοῦ βαίνει συνεχῶς αὐξανομένη καὶ γίνεται μεγίστη τὴν 21 Ἰουνίου, ὅτε ὁ Ἡλιος γράφει τὸν τροπικὸν τοῦ Καρκίνου ΚΚ'. Ὡστε ἀπὸ τῆς 21 Μαρτίου μέχρι τῆς 21 Ἰουνίου αἱ ἡμέραι βαίνουν συνεχῶς μεγεθνόμεναι, αἱ δὲ νύκτες βραχυνόμεναι. Τὴν 21 Ἰουνίου ἡ ἡμέρα γίνεται μεγίστη καὶ ἡ νύξ ἐλαχίστη, Ἄπὸ τῆς 21ης Ἰουνίου μέχρι τῆς 22 Σεπτεμβρίου ὁ Ἡλιος γράφει τοὺς αὐτοὺς πάλιν παραλλήλους ἀλλὰ κατ' ἀντίστροφον τάξιν· αἱ ἡμέραι ἄρα βαίνουν βραχυνόμεναι καὶ αἱ νύκτες μεγεθνόμεναι, μέχρις οὗ τὴν 22 Σεπτεμβρίου ἡ ἡμέρα καταστῆ ἴση πρὸς τὴν νύκτα. Ἀπὸ τῆς 22 Σεπτεμβρίου αἱ ἡμέραι βραχύνονται καὶ αἱ νύκτες μεγεθνούνται μέχρι τῆς 21 Δεκεμβρίου, ὅτε ἡ ἡμέρα γίνεται ἐλαχίστη, ἢ δὲ νύξ μεγίστη. Ἐκτοτε μέχρι τῆς 21 Μαρτίου αἱ ἡμέραι βαίνουν συνεχῶς μεγεθνόμεναι, μέχρις οὗ πάλιν ἡ ἡμέρα καταστῆ ἴση πρὸς τὴν νύκτα. Τὸ ὕψος τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν μεσημβριαν ἐκάστης ἡμέρας εἶναι  $52^\circ + \delta$ , ἔνθα  $\delta$  εἶναι ἡ τοῦ Ἡλίου ἀπόκλισις κατὰ τὴν θεωρουμένην ἡμέραν.

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

ΣΗΜ. Ἀνάλογα φαινόμενα συμβαίνουν εἰς πάντας τοὺς τόπους, ὧν τὸ γεωγραφικὸν πλάτος εἶναι μικρότερον τῶν  $66^\circ 33'$ . Εἰς τοὺς ἀντιστοίχους τόπους τοῦ νοτίου ἡμισφαιρίου τὰ φαινόμενα ταῦτα συμβαίνουν ἀντιστρόφως, ἦτοι αἱ ἡμέραι βραχύνονται καὶ αἱ νύκτες μεγεθνούνται ἀπὸ τῆς 21 Μαρτίου μέχρι τῆς 21 Ἰουνίου κτλ.

**3ον Πόλοι.** Ἐκατέρου τῶν πόλων ὁ ὀρῖζων συμπίπτει μετὰ τοῦ ἰσημερινοῦ καὶ ἡ κατακόρυφος μετὰ τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου (§ 47)  
 Ὁ Ἡλιος λοιπὸν (ὡς καὶ οἱ λοιποὶ ἀστέρες) κινεῖται ἐπὶ κύκλων παραλλήλων τῷ ὀρίζοντι ἑκατέρου τῶν πόλων καὶ ὑπὲρ ἢ ὑπ' αὐτὸν κειμένων (Σχ. 60). Οὕτως ἀπὸ τῆς 21 Μαρτίου μέχρι τῆς 22 Σεπτεμβρίου, ὅτε ἡ ἀπόκλισις τοῦ Ἡλίου εἶναι θετικὴ, εὐρίσκεται οὗτος ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα τοῦ βορείου πόλου καὶ ὑπὸ τὸν τοῦ νοτίου, ἀπὸ δὲ τῆς 22 Σεπτεμβρίου μέχρι



(Σχ. 60)

τῆς 21 Μαρτίου κείται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα τοῦ νοτίου πόλου καὶ ὑπὸ τὸν τοῦ βορείου. Ἐκάτερος λοιπὸν τῶν πόλων ἔχει μίαν ἡμέραν διαρκείας 6 μηνῶν καὶ μίαν ἰσοχρονον νύκτα.

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

ΣΗΜ. Αἱ μακραὶ νύκτες ἐκατέρου τῶν πόλων βραχύνονται ἔνεκα τοῦ λυκαυγοῦς καὶ λυκόφωτος καὶ ἔνεκα τῆς παρουσίας ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα 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. οὐ φ. =  $38^\circ$  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 ἄπτεται τοῦ ὀρίζοντος κατὰ τὴν κάτω αὐτοῦ μεσουράνησιν ;

86) Ὅταν ἡ ἀπόκλισις τοῦ ἡλίου εἶναι  $20^\circ$ , οὗτος μεσουρανεῖ ἄνω εἰς ὕψος  $23^\circ 27'$  ἐν τινι τόπῳ. Πόσον εἶναι τὸ γεωγρ. πλάτος τοῦ τόπου τούτου ; (§47 Β').

87) 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 ; (φ — δ).

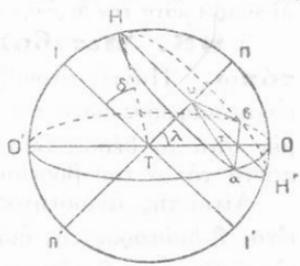
§ 83. **Τόποι καὶ χρόνοι, καθ' οὓς τὸ λυκόφως διαρκεῖ καθ' ὅλην τὴν νύκτα.**—Ἐστω φ=IZ τὸ γεωγρ. πλάτος τόπου T καὶ δ=IK ἡ ἀπόκλισις τοῦ κέντρου τοῦ ἡλίου, καθ' ἣν ἡμέραν οὗτος γράφει παράλληλὸν τινα KK' (Σχ. 59). Ἐπειδὴ  $I'O' = OI = 90^\circ - \varphi$  καὶ  $I'O' = I'K' + K'O' = \delta - \nu$ , ἔνθα ν εἶναι τὸ ὕψος τοῦ ἡλίου, ὅταν μεσουρανεῖ κάτω εἰς τὴν θέσιν K', ἔπεται ὅτι  $90^\circ - \varphi = \delta - \nu$ , ὅθεν  $\nu = \delta + \varphi - 90^\circ$ . Ἴνα δὲ τὸ λυκόφως διαρκῆ καθ' ὅλην τὴν νύκτα, πρέπει καὶ ἀρκεῖ τὸ ὕψος ἡλίου νὰ εἶναι μεγαλύτερον τοῦ  $-18^\circ$ , ἤτοι  $\delta + \varphi - 90^\circ > -18^\circ$ , ὅθεν  $\delta + \varphi > 72^\circ$ .

Ἄρα: **Καθ' ἅς ἡμέρας τὸ ἄθροισμα τῆς ἀποκλίσεως τοῦ ἡλίου καὶ τοῦ γεωγρ. πλάτους τόπου τινὸς ὑπερβαίνει τὰς  $72^\circ$ , 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  $72^\circ$ , ἤτοι εἶναι  $23^\circ 27' + \varphi \leq 72^\circ$ , ὅθεν  $\varphi \leq 48^\circ 33'$ . Οὕτως ἐν Ἀθήναις, ὅπου  $\varphi = 37^\circ 58' 20''$ , οὐδέποτε τὸ λυκόφως διαρκεῖ καθ' ὅλην τὴν νύκτα.

**§ 84. Εύρεσις τῆς διαρκείας τῆς ἡμέρας καὶ τῆς νυκτός.**—

Ἐστω  $T$  τόπος ἔχων  $\gamma$ . πλάτος  $\lambda$  καὶ  $HH'$  ὁ ὑπὸ τοῦ Ἡλίου γραφόμενος παραλλήλος, ὅταν ἡ ἀπόκλισις αὐτοῦ εἶναι  $\widehat{IH} = \delta$ . Ἐπειδὴ ὁ παραλλήλος οὗτος διαγράφεται ὑπὸ τοῦ Ἡλίου ὁμαλῶς κινουμένου (§ 16, νόμος 2ος), αἱ διάρκειαι  $\eta$  τῆς ἡμέρας καὶ  $\nu$  τῆς νυκτός εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰ τόξα  $\alpha H\beta$  καὶ  $\alpha H'\beta$  τοῦ παραλλήλου τούτου, ἥτοι



(Σχ. 61)

$$\frac{\eta}{\nu} = \frac{\text{τόξ } \alpha H\beta}{\text{τόξ } \alpha H'\beta}. \text{ Προσθέτοντες 1 εἰς ἀμφοτέρω τὰ μέλη αὐτῆς}$$

$$\text{εὐρίσκομεν } \frac{\eta + \nu}{\nu} = \frac{\text{τόξ } \alpha H\beta + \text{τόξ } \alpha H'\beta}{\text{τόξ } \alpha H'\beta} \quad \eta \frac{24}{\nu} = \frac{360^\circ}{\text{τόξ } \alpha H'\beta},$$

$$\delta\theta\epsilon\upsilon\upsilon \nu = \frac{\text{τόξ } \alpha H'\beta}{360^\circ} \cdot 24 \tag{1}$$

$$\text{Ὅμοίως εὐρίσκομεν ὅτι : } \eta = \frac{\text{τόξ } \alpha H\beta}{360^\circ} \cdot 24.$$

Ἦδη παρατηροῦντες ὅτι τὸ τρίγωνον  $\alpha\kappa\tau$  εἶναι ὀρθογώνιον εἰς τὸ  $\tau$  συνάγομεν ὅτι :

$$(\kappa\tau) = (\kappa\alpha) \text{ συν}(\alpha\kappa\tau) = (\kappa\alpha) \text{ συν. τόξ } \frac{\alpha H'\beta}{2}, \delta\theta\epsilon\upsilon\upsilon \text{ συν. τόξ } \frac{\alpha H'\beta}{2} = \frac{(\kappa\tau)}{(\kappa\alpha)} \tag{2}$$

Ἄλλ' ἐκ τῶν ὀρθ. τριγώνων  $T\kappa\tau$  καὶ  $T\kappa H$  προκύπτουσιν αἱ ἰσότητες  $(\kappa\tau) = (T\kappa)$  ἔφλ καὶ  $(\kappa\alpha) = (\kappa H) = (T\kappa)$ . σφδ, ὧν ἕνεκα ἡ ἰσότης (2)

$$\text{γίνεται : } \text{συν. τόξ } \frac{\alpha H'\beta}{2} = \text{ἔφλ. ἔφδ.}$$

$$\text{Ἐπειδὴ δὲ } \frac{\alpha H'\beta}{2} + \frac{\alpha H\beta}{2} = 180^\circ, \tag{3}$$

$$\text{ἔπεται ὅτι : } \text{συν. τόξ } \frac{\alpha H\beta}{2} = - \text{ἔφλ. ἔφδ.}$$

Ὅριζομένων ἐκ τῶν ἰσοτήτων (3) τῶν τόξων  $\alpha H'\beta$  καὶ  $\alpha H\beta$ , ὀρίζονται εἶτα ἐκ τῶν (1) ἡ διάρκεια  $\nu$  καὶ  $\eta$  τῆς νυκτός καὶ τῆς ἡμέρας.

\* Ἀσκήσεις. 88) Πόση εἶναι ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας εἰς τόπον ἔχοντα πλάτος  $45^\circ$  κατὰ τὴν θερινὴν τροπὴν;

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

90) Πόση εἶναι ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας εἰς τοὺς τόπους τοῦ β. πολιτικοῦ κύκλου κατὰ τὴν θερινὴν τροπὴν;

91) Πόση είναι ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας εἰς τοὺς τόπους τοῦ τροπικοῦ τοῦ Αἰγόκερω κατὰ τὴν θερινὴν καὶ πόση κατὰ τὴν χειμερινὴν τροπὴν;

24  
§ 85. **Μεταβολὴ τῆς θερμοκρασίας ἐν ἐκάστῳ τόπῳ.**— Πάντες γνωρίζομεν ὅτι ἐν τῇ χώρᾳ ἡμῶν ἡ θερμοκρασία εἶναι διάφορος κατὰ τὰς διαφόρους ὥρας τοῦ ἔτους οὕσα 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 ἐκάστου τόπου εἶναι ἡ διάφορος τῆς ἡμέρας διάρκεια καὶ τὸ ὕψος τοῦ Ἡλίου ὑπὲρ τὸν ὄριζοντα τοῦ τόπου. Πράγματι, κατὰ τὰς μακρὰς τοῦ θέρους ἡμέρας τὸ ἔδαφος δέχεται παρὰ τοῦ Ἡλίου μείζον ποσὸν θερμότητος ἢ κατὰ τὰς βραχείας ἡμέρας τοῦ χειμῶνος. Πρὸς δὲ ἡ νυκτερινὴ τῆς θερμότητος ἀκτινοβολία διαρκεῖ ὀλιγώτερον τὸ θέρος ἢ τὸν χειμῶνα, οὐ αἱ νύκτες εἶναι λίαν μακραί.

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

Κατὰ τὸ ἔαρ καὶ τὸ θέρος, τοῦ Ἡλίου τοὺς αὐτοὺς καὶ κατ' ἀντίστροφον τάξιν γράφοντος παραλλήλους (§ 82, 2ον) ἡ διάρκεια τῶν ἡμερῶν λαμβάνει τὰς αὐτὰς τιμὰς, τοῦτο δὲ συμβαίνει καὶ διὰ τὸ ὕψος τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν μεσημβριανὴν ἐκάστης ἡμέρας. Ἐπρεπε λοιπὸν κατ' ἀμφοτέρας τὰς ὥρας ταύτας ἕκαστος τόπος νὰ ἔχη τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ὅπερ ὡς γνωρίζομεν, δὲν συμβαίνει. Αἰτία τούτου εἶναι ἡ ἀκόλουθος.

Τοῦ χειμῶνος λήξαντος ἐπὶ τοῦ ψυχροῦ ἐδάφους τῶν τόπων τοῦ ἡμετέρου ἡμισφαιρίου προστίθεται καθ' ἐκάστην θερμότης βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον αὐξανομένη, ἧς ἕνεκα τοῦ θέρους ἀρχομένου ἡ Γῆ εἶναι ἤδη ἀρκούντως θερμῆ. Ἡ δὲ νέα ποσότης θερμότητος, ἦν 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.

Ὅμοίως ἐξηγεῖται διατὶ θερμότερα ἡμέρα δὲν εἶναι ἡ 21 Ἰουνίου οὐδὲ ψυχροτέρα ἡ 21 Δεκεμβρίου, ἀλλ' ἡ μὲν θερμότερα ἡμέρα σημειοῦται περὶ τὴν 21 Ἰουλίου, ἡ δὲ ψυχροτέρα περὶ τὰ μέσα Ἰανουαρίου. Ἐπίσης ἡ μεγίστη τῆς ἡμέρας θερμοκρασία δὲν παρα-

τηρείται κατά την μεσημβρίαν ἀλλὰ βραδύτερον περί τὰς 2 ὥρας.

§ 86. **Διανομὴ τῆς θερμοκρασίας.** Ἡ θερμοκρασία πάντων τῶν τόπων τῆς Γῆς δὲν εἶναι ἢ 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 ὄφιν εὐνόητον ὅτι ἐπὶ τοῦ ἐδάφους τῶν τόπων τούτων προσπίπτουσιν αἱ ἀκτῖνες καὶ κατὰ τὸν χειμῶνα ὑπὸ γωνίαν ὀλίγον τῆς ὀρθῆς διαφέρουσιν καὶ κατ' ἀκολουθίαν μέγα παρέχουσιν αὐτῇ ποσὸν θερμότητος. Εἰς τοὺς τόπους, ὧν τὸ γεωγρ. πλάτος εἶναι μείζον τῶν 23° 27', ὁ ἥλιος μεσουρανεῖ χαμηλότερον τοῦ ζενίθ, ἀξαναομένης 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 μείζον γεωγρ. πλάτος. Ἡ παρεχομένη ἄρα ἡλιακὴ θερμότης βαίνει ἐλαττωμένη 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 ἥλιου παρεχομένης τῇ Γῇ θερμότητος ἀκτινοβολεῖται εἰς τὸ ἀχανὲς περὶ ἡμᾶς διάστημα. Τὸ ἀκτινοβόλουμενον τοῦτο μέρος τῆς θερμότητος εἶναι μείζον διὰ τοὺς ὑψηλότερον τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης κειμένους τόπους, διότι τὰ ὑπερκείμενα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας, ὡς ἀραιότερα, ὀλιγωτέραν ἀντιτάσσουσιν εἰς τὴν ἀκτινοβολίαν τῆς θερμότητος ἀντίστασιν. Ἐκ διαφόρων λοιπὸν τόπων τὸ αὐτὸ γεωγρ. πλάτος ἐχόντων οἱ ὑψηλότερον κείμενοι ὑφίστανται μείζονα ἀπώλειαν θερμότητος καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἢ θερμοκρασία αὐτῶν εἶναι χαμηλοτέρα.

§ 87. **Ζῶναι τῆς Γῆς.** Οἱ γῆινοι 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 Αἰγόκρω**. (Σχ. 62).

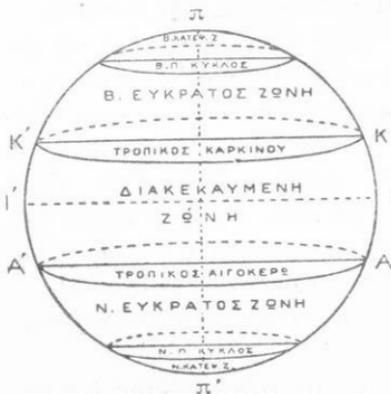
Οἱ γῆινοι παράλληλοι, ὧν ἑκάτερος ἀπέχει ἀπὸ τινος τῶν πό-

λων τῆς Γῆς  $23^{\circ} 27'$  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 ἀκολουθοῦσας πέντε ζώνας.

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

**2α. Βόρειος εὐκρατος ζώνη.** Οὕτω καλεῖται ἡ μεταξὺ τοῦ τροπικοῦ τοῦ Καρκίνου καὶ τοῦ βορείου πολικοῦ κύκλου περιεχομένη ἐπιφάνεια τῆς Γῆς.



Σχ. 62)

**3η. Νότιος εὐκρατος 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.

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  $23^{\circ} 27'$ , καὶ τὴν ἐλάσσονα οἱ τῶν κατεψυγμένων ζωνῶν, ὧν τὸ γ. πλάτος εἶναι μείζον τῶν  $66^{\circ} 33'$ .

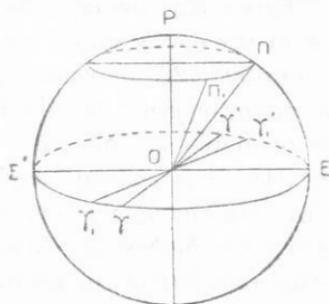
**§ 88. Μετάπτωσις τῶν ἰσημεριῶν σημείων.** — **Ἀποτελέσματα αὐτῆς.** — Ὁ μέγας τῆς ἀρχαιότητος (2ου π. χ. αἰῶνος) Ἑλληὴν ἀστρονόμος Ἰππαρχος<sup>(1)</sup> συγκρίνας τὰς θέσεις τῶν

(1) Ὁ Ἰππαρχος ἐκ Νικαίας τῆς Βιθυνίας καταγόμενος θεωρεῖται ὁ ἐνδοξότερος τῶν ἀστρονόμων τῆς ἀρχαιότητος διὰ τε τὸν μέγαν ἀριθμὸν τῶν παρατηρήσεων καὶ τὴν μεγάλην σχετικῶς πρὸς τὰ μέσα, ἀτινα διέθετεν, ἀκρίβειαν αὐτῶν. Οὕτω τῇ βοήθειᾳ τοῦ γνώμονος εὗρεν ὅτι ἡ διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους ἦτο κατὰ τι βραχυτέρα τῆς τότε παραδεδεγμένης διάρκειας τῶν 365, 25 ἡμερῶν. Ἡ μελέτη δὲ τοῦ ζητήματος τῆς διάρκειας τοῦ ἔτους ἤγαγεν αὐτὸν εἰς τὴν ἀνακάλυψιν τῆς ἀνισότητος τῶν ὁρῶν τοῦ

αστέρων. κ. λ. π.

αστέρων, 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 αὐξηθῆναι κατὰ τὴν αὐτὴν πάντα ποσότητα ἀντιστοιχοῦσαν εἰς ἔτησίαν αὐξήσιν κατὰ 50', 26.

Ἡ αὐξήσις αὕτη τῶν μηκῶν ὀφείλεται εἰς βραδείαν (50', 26 ἔτησίως) κατὰ τὴν ἀνάδρομον φορὰν κίνησιν τῶν ἰσημερινῶν ση-



(Σχ. 63)

μείων ὧν τὸ γ λαμβάνεται, ὡς γνωστόν (§ 26), ὡς ἀρχὴ τῆς μετρήσεως τῶν μηκῶν. Ἡ τοιαύτη τῶν ἰσημερινῶν σημείων κίνησις καλεῖται **μετάπτωσις** αὐτῶν καὶ ὀφείλεται εἰς τὴν ἀκόλουθον αἰτίαν.

Ἡ ἕξις τοῦ Ἥλιου καὶ τῆς Σελήνης ἐπὶ τοῦ γηίνου ἰσημερινοῦ ἐξογκώματος προκαλεῖ βραδείαν τινὰ κίνησιν τῆς Γῆς, συνεπεία τῆς ὁποίας ὁ ἄξων αὐτῆς σιγέφεται

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. Ἐστὼ ἤδη P ὁ βόρειος πόλος τῆς ἐκλειπτικῆς, OP ἡ κατὰ τινὰ στιγμήν διεύθυνσις τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου ἀντιστοιχοῦσα εἰς τὴν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τῆς Γῆς καὶ γογ' ἡ ἰσημερινὴ γραμμὴ, ἥτις κάθετος οὔσα ἐπὶ ἀμφοτέρους τοὺς ἄξονας OP καὶ OP' εἶναι καὶ ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον αὐτῶν POΠ' κάθετος (Σχ. 63).

Ἐὰν μετὰ τινὰ χρόνον συνεπεία τῆς ῥηθείσης κινήσεως τῆς Γῆς

ἔτους καὶ τὸν καθορισμὸν τῆς διαρκείας ἐκάστης τούτων. Πρῶτος δὲ ὁ Ἰπταρχος 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 ἀνακάλυψιν. Καθώρισε μετὰ πολλῆς ἀκριβείας τὴν διάρκειαν τῆς συνοδικῆς καὶ ἀστρικῆς περιφορᾶς αὐτῆς, τὸ ἀμετάβλητον τῆς κλίσεως τῆς τροχιάς 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 ἀνάκαλυσιν τῆς μεταπτώσεως τῶν ἰσημερινῶν σημείων.

ὁ ἄξων τοῦ κόσμου λάβῃ τὴν διεύθυνσιν  $OP_1$  δυτικώτερον τῆς προηγουμένης, ἢ ἰσημερινῇ γραμμῇ μένουσα πάντοτε κάθετος ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τῶν δύο ἄξόνων θὰ λάβῃ ἑτέραν θέσιν  $\gamma_1 \sigma_1'$  κάθετον ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον  $POP_1$  καὶ οὕτω ἑκάτερον τῶν ἰσημερινῶν σημείων  $\gamma$  καὶ  $\gamma'$  μετατοπίζεται δυτικώτερον.

Ἡ μετάπτωσις τῶν ἰσημερινῶν σημείων προκαλεῖ τὰ ἀκόλουθα ἀποτελέσματα.

α') **Μετάπτωσις τῶν ἰσημερινῶν.** Ἐνεκα τῆς μεταπτώσεως ὁ ἥλιος κινούμενος ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν συναντᾷ τὸ  $\gamma$  εἰς θέσιν τινὰ  $\gamma_1$  κειμένην κατὰ  $50''$ , 26 δυτικώτερον τῆς θέσεως, ἣν τοῦτο κατεῖχε κατὰ τὴν προηγουμένην δι' αὐτοῦ διάβασιν τοῦ ἥλιου ὁμοιον φαινόμενον συμβαίνει καὶ διὰ τὸ  $\gamma'$ . Ὡστε καθ' ἑκάστην ἰσημερινὰν (§ 77) ὁ ἥλιος εὐρίσκεται κατὰ  $50''$ , 26 δυτικώτερον τῆς θέσεως, ἣν κατεῖχε κατὰ τὴν προηγουμένην ὁμώνυμον ἰσημερινὰν. Τοῦτου ἕνεκα ὁ μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ὁμωνύμων ἰσημερινῶν χρόνος εἶναι κατὰ τι μικρότερος ἐκείνου, ὃν χρειάζεται ὁ ἥλιος, ὅπως ἐπανέλθῃ εἰς τὸ αὐτὸ ἀκίνητον σημεῖον τῆς τροχιάς του. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **μετάπτωσις τῶν ἰσημερινῶν**.

β') **Μετάπτωσις τῶν ζῳδίων.** Ἀπὸ τῆς ἐποχῆς τοῦ Ἰππάρχου μέχρι σήμερον τὸ σημεῖον  $\gamma$  μετετοπίσθη πρὸς δυσμὰς κατὰ  $28^\circ$ , ἧτοι κατὰ ἓν περίπου δωδεκατημόριον τούτου ἕνεκα τὸ ζῳδίον τοῦ ζῳδιακοῦ, ἐφ' οὗ ἐπὶ Ἰππάρχου ἔκειτο ὁ ἀστερισμὸς τοῦ Κριοῦ, καὶ ὅπερ διὰ τοῦτο καλεῖται ζῳδίον Κριοῦ, μετετοπίσθη ἤδη πρὸς δυσμὰς καὶ ἐπ' αὐτοῦ κεῖται σήμερον ὁ ἀστερισμὸς Ἰχθύων. Ὁμοίως ἐπὶ τοῦ ζῳδίου τοῦ Ταύρου μετακινήθεντος πρὸς δυσμὰς κεῖται σήμερον ὁ ἀστερισμὸς τοῦ Κριοῦ κλπ.

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

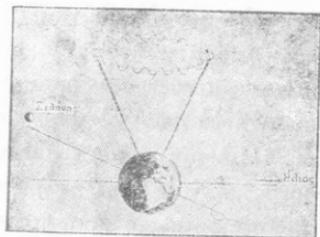
γ') **Μετάθεσις τῶν πόλων.** Ἡ περὶ τὸν ἄξονα τῆς ἐκλειπτικῆς στροφή τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου προκαλεῖ προφανῶς μετάθεσιν τῶν πόλων τοῦ Οὐρανοῦ, ὧν ἕκαστος ἐπανέρχεται εἰς τὴν θέσιν, ἣν κατὰ τινα στιγμήν κατέχει μετὰ 25816 ἔτη περίπου. Οὕτω, πρὸ 4000 ἐτῶν ὁ Β. πόλος ἔκειτο πλησίον ταῦ α Δράκοντος, ὅστις τότε ἦτο πολικὸς ἀστήρ. Σήμερον δὲ ἀπέχει περίπου  $1^\circ 10'$  ἀπὸ τοῦ α τῆς μικρᾶς ἄρκτου, πρὸς ἣν ἐπὶ 2000 ἀκόμη ἔτη θὰ πλησιαζῇ καὶ θὰ φθάσῃ εἰς ἀπόστασιν  $27' 5''$ . Ἔτι 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 ἐκάστῳ τόπῳ βραδείαν 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 δύωσι ἢ καὶ τὰνάπαλιν ἀστέρες ἀνατέλλοντες καὶ δύνοντες νὰ κατασιῶσιν σὺν τῷ χρόνῳ ἀειφανεῖς ἢ ἀφανεῖς.

ε') **Μεταβολὴ τῆς διαρκείας τῶν ὥρῶν τοῦ ἔτους.** Γνωρίζομεν (§ 81) ὅτι ἡ διάρκεια ἐκάστης τῶν ὥρῶν τοῦ ἔτους ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἀμοιβαίας θέσεως τῆς ἰσημερινῆς γραμμῆς γγ' καὶ τῆς γραμμῆς τῶν ἀψίδων ηΗ (Σχ. 57). Ἄλλ' ἐπειδὴ ἔνεκα τῆς μεταπτώσεως, ἡ ἰσημερινὴ γραμμὴ στρέφεται κατὰ τὴν ἀνάδρομον φορὰν κατὰ 50', 26 ἐτησίως, ἀφ' ἐτέρου δὲ (§ 77) ἡ γραμμὴ τῶν ἀψίδων στρέφεται κατὰ 11', 7 ἐτησίως καὶ κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν, ἔπεται ὅτι αἱ δύο αὗται γραμμαὶ πλησιάζουσιν ἀλλήλας κατὰ γωνίαν 61', 96 ἐτησίως, ἡ δὲ διάρκεια ἐκάστης τῶν ὥρῶν τοῦ ἔτους καὶ αἱ πρὸς ἀλλήλας σχέσεις μεταβάλλονται. Οὕτω κατὰ τὸ ἔτος 1251 ἡ γραμμὴ τῶν ἀψίδων συνέπιπτε μὲ τὴν γραμμὴν τῶν ἡλιοστασίων, ἦτοι ἐσχημάτιζε μὲ τὴν ἰσημερινὴν γραμμὴν γωνίαν 270° μετρούμενην ἀπὸ τοῦ γ κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν. Τότε δὲ κατὰ τὸν νόμον τῶν ἐμβραδῶν 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 συμπέτῃ μὲ τὴν ἰσημερινὴν γραμμὴν καὶ τὸ μὲν ἔαρ θὰ ἰσοῦται μὲ τὸν χειμῶνα, τὸ δὲ θέρος μὲ τὸ φθινόπωρον.

§ 89. **Κλόνισις τοῦ ἄξονος τῆς Γῆς.** — Ἡ ἐλκτικὴ



(Σχ. 64)

ἐνέργεια τῆς Σελήνης ἐπὶ τοῦ γῆινου ἰσημερινοῦ ἐξογκώματος προκαλεῖ καὶ ἑτέραν τινὰ βραδείαν τῆς Γῆς κίνησιν, συνεπεία 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 ἄξόνων τούτων δὲν εἶναι σταθερὰ

ἀλλὰ κυμαίνεται περὶ μέσην τινὰ τιμὴν. Οὕτω δὲ ὁ πόλος Π τοῦ

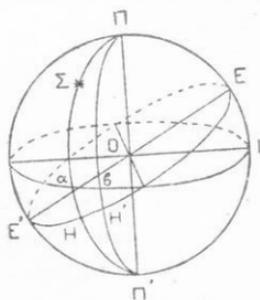
οὐρανοῦ γράφει ἐντὸς 25816 ἔτων περὶ τὸν πόλον P τῆς ἐκλειπτικῆς κυματοειδῆ τινὰ καμπύλην ἀποτελουμένην ἐκ 2800 περιπτου ἡμιελλείψεων (Σχ. 64), ἐκάστης τῶν ὁποίων ὁ μέγας ἡμιάξων πρὸς τὸν πόλον τῆς ἐκλειπτικῆς διευθυνόμενος εἶναι 9', 21 περιπτου· ὥστε ἡ γωνία τῶν προειρημέτων ἀξόνων οὐδέποτε διαφέρει τῆς μέσης αὐτῆς τιμῆς κατὰ ποσότητα μείζονα τῶν 9', 21. Ἀναλαμβάνει δὲ ἡ γωνία αὕτη τὴν τιμὴν, ἣν ἔχει κατὰ τινὰ στιγμὴν μετὰ  $18 \frac{1}{2}$  περιπτου ἔτη ἀπὸ ταύτης.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *κλόνις τοῦ ἀξονος τῆς Γῆς*, ἀνεκαλύφθη δὲ κατὰ τὸ ἔτος 1747 ὑπὸ τοῦ ἀγγλοῦ ἀστρονόμου Bradley. Ἄμεσον ἀπὸτέλεσμα τῆς κλονίσεως εἶναι ἡ περιοδικὴ μεταβολὴ τῆς λοξώσεως τῆς ἐκλειπτικῆς ἐντὸς 9 περιπτου ἔτων περὶ μέσην τινὰ τιμὴν, ἀφ' ἧς ἀφίσταται μεγεθυνομένη ἢ ἐλαττουμένη τὸ πολὺ κατὰ 9', 21. Ἔτερον δὲ ἀπὸτέλεσμα τῆς κλονίσεως εἶναι ἡ ἀνισοταχῆς μετάπτωσις τῶν ἰσημερινῶν σημείων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

### ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ

§ 90. *Ἀληθὴς ἡλιακὴ ἡμέρα.*—Ἡ ἀστρική 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 ὀδηγεῖ ἡμᾶς φυσικῶς νὰ λάβωμεν ὡς μονάδα χρόνου τὴν *ἀληθῆ ἡλιακὴν ἡμέραν*, ἧτοι 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 ὁμως ἡλιακὴ ἡμέρα δὲν δύναται νὰ χρησιμεύσῃ ὡς χρονικὴ μονὰς, διότι δὲν εἶναι σταθερᾶς χρονικῆς διαρκείας. Περὶ τούτου β. βαιούμεθα ὡς ἀκολούθως. Ὑποθέσωμεν ὅτι ἀστὴρ τις Σ (Σχ. 65) μεσουρανεῖ συγ-



(Σχ. 65)

χρόνος μετὰ τοῦ Ἡλίου, ἦτοι ὁ ὠριαῖος τοῦ ἀστέρος Σ καὶ τοῦ κέν-  
τρου τοῦ Ἡλίου κατὰ τινα στιγμὴν ταυτίζοντα μετὰ τοῦ μεσημβρι-  
νου τόπου τινός. Μετὰ μίαν ἀστρικήν ἡμέραν ὁ μεσημβρινός τοῦ  
τόπου ταυτίζεται πάλιν μετὰ τοῦ ὠριαίου τοῦ αὐτοῦ ἀστέρος Σ, ἐν ᾧ  
ὁ Ἡλιος εὐρίσκεται ἀκόμη ἀνατολικώτερον εἰς θέσιν τινὰ Η' τῆς ἐκ-  
λειπτικῆς ἔνεκα τῆς ἰδίας αὐτοῦ πρὸς ἀνατολὰς κινήσεως. Ἴνα δὲ  
καὶ οὗτος μεσουρανήση καὶ συμπληρωθῇ οὕτω μία ἡλιακὴ ἡμέρα  
πρέπει ὁ μεσημβρινός τοῦ τόπου, νὰ στραφῇ πρὸς ἀνατολὰς κατὰ  
τὴν διέδρον γωνίαν ΣΠΠ'Η', ἧς προφανῶς μέτρον εἶναι τὸ τόξον  
αβ τοῦ ἰσημερινοῦ, ὅπερ παριστᾷ τὴν κατὰ τὴν ἡλιακὴν ἐκείνην ἡμέ-  
ραν αὔξησιν τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς τοῦ Ἡλίου. Ὁ δὲ χρόνος, ὃν θὰ  
δαπανήσῃ κατὰ τὴν στροφὴν ταύτην ἰσοῦται προφανῶς πρὸς τὸν με-  
τροῦντα τὸ τόξον αβ. Κατὰ ταῦτα ἡ *ἡλιακὴ ἡμέρα ὑπερβαίνει  
τὴν ἀστρικήν κατὰ τὴν ἐν μιᾷ ἡλιακῇ ἡμέρᾳ αὔξησιν τῆς ὀρ-  
θῆς ἀναφορᾶς τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου.*

Ἐπειδὴ δὲ ἡ αὔξησις αὕτη τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς τοῦ Ἡλίου δὲν  
εἶναι σταθερὰ (§ 80, 2ον) *αἱ ἀληθεῖς ἡλιακαὶ ἡμέραι εἶναι ἄνισοι.*

Ἡ ὑπεροχὴ τῆς ἀληθοῦς ἡλιακῆς ἡμέρας ὑπὲρ τὴν ἀστρικήν εἶναι  
κατὰ μέσον ὄρον  $3\pi 56\delta$  κυμαινομένη ἐντὸς ἔτους μεταξὺ μεγίστης  
τιμῆς  $3\pi 56\delta + 20\delta = 4\pi. 16\delta$  καὶ ἐλαχίστης  $3\pi 56\delta - 20\delta = 3\pi 36\delta$ .

**§ 91. Μέσος ἡλιακὸς χρόνος.**— Κατὰ τὰ προειρημένα  
αἰτία τῆς ἀνισότητος τῶν ἀληθῶν ἡλιακῶν ἡμερῶν εἶναι ἡ ἀνώμα-  
λος κίνησις τοῦ Ἡλίου ἐπὶ τῆς Ἐκλειπτικῆς καὶ ἡ λόξις αὐτῆς. Ἐὰν  
ὁ Ἡλιος ἐκινεῖτο ἰσοταχῶς καὶ ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ, αἱ ἀληθεῖς ἡλια-  
καὶ ἡμέραι θὰ ἦσαν πᾶσαι ἴσαι πρὸς ἀλλήλας, ἡ δὲ ὑπεροχὴ ἐκά-  
στης τούτων ὑπὲρ τὴν ἀστρικήν θὰ ἦτο σταθερά.

Ἐνεκα τῆς ἀνισότητος ταύτης οἱ ἀστρονόμοι ἐπενόησαν ἑτέραν τινὰ  
μετρικὴν μονάδα. Πρὸς τοῦτο φαντάζονται πλαστόν τινα Ἡλιον, ὅσ-  
στις διέρχεται συγχρόνως μετὰ τοῦ ἀληθοῦς Ἡλίου διὰ τοῦ γ καὶ  
κινεῖται ἰσοταχῶς ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ διατρέχων αὐτὸν εἰς ὅσον χρό-  
νον ὁ ἀληθὴς Ἡλιος διατρέχει τὴν ἐκλειπτικὴν. Ὁ πλαστός οὗτος  
Ἡλιος καλεῖται μέσος Ἡλιος.

Ἐνταῦθα *ὁ μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἄνω μεσουρανήσεων τοῦ μέσου  
Ἡλίου περιεχόμενος χρόνος εἶναι σταθερὸς καὶ καλεῖται μέ-  
ση ἡλιακὴ ἡμέρα.*

Ἡ μέση ἡλιακὴ ἡμέρα παριστᾷ τὴν μέσσην διάρκειαν τῶν ἀλη-  
θῶν ἡλιακῶν ἡμερῶν ἑνὸς ἔτους λαμβάνεται δὲ ὡς μονὰς πρὸς μέ-  
τρησιν τοῦ χρόνου.

Ἡ στιγμή τῆς ἄνω μεσουρανήσεως τοῦ μέσου Ἡλίου καλεῖται *μέση μεσημβρία*, ἡ δὲ τῆς κάτω μεσουρανήσεως αὐτοῦ καλεῖται *μέσον μεσονύκτιον*.

Ἡ μέση ἡλιακὴ ἡμέρα ἀρχεται διὰ μὲν τοὺς ἀστρονόμους τὴν μέσην μεσημβρίαν, διὰ δὲ τὸν κοινὸν βίον τὸ μέσον μεσονύκτιον κατὰ τὴν δευτέραν ταύτην περίπτωσιν διαιρεῖται εἰς δύο ἡμίση, ἐν μὲν πρὸ μεσημβρίας, ἕτερον δὲ μετὰ μεσημβρίαν, ὧν ἕκαστον ἀποτελεῖται ἐκ δώδεκα ὥρων. Ὁ διὰ τῆς μέσης ἡλιακῆς ἡμέρας μετρούμενος χρόνος καλεῖται *μέσος ἡλιακὸς χρόνος*.

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

§ 92. **Ἐξίσωσις τοῦ χρόνου.**—Ἡ διαφορὰ, ἣν εὐρίσκομεν ἀφαιροῦντες ἀπὸ τοῦ μέσου χρόνου τὸν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν ἀληθῆ καλεῖται *ἐξίσωσις τοῦ χρόνου*. Οὕτω  $X_m$  ὄντος τοῦ μέσου χρόνου,  $X_a$  τοῦ ἀληθοῦς κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν καὶ  $e$  τῆς ἐξίσωσεως τοῦ χρόνου εἶναι:  $e = X_m - X_a$ . (1)

Ἐκ τῆς σχέσεως ταύτης προκύπτει ἡ  $X_m = e + X_a$ , (2) ἣτις ἐκφράζει ὅτι: *Καθ' ἑκάστην στιγμὴν ὁ μέσος χρόνος ἰσοῦται πρὸς τὸν ἀληθῆ σὺν τῇ ἐξίσώσει τοῦ χρόνου*.

Διὰ τὴν ἀληθῆ μεσημβρίαν ἡ ἰσότης (2) γίνεται  $X_m = e + 12$  ὥραι.

Κατὰ ταύτην, ἂν θέλωμεν τὰ ὥρολόγια ἡμῶν νὰ παρέχωσι μέσον χρόνον ἀρκεῖ νὰ κανονίσωμεν αὐτὰ, οὕτως ὥστε κατὰ τὴν ἀληθῆ μεσημβρίαν νὰ δεικνύουσι χρόνον ἴσον τῷ ἀθροίσματι τῶν 12 ὥρων καὶ τῆς κατὰ τὴν ἡμέραν ἐκείνην ἐξίσωσεως τοῦ χρόνου. Καὶ ἡ μὲν στιγμή τῆς ἀληθοῦς μεσημβρίας εὐρίσκεται διὰ τῆς παρατηρήσεως τοῦ ἀληθοῦς Ἡλίου, ἡ δὲ τιμὴ τῆς ἐξίσωσεως τοῦ χρόνου υπολογίζεται δι' ἐκάστην ἡμέραν τοῦ ἔτους διὰ μεθόδου, ἣν διδάσκει ἡ οὐράνιος μηχανικὴ. Αἱ ἀστρονομικαὶ ἐφημερίδες περιέχουσι τὴν τιμὴν αὐτῆς δι' ὅλας τὰς ἡμέρας τοῦ ἔτους.

Ἡ ἐξίσωσις τοῦ χρόνου εἶναι ἄλλοτε θετικὴ καὶ ἄλλοτε ἀρνητικὴ, ὅπερ σημαίνει ὅτι ὁ μέσος Ἡλιος ἄλλοτε μὲν προηγεῖται ἄλλοτε δὲ ἕπεται τοῦ ἀληθοῦς Ἡλίου. Τετράκις δὲ τοῦ ἔτους ἦτοι, τὴν 15 Ἀπριλίου, 14 Ἰουνίου, 1 Σεπτεμβρίου καὶ 24 Δεκεμβρίου ἡ ἐξίσωσις τοῦ χρόνου εἶναι μηδέν. Κατὰ τὰς ἡμέρας ταύτας ὁ ἀληθὴς καὶ μέσος Ἡλιος μεσουρανοῦσι συγχρόνως. Ἡ μεγίστη τιμὴ τῆς ἐξίσωσεως τοῦ χρόνου εἶναι 16π. 20δ.

§ 93. **Τροπικὸν καὶ ἀστρικὸν ἔτος.** — *Τροπικὸν*

έτος καλεῖται ὁ χρόνος, ὅστις περιέχεται μεταξύ δύο διαδοχικῶν ἀποκαταστάσεων τοῦ κέντρου τοῦ Ἥλιου εἰς τὸ ἑαρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον. Ὁ χρόνος οὗτος εἶναι σχεδὸν σταθερός· ἐπὶ τῇ βᾶσει δὲ πολυετῶν παρατηρήσεων ὑπελογίσθη εἰς 336,242217 ἀστρικοῦς ἡμέρας (ὁ ὑπολογισμὸς γίνεται ὡς ἐξῆς. Διαιρεῖται ὁ χρόνος, ὅστις περιέχεται μεταξύ δύο λίαν ἀπ' ἀλλήλων μεμακρυσμένων ἑαρινῶν ἰσημεριῶν διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἄλλων ἰσημεριῶν, αἵτινες κατ' αὐτὸν συνέβησαν, ἠϋξημένου κατὰ 1. Οὕτως, ἂν μεταξύ ἑαρινῆς τινὸς ἰσημερίας, ἣτις λαμβάνεται ὡς πρώτη καὶ τῆς 25ῆς ἀπ' αὐτῆς παρῆλθον α ἀστρικοὶ ἡμέραι, ἡ διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους, εἶναι  $\frac{24}{\alpha}$  ἀστρικοὶ ἡμέραι.

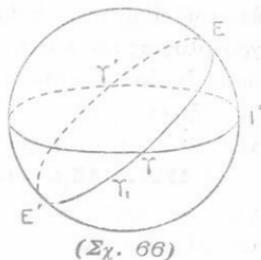
Ἐντὸς ἑνὸς τροπικοῦ ἔτους τὸ σημεῖον γ ἔνεκα τῆς ἡμερησίως κινήσεως θέλει γράφει τόξον ἴσον πρὸς  $360^\circ \times 336,242217$ . Κατὰ τὸν αὐτὸν δὲ χρόνον ὁ μέσος Ἥλιος διαγράφει κατὰ φοράν ἀντίθετον  $360^\circ$ , ἥτοι θέλει γράφει ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς τόξον  $360^\circ \times 336,242217 - 360^\circ = 360^\circ \times 365,242217$ . Ὡστε τὸ τροπικὸν ἔτος ἀποτελεῖται ἐκ 365,242217 μέσων ἡλιακῶν ἡμερῶν.

**Ἀστρικὸν ἔτος καλεῖται ὁ χρόνος, ὅστις περιέχεται μεταξύ δύο διαδοχικῶν ἀποκαταστάσεων τοῦ Ἥλιου εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον τῆς ἐκλειπτικῆς.**

Ἐὰν τὸ σημεῖον γ ἔμεινεν ἀκίνητον, τὸ ἀστρικὸν καὶ τροπικὸν ἔτος θὰ ἦσαν ἴσα. Ἀλλ' ἔνεκα τῆς μεταπτώσεως τὸ σημεῖον γ κινεῖται κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν διαγράφον ἐτησίως τόξον  $\gamma\gamma_1 = 50''$ , 26' ὥστε μετὰ πάροδον ἑνὸς τροπικοῦ ἔτους ὁ Ἥλιος εὐρίσκειται εἰς τὸ  $\gamma_1$  (Σχ. 66), ἵνα δὲ ἔλθῃ εἰς τὸ γ καὶ συμπληρωθῇ οὕτως ἑν ἀστρικὸν ἔτος, δεόν νὰ παρέλθῃ χρόνος τις, καθ' ὃν νὰ διανύσῃ τὸ τόξον  $\gamma\gamma_1$ . Εἶναι ὅθεν τὸ ἀστρικὸν ἔτος μείζον τοῦ τροπικοῦ. Τὴν ὑπεροχὴν αὐτοῦ ὑπολογίζομεν ὡδε:

Ἴνα ὁ Ἥλιος διανύσῃ τὸ τόξον  $\gamma\gamma_1$  δηλαδὴ  $360^\circ - 50''$ , 2 ἢ  $1295949''$ , 8 χρειάζεται  $365,242217$  μ. ἡλ. ἡμ, διὰ  $50''$ , 2 χρειάζεται  $\frac{365,242217}{1295949,8} \times 50,2 = 0,014157$  μ. ἡλ. ἡμέρας. Τὸ ἀστρικὸν ἄρα ἔτος ἀποτελεῖται ἐκ  $365,242217 + 0,014157 = 365,256374$  μ. ἡλ. ἡμερῶν.

**§ 94. Πολιτικὸν ἔτος.**— Πρὸς μέτρησιν τοῦ χρόνου καὶ



ἔκφρασιν τῶν χρονολογιῶν, καθ' ὧς ἀξιοσημειώτα 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 ἐν τούτων ἐλαμβάνετο ὡς χρονικὴ μονάς, μία καὶ ἡ αὐτὴ ἡμέρα θὰ ἀνῆκεν εἰς δύο διάφορα ἔτη.

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

§ 95. **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 διηρημένον εἰς 12 μῆνας ἔχοντας ἐναλλάξ ἀνὰ 29 καὶ 30 ἡμέρας· ἡ ὅλική ὅθεν διάρκειά τοῦ ἔτους τούτου ἦν 354 ἡμέραι· Ἐπειδὴ δὲ ἐφρόνουν ὅτι τὸ τροπικὸν ἔτος ἀπετελεῖτο ἐκ 365 ἡμερῶν, ἕκαστον κοινὸν ἔτος παρηκολουθεῖτο ὑπὸ ἐνὸς ἀνωμάλου, ὅπερ περιεῖχε συμπληρωματικὸν τινα μῆνα ἐξ 22 ἡμερῶν, πρὸς ἄρσιν τῆς ἐξ 11 ἡμερῶν διαφορᾶς μεταξὺ τοῦ τροπικοῦ καὶ τοῦ κοινοῦ ἔτους.

§ 96. **Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον.**—Ἐπειδὴ κατὰ τὸ ἡμερολόγιον τοῦ Νουμᾶ ὑπελείπετο διαφορὰ μεταξὺ τροπικοῦ καὶ πολιτικοῦ ἔτους 0,242217 μ. ἡλ. ἡμερῶν, ἀπὸ ἔτους εἰς ἔτος ἤϋξανεν ἡ μεταξὺ τῶν δύο ἐτῶν δυσαρμονία καὶ ἐπὶ Ἰουλίου Καίσαρος ἐπὶ τοσοῦτον προύχωρσεν, ὥστε αἱ ἑορταὶ τοῦ θερισμοῦ συνέλιπτε 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 ἐπανεέλθῃ αὐτὴ εἰς τὸ μέλλον. Πρὸς τοῦτο μετεκαλέσατο ἐξ Ἀλεξανδρείας τὸν ἀστρονόμον Σωσιγένην καὶ κατὰ τὰς ὑποδείξεις αὐτοῦ προέβη εἰς τὴν μεταρρυθμίσειν ταύτην.

Καὶ ἐν πρώτοις ἐπέξετεινε τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους τῆς μεταρρυθμίσεως εἰς 445 ἡμέρας, ὅπως ἡ ἀρχὴ τοῦ ἔτους ὀρισθῆ εἰς τοιαύτην

ἐποχήν, ὥστε αἱ διάφοροι ἑορταὶ νὰ ἑορτάζωνται εἰς τὰς καταλλήλους ὥρας τοῦ ἔτους. Ἐἶτα θέλων νὰ δώσῃ εἰς τὸ πολιτικὸν ἔτος μέσην διάρκειαν 365,25 ἡμερῶν, ὅση ἐπὶ Ἰππάρχου ἐπιστεύετο ἡ διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους, διέταξεν ὅπως ἐκ τεσσάρων διδοχικῶν ἐτῶν τὰ μὲν τρία πρῶτα περιέχωσιν ἀνά 365 ἡμέρας ἕκαστον, τὸ δὲ τέταρτον 366 ἡμέρας.

Ἡ πρόσθετος ἡμέρα ἐκάστου τετάρτου ἔτους παρεντίθετο μεταξὺ 23ης καὶ 24 Φεβρουαρίου καὶ ἐκαλεῖτο δις 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 λαοὶ τινες τῆς ὀρθοδόξου ἀνατολικῆς Ἐκκλησίας.

**§ 97. Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον.** — Ἐπειδὴ τὸ τροπικὸν ἔτος ἀποτελεῖται ἀκριβῶς ἐκ 365,242217 μέσων ἡλιακῶν ἡμερῶν, ἡ μέση διάρκεια τοῦ πολιτικοῦ ἔτους τοῦ Ἰουλιανοῦ ἡμερολογίου ὑπερέχει τοῦτροπικοῦ κατὰ  $365,25 - 365,242217 = 0,007783$  μ. ἡλ. ἡμ. Ἡ διαφορὰ αὕτη εἰς 400 ἔτη ἀνέρχεται εἰς  $0,007783 \times 400 = 3,1132$  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 κληθῆ 15 8)βρίου καὶ οὐχὶ 5 8)βρίου. Ἴνα δὲ μὴ ἐν τῷ μέλλοντι ἐπαναληφθῆ 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 αἰῶνων (π. χ. 1600, 1700, 1800) μὴ ὦσι δίσεκτα ἐκτός, ἀν ὁ ἀριθμὸν 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 προηγείται 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, ἀνά μίαν δὲ ἡμέραν προηγήθη τὰ ἔτη 1700, 1800, 1900, ἅτινα ἦσαν δίσεκτα μὲν κατὰ τὸ Ἰουλιανόν, κοινὰ δὲ κατὰ τὸ Γρηγοριανόν ἡμερολόγιον.

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

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

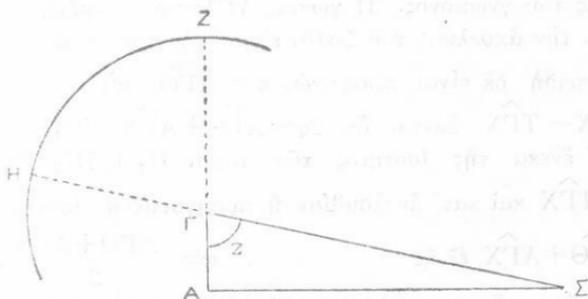
Τοιοῦτοι γνώμονες ἦσαν πρὸ ἀμνημονεύτων ἐτῶν ἐν χρήσει παρὰ τοῖς Σίναις, Αἴγυπτιοῖς καὶ Χελδαίοις, ἀφ' ὧν παρέλαβον αὐτοὺς καὶ οἱ Ἕλληνες. Βραδύτερον οἱ γνώμονες ἐτελειοποιήθησαν διὰ τῆς προσαρμογῆς εἰς τὴν κορυφὴν τοῦ στύλου δίσκου φέροντος μικρὰν ὀπὴν, δι' ἧς εἰς τὸ ἄκρον τῆς σκιάς τοῦ γνώμονος σχηματίζεται μικρὸν φωτεινὸν εἶδωλον τοῦ Ἥλιου, ὅπερ καθιστᾷ καταφανῆ τὴν θέσιν τοῦ πέρατος τῆς σκιάς τοῦ στύλου.

Διὰ τοῦ γνώμονος ἐκτελοῦμεν τὰς ἀκολούθους ἐργασίας.

**α') Ἐῤῥεσις τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς.** Ὀλίγον μετὰ τὴν ἀνατολὴν τοῦ Ἥλιου χαράσσομεν ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου τὴν διεύθυνσιν τῆς σκιάς τοῦ γνώμονος καὶ μὲ κέντρον τὸν πόδα τοῦ γνώμονος καὶ ἀκτῖνα τὸ μῆκος τῆς σκιάς αὐτοῦ γράφομεν ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου περιφέρειαν κύκλου. Τοῦ Ἥλιου βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον πρὸς τὸν μεσημβρινὸν ἀνερχομένου τὸ μῆκος τῆς σκιάς ἐλαττοῦται, μέχρις οὗ κατὰ τὴν μεσημβριανὴν λάβῃ τὴν ἐλαχίστην αὐτοῦ τιμὴν. Ἐῖτα τοῦ Ἥλιου κατερχομένου ἡ σκιά τοῦ γνώμονος ἀρχεται ἐπιμηκνυομένη καὶ κατὰ τινὰ στιγμὴν τὸ ἄκρον αὐτῆς εὐρίσκεται πάλιν ἐπὶ τῆς χαραχθείσης περιφέρειας. Χαράσσομεν καὶ τῆς σκιάς ταύτης τὴν διεύθυνσιν καὶ διχοτομοῦμεν τὴν ὑπὸ ταύτης καὶ τῆς τὸ πρῶτον χαραχθείσης σχηματιζομένην γωνίαν. Ἡ διχοτόμος τῆς γωνίας ταύτης εἶναι ἡ μεσημβρινὴ γραμμὴ.

β'. *Εύρεσις τῆς ἀληθοῦς μεσημβρίας.* Ἐχοντες ἤδη κεκαραγμένην τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν εὐρίσκομεν εὐκόλως τὴν ἀληθῆ μεσημβριαν καθ' ἐκάστην ἀνέφελον ἡμέραν παρατηροῦντες τὴν στιγμὴν, καθ' ἣν ἡ σκιά τοῦ γνώμονος ἔχει τὴν διεύθυνσιν τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς.

γ') *Εύρεσις τῶν τροπῶν.*— Εὐρισκόμενοι ἐν τόπῳ τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς ἔχοντι γ. πλάτος μείζον τῶν  $23^{\circ} 27'$  εὐρίσκομεν τὰς τροπὰς διὰ τοῦ γνώμονος ὡς ἀκολούθως. Τὸ μῆκος τῆς σκιάς τοῦ γνώμονος δὲν εἶναι κατὰ τὴν μεσημβριαν ἐκάστης ἡμέρας τὸ αὐτό. Τὸ μῆκος τοῦτο ἐλαττωταί, ἐφ' ὅσον ὁ ἥλιος μεσουρανεῖ ὑψηλότερον καὶ αὐξάνει, καθ' ὅσον οὗτος μεσουρανεῖ χαμηλότερον· ἔχει ἄρα ἡ μεσημβρινὴ σκιά τὸ μέγιστον μὲν μῆκος κατὰ τὴν χειμερινήν, τὸ ἐλάχιστον δὲ κατὰ τὴν θερινὴν τροπήν. Ἐὰν ὅθεν σημειώσωμεν ἐπὶ ἐν ἔτος καθ' ἐκάστην μεσημβριαν τὸ ἄκρον τῆς σκιάς



(Σχ. 67)

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

Ὅταν τοῦ Ἠλίου μεσουρανοῦντος ἡ σκιά τοῦ γνώμονος καταλήγη εἰς τὸ ἐγγύτερον σημεῖον εἶναι θερινὴ τροπή, ὅταν δὲ καταλήγη εἰς τὸ ἀπώτατον εἶναι χειμερινὴ τροπή.

\* δ'. *Εύρεσις τῆς μεσημβρινῆς ζενιθίας ἀποστάσεως τοῦ Ἠλίου.* Ὑποθεσίσθω ὅτι κατὰ τὴν μεσημβριαν ἡμέρας τινὸς ἡ σκιά τοῦ γνώμονος περατοῦται εἰς τὸ Σ (Σχ. 67) εἶναι φανερόν ὅτι τὸ κέντρον τοῦ Ἠλίου 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 σκιάς ΑΣ αὐτοῦ, δυνάμεθα νὰ ὀρίσωμεν τὴν γωνίαν

$\widehat{A\Gamma\Sigma} = Z$ , ἤτοι τὴν ζενιθίαν τοῦ Ἡλίου ἀπόστασιν κατὰ τὴν ἀληθῆ  
 ἐκείνην μεσημβρίαν λύοντες τὴν τριγ. ἔξιωσιν  $\epsilon\phi Z = \frac{(A\Sigma)}{(A\Gamma)}$ .

ΣΗΜ. Ἐὰν θέλωμεν ν' ἀποφύγωμεν τὴν λύσιν τῆς προηγουμένης τριγωνομετρικῆς ἔξιωσεως, δέον νὰ κατασκευάσωμεν τὸ τρίγωνον  $A\Gamma\Sigma$  ἢ ἄλλο ὅμοιον αὐτῷ καὶ νὰ μετρήσωμεν εἶτα διὰ τοῦ μοιρογνωμονίου τὴν γωνίαν  $A\Gamma\Sigma$  αὐτοῦ. Εἶναι ὁμως φανερόν ὅτι ἡ οὕτως ὀριζομένη τιμὴ τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως θὰ διαφέρει πάντως τῆς ἀληθοῦς ἕνεκα τῶν ἀναποφεύκτων σφαλμάτων περὶ τὴν κατασκευὴν τοῦ τριγώνου καὶ τὴν μέτρησιν τῆς γωνίας.

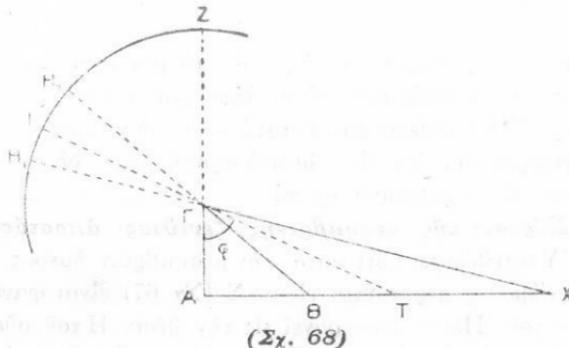
\* ε' **Εὐρέσεις τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους τόπου τινός.**—Ἐστῶσαν  $H_1$  καὶ  $H_2$  αἱ θέσεις τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν μεσημβρίαν τῆς χειμερινῆς καὶ θερινῆς τροπῆς,  $X$  καὶ  $\Theta$  τὰ ἄκρα τῆς κατ' αὐτὰς σκιας τοῦ γνώμονος,  $I$  ἡ θέσις τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν μεσημβρίαν ἰσημερίας τινός καὶ  $T$  τὸ ἄκρον τῆς κατ' αὐτὴν σκιας τοῦ γνώμονος. Ἡ γωνία  $A\Gamma T = \varphi$  ἰσομένη πρὸς τὴν  $Z\Gamma I$  δηλ. τὴν ἀπόκλισιν τοῦ ζενίθ, εἶναι τὸ γεωγ. πλάτος τοῦ τόπου. Ἐπειδὴ δὲ εἶναι προφανῶς  $\varphi = \widehat{A\Gamma\Theta} + \widehat{\Theta\Gamma T}$  καὶ

$\varphi = \widehat{A\Gamma X} - \widehat{T\Gamma X}$ , ἔπεται ὅτι  $2\varphi = \widehat{A\Gamma\Theta} + \widehat{A\Gamma X} + (\widehat{\Theta\Gamma T} - \widehat{T\Gamma X})$ .

Ἄλλ' ἕνεκα τῆς ἰσότητος τῶν τόξων  $H_1 I, I H_2$ , ἔπεται ὅτι  $\widehat{\Theta\Gamma T} = \widehat{T\Gamma X}$  καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἡ προηγουμένη ἰσότης γίνεται

$$2\varphi = \widehat{A\Gamma\Theta} + \widehat{A\Gamma X}, \quad \epsilon\kappa \quad \eta\varsigma \quad \varphi = \frac{A\Gamma\Theta + A\Gamma X}{2}.$$

Ἐὰν ὅθεν εὕρωμεν τὴν μεσημβρινὴν ζενιθίαν ἀπόστασιν τοῦ



Ἡλίου κατ' ἀμφοτέρως τὰς τροπὰς καὶ λάβωμεν τὸ ἡμιάθροισμα αὐτῶν, εὕρισκομεν τὸ γεωγ. πλάτος τοῦ τόπου.

\* **Ασκήσεις.** 92) Πόσον είναι τὸ ὕψος τοῦ γνόμωνος, ὅστις ῥίπτει σκιάν 3 μέτρων, καθ' ἣν στιγμήν ἡ ζενιθία μεσημβρινῆ ἀπόστασις τοῦ Ἡλίου εἶναι  $30^\circ$ ;

93) Πόσην σκιάν ῥίπτει γνόμων 12μ, ὅταν τὸ ὕψος τοῦ Ἡλίου εἶναι  $52^\circ$ ;

94) Πόσον εἶναι κατὰ τὴν θερινὴν τροπὴν τὸ μήκος τῆς σκιάς γνόμωνος ὕψους 6μ εἰς τόπον γεωγ. πλάτους  $40^\circ$ ;

95) Εἰς πόσον ὕψος μεσουρανεῖ κατὰ τὴν χειμερινὴν τροπὴν ὁ Ἡλιος εἰς τόπον γ. πλάτους  $45^\circ$ ;

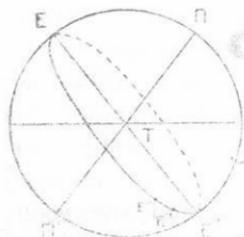
\* 96) Ἡ ἐν τινὶ τόπῳ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν μεσημβριάν τῆς μὲν θερινῆς τροπῆς εἶναι  $32^\circ 15'$  τῆς δὲ χειμερινῆς  $57^\circ 45'$ . Πόσον εἶναι τὸ γ. πλάτος τοῦ τόπου τούτου;

\* 97) Εἰς γ. πλάτος  $50^\circ$  ἡ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν μεσημβριάν τῆς θερινῆς τροπῆς εἶναι  $26^\circ 35'$ . Πόση εἶναι ἡ ζενιθία αὐτοῦ ἀπόστασις κατὰ τὴν μεσημβριάν τῆς χειμερινῆς τροπῆς;

\* 98) Πόση εἶναι ἡ ἀπόκλισις τοῦ Ἡλίου, καθ' ἣν ἡμέραν γνόμων ὕψους 12μ. ῥίπτει σκιάν 8 μ. ἐν τόπῳ, ὅστις ἔχει γ. πλάτος  $50^\circ$ ;

\* § 99. **Ἀρχὴ τῶν ἡλιακῶν ὥρολογίων.** — Ἡλιακά ὥρολόγια εἶναι ὄργανα, τὰ ὁποῖα δεικνύουσι τὸν ἀληθῆ ἡλιακὸν χρόνον (ὥραν). Ἐκαστὸν ἡλιακὸν ὥρολόγιον ἀποτελεῖται ἐκ σκιεροῦ στύλου, ὅστις στερεοῦται ἐπὶ ἐπιφανείας τινὸς παραλλήλως πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου, ἡ δὲ ὥρα δεικνύεται ὑπὸ τῆς σκιάς, ἣν ὁ στύλος οὗτος ὑπὸ τοῦ Ἡλίου φωτιζόμενος ῥίπτει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ἐκείνης.

Ἐστω ΠΕΠ' Ε' (Σχ. 69) ὁ μεσημβρινὸς τόπος τινὸς Τ, ΕΕ' Ε",



(Σχ. 69)

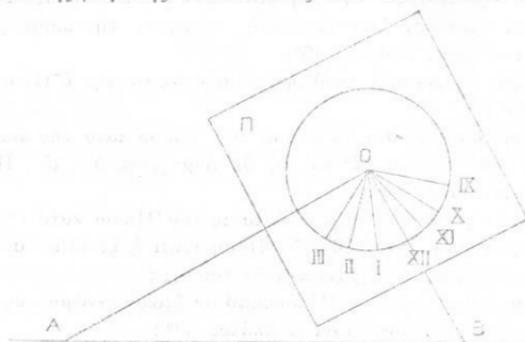
ὁ ἰσημερινὸς καὶ ΠΠ' στύλος συμπίπτων μετὰ τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου. Νοήσωμεν δὲ τὴν περιφέρειαν τοῦ ἰσημερινοῦ διηρημένην εἰς 24 ἴσα τόξα ἀπὸ τοῦ σημείου Ε', καθ' ὃ ὠριαῖος τοῦ βορρᾶ τέμνει τὴν περιφέρειαν τοῦ ἰσημερινοῦ. Εἶναι φανερόν ὅτι κατὰ τὴν ἀληθῆ μεσημβριάν ἐκάστης ἡμέρας ἡ σκιά τοῦ στύλου πίπτει ἐπὶ τῆς εὐθείας ΤΕ', μετὰ μίαν ὥραν αὕτη θὰ εὐρίσκηται ἐπὶ τῆς ΤΕ'' μετὰ ἑτέραν ὥραν ἐπὶ τῆς ΤΕ''' καὶ οὕτω

καθ' ἑξῆς. Πίπτει δὲ ἡ σκιά ἐπὶ τῆς πρὸς βορρᾶν μὲν ἐστραμμένης ἐπιφανείας τοῦ ἰσημερινοῦ ἐπιπέδου, ὅταν ὁ Ἡλιος κεῖται ἐν τῷ βορειῷ ἡμισφαιρίῳ, ἐπὶ τῆς πρὸς νότον δέ, ὅταν οὗτος κεῖται ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ τοῦ οὐρανοῦ.

Τὸ ἐπίπεδον ἢ ἡ πλάξ ἡλιακοῦ τινος ὥρολογίου δὲν εἶναι ἀπαραίτητον νὰ συμπίπτῃ μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἰσημερινοῦ, ἀλλὰ δύναται νὰ εἶναι διαφόρως τοποθετημένον. Τούτου ἕνεκα ὑπάρχουσι διάφορα εἶδη ἡλιακῶν ὥρολογίων, ἐξ ὧν περιγράφομεν τὰ ἀκολουθα τρία.

\* § 100. **Ἰσημερινὸν ἡλιακὸν ὥρολόγιον.** — Ἡ πλάξ

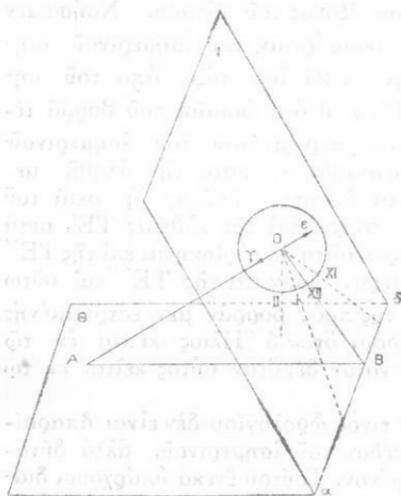
τοῦ ὥρολογίου τούτου ὄφειλε νὰ συμπίπτῃ μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ οὐρ. ἰσημερινοῦ καὶ ὁ στύλος αὐτοῦ μετὰ τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου· ἀλλ' ἔνεκα τῆς μεγάλης ἀποστάσεως τοῦ Ἥλιου ἀπὸ τῆς Γῆς ἀρκεῖ



(Σχ. 70)

ἢ μὲν πλᾶξ νὰ εἶναι παράλληλος πρὸς τὸν ἰσημερινόν, ὁ δὲ στύλος κάθετος ἐπ' αὐτήν. Ἴνα κατασκευάσωμεν τοιοῦτον ὥρολόγιον ἐργαζόμεθα ὡς ἑξῆς:

Ἐπὶ τινος ἐπιπέδου Π (Σχ. 70) γράφομεν μὲ κέντρον σημεῖον 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



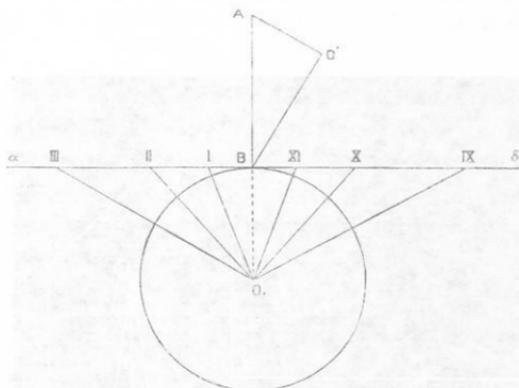
(Σχ. 71)

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 ἐφαρμοζόμεν 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 ὥρολογίου, οὕτως ὥστε τὸ μὲν ἐπίπεδον

αὐτῆς νὰ εἶναι κάθετον ἐπὶ τὸ τρίγωνον AOB, τὸ κέντρον O νὰ ἐφαρμόζη ἐπὶ τῆς κορυφῆς τῆς ὀρθῆς γωνίας καὶ ἡ διαίρεσις XII νὰ κεῖται ἐπὶ τῆς OB.

Ἴνα δὲ τὸ ὥρολόγιον χρησιμεύῃ διὰ πάσας τὰς ὥρας τοῦ ἔτους, δέον αἱ διαίρεσις νὰ χαράσσωνται ἐπ' ἀμφοτέρων τῶν ἐπιφανειῶν τῆς πλακῶς.

§ 101. Ὁριζόντιον ἡλιακὸν ὥρολόγιον.—Ἐστω I



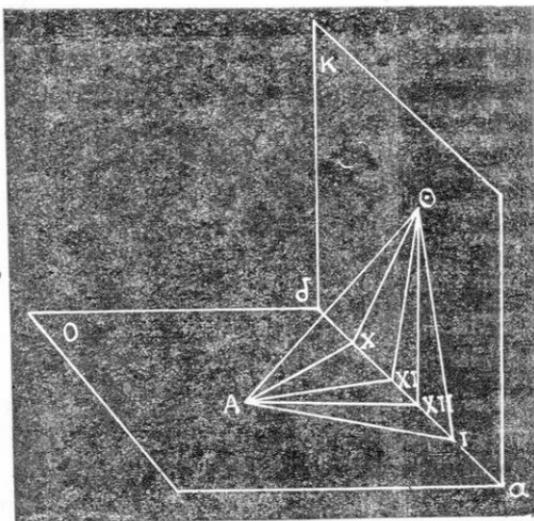
(Σχ. 72)

ἢ πλάξ ἰσημερινοῦ ὥρολογίου (Σχ. 71) καὶ αὐτῆς ὑπὸ τυχόντος ὀριζοντίου ἐπιπέδου Θ, ὅπερ θέλομεν νὰ ἀποτελέσῃ τὴν πλάκα ὀριζοντίου ἡλιακοῦ ὥρολογίου. Ὁ στύλος εογ τοῦ ἰσημερινοῦ ὥρολογίου προεκτεινόμενος τέμνει τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον Θ κατὰ τὸ σημεῖον A, ὃ δὲ μεσημβρινὸς τοῦ σημείου A τέμνει τὸ μὲν ἐπίπεδον Θ κατὰ τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν AB, τὸ δὲ I κατὰ τὴν OB· ὁμοίως ἕκαστον τῶν ὠριαίων ἐπιπέδων τέμνει ἀμφοτέρω τὰ ἐπίπεδα ταῦτα Θ καὶ I κατὰ εὐθείας τεμνομένας ἐπὶ τῆς αδ. Ὡστε ἡ χάραξις ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου τῶν εὐθειῶν, ἐφ' ὧν πίπτει διαδοχικῶς ἡ σκιά τοῦ στύλου, ἀνάγεται κυρίως εἰς τὸν καθορισμὸν τῶν σημείων, καθ' ἃ ἡ αδ τέμνεται ὑπὸ τῶν ὠριαίων ἐπιπέδων ἢ ὅπερ ταῦτ' ὑπὸ τῶν ἀκτίνων τοῦ ἰσημερινοῦ ὥρολογίου. Γίνεται δὲ ὁ καθορισμὸς οὗτος ὡς ἀκολούθως.

Τρίγωνόν τι ὀρθογώνιον ABO' (Σχ. 72) ἔχον τὴν ὀξείαν γωνίαν A ἴσην πρὸς τὸ γεωγ. πλάτος τοῦ τόπου, ἐφ' οὗ πρόκειται νὰ στηθῇ τὸ ὥρολόγιον, τίθεται ἐν τῷ ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ, οὕτως ὥστε ἡ ὑποτείνουσα αὐτοῦ νὰ ἐφαρμόζη ἐπὶ τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς AB.

Διὰ τῆς κορυφῆς Β χαράσσεται εὐθεΐα αδ κάθετος ἐπὶ τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν, ἐφ' ἧς προεκτεινόμενης 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 σημεῖν τῆς αδ εἶναι τὰ ζητούμενα.

§ 102. Κατακόρυφον ἡλιακὸν ὥρολόγιον. Ἐστω  $O$  (Σχ. 73) ἡ πλάξ ὁριζοντίου ἡλιακοῦ ὥρολογίου,  $K$  κατακόρυφον



(Σχ. 73)

ἐπίπεδον τέμνον τὸ  $O$  κατὰ εὐθείαν αδ ἔχουσαν τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τοῦ μεσημβρινοῦ καὶ  $\Theta$  τὸ σημεῖον, καθ' ὃ ὁ στίλος τοῦ ὥρολογίου τούτου προεκτεινόμενος πρὸς βορρᾶν τέμνει τὸ  $K$ .

Σκεπτόμενοι, ὡς ἀνωτέρω (§ 101), κατανοοῦμεν ὅτι καθ' ἑκάστην στιγμήν αἱ σκιαί τοῦ στίλου ἐπὶ τῶν δύο τούτων ἐπιπέδων τέμνονται ἐπὶ τῆς αδ. Π. χ. καθ' ἣν στιγμήν ἡ σκία ἔχει ἐπὶ τοῦ  $O$  τὴν θέσιν  $AI$ , ἐπὶ τοῦ  $K$  θὰ ἔχη αὐτὴ τὴν θέσιν  $\Theta I$  κτλ. Ἡ πλάξ  $K$  θὰ παριστᾷ ὄθεν κατακόρυφον ἡλιακὸν ὥρολόγιον.

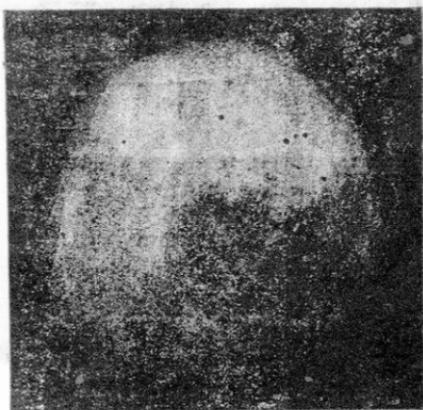
Κατὰ ταῦτα πρὸς κατασκευὴν τοιοῦτου ὥρολογίου ἐργαζόμεθα ὡς ἑξῆς:

Ἐπὶ τῆς πρὸς νότον ἐστραμμένης ἐπιφανείας κατακορύφου πλακὸς στερεοῦμεν στέλεχος  $\Theta A$  φερόμενον πρὸς νότον καὶ σχηματίζον μετ' αὐτῆς γωνίαν συμπληρωματικὴν τοῦ γεωγρ. πλάτους τοῦ τόπου. Χαράσσομεν εἶτα ἐπ' αὐτῆς ὀριζόντιον εὐθεΐαν ἀδ ἔχουσαν τὴν δι-εὐθύνησιν τοῦ ἄξονος τοῦ μεσημβρινοῦ καὶ σημειοῦμεν ἐπ' αὐτῆς τὰς διαιρέσεις ὀριζοντίου ἡλιακοῦ ὥρολογίου, οὗ ἡ πλάξ διέρχεται διὰ τῆς  $\alpha$  δ καὶ  $\delta$  σύλλογος διὰ τοῦ  $\Theta$ .

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

### ΣΥΣΤΑΣΙΣ, ΑΠΟΣΤΑΣΙΣ, ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ

**103. Φυσικὴ σύστασις τοῦ Ἡλίου.**—1ον) *Φωτόσφαιρα. Κηλίδες.* Ὁ Ἡλιος δι' ἀσθενοῦς ὁρώμενος τηλεσκοπίου φαίνεται ὡς κυκλικὸς δίσκος λευκοῦ καὶ θαμβοῦντος φωτὸς φέρων τῆδε κακεῖσε σπάνια μελανὰ σημεῖα. Δι' ἰσχυροῦ ὁμως ὁρώμενος τηλεσκο-



(Σχ. 74)

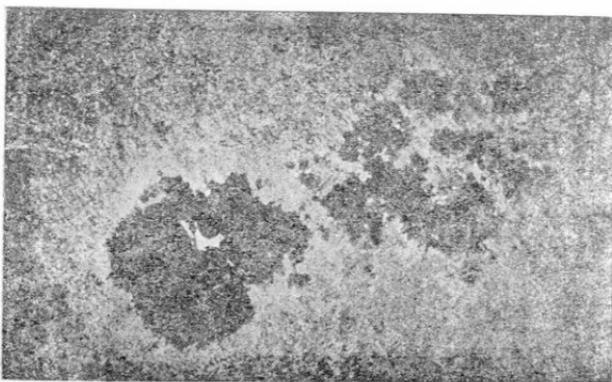
Φωτογραφία τοῦ Ἡλίου ληφθεῖσα τὴν 8 Αὐγούστου τοῦ 1917 ὑπὸ τοῦ κ. Cuénisset εἰς τὸ ἀστεροσκοπεῖον Juvisy.

πίου παρουσιάζει ὅλως ἄλλοίαν ὄψιν. Ἡ ἡλιακὴ ἐπιφάνεια φαίνεται γενικῶς κοκκώδης. Οἱ ἐπ' αὐτῆς παρατηρούμενοι κόκκοι εἶναι στρογγύλοι, ἐξόχως λαμπροὶ καὶ φαίνονται ὡς αἰωρούμενοι ἐν θρευστῶ. ἦττον ἐκεῖνων φωτεινῶ. 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, ἔξ ὧν φαίνεται ἀποτελουμένη ἡ φωτόσφαιρα, θεωροῦνται γενικῶς ὡς εἶδος τι νεφῶν, ἅτινα προέρχονται ἐκ τῆς συμπυκνώσεως εἰς τὴν στερεάν ἢ ὑγρὰν κατάστασιν ἀερίων ἐκ τῆς κεντρικῆς ἡλιακῆς μάζης προερχομένων. Ἡ φασματοσκοπικὴ ἐξέτασις ἀπέδειξεν ὅτι ἐν τῇ φωτόσφαιρᾷ 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 μετροῦ τηλεσκοπίου βλέπομεν ἐπὶ τοῦ Ἡλίου, δι' ἰσχυροῦ ὁρώμενα τηλεσκοπίου φαίνονται ὡς σκοτεινὰ τμήματα ἱκανῆν κατέχοντα ἕκτασιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ Ἡλίου. Ταῦτα καλοῦνται **κηλίδες**. Ἐκάστη κηλὶς ἀποτελεῖται ἐκ κεντρικοῦ σκοτεινοῦ πυρήνος, ὅστις καλεῖται **σκιά** καὶ ἐκ τοῦ πε-



Ἡλιακὴ κηλὶς (Σχ. 75).

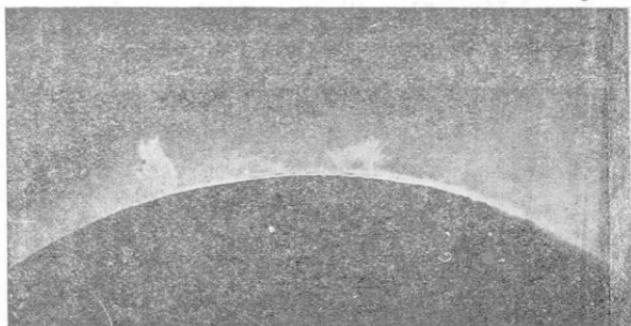
ριβάλλοντος αὐτὴν ἥττον σκοτεινοῦ μέρους, ὅπερ καλεῖται **σκιάφωρος** ἢ **περιοκλάσμα**. Τὸ μέγεθος καὶ σχῆμα τῶν κηλίδων εἶναι λίαν εὐμετάβλητα. Παρατηρήθησαν κηλίδες, ὧν ἡ διάμετρος ἦτο πενταπλασία τῆς γηίνης διαμέτρου.

Ἡ ἐμφάνισις πολυαριθμῶν καὶ μεγάλων κηλίδων παρατηρήθη ὅτι γίνεται περιοδικῶς ἀνὰ 11 ἔτη συμπίπτουσα μὲ τὰς σημαντικώτερας διαταραχαίς τῆς μαγνητικῆς βελόνης. Αἱ κηλίδες δὲν μένουσιν ἀκίνητοι ἐπὶ τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου ἀλλὰ φαίνονται πᾶσαι κινούμεναι

ἐκ τοῦ ἀνατολικοῦ πρὸς τὸ δυτικὸν χεῖλος αὐτοῦ, εἰς ὃ ἐξαφανίζονται. ἵνα πάλιν μετὰ τινὰς ἡμέρας ἐμφανισθῶσιν εἰς τὸ ἀνατολικὸν χεῖλος καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς, μέχρις οὗ διαλυθῶσιν.

Ἀκριβεῖς παρατηρήσεις ἀποδεικνύουσιν ὅτι αἱ κηλίδες πᾶσαι φαίνονται κινούμεναι ἐπὶ τροχιῶν παραλλήλων, ὧν τὰ ἐπίπεδα εἶναι κεκλιμένα πρὸς τὴν ἐκλειπτικὴν κατὰ  $6^{\circ} 58'$ . Ἐκ τούτου ἔπεται ὅτι ὁ ἥλιος στρέφεται κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν περὶ ἄξονα, ὅστις σχηματίζει μετὰ τῆς ἐκλειπτικῆς γωνίαν  $83^{\circ} 2'$ .

Ἡ τομὴ τῆς ἡλιακῆς ἐπιφανείας ὑπὸ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ διερχο-



(Σχ. 76). Προεξοαί.

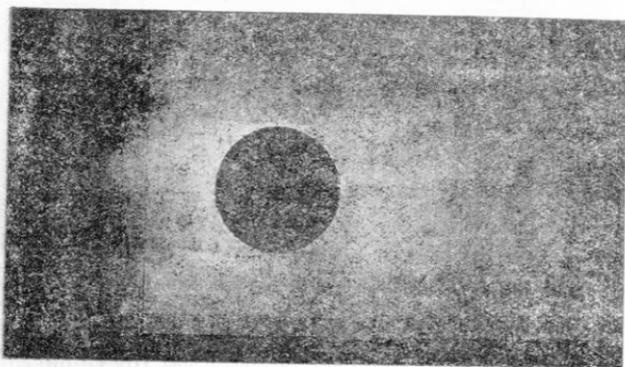
μένου διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ καὶ καθέτου ἐπὶ τὸν εἰρημένον ἄξονα ἀποτελεῖ τὸν ἡλιακὸν ἰσημερινόν. Αἱ κηλίδες παρατηροῦνται συνήθως ἐπ' ἀμφοτέρων τῶν ἡλιακῶν ἡμισφαιρίων καὶ ἐπὶ πλάτους  $30^{\circ}$ — $40^{\circ}$ .

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 ἐπομένως ὀλιγώτερον φωτεινῶν. Λεπταὶ ὅμως θερμομετρικαὶ ἔρευναι κατέδειξαν ὅτι ὑπάρχουσι κηλίδες, αἵτινες τὴν αὐτὴν ἐνίοτε δὲ καὶ μείζονα ποσότητα θερμότητος ἐκπέμπουσι τῶν παρακειμένων μερῶν τῆς φωτοσφαίρας· αἱ κηλίδες ἄρα αὗται δὲ εἶναι ψυχρότεροι τῆς παρακειμένης φωτοσφαίρας καὶ κατ' ἀκολουθίαν δι' αὐτὰς τοῦλάχιστον ἡ ὀθηθεῖσα ὑπόθεσις εἶναι ἀνεπαρκής.

2ον. **Ἀπορροφητικὴ σιβάς.** Ἐνίοτε κατὰ τὰς ὀλίκας ἐκλείψεις τοῦ ἡλίου παρατηρεῖται ὑπὲρ τὴν φωτόσφαιραν ἀερώδες στρώμα

λεπιότατον καὶ σχετικῶς σκοτεινόν. Τὸ στρῶμα τοῦτο ἀποτελεῖται ἐκ τῶν ἀερίων πολλῶν ἐκ τῶν γνωστῶν μετάλλων καὶ ἐκ τινων ἀερίων, ἔχει δὲ τὴν ιδιότητα ν' ἀπορροφᾷ τινὰς 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 ὀλικὰς ἐπίσης ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου παρατηρεῖται ὑπὲρ τὴν ἀπορροφητικὴν στιβάδα ἑτέρα ἀερῶδης καὶ ροδόχρους στιβάς, ἣτις καλεῖται **χρωμόσφαιρα**. Ἡ χρωμόσφαιρα ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ διαπύρου ὑδρογόνου καὶ ἐν ἐλάσσονι ποσότητι ἐξ ἄλλου τινὸς ἀερίου ἐπ' αὐτῆς τὸ πρῶτον παρατηθέντος, ὅπερ ἐκλήθη **ἡλιον** (1) Ἐνεκαλύφθησαν ἐπίσης ἐν τῇ χρωμόσφαιρα ἀτμοὶ ἄνθρακος, σοδίου, μαγνησίου καλίου.



(Σχ. 77) Στέμμα

Ἐκ τῆς χρωμοσφαίρας ἀνυψοῦνται ἐνίοτε τεράστια φλόγες, ἃ καλοῦμεν **προεξοχάς**. Αἱ προεξοχαὶ ὑψοῦνται ἐνίοτε εἰς ἕψος εἴκοσι καὶ τριάκοντα χιλιάδων λευγῶν μετὰ ταχύτητος πολλῶν ἑκατοντάδων χιλιομέτρων κατὰ δευτερόλεπτον. Κατὰ τὰς ὀλικὰς ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου αἱ προεξοχαὶ φαίνονται ὡς τεράστιοι περροθύσανοι. Αὗται ὀφείλονται εἰς ἐκκρήξεις ἀερίων, ὧν ἐπικρατέστερον τὸ ὑδρογόνον.

4ον) **Στέμμα** — Ὑπὲρ τὴν χρωμόσφαιραν ὑπάρχει ἕτερον ἀερῶδες στρῶμα ὄρατὸν ἐπίσης κατὰ τὰς ὀλικὰς ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου, ὅπερ καλεῖται **στέμμα**. Τοῦτου τὸ σχῆμα ἐξ ἀκτινωτῶν ται-

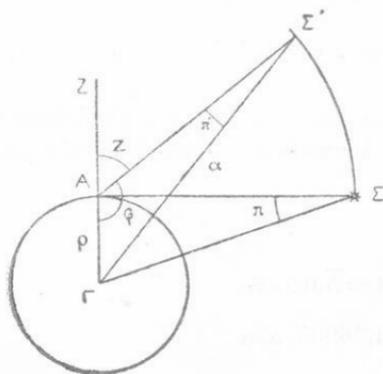
(1) Βραδύτερον (1898) ὁ Ἄγγλος Χημικὸς Ramsay ἠδυνήθη νὰ ἐξαγάγῃ αὐτὸ ἐκ τοῦ σπανίου ὀρυκτοῦ «*κελβιῆτης*».

νιῶν 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 παρατηρήθη 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.

Ἰον. *Ὁ κεντρικὸς πυρῆν*. Ἐσωθεν τῆς φωτοσφαίρας κεῖται ὁ κεντρικὸς πυρῆν τοῦ Ἡλίου, ὅστις ἀποτελεῖ τὰ  $\frac{9}{10}$  τῆς ὅλης ἡλιακῆς μάζης. Ὁ πυρῆν οὗτος εἶναι διάπυρος καὶ διατελεῖ ἐν ἀερώδει καταστάσει. Κατὰ τὰ προειρημένα ὁ Ἡλιος ἀποτελεῖται ἐκ τῶν ἀκολούθων μερῶν, 1ον) ἐκ τοῦ κεντρικοῦ πυρῆνας, 2ον) ἐκ τῆς φωτοσφαίρας, 3ον) ἐκ τῆς ἀπορροφητικῆς στεβάδος, 4ον) ἐκ τῆς χρωμοσφαίρας καὶ 5ον) ἐκ τοῦ στέμματος.

§ 104. *Παράλλαξις ἀστέρος*.—Καλεῖται *παράλλαξις ἀστέρος ἢ γωνία*, ὑπὸ τὴν ὅποιαν ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ ἀστέρος φαίνεται ἡ ἀκτὺς τῆς Γῆς. Αὕτη καλεῖται *παράλλαξις ὕψους*, ἂν ὁ ἀστὴρ εὐρίσκηται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα, *ὀριζοντία* δὲ *παράλλαξις*, ἂν οὗτος κεῖται ἐπὶ τοῦ ὀρίζοντος. Οὕτως ἡ γωνία  $\widehat{ΑΣΓ} = \pi$  εἶναι παράλλαξις ὕψους τοῦ ἀστέρος  $\Sigma'$  (Σχ. 78), ἡ δὲ γωνία  $\widehat{ΑΣΓ} = \pi$



(Σχ. 78)

εἶναι ὀριζοντία παράλλαξις τοῦ  $\Sigma$ . Ἄν ὁ τόπος A κεῖται ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ, ἡ ὀριζοντία παράλλαξις ἀστέρος καλεῖται *ὀριζοντία ἰσημερινῆ παράλλαξις*.

Ἐκ τοῦ τριγώνου  $\Delta Γ \Sigma'$ , ἂν κληθῇ  $z$  ἡ ζενιθία τῆς  $\Sigma'$  ἀπόστασις καὶ  $\alpha$  ἡ ἀπὸ τοῦ κέντρου τῆς Γῆς ἀπόστασις  $\Gamma \Sigma'$  τοῦ  $\Sigma'$ , εὐρίσκομεν

$$\frac{\rho}{\eta\mu\pi'} = \frac{\alpha}{\eta\mu\phi} \quad \text{ἢ, ἐπειδὴ } \eta\mu\phi = \eta\mu z, \quad \frac{\rho}{\eta\mu\pi'} = \frac{\alpha}{\eta\mu z}, \quad \text{ὅθεν}$$

$$\eta\mu\pi' = \frac{\rho}{\alpha} \eta\mu z. \quad (1)$$

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

Ἄν δ' ἀστὴρ εὐρίσκηται εἰς τὸν ὀρίζοντα, θὰ εἶναι  $\eta\mu z = \eta\mu 90^\circ = 1$  καὶ ἡ ἰσότης (1) γίνεται  $\eta\mu\pi = \frac{\rho}{\alpha}$  (2)

$$\xi\eta\zeta \quad \alpha = \frac{\rho}{\eta\mu\pi} \quad (3)$$

Διὰ τῶν ἰσοτήτων (3) καὶ (2) εὐρίσκουμεν τὴν ἀπόστασιν ἀστέρος τινὸς ἀφ' ἡμῶν, ἂν γνωρίζωμεν τὴν ὀριζοντίαν αὐτοῦ παράλλαξιν καὶ τὰνάπαλιν.

Ἐκ τῶν ἰσοτήτων (1) καὶ (2) λαμβάνομεν εὐκόλως τὴν ἰσότητα  $\eta\mu\pi' = \eta\mu\pi \cdot \eta\mu z$  (4)

Αὕτη συνδέει τὴν ὀριζοντίαν παράλλαξιν π ἀστέρος τινὸς, 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  $\eta\mu\pi = \pi$  καὶ  $\eta\mu\pi' = \pi'$ . Τότε δὲ ἰσότης (4) γίνεται

$$\pi' = \pi \cdot \eta\mu z. \quad (5)$$

**§ 105. Ἀπόστασις τοῦ Ἡλίου.**—Ἡ ὀριζοντία ἰσημερινὴ παράλλαξις τοῦ Ἡλίου προσδιορισθεῖσα διὰ διαφορᾶν μεθόδων εὐρέθη ἴση πρὸς 8'',8. Ἡ ἰσότης (3) γίνεται λοιπὸν διὰ τὸν

$$\text{Ἡλιον } \alpha = \frac{\rho}{\eta\mu 8'',8}, \text{ } \xi\eta\zeta \text{ εὐρίσκομεν τὴν ἀφ' ἡμῶν ἀπόστασιν τοῦ}$$

Ἡλίου ὡς ἐξῆς. Διαιροῦντες διὰ ρ ἀμφοτέρω τὰ μέλη τῆς ἰσότητος ταύτης καὶ εἶτα λαμβάνοντες τοὺς λογαριθμοὺς ἀμφοτέρων τῶν μελῶν εὐρίσκομεν

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

$$\log \eta\mu 8'',8 = 6,68557 + 0,94448 = 5,63005,$$

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

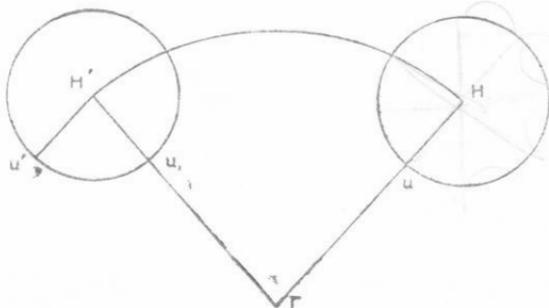
$$\frac{\alpha}{\rho} = 23440 \text{ καὶ } \alpha = 23440 \rho.$$

Ἀπέχει λοιπὸν ἀφ' ἡμῶν ὁ Ἡλιος ἀπόστασιν ἴσην πρὸς 23440 ἰσημερινὰς ἀκτίνας τῆς Γῆς, ἧτοι 150 ἑκατομμύρια χιλιόμετρα περίπου. Ἀμαξοστοιχία διανύουσα 100 χιλιόμετρα καθ' ὥραν θὰ διή-

ναι τὴν ἀπόστασιν ταύτην εἰς 170 ἔτη περίπου ἄνευ στάσεων. Τὸ φῶς, ὅπερ διατρέχει 300 ἑκατομμύρια μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον, χρειάζεται 8π 208, ἵνα φθάσῃ ἀπὸ τοῦ Ἡλίου μέχρις ἡμῶν. Σ. Μ.

§ 106. Διάρκεια τῆς περι ἄξονα στροφῆς τοῦ Ἡλίου.— Ἐμάθομεν (§ 103) ὅτι ἡ ὁμοίμορφος κίνησις τῶν κηλίδων ἐκ τοῦ ἀνατολικοῦ πρὸς τὸ δυτικὸν χεῖλος τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου ἀποδεικνύει ὅτι ὁ Ἡλιος στρέφεται ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς περι ἄξονα, ὅστις σχηματίζει μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐκλειπτικῆς γωνίαν  $83^{\circ}2'$ . Ὁ χρόνος μιᾶς πλήρους τοιαύτης στροφῆς ὑπολογίζεται ὡς ἐξῆς.

Ἐν πρώτοις παρατηρήθη ὅτι κηλὶς τις ἐπανέρχεται εἰς τὴν αὐτὴν ἐπὶ τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου θέσιν μετὰ 27 ἡμ. καὶ 3 ὥρ. Ἐὰν κηλὶς τις κ φαίνεται κατὰ τινὰ στιγμὴν εἰς τὸ κέντρον τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου



(Σχ. 79)

(Σχ. 79) ἦτοι κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΓΗ, μετὰ 27 ἡμέρας καὶ 3 ὥρας θὰ ἔχη τὴν αὐτὴν ἐπὶ τοῦ δίσκου θέσιν. Ἐπειδὴ κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον ὁ Ἡλιος μετετοπίσθη εἰς τὴν θέσιν Η' τῆς ἐκλειπτικῆς, ἡ κηλὶς φαίνεται εἰς τὴν θέσιν κ<sub>1</sub> κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΓΗ'. Ἐὰν δὲ ὁ Ἡλιος ἐστρέφετο περι ἄξονα κάθετον ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τῆς ἐκλειπτικῆς (ὅπερ ὀλίγον διαφέρει τοῦ ἀληθοῦς) καὶ κατὰ  $360^{\circ}$ , ἡ ἀκτὶς Ηκ θὰ ἦρχετο εἰς τὴν θέσιν Ηκ' παράλληλον τῇ Ηκ καὶ ἡ κηλὶς δὲν θὰ ἐφαίνετο εἰς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου, ἀλλ' εἰς θέσιν τινὰ κ' ἀνατολικώτερον τοῦ κέντρου κειμένην. Ἴνα ἄρα ἡ κηλὶς φανῇ εἰς τὸ κ<sub>1</sub>, πρέπει ὁ Ἡλιος νὰ στραφῇ ἀκόμη κατὰ γωνίαν κ'Η'κ<sub>1</sub> = Η'ΓΗ, ἣτις βαίνουσα ἐπὶ τοῦ τόξου ΗΗ' παρίσταται δι' οὗ καὶ τοῦτο ἀριθμοῦ μοιρῶν· ἀλλὰ τὸ τόξον ΗΗ' εἶναι περίπου  $27^{\circ}$ , διότι καθ' ἑκάστην ἡμέραν ὁ Ἡλιος διανύει τόξον  $1^{\circ}$  ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς· ὥστε κατὰ τὸ διάστημα τῶν 27 ἡμ. καὶ

3 ὡρῶν ὁ ἥλιος στρέφεται περίπου κατὰ  $360^\circ + 27^\circ = 387^\circ$  ἵνα δὲ στραφῆ μόνον κατὰ  $360^\circ$  χρειάζεται

$$\frac{27,125}{387} \cdot 360 = 25 \text{ ἡμ. } 4 \text{ ὡρ. } 29\pi.$$

§ 107. **Σχῆμα τοῦ Ἡλίου.**—Τῇ βοήθειᾳ τοῦ ἡλιομέτρου κατεδείχθη ὅτι καθ' ἑκάστην μεσημβριαν πάσαι αἱ διαμέτροι τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου εἶναι ἴσαι πρὸς ἀλλήλας, ἥτοι ὁ δίσκος οὗτος εἶναι πάντοτε κύκλος, εἰ καὶ ἔνεκα τῆς περὶ ἄξονα στροφῆς αὐτοῦ ὁ ἥλιος παρουσιάζει πρὸς ἡμᾶς διάφορα ἐντὸς 25 ἡμερῶν μέρη αὐτοῦ. Ἐκ τούτου ἔπεται ὅτι ὁ ἥλιος εἶναι **σφαῖρα**.

ΣΗΜ. Ἡ περὶ τὸν ἄξονα στροφή τοῦ Ἡλίου προκαλεῖ ἀνεπαίσθητον πλάτυναι, διότι ὑπελογίσθη ὅτι ἡ εἰς τὸν ἡλιακὸν ἡμεμερινὸν ἀναπτυσσομένη φυγόκεντρος δύναμις μόλις φθάνει τὸ  $\frac{1}{18000}$  τῆς ἐν αὐτῷ ἐνστάσεως τῆς ἡλιακῆς βαρύτητος.

§ 108. **Ἄκτις τοῦ Ἡλίου.**—Ἐστω P ἡ ἄκτις τῆς ἡλιακῆς σφαίρας, Δ ἡ φαινόμενη διάμετρος, α ἡ ἀπόστασις αὐτῆς ἀπὸ τῆς Γῆς, ρ ἡ ἡμεμερινὴ ἄκτις τῆς Γῆς καὶ π ἡ ὀριζωντία ἡμεμερινῆ παραλλάξις τοῦ Ἡλίου. Ἐὰν ἐν τῇ ἰσότητι  $\alpha = \frac{\rho}{\eta\mu\pi}$  (§ 104) θέσωμεν

π ἀντὶ ἡμπ, δι' ὃν εἵπομεν (§ 104) λόγον, αὕτη γίνεται  $\alpha = \frac{\rho}{\pi}$ . Ἐκ

ταύτης δὲ καὶ τῆς  $\alpha = \frac{2P}{\Delta}$  (§ 72) εἴρισκομεν τὴν ἰσότητα  $\frac{2P}{\Delta} = \frac{\rho}{\pi}$ ,

ἔθεν  $P = \frac{\Delta\rho}{2\pi} = \frac{(32'4'')\rho}{2 \cdot (8'',8)}$  ἢ  $P = \frac{1924\rho}{17,6} = 109,3\rho$  περίπου. Ἡ ἄκτις λοιπὸν τοῦ Ἡλίου εἶναι περίπου 109,3 φορές μεγαλυτέρα τῆς ἡμεμερινῆς ἀκτίνος τῆς Γῆς.

§ 109. **Ἐπιφάνεια — Ὀγκος — Μᾶζα τοῦ Ἡλίου.**—Ἡ γεωμετρία διδάσκει ὅτι δύο σφαιρῶν αἰ μὲν ἐπιφάνεια εἶναι πρὸς ἀλλήλας ὡς τὰ τετράγωνα τῶν ἀκτίνων αὐτῶν, οἱ δὲ ὄγκοι ὡς οἱ κύβοι τῶν ἀκτίνων. Κατὰ ταῦτα, ἀν καλέσωμεν E τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ Ἡλίου, ε τὴν τῆς Γῆς, Σ τὸν ὄγκον τοῦ Ἡλίου καὶ σ τὸν τῆς Γῆς θὰ εἶναι :

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

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

ἔξ ὧν βλέπομεν ὅτι  $E = 11946,5\varepsilon$  καὶ  $\Sigma = 1300751,3\sigma$ , ἥτοι ἡ μὲν

ἐπιφάνεια τοῦ Ἡλίου εἶναι περίπου 12000 φορές μείζων τῆς γῆ-  
νης ὁ δὲ ὄγκος 1300000 φορές περίπου μείζων τοῦ τῆς Γῆς.

Ἡ μᾶζα τοῦ Ἡλίου εὐρέθη ὅτι εἶναι 333432 φορές μείζων τῆς  
γῆϊνης, ἢ πυκνότης ἄρα αὐτῆς εἶναι τὸ  $\frac{1}{4}$  περίπου τῆς γῆϊνης πυ-  
κνότητος ἥτοι ἴση πρὸς 1, 4, ἂν ληφθῇ ὡς μονὰς ἡ πυκνότης τοῦ  
ἕδατος.

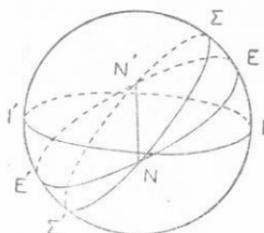
## BIBLION Δ'.

### Ἡ ΣΕΛΗΝΗ

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΚΙΝΗΣΕΙΣ, ΑΠΟΣΤΑΣΙΣ, ΦΑΣΕΙΣ, ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ  
ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΗΣ ΣΕΛΗΝΗΣ

§ 110. Ἰδία κινήσεις τῆς Σελήνης.—Ἡ Σελήνη  
πλὴν τῆς ἡμερησίας κινήσεως ὑπόκειται καὶ εἰς ἑτέραν ἰδίαν κίνησιν  
ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων. Προάγματι  
ὑποθέσωμεν ὅτι κατὰ τινα ἑσπέραν ὁ Ἥλιος, ἢ Σελήνη καὶ ἀπλανῆς  
τις ἀστήρ δύουσι συγχρόνως. Ἐὰν παρατηρήσωμεν τὴν ἀκόλουθον  
ἡμέραν, θέλομεν ἶδει ὅτι ὁ μὲν Ἥλιος δύνει 4π περίπου, ἢ δὲ Σελήνη  
50,5π βραδύτερον τοῦ ἀπλανοῦς ἐκείνου. Ἐκινήθη λοιπὸν ἡ Σελήνη  
κατὰ τὸν μεσολαβήσαντα χρόνον πρὸς ἀνατολὰς τοῦ ἀπλανοῦς καὶ  
πολὴν περισσώτερον (13 φορές περίπου) ἢ ὁ Ἥλιος. Ἐὰν ἐπὶ ἓνα  
περίπου μῆνα μετρώμεν καθ' ἑκάστην καὶ κατὰ τὴν ἄνω μεσουρα-  
νησιν τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης τὰς οὐρα-  
νογραφικὰς αὐτοῦ συντεταγμένας καὶ ση-  
μειώμεν ἐπὶ τίνος σφαίρας τὰς ἀντιστοι-  
χούς αὐτοῦ θέσεις, θέλομεν παρατηρήσει  
ὅτι αὗται ἀποτελοῦσι μέγιστον κύκλον κε-  
κλιμένον πρὸς τὸν ἰσημερινὸν τῆς σφαι-  
ρας ταύτης κατὰ γωνίαν  $28^{\circ}36'$  περίπου.  
Ἐντεῦθεν συμπεραίνομεν ὅτι τὸ κέντρον  
τῆς Σελήνης κινεῖται ἐκ Δ πρὸς Α ἐπὶ  
μέγιστον κύκλου τῆς οὐρ. σφαίρας τέμνον-



(Σχ. 30)

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

Τὰ δύο σημεῖα N καὶ N' (Σχ. 80), καθ' ἃ ἡ τροχιὰ τῆς Σελήνης τέμνει τὴν ἐκλειπτικὴν καλοῦνται *σύνδεσμοι*. Τούτων ὁ μὲν N, δι' οὗ ἡ Σελήνη διέρχεται μεταβαίνουσα ἐκ τοῦ πρὸς νότον τῆς ἐκλειπτικῆς ἡμισφαιρίου εἰς τὸ πρὸς βορρᾶν αὐτῆς καλεῖται *ἀναβιβάζων σύνδεσμος* ὁ δ' ἕτερος N' καλεῖται *καταβιβάζων σύνδεσμος*.

### § 111 Φαινόμενη διάμετρος τῆς Σελήνης.

Μετροῦντες καθ' ἑκάστην τὴν φαινομένην διάμετρον τῆς Σελήνης, βεβαιούμεθα ὅτι αὕτη δὲν εἶναι σταθερά. Ἐντὸς 27 ἡμερῶν καὶ 8 ὥρῶν περίπου μεταβάλλεται μεταξὺ  $33' 33''$  καὶ  $29' 26''$ . Ἡ μέση τιμὴ αὐτῆς εἶναι ὄθεν  $31' 29''$ . Κατ' ἀκολουθίαν (§ 72) καὶ ἡ ἀπόστασις αὐτῆς ἀφ' ἡμῶν μεταβάλλεται κυμαινομένη μεταξὺ ἐλαχίστης καὶ μεγίστης τινὸς τιμῆς αὐτῆς.

§ 112. 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 ἀκολουθίους νόμους.

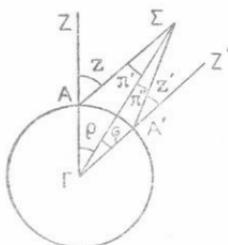
1ον) Τὸ κέντρον τῆς Σελήνης κινεῖται ἐπὶ ἑλλείψεως, ἧς τὴν μίαν τῶν ἐστιῶν κατέχει ἡ Γῆ.

2ος) Τὰ ὑπὸ τῆς ἐπιβατικῆς ἀκτίνος, ἧτις συνδέει τὸ κέντρον τῆς Γῆς μετὰ τοῦ τῆς Σελήνης γραφόμενα ἔμβαδὰ εἶναι ἀνάλογα τοῦ χρόνου.

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

### § 113. Παράλλαξις τῆς Σελήνης.

Ἡ παράλλαξις τῆς Σελήνης προσδιορίζεται κατὰ τὴν ἀκολουθίον μέθοδον. Δύο παρατηρητὰ τοποθετοῦνται εἰς δύο διαφόρους τόπους A καὶ A' (Σχ. 81) τοῦ αὐτοῦ μεσημβρινοῦ καὶ μετροῦσι τὸς ζενιθίας τῆς Σελήνης ἀποστάσεις z καὶ z' κατὰ τὴν ἄνω αὐτῆς μεσουράνησιν. Ἐὰν κληθῶσι π' καὶ π" αἱ παράλλαξις ὕψους αὐτῆς κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην καὶ π ἡ ὀριζοντία αὐτῆς παράλλαξις, θὰ εἶναι (§ 104—5)  $\pi' = \pi \eta \mu z$



(Σχ. 81)

καὶ  $\pi'' = \pi \eta \mu \zeta'$ , ἐξ ὧν προκύπτει εὐκόλως ἡ ἰσότης

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

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

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

τῆς γωνίας  $\Gamma$  οὔσης ἴσης πρὸς τὸ ἀλγεβρικὸν ἄθροισμα τῶν γεωγρ. πλατῶν τῶν τόπων  $A$  καὶ  $A'$ . Ἡ ἰσότης (1) γίνεται λοιπὸν

$$\pi = \frac{z + z' - \Gamma}{\eta \mu \zeta + \eta \mu \zeta'}, \quad \text{ἐξ ἧς εὐρίσκεται ἡ ὀριζοντία παραλλάξις } \pi \text{ τῆς}$$

Σελήνης. Ἡ μέθοδος αὕτη εἰς τὸν Cassini (1672) ὀφειλομένη ἐφηρομόσθη τὸ πρῶτον ἐν ἔτει 1751 ὑπὸ τῶν ἀστρονόμων Caille καὶ Lalande, ὧν ὁ μὲν  $\alpha'$  μετέβη εἰς τὸ ἀκρωτήριον τῆς Καλῆς Ἑλπίδος ὁ δὲ  $\beta'$  εἰς Βερολίνον.

Ἡ παραλλάξις τῆς Σελήνης ἐν τῷ αὐτῷ μὲν τόπῳ μεταβάλλεται μετὰ τῆς ἀποστάσεως αὐτῆς, ἐν διαφόροις δὲ τόποις μετὰ τῆς ἀκτίνος τῆς Γῆς. Ἡ μέση τιμὴ τῆς ὀριζοντίου ἰσημερινῆς παραλλάξεως αὐτῆς εἶναι  $57' 2''$ , 7, ἧτοι διπλασία περίπου τῆς φαινομένης διαμέτρου αὐτῆς. Ἐκ τῆς Σελήνης λοιπὸν ἡ Γῆ φαίνεται ὡς δίσκος δεκαεξαπλασίσιος περίπου τοῦ Σεληνιακοῦ.

**§ 114. Ἀπόστασις τῆς Σελήνης.**— Γνωστῆς ἤδη οὔσης τῆς παραλλάξεως τῆς Σελήνης προσδιορίζεται ἡ ἀπόστασις αὐτῆς ἀφ' ἡμῶν ἐκ τῆς ἰσότητος (§ 104, 3)  $\alpha = \frac{\rho}{\eta \mu \pi}$  ἢ  $\frac{\alpha}{\rho} = \frac{1}{\eta \mu \pi}$ , ὡς ἀκολούθως.

$$\log \left( \frac{\alpha}{\rho} \right) = -\log \eta \mu (57' 2'', 2) = -[6,68556 + 3,53437] = -1,78007,$$

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

Ἀπέχει λοιπὸν ἀφ' ἡμῶν ἡ Σελήνη κατὰ μέσον ὄρον ἀποστασιν ἑξηκονταπλασίαν τῆς ἰσημερινῆς ἀκτίνος τῆς Γῆς, ἧτοι 38495 χιλομέτρων. Ἀμαξοστοιχία 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.

**§ 115. 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 θειτικὸν περὶ τοῦ ὅλου σχήματος αὐτῆς δεικνύει. Θεωρητικῶς ὅμως ἀποδεικνύεται ὅτι ἕνεκα τῆς ἀμοιβαίας ἔλξεως τῶν μορίων τῆς, τῆς περιστροφῆς αὐτῆς καὶ τῆς ἔλξεως τῆς Γῆς ἢ Σελήνης ἔλαβεν, ὅτε διετέλει ἐν ρευσιτῇ καταστάσει, τὸ σχῆμα ἔλλειψοειδοῦς μετὰ τριῶν ἀνίσων ἀξόνων, ὧν μεγαλύτερος εἶναι ὁ κατευθυνόμενος πρὸς τὴν Γῆν καὶ μικρότερος ὁ ἀξὼν 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 σφαιρικῇ.

§ 116. **Μέγεθος τῆς Σελήνης.**— Μεταξὺ τῆς φαινομένης διαμέτρου  $\Delta$  τῆς Σελήνης, τῆς ἀκτίνος  $P$  αὐτῆς καὶ τῆς ἀποστάσεώς της ἀπ' ἡμῶν ἀληθεύει (§ 72—2) ἡ ἰσότης  $\alpha = \frac{2P}{\Delta}$ .

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

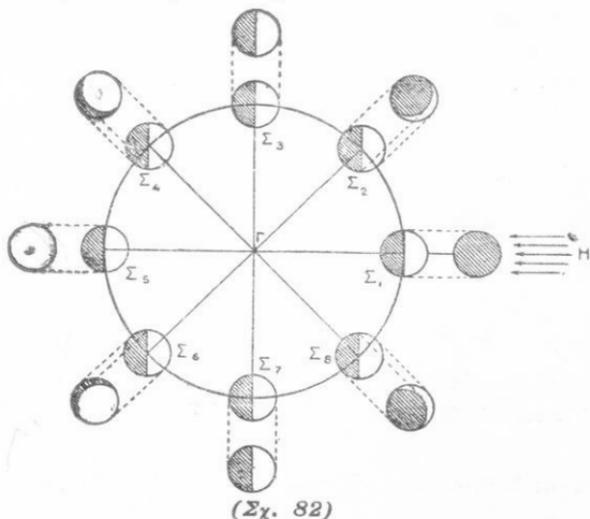
$\frac{\rho}{\pi}$  καὶ κατ' ἀκολουθίαν  $P = \frac{\Delta\rho}{2\pi} = \frac{1889\rho}{6845,4}$  ἢ  $P = 0,27\rho$  ( $\Delta = 31'29'' = 1899'$ ,  $\pi = 57'2'',7 = 3422''$ , 7). Εἶναι λοιπὸν ἡ ἀκτίς τῆς Σελήνης ἴση περίπου πρὸς τὰ 0,27 τῆς γήινης ἰσημερινῆς ἀκτίνος.

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

§ 117. **Φάσεις τῆς Σελήνης.**—Τὰ διάφορα σχήματα, ὑφ' ἃ φαίνεται ἡμῖν ἡ Σελήνη ἐντὸς μηνὸς περίπου, καλοῦνται **φάσεις** τῆς Σελήνης. Εἶναι εὐκόλον νὰ ἐξηγήσωμεν τὸ φαινόμενον τῶν φάσεων τῆς Σελήνης. Ἐν πρώτοις τὰ διάφορα σχήματα, ὑφ' ἃ βλέπομεν τὴν Σελήνην ἀποδεικνύουσιν ἀρκοῦντως ὅτι αὕτη εἶναι σφαιρικῇ (§ 115) καὶ ὅτι εἶναι σῶμα μὴ αὐτόφωτον ἀλλ' ἱκανὸν νὰ ἀνακλᾷ τὸ ἐπ' αὐτοῦ προσπίπτον ἡλιακὸν φῶς.

Τὸ πρὸς τὸν ἥλιον ἐστραμμένον ἡμισφαίριον τῆς Σελήνης φωτίζεται ὑπ' αὐτοῦ καὶ χωρίζεται ἀπὸ τοῦ μὴ φωτιζομένου διὰ γραμμῆς, ἣτις καλεῖται **κύκλος φωτισμοῦ** τῆς Σελήνης. Ἀναλόγως δὲ τῆς πρὸς τὴν Γῆν θέσεως τοῦ φωτιζομένου ἡμισφαιρίου

τῆς Σελήνης τὸ ὄρατόν ἀφ' ἡμῶν μέρος αὐτῆς εἶναι κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἦτον μέγα. Τῷ ὄντι ὑποθέσωμεν χάριν ἀπλότητος ὅτι ἡ Σελήνη γράφει περὶ τὴν Γῆν κύκλον (§ 112), οὗ τὸ ἐπίπεδον συμπίπτει μετὰ τῆς ἐκλειπτικῆς (ὑπόθεσις ὀλίγον ἀπέχουσα τῆς ἀληθείας) καὶ ὅτι ὁ Ἥλιος μένει ἀκίνητος, ἡ δὲ Σελήνη κινεῖται περὶ τὴν Γῆν οὐχὶ μὲ τὴν πραγματικὴν τῆς γωνιώδη ταχύτητα, ἀλλὰ μὲ τὴν διαφορὰν ταύτης καὶ τῆς γωνιώδους ταχύτητος τοῦ Ἥλιου. Τοῦ Ἥλιου ὄντος εἰς μεγίστην ἀπόστασιν ἐπιτρέπεται νὰ θεωρήσωμεν τὰς ἀκτῖνας Η (Σχ. 82) παραλλήλους. Ὁ κύκλος φωτισμοῦ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὰς ἀκτῖνας Η.

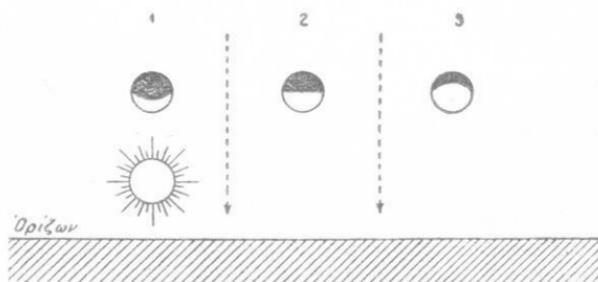


1ον) *Νέα Σελήνη.* Ὅταν ἡ Σελήνη εὐρίσκηται εἰς τὴν θέσιν Σ<sub>1</sub> τῆς τροχιάς της, στρέφει πρὸς τὴν Γῆν Γ τὸ μὴ φωτιζόμενον ἡμισφαίριον αὐτῆς καὶ εἶναι κατ' ἀκολουθίαν ἀόρατος. Λέγομεν τότε ὅτι ἔχομεν νέαν *Σελήνην* ἢ *νουμηνίαν*. Κατὰ τὴν φάσιν ταύτην ἡ Σελήνη ἀνατέλλει καὶ δύει συγχρόνως μετὰ τοῦ Ἥλιου. Μετὰ τινὰς ἡμέρας ἡ Σελήνη φθάνει εἰς ἄλλην τινὰ θέσιν Σ<sub>2</sub> τῆς τροχιάς της, ὅτε μικρὸν μέρος τοῦ ὑπὸ τοῦ Ἥλιου φωτιζομένου ἡμισφαιρίου αὐτῆς εἶναι ἐστραμμένον πρὸς τὴν Γῆν καὶ κατ' ἀκολουθίαν ὄρατόν. Φαίνεται δ' ἡμῖν τοῦτο πρὸς δυσμὰς μετὰ τὴν δύσιν τοῦ Ἥλιου ὡς φωτεινὸν δρέπανον ἢ μηνίσκος, ὅστις βαίνει πλατυνόμενος, ἐφ' ὅσον ἡ Σελήνη ἀπομακρύνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον τῆς θέσεως Σ<sub>1</sub>.

**2ον. Πρώτον τέταρτον.** Μετά ἑπτὰ ἡμέρας καὶ 9 ὥρας ἀπὸ τῆς νέας Σελήνης, ἡ Σελήνη διανύσασα τόξον  $90^\circ$  πρὸς ἀνατολὰς εὐρίσκεται εἰς τὴν θέσιν  $\Sigma_1$ . Τότε βλέπομεν τὸ ἥμισυ τοῦ φωτεινοῦ αὐτῆς ἡμισφαιρίου ὑπὸ μορφὴν φωτεινοῦ ἡμικυκλίου στρέφοντος τὸ κυρτὸν πρὸς δυσμάς. Ἡ φάσις αὕτη καλεῖται **πρώτον τέταρτον**. Κατ' αὐτὴν ἡ Σελήνη μεσουρανεῖ ἄνω, καθ' ἣν στιγμὴν ὁ ἥλιος δύει. Ἀπὸ τοῦ πρώτου τετάρτου τὸ ὄρατὸν μέρος τῆς Σελήνης καθίσταται ἀμφίκυρτον συνεχῶς ἀυξανόμενον.

**3ον) Πανσέληνος.** Μετά 7 ἡμέρας καὶ 9 ὥρας περίπου ἀπὸ τοῦ πρώτου τετάρτου ἡ Σελήνη φθάνει εἰς θέσιν  $\Sigma_2$  τῆς τροχιάς της. Κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην ὀλόκληρον τὸ φωτεινὸν αὐτῆς ἡμισφαίριον ὄν πρὸς τὴν γῆν ἐστραμμένον εἶναι ὄρατὸν ὡς πλήρης φωτεινὸς δίσκος.

Ἡ φάσις αὕτη καλεῖται **Πανσέληνος**. Κατὰ ταύτην ἡ Σελήνη



(Σχ. 83)

Δύσει τῆς Σελήνης κατὰ τὰς πρὸς τῆς πανσελήνου φάσεις αὐτῆς.

ἀνατέλλει, ὅτε δύει ὁ ἥλιος καὶ μεσουρανεῖ ἄνω τὸ μεσονύκτιον ἂν ἀπὸ τῆς πανσελήνου αἱ αὐταὶ φάσεις ἀναπαράγονται ἀλλὰ κατ' ἀντίστροφον τάξιν, ὁ φωτεινὸς δηλ. δίσκος, ὃν βλέπομεν, σμικρύνεται βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον.

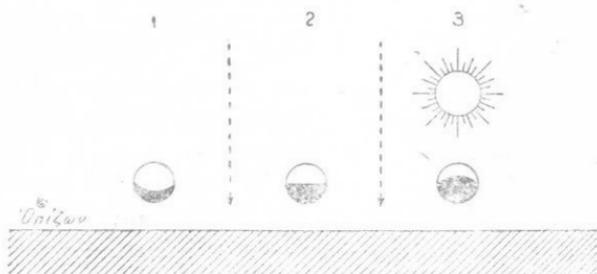
**4ον. Τελευταῖον τέταρτον.** Μετά ἑπτὰ ἡμέρας καὶ 9 ὥρας ἀπὸ τῆς πανσελήνου ἡ Σελήνη φθάνει εἰς τὴν θέσιν  $\Sigma_1$  τῆς τροχιάς της καὶ στρέφει πρὸς τὴν Γῆν τὸ ἥμισυ τοῦ φωτεινοῦ αὐτῆς ἡμισφαιρίου, ὅπερ φαίνεται ἡμῖν ἐν τῷ οὐρανῷ ὑπὸ μορφὴν ἡμικυκλίου

Ἡ φάσις αὕτη καλεῖται **τελευταῖον τέταρτον**. Κατ' αὐτὴν ἡ Σελήνη ἀνατέλλει τὸ μεσονύκτιον, στρέφει δὲ τὸ κυρτὸν τοῦ φωτεινοῦ ἡμικυκλίου πρὸς ἀνατολὰς. Ἀπὸ τῆς φάσεως ταύτης τὸ ὄρατὸν μέρος τῆς Σελήνης γίνεται μηνίσκος, οὗ τὸ πλάτος βαίνει συ-

νεχῶς ἐλαττούμενον, μέχρις οὗ μηδενισθῆ 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 προσπίπτον ἡλιακὸν φῶς. Κατὰ τὸς ἄλλας τῆς Σελήνης φάσεις τὸ τεφρῶδες φῶς εἶναι ἀόρατον, διότι α') Ὀλιγότερον φωτεινὸν μέρος στρέφεται πρὸς τὴν Σελήνην καὶ β') Τὸ φῶς τῆς Σελήνης ἐντατικώτερον ὄν καθιστᾷ ἀόρατον τὸ τεφρῶδες φῶς.

**§ 118. Ἀποχὴ Σελήνης.—Συζυγία.—Τετραγωνισμοί.**—Ἡγωνιώδης ἀπόστασις τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης



(Σχ. 84)

Δύσις Σελήνης κατὰ τὰς μετὰ τὴν πανσέληναν φάσεις.

ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου καλεῖται *ἀποχὴ τῆς Σελήνης*.—Κατὰ τὴν νέαν Σελήνην ἡ ἀποχὴ αὐτῆς εἶναι  $0^\circ$ , λέγομεν δὲ τότε ὅτι ἡ Σελήνη εὐρίσκεται εἰς *σύνοδον*. Κατὰ τὴν πανσέληνον ἡ ἀποχὴ τῆς Σελήνης εἶναι  $180^\circ$  λέγομεν δὲ τότε ὅτι ἡ Σελήνη εὐρίσκεται εἰς *ἀντίθεσιν*. Ἡ σύνοδος καὶ ἡ ἀντίθεσις καλοῦνται ὁμοῦ *συζυγία*.

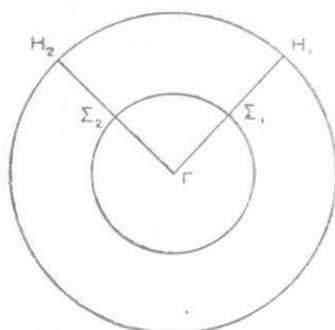
Ὅταν ἡ ἀποχὴ τῆς Σελήνης εἶναι  $90^\circ$ , λέγομεν ὅτι ἡ Σελήνη εὐρίσκεται εἰς *τετραγωνισμόν*. Τοῦτο συμβαίνει κατὰ τὸ πρῶτον καὶ τελευταῖον τέταρτον.

**§ 119. Ἀστρικός καὶ συνοδικὸς μῆν.**—Καλεῖται *ἀστρικός μῆν ἢ ἀστρική περιφορὰ* τῆς Σελήνης ὁ χρόνος, ὅστις περιέχεται μεταξύ δύο διαδοχικῶν ἀποκαταστάσεων αὐτῆς εἰς τὸν ὠριαῖον τοῦ αὐτοῦ ἀτλανοῦς ἀστέρος.

*Συνοδικὸς μῆν ἢ συνοδικὴ περιφορὰ* τῆς Σελήνης καλεῖται

ὁ χρόνος, ὅστις περιέχεται μεταξύ δύο διαδοχικῶν συνόδων ἢ ἀντιθέσεων.

Ὁ συνοδικὸς μῆν εἶναι μεγαλύτερος τοῦ ἀστρικοῦ διὰ τὸν ἀκόλουθον λόγον. Ἐστῶσαν  $\Sigma_1$  καὶ  $H_1$  (Σχ. 85) αἱ τῆς Σελήνης καὶ τοῦ Ἡλίου κατὰ τινά συνόδον θέσεις ἐπὶ τοῦ ὠριαίου ἀπλανοῦς ἀστέρος A. Μετὰ ἓνα ἀστρικὸν μῆνα ἡ Σελήνη φθάνει εἰς τὸν αὐ-



(Σχ. 85)

τὸν ὠριαῖον, ἥτοι εἰς τὴν θέσιν  $\Sigma_2$  τῆς τροχιάς της χωρὶς νὰ εὐρεθῇ εἰς σύνοδον διότι, ὁ Ἡλιος κινούμενος ἐκ Δ πρὸς A εὐρίσκεται ἤδη ἀνατολικώτερον τῆς θέσεως  $H_1$ . Ἴνα δέ ἡ Σελήνη ἔλθῃ ἐκ νέου εἰς σύνοδον πρέπει νὰ διανύσῃ ἀκόμη τόξον  $\Sigma_1 \Sigma_2$ , ὅπερ ἔχει ἴσον ἀριθμὸν μοιρῶν πρὸς τὸ  $H_1 H_2$ , ὅπερ διαγράφει ὁ Ἡλιος ἐντὸς συνοδικοῦ μηνός.

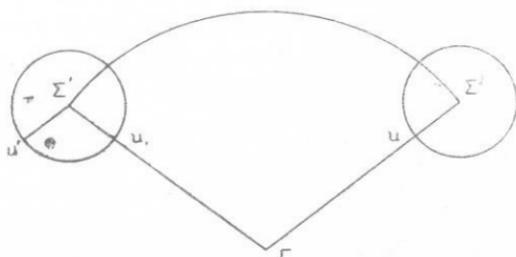
Ἡ διάρκεια τοῦ συνοδικοῦ μηνὸς ὑπολογίζεται διὰ παρατηρή-

σεων ὡδε. Σημειοῦσι τὴν ὥραν, καθ' ἣν σεληνιακὴ τις ἔκλειψις εὐρίσκεται εἰς τὸ μέσον, ὅτε ἡ Σελήνη εὐρίσκεται ἀκριβῶς εἰς ἀντίθεσιν, ὡς ἐν οἰκείῳ κεφαλαίῳ θὰ ἴδωμεν. Μετὰ τινά ἔτη παρατηροῦσιν ἑτέραν ἔκλειψιν τῆς Σελήνης καὶ κατὰ τὸ μέσον αὐτῆς σημειοῦσι τὴν ὥραν. Δισκοῦσιν εἶτα τὸν μεταξύ 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 περιλαμβανομένη. Οὕτως εὐρέθη ὅτι ἡ διάρκεια τοῦ συνοδικοῦ μηνός εἶναι 29 ἡμ. 12 ὥρ. 44 π. 2,9 δ. Ἡ δὲ διάρκεια α τοῦ ἀστρικοῦ μηνός ὑπολογίζεται ὡς ἀκολούθως: Ἐστω τ ἡ διάρκεια τοῦ ἀστρικοῦ ἔτους καὶ τ' ἡ τοῦ συνοδικοῦ μηνός. Ἐπειδὴ ὁ Ἡλιος εἰς χρόνον τ διανύει  $360^\circ$ , τὸ τόξον  $H_1 H_2$ , ὅπερ διανύει εἰς ἓνα συνοδικὸν μῆνα, ἴσοῦται πρὸς  $\frac{360^\circ \tau'}{\tau}$ . Ἡ Σελήνη λοιπὸν διανύει τόξον  $360^\circ + \frac{360^\circ \tau'}{\tau}$  εἰς χρόνον

$$\tau', \text{ ἄρα τόξον } 360^\circ \text{ θέλει διανύσει εἰς χρόνον } \frac{360^\circ \tau'}{360^\circ + \frac{360^\circ \tau'}{\tau}} =$$

$\frac{\tau \tau'}{\tau + \tau'}$ , ἤτοι  $\alpha = \frac{\tau \tau'}{\tau + \tau'}$ . Οὕτως εὐρίσκεται ὅτι ἡ διάρκεια τοῦ ἀστρικοῦ μηνὸς εἶναι 27 ἡμ. 7 ὥρ. 43 π. 11,5 δ.

§ 120. **Περιστροφή τῆς Σελήνης.**—Ἐπὶ τοῦ δίσκου τῆς Σελήνης παρατηροῦνται ἀπὸ μακροῦ χρόνου κηλίδες, αἵτινες μένουσιν ἀναλλοίωτοι καὶ εἰς τὴν αὐτὴν σχεδὸν ἐν σχέσει πρὸς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου θέσιν. Ἐκ τούτου ἔπεται ὅτι ἡ Σελήνη στρέφει πρὸς τὴν Γῆν τὸ αὐτὸ πάντοτε ἡμισφαίριον. Αἰτία δὲ τούτου εἶναι περιστροφικὴ τῆς Σελήνης κίνησις ἐκ Δ πρὸς Α περὶ ἄξονα, ὅστις σχηματίζει μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐκλειπτικῆς γωνίαν  $83^{\circ} 20' 49''$ . Πράγματι καθ' ἣν στιγμὴν ἡ Σελήνη κατέχει τὴν θέσιν Σ (Σχ. 86) ἐπὶ τῆς τροχιάς της, κηλὶς τις φαίνεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΓΣ, ἤτοι εἰς τὸ κέντρον τοῦ σεληνιακοῦ δίσκου. Μετὰ πάροδον χρόνου τινὸς τ ἡ Σελήνη εὐρίσκεται εἰς θέσιν τινα Σ' ἐὰν αὕτη δὲν ἐστρέφετο περὶ ἄξονα, ἡ ἀκτίς Σκ θὰ μετατίθετο παραλλήλως πρὸς ἑαυτὴν καὶ θὰ ἤρχετο εἰς θέσιν Σ'κ', ὅτε ἡ αὐτὴ κηλὶς δὲν θὰ ἐφαίνετο εἰς τὸ κέντρον κ<sub>1</sub> τοῦ δίσκου τῆς Σελήνης ἀλλ'



(Σχ. 86)

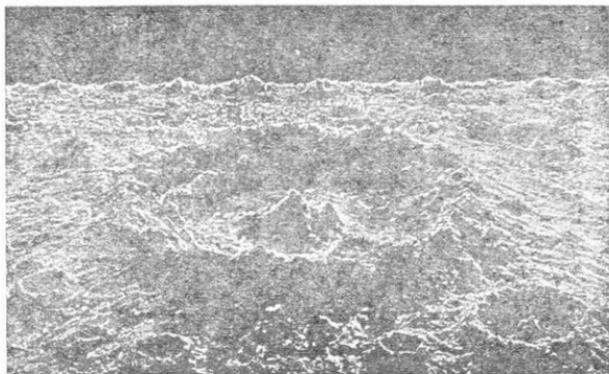
ἀνατολικώτερον, ὅπερ δὲν συμβαίνει, ὡς πρέπει. Δέον λοιπὸν νὰ συμπεράνωμεν ὅτι κατὰ τὸν χρόνον τ ἡ Σελήνη ἐστράφη περὶ ἑαυτὴν κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν καὶ κατὰ γωνίαν  $\kappa' \Sigma' \kappa_1 = \Sigma \Gamma \Sigma'$ , ἤτοι εἰς ἐκάστην μονάδα χρόνου κατὰ γωνίαν  $\frac{\kappa' \Sigma' \kappa_1}{\tau}$ , ἣτις ἰσοῦται πρὸς τὴν  $\frac{\Sigma \Gamma \Sigma'}{\tau}$ , καθ' ἣν ἡ ἐπιβατικὴ ἀκτίς ΓΣ στρέφεται καθ' ἐκάστην μονάδα χρόνου. Χρειαίεται ἄρα ἡ Σελήνη διὰ μίαν πλήρη περὶ ἑαυτὴν στροφὴν, ὅσον χρειάζεται διὰ νὰ συμπληρωθῇ μίαν περὶ τὴν Γῆν περιφορὰν αὐτῆς.

ΣΗΜ. Οἱ ὄροι, ὑφ' οὓς ἐγένετο ἡ ἀνωτέρω ἐξήγησις δὲν ἐκπληροῦνται.

πάντες μετά τῆς ὑποτεθείσης ἀκριβείας. Τῷ ὄντι α') ὁ ἄξων τῆς στροφῆς τῆς Σελήνης δὲν εἶναι ἀκριβῶς κάθετος ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τῆς σεληνιακῆς τροχιάς, ὡς ἡ ἀνωτέρω ἐξήγησις ὑποθέτει β') Ἡ περὶ τὴν Γῆν κίνησις τῆς Σελήνης δὲν εἶναι ὁμαλὴ (§ 112, 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.

**§ 121. Φυσικὴ κατάστασις τῆς Σελήνης.**—'Επὶ τοῦ δίσκου τῆς Σελήνης, ὡς καὶ ἀνωτέρω εἵπομεν, διακρίνομεν εὐκόλως καὶ διὰ γυμνοῦ ἔτι ὀφθαλμοῦ κατὰ τὴν πανσέληνον μεγάλας κηλίδας, αἵτινες ἀπὸ μακροῦ χρόνου τηροῦσιν ἀναλλοίωτον τὸ σχῆμα, σχεδὸν δὲ καὶ τὴν ἐν σχέσει πρὸς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου αὐτῆς θέσιν αὐτῶν. Ἐὰν 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 ἥλιακαὶ ἀκτίνες προσπίπτουσι πλαγίως. Τὰ ὄρη διακρίνονται ἐκ τῆς σκιάς, ἣν ῥίπτουσιν ἐπὶ τοῦ σεληνιακοῦ δίσκου, ἐν ᾧ τὰ πρὸς τὸν ἥλιον μέρη αὐτῶν εἶναι φωτεινά. Τὰ ἀμυδρότερα μέρη τῆς Σελήνης εἶναι εὐρεῖται πεδιάδες ὀλιγώτερον ἢ αἱ κορυφαὶ τῶν ὄρεων ἀνακλῶσαι ἥλιακὸν φῶς. Αἱ πεδιάδες αὗται ἐκλήθησαν ὑπὸ τοῦ Γαλιλαίου θάλασσαι. Τὰ ὄρη τῆς Σελήνης δὲν εἶναι διατεθειμένα κατὰ μακρὰς ὄροστοιχίας, ὡς συμβαίνει ἐπὶ τῆς Γῆς ('Ἰμαλαῖα Ἄλπεις κλπ.), ἀλλ' εἶναι μεμονωμένα, κωνοειδῆ τὸ πλεῖστον καὶ φέρουσιν ἐπὶ τῶν κορυφῶν μεγάλας κοιλότητας, ὡς ἐκάλεσαν κρατῆρας, ἔνεκα τῆς πρὸς τοὺς κρατῆρας τῶν γηίνων ἠφαιστειῶν ὁμοιότητος αὐτῶν. Ἡ διάμετρος πολλῶν ἐκ τῶν κρατῆρων τούτων εἶναι πολὺ μεγαλυτέρα τῆς διαμέτρου τῶν κρατῆρων τῆς Γῆς· οἱ δὲ πυθμένες τῶν ὄρεων τούτων κρατῆρων ἀληθῆ ἀποτελοῦσιν ὄροπέδια, ἐκ τῶν ὁποίων ἀνέρχεται συνήθως βουνόν τι (Σχ. 87). Τὸ ὕψος τῶν ὄρεων τῆς Σελήνης εἶναι σχετικῶς πρὸς τὸν ὄγκον αὐτῆς μέγιστον. Τὸ ὑψηλότερον τούτων ἔχει ὕψος 8830 μ. ἦτοι τὸ  $\frac{1}{200}$  περίπου τῆς ἀκτίνος τῆς Σελήνης, ἐν ᾧ τὸ ὑψηλότερον ὄρος τῆς Γῆς ('Εβερεστ Ἰμαλαίων) ἔχει ὕψος 8840 μ. ἦτοι τὸ  $\frac{1}{720}$  τῆς ἀκτίνος τῆς Γῆς. Παρατηροῦμεν ἐπίσης ἐπὶ τῆς Σελήνης, ὅταν ἐξετάσωμεν αὐτὴν δι' ἰσχυροῦ τηλεσκοπίου καὶ κατὰ τὴν πανσέληνον, μακρὰς ὑπολεύκους καὶ σχεδὸν εὐθείας γραμμὰς, αἵτινες κατὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς φαίνονται ὡς μελαναὶ κηλίδες. Αὗται θεωροῦνται

ὡς διώρυγες, ὧν τὸ μὲν μῆκος κυμαίνεται ἀπὸ χιλιομέτρων τινῶν μέχρις 100 περίπου χιλιομέτρων, τὸ δὲ πλάτος δὲν ὑπερβαίνει τὰ 2 ἢ 3 χιλιόμετρα καὶ τὸ βάθος φθάνει καὶ μέχρι 500 μέτρων.



(Σχ. 87). Κρατὴρ Σεληνιακός

Κατὰ ταῦτα τὸ ἔδαφος τῆς Σελήνης εἶναι πολλῶ τοῦ τῆς Γῆς ἀνωμαλιώτερον, ἔξ οὗ δέον νὰ συμπεράνωμεν ὅτι κατὰ τὸν σχηματισμὸν τοῦ σφροδρῶς ὑπέστη κλονισμούς.

§ 122. Ἀτμόσφαιρα καὶ ὕδωρ τῆς Σελήνης. — Διάφοροι ἐνδείξεις πείθουσιν ἡμᾶς ὅτι ἡ Σελήνη δὲν περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας ἢ, ἐὰν ἔχη τοιαύτην, αὕτη θὰ εἶναι ἀραιοτάτη.

1ον). Οἱ ἀστέρες ἔμπροσθεν τῶν ὁποίων διέρχεται ἡ Σελήνη, ἀποκρύπτονται ἀποτόμως· τοῦτο δὲ δὲν θὰ συνέβαινε, ἂν ἡ Σελήνη περιεβάλλετο ὑπὸ ἀτμοσφαίρας, διότι διὰ τῆς ἀπορροφῆσεως μέρους τῶν φωτεινῶν τοῦ ἀστέρος ἀκτίνων θὰ συνέτεινεν εἰς τὴν βαθμιαίαν τοῦ ἀστέρου ἀπόκρυψιν.

2ον). Τὰ φωτεινὰ μέρη τῆς Σελήνης χωρίζονται ἀποτόμως δι' εὐκρινούς γραμμῆς, ἧτοι ἐπὶ τῶν διαφόρων αὐτῆς τόπων αἱ ἡμέραι διαδέχονται ἀποτόμως τὰς νύκτας καὶ τὰνάπαλιν.

Ἄλλ' ἂν ὑπῆρχεν ἐπὶ τῆς Σελήνης ἀτμόσφαιρα, ἡ ἀπότομος αὕτη διαδοχὴ τῶν ἡμερῶν καὶ τῶν νυκτῶν θὰ ἦτο ἀδύνατος, διότι θὰ παρήγετο καὶ ἐκεῖ λυκανγῆς καὶ λυκόφως.

3ον). Ἄν ἡ Σελήνη εἶχεν ἀτμόσφαιραν, κατὰ τὰς ἐκλείψεις τοῦ Ἥλιου τὸ ἐκτὸς αὐτοῦ προβαλλόμενον μέρος τοῦ σεληνιακοῦ δίσκου ὄφειλε νὰ φαίνεται περιβαλλόμενον ὑπὸ φωτεινῆς στεφάνης, ὡς

συμβαίνει τούτο ἐπὶ τῆς Ἀφροδίτης κατὰ τὴν πρὸ τοῦ Ἥλιου διόδον αὐτῆς. Τοιαύτη ὅμως στεφάνη οὐδέποτε παρατηρήθη περὶ τὴν Σελήνην.

4ον). Τὸ φάσμα τέλος τοῦ σεληνιακοῦ φωτός εἶναι ὅμοιον πρὸς τὸ φάσμα τοῦ ἀπ' εὐθείας πρὸς ἡμᾶς ἀφικνουμένου ἠλιακοῦ φωτός. Τοῦτο μαρτυρεῖ ὅτι τὸ ἠλιακὸν φῶς, ὅπερ δι' ἀνακλάσεως πέμπει πρὸς ἡμᾶς ἢ Σελήνην οὐδεμίαν ἐπὶ τῆς Σελήνης ὑπέστη ἀτμοσφαιρικὴν ἀπορρόφησιν.

Παρὰ ταῦτα ὑπάρχουν ἐνδείξεις τινές, καθ' ἃς ὑπάρχει ἐπὶ τῆς Σελήνης ἀραιοτάτη ἀτμόσφαιρα (πίεσις 1 χλμ).

Καὶ τὸ ὕδωρ ἐλλείπει ἀπὸ τῆς Σελήνης, διότι ἂν τοῦτο ὑπῆρχεν, ὄφειλεν ἐξατμιζόμενον νὰ παράγῃ νέφη, ἅτινα θὰ μετέβαλλον τὴν λαμπρότητα τοῦ σεληνιακοῦ δίσκου. Οὐδέποτε ὅμως παρατηρήθη τοιαύτη τις μεταβολὴ τῆς λαμπρότητος αὐτοῦ.

Μὴ ὑπαρχούσης ἐπὶ τῆς Σελήνης εἰ μὴ ἀραιοτάτης ἀτμοσφαιρας οὐδὲν ἀνθίσταται εἰς τὴν νυκτερινὴν τῆς ἠλιακῆς θερμότητος

ἀκτινοβολίαν καὶ κατ' ἀκολουθίαν αἱ μακροαἰ(  $\frac{1}{2}$  συνοδικοῦ μηνός )

νύκτες αὐτῆς εἶναι ψυχρόταται, ἐν ᾧ αἱ ἡμέραι εἶναι θερμόταται, διότι οὐδὲν ἀνθίσταται εἰς τὴν νυκτερινὴν αὐτῶν ἀκτινοβολίαν καὶ

διότι ἐκάστη διαρκεῖ  $\frac{1}{2}$  συνοδικοῦ μηνός. Δι' ἀμφοτέροισι τοὺς λό-

γους 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:* 99) Μεταξὺ τίνων ὁρίων μεταβάλλεται ἡ ἀπόκλισις τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης;

100) Μεταξὺ τίνων ὁρίων μεταβάλλεται ἡ μεσημβρινὴ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης ἐν Ἀθήναις; (γ. πλ. 37° 38' 20" Β)

101) Εἰς τίνα βόρεια πλάτη ἢ πανσέληνος δύναται νὰ μεσουραῖ εἰς τὸ ζενίθ;

102) Ἐὰν κατὰ τὴν ἑαρινὴν ἰσημερίαν οὐμβῆ νὰ εἶναι πανσέληνος, πόση εἶναι ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης;

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

ΑΙ ΕΚΛΙΨΕΙΣ ΤΗΣ ΣΕΛΗΝΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ

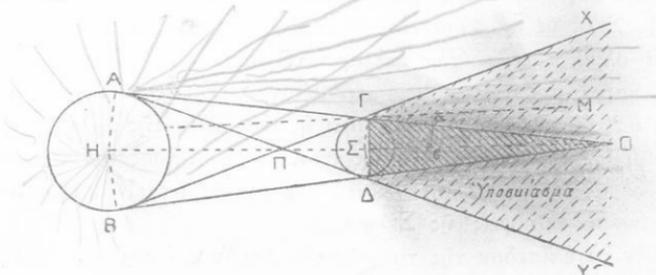
§ 123. Σκιά, μῆκος αὐτῆς. — ῥοσκίασμα. — Πάν σκιερὸν ἄστρον (Σχ. 88) φωτιζόμενον ὑπὸ τοῦ Ἡλίου ῥίπτει ὀπισθεν αὐτοῦ σκιά. Ἐὰν τὸ σκιερὸν σῶμα εἶναι σφαιρικόν καὶ μικρότερον τοῦ Ἡλίου, ἡ σκιά αὐτοῦ ΟΓΔ εἶναι κωνική, αἱ δὲ γενέτειραι αὐτῆς ἐφάπτονται ἀμφοτέρων τῶν σφαιρῶν ἑκτός. Εἶναι δὲ φανερόν ὅτι τὰ σημεῖα τοῦ σκιεροῦ κώνου ΟΓΔ οὐδεμίαν δέχονται ἡλιακὴν ἀκτίνα. Τὸ μῆκος ΟΣ=χ τοῦ σκιεροῦ κώνου ΟΓΔ εὐρίσκομεν εὐκόλως, ἐὰν γνωρίζωμεν τὴν ἀπόστασιν ΗΣ καὶ τὰς ἀκτίνας ΗΑ καὶ ΣΓ. Τῷ ὄντι, ἔνεκα τῶν ὁμοίων τριγώνων ΟΣΓ καὶ ΟΑΗ εἶναι

$$\frac{(OH)}{(OS)} = \frac{(HA)}{(SG)}$$

$$\eta \frac{(OH)}{(HA)} = \frac{(OS)}{(SG)} = \frac{(OH)-(OS)}{(HA)-(SG)} = \frac{(HS)}{(HA)-(SG)}, \text{ ὅθεν}$$

$$\chi = \frac{(HS) \cdot (SG)}{(HA)-(SG)} \quad (1)$$

Αἱ ἐσωτερικαὶ τῶν δύο εἰρημένων σφαιρῶν ἐφαπτόμεναι ἀποτελοῦσι δύο ἐτέρας κωνικὰς ἐπιφανείας, αἵτινες ἔχουσι κοινὴν κορυφὴν σημείον τι Π τοῦ εὐθ. τμήματος ΗΣ. Ἐκ τούτων ἡ ΧΠΨ



(Σχ. 88)

περιβάλλει πάντοθεν τὸν σκιερὸν κώνον. Ὁ ὀπισθεν τοῦ σκιεροῦ σώματος Σ, ἐντὸς τῆς κωνικῆς ἐπιφανείας ΧΠΨ καὶ ἑκτός τοῦ σκιεροῦ κώνου ΟΓΔ περιεχόμενος χῶρος καλεῖται ὑποσκίασμα. Πάν σημείον Μ τοῦ ὑποσκιάσματος φωτίζεται ὑπὸ μέρους μόνον τοῦ Ἡλίου, ὅπερ εἶναι τόσῳ μικρότερον, ὅσῳ ἐγγύτερον τῆς σκιάς κείται τὸ Μ.

§ 124. Μήκος τῆς σκιᾶς τῆς Γῆς.— Μέγεθος τῆς τομῆς αὐτῆς εἰς τὴν ἀπόστασιν τῆς Σελήνης.— Ἐὰν τὸ ἄστρον Σ (Σχ. 88) εἶναι ἡ Γῆ καὶ καλέσωμεν ρ τὴν ἀκτίνα αὐτῆς, εἶναι (HΣ)=23440ρ καὶ (HA)=109ρ ἡ δὲ ἰσότης (1) (§ 123) γίνεται  $\chi = \frac{23440\rho^2}{108\rho} = 217\rho$  περίπου. Τὸ μήκος λοιπὸν τῆς σκιᾶς,

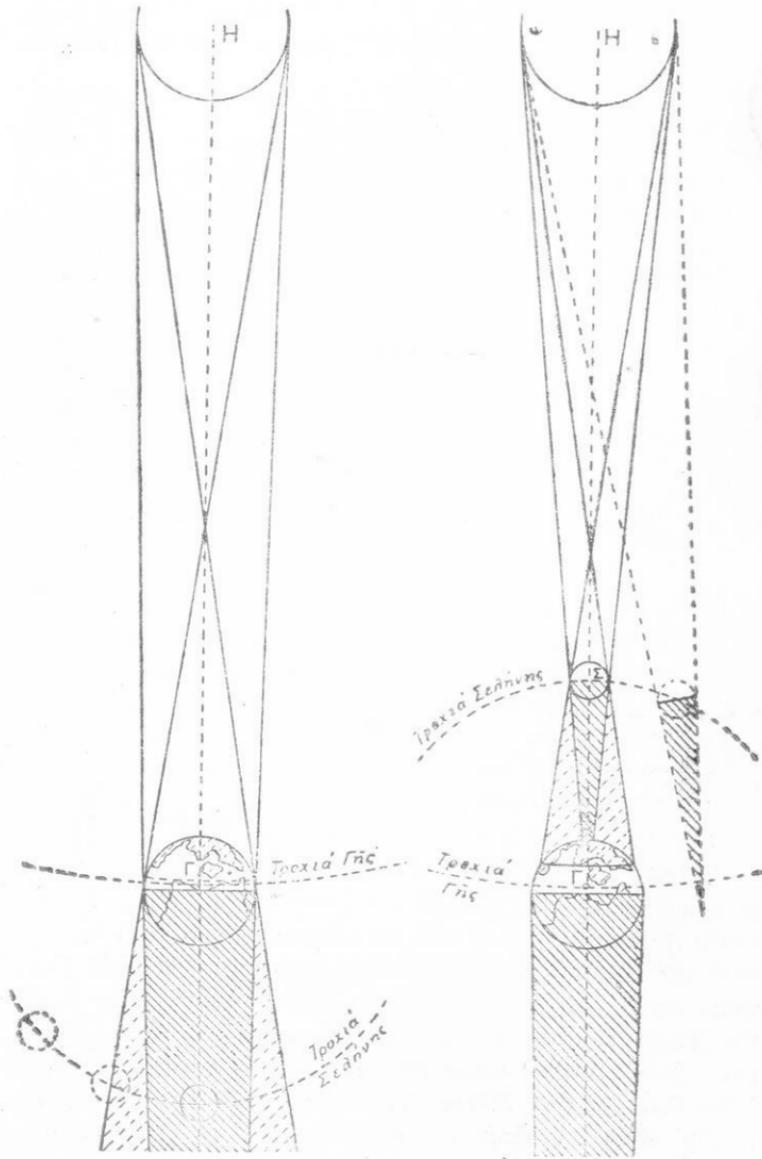
ἣν φωτιζομένη ὑπὸ τοῦ Ἡλίου ῥίπτει ὀπισθεν αὐτῆς ἡ Γῆ, εἶναι ἴσον πρὸς 217 περίπου γῆϊνας ἀκτίνας. Ἐὰν ἤδη (Σβ)=60ρ (Σχ. 88) καὶ νοηθῇ ἐκ τοῦ β παράλληλος τῇ ΣΓ ἢ β<sub>α</sub>, ἕνεκα τῶν ὁμοίων τριγώνων Οβ<sub>α</sub>, ΟΣΓ εἶναι  $\frac{(\beta_a)}{(\Sigma\Gamma)} = \frac{(O\beta)}{(O\Sigma)}$ , ὅθεν  $(\beta_a) = \frac{(O\beta)(\Sigma\Gamma)}{(O\Sigma)}$   
 $= \frac{(217\rho - 60\rho)\rho}{217\rho} = \frac{157\rho^2}{217\rho} = 0,72\rho$  περίπου. Ἡ τομὴ λοιπὸν τῆς

κωνικῆς σκιᾶς τῆς Γῆς ἔχει εἰς τὴν ἀπόστασιν τῆς Σελήνης ἀκτίνα ἴσην πρὸς τὰ 0,72ρ περίπου τῆς γῆϊνης ἀκτίνας.

§ 125 Ἐκλείψεις τῆς Σελήνης.— Ἡ Σελήνη περιφερομένη περὶ τὴν Γῆν εἰς μέσην ἀπόστασιν 60ρ συναντᾷ ἐνίοτε τὴν σκιάν τῆς Γῆς. Ἡς τὸ μήκος εἶναι 217ρ καὶ εἰσδύει ἐν ὄλῳ ἢ ἐν μέρει εἰς αὐτήν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **ἐκλείψεις τὰς Σελήνης** (Σχ. 89).

Ἡ ἐκλείψεις τῆς Σελήνης καλεῖται μερικὴ ἢ ὀλική, καθ' ὅσον μέρος τῆς Σελήνης ἢ ἅπασα εἰσδύει εἰς τὴν σκιάν τῆς Γῆς. Εἶναι δὲ δυνατὴ ὀλικὴ τῆς Σελήνης ἐκλείψεις τῷ ὄντι, τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης καταλαμβάνοντός ποτε τὴν θέσιν β (Σχ' 88), ἅπασα περιέχεται ἐντὸς τοῦ σκιεροῦ κώνου, διότι ἡ μὲν ἀκτίς τῆς Σελήνης εἶναι 0,27ρ ἡ δὲ ἀκτίς τῆς τομῆς τῆς σκιᾶς ἰσοῦται πρὸς 0,72ρ περίπου. Εἶναι δὲ φανερὸν ὅτι μόνον κατὰ τὰς ἀντιθέσεις εἶναι δυνατόν νὰ συμβαίνωσιν ἐκλείψεις τῆς Σελήνης.

Ἐὰν τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς τῆς Σελήνης ἐταυτίζετο μετὰ τοῦ τῆς ἐκλειπτικῆς, εἰς ἐκάστην ἀντίθεσιν θὰ συνέβαιναν ὀλικὴ ἐκλείψεις 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 ἐκλείψεις δὲν γίνεται. Ἴνα συμβῇ τοιαύτη, δεόν ἡ Σελήνη κατὰ τὴν ἀντίθεσιν νὰ εὐρίσκηται ἐγγύτατα τῆς ἐκλειπτικῆς πλησίον δηλ. τῆς γραμμῆς τῶν συνδέσμων, μεθ' ἧς τότε τὴν αὐτὴν περίπου ἔχει διεύθυνσιν καὶ ὁ ἄξων τῆς σκιᾶς τῆς Γῆς.



(Σχ. 89)

Ὁ δίσκος τῆς Σελήνης καὶ κατ' αὐτὴν τὴν ὀλικὴν 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.

§ 126. **Μῆκος τῆς σκιάς τῆς Σελήνης.**— Ἐὰν τὸ ἄστρον Σ (Σχ. 88) εἶναι ἡ Σελήνη εὐρίσκομεν ἐκ τῆς ἰσότητος (1)

$$(\S 123) \text{ ὅτι } \chi = \frac{0,27\varrho (H\Sigma)}{109\varrho - 0,27\varrho} = \frac{27 (H\Sigma)}{10873} \quad (1)$$

Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἀπόστασις (HΣ) τῆς Σελήνης ἀπὸ τοῦ Ἡλίου εἶναι μεταβλητὴ, ἔπεται ὅτι καὶ τὸ μῆκος χ τῆς σκιάς τῆς Σελήνης εἶναι μεταβλητόν. Κατὰ τὴν σύνοδον εἶναι (HΣ)=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

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

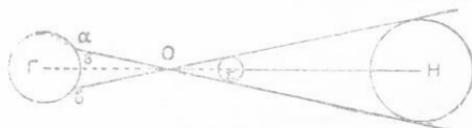
Ἐκ ταύτης εἶναι δῆλον ὅτι κατὰ τὴν σύνοδον ἡ σκιά τῆς Σελήνης ἔχει τὸ μέγιστον αὐτῆς μῆκος, ὅταν ὁ Ἡλιος εὐρίσκηται εἰς τὸ ἀπόγειον (α μέγιστον) καὶ ἡ Σελήνη εἰς τὸ περιγέιον (α' ἐλάχιστον)· τὸ δὲ ἐλάχιστον μῆκος ἔχει ἡ σκιά αὐτῆς, ὅταν ὁ Ἡλιος εὐρίσκηται εἰς τὸ περιγέιον (α ἐλάχιστον) καὶ ἡ Σελήνη εἰς τὸ ἀπόγειον (α' μέγιστον). Εὐκόλως δὲ προκύπτει ἐκ τῆς ἰσότητος (2) ὅτι κατὰ τὴν σύνοδον ἡ μὲν μεγίστη τιμὴ τοῦ μήκου τῆς σκιάς εἶναι 59,6ρ ἡ δὲ ἐλάχιστη 57,6ρ.

§ 127. **Ἐκλειψεις Ἡλίου.**— Ἐπειδὴ κατὰ τὰς συνόδους τὸ μῆκος τῆς Σελήνης κυμαίνεται μετοξὺ 57, 6ρ καὶ 59,6ρ, ἡ δὲ ἀπόστασις τῆς Σελήνης ἀφ' ἡμῶν κυμαίνεται μετοξὺ 56ρ καὶ 64ρ, ἐνίοτε κατὰ τὴν σύνοδον ἡ σκιά τῆς Σελήνης φθάνει μέχρι τῆς Γῆς. Οἱ τόποι τῆς Γῆς, ἐφ' ὧν πίπτει ἡ σκιά τῆς Σελήνης, οὐδόλως βλέπουσι τὸν Ἡλιον, 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 ὀλικὴ μὲν, δι' οὓς τόπους ἅπας ὁ δίσκος τοῦ Ἡλίου, μερικὴ δὲ δι' οὓς μέρος μόνον αὐτοῦ ἀποκρύπτεται.

Αἱ προεκβολαὶ τῶν γεννετειρῶν τοῦ σκιεροῦ τῆς Σελήνης κώνου

πέραν τῆς κορυφῆς Ο (Σχ. 90) ἀποτελοῦσιν ἐτέραν κωνικὴν ἐπιφάνειαν αὐτῆς κοινὴν ἔχουσαν κορυφὴν μετὰ τῆς σκιάς τῆς Σελήνης. Ἐκ τῶν τυχόν ἐντὸς τῆς κωνικῆς ταύτης ἐπιφανείας εὐρισκομένων ποτὲ τόπων τῆς Γῆς φαίνεται μόνον δακτύλιός τις τοῦ Ἡλίου, τοῦ ἐτέρου 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 ὃ κείμενον ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τοῦ ἄξονος ΣΟ.

Ἐπειδὴ ἡ Σελήνη εἶναι πενηκοντάκις τῆς Γῆς μικροτέρα, ἡ σκιά



(Σχ. 90.)

αὐτῆς εἶναι ἀδύνατον νὰ περιλάβῃ τὴν Γῆν ἅπασαν καὶ κατ' ἀκολουθίαν οὐδεμίαν ὀλικὴν τοῦ Ἡλίου ἔκλειψις εἶναι ὄρατὴ ἀπὸ πάντων τῶν πρὸς τὸν Ἡλίον ἐστραμμένων τόπων τῆς Γῆς.

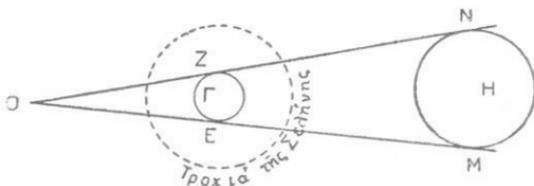
Ἐὰν ἡ Σελήνη ἐκινεῖτο ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς, καθ' ἑκάστην σύνοδον θὰ συνέβαιναν ἔκλειψις Ἡλίου. Ἐνεκεν ὁμως τῆς κλίσεως τοῦ ἐπιπέδου τῆς τροχιάς αὐτῆς πρὸς τὴν ἐκλειπτικὴν, τὸ πλεῖστον κατὰ τὴν σύνοδον ἡ σκιά καὶ τὸ ὑποσκίασμα τῆς Σελήνης ἀφίνουσιν ἐκτὸς αὐτῶν τὴν Γῆν καὶ ἔκλειψις Ἡλίου δὲν γίνεται. Ἴνα συμβῇ τοιαύτη, πρέπει κατὰ τὴν σύνοδον ἡ Σελήνη νὰ εὐρίσκηται πλησίον τῆς ἐκλειπτικῆς δηλ. περὶ τὴν γραμμὴν τῶν συνδέσμων, ὅτε ὁ ἄξων τῆς σκιάς αὐτῆς ἔχει τὴν αὐτὴν περίπου διεύθυνσιν πρὸς τὴν γραμμὴν τῶν συνδέσμων.

Πᾶσα ὀλικὴ ἔκλειψις Ἡλίου ἄρχεται καὶ περατοῦται ὡς μερικὴ ἢ διάφικια δὲ τῆς ὀλικῆς μόνον ἐκλείψεως δὲν ὑπερβαίνει ποτὲ τὰ 7π.

Ἡ σκιά τῆς Σελήνης δὲν συναντᾷ τὰ αὐτὰ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν ἐκλείψεώς τινος σημεῖν τῆς Γῆς, ἀλλὰ κινεῖται χαράττονσα στενὴν ζώνην, ἧς πάντα τὰ σημεῖα θὰ ἔχωσι διαδοχικῶς ἔκλειψιν Ἡλίου. Ὁμοίως κινεῖται καὶ τὸ ὑποσκίασμα τῆς Σελήνης. Ὁφείλεται δὲ ἡ κίνησις αὕτη τῆς σκιάς καὶ τοῦ ὑποσκιάσματος τῆς Σελήνης εἰς τὴν ἡμεροσημίαν κίνησιν καὶ τὴν ἰδίαν περὶ τὴν Γῆν κίνησιν τῆς Σελήνης.

**§ 128. Περίοδος καὶ πλῆθος ἐκλείψεων.** — Ἐξ ὧσων περὶ ἐκλείψεων εἴπομεν, καθίσταται φανερόν ὅτι αὐταὶ ἐξαο-

τώνται ἐκ τῆς θέσεως τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Σελήνης ἐν σχέσει πρὸς τὴν γραμμὴν τῶν συνδέσμων. Δι' ὑπολογισμοῦ εὐρίσκεται διὰ 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 ἔτων καὶ 11 ἡμερῶν συμβαίνουσαι ἐπαναλαμβάνονται καὶ κατὰ τὰ ἐπόμενα 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 ἐχρησίμειεν εἰς τοὺς ἀρχαίους ὡς μέσον πρὸς πρόρρησιν τῶν ἐκλείψεων (1). Σήμερον οἱ ἀστρονόμοι μεταχειρίζονται



(Σχ. 91)

ἄλλην μᾶλλον ἀκριβῆ μέθοδον, δι' ἧς μετὰ μαθηματικῆς ἀκριβείας προλέγουσι τὰς ἐκλείψεις.

Ἐντὸς 223 συνοδικῶν μηνῶν συμβαίνουσιν 75 ἐκλείψεις, ὧν 46 ἡλιακαὶ καὶ 29 σεληνιακαί. Ὁ λόγος, δι' ὃν συμβαίνουσι πλείονες ἡλιακαὶ ἢ σεληνιακαὶ ἐκλείψεις, εἶναι ὁ ἀκόλουθος.

Αἱ ἐκλείψεις τῆς Σελήνης γίνονται κατὰ τὰς ἀντιθέσεις, ὅτε ἡ Σελήνη εἰσδύει ἐντὸς τοῦ σκιεροῦ κώνου OZE (Σχ. 91) τῆς Γῆς, ἐν ᾧ αἱ τοῦ Ἡλίου συμβαίνουσι κατὰ τὴν συνόδου, ὅτε ἡ Σελήνη εἰσδύει ἐντὸς τοῦ κολούρου κώνου MNZE, οὗ ἡ τομὴ εἶναι μείζων ἢ ἢ τοῦ OZE. Ἀπὸ ἐκάστου τόπου βλέπομεν περισσοτέρας ἐκλείψεις τῆς Σελήνης ἢ τοῦ Ἡλίου, διότι αἱ μὲν τῆς Σελήνης εἶναι ὄραται συγχρόνως ἀπὸ πάντων τῶν τόπων τοῦ πρὸς αὐτὴν ἐστραμμένου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς, αἱ δὲ τοῦ Ἡλίου ὄρῶνται ἀπὸ ὀλίγων σχετικῶς τόπων, ἀφ' ὧν διέρχεται ἡ σκιά ἢ τὸ ὑποσκίασμα τῆς Σελήνης ἢ κείνται ἐντὸς τοῦ κώνου αοβ (Σχ. 90).

(1) Πρῶτος παρ' ἡμῶν Θαλῆς ὁ Μιλήσιος (640 π. Χ.) προεῖπεν ὀλίγην ἐκλείψιν τοῦ Ἡλίου χρησιμοποιοῦν 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 δίδοχοι αὐτοῦ εἰσήγαγον εἰς τὴν Ἑλλάδα τὴν χρῆσιν τοῦ γνόμονος καὶ τῶν γεωγραφικῶν χαρτῶν.

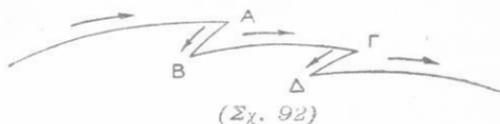
# ΒΙΒΛΙΟΝ Ε΄.

## ΠΛΑΝΗΤΑΙ. - ΚΟΜΗΤΑΙ. - ΜΕΤΕΩΡΑ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

#### ΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

§ 129. **Φαινομένη τροχιά πλανητών.** — Ἐμάθομεν ἤδη (§ 4, β΄) ὅτι πλὴν τοῦ Ἥλιου καὶ τῆς Σελήνης ὑπάρχουσι καὶ ἄλλοι ἀστέρες, οἵτινες ὅμοιοι τὴν μορφήν εἰς γυμνὸν ὀφθαλμὸν πρὸς τοὺς ἀπλανεῖς μεταβάλλουσι θέσιν ἐν μέσῳ τῶν ἀπλα-



νῶν. Οἱ ἀστέρες οὗτοι καλοῦνται **πλανῆται**. Ἐὰν παρακολουθήσωμεν μετὰ προσοχῆς τὴν κίνησιν πλανῆτου τινὸς ἐπὶ ἰκανὰς συνεχεῖς ἡμέρας, θέλομεν βεβαιωθῆ ὅτι μετὰ μακρὰν κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν κίνησιν ἴσταται ἐπ' ὀλίγον, εἶτα κινεῖται ἐπὶ τινα χρόνον κατὰ τὴν ἀνάδρομον φορὰν, ἴσταται ἐκ νέου, εἶτα ἐξακολουθεῖ κινούμενος κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Κατὰ ταῦτα ἢ ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαιρας φαινομένη τροχιά ἐκάστου πλανῆτου ἀποτελεῖται ἐκ σειρᾶς τόξων, ὧν τὰ κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν γραφόμενα εἶναι μεζονα τῶν ἄλλων (Σχ. 92). Αἱ τροχιαὶ δὲ αὗται τῶν πλανητῶν κείνται σχεδὸν πᾶσαι (πλὴν τῶν τροχιῶν μικρῶν τινῶν πλανητῶν) ἐντὸς τοῦ ζῳδιακοῦ ἐλάχιστα τῆς ἐκλειπτικῆς ἀφιστάμεναι. Τὰ σημεῖα Α, Β... εἰς ἃ πλανῆτης φαίνεται ἰστάμενος, ἵνα ἀλλάξῃ φορὰν κινήσεως, καλοῦνται **στηριγμοί**.

**130. Σόστημα Κορπενίκου.** — Οἱ ἀρχαῖοι (πλὴν τῶν Πυθαγορείων) <sup>(1)</sup> ἐφρόνουσι ὅτι αἱ φαινόμεναι κινήσεις τῶν ἀστέρων

(1). Ὁ Πυθαγόρας γεννηθεὶς εἰς Σάμον (580 π. Χ.) ὑπέρθε μαθητὴς τοῦ Θάλητος, εἶτα μετέβη εἰς Αἴγυπτον καὶ εἰς τὰς Ἰνδίας. Μετὰ τὴν ἐπιστροφὴν

εἰσι πᾶσαι πραγματικά. 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 ὁμως ἦσαν ὑποχρεωμένοι συνεχῶς νὰ διορθῶσι καὶ πολυπλοκώτερον καθιστῶσιν, ὅπως ἐξηγῶσι δι' αὐτοῦ τὰς τῶν πλανητῶν φαινομένας κινήσεις, ὧν ἡ ἀκριβὴς γνῶσις ἔβαινε προοιῶσα μετὰ τῆς τῶν παρατηρήσεων ἀκριβείας (1).

Ὁ πολωνὸς μοναχὸς Κοπερνίκος (1473—1543) φροινῶν ὅτι ἐν τῇ φύσει δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ἐπικρατῇ τοιοῦτον πολύπλοκον σύστημα κινήσεων, ὅπερ ἄλλως τε δὲν ἐξήγει ἐπαρκῶς ἔτι πάντα τὰ φαινόμενα καὶ ἀφορμὴν λαβὼν ἐκ τῆς μελέτης τῶν Πυθαγορείων ἐπεχείρησε νὰ ἐξετάσῃ, ἃν ἡ ὑπ' ἐκείνων προεβουμένη διπλῆ τῆς Γῆς κίνησης ἠδύνατο νὰ παρασχη ἐπαρκῆ τῶν φαινομένων κινήσεων τῶν οὐρ. σωμάτων ἐξήγησιν.

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

*1ον. Ὁ ἥλιος καὶ πάντες οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες εἶναι ἀκίνητοι ἐν τῷ διαστήματι.*

*2ον. Ἐκαστος πλανῆτης, κινεῖται ἐν τῷ διαστήματι περὶ*

---

του εἰς τὴν Ἑλλάδα ἐξωρίσθη καὶ κατέφυγεν εἰς Κρότονα τῆς Ἰταλίας, ἐνθα ἴδρυσεν τὴν περίφημον σχολὴν του. Ἐκτὸς ἄλλων ἀστρονομικῶν ἀληθειῶν ἐδίδαξε τὴν διπλὴν κίνησην τῆς Γῆς, τὰς κινήσεις τῶν πλανητῶν καὶ κομητῶν περὶ τὸν ἥλιον καὶ ὅτι πιθανῶς οἱ πλανῆται κατοικοῦνται. Ἐλλείπει ὁμως ἰκανῶν ἀποδείξεων αἱ ἀλήθειαι αὗται δὲν ἐγένοντο δεκταὶ ὑπὸ τῶν ἄλλων σχολῶν καὶ ἐγκατελείφθησαν μέχρι τοῦ Κοπερνίκου.

(1) Τὸ Πτολεμαϊκόν σύστημα ἐκτίθεται ὑπὸ τοῦ Πτολεμαίου ἐν τῷ περιφήμῳ αὐτοῦ συγγράμματι «Μαθηματικῆ Σύνταξις» ἢ «Ἀλμαγέστη», ἐν ᾧ ἀναγράφονται πολλαὶ ἀρχαιότεραι, ἰδίᾳ τοῦ Ἰπλάρχου, παρατηρήσεις. Ὁ Πτολεμαῖος (130 μ. Χ.) θεωρεῖται μετὰ τὸν Ἰπλάρχον ὁ μεγαλύτερος τῶν ἀστρονόμων τῆς Ἀλεξανδρινῆς σχολῆς. Οὗτος ἔγραψε πραγματείας περὶ Μουσικῆς, χρονολογίας, Γνωμονικῆς, Μηχανικῆς, ἐπὶ τῆς Ὀπτικῆς, ἐν ᾗ ὁμιλεῖ καὶ περὶ τῆς διαθλάσεως τοῦ φωτός καὶ πρῶτος αὐτὸς ἔγραψε πραγματεῖαν εὐθυγράμμου καὶ σφαιρικῆς τριγωνομετρίας διασωθεῖσαν μέχρι ἡμῶν.

τὸν Ἥλιον ἐκ Δ πρὸς Α ἐπὶ περιφερείας κύκλου, οὗ τὸ κέντρον δὲν κατέχεται ὑπὸ τοῦ Ἥλιου.

3ον. Ἐκαστος 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 παρακολουθεῖ αὐτὴν ἐν τῇ περὶ τὸν Ἥλιον κινήσει τῆς ὡς δορυφόρος αὐτῆς.

Τὸ σύστημα τοῦτο μετὰ λυσσώδη ἀγῶνα τῶν ὀπαδῶν τοῦ Κοπερνίκου πρὸς τοὺς θιασώτας τοῦ παλαιοῦ συστήματος κατεδείχθη (πλὴν μικρᾶς τινὸς τροποποιήσεως) ἀληθέστατον καὶ εἶναι γενικῶς τὴν σήμερον παραδεκτόν.

§ 131. Νόμοι τοῦ Κεπλέρου. — Ὁ Κοπέρνικος ἐφρόνει ὅτι αἱ τροχιαὶ τῶν πλανητῶν περὶ τὸν Ἥλιον εἶναι περιφέρειαι κύκλων.

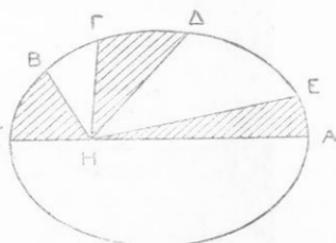
Ἴνα δὲ ἐξηγήσῃ τὸς ἐπὶ τῶν κινήσεων αὐτῶν παρατηρουμένας ἀνωμαλίας, ὑπέθεσε τὸν Ἥλιον κείμενον ἐκτὸς τῶν κέντρων τῶν κύκλων τούτων. Ὁ Κέπλερος (1) ὅμως συνεπλήρωσε τὸ ἔργον τοῦ Κοπερνίκου διὰ τῆς ἀνακαλύψεως τῶν πραγματικῶν νόμων, καθ' οὓς συντελεῖται ἡ τῶν πλανητῶν κίνησις. Οἱ νόμοι οὗτοι εἶναι οἱ ἀκόλουθοι τρεῖς.

1ος. Ἡ τροχιά ἐκάστου πλανήτου εἶναι ἑλλειψις, ἧς τὴν μίαν τῶν ἐσσιῶν κατέχει ὁ Ἥλιος.

Τὰ ἐπίπεδα τῶν ἑλλείψεων τοῦτων σχηματίζουν μικρὰς γωνίας μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἑκλειπτικῆς. Αἱ ἑλλείψεις δὲ αὗται ἐλάχιστα διαφέρουσι περιφερειῶν κύκλων.

Τὰ ἄκρα Α καὶ Α' τοῦ μεγάλου ἄξονος ἐκάστης τοιαύτης ἑλλείψεως καλοῦνται τὸ μὲν ἑγγύτερον πρὸς τὸν Ἥλιον περιήλιον, τὸ δὲ ἀπώτερον ἀφήλιον.

2ος. Τὰ ὑπὸ τῆς ἐπιβατικῆς ἀκτίνος, ἧτις συνδέει τὸ



(Σχ. 93)

(1) Μέγας γερμανὸς ἀστρονόμος (1571—1630) ἐπικληθεὶς δικαίως νομοθέτης τοῦ Οὐρανοῦ.



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

Ἐὰν  $\chi$  καὶ  $\chi'$  εἶναι οἱ χρόνοι τῶν περιφορῶν δύο πλανητῶν καὶ  $a$ ,  $a'$  οἱ μεγάλοι αὐτῶν ἡμιαξόνες κατὰ τὸν νόμον τοῦτον ἀληθεύει ἡ ἰσότης

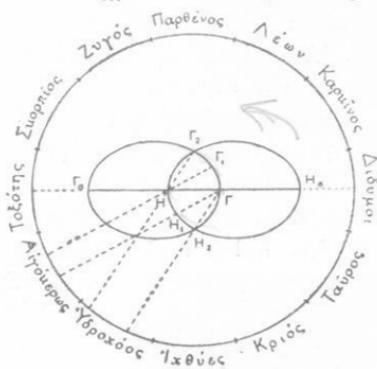
$$\frac{\chi^2}{\chi'^2} = \frac{a^3}{a'^3}$$

§ 132. Ἐξήγησις τῆς φαινομένης ἐτησίας κινήσεως τοῦ Ἥλιου. — Ἡ φαινομένη περι τὴν Γῆν κίνησις τοῦ Ἥλιου (§ 75) δύναται νὰ ἐξηγηθῇ διττῶς. Ἡ εἶναι αὕτη πραγματική, ἣ ὁ μὲν Ἥλιος εἶναι ἀκίνητος, ἣ δὲ Γῆ κινῆται περι αὐτὸν ἐκ Δ πρὸς Α. Πρὸς κατανόησιν τούτων νοήσωμεν δύο ἑλλείψεις (Σχ. 95) ἴσας, ἑκατέρα τῶν ὁποίων διέρχεται διὰ τινος ἐστίας τῆς ἄλλης, ἐν τῷ αὐτῷ κειμένας ἐπιπέδῳ καὶ ὧν οἱ μεγάλοι ἄξονες κεῖνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας.

ὑποθέσωμεν δὲ ὅτι μία τούτων παριστᾷ τὴν τροχίαν τοῦ Ἥλιου (§ 76) καὶ ὅτι ἡ Γῆ κατέχει τὴν ἐστίαν, δι' ἧς διέρχεται ἡ ἑτέρα ἑλλειψις. Ἄν ἡ Γῆ μένη ἀκίνητος ἐν τῇ θέσει Γ, ὁ δὲ Ἥλιος κινεῖται περι αὐτὴν καταλαμβάνων διαδοχικῶς τὰς θέσεις Η, Η<sub>1</sub>, Η<sub>2</sub>

κλπ. τῆς τροχίας του, θὰ βλέπωμεν αὐτὸν διαδοχικῶς κατὰ τὰς διευθύνσεις ΓΗ, ΓΗ<sub>1</sub>, ΓΗ<sub>2</sub> κλπ. καὶ κατ' ἀκολουθίαν προβάλλεται ἐν τῷ οὐρανῷ διαδοχικῶς ἐπὶ τοῦ Τοξότου, Αἰγόκερω, Ὑδροχόου κλπ., ἐν ᾧ συγχρόνως ἀξανομένης τῆς ἀποστάσεως αὐτοῦ ἀπ' ἡμῶν ἡ φαινομένη διάμετρος ἐλαττοῦται, μέχρις οὔ ἔλθῃ εἰς τὴν θέσιν Η<sub>0</sub>, ὅτε ἄρχεται πάλιν πλησιάζων πρὸς τὴν Γῆν καὶ ἡ φαινομένη διάμετρος αὐτοῦ ἄρχεται μεγεθυνομένη.

Ἄν δὲ ὁ μὲν Ἥλιος μένη ἀκίνητος ἐν τῇ θέσει Η, ἣ δὲ Γῆ κινεῖται περι αὐτὸν ἐπὶ τῆς ἑτέρας ἑλλείψεως ἐκ Δ πρὸς Α καταλαμβάνουσα διαδοχικῶς τὰς θέσεις Γ, Γ<sub>1</sub>, Γ<sub>2</sub> κλπ. θὰ βλέπωμεν αὐ-



(Σχ. 95)

τόν κατά διευθύνσεις παραλλήλους ταῖς πρώταις καὶ κατ' ἀκολουθίαν πάλιν ἐπὶ τῶν αὐτῶν κατά σειράν προβάλλεται ἀστερισμῶν, ἐν ᾧ συγχρόνως ἕνεκα τῆς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἀπομακρύνσεώς μας ἡ φαινόμενη διάμετρος αὐτοῦ βραίνει ἐλαττωμένη, μέχρις οὗ ἡ Γῆ εὐρεθῆ εἰς τὴν θέσιν Γ<sub>ε</sub>, ὅτε ἄρχεται πάλιν πλησιάζουσα πρὸς τὸν Ἡλιον, οὗ διὰ τοῦτο ἡ φαινόμενη διάμετρος ἄρχεται μεγαθυνομένη.

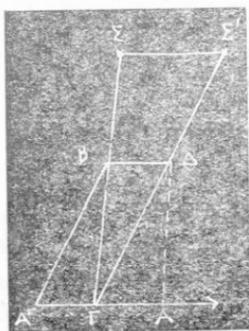
Οἰαδήποτε λοιπὸν τῶν δύο τούτων κινήσεων καὶ ἂν ἀληθεύῃ τὰ φαινόμενα θὰ ὄσιν ἀπολύτως τὰ αὐτά.

§ 133. Ἀποδείξεις τῆς κινήσεως τῆς Γῆς περὶ τὸν Ἡλιον. — Ὑπάρχουσι πολλοὶ λόγοι πείθοντες ἡμᾶς ὅτι ἡ Γῆ κινεῖται περὶ τὸν Ἡλιον ἐκ Δ πρὸς Α συμπληροῦσα πλήρη περιστροφὴν εἰς ἓν ἀστρικὸν ἔτος. Τούτων ἀνοφέρομεν τοὺς ἀκολουθοῦς.

1ον. Ἡ περὶ τὴν Γῆν κίνησις τοῦ Ἡλίου ἔχοντος μᾶζαν 333432 φορὰς μείζονα τῆς γῆϊνης ἀντίκειται εἰς τοὺς νόμους τῆς Μηχανικῆς, καθ' οὓς ἀδύνατον τὸ τὴν μείζονα μᾶζαν ἔχον σῶμα νὰ στρέφεται περὶ τὸ τὴν ἐλάσσονα ἔχον μᾶζαν.

2ον. Ἀποδεικνύεται ὅτι οἱ πλανῆται, οἵτινες εἶναι σῶματα ἀνάλογα πρὸς τὴν Γῆν, κινουῦνται περὶ τὸν Ἡλιον. Δὲν ὑπάρχει δὲ οὐδεὶς λόγος ν' ἀποτελῇ ἡ Γῆ ἑξαίρεσιν' ἀπ' ἐναντίας δεχόμενοι ὅτι ἡ Γῆ κινεῖται περὶ τὸν Ἡλιον κατατάσσομεν καὶ αὐτὴν μετὰ τὸν πλανητῶν, ὅπερ σπουδαίως ἀπλοποιεῖ τὸ ἡλιακὸν ἡμῶν σύστημα.

3ον. Ἄν ἡ Γῆ κινεῖται καὶ καθ' ἣν στιγμὴν εὐρίσκεται εἰς τὸ



(Σχ. 96)

Γ (Σχ. 96) ἡ ταχύτης αὐτῆς ἔχη τὴν διεύθυνσιν ΓΑ, ἀστὴρ Σ ὀφείλει νὰ φαίνεται οὐχὶ κατὰ τὴν πραγματικὴν διεύθυνσιν ΓΣ, ἀλλὰ κατὰ τὴν διαγώνιον ΓΔ τοῦ παραλληλογράμμου ΓΑΔΒ, οὗ αἱ προσκείμεναι πλευραὶ ΓΑ, ΓΒ ἔχουσι μῆκη ἀνάλογα πρὸς τὰς ταχύτητας τῆς Γῆς καὶ τοῦ φωτός, διότι ἡ διαγώνιος αὐτῆ εἶναι συνισταμένη τῶν κινήσεων Γῆς καὶ φωτός. Κατ' ἀκολουθίαν ὁ παρατηρητὴς βλέπει ἐκ

τῆς Γῆς Γ τὸν ἀστέρα οὐχὶ εἰς τὴν πραγματικὴν τοῦ θέσιν Σ ἀλλ' εἰς ἄλλην Σ'.

Ἐπειδὴ δὲ ἕνεκα τῆς ἑλλειπτικῆς τροχιάς τῆς Γῆς ἡ διεύθυνσις

τῆς ταχύτητος τῆς Γῆς μεταβάλλεται ἀπὸ στιγμῆς εἰς στιγμὴν μένουσα πάντοτε ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῆς ἐκλειπτικῆς, ἔπεται ὅτι αἱ φαινόμεναι θέσεις Σ' ἐκάστου ἀστέρος ὀφείλουσι νὰ μετατίθηνται συνεχῶς ἐπὶ τροχιάς παραλλήλου πρὸς τὴν ἐκλειπτικὴν.

Ὅντως 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 τροχιά* αὐτοῦ καὶ εἶναι περιφέρεια μὲν κύκλου, ἂν τὸ πλάτος τοῦ ἀστέρος εἶναι  $90^\circ$ , ἔλλειψις δὲ ἂν τὸ πλάτος εἶναι μικρότερον  $90^\circ$  καὶ μείζον  $0^\circ$ .

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

ΣΗΜ. Καὶ ἡ περὶ ἄξονα στροφή τῆς Γῆς προκαλεῖ ἀποπλάνησιν τοῦ φωτός, ἣτις εἶναι μικρὰ σχετικῶς μὲ τὴν ἐτησίαν ἀποπλάνησιν καὶ βαίνει ἐλαττουμένη ἀπὸ τῆς ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους.

4ον. Καὶ ἄλλα φαινόμενα εἶναι τελείως ἀνεξήγητα, ἂν δεχθῶμεν τὴν Γῆν ἀκίνητον, ἐν ᾧ ἐξηγοῦναι εὐχερῶς διὰ τῆς κινήσεως αὐτῆς. Τοιαῦτα π. χ. εἶναι ἡ φαινόμενη ἀνώμαλος τῶν πλανητῶν κινήσις ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαίρας (§ 129) 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 ἀμαξοστοιχιῶν καὶ ἐξηκοντάκις μείζων τῆς περιστροφικῆς ταχύτητος τῶν σημείων τοῦ ἰσημερινοῦ.

§ 134.—*Μεγάλοι πλανῆται.*—*Ἀποστάσεις αὐτῶν ἀπὸ τοῦ ἥλιου.*—*Δορυφόροι αὐτῶν.*—*Ἀνώτεροι καὶ κατώτεροι πλανῆται.*—Οἱ κυριώτεροι πλανῆται τοῦ ἡμετέρου ἡλιακοῦ συστήματος εἶναι οἱ ἀκόλουθοι. *Ἐρμῆς, Ἀφροδίτη, Γῆ, Ἄρης, Ζεὺς, Κρόνος Οὐρανὸς καὶ Ποσειδῶν* (2). Αἱ ἀπὸ τοῦ ἥλιου ἀποστάσεις αὐτῶν εἶναι αἱ ἀκόλουθοι λαμβανομένης ὡς μονάδος τῆς ἀπὸ τοῦ ἥλιου ἀποστάσεως τῆς Γῆς.

(1). Ἀκριβέστερον 29,763 χιλίμ. κατὰ 18 ἢ 107150 χιλίμ. καθ' ὥραν.

(2) Τὴν 21 Ἰανουρίου 1930 ἀνεκαλύφθη πέραν τοῦ Ποσειδῶνος νέος πλανῆτης, οὗ τὴν ὑπαρξιν διὰ μαθηματικῶν ὑπολογισμῶν εἶχεν ἀπὸ τοῦ 1915 προείπει ὁ Lowell. Δι' αὐτὸν προτάθη ἀπὸ πολλοῦ τὸ ὄνομα Πλούτων πιθανὸν ὅμως νὰ ὀνομασθῇ Lowell.

Ἑρμῆς, Ἀφροδίτη, Γῆ, Ἄρης, Ζεὺς, Κρόνος, Οὐρανός, Ποσειδῶν, Πλούτων  
0,36 0,72 1 1,52 5,20 9,56 19,22 30,11 41,3

Ὁ Ἑρμῆς καὶ ἡ Ἀφροδίτη ὡς ἀπέχοντες ἀπὸ τοῦ Ἥλιου ἀπόστασιν μικροτέραν ἢ ἡ Γῆ καλοῦνται **κατώτεροι** ἢ **ἐσωτερικοὶ** πλανῆται. Οἱ ἄλλοι (πλὴν τῆς Γῆς) καλοῦνται **ἀνώτεροι** ἢ **ἐξωτερικοὶ** πλανῆται.

Ἐκ τῶν ἑννέα τούτων πλανητῶν οἱ ἐσωτερικοὶ στεροῦνται δορυφόρων, ἡ Γῆ ἔχει ἕνα (τὴν Σελήνην), ὁ Ἄρης δύο, ὁ Ζεὺς ἑννέα, ὁ Κρόνος δέκα, ὁ Οὐρανός τεσσαράς καὶ ὁ Ποσειδῶν ἕνα. Τῷ Πλούτωνος οὐδεὶς ἔτι ἀνεκαλύφθη δορυφόρος. Ἐξ ὅλων τούτων τῶν δορυφόρων μόνον ἡ Σελήνη εἶναι ὁρατὴ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Οἱ μικρότεροι τῶν ἄλλων ἀνεκαλύφθησαν κατὰ τοὺς τελευταίους χρόνους διὰ τῶν ἰσχυροτάτων τηλεσκοπίων ἢ καὶ διὰ φωτογραφίας. Ἐκαστος τῶν δορυφόρων κινεῖται περὶ ἑαυτὸν καὶ περὶ τὸν οἰκίον πλανήτην κατὰ τοὺς νόμους τοῦ Κεπλέρου τοῦ οἰκείου πλανήτου κατέχοντος τὴν ἑτέραν τῶν ἐστιῶν τῆς ἑλλείψεως, ἐφ' ἧς ὁ δορυφόρος κινεῖται.

**§ 135. Τηλεσκοπικοὶ πλανῆται.** — Πλὴν τῶν 9 μεγάλων πλανητῶν περιφέρονται περὶ τὸν Ἥλιον καὶ ἕτεροι ὑπὲρ ἑνεακόσιοι μικροὶ πλανῆται, ὧν αἱ τροχιαὶ περιέχονται μεταξὺ τοῦ Ἄρεως καὶ τοῦ Διός. Οἱ τοιοῦτοι πλανῆται λέγονται **τηλεσκοπικοὶ** ἢ **ἀστεροειδεῖς** πλανῆται. Ἡ μέση ἀπόστασις αὐτῶν ἀπὸ τοῦ

(1) **Νόμος τοῦ Bode.** Κατὰ τὸ ἔτος 1870 ὁ διευθυντὴς τῶν ἀστεροσκοπίου τοῦ Βερολίνου Bode εὗρεν ἀρκετὰ περιέρρον καὶ ὅπως ἐμπερικὸν νόμον παρέχοντα περίπου τὰς ἀπὸ τοῦ Ἥλιου ἀποστάσεις τῶν πλανητῶν (πλὴν τοῦ Ποσειδῶνος καὶ τοῦ Πλούτωνος ἤδη).

Προσθέτων ὁ Bode εἰς ἕκαστον ὄρον τῆς σειρᾶς 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96 τὸν ἀριθμὸν 4 εὗρε τὴν σειρὰν 4, 7, 10, 16, 28, 52, 100.

Διακρῶν εἶτα πάντας τούτους διὰ 10 εὗρε τοὺς ὀριθμούς.

0,4 0,7 1 1,6 2,8 5,2 10, οἵτινες πλὴν τοῦ 2,8 ἐκφράζουσι περίπου τὰς ἀπὸ τοῦ Ἥλιου ἀποστάσεις τῶν μέχρι τῆς ἐποχῆς ἐκείνης γνωστῶν πλανητῶν. 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 πλανῆτης, ἣν γνώμην καὶ πρὸ τῆς διατυπώσεως τοῦ νόμου τοῦ Bode εἶχε εἶπει ὁ Κέπλερος. Βραδύτερον ὁ ἰσχυρισμὸς οὗτος ἐπεβεβαιώθη, διότι ἀνεκαλύφθησαν οἱ ἀστεροειδεῖς πλανῆται, οἵτινες κεῖνται ὄντως εἰς μέσην ἀπὸ τοῦ Ἥλιου ἀπόστασιν 2,8.

Ἀξιοσημείωτος ἔτι τῆς σειρᾶς τοῦ Bode προκύπτουσι οἱ ἀριθμοὶ 19,6 38,8, 77,2 ὧν ὁ α' ἐκφράζει περίπου τὴν ἀπόστασιν τοῦ βραδύτερον ἀνακαλυφθέντος Οὐρανοῦ, οἱ δὲ ἄλλοι οὐσιαστικῶς διαφέρουσι τῶν ἀποστάσεων τοῦ Ποσειδῶνος καὶ Πλούτωνος.

Ἡλίου εἶναι 2,8 περίπου (§ 134). 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 ἢ ἀνακάλυψις νέων τοιούτων πλανητῶν γίνεται μετὰ μεγαλυτέρας ἢ πρότερον ἀπλότητος. 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 Ἔρως.

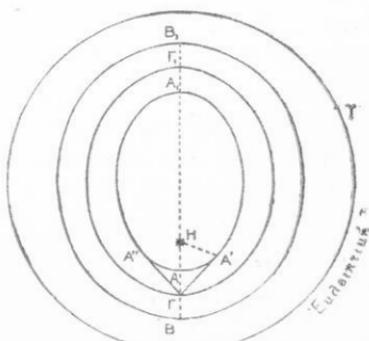
Ἀσκήσεις. 104). Πόσον χρόνον χρειάζεται τὸ φῶς τοῦ Ἡλίου, ἵνα μεταβῇ ἀπ' αὐτοῦ εἰς τὸν Ποσειδῶνα;

105). 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;

106). Ποσάκις ἡ μονὰς τῆς ἐπιφανείας ἐπὶ τοῦ Ποσειδῶνος θὰ ἐφωτίζετο ἀσθενέστερον ἢ ἐπὶ τῆς Γῆς, ἂν αἱ αὐταὶ ὑφίσταντο ἐπ' ἀμφοτέρων ἀτμοσφαιρικαὶ συνθῆκαι;

107). Πόσον χρόνον χρειάζεται τὸ φῶς τοῦ Ἡλίου, ἵνα μεταβῇ ἐξ αὐτοῦ εἰς τὸν νέον πλανήτην Πλούτωνα;

§ 136.— Ἀποχὴ πλανήτου. — Ἀποχὴ πλανήτου καλεῖται ἡ γωνιώδης ἀπόστασις αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ Ἡλίου. Ἡ ἀποχὴ ἐκατέρου τῶν ἐσωτερικῶν πλανητῶν οὐδέποτε ὑπερβαίνει ὠρισμένον δι' ἑκάτερον ὄριον, ἐν ᾧ ἡ ἀποχὴ ἐκάστου ἐξωτερικοῦ λαμβάνει πάσας τὰς τιμὰς μεταξὺ 0° καὶ 180°. Οὕτως ἂν ΓΓ<sub>1</sub> (Σχ.97) εἶναι ἡ τροχιά τῆς Γῆς, ΑΑ<sub>1</sub> ἡ τῆς Ἀφροδίτης καὶ ΒΒ<sub>1</sub> ἡ τοῦ Ἄρεως, τῆς Γῆς οὔσης εἰς τὴν θέσιν Γ, ἂν ἡ Ἀφροδίτη κατέχη τὴν θέσιν Α ἢ Α<sub>1</sub> 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° περίπου.



(Σχ. 97)

Σημ. Ἐκ τοῦ ὀρθ. ἐπιγώνου ΗΓΑ' προκύπτει εὐκόλως ὅτι

ἢ. ΗΓΑ' =  $\frac{HA'}{HG} = \frac{0,72}{1}$ , ὅθεν  $\widehat{ΗΓΑ'} = 46^\circ$  περίπου. Διὰ τὸν Ἑρμῆν ἡ μεγίστη ἀποχὴ εἶναι 29° περίπου.

Ἐάν τῆς Γῆς οὐσης εἰς τὸ Γ ὁ ἼΑρης κεῖται εἰς τὸ Β<sub>1</sub>, ἡ ἀποχὴ αὐτοῦ εἶναι μηδέν, ἂν οὕτως κεῖται εἰς τὸ Β, ἡ ἀποχὴ εἶναι 180° καὶ ἂν κεῖται εἰς ἄλλην τινὰ θέσιν Β', ἡ ἀποχὴ εἶναι μεγαλυτέρα τοῦ 0° καὶ μικροτέρα 180°.

ΣΗΜ. Ἐν τῷ σχήματι χάριν ἀπλότητος ὑποθέτομεν τὰ ἐπίπεδα τῶν πλανητικῶν τροχιῶν κείμενα ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς, ὑπόθεσις ὀλίγον τοῦ ἀληθοῦς διαφέρουσα.

§ 137. **Συζυγίαι καὶ τετραγωνισμοὶ πλανήτου.**—Ἐάν τὸ μῆκος πλανήτου τινὸς εἶναι ἴσον πρὸς τὸ τοῦ Ἡλίου, λέγομεν ὅτι οὗτος εὐρίσκεται εἰς *σύνοδον*· ἂν δὲ τὸ μῆκος αὐτοῦ διαφέρῃ τοῦ μήκους τοῦ Ἡλίου κατὰ 180°, ὁ πλανήτης εὐρίσκεται εἰς *ἀντίθεσιν*.

Ἡ σύνοδος καὶ ἡ ἀντίθεσις πλανήτου καλοῦνται ὁμοῦ *συζυγίαι* αὐτοῦ. Κατὰ τὰ προειρημένα οὐδέτερος τῶν ἐσωτερικῶν πλανητῶν εὐρίσκεται ποτε εἰς ἀντίθεσιν· εἰς ἕκαστον ὁμως τούτων διακρίνομεν δύο συνόδους, ὧν ἡ μὲν καλεῖται *κατωτέρα* ἡ δὲ *ἀνωτέρα σύνοδος*. Οὕτω τῆς Γῆς οὐσης εἰς τὸ Γ (Σχ. 97), ἂν ἡ Ἄφροδίτη κεῖται εἰς τὸ Α, λέγομεν ὅτι εἶναι εἰς κατωτέραν σύνοδον, ἂν δὲ εἶναι εἰς τὸ Α<sub>1</sub>, εἶναι εἰς ἀνωτέραν σύνοδον.

Ὅταν τὸ μῆκος πλανήτου τινὸς διαφέρῃ τοῦ μήκους τοῦ Ἡλίου κατὰ 90°, λέγομεν ὅτι ὁ πλανήτης εὐρίσκεται εἰς *τετραγωνισμόν*.

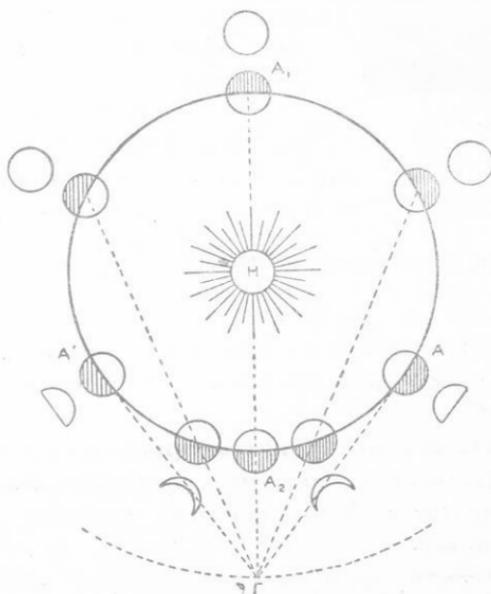
§ 138. **Φάσεις τῶν πλανητῶν.**—Πρῶτος ὁ Γαλιλαῖος<sup>(1)</sup> κατὰ τὸ 1610 παρατήρησεν ὅτι ἡ Ἄφροδίτη παρουσιάζει φάσεις ἀναλόγους πρὸς τὰς τῆς Σελήνης. Οὕτως, ὅταν ἡ Ἄφροδίτη εὐρίσκηται εἰς κατωτέραν σύνοδον, τὸ πρὸς τὴν Γῆν ἔστραμμένον ἥμισυ αὐτῆς δὲν φωτίζεται ὑπὸ τοῦ Ἡλίου καὶ κατ' ἀκολουθίαν εἶναι ἀόρατον (Σχ. 98). Ἐάν δὲ νοήσωμεν τὴν Γῆν ἀκίνητον, τὴν δὲ Ἄφροδίτην κινουμένην μὲ τὴν διαφορὰν τῶν γωνιακῶν ταχυητῶν αὐτῆς καὶ τῆς Γῆς, βλέπομεν ὅτι:

Ἐφ' ὅσον βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον ἀπομακρύνεται τῆς θέσεως Α<sub>2</sub> καὶ τείνει νὰ ἔλθῃ εἰς ἀνωτέραν σύνοδον Α<sub>1</sub>, ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον στρέφει πρὸς τὴν Γῆν μείζον μέρος τοῦ φωτιζομένου

(1) Ὁ Γαλιλαῖος (1564—1642) ἐγεννήθη ἐν Πίζῃ καὶ ἀπέθανε τυφλὸς εἰς ἡλικίαν 87 ἐτῶν καὶ 10 μηνῶν ἐν τινι ἐπαύλει πλησίον τῆς Φλωρεντίας, ἐν ἣ διεμένεν ὑπὸ τὴν ἐπιβλεψιν τῆς ἱερᾶς ἐξετάσεως, διότι ὑπῆρξεν ὁ ἐνθερμότερος ὑποστηρικτῆς τοῦ συστήματος τοῦ Κοπερνίκου.

αὐτῆς μέρους καὶ φαίνεται (διὰ τηλεσκοπίου) κατ' ἀρχὰς ὡς λεπτός μνηίσκος στρέφων τὸ κυρτὸν πρὸς τὸν ἥλιον καὶ βαθμηδὸν μεγεθύνεται, μέχρις οὗ καταστῆ πλήρης φωτεινὸς δίσκος. Ἀπὸ τῆς στιγμῆς ταύτης ἀναλαμβάνει κατ' ἀντίστροφον τάξιν τὰ αὐτὰ σχήματα μέχρι τῆς ἀκολουθοῦσθου κατωτέρας συνόδου, ὅτε πάλιν καθίσταται ἀόρατος. Ὁμοίως φάσεις παρουσιάζει καὶ ὁ Ἐρμῆς.

Ἐκάτερος τῶν ἐσωτερικῶν πλανητῶν ἔχει τὴν μεγίστην λαμπρότητα οὐχί, ὅταν φαίνηται ὡς πλήρης δίσκος (κατὰ τὴν ἀνωτέραν σύνοδον), ἀλλ' ὅταν ἔχη τὴν μεγίστην ἀποχὴν, ὅτε φαίνεται διὰ τη-

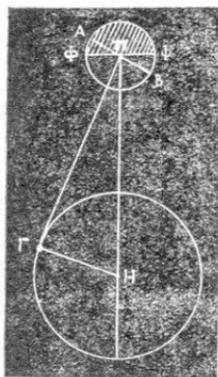


(Σχ. 98)

λεσκοπίου 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 γεινιάσεως αὐτοῦ πρὸς τὸν ἥλιον.

\* Θεωρήσωμεν ἤδη ἐξωτερικὴν πλανήτην Π (Σχ. 99), ὅστις τέμνεται κατὰ τὸν κύκλον ΑΦΒΦ' ὑπὸ τοῦ ἐπιπέδου τῶν κέντρων Η, Γ, Π τοῦ ἥλιου, τῆς Γῆς καὶ τοῦ πλα-

νήτου. Νοήσωμεν [ δὲ ὅτι οὗτος εἶναι ἀκίνητος, ἢ δὲ Γῆ στρέ-



(Σχ. 99)

φεται μὲ τὴν διαφορὰν τῶν γωνια-  
κῶν ταχυτήτων αὐτῆς καὶ τοῦ πλανή-  
του Π. Ὁ κύκλος φωτισμοῦ τοῦ  
πλανήτου προβάλλεται ἐπὶ τῆς εἰρημέ-  
νης τομῆς κατὰ τὴν διάμετρον ΦΦ'  
κάθετον ἐπὶ τὴν ΠΗ, ὁ δὲ κύκλος ὁρά-  
σεως ἐκ τῆς Γῆς κατὰ τὴν ΑΒ κάθετον  
ἐπὶ τὴν ΓΠ. Ἔνεκα τῆς ἰσότητος τῶν  
γωνιῶν ΑΠΦ καὶ ΓΠΗ τὸ μὴ φωτιζό-  
μενον καὶ συνεπῶς ἀόρατον ἐκ τῆς  
Γῆς μέρος ΑΠΦ τοῦ πρὸς τὴν Γῆν ἐστραμ-  
μένου πλανητικοῦ ἡμισφαιρίου ἐξαοῦ-  
ται ἐκ τοῦ μεγέθους τῆς γωνίας ΓΠΗ,  
ἣτις εἶναι μεγίστη, ὅταν ἡ ΠΓ ἐφά-

πηται τῆς γῆϊνης τροχιᾶς, ἥτοι κατὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς τοῦ  
πλανήτου τούτου. Τὴν μεγίστην ταύτην γωνίαν ΓΠΗ ὑπολογί-

ζομε λύοντες τὴν ἐξίσωσιν ἡμ  $(\Gamma\Pi\eta) = \frac{(\Gamma\eta)}{(\Pi\eta)}$ .

Οὕτως εὐρίσκεται ὅτι αὕτη εἶναι περίπου διὰ τὸν Ἄρην 41°,  
διὰ τὸν Δία 11° καὶ διὰ τὸν Κρόνον 6°. Εἶναι ὅθεν φανερόν ὅτι  
ἐκ τῶν ἐξωτερικῶν πλανητῶν μόνον ὁ Ἄρης παρουσιάζει αἰσθητὰς  
φάσεις.

**§ 139. Συνοδικὴ καὶ ἀστρική περίοδος πλανή-  
του.** Ὁ χρόνος, ὅστις περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν συ-  
νόδων πλανήτου, καλεῖται συνοδικὴ περίοδος ἢ συνοδικὴ  
περιφορὰ αὐτοῦ.

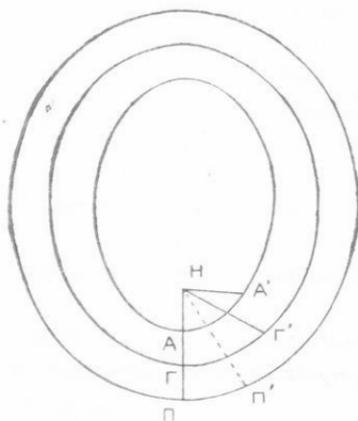
Τὴν συνοδικὴν περίοδον ἐκάστου πλανήτου εὐρίσκομεν διαι-  
ροῦντες τὸν μεταξὺ δύο συνόδων ἀρκετὰ μεμακρυσμένων ἀπ' ἀλ-  
λήλων μεσολαβήσαντα χρόνον διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἄλλων συνόδων,  
αἵτινες κατ' αὐτὸν παρατηρήθησαν, ἠῦξημένον κατὰ μονάδα. Οὕ-  
τως εὐρέθησαν αἱ ἐν τῷ ἀκολουθῆ πίνακι ἀναγεγραμμέναι συνοδι-  
καὶ περίοδοι τῶν μεγάλων πλανητῶν.

Ἐρμῆς	116 ἄστρ. ἡμέραι	Κρόνος	378 ἄστρ. ἡμ.
Ἄφροδίτη	584 » »	Οὐρανός	370 » »
Ἄρης	780 » »	Ποσειδῶν	368 » »
Ζεὺς	399 » »		

**Ἀστρική περίοδος ἢ ἀστρική περιφορὰ πλανήτου καλεῖται ὁ χρόνος, ὅστις περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἀποκαταστάσεων αὐτοῦ εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον τῆς τροχιάς του.**

Ἡ ἀστρική περίοδος α πλανήτου ἔχοντος συνοδικὴν περίοδον σ ὑπολογίζεται οὕτω.

α'. Ἐστώσαν Α καὶ Γ (Σχ. 100) οἱ θέσεις ἐσωτερικοῦ πλανήτου



(Σχ. 100)

καὶ τῆς Γῆς κατὰ τινὰ κατωτέραν σύνοδον, ὅτε ἡ γωνία τῶν ἀκτίνων ΓΗ, ΑΗ εἶναι μηδέν' (χάριν ἀπλότητος θεωρεῖται τὸ ἐπίπεδον τῆς πλανητικῆς τροχιάς συμπίπτει μετὰ τῆς ἐκλειπτικῆς). Μετὰ μίαν ἀστρικήν ἡμέραν ἢ μὲν Γῆ εὐρίσκεται εἰς τὸ Γ', ὁ δὲ πλανήτης ἔνεκα 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 διάρκεια τοῦ ἀστρικοῦ ἔτους.

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 προσηρημένων διευθύνσεων συνεχῶς βαίνουσα ἀξιοσημείωτη γίνεται  $360^\circ$ , ὅταν ὁ πλανήτης καταστῇ εἰς κατωτέραν σύνοδον, ἥτοι μετὰ σ ἀστρικὰς ἡμέρας. Θὰ εἶναι λοιπὸν

$$360^\circ \left(\frac{1}{\alpha} - \frac{1}{\tau}\right) \cdot \sigma = 360^\circ, \quad \text{ὅθεν} \quad \frac{1}{\alpha} - \frac{1}{\tau} = \frac{1}{\sigma}. \quad (1)$$

β'). Ἐὰν ὁ πλανήτης εἶναι ἐξωτερικός, ἡ ἀκτίς ΓΗ προπορεύεται τῆς ΠΗ καὶ μετὰ μίαν ἀστρικήν ἡμέραν αὐταὶ σχηματίζουσι γωνίαν  $\frac{360^\circ}{\tau} - \frac{360^\circ}{\alpha}$ . Σκεπτόμενοι εἶτα, ὡς προηγουμένως, καταλήγομεν εἰς τὴν ἰσότητα.

$$\frac{1}{\tau} - \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{\sigma} \quad (2)$$

Ἐκ τῶν ἰσοτήτων (1) καὶ (2) προσδιορίζεται ἡ ἀστρική περίοδος α ἑκάστου πλανήτου, διότι αἱ τιμαὶ τ καὶ σ εἶναι γνωσταί.

*Ἀσκήσεις* : 108) Εὐρεῖν τὴν ἀστρικήν περίοδον τοῦ Ἑρμοῦ καὶ τῆς Ἀφροδίτης.

109). Εὐρεῖν τὴν ἀστρικήν περίοδον τοῦ Ἄραως καὶ Διός.

110). Ὁμοίως τὴν τοῦ Κρόνου, Οὐρανοῦ καὶ Ποσειδῶνος.

**§ 140. Νόμος τοῦ Νεύτωνος.**—Ὁ Κέπλερος τὰ μέγιστα ἐνθουσιασθεὶς ἐκ τῆς ἀνακαλύψεως τῶν νόμων του (§ 131) ἐπεχείρησε ν' ἀνεύρη τὴν φυσικὴν αἰτίαν τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν· ἐν τῇ τοιαύτῃ δὲ προσπαθεῖα σχεδὸν ἤφατο τῆς αἰτίας ταύτης, ἀλλ' ἡ ἐπιστήμη δὲν εἶχεν ἔτι προχωρήσει τόσον ὥστε νὰ ἐπιτρέψῃ αὐτῷ τὴν ἀνέυρεσιν 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 ἔλξεως ἢ νόμος τοῦ Νεύτωνος*.

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

Στηριζόμενοι δὲ ἐπὶ τῶν ἀρχῶν τῆς μηχανικῆς ἀποδεικνύομεν εὐκόλως, ὅτι, τοῦ νόμου τοῦ Νεύτωνος ἀληθεύοντος, οἱ τοῦ Κεπλέρου νόμοι εἶναι ἀναγκαῖον τοῦτου ἀκολουθίημα.

**§ 141. Πηλίσροισαι.**—*Καλεῖται πηλίσροισαι ἡ περιδικὴ ἀνύψωσις καὶ ταπεινώσις τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης.*

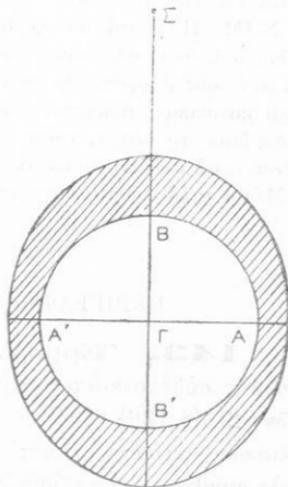
Καὶ ἡ μὲν ἀνύψωσις καλεῖται *πλημμυρίς*, ἡ δὲ ταπεινώσις *ἀμπωτις*. Ἐντὸς 24 ὥρ. 50 π. 30 δ. συμβαίνοσιν δύο πλημμυρίδες καὶ δύο ἀμπωτίδες, ὥστε μεταξὺν δύο διαδοχικῶν πλημμυρίδων ἢ ἀμπωτιδῶν μεσολαβοῦσι 12 ὥρ. 25 π. 15 δ, ἀπὸ δὲ πλημμυρίδος τινὸς μέχρι τῆς ἀκολουθίου ἀμπωτίδος παρέρχονται 6 ὥρ. 12 π. 37,5 δ. Τὸ ὕψος τῆς πλημμυρίδος καὶ ἡ ταπεινώσις τῆς ἀμπωτίδος μεταβάλλονται μετὰ τῶν φάσεων τῆς Σελήνης, τῶν ἀποκλίσεων τοῦ Ἥλιου καὶ τῆς Σελήνης καὶ τῶν ἀποστάσεων αὐτῶν ἀπὸ τῆς Γῆς. Αἱ μεγαλύτεραι πηλίσροισαι συμβαίνοσιν κατὰ τὰς συζυγίας καὶ αἱ μικρότεραι κατὰ τοὺς τετραγωνισμούς τῆς Σελήνης. Τὸ μείζον δὲ ὕψος τῶν πλημμυρίδων λαμβάνει τὴν μεγίστην αὐτοῦ τιμὴν κατὰ τὰς ἰσημερίας.

Κατάδηλος ὅθεν ἐκ τούτων καθίσταται ἡ σχέση, ἥτις ὑφίσταται

μεταξὺ τῶν παλιρροϊῶν καὶ τῶν θέσεων τῆς Σελήνης καὶ τοῦ Ἡλίου.

§ 142. Ἐξήγησις τῶν παλιρροϊῶν. Αἰτία τῶν παλιρροϊῶν εἶναι ἡ ἐπὶ τῆς Γῆς ἕξις τῆς Σελήνης ἐν μέρει δὲ καὶ τοῦ Ἡλίου.

Πράγματι ἔστω Σ (Σχ. 101) ἡ θέσις τῆς Σελήνης κατὰ τινα στιγμήν καὶ Γ ἡ Γῆ, ἣν θεωρήσωμεν πρὸς στιγμήν πάντοθεν ὑπὸ θαλάσσης καλυπτομένην. Ὡς διδάσκει ἡ μηχανικὴ, ἡ ἕξις 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 ἔλκονται περισσότερον τοῦ κέντρον Γ ὡς κείμενα ἐγγύτερον, ἐν ᾧ τὰ περὶ τὸ Β' ἔλκονται ὀλιγότερον ἐκείνου ὡς ἀπώτερον τῆς Σελήνης κείμενα. Τούτου ἕνεκεν αἱ ἀποστάσεις ΓΒ, ΓΒ' ἀξιάζονται καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἀνιψοῦται μὲν ἡ θάλασσα εἰς τὰ σημεῖα Β καὶ Β', ταπεινοῦται δὲ κατ' ἀνάγκην εἰς τὰ Α καὶ Α'. Οὕτως ἡ θάλασσα λαμβάνει σχῆμα ἐπιμήκους ἑλλειψοειδοῦς, οὗ ὁ μέγας ἄξων διέρχεται διὰ τοῦ κέντρον τῆς Σελήνης. Τῆς Σελήνης κινουμένης ἐξ Α πρὸς Δ ἕνεκα τῆς φαινομένης ἡμερησίας κινήσεως καὶ τὸ θαλάσσιον ἑλλειψοειδὲς συστρέφεται, αἱ δὲ παλιρροιαὶ μετατίθενται συνεχῶς ἐπὶ τῆς Γῆς ἐξ Α πρὸς Δ. κινούμεναι.



(Σχ. 101)

Πάν ὅ,τι περὶ τῶν ἀποτελεσμάτων τῆς ἐπὶ τῆς Γῆς ἑλκτικῆς ἐνεργείας τῆς Σελήνης ἐλέχθη δύναται νὰ ἐπαναληφθῇ καὶ διὰ τὴν τοῦ Ἡλίου ὁμοίαν ἐνέργειαν ἄλλ' 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 Ἡλιος τείνει νὰ φέρῃ ἀντίθετον ἀποτέλεσμα. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον ἔπρεπεν αἱ παλιρροιαὶ νὰ εἶναι ἐντατικώτεροι κατὰ τὰς συζυγίας καὶ ἀσθενέστεροι κατὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς. Ἐνεκεν ὁμως τῆς ἀδρανείας τοῦ ὕδατος ἡ μεγίστη ἐντασις τῆς παλιρροίας παρα-

τηρεῖται μίαν καὶ ἡμίσειαν περίπου ἡμέραν μετὰ τὰς συζυγίας καὶ ἢ ἐλαχίστη ἴσον χρόνον μετὰ τοὺς τετραγωνισμούς. Κατ' ἀνάλογον τρόπον ἐξηγεῖται τὸ μὴ ταυτόχρονον τῆς παλιρροίας ἔν τινι τόπῳ μὲ τὰς ἔν αὐτῷ μεσουρανήσεις τῆς Σελήνης.

Ἡ ἐλκτική ἐνέργεια τῆς Σελήνης καὶ τοῦ Ἡλίου εἶναι αἰσθητὴ μόνον ἐπὶ μεγάλης ποσότητος ὕδατος. Τούτου ἕνεκεν αἱ παλιρροιαὶ δὲν ἔχουσι πανταχοῦ τὴν αὐτὴν ἔντασιν· αὐταὶ εἶναι ἀξιοσημείωτοι εἰς τοὺς μεγάλους Ὀκεανούς, ἀσθενεῖς εἰς τὰς μεγάλας ἐσωτερικὰς θαλάσσας, ὡς ἡ Μεσόγειος καὶ μηδαμινὰ σχεδὸν ἐπὶ μικρῶν θαλάσσων, οἷα ἡ Κασπία καὶ ἡ Βαλτικὴ θάλασσα.

Αἱ παλιρροιαὶ τοῦ Ἀτλαντικοῦ Ὀκεανοῦ μεταδιδόμεναι ἀπ' εὐθείας εἰς τὴν θάλασσαν τῆς Μάγης εἶναι λίαν αἰσθηταί.

ΣΗΜ. Παρ' ἡμῖν ἐν τῷ πορθμῷ τοῦ Εὐρείου παρατηροῦνται φαινόμενα παλιρροίας ὑπὸ μορφήν συνεχῶν σχεδὸν θαλασσίων ρευμάτων. ἅτινα φέρονται ὅτε μὲν πρὸς βορρᾶν, ὅτε δὲ πρὸς νότον. Τὸ θαλάσσιον τοῦτο ρεῦμα, ὅταν εἶναι κανονικόν, ἀλλάσσει διεύθυνσιν ἀνά 6 ὥρ. 12 π. 30 δ περίπου· πολ- λάκις ὅμως τὸ ρεῦμα, τοῦτο εἶναι ἀκανόνιστον καὶ ἡ μεταβολὴ τῆς διευ- θύνσεως αὐτοῦ δὲν συντελεῖται ἐντὸς τοῦ εἰρημένου χρόνου.

Μέχρι τοῦδε οὐδεμία ἐπαρκὴς ἐξήγησις ἐδόθη εἰς τὸ φαινόμενον τοῦτο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

### ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΜΕΓΑΛΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

§ 143. Ἑρμῆς.—Ὁ ἐγγύτατος τῷ Ἡλίῳ πλανήτης Ἑρμῆς οὐδέποτε ἀπομακρύνεται αὐτοῦ γωνιώδη ἀπόστασιν μείζονα τῶν  $29^{\circ}$  (§ 136). Τούτου ἕνεκεν εὐρίσκεται βυθισμένος ἐντὸς τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων καὶ κατ' ἀκολουθίαν σπανίως καὶ ὑπὸ λίαν εὐνο- κίᾳ συνθήκας εἶναι ὄρατός διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ ἢ μετὰ τὴν δύ- σιν τοῦ Ἡλίου πρὸς δυσμὰς ἢ ἄλλοτε πρὸς ἀνατολὰς καὶ πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ Ἡλίου, λάμπων ὡς ὑπέρουθρος (ἕνεκα τοῦ μικροῦ ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα ὕψους αὐτοῦ) ἀστὴρ α' μεγέθους. Διὰ καλοῦ τηλε- σκοπίου δυνάμεθα νὰ παρακολουθήσωμεν τὸν Ἑρμῆν ἐν τῇ ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα κινήσει αὐτοῦ καὶ νὰ διακρίνωμεν τὰς φάσεις του (§ 138). Ὑπελογίσθη ὅτι ὁ πλανήτης οὗτος δέχεται φῶς καὶ θερμότητα ἐπα- πλασίως ἐντατικώτερα τῶν τῆς Γῆς. Ὁ ὁρῶντος τοῦ εἶναι περίπου τὸ  $\frac{1}{20}$  τοῦ τῆς Γῆς. Ἡ διάρκεια τῆς περι τὸν Ἡλιον περιφορᾶς αὐτοῦ ἀνέρχεται εἰς 88 ἡμέρας.

Ἐπειδὴ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ πλανήτου τούτου δὲν παρατη-

ροῦνται εὐδιάκριτοι κηλίδες, οὐδὲν εἶναι βέβαιον περὶ τῆς περιστροφικῆς αὐτοῦ κινήσεως. Κατὰ τινὰς στρέφεται εἰς 24 ὥρας ὡς ἡ Γῆ, κατ' ἄλλους (Lowell, Schiaparelli) στρέφεται εἰς 88 ἡμέρας καὶ κατ' ἀκολουθίαν 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 ὀπωσθήποτε ἀτμοσφαιρας καὶ ὕδατος. Ὁ πλανήτης ὅθεν οὗτος εἶναι σῶμα ἀνάλογον πρὸς τὴν Σελήνην.

Ὁ Ἐρμῆς στερεῖται δορυφόρου.

§ 144. **Ἀφροδίτη.**— Ὡς ὁ Ἐρμῆς 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 (*Ἐωσφόρος* κοινῶς *Ἀύγερινός*), ἄλλοτε δὲ ἐπομένη αὐτοῦ, ὅτε φαίνεται πρὸς δυσμὰς μετὰ τὴν δύσιν τοῦ ἡλίου (*Ἐσπερος*). Ἐνίοτε κατὰ τὴν μεγίστην ἀποχὴν φαίνεται καὶ τὴν ἡμέραν διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Διὰ καλοῦ τηλεσκοπίου διακρίνομεν εὐχερῶς τὰς φάσεις αὐτῆς (§ 138).

Ὁ ὄγκος τῆς Ἀφροδίτης εἶναι περίπου ἴσος πρὸς τὸν ὄγκον τῆς Γῆς, ἡ δὲ μᾶζα αὐτῆς ἰσοῦται πρὸς τὰ 0,817 τῆς γηίνης μᾶζης καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἡ πυκνότης αὐτῆς εἶναι μικροτέρα τῆς γηίνης ἰσομένη πρὸς τὰ 0,91 αὐτῆς.

Ἡ ἀστρική περιφορὰ αὐτῆς εἶναι περίπου 225 (ἀκριβέστερον 224,701) ἡμέραι, ὁ δὲ χρόνος τῆς περὶ τὸν ἄξονα στροφῆς εἶναι ἀβέβαιος. Κατὰ τὸν Schiaparelli καὶ οὗτος εἶναι 225 ἡμέραι, κατ' ἄλλους δὲ ὁ χρόνος οὗτος εἶναι περίπου 24 ὥραι.

Ἡ Ἀφροδίτη περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαιρας παχύτερας τῆς ἡμετέρας, στερεῖται δὲ δορυφόρου.

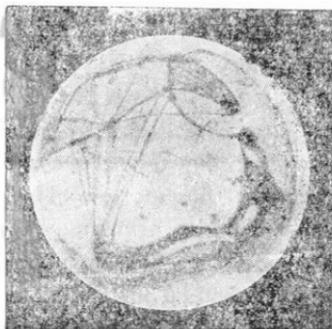
§ 145. **Ἄρης.**— Ὅταν ὁ πλανήτης οὗτος εἶναι ἀρκούντως μεμακρυσμένος τοῦ ἡλίου, λάμπει ἐν τῷ οὐρανῷ ὡς ὠραῖος ὑπέρυθρος ἀστὴρ ἀ' μεγέθους. Ὁ ὄγκος αὐτοῦ ἰσοῦται πρὸς 0,157 τοῦ τῆς Γῆς, ἡ μᾶζα πρὸς 0,108 τῆς γηίνης καὶ ἡ πυκνότης πρὸς 0,69 τῆς πυκνότητος τῆς Γῆς.

Στρέφεται δὲ περὶ τὸν ἥλιον εἰς 686, 98 ἡμέρας καὶ περὶ ἄξονα εἰς 24 ὥρας 37 π 23 δ. Ὁ ἰσημερινός αὐτοῦ σχηματίζει μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς τροχιάς του γωνίαν 24°52'. Ἐκ τούτων ἀγόμεθα εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι ἐπὶ τοῦ Ἄρεως αἱ ἡμέραι εἶναι ἴσαι σχεδὸν πρὸς τὰς ἡμετέρας καὶ αἱ ὥραι τοῦ ἔτους διαδέχονται ἀλλήλας ὡς καὶ

παρ' ἡμῖν, ἀλλ' ἐκάστη τούτων εἶναι μακροτέρα, διότι ἐκεῖ τὸ ἔτος ἔχει 687 περίπου ἡμέρας.

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

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



(Σχ. 102 Ἄρης)

Τὸ περιεργότερον δὲ τῶν ἐπὶ τοῦ Ἄρεως παρατηρουμένων φαινομένων εἶναι αἱ σκοτεινὰ 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 βέβαιοι 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. Κατὰ τινὰς 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 ἐκάστη νυκτὶ ὅλας τὰς φάσεις.

§ 146. **Ζεὺς.**—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. 55 π. 37 δ.) καὶ περὶ τὸν Ἥλιον εἰς 11 ἔτη καὶ 315 ἡμέρας. Ἐνεκα τῆς ταχείας αὐτοῦ περιστροφικῆς κινήσεως ἔχει λιαν αἰσθητὴν καὶ εὐκόλως ὀραμένην διὰ καλοῦ τηλεσκοπίου ἰσημερινὴν ἐξόγκωσιν ἢ

πλάτυναις αὐτοῦ ἰσοῦται πρὸς  $\frac{1}{17}$ .

Ἡ παρατήρησις ἀποδεικνύει ὅτι ὁ Ζεὺς περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαιρας. Διὰ τηλεσκοπίου ἀρκούντως ἰσχυροῦ βλέπομεν ἐπὶ τοῦ δίσκου αὐτοῦ ζώνας ἐναλλὰξ σκοτεινὰς καὶ λαμπρὰς παραλλήλως τῷ ἴσημερινῷ αὐτοῦ διηκούσας. Αἱ ζῶναι αὗται ὀφείλονται πιθανῶς εἰς νέφη περιβάλλοντα τὸν Δία, ἢ, κατ' ἄλλην ὑπόθεσιν, εἰς τὴν κατὰστασιν τῆς μερικῆς αὐτοῦ στερεοποιήσεως. Μεγάλαι τινὲς κηλίδες παρατηροῦμεναι ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ὀφείλονται εἰς τὴν αὐτὴν αἰτίαν.

Ἡ ὑπὸ τοῦ Γαλιλαίου ἀνακάλυψις τοῦ τηλεσκοπίου ἐπέτρεψεν αὐτῷ εὐθὺς ἀμέσως νὰ παρατηρήσῃ τοὺς τέσσαρας μεγαλυτέρους 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, ἦν οἱ πολέμοι 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.

**§ 147. Κρόνος.**—Ὁ πλανήτης αὗτος φαίνεται διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ ὡς ἀστὴρ α' μεγέθους. Εἶναι 745 φορές ὀγκωδέστερος τῆς Γῆς, ἔχει μᾶζαν 95 φορές μείζονα τῆς γῆνης καὶ πύκνότητα ἴσην πρὸς 0,13 τῆς γῆνης.

Στρέφεται δὲ περὶ τὸν Ἥλιον εἰς 29 ἔτη καὶ 167 ἡμέρας περιόρου καὶ περὶ ἄξονα εἰς 10 ὥρας 14 π καὶ 24 δ Ἡ πλάτυνσις αὐτοῦ εἶναι μᾶλλον τῆς τοῦ Διὸς αἰσθητὴ ἰσομένη πρὸς  $\frac{1}{9}$ .

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

Ὁ Κρόνος περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαιρας, ἐφ' ἧς ἡ φασματοσκοπικὴ ἀνάλυσις κατέδειξε τὴν παρουσίαν ὕδρατων.

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

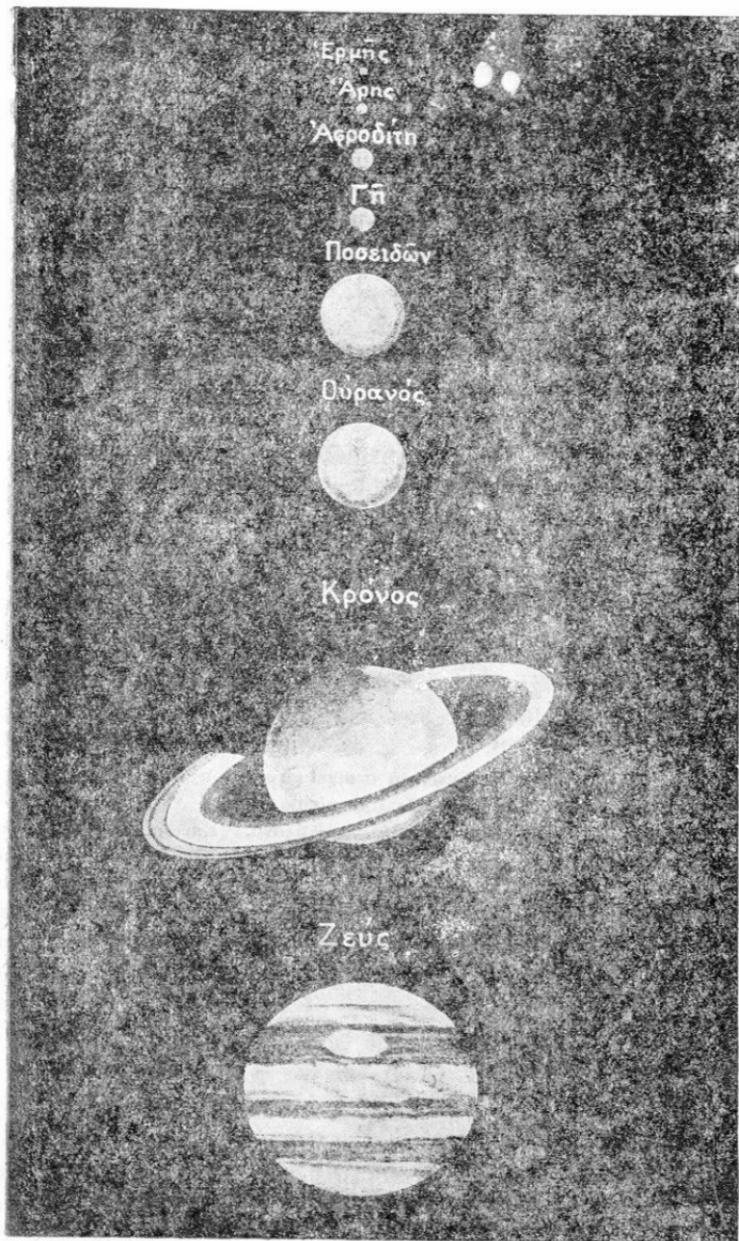
Ἴδιον τοῦ Κρόνου χαρακτηριστικὸν εἶναι λεπτὸς καὶ πλατὺς δακτύλιος, ὅστις περιβάλλει χωρὶς νὰ ἐγγίξῃ αὐτόν. Ὁ Γαλιλαῖος, ὅστις παρατήρησεν αὐτόν τὸ πρῶτον κατὰ τὸ 1610, ἐπίστευσεν ὅτι ὁ πλανήτης οὗτος ἦτο τριπλοῦς. Διότι κατὰ τὴν ἐποχὴν ἐκείνην ἔβλεπεν

αὐτὸν ὡς συνοδευόμενον ὑπὸ δύο λαβῶν ἐκ διαμέτρου ἀντικειμένων. Ὁ Huyghens (1650) κατέδειξε τὴν ὑπαρξιν 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 δάκτυλοι οὗτοι ἀποτελοῦνται ἐκ πλήθους μικρῶν δορυφόρων ἐγγύτατα ἀλλήλων κειμένων.

**§ 148. 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 ἐπὶ τινὰ ἔτη ἀνεγνώρισεν ὅτι ἦτο νέος πλανήτης. Οὗτος λάμπει ὡς ἀστὴρ βου μεγέθους καὶ κατ' ἀκολουθίαν ὑπὸ εὐνοϊκᾶς συνθήκας εἶναι ὄρατός καὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Ἔχει ὄγκον 63 φορὰς μείζονα τοῦ γηίνου, μᾶζαν 14,6 φορὰς μείζονα τῆς γῆνης καὶ πυκνότητα 0,23 τῆς γῆνης· 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' ἀκο-

λουθίαν οὗτος στρέφεται ταχύτατα περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ. Δὲν κατορθώθη ὅμως εἰσέτι νὰ ὑπολογισθῇ ὁ χρόνος τῆς τοιαύτης 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.

**§ 149. Ποσειδῶν.**—Ὁ πλανήτης οὗτος 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 ἡμέρας. Ἡ ἀνακάλυψις τοῦ Ποσειδῶνος (1846) ὀφειλομένη εἰς τὸν Γάλλον ἀστρονόμον Le Verrier συνεκίνησε μέγਾਲως τὸν ἐπιστημονικὸν κόσμον, διότι ἀποτελεῖ τὸν μεγαλύτερον τῶν θριάμβων τῶν θεωριῶν τῆς ἀστρονομίας, ἥτις δικαίως θεωρεῖται ἡ ἀκριβεστέρα καὶ θετικωτέρα τῶν ἐπιστημῶν. Ἴδου δὲ ἐν συνόψει πῶς ἐγένετο ἡ ἀνακάλυψις αὕτη. Εἴπομεν (§ 131) ὅτι οἱ πλανῆται γράφουσιν ἑλλείψεις,



(Σχ 103). Σχετικά μεγέθη τῶν μεγάλων πλανητῶν.

ἐκάστης τῶν ὁποίων ὁ ἥλιος κατέχει τὴν μίαν τῶν ἐστιῶν. Τοῦτο θὰ ἦτο τελείως ἀληθές, ἂν οἱ πλανῆται ὑπέκειντο εἰς μόνην τὴν ἔλξιν τοῦ Ἡλίου.

Ἄλλ' ἔνεκα τῶν ἀμοιβαίων τῶν πλανητῶν ἔλξων ἢ τροχιά ἐκάστου ἀπομακρύνεται κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἦτον τῆς θεωρητικῆς ἑλλείψεως. Ἐν τούτοις οἱ ἀστρονόμοι λαμβάνοντες ὑπ' ὄψιν τὰς ἀμοιβαίας ταύτας τῶν πλανητῶν ἔλξεις (παρέλξεις) δύνανται νὰ προσδιορίζωσι μετὰ μεγάλης προσεγγίσεως τὰς ἀνωμάλους τροχιάς τῶν πλανητῶν. Ἀπὸ τῆς ἀνακαλύψεως ὅμως τοῦ Οὐρανοῦ εἶχον παρατηρηθεῖσαι ἐν τῇ τροχίᾳ αὐτοῦ ἀνωμαλίας, αἵτινες δὲν ἐξηγοῦντο ἐπαρκῶς διὰ τῆς ἔλξεως τῶν λοιπῶν γνωστῶν πλανητῶν ἐπ' αὐτοῦ. Ὁ Le Verrier τότε ἐσκέφθη ὅτι αἱ ἀνωμαλῖαι αὗται πιθανῶς ὀφείλονται εἰς ἔλξιν 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 Calle ἄμα τῇ λήψει ἐπιστολῆς τοῦ Le Verrier ἤρχισε νὰ ἐξετάζῃ τὸ ὑποδειχθὲν μέρος τοῦ οὐρανοῦ καὶ εὐθὺς παρατήρησε τὸν νέον πλανήτην (ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Αἰγόκερω).

Ὁ Ποσειδῶν ἔχει ἓνα δορυφόρον παρατηρηθέντα ὑπὸ τοῦ Lassel τὸ ἔτος 1846, ὅστις στρέφεται περὶ τὸν Ποσειδῶνα εἰς 5 ἡμ. 21 ὥρ. 2 π. καὶ 38 δ.

**Σημ. α'.** Τὰ μέχρι τοῦδε γνωστὰ στοιχεῖα τοῦ νέου πλανήτου Πλούτωνος ἀναγράφονται εἰς τὸν ἐν σελίδι 156 πίνακα.

**Σημ. β'.** Οἱ πλανῆται στρέφονται περὶ ἄξονα. Ἐπειδὴ δὲ οὐδεὶς λόγος συντρέχει, ὅπως ἡ Γῆ, ἥτις εἶναι καὶ αὕτη πλανήτης, ἀποτελεῖ ἐξαιρέσειν, συμπεραίνομεν κατ' ἀναλογίαν ὅτι καὶ ἡ Γῆ στρέφεται περὶ ἄξονα. Ἐχομεν δηλ. οὗτο μίαν ἔμμεσον ἀπόδειξιν τῆς περὶ ἄξονα στροφῆς τῆς Γῆς.

**§ 150. Ζωδιακὸν φῶς.**—Περὶ τὴν ἑαρινὴν συνήθως ἰσημερίαν παρατηρεῖται ἐν Εὐρώπῃ ὑπὸ εὐμενεῖς ἀτμοσφαιρικοὺς ὄρους πρὸς δυσμὸς καὶ συγχρόνως μετὰ τῶν ἀστέρων 4ου μεγέθους, ἀμυδρὸν φῶς, ἕπερ ἐπὶ τοῦ ζωδιακοῦ ἐκτεινόμενον καλεῖται **ζωδιακὸν φῶς**. Ὅταν τὸ ζωδιακὸν φῶς εἶναι εὐδιάκριτον, ἀναγνωρίζομεν ὅτι τὸ σχῆμα αὐτοῦ εἶναι μέρος ἐπιμήκου ἐλλείψεως, ἧς τὸ κέντρον κατέχεται ὑπὸ τοῦ δύσαντος Ἡλίου (Σχ. 104). Τὸ ὁρατὸν ἄκρον τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς ἑλλείψεως ταύτης, καλεῖται **κορυφή** τοῦ **ζωδιακοῦ φωτός** καὶ τὸ ὕψος αὐτοῦ δύναται νὰ φθάσῃ ἐνίοτε μέχρις 100°. Τὸ πλάτος τῆς ἑλλείψεως ταύ-

της εἰς τὸν ὀρίζοντα εἶναι  $20^{\circ}$  ἕως  $30^{\circ}$ . Τὸ ζφδιακὸν φῶς βυθίζεται βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον εἰς τὸν ὀρίζοντα, ἔφ' ὅσον ὁ ἥλιος κατέρχεται ὑπ' αὐτὸν καὶ τέλος ἐξαφανίζεται.

Τὸ φῶς τοῦτο εἶναι ὄρατὸν παρ' ἡμῖν καὶ ἐν τῇ λοιπῇ Εὐρώπῃ καὶ πρὸς ἀνατολὰς πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ ἥλιου περὶ τὴν φθινοπωρινὴν συνήθως ἰσημερίαν ἐξαφανιζόμενον συγχρόνως μετὰ τῶν ἀστέρων 4ου μεγέθους. Ἐκ τῶν τόπων τῆς διακεκαυμένης ζώνης τὸ ζφδιακὸν φῶς εἶναι ὄρατὸν 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 ἑλλείψεων, καὶ ἀποτελούντων οὕτως ἐν τῷ συνόλω λεπτὸν φακὸν ἐκτεινόμενον μέχρι τῆς τροχιάς τοῦ Ἄρεως.



(Σχ. 104)

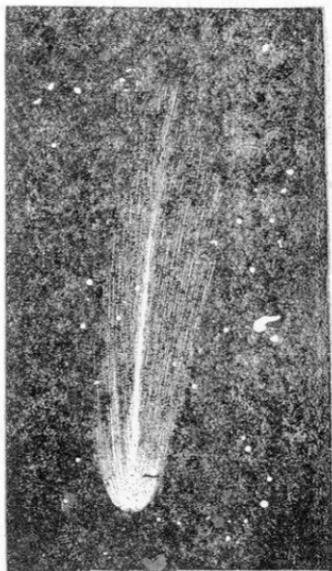
## ΙΙ ΔΕΞΑΝΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Όνομα πλανήτου	Απόστασις από Ήλιου		Λογική περιφορά	Χρόνος στροφής περι άξονα	Κλίσις της τροχιάς προς την έκλειστ.	Διάμετρος εις γηίας διαμέ- τρους	Όγκος εις γηί- λους όγκους	Μάζα εις γηί- νας μάζας	Πυκνότης εις γηίας	Βάρη εις γη- ίας επί της έκτα- σεως εις 0 <sup>ο</sup>	Κλίσις του ίση- μενου άξονος προς τον έπιτο- πον της τροχιάς
	Εις άποστά- σις της Γης από του Ήλιου	Εις έκτα- σεις των Γης από του Ήλιου									
1. ΕΡΜΗΣ	0,3871	58	μ. ήλ. ήμ. 87,969	23 ώρ. 56π 46	7° 0'	0,37	0,050	0,056	1,1	0,41	23° 27'
2. ΑΦΡΟΔΙΤΗ	0,7233	108	224,701	24 ώρ. 37π 23	3° 24'	0,966	0,90	0,817	0,91	0,88	24° 52'
3. ΓΗ	1,0000	149,5	365,256	9 ώρ. 50π 30δ	0° 0'	1	1	1	1	1	3° 4'
4. ΑΡΗΣ	1,5237	228	686,98	10 ώρ. 14π 24δ	1° 51'	0,54	0,157	0,108	0,69	0,37	26° 49'
5. ΖΕΥΣ	5,2026	778	έτη ήμ. 11 315	10 ώρ. 42π	1° 19'	11,14	1295	318,36	0,25	2,53	98°
6. ΚΡΟΝΟΣ	8,5547	1428	29 167	7 ώρ. 50π	2° 30'	9,4	745	95,22	0,13	1,06	122°
7. ΟΥΡΑΝΟΣ	19,2181	2873	84 7	—	0° 46'	4,0	63	14,58	0,23	0,92	—
8. ΠΟΣΕΙΔΩΝ	30,1096	4501	164 280	—	1° 47'	4,3	78	17,26	0,22	0,95	—
9. ΠΛΟΥΤΩΝ	41,3	8350	288	—	17° 21'	—	—	—	—	—	—

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ΄.

### ΚΟΜΗΤΑΙ

§ 151. — **Σχήμα τῶν κομητῶν.** — **Σύστασις αὐτῶν.** — Οἱ κομήται, ὧν ἡ ἐμφάνισις ἐπὶ μακρὸν ὑπῆρξεν αἰτία τρόμου διὰ τὴν ἀνθρωπότητα, εἶναι νεφελώδη ἄστρα, ὧν τινα κινουῦνται περὶ τὸν ἥλιον. Γενικῶς ἕκαστος κομήτης ἀποτελεῖται ἐκ τῶν ἀκολουθῶν τριῶν μερῶν. 1ον. Ἐκ τοῦ **πυρῆνος**, ὅστις εἶναι τὸ πυκνότερον καὶ λαμπρότερον μέρος τοῦ κομήτου, 2ον ἐκ τῆς **κόμης**, ἣτις εἶναι εἶδος νεφέλης περιβαλλούσης τὸν πυρῆνα καὶ 3ον ἐκ τῆς **οὐράς**, ἣτις εἶναι ἐπιμήκης προέκτασις τῆς κόμης τοῦ κομήτου (Σχ. 105). Ὁ πυρῆν καὶ ἡ κόμη ἀποτελοῦσι τὴν **κεφαλὴν** τοῦ κομήτου. Ἄλλ' ἡ μορφή ἑκάστου κομήτου μεταβάλλεται μετὰ τῆς θέσεως αὐτοῦ πρὸς τὸν ἥλιον. Οὕτως, ὅταν οἱ κομήται εὐρίσκωνται μακρὰν τοῦ ἥλιου, φαίνονται γενικῶς ὡς ἀμυδροὶ νεφελώδεις ἀστέρες στρογγύλοι τὸ σχῆμα· ἐφ' ὅσον δὲ πλησιάζουσι πρὸς τὸν ἥλιον γίνονται λαμπρότεροι, ἐν ᾧ τὸ σχῆμα αὐτῶν ἀλλοιοῦται σχηματιζομένης καὶ βαθμηδὸν ἐπιμηκνυομένης τῆς οὐράς αὐτῶν κατὰ τὴν ἐκ τοῦ ἥλιου πρὸς τὸν πυρῆνα τοῦ κομήτου φοράν. Ἀφ' ἑτέρου δὲ ἡ μορφή τῶν κομητῶν δὲν εἶναι δι' ὅλους ἡ αὐτή. Οὕτω τινὲς τούτων δὲν ἔχουσιν οὐράν, ἄλλοι ἔχουσι περισσοτέρας, ὡς



(Σχ. 105)

ὁ κομήτης τοῦ 1744, ὅστις εἶχεν ἕξ οὐράς. Οἱ κομήται θεωροῦνται ἀποτελούμενοι ἐκ σμήνους στερεῶν σωματίων λίαν μεμακρυσμένων ἀπ' ἀλλήλων, ὧν ἕκαστον φέρει περίβλημα ἕξ ἀερίων. Ἡ φασματοσκοπικὴ ἀνάλυσις ἀπέδειξεν ὅτι τὰ ἀέρια ταῦτα εἶναι ὑδρογόνον καὶ ἄτμοι ἀνθρακος καὶ διαφόρων μετάλλων ἰδίᾳ δὲ σοδίου

καὶ μαγνησίου, διατελοῦσι δὲ ἐν αὐτοφώτῳ καταστάσει. Ὡστε οἱ κομηῆται πλὴν τοῦ φωτός, ὅπερ δέχονται παρὰ τοῦ Ἥλιου, ἔχουσι καὶ ἴδιον φῶς.

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 τοῦναντίον 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.

**§ 152. Τροχιαὶ τῶν κομητῶν.** — Οἱ κομηῆται εἶναι ὄρατοι κατὰ τὸν ἐλάχιστον σχετικῶς χρόνον, καθ' ὃν εὐρίσκονται πλησίον τοῦ Ἥλιου. Τούτου ἕνεκεν ἦτο δύσκολον νὰ προσδιορισθῇ ἡ φύσις τῶν τροχιῶν αὐτῶν, αἵτινες ἦσαν ἐντελῶς ἄγνωστοι εἰς τοὺς ἀρχαίους. Αὐτὸς ὁ Κέπλερος ἐφρόνει ὅτι ἕκαστος κομηῆτης κινεῖται ἐπ' εὐθείας γραμμῆς. Πρῶτος ὁ Νεύτων ἀνακάλυψε τὴν φύσιν τῶν κομητικῶν τροχιῶν. Μετὰ τὴν ἀνακάλυψιν τοῦ νόμου τῆς παγκοσμίου ἑλξεως, ἤχθη φυσικῶς εἰς τὴν ἰδέαν ὅτι, ὡς οἱ πλανῆται οὕτω καὶ οἱ κομηῆται δεόν νὰ ὑφίστανται τὴν ἐλκτικὴν ἐνέργειαν τοῦ Ἥλιου καὶ κατ' ἀκολουθίαν πρέπει αἱ τροχιαὶ αὐτῶν νὰ εἶναι ἑλλείψεις, ὧν τὴν μίαν τῶν ἐστιῶν κατέχει ὁ Ἥλιος. Τὴν ὑπόθεσιν ταύτην ἠδυνήθη ἐντὸς ὀλίγου νὰ ἐπιβεβαιώσῃ σπουδάζων τὴν κίνησιν κομήτου τινός.

Αἱ ἑλλείψεις αὗται εἶναι λίαν ἐπιμήκεις ἐκτεινόμεναι αἱ πλείσται πέραν τῆς τροχιάς τοῦ Ποσειδῶνος. Διὰ τοὺς πλείστους τῶν ὑπὲρ ὀκτακοσίων ἄχρι τοῦδε παρατηρηθέντων κομητῶν δὲν κατωρθώθη νὰ εὐρεθῇ ἔστω καὶ κατὰ προσέγγισιν τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ἄξονος τῶν τροχιῶν αὐτῶν. Τὸ μῆκος τοῦτο θεωροῦσιν ἄπειρον καὶ κατ' ἀκολουθίαν τῶν τοιούτων κομητῶν ἡ τροχιά εἶναι *παραβολή* (1). Ἡ κλίσις τῶν ἑλλειπτικῶν ἢ παραβολικῶν τροχιῶν τῶν κομητῶν πρὸς τὴν ἐκλειπτικὴν εἶναι διὰ τινος τούτων ἱκανῶς μεγάλη.

ΣΗΜ. Παρατηρήθησαν καὶ τινες κομηῆται, ὧν ἡ τροχιά εἶναι ἑτέρα τις ἀνοικτὴ καμπύλη, ἣτις καλεῖται *ὑπερβολή*.

(1). Εἰς τὰ μαθηματικὰ ἀποδεικνύεται ὅτι ἡ παραβολή εἶναι ἑλλείψις, ἥς τὸ κέντρον ἀφανίζεται εἰς τὸ ἄπειρον. Ὁ δὲ συνήθης ὀρισμὸς τῆς παραβολῆς εἶναι ὁ ἑξῆς. «Παραβολή εἶναι ὁ γεωμ. τόπος τῶν σημείων ἐπιπέδου, ὧν ἕκαστον ἀπέχει ἴσον ἀπὸ ὀρισμένου σημείου καὶ ὀρισμένης εὐθείας».

§ 153. **Περιοδικοὶ κομήται.** — Οἱ κομήται, ὧν αἱ τροχιαὶ εἶναι ἑλλείψεις, ἐπανέρχονται περιοδικῶς πλησίον τοῦ Ἥλιου καὶ τῆς Γῆς καὶ λέγονται διὰ τοῦτο **περιοδικοὶ κομήται.** Οἱ λοιποὶ, ἀφοῦ διέλθωσιν ἅπαξ πλησίον τοῦ Ἥλιου, ἀπομακρύνονται αὐτοῦ ἀδιαλείπτως. Μέχρι σήμερον 21 μόνον κομητῶν ἔχει ὀρισθῆ 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 Biela (1826). Τούτου ἡ περίοδος εἶναι 6,69 ἐτῶν. Κατὰ τὴν ἔτει 1846 ἐφάνισίεν του ἦτο διηρημένος εἰς δύο κομήτας, οἵτινες ἐκινουῖντο ὁ εἰς παρὰ τὸν ἄλλον καὶ ἔβαινον συνεχῶς ἀφιστάμενοι ἀλλήλων. Κατὰ τὸ 1852 ἐφανίσθησαν ἀμφοτέρω ἀρκούντως ἤδη μεμακρυσμένοι κατὰ τὸ 1859 ἔνεκα δυσμενῶν συνθηκῶν δὲν ἦτο ὄρατός, κατὰ δὲ τὸ ἔτος 1866 εἰς μάτην ἀνεμένετο. Ἐκτοτε δὲν ἐπανῆλθε πλέον διαληθεὶς ὡς βραδύτερον θὰ μάθωμεν.

γ'. **Κομήτης τοῦ Halley (1682).**—Τούτου ἡ περίοδος εἶναι 75,02 ἐτῶν. Οὗτος εἶχε παρατηρηθῆ ὑπὸ τοῦ Κεπλέρου κατὰ τὸ ἔτος 1607 καὶ τοῦ Alriani ἐν ἔτει 1531. Μετὰ τὸν ὑπὸ τοῦ Halley



(Σχ. 106).

Φωτογραφία τοῦ κομήτου Halley τὴν 29 Μαΐου 1910

ὑπολογισμὸν τῆς περιόδου αὐτοῦ προανηγέλη ἢ κατὰ Μάρτιον τοῦ 1759 ἐφάνισίεν του, ἥτις καὶ πράγματι συνέβη. Παρατηρήθη ἐπίσης κατὰ τὸ ἔτος 1835 καὶ ἐσχάτως κατὰ τὸν 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 ἢ οὐρὰ αὐτοῦ νὰ εἰσδύσῃ ἐν μέρει ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιράς τῆς Γῆς καὶ νὰ μεταδόσῃ εἰς αὐτὴν τὸ κυανόγονον ἀέριον, οὗ ἡ παρουσία εἰς τὸν πυρῆνα τοῦ κομήτου εἶχεν ἀποκαλυφθῆ ὑπὸ τοῦ φασματοσκοπίου. Οὐδὲν ὁμως φαινόμενον ἐπιστοποίησε τὴν τοιαύτην τῆς οὐρᾶς ἐν τῇ γῆνι ἄτμοσφαιρᾷ εἰσοδόν.

**Ἀσκήσεις :** 111) Εὐρεῖν τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς τροχιάς τοῦ κομήτου τοῦ Halley.

112) Γνωστοῦ ὄντος ὅτι ἡ περιήλιος ἀπόστασις τοῦ κομήτου τοῦ Halley εἶναι τὰ 0,587 τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς γῆινης τροχιάς, νὰ ὑπολογισθῆ ἢ ἀφήλιος αὐτοῦ ἀπόστασις.

113) Γνωστοῦ ὄντος ὅτι τοῦ κομήτου τοῦ Encke ἡ μὲν ἀφήλιος ἀπόστασις εἶναι 4,0935 ἢ δὲ περιήλιος 0,3383 τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς γῆινης τροχιάς, νὰ ὑπολογισθῆ τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς τροχιάς τοῦ κομήτου τούτου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

### ΜΕΤΕΩΡΑ

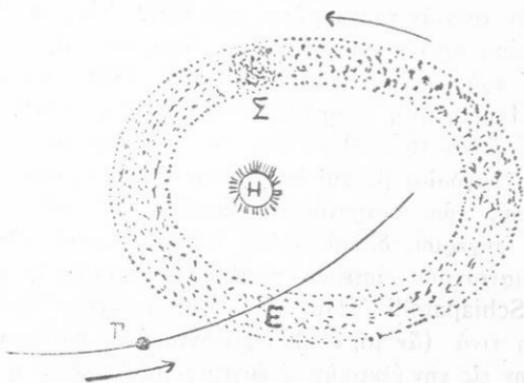
§ 154. **Διάττοντες ἀστέρες.** — Καλοῦμεν διάττοντας ἀστέρας φωτεινὰ σώματα, ἅτινα ὑπὸ φωτεινῆς κατὰ τὸ πλεῖστον παρακολουθούμενα οὐρᾶς αἰφνιδίως ἐμφανίζονται τὴν νύκτα ἐν τῷ οὐρανῷ καὶ μετὰ ταχυτάτην καὶ ἐπ' ἐλάχιστον χρόνον διαρκοῦσαν κίνησιν ἐξαφανίζονται.

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 ἀτμοσφαιράς ἡμῶν, ὑπερθερμαίνονται ἔνεκα τῆς τριβῆς καὶ φωτοβολοῦσι, μέχρις οὗ πᾶσα ἡ ὕλη αὐτῶν κατακαῖ.

§ 155. **Βροχαὶ διαττόντων ἀστέρων.** — Εἶναι εὐκόλον νὰ παρατηρήσωμεν ὅτι κατὰ τινες 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 **σμήνος** διαττόντων ἀστέρων. Οὕτω κατὰ τὰς ἀρχὰς Ν)βρίου, τὸς ἀρχὰς Αὐγούστου καὶ κατὰ τὰς ἀρχὰς Ἀπριλίου παρατηρεῖται ἀσυνήθης ἀριθμὸς

διαττόντων ἀστέρων. Οἱ οὕτω συγχρόνως πλίπτοντες διαττόντες παρετηρήθη ὅτι φαίνονται ἐκπεμπόμενοι ἐξ ὀρισμένου σημείου τοῦ οὐρανοῦ, ὅπερ καλεῖται **ἀκτινοβόλον σημείον**. Οὕτως οἱ διαττόντες τοῦ Αὐγούστου ἔχουσι τὸ ἀκτινοβόλον σημείον ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Περσέως καὶ καλοῦνται **Περσεΐδαι**, οἱ τῶν ἀρχῶν τοῦ Ν)βρίου ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Λέοντος καὶ καλοῦνται **Λεοντίδαι**, οἱ τοῦ Ἀπριλίου ἐν τῷ τῆς Λύρας καὶ καλοῦνται **Λυγίδαι** κτλ.

Ἐπισημασθέντες οἱ ἀριθμοὶ τῶν διαττόντων ἀστέρων τῶν ἀπ' ἐκάστου ἀκτινοβόλου σημείου ἐκπεμπομένων μεταβάλλεται ὑπὸ ἔτους εἰς ἔτος. Διὰ



(Σχ. 107)

τὰ πλεῖστα τούτων βροχαὶ πολυπληθῶν διαττόντων ἀστέρων ἀναπαράγονται περιοδικῶς. Πρὸς ἐξήγησιν τῶν φαινομένων τούτων παραδέχονται ὅτι περὶ τὸν ἥλιον κινουῦνται ἀόρατα σωματῖα ἐπὶ διαφόρων παραβολικῶν ἢ ἐλλειπτικῶν δακτυλίων, ἐφ' ὧν ὁμοίως ἢ ἀνομοίως εἰσι διακεχυμένα. Τινὲς δὲ τῶν δακτυλίων τούτων τέμνονται ὑπὸ τῆς γῆτινς τροχιάς, ὡς π.χ. παρὰ τὸ σημεῖον Ε (Σχ. 107), καὶ ὅταν ἡ Γῆ διέλθῃ διὰ τοιαύτης τινὸς τροχιάς, συμβαίνει βροχὴ διαττόντων ἀστέρων, ἣτις θέλει ἐπαναλαμβάνεσθαι κατ' ἔτος τὴν αὐτὴν ἐποχὴν, ἐφ' ὅσον ὑπάρχουσιν ἐτι ἐπὶ τοῦ δακτυλίου τοιαῦτα σωματῖα. Ἐὰν δὲ ὁ δακτύλιος εἶναι ἐλλειπτικῶς (Σχ. 107) καὶ ἡ διανομὴ τῶν σωματίων δὲν εἶναι ὁμαλὴ, ἀλλ' ὑπάρχῃ πολυπληθεστέρα ὁμάς Σ, θέλει συμβῆ βροχὴ πολυπληθῶν διαττόντων ἀστέρων κατὰ τὴν ταυτόχρονον διάβασιν διὰ τῆς τομῆς Ε τῆς ὁμάδος Σ καὶ τῆς Γῆς. Ἡ ραγδαία αὕτη βροχὴ θέλει ἐπαναλαμβάνεσθαι περιοδικῶς ἀνὰ ἴσα χρονικὰ διαστήματα

ἐξαριτώμενα ἐκ τῆς ἀστρικῆς τῆς ὁμάδος περιφορᾶς καὶ τῆς ἐτησίας κινήσεως τῆς Γῆς, μέχρι τελείας τῆς ὁμάδος ἐξαντλήσεως.

§ 156. **Καταγωγή διαττόντων ἀστέρων.** — Ὁ ἀστρονόμος Schiaparelli παρατηρήσας τὴν περίοδον τῶν 33,25 ἔτων, ἅτινα ἐχώριζον τὰς πολυπληθεστάτας βροχὰς τῶν Λεοντιδῶν κατὰ τὰ ἔτη 1799, 1833 καὶ 1866 ὑπόπτευσεν ὅτι τὰ σμήνη τῶν διαττόντων ἀστέρων καὶ οἱ κομήται ἔχουσι κοινὴν τὴν καταγωγήν. Καὶ ἀπὸ τῆς ὑποθέσεως ταύτης ἀναχωρῶν ὑπελόγησε κατὰ τὸ 1866 τὰ στοιχεία τῆς τροχιάς τῶν Περσειδῶν καὶ ἀνεγνώρισεν ἐν αὐτῇ τὴν τροχίαν τοῦ κομήτου τοῦ 1862. Ὀλίγον βραδύτερον ἀνεῦρε πλήρη σχεδὸν ταυτότητα τῶν στοιχείων τῆς τροχιάς τῶν Λεοντιδῶν πρὸς τὰ τῆς τροχιάς τοῦ κατὰ 1866 παρατηρηθέντος κομήτου. Παρατηρήθη ἐπίσης ὅτι κατὰ τὰ ἔτη 1872, 1878 καὶ 1885, καθ' ἃ ἔδει (§ 153) νὰ ἐμφανισθῇ ὁ κομήτης τοῦ Βιέλα, συνέβησαν ραγδαῖα βροχαὶ διαττόντων ἀστέρων, οἵτινες κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τῶν ἀστρονόμων ἐκινοῦντο ἐπὶ τῆς τροχιάς τοῦ Βιέλα. Ἡ σύγκρισις δὲ ἐπὶ πλέον τοῦ φάσματος τῶν κομητῶν καὶ τῶν διαττόντων ἀστέρων παρέχει νέαν ἀποδείξιν τῆς ὑποθέσεως τοῦ Schiaparelli. Ὡστε 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.

§ 157. **Βολίδες. — Ἀερόλιθοι.** — Ἐνίοτε αἰφνιδίως βλέπομεν ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιρας ἡμῶν λαμπρὸν συνήθως σφαιρικὸν σῶμα, ὅπερ παρακολουθεῖται ὑπὸ φωτεινῆς οὐρᾶς καὶ συνήθως ἐκρήγνυται μετὰ ἰσχυροῦ κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον κρότου. Τὸ σῶμα τούτου καλεῖται **βολίς**. Ὡς οἱ διὰττοντες ἀστέρες, οὕτω καὶ αἱ βολίδες προέρχονται ἐκ σωματίων μεγαλυτέρων διαστάσεων, ἅτινα περιφέρονται περὶ τὸν Ἡλίον καὶ εἰσδύοντα ἐντὸς τῆς γήινης ἀτμοσφαιρας μετὰ μεγάλης ταχύτητος ὑπερθερμαίνονται καὶ φωτοβολοῦσι.

Αἱ βολίδες ἢ καὶ τὰ θραύσματα βολίδων, ἅτινα φθάνουσι μέχρι τῆς Γῆς, καλοῦνται **αερόλιθοι**. Οἱ αερόλιθοι συνίστανται κατὰ τὸ πλεῖστον ἐκ σιδήρου, νικελίου, μαγνησίου, πυριτίου καὶ ἄλλων στοιχείων ἐκ τῶν συνιστῶντων τὰ πετρώματα τῆς Γῆς.

# BIBLION ΣΤ .

## ΑΠΛΑΝΕΙΣ ΑΣΤΕΡΕΣ ΚΑΙ ΝΕΦΕΛΩΜΑΤΑ

§ 158. Χρῶμα τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.— Οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες δὲν ἔχουσι πάντες τὸ αὐτὸ χρῶμα. Οἱ πλεῖστοι τούτων εἶναι λευκοί, ἄλλοι εἶναι κίτρινοι καὶ τινες ἐρυθροί. Λευκοὶ π. χ. εἶναι οἱ Βέγας, Σείριος, Βασιλίσκος, Κάστωρ, Στάχυς· κίτρινοι ὁ πολικός, Ἄλταϊρ, αἶξ κ. ἄ. καὶ ἐρυθροὶ ὁ Ἄρκτουρος, Ἀντάρης, Βέτελγευσε, καὶ ὁ τοῦ κήτους. Ἐπὶ 100 ἀστέρων 60 εἶναι λευκοί, 35 κίτρινοι καὶ 5 ἐρυθροί. Τὸ χρῶμα ἀστέρων τινῶν φαίνεται μεταβληθὲν ἀπὸ τῆς ἀρχαιότητος. Οὕτως ὁ Σείριος σημειοῦται ὑπὸ τῶν ἀρχαίων ὡς ὑπέρυθρος, ἐν ᾧ ἤδη εἶναι λευκός· ὁ Πολυδεύκης κίτρινος ἤδη φέρεται ὑπὸ τῶν ἀρχαίων ὡς ὑπέρυθρος.

§ 159. 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 ἐπτὰ χρωμάτων τῆς ἴριδος διακοπτομένων ὑπὸ ῥαβδώσεων (σκοτεινῶν γραμμῶν). Οἱ ἀστέρες ὅθεν οὔτοι ἀποτελοῦνται ἐξ ἀερίων ἐν ὑψίστη 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 ἐκάστου ἀστέρος) σχετικῶς ψυχροτέρων, ἅτινα ἀπορροφῶντα μέρος τῶν δι' αὐτῶν διερχομένων ἀκτίνων ἀπεργάζονται τὰς ραβδώσεις τοῦ φάσματος. Τὸ πλῆθος καὶ εἶδος τῶν ραβδώσεων 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 ἐλαχίστα παρουσιάζον ραβδώσεις. Τέσσαρες τούτων αἱ μᾶλλον ἐντονοὶ ἀντιστοιχοῦσιν εἰς τὸ ὑδρογόνον, αἱ δὲ ἄλλαι λεπτόταται συνήθως δεικνύουσι τὴν παρουσίαν μαγνησίου καὶ σοδίου ἐν τοῖς ἀστροῖς 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 Ἡλιος ἐν τῇ νεανικῇ τῆς ἡλιακῆς του ζωῆς ἡλικίᾳ, ὅστις κατ' ἀκολουθίαν πολλοὺς ἀκόμη αἰῶνας θέλει διατηρήσει τήν, ἣν ἤδη κέκτηται, ἔντασιν φωτὸς καὶ θερμότητος.

β'. **Φάσμα κιτρίνων ἀστέρων** (ὡς ὁ ἡμέτερος Ἡλιος) — Ἐν τῷ φάσματι τῶν κιτρίνων ἀστέρων παρουσιάζονται πολυάριθμοι καὶ εὐδιάκριτοι μεταλλικαὶ ραβδώσεις, ἐν ᾧ αἱ τοῦ ὕδρογόνου εὐρίσκονται ἐν ἀναλογίᾳ μικροτέρᾳ ἢ εἰς τοὺς λευκοὺς ἀστέρας. Κατὰ τὸν Janssen ἕκαστος τούτων εἶναι Ἡλιος ἰσχυρᾶς 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 συνεχονται σκοτεινὰ ταινία, αἵτινες βαθμιαίως μειοῦνται πρὸς τὸ ἐρυθρὸν τοῦ φάσματος. Αἱ κυριώτεραι τῶν ραβδώσεων ἀντιστοιχοῦσι πρὸς τὸ σόδιον, μαγνήσιον καὶ σίδηρον, αἱ δὲ τοῦ ὕδρογόνου ἐλλείπουσι συνήθως. Αἱ σκοτεινὰ ταινία ἀποδεικνύουσι τὴν ὑπαρξιν ἀτμοσφαιρας παχείας καὶ σχετικῶς ψυχρᾶς καὶ τὴν παρουσίαν συνθέτων σωμάτων π. χ. ἐνώσεων τοῦ ἀνθρακος ὀξυγόνου ἢ ὕδρογόνου. Ἐκαστος τούτων εἶναι Ἡλιος διανύων ἤδη τὸ τελευταῖον στάδιον τῆς ἡλιακῆς αὐτοῦ ζωῆς.

**§ 160. Παροδικοὶ ἀστέρες.** — Καλοῦνται παροδικοὶ (νέοι) ἀστέρες ἐκεῖνοι, οἵτινες αἰφνηδῶς ἀναφαίνονται ἐν τῷ οὐρανῷ καὶ μεγίστην τινὰ λαμβάνοντες λαμπρότητα ἐξαφανίζονται μετὰ τινα χρόνον κατὰ τὸ μάλλον ἢ ἥττον μέγαν συνήθως διὰ παντός. Οἱ τοιοῦτοι ἀστέρες εἶναι ἀρκετὰ σπάνιοι ἀπὸ τοῦ Ἰπάρχου (2ος αἰὼν π. χ.) ἔχουσι παρατηρηθῆ 30 περίπου τοιοῦτοι. Ὁ α' τούτων παρετηρήθη κατὰ τὸ ἔτος 134 π. Χ. (κατ' ἄλλους 125 π. Χ.) ὑπὸ τοῦ Ἰπάρχου. Ἡ ἐμφάνισις αὐτοῦ ἔδωκεν ἀφορμὴν εἰς τὸν Ἰππαρχον νὰ συντάξῃ τὸν πρῶτον συστηματικὸν κατάλογον ἀστέρων. Ἐτεροὶ ἀξιωμανημόνεντοι παροδικοὶ ἀστέρες εἶναι οἱ ἀκόλουθοι.

**Ὁ ἀστήρ τοῦ Tycho-Brahe.** 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 ὄρατος καὶ ἐν πλήρει μεσημβρίᾳ. Εἶτα ἡ λαμ-

πρώτης αὐτοῦ ἡλαττοῦτο 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 προεκάλεσεν εἰς τὰς λαϊκὰς τάξεις μεγίστην συγκίνησιν, καθ' ὅσον διεπίδητο ὅτι ὁ ἀσὴρ οὗτος ἦτο αὐτὸς ὁ ὀδηγῆσας τοὺς μάγους εἰς τὴν Βηθλεὲμ καὶ ὅτι ἡ ἐκ νέου ἐμφάνισις του ἦν προάγγελος τῆς δευτέρας τοῦ Θεανθρώπου παρουσίας.

Ὁ κατὰ τὸ ἔτος 1892 ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Ἡνιόχου παρατηρηθεὶς. Οὗτος ἐνεφανίσθη ὡς ἀσὴρ τοῦ 4ου μεγέθους, εἶτα δὲ ἐφάνη ἐντελῶς σβεσθεὶς. Μετὰ ἕξ ὅμως μῆνας ἐνεφανίσθη ὡς ἀσὴρ 9ου μεγέθους, ὅπερ διατηρεῖ ἔκτοτε. Τὸ φάσμα τούτου δεικνύει ὅτι πρόκειται περὶ νεφελοειδοῦς ἀστέρος.

Ὁ ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Περσέως κατὰ τὸ 1901 ὡς ἀσὴρ 2ου μεγέθους παρουσιασθεὶς. Ἐντὸς ἡμερῶν τινων κατέστη 1ου μεγέθους, εἶτα ἡ λαμπρότης του ἡλαττοῦτο βαθμιαίως καὶ κατέστη ἀσὴρ 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 Ἀειτοῦ καὶ καὶ πλησίον τοῦ θ τοῦ ὄφως ἐφανισθεὶς. Οὗτος παρατηρήθη 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 Ἀλταίρ, μετ' ὀλίγας δὲ ἡμέρας (9 Ἰουνίου) αὐτὴ ἀξανομένη ἐξισώθη πρὸς τὴν τοῦ Βέγα. Εἶτα ἡ λαμπρότης αὐτοῦ ἔβαινε μειομένη (πλὴν μικρῶν τινων καὶ ἀνωμάλων διαλείψεων) καὶ κατὰ Νοέμβριον τοῦ 1918 κατέστη 6ου μεγέθους, κατὰ δὲ Μάϊον τοῦ 1910 κατέστη ἀμυδροτέρως ἔτι 7ου μεγέθους.

Ὁ κατ' Αὐγούστον (20) τοῦ 1920 ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Κύνου ἐφανισθεὶς. Οὗτος παρατηρήθη τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Ἁγγλοῦ ἀστρονόμου W. F. Denning καὶ ἐξετιμήθη ὡς ἀσὴρ 3ου μεγέθους περίπου.

Μετὰ 4 ἡμέρας τῆς λαμπρότητος αὐτοῦ ἀξηθείσης, κατέστη ἀσὴρ 2ου μεγέθους, μεθ' ὃ ἡ λαμπρότης του ἔβαινε ἔλαττουμένη καὶ περὶ τὴν 20 Σεπτεμβρίου, ἤτοι μετὰ ἓνα μῆνα ἀπὸ τῆς ἐφανίσσεως ἔγινε 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 ἐμφάνις. Πιθανὸν νὰ προέρχωνται ἐκ συγκρούσεως δύο ἀστέρων ἢ ἐκ συναντήσεως νεφελώδους μάζης μετὰ σκοτεινοῦ ἢ μὴ σώματος κατ' ἀκολουθίαν τῆς ὁποίας μεγάλη θερμότης καὶ φῶς ἀναπτύσσεται.

ΣΗΜ. Ὁ Faye φρονεῖ ὅτι 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 κεκμημένα θερμοκρασίαν καὶ μεγάλην φωταύγειαν ἀνέρονται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν.

§ 161. Ἀστέρες περιοδικοί. — Καλοῦνται *περιοδικοί ἀστέρες* ἐκεῖνοι, ὧν ἡ λαμπρότης μεταβάλλεται περιοδικῶς. Τούτων μᾶλλον ἀξιοσημείωτοι εἶναι οἱ ἀκόλουθοι δύο.

α') Ὁ *ἀστήρ ο τοῦ κήτους δ καὶ θανμάσιος* ἐπικαλούμενος ἕνεκα τῆς περιοδικῆς μεταβολῆς τῆς λαμπρότητος αὐτοῦ. Ἡ λαμπρότης τούτου βαίνει ἐπὶ τρεῖς μῆνας βαθμιαίως ἀξανομένη, μέχρις οὗ ὁ ἀστήρ καταστῆ 2ου μεγέθους· εἶτα ἐλαττοῦται ὁμοίως ἐπὶ ἐτέρους τρεῖς μῆνας, μετὰ τὴν πάροδον τῶν ὁποίων ἡ λαμπρότης αὐτοῦ γίνεται ἐλαχίστη (12ου μεγέθους). Τὴν ἐλαχίστην ταύτην λαμπρότητα διατηρεῖ ἐπὶ πέντε μῆνας, μεθ' οὗς ἄρχεται πάλιν βαθμιαία αὔξησις αὐτῆς.

Ὡστε ἡ περίοδος αὐτοῦ εἶναι 11 μῆνες· εἶναι δὲ οὗτος κίτρινος κατὰ τὴν μεγίστην λαμπρότητα καὶ ὑπερύθρος 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 καταστῆ ἀστήρ 4ου μεγέθους. Μετὰ πάροδον 8 π περίπου ἡ ἐλαχίστη αὐτοῦ λαμπρότης ἄρχεται βαθμιαίως ἀξανομένη καὶ μετὰ τέσσαρας ὥρας ὁ ἀστήρ καθίσταται πάλιν 2ου μεγέθους. Ἡ περίοδος ὅθεν αὐτοῦ εἶναι 2 ἡμέραι 21 ὥραι 8 π.

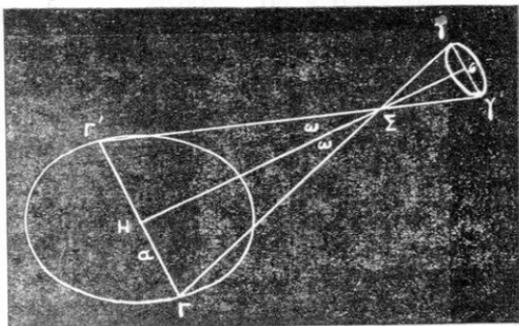
Ἡ ἐξήγησις τῆς μεταβολῆς τῆς λαμπρότητος τῶν περιοδικῶν ἀστέρων στηρίζεται ἐπὶ τῆς φύσεως τῶν φασμάτων αὐτῶν, εἶναι δὲ αὕτη.

α'. Περιοδικῶν τινων ἀστέρων, ὡς ὁ Ἀλγὸλ, 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 ἀστέρων, ὡς ὁ θαναμάσιος, τὸ φάσμα μεταβάλλει ὄψιν, ἢ δὲ μεταβολὴ αὐτὴ φαίνεται ὅτι ὀφείλεται εἰς οὐσιώδεις τῆς καταστάσεως αὐτῶν τροποποιήσεις. Τῷ ὄντι, ἐπὶ τῶν ἀστρῶν 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 εἶ καὶ νεώτερος τούτων, παρουσιάζει ἐλαφροὺς τοῦ εἴδους τούτου κυματισμούς, ὧν ἡ περίοδος εἶναι 11 ἐτῶν.

γ'. Ἀμφότερα τέλος τὰ αἷτια ταῦτα δύνανται συγχρόνως νὰ μεταβάλλωσι τὴν λαμπρότητα ἀστέρος τινός. Τοῦτο φαίνεται συμβαῖνον εἰς τὸν β τῆς Λύρας, ὅστις ἔχει περίοδον 12 ἡμερῶν καὶ 22 ὥρῶν, καθ' ἣν μεταβάλλεται μεταξύ 3ου καὶ 4ου μεγέθους.

§ 162. Ἐτησία παράλλαξις τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.—Ἐστω Η (Σχ. 108) τὸ κέντρον τοῦ Ἥλιου, Σ ἀπλανῆς τις



(Σχ. 108)

ἀστήρ, καὶ ΓΓ' ἢ ἐπὶ τὴν ΣΗ κάθετος διάμετρος τῆς γηίνης τροχιᾶς. Ἡ γωνία ΗΣΓ=ω, ὡφ' ἣν ἐκ τοῦ ἀστέρος Σ φαίνεται ἡ ἄκτις ΗΓ=α τῆς γηίνης τροχιᾶς, καλεῖται *ἐτησία παράλλαξις* τοῦ ἀστέρος τούτου. Τῆς Γῆς μετατιθεμένης ἐπὶ τῆς τροχιᾶς τῆς αἰ ἐν τῷ οὐρανῷ φαινόμενα θέσεις τοῦ Σ μετατίθενται ἐπίσης συνεχῶς ἐπὶ ἐλλείψεως γγ', ἧς ὁ μέγας ἄξων εἶναι παράλληλος τῇ ἐκλειπτικῇ.

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, εὐρίσκεται προφανῶς ἡ ἐτησία παράλλαξις τοῦ ἀστέρος Σ. Ἡ μέτρησις αὕτη εἶναι ἐξόχως λεπτή, κατέστησεν

ὅμως αὐτὴν εὐκολωτέραν καὶ ἀκριβεστέραν ἢ χρῆσις τῆς φωτογραφίας. Ἡ ἐτησία παράλλαξις εἶναι πολὺ μικρά, πάντοτε μικροτέρα τοῦ 1'' τοῦτου ἕνεκα μόλις 100 περίπου ἀπλανῶν κατορθώθη μέχρι σήμερον νὰ ὀρισθῇ ἢ ἐτησία παράλλαξις. Ἐκ τούτων δὲ τὴν μεγίστην παράλλαξιν (0'',75) ἔχει ὁ α τοῦ Κενταύρου.

§ 163. Ἀπόστασις τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων. —

Ἐκ τοῦ ὀρθ. τριγώνου ΣΗΓ (Σχ. 108) προκύπτει ἡ ἰσότης (ΗΓ) = (ΣΓ) ἥμω, ὅθεν (ΣΓ) =  $\frac{(ΗΓ)}{\eta\mu\omega}$  ἢ ἕνεκα τῆς σμικρότητος

$$\tau\eta\varsigma \omega, (\Sigma\Gamma) = \frac{(ΗΓ)}{\omega}.$$

Ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι ω ἐκφράζει τὴν παράλλαξιν τοῦ Σ εἰς ἀκτίνια καὶ δ τὴν αὐτὴν γωνίαν εἰς δευτερόλεπτα μοίρας, ἔπεται ὅτι

$$\frac{\delta}{\omega} = \frac{360 \times 60 \times 60}{2\pi}, \text{κατ'ἀκολουθίαν ἡ προηγουμένη ἰσότης γίνεται}$$

$$(\Sigma\Gamma) = (ΗΓ) \frac{360 \times 60 \times 60}{2\pi\delta} = \frac{206265}{\delta} (ΗΓ) \text{ περίπου. (1)}$$

Διὰ τὸν α τοῦ Κενταύρου, ἡ ἰσότης αὕτη γίνεται :

$$(\Sigma\Gamma) = \frac{206265}{0,75} (ΗΓ) = 275020 (ΗΓ), \text{ ἢτοι οὗτος ἀπέχει ἀφ' ἡμῶν}$$

ἀπόστασιν 275020 φορές μείζονα τῆς ἀφ' ἡμῶν μέσης ἀποστάσεως τοῦ Ἡλίου. Ἐπειδὴ δὲ τὸ φῶς χρειάζεται 500δ, ἵνα ἔλθῃ ἀπὸ τοῦ Ἡλίου, ἔπεται ὅτι ἵνα ἔλθῃ ἀπὸ τοῦ Κενταύρου, χρειάζεται 500δ × 275020 = 4,35 ἔτη περίπου.

Ἡ μέση ἀπόστασις τῆς Γῆς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου λαμβάνεται ὡς μόνος μήκος διὰ τὴν μέτρησιν τῶν μεγάλων ἀποστάσεων καὶ καλεῖται **ἀστρονομικὴ μονάς**.

Διὰ μείζονας ἔτι ἀποστάσεις μεταχειρίζομεθα τὰ **ἔτη φωτός**, ἢτοι πρὸς δῆλωσιν 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 ἐνὸς δευτερολέπτου). Οὕτω καλεῖται ἡ ἀπόστασις, ἀφ' ἧς ἡ ἀκτίς τῆς γηίνης τροχιάς φαίνεται ὑπὸ γωνίαν 1'', ἢτοι ἀπόστασις ἀστέρος ἔχοντος ἐτησίαν παράλλαξιν 1''. Διὰ τοιοῦτον ἀστὲρα ἡ ἰσότης (1) γίνεται (ΣΓ) = 5008 × 206265 = 3,25 ἔτη φωτός. Ὡστε ἑκάστη μονάς Parsec ἀντιστοιχεῖ πρὸς 206265 ἀστρονομικὰς μονάδας ἢ πρὸς 3,25 ἔτη φωτός.

Ὁ ἐπόμενος πίναξ παρέχει τὴν ἐτησίαν παράλλαξιν καὶ τὴν ἀπόστασιν ἀπλανῶν τινῶν ἀστέρων εἰς ἀστρ. μονάδας καὶ ἔτη φωτός.

Ἄστηρ	Παράλ. ἑτησία,	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
Ἄλταϊρ	0'',23	896804	14,2
Βέγας	0'',13	1586654	25
Πολικὸς	0'',07	2946643	46,6

Εὐρίσκονται λοιπὸν οἱ ἀστέρες εἰς λίαν διαφόρους ἀφ' ἡμῶν ἀποστάσεις καὶ εἶναι μεμονωμένοι ἀπ' ἀλλήλων.

Αἱ τεράστιαι καὶ διαφορώταται τῶν ἀστέρων ἀποστάσεις ἀποτελοῦσιν ἔμμεσον ἀπόδειξιν τῆς περὶ ἄξονα στροφῆς τῆς Γῆς. Διότι ἄλλως οὔτοι ἔπρεπε νὰ στρέφονται ἐξ Α πρὸς Δ καὶ ἐντὸς 24 ὥρῶν νὰ συμπληρῇ ἕκαστος πλήρη περιφορὰν. Ἵνα ὅμως συμβαίη τοῦτο πρέπει: α') Οἱ ἀστέρες νὰ ἔχωσιν ὅλοι τὴν αὐτὴν γωνιώδη ταχύτητα, ὅπερ δὲν φαίνεται πιθανόν, ἀφ' οὗ οὔτοι εἶναι ἀπειροπληθεῖς καὶ ἀνεξάρτητοι ἀλλήλων. β') Ἡ ταχύτης πολλῶν ἐξ αὐτῶν νὰ εἶναι τεραστία καὶ ἐλάχιστα ἀληθοφανής· οὕτως ἀστὴρ ἀπέχων ἐν ἔτος φωτός, εἰς γράφῃ τὸν οὐρ. ἰσημερινόν, ὀφείλει νὰ ἔχη ταχύτητα 2000 φορὰς μεγαλυτέραν τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός.

Ἀσκήσεις. 114) Τῆς ἑτησίας παραλλάξεως τοῦ Δαμπαδίου οὐσῆς 0'',10 νὰ εὐρεθῇ ἡ ἀπόστασις αὐτοῦ εἰς ἀστρονομικὰς μονάδας καὶ εἰς ἔτη φωτός.

115) Τῆς ἑτησίας παραλλάξεως τοῦ 61 τοῦ Κύνου οὐσῆς 0'',29 εὐρεῖν τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ εἰς ἀστρονομικὰς μονάδας καὶ εἰς ἔτη φωτός.

§ 164. 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 μικρὰν τινα ἴδιαν 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 Ἥλιου ἐν τῇ τοιαύτῃ αὐτοῦ κινήσει εἶναι περίπου 20 χιλιόμετρα κατὰ δευτερόλεπτον.

§ 165. Διπλοὶ ἀστέρες.— Ἐὰν ἀστὴρ τις δι' ἰσχυροτάτου τηλεσκοπίου χωρίζηται εἰς δύο διακεκριμένους ἀστέρας, καλεῖται *διπλοῦς ἀστὴρ*. Τοιοῦτοι εἶναι ὁ Σείριος, γ τῆς Παρθένου, γ τοῦ Λέοντος, Κάστωρ, 61 τοῦ Κύνου κ. ἄ.

Τοὺς διπλοῦς ἀστέρας διακρίνομεν εἰς *ὀπτικῶς διπλοῦς* καὶ εἰς

**φυσικῶς διπλοῦς.** Οἱ πρῶτοι εὐρίσκονται πράγματι εἰς μεγίστην ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν, φαίνονται δὲ διπλοῖ, διότι κείνται ἐπὶ τῆς



(Σχ. 109)

αὐτῆς περιῖπου ὀπτικῆς ἀκτίνος (Σχ. 109). Οἱ ἄλλοι εἶναι πράγματι πλησίον ἀλλήλων καὶ ὁμοῦ κινουῦνται 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 αὐτοὺς. Οἱ φωτεινοὶ οὗτοι δορυφόροι καλοῦνται **συννοδοί**. 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 συννοδῶν τινῶν ἐκ τῶν διπλῶν ἀστέρων καὶ βραδύτερον ἀπέδειξεν ὅτι ἡ ἰδίᾳ τῶν συννοδῶν τούτων κίνησις γίνεται κατὰ τοὺς δύο πρῶτους νόμους τοῦ Κεπλήρου καὶ ἐπομένως οὗτοι ὑπόκεινται εἰς τὸν νόμον τῆς παγκοσμίου ἑλξέως. Ἡ διάρκεια τῆς περιφορᾶς εἶναι 11 ἔτη διὰ τὸν συννοδὸν τοῦ δ τοῦ Μικροῦ Κυνός, 40 ἔτη διὰ τὸν τοῦ Πρόκυνος, 989 διὰ τὸν τοῦ Κάστορος.

**ΣΗΜ.** Ἀξιοσημείωτον ἐν τῇ ἀστρονομίᾳ γεγονός ἀποτελεῖ ἡ ἀνακάλυψις τοῦ συννοδοῦ τοῦ Σειρίου, διότι αὕτη ἀνηγγέλθη ὑπὸ τοῦ Bessel εἰκοσιν 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. Ἐτεροι 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 μεγεθυντικὸν τινα φακὸν διηύθυνεν αὐτὸν πρὸς τὸν Σείριον καὶ ἀμέσως διέκρινε τὸν συννοδὸν του, ὅστις κατεῖχε τὴν, ἣν προείπον οἱ ἀστρονόμοι, θέσιν.

**§ 166. Πολλαπλοὶ ἀστέρες.**— Ἀστέρες τινὲς ἀκολουθοῦνται ὑπὸ δύο, τριῶν ἢ καὶ περισσοτέρων συννοδῶν. Ὅθεν οὗτοι δι' ἰσχυροῦ ὀρώμενοι τηλεσκοπίου φαίνονται τριπλοῖ, τετραπλοῖ κτλ. ἐν ᾧ εἰς γυμνὸν ὀφθαλμὸν ἐμφανίζονται ἀπλοῖ. Οἱ τοιοῦτοι καλοῦνται γενικῶς **πολλαπλοὶ 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 ἐξ δὲ τούτων ἀστέρων οἱ 4 εἶναι ὄρατοὶ διὰ μετρίου τηλεσκοπίου, οἱ δὲ λοιποὶ δι' ἰσχυροῦ τοιούτου:

§ 167. **Γαλαξίας-Νεφελώματα.**—Ἐν τῷ οὐρανῷ διακρίνομεν κατὰ τὸς αἰθρίας καὶ ἀσελήνους νύκτας μακράν, στενὴν καὶ ὑπόλευκον ταινίαν, ἣτις 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 παρατήρησεν ὅτι ἀποτελεῖται ἐκ πλήθους (ὑπὲρ τὰ εἴκοσιν ἑκατομμύρια) ἀστέρων, οἵτινες ὡς ἐγγύτατα ἀλλήλων προβαλλόμενοι ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας προδίδουσιν αὐτῷ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ ὄρωμένῳ τὴν ὄψιν νέφους ὑπολεύκου.

Κατὰ τὰς ιδέας τοῦ W. Herschel, αἱ αἰ νεώτεραι ἔρουναι τείνουσι νὰ ἐπιβεβαιώσωσιν, ὅ Ἡ Γαλαξίας περιέχει 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 ἰσημερινός**) καὶ δύο πόλους (**Γαλαξιακὸς πόλους**). Κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ Γαλαξιακοῦ ἰσημερινοῦ οἱ ἀστέρες εἶναι πολυάριθμοι καὶ ἐγγύτατα ἀλλήλων προβαλλόμενοι ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας συνιστῶσι τὸν κυρίως Γαλαξίαν, ἐν ᾧ κατὰ διεύθυνσιν παράλληλον τῷ ἄξονι τοῦ φακοῦ τούτου οἱ ἀστέρες εἶναι εὐαριθμότεροι καὶ προβάλλονται μᾶλλον ἀλλήλων κρυφισμένοι.

Πλὴν τοῦ Γαλαξίου ὑπάρχουσιν ἐν τῷ οὐρανῷ καὶ ἄλλα πολλὰ τοιοῦτα 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. 110) κείμενον ἐπίμηκες νεφέλωμα, ὅπερ εἶναι ὄρατον καὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ κατὰ τὰς αἰθρίας καὶ ἀσελήνους νύκτας. Ἐπὶ τοῦ νεφελώματος τούτου ἠδυνήθη τὸ πρῶτον κατὰ τὸ ἔτος 1840 ἀστρονόμος τις νὰ διακρίνη 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 Γαλαξίας, αἱ πλειάδες, τὸ νεφέλωμα τοῦ Ἡρακλέους, τὸ τῆς Ἀνδρομέδας π. χ. εἶναι διαλυτὰ νεφελώματα (**συστροφαι**).

2ον) **Νεφελώματα ἀδιάλυτα.**—Οὕτω καλοῦνται τὰ νεφελώματα, ἅτινα καὶ διὰ τῶν ἰσχυροτάτων ὄρωμενα τηλεσκοπίων φαίνονται ὡς νέφη ὑπόλευκα.

Ἐκ τῶν ἄχρι τοῦδε 12 χιλιάδων περίπου γνωστῶν νεφελωμάτων

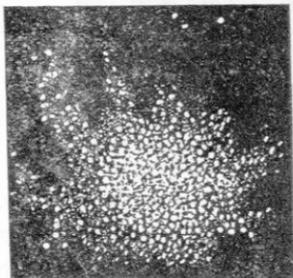
τά 400 ἔχουσι διαλυθῆ. Ὁ W. Herschel, εἰς ὃν ὀφείλεται ἡ ἀνακάλυψις πολλῶν νεφελωμάτων, ἐφρόνει κατ' ἀρχὴς ὅτι ἅπαντα τὰ νεφελώματα τοῦ οὐρανοῦ εἶναι ἀθροίσματα ἀστέρων, ὧν ὁ ἀριθμὸς



(Σχ. 110)

αριθμὸς εἶναι τόσῳ μᾶλλον δύσκολος, ὅσῳ ἐγγύτερον ἀλλήλων κείνται οὗτοι καὶ ὅσῳ ἀπώτερον τῆς Γῆς κείται τὸ νεφέλωμα. Τὴν γνώμην ταύτην ἐνίσχυε τὸ γεγονός, καθ' ὃ μετὰ τῆς προϊούσης τῶν τηλεσκοπίων ἐνισχύσεως ἔβαιναν αὐξανόμενοι καὶ ὁ ἀριθμὸς τῶν

διαλυομένων νεφελωμάτων. Βραδύτερον ὅμως μὴ δυνηθεὶς νὰ διαλύσῃ νεφελώματά τινα παρὰ τὴν μεγάλην τοῦ τηλεσκοπίου τοῦ 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 ἢ φασματοσκοπικῆ τῶν νεφελωμάτων ἐξέτασις. Τῷ ὄντι, δι' αὐτῆς καταδείχθη 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 δευτέρα ἀδιάλυτα ἐκ διαπύρων ἀερίων ἀποτελούμενα.



(Σχ. 111). Νεφέλωμα Ἡρακλέους

Τὸ φάσμα τῶν τελευταίων τούτων περιέχει τρεῖς κοινὰς χαρακτηριστικὰς γραμμάς· τούτων ἡ μὲν, πρασίνη οὐσα, συμπίπτει πρὸς τινὰ τῶν γραμμῶν τοῦ ὕδρογόνου, αἱ δὲ ἄλλα δύο κυαναῖ οὐσαι φαίνονται ἀντιστοιχοῦσαι πρὸς τὰς γραμμάς τοῦ ἄζωτου. Πάντα ὅθεν τὰ ἀδιάλυτα νεφελώματα περιέχουσι τὰ αἶρια ὕδρογόνου καὶ ἄζωτον. Παρατηροῦνται ἐπίσης καὶ ἄλλαι τινὲς γραμμαὶ διάφοροι εἰς τὰ διά-

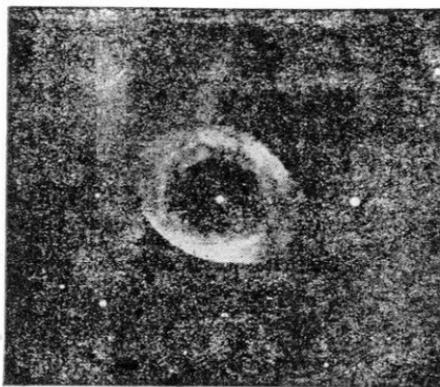
φορα νεφελώματα καὶ εἰς διάφορα ἄλλα αἶρια ἀντιστοιχοῦσαι.

§ 168. Ἐπιπέσεις τοῦ Laplace. Ὁ ἀνθρωπος φύσει ὀρεγόμενος τοῦ εἰδέναι πάντοτε ἐπεξήτησεν οὐ μόνον νὰ γνωρίσῃ τὸν περὶ αὐτὸν κόσμον ἀλλὰ καὶ τὸν τρόπον τοῦ σχηματισμοῦ τοῦ κόσμου τούτου ἐπεχείρησε νὰ ἐξηγήσῃ. Ἐντεῦθεν διάφοροι εἰς διάφορους 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 ἀληθοφανής εἶναι ἡ ὑπὸ τοῦ Laplace ἀναπτυχθεῖσα εἰ καὶ προβάλλονται καὶ κατ' αὐτῆς σπουδαῖαι τινὲς ἀντιρροήσεις.

Κατὰ ταύτην τὸ ἡμέτερον πλανητικὸν σύστημα ἐσχηματίσθη ἐξ ἑνὸς ἀρχικοῦ νεφελώματος διαπύρου, ὅπερ ἐξετείνεται πολὺ πέραν τοῦ Ποσειδῶνος<sup>(1)</sup> καὶ ἐκέκμητο διπλῆν κίνησιν, μεταφορικῆν ἐν τῷ διαστήματι καὶ περιστροφικῆν περὶ ἄξονα διὰ τοῦ κέντρου

(1) Καὶ πέραν τοῦ νέου πλανῆτου Πλούτωνος.

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 ἔλξεως τοῦ κέντρου συνε-



(Σχ. 112).—Δακτυλοειδὲς νεφέλωμα Λύρας

πεῖα μείζονος εἰς αὐτὸ συσσωρεύσεως ὕλης. Ἐφ' ὅσον δὲ ὁ ὄγκος αὐτοῦ ἤλαττο, ἡ περιστροφικὴ αὐτοῦ ταχύτης ἔβαινε αὐξανόμενη κατὰ τοὺς νόμους τῆς μηχανικῆς καὶ κατ' ἀκολουθίαν τὸ νεφέλωμα τοῦτο ἐπλατύνετο περὶ τοὺς πόλους καὶ ἔξωγκοῦτο περὶ τὸν ἰσημερινόν.

Ὅταν δὲ ἡ περὶ τὸν ἰσημερινόν φυγόκεντρος δύναμις ὑπερέβη τὴν ἔλξιν, ἀπεσπάρθη ἀπ' αὐτοῦ νεφελώδης δακτύλιος, ὅστις ἐξηκολούθει νὰ στρέφεται μετὰ τῆς κεκλιμένης ταχύτητος περὶ τὸν κοινὸν ἄξονα, ἐν ᾧ ἡ κεντρικὴ μᾶζα ἐξηκολούθει νὰ συμπύκνωσται καὶ νὰ κινεῖται ταχύτερον. Τούτου ἕνεκα βραδύτερον ἀπεσπάρθη ὁμοίως ἕτερος δακτύλιος, κατόπιν ἄλλος καὶ οὕτω καθέξῃς, μέχρις οὗ ἡ κεντρικὴ μᾶζα περιορίσθη εἰς τὴν παροῦσαν μᾶζαν τοῦ Ἡλίου, ἣτις ὑπολογίζεται ὅτι εἶναι τὰ  $\frac{699}{700}$  περίπου τῆς ἀρχικῆς μᾶζης.

Ἐκαστος τῶν ἀποσπασθέντων δακτυλίων δὲν ἠδύνατο νὰ διατηρήσῃ τὴν ἀρχικὴν του μορφήν. Ἐπειδὴ ἐψύχετο καὶ συνεστέλλετο ἐσηματίσθησαν ἐν αὐτῷ διάφοροι πυρῆνες συγκεντρώσεως καὶ οὕτως ὁ δακτύλιος διηρέθη 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 ὁμοῦ

ἔνεκα τῆς ἀμοιβαίας ἑλξεως καὶ τῆς διαφόρου ταχύτητος, τὰ μέρη τοῦ δακτυλίου συνηνοῦντο εἰς ἓνα σφαιροειδῆς νεφέλωμα, ὅπερ ἀπετέλεσεν ἓνα πλανήτην. Ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ τούτου ἀπεσπάρθησαν κατὰ καιροὺς διάφοροι δακτύλιοι, οἵτινες τεμαχισθέντες κατ' ἀρχὰς ἢ συνηνώθησαν εἰς ἓν σφαιροειδῆς σῶμα, εἰς ἓνα δηλ. δορυφόρον ἢ ἔμειναν ἄχωρισμένοι (δακτύλιοι Κρόνου).

Ἐπεὶ τῆς ὑποθέσεως ταύτης ὑπάρχουσι τὰ ἀκόλουθα ἐπιχειρήματα :



(Σχ. 113) Σχηματισμὸς τοῦ πλανητικοῦ συστήματος

1ον) Ἡ μικρὰ κλίσις τῶν πλανητικῶν τροχιῶν καὶ ἡ μικρὰ αὐτῶν διαφορὰ ἀπὸ περιφερειῶν κύκλου. 2ον) Ἡ κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν μεταφορικὴ καὶ περιστροφικὴ κίνησις τῶν πλανητῶν καὶ τοῦ Ἡλίου, ὡς καὶ τῶν μέχρι τῆς ἐποχῆς τοῦ Laplace γνωστῶν δορυφόρων. 3ον) Τὸ ὁμοίμορφον τῆς χημικῆς συστάσεως πάντων τῶν ἀστρῶν 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.



(Σχ. 114)

Σχηματισμὸς πλανήτου καὶ τῶν δορυφόρων αὐτοῦ.

Κατὰ τῆς ὑποθέσεως ταύτης ὑπάρχουσι τὰ ἑξῆς ἐπιχειρήματα.

1ον) Ἡ μορφή τῶν κομητικῶν τροχιῶν καὶ ἡ φορά τῆς κί-

3000  
νήσεώς τινων ἕξ 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 κινήσις δορυφόρων τινῶν τοῦ Διός, Κρόνου, Οὐρανοῦ καὶ τοῦ Ποσειδῶνος. 4ον) Ἡ μείζων περιφορική ταχύτης τοῦ Φόβου τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τοῦ Ἄρεως. Τὸ αὐτὸ ἀληθεύει καὶ διὰ τὸν ἔσωτερικὸν δακτύλιον τοῦ Κρόνου.

§ 169. Ἡ ζωὴ ἐν τῷ Σύμπαντι.— Ἡ πρόοδος τῆς ἀστρονομίας κατέρριψε πρὸ πολλοῦ τὴν ὑπερφιάλον τῆς ἀνθρωπότητος δοξασίαν, καθ' ἣν ἡ Γῆ εἶναι τὸ κέντρον τοῦ παντός 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 ὑπαρξις φυτικῶν κόσμου, καὶ ὅτι ἐν τῷ ἀπείρῳ περὶ ἡμᾶς διαστήματι ἀπειράριθμοι ὑπάρχουσιν Ἡλιοὶ, ὧν πολλοὶ βεβαίως θὰ συνοδεύωνται ὑπὸ πλανητῶν, δὲν ἀποκλείεται ἡ πιθανότης ὑπάρξεως καὶ ἐπὶ ἄλλων τοιούτων ἀστρων συνθηκῶν, αἵτινες ἐπέτρεψαν τὴν ἐν αὐτοῖς ἀνάπτυξιν φυτικῶν ἢ καὶ ζωϊκοῦ κόσμου κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥτιον τελειότερου τοῦ γηίνου. Τὸ πιθανώτερον εἶναι ὅτι δὲν κέκτηται μόνη ἡ μικροσκοπικὴ Γῆ τὸ πρόνομον τοῦτο ἀλλὰ καὶ ἀπὸ ἄλλων πολυαρίθμων ἴσως ἀστέρων μελετᾶται καὶ θαναμάζεται τὸ ὑπέρολαμπρον τῆς δημιουργίας οἰκοδόμημα καὶ ἀπὸ πολυαρίθμων κόσμων καταπλήκτων πρὸ τοῦ κάλλους, τοῦ μεγαλείου καὶ τῆς τελειότητος τοῦ Θείου δημιουργήματος, ὡς ἀπὸ τῆς Γῆς, ὁ θεσπέσιος ἀναμέλπεται ὕμνος «ΩΣ ΕΜΕΓΑΛΥΝΘΗ ΤΑ ΕΡΓΑ ΣΟΥ, ΚΥΡΙΕ, ΠΑΝΤΑ ΕΝ ΣΟΦΙΑ ΕΠΟΙΗΣΑΣ».

Τ Ε Λ Ο Σ



