

ΝΙΚ. Δ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ

Αριστοφαθμίου διδάσκοντος και παύηγητον τῶν Μαθηματικῶν ἐν τῇ προτότυπῃ Βιβλιοπλέγμῃ  
σχολῆς τοῦ Διδασκαλεῖου τῆς Μέσης<sup>2</sup> Εκπαιδεύσεως

ΑΣΤΡΑΦΑ  
**ΚΩΣΜΟΓΡΑΦΙΑ**

ΠΡΟΣ ΧΡΗΣΙΝ  
ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΤΩΝ ΓΥΜΝΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΛΥΚΕΙΩΝ

Έγκεκριμένη κατά τὸν νόμον 3438 διὰ μίαν πενταετίαν  
ἀπὸ τοῦ σχολικοῦ έτους 1931—32

«Οἱ οὐρανοὶ διηγοῦνται δόξαν Θεοῦ».  
Δανιδ.

ΕΚΔΟΣΙΣ Ε'.

«Τὸ βιβλίον τοῦτο διακρίνεται διὰ τὴν  
σασήνειαν τῆς γλώσσης καὶ τὴν τάξιν,  
μεθ' ἣς εἶγαι γεγραμμένον».

(Ἐκ τῆς ἐκθέσεως τῶν κ. κ. ιητῶν).

Τιμάται μετὰ βιβλιοσάμου καὶ φόρου Δραχ.	<b>46.80</b>
Βιβλιόδημον . . . . .	<b>12.30</b>
Ανταγωνικοῦ Δσνείου . . . . .	<b>3.80</b>
Άριθ. αδείας κυκλοφορίας 32,209—9—6—931 . . .	

ΒΙΒΛΙΟΠΛΕΓΜΟΝ ΧΑΡΤΟΠΟΛΕΙΟΝ  
ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ  
ΕΚΛΟΓΙΚΟΣ ΟΙΚΟΣ  
Δ. Ν. ΤΖΑΚΑ, ΣΤΕΦ. ΔΕΛΑΓΡΑΜΜΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΣΙΑΣ  
81<sup>Α</sup> ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ 81<sup>Α</sup> ΚΙΤΣΙΑ  
1931



ΝΙΚ. Δ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ

\*Αριστοβαθμίου διδάκτορος καὶ καθηγητοῦ τῶν Μαθηματικῶν ἐν τῇ ποστύπῳ Βαρβαρεῖ  
σχολῆ τοῦ Διδασκαλείου τῆς Μέσης \*Εκπαιδεύσεως

# ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΡΟΣ ΧΡΗΣΙΝ  
ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΤΩΝ ΓΥΜΝΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΛΥΚΕΙΩΝ

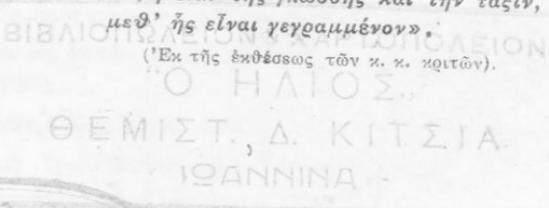
\*Εγκεκριμένη κατὰ τὸν νόμον 3438 διὰ μίαν πενταετίαν  
ἀπὸ τοῦ σχολικοῦ ἔτους 1931—32

«Οἱ οὐρανοὶ διηγοῦνται δόξαν Θεοῦ».  
Δαυΐδ.

ΕΚΔΟΣΙΣ Ε'

«Τὸ βιβλίον τοῦτο διακρίνεται διὰ τὴν  
σαφήνειαν τῆς γλώσσης καὶ τὴν τάξιν,  
ιεθδ' ἡς εἰγναι γεγραμμένον».

(Ἐκ τῆς ἐκδόσεως τῶν κ. κ. ιορτῶν).



ΚΑΙΣΙΑΣ

18812

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

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



ΤΥΠΟΙΣ «ΕΛΛΑΣ» ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ 10

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

† § 1. Ούρανός. — Έάν κατὰ ἀνέφελον ἡμέραν ἢ νύκτα σταθῶμεν ἐπὶ ὑψηλοῦ τόπου, βλέπομεν ὑπεράνω ἡμῶν θόλον τινά, ὃ ὅποιος εἶναι συνήθως κυανοῦς μὲν τὴν ἡμέραν, μέλας δὲ τὴν νύκτα. Ὁ θόλος οὗτος καλεῖται **οὐρανός θόλος ἢ οὐρανός**.

Ο οὐρανὸς δὲν ὑπάρχει πρόγραμματι, βλέπομεν δὲ αὐτὸν ἔνεκα ὅπτικῆς ἀπάτης. Αὕτη προέρχεται ἀπὸ τὴν διάχυσιν τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς ἢ τοῦ ἀμυδροῦ φωτὸς τῶν ἀστέρων (κατὰ τὰς ἀσελήνους νύκτας) ὑπὸ τῶν ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαίρας αἰωρουμένων ἀδιαφανῶν σωματίων. Έάν δὲν δὲν ὑπῆρχεν ἡ ἀτμόσφαιρα, ἡ διάχυσις αὕτη δὲν θὰ προεκαλεῖτο καὶ τὸ φαινόμενον τοῦ οὐρανίου θόλου δὲν θὰ ἔσχηματίζετο.

† § 2. Αστέρες. Η Γῆ, ὁ Ἡλιος ἢ Σελήνη καὶ πάντα τὰ ἄλλα πολυπληθῆ σώματα, τὰ δποῖα εύρισκονται διεσκορπισμένα εἰς τὸ ἀπειρον περὶ ἡμᾶς διάστημα, καλοῦνται **ἀστρα ἢ ἀστέρες**.

Ἐκ τῶν ἀστέρων ὃ μὲν Ἡλιος, ἐνίστε δὲ καὶ ἡ Σελήνη, φαίνονται τὴν ἡμέραν, πολλοὶ δὲ τῶν ἄλλων φαίνονται μόνον τὴν νύκτα, διότι κατὰ τὴν ἡμέραν τὸ ἵσχυρὸν φῶς τοῦ Ἡλίου καθιστᾷ αὐτοὺς ἀοράτους εἰς γυμνὸν ὀφθαλμόν.

Πάντες οἱ ἀστέρες (πλὴν τῆς Γῆς) φαίνονται ὅτι κεῖνται ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ διὰ τοῦτο δὲ οἱ ἀστέρες οὗτοι καλοῦνται **οὐρανία σώματα**.

ΣΗΜ. Καὶ ἡ Γῆ θεωρεῖται ως ἐν τῶν οὐρανίων σωμάτων καὶ ως τοιοῦτον ἔξετάζεται ἐν τῇ ἀστρονομίᾳ.

Οἱ πλεῖστοι τῶν ἀστέρων εἶναι πηγαὶ φωτὸς καὶ θερμότητος, ἄτινα ἐκπέμπουσι καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις. Τὸ φῶς αὐτῶν δὲν εἶναι ἥρεμον, ἀλλὰ φαίνεται ἔχον τρομώδη τινὰ κίνησιν, ἡ ὅποια καλεῖται **στήλβη**. Η στήλβη εἶναι συνεχὴς καὶ φαινομενικὴ παραλλαγὴ τῆς λαμπρότητος, ἐνίστε δὲ καὶ τοῦ χρώματος τῶν ἀστέρων προκαλεῖται δὲ ἡ παραλλαγὴ αὕτη ὑπὸ τῆς γηῖνης ἀτμοσφαίρας κατὰ τὴν διὸ τῆς διόδον τῶν ἐκ τῶν ἀστέρων ἐκπεμπομένων φωτεινῶν ἀκτίνων. Οἱ ἀστέρες οὗτοι φαίνονται ως φωτεινὰ σημεῖα καὶ ὅταν ἀκόμη δρῶνται καὶ διὰ τῶν ἵσχυροτάτων τηλεσκοπίων. Τέλος διατη-

φοῦσιν ἀμεταβλήτους τὰς πρὸς ἄλλήλους θέσεις αὐτῶν. Διὰ τοῦτο καλοῦνται οὗτοι ἀπλανεῖς ἀστέρες.

'Αστέρων τινων τὸ φῶς εἶναι ἡρεμον, οὐδὲ τηροῦσιν οὗτοι τὴν αὐτὴν πρὸς τοὺς ἀπλανεῖς ἀστέρας θέσιν. Διὰ τοῦτο οὗτοι λέγονται πλανῆται. 'Η Γῆ, ἡ Ἀφροδίτη (κοινῶς Αὔγερινός) εἶναι πλανῆται.

'Απὸ καιροῦ δὲ εἰς καιρὸν ἐμφανίζονται εἰς τὸν εὐρανὸν σώματα, τὰ δποῖα ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἕνα φωτεινὸν πυρῆνα, ὃ δποῖος παρακολούθειται ὑπὸ μιᾶς κατὰ τὸ πλεῖστον νεφελώδους οὐρᾶς. Τὰ ἀστέρα ταῦτα καλοῦνται κομῆται, μεταβάλλουσι δὲ ταχέως θέσιν ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.

Τέλος ὑπάρχουσι καὶ ἀστέρα, τὰ δποῖα εἰς γυμνὸν ὁφθαλμὸν φαίνονται ὡς νεφέλαι ὑπόλευκοι διαφόρων σχημάτων ἢ τὰ πλεῖστα εἶναι ἀόρατα. Τὰ ἀστέρα ταῦτα καλοῦνται νεφελώματα ἢ νεφελοειδεῖς ἀστέρες.

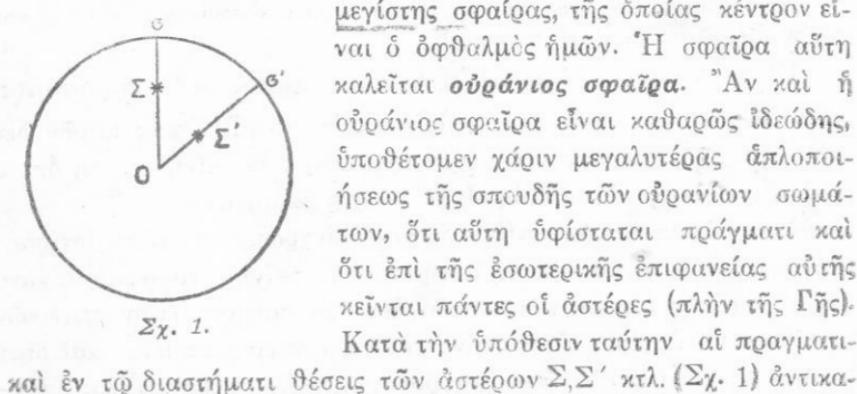
**§ 3. Αστρονομία.—Κοσμογραφία.**—'Αστρονομία καλεῖται ἡ ἐπιστήμη, ἡ δποία ἔξετάζει τοὺς ἀστέρας καὶ τὰ φαινόμενα, ὧν οὗτοι γίνονται πρόξενοι. Τὰ στοιχεῖα τῆς 'Αστρονομίας ἀποτελοῦσι τὴν *Κοσμογραφίαν*.

## ΒΙΒΛΙΟΝ Α'. Η ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΣΦΑΙΡΑ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

#### ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΙΝΗΣΙΣ

**§ 4. Οὐράνιος σφαῖρα.**—Οἱ ἀστέρες φαίνονται ἵσον ἀπέχοντες ἀπὸ ἡμᾶς, ὡς νὰ ἔκειντο ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας παμμεγίστης σφαῖρας, τῆς δποίας κέντρον εἶναι ὁ ὁφθαλμὸς ἡμῶν. 'Η σφαῖρα αὕτη καλεῖται οὐράνιος σφαῖρα. 'Αν καὶ ἡ οὐράνιος σφαῖρα εἶναι καθαρῶς ἴδεώδης, ὑποθέτομεν χάριν μεγαλυτέρας ἀπλοποίησεως τῆς σπουδῆς τῶν οὐρανίων σωμάτων, διὰ την ὑφίσταται πρόλιγματι καὶ διὰ ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας αὐτῆς κείνται πάντες οἱ ἀστέρες (πλὴν τῆς Γῆς).



θίστανται υπὸ τῶν φαινομένων ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας θέσεων σ., σ' κτλ. αὐτῶν.

**§ 5. Γωνιώδης ἀπόστασις δύο ἀστέρων.** — Γωνιώδης ἀπόστασις δύο ἀστέρων καλεῖται ἡ γωνία, τὴν δύοιαν σχηματίζουσιν αἱ πρὸς αὐτοὺς ἐκπεμπόμεναι διπτικαὶ ἀκτῖνες. "Αν π.χ. Ο εἶναι ὁ διφταλιμός παρατηρητοῦ, γωνιώδης ἀπόστασις τῶν ἀστέρων  $\Sigma, \Sigma'$  εἶναι ἡ γωνία  $\Sigma\Omega\Sigma'$  ( $\Sigma\chi.$  1).

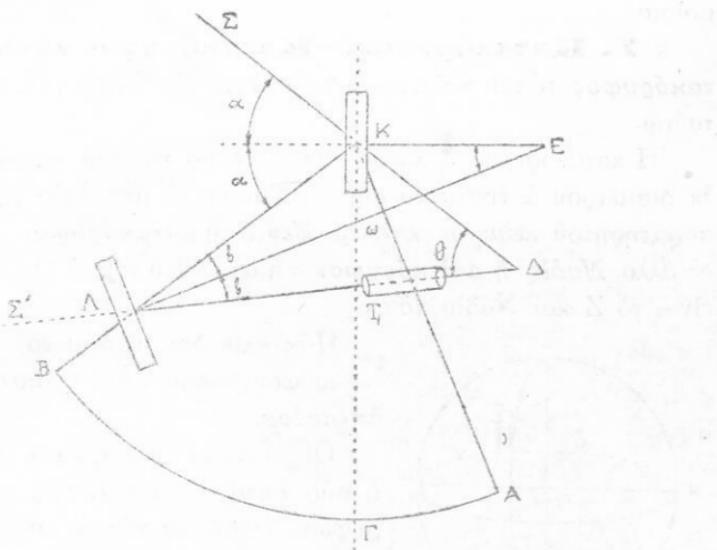
'Επειδὴ δὲ  $\Sigma\Omega\Sigma' = \sigma\sigma'$ , ἔπειται ὅτι :

**Η γωνιώδης ἀπόστασις δύο ἀστέρων μένει ἀμετάβλητος,** ὅταν ἀντὶ τῶν πραγματικῶν αὐτῶν θέσεων θεωρῶμεν τὰς ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαίρας φαινομένας θέσεις αὐτῶν.

ΣΗΜ. Εἶναι δὲ εὔκολον νὰ ἐννοήσωμεν ὅτι : 'Η γωνιώδης ἀπόστασις δύο σημείων ἐξαρτᾶται γενικῶς ἀπὸ τὴν θέσιν τοῦ παρατηρητοῦ πρὸς ταῦτα.

**§ 6. Ἐξάς.** — "Ο Ἐξάς εἶναι ὅργανον, διὰ τοῦ ὃποίου μετροῦμεν τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν δύο σημείων.

Τὸ ὅργανον τοῦτο ἀποτελεῖται ἐκ μεταλλικοῦ κυκλικοῦ τομέως



$\Sigma\chi.$  2.

KAB περίπου  $60^{\circ}$ . Κανὸν ΚΓ στρεπτὸς περὶ τὸ κέντρον K ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ τομέως φέρει κάτοπτρον στρεφόμενον μετ' αὐτοῦ καὶ κάθετον ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τοῦ κυκλικοῦ τομέως. Εἰς τὴν ἀκτῖνα δὲ KB στρεφοῦται καθέτως ἐπίσης πρὸς τὸν κυκλικὸν τομέα ἄλλο κά-  
Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

τοπτρον Λ παράλληλον πρὸς τὴν ἀκτῖνα ΚΑ καὶ τοῦ ὅποιου μόνον τὸ κατώτερον ἡμίσυ εἶναι ἐπηργυρωμένον. Οὕτω διὰ διόπτρας Τ κειμένης ἔμπροσθεν τοῦ κατόπτρου τούτου βλέπομεν τὰ ἀντικείμενα εἴτε ἀμέσως διὰ τοῦ μὴ ἐπηργυρωμένου ἡμίσεος τοῦ Λ εἴτε διὸ ἀνακλάσεως.

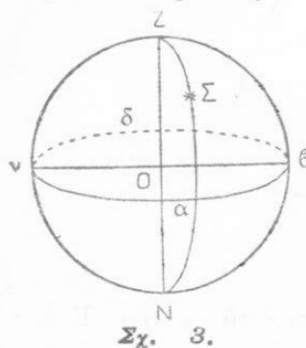
Διὰ νὰ μετρήσωμεν δὲ τὴν γωνιάδη ἀπόστασιν θ δύο ἀστέρων Σ καὶ Σ', κρατοῦμεν τὸ ὄργανον οὕτως ὥστε νὰ ἴδωμεν διὰ τῆς διόπτρας καὶ διὰ μέσου τοῦ μὴ ἐπηργυρωμένου μέρους τοῦ Λ τὸν ἕνα τούτων Σ'. Σιρέφομεν ἔπειτα τὸν κανόνα ΚΓ, μέχρις οὐ τὸ εἶδωλον τοῦ Σ διὰ δύο διαδοχικῶν ἀνακλάσεων ἐπὶ τῶν κατόπτρων Κ καὶ Λ συμπέσῃ μετὰ τοῦ εἰδώλου τοῦ Σ'. Διπλασιάζομεν εἰτα τὴν γωνίαν ω ἢ τὸ μέτρον αὐτῆς ΑΓ καὶ εὑρίσκομεν τὴν τιμὴν τῆς θ.

Πρόγματι ἀν ΚΕ,ΛΕ εἶναι κάθετοι ἐπὶ τὰ κάτοπτρα εἰς τὰ σημεῖα προσπτώσεως, θὰ εἶναι  $2\alpha=2\delta+\theta$  καὶ  $\alpha=\delta+E$ , δημε  $\theta=2E$ . Ἐπεδὴ δὲ  $E=\omega$ , ἔπειται δτι  $\theta=2\omega$ .

Πρὸς ἀποφυγὴν τοῦ διπλασιασμοῦ τὸ τόξον ΑΒ εἶναι διηγημένον εἰς ἡμίσειας μοίρας, αἱ δποῖαι ἀναγιγνώσκονται ὡς ἀκέδαιαι μοίραι.

**§ 7. Κατακόρυφος.—Κατακόρυφος κύκλοι.—Κατακόρυφος** τόπου καλεῖται ἡ διεύθυνσις τῆς βαρύτητος ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ.

Ἡ κατακόρυφος ἐκάστου τόπου τέμνει τὴν οὐρὴν σφαιρῶν εἰς δύο ἐκ διαμέτρου ἀντικείμενα σημεῖα. Τούτων τὸ μὲν ὑπὲρ τὴν κεφαλὴν παρατηρητοῦ κείμενον καλεῖται *Ζενίθ* ἢ *κατακόρυφον σημεῖον*, τὸ δὲ ἄλλο *Ναδίο* ἢ *ἀντικόρυφον σημεῖον*. Τοῦ τόπου Ο (Σχ. 3) Ζενίθ εἶναι τὸ Ζ καὶ Ναδίο τὸ Ν.



Πᾶν ἐπίπεδον διερχόμενον διὰ τῆς κατακορύφου τόπου καλεῖται *κατακόρυφον ἐπίπεδον*.

Οἱ μέγιστοι κύκλοι, κατὰ τοὺς ὅποιους ἡ οὐρὴ σφαιρῶν τέμνεται ὑπὸ τῶν κατακορύφων ἐπιπέδων τόπου τινός, καλοῦνται *κατακόρυφοι κύκλοι*.

Τὸ κατακόρυφον ἡμικύκλιον, τὸ δποῖον περιέχει ἀστέρα ἢ ἄλλο σημεῖον τῆς οὐρῆς σφαιρῶν, καλεῖται *κατακόρυφος τοῦ ἀστέρος* Σ (Σχ. 3) κατακόρυφος εἶναι τὸ ἡμικύκλιον ΖΣΝ.

**Άσκησεις.** 1) Πόσοι κατακόρυφοι κύκλοι διέρχονται διά της κατακορύφου έκαστου τόπου;

2) Διατί οι κατακόρυφοι κύκλοι είναι μέγιστοι κύκλοι της ούρ. σφαίρας;

3) Πόση είναι ή γωνιώδης απόστασις τοῦ ζενίθ και τοῦ ναδίρ;

**§ 8.—Αἰσθητὸς καὶ φυσικὸς ὁρέζωντος.** Πᾶν ἐπίπεδον κάθετον ἐπὶ τὴν κατακόρυφον τόπου τινὸς καλεῖται **ὅρεζόντιον ἐπίπεδον.**

Ο μέγ. κύκλος, κατὰ τὸν ὅποιον τέμνεται ή ούρ. σφαῖρα ὑπὸ τοῦ διὰ τοῦ ὁρμαλιοῦ παρατηρητοῦ διερχομένου ὁρεζόντιον ἐπίπεδου, καλεῖται **αἰσθητὸς ὁρέζων τοῦ τόπου**, εἰς τὸν ὅποιον εὑρίσκεται ὁ παρατηρητής. Τοῦ τόπου Ο (Σχ. 3) αἰσθητὸς ὁρέζων είναι ὁ κύκλος ανδρός.

Οι πρὸς τὸν αἰσθητὸν ὁρέζοντα παράλληλοι κύκλοι τῆς ούρ. σφαίρας καλοῦνται **ὅρεζόντιοι κύκλοι ή ἀλμυμανταράτοι.**

Η γραμμή, κατὰ τὴν ὅποιαν φαίνεται ὅτι ὁ οὐρανὸς ἔγγίζει τὴν Γῆν καλεῖται **φυσικὸς ὁρέζων τοῦ τόπου**, εἰς τὸν ὅποιον ιστάμεθα. Ο φυσικὸς ὁρέζων εἰς ἀνοικτὸν πέλαγος καὶ μακρὰν τῆς θέας τῶν ἀκτῶν ή εἰς ἀναπεπταμένον πεδίον είναι περιφέρεια κύκλου.

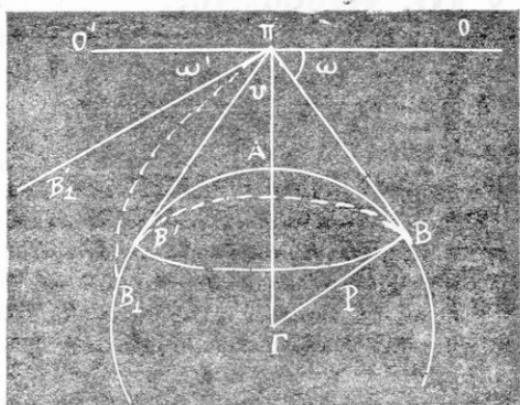
**ΣΗΜ.** Οταν λέγωμεν ἀπλῶς ὁρέζοντα, ἐννοοῦμεν τὸν αἰσθητὸν· ὁρέζοντα.

Η γωνία κατὰ τὴν ὅποιαν ὁ φ. ὁρέζων φαίνεται ὑπὸ τὸν αἰσθητόν, καλεῖται βάθος τοῦ ὁρεζόντος. Οὗτο διὰ τὸν παρατηρητὴν Π (Σχ. 4), ὁ ὅποιος εὑρίσκεται εἰς ὕψος (ΑΠ)=v, ΟΟ' είναι ὁ αἰσθητὸς ὁρέζων καὶ ω τὸ βάθος τοῦ ὁρεζόντος.

Ἐάν η Γῆ ὑποτεθῇ σφαιρικὴ καὶ κληθῇ P η ἀκτὶς αὐτῆς, ἐκ τοῦ ὁρ. τριγώνου ΓΠΒ προκατει ὅτι  $P = (P + v)$ , συντο-

$$\text{ὅθεν } P = \frac{v \text{ συν} \omega}{2 \text{ ἡμ}^2 \left( \frac{\omega}{2} \right)}$$

δι ης ὑπολογίζεται η ἀκτὶς P ἐκ τοῦ ὕψους v καὶ τῆς γωγίας ω. Επειδὴ ὅμως είναι δύσκολος η μέτρησις τῆς ω μετ' ἀκριβείας, με-



Σχ. 4.

κρόνον δὲ λάθος εἰς τὴν τιμὴν αὐτῆς προκαλεῖ οημαντικὸν λάθος εἰς τὴν τιμὴν τοῦ P, ἔπειται διτὶ ἡ μένοδος αὐτῇ δὲν παρέχει τὸ P μετὰ τῆς ἀπαιτουμένης ἀκριβείας. Οὕτω μαθηταὶ τῆς ἐν Βρέστῃ ναυτικῆς σχολῆς ἀπὸ  $v=75\text{m}$  εύδον  $\omega=15'30''$  καὶ  $P=7378$  κιλίδιμετρα, ἥτις τιμὴ εἶναι κατὰ χώλια περίπον χιλίδιμετρα ἀνωτέρα τῆς κατ’ ἄλλας ἀκριβεστέρας μεθόδους ὑπολογιζομένης τιμῆς τοῦ P.

\*  
**Ασκήσεις 4)** Νὰ ἀποδειχθῇ διτὶ οἱ κατακόρυφοι κύκλοι εἶναι κάθετοι ἐπὶ τὸν δρίζοντα.

5) Νὰ ἀποδειχθῇ διτὶ ἡ κατακόρυφος ἑκάστου τόπου εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν τομὴν τοῦ δρίζοντος καὶ οἰσουδήποτε κατακορύφου κύκλου.

6) Πόση εἶναι ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ Zevīd̄ καὶ σημείου τινὸς τοῦ δρίζοντος.

**§ 9. Ζενιθία ἀπόστασις καὶ ὑψος ἀστέρος.** — Η γωνιώδης ἀπόστασις ἀστέρος ἀπὸ τοῦ Zevīd̄ καλεῖται ζενιθία ἀπόστασις (Z) τοῦ ἀστέρος τούτου. Οὕτω τοῦ ἀστέρος Σ (Σχ. 3) γωνιώδης ἀπόστασις εἶναι ἡ γωνία ZΟΣ· ταύτης μέτρον εἶναι τὸ τόξον ZΣ τοῦ κατακορύφου τοῦ ἀστέρος τούτου. Μετρεῖται διτενὸς ή Zevīd̄ ἀπόστασις ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ κατακορύφου ἑκάστου ἀστέρος ἀπὸ τοῦ Zevīd̄ καὶ ἀπὸ  $0^{\circ}$  ἕως  $180^{\circ}$ .

Τὸ συμπλήρωμα τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως ἀστέρος καλεῖται ψυφος (v) τοῦ ἀστέρος τούτου. Τὸ ψυφος μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ κατακορύφου ἑκάστου ἀστέρος ἀπὸ τοῦ δρίζοντος θετικῶς μὲν πρὸς τὸ Zevīd̄, ἀρνητικῶς δὲ πρὸς τὸ Ναδίο καὶ μεταβάλλεται ἀπολύτως ἀπὸ  $0^{\circ}$  ἕως  $90^{\circ}$ .

**§ 10. Θεοδόλιχος.** — Τὴν ζενιθίαν ἀπόστασιν, κατ’ ἀκολουθίαν δὲ καὶ τὸ ψυφος ἀστέρος μετροῦμεν δι’ δργάνου, τὸ ὅποιον καλεῖται Θεοδόλιχος.

Αποτελεῖται δὲ κιρίως ὁ Θεοδόλιχος ἀπὸ δύο κύκλους HH' καὶ KK', τῶν δποίων αἱ περιφέρειαι εἶναι διηρημέναι εἰς μοίρας κτλ. καὶ ἀπὸ ἐν ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον TT' (<sup>1</sup>). Ο κυκλικὸς δίσκος

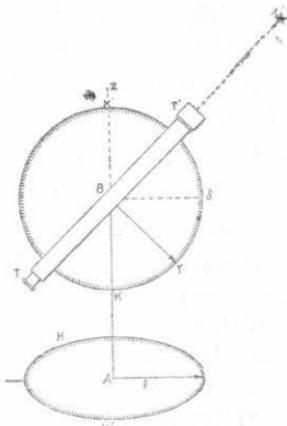
(1) "Εκαστον ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον ἀποτελεῖται ἐκ δύο φακῶν, ὃν ὁ μὲν καλεῖται προσοφθάλμιος, δὲ ἀντικειμενικός. Μεταξὺ τούτων καὶ ἐν τῷ ἐστιακῷ ἐπιπέδῳ τοῦ ἀντικειμενικοῦ τίθεται τὸ διάφραγμα, ἥτοι κυκλικὸς δίσκος ἐκ μετάλλου φέρων κυκλικὴν ὀπήν. Δύο λεπτότατα νήματα ἰστοῦ ἀράχνης ἡ λευκοχρόσου τεινόμενα ἐπὶ τοῦ διαφράγματος διασταυροῦνται καθέτως κατὰ τὸ κέντρον τῆς κυκλικῆς ὀπῆς τοῦ διαφράγματος καὶ ἀποτελοῦσι τὸ σταυρόνημα τοῦ τηλεσκοπίου. Η εὐθεῖα, ἥτις διέρχεται διὰ τοῦ κοινοῦ σημείου τῶν νημάτων καὶ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ, καλεῖται ὀπτικὸς ἀξιον τοῦ τηλεσκοπίου. Καθ' ἣν δὲ στιγμὴν τὸ εἴδωλον ἀστέρος σχηματίζεται εἰς τὸ κοινὸν σημεῖον τῶν νημάτων, ὁ ἀστήρ οὗτος κεῖται ἐπὶ τοῦ ὀπτικοῦ ἀξιον τοῦ τηλεσκοπίου.

HH' στηριζεται ἐπὶ τριῶν ισοπεδωτικῶν κοχλιῶν, διὰ τῶν ὅποίων δύναται νὰ καταστῇ ὁριζόντιος. Εἰς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου τούτου καὶ καθέτως πρὸς αὐτὸν στερεοῦται ἀξωνα AB, δ ὅποιος περιβάλλεται καθ' ὅλον τὸ μῆκός του ὑπὸ κοῖλου σωλῆνος, δ ὅποιος δύναται νὰ στρέφηται περὶ τὸν ἄξονα AB ἐλευθέρως καὶ ἀνευ αἰσθητῆς τριβῆς. Μετὰ τοῦ κοῖλου δὲ τούτου σωλῆνος καὶ κατὰ τὸ κατώτατον ἄκρον αὐτοῦ συνάπτεται βελόνη δ καθετος πρὸς τὸν ἄξονα AB. 'Ο δίσκος KK' συνάπτεται κατὰ τὸ κέντρον του στερεῶς μετὰ τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας τοῦ κοῖλου σωλῆνος καὶ συστρέφεται μετ' αὐτοῦ περὶ τὸν ἄξονα AB, πρὸς τὸν δόποιον εἶναι πάντοτε παράλληλος. Κατὰ τὸν αὐτὸν δὲ χρόνον καὶ ἡ βελόνη δ στρέφεται περὶ τὸν πόδα A τοῦ ἄξονος AB μένουσα πάντοτε ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ δίσκου HH'.

Τὸ τηλεσκόπιον TT' στρέφεται πρὸς τοῦ δίσκου KK' περὶ ἄξονα διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ, οὗτος ὥστε δ ὁ πτικὸς ἀξων αὐτοῦ μένει πάντοτε παράλληλος πρὸς τὸν δίσκον τούτον καὶ ἐν τῷ αὐτῷ μετὰ τῆς βελόνης δ ἐπιπέδῳ. Μετὰ τοῦ τηλεσκοπίου δὲ συνάπτεται στερεῶς καὶ συστρέφεται μετ' αὐτοῦ ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ δίσκου KK' βελόνη γ καθετος ἐπὶ τὸν ἄξονα τοῦ τηλεσκοπίου.

Κατὰ τὴν διάταξιν ταύτην, διαν δίσκος HH' καταστῇ ὁριζόντιος, δ δίσκος KK' γίνεται κατακόρυφος καὶ δ ὁ πτικὸς ἀξων τοῦ τηλεσκοπίου γράφει ἐπίπεδον παράλληλον πρὸς τὸν δίσκον KK', διαν τὸ τηλεσκόπιον στρέφηται πρὸς αὐτοῦ. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἀπόστασις τῶν παραλλήλων τούτων ἐπιπέδων εἶναι ἐλαχίστη, σχεδὸν μηδαμινή, παραβαλλομένη πρὸς τὴν ἀκτῖνα τῆς οὐρ. σφαίρας, τὰ ἐπίπεδα ταῦτα θεωροῦνται ταῦτιζόμενα.

**§ 11.—Μέτρησις τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως καὶ τοῦ θόψους ἀστέροις.** Διὰ νὰ δρίσωμεν τὴν ζενιθίαν ἀπόστασιν ἀστέρος κατά τινα στιγμήν, ἔργαζόμεθα ὡς ἔξης. Καθιστῶμεν τὸν δίσκον HH' τοῦ Θεοδολίχου δριζόντιον καὶ δριζόμεν τὴν θέσιν Βδ τῆς βελόνης γ, διαν δ ὁ πτικὸς ἀξων τοῦ τηλεσκοπίου κατακόρυφος, δ δὲ ἀντικειμενικὸς φακὸς αὐτοῦ εἶναι ἐστραμμένος πρὸς τὸ Ζενίθ. Στρέφομεν ἔπειτα τὸν δίσκον KK' καὶ τὸ τηλεσκόπιον, μέ-



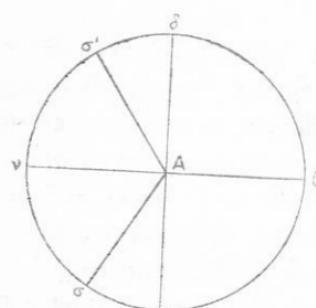
Σχ. 5.

χρις οὗ τὸ εῖδωλον τοῦ ἀστέρος σχηματισθῆ εἰς τὸ κέντρον τοῦ σταυρονήματος. Ἡ γωνία, κατὰ τὴν δόποιαν ἐστράφη ἡ βελόνη γ ἀπὸ τῆς θέσεως Βδ, εἶναι ἡ ζενιθία ἀπόστασις ( $Z$ ) τοῦ ἀστέρος κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην. Ἐκ δὲ τῆς ισότητος  $v=90^{\circ}$ — $Z$  ὁρίζομεν ἔπειτα καὶ τὸ ὑψος τοῦ ἀστέρος κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν.

Οἱ ναυτικοὶ μετροῦσι συνήθως τὸ ὑψος τοῦ Ἡλίου διὰ τοῦ ἔξαντος (§ 6). Πρὸς τοῦτο διαθέτουσιν αὐτὸν κατακορύφως καὶ μετροῦσιν, ὃς ἐν (§ 6) ἐλέχθη, τὴν γωνώδη ἀπόστασιν τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου καὶ σημείου τινὸς  $\Sigma'$  (Σχ. 2) τοῦ ὁρίζοντος.

- ’Ασκήσεις. 7) Πόσον εἶναι τὸ ὑψος καὶ ἡ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ Ζενίθ;
- 8) Πόσον εἶναι τὸ ὑψος καὶ ἡ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ Ναδίου;
- 9) Πόσον εἶναι τὸ  $v$  καὶ  $Z$  σημείου τινὸς τοῦ ὁρίζοντος :
- 10 Πόση εἶναι ἡ  $Z$  ἀστέρος, καθ' ἣν στιγμὴν οὗτος ἔχει  $v=230^{\circ} 35' 40''$ ;
- 11) Πόσον εἶναι τὸ  $v$  ἀστέρος, καθ' ἣν στιγμὴν οὗτος ἔχει  $Z=95^{\circ} 35' 40''$ :
- 12) Ποιος εἶναι ὁ γεωμ. τόπος τῶν σημείων τῆς οὐρ. σφαίρας, ὃν ἔκαστον ἔχει ὑψος  $30^{\circ}$  ;

**§ 12.—Μεσημβρινὸν ἐπέπεδον. Οὔρ. μεσημβρινός.** Ἀς ὑποθέσωμεν ὅτι κατεστήσαμεν τὸν δίσκον  $HH'$  τοῦ Θεοδολίκου ὁρίζοντιον καὶ κατευθύναμεν τὸ τηλεσκόπιον αὐτοῦ πρὸς τινὰ ἀστέρα  $\Sigma$ , διστις εὑρίσκεται ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα καὶ βαίνει ἀπομακρυνόμενος αὐτοῦ. Ἐστω δὲ Ασ (Σχ. 6) ἡ θέσις τῆς βελόνης  $b$ , καθ' ἣν στιγμὴν τὸ εῖδωλον τοῦ ἀστέρος σχηματίζεται εἰς τὸ κέντρον τοῦ σταυρονήματος καὶ  $Z$  ἡ ζενιθία αὐτοῦ ἀπόστασις κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην. Ἐὰν δὲ παρακολουθῶμεν τὴν κίνησιν τοῦ ἀστέρος τούτου σιρέφοντες καταλλήλως τὸν κύκλον  $KK'$



Σχ. 6.

περὶ τὸν ἄξονα  $AB$  καὶ τὸ τελεσκόπιον περὶ τὸ κέντρον τοῦ  $KK'$ , βλέπομεν ὅτι ἡ ζενιθία αὐτοῦ ἀπόστασις βαίνει ἐπί τινα χρόνον θ συνεχῶς ἐλαττουμένη μέχρις ἐλαχίστης τινὰς τιμῆς  $Z$ . εἴτα δὲ αὐτῇ ἀρχεται πάλιν αὐξανομένη καὶ μετὰ χρόνον θ ἀπὸ τῆς στιγμῆς ταύτης γίνεται πάλιν ἵση πρὸς τὴν ἀρχικὴν  $Z$ .

Ἐστω δὲ Ασ' ἡ θέσις τῆς βελόνης  $b$  κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην καὶ Αν' ἡ διχοτόμος τῆς γωνίας σΑσ'.

Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὴν αὐτὴν ἐργασίαν μὲ οἷουσδήποτε ἄλλους ἀστέρας καὶ καθ' οἰονδήποτε χρόνον, ἀλλ' ἐν τῷ αὐτῷ πάντοτε τόπῳ, θέλομεν παρατηρήσει ὅτι ἀνευρίσκομεν τὴν αὐτὴν διχοτόμον νΑδ

τῆς γωνίας, ἢν ἑκάστοτε σχηματίζουσιν αἱ θέσεις τῆς βελόνης 6.

Τὸ ἐπίπεδον, τὸ δποῖον δρῖζει ἡ κοινὴ αὐτῇ διχοτόμος νΑθ μετὰ τῆς κατακορύφου ΑΒ καλεῖται **μεσημβρινὸν** ἐπίπεδον τοῦ τόπου Α.

Ο μέγιστος κύκλος, κατὰ τὸν δποῖον ἡ οὐράνιος σφαῖρα τέμνεται ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ ἐπιπέδου τόπου τινός, καλεῖται **οὐράνιος μεσημβρινὸς** τοῦ τόπου τούτου.

Ἐπειδὴ τὸ ἐπίπεδον τοῦ κύκλου Α εἶναι κάθετον ἐπὶ τὴν κατακόρυφον, αἱ γωνίαι σΑν, σΑν' εἶναι αἱ ἀντίστοιχοι ἐπίπεδοι τῶν διέδρων γωνιῶν, τὰς δποίας σχηματίζει ὁ οὐρ. μεσημβρινὸς μετὰ τῶν κατακορύφων τοῦ αὐτοῦ ἀστέρος, καθ' ἃς στιγμὰς οὗτος ἔχει τὸ ἀντὸ δύψις. Ἐπειδὴ δὲ σΑν = νΑσ', ἔπειται δι τὸ δ μεσημβρινὸς διχοτομεῖ τὴν δίεδρον γωνίαν τῶν οηθέντων κατακορύφων.

**§ 13.—Κύρεα σημεῖα τοῦ ὄρεζοντος.** Ἡ εὐθεῖα νῆ (Σχ. 6), κατὰ τὴν δποίαν τὸ ἐπίπεδον τοῦ δρῖζοντος τέμνεται ὑπὸ τοῦ οὐρ. μεσημβρινοῦ τόπου τινός, καλεῖται **μεσημβρινὴ γραμμὴ** τοῦ τόπου τούτου.

Η διάμετρος αδ τοῦ δρῖζοντος, ἡ δποία εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν μεσημβρινὴν γραμμήν, καλεῖται **ᾶξων τοῦ μεσημβρινοῦ**.

Τὸ ἄκρον 6 τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς, τὸ δποῖον κεῖται πρὸς τὴν ἀριστερὰν χεῖρα παρατηρητοῦ βλέποντος πρὸς τὸ μέρος, ἀπὸ τὸ δποῖον ἀναφαίνεται τὴν πρωῖαν δ Ἡλιος, καλεῖται **βορρᾶς**. Τὸ δὲ ἄλλο ἄκρον ν αὐτῆς καλεῖται **νότος**.

Ἐκ τῶν ἄκρων τοῦ ἄξονος τοῦ μεσημβρινοῦ τὸ μὲν α, τὸ δποῖον κεῖται ἔμπροσθεν τοῦ οηθέντος παρατηρητοῦ καλεῖται **ἀνατολὴ**, τὸ δὲ ἄλλο καλεῖται **δύσις**. Τὰ τέσσαρα ταῦτα σημεῖα α, 6, δ, ν καλοῦνται κύρια **σημεῖα τοῦ δρῖζοντος**.

**Ἀσκήσεις.** 13) Νὰ ἀποδειχθῇ δι τὸ οὐρ. μεσημβρινὸς ἑκάστου τόπου εἶναι κατακόρυφος κύκλος.

14) Νὰ ἀποδειχθῇ δι τὸ οὐρ. μεσημβρινὸς ἑκάστου τόπου εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν δρῖζοντα αὐτοῦ.

15) Νὰ ἀποδειχθῇ δι τὸ ἄξων τοῦ μεσημβρινοῦ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν μεσημβρινόν.

16) Πόση εἶναι ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τῆς ἀνατολῆς καὶ τοῦ βορρᾶ; Πόση ἡ τοῦ βορρᾶς καὶ τῆς δύσεως;

17) Πόση εἶναι ἡ ζευθία ἀπόστασις καὶ τὸ δύψις ἑκάστου τῶν κυρίων οημέρων τοῦ δρῖζοντος;

**§ 14.—Φαινομένη ἡμερησία κίνησις τῆς οὐρ.** σφαίρας. Καθ' ἑκάστην ημέραν δ Ἡλιος ἀναφαίνεται κατὰ τὸ

ἀνατολικὸν μέρος τοῦ ὁρίζοντος, ἀνέρχεται βαθμηδὸν μέχρι τοῦ οὐρ. μεσημβριοῦ, εἴτα ἀρχεται κατεργόμενος καὶ τέλος δύει, ἥτοι ἀφανίζεται ὑπὸ τὸ δυτικὸν μέρος τοῦ ὁρίζοντος.

Ἐὰν κατὰ ἀνέφελον νύκτα στραφῶμεν πρὸς νότον, βλέπομεν ὅτι οἱ ἔμπροσθεν ἡμῶν ἀστέρες ἀνατέλλουσιν ἐξ ἀριστερῶν, ἀνέρχονται βραδέως εἰς τὸν οὐρανόν, μέχρι τοῦ οὐρ. μεσημβριοῦ, εἴτα κατέρχονται καὶ τέλος δύουσι πρὸς τὰ δεξιὰ ἡμῶν. Ἐὰν δὲ στραφῶμεν πρὸς βορρᾶν, θὰ ἴδωμεν πάλιν ὅτι οἱ ἔμπροσθεν ἡμῶν ἀστέρες κινοῦνται πάντες ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμάς. Ἀλλὰ ἐν ᾧ τινὲς τούτων ἀνατέλλουσι καὶ δύουσιν, ἄλλοι μένουσι διαρκῶς ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα. Οἱ τελευταῖοι οὗτοι λέγονται **ἀειφανεῖς ἀστέρες**.

‘Οπλιζόμενοι δι’ ἵσχυροῦ τηλεσκοπίου δυνάμεθα καὶ κατὰ τὴν ἡμέραν νὰ διακρίνωμεν πολλοὺς ἀστέρας καὶ νὰ βεβαιωθῶμεν ὅτι καὶ κατ’ αὐτὴν οἱ ἀστέρες φαίνονται κινούμενοι, ὅπως τὴν νύκτα. Τὸ φαινόμενον τοῦτο γίνεται κατὰ ὠρισμένους νόμους, τοὺς ὅποιους ἀνευρίσκομεν ὡς ἔξῆς·

Α’. Διευθύνομεν κατά τινα στιγμὴν τὸν ὀπτικὸν ἄξονα τοῦ τηλεσκοπίου τοῦ Θεοδολίχου πρός τινα ἀστέρα καὶ στρεοῦμεν εἰς τὴν θέσιν ταύτην τὸν Θεοδόλιχον καὶ τὸ τηλεσκόπιον αὐτοῦ. Τὴν ἐπομένην ἡμέραν βλέπομεν ὅτι ἔρχεται στιγμή, καθ’ ἣν ὁ ὀπτικὸς ἄξων διέρχεται πάλιν διὰ τοῦ αὐτοῦ ἀστέρος· τὴν ἄλλην ἡμέραν διμοίως καὶ οὕτω καθ’ ἔξῆς. Ἐὰν δὲ σημειώσωμεν τὰς ὑπὸ ἀκριβοῦς ὠρολογίου δεικνυομένας ὥρας, κατὰ τὰς δημητέσας στιγμάς, παρατηροῦμεν ὅτι μεταξὺ δύο διαδοχικῶν τοιούτων στιγμῶν περιέχεται ὁ αὐτὸς χρόνος μὲν οἷονδήποτε ἀστέρα καὶ ἂν ἐργασθῶμεν.

“Ἄρα:

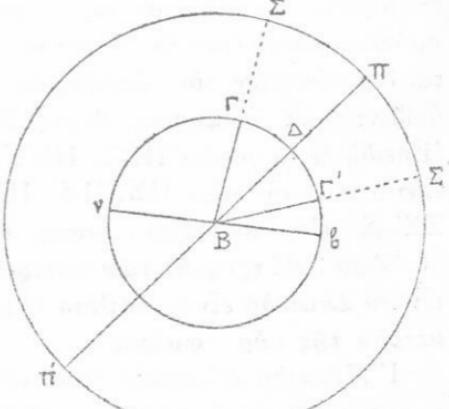
‘Ο χρόνος, δ ὅποῖς περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἀποναταστάσεων ἑκάστου ἀστέρος εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον τῆς τροχιᾶς του εἶναι σταθερὸς καὶ δι’ δλους δ αὐτός.

‘Ο σταθερὸς οὗτος χρόνος καλεῖται **ἀστρικὴ ἡμέρα**.

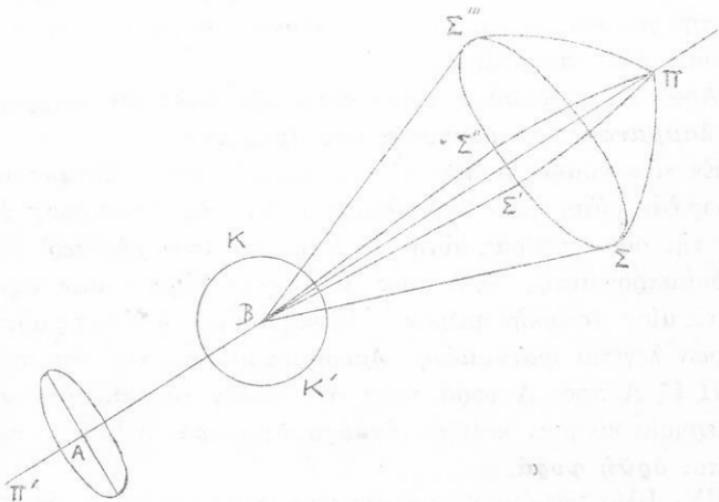
Β’. ‘Αφ’ οὖς καταστήσωμεν τὸν δίσκον ΗΗ’ τοῦ Θεοδολίχου ὅριζόντιον καὶ δρίσωμεν (§ 12) τὸ μεσημβριὸν ἐπίπεδον, στρέφομεν περὶ τὸν ἄξονα ΑΒ τὸν κατακόρυφον κύκλον ΚΚ’, μέχρις οὗ οὗτος συμπέσῃ μετὰ τοῦ μεσημβριοῦ ἐπίπεδον. Τηροῦμεν ἐπειτα εἰς τὴν θέσιν ταύτην ἀκίνητον τὸν δίσκον ΚΚ’ καὶ στρέφομεν τὸν ὀπτικὸν ἄξονα τοῦ τηλεσκοπίου πρὸς ἀειφανῆ τινα ἀστέρα Σ ἐστω δὲ ΒΓ ἡ πρὸς τὸν ὀπτικὸν ἄξονα παράλληλος ἀκτὶς τοῦ ΚΚ’ κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην. Μετὰ ἡμίσειαν ἀστρικὴν ἡμέραν βλέπομεν πά-

λν τὸν αὐτὸν ἀστέρα ἐν τῷ μεσημβρινῷ ἐπιπέδῳ καὶ κατὰ διεύθυνσιν παράλληλον πρὸς τὴν ἀκτῖνα  $B\Gamma''$  ἔστω δὲ  $B\Delta$  ἡ διχοτόμος τῆς γωνίας  $\Gamma B\Gamma'$ . Ἐὰν ἐργασθῶμεν κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον μὲν διαφέρους ἀειφανεῖς ἀστέρας, ἀνευρίσκομεν πάντοτε τὴν αὐτὴν διχοτόμον  $B\Delta$ , ἥτις κατ' ἀκολουθίαν τέμνει τὴν οὐρανοφαῖραν εἰς ὠρισμένα καὶ τὰ αὐτὰ πάντοτε σημεῖα  $\Pi$  καὶ  $\Pi'$  ( $\Sigma\chi.$  7).

Τούτων γενομένων ἀς τοποθετήσωμεν ἔνα θεοδόλιχον οὕτως ώστε ὁ ἀξων  $AB$  αὐτοῦ νὰ ἔχῃ τὴν διεύθυνσιν τῆς  $\Pi'\Pi$  ( $\Sigma\chi.$  8) καὶ ἀς προσαρμόσωμεν εἰς αὐτὸν ὠρολογιακὸν μηχανισμόν, διὸ οὐδὲ



$\Sigma\chi.$  7.



$\Sigma\chi.$  8.

δίσκος  $KK'$  δύναται νὰ λάβῃ ἴσοταχῇ περιστροφικὴν κίνησιν ἐξ  $A$  πρὸς  $\Delta$  περὶ τὸν ἀξωνα  $AB$  συμπληρῶν μίαν στροφὴν εἰς μίαν ἀστρικὴν ἡμέραν. Κατευθύνομεν εἴτα τὸν διπτικὸν ἀξωνα τοῦ τηλεσκοπίου πρὸς τυχόντα ἀστέρα  $\Sigma$  καὶ στερεοῦμεν τὸ τηλεσκόπιον εἰς τὴν θέσιν ταύτην τοῦ δίσκου  $KK'$ , οὕτως ώστε ἡ γωνία τοῦ ἀξονος

ΑΒ καὶ τοῦ ὁπτικοῦ ἄξονος νὰ μένη ἀμετάβλητος. Ἐὰν ηδη τὴν στιγμὴν ταύτην θέσωμεν εἰς ἐνέργειαν τὸν ὠδολογιακὸν μηχανισμόν, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ὁπτικὸς ἄξων τοῦ τηλεσκοπίου διευθύνεται διαρκῶς πρὸς τὸν ἀστέροι, ἐφ' ὃσον οὕτος εὑρίσκεται ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα εἰς διαφόρους θέσεις Σ, Σ', Σ'' κτλ. τῆς τροχιᾶς του. Ἐπειδὴ δὲ αἱ γωνίαι ΠΒΣ, ΠΒΣ', ΠΒΣ'' κτλ. εἶναι σταθεραί, ἔπειτα καὶ τὰ τόξα ΠΣ, ΠΣ', ΠΣ'' κτλ. εἶναι ἵσα, ἡ δὲ τροχιὰ ΣΣ' Σ'' εἶναι περιφέρεια ἔχουσα πόλον τὸ σημεῖον Π.

**Ἄρα:** Αἱ τροχιὰ τῶν ἀστέρων εἶναι περιφέρειαι κύκλων, ὡν τὰ ἐπίπεδα εἶναι κάθετα ἐπὶ ὁρισμένην καὶ τὴν αὐτὴν διάμετρον τῆς οὐρανού σφαίρας.

Γ'. Ἐπειδὴ ὁ ὁπτικὸς ἄξων τοῦ Θεοδολίχου κατὰ τὴν ορθεῖσαν τοποθέτησιν αὐτοῦ στρέφεται ἐξ Α πρὸς Δ ἰσοταχῶς περὶ τὴν εὐθεῖαν ΒΑ, ἔπειτα ὅτι καὶ πᾶς ἀστήρ, πρὸς ὃν ὁ ὁπτικὸς οὕτος ἄξων κατευθύνεται κινεῖται ὁμοίως, ἥτοι :

**"Εκαστος ἀστηρὸς κινεῖται ἰσοταχῶς, ἥτοι εἰς ἴσους χρόνους διανύει ἵσα τόξα τῆς τροχιᾶς αὐτοῦ.**

Δ'. Μετροῦντες κατὰ διαφόρους χρόνους καὶ ἀπὸ διαφόρων τόπων τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν δύο ἀπλανῶν ἀστέρων βεβαιούμενα ὅτι αὗτη μένει ἀμετάβλητος.

**Ἄρα:** Αἱ γωνιώδεις ἀποστάσεις τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων ἀνὰ δύο λαμβανομένων μένουσιν ἀμετάβλητοι<sup>(1)</sup>.

Ἐκ τῶν νόμων τούτων γίνεται φανερὸν ὅτι οἱ ἀστέρες κινοῦνται, ὡς ἐάν οὕτοι ἥσαν προσηλωμένοι ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς οὐρανού. σφαίρας, αὕτη δὲ ἐστρέφετο ἰσοταχῶς περὶ ὁρισμένην διάμετρον αὐτῆς ἐξ Α πρὸς Δ καὶ συνεπλήρωνε μίαν περιστροφὴν εἰς μίαν ἀστρικὴν ἥμέραν. Ἐνεκα τούτου ἡ κίνησις αὕτη τῶν ἀστέρων λέγεται φαινομένη ἡμερησία κίνησις τῆς οὐρανού σφαίρας.

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

ΣΗΜ. Πλήγη τῶν ἀστέρων ἀστέρων καὶ ἐκείνων, οἱ ὅποιοι ἀνατέλλουσι καὶ δύσουσι, ὑπάρχουσι καὶ ἄλλοι, οἱ ὅποιοι οὐδέποτε ἀνέρχονται ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα ἡμῶν καὶ καλούνται ἀφανεῖς ἀστέρες.

**§ 15. Ἀξωνῶν τοῦ κόσμου.—Πόλοις τοῦ Οὐρα-**

(1) Ὁ Ἡλιος, ἡ Σελήνη, οἱ πλανῆται μετὰ τῶν διορυφόρων των καὶ οἱ κομῆται δὲν ἀκολουθοῦσι πιστὸς τοὺς νόμους τούτους.

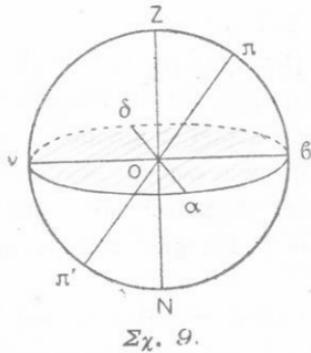
**νοῦ.** — Ἡ διάμετρος τῆς οὐρ. σφαίρας, περὶ τὴν ὅποιαν αὗτη φαίνεται στρεφομένη ἔξ. Α πρὸς Δ καλεῖται ἀξων τοῦ κόσμου.

Τὰ δύο σημεῖα, εἰς τὰ ὅποια ὁ ἀξων τοῦ κόσμου τέμνει τὴν ἐπιφάνειαν τῆς οὐρ. σφαίρας, καλοῦνται πόλοι τοῦ οὐρανοῦ.

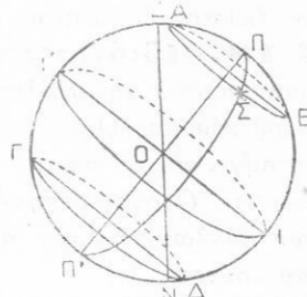
Ο πόλος π (Σχ. 9), ὃ ὅποιος κεῖται ἔμπροσθεν ἡμῶν, ὅταν βλέπωμεν πρὸς βορρᾶν, καλεῖται βόρειος πόλος, ὃ δὲ ἄλλος π' κεῖται ὑπὸ τὸν ὁρίζοντα ἡμῶν καὶ καλεῖται νότιος πόλος.

### Β-§ 16. Διάφοροι ἄλλοι κύκλοι τῆς οὐρ. σφαίρας.

Ο κάθετος ἐπὶ τὸν ἀξωνα τοῦ κόσμου μέγ. κύκλος τῆς οὐρ. σφαίρας καλεῖται θύραντος ισημερινός. Ο οὐρ. ισημερινὸς διαιρεῖ τὴν



Σχ. 9.



Σχ. 10.

οὐρ. σφαῖραν εἰς δύο ἡμισφαίρια, ὃν ἔκαστον λαμβάνει τὸ ὄνομα τοῦ πόλου, τὸν ὅποιον περιέχει. — ᩩ τομὴ αἱ τοῦ οὐρ. ισημερινοῦ καὶ τοῦ ὁρίζοντος εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν μεσημβρινὸν καὶ ἐπομένως καὶ ἐπὶ τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν νδ. εἶναι ἄρα ἡ αἱ ὁ ἀξων τοῦ μεσημβρινοῦ (§ 13).

Οἱ πρὸς τὸν οὐρ. ισημερινὸν παράλληλοι κύκλοι τῆς οὐρ. σφαίρας λέγονται παράλληλοι κύκλοι τῆς οὐρ. σφαίρας. Οὕτως ὁ κύκλος II' (Σχ. 10) εἶναι ὁ οὐρ. ισημερινός, οἱ δὲ μικροὶ κύκλοι ΑΣΒ, ΓΔ εἶναι παράλληλοι κύκλοι.

Εἶναι δὲ φανερὸν (§ 14 B') ὅτι οἱ ἀστέρες κατὰ τὴν ἡμερησίαν κίνησιν τῆς οὐρ. σφαίρας γράφουσι περιφερείας παραλλήλων κύκλων.

Οἱ διὰ τῶν πόλων διερχόμενοι μέγ. κύκλοι τῆς οὐρ. σφαίρας καλοῦνται ὠριαῖοι κύκλοι ἢ ἀποκλίσεως.

Τὸ ὠριαῖον ἡμικύκλιον, τὸ ὅποιον περιέχει ἀστέρα ἢ σημεῖον τι καλεῖται ὠριαῖος τοῦ ἀστέρος ἢ τοῦ σημείου τούτου. Π. χ. τοῦ ἀστέρος Σ (Σχ. 10) ὠριαῖος εἶναι τὸ ἡμικύκλιον ΠΣΠ'.

Ο ὠριαῖος κύκλος ΠΖΠ'Ν, ὃ ὅποιος διέρχεται ἀπὸ τὸ Ζενίθ τόπου, εἶναι ὁ οὐρ. μεσημβρινὸς τοῦ τόπου τούτου.

**Άσκήσεις.** 18) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι οἱ ὁριαῖοι κύκλοι εἰναι κάθετοι ἐπὶ τὸν οὐρ. Ισημερινόν.

19) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ὁ οὐρ. μεσημβρινὸς ἐκάστου τόπου εἰναι κάθετος ἐπὶ τὸν οὐρ. Ισημερινόν.

20) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ὁ οὐρ. Ισημερινὸς καὶ ὁ ὁρίζων διχοτομοῦνται.

**§ 17. Ἡμερήσιον καὶ νυκτερινὸν τόξον ἀστέρος.** — "Εστω  $\Sigma\Sigma'$  (Σχ. 11) ἡ τροχιὰ ἀστέρος καὶ  $AB$  ἡ τομὴ αὐτῆς ὑπὸ τοῦ ὁρίζοντος. Τὸ ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα τόξον  $A\Sigma B$  τῆς τροχιᾶς ταύτης καλεῖται ἡμερήσιον τόξον, τὸ δὲ ὑπὸ τὸν ὁρίζοντα τόξον  $B\Sigma'A$  καλεῖται νυκτερινὸν τόξον τοῦ ἀστέρος τούτου.

"Απασα ἡ τροχιὰ ἐκάστου ἀειφανοῦς ἀστέρος εἰναι ἡμερήσιον τόξον, ἐκάστου δὲ ἀφανοῦς εἰναι νυκτερινὸν τόξον.

**§ 18. Ιδείστητες τοῦ οὐρ. μεσημβρινοῦ.** — A'. Τὸ κέντρον ἐκάστου παραλλήλου τῆς οὐρ. σφαιρᾶς κείται ἐπὶ τοῦ ὁρίζοντος τοῦ κόσμου. "Ο δὲ οὐρ. μεσημβρινὸς περιέχων τὸν ὁρίζοντα τοῦτον περιέχει καὶ τὰ κέντρα τῶν παραλλήλων κύκλων.

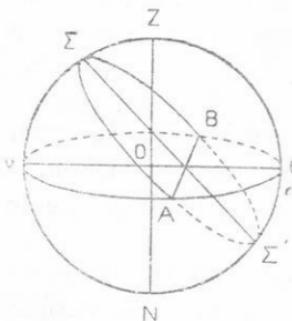
"Ἄρα: "Ο οὐρ. μεσημβρινὸς τέμνει, ἔναστον τῶν παραλλήλων κύκλων τῆς οὐρ. σφαιρᾶς ~~μεταξύ~~ διάμετρον τοῦ παραλλήλου τούτου.

B'. "Εστω  $\Sigma\Sigma'$  ὁ ὑπὸ ἀστέρος γραφόμενος παράλληλος καὶ  $AB$  ἡ τομὴ αὐτοῦ ὑπὸ τοῦ ὁρίζοντος. "Επειδὴ ὁ ὁρίζων καὶ ὁ παράλλη-

λος εἰναι κάθετοι ἐπὶ τὸν οὐρ. μεσημβρινὸν καὶ ἡ τομὴ αὐτῶν  $AB$  εἰναι κάθετος ἐπὶ τὸν οὐρ. μεσημβρινόν, ἄρα καὶ ἐπὶ τὴν ἐπ' αὐτοῦ κειμένην διάμετρον  $\Sigma\Sigma'$  τοῦ παραλλήλου. Τὰ ὑπὸ τῆς χορδῆς ὅθεν  $AB$  ὑποτεινόμενα τόξα  $A\Sigma B$ ,  $B\Sigma'A$  διχοτομοῦνται ὑπὸ τῆς διαμέτρου  $\Sigma\Sigma'$ , ἥτοι εἰναι τόξ.  $A\Sigma = \tauόξ. \Sigma B$  καὶ τόξ.  $B\Sigma' = \tauόξ. \Sigma'A$ .

"Ἄρα: "Ο οὐράνιος μεσημβρινὸς διχοτομεῖ τὰ ἡμερήσια καὶ νυκτερινὰ τόξα τῶν ἀστέρων.

**§ 19. Μεσουρανήσεις τῶν ἀστέρων.** — Αἱ χρονικαὶ στιγμαὶ, κατὰ τὰς ὁποίας ἀστὴρ διέρχεται διὰ τοῦ μεσημβρινοῦ, λέγονται μεσουρανήσεις τοῦ ἀστέρος τούτου. "Ἐκ τούτων ἐκείνη, καθ' ᾧν ὁ ἀστὴρ διέρχεται διὰ τοῦ ὁριαίου τοῦ Ζενίθ, καλεῖται ἀναμεσουρανήσις, ἥ δὲ ἄλλη πάτω μεσουρανήσις. "Αμφότεραι αἱ μεσουρανήσεις τῶν μὲν ἀειφανῶν ἀστέρων γίνονται ὑπὲρ τὸν ὁρί-



Σχ. 11.

ζοντα, τῶν δὲ ἀφανῶν ὑπὸ τὸν ὁρίζοντα τοῦ τόπου τῆς παρατηρήσεως. Τῶν ἄλλων ἀστέρων ἡ μὲν ἄνω μεσουρανήσις γίνεται ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα, ἡ δὲ κάτω ὑπὸ αὐτὸν.

\*Ἀσκήσεις. 21) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ἔκαστος ἀστὴρ χρειάζεται ἀπὸ τῆς ἄνω μεσουρανήσεως μέχρι τῆς δύσεως, ὅσον χρόνον χρειάζεται ἀπὸ τῆς ἀνατολῆς μέχρι τῆς ἄνω μεσουρανήσεως.

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

23) Ἀστὴρ τις μεσουρανεῖ κάτω 4 ὥρας μετὰ τὴν δύσιν του. Μετὰ πόσας ὥρας ἀπὸ τῆς κάτω μεσουρανήσεως θὰ ἀνατείλῃ;

! 4) Ἀστὴρ δεῖξει 16 ὥρας ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα. Μετὰ πόσας ὥρας ἀπὸ τῆς ἀνατολῆς μεσουρανεῖ ἄνω;

25) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ἔκαστος ἀστὴρ ἔχει τὸ αὐτὸν ὑψος, ὅταν εὑρίσκηται εἰς θέσεις συμμετρικὰς πρὸς τὸν οὐρό. μεσημβρινόν.

26) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι οἱ κατακόρυφοι ἀστέροις, καθ' ἡς στιγμὰς οὗτος ἔχει θέσεις συμμετρικὰς πρὸς τὸν οὐρό. μεσημβρινόν, σχηματίζουσιν ἵσας διέδρους γωνίας μὲ τὸν ὠριαῖον τοῦ νότου.

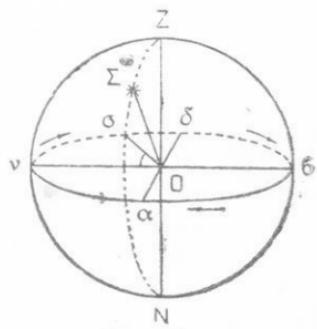
## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

### ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΑΙ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ

§ 20. Ὁρισμὸς τῆς θέσεως σημείου ἐπὶ τῆς οὐροφασίας. Πρὸς δριτιμὸν τῆς θέσεως, τὴν δποίαν ἔχει ἐπὶ τῆς οὐροφασίας κατά τινα στιγμὴν ἀστὴρ τις ἢ οἶον δῆποτε ἄλλο σημεῖον αὐτοῦ, γίνεται χρῆσις δύο αὐτοῦ συντεταγμένων, αἱ δποῖαι ἀνήκουσιν εἰς ἐν τῶν ἀκολούθως ἐκτεθειμένων συστημάτων.

§ 21. Ὁριζόντιοι συντεταγμέναι. Α'. Ἄξιμούθιον ἀστέρος. Ἄξιμούθιον ἀστέρος καλεῖται ἡ διέδρος γωνία, ἡ δποία σχηματίζεται ὑπὸ τοῦ κατακορύφου τοῦ νότου καὶ τοῦ κατακορύφου τοῦ ἀστέρος τούτου. Τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$  π. χ. ( $\Sigma\chi.$  12) Ἄξιμούθιον εἶναι ἡ διέδρος γωνία  $\nu ZN\Sigma$ . ταύτης μέτρον εἶναι ἡ ἀντίστοιχος ἐπίπεδος γωνία νοσ ἢ τὸ τόξον ν σ τοῦ ὁρίζοντος.

Τὸ Ἄξιμούθιον μετρεῖται ἐπὶ τοῦ ὁρίζοντος ἀπὸ  $00$  μέχρι  $360^{\circ}$  ἀπὸ τοῦ νότου κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν. Εἶναι δῆμεν εὐνόητον ὅτι τὸ Ἄξιμούθιον ἀστέρος τινὸς εἶναι μικρότερον μὲν τῶν  $180^{\circ}$ , ἐὰν οὗτος



$\Sigma\chi.$  12.

κεῖται πρὸς δυσμὰς τοῦ μεσημβρινοῦ, μεγαλύτερον δὲ τῶν  $180^{\circ}$ , ὅταν οὕτος κεῖται πρὸς ἀνατολὰς αὐτῷ.

Ἡ τιμὴ Α τοῦ ἀξιμούθιον ἀστέρος κατά τινα στιγμὴν εὑρίσκεται διὰ τοῦ θεοδολίχου ὡς ἔξης.

Καθιστῶμεν τὸν δίσκον ὁρίζοντιον καὶ ὁρίζομεν τὴν διάμετρον αὐτοῦ, ἥ δποίᾳ συμπίπτει μὲ τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν τοῦ κέντρου αὐτοῦ, ἔστω δὲ ν τὸ πρὸς νότον ἄκρον αὐτῆς (Σχ. 6). Στρέφομεν ἔπειτα τὸν κατακόρυφον δίσκον ΚΚ' περὶ τὸν ἄξονα ΑΒ, μέχρις οὗ ἥ βελόνη ἦ ἐφαρμόσῃ ἐπὶ τῆς ἀκτίνος Αν. Ἀπὸ τῆς θέσεως δὲ ταύτης στρέφομεν τὸν δίσκον ΚΚ' κατὰ τὴν ἀνάδρομον φορὰν καὶ τὸ τηλεσκόπιον περὶ τὸν ἄξονα στροφῆς αὐτοῦ, μέχρις οὗ τὸ εἰδωλον τοῦ ἀστέρος σχηματισθῇ εἰς τὸ κέντρον τοῦ σταυρονήματος τοῦ τηλεσκοπίου.

Ἡ γωνία, κατὰ τὴν δποίᾳ ἐστράφη ἥ βελόνη ἦ ἀπὸ τῆς θέσεως Αν, εἶναι τὸ μέτρον Α τοῦ ἀξιμούθιον τοῦ ἀστέρος κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν.

Τὸ ἀξιμούθιον καὶ τὸ ὑψος (§ 9) ἀστέρος καλοῦνται ὁρίζοντιοι συντεταγμέναι τοῦ ἀστέρος τούτου.

Ἄμφοτεραι αἱ ὁρίζοντοι συντεταγμέναι ἀστέρος μεταβάλλονται ἀπὸ στιγμῆς εἰς στιγμὴν ἔνεκα τῆς ἡμερησίας κινήσεως. Εἶναι δὲ καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν αἱ συντεταγμέναι αὖται διάφοροι εἰς διαφόρους τόπους ἔνεκα τῆς ἀλλαγῆς τοῦ ὁρίζοντος καὶ τοῦ κατακορύφου τοῦ νότου. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον λέγονται αὖται καὶ τοπικαὶ συντεταγμέναι.

Διὰ τῶν ὁρίζοντίων συντεταγμένων ἀστέρος τινὸς κατά τινα στιγμὴν καθορίζεται ἥ θέσις αὐτοῦ ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαίρας κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην. Διότι διὰ μὲν τοῦ ὑψους ὁρίζεται ὁ ἀλμικανταράτος, ἐφ' οὗ κεῖται ὁ ἀστήρ, διὰ δὲ τοῦ ἀξιμούθιον ὁ κατακόρυφος αὐτοῦ κεῖται ἄρα ὁ ἀστήρ εἰς τὴν τομὴν αὐτῶν.

*Ασκήσεις.* 27) Νὰ ὁρισθῶσιν αἱ ὁρίζοντοι συντεταγμέναι ἐκάστου τῶν κυρίων σημείων τοῦ ὁρίζοντος.

28) Τίνος σημείου τῆς οὐρ. σφαίρας τὸ μὲν ἀξιμούθιον εἶναι  $270^{\circ}$ , τὸ δὲ ὑψος  $0^{\circ}$ ; Πόση δὲ εἶναι ἥ ζενιθία αὐτοῦ ἀπόστασις;

29) Ποίος εἶναι ὁ γεωμ. τόπος τῶν σημείων τῆς οὐρ. σφαίρας, ὃν ἔκαστον ἔχει ἀξιμούθιον  $90^{\circ}$ ;

30) Ποίον σημείον τῆς οὐρ. σφαίρας ἔχει ἀξιμούθιον  $180^{\circ}$  καὶ ζενιθίαν ἀπόστασιν  $90^{\circ}$ ;

§ 22. **Ιδέα φανομένη κένησες τοῦ Ηλέου.**— Εἶναι εὔκολον εἰς ἔκαστον νὰ παρατηρήσῃ ὅτι : α') 'Ολίγον πρὸ

τῆς ἀνατολῆς τοῦ Ἡλίου δὲν προηγοῦνται αὐτοῦ καὶ ὅλιγον μετὰ τὴν δύσιν του δὲν ἔπονται αὐτῷ οἱ αὐτοὶ πάντοτε ἀστέρες, ἀλλὰ διάφοροι εἰς διαφόρους ἐποχάς. β') Ὁ Ἡλιος δὲν ἀνατέλλει πάντοτε ἀπὸ τὸ αὐτό, οὐδὲ δύει εἰς τὸ αὐτὸ πάντοτε σημεῖον τοῦ δοίζοντος. Ἐκ τούτων ἔπειται ὅτι ὁ Ἡλιος δὲν τηρεῖ τὴν αὐτὴν θέσιν ἐπὶ τῆς οὐρανού. σφαίρας ἐν σχέσει πρὸς τοὺς ἀπλανεῖς ἀστέρας ἀλλ' ἐν φυσικῇ μετέχει τῆς ἡμερησίας κινήσεως φαίνεται ὅτι ἔχει καὶ ἄλλην ίδιαν κίνησιν ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.

Βραδύτερον θὰ ίδωμεν ὅτι ἡ προσεκτικὴ ἔξετασις τῆς ίδιας ταύτης κινήσεως τοῦ Ἡλίου ἀποδεικνύει ὅτι οὗτος φαίνεται κινούμενος ἐπὶ τῆς οὐρανού. σφαίρας κατὰ τὴν δομὴν φοράν καὶ γράφει περιφέρειαν μεγίστου κύκλου, δ ὅποιος καλεῖται ἐκλειπτική.

Ἡ τομὴ γγ' (Σχ. 13) τῆς ἐκλειπτικῆς καὶ τοῦ οὐρανοῦ ίσημερινοῦ Η' καλεῖται *Ισημερινὴ γραμμὴ*. Τὰ ἄκρα γ, γ' τῆς ίσημερινῆς γραμμῆς καλοῦνται *Ισημερινὰ σημεῖα*. Τούτων τὸ μὲν γ, δι' οὗ διέρχεται ὁ Ἡλιος, ὅταν μεταβαίνῃ ἐκ τοῦ νοτίου ἡμισφαιρίου τοῦ οὐρανοῦ εἰς τὸ βόρειον, καλεῖται ἑαρινὸν *Ισημερινὸν σημεῖον*, τὸ δὲ γ' καλεῖται *φθινοπωρινὸν ισημερινὸν σημεῖον*. Ὁ ώριαίος τοῦ γ καλεῖται *κόλουρος τῶν ισημερινῶν*.

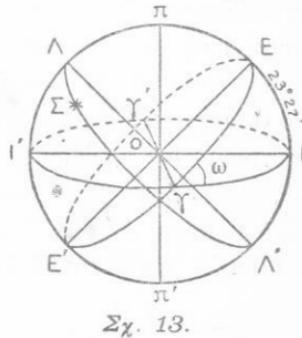
Ἡ διάμετρος ΛΛ' τῆς οὐρανού σφαίρας, ἣ ὅποια εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν ἐκλειπτικήν, καλεῖται *άξων* τῆς ἐκλειπτικῆς.

Τὰ ἄκρα τοῦ ἀξονοῦ τῆς ἐκλειπτικῆς καλοῦνται πόλοι τῆς ἐκλειπτικῆς. Τούτων δὲν μὲν Λ κείμενος ἐν τῷ βιορείῳ ἡμισφαιρίῳ καλεῖται *βόρειος πόλος* τῆς ἐκλειπτικῆς, δὲ Λ' *νότιος πόλος* αὐτῆς.

Οἱ διὰ τῶν πόλων τῆς ἐκλειπτικῆς διερχόμενοι μέγιστοι κύκλοι τῆς οὐρανού σφαίρας καλοῦνται *κύκλοι πλάτους*.

Τὸ ἡμικύκλιον πλάτους, τὸ δόποιον περιέχει ἀστέρα, καλεῖται *κύκλος πλάτους* τοῦ ἀστέρος τούτου. Οὕτω τοῦ Σ (Σχ. 13) κύκλος πλάτους εἶναι τὸ ἡμικύκλιον ΛΣΛ'.

**§ 23. Ισημερινὰ συντεταγμένα.** — A'. *Ἀπόκλισις.* Ἀπόκλισις ἀστέρος καλεῖται ἡ γωνία, τὴν δόποιαν σχηματίζει ἡ δι' αὐτοῦ διερχομένη ἀκτὶς τῆς οὐρανού σφαίρας μετὰ τοῦ οὐρανοῦ. Τοῦ ἀστέρος Σ (Σχ. 14) ἀπόκλισις εἶναι ἡ γωνία σΟΣ· ταύτης μέτρον εἶναι τὸ τόξον σΣ τοῦ ώριαίου τοῦ αὐτοῦ ἀστέρος.



Σχ. 13.

Ἡ ἀπόκλισις μετρεῖται ἐπὶ τοῦ ὠριαίου ἑκάστου ἀστέρος ἀπὸ τοῦ ἴσημερινοῦ, θετικῶς μὲν πρὸς τὸν βόρειον ἀρνητικῶς δὲ πρὸς τὸν νότιον πόλον καὶ ἀπολύτως ἀπὸ  $0^{\circ}$  ἕως  $90^{\circ}$ .

Ἐπειδὴ ἑκαστος ἀστήρ μετέχων τῆς ἡμερησίας κινήσεως γράφει περιφέρειαν παραλλήλου κύκλου, ή ἀπόκλισις αὐτοῦ δὲν μεταβάλλεται μετὰ τοῦ χρόνου. Εἶναι δὲ φανερὸν ὅτι αὕτη δὲν ἔχειται καὶ ἐκ τοῦ τόπου τῆς παρατηρήσεως. Εἶναι ἄρα ἡ ἀπόκλισις ἑκάστου ἀστέρος σταθερά<sup>(1)</sup>.

*B'.* Ὡριαία γωνία. Ὡριαία γωνία (H) ἀστέρος καλεῖται η διεδρος γωνία, τὴν δποίαν σχηματίζει ὁ ὠριαῖος τοῦ ἀστέρος μετὰ τοῦ ὠριαίου τοῦ νότου.—Τοῦ ἀστέρος Σ ὠριαία γωνία εἶναι η διεδρος γωνία νΠΠ'Σ· ταύτης μέτρον εἶναι η γωνία IOσ ἢ τὸ τόξον Iσ τοῦ οὐροῦ. Ἰσημερινοῦ.

Ἡ ὠριαία γωνία μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφέρειας τοῦ Ἰσημερινοῦ κατὰ τὴν ἀνάδρομον φορὰν καὶ ἀπὸ  $0^{\circ}$  ἕως  $360^{\circ}$ . Λαμβάνεται δὲ ὡς ἀρχὴ τομὴ Ι τῆς περιφέρειας τοῦ Ἰσημερινοῦ καὶ τοῦ ὠριαίου τοῦ νότου.

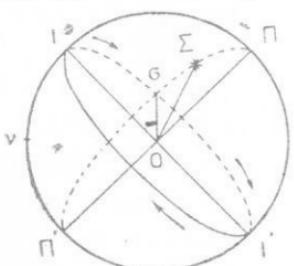
Συνήθως τὴν H μετροῦσιν εἰς ὥρας, πρῶτα καὶ δεύτερα λεπτὰ καὶ ἀπὸ 0 μέχρι 24 ὥρῶν. Πρὸς τοῦτο νοοῦσι τὴν περιφέρειαν τοῦ Ἰσημερινοῦ διῃρημένην εἰς 24 ἵσα τόξα, ὃν ἑκαστον καλεῖται τόξον μιᾶς ὥρας· ἑκαστον τούτων διαιρεῖται εἰς 60 ἵσα τόξα, ὃν ἑκαστον καλεῖται τόξον ἑνὸς πρώτου λεπτοῦ καὶ ἑκαστον τούτων διαιρεῖται εἰς 60 τόξα δευτέρου λεπτοῦ. Εἶναι δὲ τόξ. 1 ὥρας =  $15^{\circ}$ , τόξ. 1π. =  $15'$  καὶ τόξ.  $1^{\circ} = 15''$ .

Ἐνεκα τοῦ ἴσοταχοῦς τῆς ἡμερησίας κινήσεως τὰ ὑπὸ ἀστέρος διανύμενα τόξα  $\sigma\sigma_1$ ,  $\sigma\sigma_2$ ,  $\sigma\sigma_3$  κ.τ.λ. (Σχ. 15) εἶναι ἀνάλογα πρὸς τοὺς χρόνους, καθ' οὓς διανύονται. Καὶ τὰ ἀντίστοιχα δὲ πρὸς ταῦτα τόξα  $I\alpha_1$ ,  $I\alpha_2$ ,  $I\alpha_3$ , κ.τ.λ. τοῦ Ἰσημερινοῦ μεταβάλλονται ἀναλόγως τοῦ χρόνου.

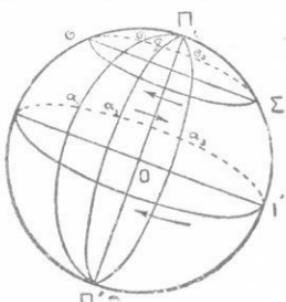
Ἄρα: Ἡ ὠριαία γωνία ἑκάστου ἀστέρος μεταβάλλεται ἀναλόγως τοῦ

χρόνου.

(1) Τοῦτο δὲν ἀληθεύει διὰ τὸν ἀστέρας, οἱ ὅποιοι ἔχουσιν ἰδίαν κίνησιν ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν.



Σχ. 14.



Σχ. 15.

Ἐπειδὴ δὲ καὶ ὁ ὠριαῖος τοῦ νότου εἶναι διάφορος εἰς διαφόρους τόπους, ἥτις ὠριαία γωνία ἔκαστου ἀστέρος εἶναι κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν διάφορος εἰς τὸν διαφόρον τόπον.

Διὰ τῆς ἀποκλίσεως ἀστέρος δοκίζεται ὁ παράλληλος, ἐπὶ τοῦ διποίου κεῖται ὁ ἀστήρ. διὰ δὲ τῆς ὠριαίας γωνίας δοκίζεται ὁ ὠριαῖος αὐτοῦ. Κεῖται ὅθεν ὁ ἀστήρ εἰς τὴν τομὴν τῶν περιφερειῶν τούτων.

Τὸ συμπλήρωμα τῆς ἀποκλίσεως ἀστέρος καλεῖται **πολικὴ ἀπόστασις** (P) τοῦ ἀστέρος τούτου. Οὕτω P τοῦ Σ (Σχ. 14) εἶναι ἡ γωνία ΠΟΣ' ταύτης μέτρου εἶναι τὸ τόξον ΠΣ τοῦ ὠριαίου τοῦ ἀστέρος. Ἡ P μετρεῖται ἐπὶ τοῦ ὠριαίου ἔκαστου ἀστέρος ἀπὸ τοῦ βορείου πόλου καὶ ἀπὸ 0° μέχρις 180°. Εἶναι δὲ προφανῶς P σταθερά, δι᾽ ὃς οὓς ἀστέρας εἶναι καὶ ἡ δ σταθερά.

**Ἀσκήσεις.** 31) Πόση εἶναι ἡ ἀπόκλισις τοῦ βορείου καὶ πόση τοῦ νοτίου πόλου;

- 32) Πόση εἶναι ἡ δ ἑκατέρου τῶν ἴσημερινῶν σημείων ;
- 33) Πόση εἶναι ἡ δ ἑκατέρου τῶν ἄκρων τοῦ ἄξονος τοῦ μεσημβρινοῦ ;
- 34) Πόση εἶναι ἡ P τοῦ βορείου καὶ πόση τοῦ νοτίου πόλου ;
- 35) Πόση ἡ P ἑκατέρου τῶν ἴσημερινῶν σημείων ;
- 36) Πόση εἶναι ἡ P τῆς ἀνατολῆς καὶ πόση τῆς δύσεως ;
- 37) Πόση εἶναι ἡ H τοῦ νότου καὶ πόση τοῦ βορρᾶ ;
- 38) Πόση εἶναι ἡ H ἑκατέρου τῶν ἄκρων τοῦ ἄξονος τοῦ μεσημβρινοῦ ;
- 39) Πόση εἶναι ἡ H τοῦ γ, καθ' ἡ στιγμὴν τοῦτο ἀνατέλλει ;
- 40) Τίνες αἱ ἴσημεριναὶ συντεταγμέναι τοῦ γ', καθ' ἡ στιγμὴν τοῦτο δύει.
- 41) Ποῖος εἶναι ὁ γ. τόπος τῶν σημείων τῆς οὐρ. σφαιρίδας, ὃν ἔκαστον ἔχει H=90° ;
- 42) Πόση εἶναι ἡ P ἀστέρος, διστις ἔχει δ=30° ;
- 43) Πόση εἶναι ἡ δ ἀστέρος, διστις ἔχει P=120° 35' ;
- 44) Ἐάν εἰς τόπον ἡ Z τοῦ βορείου πόλου εἶναι 20° 17', πόση εἶναι ἡ δ τοῦ ζενίθ τοῦ τόπου τούτου ;
- 45) Ἡ ὠριαία γωνία 25° 35' 21'', νά ἐκτιμηθῇ εἰς ὠρας κ.τ.λ.
- 46) Ἡ ὠριαία γωνία 2 δρ. 31π 17δ νά ἐκτιμηθῇ εἰς μοίρας κ.τ.λ.

**§ 24. Ἀστρικὴ ἡμέρα. — Ἀστρικὸς χρόνος.**  
**Ἀστρικὰ ἐκκρεμῆ.** — Ἐάν κατά τινα στιγμὴν ἀστήρ ἢ ἄλλο σημεῖον τῆς οὐρ. σφαιρίδας μεσουρανῆ ἀνω ἐν τινι τόπῳ, ἡ ἀκόλουθος ἀνω μεσουράνησις αὐτοῦ ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ θὰ γείνῃ, μετὰ σταθερὸν χρόνον, ὁ διποίος ἐκλήθη ἀστρικὴ ἡμέρα (§ 14 A'). Κατὰ ταῦτα ἡ ἀστρικὴ ἡμέρα δοκίζεται ὡς ἔξης : Ἀστρικὴ ἡμέρα καλεῖται ὁ χρόνος, ὁ διποίος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἀνω μεσουράνησεων ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ ἀστέρος ἢ ἄλλου ὠρισμένου σημείου τῆς οὐρ. σφαιρίδας.

Ἡ ἀστρικὴ ἡμέρα διαιρεῖται εἰς 24 ἀστρικὰς ὠρας, ἡ ἀστρικὴ

ώρα εἰς 60 ἀστρικὰ λεπτὰ καὶ ἔκαστον τούτων εἰς 60 ἀστρικὰ δευτερόλεπτα.

‘Ως ἀρχὴ τῆς ἀστρικῆς ἡμέρας λαμβάνεται ἐν ἑκάστῳ τόπῳ ἡ στιγμὴ τῆς ἄνω μεσουρανήσεως τοῦ γ ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ.

Ἐὰν εἰς τινα στιγμὴν ἀστρικῆς ἡμέρας τὸ γ ἔχῃ ὠραιάν γωνίαν  $H^o$ , δ παρελθὼν ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τῆς ἡμέρας ταύτης χρόνος εἶναι  $\frac{H^o}{15^o}$  ἀστ. ὥραι. Ἀλλ ὁ χρόνος οὗτος δηλοῖ καὶ τὴν ὠραιάν γωνίαν τοῦ γ εἰς ὡρας κ.τ.λ. κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν. Διὰ τοῦτο καλοῦμεν ἀστρικὸν χρόνον ἢ ἀστρικὴν ὡραν τόπου νατά τινα στιγμὴν τὴν  $H$  τοῦ γ (εἰς ὡρας κ.τ.λ.) νατά τὴν αὐτὴν στιγμήν.

Ἡ ἀστρικὴ ὥρα μεταβάλλεται ἀπὸ  $0^o$  ἕως  $24^o$  ὡρας καὶ παρέχεται ἐν τοῖς ἀστεροσκοπείοις ὑπὸ ἀκριβῶν ἐκκρεμῶν ὠρολογίων, τὰ δποῖα καλοῦνται ἀστρικὰ ἔκκρεμη. Ἐκαστον τούτων παράγει εἰς μίαν ἀστρικὴν ἡμέραν  $60X60X24=86400$  κτύπους καὶ κανονίζεται οὕτως ὅστε νὰ δεικνύῃ θώρ. Οπ θ δηλοῖ τὴν στιγμὴν τῆς ἐν τῷ τόπῳ αὐτοῦ ἄνω μεσουρανήσεως τοῦ γ.

ΣΗΜ. Ἐν τοῖς ἀκολούθοις λέγοντες ἀπλᾶς ὡρας, λεπτὰ καὶ δευτερόλεπτα θὰ νοῦμεν ἀστρικὰ τοιαῦτα.

‘Ασκήσεις. 47) Κατὰ ποίαν ὡραν δύει καὶ κατὰ ποίαν ἀνατέλλει τὸ γ;

48) Κατὰ ποίαν ὡραν ἀνατέλλει καὶ κατὰ ποίαν δύει τὸ γ’;

49) Κατὰ ποίαν ὡραν τὸ γ μεσουρανεῖ κάτω; Πόσην  $H$  ἔχει τότε τὸ γ’;

50) Ἐδὸν ἀστήρος κατὰ τὴν ἡμερησίαν κίνησιν γράφῃ τὸν οὐρ. Ισημερινόν, πόσον χρόνον μένει ὑπὲρ τὸν δρίζοντα καὶ πόσον ὑπ’ αὐτόν;

51) Πόσαι δραι μεσολαβοῦσι μεταξὺ τῆς ἄνω καὶ κάτω μεσουρανήσεως ἀστέρος, δστις γράφει τὸν οὐρ. Ισημερινόν;

52) Ἀστήρος μεσουρανεῖ συγχρόνως μετὰ τοῦ γ καὶ παραμένει 8 ὡρας καὶ 20π ὑπὲρ τὸν δρίζοντα τόπου τινός. Κατὰ ποίαν ὡραν δύει;

53) Μετὰ πόσας ὡρας ἀπὸ τῆς ἄνω μεσουρανήσεως θὰ δύσῃ ἀστήρος, δστις μένει ὑπὲρ τὸν δρίζοντα 14 ὡρας 20π;

54) Μετὰ πόσας ὡρας ἀπὸ τῆς κάτω μεσουρανήσεως θὰ ἀνατείλῃ ἀστήρος, δστις διανύει τὸ ἡμερήσιον τόξον του εἰς 13ώρ. 20π 38δ;

55) Ἀστήρος μεσουρανεῖ κάτω μετὰ 6ώρ. 25π. 32δ ἀπὸ τῆς δύσεώς του. Εἰς πόσον χρόνον διανύει τὸ ἡμερήσιον καὶ εἰς πόσον τὸ νυκτερινὸν τόξον τῆς τροχιᾶς του;

56) Ἀστήρος ἀνατέλλει τὴν 8 ὡρ. 15π. καὶ μεσουρανεῖ ἄνω ἀστήρος, δστις ἀνατέλλει τὴν 17ώρ. 21π. 30δ. Κατὰ ποίαν ὡραν δύει καὶ εἰς πόσον χρόνον διανύει τὸ νυκτερινὸν τόξον αὐτοῦ;

57) Κατὰ ποίαν ὡραν μεσουρανεῖ ἄνω ἀστήρος, δστις ἀνατέλλει τὴν 10ώρ., καὶ δύει τὴν 20 ὡρ. 20 π. 21 δ.;

58) Ἀστήρος ἀνατέλλει τὴν 17 ὡραν καὶ δύει τὴν 7 ὡραν τῆς ἀκολούθου ἀστρικῆς ἡμέρας. Πόσην  $H$  ἔχει κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς ἡμέρας ταύτης;

59) Άστηρ ἀνατέλλει τὴν 3 ὡραν<sup>η</sup> καὶ δύει τὴν 12 ὡραν. Κατὰ ποίαν ὥραν θὰ ἔχῃ  $H=12$  ὥρας;

**§ 25. Οὐρανογραφικὲ συντεταγμέναι.** — Ἡ θέσις ἀστέρος ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαίρας δρίζεται καὶ διὸ ἄλλου συστήματος συντεταγμένων, αἱ δόποια καλοῦνται οὐρανογραφικὲ συντεταγμέναι. Μία τούτων εἶναι ἡ ἀπόκλισις, ἡ δὲ ἄλλη λέγεται δρόθη ἀναφορὰ (α).

'Ορθὴ ἀναφορὰ ἀστέρος καλεῖται ἡ δίεδρος γωνία, τὴν ὅποιαν σχηματίζει ὁ ὠριαῖος τοῦ ἀστέρος μέ τὸν κόλουρον τῶν ἴσημεριῶν. Τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$  (Σχ. 16) ὁρθὴ ἀναφορὰ εἶναι ἡ δίεδρος γωνία  $\gamma \Pi \Pi' \Sigma$ . ταύτης μέτρον εἶναι ἡ γωνία  $\gamma O \sigma$  ἢ τὸ τόξον γι τοῦ οὐρ. ίσημεριοῦ.

Ἡ αἱκάστου ἀστέρος μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ οὐρ. ίσημεριοῦ κατὰ τὴν δρόθην φορὰν ἀπὸ τοῦ  $\gamma$  καὶ ἀπὸ  $0^\circ$  ἕως  $360^\circ$  ἢ ἀπὸ 0 ὥρας μέχρι 24 ὥρων.

Προφανῶς ἡ αἱκάστου ἀπλανοῦς ἀστέρος δὲν μεταβάλλεται οὔτε μετὰ τοῦ τόπου οὔτε μετὰ τοῦ χρόνου, ἦτοι εἶναι σταθερὰ συντεταγμένη <sup>(1)</sup>. Διὰ τῆς αἱστέρος δρίζεται δρόριαῖος αὐτοῦ, διὰ δὲ τῆς δὲ παράλληλος. Κεῖται δοθεν ὁ ἀστήρος εἰς τὴν τομὴν τῶν περιφερειῶν τούτων.

**Ασκήσεις.** 60) Τίνεις αἱ οὐρανογραφικὲ συντεταγμέναι τοῦ  $\gamma$  καὶ τίνεις τοῦ  $\gamma'$ :

61) Πόση εἶναι ἡ αἱ τῆς ἀνατολῆς καὶ πόση τῆς δύσεως;

62) Πόση εἶναι ἡ αἱ τοῦ νότου τόπου, ὅταν τὸ γ μεσουρανῆ ἄνω ἐν αὐτῷ;

63) Πόση εἶναι ἡ αἱ τοῦ βιορᾶ τόπου, ὅταν τὸ γ ἀνατέλλῃ ἐν αὐτῷ;

64) Πόση ἡ αἱ τῆς δύσεως καὶ πόση τῆς ἀνατολῆς τὴν 6ην ὥραν;

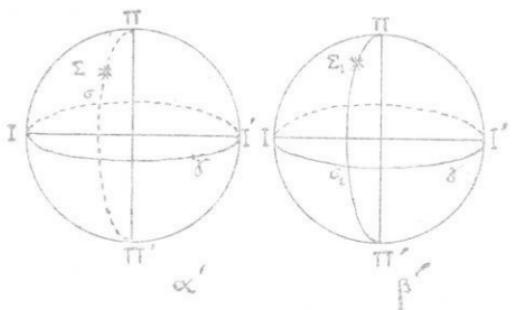
65) Πόση εἶναι ἡ αἱ τοῦ νότου τὴν 12ην ὥραν;

**§ 26. Σχέσεις μεταξὺ α,  $H$  ἀστέρος καὶ ἀστρεών χρόνου.** — Α') "Εστω ἀστὴρ  $\Sigma$  (Σχ. 17 α'), ὅστις ἔχει  $H=I\sigma$ ,  $a=\gamma I'\sigma$ , καθ' ἣν στιγμὴν εἶναι  $\Pi'\gamma=X$  (ἀστρο. χρόνος). 'Επειδὴ  $\Pi'\gamma=I\sigma+\sigma I'\gamma$ , ἔπειται ὅτι  $X=H+a$ . <sup>(1)</sup>

Διὰ τὸν ἀστέρα  $\Sigma_1$  (Σχ. 17 β') εἶναι  $H=I\gamma\sigma_1$ ,  $a=\gamma I'I\sigma_1$ ,

(1) Τοῦτο δὲν ἀληθεύει διὰ τὸν ἀστέρας, οἱ δόποιοι ἔχουσιν ιδίαν κίνησιν ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.

καὶ ἔπομένως  $\sigma_1\gamma = 24$  ὥρ. — α. Ἐπειδὴ δὲ  $I\gamma\sigma_1 = II'\gamma + \gamma\sigma_1$ ,



Σχ. 17.

μεσουρανεῖ ἄνω, ὅταν τὸ γ μεσουρανῇ κάτω ;

67) Καθ' ἡν στιγμὴν τὸ γ ἀνατέλλει ἐν τινὶ τόπῳ, μεσουρανεῖ ἄνω ἐν αὐτῷ ἀστὴρ ἔχων  $P=90^\circ$ . Τίνες αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι αὐτοῦ ;

68) Πόση εἰναι ἡ α ἀστέρος, δῆτις μεσουρανεῖ ἄνω ἐν Ἀθήναις τὴν 15ῶρ.  $20\pi 35\delta$  ;

69) Κατὰ ποίαν ἀστρικὴν ὥραν ἀστὴρ ἔχων  $\alpha = 8$  ὥρ. ἔχει  $H = 3$  ὥρας  $40\pi$  ;

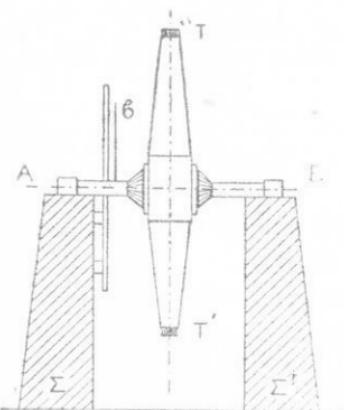
70) Κατὰ ποίαν ἀστρικὴν ὥραν ἀστὴρ ἔχων  $\alpha = 13$  ὥρ.  $25\pi$  ἔχει  $H = 15$  ὥρ. ;

71) Ἀστὴρ ἔχων  $\delta = 0^\circ$  ἀνατέλλει ἐν Ἀθήναις τὴν 7ῶρ.  $24\pi 30\delta$ . Κατὰ ποίαν ὥραν μεσουρανεῖ ἄνω καὶ κατὰ ποίαν δύνει ἐν Ἀθήναις ;

72) Ἀστὴρ ἔχει  $\alpha = 8$  ὥρ. Πόση εἰναι ἡ  $H$  σύντοῦ, ὅταν  $X = 2$  ὥρ.  $40\pi$ . ;

73) Ἀστὴρ ἔχων  $P = 12^\circ 0' 40''$  μεσουρανεῖ ἄνω ἐν Ἀθήναις τὴν 18 ὥραν  $10\pi 42\delta$ . Τίνες αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι αὐτοῦ ;

### § 27. Μεσημβρινὸν τηλεσκόπιον. — Οὗτο καλεῖται



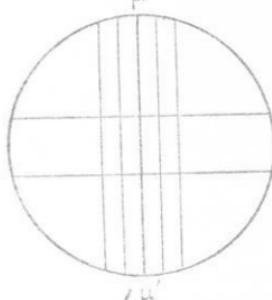
Σχ. 18.

ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον  $TT'$  (Σχ. 18), τοῦ διποίου ὁ ὁπτικὸς ἀξων στρέφεται περὶ ἄλλον ἀξονα  $AB$  κάθετον ἐπὶ ἐκεῖνον. Ὁ ἀξων  $AB$  εἰναι κάθετος ἐπὶ τὸν μεσημβρινὸν καὶ στηρίζεται ἐπὶ δύο ἀκλονήτων κατακόρυφων στύλων  $\Sigma, \Sigma'$ . Ἐνεκα τῆς τοιαύτης διατάξεως ὁ ὁπτικὸς ἀξων στρεφόμενος περὶ τὸν  $AB$  γράφει τὸν μεσημβρινὸν τοῦ τόπου. Παρὰ τὸ τηλεσκόπιον  $TT'$  κεῖται κατακόρυφος κύκλος, ὁ διποίος στρεφεῖται κατὰ τὸ κέντρον του μετὰ τοῦ ἀξονος  $AB$ . Ἐν τῷ ἐπιπέδῳ δὲ τοῦ κύκλου τούτου στρέφεται περὶ τὸν

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

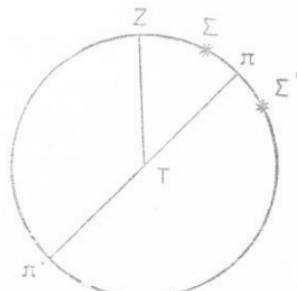
ΑΒ καὶ συγχρόνως μὲ τὸν ὀπτικὸν ἄξονα τοῦ τηλεσκοπίου βελόνη  
θετάντης τὸ κινητὸν ἄκρον διατρέχει τὴν εἰς μοίρας κτλ. διῃρημένην  
περιφέρειαν τοῦ κύκλου τούτου.

Τὸ σταυρόνημα τοῦ τηλεσκοπίου τούτου ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο δριζόντια νήματα καὶ ἀπὸ 5 ἄλλα κάθετα (Σχ. 19) ἐπ' ἑκεῖνα καὶ εἰς ἵσην ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν κείμενα. Τὸ μεσαῖον τούτων μμ' κεῖται εἰς τὸ ἐπίπεδον τοῦ μεσημβρινοῦ καὶ καλεῖται μεσημβρινὸν νῆμα. "Ινα μετ' ἀκριβείας δρισθῇ ἡ στιγμὴ τῆς μεσουρανήσεως ἀστέρος, σημειοῦνται αἱ δόραι κατὰ τὰς διαβάσεις αὐτοῦ πρὸ ἐκάστου τοῦ 5 νημάτων καὶ λαμβάνεται ὁ μέσος δόρος αὐτῶν.



Σχ. 19.

**§ 28. Διεύθυνσις τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου.** — Ή διεύθυνσις τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου δριζεται διὰ τοῦ μεσημβρινοῦ τηλεσκοπίου ὡς ἔξης. Όριζομεν πρῶτον τὴν διάμετρον τοῦ κύκλου τοῦ ὀχγάνου, ἥτις συμπίπτει μὲ τὴν κατακόρυφον TZ (Σχ. 20) τοῦ τόπου. Σιρέφομεν εἴτα τὸ μ. τηλεσκόπιον πρὸς ἀειφανῆ ἀστέρα μεσουρανοῦντα ἀνω καὶ μετροῦμεν οὕτω τὴν Ζενιθίαν αὐτοῦ ἀπόστασιν  $Z\Sigma = Z_1$ . Μετὰ 12 ώρας μετροῦμεν τὴν Ζενιθίαν ἀπόστασιν  $Z\Sigma' = Z_2$  τοῦ αὐτοῦ ἀστέρος μεσουρανοῦντος κάτω εἰς τὴν θέσιν  $\Sigma'$ . "Αν ἡδη π εἶναι ὁ βόρειος πόλος τοῦ οὐρανοῦ, θὰ εἴναι



Σχ. 20.

$$Z\tau = Z\Sigma + \Sigma\pi \text{ καὶ } Z\tau = Z\Sigma' - \Sigma'\pi,$$

ὅθεν εὐκόλως εὑρίσκομεν  $(Z\pi) = \frac{Z_1 + Z_2}{2}$ .

"Εὰν ἡδη στρέψωμεν τὸ μ. τηλεσκόπιον, μέχρις οὗ ὁ ὀπτικὸς αὐτοῦ ἄξων σχηματίσῃ μετὰ τῆς κατακορύφου γωνίαν  $\frac{Z_1 + Z_2}{2}$ , ἥ διεύθυνσις τοῦ ὀπτικοῦ ἄξονος συμπίπτει μὲ τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου. Τὴν διεύθυνσιν δὲ ταύτην προφανῶς ἔχει καὶ ἡ ἀκτὶς τοῦ κύκλου, ἐφ' ἣς κεῖται τότε ἡ βελόνη 6.

**§ 29. Μέτρησις τῶν οὐρανογραφικῶν συντεταγμένων. α')** Διὰ νὰ μετρήσωμεν τὴν ἀπόκλισιν ἀστέρος, διευθύνομεν πρὸς αὐτὸν τὸν ὀπτικὸν ἄξονα τοῦ μεσημβρινοῦ τηλεσκοπίου,

καθ' ἦν στιγμὴν οὕτος μεσουρανεῖ. Ἀναγινώσκομεν δὲ ἐν τῷ κόλῳ τοῦ ὁράνου τὸ μέτρον ω τῆς κοίλης γωνίας, ἥν τότε σχηματίζει ἡ βελόνη ἢ μετὰ τῆς ἀκτίνος τοῦ ὁράνου, ἢ δύοια κατευθύνεται πρὸς τὸ βόρειον πόλον. Ἐπειδὴ δὲ  $\omega = P$  καὶ  $\delta = 90^\circ - P$ , ἔπειται δτὶ  $\delta = 90^\circ - \omega$ .

β') Διὰ νὰ μετρήσωμεν τὴν ὁρθὴν ἀναφοράν, ὀρκεῖ νὰ προσδιορίσωμεν τὴν ἀκριβῆ ἀστρικὴν ὥραν, καθ' ἦν στιγμὴν ὃ ἀστὴρ μεσουρανῶν ἄνω διέρχεται πρὸ τοῦ μεσημβρινοῦ νήματος τοῦ τηλεσκοπίσυ (§ 26, 3).

'Ασκήσεις. 74) 'Αστὴρ ἔχων  $P = 90^\circ$  ἀνατέλλει τὴν 3 ὥρ. 20π ἐν τινι τόπῳ. Νὰ εὑρεθῇ ἡ αἱρετικὴ διάσταση.

75) 'Αστὴρ ἔχων  $\alpha = 2\text{ώρ}. 12\pi. 35\delta$  δύει τὴν 8 ὥρ. 12π. 35δ. Πόση εἰναι ἡ  $P$  αὐτοῦ;

76) 'Αστὴρ ἀνατέλλει ἐν τινι τόπῳ τὴν 2 ὥραν καὶ δύει ἐν αὐτῷ τὴν 12 ὥρ. Πόση εἰναι ἡ αἱρετικὴ διάσταση;

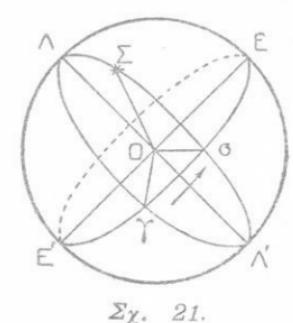
77) 'Αειφανῆς ἀστὴρ ἔχει ἐν τινι τόπῳ ζευθίαν ἀπόστασιν κατὰ μὲν τὴν ἄνω μεσουράνησιν  $250^\circ 30'$ , κατὰ δὲ τὴν κάτω  $45^\circ 20'$ . Πόση εἰναι ἡ  $P$  τοῦ ζευθὸς τοῦ τόπου τούτου;

78) Εἰς τόπον, οὗ τὸ ζευθὸς ἔχει  $P = 480^\circ 10'$ , ἀειφανῆς ἀστὴρ ἔχει κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησιν  $Z = 28^\circ 10'$ . Πόση ἡ  $Z$  αὐτοῦ κατὰ τὴν κάτω μεσουράνησιν του:

**§ 30. Ἐκλειπτικὰ συντεταγμένα.—α')** 'Η δίεδρος γωνία, ἥν σχηματίζει ὁ κύκλος πλάτους τοῦ σημείου  $\gamma$  μετὰ τοῦ κύκλου πλάτους ἀστέρος τινὸς καλεῖται μῆκος τοῦ ἀστέρος τούτου.

Οὕτω τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$  (Σχ. 21) μῆκος εἰναι ἡ δίεδρος γωνία  $\gamma\Lambda\Lambda'\Sigma$ , ἵς μέτρον ἡ ἀντίστοιχος ἐπίπεδος γωνία  $\gamma O\sigma$  ἢ τὸ τῆς ἐκλειπτικῆς τόξου γσ.

Τὸ μῆκος μετρεῖται ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς ἀπὸ τοῦ  $\gamma$  κατὰ τὴν ὁρθὴν φοράν καὶ ἀπὸ  $0^\circ$  μέχρι  $360^\circ$  ἢ συνηθέστερον ἀπὸ  $0$  μέχρις  $24$  ὥρῶν, παρίσταται διὰ τοῦ γράμματος  $\lambda$ .



Σχ. 21.

β') *Πλάτος ἀστέρος καλεῖται ἡ γωνία, ἥν σχηματίζει ἡ διάσταση τοῦ πλάτους τῆς ἐκλειπτικῆς.* Τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$  π.χ. (Σχ. 21) πλάτος εἰναι ἡ γωνία  $\Sigma O\sigma$ , ἵς μέτρον εἰναι τὸ τόξον στοῦ κύκλου πλάτου τοῦ ἀστέρος.

Τὸ πλάτος μετρεῖται ἐπὶ τοῦ κύκλου πλάτους ἐκάστου ἀστέρος ἀπὸ τῆς ἐκλειπτικῆς θετικῶς μὲν πρὸς τὸν βόρειον ἀρνητικῶς διὰ

πρὸς τὸν νότιον πόλον αὐτῆς καὶ ἀπολύτως ἀπὸ 0° μέχρις 90°, παρίσταται δὲ διὰ τοῦ γράμματος β.

Τὸ μῆκος καὶ τὸ πλάτος καλοῦνται ἐκλειπτικὰ συντεταγμένα.

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

Ἀσκήσεις. 79) Τίνες αἱ ἐκλειπτικὰ συντεταγμέναι ἐκατέρου τῶν ισημερινῶν σημείων;

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

81) Τίς ὁ γεωμ. τόπος τῶν σημείων τῆς οὐρ. σφαίρας, ὃν τὸ μῆκος εἶναι 12 ὥραι;

82) Τίς ὁ γεωμ. τόπος τῶν σημείων τῆς οὐρ. σφαίρας ὃν τὸ πλάτος εἶναι 28°;

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

#### ΟΙ ΚΥΡΙΩΤΕΡΟΙ ΑΣΤΕΡΙΣΜΟΙ

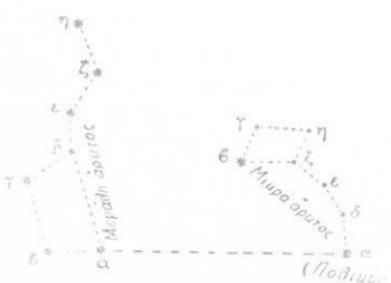
§ 31. Διάκρισις τῶν ἀστέρων εἰς διάφορα μεγέθη. Πρὸς διάκρισιν τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων ἀπ' ἄλλήλων διήρεσαν αὐτοὺς εἰς διαφόρους τάξεις ἢ μεγέθη ἀναλόγως τῆς λαμπρότητος τοῦ φωτὸς αὐτῶν. Οὕτως οἱ λαμπρότεροι τούτων ἀποτελοῦσι τοὺς ἀστέρας αἱ μεγέθους, οἱ μετ' αὐτοὺς ἀποτελοῦσι τοὺς ἀστέρας β' μεγέθους καὶ οὕτω καθ' ἔξης. Διὰ γυμνοῦ ὁφθαλμοῦ διακρίνομεν ἀστέρας μέχρι καὶ τοῦ ἔκτου μεγέθους, διὰ δὲ τοῦ τηλεσκοπίου μέχρι τοῦ δεκάτου ἔβδομου.

Οἱ ἀστέρες τῶν ἔξι πρώτων μεγεθῶν κατανέμονται ὡς ἔξης : α! μεγέθους 20 γ' μεγέθους 192 ε' μεγέθους 1100 β' » 65 δ' » 425 στ' » 3200. "Ωστε διὰ γυμνοῦ ὁφθαλμοῦ φαίνονται 6000 περίπου ἀστέρες καθ' ὅλην τὴν οὐρ. σφαίραν. Οἱ δὲ διὰ τηλεσκοπίου δρώμενοι ὑπερβαίνουσι τὰ τριάκοντα ἑκατομμύρια.

§ 32. Ἀστερισμοί. Πρὸς εὔκολον ἀναγνώσιν τῶν ἀπλανῶν κατέταξαν αὐτοὺς εἰς διαφόρους ὅμαδας, τὰς ὁποίας καλοῦμεν ἀστερισμούς. Εἰς ἕκαστον ἀστερισμὸν ἐδόθη τὸ ὄνομα μυθολογικοῦ τινος συνήθως ἀνθρώπου ἢ ζώου ἢ ἀντικειμένου τινός. Οἱ τὴν σήμερον καθωρισμένοι ἀστερισμοὶ ἀνέρχονται εἰς 117' ἐκ τούτων 48 εἶχον καθορισθῇ ὑπὸ τῶν ἀρχαίων. Οἱ ἀστέρες ἑκάστου ἀστερισμοῦ ὄνομαζονται διὰ τῶν γραμμάτων τοῦ ἡμετέρου ἀλφαβῆτος.

του κατὰ τὴν τάξιν τῆς φαινομένης λαμπρότητος αὐτῶν. Ἐὰν δὲ ταῦτα δὲν ἐπαρκῶσι, γίνεται χρῆσις τῶν λατινικῶν γραμμάτων καὶ εἴτα τῶν ἀριθμῶν κατὰ τὴν φυσικὴν σειρὰν αὐτῶν Ἐν τούτοις ἀστέρες τινές, ἵδια ἐν τῶν λαμπροτέρων, ἔλαβον καὶ ἵδια ὄνόματα.

**§ 33. Διάφοροι ἀστερισμοὶ (α' σειρά).** Μεγάλη ἄρκτος. Προσβλέποντες πρὸς βορρᾶν διακρίνομεν εὐκόλως λαμπρὸν ἀστερισμὸν ἀποτελουμένον ἦξ 7 ἀστέρων. Οἱ 4 τούτων ἀποτελοῦσι τετράπλευρον, οἵ δὲ ἄλλοι τρεῖς τεθλασμένην γραμμήν. Οἱ ἀστερισμὸς οὗτος καλεῖται μεγάλη ἄρκτος. Ὁλοι οἱ ἀστέρες ταύτης εἰναι 2ου μεγέθους πλὴν τοῦ δ, δ ὁποῖος εἶναι 3ου μεγέθους. Τὸ τετράπλευρον καλεῖται σῶμα, ἥ δὲ τεθλ. γραμμὴ καλεῖται οὐρὰ τῆς ἄρκτου.



Σχ. 22.

ἄρκτου, μικρότερον, ἀμυδρότερον καὶ ἀντιθέτως κείμενον. Πλὴν τοῦ πολικοῦ καὶ δ 6 αὐτῆς εἶναι 2ου μεγέθους, οἵ δὲ ἄλλοι ἀμυδρότεροι.

**Δράκων-Κασσιόπη.** Μεταξὺ τῶν ἄρκτων ἀρχεται ὀφιοειδῆς σειρὰ ἀμυδρῶν ἀστέρων, ἥ δποία καταλήγει εἰς μικρὸν τετράπλευρον. Οὗτοι ἀποτελοῦσι τὸν Δράκοντα.

Ἐπὶ τῆς εὐθείας, ἥ δποία συνδέει τὸν ε τῆς μεγ. ἄρκτου καὶ τὸν πολικόν, ἀνευρίσκομεν τὴν Κασσιόπην. Αὕτη ἀποτελεῖται ἐκ 5 ἀστέρων 3ου μεγέθους οὓτοι σχηματίζουσιν ἀνοικτὸν Μ, μὲ τὸν ἀμυδρότερον δὲ αὐτῶν κ σχηματίζουσι κάθισμα.

**Πήγασος.—Ἀνδρομέδα.—Περσεύς.** Ἐπὶ τῆς γραμμῆς δα τῆς μεγ. ἄρκτου καὶ πέραν τοῦ πολικοῦ ἀνευρίσκομεν τὸ τετράγωνον τοῦ Πηγάσου, τὸ δποίον σχηματίζεται ἀπὸ 4 ἀστέρας 2ου μεγέθους. Ὁ δ τούτων εἶναι καὶ δ α τῆς Ἀνδρομέδας. Ταύτης οἱ ἀστέρες δ καὶ γ (2ου μεγ.) κείνται ἐπὶ τῆς προεκτάσεως περίπου τῆς διαγώνιου αδ τοῦ Πηγάσου. Ἐπὶ τῆς αὐτῆς δὲ περίπου γραμμῆς αδ κεῖ-

**Μικρὰ ἄρκτος.** Ἐπὶ τῆς εὐθείας δι (1) τῆς μεγάλης ἄρκτου καὶ εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ α πενταπλασίαν περίπου τῆς δα κείται ἀστήρ 2ου μεγέθους οὓτος εύρισκεται ἐγγύτατα (10° 10') τοῦ βορείου πόλου τοῦ οὐρανοῦ καὶ καλεῖται πολικὸς ἀστήρ. Ο πολικὸς εἶναι δ α τῆς μικρᾶς ἄρκτου, τῆς δποίας τὸ σχῆμα εἶναι δμοιον πρὸς τὸ τῆς μεγάλης

(1) Κυρίος δα εἶναι τόξον καὶ οὐχὶ εὐθεία, ώς χάριν ἀπλότητος λέγομεν.

ται καὶ ὁ α τοῦ Περσέως (2ου μεγ.). Ὁ Πήγασος καὶ ἡ Ἀνδρομέδα μὲ τὸν α τοῦ Περσέως σχηματίζουσι σχῆμα δμοιον πρὸς τὸ τῆς μεγ. ἀρκτού, ἀλλὰ μεγαλύτερον ἔκείνου.

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

Ἐκατέρωθεν τοῦ α τοῦ Περσέως διακρίνονται δύο ἀμυδρότεροι



Σχ. 23.

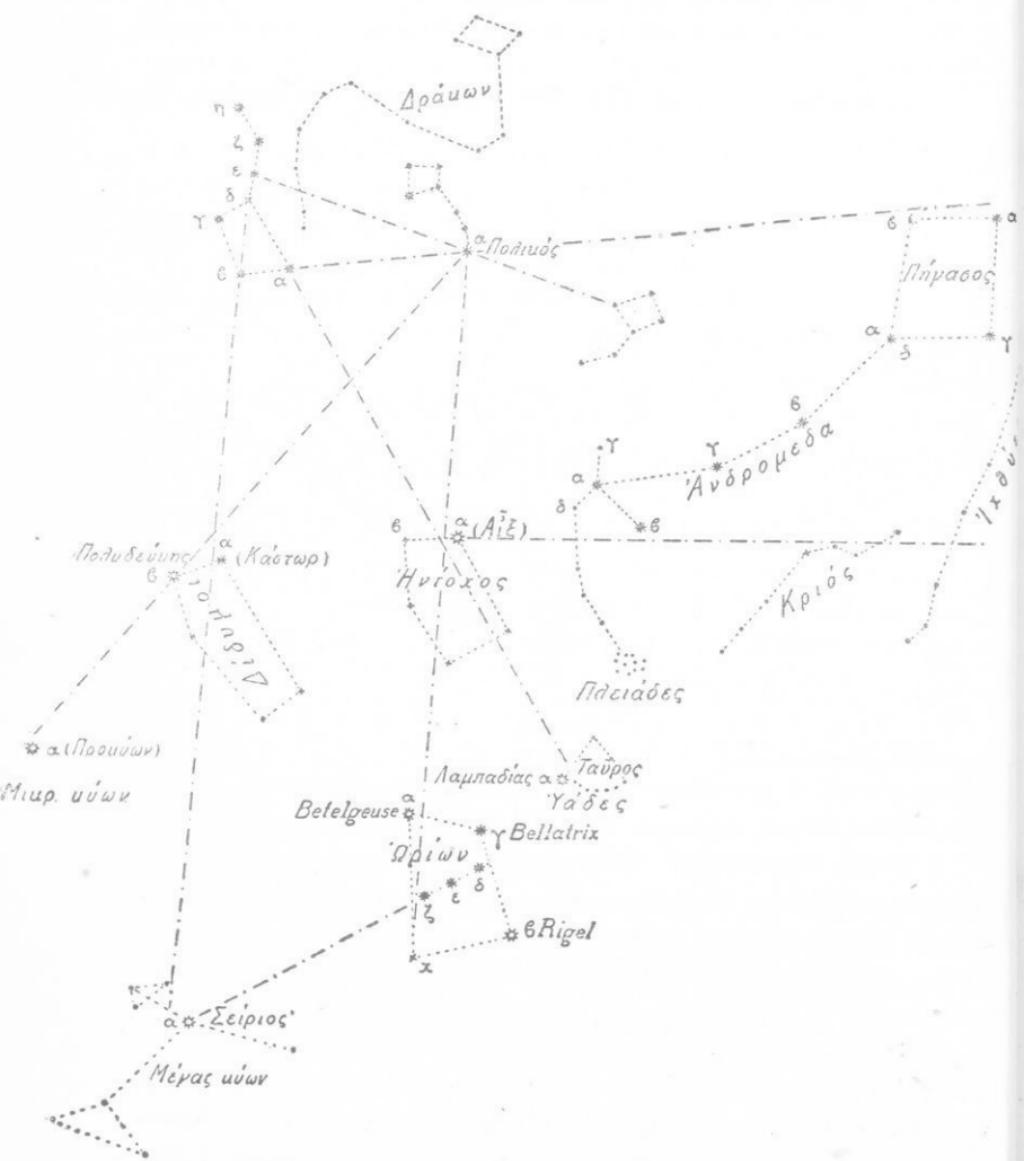
ἀστέρες γ καὶ δ ἀποτελοῦντες μετ' αὐτῶν τόξον. Πρὸς τὸ κυρτὸν τοῦ τόξου τούτου κεῖται ὁ Ἀλγὸλ ἢ ὁ τοῦ Περσέως.

**§ 34. Διεάφοροι ἀστερισμοί.** (β' σειρά). *Ηνίοχος—Ταῦρος—Υάδες—Πλειάδες—Κριός—Ιχθύες.* Ἐὰν τὴν γραμμὴν δα τῆς μεγ. ἀρκτού προεκτείνωμεν ἀντιθέτως πρὸς τὴν οὐρὴν αὐτῆς, ἀνευρίσκομεν τὸν Ἡνίοχον, ὁ δποῖος ἔχει σχῆμα πενταγώνου. Τούτου ὁ α είναι 1ου μεγέθους καὶ καλεῖται *Ἄλξ*.

Ἐπὶ τῆς αὐτῆς γραμμῆς καὶ πέραν τοῦ Ἡνίοχου κεῖται ὁ *Ταῦρος*. Τούτου ὁ α είναι 1ου μεγέθους καὶ καλεῖται *δφθαλμὸς τοῦ Ταύρου* ἢ *Λαμπαδίας* (Aldebaran). Ὁ ἀστὴρ οὗτος ἀποτελεῖ μέρος καὶ μικρᾶς δμάδος ἀστέρων γνωστῆς ὑπὸ τὸ ὄνομα *Υάδες*.

Μεταξὺ τοῦ Ταύρου καὶ τοῦ Περσέως κεῖται ἄλλη δμὰς ἀστέρων γνωστὴ ὑπὸ τὸ ὄνομα *Πλειάδες* (πούλια). Ἐὰν τὴν γραμμὴν δα τοῦ Ἡνίοχου προεκτείνωμεν πέραν τοῦ Περσέως, ἀνευρίσκομεν τὸν *Κριόν*. Τούτου οἱ κυριώτεροι ἀστέρες κείνται ἐπὶ 4

ευθ. τιμημάτων, τὰ δποῖα εἶναι διατεθειμένα ἐν εἴδει κλίμακος.  
Πέραν τοῦ Κριοῦ ἐπὶ τῆς βα τοῦ Ἡνιόχου κεῖνται οἱ Ἰχθύες.



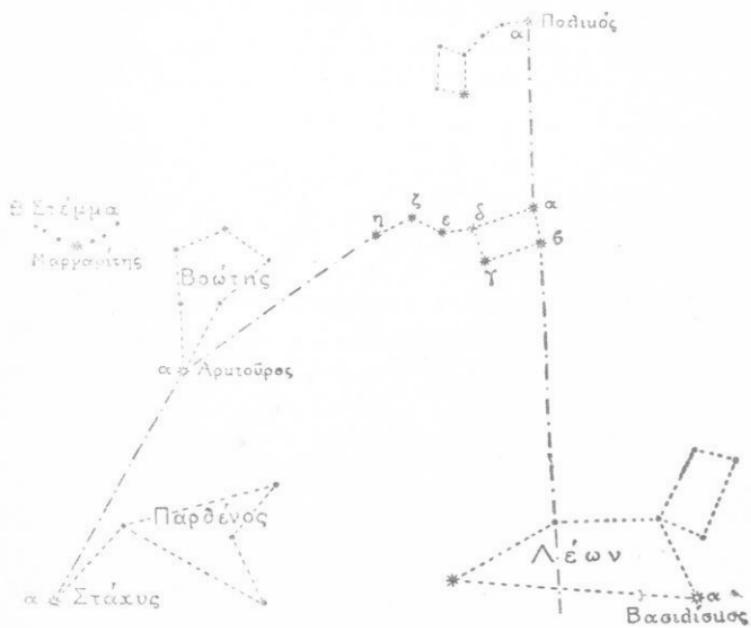
Σχ. 24.

Ο ἀστερισμὸς οὗτος ἀποτελεῖται ἐκ σειρᾶς ἀμυδρῶν ἀστέρων, ἥ  
δποία ἔκτεινεται ὑπὸ τὸν Κριόν καὶ Πήγασον παραλλήλως σχεδὸν  
πρὸς τὸν ἴσημερινόν.

**Ωρίων—Μέγας κύνων.** Ἐπὶ τῆς γραμμῆς πολικὸς — Αἴξ καὶ πέραν τοῦ Ἡνιόχου κεῖται ὁ λαμπρότερος ἀστερισμὸς τοῦ οὐρανοῦ **Ωρίων**. Οἱ ἀστέρες α, β, γ, χ αὐτοῦ σχηματίζουσι τετράπλευρον. Ἐντὸς αὐτοῦ εὑρίσκονται ἐπ’ εὐθείας οἱ δ, ε, ζ (2ου μεγ.), οἱ δόποιοι καλοῦνται **τρεῖς βασιλεῖς** ή **τρεῖς μάγοι** ή δὲ εὐθεῖα αὐτῶν καλεῖται **Τελαμῶν τοῦ Ωρίωνος**. Οἱ ἀστέρες α (Betelgeuse) καὶ β (Rigel) εἶναι 1ου μεγέθους, ὁ δὲ γ (Bellatrix) εἶναι 2ου μεγέθους. ΣΗΜ. Ὁ δ τοῦ Ωρίωνος κεῖται ἐπὶ τοῦ ίσημερινοῦ.

Ἐπὶ τῆς πρὸς νότον προεκτάσεως τῆς γραμμῆς τοῦ Τελαμῶνος κεῖται ὁ **Σειριος**. Οὗτος εἶναι ὁ λαμπρότερος τῶν ἀπλανῶν καὶ ἀνήκει εἰς τὸν ἀστερισμὸν τοῦ μεγάλου κυνός.

**Δειδυμοε.—Μειρὸς κύνων.** Μεταξὺ τῆς μεγ. ἀρκτοῦ καὶ τοῦ Σειρίου κεῖται ὁ ἀστερισμὸς τῶν **Διδύμων**. Τούτου οἱ λαμπρό-



Σχ. 25.

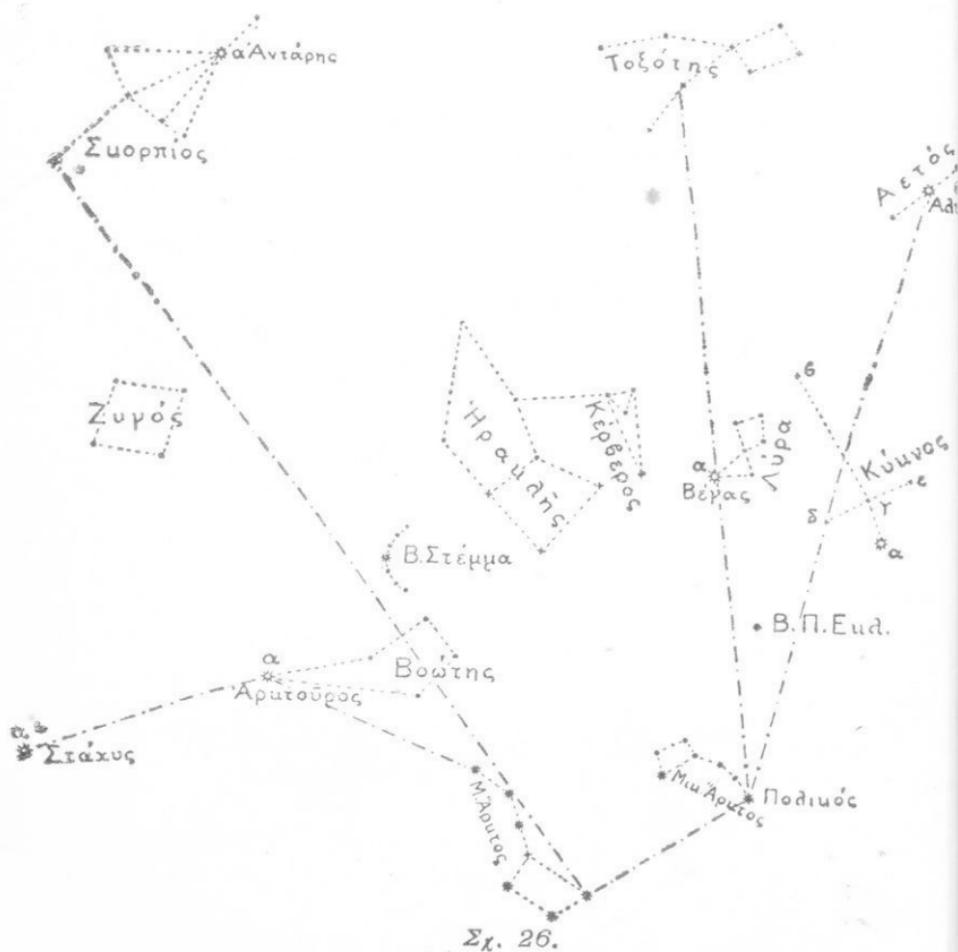
τεροι ἀστέρες λέγονται Πολυδεύκης (1ου μεγ.) καὶ **Κάστωρ** (2ου μεγ.)

Πλησίον τῶν Διδύμων καὶ ἐπὶ τῆς γραμμῆς πολικὸς — Πολυδεύκης κεῖται ὁ **Προκύων**. Οὗτος εἶναι 1ου μεγέθους καὶ ἀνήκει εἰς τὸν **μικρὸν κύνα**.

**§ 35. Διάφοροι ἀστερισμοὶ** (γ' σειρά). **Λέων.** Ἐὰν τὴν γραμμὴν ὡς τῆς μεγάλης ἀρκτοῦ προεκτείνωμεν ἀντιθέτως

πρὸς τὸν πολικόν, ἀνευρίσκομεν τὸν *Δέοντα*. Τούτου οἱ κυριώτεροι ἀστέρες ἀποτελοῦσι τραπέζιον, ὃ δὲ λαμπρότερος καλεῖται *Βασιλίσκος* καὶ εἶναι 1ου μεγέθους.

*Βοιώτης*.—*Βόρειον στέμμα*.—*Παρθένος*.—Ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τῆς γραμμῆς ζητητῆς μεγ. ἀρκτού κεῖται ὁ *Ἄρκτος ψυχός* (1ου μεγ.). Οὗτος κατέχει μίαν κορυφὴν πενταγώνου, τὸ δὲ διποῖον ἀποτελεῖ τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Βοῶτου.



Πλησίον τοῦ Βοῶτου κεῖται ὅμας 7 ἀστέρων, οἱ διποῖοι εἶναι τεταγμένοι ἐπὶ ήμιπεριφερείας. Οὗτοι ἀποτελοῦσι τὸ *βόρειον στέμμα*, οὐ δὲ λαμπρότερος ἀστήρ εἶναι 2ου μεγέθους καὶ καλεῖται *μαργαρίτης*.

Ἐὰν τὸ τόξον, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ ἡ οὐρὰ τῆς μεγ. ἄρκτου μετὰ τοῦ Ἀρκτούρου, προεκτείνωμεν πέραν τοῦ Ἀρκτούρου, εὑρίσκομεν τὸν Στάχυν, ὃ δποῖος εἶναι 1οῦ μεγέθους καὶ ἀνήκει εἰς τὸν ἀστερισμὸν τῆς Παρθένου.

**§ 36. Διάφοροι ἀστερισμοὶ** (δ' σειρά). **Σκορπίος**—**Ζυγός**—**Τοξότης**.—“Ἡ γραμμὴ αὗτῆς μεγ. ἄρκτου προεκτεινομένη πέραν τῆς οὐρᾶς αὐτῆς διέρχεται δι' εὐδιακρίτου ἀστερισμοῦ τοῦ Σκορπίου. Τούτου ὃς αἱ εἶναι ἀστήρες ἐρυθρὸς 1οῦ μεγέθους καὶ καλεῖται Ἀντάρης.

Ἐκατέρῳθεν τοῦ Σκορπίου πρὸς μὲν τὴν Παρθένον κεῖται ὁ Ζυγός, οὗ οἱ λαμπρότεροι ἀστέρες ἀποτελοῦσι τετράπλευρον, πρὸς δὲ τὸ ἔτερον μέρος κεῖται ὁ τοξότης. Ἀμφοτέρων τούτων οἱ ἀστέρες εἶναι ὀμβροῦ.

**Λύρα**.—**Ηρακλῆς**.—**Κέρβερος**.—**Κύκνος**.—**Ἄετος**. Παρὰ τὴν γραμμήν, ἥ διοία ἀγγεται ἐκ τοῦ πολικοῦ διὰ μέσου τοῦ Τοξότου κεῖται ἡ Λύρα. Τούτου οἱ κυριώτεροι ἀστέρες ἀποτελοῦσι μικρὸν τρίγωνον καὶ παραλληλόγραμμον. Ὁ λαμπρότερος τούτων καλεῖται Βέγας (1οῦ μεγ.).

Μεταξὺ τῆς Λύρας καὶ τοῦ βορείου στέμματος κεῖται ὁ **Ἡρακλῆς**. Τούτου οἱ κυριώτεροι ἀστέρες εἶναι δύο μεγέθους καὶ ἀποτελοῦσιν ἐν ἴσοσκελές τραπέζιον, τὸ δποῖον κεῖται ὑπὸ τὴν κεφαλὴν τοῦ Δράκοντος καὶ ἐν εὐρύτερον πεντάγωνον, τὸ δποῖον κεῖται πρὸς νότον τοῦ τραπεζίου καὶ συνάπτεται μετὰ τῆς μικροτέρας βάσεως αὐτοῦ.

Μεταξὺ τοῦ Ἡρακλέος καὶ τῆς Λύρας κεῖται ὁ **Κέρβερος**. Τούτου οἱ κυριώτεροι ἀστέρες ἀποτελοῦσιν ἴσοσκελές τρίγωνον, τὸ δποῖον ἔχει τὴν κορυφὴν του πρὸς τὴν κεφαλὴν τοῦ Δράκοντος.

Πρὸς ἀνατολὰς τῆς Λύρας καὶ εἰς θέσιν συμμετρικὴν περίπου τῶν Διδύμων πρὸς τὸν πολικὸν κεῖται ὁ **Κύκνος**. Τούτου οἱ λαμπρότεροι ἀστέρες σχηματίζουσι μέγαν σταυρόν, ὃ δὲ αἱ εἶναι 1οῦ μεγέθους.

**ΣΗΜ.** Νοήσωμεν τὸ ἴσοπλευρον τρίγωνον, οὗ δύο κορυφαὶ εἶναι ὁ Βέγας καὶ ὁ αἱ τοῦ Κύκνου καὶ τὸ δποῖον κεῖται πρὸς δύο μέρος τῆς ὑπὸ τῶν κορυφῶν τούτων διεζομένης πλευρᾶς κεῖται καὶ ὁ Δράκων. Πλησίον τῆς γ' κορυφῆς αὐτοῦ κεῖται ὁ βιορ. πόλος τῆς Ἐκλειπτικῆς.

Ἐὰν προεκτείνωμεν πέραν τοῦ Κύκνου τὴν γραμμὴν (πολικός—δ. Κύκνου), ἀνευρίσκομεν τὸν ἀστέρα **Ἀλταΐρ** 1οῦ μεγέθους. Οὗτος ἀνήκει εἰς τὸν ἀστερισμὸν τοῦ **Ἄετοῦ**. Τούτου δύο ὀμβροῦτεροι ἀστέρες ἐκατέρῳθεν τοῦ Ἀλταΐρ κείμενοι ἀποτελοῦσι μετ' αὐτοῦ εὐθεῖαν γραμμήν.

\*Ασκήσεις. 83) 'Ο Σείριος ἔχει  $\alpha=6\circ 41' 56''$ , δὲ Λαμπαδίας ἔχει  $\alpha=4\circ 31' 44''$ . Κατὰ ποίαν ὡραν μεσουρανεῖ ἐκάτερος τούτων ἐν Ἀθήναις;

84) 'Ο Πολυδεύκης ἔχει  $\alpha=7\circ 40' 51''$  καὶ ἀνατέλλει εἰς τινα τόπον τὴν 23ην ὡραν. Εἰς πόσον χρόνον διανύει τὸ ἡμερῆσιν καὶ εἰς πόσον τὸ νυκτερινὸν τόξον αὐτοῦ;

85) 'Ο Βασιλίσκος ἔχει  $\alpha=10\circ 4' 29''$ , δὲ Προκύων ἔχει  $\alpha=7\circ 35' 29''$ . Κατὰ ποίαν ὡραν μεσουρανεῖ κάτω ἐν Ἀθήναις ἐκάτερος τούτων;

86) 'Η Αἴξ ἔχει  $\alpha=5\circ 11' 18''$  καὶ  $\delta=45^{\circ} 55' 32''$ . Κατὰ ποίαν ὡραν μεσουρανεῖ ἄνω ἐν Ἀθήναις καὶ πόση εἶναι ἡ Ρ αὐτοῦ;

87) 'Ο Rigel ἔχει  $\delta=-8^{\circ} 17' 5''$ . Πόση εἶναι ἡ Ρ αὐτοῦ:

88) 'Ο Πολυδεύκης ἀνατέλλει εἰς τινα τόπον, καθ' ἣν στιγμὴν μεσουρανεῖ ἄνω ἐν αὐτῷ ή Αἴξ. Εἰς πόσον χρόνον ὁ Πολυδεύκης θὰ διανύσῃ τὸ ἡμερῆσιν τόξον αὐτοῦ;

89) 'Ο Βέγας ἔχει  $\alpha=18\circ 34' 28''$ ,  $\delta=38^{\circ} 42' 53''$ . Οὗτος ἡ ὁ Βασιλίσκος μεσουρανεῖ ἐνωρίτερον ἐν Ἀθήναις καὶ πόσον χρόνον ἐνωρίτερον;

90) 'Ο Βέγας ἡ ἡ Αἴξ κεῖται νοτιώτερον καὶ πόσον;

91) Πόση εἶναι ἡ Ρ τοῦ δ τοῦ 'Ωρίωνος καὶ εἰς πόσον χρόνον διανύει οὗτος τὸ ἡμερῆσιν καὶ εἰς πόσον τὸ νυκτερινὸν τόξον του;

## BIBLION B'.

### Η Γ Η

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

#### ΣΧΗΜΑ ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΑΙ ΣΤΡΟΦΗ ΓΗΣ ΠΕΡΙ ΑΞΟΝΑ

**§ 37. Τὸ Κυρτὸν τῆς Γῆς.** Ή Γῆ δὲν εἶναι ἐπίπεδος, ὡς ἐκ πρώτης ὅψεως φαίνεται ἡμῖν, ἀλλὰ κυρτή. Περὶ τούτου πειθόμεθα ἐκ τῶν ἀκολούθων φαινομένων.

1ον. 'Εὰν ἡ Γῆ ἦτο ἐπίπεδος, ἐκ δύο οἰωνδήποτε σημείων αὐτῆς θὰ ἐφαίνοντο κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν οἱ αὐτοὶ ἀστέρες, ὅπερ δὲν συμβαίνει.

2ον. 'Ιστάμενοι ἐπὶ τινος ἀκτῆς καὶ παρατηροῦντες πλοιόν την ἀπομακρυόμενον αὐτῆς βλέπομεν ὅτι ἀποκρύπτεται κατ' ἀρχὰς τὸ σκάρος, εἴτα τὰ ἀνώτερα μέρη αὐτοῦ καὶ τέλος αἱ κορυφαὶ τῶν ἰστῶν, ὡς ἐὰν τὸ πλοῖον ἐβυθίζετο βαθμιαίως ἐν τῷ ὕδατι. Τὰ φαινόμενα ταῦτα ἔξηγοῦνται μόνον, ἂν ἡ θάλασσα εἶναι κυρτή. Τῷ ὅντι. 'Ἐφ' ὅσον τὸ πλοῖον δὲν ὑπερέβη τὸ σημεῖον Α (Σχ. 27), καθ' ὃ ἡ ὀπτικὴ ἀκτὴς ΟΑ ἐφάπτεται τῆς θαλάσσης, φαίνεται ὀλόκληρον. Εὐθὺς δὲ ὡς ὑπερβῇ τοῦτο, ὀφείλει βαθμιαίως καὶ ἐκ τῶν

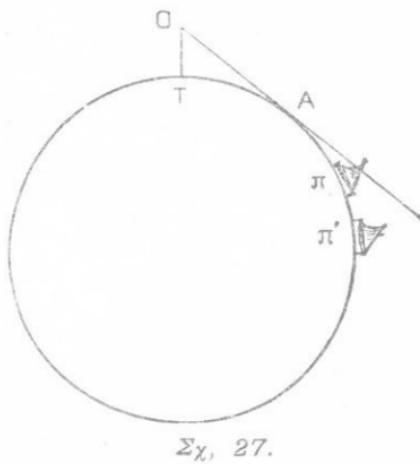
κατωτέρων μερῶν νὰ ἔξαφανίζηται ἀποκρυπτόμενον ὑπὸ τῆς κυρτότητος τῆς θαλάσσης. Ἐπειδὴ δὲ καὶ εἰς ἀναπεπταμένας πεδιάδας ἀνάλογα παρατηροῦνται φαινόμενα, συμπεραίνομεν ὅτι καὶ ἡ χέρσος, μὴ λαμβανομένων ὑπὸ δύψιν τῶν ἀνωμαλιῶν τοῦ ἐδάφους, εἶναι κυρτή.

Τον. Οἱ διάφοροι τῆς Γῆς περίπλοι ἀποδεικνύουσιν ἐπίσης τὸ κυρτὸν τῆς Γῆς.

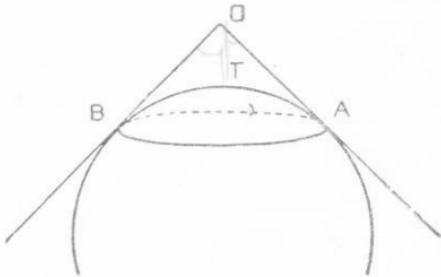
Τὸν πρῶτον τῆς Γῆς περίπλουν ἐπεχείρησεν δὲ Πορτογάλλος Magelann, ὃστις ἀνεχώρησε πλέων πρὸς δυσμάς τὴν 21 Σεπτεμβρίου 1519 ἐκ Sain Lucar τῶν Γαδείρων. Συναντήσας τὴν Ἀμερικὴν περιέπλευσεν αὐτὴν καὶ διελθὼν διὰ τοῦ φερωνύμου πορθμοῦ εἰσῆλθεν εἰς τὸν Εἰρηνικὸν Ὡκεανὸν καὶ ἔφθασε μέχρι τῶν Φιλιππίνων νήσων, ἔνθα ἐφορεύθη ὑπὸ τῶν ιθαγενῶν. Οἱ δπαδοὶ αὐτοῦ ὑπὸ τὴν ἀρχηγίαν τοῦ Σεβαστιανοῦ Κάννου ἔξηκολούθησαν πρὸς δυσμάς τὸν πλοῦν αὐτῶν καὶ περιπλεύσαντες τὴν νότιον Ἀφρικὴν ἐπανῆλθον οἱ ἐπιζήσαντες τὴν 6 Σεπτεμβρίου 1522 εἰς Sain-Lucar.

Τὸ γερμανικὸν ἀερόπλοιον «Κόμης Ζέππελιν» ἐξετέλεσε τὸν γύρον τῆς Γῆς εἰς 20 περίπου ἡμέρας ἵπταμενον ἐπὶ 12 ἡμέρας καὶ 14  $\frac{1}{2}$  ὥρας (1929).

**§ 38.—Σφαιροειδὲς τῆς Γῆς.** — Εὰν παρατηρητὴς ἀνέλθῃ εἰς ὄνφος τι ΤΟ (Σχ. 28) ὑπὲρ τὴν θάλασσαν καὶ μετρήσῃ διὰ καταλλήλου ὁργάνου τὴν γωνίαν ΤΟΑ, τὴν δῆποιαν σχηματίζει ἡ κατακόρυφος ΤΟ μετὰ διπτικῆς ἀκτῖνος ΟΑ ἐφαπτομένης τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης, θέλει παρατηρήσει διτὶ τὸ μέγεθος ἀντῆσεῖναι σταθερὸν δι' ὅλας τὰς τοιαύτας διπτικὰς ἀκτῖνας. Αἱ διπτικαὶ διθεν αὖται ἀκτῖνες ἀποτελοῦσι τὴν κυριὴν ἐπιφάνειαν κώνου ἐκ περιστροφῆς, ὃστις



Σχ. 27.



Σχ. 28.

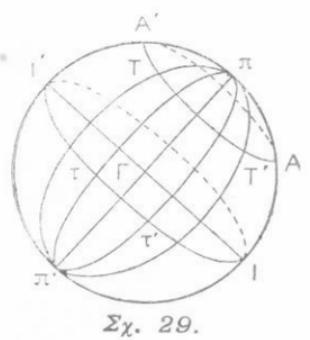
ἐφάπτεται τῆς θαλάσσης κατὰ κύκλον (τὸν φυσικὸν ὁρίζοντα). Ἐπειδὴ δὲ μόνον σφαιραῖς ὁ ἐκ περιστροφῆς κῶνος ἐφάπτεται πανταχοῦ κατὰ κύκλον, συμπεραίνομεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τῆς θαλάσσης πρέπει νὰ εἶναι τούλαχιστον σφαιροειδής. Όμοία δὲ εἶναι καὶ ἡ χέρσος, ἐξαιρέσει τῶν ἀνωμαλιῶν τοῦ ἑδάφους, διότι παρατηρητὴς ἐν μέσῳ εὐρείᾳ πεδιάδος εὑρισκόμενος καὶ δύοις ἔργαζόμενος, εἰς τὸ αὐτὸ καταλήγει συμπέρασμα. Ἡ Γῆ εἶναι λοιπὸν σφαιροειδής, αἱ δὲ ἀνωμαλίαι τοῦ ἑδάφους δὲν ἀλλοιοῦσι τὸ σχῆμα, ὡς αἱ ἀνωμαλίαι τῆς ἐπιφανείας πορτοκαλλίου δὲν ἀλλοιοῦσι τὸ σχῆμα αὐτοῦ, δ.ότι καὶ τὸ μέγιστον ὕψος τῶν ὀρέων τῆς Γῆς (8840μ.) εἶναι ἐλάχιστον παραβαλλόμενον πρὸς τὴν ἀκτίνα τῆς Γῆς (§ 8).

**§ 39. Τὸ μεμονωμένον καὶ πεπερασμένον τῆς Γῆς.** Ἡ Γῆ εἶναι μεμονωμένη ἐν τῷ διαστήματι οὐδαμοῦ στηριζομένη. Πράγματι κατὰ τὸν πολυπληθεῖς καὶ κατὰ διαφόρος διευθύνσεις γενομένους πλοῦς οὐδαμοῦ παρετηρήθησαν τοιαῦτα ὑποστηρίγματα. Καὶ αὐτὴ δὲ ἡ ὑπὸ τὴν Γῆν κίνησις τῶν ἀστέρων θὲ παρεκκλύετο ὑπὸ τῶν τοιούτων ὑποστηρίγμάτων, ἢν πηδοχον.

Οἱ περίπλοι τῆς Γῆς κατὰ διαφόρους διευθύνσεις ἀποδεικνύοισιν ἐπίσης ὅτι ἡ Γῆ εἶναι πεπερασμένη.

**§ 40. Πόλοι καὶ ἄξων τῆς Γῆς.** Ἡ διάμετρος τῆς Γῆς ππ' (σχ. 29), ἡ δποία εἶναι παράλληλος πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου, καλεῖται ἄξων τῆς Γῆς.

Τὰ δύο σημεῖα π καὶ π', εἰς τὰ δύοια ὁ ἄξων τῆς Γῆς τέμνει τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῆς καλοῦνται πόλοι τῆς Γῆς. Ἐκάτερος τούτων ἀντιστοιχεῖ πρὸς τινα τῶν πόλων τοῦ οὐρανοῦ καὶ φέρει τὸ ὄνομα αὐτοῦ, ἥτοι ὁ μὲν π καλεῖται βόρειος ὁ δὲ π' νότιος πόλος τῆς Γῆς.



**§ 41. Γήϊνος ἴσημερινὸς καὶ γήϊνος παράλληλοι.** — Ο μεγ. κύκλος Η' (Σχ. 29) τῆς Γῆς, τοῦ δποίου τὸ ἐπίπεδον εἶναι κάθετον ἐπὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς καλεῖται γήϊνος ἴσημερινός. Ὁ γήϊνος ἴσημερινὸς διαιρεῖ τὴν Γῆν εἰς δύο ἡμισφαίρια, ὃν ἐκάτερον λαμβάνει τὸ ὄνομα τοῦ πόλου, τὸν δποίον περιέχει.

Οἱ πρὸς τὸν γήϊνον ἴσημερινὸν παράλληλοι κύκλοι τῆς Γῆς κα-

λοῦνται γῆινοι παράλληλοι. Τοιοῦτος π.χ. εἶναι ὁ ΑΑ' (Σχ. 29).

Τὰ ἐπίπεδα, τὰ δύοια διέρχονται διὰ τῶν πόλων τῆς Γῆς, λέγονται μεσημβρινὰ ἐπίπεδα.

Αἱ δὲ τοιαὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς ὅποι μεσημβρινῶν ἐπίπεδων καλοῦνται γῆινοι μεσημβρινοί. Π.χ. αἱ γραμμαὶ πΤπ'Γ', ππ'τ' εἶναι γῆινοι μεσημβρινοί.

Ἐκαστος γῆινος μεσημβρινὸς διαιρεῖται ὅποι τοῦ ἀξονος τῆς Γῆς εἰς δύο ἡμίσην. Ἐκάτερον τούτων λέγεται ἴδιαιτέρως γῆινος μεσημβρινὸς τῶν τόπων, τοὺς δύοις περιέχει. Οὗτος ἡ γραμμὴ πΤπ' καλεῖται γῆινος μεσημβρινὸς τοῦ τόπου Τ καὶ παντὸς ἄλλου σημείου αὐτῆς.

Εἰς τῶν γηίνων μεσημβρινῶν λαμβάνεται κατὰ συνθήκην ὡς πρῶτος μεσημβρινός.

Ἄλλοτε ἀπαντα τὰ ἔθνη ἐλάμβανον ὡς πρῶτον μεσημβρινὸν τὸν διερχόμενον διὰ τῆς νήσου Φέρου (τῆς δυτικωτέρας τῶν Καναρίων νήσων). Ἀπό τινων ὅμως ἐτῶν τὰ πλεῖστα τῶν ἔθνῶν παρεδέχθησαν ὡς πρῶτον μεσημβρινὸν τὸν τοῦ ἀστεροσκοπείου τοῦ Greenwich (προαστείου τοῦ Λονδίνου).

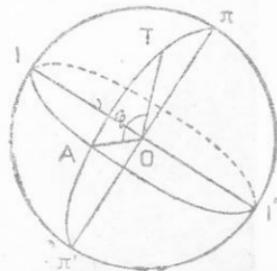
Ἐν Γαλλίᾳ λαμβάνεται ὡς τοιοῦτος ὁ μεσημβρινὸς τοῦ ἀστεροσκοπείου τῶν Παρισίων παρὰ τῶν ναυτικῶν δὲ ἡμῶν λαμβάνεται ὡς αἱ μεσημβρινὸς ὁ τοῦ Greenwich.

**§ 42. Γεωγραφικὲ συντεταγμέναι τόποι.** Ἡ θέσις τόπου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς δοῖται διὰ τῶν γεωγραφικῶν συντεταγμένων αὐτοῦ, αἵτινες εἶναι τὸ γεωγραφικὸν μῆκος καὶ τὸ γεωργαφικὸν πλάτος αὐτοῦ.

α') Γεωγραφικὸν μῆκος τόπου καλεῖται ἡ δίεδρος γωνία, τὴν δύοιαν σχηματίζει ὁ μεσημβρινὸς αὐτοῦ μεταὶ τοῦ πρώτου μεσημβρινοῦ. Οὗτο τοῦ τόπου Τ (Σχ. 30) γεωγρ. μῆκος εἶναι ἡ δίεδρος γωνία Ιππ'.Τ.

Ταύτης μέτρον εἶναι ἡ γωνία ΙΟΑ ἢ τὸ τόξον ΙΑ τοῦ γηίνου. Ισημερινοῦ.

Τὸ γεωγρ. μῆκος μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ γηίνου Ισημερινοῦ ἀπὸ  $0^{\circ}$  ἕως  $180^{\circ}$  ἢ ἀπὸ οἱ μέχρι 2 ὥρῶν ἀπὸ τοῦ αἱ μεσημβρινοῦ πρὸς Α καὶ πρὸς Δ αὐτοῦ. Καλεῖται δὲ ἀνατολικὸν ἢ δυτικόν, καθ' ὃσον ὁ τόπος κεῖται πρὸς Α ἢ πρὸς Δ τοῦ αἱ μεσημβρινοῦ.



Σχ. 30.

Πολλάκις οἱ ἀστρονόμοι μετροῦσι τὸ γ. μῆκος κατὰ τὴν ἀνάδρομον μόνον φορὰν καὶ ἀπὸ Ο μέχρις 24 ὠρῶν.

β') Γεωγραφικὸν πλάτος τόπου καλεῖται ἡ γωνία, τὴν διοίαν σχηματίζει ἡ κατανόρωφος αὐτοῦ μετὰ τοῦ γηῖνου ἴσημερινοῦ· Οὕτω τοῦ Τ (Σχ. 30) γεωγρ. πλάτος εἶναι ἡ γωνία ΑΟΤ· ταύτης μέτρον εἶναι τὸ τόξον ΑΤ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ αὐτοῦ τόπου Τ.

Τὸ γεωγρ. πλάτος μετρεῖται ἐπὶ τοῦ γηῖνου μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου ἀπὸ τοῦ ἴσημερινοῦ πρὸς βορρᾶν καὶ πρὸς νότον αὐτοῦ καὶ ἀπὸ  $0^{\circ}$  μέχρις  $90^{\circ}$ . Εἶναι δὲ βρόχειον ἢ νότιον, καθ' ὅσον ὁ τόπος κεῖται ἐν τῷ βορείῳ ἢ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ τῆς Γῆς.

Διὰ τοῦ γεωγρ. πλάτους τόπου δοῖται ὁ παράλληλος αὐτοῦ· διὰ δὲ τοῦ γεωγρ. μήκους δοῖται ὁ μεσημβρινὸς τοῦ τόπου. Κεῖται ἄρα ὁ τόπος εἰς τὴν τομὴν τῶν γραμμῶν τούτων.

\*Ασκήσεις: 92) Πόσον εἶναι τὸ γεωγρ. πλάτος ἐκάστου σημείου τοῦ ἴσημερινοῦ;

93) Πόσον εἶναι τὸ γεωγρ. πλάτος ἐκατέρου τῶν πόλων τῆς Γῆς;

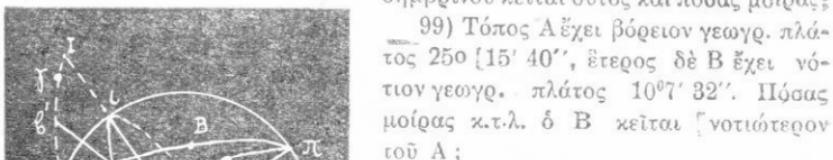
94) Ο γήινος μεσημβρινὸς τόπου Α καὶ ὁ α' μεσημβρινὸς κεῖνται ἐν τῷ αὐτῷ ἐπιπέδῳ, ἀλλὰ δὲν συμπίπτουσι. Πόσον εἶναι τὸ γεωγρ. μῆκος τοῦ Α;

95) Τόπος ἔχει δυτικὸν γεωγρ. μῆκος  $45^{\circ}$ . Νὰ ἐκτιμηθῇ τοῦτο κατὰ τὸν ἀστρονομικὸν τρόπον μετρήσεως.

96) Τόπος ἔχει ἀνατολικὸν μῆκος  $105^{\circ}$ . Νὰ ἐκτιμηθῇ τοῦτο κατὰ τὸν ἀστρονομικὸν τρόπον.

97) Τόπος ἔχει γεωγρ. μῆκος  $10$  ὠρῶν κατὰ τὸν ἀστρονομικὸν τρόπον. Ανατολικὸν ἢ δυτικὸν εἶναι τοῦτο καὶ πόσον μοιρῶν;

98) Τόπος ἔχει γεωγρ. μῆκος  $17$  ὠρῶν. Πρὸς Α ἡ πρὸς Δ τοῦ α' μεσημβρινοῦ κεῖται οὗτος καὶ πόσας μοίρας;



Σχ. 31.

$M_a = \alpha$  καὶ  $M_\delta = \beta$ . Έκ τούτων ἔπειτο ὅτι

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

**§ 43.** Σχέσεις ἐμεταξὺ τῶν γεωγραφικῶν μηκῶν δύο τόπων καὶ τῶν ἀστρονομικῶν χρόνων αὐτῶν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν. Εστω πίπ (Σχ. 31) ὁ α'. μεσημβρινός, πΑα καὶ πΒδ οἱ γήινοι μεσημβρινοὶ τόποι τοῦ Α καὶ Β, οἱ διοί ποιοὶ ἔχουσιν γεωγρ. μήκη ἀντιστοίχως

$$M\delta - M_a = a\delta \quad (1)$$

Ἐὰν δὲ τὰ ἐπίπεδα τῶν μεσημβινῶν τούτων τέμνωσι τὸν οὐρόν σημερινὸν κατὰ τὰς εὐθείας Γαά', Γδδ' καὶ κληθῶσι Χά, Χδ́ οἱ ἀστρικοὶ χρόνοι τῶν τόπων τούτων κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν, θὰ εἴναι  $X_a = a'\gamma$ ,  $X\delta = \delta'\gamma$ , ὅθεν  $X_a - X\delta = a'\delta'$ . (2)

Ἐκ τῶν ἴσοτήτων (1) καὶ (2) ἔπειται ὅτι

$$M\delta - M_a = X_a - X\delta \quad (3)$$

ἥτοι :

*'Η διαφορὰ τῶν μηκῶν δύο τόπων ἴσοῦται πρὸς τὴν διαφορὰν τῶν ἀστρικῶν χρόνων αὐτῶν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν.*

**§ 44. Μέτρησις τοῦ γεωρ. μήκους τόπου.** Ἀν λύσωμεν πρὸς  $M\delta$  τὴν ἀνωτέρῳ ἴσοτητα (3) εὑρίσκομεν ὅτι

$$M\delta = M_a + (X_a - X\delta) \quad (4)$$

Κατὰ ταύτην ἀρκεῖ πρὸς δρισμὸν τοῦ γεωγρ. μήκους  $M\delta$  τόπου  $B$  νὰ προσθέσωμεν εἰς τὸ γεωγρ. μῆκος τοῦ  $A$  τὴν ὑπεροχὴν τῆς ἀστρικῆς ὥρας τοῦ  $A$  ἀπὸ τὴν ἀστρικὴν ὥραν τοῦ  $B$  κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν.

Ωστε ὁ προσδιορισμὸς τοῦ γεωρ. μήκους τόπου  $B$  ἀνάγεται εἰς τὸν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν προσδιορισμὸν τῶν ἀστρικῶν χρόνων τοῦ τόπου  $B$  καὶ ἄλλου τόπου  $A$ , τοῦ ὅποιου γνωρίζομεν τὸ γεωγρ. μῆκος.

Τοῦτο κατορθοῦται διὰ τῶν ἀκολούθων μεθόδων.

***Α' Μέθοδος τηλεγραφική.***— Υποθέσωμεν ὅτι οἱ δύο τόποι  $A$  καὶ  $B$  συνδέονται διὰ τηλεγραφικῆς γραμμῆς ἢ εἶναι σταθμοὶ ἀσυρμάτου τηλεγράφου καὶ ὅτι ἐν ἑκατέρῳ τῶν τόπων τούτων εὑρίσκεται παρατηρητής ἐφωδιασμένος μὲν ἀκριβὲς ὠρολόγιον, τὸ ὅποιον ἐφρυμίσθη οὕτως ὥστε νὰ δεικνύῃ τὴν ἀστρικὴν ὥραν τοῦ τόπου, εἰς τὸν ὅποιον εὑρίσκεται. Κατὰ τινα στιγμὴν ὃ ἐν τῷ τόπῳ  $A$  παρατηρητής, πέμπει πρὸς τὸν  $B$  τηλεγραφικὸν τὸ σῆμα, ἐν ᾧ συγχρόνως σημειοῖ τὴν ἀστρικὴν ὥραν κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἀποστολῆς. Ο παρατηρητής τοῦ τόπου  $B$  δεχόμενος τὸ σῆμα τὴν αὐτὴν στιγμὴν ἔνεκα τῆς μεγάλης ταχύτητος τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, σημειοῖ καὶ οὗτος τὴν ὥραν, τὴν ὅποιαν δεικνύει τὸ ὠρολόγιον του κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς λήψεως τοῦ σήματος. Διὰ τῆς συγκρίσεως δὲ τῶν σημειωθεισῶν ὥρων εὑρίσκεται ἡ διαφορὰ ( $X - X\delta$ ). Πρὸς μείζονα δὲ ἀκρίβειαν ἡ ἐργασία αὕτη ἐπαναλαμβάνεται πολλάκις γίνεται δὲ καὶ κατ' ἀντίθετον φοράν, ἥτοι ἐκπέμπονται καὶ ἐκ τοῦ  $B$  πρὸς τὸν  $A$ .

σήματα, καὶ λαμβάνεται ὁ μέσος ὅρος τῶν ὑπολογιζομένων διαφορῶν τῶν ἀστρικῶν χρόνων.

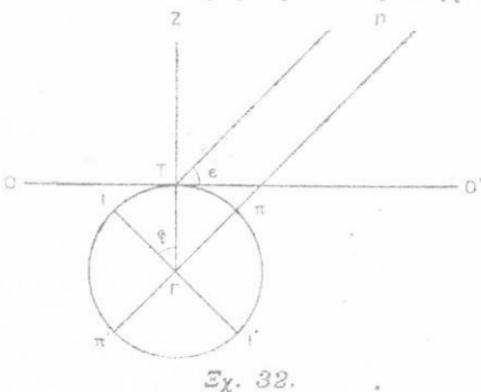
*B'. Μέθοδος τῶν οὐρανίων φαινομένων.* — Ἐνίστε τὰ τηλεγραφικὰ σήματα ἀντικαθίστανται ὑπὸ οὐρανίου τινὸς φαινομένου, τὸ δποῖον εἶναι ὅρατὸν ἀπὸ ἀμφοτέρων τῶν τόπων. Σημειοῖ δηλ. ἔκατερος παρατηρητὴς τὴν ὑπὸ τοῦ ὡρολογίου του παρεχομένην ὥραν, καθ' ἣν στιγμὴν ἀρχεται ἡ λήγει οὐράνιον τι φαινόμενον καὶ οὗτο διὰ συγκρίσεως τῶν σημειωθεισῶν ὥρων εὑρίσκεται ἡ ξητουμένη διαφορὰ Χα — Χε.

Ἐπειδὴ ὅμως ἡ στιγμὴ, κατὰ τὴν δποίαν φαίνεται ὅτι ἀρχίζει ἡ λήγει οὐράνιον τι φαινόμενον ἔξαρταται ἀπὸ διάφορα αἴτια (π.χ. ἀπὸ τὴν διαίγειαν τῆς ἀτμοσφαίρας, τὴν δπτικὴν δύναμιν τοῦ παρατηρητοῦ), ἡ μέθοδος αὕτη δὲν ἔχει τὴν ἀκρίβειαν τῆς προηγουμένης.

*G'. Μέθοδος τῶν χρονομέτρων.* Χρονόμετρον, ἢτοι ὠρολόγιον, τὸ δποῖον εἶναι μετὰ πολλῆς ἐπιμελείας κατεσκευασμένον, ἀφ' οὐρανομησθῆ οὗτος ὥστε νὰ δεικνύῃ ὥραν τοῦ τόπου Α, μεταφέρεται εἰς τὸν τόπον Β. Ἐκεῖ δὲ διὰ παραβολῆς τῆς ὑπὸ αὐτοῦ δεικνυομένης ὥρας πρὸς τὴν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν δεικνυομένην ὑπὸ ἑταῖρου ὥραν τοῦ ωρολογίου, ὅπερ ἔρχονται στιγμὴν ὥστε νὰ δεικνύῃ ὥραν τοῦ τόπου Β, εὑρίσκεται ἡ ξητουμένη διαφορά.

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

*§ 43. Μέτρησις τοῦ γεωγρ. πλάτους.* — *A'. Μέθοδος.* — Ἐστω Τ (Σχ. 32) σημείον τι τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς ΓΓΤΖ ἡ κατακύρωφος, ΟΟ' ὁ δρόζων καὶ φ τὸ γεωγρ. πλάτος αὐτοῦ. Ἡ ἐκ τοῦ Τ πρὸς τὸν δρατὸν πόλον τοῦ οὐρανοῦ κατευθυνομένη ὁπτικὴ ἀκτὶς ΤΠ εἶναι παράλληλος πρὸς τὸν ἀ-



Σχ. 32.

ξονα ΓΠΠ ἔνεκα τῆς ἀπείρου ἀποστάσεως τοῦ πόλου. Ἡ εὐθεῖα

οὗτον ΤΗΙ εἶναι κάθετος ἐπίτην ΙΙ' καὶ κατ' ἀκολουθίαν αἱ γωνίαι ε καὶ φ εἶναι ἵσαι.

"Ἄρα : Τὸ γεωγρ. πλάτος τόπου ἰσοῦται πρὸς τὸ ἔξαρμα ἡτοι τὸ ψφος τοῦ δρατοῦ πόλου ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ.

"Ἐπειδὴ δὲ μεταξὺ ε καὶ ζ τοῦ δρατοῦ πόλου ὑφίσταται ἡ σχέσις  $\epsilon + z = 90^\circ$  ἐπειταὶ ὅτι  $\varphi = 90^\circ - z$ . "Ανάγεται λοιπὸν ἡ εὑρεσις τοῦ φ εἰς μέτρησιν (§ 28) τῆς ζ τοῦ δρατοῦ πόλου.

**B' Μέθοδος.** Ἐπειδὴ μέτρον τῆς φ (Σχ. 33) εἶναι τὸ τόξον  $I\Gamma$  τοῦ οὐρ. μεσήμβρινοῦ τοῦ τόπου Τ, ἐπειταὶ ὅτι : *Τὸ γεωγρ. πλάτος τόπου ἰσοῦται πρὸς τὴν ἀπόκλισιν τοῦ ζενίθ αὐτοῦ.*

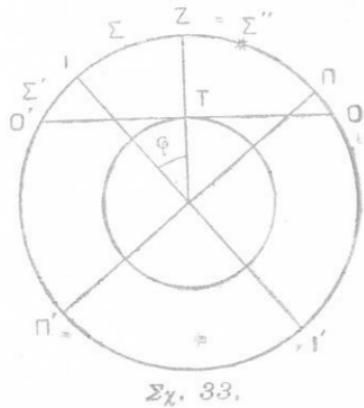
"Ἄς ὑποθέσωμεν ἡδη ὅτι ἀστὴρ ἔχων γνωστὴν ἀπόκλισιν δ μεσουρανεῖ εἰς θέσιν  $\Sigma$ , διε  $z = \Sigma Z$ . Ἐπειδὴ  $I\Gamma = I\Sigma + \Sigma Z$ ,  $I\Gamma = \varphi$ , καὶ  $I\Sigma = \delta$ , ἐπειταὶ ὅτι  $\varphi = \delta + z$  (1)

"Ἐὰν δὲ ἀστὴρ μεσουρανῇ πρὸς νότον τοῦ ιοημερινοῦ εἰς θέσιν  $\Sigma'$ , θὰ εἶναι  $I\Sigma' + \Sigma' Z = I\Gamma$ , διότι ἡ πρὸς νότον φορὰ εἶναι ἀντίθετος τῆς πρὸς βορρᾶν. Ἐκ ταύτης δὲ προκύπτει πάλιν ἡ (1).

"Ἐὰν τέλος δὲ ἀστὴρ μεσουρανῇ πρὸς βορρᾶν τοῦ ζενίθ εἰς θέσιν  $\Sigma''$ , θὰ εἶναι  $I\Gamma + Z\Sigma'' = I\Sigma''$  ἢ  $\varphi + z = \delta$ , οὗτον φ = δ - z. (2)

Διὰ τῶν ἰσοτήτων (1) καὶ (2) ἡ εὑρεσις τοῦ γεωγρ. πλάτους τόπου ἀνάγεται εἰς τὴν μέτρησιν τῆς ζ ἀστέρος, οὗ γνωρίζομεν τὴν δ, κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἀνω αὐτοῦ μεσουρανήσεως ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ.

ΣΗΜ. Αἱ ἰσότητες (1) καὶ (2) συμπτύσσονται εἰς τὴν (1), ἀν θεωρῶμεν ὡς ἀρνητικὰς τὰς ζενιθίας ἀποστάσεις τῶν πρὸς βορρᾶν τοῦ ζενίθ μεσουρανύντων ἀστέρων καὶ θετικὰς τῶν πρὸς νότον τοῦ ζενίθ μεσουρανούντων.



Σχ. 33.

## Γεωγρ. Συντεταγμέναι τόπων τινῶν:

Γ. μῆκος πρὸς μεσ. Φέρου	Γ. μῆκος κατὰ τὴν ἀνάδρομον φορὰν ἀπὸ μ. Φέρου	Γεωγρ. πλάτος
'Αθῆναι 2ῶρ. 46π 31δ A.	21ῶρ. 13π 29δ	37° 58' 20'' B
Κων)πόλις 3 7 32 »	20 52 28	41 0' 0'' »
Σμύρη 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 »
Πετρούπολις 3 12 50 »	20 47 10	59 57 0 »
Greenwich 1 11 36,1 »	22 48 23,9	51 23 0 »
N. 'Υόρκη 3 44 26 Δ.	3 44 26	40 43 0 »

\*Ασκήσεις. 100) Νὰ εὑρεθῇ τῇ βοηθείᾳ τοῦ προηγουμένου πίνακος τὸ γεωγρ. μῆκος τῶν Ἀθηνῶν ὡς πρὸς τὸν μεσημβρινὸν τοῦ Greenwich καὶ ὡς πρὸς τὸν τῶν Παρισίων.

101) Νὰ εὑρεθῇ τὸ γεωγρ. μῆκος τῶν Παρισίων πρὸς τὸν μεσημβρινὸν τοῦ Greenwich.

102) Μετὰ πόσας ὥρας ἀπὸ τῆς ἐν Σμύρνῃ ἄνω μεσουρανήσεως ἀστέρος μεσουρανεῖ οὗτος ἄνω ἐν Ἀθήναις :

103) Ἀστὴρ ἔχων ἀπόκλισιν 25°12' διέρχεται διὰ τοῦ ζενίθ τόπου τινὸς. Πόσον εἶναι τὸ γεωγρ. πλάτος τοῦ τόπου τούτου ;

104) Τί ὥρα (ἀστρικὴ) εἶναι ἐν Ἀθήναις, ὅταν ἐν Σμύρνῃ εἶναι 2 ὥραι ; Τί ὥρα εἶναι τὴν αὐτὴν στιγμὴν ἐν Κωνσταντινουπόλει ;

105) "Οταν ἐν Παρισίοις ἡ ἀστρικὴ ὥρα εἶναι 22 ὥρ., πόση εἶναι ἐν Νέᾳ 'Υόρκῃ ;

106) Τί ὥρα εἶναι ἐν Πετρούπόλει, ὅταν ἐν Ἀθήναις εἶναι 0 ὥραι ;

107) "Οταν ἐν Κων)πόλει εἶναι 0 ὥραι, τί ὥρα εἶναι ἐν Ἀθήναις ;

108) Ἀστὴρ ἔχει ὁρθὴν ἀναφορὰν 5ῶρ. 20π. Τί ὥρα εἶναι ἐν Παρισίοις, καθ' ἣν στιγμὴν οὗτος μεσουρανεῖ ἄνω ἐν Ἀθήναις ;

109) Τί ὥρα εἶναι ἐν Νέᾳ 'Υόρκῃ, ὅταν ἐν Ἀθήναις εἶναι 2 ὥραι ;

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

111) Νὰ εὑρεθῇ τὸ γ. μῆκος τῆς Ἱερουσαλήμ γνωστοῦ οὗτος ὅτι, ὅταν ἐν Ἀθήναις ἡ ἀστρικὴ ὥρα : εἶναι 11 ὥρ. 20 π, ἐν Ἱερουσαλήμ εἶναι 12 ὥρ. 5π. 508.

112) Πόση εἶναι κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν ἡ διαφορὰ τῶν ὥρῶν ἐν Ἀθήναις καὶ Νέᾳ 'Υόρκῃ ;

\* § 46. Γεωειδές.—'Εμάθομεν ἡδη (§ 38) ὅτι τὸ πραγματικὸν σχῆμα τῆς Γῆς, ἡτοι τὸ σχῆμα τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης καὶ τῆς χερσού εἶναι σφαιροειδές.

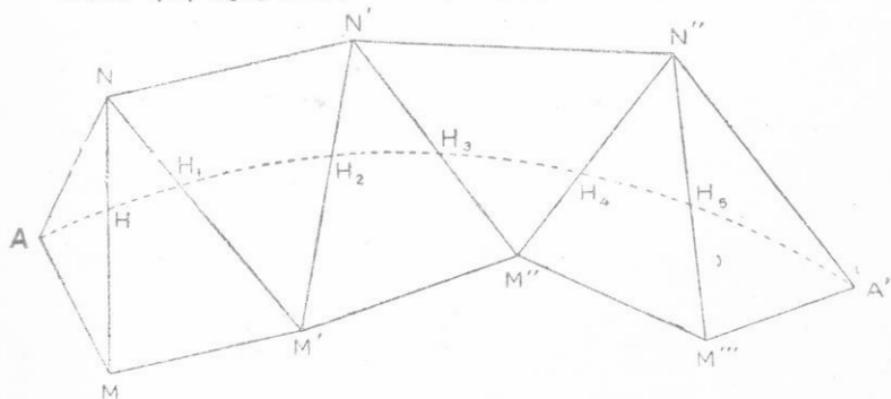
Ἐπειδὴ δὲ εἶναι γνωστὸν ὅτι: α') Ἡ ἔηρὰ κατέχει μόλις τὸ 1)4 τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς, β') τὸ μέσον ὑψος τῶν ἡπείρων ὑπὲρ τὴν μέσην ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης εἶναι ἐλάχιστον (700 μ.) ἐν σχέσει πρὸς τὸ μέγεθος τῆς Γῆς, ἔπειται ὅτι τὸ πραγματικὸν σχῆμα τῆς Γῆς ἐλάχιστα διαφέρει τοῦ σχήματος τῆς μέσης ἐπιφανείας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

Ἡ ἴδεατὴ αὕτη ἐπιφάνεια καλεῖται *Γεωειδὴς ή μαθηματικὴ ἐπιφάνεια*. Κατὰ ταῦτα δῶς σχῆμα τῆς Γῆς θεωροῦμεν τὸ σχῆμα τοῦ γεωειδοῦς.

Πρὸς ἀκριβῆ καθορισμὸν τοῦ σχήματος τοῦ γεωειδοῦς δέον νὰ μετρηθῶσιν ἐπὶ διαφόρων μεσημβρινῶν αὐτοῦ καὶ εἰς διάφορα πλάτη τόξα 1° καὶ συγκριθῶσι τὰ ἔξαγόμενα ταῦτα. Ἐὰν τὰ τόξα ταῦτα είχον τὸ αὐτὸ μῆκος, οἱ μεσημβρινοὶ θὰ ἦσαν κύκλοι καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἡ Γῆ θὰ ἦτο σφαιρα, (τὸ γεωειδὲς δηλ. θὰ ἦτο ἐπιφάνεια σφαιρας) ἐν ἑναντίᾳ περιπτώσει τὸ σχῆμα τῆς Γῆς εἶναι διάφορον σφαιρας.

**§ 47. Μέτρησις μεσημβρινοῦ τόξου.** Ἐν πρώτοις παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μέτρησις μεσημβρινοῦ τόξου τοῦ γεωειδοῦς εἶναι ἀδύνατος. Ἐνεκα τούτου αἱ μετρήσεις γίνονται ἐπὶ τῆς ἔηρᾶς καὶ τὰ ἀποτελέσματα ἀνάγονται εἰς ἑκεῖνα, τὰ δποῖα θὰ προέκυπτον, ἂν ἡ ἐργασία ἐγίνετο ἐπὶ τοῦ γεωειδοῦς.

Ἐστω ἡδη πρὸς μέτρησιν τὸ μεσημβρινὸν τόξον AA' (Σχ. 34).



Σχ. 34.

Ἐκατέρωθεν αὐτοῦ ἐκλέγομεν σειρὰν σταθμῶν M, M', M'', N, N''.... ὅσφ τὸ δυνατὸν πολυαριθμοτέρων καὶ ἀρκετὰ ἔγγυς ἀλλήλων, ὥστε ἐξ ἑκάστου τούτων νὰ εἶναι δρατὰ τὰ ἐπὶ τῶν πέριξ τοποθετη-

μένα σήματα. Μετροῦμεν δὲ ἔπειτα διὰ τοῦ Θεοδολίχου τὰς γωνίας τῶν τριγώνων ANM, NMM', M'N'N κ.τ.λ. καὶ μίαν πλευράν π.χ. τὴν AM, ἣν λαμβάνομεν ὡς βάσιν. Προσδιορίζουμεν δὲ εἰς τὸ σημεῖον A τὴν διεύθυνσιν τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς, ἵτις τέμνει τὴν πλευράν NM εἰς τι σημεῖον H. Ἐπιλύοντες ἔπειτα γατὰ σειρὰν τὰ τριγώνα ANM, NMM', NM'N' κ.τ.λ. δορίζομεν τὰς πλευρὰς αὐτῶν.

Ἐπειτα ἐπιλύομεν τὸ AMH καὶ δορίζομεν τὸ μῆκος τοῦ τόξου AH, τὴν γωνίαν H καὶ τὴν πλευράν HM. Μετὰ τοῦτο ἐπιλύομεν τὸ τριγώνον NHH<sub>1</sub> ἐκ τῆς NH καὶ τῶν προσκειμένων γωνιῶν καὶ δορίζομεν τὸ μῆκος τοῦ τόξου HH<sub>1</sub>, τὴν πλευράν NH<sub>1</sub>, καὶ τὴν γωνίαν H<sub>1</sub>. Μεθ' ὅ διὰ τῆς ἐπιλύσεως τοῦ M'H<sub>1</sub>H<sub>2</sub> ενδύσκομεν τὸ μῆκος τοῦ H<sub>1</sub>H<sub>2</sub>, καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς ὑπολογίζομεν τὰ μήκη τῶν τόξων H<sub>2</sub>H<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>H<sub>4</sub> κ.τ.λ. Ἐὰν δὲ τὸ ἀθροισμα μ τῶν μηκῶν τούτων, δηλ. τὸ μῆκος τοῦ AA' διαιρέσωμεν διὰ τοῦ ἀθροίσματος τῶν γεωγρ. πλατῶν τῶν τόπων A καὶ A' ἢ διὰ τῆς διαφορᾶς αὐτῶν (καθ' ὅσον οἱ τόποι κεῖνται εἰς διαφορα ἢ εἰς τὸ αὐτὸ ήμισφαίριον τῆς Γῆς), ενδύσκομεν τὸ μῆκος 1° τοῦ τόξου AA'.

Ἡ μέθοδος αὗτη τῆς ἀμέσου ἐπὶ τοῦ ἔδαφους μετρήσεως μετριβρινῶν τόξων καλεῖται τριγωνισμός.

§ 48. Ἀκριβέστερα σχῆμα τῆς Γῆς.— Ή προηγούμενως ἐκτεθεῖσα μέθοδος τοῦ τριγωνισμοῦ ἐφημοδόσθη τὸ πρῶτον κατὰ τὸ 1669 ὑπὸ τοῦ Γάλλου ἀστρονόμου Picard διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ μεταξὺ Παρισίων καὶ Ἀμιένης τόξου (1° 13' περίπου). Βραδύτερον (1736) ἡ Γαλλικὴ Ἀκαδημία τῶν ἐπιστημῶν ἀνέθηκεν εἰς δύο ἀποστολὰς τὴν ἐκτέλεσιν δύο νέων τριγωνισμῶν ἐν Λαπωνίᾳ καὶ Περού. Αἱ ἐργασίαι τοῦ Picard καὶ τῶν ἀποστολῶν τούτων κατέληξαν εἰς τὰ ἀκόλουθα ἀποτελέσματα.

Γεωγρ. Πλάτος			μῆκος τόξου 1°
Ηεροῦ	1°	31'	56750 δρυγιαὶ
Γαλλία	46°	8' 6"	57060 »
Λαπωνία	66°	20' 10"	57422 »

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

1ον. Ὄλοι οἱ μεσημβρινοὶ εἶναι ἵσοι.

2ον. Τὰ εἰς τὸ αὐτὸ πλάτος ἀντιστοιχοῦντα τόξα 1° οἰων. δήποτε μεσημβρινῶν εἶναι ἵσα τὸ μῆκος.

3ον. Τὸ μῆκος μεσημβρινοῦ τόξου  $1^{\circ}$  αὐξάνει ἐκ τοῦ ἴση-  
μερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους.

Ἐκ τούτων δὲ συνάγεται ὅτι:

Α') Ἐκαστος μεσημβρινός τῆς Γῆς ἔχει σχῆμα ἐλλείψεως (Σχ. 35), ἵνα δὲ μικρὸς ἄξων ταῦτιζεται μετὰ τοῦ ἄξονος τῆς Γῆς.

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

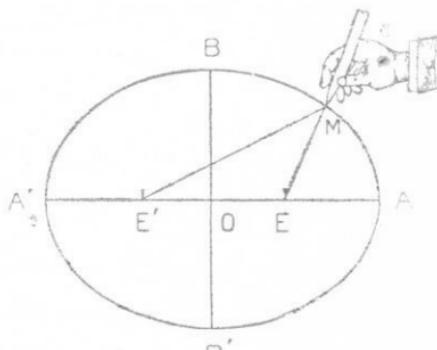
Εἶναι δηλ. ἡ Γῆ πεπλα-  
τυσμένη εἰς τοὺς πόλους καὶ  
ἴξωγκωμένη περὶ τὸν ἴσημε-  
ρινόν.

**§ 49. Μῆκος τοῦ μέτρου** (βασιλ. πήχεως). Κατὰ τὸ ἔτος 1790 ἦν συν-  
τακτικὴ τῶν Γάλλων ουνέ-  
λευσις ἀπεφάσισε νὰ θεσπίσῃ  
δημοιδὲς σύστημα μέτρων καὶ  
σταθμῶν διορίσαν τὴν Γαλ-

λίαν, ἀνέθηκε δὲ τὴν μεταρρύθμισιν ταύτην εἰς ἐπιτροπείαν διακε-  
κριμένων ἀστρονόμων καὶ μαθηματικῶν τῆς Γαλλίας. Ἡ ἐπιτρο-  
πεία αὕτη ὥρισεν ὡς μονάδα μῆκους τὸ ἐν δεκάκις ἑκατομμυριοστὸν  
τοῦ τετάρτου τοῦ γηῖνου μεσημβρινοῦ καὶ ὧνόμασε τὴν μονάδα  
ταύτην μέτρον. Πρὸς ἀκριβῆ δὲ καθορισμὸν τοῦ μῆκους τοῦ μέ-  
τρου ἀνέθηκεν εἰς τοὺς ἀστρονόμους Delambre καὶ Machain τὴν  
μέτρησιν τοῦ μεταξὺ Δουνκέρκης καὶ Βαρκελώνης μεσημβρινοῦ τό-  
ξου. Διὰ τῆς συγκρίσεως τῶν πορισμάτων τῆς μετρήσεως ταύτης  
πρὸς τὰ τῶν ἐν Λαπωνίᾳ καὶ Περοῦ γενομένων μετρήσεων εὑρέθη  
ὅτι :

Τὸ  $\frac{1}{4}$  τοῦ γηῖνου μεσημβρινοῦ = 5130740 δργ. καὶ ἡ τοῦ μέτρου  
θίαν  $1\mu = \frac{5130740}{10000000} = 0,513074$  δργ. Κατασκευάσθη λοι-  
πὸν κανὼν ἐκ λευκοχρύσου ἔχων ὑπὸ θερμοκρασίαν  $0^{\circ}$  K μῆκος  
 $0,513074$  δργ. καὶ φυλάσσεται ἐν Παρισίοις χοησιμεύων ὡς πρό-  
τυπον μέτρον.

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



Σχ. 35.

~~Χ~~ § 50. Μέγεθος τῆς Γῆς. Μέση ἀκτὶς αὐτῆς.—

Ο ἀστρονόμος Clarke στηριζόμενος ἐπὶ πολυαρίθμων μετρήσεων τόξων διαφόρων μεσημβρινῶν εὗρε τὰς ἀκολούθους τιμὰς τῶν στοιχείων τοῦ γηίνου ἐλλειψοειδοῦς.

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

\* Επιφάνεια 510065000 τετρ. χιλιόμετρα.

\* Ογκος 1083205 ἑκατομμύρια κυβ. χιλιόμετρα.

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

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

\* Επιφάνεια 510082700 τετρ. χιλ.

\* Ογκος 1083260 ἑκατ. κυβ. χιλ.

Κατὰ ταῦτα ὁ μέγας ἡμιαξῶν τῆς Γῆς, ἡ ἰσημερινὴ δηλ. ἀκτὶς αὐτῆς ὑπερέχει τῆς πολικῆς ἀκτῖνος (μικροῦ ἡμιαξόνος) κατὰ 21470 μέτρα. Ἡ διαφορὰ αὕτη εἶναι ἐλαχίστη παραβαλλομένη πρὸς τὸ μῆκος ἑκατέρου ἡμιαξόνος, κατ' ἀκολουθίαν τὸ γῆϊνον ἐλλειψοειδὲς ἐλάχιστα διαφέρει σφαιραῖς. Τούτου ἔνεκα ἐν πολλοῖς ξητήμασι θεωροῦμεν τὴν Γῆν ὡς σφαιραν, ἡς ἡ ἀκτὶς καλουμένη μέση ἀκτὶς τῆς Γῆς λαμβάνεται ἵση πρὸς  $\frac{40000000}{2\pi} = 6366197$  μέτ.

Σ.Η.Μ. Ὁ λόγος τῆς διαφορᾶς τῶν ἡμιαξόνων τῆς Γῆς πρὸς τὸν μέγαν ἡμιαξόνα αὐτῆς καλεῖται πλάτυνσις τῆς Γῆς. Ἡ τιμὴ αὐτῆς κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τοῦ Clarke εἶναι  $\frac{1}{293,466}$ . Κατὰ δὲ τὸν Helmert ἔξετάσαντα πάσας τὰς διὸ τοῦ ἐκκρεμοῦς ἐπὶ τῶν μεταβολῶν τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος γενομένας παρατηρήσεις (μέθοδος δυναμικῆ) ἡ πλάτυνσις εἶναι  $\frac{1}{298,3}$ . Κατὰ ταῦτα τὸ γῆϊνον ἐλλειψοειδὲς δόμοιάζει πρὸς ἐλλειψοειδές, οὐ ὅ μὲν μέγας ἡμιαξῶν ἔχει μῆκος 298,3 χιλιοστόμετρα ὁ δὲ μικρὸς 297,3 χιλιοστόμετρα.

Τὸ μῆκος γηίνου μεσημβρινοῦ τόξου μιᾶς μοίρας εἶναι κατὰ μέσον ὅρον 111111,11μ, τὸ δὲ μῆκος μεσημβρινοῦ τόξου 1' (ἐν ναυτικὸν μῆιον) εἶναι 1852,22μ. Ἡ γεωγραφικὴ λεύγα ἴσοῦται

πρὸς τὸ  $\frac{1}{25}$  τῆς μοίρας τοῦ μεσημβρινοῦ τόξου τῆς Γῆς, ἥτοι πρὸς 4444,44μ. Ἡ ναυτικὴ λεύγα ἰσοῦται πρὸς τὸ  $\frac{1}{20}$  τῆς μοίρας μεσημβρινοῦ τόξου τῆς Γῆς, ἥτοι πρὸς 5555,55μ. Ὁ κόμβος ἰσοῦται πρὸς τὸ  $\frac{1}{20}$  τοῦ ναυτικοῦ μιλίου, ἥτοι πρὸς 15,435μ.

*Ασκήσεις*: 113) Ἀτμόπλοιον ἀναχωρῆσαν ἀπὸ σημείου τοῦ ἴσημερινοῦ καὶ καὶ εὐθεῖαν πρὸς βορρᾶν κατευθυνόμενον ἔχει ταχύτητα 12 ναυτικῶν μιλίων καθ' ὥραν. Εἰς πόσον γεωγρ. πλάτος θὰ εὑρίσκηται μετὰ 24 ὥρας;

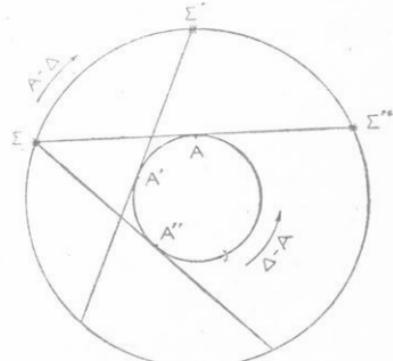
114) Ἀτμόπλοιον ἀναχωρῆσαν ἀπὸ γεωγρ. πλάτους 38° B κατευθύνεται καὶ εὐθεῖαν πρὸς νότον καὶ μετὰ πλοῦν 15 ὥρῶν ἔφθασεν εἰς γεωγρ. πλάτος 35° 30' B. Μὲ πόσην ταχύτητα ἔπλεεν;

115) Τὸ μεταξὺ δύο τόπων τοῦ ἴσημερινοῦ τόξου αὐτοῦ ἔχει μῆκος 50 γεωγρ. λεύγας. Πόση είναι ἡ διαφορὰ τῶν μηκῶν αὐτῶν;

**§ 31. Ἐξήγησις τῆς ἡμερησίας κινήσεως τῆς οὐρ. σφαίρας.**—*Η φαινομένη ἡμερησία κίνησις* (§ 14) τῆς οὐρ. σφαίρας δύναται νὰ ἔξηγηθῇ διτῶς. *Η 1ον* *Η Γῆ* μένει ἀκίνητος, ἐν ᾧ οἱ ἀστέρες στρέφονται ἐξ *Α* πρὸς *Δ*, ὡς φαίνονται κινούμενοι, *ἡ 2ον* οἱ ἀστέρες είναι ἀκίνητοι, *ἡ δὲ Γῆ* στρέφεται περὶ ἄξονα ἐκ *Δ* πρὸς *Α* συμπληροῦσα διλόκληρον περιστροφὴν εἰς μίαν ἀστρικὴν ἡμέραν.

Οὕτω κατὰ τὴν πρώτην ὑπόθεσιν, παρατηρητής τις *Α* ἐστραμένος πρὸς νότον βλέπει ἀστέρα τινὰ *Σ* ἀνατέλλοντα ἐξ ἀριστερῶν, ἀνυψούμενον μέχρι τῆς θέσεως *Σ'* καὶ δύοντα εἰς τὴν θέσιν *Σ''* πρὸς τὰ δεξιά αὐτοῦ (*Σχ. 36*).

Κατὰ τὴν δεύτεραν ὑπόθεσιν ὁ παρατηρητής *Α* βλέπει τὸν ἀστέρα *Σ* ἀνατέλλοντα ἐξ ἀριστερῶν μεσουρανοῦντα καὶ τέλος δύοντα πρὸς τὰ δεξιά αὐτοῦ, καθ' ὃν ἐν *Φ* ἡ *Γῆ* στρέφεται ἐκ *Δ* πρὸς *Α*, συστρέφεται καὶ ὁ παρατηρητής μετὰ τοῦ δρίζοντος αὐτοῦ καὶ εὑρίσκεται διαδοχικῶς εἰς τὰς θέσεις *A', A'', A'''* κατ.



*Σχ. 36.*

Ολοι ἀφ' ἔτέρου γνωρίζομεν ὅτι πραγματική τις κίνησις γίνεται πρόξενος φαινομένης τινὸς κινήσεως. Οὕτως, ἀν ταχέως στραφῶμεν περὶ ἑαυτοὺς ἐκ *Δ* πρὸς *Α*, βλέπομεν ὅτι τὰ πέριξ ἀντικεί-

μενα φαίνονται στρεφόμενα ἐξ Α πρὸς Δ, ἐν τῷ πράγματι ταῦτα εἶναι ἀκίνητα. Ὁ εὐδισκόμενος ἐν σιδηροδρόμῳ ἡ ἀτμοπλοΐφ κινουμένῳ καὶ τὰ ἔκτος παρατηρῶν ἀντικείμενα βλέπει ὅτι ταῦτα φαίνονται κινούμενα ἀντιθέτως πρὸς τὴν κίνησιν τοῦ κινητοῦ, ἐφ' οὐ βίνει.

**§ 32. Ἀποδεῖξεις τῆς περιστροφῆς τῆς Γῆς.**—  
“Υπάρχουσι πλεῖστοι λόγοι πείθοντες ἡμᾶς ὅτι ἡ Γῆ στρέφεται ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς. Πρὸιν δὲ ἐκθέσωμεν τοὺς κυριωτέρους τούτων παρατηροῦμεν ὅτι τῆς Γῆς οὕσης μεμονωμένης ἐν τῷ διαστήματι (§ 39) οὐδὲν ἀντικείται εἰς τὴν κίνησιν της, ἀρκεῖ αὗτῃ νὰ ἔλαβεν ὅπωσδήποτε ἀρχικήν τινα ὕθησιν.

1η) *Tὸ σχῆμα τῆς Γῆς.*—Πειραματικῶς ἀποδεικνύεται ὅτι μᾶλιστα ὑγρὰ ὑποκειμένη εἰς περιστροφικὴν κίνησιν περὶ ἄξονα διὰ μέσου αὐτῆς διερχόμενον συμπιέζεται κατὰ τὰ σημεῖα τῆς ἐπιφανείας της, δι᾽ ὧν διέρχεται ἄξων τῆς περιστροφῆς. Ἐξ ἄλλου δὲ ἡ μὲν Γεωλογία ἀποδεικνύει ὅτι ἡ Γῆ διετέλει ἄλλοτε ἐν διαπύρῳ καὶ τετηκυίᾳ καταστάσει, αἱ δὲ ἀμεσοὶ ἐπὶ τοῦ ἔδαφους καταμετρήσεις ἀπέδειξαν ὅτι ἡ Γῆ ἔχει σχῆμα πεπιεσμένον περὶ τοὺς πόλους καὶ ἔξωγκωμένον περὶ τὸν ἴσημερινόν. Τὸ τοιοῦτον ὅμεν σχῆμα ἔλαβεν ἡ Γῆ, ὅτε διετέλει ἐν τετηκυίᾳ καταστάσει, ἔνεκα τῆς περιστροφῆς κινήσεως.

2a). *Ἡ πρὸς Α ἀπόκλισις τῶν πιπίδντων σωμάτων.*—Βιρὸν σῶμα ἀφιέμενον ἐλεύθερον ἐκ τινος ὕψους πίπτει δλίγον ἀνατολικώτερον τοῦ ποδὸς τῆς κατακορύφου. Ἡ τοιαύτη ἀπόκλισις μόνον διὰ τῆς παραδοχῆς τῆς ἐκ Δ πρὸς Α περιστροφῆς τῆς Γῆς δύναται νὰ ἔξηγηθῇ. Τῷ ὅντι πᾶν σημεῖον τῆς οὔτω στρεφομένης Γῆς γράφει περιφέρειαν κύκλου τόσῳ μεῖζονα, ὃσῳ περισσότερον τοῦτο ἀπέχει τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς καὶ κατ' ἀκολουθίαν τὰ ὑψηλότερα σημεῖα κινοῦνται πρὸς Α ταχύτερον τῶν χαμηλοτέρων. “Ωστε τὸ βαρὺ σῶμα, ὃς ἀπὸ ὕψους ἀφιέμενον, ἔχει μεγαλυτέραν πρὸς ἀνατολὰς ταχύτητα τοῦ ποδὸς τῆς κατακορύφου καὶ κατ' ἀκολουθίαν πίπτει ἀνατολικώτερον αὐτοῦ.

Ἡ πρὸς ἀνατολὰς ἀπόκλισις αὐτῇ εἶναι λίαν μικρὰ καὶ ἡ ἀκριβῆς μέτρησις αὐτῆς εἶναι πολὺ δύσκολος. Πειράματα γενόμενα εἰς μεταλλευτικὰ φρέατα βάθους 160 μέτρων ἔδοσαν κατὰ μέσον ὅρον ἀπόκλισιν πρὸς ἀνατολὰς 0,0283 μ., ἐν τῷ ὃ ὑπολογισμὸς ὑπὸ τὰς συνθήκας τῶν πειραμάτων τούτων δίδει ἀπόκλισιν 0,0276 μ., ἡτοι διαφορὰν 0,0007μ., ἥτις εἶναι ἐλαχίστη, σχεδὸν μηδαμινή, ἀν μά-

λιστα ληφθῆ ὑπ' ὅψιν ἥ δυσκολία καὶ λεπτότης τῶν τοιούτων πειραμάτων.

3η). **Ἡ ἀπόκλισις τῶν βλημάτων.**—<sup>”</sup>Ας ὑποθέσωμεν ὅτι εὑρισκόμενοι ἐν τόπῳ Α τοῦ βιορείου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς ἐκτοξεύομεν διὰ πυροβόλου βλῆμα κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου τούτου καὶ ἐκ Βορρᾶ πρὸς Νότον. <sup>”</sup>Αν ἡ Γῆ δὲν ἐστρέφετο περὶ ἄξονα, τὸ βλῆμα τοῦτο ἔπρεπε νὰ πέσῃ εἰς τόπον Β τοῦ αὐτοῦ μεσημβρινοῦ ἀκριβεῖς ὅμως παρατηρήσεις δεικνύουσιν ὅτι τοῦτο ἀποκλίνει πρὸς δυσμάς δηλ. δεξιὰ παρατηρητοῦ, ὃ ὅποιος εὑρίσκεται εἰς τὸν τόπον Α καὶ βλέπει πρὸς τὴν τροχιὰν τοῦ βλήματος. <sup>”</sup>Η ἀπόκλισις αὕτη, τελείως ἄλλως οὖσα ἀνεξήγητος, ἔξηγεται πληρέστατα, ἂν δεχθῶμεν ὅτι ἡ Γῆ στρέφεται περὶ τὸν ἄξονά της ἐκ Δ πρὸς Α. Πράγματι ἐὰν παρατηρήσωμεν ὅτι τὰ βιορειότερον κείμενα σημεῖα τοῦ βιορείου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς ἀπέχουσιν δὲιγώτερον τοῦ ἄξονος τῆς στροφῆς ἢ τὰ νοτιώτερα, συμπεραινόμεν ὅτι ἔκεινα κινοῦνται βραδύτερον τῶν νοτιωτέρων. Κατ' ἀκολουθίαν ἡ πρὸς Α ταχύτης τοῦ σημείου Α εἶναι μικροτέρα τῆς ταχύτητος τοῦ Β καὶ τῶν ἐνδιαμέσων σημείων ὁφεῖλει ἄρα τὸ Β ἔχον μεγαλυτέραν πρὸς Α ταχύτητα τοῦ βλήματος νὰ εὐρεθῇ ἀνατολικώτερον αὐτοῦ, ἦτοι τὸ βλῆμα ὁφείλει νὰ πέσῃ, ὡς πράγματι συμβαίνει, δυτικώτερον τοῦ Β.

Ἐὰν τὸ βλῆμα ὁρθῆ ἐκ νότου πρὸς βορρᾶν, τὸῦτο διδεύει ἐκ σημείων ταχύτερον πρὸς ἀνατολὰς κινούμενων πρὸς σημεῖα βραδύτερον στρεφόμενα. <sup>”</sup>Οφείλει ἄρα νὰ ἀποκλίνῃ πρὸς ἀνατολὰς αὐτῶν, ὡς πράγματι συμβαίνει.

Κατ' ἀνάλογον τρόπον ἔξηγεται καὶ ἡ ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ πρὸς τὰ ἀριστερὰ παρατηρούμενη ἀπόκλισις τῶν κατὰ τὴν διεύθυνσιν μεσημβρινοῦ τινος ἐκτοξευομένων βλημάτων.<sup>”</sup>

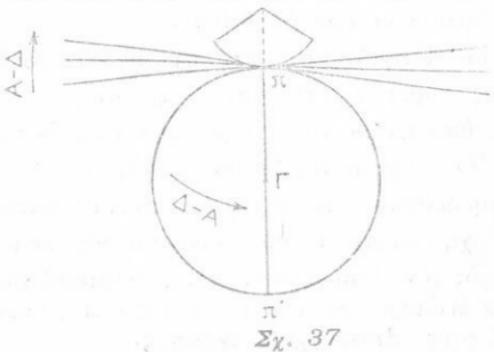
4η). **Ἡ κατεύθυνσις τῶν ἀληγῶν καὶ ἀνταληγῶν ἀνέμων.**—<sup>”</sup>Εἶναι γνωστὸν ὅτι δὲ θερμὸς ἀὴρ τῶν περὶ τὸν ἴσημερινὸν τόπον ἀνεχόμενος ἀντικαθίσταται ὑπὸ ψυχροτέρου ἀέρος πνέοντος ἐκ τῶν πόλων εἰς τὸν ἴσημερινόν. <sup>”</sup>Ο ἀνερχόμενος δὲ ἀὴρ ψυχρόμενος εἰς τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας ὁρεῖ πρὸς τὸν πόλους κατερχόμενος. Οὗτος δὲ διαρκῶς σχηματίζονται δύο ὁρεύματα ἀέρος, ένα μὲν κατώτερον ἐκ τῶν πόλων πρὸς τὸν ἴσημερινόν, ὅπερ ἀποτελεῖ τὸν πόλης ἀληγεῖς ἀνέμους, ἔτερον δὲ ἀνώτερον ἐκ τοῦ ἴσημερινοῦ πρὸς τὸν πόλους, τὸ ὅποιον ἀποτελεῖ τὸν πόλης ἀνταληγεῖς ἀνέμους.

Ἐὰν ἡ Γῆ δὲν ἐστρέφετο περὶ τὸν ἄξονά της, οἱ μὲν ἀληγεῖς ἀνεμοι θὰ ἤσαν βόρειοι καθαρῶς ἀνεμοι ἐν τῷ βιορείῳ καὶ νότιοι

ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ· οἱ δὲ ἀνταληγεῖς θὰ ἡσαν νότιοι μὲν ἐν τῷ βιορείῳ, βόρειοι δὲ ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ τῆς Γῆς. Ἐν τῇ πραγματικότητι ὅμως οἱ μὲν ἀληγεῖς ἄνεμοι εἶναι βιορειοανατολικοὶ ἐν τῷ βιορείῳ καὶ νοτιοανατολικοὶ ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ· οἱ δὲ ἀνταληγεῖς εἶναι νοτιοδυτικοί, ἐν τῷ βιορείῳ καὶ βιορειοδυτικοὶ ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ. Παραβλέποντες τὰ μόρια τοῦ ἀέρος πρὸς μικρὰ βλήματα, ἔξηγοῦμεν, ώς προηγουμένως, τὴν τοιαύτην τῶν ἀνέμων τούτων κατεύθυνσιν διὰ τῆς παραδοχῆς τῆς περὶ ἀξονα ἐκ Δ πρὸς Α στροφῆς τῆς Γῆς, ἐν φάσις εἰναι αὕτη ἀνεξήγητος.

5η). *Ἡ μεταβολὴ τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς.*—*Ἡ φυσικὴ διδάσκει ὅτι τὰ σώματα ἀφίεμενα ἐλεύθερα πίπτουσιν εἰς τὴν Γῆν μὲ κίνησιν διμαλῶς ἐπιταχνομένην.* *Ἡ ἐπιτάχνησις τῆς τοιαύτης κινήσεως καλεῖται ἐντάσις τῆς βαρύτητος καὶ βαίνει αὐξανομένη ἀπὸ τοῦ ἴσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους, ώς κατεδείχθη διὰ λεπτοτάτων τῇ βιορείᾳ τοῦ ἐκκρεμοῦντος μετρήσεων αὐτῆς.* *Ἡ αὔξησις αὕτη διφεύλεται εἰς τὸ ἐλλειψοειδές ἐκ περιστροφῆς σχῆμα τῆς Γῆς καὶ εἰς τὴν περιστροφὴν τῆς Γῆς.* Τῷ δοτὶ τὰ ἀπώτερον τοῦ ἴσημερινοῦ σημεία τῆς Γῆς ώς ἐγγύτερα πρὸς τὸ κέντρον ἐλκονται ἴσχυρότερον· ώς ἐγγύτερα δὲ καὶ πρὸς τὸν ἀξονα τῆς στροφῆς ὑφίστανται μικροτέραν φυγόκεντρον δύναμιν· ταύτης δὲ πάλιν μέρος ἀντιδρᾶ εἰς τὴν βαρύτητα καὶ συντελεῖ οὕτως εἰς τὴν μικροτέραν ἢ εἰς τὸν ἴσημερινὸν ἐλάττεωσιν τῆς ἐντάσεως αὐτῆς.

*Ο ὑπολογισμὸς δεικνύει ὅτι, ἐὰν ἡ Γῆ δὲν ἐστρέφετο περὶ τὸν ἀξονά της, ἡ αὔξησις τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος θὰ ἦτο μικροτέρα τῆς ἥδη παρατηρουμένης.* Κατ’ ἀκολουθίαν ἡ αὔξησις αὕτη πιστοποιεῖ τὴν στροφὴν τῆς Γῆς περὶ τὸν ἀξονά της.



νον ὑπεράνω πόλου τινὸς τῆς Γῆς (Σχ. 37). Εὰν ἡ Γῆ ήτο ἀκίνητος, τὸ ἐπίπεδον τῆς αἰωρήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς θὰ εἴχε τὴν αὐτὴν

6η). *Τὸ πείραμα τοῦ ἐκκρεμοῦς.*—*Ἡ μηχανικὴ ἀποδεικνύει ὅτι τὸ ἐπίπεδον τῆς αἰωρήσεως ἐκκρεμοῦς μένει ἀμετάβλητον καὶ ὅταν ὁ ἀξονα τῆς ἐξαρτήσεως στρέφεται. Τούτων τεθέντων ἂς φαντασθῶμεν ἐκκρεμὲς ἔξηριημέ-*

πάντοτε διεύθυνσιν ἐν σχέσει πρὸς σταθερὰ ἐπὶ τῆς Γῆς ἀντιμενα.<sup>9</sup> Αν δὲ ἡ Γῆ κινήται περὶ τὸν ἄξονα ππ' ἐκ Δ πρὸς Α, φατηρογητῆς ἐπ'<sup>10</sup> αὐτῆς κείμενος θὰ ἐλάμβανεν ἐντὸς 24 ὥρῶν πάσας τὰς θέσεις ἐν σχέσει πρὸς τὸ ἐπίπεδον τῆς αἰωρήσεως. Μὴ ἔχων δὲ συνείδησιν τῆς τοιαύτης αὐτοῦ κινήσεως, θὰ ἐνόμιζεν ὅτι τὸ ἐπίπεδον τῆς αἰωρήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς κινεῖται ἐξ Α πρὸς Δ.

'Επειδὴ δὲν ἦτο δυνατὸν νὰ γίνῃ τὸ πείραμα εἰς οὐδένα τῶν πόλων τῆς Γῆς, ὁ Foucault ἔξετέλεσεν αὐτὸν ἐν Παρισίοις κατὰ τὸ ξεπούλιον 1851 δι<sup>11</sup> ἐκκρεμοῦς, τὸ διοποῖον ἔξηρτησεν ἐκ τοῦ θόλου μιᾶς τῶν αἰθουσῶν τοῦ Πανθέου. <sup>12</sup> Η σφαῖρα τοῦ ἐκκρεμοῦς τούτου ἔφερε κάτωθεν βελόνην, ἥτις ἐπὶ ἄμμου ἐπὶ τοῦ δαπέδου κειμένης ἔγραψεν αὔλακα, ἐν ᾧ τὸ ἐκκρεμεῖς ἔκινετο.

'Ἐκ τῆς μεταβολῆς δὲ τῆς διευθύνσεως τῆς χαρασσομένης αὔλακος ἔβεβαιώθη ὁ Foucault καὶ οἱ ἄλλοι μετ' αὐτοῦ σοφοὶ ὅτι τὸ ἐπίπεδον τῆς αἰωρήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς ἐφαίνετο στρεφόμενον ἐξ Α πρὸς Δ. <sup>13</sup> Επειδὴ δὲ τοιαύτη τοῦ ἐπιπέδου τούτου κίνησις εἶναι ἀδύνατος, συμπεραίνομεν ὅτι φαίνεται τοῦτο κινούμενον, διότι ἡ Γῆ πράγματι κινεῖται ἐκ Δ πρὸς Α.

*Άσκήσεις.* 116) Μὲ πόσην ταχύτητα κατὰ 18 στρέφεται ἔκαστον σημείουν τοῦ γηίνου ίσημερινοῦ;

117) Μὲ πόσην ταχύτητα στρέφεται σημείον τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς, τὸ διοποῖον ἔχει γεωγρ. πλάτος 40°;

118) Σημείον τι τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς, στρέφεται μὲ ταχύτητα 234 μέτρων κατὰ 18. Πόσον είναι τὸ γεωγρ. πλάτος αὐτοῦ;

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

### ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΙ ΧΑΡΤΑΙ

**§ 53. Τοῦ Ἀνθρώπου σφαῖραι.** — Τοῦ γηίνου ἐλλειψόει δοῦς ἐλάχιστα διαφέροντος σφαίρας, δυνάμεθα, ὡς προείπομεν (§50). νὰ θεωρῶμεν εἰς πολλὰ ζητήματα τὴν Γῆν ὡς σφαῖραν. Κατ' ἀκολουθίαν καταλληλότερον καὶ φυσικότερον είναι νὰ παριστῶμεν τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῆς διὰ σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν ἀκτίνος λόγης πρὸς ὡρισμένον τι ὑποπολλαπλάσιον τῆς μέσης ἀκτίνος τῆς Γῆς. Αἱ τοιαῦται σφαῖραι καλοῦνται ὑδρόγειοι σφαῖραι, ἀπεικονίζονται δὲ ἐπ' αὐτῶν τὰ διάφορα μέρη τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς δι<sup>14</sup> δομοίων σχημάτων. *"Ἴνα δύμας αὗται δσιν εύμεταχείριστοι, πρέπει νὰ ἔχωσι λίαν μικρὰς (σχετικῶς πρὸς τὴν Γῆν) διαστάσεις καὶ κατ' ἀκολουθίαν αἱ διάφοροι χῶραι ἀπεικονίζονται ἀνευ τῶν ἀναγκαίων λεπτομερειῶν αὐτῶν."*

Τοῦ μειονεκτήματος τούτου στεροῦνται οἱ γεωγραφικοὶ χάρται.

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

Οἱ γεωγραφικοὶ χάρτης καλεῖται *ἡμισφαίριον*, ἐὰν ἀπεικονίζῃ ἐν ἡμισυ τῆς γηίνης ἐπιφανείας.

Διὰ τὴν κατασκευὴν τῶν γεωγρ. χαρτῶν γίνεται χρῆσις διαφόρων μεθόδων, αἵτινες περιλαμβάνονται εἰς τὴν μέθοδον τῶν προβολῶν καὶ τὴν τῶν ἐκπετασμάτων. Οἰαδήποτε καὶ ἂν εἴναι ἡ μέθοδος, ἡς γίνεται χρῆσις, πρωτίστως πρέπει νὰ χαραχῇ ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τὸ δίκτυον τῶν μεσομβρινῶν καὶ παραλλήλων· μετὰ τοῦτο σημειοῦνται τὰ πρωτεύοντα σημεῖα τῆς ἀπεικονιστέας χώρας τῇ βοηθείᾳ τῶν γεωγραφικῶν συντεταγμένων αὐτῶν καὶ εἴτα τὰ δευτερεύοντα σημεῖα, τῇ βοηθείᾳ τῶν πρωτευόντων, μεθ' ὃν ἔκεινα εἴναι τοπογραφικῶς συνδεδεμένα.

Σημειωτέον δὲ ὅτι, ἐπειδὴ ἡ ἐπιφάνεια σφαίρας (ῶς καὶ ἐλλειψειδοῦς) δὲν εἴναι ἀναπτυκή, ἵτοι δὲν δύναται νὰ ἐφαρμόσῃ ἐπὶ ἐπιπέδου ἄνευ μετασχηματισμῶν, τὰ διὰ τῶν γεωγρ. χαρτῶν ἀπεικονιζόμενα μέρη τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς ὑφίστανται ἐν αὐτοῖς ἀναποφεύκτους ἀλλοιώσεις. Αὔται εἴναι κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥτετον αἰσθηταί, καθ' ὃσον ἡ ἀπεικονιζομένη χώρα ἔχει μείζονα ἢ ἐλάσσονα ἔπιτασιν ἔξαρτῶνται δὲ καὶ ἐκ τῆς μεθόδου, ἡς γίνεται χρῆσις διὰ τὴν κατασκευὴν τοῦ χάρτου.

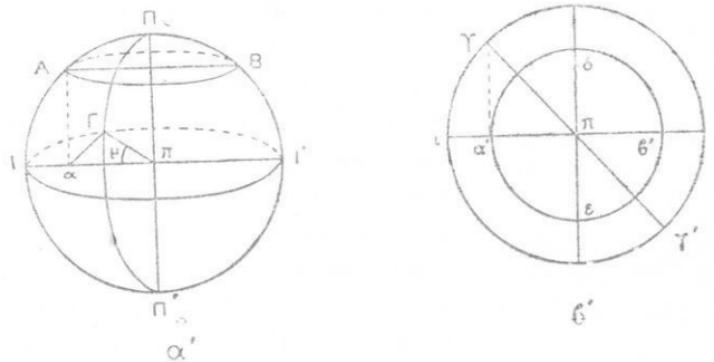
**§ 55. Μέθοδοι τῶν προβολῶν.**—Σπουδαιότεραι καὶ μᾶλλον ἐν χρήσει τούτων είναι ἡ *օρθογραφικὴ* καὶ ἡ *στερεογραφικὴ προβολὴ*.

**A'. Ὁρθογραφικὴ προβολὴ.**—Κατὰ ταύτην ἔκαστον σημείον τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς παρίσταται διὰ τῆς ὁρθῆς 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.*—*"Αν ληφθῇ ὡς προβ. ἐπίπεδον τὸ τοῦ γηίνου ἰσημερινοῦ ἐπίπεδον II'* (Σχ. 38), δὲ μὲν γ. ἰσημερινὸς είναι προβολὴ ἑαυτοῦ, δὲ πόλος Π προβάλλεται εἰς τὸ κέντρον π τοῦ ἰσημερινοῦ καὶ δὲ α' μεσημβρινὸς ΠΙΠ' κάθετος ὃν ἐπὶ τὸ προβ. ἐπίπεδον προβάλλεται κατὰ τὴν τομὴν Ιπ αὐτοῦ καὶ τοῦ προβ. ἐπιπέδου.

Τυχών δὲ ἄλλος μεσημβρινὸς ΠΓΠ' ἔχον μῆκος  $\widehat{\Gamma} = \mu$  προ-

βάλλεται κατὰ τὴν τομὴν  $\pi\Gamma$  αὐτοῦ καὶ τοῦ προβ. ἐπιπέδου, δὲ ἡν τομὴν εἶναι γων.  $\text{III}\Gamma=\mu$ . Ἐὰν δὲν παραστήσωμεν ὑπὸ κλίμακά τινα τὸν ἴσημερινὸν διὰ τοῦ κύκλου ιγίγ' (Σχ. 38 β') καὶ τὴν προβολὴν τοῦ α' μεσημβρινοῦ διὰ τῆς ἀκτῖνος πι, πρὸς παράστασιν τῆς



Σχ. 38.

προβολῆς τοῦ  $\text{III}\Gamma'$  ἀρκεῖ νὰ λάβωμεν κατὰ τὴν προσήκουσαν φορὰν τόξον  $\text{ig}=\mu$  καὶ νὰ φέρωμεν τὴν πγ.

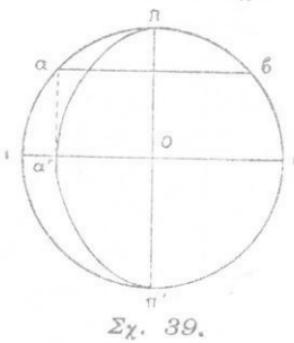
Ο τυχὸν δὲ παραλλήλος  $\text{AB}$  ἔχων πλάτος λ προβ. ὥλεται κατὰ κύκλον ὅμοκεντρον τῷ ἴσημερινῷ καὶ ἔχοντα ἀκτῖνα πι, ἢν α εἶναι ἡ προβολὴ τοῦ κοινοῦ σημείου  $\text{A}$  τοῦ παραλλήλου καὶ τοῦ α' μεσημβρινοῦ. Ἐπειδὴ δὲ κατακλινομένου τοῦ ἡμικυκλίου  $\text{III}'$  ἐπὶ τοῦ  $\text{I}\Gamma'$  τὸ σημεῖον  $\text{A}$  λαμβάνει θέσιν τινὰ  $\Gamma$ , τοιαύτην ὥστε νὰ εἶναι τόξ.  $\text{IG}=\lambda$  καὶ ἡ α $\text{A}$  χωρὶς νὰ παύσῃ νὰ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν  $\text{II}'$  καταλαμβάνει τὴν θέσιν α $\Gamma$ , ἐπειτα δι, ἢν λάβωμεν τόξ.  $\text{ig}=\lambda$  καὶ φέρωμεν ἐκ τοῦ γ τὴν κάθετον γα' ἐπὶ τὴν πι, δογίζεται ἡ πα', δι' ἥ; παρίσταται ἡ ἀκτὶς πα' ἡ εἰδημένη ἄρα προβολὴ τοῦ παραλλήλου  $\text{AB}$  παρίσταται διὰ τοῦ κύκλου α' δέ' (¹).

2ον) **Προβολὴ ἐπὶ τὸν α' μεσημβρινόν.** — Ἐὰν τὸ ἐπίπεδον  $\text{III}'\Gamma'$  τοῦ α' μεσημβρινοῦ  $\text{III}\Gamma'$  (Σχ. 38 α') ληφθῇ ὡς προβολή κὸν ἐπίπεδον, δὲ μὲν μεσημβρινὸς  $\text{III}'\Gamma'$  εἶναι προβολὴ ἑαυτοῦ, δὲ ἴσημερινὸς προβολὴται κατὰ τὴν διάμετρον  $\text{II}'$  τοῦ εἰρημένου μεσημβρινοῦ καὶ δὲ μεσημβρινός, διτις εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν α' μεσημβρινόν, προβολὴται κατὰ τὴν διάμετρον  $\text{III}'$ , ἡτις εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν  $\text{II}'$ . Ἐὰν δὲν, δὲ μεσημβρινὸς  $\text{III}'\Gamma'$  παρασταθῇ ὑπὸ

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

κλίμακά τινα διὰ τοῦ κύκλου ιπί' π' (Σχ. 39), ή προβολὴ τοῦ ἴσημερινοῦ καὶ τοῦ προειρημένου μεσημβρινοῦ παρίστανται ὑπὸ τῶν καθέτων διαμέτρων π' καὶ ππ'.

Ἡ προβολὴ τυχόντος ἄλλου μεσημβρινοῦ ΠΓΠ' ἔχοντος μῆκος



Σχ. 39.

$\Pi\Gamma=\mu$  (Σχ. 38 α') εἶναι ἔλλειψις ἔχουσα μέγαν ἀξονα ΠΠ' καὶ μικρὸν ἡμιάξονα πα, ἀν α εἶναι ἡ προβολὴ τοῦ κοινοῦ σημείου Γ τοῦ μεσημβρινοῦ τούτου καὶ τοῦ ἴσημερινοῦ. Ἐπειδὴ δὲ κατακλινομένου τοῦ ἡμικυκλίου ΠΓΠ' ἐπὶ τοῦ ΠΠ' τὸ μὲν α μένει ἀκίνητον, τὸ Γ καταλαμβάνει θέσιν τινα Α τοιαύτην ὥστε  $\widehat{\Pi\Lambda}=\widehat{\Gamma\mu}$ , ή δὲ Γα χωρὶς νὰ παύσῃ νὰ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν Π' καταλαμβάνει τὴν θέσιν

Αα, ἔπειτα δι, ἀν ληφθῆ τοξ.  $\iota\alpha=\mu$  καὶ ἐκ τοῦ α ἀχθῆ ἡ κάθετος αα' (Σχ. 39) ἐπὶ τὴν π' διζεῖται ή οα', δι' ἣς παρίσταται διμικρὸς ἡμιάξων πα τῆς ζηθείσης ἔλλειψεως, ἢτις κατασκευάζεται, καθ' ὃν ἡ Γεωμετρία διδάσκει τρόπον ἐκ τῶν δύο αὐτῆς ἡμιαξόνων.

Ο τυχών παράλληλος ΑΒ, ὅστις ἔχει πλάτος λ, προβάλλεται κατὰ τὴν τομήν ΑΒ αὐτοῦ καὶ τοῦ προβ. ἐπιπέδου διζεῖται δὲ αὗτη, ἀν ληφθῆ  $\widehat{\alpha}=\lambda$  καὶ ἀχθῆ ἡ τῇ π' παράλληλος χορδὴ αβ.

Διὰ τῆς δρυογραφικῆς προβολῆς τὰ κεντρικὰ μέρη τοῦ προβαλλομένου ἡμισφαιρίου παράλληλα σχεδὸν ὄντα πρὸς τὸ προβ. ἐπίπεδον ἀπεικονίζονται εἰς ἀληθὲς περίπου μέγεθος. Τὰ ἐγγύτερον δμως πρὸς τὰ δρια τοῦ προβ. ἐπιπέδου ὑφίστανται οὐσιώδεις ἄλλοιώσεις.

Τῆς μεθόδου ταύτης γίνεται χρῆσις διὰ τὴν κατασκευὴν α') γηνῶν ἡμισφαιρίων διὰ προβολῆς ἐπὶ τὸν οὐρ. ἴσημερινόν, καὶ γ') χάρτου τῆς Σελήνης διὰ προβολῆς ἐπὶ τὸ διὰ τοῦ κέντρου αὐτῆς διερχόμενον ἐπίπεδον, διερ ο εἶναι κάθετον ἐπὶ τὴν εἰς τὸ κέντρον τῆς Σελήνης καταλήγουσαν διπτικὴν ἡμῶν ἀκτίνα. Οὕτως η Σελήνη ἀπεικονίζεται ὡς πράγματι ἐκ τῆς Γῆς φαίνεται αὗτη.

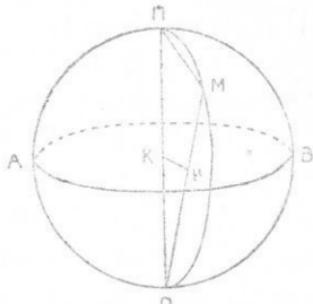
**§ 56. ΙΙ' Στερεογραφικὴ προβολὴ.** Εστω ΑΒ (Σχ. 40) μέγιστος κύκλου σφαίρας τινὸς Κ, Ο δ ἐτερος τῶν πόλων αὐτοῦ, ἐφ' οὐ νοεῖται δ ὁ διφταλιμὸς ἡμῶν καὶ Μ τυχὸν σημεῖον τῆς ἐπιφανείας τῆς αὐτῆς σφαίρας.

Τὸ σημεῖον μ, εἰς δ ἡ διπτικὴ ἀκτὶς ΟΜ τέμνει τὸ ἐπίπεδον τοῦ μεγ. κύκλου ΑΒ, καλεῖται στερεογραφικὴ προβολὴ τοῦ σημείου

Μ ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον ΑΒ πρὸς κέντρον ἡ σημεῖον δράσεως τὸ Ο.

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

ΣΗΜ. Ἐν τοῖς ἀκολούθοις τὰ σχήματα, δν θεωροῦμεν τὰς στερεογραφικὰς προβολὰς νοοῦνται κείμενα ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας, διὰ τοῦ κέντρου τῆς δοπίας διέρχεται τὸ πρόβ. ἐπίπεδον καὶ ἐφ' ἣς κεῖται τὸ σημεῖον δράσεως.



Σχ. 40

**§ 57. Ιδιότητες τῶν στερεογραφικῶν προβολῶν.**—Α'. Ἀγομένων τῶν εὐθεῶν ΠΜ καὶ Κμ (Σχ. 40) σχηματίζονται τὰ δύμια δρογώνια τρίγωνα ΟΚμ καὶ ΟΠμ, ἐξ ὧν ἔπειται εὐκόλως ὅτι  $\frac{(ΟΜ)}{(ΟΚ)} = \frac{(ΟΠ)}{(Ομ)}$ , ὅθεν  $(ΟΜ)(Ομ) = (ΟΠ)(Οκ) = 2P^2$ , ἀν

Ρ εἶναι ἡ ἀκτὶς τῆς σφαίρας. "Ἄρα: **Στερεογραφικὴ προβολὴ σημείου κειμένου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας σφαίρας ἀκτῖνος** Ρ **εἶναι τὸ ἀντιστροφὸν τοῦ σημείου τούτου πρὸς κέντρον ἀντιστροφῆς τὸ σημεῖον δράσεως καὶ δύναμιν ἀντιστροφῆς**  $2P^2$ .

"Ἐχοντες ἡδη ὅπ' ὅψιν τὰς ὅποι τῆς Γεωμετρίας διδασκομένας ιδιότητας τῶν ἀντιστροφῶν σχημάτων συνάγομεν εὐκόλως τὰς ἀκολούθους τῶν στερεογραφικῶν προβολῶν ιδιότητας.

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

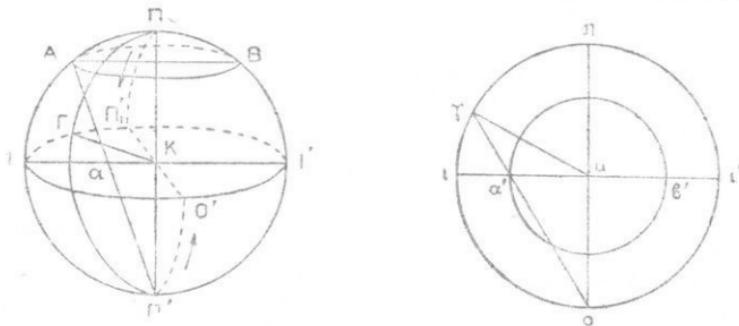
Γ'. **Η στερεογραφικὴ προβολὴ περιφερείας μὴ διερχομένης διὰ τοῦ σημείου δράσεως** εἶναι περιφέρεια ἔχουσα κέντρον τὴν στερεογραφικὴν προβολὴν τῆς κορυφῆς κώνου περιγεγραμμένου περὶ τὴν σφαῖραν κατὰ τὴν περιφέρειαν ἐκείνην.

Δ'. **Ἡ γωνία τῶν στερεογραφικῶν προβολῶν δύο γραμμῶν λειτουργία τῆς γωνίας τῶν γραμμῶν τούτων.**

"Ιδωμεν ἡδη πῶς κατασκευάζεται ἡ στερεογραφικὴ προβολὴ τυχόντος παραλλήλου καὶ μεσημβρινοῦ τῆς Γῆς.

**§ 58. Α' Στερ. προβολὴ ἐπὶ τὸν ἴσυμερενόν.**—Ο ἴσημερινὸς Π' συμπίπτει μετὰ τῆς προβολῆς αὐτοῦ, οἱ δὲ μεσημβρινοὶ διερχόμενοι διὰ τοῦ σημείου δράσεως Π' (Σχ. 41) προβάλλονται κατὰ διαμέτρους τοῦ ἴσημερινοῦ (§ 57 Β'). "Εὰν δὲ ΚΙ εἶναι

ἡ προβολὴ τοῦ α' μεσημβρινοῦ ΠΠΠ', τυχὼν ἄλλος μεσημβρινὸς ΠΓΠ' ἔχων μῆκος ΙΓ=μ προβάλλεται κατὰ τὴν ΚΓ, διὸ ἦν εἶναι γων. ΙΚΓ=μ (§ 57 Δ'). Ἐὰν δοθεν διὰ τοῦ κύκλου ιπίο παραστήσωμεν ὑπὸ κλίμακά τινα τὸν ἴσημερινὸν καὶ διὰ τῆς υ' παραστήσωμεν τὴν ΙΙ', ἡ προβολὴ ΚΓ παρίσταται ὑπὸ τῆς γκ, ἥτις δρᾶται,



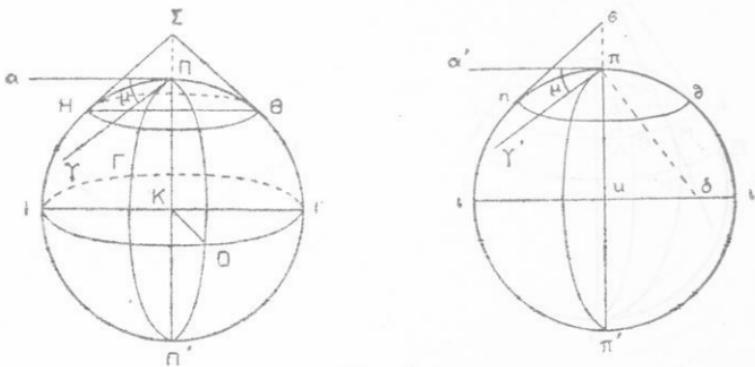
Σχ. 41.

ἄν ληφθῇ κατὰ τὴν προσήκουσαν φρεάταν τόξον ιγ=μ. Κατὰ ταῦτα ἡ προβολὴ Ο'Π₁ τοῦ ἐπὶ τὸν α' μεσημβρινὸν καθέτου μεσημβρινοῦ παρίσταται διὰ τῆς πο.

Τοῦ παραλλήλου ΑΒ, δστις ἔχει πλάτος λ, ἡ προβολὴ εἶναι κύκλος ὁμόκεντρος τῷ ἴσημερινῷ, καθ' ὃν ἡ κορυφὴ Σ τοῦ κατὰ τὸν ΑΒ περιγεγραμμένου κώνου ἐπὶ τῆς Π'Π κειμένη προβάλλεται εἰς τὸ Κ (§ 57 Γ'). Πρὸς ἀπεικόνισιν δὲ τῆς ἀκτίνος Κα τῆς ὁγθείσης προβολῆς παρατηροῦμεν ὅτι τοῦ ΙΠΙ'Π' κατακλινομένου ἐπὶ τοῦ ἴσημερινοῦ τὸ σημεῖον Α λαμβάνει θέσιν τινὰ Γ, οὔτως ὥστε  $\widehat{ΙΓ} = \widehat{ΙΑ} = \lambda$ , ἡ Π'Π χωρὶς νὰ παύσῃ νὰ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν ΙΙ' λαμβάνει τὴν θέσιν Ο'ΚΠ₁ καὶ ἡ Π'αΑ τὴν Ο'αΓ. Ἐὰν δοθεν λάβωμεν ιγ=λ καὶ φέρωμεν τὴν ογ, δρᾶται ὑπὸ ταύτης καὶ τῆς κι τὸ σημεῖον α', διὸ οὐ παρίσταται τὸ α. Ἡ προβολὴ ἄρα τοῦ ΑΒ παρίσταται ὑπὸ τοῦ κύκλου, δστις ἔχει διάμετρον τὴν α'β'.

**§ 59. Β' Στερ. προβολὴ ἐπὶ τὸν α' μεσημβρινόν.—** Εστω ΠΠΠ' ὁ α' μεσημβρινός, οὐ τὸ ἐπίπεδον λαμβάνεται ὡς προβ. ἐπίπεδον, Ο δ ἔτερος τῶν πόλων αὐτοῦ, δστις λαμβάνεται ὡς σημεῖον δράσεως καὶ ΠΟΠ' ὁ διὰ τοῦ σημείου τούτου διεχόμενος μεσημβρινός, δστις προφανῶς εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν α' μεσημβρινὸν (Σχ. 42). Ο ἴσημερινὸς καὶ ὁ μεσημβρινὸς ΠΟΠ' προβάλλονται κατὰ τὰς καθέτους διαμέτρους ΙΙ' καὶ ΠΠ' τοῦ α' μεσημβρινοῦ. Ἐὰν δοθεν διὰ τοῦ κύκλου καὶ παραστήσωμεν τὸν μετὰ τῆς

προβολῆς αὐτοῦ συμπίπτοντα μέγ. κύκλον ΙΠΠ'Π', αἱ κάθετοι διὰ μετροὶ οἱ, ππ' αὐτοῦ θὰ παριστῶσι τὴν προβολὴν τοῦ ἴσημερινοῦ καὶ τοῦ μεσημβρινοῦ ΠΟΠ'. Τυχὸν δὲ ἄλλος μεσημβρινὸς ΠΓΠ' ἔχων μῆκος μ προβάλλεται κατὰ κύκλον (§ 57 Γ') διερχόμενον διὰ τῶν σημείων Π καὶ Π'. Ἰνα δὲ γράψωμεν αὐτὸν ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ χάρτου, ἀρχεῖ γὰρ ὅρισωμεν τὸ κέντρον του. Πρὸς τοῦτο σκεπτόμεθα ὡς ἔξῆς. Ἡ κορυφὴ τοῦ κατὰ τὸν ΠΓΠ' περιγεγραμμένου κώνου κεῖται ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἴσημερινοῦ, ἡ προβολὴ δὲν αὐτῆς κεῖται ἐπὶ τῆς Η'. Ἀφ' ἑτέρου δὲ ἐπειδὴ αἱ εἰς τὸ Π ἐφαπτόμεναι Πα, Πγ τῶν μεσημβρινῶν ΙΠΠ' καὶ ΠΓΠ' σχηματίζουσι γωνίαν

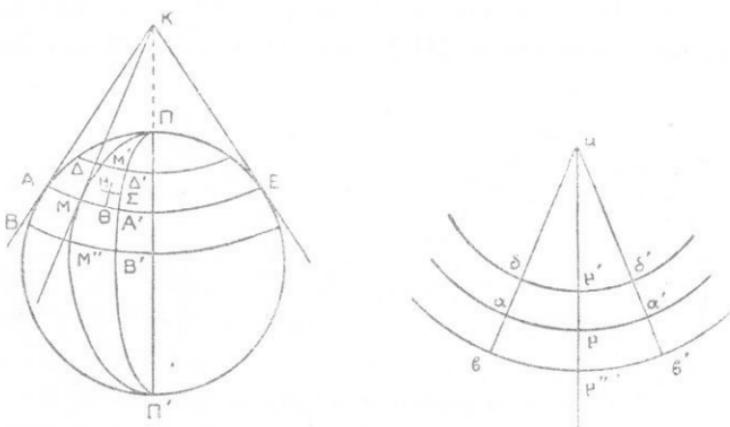


Σχ. 42.

ἴσην πρὸς μ, καὶ αἱ προβολαὶ αὐτῶν σχηματίζουσι γωνίαν ἴσην πρὸς μ (§ 57 Δ'). Ἄλλο δὲ μὲν τῆς Πα προβολὴ αὐτὴ ἡ Πα οὕσα παρισταται ἐν τῷ χάρτῃ διὰ τῆς πα' καθέτου ἐπὶ τὴν ππ', ἡ δὲ τῆς Πγ διὰ τῆς πγ', ἡτις κατασκευάζεται οὕτως ὅστε νὰ εἶναι γων. α'πγ'=μ. Ἐὰν δὲν φέρωμεν ἐκ τοῦ π τὴν ἐπὶ τὴν πγ' κάθετον πδ, ἡ τομὴ δ αὐτῆς καὶ τῆς μ' εἶναι τὸ ζητούμενον κέντρον.

Τοῦ παραλλήλου ΗΘ, δοτις ἔχει πλάτος λ, ἡ προβολὴ εἶναι κύκλος ἔχων κέντρον τὴν προβολὴν τῆς κορυφῆς Σ τοῦ κώνου ΣΗΘ (§ 57 Γ'). Ἄλλα ἑκατέρου τῶν σημείων Η καὶ Σ ταῦτιζομένου μετὰ τῆς προβολῆς του, καὶ τοῦ Σ κειμένου ἐπὶ τῆς ΙΠΠ' ἀρχεῖ, πρὸς εὗρεσιν τῆς ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ χάρτου θέσεως τοῦ Σ, νὰ λάβωμεν  $\widehat{\eta} = \lambda$  καὶ νὰ φέρωμεν τὴν εἰς τὸ η ἐφαπτομένην τῆς περιφερείας κ. Τὸ κοινὸν σημεῖον σ τῆς ἐφαπτομένης ταύτης καὶ τῆς ππ' εἶναι ἡ θέσης τοῦ ζητούμενου κέντρου. Ἡ προβολὴ δὲν τοῦ παραλλήλου ΗΘ παρισταται διὰ τῆς περιφερείας, ἡτις γράφεται μὲ κέντρον σ καὶ ἀκτίνα τὴν ση.

**§ 60. 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 σφαῖραν κατὰ τὸν μέσον παράλληλον  $AA'$  τῆς ἀπεικονιστέας χώρας  $\Delta BB'\Delta$  περιγεγραμμένον κῶνον  $KAЕ$  καὶ ἀντικαθιστῶσι τοὺς μεσημβρινοὺς τῆς χώρας διὰ τῶν τομῶν τῆς κυρτῆς τοῦ κώνου ἐπιφανείας ὑπὸ τῶν ἐπιπέδων τῶν κύκλων τούτων. Ἐάν εἴτα ἡ κωνικὴ ἐπιφάνεια  $KAЕ$  νοηθῇ ἀνεπτυγμένη ἐπὶ ἐπιπέδου ἐκατέρωθεν



Σχ. 43.

τῆς τὸν μέσον μεσημβρινὸν τῆς χώρας παριστώσης εὐθείας  $KM$ , προκύπτει δίκτυον, ἐνῷ οἱ μὲν μεσημβρινοὶ παρίστανται δι᾽ εὐθειῶν τεμνομένων εἰς τι σημεῖον  $\kappa$ , οἱ δὲ παράλληλοι διὰ κύκλων, ὃν κοινὸν κέντρον τὸ  $\kappa$ .

Αἱ ἐκατέρωθεν καὶ εἰς μικρὰν ἀπὸ τοῦ μέσου παραλλήλου κείμεναι χῶραι ἀναπαριστῶνται κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην μετ᾽ ἀρχετῆς ἀκριβείας, ἐνῷ εἰς τὰς ἀπωτέρας ἐπέρχονται λίαν αἰσθηταὶ ἀλλοιώσεις. Τούτου ἔνεκα γίνεται χρῆσις τῆς μεθόδου ταύτης διὰ τὴν παράστασιν μικρᾶς ἐκτάσεως περὶ τὸν μέσον αὐτῆς παράλληλον.

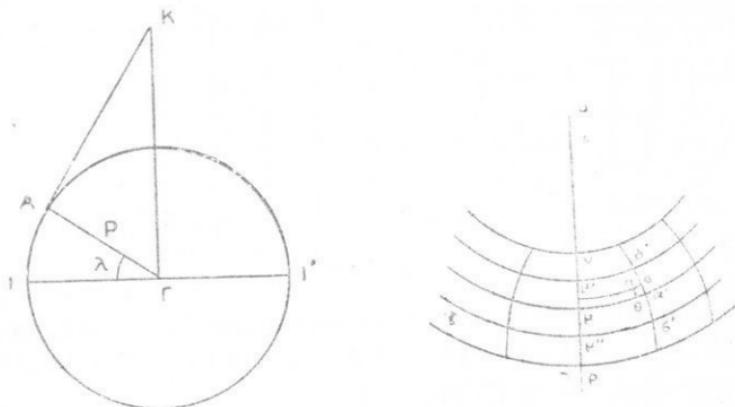
Κατὰ τὴν ὑπὸ τοῦ στρατιωτικοῦ ἐπιτελείου τῆς Γαλλίας ἐπενεχθεῖσαν εἰς τὸ σύστημα τοῦτο τροποποίησιν τὸ δίκτυον τῶν μεσημβρινῶν καὶ παραλλήλων χαράσσεται ὑπὸ κλίμακα  $\frac{1}{v}$  οὔτω (¹).

Εὐθεῖά τις κρμ (Σχ. 44) τοῦ ἐπιπέδου τοῦ χάρτου παριστᾶ τὸν μέσον μεσημβρινὸν  $PM\bar{P}'$ . Οἱ μέσοις παράλληλοι  $AA'$  παρίσταται

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

διὰ κύκλου ἔχοντος κέντρον σημεῖόν τι κ, τῆς εἰρημένης εὐθείας καὶ ἀκτῖνα ( $\kappa\mu$ ) = (KA).  $\frac{1}{v} = \frac{1}{v}$  P.σφλ, ἂν P εἴναι ἡ μέση ἀκτὶς τῆς Γῆς καὶ λ τὸ γ. πλάτος τοῦ AA'. Ἐτερος δὲ παράλληλος ΔΔ' ἔχων πλάτος ( $\lambda + \epsilon$ ) εἴναι διμόκεντρος πρὸς τὸν προηγούμενον καὶ διέρχεται διὰ διὰ τοῦ μ', ὅπερ ὁρίζεται λαμβανομένου ἐπὶ τῆς κμ ἀνύσματος κμ' οὗ τὸ μῆκος εἴναι  $2\pi P \cdot \frac{\epsilon^0}{360^0} \cdot \frac{1}{v}$ . Διὰ τὸν παράλληλον BB', ὅστις ἔχει πλάτος λ-ε, τὸ ἀντίστοιχον ἀνυσμα μμ' ἔχει φορὰν ἀντίθετον τῆς τοῦ μμ'.

Μεσημβρινός τις π. χ. δ ΠΑ'B' ἔχων μῆκος μ χαράσσεται



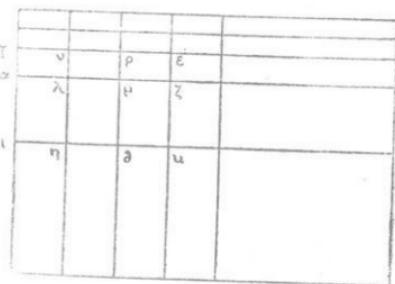
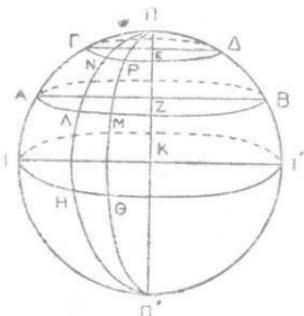
Σχ. 44.

οὕτως. Ἐπὶ ἑκάστου τῶν χαραχθέντων παραλλήλων, οἵτινες καλὸν νὰ είναι ὅσον ἔνεστι πολυαριθμότεροι, λαμβάνομεν ἀπὸ τῆς τομῆς αὐτοῦ ὅπο τῆς κμ ἀρχόμενοι κατὰ τὴν προσήκουσαν φορὰν τόξον μῆκους  $2\pi P$ . συνλ.  $\frac{\mu^0}{360^0} \cdot \frac{1}{v}$  ἂν λ εἴναι τὸ γ. πλάτος τοῦ παραλλήλου. Είτα χαράσσομεν τὴν διὰ τῶν ἄκρων β', α', δ', κτλ. τῶν τόξων τούτων διερχομένην γραμμήν. Αὕτη παριστᾶ τὸν μεσημβρινόν, ὅστις ἔχει μῆκος μ.

**§ 61. Κυλινδρικὸν ἐκπέτασμα.**—Τὸ κωνικὸν ἐκπέτασμα καταντᾶ κυλινδρικὸν ἐκπέτασμα, ἂν ὃς μέσος παράλληλος ληφθῇ δ ἰσημερινὸς τῆς Γῆς καὶ δ περιγεγραμμένος κῶνος ἀντικασταθῇ διὰ τοῦ κατὰ τὸν ἰσημερινὸν περιγεγραμμένου περὶ τὴν γηίνην σφαῖραν κυλίνδρου. Ἐὰν δὲ ἀντικασταθῶσιν οἱ μεσημβρινοὶ καὶ παράλληλοι διὰ τῶν τομῶν τῆς κυλινδρικῆς ταύτης ἐπιφανείας ὅπ' αὐτῶν καὶ νοηθῇ ἡ ἐπιφάνεια αὕτη ἐπὶ τοπικοῦ ἀνε-

πινγμένη, σχηματίζεται δίκτυον, ἐν<sup>3</sup> φορά οἱ παράλληλοι παρίστανται δι<sup>1</sup> εὐθειῶν παραλλήλων, οἱ δὲ μεσημβρινοὶ δι<sup>2</sup> ἄλλων καθέτων ἐπ' ἔκείνας.

Ἐν τῷ δικτύῳ τούτῳ ἡ ἀπόστασις δύο εὐθειῶν αἰτινες παράστασις μεσημβρινοὺς σχηματίζονται σταθερὰν δίεδρον γωνίαν (π. χ. 1<sup>0</sup>) είναι ἡ αὐτὴ καθ' ἄτασαν τὴν ἔκτασιν τοῦ χάρτου. Δὲν ουμβάνει δῆμος τὸ αὐτὸν διὰ τὰς εὐθείας, αἰτινες παρίστασι παραλλήλους, ὃν τὰ πλάτη διαφέρουσι κατὰ σταθεράν τινα ποσότητα ε. Πράγματι ὑποτεθείσθω ὅτι αἱ εὐθεῖαι αἱ καὶ γε (Σχ. 45) παρίστασι



Σχ. 45.

τοὺς παραλλήλους ΑΒ καὶ ΓΔ, ὃν τὰ πλάτη είναι λ καὶ ( $\lambda + \varepsilon$ ). Ἐπειδὴ ( $\varepsilon$ ) = (EZ) = (KE) — (KZ) καὶ (KE) = P. ἢμ (λ + ε), (KZ) = P. ἢμλ. ἐπειταὶ (1) ὅτι :

$$(\varepsilon) = P[\text{ἢμ} (\lambda + \varepsilon) - \text{ἢμλ}] = 2P\text{ἢμ} \frac{\varepsilon}{2} \text{ συν} \left( \lambda + \frac{\varepsilon}{2} \right)$$

ται ὅτι τοῦ ε ὅντος σταθεροῦ ἡ ἀπόστασις ( $\varepsilon$ ) βαίνει ἐλαττουμένη τοῦ λ αὐξανομένου.

Κατὰ ταῦτα τὰ ἄνισα τόξα ΗΘ, ΛΜ, ΝΡ κτλ. παρίστανται δι<sup>1</sup> εὐθειῶν ηθ, λμ, νρ κτλ. ἵσων ὑπὸ κλίμακά τινα πρὸς τὸ ἀνάπτυγμα τοῦ μεγαλυτέρου τούτων ΗΘ, ἐν φορά τὰ ἵσα τόξα ΗΛ, ΛΝ κτλ. μεσημβρινοῦ τινὸς παρίστανται δι<sup>2</sup> εὐθειῶν ηλ, λν κτλ, αἰτινες βαίνουσιν ἐλαττούμεναι τοῦ πλάτους τῶν ἀντιστοίχων τόξων αὐξανομένου.

Ἐνύόητον ἐκ τούτων καθίσταται ὅτι κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην μόνον αἱ περὶ τὸν ἴσημερινὸν καὶ εἰς μικρὰν ἀπὸ αὐτοῦ κείμεναι ἀπόστασιν χῶραι ἀναπαριστῶνται μετ' ἀρκετῆς ἀκριβείας καὶ διὰ τοιαύτας μόνον χώρας γίνεται χρῆσις τῆς μεθόδου ταύτης (2).

(1) Ὁρα Τριγωνομετρίαν μου § 83.

(2) Κατὰ ταύτην κατασκευάζονται καὶ χάρται τοῦ οὐρανοῦ περιέχοντες τοὺς περὶ τὸν οὐρανὸν ἴσημερινὸν ἀστερισμούς. ("Ορα Cours de Cosmographie, chasse de mathématique par F. G. M.).

**§ 62. Ναυτικοὶ χάρται ἡ χάρται τοῦ Μερκάτορος.**—Ο κατὰ τὸν 16ον αἰῶνα ἀκμάσας φλαμανδός γεωγράφος Μερκάτωρ (Gerhard Krämer) ἐπενόησε καὶ ἐπέφερεν εἰς τὸ προηγούμενον σύστημα τὴν ἀκόλουθον τροποποίησιν. Καμπυλόγραμμόν τι τετράπλευρον τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς σχηματίζόμενον ὑπὸ μεσημβρινῶν ἔλαχίστην (π.χ. 1°) γωνίαν σχηματίζόντων καὶ παραλλήλων, ὥν τὰ πλάτη διαφέρουσιν ἐπίσης κατὰ 10°, ἔξωμοίσυν πρὸς ὁρθογώνιον καὶ ἀπεικόνιζεν ἐν τῷ χάρτῃ δι' ὅμοιον ὁρθογώνιον. Ήρόδος τοῦτο παρετήρησεν ὅτι ἐνὸς τοιούτου ὁρθογώνιου π.χ. ΛΜΝΡ (Σχ. 45) είναι

$$(\widehat{\Lambda M}) = \frac{2\pi P \sin \lambda}{360}, \quad (\widehat{\Lambda N}) = \frac{2\pi P}{360} \text{ ἀρα } \frac{(\widehat{\Lambda M})}{(\widehat{\Lambda N})} = \sin \lambda. \quad \text{Ἐὰν λοιπὸν ἢ εὐ-$$

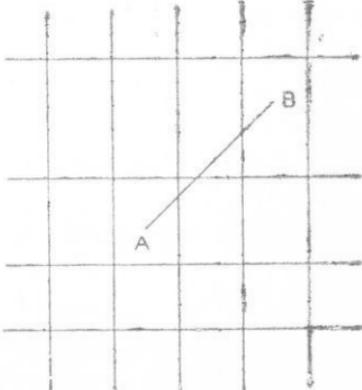
θεῖα ἢ παριστῇ τὸν ἴσημερινόν, ἢ τὸ τόξον ΛΜ παριστῶσα εὐθεῖα ἢ μὲν ἔχῃ μῆκος  $\frac{(\mu')}{360}$  καὶ τὸ τόξον ΛΝ δέον νὰ παρίσταται ὑπὸ εὐθείας λὴ τοιαύτης ὁστε  $\frac{(\mu')}{360} = (\lambda v)$ , συνλ., δθεν  $(\lambda v) = \frac{(\mu')}{360}$  συνλ.

Τὸ κατὰ τὸν τύπον τοῦτον ὑπολογιζόμενον ὕψος ἑκάστου τῶν εἰρημένων ὁρθογώνιων βαίνει ταχύτατα αὐξανόμενον μετὰ τοῦ πλάτους τῆς βάσεως, κατ' ἀκόλουθίαν αἱ οὗτος ἀπεικονίζόμεναι χῶραι ὑφίστανται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν μεσημβρινῶν ἐπιμήκυνσιν, ἵτις βαίνει ταχύτατα αὐξανομένη μετὰ τοῦ γ. πλάτους.

Ἐγειρὶς ὅμως τὸ σύστημα τοῦτο τὸ ἀκόλουθον σπουδαῖον πλεονέκτημα.

Ἐπειδὴ τυγχὼν τετράπλευρον τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς παρίσταται ἐν τῷ χάρτῃ δι' ὅμοιον σχῆματος, δύο τυχοῦσαι τεμνόμεναι ὑπὸ γωνίαν ω γραμμαὶ παρίστανται διὰ γραμμῶν τεμνομένων ἐπίσης ὑπὸ τὴν αὐτὴν γωνίαν ω.

Ἐὰν δθεν γραμμὴ τις (**λοξόδρομία**) τέμνῃ ὅλους τοὺς μεσημβρινοὺς ὑπὸ τὴν αὐτὴν γωνίαν, αὕτη θέλει παρίστασθαι δι' εὐθείας, διότι μόνον εὐθεῖα τέμνει ὑπὸ τὴν αὐτὴν γωνίαν τὰς τοὺς μεσημβρινοὺς παριστώσας παραλλήλους εὐθείας. Ἀλλοτε οἱ ναυτικοὶ ὅπως μεταβῶσιν ἀπὸ τοῦ Α εἰς τὸ Β, ἐχάραττον ἐπὶ τοῦ χάρτου τοῦ



Σχ. 46.

Δίκτυον ναυτικοῦ χάρτου.

Μερκάτορος τὴν λοξοδρομίαν ΑΒ, μεθ' ὅ ἐμέτρουν τὴν γωνίαν, καθ' ἥν αὕτη ἔτεμνε τοὺς μεσημβρινοὺς καὶ ἔχειριζον οὔτως ὥστε ἡ βελόνη τῆς ναυτικῆς πυξίδος αὐτῶν νὰ σχηματίζῃ μετὰ τῆς γραμμῆς πίστεως τοῦ πλοίου γωνίαν ω. Οὔτως ἡσαν βέβαιοι ὅτι ἡ κολούθουν τὴν χαραχθεῖσαν λοξοδρομίαν. Ἐκ τούτου καθίσταται πρόδηλος ἡ μεγάλη χοησιμότης τοῦ χάρτου τοῦ Μερκάτορος, δστις καὶ ναυτικὸς χάρτης καὶ είται.

Σήμερον, ὅτε ἡ ἀτμήρης ναυτιλία ἔλαβε τεραστίαν ἀνάπτυξιν, ἡ χοησιμοποίησις αὐτοῦ εἶναι ὀλιγωτέρα, διότι γίνεται προσπάθεια νὰ πλέωσι τὰ πλοῖα οὐχὶ κατὰ τὴν λοξοδρομίαν, ἢτις διέρχεται διὰ τοῦ σημείου τῆς ἀναχωρήσεως Α καὶ τοῦ κατάπλου Β, ἀλλὰ δι' οἰκονομίαν χρόνου καὶ καυσίμου ὑλῆς κατὰ τὸ δι' αὐτῶν διερχόμενον τόξον μεγίστου κύκλου, δπερ εἶναι ἡ συντομωτέρα δδός, ἢτις ἄγει ἐκ τοῦ Α πρὸς τὸ Β.

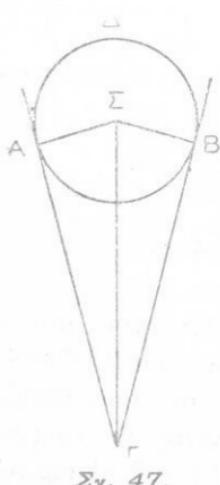
## BIBLION Γ'.

### Ο ΗΛΙΟΣ

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

##### ΦΑΙΝΟΜΕΝΗ ΚΙΝΗΣΙΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ

###### § 63. Φαινομένη διάμετρος ἀστέρος.—”Εστω Σ



Σχ. 47.

(Σχ. 47) ἀστήρ τις, Γ σημείον τι τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς καὶ ΑΔΒ τομὴ τοῦ ἀστέρος ὑπὸ ἐπιπέδου, δπερ διέρχεται διὰ τῆς ΓΣ. Αἱ ἐφαπτόμεναι ΓΑ καὶ ΓΒ, αἱ δροῖαι ἄγονται ἐκ τοῦ Γ εἰς τὴν τομὴν ταύτην, σχηματίζουσι τὴν γωνίαν ΑΓΒ. Ὑπὸ ταύτην βλέπομεν ἐκ τῆς Γῆς τὸν ἀστέρα Σ. Καλοῦμεν δὲ ταύτην φαινομένην διάμετρον τοῦ ἀστέρος τούτου.

Ωστε: Φαινομένη διάμετρος ἀστέρος καλεῖται ἡ γωνία, ὑπὸ τὴν δροῖαν ἐν τῆς Γῆς βλέπομεν τὸν ἀστέρα τοῦτον.

Ἐπειδὴ τὸ τρίγωνον ΑΓΣ εἶναι δρυθογώνιον, ἀληθεύει ἡ ἴσοτης ( $\Lambda\Sigma$ ) = ( $\Gamma\Sigma$ ) ἡμ. ( $\Lambda\Gamma\Sigma$ ).

Ἄν δὲ θεσωμέν  $(\Delta\Sigma)=P$ ,  $(\Gamma\Sigma)=a$  καὶ  $\Delta\Gamma B=\Delta$ , ἢ προηγουμένη ἰσότης γίνεται  $P=a$  ἢ  $\mu \cdot \left(\frac{\Delta}{2}\right)$

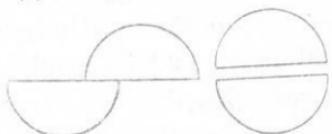
$$\text{ὅδε} \quad a = \frac{P}{\mu \left(\frac{\Delta}{2}\right)} \quad (1)$$

Ἐπειδὴ δὲ διὰ τοὺς πλείστους τῶν ἀστέρων ἡ γωνία  $\frac{\Delta}{2}$  εἶναι πολὺ μικρά, τὸ ἡμ.  $\left(\frac{\Delta}{2}\right)$  ἐλάχιστα διαφέρει τῆς τιμῆς  $\left(\frac{\Delta}{2}\right)$  τῆς γωνίας ταύτης. Κατ' ἀκολουθίαν ἄνευ αἰσθητοῦ σφάλματος ἡ ἰσότης (1) γίνεται  $a = \frac{P}{\Delta}$  ἢ  $a = \frac{2P}{\Delta}$ . (2)

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

**§ 64. Φαινομένη διάμετρος τοῦ Ἡλίου.** — Ἡ μέτρησις τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ Ἡλίου δι' ἀκριβῶν ὀργάνων (1) ἀποδεικνύει ὅτι αὕτη μεταβάλλεται ἐντὸς τοῦ ἔτους κυματινομένη μεταξὺ ἐλαχίστης καὶ μεγίστης τιμῆς αὐτῆς. Οὗτῳ τὴν 1ην Ἱουλίου εἶναι ἐλαχίστη ( $31' 32''$ ). Ἐκτοτε δὲ βαίνει συνεχῶς αὐξανομένη καὶ γίνεται μεγίστη ( $32' 36'',2$ ) τὴν 1ην Ἰανουαρίου. Είτε ἀρχεται πάλιν ἐλαττομένη μέχρι τῆς 1ης Ἱουλίου καὶ οὕτω καθ' ἔξης. Ἡ μέση δὲ τιμὴ τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ Ἡλίου εἶναι  $32' 4'$ , 1.

(1) Ἡ ἐργασία αὕτη γίνεται συνήθως διὰ τοῦ ἥλιομέτρου τοῦ Bouguer



Σχ. 48.

Ἀντικειμενικὸς φακὸς ἥλιο-  
μέτρου Bouguer.

(Σχ. 48). Τοῦτο εἶναι ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον ἄνευ διαφράγματος, οὗ ὁ ἀντικειμενικὸς φακὸς εἶναι διηρημένος εἰς δύο ἵσα μέρη. Τούτων τὸ ἐν εἰναι ἀμετάθετον, τὸ δὲ ἄλλο δύναται νὰ μετατίθηται κατὰ μῆκος τοῦ ἐπιπέδου τοῦ χωρισμοῦ διὰ μικρομετρικοῦ κοχλίου. Όταν τὰ δύο μέρη εἶναι συ-

νηγωμένα εἰς ἓν πλήρη φακόν, βλέπομεν ἐν εἰδωλον ἑκάστου ἀστέρος, τὸν δόποιον δὲ αὐτοῦ παρατηροῦμεν. "Όταν δὲ τὸ ἐν τούτων μετατεθῇ δλίγον βλέπομεν δύο εἰδωλα. "Εάν τὰ δύο εἰδωλα ἐφάπτωνται ἀλλήλων, ἡ ἐπιτευχθεῖσα μετάθεσις μετρεῖ τὴν φαινομένην διάμετρον τοῦ ἀστέρος.

### § 65. Μεταβολὴ τῆς ἀποστάσεως τοῦ Ἡλίου.

Ἡ μεταβολὴ τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους ἀποδεικνύει (§ 63) ὅτι ἡ ἀπόστασις αὐτοῦ ἀφ' ἡμῶν δὲν εἶναι σταθερά. Αὕτη εἶναι μεγίστη κατὰ τὴν 1ην Ἰουλίου ἔκτοτε ἀρχεται ἐλαττουμένη βαθμιαίως μέχρι τῆς 1ης Ἰανουαρίου, ὅτε αὕτη λαμβάνει τὴν ἐλαχίστην τιμὴν οὐτῆς. Ἐπειτα ἀρχεται βαθμιαίως αὐξανομένη καὶ οὗτο καθ' ἔξης.

### § 66. Φαινομένη ἴδεα κένησες τοῦ Ἡλίου.

Ἐκ πρώτης ὄψεως δὲ Ἡλιος φαίνεται κινούμενος, ὅπως οἱ λοιποὶ ἀστέρες ἀνατέλλει δηλ. ἐκάστην πρωΐαν, ἀνέρχεται εἰς τὸν οὐρανὸν μέχρι τοῦ μεσημβρινοῦ, ἐπειτα ἀρχεται κατερχόμενος καὶ τέλος δύει. Προσεκτικὴ ὅμως καὶ ἐπὶ συνεχεῖς ἡμέρας παρατήρησις πείθει ἡμᾶς ὅτι οὗτος, ἐν ᾧ μετέχει τῆς τοιαύτης ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμάς φαινομένης κινήσεως, φαίνεται συγχρόνως μετατιθέμενος ἐν τῷ οὐρανῷ καὶ ἀλλάσσων θέσιν ἐν σχέσει πρὸς τοὺς ἀπλανεῖς ἀστέρας. Πράγματι οὗτος φαίνεται ὅτι ὀλίγον κατ' ὀλίγον ἀπομακρύνεται πρὸς ἀνατολὰς ἀπὸ τοὺς ἀστέρας, οἱ δποῖοι προηγοῦνται αὐτοῦ κατὰ τὴν ἀνατολὴν καὶ πλησιάζει ἐπίσης πρὸς ἀνατολὰς πρὸς ἐκείνους, οἱ δποῖοι ἀκολουθοῦσιν αὐτὸν κατὰ τὴν δύσιν. Διὰ τοῦτο διάφοροι εἰς διαφόρους ἐποχὰς ἀστερισμοὶ ἀνατέλλουσιν ὀλίγον πρὸ τοῦ Ἡλίου καὶ διάφοροι δύουσιν εὐθὺς μετὰ τὴν δύσιν του. Ἐπίσης κατά τινα ὠρισμένην ὥραν τῆς νυκτὸς διάφοροι εἰς διαφόρους ἐποχὰς μεσουρανοῦσιν ἀστερισμοί. Οὕτω παρ' ἡμῖν περὶ τὸ τέλος Δεκεμβρίου καὶ περὶ τὸ μεσονύκτιον μεσουρανεῖ ὁ ἀστερισμὸς τῶν Διδύμων· μετὰ ἐξ δὲ μῆνας, περὶ τὸ τέλος Ἰουνίου καὶ περὶ τὴν αὐτὴν ὥραν μεσουρανεῖ ὁ Τοξότης, οἱ δὲ Δίδυμοι μεσουρανοῦσι κάτω.

\*Ἀλλὰ καὶ κατὰ τὴν μεσημβρίαν ἐκάστης ἡμέρας δὲ Ἡλιος εὑρίσκεται εἰς σημεῖα, τὰ δποῖα ἔχουσι διάφορον ψόφος. Ὁ Ἡλιος ἀρα δὲν ἀνατέλλει ἀπὸ τὰ αὐτὰ πάντοτε σημεῖα τοῦ δρίζοντος. Πράγματι δὲ κατὰ τὸ ἐν μὲν ἡμισυ τοῦ ἔτους (21 Μαρτίου—22 Σεπτεμβρίου) ἀνατέλλει ἀπὸ σημεῖα, τὰ δποῖα κείνται πρὸς βιορρᾶν τῆς Ἀνατολῆς· κατὰ δὲ τὸ ἄλλο ἡμισυ ἀνατέλλει ἀπὸ σημεῖα, τὰ δποῖα κείνται πρὸς νότον τῆς Ἀνατολῆς.

Ταῦτα δὲ πάντα δὲν θὰ συνέβαινον οὕτως, ἢν δὲ Ἡλιος ἐτήρει τὴν αὐτὴν ἐν τῷ οὐρανῷ θέσιν ἐν σχέσει πρὸς τοὺς ἀπλανεῖς ἀστέρας.

Κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους δὲ Ἡλιος καταλαμβάνει διαδοχικῶς ἀπὸ τοῦ Ἀπριλίου τὴν θέσιν, ἐν τῇ δποῖᾳ κείται ἐν τῷ οὐρανῷ ἔκαστος τῶν ἀκολούθων ἀστερισμῶν: *Κριός, Ταῦρος, Δε-*

*δυμοι, Καρκίνος, Λέων, Παρθένος, Ζυγδς, Σκορπίος, Τοξότης, Αλγόνερως, Υδροχόος, Ιχθύες.*

Οι δώδεκα ούτοι ἀστερισμοὶ καλοῦνται ζῳδια. Ἐπειδὴ δὲ ἔκαστος τούτων κεῖται ἀνατολικώτερον τοῦ ἀμέσως προηγουμένου, συμπεραίνομεν ὅτι ὁ Ἡλιος φαίνεται κινούμενος ἐν τῷ οὐρανῷ διὰ μέσου τῶν ζῳδίων ἐκ Δυσμῶν πρὸς Ἀνατολάς, ἡτοι κατὰ τὴν δροθήν φοράν.

**§ 67. Ἐκλειπτικὴ — Ισημερίας — Τροπαί.** Διὰ τὰ διαικρίνωμεν τὸ εἶδος τῆς τροχιᾶς, τὴν ὅποιαν φαίνεται ὅτι διαγράφει ἐν τῷ οὐρανῷ ὁ Ἡλιος καὶ νὰ ὅρισωμεν τὴν θέσιν αὐτῆς ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαίρας ἐργαζόμεθα ὡς ἔξης: Κατασκευάζομεν σφαίραν καὶ χαράσσομεν ἐπ' αὐτῆς τὰς περιφερείας δύο μεγίστον κύκλων καθέτων πρὸς ἄλλήλους. Ορίζομεν δὲ ὅπως ὁ εἰς τούτων παριστὰς τὸν οὐρ. ισημερινόν, ὁ δὲ ἄλλος τὸν κόλουρον τῶν ισημεριῶν. Μετροῦμεν ἔπειτα κατὰ τὴν μεσημβρίαν ἐκάστης ἡμέρας τὰς οὐρανογραφικὰς συντεταγμένας τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου καὶ σημειοῦμεν ἐπὶ τῆς ὁηθείσης σφαίρας τὰ ἀντίστοιχα σημεῖα. Ἐὰν δὲ ἐνώσωμεν ταῦτα μὲ συνεχῇ γραμμήν, βλέπομεν ὅτι αὐτῇ εἴναι περιφέρεια μεγίστου κύκλου τῆς σφαίρας ταύτης. Ο μέγιστος οὗτος κύκλος σχηματίζει γωνίαν  $23^{\circ} 27'$  μὲ τὸν ισημερινὸν τῆς σφαίρας ταύτης.

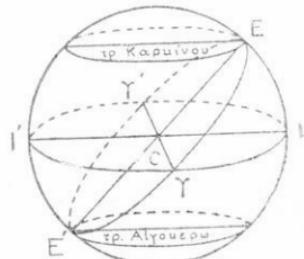
'Ἐκ τούτων συμπεραίνομεν ὅτι: *Tὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν ἐν δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς φαινομένην ἐν τῷ οὐρανῷ μετάθεσίν του γράφει περιφέρειαν μεγίστου κύκλου τῆς οὐρανίου σφαίρας.* Ο μέγιστος οὗτος κύκλος τέμνει τὸν οὐρ. ισημερινὸν ὑπὸ γωνίαν  $23^{\circ} 27'$ .

Ο κύκλος οὗτος καλεῖται *Ἐκλειπτικὴ.*

Ἡ γωνία, τὴν ὅποιαν σχηματίζει ἡ Εκλειπτικὴ μὲ τὸν οὐρ. ισημερινόν, καλεῖται *λόξωσις* τῆς ἐκλειπτικῆς.

Ἐμάθομεν δὲ (§ 22) ὅτι ἡ τομὴ γγ' τῆς *Ἐκλειπτικῆς* καὶ τοῦ οὐρ. ισημερινοῦ καλεῖται ισημερινὴ γραμμή, τὰ δὲ ἄκρα γ, γ' λέγονται ισημερινὰ σημεῖα, ἔαρινὸν τὸ γ καὶ φθινοπωρινὸν τὸ γ'.

Ἡ στιγμὴ, κατὰ τὴν ὅποιαν ὁ Ἡλιος διέρχεται διὰ τοῦ γ καλεῖται *ἔαρινὴ ισημερία* ἐκείνη δέ, καθ' ἥν οὗτος διέρχεται διὰ τοῦ γ' καλεῖται *φθινοπωρινὴ ισημερία*.



Σχ. 49

Ἡ διάμετρος ΕΕ', ἡ δοπία εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν ἴσημερινὴν γραμμήν, καλεῖται γραμμὴ τῶν ἥλιοστασίων ἢ τῶν τροπῶν. Τὰ ἄκρα αὐτῆς Ε καὶ Ε' καλοῦνται ἥλιοστάσια ἢ σημεῖα τῶν τροπῶν. Καὶ ἥλιοστάσια μὲν λέγονται, διότι πλησίον αὐτῶν ὁ Ἡλιος φαίνεται ἐπὶ τινα χρόνον μὴ κινούμενος κατ' ἀπόκλισιν· σημεῖα δὲ τῶν τροπῶν λέγονται, διότι ἀπ' αὐτῶν ὁ Ἡλιος τρέπεται πρὸς τὸν ἴσημερινόν.

Τὸ ἄκρον Ε, τὸ δοπίον κεῖται εἰς τὸ βόρρειον ἥμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ, καλεῖται Ἰδιαιτέρως **θερινὸν ἥλιοστάσιον** τὸ δὲ Ε', τὸ δοπίον κεῖται εἰς τὸ νότιον ἥμισφαίριον, καλεῖται **χειμερινὸν ἥλιοστάσιον**.

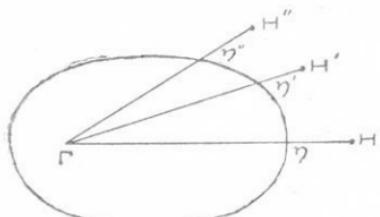
Αἱ χρονικαὶ στιγμαὶ, κατὰ τὰς δοπίας ὁ Ἡλιος διέρχεται διὰ τῶν ἥλιοστασίων, καλοῦνται τροπαὶ καὶ ἀντιστοίχως ἡ μία τούτων καλεῖται **θερινὴ τροπή**, ἡ δὲ ἄλλη **χειμερινὴ τροπή**.

Ο παράλληλος τῆς οὐρ. σφαίρας, ὁ δοπίος διέρχεται διὰ τοῦ θερινοῦ ἥλιοστασίου, καλεῖται **τροπικὸς τοῦ Καρκίνου**· ὁ δὲ διερχόμενος διὰ τοῦ χειμερινοῦ ἥλιοστασίου καλεῖται **τροπικὸς τοῦ Αἰγαίου**.

**§ 68. Φανομένη τροχεὶς τοῦ Ἡλίου.**—Ἐστωσαν Η, Η', Η'', . . . αἱ μεσημβριναὶ θέσεις τοῦ Ἡλίου κατὰ διαφό-

ροὺς διαδοχικὰς ἡμέρας καὶ Δ, Δ', Δ''. . . αἱ ἀντιστοιχοὶ φαινόμεναι διάμετροι αὐτοῦ. Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ α, α', α''. . . τὰς ἀντιστοίχους ἀφ' ἥμῶν ἀποστάσεις τοῦ Ἡλίου, θὰ εἶναι (§ 63)

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



Σχ. 50

Ἐὰν δὲ καλέσωμεν λ τὴν κοινὴν τιμὴν τῶν λόγων τούτων, εὐρίσκομεν ὅτι  $a = \frac{\lambda}{\Delta}$ ,  $a' = \frac{\lambda}{\Delta'}$ , . . . . Ἀν ἥδη ἐπ φύλλου χάρτου χαράξωμεν εὐθεῖαν ΓΗ καὶ ὁρίσωμεν, ὅπως τὸ μὲν Γ παριστᾶ τὴν Γῆν, ἡ δὲ εὐθεῖα ΓΗ τὴν ἐκ τῆς Γῆς πρὸς τὴν θέσιν Η τοῦ Ἡλίου κατεύθυνσιν, αἱ εἰς τὰς θέσεις Η', Η'', . . . τοῦ Ἡλίου ἀντιστοιχοῦσαι εὐθεῖαι ὁρίζονται εὐκόλως. Διότι ἀρκεῖ ἐκάστη τούτων νὰ σηματίζῃ μὲ τὴν προηγουμένην γωνίαν  $1^{\circ}$ , ὅση δηλ. εἶναι περίπου ἡ πρὸς ἀνατολὰς ἡμερησία μετάθεσις τοῦ Ἡλίου ἐν τῷ Οὐ.

φα: ϕ. Τούτων γενομένων, ἂς δόσωμεν εἰς τὸν λόγοισμένην τινὰ τιμὴν π.χ. 2 καὶ ἂς λάβωμεν ἐπὶ τῶν ΓΗ, ΓΗ', ΓΗ''..... τμῆματα Γη, Γή, Γη'',... ἀντιστοίχως ἵσα πρὸς  $\frac{2}{\Delta}$ ,  $\frac{2}{\Delta'}$ ,  $\frac{2}{\Delta''}$ .... Ἐὰν ἦδη ἔνώσωμεν μὲ συνεχῆ γραμμὴν τὰ ἄκρα η, η', η''..... τῶν τμημάτων τούτων, βλέπομεν ὅτι αὕτη εἶναι ἔλλειψις, τῆς δποίας μία ἐστία εἴναι τὸ Γ.

"Αν ἔπειτα ἔργασθῶμεν ὁμοίως μὲ ἄλλην τιμὴν τοῦ λ., εὐρίσκομεν ἄλλην ἔλλειψιν, τῆς δποίας μία ἐστία εἶναι πάλιν τὸ Γ καὶ οὕτω καθ' ἔξῆς. Ὁφείλομεν λοιπὸν νὰ δεχθῶμεν ὅτι τὸ συμπέρασμα τοῦτο ἴσχύει καὶ διὰ τὰς πραγματικὰς ἐν τῷ χώρῳ θέσεις τοῦ Ἡλίου.

"Ἄρα: "Ο Ἡλιος φαίνεται κινούμενος ἐν τῷ χώρῳ ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς ἐπὶ ἔλλειψεως, τῆς δποίας τὴν μίαν τῶν ἐστιῶν κατέχει ή Γῆ.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο συμβάζεται καὶ ἔξηγει τὴν ἐν τῷ οὐρανῷ καὶ ἐν μέσῳ τῶν ζῳδίων μετάθεσιν τοῦ Ἡλίου καὶ τὴν περιοδικὴν μεταβολὴν τῆς ἀποστάσεως αὐτοῦ ἀφ' ἡμῶν. Ἀρκεῖ πρὸς τοῦτο νὰ δεχθῶμεν ὅτι τὸ ἐπίπεδον τῆς ὁρθείσης ἔλλειψεως ταῦτις εται μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς Ἐκλειπτικῆς. Πράγματι: "Οταν ὁ Ἡλιος κατέχῃ ἐν τῇ τοιαύτῃ τροχιᾳ τὴν θέσιν η (Σχ. 51) ενδισκόμενος εἰς τὴν ἑλαχίστην ἀπὸ τῆς Γῆς ἀπόστασιν, φαίνεται ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαιρᾶς κατὰ τὴν διεύθυνσιν Γη ἐπὶ τοῦ ἀστερισμοῦ τοῦ Τοξότου. Ἀπὸ τὰς ἐποχῆς ταύτης συνεχῶς κινούμενος ἐπὶ τῆς τροχιᾶς του ἀπομακρύνεται τῆς Γῆς, μεταβάλλει δὲ καὶ θέσιν ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαιρᾶς. Οὗτο μετὰ ἔνα περίπου μῆνα φθάνει εἰς τὸ σημεῖον η' καὶ φαίνεται ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Αἰγόκερω. Μετὰ ἔξ δὲ μῆνας φθάνει εἰς τὸ ἀπώτατον σημεῖον Η τῆς τροχιᾶς του καὶ φαίνεται ἐν τῷ ἀστερισμῷ τῶν Διδύμων. Ἐκτοτε διέρχεται διὰ θέσεων τῆς τροχιᾶς του, αἱ δποίαι κείνται βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον πλησιέστερον πρὸς τὴν Γῆν, ἐν ᾧ ἐν τῷ οὐρανῷ



Σχ. 51

φαίνεται κατὰ σειρὰν ἐν μέσῳ τῶν ἀστερισμῶν Καρκίνου, Λέοντος κ.τ.λ..

‘Ο μέγας ἄξων ηΗ τῆς ἔλλειψεως ταύτης καλεῖται γραμμὴ τῶν ἀψίδων. Τὸ ἐγγύτερον πρὸς τὴν Γῆν κείμενον ἄκρον η τῆς γραμμῆς τῶν ἀψίδων καλεῖται περίγειον· τὸ δὲ ἀπότατον Η καλεῖται ἀπόγειον.

‘Η γραμμὴ τῶν ἀψίδων σχηματίζει μὲ τὴν γραμμὴν τῶν ἡλιοστασίων γωνίαν  $11^{\circ} 8'$ .

Τῆς ἔλλειψεως ταύτης ὁ μέγας ἄξων ὀλίγον διαφέρει τοῦ μικροῦ, κατ’ ἀκολούθιαν ἡ ἔλλειψις αὗτη ὀλίγον διαφέρει περιφερείας κύκλου.

*Ασκήσεις.* 119) Πόση εἶναι ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ γ καὶ τοῦ ἀπογείου μετρουμένη ἀπὸ τοῦ γ κατὰ τὴν ὁρθὴν φοράν;

120) Πόση εἶναι ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ γ καὶ τοῦ περιγείου μετρουμένης ἀπὸ τοῦ γ κατὰ τὴν ὁρθὴν φοράν;

**§ 69. Γωνιώδης ταχύτης τοῦ Ἡλίου.** — ‘Η γωνία, κατὰ τὴν ὅποιαν εἰς ἑκάστην μονάδα χρόνου στρέφεται η ἐπιβατικὴ ἀκτίς, η ὅποια συνδέει τὸ κέντρον τῆς Γῆς μὲ τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου, καλεῖται γωνιώδης ταχύτης τοῦ Ἡλίου. ‘Η γωνιώδης αὕτη ταχύτης τοῦ Ἡλίου δὲν εἶναι σταθερά. Διότι διὰ παρατηρήσεων ἐπὶ τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς γωνιώδους μεταθέσεως αὐτοῦ ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς ἐβεβαιώθη ὅτι :

Αἱ γωνιώδεις ταχύτητες αὐτοῦ τὴν εἰς διαφόρους ἐποχὰς εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν ἀντιστοίχων φαινομένων διαμέτρων  $\Delta \cdot \Delta_1$  αὐτοῦ. Ἡτοι ἀληθεύει ἡ ἴσοτης

$$\frac{\tau}{\tau_1} = \frac{\Delta^2}{\Delta_1^2}$$

Κινεῖται λοιπὸν ὁ Ἡλιος ταχύτερον περὶ τὸ περίγειον καὶ βραδύτερον περὶ τὸ ἀπόγειον.

**§ 70. Νόμος τῶν ἐμβαδῶν.** — ‘Ας ὑποθέσωμεν ὅτι κατὰ τινα στιγμὴν ὁ Ἡλιος εὑρίσκεται εἰς τὴν θέσιν Η τῆς τροχιᾶς αὐτοῦ καὶ ἀπέχει ἀπὸ τῆς Γῆς ἀπόστασιν α΄ μετὰ πάροδον δὲ πολὺ μικροῦ χρόνου θ εὑρίσκεται εἰς θέσιν Η΄ καὶ εἰς ἀπόστασιν α΄. Κατὰ τὸν χρόνον θ ἡ ἐπιβατικὴ ἀκτίς ΓΗ ἔγραψεν ἐπιφάνειαν ΗΓΗ΄, τῆς ὅποιας ἔστω ε τὸ ἐμβαδόν. Ἐπειδὴ δὲ χρόνος ὑπετέθη πολὺ μικρός, δυνάμεθα ἀνευ αἰσθητοῦ σφάλματος νὰ θεωρήσωμεν τὴν ἐπιφάνειαν ΗΓΗ΄ ὡς κυκλικὸν τομέα καὶ νὰ δεχθῶμεν ἐπομένως ὅτι  $\epsilon = \frac{\pi a^2}{360}$  ( $\widehat{HH'}$ ). Εὰν δὲ κληθῇ τὴν γωνιώδης ταχύτης, ἣν

κατὰ τὸν ἐλάχιστον χρόνον θ δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν σταθεράν,  
θὰ είναι ( $\hat{H}H'$ )=τθ, ή δὲ προηγουμένη ἰσότης γίνεται

$$\varepsilon = \frac{\pi \alpha^2 \tau \theta}{360}. \quad (1)$$

Ἐστω ἡδη  $H_1$  η θέσις τοῦ Ἁλίου εἰς ἄλλην ἐποχὴν,  $\alpha_1$  η  
ἀπόστασις, εἰς τὴν ὅποιαν εὑρίσκεται τότε καὶ  $\tau_1$  η γωνιώδης αὐτοῦ  
ταχύτης. Ἐὰν ἐργασθῶμεν, δημος προηγουμένως, εὑρίσκομεν ὅτι η  
ἐπιβατικὴ ἀκτὶς  $GH_1$  γράφει εἰς λίαν μικρὸν χρόνον θ<sub>1</sub> ἐπιφάνειαν

$H_1GH'$ , τῆς ὅποιας τὸ ἐμβαδὸν  $\varepsilon_1$  είναι  $\frac{\pi \alpha^2 \tau_1 \theta_1}{360}$

$$\text{ἢτοι είναι } \varepsilon_1 = \frac{\pi \alpha^2 \tau_1 \theta_1}{360}, \quad (2)$$

Ἐὰν διαιρέσωμεν κατὰ μέλη τὰς ἰσότητας (1) καὶ (2) εὑρίσκομεν

$$\text{ὅτι } \frac{\varepsilon}{\varepsilon_1} = \frac{\alpha^2 \tau}{\alpha_1^2 \tau_1} \cdot \frac{\theta}{\theta_1} \quad (3)$$

Ἐπειδὴ δὲ (§ 69) είναι  $\frac{\tau}{\tau_1} = \frac{\Delta^2}{\Delta_1^2}$  καὶ (§ 62)  $\frac{\alpha_1}{\alpha} = \frac{\Delta}{\Delta_1}$ , ἐπε-  
ται κατὰ σειρὰν ὅτι  $\frac{\tau}{\tau_1} = \frac{\alpha_1^2}{\alpha^2}$ ,  $\alpha^2 \tau = \alpha_1^2 \tau_1$  καὶ η ἰσότης (3)

$$\text{γίνεται } \frac{\varepsilon}{\varepsilon_1} = \frac{\theta}{\theta_1} \quad (4)$$

Αὕτη ἔκφραζει ὅτι τὰ εἰς λίαν μικροὺς χρόνους γραφόμενα  
ἐμβαδὰ είναι ἀνάλογα πρὸς τοὺς χρόνους, καθ' οὓς ταῦτα γρά-  
φονται.

Ἄς ὑποθέσωμεν ἡδη ὅτι η ἐπιβατικὴ ἀκτὶς  $GH$  εἰς τυχόντας  
χρόνους  $\Theta$  καὶ  $\Theta'$  ἔγραψεν ἐμβαδὰ  $E$  καὶ  $E'$ . Ἐὰν νοήσωμεν ἔκα-  
στον τῶν χρόνον τούτων διηγημένον εἰς χρονικὰ διαστήματα  $\vartheta_1, \vartheta_2,$   
 $\vartheta_3, \dots$  θν καὶ  $\vartheta'_1, \vartheta'_2, \vartheta'_3, \dots$  θ'ν ἰσοπληθῆ καὶ λίαν μίκρα, θὰ είναι  
 $\Theta = \vartheta_1 + \vartheta_2 + \vartheta_3 + \dots + \vartheta_n$  καὶ  $\Theta' = \vartheta'_1 + \vartheta'_2 + \dots + \vartheta'_n$ . Καθ' ἔκα-  
στον τῶν μικρῶν τούτων χρόνων η οηθεῖσα ἐπιβατικὴ ἀκτὶς γράφει  
ἐπιφανείας, ὃν τὰ ἐμβαδὰ ἔστωσαν ἀντιστοίχως  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots$  εν καὶ  $\varepsilon'_1,$   
 $\varepsilon'_2, \dots, \varepsilon'_n$ . Τὰ ἐμβαδὰ ταῦτα ὡς γραφέντα εἰς λίαν μικροὺς χρόνους  
είναι ἀνάλογα πρὸς τοὺς χρόνους τούτους, ἢτοι είναι

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &= \lambda \vartheta_1, & \varepsilon_2 &= \lambda \vartheta_2, \dots, & \varepsilon_n &= \lambda \vartheta_n \\ \varepsilon'_1 &= \lambda \vartheta'_1, & \varepsilon'_2 &= \lambda \vartheta'_2, \dots, & \varepsilon'_n &= \lambda \vartheta'_n \end{aligned}$$

Ἐκ τούτων εὑρίσκομεν εὐκόλως ὅτι :

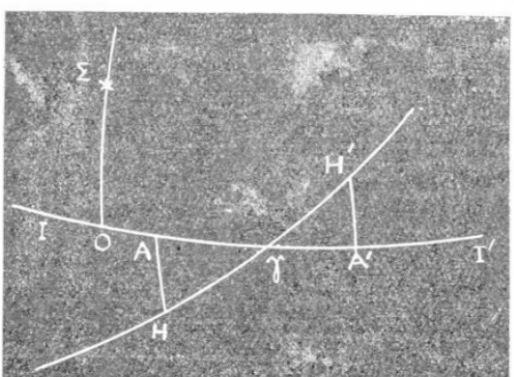
$$\begin{aligned} \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \dots + \varepsilon_n &= \lambda(\vartheta_1 + \vartheta_2 + \vartheta_3 + \dots + \vartheta_n) \\ \text{καὶ } \varepsilon'_1 + \varepsilon'_2 + \varepsilon'_3 + \dots + \varepsilon'_n &= \lambda(\vartheta'_1 + \vartheta'_2 + \vartheta'_3 + \dots + \vartheta'_n) \end{aligned}$$

$$\text{ἢ } E = \lambda \Theta \text{ καὶ } E' = \lambda \Theta', \text{ ὅθεν } \frac{E}{E'} = \frac{\Theta}{\Theta'} \quad (5)$$

”Αρα : Τὰ ὑπὸ τῆς ἐπιβατικῆς ἀκτῖνος, ἡ δποία συνδέει τὰ  
κέντρον τῆς Γῆς μὲ τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου γραφόμενα ἐμβαδὰ  
εἶναι ἀνάλογα πρὸς τοὺς χρόνους, καθ' οὓς ταῦτα γράφονται.

”Η ἴδιότης αὐτῇ λέγεται νόμος τῶν ἐμβαδῶν.

§ 71. • Ορεισμὸς τῆς θέσεως τοῦ σημείου γ. — Πρὸς  
δρισμὸν τῆς θέσεως, τὴν δποίαν κατέχει τὸ σημεῖον γ ἐπὶ τῆς ἔκλει-  
πτικῆς, ἀρκεῖ νὰ δρισθῇ ἡ δίεδρος γωνία, τὴν δποίαν ὁ κόλουρος  
τῶν ἰσημεριῶν σχηματίζει μὲ τὸν ὀριαῖον γνωστοῦ ἀστέρος Σ, ἢτοι  
τὸ μεταξὺ τῶν ὀριαίων τούτων περιεχόμενον τόξων Ογ=γ τοῦ οὐρ-  
ἰσημερινοῦ (Σχ. 52). Πρὸς τοῦτο κανονίζεται τὸ ἀστρικὸν ἐκκρεμὲς



Σχ. 52.

τοῦ τόπου τῆς παρατη-  
ρήσεως, ὅπως δεικνύῃ  
Οῶρ. Οπ. Οδ., καθ' ἥν  
στιγμὴν μεσουρανεῖ ἄ-  
νω ἐν αὐτῷ ὁ ἀστὴρ Σ·  
λαμβάνεται δηλ. πρὸς  
στιγμὴν τὸ ἰσημεῖον Ο·  
ὅς ἀρχὴ τῶν ὀρθῶν ἀ-  
ναφορῶν. ”Επειτα με-  
τροῦνται αἱ οὐρανο-  
γραφικὰ συντεταγμένα  
ΟΑ = α, ΟΑ' = α',  
HA = δ καὶ H'A' = δ'

τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν μεσημβρίαν, ἵτις προηγεῖται τῆς  
ἔλιονῆς ἰσημερίας, καὶ ἔκεινην, ἵτις ἀκολουθεῖ αὐτήν. Παρατηροῦν-  
τες εἴτα ὅτι τὰ τρίγωνα ΗΑγ, Η'A'γ δύνανται ἔνεκα τῆς σμικρότητος  
αὐτῶν νὰ ἔξομοιωθῶσι πρὸς ἐπίπεδα τρίγωνα καὶ ὅτι ταῦτα εἶναι

$$\text{οὖμοια, συνάγομεν ὅτι: } \frac{(Ag)}{\gamma A'} - \frac{(Ha)}{(A'H')} \stackrel{\eta}{=} \frac{\chi - \alpha}{\alpha' - \chi} = \frac{\delta}{\delta}, \text{ ὅθεν}$$

$$\chi = \frac{\alpha \delta' + \alpha' \delta}{\delta + \delta'}.$$

”Ἐὰν δὲ σημειώσωμεν τὰς ὡραὶς τ, Τ, τ', τὰς δποίας δεικνύει τὸ  
ἐκκρεμές, καθ' ἃς στιγμὰς ὁ Ἡλιος εὑρίσκεται ἀντιστοίχως εἰς τὰ  
σημεῖα Η, γ, Η' καὶ δεχθῶμεν ὅτι τὸ τόξον ΗγΗ' ἔνεκα τῆς  
σμικρότητος αὐτοῦ διανύεται ὅμαλῶς, εὑρίσκομεν ὅτι:

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

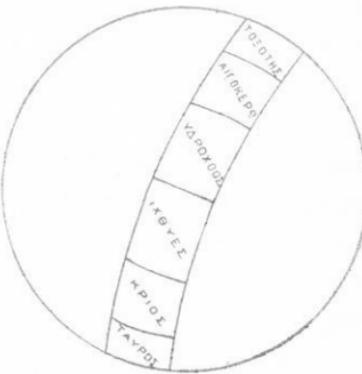
”Ἐὰν λοιπὸν ἐπιβραδύνωμεν τὸ ἀστρικὸν ἐκκρεμές κατὰ τὸν εὐρε-

θέντα χρόνον Τ. τοῦτο θὰ δεικνύῃ Οᾶρ. Οἱ, Οδόταν θὰ μεσουρανῆ  
ἄνω ἐν τῷ τόπῳ τὸ γ.

§ 72. Δωδεκατημόρια.—**Ζῳδιακός.** Τὴν Ἐκλειπτικὴν νοοῦμεν διηρημένην ἀπὸ τοῦ σημείου γ εἰς 12 ἵσα τόξα. Ἐκαστον δωδεκατημόριον φέρει τὸ ὄνομα τοῦ ζῳδίου, ὑπὸ τοῦ ὅποιου κατέχετο ἐπὶ Ἰππάρχου (2ος αἰών π.Χ.) ἥτοι τὸ πρῶτον κατὰ τὴν δρυθὴν φορὰν καλεῖται δωδεκατημόριον τοῦ Κριοῦ καὶ οὕτω καθ' ἔξῆς.

Τὰ ζῷδια ἐκτείνονται ἐκατέρωθεν τῆς Ἐκλειπτικῆς μέχρις ἀποστάσεως 8°. Ἐνεκα τούτου ἡ ζώνη τῆς οὐρ. σφαιρίας, τῆς ὅποιας αἱ βάσεις εἶναι παράλληλοι πρὸς τὴν Ἐκλειπτικὴν καὶ ἀπέχουσιν ἐκατέρωθεν αὐτῆς ἀνὰ 8° καλεῖται **Ζῳδιακός**.

Οἱ κύκλοι πλάτους τῶν ἀκρων τῶν δωδεκατημορίων διαιροῦσι τὸν Ζῳδιακὸν εἰς 12 ἵσα μέρη. Ἐκαστον τούτων κατέχεται ὑπὸ ἑνὸς τῶν ἀστερισμῶν, τοὺς ὅποίους καλοῦμεν ζῷδια. Διὰ τοῦτο καὶ τὰ μέρη ταῦτα τοῦ Ζῳδιακοῦ καλοῦμεν ζῷδια. Ἐκαστον ζῷδιον τοῦ Ζῳδιακοῦ φέρει τὸ ὄνομα τοῦ δωδεκατημορίου (Σχ. 53), τὸ ὅποιον περιέχει ἥτοι τὸ αἱ ἀπὸ τοῦ κύκλου πλάτους τοῦ σημείου γ καλεῖται ζῷδιον τοῦ Κριοῦ, τὸ β' ζῷδιον τοῦ Ταύρου κλπ.



Σχ. 53.

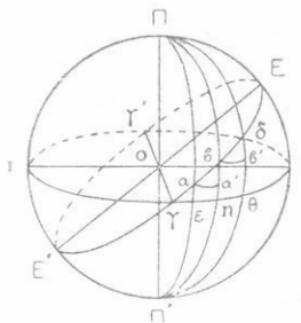
§ 73. Οὐρανογραφικαὶ

συντεταγμέναι τοῦ Ἡλίου.—Ἐπειδὴ τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου μετατίθεται συνεχῶς ἐπὶ τῆς Ἐκλειπτικῆς, ἀμφότεραι αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι αὐτοῦ μεταβάλλονται.

1ον. **Ἀπόκλισις.** Κατὰ τὴν ἔαρινὴν ισημερίαν (περὶ τὴν 21ην Μαρτίου, ἡ ἀπόκλισις τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου εἶναι μηδέν, διότι τοῦτο κεῖται τότε ἐπὶ τοῦ οὐρ. ισημερινοῦ. Οἱ Ἡλιοὶ εἴτα κινεῖται ἐν τῷ βροειώ ήμισφαιρίῳ τοῦ οὐρανοῦ, ἡ δὲ ἀπόκλισις τοῦ κέντρου αὐτοῦ εἶναι θετικὴ καὶ βαίνει αὐξανομένη μέχρι τῆς 21ης Ιουνίου, διε αὖτη γίνεται μεγίστη (23° 27'). Μετὰ ταῦτα δὲ Ἡλιος τρέπεται πρὸς τὸν ισημερινὸν, ἡ δὲ ἀπόκλισις αὐτοῦ βαίνει ἐλιπτούμενη καὶ μηδενίζεται κατὰ τὴν Φθινοπωρινὴν ισημερίαν (22 Σεπτεμβρίου). Ἀπὸ τῆς ισημερίας ταῦτης δὲ Ἡλιος προχωρεῖ εἰς τὸ νότιον ήμισφαί-

ριον τοῦ οὐρανοῦ καὶ συνεχῶς ἀπομακρύνεται τοῦ Ἰσημερινοῦ, μέχρι τῆς 22 Δεκεμβρίου, ὅτε οὗτος φθάνει εἰς τὸ χειμερινὸν ἥλιοστάσιον. Ἡ ἀτόκλισις ἡδα αὐτοῦ ἀρνητικὴ οὖσα βαίνει κατ' ἀπόλυτον τιμὴν αὐξανομένη καὶ τὴν 22αν Δεκεμβρίου γίνεται ( $-23^{\circ}27'$ ). Ἐπειτα ὁ Ἡλιος τρέπεται πάλιν πρὸς τὸν Ἰσημερινόν, ἡ δὲ ἀρνητικὴ ἀπόκλισις αὐτοῦ βαίνει συνεχῶς ἐλαττουμένη κατ' ἀπόλυτον τιμὴν καὶ μηδενίζεται τὴν 21ην Μαρτίου.

*Συν. Ὁρθὴ ἀναφορά.* Ἡ συντεταγμένη αὕτη τοῦ κέντρου τοῦ



Σχ. 54

τιμὰς ἀπὸ 0 μέχρις 24 ὠρῶν. Ἡ εἰς ἑκάστην χρονικὴν μονάδα ἀντιστοιχοῦσα αὔξησις τῆς ὁρθῆς ἀναφορᾶς τοῦ Ἡλίου δὲν εἶναι σταθερά, ἔνεκα τῆς ἀνωμάλου κινήσεως αὐτοῦ ἐπὶ τῆς Ἐκλειπτικῆς καὶ τῆς λοξώσεως αὐτῆς. Δι’ ἀμφοτέρους τοὺς λόγους τούτους εἰς τὰ εἰς Ἰσως χρόνους διανυόμενα ἄνισα τόξα γα, αβ, δδ τῆς Ἐκλειπτικῆς ἀντιστοιχοῦσιν ἄνισα τόξα γε, εη, ηθ τοῦ Ἰσημερινοῦ.

*Ἀσκήσεις.* 121) Πόση εἶναι ἡ ἀπόκλισις τοῦ θερινοῦ καὶ πόση ἡ τοῦ χειμερινοῦ ἥλιοστασίου;

- 122) Πόση εἶναι ἡ ὁρθὴ ἀναφορὰ ἐκατέρου τῶν σημείων τούτων ;
- 123) Τίνες αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ γ καὶ τίνες τοῦ γ' .
- 124) Πόση εἶναι ἡ ἀπόκλισις τῶν σημείων ἐκατέρου τροπικοῦ κύκλου ;
- 125) Πόση εἶναι ἡ πολικὴ ἀπόστασις σημείου τινὸς τοῦ τροπικοῦ τοῦ Καρκίνου ;

**§ 74. Ὁραι τοῦ ἔτους.** Τὰ Ἰσημερινὰ σημεῖα καὶ τὰ ἥλιοστάσια διαιροῦσι τὴν Ἐκλειπτικὴν εἰς τέσσαρα ἵσα τόξα γΕ, γ'Ε', Ε'γ, Ε'γ' (Σχ. 55).

Οἱ χρόνοι, κατὰ τοὺς διοίσους ὁ Ἡλιος διανύει τὰ τόξα ταῦτα, λέγονται κατὰ σειράν : **Ἐαρ, Θέρος, Φθινόπωρον, Χειμών.** Πάντες δὲ διοῦσι οἱ χρόνοι οὗτοι λέγονται ὥραι τοῦ ἔτους.

Τὰ τόξα γΕ, Εγ', γ'Ε', Ε'γ τῆς Ἐκλειπτικῆς εἶναι προφανῶς προβολαὶ ἐπὶ τῆς οὐρανογραφικῆς σφαίρας τῶν τόξων γ<sub>1</sub>Ε<sub>1</sub>, Ε<sub>1</sub>γ<sub>1</sub>, γ'<sub>1</sub>Ε'<sub>1</sub>, Ε'<sub>1</sub>γ'<sub>1</sub>

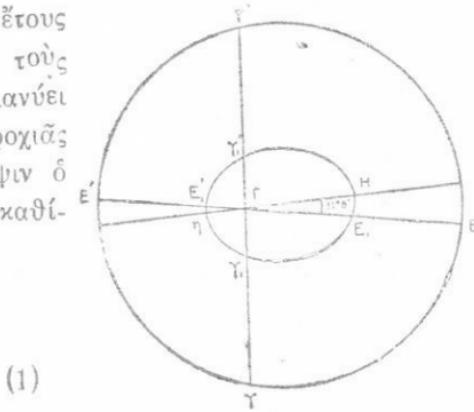
εἰς τὰ δόποια διαιρεῖται ἡ ἐλλειπτικὴ τροχιὰ τοῦ Ἡλίου ὑπὸ τῆς ἴσημερινῆς γραμμῆς καὶ τῆς γραμμῆς τῶν τροπῶν. Αἱ διάρκειαι ἀριθμοὶ Ε, Θ, Φ, Χ τῶν ὠρῶν τοῦ ἔτους εἶναι ἀντιστοίχως ἵσαι πρὸς τοὺς χρόνους, καθ’ οὓς ὁ Ἡλιος διανύει κατὰ σειρὰν τὰς 4 τέξα τῆς τροχιᾶς αὐτοῦ Ἐὰν δὲ ληφθῇ ὑπὸ ὅψιν ὁ νόμος τῶν ἐμβαδῶν (§ 70) καθίσταται εὐνόητον ὅτι:

$$(\gamma_1 \Gamma E_1) = (E_1 \Gamma \gamma'_1)$$

$E$        $\Theta$

$$(\gamma'_1 \Gamma E') = (E' \Gamma \gamma_1)$$

$\Phi$        $X$



(1)

(2)

Ἐὰν δὲ λάβωμεν ὑπὸ ὅψιν ὅτι

Σχ. 55

ἡ Γῆ δὲν κατέχει τὸ κέντρον τῆς ἐλλειπτικῆς τροχιᾶς τοῦ Ἡλίου καὶ ὅτι ὁ μέγας ἀξιῶν αὐτῆς δὲν συμπίπτει μὲ τὴν γραμμὴν τῶν ἥλιοστασίων, ἐννοοῦμεν εὐκόλως ὅτι

$$(E_1 \Gamma \gamma'_1) > (\gamma_1 \Gamma E_1) > (\gamma'_1 \Gamma E') > (E' \Gamma \gamma_1).$$

Ἐκ τῶν σχέσεων τούτων (1) καὶ (2) ἔπειται ὅτι  $\Theta > E > \Phi > X$  ἡτοι: Αἱ ὠραι τοῦ ἔτους εἶναι ἀνισοί, ἡ δὲ τάξις μεγέθους αὐτῶν ἀπὸ τῆς μεγίστης αὐτῶν εἶναι ἡ ἀκόλουθος: Θέρος, Ἐαρ, Φθινόπωρον, Χειμών.

Πράγματι δὲ τὸ Ἐαρ ἀρχεται τὴν 21 Μαρτίου καὶ λήγει τὴν 21 Ιουνίου διαρκοῦν οὕτω 92 ἡμέρας καὶ 19,7 ὠρας. Τὸ θέρος ἀρχεται τὴν 21 Ιουνίου καὶ λήγει τὴν 22 Σεπτεμβρίου διαρκοῦν 93 ἡμέρας καὶ 14,8 ὠρας. Τὸ φθινόπωρον ἀρχεται τὴν 22 Σεπτεμβρίου καὶ λήγει τὴν 22 Δεκεμβρίου διαρκεῖν 89 ἡμέρας καὶ 18,7 ὠρας. Τέλος ὁ χειμὼν ἀρχεται τὴν 22 Δεκεμβρίου καὶ λήγει τὴν 21 Μαρτίου διαρκῶν 89 ἡμέρας καὶ 0,6 ὠρας.

Σ.Ε.Μ. Τὸ Ἐαρ καὶ τὸ Θέρος ὅμιον ἔχουσιν 7 ἡμέρας καὶ 15,2 ὠρας περιοστέρας τοῦ Φθινοπώρου καὶ Χειμῶνος. Ωστε ὁ Ἡλιος μένει ἐν τῷ βιορείῳ ἡμισφαιρίῳ τοῦ Οὐρανοῦ 7 ἡμέρας καὶ 15,2 ὠρας περισσότερον ἢ ἐν τῷ νοτίῳ.

**§ 75. Διάχυτον φῶς.**—Ο ἀήρ, ὁ δόποιος περιβάλλει τὴν Γῆν πανταχόθεν, καλεῖται ἀτμόσφαιρα. Ο ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ περιέχει ἐν αἰωρήσει διάφορα σωμάτια (π.χ. κονιορρόν, ὑδροσταγόνας, παγοκυνστάλλους), ὃν ἡ ποσότης εἶναι μεγαλυτέρα εἰς τὰ κατώτερα στρώματα καὶ ποικίλλει κατὰ τὰς διαφόρους περιστάσεις

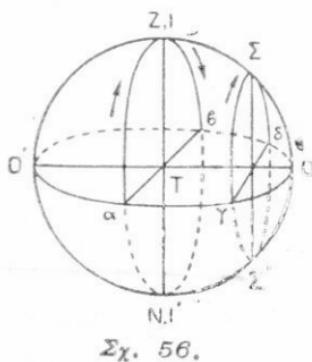
καὶ τόπους. Τὰ ἔνεα ταῦτα σωμάτια διασκορπίζουσι καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις ἀρχετόν μέρος τοῦ ἐπ' αὐτῶν προσπίπτοντος ἡλιακοῦ φωτός. Τὸ οὖτο διασκορπιζόμενον τοῦτο φῶς καλεῖται διάχυτον φῶς ἢ φῶς τῆς ἡμέρας. Χάρις εἰς τὸ διάχυτον φῶς βλέπομεν καὶ τὰ ἀντικείμενα, ἐφ' ὃν δὲν προσπίπτουσιν ἀμέσως ἡλιακαὶ ἀκτίνες. Ἀν δὲν ὑπῆρχεν ἡ ἀτμόσφαιρα, τὸ ἡλιακὸν φῶς δὲν θὰ διεχέετο, τὰ δὲ μὴ ἀπ' εὐθείας ὑπὸ τοῦ Ἡλίου φωτιζόμενα σώματα θὰ ἦσαν σκοτεινὰ καὶ ἐν πλήρει μεσημβρίᾳ τὸ σκότος δὲ καὶ τὸ φῶς θὰ διεδέχοντο ἄλληλα ἀποτόμως καὶ οἱ ἀστέρες θὰ ἦταν καὶ τὴν ἡμέραν δρατοὶ δλίγον μακρὰν τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων.

Τὸ διάχυτον φῶς, τὸ δροῖον προηγεῖται τῆς ἀνατολῆς τοῦ Ἡλίου, καλεῖται Λυκανυγές· ἔκεινο δέ, τὸ δροῖον ἀρχεται εὐθὺς μετὰ τὴν δύσιν τοῦ Ἡλίου, καλεῖται Λυκόφως. Περὶ τούτων θὰ γείνη ἐκτενέστερος λόγος βραδύτερον.

**§ 76. Ανεσάντης ἡμερῶν καὶ νυκτῶν.** — ‘Ο χρόνος, κατὰ τὸν δροῖον δὲ Ἡλιος εὑρίσκεται ὑπὲρ τὸν δρίζοντα τόπου τινός, καλεῖται ἡμέρα. Ο δὲ χρόνος, καθ' ὃν οὗτος κεῖται ὑπὸ τὸν δρίζοντα 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 ἔξετάσει τὸ ζήτημα τοῦτο διὰ τοὺς τόπους τοῦ ισημερινοῦ, τοὺς ἔχοντας γεωγρ. πλάτος  $38^{\circ}$ , τοὺς ἔχοντας πλάτος  $85^{\circ}$  καὶ διὰ τοὺς πόλους.

*1ον. Τόποι τοῦ ισημερινοῦ.* Ο οὐράνιος ισημερινὸς διερχόμενος διὰ τοῦ Ζενίθ (§ 45B') ἐκάστου τόπου τοῦ ισημερινοῦ



(Σχ. 56) εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν δρίζοντα αὐτοῦ· καὶ πάντες δὲ οἱ παράλληλοι τῆς οὐρ. σφαίρας εἶναι ἐπίσης κάθετοι ἐπὶ τὸν δρίζοντα τοῦτον. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον δὲ οὐρ. ισημερινὸς καὶ οἱ παράλληλοι διχοτομοῦνται ὑπὸ τοῦ δρίζοντος. Ο Ἡλιος, δθεν, ὡς καὶ πᾶς ἄλλος ἀστήρ, μένει οὐσον χρόνον ὑπὲρ καὶ ὑπὸ τὸν δρίζοντα. Εἰς τοὺς τόπους ἄρα τοῦ ισημερινοῦ ἡ ἡμέρα εἶναι πάντοτε ίση μὲ τὴν νύκτα.

Κατὰ τὴν 21 Μαρτίου καὶ 22 Σεπτεμβρίου δὲ Ἡλιος μεσουράνει εἰς τὸ Ζενίθ τῶν τόπων τοῦ ισημερινοῦ κατὰ τὸ ἔαρ καὶ θέ-

ρος μεσουρανεῖ πρὸς βιορρᾶν τοῦ Ζενίθ, τὸ δὲ φθινόπωρον καὶ τὸν  
χειμῶνα πρὸς νότον αὐτοῦ εἰς μεγίστην ζενιθίαν ἀπόστασιν  $23^{\circ} 27'$ .

Ἡ τοιαύτη μορφὴ τῆς οὐρ. σφαιρᾶς καλεῖται ὁρθὴ σφαιρᾶ,  
διότι ὁ οὐρ. ίσημερινὸς καὶ οἱ παράλληλοι τέμνουσι καθέτως τὸν  
ὅριζοντα.

### **Συν. Τόπος ἔχων γεωγρ. πλάτος $38^{\circ}$ . Ἐστω Τ**

(Σχ. 57) τόπος τις ἔχων γεωγρ. πλάτος

$IZ=38^{\circ}, 00'$  ὁ ὅριζων καὶ  $\Pi Z \Pi' N$  ὁ

μεσημβρινὸς αὐτοῦ. Ἐπειδὴ  $IZ = 38^{\circ}$ ,

ἔπειται ὅτι  $OI=O'I'=90^{\circ}-38^{\circ}=52^{\circ}$ .

Ἐπειδὴ δὲ ὁ Ἡλιος οὐδέποτε ἀπομα-

κρύνεται τοῦ ίσημερινοῦ περισσότερον

τῶν  $23^{\circ} 27'$ , οἱ δὲ αὐτοῦ γραφόμενοι

παράλληλοι (<sup>1</sup>) τέμνονται πάντες ὑπὸ τοῦ

ὅριζοντος  $OO'$ . Τὴν 21ην Μαρτίου ὁ

Ἡλιος γράφει τὸν ίσημερινόν, ὁ δοποῖς

διχοτομεῖται ὑπὸ τοῦ δορίζοντος παντὸς τό-

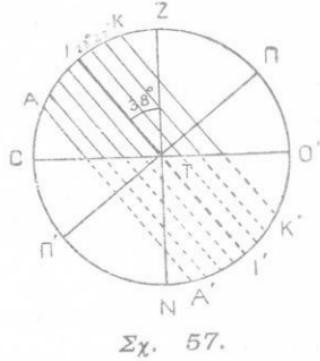
που τῆς Γῆς. Ἡ ήμέρα ἡδαία εἶναι ἵση μὲ τὴν νύκτα εἰς ὅλους τοὺς

τόπους τῆς Γῆς. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ κατὰ τὴν 22αν Σεπτεμβρίου.

Ἐντεῦθεν δὲ καὶ τὸ δνομα *Ισημερίαι* προήλθεν.

Ἀπὸ τῆς 21 Μαρτίου μέχρι τῆς 21 Ιουνίου οἱ ὑπὸ τοῦ Ἡλίου  
γραφόμενοι παράλληλοι τέμνονται ὑπὸ τοῦ δορίζοντος εἰς τόξα ἄνισα.  
Τούτων μεγαλύτερον εἶναι τὸ ημερήσιον, ἡ δὲ ὑπεροχὴ αὐτοῦ ἀπὸ  
τοῦ νυκτερινοῦ βαίνει συνεχῶς αὐξανομένη καὶ γίνεται μεγίστη τὴν  
21 Ιουνίου, ὅτε ὁ Ἡλιος γράφει τὸν τροπικὸν τοῦ Καρκίνου  
Ωστε ἀπὸ τῆς 21 Μαρτίου μέχρι τῆς 21 Ιουνίου αἱ ήμέραι βαί-  
νουσι συνεχῶς μεγεθυνόμεναι, αἱ δὲ νύκτες βραχυνόμεναι. Τὴν 21ην  
Ιουνίου ἡ ήμέρα γίνεται μεγίστη καὶ ἡ νῦξ ἐλιχίστη.

Ἀπὸ τῆς 21ης Ιουνίου μέχρι τῆς 22ας Σεπτεμβρίου ὁ Ἡλιος  
γράφει τοὺς αὐτοὺς πάλιν παραλλήλους, ἀλλὰ κατ' ἀντίστροφον σει-  
ράν. Αἱ ήμέραι ἡδαία βαίνουσι βραχυνόμεναι καὶ αἱ νύκτες μεγεθυ-  
νόμεναι, μέχρις οὐ τὴν 22 Σεπτεμβρίου ἡ ήμέρα καταστῇ ἵση μὲ  
τὴν νύκτα. Ἀπὸ τῆς 22ας Σεπτεμβρίου μέχρι τῆς 22ας Δεκεμβρίου  
ὁ Ἡλιος γράφει παραλλήλους ἑκάστου τῶν δοποίων τὸ νυκτερινόν



Σχ. 57.

(1) Κυρίως ὁ Ἡλιος γράφει ἐν τῷ οὐρανῷ ἐλικοειδῆ καμπύλην· ἡ καθ-  
έκαστην ὅμως ήμέραν γραφομένη σπεῖρα ταύτης εἶναι σχεδὸν παράλληλος  
πρὸς τὸν ίσημερινόν.

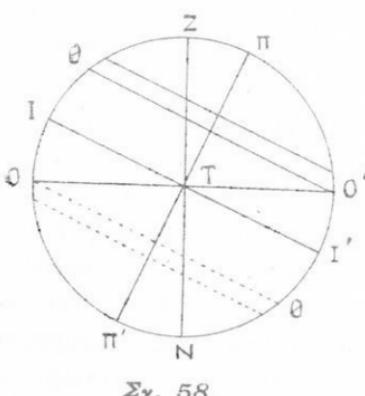
τόξον είναι μεγαλύτερον· ή δὲ ὑπεροχὴ τούτου ἀπὸ τοῦ ἡμερησίου βαίνει συνεχῶς αὐξανομένη καὶ γίνεται μεγίστη τὴν 22 Δεκεμβρίου, διε δῆ Ἡλίος γράφει τὸν τροπικὸν τοῦ Αἰγύκερω. Ὡστε ἀπὸ τῆς 22 Σεπτεμβρίου αἱ ἡμέραι βαίνουσι βραχυνόμεναι, αἱ δὲ νύκτες μεγεθυνόμεναι, μέχρις τῆς 22ας Δεκεμβρίου, διε δὴ νῦν γίνεται μεγίστη καὶ ἡ ἡμέρα ἔλαχίστη. Ἀπὸ τῆς 22 Δεκεμβρίου μέχρι τῆς 21 Μαρτίου δῆ Ἡλίος γράφει τοὺς προηγουμένους παραλλήλους κατ’ ἀντίστροφον σειράν. Αἱ ἡμέραι ἄρα βαίνουσι συνεχῶς μεγεθυνόμεναι καὶ αἱ νύκτες βραχυνόμεναι, μέχρις οὗ τὴν 21ην Μαρτίου ἡ ἡμέρα γείνη ἵση μὲ τὴν νύκτα.

Τὸ ὑψος τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν μεσημβρίαν ἐκάστης ἡμέρας είναι  $52^{\circ} + \delta$ , ἢν δ είναι ἡ ἀπόκλισις τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν θεωρουμένην ἡμέραν.

Ἡ μορφὴ αὕτη τῆς οὐρανίου σφαῖρας καλεῖται ἐγκεκλιμένη σφαῖρα, διότι ὁ οὐρ. ἴσημερινὸς καὶ οἱ παράλληλοι είναι κεκλιμένοι πρὸς τὸν ὄριζοντα.

**ΣΗΜ.** Ἀνάλογα φαινόμενα συμβαίνουσιν εἰς πάντας τοὺς τόπους τοῦ βιορείου ἡμισφαιρίου, ὃν τὸ γεωγρ. πλάτος είναι μικρότερον τῶν  $66^{\circ} 33'$ . Εἰς τοὺς ἀντιστοίχους τόπους τοῦ νοτίου ἡμισφαιρίου τὰ φαινόμενα ταῦτα συμβαίνουσιν ἀντιστρόφως. Αἱ ἡμέραι δηλ. βραχύνονται ἀπὸ τῆς 21 Μαρτίου μέχρι τῆς 21 Ἰουνίου κ. τ.λ. Πρὸς κατανόησιν τούτου ὅρκεῖ νὰ παρατηρήσωμεν διτὶ Ν θὰ είναι τὸ Ζενίθ ἐνὸς τοιούτου τόπου καὶ ΟΝΟ' τὸ ὑπὲρ τὸν ὄριζοντα αὐτοῦ μέρος τοῦ οὐρανοῦ.

Βού **Τόποι ἔχοντες γεωγ.** πλάτος  $85^{\circ}$ . Ἐστω τόπος τις Τ (Σχ. 58) τοῦ βιορείου ἡμισφαιρίου ἔχων γεωγρ. πλάτος  $IZ=85^{\circ}$ . Ἐπειδὴ  $OI=O'I'=90^{\circ}-85^{\circ}=5^{\circ}$ , ἔπειται διτὶ, ὅταν ἡ ἀπόκλισις τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου είναι  $5^{\circ}$ , δ ὑπ' αὐτοῦ γραφόμενος παράλληλος Ο' Θ ἔπειται κατὰ τὸ χαμηλότατον αὐτοῦ σημεῖον τοῦ ὄριζοντος. Διὰ τοῦτο τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου δὲν θὰ δύσῃ, ἀλλ ἀφοῦ κατὰ τὴν κάτω μεσουράνησιν του εὑρεθῇ ἐπὶ τοῦ ὄριζοντος, ἀρχίζει πάλιν νὰ ἀνέρχη-



Σχ. 58.

ται. Κατὰ τὰς ἀκολούθους  $5^{\circ}$  ἡμέρας ἡ ἀπόκλισις τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου γίνεται μεγαλυτέρα μεγεθυνόμενοι παράλληλοι κείνται διλόκληροι ὑπὲρ τὸν ὄριζοντα καὶ δ

"Ηλιος δὲν δύει. Ἐπειδὴ δὲ ή ἀπόκλισις τοῦ "Ηλίου, ἀφ' οὗ αὐξανομένη φθάσῃ τὰς 23° 27', ἀρχίζει πάλιν νὰ ἔλαττοῦται, ἔπειται δὲ μετά τινα χρόνον θὰ γείνη πάλιν 5°, δὲ "Ηλιος θὰ γράψῃ πάλιν τὸν παράλληλον Ο'Θ χωρὶς νὰ δύσῃ. Ἀπὸ τῆς ήμέρας δὲ ταύτης ή ἀπόκλισις λαμβάνη τιμᾶς μικροτέρας τῶν 5° καὶ ἐπὶ τινα χρόνον δὲ "Ηλιος γράφει παραλλήλους. οἱ διποῖοι τέμνονται ὑπὸ τοῦ δρίζοντος. Ἀρχίζει ἀρα νὰ ἀνατέλλῃ καὶ δύει ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ δὲ "Ηλιος.

"Οταν δὲ μετά τινας ήμέρας ή ἀπόκλισις τοῦ "Ηλίου γείνη —5°, τὸ κέντρον του θὰ γράψῃ τὸν παράλληλον ΟΘ', δὲ διποῖος ἀπιεται κατὰ τὸ ὑψηλότατον σημείον αὐτοῦ ο τοῦ δρίζοντος. Κατὰ τὴν ήμέραν ταύτην τὸ κέντρον τοῦ "Ηλίου, ἀφ' οὗ κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησίν του εὑρεθῇ εἰς τὸν δρίζοντα, ἀρχίζει πάλιν νὰ κατέρχηται.

"Ἐκτοτε ή ἀρνητικὴ ἀπόκλισις τοῦ κέντρου τοῦ "Ηλίου λαμβάνει μεγαλυτέρας ἀπολύτους τιμᾶς, οἱ δὲ ὑπὸ αὐτοῦ γραφόμενοι παραλληλοι κείνται διλόκληροι ὑπὸ τὸν δρίζοντα καὶ δὲ "Ηλιος δὲν ἀνατέλλει. Τοῦτο συμβαίνει, μέχρις οὗ ή ἀπόκλισις καταστῇ ἐκ νέου — 5°, διτε δὲ "Ηλιος γράφει πάλιν τὸν παράλληλον ΟΘ', διτε πάλιν τὸ κέντρον του φθάνει εἰς τὸν δρίζοντα κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησίν του.

"Εχει λοιπὸν δ τόπος οὗτος μίαν μακρὰν ήμέραν καὶ μίαν μακρὰν νύκτα. Ἀν δὲ "Ηλιος ήτο φωτεινὸν σημείον (τὸ κέντρον του), ή μακρὰ νὺξ θὰ ἡρχίζειν ἀπὸ τῆς στιγμῆς, καθ' ήν ή ἀπόκλισις του αὐξανομένη ἀπολύτως γείνη — 5° καὶ θὰ διήρκει μέχρι τῆς στιγμῆς, καθ' ήν αὐτη, ἀφ' οὗ γείνη — 23° 27', λάβῃ πάλιν τὴν τιμὴν — 5°. Ἡ παρουσία δύμως τμῆματός τινος τοῦ ἥλιακοῦ δίσκου ὑπὲρ τὸν δρίζοντα καὶ ή ἐμφάνισις τοῦ λυκαυγοῦς καὶ λυκόφωτος βραχύνει τὴν διάρκειαν τῆς μακρᾶς ήμέρας. Εἰς τὸν ἀντίστοιχον τόπον τοῦ νοτίου ήμισφαιρίου τὰ φαινόμενα ταῦτα συμβαίνουσιν ἀντιστρόφως. Ἀρχίζει δηλ. καὶ λήγει ή μακρὰ ήμέρα, διταν ἐν τῷ βιορείῳ ἀρχίζει καὶ λήγῃ ή μακρὰ νὺξ καὶ ἀντιστρόφως.

ΣΗΜ. Καὶ ή μιօρφὴ αὐτη τῆς Οὐρ. σφαιράς εἶναι ἐγκεκλιμένη σφαιρα.

4ov. **Πόλοι.** Ἐκάτερος τῶν πόλων τῆς Γῆς ἔχει, ὡς γνωστόν, γεωγρ. πλάτος 90°, δὲ ἀπὸ ἐκατέρου τούτων δρατὸς πόλος τοῦ Οὐρανοῦ συμπίπτει μὲ τὸ Ζενίθ του. Ὁ ἀξων ἀρα τοῦ κόσμου συμπίπτει μὲ τὴν κατακόρυφον καὶ δὲ οὐρ. Ισημερινὸς μὲ τὸν δρίζοντα τοῦ γηίνου τούτου πόλου.

“Ο Ἡλιος λοιπὸν (ώς καὶ οἱ λοιποὶ ἀστέρες) κινεῖται ἐπὶ κύκλων, οἱ δποῖνι εἶναι παράλληλοι πρὸς τὸν δρόμον ταῦτα ἑκατέρου τῶν πόλων καὶ κείνται ἄλλοι μὲν ὑπερόπλων, ἄλλοι δὲ ὑποκάτω αὐτοῦ. Οὗτος ἀπὸ τῆς 21 Μαρτίου μέχρι τῆς 22 Σεπτεμβρίου, ὅτε ἡ ἀπόκλισις τοῦ Ἡλίου εἶναι θετική, εὑρίσκεται οὗτος ὑπὲρ τὸν δρόμοντα τοῦ βρογέιου καὶ ὑπὸ τὸν δρόμοντα τοῦ νοτίου πόλου. Ἀπὸ δὲ τῆς 22 Σεπτεμβρίου μέχρι τῆς 21 Μαρτίου κεῖται ὑπὲρ τὸν δρόμοντα τοῦ νοτίου καὶ ὑπὸ τὸν τοῦ βορείου πόλου.

Ἐὰν λοιπὸν ὁ Ἡλιος ἦτο φωτεινὸν σημεῖον (τὸ κέντρον του), ἔκατερος τῶν πόλων θὰ εἴχε μίαν ἡμέραν διαφορείας ἔξι μηνῶν καὶ μίαν ἰσόχρονων νύκτα. Ἡ παρουσία ὅμως ὑπὲρ τὸν δρόμοντα τμήματος τοῦ ἥλιακοῦ δίσκου καὶ ἡ ἐμφάνισις τοῦ λυκανυοῦς καὶ λυκόφωτος βραχύνει τὴν διάρκειαν τῆς μαροῦ; ταύτης νυκτὸς καὶ αὐξάνει τὴν διάρκειαν τῆς ἡμέρας. Ἡ μορφὴ αὐτῇ τῆς Οὐρανοῦ σφαῖρας καλεῖται παράλληλος σφαῖρα, διότι οἱ ὑπὸ τῶν ἀστέρων γραφόμενοι κύκλοι τῆς οὐρανοῦ σφαῖρας εἶναι παράλληλοι πρὸς τὸν δρόμοντα.

*Ἀσκήσεις.* 126) Πόσον εἶναι τὸ μέγιστον ὑψος, εἰς τὸ δρόμον μεσουρανεῖ ὁ Ἡλιος εἰς τὸν αὐτὸν τόπον τῆς Γῆς; Πότε συμβαίνει τοῦτο;

127) Πόσον εἶναι τὸ ἔλαχιστον ὑψος, εἰς τὸ δρόμον μεσουρανεῖ ὁ Ἡλιος εἰς τὸν αὐτὸν τόπον τῆς Γῆς; Πότε συμβαίνει τοῦτο;

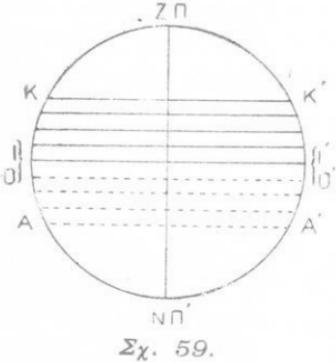
128) “Οταν ἡ ἀπόκλισις τοῦ Ἡλίου εἶναι δ., εἰς πόσην Ζενιθίαν ἀπόστασιν μεσουρανεῖ οὗτος κάτω ἐν τόπῳ, δ. δρόμοις ἔχει γεωγρ. πλάτος ϕ;

129) “Οταν ἡ ἀπόκλισις τοῦ Ἡλίου εἶναι 20°, οὗτος μεσουρανεῖ ἄνω εἰς ὑψος 23° 27' ἐν τινι τόπῳ. Πόσον εἶναι τὸ γεωγρ. πλάτος τοῦ τόπου τούτου;

130) Ποίαν κατεύθυνσιν ἔχει ἡ σκιὰ τῶν κατακορύφων ἀντικειμένων εἰς τοὺς τόπους τοῦ Ισημερινοῦ κατὰ τὴν μεσημβρίαν ἐκάστης ἡμέρας;

131) Πόσον τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς τῶν κατακορύφων ἀντικειμένων κατὰ τὴν μεσημβρίαν τῆς 21 Μαρτίου καὶ 22 Σεπτεμβρίου εἰς τοὺς τόπους τοῦ Ισημερινοῦ;

**§ 27. Εὕρεσις τῆς διαρκείας τῆς ἡμέρας καὶ τῆς νυκτὸς.** “Εστω τόπος Τ ἔχων γεωγραφικὸν πλάτος λ καὶ ΗΗ' δι παράλληλος, τὸν δρόμον γράφει ὁ Ἡλιος, ὅταν ἡ ἀπόκλισις αὐτοῦ εἶναι ΙΗ=δ (Σχ. 60). Επειδὴ δ. παράλληλος οὗτος διαγράφεται ὑπὸ τοῦ Ἡλίου Ισοταχῶς ἡ διάρκεια η τῆς ἡμέρας καὶ ν τῆς νυκτὸς



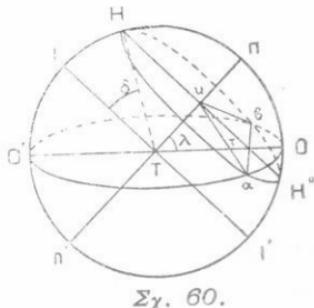
Σχ. 59.

είναι άνάλογοι πρὸς τὰ τόξα αΗδ καὶ 6Η'α τοῦ πιραλλήλου τούτου  
ητοι είναι  $\frac{\eta}{v} = \frac{\tauόξ. αΗδ}{\tauόξ. 6Η'α}$ . Εὰν προσθέ-

σωμεν 1 εἰς ἀμφότερα τὰ μέλη ταύτης  
εὑρίσκομεν ὅτι :

$$\frac{\eta + v}{v} = \frac{\tauόξ. αΗδ + \tauόξ. 6Η'α}{\tauόξ. 6Η'α} \quad \eta$$

$$\frac{24}{v} = \frac{360^{\circ}}{\tauόξ. 6Η'α}, \text{ δῆλον}$$



Σχ. 60.

$$v = \frac{\tauόξ. 6Η'α}{360^{\circ}} \quad 24 \quad | \\ \eta = \frac{\tauόξ. αΗδ}{360^{\circ}} \quad 24 \quad | \quad (1)$$

Ομοίως εὑρίσκομεν ὅτι

$$(κτ) = (κα). \sin(v) \quad (κτ) = (κα) \sin(v) \cdot \frac{6Η'α}{2}, \text{ δῆλον}$$

$$\sin(v) \cdot \frac{6Η'α}{2} = \frac{(κτ)}{(κα)}. \quad (2)$$

Άλλο ἐκ τῶν δρόμ. τριγώνων Τκτ καὶ ΤκΗ προκύπτουσιν αἱ  
ἰσότητες  $(κτ) = (Τκ)$  ἐφ' αὐτὸν καὶ  $(κα) = (κΗ) = (Τκ)$  σφρ.

Ἐνεκα τούτων ἡ ἴσοτητα (2) γίνεται  $\sin(v) \cdot \frac{6Η'α}{2} = \text{ἐφλ. ἐφδ.}$

$$\text{Ἐπειδὴ δὲ } \frac{6Η'α}{2} + \frac{αΗδ}{2} = 180^{\circ}, \text{ πεται ὅτι } \sin(v) \cdot \frac{αΗδ}{2} = -\text{ἐφλ. ἐφδ.} \quad | \quad (3)$$

Απὸ τὰς ἴσοτητας ταύτας (3) δοῖςονται τὰ τόξα 6Η'α καὶ αΗδ.

Ἐπειτα δὲ ἐκ τῶν ἴσοτητων (1) δοῖςονται εὐκόλως αἱ ζητούμεναι  
διιώκειαι η καὶ ν τῆς ἡμέρας καὶ τῆς νυκτός.

Εὰν λ είναι ἀπολύτως μικρότερον τῶν  $66^{\circ} 33'$ , θέσωμεν δὲ ἐν  
τῇ δευτέρᾳ τῶν ἴσοτητων (3)  $\delta = 23^{\circ} 27'$ , διὰ τοῦτο λ είναι βόρειον  
καὶ  $\delta = -23^{\circ} 37'$ , διὰ τοῦτο λ είναι νότιον, εὑρίσκομεν τὴν διάρκειαν  
τῆς μεγαλυτέρας ἡμέρας ἐν τῷ τόπῳ, διὰ τοῦτο λ είναι γεωγρ. πλάτος λ.

Ασκήσεις. 132). Πόση είναι ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας εἰς τόπον ἔχοντα  
πλάτος  $45^{\circ}$  κατὰ τὴν θερινὴν τροπήν;

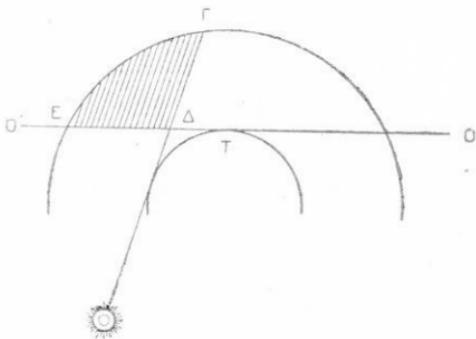
133) Πόση είναι ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας εἰς τόπον ἔχοντα βόρειον γεω-  
γραφ. πλάτος  $23^{\circ} 27'$  κατὰ τὴν θερινὴν τροπήν καὶ πόση κατὰ τὴν χειμε-  
ρινὴν τροπήν;

134) Πόση είναι ή διάρκεια τῆς ήμέρας εἰς τόπον ἔχοντα νότιον γεωγρ. πλάτος  $23^{\circ} 27'$  κατά τὴν θερινὴν καὶ πόση κατά τὴν χειμερινὴν τροπήν;

135) Νὰ ενδεθῇ ή διάρκεια τῆς μεγαλυτέρας ήμέρας ἐν Ἀθήναις.

**§ 78. Λυκαυγὲς καὶ λυκόφως.** — Γνωρίζομεν (§ 75) ὅτι λυκαυγὲς μὲν καλεῖται τὸ διάχυτον φῶς, τὸ δποῖον προηγεῖται τῆς ἀνατολῆς τοῦ Ἡλίου, λυκόφως δὲ ἔκεινο, τὸ δποῖον ἄρχεται μετὰ τὴν δύσιν τοῦ Ἡλίου.

Τὸ λυκαυγὲς καὶ τὸ λυκόφως ὀφείλονται εἰς τὴν διάχυσιν τοῦ ἥλιακοῦ φωτὸς ἐντὸς τῶν ἀνωτέρω ἰδίᾳ στρωμάτων τῆς ἀτμοσφαίρας. Οὕτω τὸ μέρος ΕΔΓ (Σχ. 61) τῆς ὑπὲρ τὸν δρίζοντα τόπου



Σχ. 61.

ἀστρονομικὸν καὶ πολιτικόν.

Τὸ πολιτικὸν λυκαυγὲς ἄρχεται καὶ τὸ λυκόφως λήγει, καθ' ἓν στιγμὴν ὁ Ἡλιος εὑρίσκεται  $6^{\circ}$  ὑπὸ τὸν δρίζοντα. Κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἐνάρξεως τοῦ πολιτικοῦ λυκαυγοῦς παύουσι φαινόμενοι καὶ αὐτοὶ οἱ ἀστέρες α' μεγέθους κατὰ δὲ τὴν στιγμὴν τῆς λήξεως τοῦ πολιτικοῦ λυκόφωτος οἱ ἀστέρες οὔτοι ἄρχονται φαινόμενοι.

Τὸ δὲ ἀστρονομικὸν λυκόφως παύει καὶ τὸ λυκαυγὲς ἄρχεται, καθ' ἓν στιγμὴν ὁ Ἡλιος εὑρίσκεται  $18^{\circ}$  ὑπὸ τὸν δρίζοντα. Τότε τὴν μὲν ἐσπέραν, ἐὰν ὁ οὐρανὸς εἴναι αἰθριος οὐδὲ σεληνοφώτιστος, ἀναφαίνονται πάντες οἱ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ δρατοὶ ἀστέρες, τὴν δὲ πρωΐαν ἄρχονται οὔτοι βαθμηδὸν καὶ ἀπὸ τῶν ἀμυδροτέρων νὰ καθίστανται ἀόρατοι.

**§ 79. Διερκεεῖα τοῦ λυκαυγοῦς καὶ λυκόφωτος.** — Εστω Τ τόπος ἔχων γεωγρ. πλάτος  $I\bar{Z}=φ$  καὶ  $HH'$  δ παράλληλος τὸν ἔποιον γράφει ὁ Ἡλιος, καθ' ἓν ήμέραν οὔτοις ἔχει ἀπόκλισιν δ (Σχ. 62).

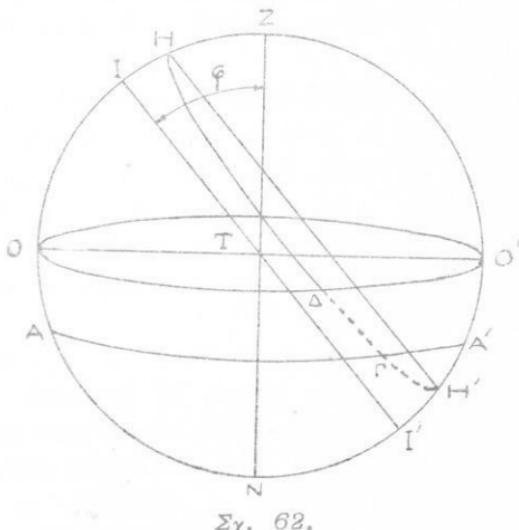
Ἐὰν  $AA'$  εἴναι δ ἀλμικανταράτος, δ ὁποῖος κεῖται  $180^{\circ}$  ὑπὸ

Τ ἀτμοσφαίρας φωτίζεται ὑπὸ τοῦ Ἡλίου καὶ ὅταν οὔτος εὑρίσκηται εἰς θέσιν  $H$  ὑπὸ τὸν δρίζοντα τοῦ  $T$ . Τὸ ἐπ' αὐτοῦ δὲ προσπίπτον ἥλιακὸν φῶς διαχεόμενον φωτίζει καὶ τὸν τόπον  $T$ , ἀν καὶ δ Ἡλιος εὑρίσκηται ὑπὸ τὸν δρίζοντα αὐτοῦ.

Τὸ λυκαυγὲς καὶ τὸ λυκόφως διακρίνεται εἰς

ὸν διέζοντα ΟΟ' τοῦ τόπου τούτου, τὸ λυκαυγὲς διάρκει, ὅσον  
χρόνον χρειάζεται δ Ἡλιος διὰ νὰ διανύσῃ τὸ τόξον ΓΔ τῆς τροχιᾶς  
λύτου. Εἶναι ἄρα ἡ διάρκεια τοῦ λυκαυγοῦς κατὰ τὴν οηθεῖσαν  
ἡμέραν ἀνάλογος πρὸς τὸ μῆκος τοῦ τόξου τούτου. Τὸ αὐτὸ προφα-  
νῶν ἴσχυει καὶ διὰ τὴν διάρκειαν τοῦ λυκόφωτος.

Τὸ μῆκος δὲ τοῦ τόξου τούτου εἶναι προφανῶς μεγαλύτερον, ὅταν



Σχ. 62.

ἡ γωνία ( $90^{\circ} - \varphi$ ) τοῦ διέζοντος καὶ τοῦ παραλλήλου ΗΗ' ἢ τοῦ  
ἰσημερινοῦ εἶναι μικροτέρα διὰ τὴν αὐτὴν δὲ τιμὴν τῆς γωνίας  
ταύτης τὸ τόξον ΓΔ εἶναι μεγαλύτερον, ὅταν ὁ παράλληλος ΗΗ', εἰς  
τὸν ὃποῖον κεῖται, εἶναι ἀπότερον τοῦ ισημερινοῦ.

<sup>α'</sup> Ἐκ τούτων ἔπειται ὅτι: α') Κατὰ τὴν αὐτὴν ἡμέραν ἡ διάρ-  
κεια τοῦ λυκαυγοῦς καὶ τοῦ λυκόφωτος εἶναι μεγαλυτέρα εἰς  
τὸν τόπον, οἱ δποῖοι ἔχουσι μεγαλύτερον γεωγρ. πλάτος καὶ  
μικροτέρα εἰς τὸν τόπον τοῦ ισημερινοῦ.

<sup>β')</sup> Εἰς τὸν αὐτὸν τόπον ἡ διάρκεια αὕτη βαίνει αὐξανο-  
μένη μετὰ τῆς ἀπολύτου τιμῆς τῆς ἀποκλίσεως τοῦ Ἡλίου. Εἴ-  
ναι ἄρα αὕτη μεγίστη κατὰ τὰς τροπὰς καὶ ἐλαχίστη κατὰ τὰς  
ἰσημερίας.

Εἰς τὸν τόπον τοῦ ισημερινοῦ ἡ διάρκεια τοῦ λυκαυγοῦς καὶ τοῦ  
λυκόφωτος κυμαίνεται μεταξὺ 1 ὥρας  $10\pi$  καὶ 1 ὥρ.  $16\pi$ , ἦτοι εἶναι  
κατὰ μέσον ὅρον 1 ὥρ.  $13\pi$ . Εἰς τὸν τόπον, οἱ δποῖοι ἔχουσι γεωρ.  
πλάτος  $40^{\circ}$ , ἡ διάρκεια αὕτη κυμαίνεται μεταξὺ 1 ὥρ.  $31\pi$  καὶ 2 ὥρ.  $5\pi$ .

Ἐὰν δ Ἡλιος μεσουρανῇ ποτε κάτω εἰς σημεῖόν τι Η' τοῦ

τόξου Ο'Α', είναι φανερόν ὅτι τότε τὸ λυκαυγὲς καὶ τὸ λυκόφως διαρκεῖ καθ' ὅλην τὴν νύκτα. Ἐπειδὴ δὲ Ο'Η'' =Ο'Ι'—Ι'Η''=90°—φ—δ, ἔπειται ὅτι, ἵνα συμβαίνῃ τοῦτο, πρέπει νὰ εἶναι  $90^{\circ}—\phi—\delta \leq 18^{\circ}$  δθεν  $\phi + \delta \geq 72^{\circ}$ .

"Ἄρα : Καθ' ἀς ἡμέρας τὸ ἄθροισμα τῆς ἀποκλίσεως τοῦ Ἡλίου καὶ τοῦ γεωρ. πλάτους τόπου τινὸς δὲν εἶναι μικρότερον τῶν  $72^{\circ}$ , τὸ λυκόφως διαρκεῖ καθ' ὅλην τὴν νύκτα εἰς τὸν τόπον τοῦτον.

Εὔνότον ἐκ τούτων καθίσταται ὅτι τὸ τοιοῦτον οὐδέποτε συμβαίνει, εἰς τὸν τόπους, εἰς τὸν ὅποιον τὸ ἄθροισμα  $\phi + \delta$  οὐδέποτε φθάνει τὰς  $72^{\circ}$ , ἥτοι εἶναι  $23^{\circ} 27' + \phi < 72^{\circ}$ , δθεν  $\phi < 48^{\circ} 33'$ . Οὕτως ἐν Ἀθήναις, ὅπου  $\phi = 37^{\circ} 58' 20''$ , οὐδέποτε τὸ λυκόφως διαρκεῖ καθ' ὅλην τὴν νύκτα. Εἰς Παρισίους ὅπου  $\phi = 48^{\circ} 50'$ , τὸ φαινόμενον τοῦτο παρατηρεῖται ἀπὸ τῆς 12ης μέχρι τῆς 30ης Ἰουνίου.

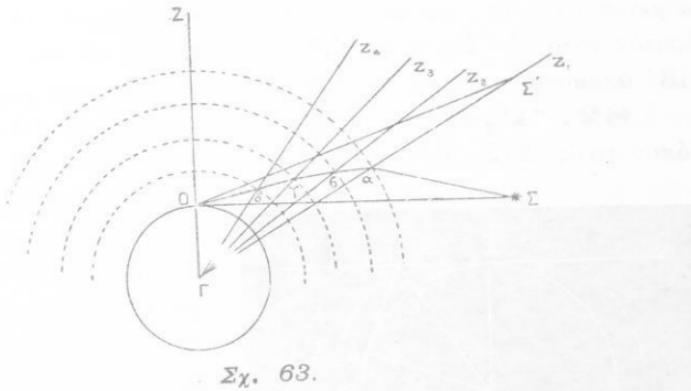
**§ 80. Ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις.**—Ο ἀτμοσφαιρικὸς ἀὴρ εἶναι ρευστὸν στρῶματόν, πιεστὸν καὶ ἔλαστικόν. Τὰ κατώτερα λοιπὸν στρῶματα πιεζόμενα ὑπὸ τῶν ἀνωτέρων καθίστανται πυκνότερα καὶ ἔλαστικότερα τούτων. Ἐὰν δὲ φωτεινὴ ἀκτὶς Σα (Σχ. 63) εἰσδύῃ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν κατὰ τὸ σημεῖον α, θὰ ὑποστῇ πρώτην διάθλασιν προσεγγίζουσα τὴν κάθετον ΓαΖ, καὶ μένουσα ἐν τῷ ἐπιπέδῳ ΣαΓ. Ἐπίσης ἡ διαθλασθεῖσα ἀκτὶς αὗτις εἰσδύουσα εἰς πυκνότερον στρῶμα ὑφίσταται νέαν διάθλασιν μένουσα ἐν τῷ ἐπιπέδῳ ΓαΣ. Ἐξακολουθοῦντες οὕτω βλέπομεν ὅτι ἡ φωτεινὴ ἀκτὶς, ἡ ὅποια φθάνει εἰς τὸν ὁφθαλμὸν ο τοῦ παρατηρητοῦ συνεχῶς θλωμένη, οὐδόλως ἔξερχεται τοῦ κατακορύφουν ἐπιπέδου ΖΓΣ, τὸ δὲ σχῆμα αὐτῆς εἶναι τεθλασμένη γραμμὴ.

Ἐπειδὴ ὅμως τὰ διάφορα στρῶματα τῆς ἀτμοσφαίρας, ἐντὸς ἐκάστου τῶν ὅποιων ὁ ἀὴρ εἶναι ἴσοπυκνος, ἔχουσιν ἔλαχιστον πάχος, ἡ γραμμὴ αὐγ... Ο εἶναι κυρίως καμπύλη ταύτης τὸ κοῖλον εἶναι ἐστραμμένον πρὸς τὴν Γῆν. Ὁ παρατηρητὴς δὲ ο βλέπων τὸν ἀστέρα κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΟΣ', ἥτις ἐφάπτεται εἰς τὸ ο τῆς καμπύλης ταύτης, νομίζει ὅτι οὗτος εὑρίσκεται εἰς θέσιν Σ' ὑψηλότερον τῆς πραγματικῆς Σ.

"Η ἀληθὴς ἄρα ζεινιθία ἀπόστασις ΖΟΣ τοῦ ἀστέρος Σ ἔλατται κατὰ τὴν γωνίαν Σ'ΟΣ, ἥτις καλεῖται ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις.

"Ἐπειδὴ συνεπείᾳ τοῦ φαινόμενου τούτου τὸ ὑψος ἐκάστου ἀστέ-

ρος γίνεται μεγαλύτερον, διό χρόνος τῆς ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα παρουσίας ἑκάστου εἶναι μεγαλύτερο; ἐκείνου, τὸν ὅποιον χρειάζεται, διὰ νὰ διαιρέσῃ τὸ ἡμερήσιον τόξον του. Τὰ δὲ ἔξαγόμενα τῆς ἀμέσου φετιχῆσεως τοῦ ὑψους διορθοῦνται δι' ἀφαιρέσεως τῆς τιμῆς τῆς



Σχ. 63.

ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς παρατηρήσεως. Δι' ὑπολογισμοῦ δὲ εὑρίσκεται καὶ ἡ διόρθωσις, τὴν ὅποιαν πρέπει νὰ ἐπιφέρωμεν εἰς τὰ ἔξαγόμενα τῶν ἀμέσων μετρήσεων τῶν ἄλλων συντεταγμένων τῶν ἀστέρων. Καθίσταται λοιπὸν ἀναγκαιοτάτη ἡ γνῶσις τῆς τιμῆς τῆς ἀτμ. διαθλάσεως. Ἡ τιμὴ αὗτη ἐλαττοῦται μετὰ τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως, ἔξαρτᾶται δὲ καὶ ἐκ τῆς καταστάσεως τῆς ἀτμοσφαίρας.

### § 81. Αποτελέσματα ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως.

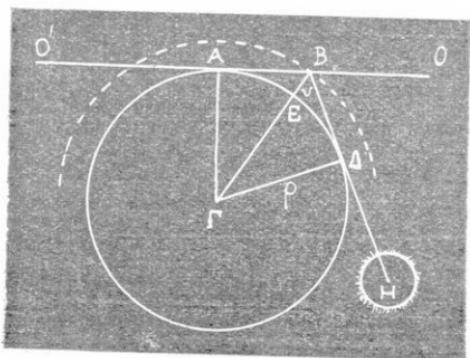
α'). Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις εἰς τὸν ὁρίζοντα εἶναι  $33' 47''$ ,<sup>9</sup> ἥ δὲ μέση τιμὴ τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ Ἡλίου εἶναι  $32' 4''$ ,<sup>2</sup>. Οταν ἀρα τὸ ἀνώτερον χεῖλος τοῦ ἥλιακοῦ δίσκου ἐφάπτηται τοῦ ὁρίζοντος, δι "Ἡλιος ἔνεκα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως φαίνεται ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα, ἐν τῷ πράγματι κεῖται ὑπὸ" αὐτόν. "Ωστε ἡ ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις αὐξάνει τὴν διάρκειαν τῆς ἡμέρας" ἥ αὐξησις αὗτη ἀνέρχεται εἰς  $6''$  περίπου παρ<sup>9</sup> ἡμῖν.

β'). Ἐπειδὴ ἡ ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις ἐλαττοῦται μετὰ τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως, τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου ὑφίσταται ἐκτροπὴν πρὸς τὸ Ζενίθ μεγαλυτέραν μὲν ἀπὸ τὸ ἀνώτερον χεῖλος, μικροτέραν δὲ ἀπὸ τὸ κατώτερον χεῖλος. Διὰ τοῦτο ταῦτα φαίνονται πλησιάζοντα πρὸς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου, οὕτως δὲ φαίνεται ἡμῖν ἔχων τὴν ὁρίζοντίαν διάμετρον μεγαλυτέραν τῆς ἐπὶ ταύτην καθέτου διαμέτρου. Ἡ πλάτυνσις αὗτη εἶναι αἰσθητὴ ἵδιως, ὅταν δι "Ἡλιος εὑρίσκηται

πλησίον τοῦ δρίζοντος Ὅμοιον δὲ φαινόμενον παρατηρεῖται καὶ ἐπὶ τῆς Σελήνης.

γ). Ἐνεκα τῆς ἀνυψώσεως τῶν πλησίον τοῦ δρίζοντος ἀντικείμενων, τὴν διποίαν προκαλεῖ ἡ διάθλασις, σημειόν τι  $B_1$  (Σχ. 4) κείμενον ὑπὸ τὸν φυσικὸν δρίζοντα παρατηρητοῦ Π καθίσταται δρατὸν κατὰ τὴν διεύθυνσιν  $PB'_1$ . Οὕτω δὲ ὁ φυσικὸς δρίζων  $BB'$  ἀπομακρύνεται, τὸ δὲ βάθος αὐτοῦ καθίσταται μικρότερον.

§ 82. **ΤΡΨΟΣ τῆς ἀτμοσφαίρας.** Ἐστω  $OO'$  ὁ δρίζων τόπου τινὸς  $A$  (Σχ. 64) καὶ  $H$  ἡ θέσις τοῦ Ἡλίου, καθὼν στιγμὴν



Σχ. 64.

παύει τὸ λυκόφως ἢ ἀρχίζει τὸ λυκανγές. Κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην αἱ ἔφαπτόμεναι τῆς Γῆς ἡλιακαὶ ἀκτῖνες συναντῶσι τὴν ἀτμόσφαιραν εἰς τὰ ὄψηλότατα κοινὰ σημεῖα ταύτης καὶ τοῦ δρίζοντος τοῦ τόπου  $A$ . Εὰν δὲ  $H\Delta B$  είναι μία τοιαύτη ἀκτίς, θὰ είναι ἡ γωνία  $OBH$  ἵση πρὸς  $180^\circ$ . Ἐπειδὴ δὲ  $A\bar{G}\bar{D}=O\bar{B}\bar{H}$  καὶ ἡ  $BG$  δι-

χοτομεῖ τὴν  $A\bar{G}\bar{D}$ , ἔπειται ὅτι  $B\bar{G}\bar{D}=90^\circ$ .

Ἐὰν ἡδη καλέσωμεν ρ τὴν ἀκτῖνα τῆς Γῆς καὶ υ τὸ ὄψης  $EB$  τῆς ἀτμοσφαίρας, ἐκ τοῦ δροῦ. τοιγώνου  $B\bar{G}\bar{D}$  εὑρίσκομεν ὅτι  $\rho=(\varrho+\upsilon)$  συν  $90^\circ$ , ὅθεν

$$\upsilon = \frac{\varrho(1-\sin 90^\circ)}{\sin 90^\circ} - \frac{2\varrho \text{ ἡμ}^2 (4030)}{\sin 90^\circ} \text{ καὶ ἐπομένως}$$

$$\frac{\upsilon}{\varrho} = 0,0125, \text{ κατ' ἀκολουθίαν δὲ } \upsilon = 0,0125\varrho = 80 \text{ χιλιόμετρα}$$

περίπου. Εὰν δὲ ληφθῇ ὑπὸ δρίψιν καὶ ἡ ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις, τὸ ἔξαγόμενον τοῦτο μειοῦται εἰς 64 χιλιόμετρα περίπου.

Τὸ συμπέρασμα τοῦτο δὲν ἔχει μεγάλην ἀξίαν· δεικνύει μόνον ὅτι εἰς μεγαλύτερον ὄψης ὁ ἀρρεὶς είναι πολὺ ἀραιός, στερεῖται δὲ καὶ ἐπαρκῶν ξένων σωματίων, ὅπως ἀποστείλῃ ἐκεῖθεν αἰσθητὸν διάχυτον φῶς.

Τὴν μέθοδον ταύτην ὑπέδειξε κατὰ τὸν 11ον μ. χ. αἰῶνα ὁ ἀραψιστρονόμος Ἀλχαζὲλ καὶ ἐφήρμοσε διαδοχικῶς ὁ Κέπλερος Λά-

Hire, Bravais, Liais, Biot, οἱ ὅποιοι κατέληξαν εἰς τὸν ίδιον ἔκαστος ἀποτέλεσμα.

Δυστυχῶς δὲν κατέστη δυνατὸν οὐδὲ δι᾽ ἄλλων μεθόδων νὰ εὑρεθῇ ἀκριβῶς τὸ ὑψος τῆς ἀτμοσφαίρας. Διότι καὶ αἱ μέθοδοι αὗται εἰς διάφορα ἄγουσιν ἔξαγόμενα. Πάντως τὸ ὑψος τοῦτο δὲν εἶναι μικρότερον τῶν 500 χιλιομέτρων.

**§ 83. Σχῆμα τοῦ Οὐρανίου θόλου.** — **Φαινομένη μεγέθυνσις Ἡλίου καὶ Σελήνης.** — Ἐπειδὴ τὰ κατώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας εἶναι πυκνότερα τῶν ἀνωτέρων, περιέχουσι δὲ καὶ περισσότερα ἔνα σωμάτια, τὸ φῶς τῶν ἀστέρων ὑφίσταται, ὅταν διέρχηται δι᾽ αὐτῶν ἀπορρόφησιν μεγαλυτέραν ἢ ὅταν διέρχηται διὰ τῶν ἀνωτέρων στρωμάτων. Ἐνεκα τούτου οἱ ἀστέρες, ὅταν εἶναι πλησίον τοῦ δρίζοντος φαίνονται ἀμυδρότεροι παρά, ὅταν εὑρίσκονται ὑψηλότερον αὐτοῦ. Βλέποντες δὲ πλησίον τοῦ δρίζοντος τοὺς ἀστέρας ἀμυδροτέρους ἐκλαμβάνομεν ὅτι οὗτοι εὑρίσκονται εἰς ἀπόστασιν μεγαλυτέραν ἔκεινης, εἰς τὴν διοίαν νομίζομεν αὐτούς, ὅταν ὑψηλότερον τοῦ δρίζοντος εὑρίσκομενοι φαίνονται λαμπρότεροι.

“Ἡ σύγκρισις ἀφ” ἔτέρου τῶν ἀποστάσεων τῶν πλησίον τοῦ δρίζοντος κειμένων σημείων τοῦ οὐρανίου θόλου πρὸς τὰς ἀποστάσεις τῶν γηίνων ἀντικειμένων συντελεῖ εἰς τὸ νὰ φαίνονται ὅτι τὰ σημεῖα ταῦτα τοῦ οὐρανίου θόλου ἀπέχουσιν ἡμῶν περισσότερον ἢ τὰ ὑψηλότερον κείμενα σημεῖα αὐτοῦ, διὰ τὰ διοία τοιαύτη σύγκρισις δὲν γίνεται.

Τὸ πάχος λοιπὸν τῆς ἀτμοσφαίρας δι᾽ ἔκαστον παρατηρητὴν δὲν φαίνεται τὸ αὐτὸ καθ’ ὅλας τὰς διευθύνσεις, ἀλλὰ αὖξάνει ἀπὸ τοῦ Ζενίθ πρὸς τὸ δρίζοντα. Ἐνεκα τούτου τὸ σχῆμα τοῦ οὐρανίου θόλου δὲν εἶναι ἡμισφαιρικόν, ἀλλὰ φαίνεται μᾶλλον ὡς ἥμιελλειψοειδές. Τὸ σχῆμα τοῦτο τοῦ οὐρανίου θόλου εἶναι πιθανῶς ἐν ἀπὸ τὰ αἴτια τῆς φαινομένης μεγεθύνσεως τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Σελήνης πλησίον τοῦ δρίζοντος. Πράγματι δὲ αἱ προβολαὶ αὐτῶν ἐπὶ τοῦ οὐρανίου θόλου καταλαμβάνουσι μεγαλυτέραν ἔκτασιν, ὅταν προβάλλωνται εἰς μεγαλυτέραν ἀπόστασιν.

Καὶ ἀλλα δῆμως αἴτια φαίνεται ὅτι συντελοῦσιν εἰς τὴν μεγέθυνσιν ταύτην, ὃς ἔξαγεται ἐκ τῆς φαινομένης μεγεθύνσεως τῆς γωνιώδους ἀποστάσεως τῶν ἀστέρων πλησίον τοῦ δρίζοντος, διὰ τὴν διοίαν ἢ προηγουμένη ἔξηγησις δὲν ἀρμόζει.

“Υπάρχει γνώμη ὅτι πᾶσαι αἱ φαινόμεναι αὗται μεγεθύνσεις

διφείλονται εἰς τὴν ἐπὶ τοῦ δρίζοντος ὑπαξῖν γηῖνων ἀντικειμένων, ἐν συγκρίσει πρὸς τὰ δόποια ὁ διφθαλμὸς ἔκτιμῷ τὰ μεγέθη ταῦτα πλησίον τοῦ δρίζοντος. Ἐν φῶ ἀντιθέτως μακρὰν αὐτοῦ τοιαύτη σύγκρισις δὲν γίνεται, ὁ δὲ διφθαλμὸς διαφόρως ἔκτιμῷ ταῦτα. Καὶ ἡ γνώμη ὅμως αὕτη δὲν φαίνεται ἀρκούντως ἴκανοποιητική, οὐδὲ εἴναι γενικῶς παραδεδεγμένη. Πλήρες κατὰ ταῦτα ἔξήγησις τῶν φαινομένων τούτων μεγεθύνσεων δὲν ἔγενετο μέχρι τοῦδε.

**84.—Μεταβολὴ τῆς θερμοκρασίας ἐν ἐκάστῳ τόπῳ.**— Πάντες γνωρίζομεν ὅτι ἐν τῇ χώρᾳ ἡμῶν ἡ θερμοκρασία εἴναι διάφορος εἰς τὰς διαφόρους ὥρας τοῦ ἔτους· αὕτη εἴναι μεγίστη μὲν κατὰ τὸ θέρος, ἐλαχίστη δὲ κατὰ τὸν χειμῶνα. Τοῦτο συμβαίνει εἰς πάντα τόπον τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς.

Αὗτα δὲ τῆς τοιαύτης ἀνισότητος ιῆς θερμοκρασίας ἐκάστου τόπου εἴναι ἡ διάφορος διάρκεια τῆς ἡμέρας καὶ τὸ ὑψος τοῦ Ἡλίου ὑπὲρ τὸν δρίζοντα τοῦ τόπου. Πράγματι κατὰ τὰς μακρὰς ἡμέρας τοῦ θέρους τὸ ἔδαφος δέχεται παρὰ τοῦ Ἡλίου μεῖζον ποσὸν θερμότητος ἢ κατὰ τὰς βραχείας ἡμέρας τοῦ χειμῶνος. Πρὸς δὲ τὸ μέρος τῆς θερμότητος, τὸ δόποιον χάνει τὸ ἔδαφος ἔνεκα τῆς νυκτερινῆς ἀκτινοβολίας, εἴναι δλιγάρτερον τὸ θέρος ἢ τὸν χειμῶνα, διότι τούτου αἱ νύκτες εἴναι λίαν μακραί.

Πλὴν δὲ τούτων κατὰ τὸ θέρος δὲ Ἡλιος ἀνέρχεται περισσότερον ὑπὲρ τὸν δρίζοντα ἡμῶν ἢ τὸν χειμῶνα, αἱ δὲ ἡλιακαὶ ἀκτίνες προσπίπτουσιν ἐπὶ τοῦ ἔδαφους ὑπὸ γωνίαν, ἡ δόποια ὀλίγον διαφέρει τῆς δρῆς. Ἐνεκα τούτου αὖται θερμαίνουσιν αὐτὸ περισσότερον ἢ τὸν χειμῶνα, ὅτε αἱ ἡλιακαὶ ἀκτίνες προσπίπτουσι πλαγιώτερον πρὸς τὸν δρίζοντα. Ικανὸν δὲ μέρος τῆς θερμότητος τῶν οὗτω πλαγίως προσπίπτουσῶν ἀκτίνων ἀπορροφᾶται ὑπὸ τῶν κατωτέρων τῶν καὶ πυκνοτέρων στρωμάτων τῆς ἀτμοσφαίρας, διὰ τῶν δόποιων αὖται διέρχονται.

Ἐπειδὴ κατὰ τὸ θέρος καὶ τὸ ἔαρ δὲ Ἡλιος γράφει τοὺς αὐτοὺς καὶ κατ' ἀντίστροφον τάξιν παραλλήλους, ἡ διάρκεια τῶν ἡμερῶν λαμβάνει τὰς αὐτὰς τιμάς τοῦτο δὲ συμβαίνει καὶ διὰ τὸ ὑψος τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν μεσημβρίαν ἐκάστης ἡμέρας. Ἐπρεπε λοιπὸν κατ' ἀμφοτέρας τὰς ὥρας ταύτας ἐκαστος τόπος νὰ ἔχῃ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ὅπερ, ὡς γνωρίζομεν, δὲν συμβαίνει. Αὗτα τούτου εἴναι ἡ ἀκόλουθος. Ἀφ' οὐ λήξῃ δὲ χειμὼν, ἐπὶ τοῦ ψυχροῦ ἔδαφους τῶν τόπων τοῦ ἡμετέρου ἡμισφαιρίου προστίθεται καθ' ἐκάστην θερμότης βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον αὐξανομένη. Ἐνεκα ταύτης κατὰ

τὴν ἀρχὴν τοῦ θέρους ἡ Γῆ εἶναι ἀρκούντως θερμή<sup>·</sup> ἡ δὲ νέα ποστῆς τῆς θερμότητος, τὴν διοίαν κατὰ τὸ θέρος δέχεται, συντελεῖ εἰς τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας ὑπὲρ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ξαρος. Δι<sup>·</sup> ἀνάλογον αἰτίαν παρατηρεῖται ἀνωτέρᾳ θερμοκρασίᾳ κατὰ τὸ Φθινόπωρον ἢ τὸν Χειμῶνα.

Ομοίως ἔξηγείται διατὶ θερμοτέρα ἥμέρα δὲν εἶναι ἡ 21 Ἱουνίου, οὐδὲ ψυχροτέρα ἡ 22 Δεκεμβρίου<sup>·</sup> ἀλλ<sup>·</sup> ἡ μὲν θερμοτέρα ἥμέρα σημειοῦται περὶ τὴν 21 Ἱουλίου, ἡ δὲ ψυχροτέρα περὶ τὰ μέσα Ἰανουαρίου.<sup>·</sup> Επίσης δι<sup>·</sup> ἀνάλογον αἰτίαν ἡ μεγίστη θερμοκρασία τῆς ἥμέρας δὲν παρατηρεῖται κατὰ τὴν μεσημβρίαν, ἀλλὰ περὶ τὰς 2 ὥρας βραδύτερον.

**§ 85. Διανομὴ τῆς θερμοκρασίας.** Η θερμοκρασία πάντων τῶν τόπων τῆς Γῆς δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν. Αἰτία τούτου εἶναι τὸ γεωγρ. πλάτος φ καὶ τὸ ὑπὲρ τὴν φάνειαν τῆς θαλάσσης ὑψος τοῦ τόπου.

A'. Εἰς δύος τόπους εἶναι φ <23° 27', δ "Ηλιος μεσούργενεῖ καὶ κατὰ τὸν χειμῶνα ἀκόμη πλησίον τοῦ Ζενίθ. Εἶναι δύεν εὐνόητον ὅτι ἐπὶ τοῦ ἐδάφους τῶν τόπων τούτων προσπίπτουσιν αἱ ἥλιαι καὶ ἀκτῖνες καὶ κατὰ τὸν χειμῶνα ἀκόμη ὑπὸ γωνίαν, ἡ διοία διλίγον διαφέρει τῆς ὁρθῆς. Παρέχουσιν ἐπομένως αὗται εἰς τὸ ἐδαφος μέγα ποσὸν θερμότητος.

Εἰς δύος τόπους εἶναι φ >23° 27', δ "Ηλιος μεσουρανεῖ χαμηλότερον τοῦ Ζενίθ· ἡ δὲ μεσημβρινὴ ζενιθία ἀπόστασις αὐτοῦ αὐξάνει μετὰ τοῦ γεωγρ. πλάτους τοῦ τόπου. Ἐπὶ τοῦ ἐδάφους λοιπὸν τῶν τόπων τούτων καὶ κατ' αὐτὴν τὴν μεσημβρίαν αἱ ἥλιαι καὶ ἀκτῖνες προσπίπτουσι πλαγίως καὶ μάλιστα πλαγιώτερον εἰς ἔκεινους, οἱ διοίοι ἔχουσι φ μεγαλύτερον.<sup>·</sup> Η παρεχομένη ἄρα εἰς αὐτοὺς ἥλιαι καὶ θερμότης βαίνει ἐλαττουμένη, ἐφ' ὅσον τὸ γεωγρ. πλάτος βαίνει αὐξανόμενον. Διὰ τὸν λόγον τούτον εἰς τὰς περὶ τοὺς πόλους χώρας παρέχεται ἐλαχίστη ἥλιαι καὶ θερμότης.

B'. Η Φυσικὴ διδάσκει ὅτι ἵκανὸν μέρος τῆς θερμότητος, τὴν διοίαν δ "Ηλιος παρέχει εἰς τὴν Γῆν, ἀκτινοβολεῖται εἰς τὸ ἀκανές περὶ ἥμας διάστημα. Τὸ ἀκτινοβολούμενον τοῦτο μέρος τῆς θερμότητος εἶναι περισσότερον εἰς τοὺς τόπους, οἱ διοίοι κείνται ὑψηλότερον τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης, διότι τὰ ὑπεράνω αὐτῶν στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας εἶναι ἀραιότερα καὶ διὰ τοῦτο ἀντιτάσσουσιν ὀλιγωτέρους ἀντίστασιν εἰς τὴν ἀκτινοβολίαν τῆς θερμότητος.<sup>·</sup> Εκ διαφόρων λοιπὸν τόπων, οἱ διοίοι ἔχουσι τὸ αὐτὸν γεωγρ. πλάτος, οἱ ὑψηλότερον

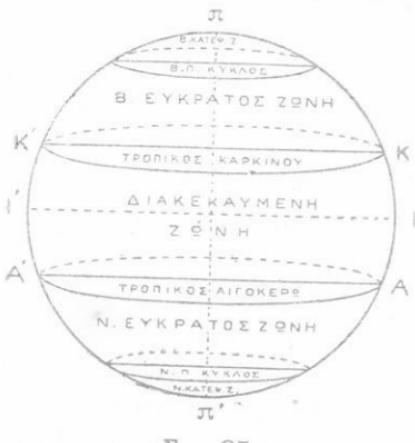
κείμενοι· ὑφίστανται μεγαλυτέραν ἀπώλειαν θερμότητος καὶ κατ <sup>\*</sup> ἀκολουθίαν ἡ θερμοκρασία αὐτῶν εἶναι χαμηλοτέρα.

**§ 86. Ζῶνας τῆς Γῆς.** Οἱ γῆνοι παράλληλοι, ἐκάτερος τῶν δύοιων ἀπέχει ἀπὸ τοῦ ἴσημερινοῦ  $23^{\circ} 27'$ , καλοῦνται **τροπικοὶ κύκλοι**. Ἐκ τούτων ὁ μὲν κείμενος ἐν τῷ βορείῳ ἥμισφαιρῳ καλεῖται **τροπικὸς τοῦ Καρκίνου**, ὁ δὲ ἐν τῷ νοτίῳ **τροπικὸς τοῦ Αἰγαίου**.

Οἱ γῆνοι παράλληλοι, ὃν ἐκάτερος ἀπέχει ἀπὸ τοῦ ἐγγυτέρου πόλου τῆς Γῆς  $23^{\circ} 27'$ , καλοῦνται **πολικοὶ κύκλοι**. Ἐκ τούτων ὁ μὲν κείμενος ἐν τῷ βορείῳ ἥμισφαιρῳ καλεῖται **βόρειος πολικὸς κύκλος**, ὁ δὲ ἐν τῷ νοτίῳ **νότιος πολικὸς κύκλος**.

Οἱ τροπικοὶ καὶ πολικοὶ κύκλοι τῆς Γῆς διαιροῦσι τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῆς εἰς τὰς ἀκολούθους πέντε ζώνας (Σχ. 65).

1η. Διακεκαμένη ζώνη. Οὔτω καλεῖται ἡ μεταξὺ τῶν τροπικῶν κύκλων περιεχομένη ἐπιφάνεια τῆς Γῆς.



2a. **Βόρειος εὔκρατος ζώνη.** Οὔτω καλεῖται ἡ ἐπιφάνεια τῆς Γῆς, ἡ δύοια περιέχεται μεταξὺ τοῦ τροπικοῦ τοῦ Καρκίνου καὶ τοῦ βορείου πολικοῦ κύκλου.

3η. **Βόρειος κατεψυγμένη ζώνη.** Οὔτω καλεῖται ἡ ἐπιφάνεια τῆς Γῆς, ἡ δύοια ἔκτείνεται βορείως τοῦ βορείου πολικοῦ κύκλου.

4η. **Νότιος εὔκρατος ζώ-**  
**νη.** Οὔτω καλεῖται ἡ ἐπιφάνεια τῆς Γῆς ἡ δύοια περιέ-

χεται μεταξὺ τοῦ τροπικοῦ τοῦ Αἰγαίου καὶ τοῦ νοτίου πολικοῦ κύκλου.

5η. **Νότιος κατεψυγμένη ζώνη.** Οὔτω καλεῖται ἡ ἐπιφάνεια τῆς Γῆς, ἡ δύοια ἔκτείνεται νοτίως τοῦ νοτίου πολικοῦ κύκλου.

“Η θερμοκρασία τῶν τόπων τῶν διαφόρων τούτων ζωνῶν εἶναι κατὰ τὴν αὐτὴν ἐποχὴν διάφορος. Τὴν μεγαλυτέραν θερμοκρασίαν ἔχουσιν οἱ τόποι τῆς διακεκαμένης ζώνης, διὸ οὖς εἶναι  $\varphi < 23^{\circ} 27'$ . Τὴν δὲ μικροτέραν ἔχουσιν οἱ τόποι τῶν κατεψυγμένων ζωνῶν διὸ οὖς εἶναι  $\varphi > 66^{\circ} 33'$ . Εἰς τοὺς τόπους τῶν εὐκράτων ζωνῶν, ἡ

θερμοκρασία είναι συγκεκρασμένη, ήτοι ούτε ὑπερβολικῶς ὑψηλὴ ούτε ὑπερβολικῶς χαμηλή.

\*Ασκήσεις. 136) Εἰς ποίαν ζώνην κεῖται αἱ Ἀθῆναι; Εἰς ποίαν τὸ Βεροῦλνον;

137) Εἰς ποίαν ζώνην κεῖται ἔκάτερος τῶν πόλων τῆς Γῆς;

138) Νὰ εὑρεθῇ πόσον μέρος τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς (ὑποτιθεμένης στρατιωτικῆς) κατέχει ἡ διακεκαυμένη ζώνη, πόσον αἱ εὐχρατοὶ καὶ πόσον αἱ καταψυγμέναι ζῶναι.

**§ 87. Μετάπτωσις τῶν ἴσημερινῶν σημείων.** Αποτελέσματα αὐτῆς.— Ὁ μέγας τῆς ἀρχαιότητος (2ου π.χ. αἰῶνος)<sup>6</sup> Ἑλλην ἀστρονόμος Ἰππαρχος συνέκρινε τὰς θέσεις τῶν ἀστέρων, οἱ δποῖοι ἦσαν ἀναγεγραμμένοι εἰς καταλόγους προγενέστερον αὐτοῦ συνταχθέντας, πρὸς ἐκείνας, τὰς δποίας οὗτοι ἐπὶ τῆς ἐποχῆς αὐτοῦ κατεῖχον. Παρατήρησε δὲ ὅτι, ἐν ᾧ τὰ πλάτη αὐτῶν ἔμειναν σχεδόν ἀμετάβλητα, τὰ μῆκη εἶχον αὐξηθῆ κατὰ τὴν αὐτῆν πάντα ποσότητα ἀντιστοιχοῦσαν εἰς ἐτησίαν αὔξησιν κατὰ 50'',26.

Ἡ αὔξησις αὕτη ὀφεῖλεται εἰς βραδεῖαν κατὰ τὴν ἀνάδρομον φορὰν κίνησιν τῶν ἴσημερινῶν σημείων. Ἡ τοιαύτη δὲ κίνησις τῶν ἴσημερινῶν σημείων καλεῖται μετάπτωσις αὐτῶν καὶ ὀφείλεται εἰς τὴν ἀκόλουθον αἵτιαν.

Ἐὰν ἡ Γῆ ἥτο σφαιρίδα ὅμοιομερῆς ἢ ἀπετελεῖτο ἐξ ὅμοκέντρων ὅμοιομερῶν στιβάδων, ἡ συνισταμένη τῶν ἐπὶ τῶν διαφόρων μορίων αὐτῆς ἔλεσεν τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Σελήνης θὰ ἐνήργει εἰς τὸ κέντρον τῆς Γῆς καὶ οὐδεμίαν θὰ εἴχει ἐπίδρασιν ἐπὶ τῆς διευθύνσεως τοῦ ἀξονος αὐτῆς.

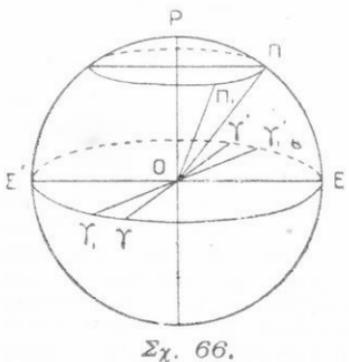
Άλλος δὲ ἡ Γῆ εἶναι ἔξωγκωμένη περὶ τὸν ἴσημερόν, ὁ δὲ Ἡλιος



Ιππαρχος ἐκ Νικαίας τῆς Βιθυνίας θεωρεῖται ὁ ἐνδοξότερος τῶν ἀστρονόμων τῆς ἀρχαιότητος διὰ τὸν μέγαν ἀριθμὸν τῶν παρατηρήσεων καὶ τὴν μεγάλην σχετικῶς πρὸς τὰ διατιθέμενα μέσα ἀκρίβειαν αὐτῶν. Τῷ βοηθείᾳ τοῦ γνώμονος ἔζηεν ὅτι ἡ διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους ἥτο κατά τι μικρότερα τῶν 360, 25 ἡμέρῶν, ἀνεκάλυψε τὴν ἀνισότητα τῶν ὥρῶν καὶ καθώρισε τὴν διάρκειαν ἑκάστης, ἐδίδαξε πρῶτος τὴν κοήσιν τῶν γεωγραφικῶν συντεταγμένων. Καθώρισε τὴν διάρκειαν τῆς συνοδικῆς καὶ ἀστρονῆτος περιφορᾶς τῆς Σελήνης, διέγνωσε τὰς μεταβολὰς τῆς λοξώσεως τῆς Ἐκλειπτικῆς καὶ πρῶτος συνέταξε συστηματικὸν κατάλογον ἀστέρων, περιέχοντα 1080 περίπου ἀστέρας. Ἡ ἔργασία αὐτῆς ἔδωκεν ἀφορμὴν εἰς τὴν ἀνακάλυψιν τῆς μεταπτώσεως τῶν ἴσημερινῶν σημείων.

καὶ ἡ Σελήνη ἔλκει τὸ ἐγγύτερον ἴσημερινὸν ἑξόγκωμα περισσότερον ἀπὸ τὸ ἀπώτερον. Ἐνεκα τούτου ἡ ὅρθεῖσα συνισταμένη ἐνεργεῖ εἰς σημείον διάφορον τοῦ κέντρου τῆς Γῆς καὶ διπερ κεῖται ἐν σχέσει πρὸς τὸν ἴσημερινόν, πρὸς ὃ μέρος κεῖται τὸ ἀντίστοιχον ἔλκον σῶμα "Ἡλιος ἢ Σελήνη." Ἀν ἡ Γῆ δὲν ἐστρέφετο περὶ ἄξονα, αὕτη ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τῶν προειρημένων ἔλξεων Ἡλίου καὶ Σελήνης θὰ ἐκινεῖτο οὕτως ὥστε ὁ ἴσημερινὸς νὰ πλησιάζῃ βραδέως μὲν ἀλλὰ συνεχῶς πρὸς τὴν Ἐκλειπτικὴν καὶ κατ' ἀκολουθίαν ὁ ἄξων τοῦ κόσμου πρὸς τὸν ἄξονα τῆς Ἐκλειπτικῆς. Ἐνεκα δμως τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τῆς Γῆς, ἡ ὅρθεῖσα κίνησις τῆς Γῆς τροποποιεῖται οὕτως ὥστε ἐνεκα ταύτης ὁ ἄξων τῆς Γῆς κατ' ἀκολουθίαν δὲ καὶ ὁ παράλληλος πρὸς αὐτὸν ἄξων τοῦ κόσμου στρέφεται βραδέως περὶ τὸν ἄξονα τῆς Ἐκλειπτικῆς ἕξ. Α πρὸς Δ καὶ συμπληροῦ μίαν περιφερὰν εἰς 25816 ἔτη περίπου.

"Ἐστω ἡδη P ὁ βόρειος πόλος τῆς Ἐκλειπτικῆς, ΟΠ ἡ διεύθυνσις τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου κατά τινα στιγμήν, ἡ ὅποια ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τῆς Γῆς κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν. Ἡ ἴσημερινὴ γραμμὴ γογ' ὡς κάθετος ἐπ' ἀμφοτέρους τοὺς ἄξονας ΟΡ καὶ ΟΠ εἶναι κάθετος καὶ ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον αὐτῶν ΡΟΠ (Σχ. 66.).



Ἡ μετάπτωσις τῶν ἴσημερινῶν σημείων προκαλεῖ τὰ ἀκόλουθα ἀποτελέσματα.

α'). *Μετάπτωσις τῶν ἴσημερινῶν*. Ἐνεκα τῆς μεταπτώσεως ὁ "Ἡλιος κινούμενος ἐπὶ τῆς Ἐκλειπτικῆς κατὰ τὴν δρθὴν φορὰν συναντᾷ τὸ γ εἰς θέσιν τινὰ γ<sub>1</sub>, ἡ ὅποια κεῖται 50°,26'. δυτικώτερον τῆς θέσεως, τὴν ὅποιαν τοῦτο κατεῖχε κατὰ τὴν προηγουμένην διεύτερην διάβασιν τοῦ Ἡλίου" δμοιον φαίνομενον συμβαίνει καὶ

"Ἐὰν μετά τινα χρόνον συνεπείᾳ τῆς ὅρθείσης κινήσεως τῆς Γῆς ὁ ἄξων τοῦ κόσμου λάβῃ τὴν διεύθυνσιν ΟΠ<sub>1</sub> δυτικώτερον τῆς προηγουμένης, ἡ ἴσημερινὴ γραμμὴ μένουσα πάντοτε κάθετος ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τῶν δύο ἀξόνων θὰ λάβῃ ἐέρων θέσιν γ<sub>1</sub>γ<sub>2</sub>, κάθετον ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον ΡΟΠ<sub>1</sub>. Οὗτο δὲ ἐκάτερον τῶν ἴσημερινῶν σημείων γ, γ' μετατοπίζεται δυτικώτερον.

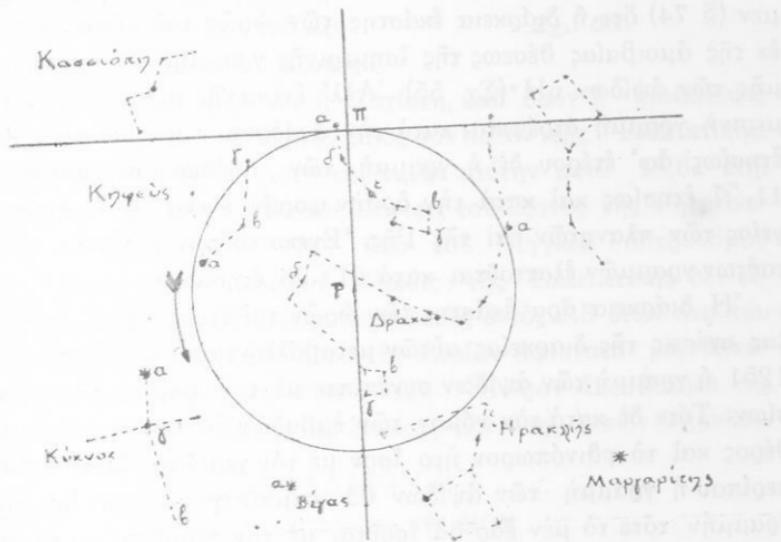
διὰ τὸ γ'. "Ωστε καθ' ἑκάστην ἴσημερίαν ὁ Ἡλιος εὑρίσκεται κατὰ 50',26 δυτικώτερον τῆς θέσεως, τὴν δποίαν κατεῖχε κατὰ τὴν προηγουμένην διμόνυμον ἴσημερίαν." Ενεκα τούτου ὁ μεταξὺ δύο διαδοχικῶν διμονύμων ἴσημεριῶν χρόνος εἶναι κατά τι μικρότερος ἔκεινου, τὸν δποῖον χρειάζεται ὁ Ἡλιος, διὰ νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὸ αὐτὸν ἀκίνητον σημεῖον τῆς τροχιᾶς του.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο λέγεται μετάπτωσις τῶν ἴσημεριῶν.

β'). *Μετάπτωσις τῶν ζωδίων.* Απὸ τῆς ἐποχῆς τοῦ Ἰππάρχου μέχρι σήμερον τὸ σημεῖον γ μετετοπίσθη πρὸς δυσμάς κατὰ 28° ἥτοι κατὰ ἓν περίπου δωδεκατημόριον. "Ενεκα τούτου τὸ πρῶτον ἀπὸ τοῦ γ ζώδιον τοῦ Ζῳδιακοῦ μετετοπίσθη πρὸς δυσμάς κατὰ 28°. Οὕτω δὲ κεῖται ἐπ' αὐτοῦ ὁ ἀστερισμὸς τῶν Ἱχθύων ἐν ᾧ ἐπὶ Ἰππάρχου ἔκειτο ἐπ' αὐτοῦ ὁ Κριός. Ομοίως ἐπὶ τοῦ ζῷδιον τοῦ Ταύρου, τὸ δποῖον ἐπίσης μετετοπίσθη πρὸς δυσμάς, κεῖται ὁ ἀστερισμὸς τοῦ Κριοῦ.

Η τοιαύτη τῶν ζῷδιων τοῦ ζῳδιακοῦ ἔξοδος ἐκ τῶν διμονύμων ἀστερισμῶν κολεῖται μετάπτωσις τῶν ζῷδιων.

γ'). *Μετάθεσις τῶν πόλων.* Η στροφὴ τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου



(7)

Σχ. 67.

περὶ τὸν ἄξονον τῆς Ἐκλειπτικῆς προκαλεῖ προφανῶς μετάθεσιν τῶν πόλων τοῦ Οὐρανοῦ. Ἐπανέρχεται δὲ ἑκαστος τούτων εἰς τὴν θέσιν

τὴν δύοιαν κατά τινα στιγμὴν ἔχει μετὰ 25816 ἑτη περίπου. Οὗτω πρὸ 4000 ἑτῶν ὁ β. πόλος ἔκειτο πλησίον τοῦ α τοῦ Δρακόντος, ὁ δύοις ἦτο τότε πολικὸς ἀστήρ. Σήμερον δὲ ἀπέχει περίπου  $1^{\circ} 10'$  ἀπὸ τοῦ α τῆς μικρᾶς ἀρκτοῦ, πρὸς τὸν δύοιον θὰ πλησιάζῃ μέχρι τοῦ 2110, ὅτε θὰ ἀπέχῃ αὐτοῦ  $27' 5''$ . Θὰ ἀρχίσῃ ἔπειτα νὰ ἀπομακρύνηται αὐτοῦ, θὰ διασχίσῃ τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Κηφέως τοῦ δύοιου διάφροδοι ἀστέρες θὰ γείνωσι μὲ τὴν σειρὰν πολικοὶ (Σχ. 67) καὶ μετὰ 8000 ἔτη θὰ γείνη τοιοῦτος ὁ α τοῦ Κύκνου. Μετὰ 12000 δὲ ἔτη πολικὸς θὰ εἴναι ὁ Βέγας.

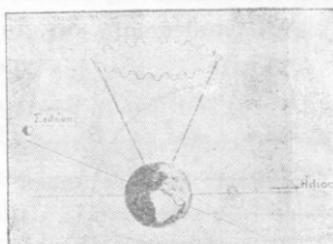
δ'). *Ἄλλαγὴ τῆς ὄψεως τοῦ ἐνάστρου οὐρανοῦ.* — Ἡ μεταβολὴ τῆς θέσεως τῶν πόλων προκαλεῖ ἐν ἑκάστῳ τόπῳ βραδεῖαν μεταβολὴν τῆς ὄψεως τοῦ ἐνάστρου οὐρανοῦ. Διότι εἴναι δυνατὸν σὺν τῷ χρόνῳ νὰ αὐξηθῇ ἢ ἀπόστασις ἀειφανῶν ἢ ἀφανῶν πρότερον ἀστέρων ἀπὸ τοῦ ἐγγυτέρου πόλου, οὕτοι δὲ νὰ ἀνατέλλωσι καὶ δύωσι. Καὶ τὸ ἀντίθετον ἐπίσης εἴναι δυνατὸν νὰ συμβῇ, ἵτοι ἀστέρες ἀνατέλλοντες καὶ δύοντες πρότερον νὰ καταστῶσι σὺν τῷ χρόνῳ ἀειφανεῖς ἢ ἀφανεῖς.

ε'). *Μεταβολὴ τῆς διαρκείας τῶν ὡρῶν τοῦ ἔτους.* Γνωρίζομεν (§ 74) ὅτι ἡ διάρκεια ἑκάστης τῶν ὡρῶν τοῦ ἔτους ἔξαρται ἐκ τῆς ἀμοιβαίας θέσεως τῆς ἴσημερινῆς γραμμῆς γγ' καὶ τῆς γραμμῆς τῶν ἀψίδων ηΗ (Σχ. 55). Ἀλλ' ἔνεκα τῆς μεταπτώσεως ἡ ἴσημερινὴ γραμμὴ στρέφεται κατὰ τὴν ἀνάδρομον φορὰν κατὰ  $50'$ , 26 ἔτησίως ἀφ' ἑτέρου δὲ ἡ γραμμὴ τῶν ἀψίδων στρέφεται κατὰ  $11,$   $7'$  ἔτησίως καὶ κατὰ τὴν ὁρθὴν φοράν, ἔνεκα τῆς ἐλκτικῆς ἐνεργείας τῶν πλανητῶν ἐπὶ τῆς Γῆς. Ἔνεκα τούτων ἡ γωνία τῶν δύο τούτων γραμμῶν ἐλαττοῦται κατὰ  $61'', 96'$  ἔτησίως.

Ἡ διάρκεια ἄρα ἑκάστης τῶν ὡρῶν τοῦ ἔτους καὶ αἱ πρὸς ἀλλήλας σχέσεις τῆς διαρκείας αὐτῶν μεταβάλλονται. Οὔτω κατὰ τὸ ἔτος 1251 ἡ γραμμὴ τῶν ἀψίδων συνέπιπτε μὲ τὴν γραμμὴν τῶν ἥλιοστασίων. Τότε δὲ κατὰ τὸν νόμον τῶν ἐμβαδῶν τὸ ἔαρ ἦτο ἵσον μὲ τὸ θέρος καὶ τὸ φθινόπωρον ἦτο ἵσον μὲ τὸν χειμῶνα. Μετὰ 4800 ἔτη περίπου ἡ γραμμὴ τῶν ἀψίδων θὰ συμπίπτῃ μὲ τὴν ἴσημερινὴν γραμμὴν τότε τὸ μὲν ἔαρ θὰ ἵσονται μὲ τὸν χειμῶνα, τὸ δὲ θέρος μὲ τὸ φθινόπωρον.

σ'). *Μεταβολὴ τῆς ὁρθῆς ἀναφορᾶς τῶν ἀστέρων.* — Ἡ μετάθεσις τοῦ σημείου γ προκαλεῖ προφανῶς βραδεῖαν αὐξησιν τῆς ὁρθῆς ἀναφορᾶς τῶν ἀστέρων, διότι τὸ γ λαμβάνεται ὡς ἀρχὴ τῆς μετρήσεως τῆς συντεταγμένης ταύτης.

**§ 88. Κλόνεσες τοῦ ἄξονος τῆς Γῆς.** — Ἡ ἐλκτικὴ ἑνέργεια τῆς Σελίνης ἐπὶ τοῦ γηῖνου ἴσημερινοῦ ἔξογκώματος προκαλεῖ καὶ ἐιέραν τινὰ βραδεῖαν κίνησιν τῆς Γῆς. Συνεπείᾳ ταύτης ὁ ἄξων τῆς Γῆς, κατὸ ἀκολουθίαν δὲ καὶ ὁ παράλληλος αὐτῷ ἄξων τοῦ κόσμου ἄλλοτε πλησιάζει καὶ ἄλλοτε ἀπομακρύνεται τοῦ ἄξονος τῆς Ἐκλειπτικῆς. Οὕτω δὲ ἡ γωνία τῶν ἄξόνων τούτων δὲν εἶναι σταθερά, ἀλλὰ κυμαίνεται περὶ μέσην τινὰ τιμήν. Ὁ πόλος δὲ Π τοῦ Οὐρανοῦ γράφει ἐντὸς 25816 ἑτῶν περὶ τὸν πόλον Ρ τῆς Ἐκλειπτικῆς κυματοειδῆ καμπύλην, ἥ ὅποια ἀποτελεῖται ἀπὸ 2800 περίπου ἡμιελλείψεις (Σχ. 68). Ἐκάστης τῶν ἡμιελλείψεων τούτων ὁ μέγας ἡμιάξων διευθύνεται πρὸς τὸν πόλον τῆς Ἐκλειπτικῆς καὶ εἶναι περίπου 9°, 21. Κατὰ ταῦτα ἡ γωνία τῶν προειρημένων ἄξόνων οὐδέποτε διατρέχει τῆς μέσης τιμῆς αὐτῆς περισσότερον τῶν 9°, 21. Ὄταν ὁ πόλος Π συμπίπτῃ μὲ τὸ ἄκρον τοῦ μεγάλου ἡμιάξονος ἡμιελλείψεώς τινος, ἥ γωνία τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου καὶ τοῦ ἄξονος τῆς Ἐκλειπτικῆς εἶναι μεγίστη, ἥ ἐλαχίστη, καθ' ὅσον ἡ ἡμιέλλειψις αὐτῇ στρέφει τὸ κοῦλον ἥ κυρτὸν πρὸς τὸν πόλον τῆς Ἐκλειπτικῆς. Ἀναλαμβάνει δὲ ἡ γωνία αὐτῇ τὴν τιμὴν ταύτην μετὰ 18,61 ἑτη.



Σχ. 68.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται κλόνισις τοῦ ἄξονος τῆς Γῆς, ἀνεκαλύφθη δὲ κατὰ τὸ ἔτος 1747 ὑπὸ τοῦ Ἀγγλοῦ ἀστρονόμου Bradley. Ἐνεκα τῆς κλονίσεως ἥ λόξωσις τῆς Ἐκλειπτικῆς δὲν εἶναι σταθερά. Αὕτη μεταβάλλεται περιοδικῶς ἐντὸς 9,3 ἑτῶν περίπου περὶ μέσην τινὰ τιμὴν αὐτῆς, ἀπὸ τὴν ὅποιαν ἀφίσταται μεγεθυνομένη ἥ ἐλαττουμένη τὸ πολὺ κατὰ 9°, 21. Ἐτερον ἀποτέλεσμα τῆς κλονίσεως εἶναι ἡ ἀνισοταχὴς μετάπτωσις τῶν ἴσημερινῶν σημείων.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β' ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ

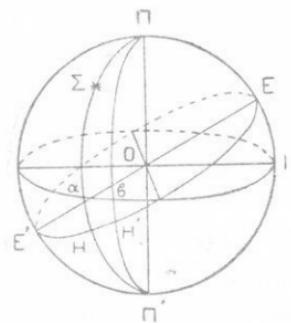
**§ 89. Ἀληθὴς ἡλεακὴ ἡμέρα.** — Ἡ ἀστρικὴ μέρα, ἵς ποιοῦνται χρῆσιν οἱ ἀστρονόμοι πρὸς μέτρησιν τοῦ χρόνου, δὲν εἶναι κατάλληλος χρονικὴ μονάς διὰ τὸ κοινὸν τῶν ἀνθρώπων, διότι ὁ βίος καὶ τὰ ἔργα αὐτῶν κανονίζονται ἐπὶ τῇ βάσει τῆς κινήσεως τοῦ Ἡλίου. Ἐνεκα τούτου προσφορτέρα θὰ ἦτο ἥ ἡμερησία κίνησις τοῦ Ἡλίου

πρὸς παροχὴν μετρικῆς τοῦ χρόνου μονάδος Ἡ κίνησις δὲ αὕτη τοῦ Ἡλίου ὁδηγεῖ ἡμᾶς φυσικῶς νὰ λάβωμεν ὡς μονάδα χρόνου τὴν ἀληθῆ ἡλιακὴν ἡμέραν ἵτοι τὸν χρόνον, ὃ διποῖς περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἄνω μεσουρανήσεων ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ τοῦ κέντρου τοῦ ἀληθοῦς Ἡλίου.

**Ἀληθῆς δὲ ἡλιακὸς χρόνος** ἡ ἀληθῆς ἡλιακὴ ὥρα τόπου τινὸς κατά τινα στιγμὴν καλεῖται ἡ ὡριαία γωνία τοῦ κέντρου τοῦ ἀληθοῦς Ἡλίου κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην.

Ἡ ἀληθῆς ὅμως ἡλιακὴ ἡμέρα δὲν δύναται νὰ χρησιμεύῃ ὡς χρονικὴ μονάς, διότι δὲν ἔχει σταθερὰν χρονικὴν διάρκειαν. Περὶ τούτου βεβαιούμεθα ὡς ἀκολούθως.

Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι ἀστήρ τις  $\Sigma$  (Σχ. 69) μεσουρανεῖ συγχρόνως μετὰ τοῦ Ἡλίου, ἵτοι ὃ ὡριαῖος τοῦ  $\Sigma$  καὶ ὃ ὡριαῖος τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου κατά τινα στιγμὴν ταῦτιζονται μετὰ τοῦ μεσημβρινοῦ τόπου τινός. Μετὰ μίαν ἀστρικὴν ἡμέραν ὃ μεσημβρινὸς τοῦ τόπου ταῦτιζεται πάλιν μετὰ τοῦ ὡριαίου τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$ , ἐν ᾧ ὃ Ἡλιος εὑρίσκεται ἀκόμη ἀνατολικώτερον ἐνεκα τῆς ἴδιας πρὸς ἀνατολὰς κινήσεως. Ἰνα δὲ καὶ οὗτος μεσουρανήσῃ εἰς θέσιν τινὰ  $H$  καὶ συμπληρωθῇ οὗτω μία ἡλιακὴ ἡμέρα,



Σχ. 69.

πρέπει ὃ μεσημβρινὸς τοῦ τόπου νὰ στραφῇ πρὸς ἀνατολὰς κατὰ τὴν διεδρον γωνίαν  $\Sigma \Pi' H$ . Ταῦτης μέτρον εἶναι τὸ τόξον αὐτὸν τοῦ ἴσημερινοῦ, τὸ διποῖον παριστᾶ τὴν αὔξησιν τῆς ὁρθῆς ἀναφορᾶς τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν ἡλιακὴν ἐκείνην ἡμέραν. Ὁ δὲ χρόνος, τὸν διποῖον θὰ δαπανήσῃ κατὰ τὴν στροφὴν ταύτην, ἰσοῦται προφανῶς πρὸς τὸν μετρόνυτα τὸ τόξον αὐτοῦ.

Κατὰ ταῦτα : Ἐκάστη ἡλιακὴ ἡμέρα ὑπερβαίνει τὴν ἀστρικὴν κατὰ τὴν αὔξησιν τῆς ὁρθῆς ἀναφορᾶς τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν ἡλιακὴν ταύτην ἡμέραν. Ἐπειδὴ δὲ ἡ αὔξησις αὕτη τῆς ὁρθῆς ἀναφορᾶς τοῦ Ἡλίου δὲν εἶναι σταθερὰ (§ 73), αἱ ἀληθεῖς ἡλιακαὶ ἡμέραι εἶναι ἄνισοι.

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

**§ 90. Μέσος ήλιακὸς χρόνος.** Κατὰ τὰ προηγουμένως λεχθέντα αἰτία τῆς ἀνισότητος τῶν ἀληθῶν ήλιακῶν ἡμερῶν εἶναι ἡ ἀνώμαλος κίνησις τοῦ Ἡλίου ἐπὶ τῆς Ἐκλειπτικῆς καὶ ἡ λόξωσις αὐτῆς. Ἐὰν δὲ Ἡλιος ἔκινεῖτο ἵσοταχῶς καὶ ἐπὶ τοῦ ἴσημερινοῦ, αἱ ἀληθεῖς ήλιακαὶ ἡμέραι θὰ ἦσαν ἵσαι πρὸς ἀλλήλας, ἢ δὲ ὑπεροχὴ ἕκαστης τούτων ὑπὲρ τὴν ἀστρικὴν θὰ ἦτο σταθερά.

"Ινα ἐπιτύχωσι τέ τοι τέλεσμα τοῦτο οἱ ἀστρονόμοι φαντάζονται ἔνα πλαστὸν Ἡλιον, δὲ ὅποιος κινεῖται κατὰ τὴν ὁρθὴν φορὰν καὶ ἵσοταχῶς ἐπὶ τοῦ οὐρ. ἴσημερινοῦ, διατρέχει δὲ τοῦτον εἰς ὅσον χρόνον δὲ ἀληθῆς Ἡλιος διατρέχει τὴν Ἐκλειπτικήν. Ὁ πλαστὸς οὗτος ἡλιος καλεῖται μέσος Ἡλιος. Ὅταν δὲ ἀληθῆς Ἡλιος διέρχηται διὰ τοῦ περιγείου ἢ τοῦ ἀπογείου, τὸ μῆκος τοῦ κέντρου αὐτοῦ ἵσοιται πρὸς τὴν ἄντιστοιχον ὁρθὴν ἀναφορὰν τοῦ μέσου Ἡλίου.

'Ο χρόνος, δὲ ὅποιος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἄνω μεσουρανήσεων τοῦ μέσου Ἡλίου, καλεῖται μέση ἡλιακὴ ἡμέρα. Ἡ στιγμὴ τῆς ἄνω μεσουρανήσεως τοῦ μέσου Ἡλίου καλεῖται μέσον μεσονύκτιον.

'Η μέση ἡλιακὴ ἡμέρα ἀρχεται διὰ μὲν τοὺς ἀστρονόμους τὴν μέσην μεσημβρίαν διὰ δὲ τὸν κοινὸν βίον τὸ μέσον μεσονύκτιον. Κατὰ τὴν δευτέραν ταύτην περίπτωσιν ἡ μέση ἡλιακὴ ἡμέρα διαιρεῖται εἰς δύο ἡμίση, ἐν μὲν πρὸς μεσημβρίας, ἔτερον δὲ μετὰ μεσημβρίαν. ἔκαστον τούτων ἀποτελεῖται ἐκ δώδεκα ὥρῶν.

'Η μέση ἡλιακὴ ἡμέρα εἶναι σταθερὰ καὶ ἵση πρὸς τὴν μέσην διάρκειαν τῶν ἀληθῶν ήλιακῶν ἡμερῶν ἐνὸς ἔτους. Ἐνεκα τοῦ σταθεροῦ μεγέθους αὐτῆς ἡ μέση ἡλιακὴ ἡμέρα λαμβάνεται ὡς μονὰς πρὸς μέτησιν τοῦ χρόνου.

'Η ἐν τινι τόπῳ ὁριαία γωνία τοῦ μέσου Ἡλίου κατὰ τινα στιγμὴν καλεῖται μέσος ἡλιακὸς χρόνος ἢ μέση ἡλιακὴ ὥρα τοῦ τόπου κατὰ τὴν στιγμὴν ἔκεινην.

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

**§ 91. Ἐξίσωσις τοῦ χρόνου** Ἡ διαφορά, τὴν δποιαν εὐρίσκομεν, διὰ ἀπὸ τοῦ μέσου χρόνου  $X_m$  ἀφαιρέσωμεν τὸν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν ἀληθῆ χρόνον  $X_a$ , καλεῖται ἐξίσωσις τοῦ χρόνου. Κατὰ ταῦτα, ἀν καλέσωμεν ε τὴν ἐξίσωσιν τοῦ χρόνου, θὰ εἶναι

$$= X_m - X_a, \text{ δθεν } X_m = X_a + \varepsilon$$

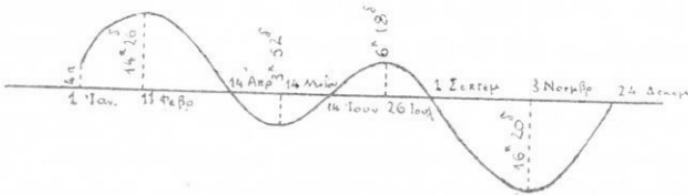
Αὕτη ἔκφραζει διτι : **Καθ'** ἐκάστην στιγμὴν δ μέσος χρόνος δισοῦται μὲ τὸν ἀληθῆ σὺν τῇ ἐξίσωσει τοῦ χρόνου.

Διὰ τὴν ἀληθῆ μεσημβρίαν αὕτη γίνεται  $X\mu=12$  ὥρ. + ε. Ἀν λοιπὸν θέλωμεν νὰ δεικνύωσι τὰ ὠρολόγια ἡμῶν μέσον ἡλιακὸν χρόνον, ἀρκεῖ νὰ κανονίσωμεν αὐτά, οὕτως ὥστε κατὰ τὴν ἀληθῆ μεσημβρίαν νὰ δεικνύωσιν ὡραν ἵσην πρὸς τὸ ἀδροεισμα 12 ὥρῶν καὶ τῆς ἔξισώσεως τοῦ χρόνου κατὰ τὴν ἡμέραν ἔκεινην.

Καὶ ἡ μὲν στιγμὴ τῆς ἀληθοῦς μεσημβρίας ὁρίζεται διὰ παρατηρήσεως τοῦ ἀληθοῦς Ἡλίου, ἡ δὲ τιμὴ τῆς ἔξισώσεως τοῦ χρόνου ὑπολογίζεται δι' ἐκάστην ἡμέραν τοῦ ἔτους διὰ μεθόδου, τὴν δποίαν διδάσκει ἡ Οὐρανίος Μηχανική. Παρέχουσι δὲ τὴν τιμὴν αὐτῆς δι' ὅλας τὰς ἡμέρας τοῦ ἔτους αἱ ἀστρονομικαὶ ἔφημερίδες.

Ἡ ἔξισωσις τοῦ χρόνου εἶναι ἄλλοτε θετικὴ καὶ ἄλλοτε ἀρνητικὴ, ὅπερ σημαίνει ὅτι προηγεῖται ἄλλοτε δὲ μέσος καὶ ἄλλοτε δὲ ἀληθῆς Ἡλίου. Τετράκις δὲ τοῦ ἔτους, ἥτοι τὴν 15 Ἀπριλίου, 14 Ιουνίου, 1 Σεπτεμβρίου καὶ 24 Δεκεμβρίου ἡ ἔξισωσις τοῦ χρόνου γίνεται μηδέν. Κατὰ τὰς ἡμέρας ταύτας δὲ ἀληθῆς καὶ δὲ μέσος Ἡλίος μεσουρανοῦσι συγχρόνως.

Τὸ (Σχ. 70) δεικνύει πῶς μεταβάλλεται ἡ ἔξισωσις ταῦ χρόνου



Σχ. 70.— Γραφικὴ παράστασις τῆς μεταβολῆς τῆς ἔξισώσεως τοῦ χρόνου.

κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους. Οὕτω τὴν μεγίστην τιμὴν 14π 26δ λαμβάνει αὐτῇ τὴν 11ην Φεβρουαρίου, τὴν δὲ ἐλαχίστην—16π 20δ λαμβάνει τὴν 3ην Νοεμβρίου.

“Οταν τὰ ὠρολόγια δεικνύωσι μέσον χρόνον τοῦ τόπου, ἡ δὲ ἔξισωσις τοῦ χρόνου εἶναι θετική, κατὰ τὴν ἀληθῆ μεσημβρίαν ἡ μέση ὥρα εἶναι προχωρημένη κατὰ τὴν ἔξισωσιν τοῦ χρόνου ε. Κατ' ἀκολουθίαν χρόνος ε ἀφαιρεῖται ἀπὸ τὸ μεσημβρινὸν τμῆμα τῆς ἡμέρας καὶ προστίθεται εἰς τὸ μεταμεοημβρινόν οὕτω δὲ τὸ τμῆμα τοῦτο τῆς ἡμέρας φαίνεται μεγαλύτερον τοῦ προμεσημβρινοῦ κατὰ χρόνον 2ε. Τὸ ἀντίθετον συμβαίνει, ὅταν ἡ ἔξισωσις τοῦ χρόνου εἶναι ἀρνητική.

Ἐὰν καλέσωμεν α τὴν ὁρθὴν ἀναφορὰν τοῦ κέντρου τοῦ ἀληθοῦς Ἡλίου κατά τινα στιγμὴν καὶ α' τὴν τοῦ μέσου Ἡλίου κατὰ

τὴν αὐτὴν στιγμήν, εὐκόλως εὑρίσκομεν ὅτι Χμ—Χα==α—α' ἢ  
ε==α—ά, ὅθεν α' == α — ε. Οὕτω γνωρίζοντες τὴν ἑξίσωσιν τοῦ  
χρόνου κατὰ τινα στιγμὴν καὶ μετροῦντες τὴν δρομὴν ἀναφορὰν τοῦ  
κέντρου τοῦ ἀληθοῦς Ἡλίου, εὑρίσκομεν τὴν δρομὴν ἀναφορὰν τοῦ  
μέσου Ἡλίου καὶ ἐπομένως καὶ τὴν θέσιν αὐτοῦ ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ  
ἰσημερινοῦ κατὰ τὴν δηθεῖσαν στιγμήν.

*Ἀσκήσεις. 139)* "Οταν τὰ ὡρολόγια ἡμᾶν ἔδεικνυν μέσον χρόνον Ἀθη-  
νῶν, ποῖον τῶν ἔκατέρωθεν τῆς μεσημβρίας τῆς 11 Φεβρουαρίου τμημά-  
των ἐφαίνετο μεγαλύτερον καὶ κατὰ πόσον;

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

141) Κατὰ ποιάς ἡμέρας τοῦ ἔτους τὰ δύο τμήματα τῆς ἡμέρας ἐφαί-  
νοντο ἀκριβῶς ἵσα;

**§ 92. Ἐπίσημος ὥρα.**— Εἶναι φανερὸν ὅτι δύο τό-  
ποι, οἵ δποιοι ἔχουσι διάφορον γεωγρ. μῆκος, ἢτοι κείνται εἰς  
διαφόρους μεσημβρινούς, ἔχουσι διάφορον μέσην ὥραν κατὰ τὴν  
αὐτὴν στιγμήν. Ἡ τεραστία ὅμως ἀνάπτυξις, τὴν δποίαν ἔλαβεν ἢ  
σιδηροδρομική, τηλεγραφική καὶ ἀεροπορική συγκοινωνία, καθιστᾶ  
πολλαπλῶς ὠφέλιμον τὴν ἀναγνώρισιν κοινῆς ὥρας δι' ὅλους τοὺς  
τόπους ἐνὸς κράτους μικρᾶς τούλαχιστον ἐκτάσεως. Ἔνεκα τούτου  
τὰ πλεῖστα πεπολιτισμένα κράτη παρεδέχθησαν ἀπὸ κοινοῦ τὸν  
ἀκόλουθον τρόπον καθορισμοῦ τῆς ὥρας δι' ἔκαστον τούτων.

Νοεῖται ἢ ἐπιφάνεια τῆς Γῆς διηρημένη διὰ 24 μεσημβριῶν  
εἰς ἀτράκτους 15° καὶ οὕτως ὁ α' τούτων νὰ διχοτομῇται ὑπὸ<sup>τοῦ</sup> μεσημβρινοῦ τοῦ Creenwich. Ἡ πρωτεύουσα ἔκαστον Κρά-  
τους δέχεται ὡς ὥραν τὴν μέσην ὥραν τοῦ μεσημβρινοῦ, δι' ὅποιος  
διχοτομεῖ τὸν περιέχοντα αὐτὴν ἀτράκτον. Ἡ ὥρα δὲ τῆς πρω-  
τεούσης θεωρεῖται ὡς ὥρα ὅλων τῶν τόπων τοῦ Κράτους τούτου,  
ἐφ' ὅσον τούλαχιστον τοῦτο δὲν ἐκτείνεται πολὺ καθέτως πρὸς τοὺς  
μεσημβρινούς.

Ἡ οὕτως δριζομένη ὥρα ἔκαστου κράτους καλεῖται ἐπίσημος  
ὥρα αὐτοῦ. Κατὰ τὸν τρόπον τοῦτον ἡ ἐπίσημος ὥρα δύνεται τόπων  
κειμένων εἰς διαφόρους ἀτράκτους διαφέρει κατὰ ἀκέραιον ὀρι-  
θμὸν ὥρῶν.

'Ἐν Εὐρώπῃ ὑπάρχουσιν αἱ ἀκόλουθοι τρεῖς ἐπίσημοι ὥραι. Ἡ  
ὥρα τοῦ Creenwich ἡ τῆς δυτικῆς Εὐρώπης, ἡ ὥρα τῆς κεντρι-  
κῆς Εὐρώπης, ἡ ὅποια ὑπερτερεῖ κατὰ 1 ὥραν τὴν προηγουμένην  
καὶ ἡ ὥρα τῆς ἀνατολικῆς Εὐρώπης, ἡ ὅποια ὑπερτερεῖ κατὰ 1  
ὥραν τὴν τῆς κεντρικῆς Εὐρώπης.

"Απὸ τῆς 15 Ἰουλίου 1916 ἡ Ἑλλὰς προσεχώρησεν εἰς τὸ ἐκτε-

Θὲν σύστημα καὶ ἔκτοτε ἔχει ὡς ἐπίσημον ὥραν τὴν ὥραν τῆς ἀνατολικῆς Εὐρώπης, ἡ δόποια εἶναι μεγάλυτέρα τῆς μέσης ὥρας <sup>5</sup>Αθηνῶν κατὰ 25π 5,1δ.

Ἡ εἰσαγωγὴ παρ’ ἡμῖν τῆς ἀνω ὁρθείσης ἐπισήμου ὥρας ἐτροποποιήσε τὰ φαινόμενα τῆς ἀνισότητος τῶν ἑκατέρων τῆς ἀληθοῦς μεσημβρίας τημάτων ἑκάστης ἡμέρας. Πρὸς κατανόησιν τούτου ἂς καλέσωμεν Χε τὴν ἐπίσημον ὥραν κατά τινα στιγμήν, Χμ τὴν μέσην ὥραν τῶν <sup>5</sup>Αθηνῶν καὶ Χα τὴν ἀληθῆ ἡλιακὴν ὥραν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν. Ἐπειδὴ ὡς εἴπομεν προηγουμένως, εἶναι  $Xe = Xm + 25\pi \ 5,1\delta$ , ἀφ’ ἐτέρου δὲ (§ 91) εἶναι  $Xm = Xa + \epsilon$ , ἐπειδὴ  $Xe - Xa = \epsilon + 25\pi \ 5\delta,1$ .

Ἡ λιστῆς αὕτη διὰ τὴν ἀληθῆ μεσημβρίαν γίνεται  
 $Xe = \epsilon + 25\pi \ 5\delta,1$ .

Ἐπειδὴ δὲ (§ 91) ἡ ἀπόλυτος τιμὴ τοῦ ε εἶναι πάντοτε μικρότερα τοῦ 25π 5,1δ, ἐπειδὴ διὰ τὴν ἀληθῆ μεσημβρίαν ἡ ἐπίσημος ὥρα, ἡν δεικνύουσι τὰ ώρολόγια ἡμῶν, εἶναι προχωρημένη κατὰ  $\epsilon + 25\pi \ 5,1\delta$  ὑπὲρ τὴν ἀληθῆ. Φάίνεται ἄρα τὸ μεταμεσημβρινὸν τιμῆμα τῆς ἡμέρας μεγαλύτερον τοῦ προμεσημβρινοῦ κατὰ χρόνον ( $\epsilon + 25\pi \ 5,1\delta$ )  $\times 2$ .

Ἡ διαφορὰ αὕτη εἶναι σημαντική, διὰ τοῦτο τοῦ χρόνου εἶναι θετική λαμβάνει δὲ ἡ διαφορὰ αὕτη τὴν 3ην Νοεμβρίου, διε γίνεται

$(14\pi \ 26\delta + 25\pi \ 5,1\delta) \times 2 = 1\delta\varrho. \ 19\pi \ 2,2\delta$ . Τὴν δὲ ἐλαχίστην τιμὴν ἔχει ἡ διαφορὰ αὕτη τὴν 3ην Νοεμβρίου, διε γίνεται

$(-16\pi \ 20\delta + 25\pi \ 5,1\delta) \times 2 = 17\pi \ 30,2\delta$ .

*Ἄσκησις.* 142) Πόσον φαίνεται μεγαλύτερον τὸ μεταμεσημβρινὸν ἀπὸ τὸ προμεσημβρινὸν τιμῆμα τῆς 1 *Ιανουαρίου παρ* <sup>5</sup> ἡμῖν;

143) Τὸ αὐτὸ διὰ τὴν 14ην Μαΐου, 26 Ιουλίου καὶ 3 Νοεμβρίου.

144) Τὸ αὐτὸ διὰ τὴν 15 *Απριλίου*, 14 *Ιουνίου*, 1 *Σεπτεμβρίου* καὶ 24 *Δεκεμβρίου*.

**§ 93. Τροπικὸν καὶ ἀστρικὸν ἔτος.**—Τροπικὸν ἔτος καλεῖται ὁ χρόνος, ὁ δόποιος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἀποκαταστάσεων τοῦ κέντρου τοῦ *Ἅλιου* εἰς τὸ σημεῖον γ.

Ο χρόνος οὗτος εἶναι σχεδὸν <sup>(1)</sup> σταθερὸς ἐπὶ τῇ βίσει δὲ πολυετῶν παρατηρήσεων ὑπελογίσθη εἰς 366,242217 ἀστρικὰς ἡμέρας. Ο ὑπολογισμὸς δὲ γίνεται ὡς ἔξης:

Διαιρεῖται ὁ χρόνος, ὁ δόποιος περιέχεται μεταξὺ δύο λίαν μεμα-

(1) Ἐπειδὴ ἡ μετάπτωσις τοῦ γ δὲν εἶναι ἀκριβῶς ἀνάλογος τοῦ χρόνου, τὸ τροπικὸν ἔτος ἐλαττοῦται κατὰ 108 ἐντὸς 2000 ἔτῶν.

κρυσμένων ἑαρινῶν ἰσημεριῶν, διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἄλλων ἰσημεριῶν, αἱ ὁποῖαι καὶ ἀυτὸν συνέβησαν, ηὔξημένου κατὰ 1. Οὕτως, ἂν μεταξὺ ἑαρινῆς ἰσημερίας, ἡτις λαμβάνεται πρώτη καὶ τῆς 25ης ἀπ' ἀυτῆς παρῆλθον αἱ ἀστρικαὶ ἡμέραι, ή διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους εἶναι  $\frac{\alpha}{24}$  ἀστρικαὶ ἡμέραι.

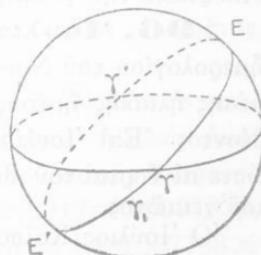
Ἐντὸς ἐνὸς τροπικοῦ ἔτους τὸ σημεῖον γ γένεια τῆς ἡμερησίας κινήσεως γράφει τόξον  $360^{\circ} \times 366,242217$ . Κατὰ τὸν αὐτὸν δὲ χρόνον ὁ μέσος Ἡλίος διαγράφει κατὰ φορὰν ἀντίθετον  $360^{\circ}$ . Τράφει ἄρα ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὸς τόξον  $360^{\circ} \times 366,242217 - 360^{\circ} = 360^{\circ} \times 365,242217$ . Ωστε τὸ τροπικὸν ἔτος ἔχει  $365,242217$  μέσας ἡλιακὰς ἡμέρας.

<sup>3</sup>Ἀστρικὸν ἔτος καλεῖται ὁ χρόνος, ὁ δποῖος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχιῶν ἀποκαταστάσεων τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου εἰς τὸ αὐτὸν σημεῖον τῆς <sup>3</sup>Εκλειπτικῆς.

Ἐὰν τὸ σημεῖον γ γέμεινεν ἀκίνητον ἐπὶ τῆς <sup>3</sup>Εκλειπτικῆς, τὸ ἀστρικὸν καὶ τὸ τροπικὸν ἔτος θὰ ἦσαν ἴσα. Ἀλλ ἔνεκα τῆς μεταπτώσεως τὸ σημεῖον γ κινεῖται κατὰ τὴν ἀνάδρομον φορὰν διαγράφοντας τόξον  $\gamma\gamma_1 = 50'',26$ . Ἐνεκα τούτου μετὰ πάροδον ἐνὸς τροπικοῦ ἔτους ὁ Ἡλίος εὑρίσκεται εἰς τὸ γ<sub>1</sub> (<sup>3</sup>Σχ. 71), ἵνα δὲ ἔλθῃ εἰς τὸ γ καὶ συμπληρωθῇ οὗτος ἐν ἀστρικὸν ἔτος, πρόπει νὰ παρέλθῃ χρόνος τις, καθ' ὃν νὰ διανύσῃ τὸ τόξον  $\gamma\gamma_1$ . Είναι δην τὸ ἀστρικὸν ἔτος μεγαλύτερον τοῦ τροπικοῦ κατὰ  $0,014157$  μ. ἥλ. ἡμέρας, τὰς δποῖας χρειάζεται ὁ Ἡλίος, ἵνα διανύσῃ τὸ τόξον  $50'',6$ .

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

**§ 94. Πολετικὸν ἔτος.**— Πρὸς μέτρησιν τοῦ χρόνου καὶ ἔκφρασιν τῶν χρονολογιῶν, κατὰ τὰς δποῖας συνέβησαν ἀξιοσημείωτα γεγονότα, οὐδὲν τῶν προειδημένων ἐτῶν εἶναι κατάληλον διὰ τὸν κοινὸν βίον τῶν ἀνθρώπων. Διότι τὸ τροπικὸν καὶ ἀστρικὸν ἔτος ἀποτελεῖται ἐξ ἀκεραίου καὶ κλασματικοῦ ἀριθμοῦ ἡμερῶν· οὗτος δὲ, ἀν ἐν τούτων ἐλαμβάνετο ὡς χρονικὴ μονάς, θὰ ὑπῆρχε μία ἡμέρα, ή δποία θὰ ἀνῆκεν εἰς δύο διάφορα διαδοχικὰ ἔτη. Διὰ τοῦτο λαμβάνεται ὡς χρονικὴ μονάς ἔτερόν τι ἔτος, τὸ δποῖον ἀποτελεῖται ἐξ ἀκεραίου ἀριθμοῦ μέσων ἡλιακῶν ἡμερῶν. Τὸ ἔτος τοῦτο καλεῖται **πολετικὸν ἔτος**.



Σχ. 71.

Ίνα δὲ αἱ ὅραι τοῦ ἔτους, αἱ δροῖαι κανονίζουσι τὰ γεωργικὰ ἔργα καὶ ἔξασκοῦσι μεγίστην ἐπίδρασιν ἐπὶ τοῦ βίου τῶν ἀνθρώπων, ἐπανέρχονται εἰς τὰς αὐτὰς πάντοτε χρονολογίας τοῦ πολιτικοῦ ἔτους, πρότερι τὸ πολιτικὸν ἔτος νὰ συμφωνῇ, ὅσον τὸ δυνατὸν περισσότερον μὲ τὸ τροπικὸν ἔτος. Πρὸς ἐπίτευξιν τῆς συμφωνίας ταύτης μεταξὺ πολιτικοῦ καὶ τροπικοῦ ἔτους ἐγένετο διαδοχικῶς χρῆσις διαφόρων ἡμερολογίων, ὃν σπουδαιότερα εἶναι τὰ ἀκόλουθα.

**§ 95. Ἡμερολόγιον τοῦ Νουμᾶ.**—Τὸ πρῶτον ἡμερολόγιον τῆς ἀρχαιότητος, περὶ τοῦ ἑπτούντην κατέχομεν δεδομένα ἀληθῶς ἀκριβῆ, εἶναι τὸ ἡμερολόγιον τοῦ Νουμᾶ, οὗ ἡ χρῆσις διήρκεσε παρὰ Ρωμαίοις ἀπὸ τοῦ 700 μέχρι τοῦ 44 π. Χ. Κατὰ τοῦτο τὸ κοινὸν ἔτος ἦτο διηγημένον εἰς 12 μῆνας, οἵ δροῖαι εἶχον ἐναλλάξ ἀπὸ 29 καὶ 30 ἡμέρας. Ἡ διλικὴ ὅδεν διάρκεια τοῦ ἔτους τούτου ἦτο 354 ἡμέρας. Ἐπειδὴ δὲ ἐφρόνουν ὅτι τὸ τροπικὸν ἔτος ἀπετελεῖτο ἀπὸ 365 ἡμέρας, ἔκαστον κοινὸν ἔτος παρηκολουθεῖτο ὑπὸ ἐνὸς ἀνωμάλου, τὸ δόπιον περιτίχε συμπληρωματικόν τινα μῆνα ἔξ 22 ἡμερῶν. Οὕτω δὲ ἥρετο ἡ μεταξὺ τοῦ τροπικοῦ καὶ τοῦ κοινοῦ ἔτους κατὰ τὴν γνώμην των διαφορὰ τῶν 11 ἡμερῶν.

**§ 96. Ἰουλεαγὸν ἡμερολόγιον.**—Ἐπειδὴ τὸ ἔτος τοῦ ἡμερολογίου τοῦ Νουμᾶ ἦτο μικρότερον τοῦ τροπικοῦ κατὰ 0,242217 μέσης ἡλιακῆς ἡμέρας, αἱ χρονολογίαι προύχωρουν ταχύτερον τοῦ δέοντος. Ἐπὶ Ἰουλίου Καΐσαρος δὲ εἶχον τοσοῦτον προχωρήσει, ὥστε αἱ ἕορται τοῦ θερισμοῦ συνέπιπτε νὰ ἔορτάζονται εἰς τὸ τέλος τοῦ χειμῶνος.

Οἱ Ἰουλίος Καΐσαρος ἐπεχείρησε κατὰ τὸ ἔτος 45 π. χ. νὰ ἄρῃ τὴν ἀσυμφωνίαν ταύτην καὶ νὰ μεταρρυθμίσῃ τὸ ἡμερολόγιον οὕτως ὥστε νὰ μὴ ἐπαναληφθῇ αὖτη εἰς τὸ μέλλον. Πρὸς τοῦτο μετεκαλέσατο ἐξ Ἀλεξανδρείας τὸν ἀστρονόμον Σωσιγένην καὶ κατὰ τὰς ὑποδείξεις αὐτοῦ προέβη εἰς τὴν μεταρρύθμισιν ταύτην. Καὶ κατὰ πρῶτον ἐπεξέτεινε τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους τῆς μεταρρυθμίσεως (45 π. χ. ἦ 709 ἀπὸ κτίσεως τῆς Ρώμης) εἰς 445 ἡμέρας, ὅπως ἡ ἀρχὴ τοῦ ἔτους δρισθῇ εἰς τοιαύτην ἐποχήν, ὥστε οἱ διάφοροι ἕορται νὰ ἔορτάζονται εἰς τὰς καταλλήλους ὥρας τοῦ ἔτους. Τὸ ἔτος δὲ τοῦτο ἐκλήθη ἔτος συγχίσεως.

Ἐδώκει δὲ εἴτα εἰς τὸ πολιτικὸν ἔτος μέσην διάρκειαν 365,25 ἡμερῶν, ὅση ἐπὶ Ἰππάρχου ἐπιστεύετο ἡ διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους. Πρὸς τοῦτο διέταξεν, ὅπως ἐκ τεσσάρων διαδοχικῶν ἐτῶν τὰ μὲν τρία πρῶτα περιέχωσιν ἀνὰ 365 ἡμέρας ἔκαστον, τὸ δὲ τέταρτον 366 ἡμέρας.

‘Η πρόσθετος ήμέρα ἔκάστου τετάρτου ἔτους παρενείθετο μεταξὺ 23ης καὶ 24ης Φεβρουαρίου καὶ ἐκαλεῖτο δις ἔκτη πρὸ τῶν Καλλενδῶν τοῦ Μαρτίου, διότι ἡ 24 Φεβρουαρίου ἐκαλεῖτο ἔκτη πρὸ τῶν Καλλενδῶν τοῦ Μαρτίου. Ἐκ τοῦ ὀνόματος δὲ τῆς προσθέτου ταύτης ήμέρας τὰ ἔτη, τὰ ὅποια περιέχουσιν αὐτήν, ἐκλήθησαν δίσεκτα ἔτη.

Τὴν σῆμερον ἡ πρόσθετος αὕτη ήμέρα ἀκολουθεῖ τὴν 28 Φεβρουαρίου· οὗτω δὲ οὔτως ἔχει 28 μὲν ήμέρας διὰ τὰ κοινὰ ἔτη, 29 δὲ διὰ τὰ δίσεκτα.

Τὸ ήμερολόγιον τοῦτο ἐκλήθη Ἰουλιανὸν ήμερολόγιον ἐκ τοῦ ὀνόματος τοῦ Ἰουλίου Καίσαρος, ἀν καὶ οὐδεὶς ἀρνεῖται ὅτι τοῦτο εἴναι ἔργον τοῦ Σωσιγένους. Τοῦτο λέγεται κατ' ἀρχὰς καθ' ἄπασαν τὴν Ρωμαϊκὴν ἐπικράτειαν καὶ ἀκολούθως εἰς δόλας τὰς χριστιανικὰς χώρας. Ἐπειδὴ δὲ ἀπὸ τοῦ VI μ. Χ. αἰῶνος οἱ Χριστιανοὶ ἥρχισαν νὰ λαμβάνωσιν ὡς ἀρχὴν τῆς χρονολογίας τὸ ἔτος τῆς γεννήσεως τοῦ Ἰησοῦ Χριστοῦ, παρετηρήθη δὲ ὅτι ἐν τῇ σειρᾷ τῶν ἀπὸ ταύτης μετρουμένων ἔτῶν 1, 2, 3, 4 . . . κάθε τέταρτον ἔτος διαιρεῖται διὰ 4, καθιερώθη ὁ ἑξῆς κανὼν. Κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ήμερολόγιον δίσεκτα εἶναι τὰ ἔτη, τῶν ὅποιων ὁ ἀριθμὸς εἶναι διαιρετὸς ὑπὸ τοῦ 4.

**§ 97. Γρηγοριανὸν ήμερολόγιον.**— Ἐπειδὴ τὸ τροπικὸν ἔτος ἀποτελεῖται ἀκριβῶς ἐκ 365,242217 μέσων ήλιακῶν ήμερῶν, ἡ μέση διάρκεια τοῦ πολιτικοῦ ἔτους τοῦ Ἰουλιανοῦ ήμερολόγιου ὑπερέχει τοῦ τροπικοῦ κατὰ  $365,25 - 365,242217 = 0,007783$  μ. ήμέρας. Ἡ διαφορὰ αὕτη ἐντὸς 400 ἔτῶν ἀνέρχεται εἰς  $0,007783 \times 400 = 3,1132$  μ. ἡλ. ήμέρας. Ἡ χρονολογία ἀριθμούσης διερεύεται κατὰ 3,1132 μ. ἡλ. ήμέρας ἀνὰ 400 ἔτη.

‘Η ἐν Νικαίᾳ κατὰ τὸ ἔτος 325 μ. Χ. συνελθοῦσα Οἰκουμενικὴ Σύνοδος ἐθέσπισε κανόνα<sup>(1)</sup> πρὸς ἕορτασμὸν τοῦ Πάσχα, ὅστις εἰλένει ὡς προϋπόθεσι, ὅτι ἡ ἑαρινὴ ἴσημερία θὰ συνέβαινε πάντοτε τὴν 21 Μαρτίου, ὡς κατὰ τὸ ἔτος 325 συνέβη. ‘Ἄλλ’ ἔνεκα τῆς ὁρθείσης βραδύτητος τῶν χρονολογῶν μετὰ 128 ἔτη περίπου ἡ ἴσημερία αὗτη συνέβη τὴν 20 Μαρτίου, εἴτα τὴν 19 καὶ οὔτω καθ' ἑξῆς. Κατὰ δὲ τὸ ἔτος 1582 ἦτοι 1257 ἔτη μετὰ τὴν ἐν Νικαίᾳ Σύνοδον ἡ ἑαρινὴ ἴσημερία συνέβη 10 ήμέρας βραδύτερον, ἦτοι τὴν 11 Μαρ-

(1) Κατὰ τοῦτον τὸ Πάσχα ἔορτάζεται τὴν πρώτην Κυριακήν μετὰ τὴν πανσέληνον, ἡτις συμβαίνει κατὰ ἡ μετὰ τὴν ἑαρινὴν ἴσημερίαν. ‘Ἐὰν δὲ ἡ πανσέληνος αὕτη συμβῇ κατὰ Κυριακήν, τὸ Πάσχα ἔορτάζεται τὴν ἐπομένην Κυριακήν.

τίου, ἐν φῷ ἡ ἕօρτὴ τοῦ Πάσχα ὠρίζετο, ὡς ἂν ἡ Ἰσημερία αὕτη συνέβαινε τὴν 21 Μαρτίου.

Ίνα διορθώσῃ τὸ σφάλμα τοῦτο ὁ Πάπας Γεργύδριος ὁ ΙΓ' βιωθόμενος καὶ ὑπὸ τοῦ ἐκ Καλαβρίας ἀστρονόμου Lilio, διέταξεν ὅπως ἡ μετὰ τὴν 4ην Ὁκτωβρίου 1582 ἡμέρα κληθῇ 15 Ὁκτωβρίου καὶ οὐχὶ 5 Ὁκτωβρίου. Ίνα δὲ μὴ εἰς τὸ μέλλον ἐπαναῆται φθῆ τὸ σφάλμα τοῦτο,<sup>1</sup> ὥρισεν δπως ἐντὸς 400 ἑτῶν μὴ λαμβάνωνται 100 δίσεκτα ἔτη, ὡς κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον, ἀλλὰ μόνον 97. Οὕτω δὲ ἡ χρονολογία ὑστερεῖ ἐντὸς 400 ἑτῶν μόνον κατὰ 0,1132 μ. ἡλ. ἡμέρας καὶ πρέπει νὰ παρελθωσι 4000 ἔτη, δπως ἡ χρονολογία ὑστερήσῃ κατὰ 1,132. ἡμ.

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

Τὸ ἡμερολόγιον τοῦτο *Γεργυριανὸν ἡμερολόγιον* κληθὲν ἐγένετο διαδοχικῶς ἀσπαστὸν ὑπὸ τῶν πλείστον λαῶν τῆς Εὐρώπης. Ἡ κατὰ τὸ ἡμερολόγιον τοῦτο χρονολογία προηγεῖται ἥδη τῆς κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν κατὰ 13 ἡμέρας. Διότι κατὰ 10 ἡμέρας προηγήθη τὸν Ὁκτωβριον τοῦ 1582, ἀνὰ μίαν δὲ ἡμέραν προηγήθη τὰ ἔτη 1700, 1800, 1900, τὰ δποῖα ἥσαν δίσεκτα μὲν κατὰ τὸ Ἰουλιανόν, κοινὰ δὲ κατὰ τὸ Γεργυριανὸν ἡμερολόγιον.

Διὰ νομοθετικοῦ διατάγματος τῆς 25 Ἰανουαρίου 1923 ἐθεσπίσθη, δπως καὶ παρ'<sup>2</sup> ἡμῖν ἡ μετὰ τὴν 15 Φεβρουαρίου 1923 ἡμέρα κληθῇ 1η Μαρτίου. Οὕτω δὲ εἰσήχθη καὶ παρ'<sup>3</sup> ἡμῖν πολιτικῶς τὸ Γεργυριανὸν ἡμερολόγιον, τὸ δὲ Ἰουλιανὸν παρέμεινεν μόνον ὡς θρησκευτικὸν ἡμερολόγιον μέχρι τῆς 23 Μαρτίου 1924, ὅτε ἐπεξετάθη καὶ εἰς τὴν Ἐπκλησίαν τὸ Γεργυριανὸν ἡμερολόγιον.<sup>4</sup> Έκτοτε μόνον αἱ κινηταὶ ἕօρται κανονίζονται ἔτι κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον.

*Ἀσκήσεις.* 145) Ἡ κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον 1 Ἰανουαρίου 1583 ποίαν ἡμερομηνίαν τοῦ Γεργυριανοῦ ἡμερολογίου ἔφερε;

146) Ἡ κατὰ τὸ Γεργυριανὸν ἡμερολόγιον 7 Μαρτίου 1630 ποίαν ἡμερομηνίαν ἔφερε κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον;

147) Κατὰ ποίαν ἡμερομηνίαν τοῦ Γεργυριανοῦ ἡμερολογίου ἀνεκηρύχθη ἡ Ἑλλ. Ἐπανάστασις;

148) Ποίαν ἡμερομηνίαν θὰ φέρῃ κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον ἡ κατὰ τὸ Γεργυριανὸν 14 Μαρτίου τοῦ ἔτους 2100;

149) Ἐγεννήθη τις τὴν 20ην Μαρτίου 1904 κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον. Πόσην ἡλικιαν ἔχει τὴν 1ην Αὐγούστου 1931 κατὰ τὸ Γεργυριανὸν ἡμερολόγιον;

**§ 98. Γνώμων.** Πᾶς στύλος, ὁ δποῖος στερεοῦται καθέ-  
Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

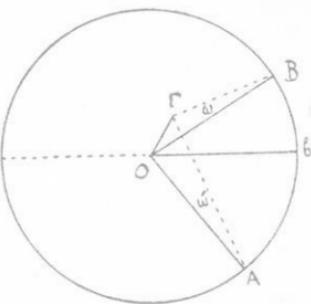
τως ἐπὶ ὄριζοντίου ἐπιπέδου καὶ εἶναι ἐκτεθειμένος εἰς τὰς ἥλιακὰς ἀκτῖνας καλεῖται γνώμων. Τοιοῦτοι γνώμονες ἦσαν πρὸ ἀμνημονεύτων ἐτῶν ἐν χρήσει παρὰ τοῖς Σίναις, Αἴγυπτοις καὶ Χαλδαίοις, ἀφ' ὧν παρέλαβον αὐτοὺς καὶ οἱ Ἑλληνες.

Βραδύτερον οἱ γνώμονες ἐτελειοποιήθησαν διὰ τῆς προσαρμογῆς εἰς τὴν κορυφὴν τοῦ στύλου δίσκου φέροντος μικρὰν δπήν. Διὰ ταύτης εἰς τὸ ἄκρον τῆς σκιᾶς τοῦ γνώμονος σχηματίζεται μικρὸν φωτεινὸν εἴδωλον τοῦ Ἡλίου, τὸ δποῖον καθιστᾶ καταφανῆ τὴν θέσιν τοῦ πέρατος τῆς σκιᾶς τοῦ στύλου.

Διὰ τοῦ γνώμονος ἐκτελοῦμεν τὰς ἀκούούσις ἔργασίας.

α'. *Εὔρεσις τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς.* Ὁλίγον μετὰ τὴν ἀνατολὴν τοῦ Ἡλίου χαράσσομεν ἐπὶ τοῦ ὄριζοντίου ἐπιπέδου τὴν διεύθυνσιν ΟΒ τῆς σκιᾶς τοῦ γνώμονος ΟΓ καὶ μὲ κέντρον τὸν πόδα Ο τοῦ γνώμονος καὶ ἀκτῖνα τὸ μῆκος ΟΒ τῆς σκιᾶς αὐτοῦ γράφομεν ἐπὶ τοῦ ὄριζοντίου ἐπιπέδου περιφρειαν κύκλου. Τοῦ Ἡλίου βαθμηδὸν καὶ κατ' δλίγον πρὸς τὸν μεσημβρινὸν ἀνερχομένου τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς αὐτοῦ ἐλαττοῦται, μέχρις οὗ κατὰ τὴν μεσημβρινὸν λάβῃ τὴν ἐλαχίστην αὐτοῦ τιμήν. Είτα τοῦ Ἡλίου κατερχομένου ἡ σκιὰ τοῦ γνώμονος ἀρχεται ἐπιμηκυνομένη καὶ κατὰ τινὰ στιγμὴν τὸ ἄκρον αὐτῆς Α ενδίσκεται πάλιν ἐπὶ τῆς χαραχθείσης περιφρειας. Χαράσσομεν καὶ τῆς σκιᾶς ταύτης τὴν διεύθυνσιν καὶ διχοτομοῦμεν τὴν ὑπὸ ταύτης καὶ τῆς τὸ πρῶτον χαραχθείσης σχηματιζομένην γωνίαν. Ἡ διχοτόμος ΟΘ τῆς γωνίας ταύτης εἶναι ἡ μεσημβρινὴ γραμμὴ. Τῷ δόντι. Ἐπειδὴ τὰ δρόμ. τρίγωνα ΟΓΑ, ΟΓΒ είναι ἵσα, ἔπειται δτι  $\omega = \omega'$ , ἡτοι ὁ ἀστὴρ ἔχει τὸ αὐτὸν ὑψος κατὰ τὰς θεωρηθείσας στιγμάς. Ἐπειδὴ δὲ τὸ ἐπίπεδον ΓΟΘ διχοτομεῖ τὴν ὑπὸ τῶν κατακούφων αὐτοῦ κατὰ τὰς στιγμὰς ταύτας σχηματιζομένην διεδρον γωνίαν ἔπειται (§ 12) δτι ΓΟΘ εἶναι τὸ ἐπίπεδον τοῦ οὐρ. μεσημβρινοῦ καὶ κατ' ἀκολουθίαν ΟΘ εἶναι ἡ μεσημβρινὴ γραμμή.

β'). *Εὔρεσις τῆς ἀληθοῦς μεσημβρίας.* Ἐχοντες ἡδη κεχαραγμένην τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν εὑρίσκομεν εὐκόλως τὴν ἀληθῆ μεσημβρινὴν καθ' ἐκάστην ἀνέφελον ἡμέραν παρατηροῦντες τὴν στιγμήν, καθ' ἥν ἡ σκιὰ τοῦ γνώμονος ἔχει τὴν διεύθυνσιν τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς.



Σχ. 72.

γ'.) **Εύρεσις τῶν τροπῶν.** Εὑρισκόμενοι εἰς τόπον τοῦ βορᾶς ήμισφαιρίου τῆς Γῆς, δ ὅποῖς ἔχει γεωγρ. πλάτος μεγαλύτερον τῶν  $23^{\circ}27'$  ενδίσκομεν τὰς τροπὰς διὰ τοῦ γνώμονος δι; ἀκολούθως. Τὸ μῆκος τῆς μεσημβρινῆς σκιᾶς τοῦ γνώμονος ἐλαττοῦται, ἐφ ὅσον δ "Ηλιος μεσουρανεὶ ὑψηλότερον καὶ αὐξάνει, καθ' ὅσον οὗτος μεσουρανεὶ χαμηλότερον." Εχει ἄρα, ἡ μεσημβρινὴ σκιὰ τὸ μέγιστον μὲν μῆκος κατὰ τὴν χειμερινήν, τὸ ἐλάχιστον δὲ κατὰ τὴν θερινήν τροπήν. Ἐὰν δούμεν σημειώσωμεν ἐπὶ ἐν ἔτος καθ' ἑκάστην μεσημβρίαν τὸ ἄκρον τῆς σκιᾶς τοῦ γνώμονος, ἀνευρίσκομεν δύο ἄκρα, διν τὸ μὲν ἔγγυτερον πάντων πρὸς τὸν πόδα τοῦ γνώμονος, τὸ δὲ ἀπότερον πάντων. Ὅταν τοῦ 'Ηλίου μεσουρανοῦτος ἡ σκιὰ τοῦ γνώμονος καταλήγῃ εἰς τὸ ἔγγυτερον σημεῖον, εἶναι θερινὴ τροπή, διταν δὲ καταλήγῃ εἰς τὸ ἀπότετον εἶναι χειμερινὴ τροπή.

**ΣΗΜ.** Διὰ τοῦ γνώμονος ἐπίσης δοῖται τὴν μεσημβρινὴν ζενιθίαν ἀπόστασιν τοῦ 'Ηλίου καὶ τὸ γεωγρ. πλάτος τοῦ τόπου, ἐφ' οὗ ἵσταται οὗτος. Τὸν τρόπον τοῦ δορισμοῦ τούτου παραλείπομεν χάριν συντομίας.

**Ασκήσεις.** 150) Πόσον εἶναι τὸ ὑψος τοῦ γνώμονος, ὅστις ρίπτει σκιὰν 3 μέτρων, καθ' ἣν στιγμὴν ἡ ζενιθία μεσημβρινὴ ἀπόστασις τοῦ 'Ηλίου εἶναι  $30^{\circ}$ ;

151) Πόσην σκιὰν ὁρίπτει γνώμων  $12\mu$ , διταν τὸ ὑψος τοῦ 'Ηλίου εἶναι  $52^{\circ}$ ;

152) Πόσον εἶναι κατὰ τὴν θερινὴν τροπὴν τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς γνώμονος ὑψους 6 μ. εἰς τόπον γεωγρ. πλάτους  $40^{\circ}$ ;

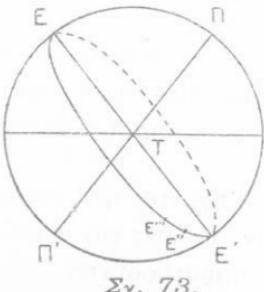
153) Εἰς πόσον ὑψος μεσουρανεὶ κατὰ τὴν χειμερινὴν τροπὴν δ "Ηλιος εἰς τόπον γ. πλάτους  $45^{\circ}$ ;

154) Ἡ ἐν τινι τόπῳ ζενιθίᾳ ἀπόστασις τοῦ 'Ηλίου κατὰ τὴν μεσημβρίαν τῆς μὲν θερινῆς τροπῆς εἶναι  $32^{\circ} 15'$  τῆς δὲ χειμερινῆς  $47^{\circ} 45'$ . Πόσον εἶναι τὸ γ. πλάτος τοῦ τόπου τούτου;

155) Εἰς γ. πλάτους  $50^{\circ}$  ἡ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ 'Ηλίου κατὰ τὴν μεσημβρίαν τῆς θερινῆς τροπῆς εἶναι  $26^{\circ} 35'$ . Πόση εἶναι ἡ ζενιθία αὐτοῦ ἀπόστασις κατὰ τὴν μεσημβρίαν τῆς χειμερινῆς τροπῆς;

156) Πόση εἶναι ἡ ἀπόκλισις τοῦ 'Ηλίου, καθ' ἣν ἡμέραν γνώμων ὑψους 12 μ. ρίπτει σκιὰν 8μ. ἐν τόπῳ, ὅστις ἔχει γ. πλάτος  $50^{\circ}$ ;

### § 99. Ἀρχὴ τῶν ἡλιακῶν ὠρολογίων.—'Ηλιακὰ



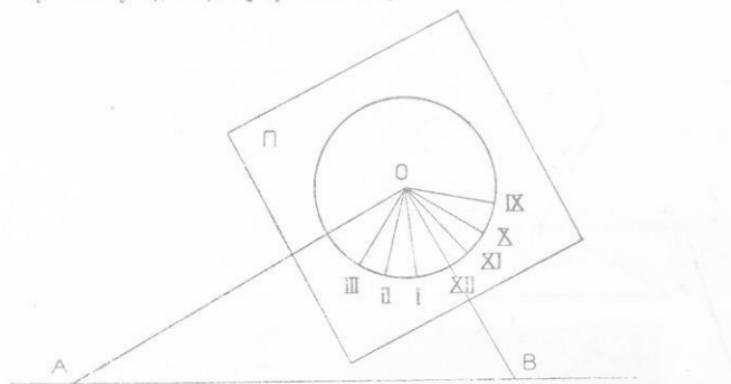
"Εστω ΠΕΠ'Ε' (Σχ.73) δ μεσημβρινὸς τόπου τινὸς T, ΕΕ'Ε'"

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ώρολόγια εἶναι ὅργανα, τὰ δόποια δεικνύονται τὸν ἀληθῆ ἡλιακὸν χρόνον (ώραν). Ἐκαστον ἡλιακὸν ὠρολόγιον ἀποτελεῖται ἐκ σκιεροῦ στύλου, ὅστις στερεοῦται ἐπὶ ἐπιφανείας τινὸς παραλλήλως πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου. Ἡ δὲ ὥρα δεικνύεται ὑπὸ τῆς σκιᾶς, τὴν δόποιαν δ στύλος οὗτος ὑπὸ τοῦ 'Ηλίου φωτίζόμενος ρίπτει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ἐκείνης.

τὸν ἴσημερινὸς καὶ ΠΠ' στύλος συμπίπτων μετὰ τοῦ ἀξονος τοῦ κόσμου. Νοήσωμεν δὲ τὴν περιφέρειαν τοῦ ἴσημερινοῦ διηρημένην εἰς 24 ἵσα τόξα ἀπὸ τοῦ σημείου Ε', καθ' ὃ ὁ ωριαῖος τοῦ βιορᾶ τέμνει τὴν περιφέρειαν τοῦ ἴσημερινοῦ.

Είναι φανερὸν ὅτι κατὰ τὴν ἀληθῆ μεσημβρίαν ἐκάστης ἡμέρας ἡ σκιὰ τοῦ στύλου πίπτει ἐπὶ τῆς εὐθείας ΤΕ'', μετὰ μίαν ὥραν αὐτῇ θὰ ενδίσκηται ἐπὶ τῆς ΤΕ''', μετὰ ἑτέραν ὥραν ἐπὶ τῆς ΤΕ'''' καὶ οὕτω καθ' ἔξης. Πίπτει δὲ ἡ σκιὰ ἐπὶ τῆς πρὸς βιορᾶν μὲν ἐστραμμένης ἐπιφανείας τοῦ ἴσημερινοῦ ἐπιπέδου, ὅταν ὁ Ἡλιος κεῖται ἐν τῷ βιορείῳ ἡμισφαιρίῳ ἐπὶ τῆς πρὸς νότον δέ, ὅταν οὖτος κεῖται ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ τοῦ οὐρανοῦ.



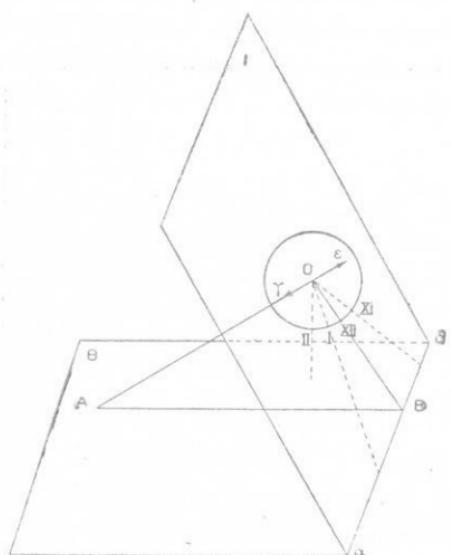
Σχ. 74.

Τὸ ἐπίπεδον ἡ ἡ πλὰξ ἡλιακοῦ τινος ὠρολογίου δὲν εἶναι ἀπαραίτητον νὰ συμπίπτῃ μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἴσημερινοῦ, ἀλλὰ δύναται νὰ εἴναι διαφόρως τοποθετημένον. Τούτου ἔνεκα ὑπάρχουσι διάφορα εἰδη ἡλιακῶν ὠρολογίων, ἔξων περιγράφομεν τὰ ἀκόλουθα τρία.

**§ 100. Ἱσημερινὸν ἡλιακὸν ώρολόγιον.** Ἡ πλὰξ τοῦ ὠρολογίου τούτου ὡρειλε νὰ συμπίπτῃ μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ οὐρος ἴσημερινοῦ καὶ ὁ στύλος αὐτοῦ μετὰ τοῦ ἀξονος τοῦ κόσμου. Ἀλλ' ἔνεκα τῆς μεγάλης ἀποστάσεως τοῦ Ἡλίου ἀπὸ τῆς Γῆς ἀρκεῖ ἡ μὲν πλὰξ νὰ εἴναι παράλληλος πρὸς τὸν ἴσημερινόν, ὁ δὲ στύλος κάθετος ἐπ' αὐτήν. Ἶνα κατασκευάσωμεν τοιοῦτον ὠρολόγιον ἐργαζόμεθα ὡς ἔξης.

Ἐπί τινος ἐπιπέδου Π (Σχ. 74) γράφομεν μὲ κέντρον σημεῖον τοῦ Ο, δι' οὗ θὰ διέλθῃ ὁ στύλος, περιφέρειαν. Διαιροῦμεν δὲ ταύτην εἰς 24 ἵσα τόξα, εἰς τὰ ἄκρα τῶν διποίων ἄγομεν τὰς ἀντιστοί-

χους ἀκτῖνας καὶ παρ' ἐκάστην τούτων γράφομεν τοὺς ἀριθμοὺς I, II, III,...XII ὡς ἐν τῷ σχήματι φαίνεται. Στερεοῦμεν είτα κατὰ τὸ κέντρον τοῦ κύκλου στύλον κάθετον ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τοῦ κύκλου καὶ ἐκατέρῳν αὐτοῦ ἐκτεινόμενον. Είτα χαράσσομεν τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν AB καὶ ἐφαρμόζομεν ἐπ' αὐτῆς τὴν ὑποτείνουσαν δρθιγωνίου τριγώνου AOB, οὗ ἡ ὁξεῖα γωνία A ἴσουται πρὸς τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τοῦ τόπου καὶ τὸ ἐπίπεδον στερεοῦται κατακορύφως.



Σχ. 75.

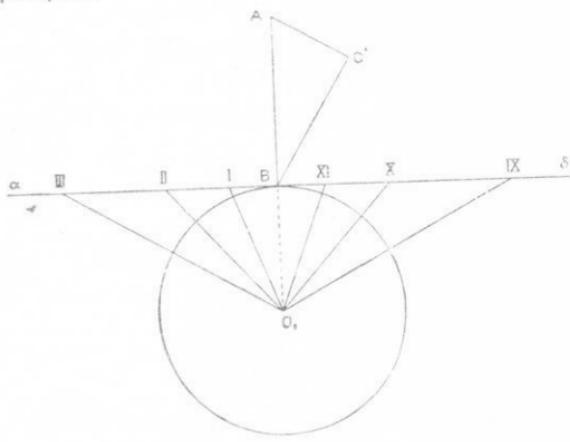
Ἐπὶ τῆς πλευρᾶς δὲ OB τοῦ τριγώνου τούτου προσκολλῶμεν τὴν πλάκα τοῦ ὀρολογίου, οὕτως ὥστε τὸ μὲν ἐπίπεδον αὐτῆς νὰ εἶναι κάθετον ἐπὶ τὸ τρίγωνον AOB, τὸ κέντρον O νὰ ἐφαρμόζῃ ἐπὶ τῆς κορυφῆς τῆς ὀρθῆς γωνίας καὶ ἡ διαίρεσις XII νὰ κεῖται ἐπὶ τῆς OB (Σχ. 74). Τίνα δὲ τὸ ὀρολόγιον χρησιμεύῃ διὰ πάσας τὰς ὠρὰς τοῦ ἔτους, πρέπει αἱ διαιρέσεις νὰ χαράσσωνται ἐπ' ἀμφοτέρων τῶν ἐπιφανειῶν τῆς πλακός.

### — § 101. Ὁρεζόντεον ἡλιακὸν ὡρολόγιον.—

Ἐστωσαν I καὶ Θ αἱ πλάκες ἰσημερινοῦ ὄριζοντος ὠρολογίου καὶ A τομὴ τοῦ Θ ὑπὸ τοῦ σκιεροῦ στύλου γοε. Είναι φανερὸν διτὶ αἱ ἐπὶ τῶν πλακῶν τούτων σκιαὶ τοῦ στύλου τέμνονται καθ' ἐκάστην στιγμὴν ἐπὶ τῆς ad. Ορίζομεν δὲ τὰ σημεῖα ταῦτα τῆς ad ὡς ἔξης.

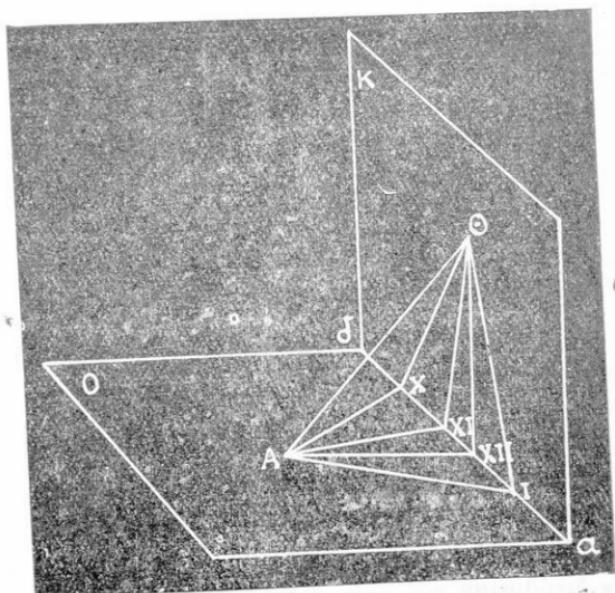
Τρίγωνόν τι ὀρθογώνιον ABO' (Σχ. 76) ἔχον τὴν ὁξεῖαν γωνίαν ἵσην πρὸς τὸ γεωγ. πλάτος τοῦ τόπου τίθεται ἐν τῷ ὄριζοντι φ' ἐπιπέδῳ, οὕτως ὥστε ἡ ὑποτείνουσα αὐτοῦ νὰ ἐφαρμόζῃ ἐπὶ τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς AB. Διὰ τῆς κορυφῆς B χαράσσεται εὐθεῖα ad κάθετος ἐπὶ τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν προεκτείνεται ἐπειτα ἡ AB πέραν τῆς ad καὶ ἐκ τῆς προεκτάσεως ὄριζεται τμῆμα BO:=BO'. Είτα μὲ κέντρον O καὶ ἀκτῖνα O'B γράφομεν περιφέρειαν κύκλου ταύτην διαιρόσμεν ἀπὸ τοῦ B ἀρχόμενοι εἰς 24

ζσα τόξα και φέρομεν τὰς διὰ τῶν ἄκρων τῶν τόξων τούτων ἀγομένας ἀκτίνας μέχρι τῆς αδ. Τὰ οὕτω καθοριζόμενα σημεῖα τῆς αδείναι τὰ ζητούμενα.



Σχ. 76.

**§ 102. — Κατακόρυφον ἥλιακὸν ὠρολόγιον.**  
Εστω Ο (Σχ. 77) ἡ πλάξις ὁριζοντίου ἥλιακοῦ ὠρολογίου, Κατακό-



Σχ. 77.

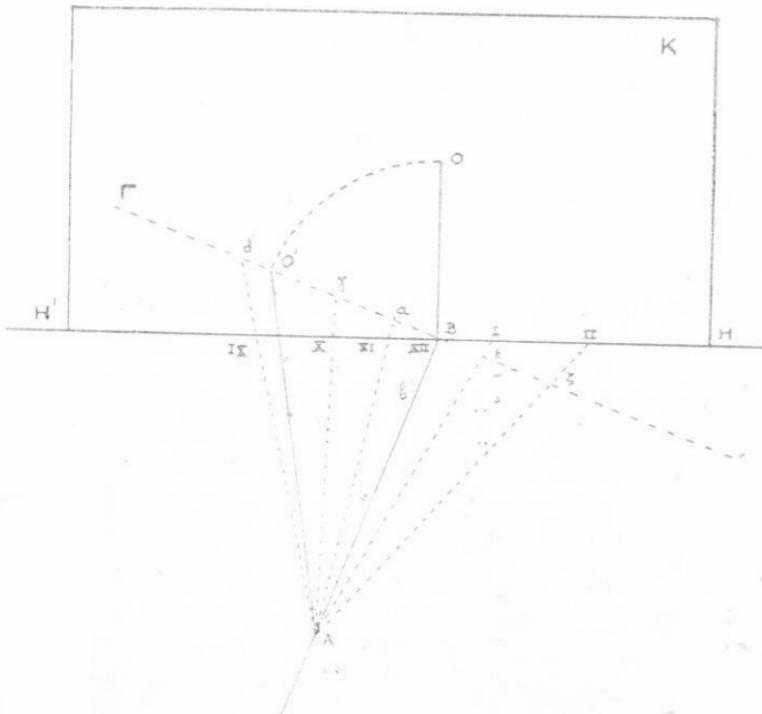
ρυφον ἐπίπεδον τέμνον τὸ Ο κατὰ εὐθεῖαν αδ ἔχουσαν τὴν διεύψηφον ιηθήκει από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

θυνσιν τοῦ ἄξονος τοῦ μεσημβριανοῦ καὶ Θ τὸ σημεῖον, καθ' ὃ ὁ στύλος τοῦ ὀρολογίου τούτου προεκτεινόμενος πρὸς βορρᾶν τέμνει τὸ Κ.

Εἶναι φανερὸν ὅτι καθ' ἑκάστην στιγμὴν αἱ σκιαὶ τοῦ στύλου ἐπὶ τῶν δύο τούτων ἐπιπέδων τέμνονται ἐπὶ τῆς αδ. Π.χ. καθ' ἣν στιγμὴν ἡ σκιὰ ἔχει ἐπὶ τοῦ Ο τὴν θέσιν ΑΙ, ἐπὶ τοῦ Κ θὰ ἔχῃ αὐτή τὴν θέσιν ΘΙ κτλ. Ἡ πλάξ θὰ παριστῆ ὅθεν κατακόρυφον ἥλιακὸν ὀρολόγιον.

Κατὰ ταῦτα πρὸς κατασκευὴν τοιούτου ὀρολογίου ἐργαζόμεθα ὡς ἔξῆς:

Ἐπὶ τῆς πρὸς νότον ἐστραμμένης ἐπιφανείας κατακορύφου πλακὸς στερεοῦμεν στέλεχος ΘΑ φερόμενον πρὸς νότον καὶ σχημα-



Σχ. 78.

τίζον μετ' αὐτῆς γωνίαν συμπληρωματικὴν τοῦ γεωγραφ. πλάτους φ τοῦ τόπου. Χαράσσομεν εἰτα ἐπ' αὐτῆς ὁρίζοντιον εὐθεῖαν αδέχουσαν τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τοῦ μεσημβρινοῦ καὶ σημειοῦμεν ἐπ' αὐτῆς τὰς διαιρέσεις ὁρίζοντιον ἥλιακον ὀρολογίου, οὓς ἡ πλάξ διέρχεται διὰ τῆς αδ καὶ ὃ στύλος διὰ τοῦ Θ.

“Εστω ήδη κατακόρυφον ἐπίπεδον Κ ἐστραμμένον πρὸς νότον καὶ οὐ τὸ δριζόντιον ὅχνος ΗΗ' σχηματίζει μετὰ τῆς διευθύνσεως τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς γωνίαν διάφορον τῆς δραμῆς. Ἐκ τοῦ σημείου Ο τοῦ ἐπιπέδου τούτου, δί οὐ θέλομεν νὰ διέλθῃ ὁ σκιερὸς στύλος, ἄγομεν τὴν ΟΒ κάθετον ἐπὶ τὸ ὅχνος ΗΗ' καὶ χαράσσομεν τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν νῆ τοῦ τόπου Β. Ἐὰν νοήσωμεν τὸ μεσημβρινὸν ἐπίπεδον νΒΟ κατακλινόμενον ἐπὶ τοῦ δριζόντιον ἐπιπέδου νΗΗ', ἡ ΟΒ κάθετος οὖσα ἐπὶ τὴν νΒ θὰ κατακλιθῇ κατὰ τὴν εἰς τὸ Β ἐπὶ τὴν νΒ κάθετον εὐθεῖαν ΒΓ. Τὸ σημείον Ο θὰ κατακλιθῇ ἐπ' αὐτῆς εἰς θέσιν Ο', διὸ ἦν εἶναι ΒΟ' = ΒΟ καὶ ὁ στύλος ὡς σχηματίζον μετὰ τῆς ΒΟ γωνίαν 90°—φ. Θὰ κατακλιθῇ κατὰ διεύθυνσιν ΟΑ' σχηματίζουσαν μετὰ τῆς ΒΟ' γωνίαν 90°—φ. Ἡ εὐθεῖα ΟΑ' τέμνει τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν νΒ εἰς τὸ σημείον Α, ὅπερ εἶναι προφανῶς τὸ δριζόντιον ὅχνος τοῦ στύλου.

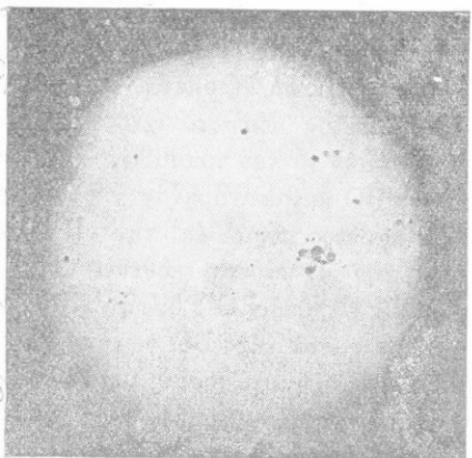
Πρὸς κατασκευὴν λοιπὸν τοῦ ὀρολογίου στερεοῦμεν εἰς τὸ Ο καὶ ἐν τῷ ἐπιπέδῳ ΑΒΟ στύλον, ὅστις σχηματίζει μετὰ τῆς ΟΒ γωνίαν 90°—φ. Όοίζομεν ἔπειτα, ὡς ἀνωτέρῳ (§ 101) εἴπομεν, ἐπὶ τῆς ΓΒ τὰς διαιρέσεις.. δ, γ, α, Β, ε, ζ... δριζόντιον ἡλιακοῦ ὀρολογίου, οὐδὲ στύλος διέρχεται διὰ τοῦ Α, ἄγομεν τὰς εὐθείας.. ΑδΑγ, Αα, ΑΒ, Αε, Αζ καὶ εἰς τὰς τομὰς τούτων καὶ τῆς ΗΗ' ἀναγράφομεν τοὺς ἀριθμοὺς.. IX, X, XI, XII, I, II,..

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

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

**§ 103.—Φυσικὴ σύστασις τοῦ Ἡλίου.**—(ον) Φωτόσφαιρα. Ο “Ηλιος δι” ἀσθενοῦς δρώμενος τηλεσκοπίου φαίνεται ὡς κυκλικὸς δίσκος λευκοῦ καὶ θαμβοῦντος φωτὸς φέρων τῷδε κακεῖσε σπάνια μελανὰ σημεῖα. Δι’ ἵσχυροῦ ὅμως δρώμενος τηλεσκοπίου παρουσιάζει δλως ἀλλοίαν δψιν. Ἡ ἡλιακὴ ἐπιφάνεια φαίνεται γενικῶς κοκκώδης. Οἱ ἐπ’ αὐτῆς παρατηροῦμενοι κόκκοι εἶναι στρογγύλοι, ἔξοχως λαμπροὶ καὶ φαίνονται δτι αἰωροῦνται ἐντὸς ρευστοῦ, τὸ δποῖον εἶναι δλιγώτερον φωτεινὸν ἀπὸ ἐκείνους. Τὸ κοκκώδες τοῦτο μέρος τοῦ Ἡλίου εἶναι τὸ λαμπρότερον αὐτοῦ μέρος· τοῦτο ἐκπέμπει ἡμῖν δι’ ἀκτινοβολίας τὸ πλεῖστον σχεδὸν τοῦ φωτὸς καὶ τῆς θερμότητος, τὰ δποῖα παρὰ τοῦ Ἡλίου δεχόμεθα. Τὸ μέρος τοῦτο, ὅπερ ὑπὸ τὰς συνήθηκας βλέπομεν, καλεῖται φωτόσφαιρα.

Οἱ κόκκοι, ἐξ ὧν φαίνεται ἀποτελουμένη ἡ φωτόσφαιρα, θεωροῦνται γενικῶς ὡς εἶδος νεφῶν, τὰ δύοια σχηματίζονται διὰ τῆς συμπυκνώσεως εἰς τὴν στερεάν ἡ ὑγρὰν ἀλλὰ πάντως διάτυχον κατάστασιν ἀερίων, τὰ δύοια προέρχονται ἐκ τῆς κεντρικῆς ἥλιακῆς μάζης.



Σχ. 79.

Φωτογραφία τοῦ Ἡλίου ληφθεῖσα τὴν 8 Αὔγουστου ὑπὸ τοῦ Cuénisset εἰς τὸ ἀστεροσκοπεῖον Juvisy.

διων ἀέρια τινα πρὸ πάντων ὑδρογόνον. Ἀξιον παρατηρήσεως εἶναι ὅτι δὲν ἀνευρέθησαν ἐν αὐτῇ πολύτιμα μέταλλα.

**Τον Κηλίδες.** Εἴπομεν προηγουμένως ὅτι, ὅταν βλέπωμεν τὸν Ἡλιον διὰ μετρίου τηλεσκοπίου παρατηροῦμεν ἐπ' αὐτοῦ σπάνια μελανὰ στίγματα. Ταῦτα ὁρώμενα δι᾽ ἴσχυροῦ τηλεσκοπίου φαίνονται ὡς σκοτεινὰ τμήματα, τὰ δύοια κατέχουσιν ἵκανην ἔκτασιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ Ἡλίου. Καλοῦνται δὲ ταῦτα **κηλίδες**.

Ἐκάστη κηλίς ἀποτελεῖται ἐκ κεντρικοῦ σκοτεινοῦ πυρῆνος, ὃστις καλεῖται **σκιά**, καὶ ἐκ τοῦ περιβάλλοντος αὐτὴν ἥτον σκοτεινοῦ μέρους, ὃπερ καλεῖται **σκιόφως** ἢ **περισκίασμα**.

Τὸ μέγεθος καὶ οχῆμα τῶν κηλίδων εἶναι λίαν εὐμετάβλητα.

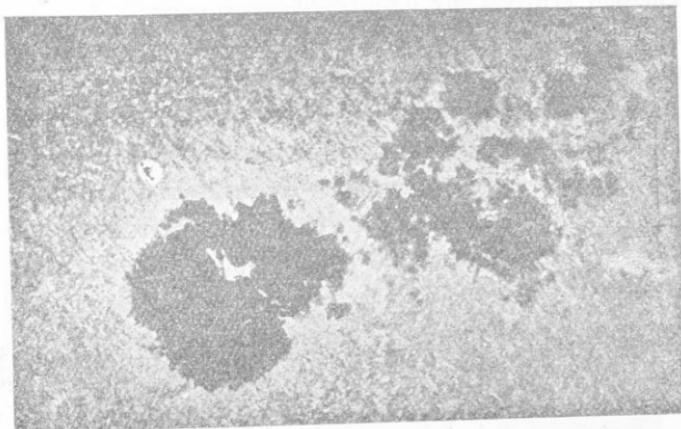
Παρετηρήθησαν κηλίδες, ὡν ἡ διάμετρος ἦτο πενταπλασία τῆς γηίνης διαμέτρου.

Ἡ ἐμφάνισις πολυαριθμῶν καὶ μεγάλων κηλίδων παρετηρήθη ὅτι γίνεται περιοδικῶς ἀνὰ 11 ἔτη συμπίπτουσα μὲ τὰς σημαντικωτέρας διαταράξεις τῆς μαγνητικῆς βελόνης. Μετὰ 6 περίπου ἔτη ἀπὸ τῆς παρουσίας πολυαριθμῶν κηλίδων ὀρχεῖται περίοδος, καθ' ἣν ἔλαχισται ἀναφαίνονται κηλίδες. Κατὰ ταύτην εἶναι δυνατὸν ἐπὶ πολλοὺς μῆνας νὰ μὴ παρατηρηθῇ οὕτε μία κηλίς.

Αἱ κηλίδες δὲν μένουσιν ἀκίνητοι ἐπὶ τοῦ ἥλιακοῦ δίσκου ἀλλὰ

φαίνονται πᾶσαι κινούμεναι ἐκ τοῦ ἀνατολικοῦ πρὸς τὸ δυτικὸν χεῖλος αὐτοῦ, εἰς ὃ ἔξαφανίζονται, ἵνα πάλιν μετά τινας ἡμέρας ἐμφανισθῶσιν εἰς τὸ ἀνατολικὸν χεῖλος καὶ οὕτω καθ' ἔξης, μέχρις οὗ διαλυθῶσιν.

Ἄκριβες παρατηρήσεις ἀποδεικνύουσιν ὅτι αἱ κηλῖδες πᾶσαι φαίνονται κινούμεναι ἐπὶ τροχιῶν παραλλήλων, ὅν τὰ ἐπίπεδα εἶναι κεκλιμένα πρὸς τὴν ἐκλειπτικὴν κατὰ  $60^{\circ} 58'$ . Ἐκ τούτου ἐπεται ὅτι ὁ Ἡλιος στρέφεται κατὰ τὴν δρυθὴν φορὰν περὶ ἄξονα, δισὶς σχηματίζει μετὰ τῆς ἐκλειπτικῆς γωνίαν  $83^{\circ} 2'$ .



Σχ. 80.

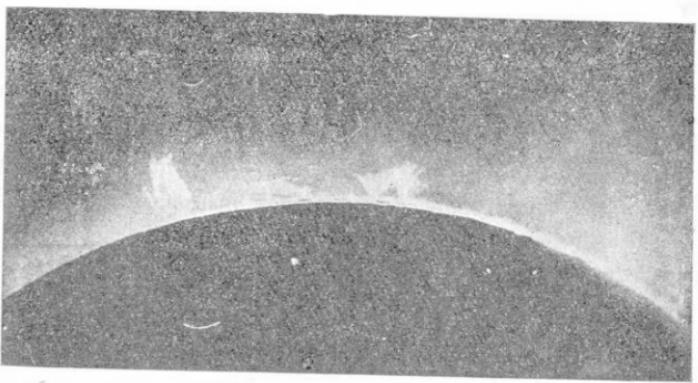
Ἡλιακὴ κηλίς.

Ἡ τομὴ τῆς ἡλιακῆς ἐπιφανείας ὑπὸ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ καὶ καθέτου ἐπὶ τὸν εἰρημένον ἄξονα ἀποτελεῖ τὸν ἡλιακὸν ἴσημερινόν. Αἱ κηλῖδες παρατηροῦνται συνήθως ἐπ' ἀμφοτέρων τῶν ἡλιακῶν ἡμισφαιρίων καὶ ἐπὶ πλάτους  $100^{\circ}$ — $35^{\circ}$ .

Περὶ τῆς φύσεως τῶν κηλίδων οὐδὲν θετικὸν γνωρίζομεν. Ἀλλοτε ἐθεωροῦντο κοιλότητες ἐντὸς τῆς φωτοσφαίρας πλήρεις ἀερίων καὶ ἀτμῶν ψυχροτέρων τῶν παρακειμένων μερῶν τῆς φωτοσφαίρας καὶ ἐπομένως ὀλιγώτερον φωτεινῶν. Λεπταὶ δύμως θερμομοτρικαὶ ἔρευναι κατέδειξαν ὅτι ὑπάρχουσι κηλῖδες, αἱ δοῦλαι ἐκπέμπουσι τὴν αὐτὴν μὲ τὰ παρακειμένα μέρη τῆς φωτοσφαίρας θερμότητα, ἐνίστε δὲ καὶ περισσοτέραν τούτων. Αἱ κηλῖδες ἀραιαὶ αὖται δὲν εἶναι ψυχρότεραι τῆς παρακειμένης φωτοσφαίρας· κατ' ἀκολουθίαν δι' αὐτὰς τούλαχιστον ἡ ὁρθεῖσα ὑπόθεσις εἶναι ἀνεπαρκής.

Κατ' ἄλλην ὑπόθεσιν ἀπὸ κυιδοῦ εἰς καιρὸν ἐκπέμπονται ἐκ τῶν βαθυτέρων ἡλιακῶν στρωμάτων τεράστιαι φυσαλίδες ἀερίων. Αὗται παρασύρουσι μέρη τῆς φωτοσφαίρας καὶ ἀνερχόμεναι εἰς τὰ ὑπὲρ τὴν φωτόσφαιραν ἀραιότερα μέρη τοῦ Ἡλίου ἔκτεινονται περισσότερον διαστελλόμεναι καὶ φωτοβιοῦσαι. Ἐκεῖ δὲ τὰ παρασυρθέντα μέρη τῆς φωτοσφαίρας ταχύτερον ἀκτινοβιοῦντα τὸ φῶς αὐτῶν ψύχονται καὶ πίπτουσι ἐκ νέου ἐπὶ τῆς φωτοσφαίρας, ὃπου ἀποτελοῦσι κηλῖδας. Ἡ στερεοσκοπικὴ ἔξετασις φωτογραφιῶν ἡλιακῶν κηλίδων ἐνισχύει τὴν ὑπόθεσιν ταύτην, διότι ἐκ ταύτης ἀποκομίζεται ἡ ἐντύπωσις ὅτι αἱ κηλῖδες ενδίσκονται εἰς ἀνώτερα τῆς φωτοσφαίρας μέρη. Ἀπαιτεῖται δημως καὶ κατ' αὐτὴν νὰ ἔχωσιν αἱ κηλῖδες διλιγωτέραν τῶν παρακειμένων μερῶν τῆς φωτοσφαίρας θερμότητα, ὅπερ δὲν συμβαίνει πάντοτε, διὸ καὶ προηγουμένως εἴπομεν.

Σον. Ἀπορροφητικὴ στιβάς. Ἔνιστε κατὰ τὰς διλικὰς ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου παρατηρεῖται ὑπὲρ τὴν φωτόσφαιραν ἀερῶδες στρῶμα λεπτότατον (μόλις 500 χιλιομέτρων πάχους) καὶ σχετικῶς σκοτεινόν. Τὸ στρῶμα τοῦτο ἀποτελεῖται ἐκ τῶν ἀτμῶν πολλῶν ἐκ τῶν γνωστῶν μετάλλων καὶ ἐκ τινῶν ἀερίων, ἔχει δὲ τὴν ἰδιότητα ν<sup>ο</sup> ἀπορροφᾷ τινας τῶν ἀκτίνων τῆς φωτοσφαίρας καὶ παράγει τὰς φαβδώσεις τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον τὸ στρῶμα τοῦτο καλεῖται ἀπορροφητικὴ στιβάς.



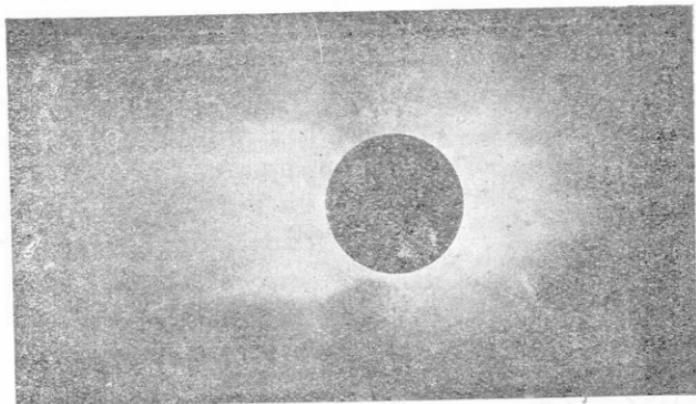
Σχ. 81. Προεξοχαί.

Ξον. Χρωμόσφαιρα. Κατὰ τὰς διλικὰς ἐπίσης ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου παρατηρεῖται ὑπὲρ τὴν ἀπορροφητικὴν στιβάδα ἔτέρα ἀερώδης καὶ ροδόχρους στιβάς, ᾧ τις ἔχει πάχος πενταπλάσιον τῆς ἀπορροφητικῆς στιβάδος καὶ καλεῖται χρωμόσφαιρα.

“Η χρωμόσφαιρα ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ διαπύρου ὑδρογόνου καὶ ἐν ἔλασσον ποσότητι ἔξ ἄλλου τινὸς ἀερίου ἐπ’ αὐτῆς τὸ πρῶτον παρατηρηθέντος, διπερ ἐκλήθη Ἡλιον. Ἀνεκαλύφθησαν ἐπίσης ἐν τῇ χρωμοσφαίρᾳ ἀτμοὶ ἀνθρακος, σοδίου, μαγνησίου καλίου.

Ἐκ τῆς χρωμοσφαιράς ἀνυψοῦνται ἐνίστε τεραστιαι φλόγες, ἃς καλοῦμεν προεξοχάς. Αἱ προεξοχαὶ ὑψοῦνται ἐνίστε εἰς ὕψος εἴκοσι καὶ τριάκοντα χιλιάδων λευγῶν μετὰ ταχύτητος πολλῶν ἑκατοντάδων χιλιομέτρων κατὰ δευτερόλεπτον. Κατὰ τὰς ὁλικὰς ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου αἱ προεξοχαὶ φαίνονται ως τεραστιοὶ πτεροδύνσανοι. Αὗται ὀφείλονται εἰς ἐκκρήξεις ἀερίων, ὃν ἐπικρατέστερον τὸ ὑδρογόνον. Ἀπὸ τοῦ 1868 χάρις εἰς ἄπλην μέθοδον, τὴν ὅποιαν συγχρόνως καὶ ἐν ἀγνοίᾳ ἀλλήλων ὑπέδειξαν οἱ Janssen καὶ Lockyer εἶναι δυνατὸν νὰ παρατηρῶνται καὶ σπουδάζωνται αἱ προεξοχαὶ ὑπὸ τὰς συνήθεις συνθήκας, ἐκτὸς δηλ. τῶν ἐκλείψεων τοῦ Ἡλίου.

Αὐτον Στέμμα.— “Υπὲρ τὴν χρωμόσφαιραν ὑπάρχει ἄλλο ἀερῶ-



Σχ. 82.— Στέμμα.

δες στρῶμα δρατὸν ἐπίσης κατὰ τὰς ἥλιακὰς ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου, διπερ καλεῖται στέμμα. Τὸ σχῆμα τοῦτο ἀποτελεῖται ἔξ ἀκτινωτῶν ταινιῶν καὶ εἶναι ἀκανόνιστον μὲν (Σχ. 82) κατὰ τὴν περίοδον τῆς παρουσίας ἐλαχίστου ἀριθμοῦ κηλίδων, κανονικώτερον δὲ κατὰ τὴν περίοδον τῶν πολυαριθμῶν κηλίδων. Τὸ δὲ φῶς αὐτοῦ εἶναι ἀμυδρότερον τοῦ φωτὸς τῆς χρωμοσφαιράς, ἀλλ’ ἐντονώτερον τοῦ τῆς πανσελήνου.

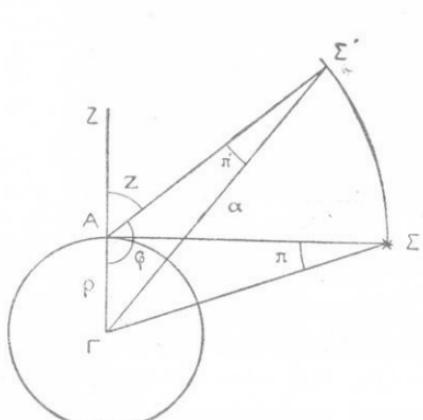
“Η φασματοσκοπικὴ ἀνάλυσις τοῦ στέμματος ἀπέδειξεν ὅτι τοῦτο  
Κοσμογραφία Ν. Δ. Νικολάου

ἀποτελεῖται ἐκ μικρῶν μερῶν στερεῶν ἢ ὑγρῶν, τὰ ὅποια εἶναι διάπυρα καὶ αἰωροῦνται ἐντὸς ἀτμοσφαίρας ἐκ διαπύρου ὑδρογόνου καὶ ἐνὸς ἄλλου ἀερίου, τὸ ὅποιον δὲν παρετηρήθη ἀκόμη ἐπὶ τῆς Γῆς καὶ καλεῖται **Κορώνιον**.

Ἡ χρωμόσφαιρα, ἡ ἀπορροφητικὴ στιβάς καὶ τὸ στέμμα εἶναι ἀδρατὰ ὑπὸ τὰς συνήθεις συνθήκας, διότι τὸ φῶς αὐτῶν ἀποτονίγεται ἐν μέσῳ τοῦ ἴσχυροτέρου φωτὸς τῆς φωτοσφαίρας. Ἐπὶ μακρὸν δὲ αἱ προεξοχαὶ καὶ τὸ στέμμα ἔθεωροῦντο ὡς φαινόμενα προκαλούμενα ὑπὸ σεληνιακῆς ἀτμοσφαίρας. Κατὰ τὸ 1851 τὸ πρῶτον παρετηρησαν ὅτι ἡ Σελήνη ἐφαίνετο ὅτι ἀπέκρυπτε τὰς προεξοχὰς κατὰ τὴν φορὰν τῆς φαινομένης ἐν τῷ Οὐρανῷ κινήσεώς της καὶ ἀπεκάλυπτεν αὐτὰς ἐκ τοῦ ἀντιθέτου μέρους. Συνεπέρανον ὅθεν ἐκ τούτου ὅτι αἱ προεξοχαὶ ἀνήκουσιν εἰς τὸν Ἡλιον.

**5ον.** Ὁ κεντρικὸς πυρὸς. Ἔσωθεν τῆς φωτοσφαίρας κεῖται ὁ κεντρικὸς πυρὸς τοῦ Ἡλίου, ὃστις ἀποτελεῖ τὰ  $\frac{9}{10}$  τῆς ὅλης ἡλιακῆς μᾶζης. Ὁ πυρὸν οὗτος εἶναι διάπυρος καὶ διατελεῖ ἐν ἀερώδει καταστάσει.

Κατὰ τὰ προειρημένα ὁ Ἡλιος ἀποτελεῖται ἐκ τῶν ἀκολούθων μερῶν. 1ον) Ἐκ τοῦ κεντρικοῦ πυρῆνος, 2ον) ἐκ τῆς φωτοσφαίρας, 3ον) ἐκ τῆς ἀπορροφητικῆς στιβάδος, 4ον) ἐκ τῆς χρωμόσφαίρας καὶ 5ον) ἐκ τοῦ στέμματος.



Σχ. 83.

**§ 104. Παράλλαξις ἀστέρος.** Παράλλαξις ἀστέρος καλεῖται ἡ γωνία, ὑπὸ τὴν ὅποιαν ἐκ τοῦ κεντροῦ τοῦ ἀστέρος φαίνεται ἡ ἀκτὶς τῆς Γῆς. Αὕτη καλεῖται παράλλαξις ὑψους, ἀν δὲ ἀστήρ εὑρίσκηται ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα δριζοντίᾳ δὲ παράλλαξις, ἀν οὗτος κεῖται ἐπὶ τοῦ ὁρίζοντος. Οὕτως ἡ γωνία  $A\Sigma'G = \pi'$  εἶναι παράλλαξις ὑψους τοῦ ἀστέρους  $\Sigma'$  (Σχ. 83), ἡ δὲ γωνία  $A\Sigma G = \pi$  εἶναι ἡ δριζοντίᾳ παράλλαξις τοῦ  $\Sigma$ .

”Αν δὲ τόπος Α κεῖται ἐπὶ τοῦ ἴσημερινοῦ, ἡ δριζοντία παράλληλαις καλεῖται δριζοντία ἴσημερινή παράλληλαις.

”Εκ τοῦ τριγώνου ΑΓΣ', ἂν κληθῇ ζενιθία τοῦ Σ' ἀπόστασις καὶ α ἡ ἀπὸ τοῦ κέντρου τῆς Γῆς ἀπόστασις ΓΣ' τοῦ Σ', εὑρίσκομεν  $\frac{\varrho}{\eta\mu\pi'} = \frac{\alpha}{\eta\mu\pi}$ . ”Επειδὴ δὲ  $\eta\mu\varphi = \eta\mu z$ , αὕτη γίνεται :

$$\frac{\varrho}{\eta\mu\pi'} = \frac{\alpha}{\eta\mu z}, \text{ ὅθεν } \eta\mu\pi' = \frac{\varrho}{\alpha} \eta\mu z. \quad (1)$$

Κατὰ ταῦτα ἡ παράλληλαις ὑψους ἀστέρος ἀπὸ τοῦ αὐτοῦ τόπου Α δρωμένου ἔξαρταται ἐκ τῆς ζενιθίας αὐτοῦ ἀποστάσεως.

”Αν δὲ ἀστὴρ εὑρίσκηται εἰς τὸν δριζοντα, θὰ εἴναι  $\eta\mu z = \eta\mu 90^\circ$

$$= 1 \text{ καὶ } \eta \text{ ισότης (1) γίνεται } \eta\mu\pi = \frac{\varrho}{\alpha} \quad (2)$$

$$\text{ὅθεν } \alpha = \frac{\varrho}{\eta\mu\pi} \quad (3)$$

Διὰ τῶν ισοτήτων (3) καὶ (2) εὑρίσκομεν τὴν ἀπόστασιν ἀστέρος τινὸς ἀφ'  $\eta\mu\pi$ , ἂν γνωρίζωμεν τὴν δριζοντίαν αὐτοῦ παράλληλιν, καὶ τάναπαλιν.

”Εκ τῶν ισοτήτων (1) καὶ (2) λαμβάνομεν εὐκόλως τὴν ισότητα  $\eta\mu\pi' = \eta\mu\pi \cdot \eta\mu z$ .  $(4)$

”Επειδὴ δὲ συνήθως αἱ γωνίαι  $\pi$  καὶ  $\pi'$  εἴναι λίαν μικραί, ἐπιτρέπεται ἀνευ αἰσθητοῦ σφάλματος νὰ παραδεχθῶμεν δτι  $\eta\mu\pi = \pi$  καὶ  $\eta\mu\pi' = \pi'$ . Τότε δὲ ἡ ισότης (4) γίνεται

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

**§ 105. Απόστασις τοῦ Ἡλίου.** Ἡ δριζοντία ισημερινή παράλληλαις τοῦ Ἡλίου προσδιορισθεῖσα διὰ διαφόρων μετόδων εὑρέθη ἵση πρὸς  $8''$ , 8. Ἡ ισότης (3) γίνεται λοιπὸν διὰ

$$\text{τὸν } \text{Ἡλιον } \alpha = \frac{\varrho}{\eta\mu 8'',8}, \text{ ὅθεν } \frac{\alpha}{\varrho} = \frac{1}{\eta\mu 8'',8} \text{ καὶ}$$

$$\text{λογ } \left( \frac{\alpha}{\varrho} \right) = -\text{λογ } \eta\mu 8'',8 = 4,36995. \text{ Άρα } \frac{\alpha}{\varrho} = 23440 \text{ καὶ } \alpha = 23440\varrho.$$

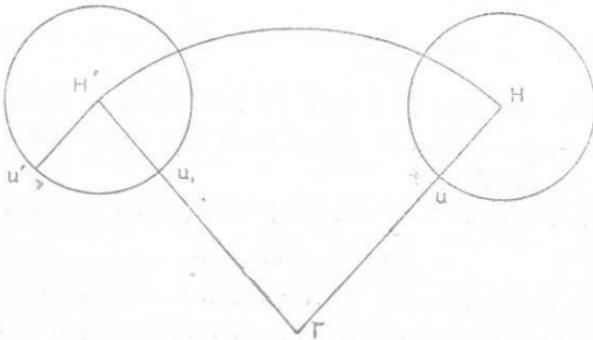
”Απέχει λοιπὸν ἀφ'  $\eta\mu\pi$  δ τὸν Ἡλιος ἀπόστασιν ἵσην πρὸς 23440 ισημερινὰς ἀκτίνας τῆς Γῆς, ἦτοι 150 ἑκατομμύρια χιλιόμετρα περίπου. Αμαξοστοιχία διανύουσα 100 χιλιόμετρα καθ' ὁραν θὰ διήνυε τὴν ἀπόστασιν ταύτην εἰς 170 ἔτη περίπου ἀνευ στάσεων. Τὸ

φῶς, ὅπερ διατρέχει 300 ἑκατομμύρια μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον, χρειάζεται  $8\frac{\pi}{20}$  δ., ἵνα φθάσῃ ἀπὸ τοῦ Ἡλίου μέχρις ήμων.

**§ 106. Διάρκεια τῆς περὶ ἄξονα στροφῆς τοῦ Ἡλίου.** Ἐμάθομεν ὅτι ἡ ὁμοιόμορφος κίνησις τῶν κηλίδων ἐκ τοῦ ἀνατολικοῦ πρὸς τὸ δυτικὸν κεῖλος τοῦ ἥλιακοῦ δίσκου ἀποδεικνύει ὅτι ὁ Ἡλιος στρέφεται ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς περὶ ἄξονα, ὃστις σηματίζει μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐκλειπτικῆς γωνίαν  $83^{\circ} 2'$ .

Ο χρόνος μιᾶς πλήρους τοιαύτης στροφῆς ὑπολογίζεται ὡς ἑξῆς.

Ἐν πρώτοις παρετηρήθη ὅτι κηλίς τις ἐπανέρχεται εἰς τὴν αὐτὴν ἐπὶ τοῦ ἥλιακοῦ δίσκου θέσιν μετὰ 27 ἡμ. καὶ 3 ὥρ. Ἐὰν ἡρα κηλίς τις κ φαίνηται κατά τινα στιγμὴν εἰς τὸ κέντρον τοῦ ἥλιακοῦ δίσκου (Σχ. 84) ἡτοι κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΓΗ, μετὰ 27 ἡμέρας καὶ 3 ὥρας θὰ ἔχῃ τὴν αὐτὴν ἐπὶ τοῦ δίσκου θέσιν. Ἐπει-



Σχ. 84.

δὴ κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον ὁ Ἡλιος μετετοπίσθη εἰς τὴν θέσιν  $H'$  τῆς ἐκλειπτικῆς, ἡ κηλίς φαίνεται εἰς τὴν θέσιν  $\alpha_1$  κατὰ τὴν διεύθυνσιν  $\Gamma H'$ .

Ἐὰν δὲ ὁ Ἡλιος ἐστρέφετο περὶ ἄξονα κάθετον ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τῆς ἐκλειπτικῆς (ὅπερ δλίγον διαφέρει τοῦ ἀληθοῦς) καὶ κατὰ  $360^{\circ}$ , ἡ ἀκτὶς  $H\kappa$  θὰ ἥρχετο εἰς τὴν θέσιν  $H'\kappa'$  παράλληλον τῇ  $H\kappa$  καὶ ἡ κηλίς δὲν θὰ ἐφαίνεται εἰς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου, ἀλλ' εἰς θέσιν τινὰ κ' ἀνατολικώτερον τοῦ κέντρου κειμένην. Ἰνα ἡρα ἡ κηλίς φανῆ εἰς τὸ  $\alpha_1$ , πρέπει ὁ Ἡλιος νὰ στραφῇ ἀκόμη κατὰ γωνίαν  $\kappa'H'\kappa = H'\Gamma H$ , ἡτις βαίνουσα ἐπὶ τοῦ τόξου  $H\Gamma H'$  παρίσταται δ' οὐ καὶ τοῦτο ἀριθμοῦ μοιῶν. Ἀλλὰ τὸ τόξον  $H\Gamma H'$  είναι περίπου  $270^{\circ}$ , διότι καθ' ἐκάστην ἡμέραν ὁ Ἡλιος διανύει τόξον  $1^{\circ}$  ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς ὕστε κατὰ τὸ διάστημα τῶν 27 ἡμ. καὶ 3 ὥρῶν ὁ Ἡλιος στρέφεται

περίπου κατὰ  $3600 + 270 = 3870$ . Ἐντι δὲ στραφῆ μόνον κατὰ  $360^{\circ}$   
χρειάζεται.  $\frac{27,125}{387} \cdot 360 = 25$  ἡμ. 4 ὥρ. 29π.

**§ 107. Σχήμα τοῦ Ἡλίου.** Τῇ βοηθείᾳ τοῦ ἡλιομέτρου κατεδείχθη ὅτι καθ' ἑκάστην μεσημβρίαν πᾶσαι αἱ διάμετροι τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου εἰναι ἵσαι πρὸς ἀλλήλας, ἢτοι ὃ δίσκος οὗτος εἶναι πάντοτε κύκλος, ἢν καὶ ἔνεκα τῆς περὶ ἄξονα στροφῆς αὐτοῦ ὁ Ἡλιος παρουσιάζει πρὸς ἡμᾶς διάφορα ἐντὸς 25 ἡμερῶν μέρη αὐτοῦ. Ἐκ τούτου ἐπεται ὅτι ὁ Ἡλιος εἶναι **σφαῖδα**.

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

**§ 108. Ἀκτὶς τοῦ Ἡλίου.** Ἐστω  $P$  ἡ ἀκτὶς τῆς ἡλιακῆς σφαιράς,  $\Delta$  ἡ φαινομένη διάμετρος, α ἡ ἀπόστασις αὐτῆς ἀπὸ τῆς Γῆς, ο ἡ ἴσημερινὴ ἀκτὶς τῆς Γῆς καὶ  $\pi$  ἡ δριζοντία ἴσημερινὴ παράλλαξις τοῦ Ἡλίου. Ἐὰν ἐν  $\alpha$  ἴσότητι  $\alpha = \frac{\varrho}{\eta \mu \pi}$  ( $\S$  104) θέσωμεν

π ἀντὶ ἡμπτ., δι' ὃν εἴπομεν ( $\S$  104) λόγον, αὕτη γίνεται  $\alpha = \frac{\varrho}{\pi}$ ,

\*Ἐκ ταύτης δὲ καὶ τῆς  $\alpha = \frac{2P}{\Delta}$  ( $\S$  63) εὑρίσκομεν  $P = \frac{\Delta \varrho}{2\pi} = \frac{(32'4'')_0}{2 \cdot (8'', 8)} = 109$ , 39 περίπου. Ἡ ἀκτὶς λοιπὸν τοῦ Ἡλίου εἶναι περίπου 109,3 φορὰς μεγαλυτέρα τῆς ἴσημερινῆς ἀκτίνος τῆς Γῆς.

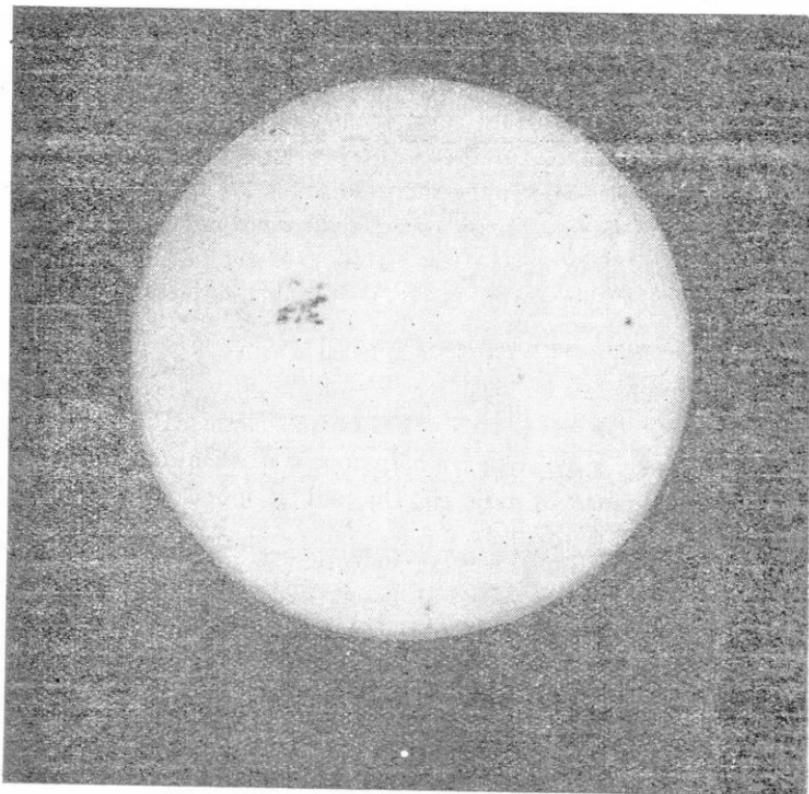
**§ 109. Επιφάνεια.—Ογκος.—Μᾶξα τοῦ Ἡλίου.** Ἡ γεωμετρία διδάσκει ὅτι δύο σφαιρῶν αἱ μὲν ἐπιφάνειαι εἰναι πρὸς ἀλλήλας ὡς τὰ τετράγωνα τῶν ἀκτίνων αὐτῶν, οἱ δὲ ὅγκοι ὡς οἱ κύβοι τῶν ἀκτίνων. Κατὰ ταῦτα, ἢν καλέσωμεν  $E$  τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ Ἡλίου, ε τὴν τῆς Γῆς,  $S$  τὸν ὅγκον τοῦ Ἡλίου καὶ σ τὸν τῆς Γῆς θὰ εἶναι :

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

$$S = \frac{(109,3\varrho)^3}{\sigma} = (109,3)^3 = 1300751,3$$

ἔξι ὃν βλέπομεν ὅτι  $E = 11946,5\varepsilon$  καὶ  $S = 1300751,3\sigma$ , ἢτοι ἡ

μὲν ἐπιφάνεια τοῦ Ἡλίου εἶναι περίπου 12000 φορᾶς μείζων τῆς γηΐνης ὁ δὲ ὅγκος 1300000 φορᾶς περίπου μείζων τοῦ τῆς Γῆς.



Σχ. 85.

Συγκριτικὸν μέγεθος Ἡλίου καὶ Γῆς.

Ἡ μᾶζα τοῦ Ἡλίου εὑρέθη ὅτι εἶναι 333432 φορᾶς μείζων τῆς γηΐνης, ἡ πυκνότης ἀριστής εἶναι τὸ  $\frac{1}{4}$  περίπου τῆς γηΐνης πυκνότητος ἦτοι ἵση πρὸς 1,4, ἀν ληφθῆ ὡς μονὰς ἡ πυκνότης τοῦ ὕδατος.

## ΒΙΒΛΙΟΝ Δ'.

### Η ΣΕΛΗΝΗ

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

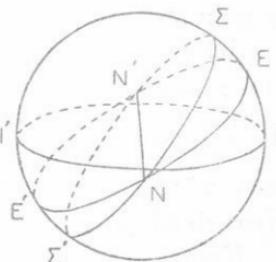
ΚΙΝΗΣΕΙΣ, ΑΙΠΟΣΓΑΣΙΣ, ΦΑΣΕΙΣ, ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ  
ΤΗΣ ΣΕΛΗΝΗΣ

**§ 110.** **Ίδια κίνησις τῆς Σελήνης.** Ἡ Σελήνη πλὴν τῆς ἡμερησίας κινήσεως ὑπόκειται καὶ εἰς ἑτέραν ιδίαν κίνησιν ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων. Πράγματι ὑποθέσωμεν ὅτι κατά τινα ἡμέραν δὲ Ἡλιος, ἡ Σελήνη καὶ ἀπλανῆς τις ἀστὴρ δύουσι συγχοδόνως. Ἐὰν παρατηρήσωμεν τὴν ἀκόλουθον ἡ-μέραν, θέλομεν ἵδει ὅτι δὲ μὲν Ἡλιος δύει 3π περίπου, ἡ δὲ Σελήνη 50,5 π βραδύτερον τοῦ ἀπλανοῦς ἔκείνου. Ἐκτινθή λοιπὸν ἡ Σελήνη κατὰ τὸν μεσολαβήσαντα χρόνον πρὸς ἀνατολὰς τοῦ ἀπλανοῦς καὶ πολὺ περισσότερον (13 φορᾶς περίπου) ἡ δὲ Ἡλιος.

Ἐὰν ἐπὶ ἕνα περίπου μῆνα μετρῶμεν καθ' ἐκάστην καὶ κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησιν τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης τὰς οὐρανογραφιὰς αὐτοῦ συντεταγμένας καὶ σημειῶμεν ἐπὶ τινος σφαιρᾶς τὰς ἀντιστοίχους αὐτοῦ θέσεις, θέλομεν παρατηρήσει ὅτι αὗται ἀποτελοῦσι μέγιστον κεκλιμένον πρὸς τὸν ίσημερινὸν τῆς σφαιρᾶς ταύτης κατὰ γωνίαν  $28^{\circ}36'$  περίπου. Ἐντεῦθεν συμπεραίνομεν ὅτι τὸ κέντρον τῆς Σελήνης κινεῖται ἐκ Δ πρὸς Α ἐπὶ μεγίστου κύκλου τῆς οὐρ. σφαιρᾶς τέμνοντος τὸν μὲν ίσημερινὸν 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. 86), κατὰ τὰ δύο ταῦτα ἡ τροχιὰ τῆς Σελήνης τέμνει τὴν ἐκλειπτικὴν καλοῦνται **σύνδεσμοι**. Τούτων δὲ οὖν ἡ Σελήνη διέρχεται μεταβαίνουσα ἐκ τοῦ πρὸς νότον τῆς ἐκλειπτικῆς ἡμισφαιρίου εἰς τὸ πρὸς βορρᾶν αὐτῆς καλεῖται **ἀναβιβάζων σύνδεσμος**, ὁ δὲ ἔτερος N' καλεῖται **καταβιβάζων σύνδεσμος**.

**§ 111. Φανομένη διάμετρος τῆς Σελήνης.** Μετροῦντες καθ' ἐκάστην τὴν φανομένην διάμετρον τῆς Σελήνης,



Σχ. 86.

βεβαιούμεθα ότι αὗτη δὲν είναι σταθερά. Ἐντὸς 27 ἡμερῶν καὶ 8 ὥρῶν περίπου μεταβάλλεται μεταξὺ 33° 33' καὶ 29° 26''. Ή μέση τιμὴ αὐτῆς είναι δύναμις 31° 29''. Κατ' ἀκολουθίαν καὶ ἡ ἀπόστασις αὐτῆς ἀφ' ἡμῶν μεταβάλλεται κυμαινομένη μεταξὺ ἐλαχίστης καὶ μεγίστης τιμῆς αὐτῆς.

**§ 112. Τροχιὰ τῆς Σελήνης.** Ή μεταβολὴ τῆς θέσεως τῆς Σελήνης ἐπὶ τῆς οὐρανού σφαίρας καὶ ἡ μεταβολὴ τῆς ἀποστάσεως αὐτῆς ἀφ' ἡμῶν ὀφείλονται εἰς πραγματικὴν περὶ τὴν Γῆν κίνησιν αὐτῆς ἐν τῷ διαστήματι. Δι' ἔργασίας ἀναλόγου πρὸς τὴν διὰ τὸν Ἡλιον ἐκτεθεῖσαν (§ 68, 70) πειθόμεθα ότι ἡ κίνησις αὕτη γίνεται κατὰ τοὺς ἑξῆς νόμους.

1ον) *Tὸ κέντρον τῆς Σελήνης κινεῖται κατὰ τὴν δραχὴν φοράν, ἐπὶ ἐλλείψεως, ἡς τὴν μέλαν ἑστίαν κατέχει ἡ Γῆ.*

Ἡ διαφορὰ μεταξὺ τῶν ἀξόνων τῆς ἐλλείψεως ταύτης είναι σχετικῶς μικρά· κατ' ἀκολουθίαν ἡ ἐλλειψις αὕτη διάγονον διαφέρει περιφερείας.

2ον) *Tὰ ὑπὸ τῆς ἐπιβατικῆς ἀκτῖνος, ἡτις συνδέει τὸ κέντρον τῆς Γῆς μὲ τὸ κέντρον τῆς Σελήνης, γραφόμενα ἐμβαδά, είναι ἀνάλογα πρὸς τοὺς χρόνους, καθ' οὓς ταῦτα γράφονται.*

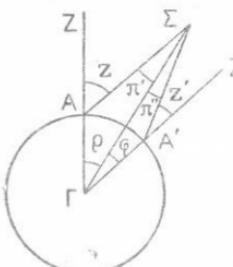
Κινεῖται λοιπὸν ἡ Σελήνη ταχύτερον περὶ τὸ περίγειον καὶ βραδύτερον περὶ τὸ ἀπόγειον τῆς τροχιᾶς αὐτῆς.

**§ 113. Ηπαράλλαξις τῆς Σελήνης.** Ή παράλλαξις προσδιορίζεται κατὰ τὴν ἀκόλουθον μέθοδον. Δύο παρατηρητὰ τοποθετοῦνται εἰς δύο διαφορούς τόπους Α καὶ Α' (Σχ. 87) τοῦ αὐτοῦ μεσημβρινοῦ καὶ μετροῦσι τὰς ζευνθίας τῆς Σελήνης ἀποστάσεις  $z$  καὶ  $z'$  κατὰ τὴν ἄνω αὐτῆς μεσουράνησιν. Ἀν κληθῶσι  $\pi'$  καὶ  $\pi''$  αἱ παραλλάξεις ὑψους αὐτῆς κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην καὶ  $\pi$  ἡ δριζοντία αὐτῆς παράλλαξις, θὰ είναι (§ 104)  $\pi' = \pi$ . ἡμ<sup>z</sup> καὶ  $\pi'' = \pi$ . ἡμ<sup>z'</sup>, ἐξ ὧν προκύπτει εὐκόλως ἡ ίσότης  $\pi = \frac{\pi' + \pi''}{\eta\mu z + \eta\mu z'}$  (1)

Ἄλλῳ ἐπειδὴ είναι  $z = \pi' + \varrho$  καὶ  $z' = \pi'' + \varphi$ , ἐπειτα εὐκόλως ότι  $\pi' + \pi'' = z + z' - \Gamma$ , (2)

ἔνθα ἡ γωνία  $\Gamma$  είναι τὸ πρὸς τὸ ἀλγεβρικὸν ἀθροισμα τῶν γεωγρ. πλατῶν τῶν τόπων Α καὶ Α'. Ή ίσότης (1) γίνεται λοιπὸν

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



Σχ. 87.

ἕξ ἦς εὑρίσκεται ἡ ὁριζοντία παράλλαξις π τῆς Σελήνης.

Ἡ μέθοδος αὕτη εἰς τὸν Cassini (1672) ὀφειλομένη ἐφηρμόσθη τὸ πρῶτον ἐν ἔτει 1751 ὑπὸ τῶν ἀστρονόμων Caille καὶ Lalande, ὃν ὁ μὲν α' μετέβη εἰς τὸ ἀκρωτήριον τῆς Καλῆς Ἐλπίδος ὁ δὲ β' εἰς Βερολίνον.

Ἡ παράλλαξις τῆς Σελήνης ἐν τῷ αὐτῷ μὲν τόπῳ μεταβάλλεται μετὰ τῆς ἀποστάσεως αὐτῆς, εἰς διαφόρους δὲ τόπους μετὰ τῆς ἀκτίνος τῆς Γῆς.<sup>5</sup> Ἡ μέση τιμὴ τῆς ὁριζοντίου ἴσημερινῆς παραλλάξεως αὐτῆς εἶναι  $57' 27'',7$ , ἥτοι διπλασία περίπου τῆς φαινομένης διαμέτρου αὐτῆς.<sup>6</sup> Ἐκ τῆς Σελήνης λοιπὸν ἡ Γῆ φαίνεται ὡς δίσκος δεκατετραπλάσιος περίπου τοῦ Σεληνιακοῦ.

### § 114. Ἀπόστασις τῆς Σελήνης.

Ἐκ τῆς ἴσοτητος  
( § 104 )  $a = \frac{\alpha}{\eta\mu} \text{ ή } \frac{\alpha}{\varrho} = \frac{1}{\eta\mu}$  εὑρίσκομεν ὅτι

λογ  $\frac{\alpha}{\varrho} = 1,78007$ , ὅθεν  $\alpha = 60,266\varrho$ .

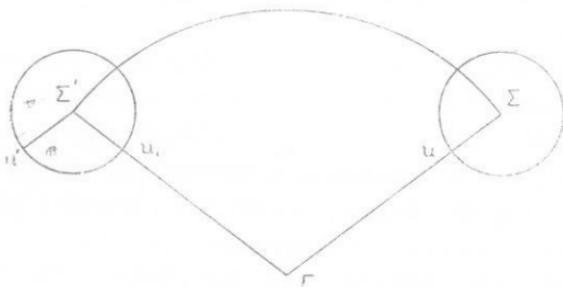
Ἀπέχει λοιπὸν ἀφ' ἡμῶν ἡ Σελήνη κατὰ μέσον ὅρον ἀπόστασιν ἔξηκοντα πλασίαν τῆς ἴσημερινῆς ἀκτίνος τῆς Γῆς ἥτοι 384495 χλιόμετρα. Ἀμαξεστοιχία διανύουσα 60 χιλιόμετρα καθ' ὁραν ὅταν ἔχειειάζετο 267 ἡμέρας, ἵνα διανύσῃ τὴν ἀπόστασιν ταύτην. Ἡ μεγίστη τιμὴ τῆς ἀποστάσεως τῆς Σελήνης εἶναι 64 $\varrho$ , ἡ δὲ ἐλαχίστη 56 $\varrho$ .

### § 115. Περιστροφὴ τῆς Σελήνης.

Ἐπὶ τοῦ δίσκου τῆς Σελήνης παρατηροῦνται ἀπὸ μακροῦ χρόνου κηλῖδες, αἱ δοῦλαι μένουσιν ἀναλλοίωτοι καὶ εἰς τὴν αὐτὴν σχεδὸν ἐν σχέσει πρὸς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου θέσιν.

Ἐκ τούτου ἔπειται ὅτι ἡ Σελήνη στρέφει πρὸς τὴν Γῆν τὸ αὐτὸ πάντοτε ἡμισφαίριον. Αἰτίᾳ δὲ τούτου εἶναι περιστροφικὴ τῆς Σελήνης κίνησις ἐκ Δ πρὸς Α περὶ ἄξονα, δοῦλοιος σχηματίζει μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιᾶς τῆς γωνίαν  $83^{\circ} 20' 49''$ . Πράγματι, καθ' ἓν στιγμὴν ἡ Σελήνη κατέχει τὴν θέσιν Σ (Σχ. 88) τῆς τροχιᾶς τῆς κηλίδης τις καὶ φαίνεται κατὰ τὴν διευθυνσιν ΓΣ, ἥτοι εἰς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου. Μετὰ χρόνον τὴν Σελήνην εὑρίσκεται εἰς ἄλλην θέσιν Σ'. Εἳναν αὐτῇ δὲν ἔστρεφετο περὶ ἄξονα, ἡ ἀκτὶς Σκ θὰ μετειίθετο παραλλήλως πρὸς ἔαυτὴν καὶ θὰ ἤρχετο εἰς θέσιν Σ'', ἡ δὲ κηλῆς θὰ ἔφαίνετο εἰς θέσιν κ' ἀνατολικώτερον τοῦ κέντρου κ<sub>1</sub>, διπερ, ὡς εἴπομεν, δὲν συμβαίνει. Πρέπει λοιπὸν νὰ συμπεράνωμεν ὅτι κατὰ τὸν χρόνον τὴν Σελήνην ἔστρεψε περὶ ἔαυτὴν κατὰ τὴν νόδοθήν φορὰν

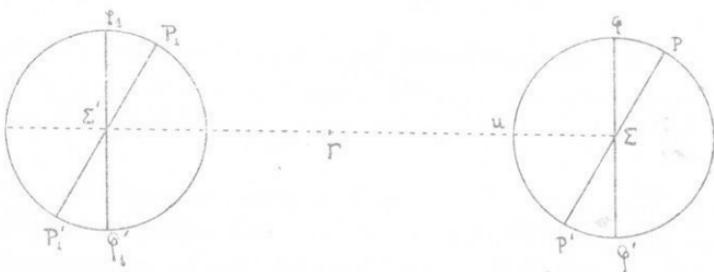
καὶ κατὰ γωνίαν  $\kappa'\Sigma'\kappa_1 = \Sigma\Gamma\Sigma'$ , ἵτοι εἰς ἑκάστην μονάδα χρόνου κατὰ γωνίαν  $\frac{\kappa'\Sigma'\kappa_1}{\tau}$  ἵσην πρὸς τὴν  $\frac{\Sigma'\Gamma\Sigma}{\tau}$ , καθὸς ἡν δὲ ἐπιβατικὴ



Σχ. 88.

ἀκτὶς  $\Gamma\Sigma$  στρέφεται καθ ἑκάστην μονάδα χρόνου. Χρειάζεται λοιπὸν ἡ Σελήνη διὰ μίαν πλήρη περὶ ἑαυτὴν στροφήν, ὅσον χρειάζεται διὰ νὰ συμπληρώσῃ μίαν περὶ τὴν Γῆν περιφορὰν αὐτῆς.

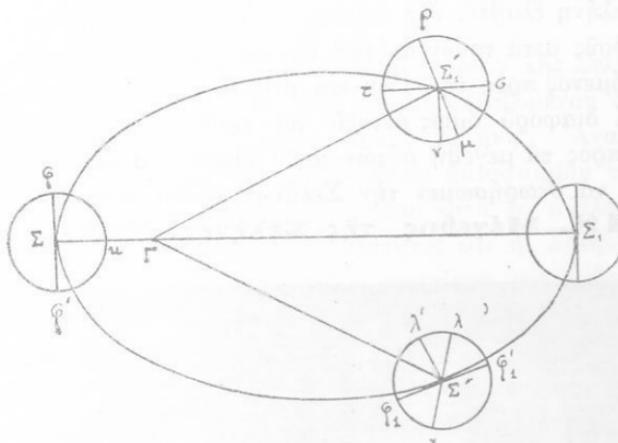
**§ 116. Λέκνεσσεις τῆς Σελήνης.** Προσεκτικὴ καὶ ἐπὶ πολλός ἡμέρας διὰ καλοῦ τηλεσκοπίου παρατήρησις τῶν κηλίδων τῆς Σελήνης ἀποδεικνύει ὅτι αὕται δὲν κατέχουσιν ἀκριβῶς τὴν αὐτὴν πάντοτε θέσιν, ἀλλ᾽ ὅτι κυμαίνονται περὶ μέσην τινα θέσιν.<sup>2</sup> Επειδὴ



Σχ. 89.

δὲ κατὰ τὸν αὐτὸν χρόνον αἱ κηλίδες πᾶσαι μετατίθενται κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν, ἔπειται ὅτι ἡ κύμανσις αὕτη τῶν κηλίδων ὀφείλεται εἰς ταλάντωσιν τῆς Σελήνης περὶ τὸ κέντρον αὐτῆς, συνεπείᾳ τῆς ὁποίας φαίνονται ἀπὸ τῆς Γῆς τὰ 0, 6 περίπου τῆς Σεληνιακῆς ἐπίφανειας.<sup>3</sup> Η κύμανσις αὕτη τῆς Σελήνης ἀνεκαλύφθη ὑπὸ τοῦ Γαλλιλαίου καὶ ὀνομάζεται λίκνισις αὐτῆς. Οφείλεται δὲ εἰς τρεῖς αἰτίας, ὃν ἑκάστη παράγει μερικὴν λίκνισιν. Ἐκ τούτων θὰ ἐκθέσωμεν ἐκοιλούμθως τὰς δύο σπουδαιοτέρας.

Α'. "Οταν ἡ Σελήνη ενδίσκηται εἰς θέσιν  $\Sigma$  τῆς τροχιᾶς της, φαίνεται ἐκ τῆς Γῆς Γ ἐν ἡμισφαίριον, τὸ δόποιον χωρίζεται ἀπὸ τοῦ ἀριστεροῦ διὰ κύκλου καθέτου ἐπὶ τὴν ΓΣ καὶ προβαλλομένου κατὰ τὴν φράγματα τῆς Σεληνιακῆς τροχιᾶς διαπερᾷ τὸν ὅγηθέντα κύκλον καὶ οὕτω δὲ μὲν πόλος  $P'$  φαίνεται ἐκ τῆς Γῆς, δὲ  $P$  εἶναι ἀόρατος. Μετὰ τινα χρόνον ἡ Σελήνη θὰ ἔλθῃ εἰς θέσιν  $\Sigma'$  ἐπὶ τῆς ΣΓ καὶ δὲ ἄξων αὐτῆς μένων πάντοτε παραλληλος πρὸς ἑαυτὸν θὰ καταλάβῃ τὴν θέσιν  $P_1P'_1$ , δε τὸ  $P_1$  ἦτοι δὲ  $P$  φαίνεται ἐκ τῆς Γῆς· δὲ  $P'$  εἶναι ἥδη ἀόρατος. Οὕτω δὲ κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον μικρὰ περὶ τὸν πόλον  $P$  ζώνη τῆς Σεληνιακῆς κατέστη δρατή, ἐν τῷ ἕτερῳ περὶ τὸν  $P'$  ἀπεκρύψη. Εὑνόητον δὲ διτι, καθ' ὃν χρόνον ἡ Σελήνη μεταβαίνει ἐκ τῆς θέσεως  $\Sigma'$  εἰς τὴν  $\Sigma$  ἀποκρύπτεται βαθμιαίως ἡ περὶ τὸν  $P$  μικρὰ ζώνη, ἐμφανίζεται δὲ ἡ περὶ τὸν  $P'$  τοιαύτη.



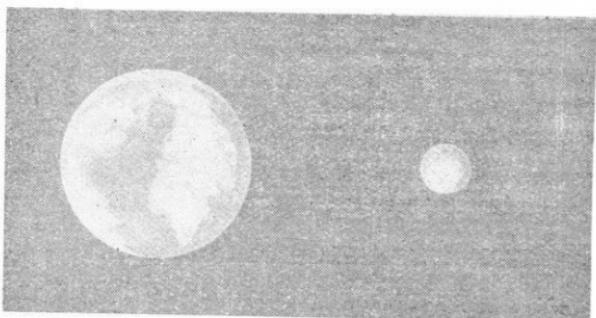
Σχ. 90.

Β' "Υποθέσωμεν διτι ἡ Σελήνη ενδίσκηται εἰς τὸ περίγειον  $\Sigma$  τῆς τροχιᾶς της, δε τὸ χωρίζων τὴν δρατήν ἀπὸ τὴν ἀόρατον ἐπιφάνειαν αὐτοῦ κύκλος προβάλλεται κατὰ τὴν φράγματα τῆς ΣΓ'. Εάν δὲ εὐθεῖα  $\Gamma\Sigma'$  διαιρῇ τὴν ἡμιέλλειψιν  $\Sigma\Sigma'\Sigma_1\Gamma\Sigma$  εἰς δύο μέρη ἵσοδύναμα, τὸ τόξον  $\Sigma\Sigma'$  θὰ διανύσῃ ἡ Σελήνη εἰς τὸ τέταρτον τοῦ χρόνου μιᾶς πλήρους περὶ τὴν Γῆν περιφορᾶς. Επειδὴ δὲ ἡ Σελήνη στρέφεται ὁμαλῶς περὶ τὸν ἄξονά τις, τυχοῦσα ἀκτίς Σκ αὐτῆς θὰ στραφῇ εἰς τὸν χρόνον τοῦτον κατὰ δρυθήν γωνίαν, ἦτοι θὰ ενδεθῇ εἰς τὴν θέσιν  $\Sigma'\lambda''$  δὲ φράγματος οὕσα ἐπὶ τὴν Σκ θὰ ενδεθῇ εἰς τὴν θέσιν

ψιφί', ἐν ᾧ τὸ ἐπίπεδον τοῦ χωρισμοῦ τῆς δρατῆς ἀπὸ τῆς ἀοράτου ἐπιφανείας προβάλλεται κατὰ τὴν νλ. Οὗτο δὲ ἀποκρύπτεται ὁ πρὸς Α μικρὸς ἄτρακτος, ὅστις προβάλλεται κατὰ τὸν τομέα λΣ'φί, ἐμφανίζεται δὲ ὁ πρὸς Δ κατὰ τὸν φιΣ'ν προβαλλόμενος. Ἐάν δὲ ἡ ΓΣ' διαιρῇ τὴν ἑτέραν ἥμιέλλειψιν εἰς μέρη ἵσοδύναμα, ἐννοοῦμεν διοίως ὅτι, καθ' ὃν χρόνον ἡ Σελήνη μεταβαίνει ἐκ τοῦ ἀπογέου Σι εἰς τὴν θέσιν Σι', ἀποκαλύπτεται μικρὸς πρὸς Α ἄτρακτος προβαλλόμενος κατὰ τὸν κυκλικὸν τομέα οΣίτ, ἀποκρύπτεται δὲ πρὸς Δ ὁ κατὰ τὸν μΣίσ προβαλλόμενος μικρὸς ἄτρακτος.

**§ 117. Σχῆμα τῆς Σελήνης.** — Τὸ σχῆμα τῆς Σελήνης δὲν δύναται νὰ καθορισθῇ διὸ ἀμέσων παρατηρήσεων ἐπὶ τοῦ δισκοῦ αὐτῆς, διότι ἡ Σελήνη στρέφει πρὸς ἡμᾶς πάντοτε τὰ αὐτὰ σχεδὸν μέρη τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς, τὸ δὲ κυκλικὸν τοῦ δίσκου τούτου σχῆμα οὐδὲν θετικὸν περὶ τοῦ ὅλου σχήματος αὐτῆς δεικνύει. Θεωρητικῶς ὅμως ἀποδεικνύεται ὅτι ἔνεκα τῆς ἀμοιβαίας ἔλξεως τῆς Γῆς ἡ Σελήνη ἔλαβεν, ὅτε διετέλει ἐν ρευστῇ καταστάσει, τὸ σχῆμα ἔλειψοειδοῦς μετὰ τριῶν ἀνίσων ἀξόνων, ὃν μεγαλύτερος εἶναι ὁ κατευθυνόμενος πρὸς τὴν Γῆν καὶ μικρότερος ὁ ἄξιον περιστροφῆς αὐτῆς. Ἡ διαφορὰ ὅμως μεταξὺ τῶν τριῶν τούτων ἀξόνων εἶναι σχετικῶς πρὸς τὰ μεγέθη αὐτῶν πολὺ μικρὰ καὶ κατ' ἀκολουθίαν δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν τὴν Σελήνην σχεδὸν σφαιρικήν.

**§ 118. Μέγεθος τῆς Σελήνης.** Μεταξὺ τῆς φαινο-



**Σχ. 91. Συγκριτικὸν μέγεθος Γῆς καὶ Σελήνης.**

μένης διαμέτρου Δ τῆς Σελήνης, τῆς ἀκτῖνος P αὐτῆς καὶ τῆς ἀποστάσεώς της ἀφ' ἡμῶν ἀληθεύει (§ 63) ἡ ἴσοτης  $\alpha = \frac{2P}{\Delta}$ . Ἀλλ' εἶναι καὶ  $\alpha = \frac{\theta}{\text{ἡμπ}}$  ἢ κατὰ προσέγγισιν  $\alpha = \frac{\theta}{\pi}$ . Ὁθεν

$$\frac{2P}{\Delta} = \frac{\theta}{\pi} \text{ καὶ κατ' ἀκολουθίαν } P = \frac{\Delta \varrho}{2\pi} = \frac{18890}{6845,4} \text{ ἥ}$$
$$P = 0, 279 (\Delta = 31' 29'' = 1899'', \pi = 57' 2'', 7\pi = 3422'', 7).$$

Είναι λοιπὸν ἥ ἀκτίς τῆς Σελήνης ἵση περίπου πρὸς τὰ 0, 27 τῆς γηῆς ἵσημερινῆς ἀκτῖνος.

\*Ο δύκος αὐτῆς εἶναι περίπου  $\frac{1}{50}$  τοῦ δύκου τῆς Γῆς ἥ δὲ

μᾶζα αὐτῆς ἵση πρὸς τὸ  $\frac{1}{81}$  τῆς μάζης τῆς Γῆς καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἥ πυκνότης αὐτῆς εἶναι τὰ 0, 654 τῆς πυκνότητος τῆς Γῆς, ἥτοι 3, 4, ἀν ληφθῆ ὡς μονάς ἥ πυκνότης τοῦ ὄχατος.

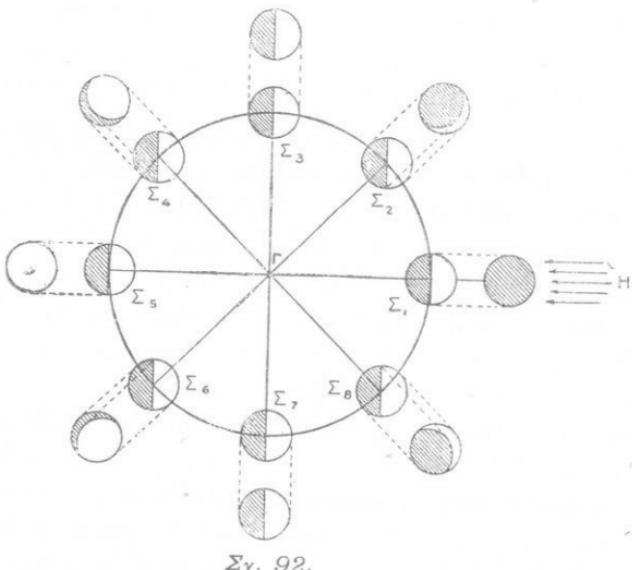
**§ 119.—Φάσεις τῆς Σελήνης.** Τὰ διάφορα σχήματα, ὁφ' ἂν φαίνεται ἡμῖν ἥ Σελήνη ἐντὸς μηνὸς περίπου, καλοῦνται **φάσεις** τῆς Σελήνης. Ἐν πρώτοις τὰ διάφορα σχήματα, ὁφ' ἂν βλέπομεν τὴν Σελήνην ἀποδεικνύουσιν ἀρκούντως ὅτι τὸ σχεδὸν σφαιρικὸν ἀστρον τοῦτο εἶναι σῶμα μὴ αὐτόφωτον ἀλλ' ἵκανὸν νὰ ἀνακλᾷ τὸ ἐπ' αὐτοῦ προσπίπτον ἥλιακὸν φῶς.

Τὸ πρὸς τὸν Ἡλιον ἐστραμμένον ἡμισφαίριον τῆς Σελήνης φωτίζεται ὑπὸ αὐτοῦ καὶ χωρίζεται ἀπὸ τοῦ μὴ φωτιζομένου διὰ γραμμῆς, ἥτις καλεῖται **κύκλος φωτισμοῦ** τῆς Σελήνης. Ἀναλόγως δὲ τῆς πρὸς τὴν Γῆν θέσεως τοῦ φωτιζομένου ἡμισφαιρίου τῆς Σελήνης τὸ ὄρατὸν ἀφ' ἡμῶν μέρος αὐτῆς εἶναι κατὰ τὸ μᾶλλον ἥ ἥττον μέγα. Τῷ ὅντι ὑποθέσωμεν χάριν ἀπλούτητος ὅτι ἥ Σελήνη γράφει περὶ τὴν Γῆν κύκλον, οὗ τὸ ἐπίπεδον συμπίπτει μετὰ τῆς ἐκλειπτικῆς (ὑπόθεσις διλίγον ἀπέχουσα τῆς ἀληθείας) καὶ ὅτι ὁ Ἡλιος μένει ἀκίνητος, ἥ δὲ Σελήνη κινεῖται περὶ τὴν Γῆν οὐχὶ μὲ τὴν πραγματικὴν τῆς γωνιώδη ταχύτητα, ἀλλὰ μὲ τὴν διαφορὰν ταύτης ἀπὸ τῆς γωνιώδους ταχύτητος τοῦ Ἡλίου. Ἐπειδὴ δὲ Ἡλιος εὐδίσκεται εἰς μεγίστην ἀπόστασιν ἐπιτρέπεται νὰ θεωρήσωμεν τὰς ἀκτῖνας Η (Σχ. 92) παραλήλους. Είναι δὲ προφανῶς ὁ κύκλος φωτισμοῦ κάθετος ἐπὶ τὰς ἀκτῖνας Η.

**Iov. Νέα Σελήνη.** "Οταν ἥ Σελήνη εὑρίσκηται εἰς τὴν θέσιν Σ<sub>1</sub> τῆς τροχιᾶς της, στρέφει πρὸς τὴν Γῆν Γ τὸ μὴ φωτιζόμενον ἡμισφαίριον αὐτῆς καὶ εἶναι κατ' ἀκολουθίαν ἀόρατος. Λέγομεν τότε ὅτι ἔχομεν νέαν Σελήνην ἥ **νουμηνίαν**. Κατὰ τὴν φάσιν ταύτην ἥ Σελήνη ἀνατέλλει καὶ δύνει συγχρόνως μετὰ τοῦ Ἡλίου.

Μετά τινας ἡμέρας ἥ Σελήνη φθάνει εἰς ἄλλην τινὰ θέσιν Σ<sub>2</sub> τῆς τροχιᾶς της, ὅτε μικρὸν μέρος τοῦ ὑπὸ τοῦ Ἡλίου φωτιζομένου

ήμισφαιρίου αὐτῆς εἶναι ἐστραμμένον πρὸς τὴν Γῆν καὶ κατ' ἀκολουθίαν δρατόν. Φαίνεται δ' ἡμῖν τοῦτο πρὸς δυσμάς μετὰ τὴν δύσιν τοῦ Ἡλίου ὡς φωτεινὸν δρέπανον ἢ μηνίσκος, δστις βαίνει πλατυνόμενος, ἐφ' ὅσον ἡ Σελήνη ἀπομακρύνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον τῆς θέσεως  $\Sigma_1$ .

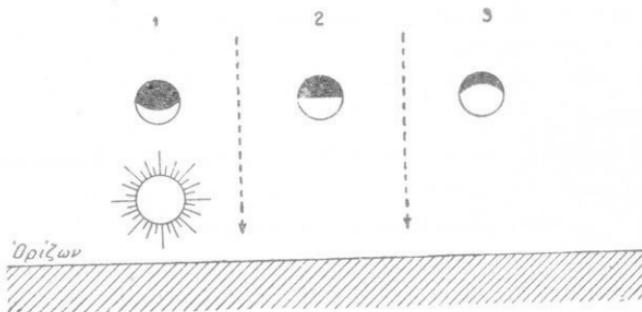


Σχ. 92.

**2ον. Πρῶτον τέταρτον.** Μετὰ ἐπτὰ ἡμέρας καὶ 9 ὥρας ἀπὸ τῆς νέας Σελήνης, ἡ Σελήνη διανύσσασα τόξον  $90^{\circ}$  πρὸς ἀνατολὰς εὑρίσκεται εἰς τὴν θέσιν  $\Sigma_3$ . Τότε βλέπομεν τὸ ἡμισυνοῦν πρῶτον τέταρτον τῆς ημισφαιρίου ὑπὸ μορφὴν φωτεινοῦ ἡμικυκλίου στρέφοντος τὸ κυρτὸν πρὸς δυσμάς. Ἡ φάσις αὕτη καλεῖται πρῶτον τέταρτον. Κατ' αὐτὴν ἡ Σελήνη μεσουρανεῖ ἄνω, καθ' ᾧ ἡν στιγμὴν ὁ Ἡλιος δύει. Ἀπὸ τοῦ α' τετάρτου τὸ δρατόν μέρος τῆς Σελήνης καθίσταται ἀμφίκυνδον συνεχῶς αὐξανόμενον.

**3ον. Πανσέληνος.** Μετὰ 7 ἡμέρας καὶ 9 ὥρας περίπου ἀπὸ τοῦ πρῶτου τετάρτου ἡ Σελήνη φθάνει εἰς τὴν θέσιν  $\Sigma_6$  τῆς τροχιᾶς της. Κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην ὀλόκληρον τὸ φωτεινὸν αὐτῆς ἡμισφαιρίου εἶναι πρὸς τὴν Γῆν ἐστραμμένον καὶ φαίνεται ὡς πλήρης φωτεινὸς δίσκος. Ἡ φάσις αὕτη καλεῖται πανσέληνος. Κατὰ ταύτην ἡ Σελήνη ἀνατέλλει, δτε δύει ὁ Ἡλιος καὶ μεσουρανεῖ ἄνω τὸ μεσονύκτιον. Ἀπὸ τῆς πανσελήνου αἱ αὐταὶ φάσεις ἀναπαράγονται

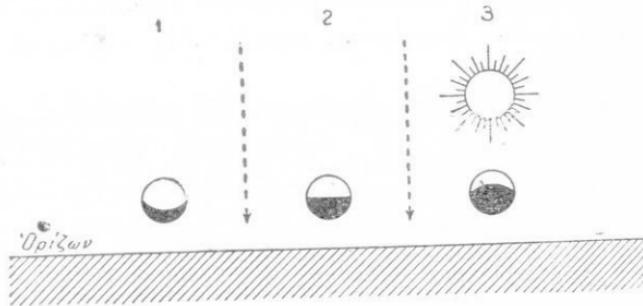
ἀλλὰ κατ<sup>°</sup> ἀντίστροφον τάξιν· δὲ φωτεινὸς δηλ. δίσκος, ὃν βλέπομεν,



*Σχ. 93. Δύσις τῆς Σελήνης κατὰ τὰς πρὸ τῆς πανσελήνου φάσεις αὐτῆς. συμικρύνεται βαθυτηδὸν καὶ κατ<sup>°</sup> ὀλίγον.*

*Ἄστρον Τελευταῖον τέταρτον.* Μετὰ ἐπτὰ ἡμέρας καὶ 9 ὥρας ἀπὸ τῆς πανσελήνου ἡ Σελήνη φθάνει εἰς τὴν θέσιν Σ<sub>τ</sub> τῆς τροχιᾶς καὶ στρέφει πρὸς τὴν Γῆν τὸ ἡμίσυον τοῦ φωτεινοῦ αὐτῆς ἡμισφαιρίου, διτεροφάνεια γένεται ἡμῖν ἐν τῷ οὐρανῷ ὑπὸ μορφὴν ἡμικυκλίου.

*Ἡ φάσις αὗτη καλεῖται τελευταῖον τέταρτον.* Κατ<sup>°</sup> αὐτήν, ἡ Σελήνη ἀνατέλλει τὸ μεσονύκτιον, στρέφει δὲ τὸ κυρτὸν τοῦ φωτει-



*Σχ. 94. Δύσις τῆς Σελήνης κατὰ τὰς μετὰ τὴν πανσέληνον φάσεις.*

νοῦ ἡμικυκλίου πρὸς ἀνατολάς.

Ἄπὸ τῆς φάσεως ταύτης τὸ δρατὸν μέρος τῆς Σελήνης γίνεται μηνίσκος, οὗ τὸ πλάτος βαίνει συνεχῶς ἔλαττον, μέχρις οὕτω μηδενὶσθῇ κατὰ τὴν νέαν Σελήνην. Ὁ μηνίσκος οὗτος στρέφει τὸ κυρτὸν πρὸς ἀνατολὰς καὶ εἶναι δρατὸς τὴν πρώταν πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ Ἡλίου.

*ΣΗΜ.* Ὄταν ἡ Σελήνη εἶναι μηνοειδής, βλέπομεν κατὰ τὴν νύκτα καὶ τὸ ὑπόλοιπον μέρος τοῦ σεληνιακοῦ δίσκου φωτιζόμενον ὑπὸ ἀμυδροῦ φωτός. Τὸ φῶς τοῦτο τεφρῶδες φῶς καλούμενον προέρχεται ἐκ τῆς Γῆς, ἢτις ἀνακλᾶ πρὸς τὴν Σελήνην τὸ ἐπ’ αὐτῆς προσπίπτον ἡλιακὸν φῶς. Κατὰ τὰς

ἄλλας τῆς Σελήνης φάσεις τὸ τεφρῶδες φῶς εἶναι ἀόρατον, διότι. α') 'Ολη γάρ τερον φωτεινὸν μέρος τῆς γῆς στρέφεται πρὸς τὴν Σελήνην καὶ β'). Τὸ φῶς τῆς Σελήνης ἐντατικώτερον ὄν καθιστᾷ ἀόρατον τὸ τεφρῶδες φῶς.

**§ 120. Ἀποχὴ Σελήνης.** — **Συζυγέας.** — **Τετραγωνισμοί.** — "Ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου καλεῖται ἀποχὴ τῆς Σελήνης.

Κατὰ τὴν νέαν Σελήνην ἡ ἀποχὴ αὐτῆς εἶναι  $0^{\circ}$ . Λέγομεν δὲ τότε ὅτι ἡ Σελήνη εὑρίσκεται εἰς **σύνοδον**.

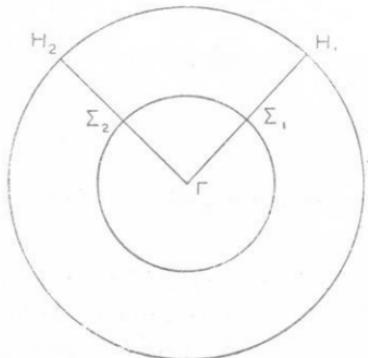
Κατὰ τὴν πανσέληνον ἡ ἀποχὴ τῆς Σελήνης εἶναι  $180^{\circ}$  λέγομεν δὲ τότε ὅτι ἡ Σελήνη εὑρίσκεται εἰς **ἀντίθεσιν**. Ἡ σύνοδος καὶ ἡ ἀντίθεσις καλοῦνται ὅμοια **συζυγίαι**.

"Οταν ἡ ἀποχὴ τῆς Σελήνης εἶναι  $90^{\circ}$ , λέγομεν ὅτι ἡ Σελήνη εὑρίσκεται εἰς **τετραγωνισμόν**. Τοῦτο συμβαίνει κατὰ τὸ πρῶτον καὶ τελευταῖον τέταρτον.

**§ 121.— Ἀστρικὸς καὶ συνοδικὸς μῆν.** — **Ἀστρικὸς μῆν** ἢ **ἀστρικὴ περιφορὰ** τῆς Σελήνης καλεῖται διὸ δρόνος, διὸ ποτοῖς περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἀποκαταστάσεων αὐτῆς εἰς τὸν ὡριαῖον τοῦ αὐτοῦ ἀπλανοῦς ἀστέρος.

**Συνοδικὸς μῆν** ἢ **συνοδικὴ περιφορὰ** τῆς Σελήνης καλεῖται διὸ δρόνος, διὸ ποτοῖς περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν συνόδων ἢ **ἀντιθέσεων**.

"Ο συνοδικὸς μῆν εἶναι μεγαλύτερος τοῦ ἀστρικοῦ διὰ τὸν ἀκόλουθον λόγον. "Εστωσαν  $\Sigma_1$  καὶ  $H_1$  (Σχ. 95) αἱ θέσεις τῆς Σελήνης καὶ τοῦ Ἡλίου κατὰ τίνα σύνοδον ἐπὶ τοῦ ὡριαίου ἀπλανοῦς ἀστέρος A. Μετὰ ἔνα ἀστρικὸν μῆνα ἡ Σελήνη φθάνει εἰς τὸν αὐτὸν ὡριαῖον, ἥτοι εἰς τὴν θέσιν  $\Sigma_1$  τῆς τροχιᾶς της χωρὶς νὰ εὑρεθῇ εἰς σύνοδον διότι, διὸ Ἡλιος κινούμενος ἐκ Δ πρὸς A εὑρίσκεται ἥδη ἀνατολικώτερον τῆς θέσεως  $H_1$ . "Ινα δὲ ἡ Σελήνη ἔλθῃ ἐκ νέου εἰς σύνοδον πρέπει νὰ διανύσῃ ἀκόμη τὸ τόξον  $\Sigma_1\Sigma_2$ , διπερ ἔχει ἵσον ἀριθμὸν μοιρῶν πρὸς τὸ  $H_1H_2$ , διπερ διαγράφει διὸ Ἡλιος ἐντὸς συνοδικοῦ μηνός.



Σχ. 95.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Η διάρκεια σ τοῦ συνοδικοῦ μηνὸς ὑπολογισθεῖσα διὰ παρατηρήσεων εἶναι 29 μ. ἡλ. ἡμ. 12 ὥρ. 44. π. 2,9δ.

Διὰ νὰ εὔρωμεν τὴν διάρκειαν α τοῦ ἀστρικοῦ μηνός, παρατηρῶμεν ὅτι ή Σελήνη εἰς χρόνον σ διανύει  $360^{\circ} + \Sigma_1 \Sigma_2 = 360^{\circ} + H_1 H_2$ , ἔργα διὰ νὰ διανύσῃ  $360^{\circ}$  χρειάζεται  $\alpha = \frac{360^{\circ}\sigma}{360^{\circ} + H_1 H_2}$ . Ἐπειδὴ δὲ  $H_1 H_2$  διανύεται ὑπὸ τοῦ Ἡλίου εἰς χρόνον σ, ἔπειται ὅτι ἴσοῦται πρὸς  $\frac{360^{\circ}\sigma}{\tau}$ , ἔνθα τ εἶναι ή διάρκεια τοῦ ἀστρικοῦ ἔτους.

Ἄρα  $\alpha = \frac{\tau\sigma}{\tau+\sigma} = 27$  ἡμ. 7 ὥρ. 43π. 11,5δ.

**§ 122. Φυσικὴ κατάστασις τῆς Σελήνης.** Ἐπὶ τοῦ δίσκου τῆς Σελήνης διακρίνομεν εὐκόλως καὶ διὰ γυμνοῦ ἔτι ὁφθαλμοῦ κατὰ τὴν πανσέληνον μεγάλας κηλεῖδας, 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' ἵσχυροῦ τηλεσκοπίου ἔξετάσωμεν τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Σελήνης, διακρίνομεν ἐπ' αὐτῆς ὑψηλὰ ὅρη, ἵδια περὶ τὴν γραμμὴν τὴν χωρίζουσαν τὸ φωτεινὸν ἀπὸ τοῦ σκοτεινοῦ ἡμισφαιρίου αὐτῆς, ἔνθα αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες προσπίπτουσι πλαγίως. Τὰ δόρη διακρίνονται ἐκ τῆς σκιᾶς, ἢν ὁλίπτουσιν ἐπὶ τοῦ σεληνιακοῦ δίσκου, ἐν ᾧ τὰ πρὸς τὸν Ἡλιον μέρη αὐτῶν εἶναι φωτεινά.

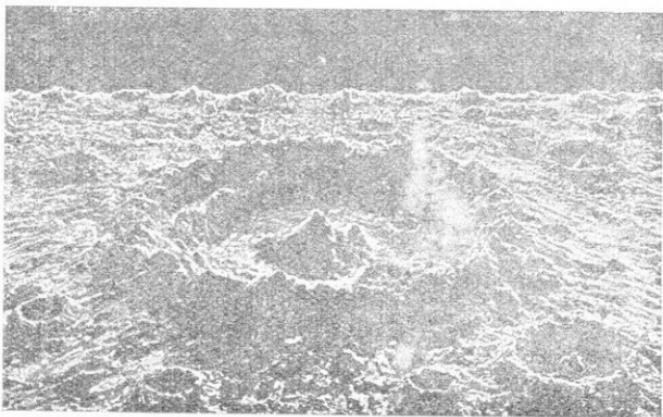
Τὰ ἀμυδρότερα μέρη τῆς Σελήνης εἶναι εὐρεῖαι πεδιάδες ὀλιγώτερον ἢ αἱ κορυφαὶ τῶν ὁρέων ἀνακλῶσαι ἡλιακὸν φῶς. Αἱ πεδιάδες αὗται ἐκλήθησαν ὑπὸ τοῦ Γαλιλαίου θάλασσα.

Τὰ δόρη τῆς Σελήνης δὲν εἶναι διατείμένα κατὰ μακρὰς ὀροστοιχίας, ὡς συμβαίνει ἐπὶ τῆς Γῆς (Ἴμαλαία, Ἀλπεις κ.τ.λ.), ἀλλ' εἶναι μεμονωμένα, κωνοειδῆ τὸ πλεῖστον καὶ φέρουσιν ἐπὶ τῶν κουφῶν αὐτῶν μεγάλας κοιλότητας, ἃς ἐκάλεσαν κρατῆρας, ἔνεκα τῆς πρὸς τοὺς κρατῆρας τῶν γηίνων ἡφαιστείων δομοίστητος αὐτῶν. Ἡ διάμετρος πολλῶν ἐκ τῶν κρατῆρων τούτων εἶναι πολὺ μεγαλυτέρα τῆς διαμέτρου τῶν κρατῆρων τῆς Γῆς, οἱ δὲ πυθμένες τῶν εὐρέων τούτων κρατῆρων ἀληθῆ ἀποτελοῦσιν ὁροπέδια, ἐκ τῶν δποίων ἀνέρχεται συνήθως βουνόν τι (Σχ. 96).

Τὸ ὑψος τῶν ὁρέων τῆς Σελήνης εἶναι σχετικῶς πρὸς τὸν ὄγκον αὐτῆς μέγιστον. Τὸ ὑψηλότερον τούτων ἔχει ὕψος 8830 μ. ἥτοι τὸ  $\frac{1}{200}$  περίπου τῆς ἀκτῖνος τῆς Σελήνης, ἐν ᾧ τὸ ὑψηλότε-

ρον ὕδος τῆς Γῆς ('Εβρεὸς Ἰμαλαῖων) ἔχει ὑψος 8840 μ. ἢ τοι τὸ  $\frac{1}{720}$  τῆς ἀκτῖνος τῆς Γῆς.

Παρατηροῦμεν ἐπὶ τῆς Σελήνης, ὅταν ἔξετάζωμεν αὐτὴν δι' ἴσχυροῦ τηλεσκοπίου καὶ κατὰ τὴν πανσέληνον, μακρὰς ὑπολεύκους καὶ σχεδὸν εὐθείας γραμμάς, αἴτινες κατὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς φαίνονται ὡς μελαναὶ κηλῖδες. Αὗται θεωροῦνται ὡς διώρυγες, ὥν 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. 96.— Κρατήρ Σεληνιακός.

Κατὰ ταῦτα τὸ ἔδαφος τῆς Σελήνης εἶναι πολὺ ἀνωμαλώτερον τοῦ ἔδαφους τῆς Γῆς. Ἐκ τούτου πρέπει νὰ συμπεράνωμεν ὅτι τοῦτο κατὰ τὸν σχηματισμὸν του ὑπέστη σφοδροὺς κλονισμούς.

**§ 123. Ἀτμόσφαιρα καὶ Ὕδωρ τῆς Σελήνης.**— Διάφοροι ἐνδείξεις πείθουσιν ἡμᾶς ὅτι ἡ Σελήνη δὲν περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας ἢ, ἐὰν ἔχῃ τοιαύτην, αὕτη θὰ εἶναι ἀραιοτάτη.

1ον). Οἱ ἀστέρες ἔμπροσθεν τῶν ὅποιων διέρχεται ἡ Σελήνη, ἀποκρύπτονται ἀποτόμως. Τοῦτο δὲ δὲν θὰ συνέβαινεν, ἢν ἡ Σελήνη περιβάλλετο ὑπὸ ἀτμοσφαίρας, διότι αὕτη διὰ τῆς ἀπορροφήσεως μέρους τῶν φωτεινῶν τοῦ ἀστέρος ἀκτίνων θὰ συνέτεινεν εἰς τὴν βαθμιαίαν τοῦ ἀστέρος ἀπόκρυψιν.

2ον) Τὰ φωτεινὰ μέρη τῆς Σελήνης χωρίζονται ἀποτόμως δι'

εύκρινος γραμμῆς, ἥτοι ἐπὶ τῶν διαφόρων αὐτῆς τόπων αἱ ἡμέραι διαδέχονται ἀποτόμως τὰς νύκτας καὶ τάναπαλιν.

Ἄλλ' ἂν ὑπῆρχεν ἐπὶ τῆς Σελήνης ἀτμόσφαιρα, ἢ ἀπότομος αὗτη διαδοχὴ τῶν ἡμερῶν καὶ τῶν νυκτῶν θὰ ἦτο ἀδύνατος, διότι θὰ παρήγετο καὶ ἔκει λυκαυγὲς καὶ λυκόφως.

Τον). Ἐν τῇ Σελήνῃ εἶχεν ἀτμόσφαιραν, κατὰ τὰς ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου τὸ ἔκτὸς αὐτοῦ προβαλλόμενον μέρος τοῦ σεληνιακοῦ δίσκου ὥφειλε νὰ φαίνηται περιβαλλόμενον ὑπὸ φωτεινῆς στεφάνης, ὡς συμβαίνει τοῦτο ἐπὶ τῆς Ἀφροδίτης κατὰ τὴν πρὸ τοῦ Ἡλίου διόδον αὐτῆς. Τοιαύτη ὅμως στεφάνη οὐδέποτε παρειηρήθη περὶ τὴν Σελήνην.

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

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

Καὶ τὸ ὕδωρ ἐλλείπει ἀπὸ τῆς Σελήνης, διότι ἐν τοῦτῳ ὑπῆρχεν, ὥφειλεν ἔξατμιζόμενον νὰ παράγῃ νέφη, ἀτινα θὰ μετέβαλλον τὴν λαμπρότητα τοῦ σεληνιακοῦ δίσκου. Οὐδέποτε ὅμως παρειηρήθη τοιαύτη τις μεταβολὴ τῆς λαμπρότητος αὐτοῦ.

Ἐπειδὴ δὲν ὑπάρχει ἐπὶ τῆς Σελήνης εἰ μὴ ἀραιοτάτη ἀτμόσφαιρα, οὐδὲν ἀνθίσταται εἰς τὴν νυκτερινὴν τῆς ἡλιακῆς θεομότητος ἀκτινοβολίαν καὶ κατ' ἀκολουθίαν αἱ μακραὶ ( $\frac{1}{2}$  συνοδικοῦ μηνὸς) νύκτες αὐτῆς εἶναι ψυχρόταται. Ἀντιθέτως δὲ αἱ ἡμέραι εἶναι θεομόταται, διότι οὐδὲ μίαν ἔξασθνησιν συνεπείᾳ ἀπορροφήσεως ὑφίστανται αἱ ἡλιακαὶ ἀκτίνες καὶ διότι ἐκάστη ἡμέρα διαρκεῖ  $\frac{1}{2}$  συνοδικοῦ μηνός. Δι' ἀμφότερους τοὺς λόγους τούτους ὡς καὶ διὰ τὴν ἔλλειψιν τοῦ ὕδατος, οὐδεμίᾳ ἐπὶ τῆς Σελήνης βλάστησις εἶναι δυνατή. Ἡ Σελήνη λοιπὸν εἶναι σκιερὸν σῶμα, ἐφ' οὕτω οὐδεμίᾳ τῆς ζωῆς ἐκδήλωσις ὑπάρχει.

'Ασκήσεις. 157) Μεταξὺ τίνων δρίών μεταβάλλεται ἡ ἀπόκλισις τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης;

158) Μεταξὺ τίνων δρίών μεταβάλλεται ἡ μεσημβρινὴ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης ἐν 'Αθήναις; (γ' πλ. 37° 58' 20'' Β.).

159) Εἰς τίνα βόρεια πλάτη ή πανσέληνος δύναται νὰ μεσουρανῇ εἰς τὸ ζενίθ;

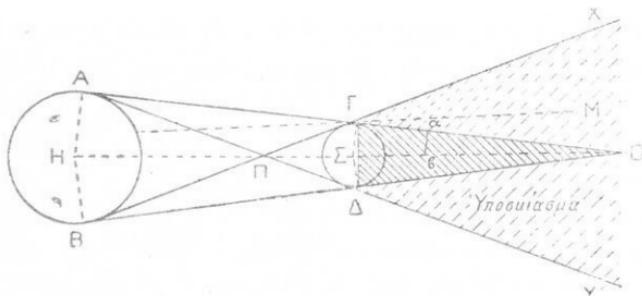
160) Ἐὰν κατὰ τὴν ἑαρινὴν ίσημερίαν συμβῇ νὰ εἶναι πανσέληνος, πόση εἶναι τότε ή δρομὴ ἀναφορὰ τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης;

161) Ἐὰν κατὰ τὴν θερινὴν τροπήν εἶναι νέα Σελήνη, πόση εἶναι τότε ή δρομὴ ἀναφορὰ τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης;

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β.

ΑΙ ΕΚΛΕΙΨΕΙΣ ΤΗΣ ΣΕΛΗΝΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ

**§ 124. Σκιά, μῆκος αὐτῆς.—Προσκίασμα.**—Πᾶν σκιερὸν ἄστρον  $\Sigma$  ( $\Sigma\chi.$  97) φωτιζόμενον ὑπὸ τοῦ Ἡλίου γίπτει



$\Sigma\chi.$  97.

ὅπισθεν αὐτοῦ σκιάν. Ἐὰν τὸ σκιερὸν σῶμα εἶναι σφαιρικὸν καὶ μικρότερον τοῦ Ἡλίου, ή σκιὰ αὐτοῦ ΟΓΔ εἶναι κωνική. Παρατη-  
ροῦντες ὅτι τὰ τρίγωνα ΟΣΓ, ΟΑΗ εἶναι ὅμοια εὑδίσκομεν ὅτι  
 $\frac{ΟΗ}{ΟΑ} = \frac{ΟΣ}{ΟΓ} = \frac{ΗΣ}{ΗΑ} = \frac{ΗΣ}{ΗΑ - ΣΓ}$ , ἥταν  $\chi = (ΟΣ) = \frac{(ΗΣ)(ΓΣ)}{(ΗΑ) - (ΣΓ)}$ . (1)

Ἄν ἐσωτερικαὶ τῶν δύο εἰρημένων σφαιρῶν ἔφαπτόμεναι ἀπο-  
τελοῦσι δύο ἔτερας κωνικὰς ἐπιτραπέας, αἵτινες ἔχουσι κοινὴν κο-  
ρυφὴν σημεῖόν τι  $\Pi$  τοῦ εὐθ. τμήματος ΗΣ. Ἐκ τούτων ή ΧΠΨ  
περιβάλλει πάντοθεν τὸν σκιερὸν κῶνον.

Ο ὅπισθεν τοῦ σκιεροῦ σώματος  $\Sigma$ , ἐντὸς τῆς κωνικῆς ἐπιφα-  
νείας ΧΠΨ καὶ ἐκτὸς τοῦ σκιεροῦ κώνου ΟΓΔ περιεχόμενος κῶδος  
καλεῖται ὑποσκιάσμα. Πᾶν σημεῖον  $M$  τοῦ ὑποσκιάσματος φωτί-  
ζεται ὑπὸ μέρους μόνον τοῦ Ἡλίου, ὅπερ εἶναι τόσῳ μικρότερον,  
ὅσῳ ἐγγύτερον τῆς σκιᾶς κεῖται τὸ  $M$ .

**§ 125. Μῆκος τῆς σκιᾶς τῆς Γῆς. — Μέγεθος τῆς τομῆς αὐτῆς εἰς τὴν ἀπόστασιν τῆς Σελήνης.**—  
Ἐὰν τὸ ἄστρον  $\Sigma$  ( $\Sigma\chi.$  97) εἶναι ή  $\Gamma\hat{\eta}$  καὶ καλέσωμεν ὁ τὴν ἀκτίνα

αὐτῆς, ἡ ίσοτης (1) γίνεται ( $O\Sigma$ ) =  $\frac{23440\varrho^2}{108\varrho} = 217\varrho$  περίπου. Ἐὰν δὲ ( $\Sigma\delta$ ) =  $60\varrho$  καὶ νοηθῇ ἐκ τοῦ ὁ παράλληλος τῇ  $\Sigma\Gamma$  ἡ 6α, ἐκ τῶν ὁμοίων τριγώνων Οδα,  $O\Sigma\Gamma$  εὑρίσκομεν ὅτι

$$(6_1) = \frac{(O\delta)(\Sigma\Gamma)}{O\Sigma} = \frac{(217\varrho - 60\varrho)\varrho}{217\varrho} = \frac{152\varrho^2}{217\varrho} = 0,72\varrho \text{ περίπου.}$$

Ἡ τομὴ λοιπὸν τῆς κωνικῆς σκιᾶς; τῆς Γῆς ἔχει εἰς τὴν ἀπόστασιν τῆς Σελήνης ἀκτῖνα ἴσην πρὸς τὰ 0,72 περίπου τῆς γηῖνης ἀκτῖνος.

**§ 126. Ἔκλειψις Σελήνης.** — Ἡ Σελήνη περιφερομένη περὶ τὴν Γῆν εἰς μέσην ἀπόστασιν  $60\varrho$  συναντᾷ ἐνίστε τὴν σκιὰν τῆς Γῆς, ἥ; τὸ μῆτρος εἶναι  $217\varrho$  καὶ εἰσδύει ἐν ὅλῳ ἥ ἐν μέρει εἰς αὐτήν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ἔκλειψις τῆς Σελήνης. (Σχ. 98).

Ἡ ἔκλειψις τῆς Σελήνης καλεῖται μερικὴ ἥ ὅλική, καθ' ὃσον μέρος τῆς Σελήνης ἥ ἀπασα εἰσδύει εἰς τὴν σκιὰν τῆς Γῆς.

Εἶναι δὲ δυνατὴ ὅλικὴ τῆς Σελήνης ἔκλειψις τῷ ὅντι, ἐὰν τὸ κέντρον τῆς Σελήνης καταλάβῃ ποτὲ τὴν θέσιν ὁ (Σχ. 97), ἀπασα περιέχεται ἐντὸς τοῦ σκιεροῦ κώνου, διότι ἥ μὲν ἀκτὶς τῆς Σελήνης εἶναι  $0,27\varrho$ , ἥ δὲ ἀκτὶς τῆς τομῆς τῆς σκιᾶς ἰσοῦται πρὸς  $0,72\varrho$  περίπου.

Εἶναι δὲ φανερὸν ὅτι μόνον κατὰ τὰς ἀντιθέσεις εἶναι δυνατὸν νὰ συμβαίνωσιν ἔκλειψις τῆς Σελήνης.

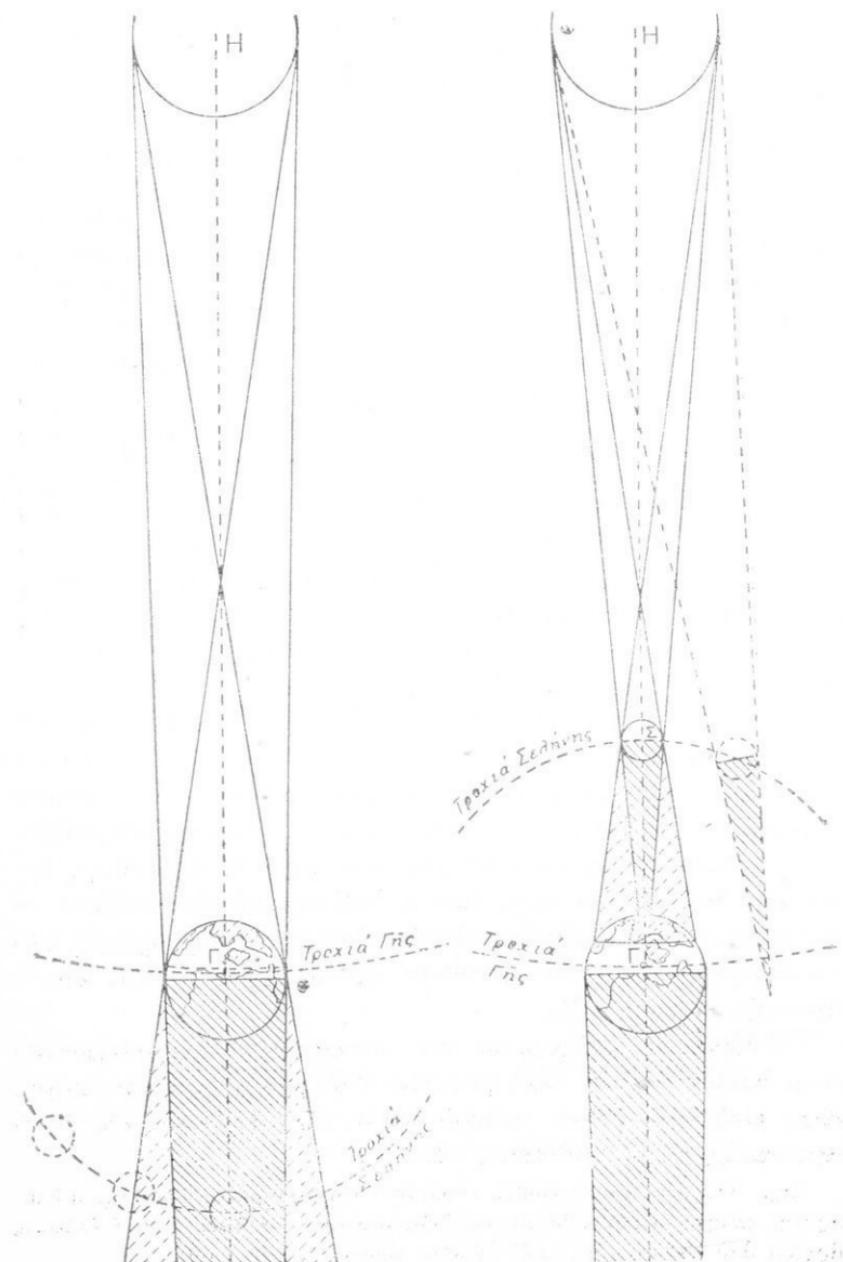
Ἐάν τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιᾶς τῆς Σελήνης ἐσαυτίζετο μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἔκλειπτικῆς, εἰς ἑκάστην ἀντιθέσιν θὰ συνέβαινεν ὅλικὴ ἔκλειψις τῆς Σελήνης. Ἐπειδὴ ὅμως τὰ δύο ταῦτα ἐπίπεδα σχηματίζουσι γωνίαν  $50^{\circ} 9'$  περίπου, κατὰ τὰς πλείστας τῶν ἀντιθέσεων ἥ Σελήνη διέρχεται ἐκτὸς τῆς σκιᾶς τῆς Γῆς καὶ ἔκλειψις δὲν γίνεται. Ἰνα συμβῇ τοιαύτη, δέον ἥ Σελήνη κατὰ τὴν ἀντιθέσιν νὰ εὑρίσκηται ἐγγύτατα τῆς ἔκλειπτικῆς, πλησίον δηλ. τῆς γραμμῆς τῶν συνδέσμων, μεθ' ἥς τότε τὴν αὐτὴν περίπου ἔχει διεύθυνσιν καὶ ὁ ἄξεων τῆς σκιᾶς τῆς Γῆς.

Ο δίσκος τῆς Σελήνης καὶ κατ' αὐτὴν τὴν ὅλικὴν ἔκλειψιν δὲν εἶναι ἐντελῶς ἀδρατος ἀλλὰ φωτίζεται ὑπὸ χαλκόχρου τινὸς φωτός, ὅπερ εἰσδύει ἐντὸς τοῦ σκιεροῦ κώνου τῆς Γῆς ἐνεκα τῆς ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾳ ἡμῶν διαθλάσεως αὐτοῦ.

Σημ. Ὅταν ἥ Σελήνη εἰσδύῃ ἐντὸς τοῦ ὑποσκιάσματος τῆς Γῆς, ἥ λαμπρότης αὐτῆς μειοῦται βαθμαίως ἀλλὰ λίαν ἀνεπαισθήτως, ὕστε ἥ ἔκλειψις ἀρχίζει ἀπὸ τῆς στιγμῆς, καθ' ἥν αὐτῇ εἰσδύει εἰς τὴν σκιάν.

**§ 127. Μῆκος τῆς σκιᾶς τῆς Σελήνης.** — Ἐάν τὸ

ἄστρον Σ. (Σχ. 97) εἶναι ἡ Σελήνη, εὑρίσκομεν ἐκ τῆς ισότητος



Εκλειπτικός Σέληνης

Σχ. 98.

Εκλειπτικός Ήλιον

$$(1, \S\ 124) \text{ δτι } (\Omega\Sigma) = \frac{0,27\varrho \cdot (\text{H}\Sigma)}{109\varrho - 0,27\varrho} = \frac{27(\text{H}\Sigma)}{10873} \quad (1)$$

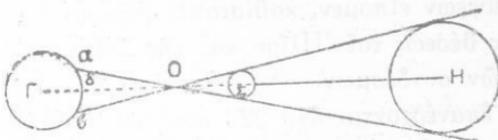
Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἀπόστασις ( $\text{H}\Sigma$ ) τῆς Σελήνης ἀπὸ τοῦ Ἡλίου εἶναι μεταβλητή, ἔπειται δτι καὶ τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς τῆς Σελήνης εἶναι μεταβλητόν. Κατὰ τὴν σύνοδον εἶναι ( $\text{H}\Sigma$ ) =  $\alpha - \alpha'$ , ἢν  $\alpha$  παριστᾶ τὴν ἀπόστασιν τοῦ Ἡλίου ἀπὸ τῆς Γῆς καὶ  $\alpha'$  τὴν τῆς Σελήνης ἀπὸ τῆς Γῆς. Ἡ προηγουμένη λοιπὸν ἴσστης γίνεται διὰ τὴν σύνοδον  $(\Omega\Sigma) = \frac{27(\alpha - \alpha')}{10873}$ . (2)

Ἐκ ταύτης εἶναι δῆλον δτι κατὰ τὴν σύνοδον ἡ σκιὰ τῆς Σελήνης ἔχει τὸ μέγιστον αὐτῆς μῆκος, δταν ὁ Ἡλιος εὑρίσκηται εἰς τὸ ἀπόγειον ( $\alpha$  μέγιστον) καὶ ἡ Σελήνη εἰς τὸ περίγειον ( $\alpha'$  ἐλάχιστον), τὸ δὲ ἐλάχιστον μῆκος ἔχει ἡ σκιὰ αὐτῆς, δταν ὁ Ἡλιος εὑρίσκηται εἰς τὸ περίγειον ( $\alpha$  ἐλάχιστον) καὶ ἡ Σελήνη εἰς τὸ ἀπόγειον ( $\alpha'$  μέγιστον).

Εὐκόλως δὲ προκύπτει ἐκ τῆς ἴσστης (2) δτι κατὰ τὴν σύνοδον ἡ μὲν μεγίστη τιμὴ τοῦ μῆκους τῆς σκιᾶς εἶναι 59, 6ρ ἡ δὲ ἐλαχίστη 57, 6ρ.

**§ 128. "Ἐκλειψες Ἡλίου.** — Ἐπειδὴ κατὰ τὰς συνόδους τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς τῆς Σελήνης κυμαίνεται μεταξὺ 57,6ρ καὶ 59,6ρ, ἡ δὲ ἀπόστασις τῆς Σελήνης ἀφ' ἡμῶν κυμαίνεται μεταξὺ 56ρ καὶ 64ρ, ἐνίστε κατὰ τὴν σύνοδον ἡ σκιὰ τῆς Σελήνης φθάνει μέχρι τῆς Γῆς. Οἱ τόποι Γῆς, ἐφ' ὃν πίπτει ἡ σκιὰ τῆς Σελήνης, οὐδόλως βλέπουσι τὸν Ἡλιον, ἐν φ' ἄλλοι τόποι ἐν τῷ ὑποσκιάσματι τῆς Σελήνης κείμενοι βλέπουσι μέρος μόνον τοῦ Ἡλίου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **ἐκλειψις τοῦ Ἡλίου**. Ἡ ἐκλειψις τοῦ Ἡλίου εἶναι ὅλικὴ μέν, δι' οὓς τόπους ἀπας δίσκος τοῦ Ἡλίου, μερικὴ δὲ δι' οὓς μέρος μόνον αὐτοῦ ἀποκρύπτεται.

Αἱ προεκβολαὶ τῶν γεννετειῶν τοῦ σκιεροῦ τῆς Σελήνης κώνου πέραν τῆς κορυφῆς Ο (Σχ. 99) ἀποτελοῦσιν ἔτερον κωνικὴν ἐπι-



Σχ. 99.

φάνειαν αοδ̄ κωνὴν ἔχουσαν κορυφὴν μετὰ τῆς σκιᾶς τῆς Σελήνης. Ἡ τῶν τυχόν ἐντὸς τῆς κωνικῆς ταύτης ἐπιφάνειας εὑρίσκομένων ποτὲ τόπων τῆς Γῆς φαίνεται μόνον δάκτυλις τις τοῦ Ἡλίου, τοῦ

ειέρους 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 δεκάμενον ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τοῦ ἄξονος ΣΩ.

Ἐπειδὴ δὲ η Σελήνη εἶναι πεντηκοντάκις τῆς Γῆς μικροτέρα, διὰ σκιὰ αὐτῆς εἶναι ἀδύνατον νὰ περιλάβῃ τὴν Γῆν ἀπασαν καὶ κατ’ ἀκολουθίαν οὐδεμία ὀλικὴ τοῦ Ἡλίου ἔκλειψις εἶναι δρατὴ ἀπὸ πάντων τῶν πρὸς τὸν Ἡλίον ἐστραμμένων τόπων τῆς Γῆς.

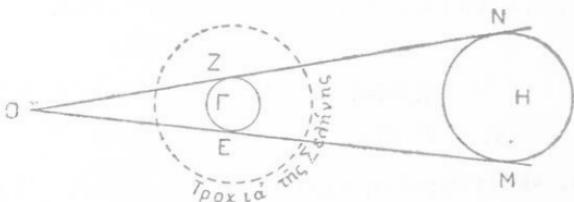
Ἐὰν δὲ η Σελήνη ἔκινεῖτο ἐπὶ τῆς ἔκλειπτικῆς, καθ’ ἕκαστην οὐνοδὸν θὰ συνέβαινεν ἔκλειψις Ἡλίου. Ἐνεκεν δομῶς τῆς κλίσεως τοῦ ἐπιπέδου τῆς τροχιᾶς αὐτῆς πρὸς τὴν ἔκλειπτικήν, τὸ πλεῖστον κατὰ τὴν σύνοδον διὰ σκιὰ καὶ τὸ ὑποσκιάσμα τῆς Σελήνης ἀφίνουσιν ἐκτὸς αὐτῶν τὴν Γῆν καὶ ἔκλειψις Ἡλίου δὲν γίνεται. Ἰνα συμβῇ τοιαύτη, πρέπει κατὰ τὴν σύνοδον διὰ σκιὰ καὶ τὸ ὑποσκιάσμα τῆς τροχιᾶς αὐτῆς ἔχει τὴν αὐτὴν περίπον διεύθυνσιν πρὸς τὴν γραμμὴν τῶν συνδέσμων.

Πᾶσα ὀλικὴ ἔκλειψις Ἡλίου ἀρχεται καὶ περατοῦται ὡς μερική διάρκεια δὲ τῆς ὀλικῆς μόνον ἔκλειψεως δὲν ὑπερβαίνει ποτὲ τὰ 7π.

Ἡ σκιὰ τῆς Σελήνης δὲν συναντᾷ τὰ αὐτὰ καθ’ ὅλην τὴν διάρκειαν ἔκλειψεώς τινος σημεία τῆς Γῆς, ἀλλὰ κινεῖται χαρακτηριστικῶς στενὴν ζώνην, ἵνες πάντα τὰ σημεῖα θὰ ἔχωσι διαδοχικῶς ἔκλειψιν Ἡλίου. Ὄμοίως κινεῖται καὶ τὸ ὑποσκιάσμα τῆς Σελήνης. Ὁφελεται δὲ διὰ κίνησις αὐτῆς τῆς σκιᾶς καὶ τοῦ ὑποσκιάσματος τῆς Σελήνης εἰς τὴν ἡμέρησίαν κίνησιν καὶ τὴν ἴδιαν περὶ τὴν Γῆν κίνησιν τῆς Σελήνης.

**§ 129. Μερίδος καὶ πλῆθος ἔκλειψεων.** — Ἐξ ὅσων περὶ ἔκλειψεων εἴπομεν, καθίσταται φανερὸν ὅτι αὐταὶ ἔξαρτῶνται ἐκ τῆς θέσεως τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Σελήνης ἐν σχέσει πρὸς τὴν γραμμὴν τῶν συνδέσμων. Δι’ ὑπολογισμοῦ εὑρίσκεται ὅτι τὰ σώματα ταῦτα ἐπανέρχονται ἀνὰ 223 συνοδικοὺς μῆνας ἢ 18 ἔτη καὶ 11 ἡμέρας εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν σχετικῶς πρὸς τὴν γραμμὴν τῶν συνδέσμων. Αἱ ἔκλειψεις διδοῦνται αἱ ἐντὸς 18 ἔτῶν καὶ 11 ἡμερῶν συμβαίνουσαι ἐπαναλαμβάνονται καὶ κατὰ τὰ ἐπόμενα 18 ἔτη καὶ 11 ἡμέρας αἱ αὐταὶ περίπον καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν τάξιν καὶ οὕτω καθ’ ἔτης.

Ἡ περίοδος αὗτη τῶν ἐκλείψεων ὀνομαζομένη **σάρος** ὑπὸ τῶν Χαλδαίων ἔχονται σύμευεν εἰς τοὺς ἀρχαίους ὡς μέσον πρὸς πρόρρησιν τῶν ἐκλείψεων (<sup>1</sup>). Σήμερον οἱ ἀστρονόμοι μεταχειρίζονται ἄλλην



Σχ. 100.

μᾶλλον ἀκριβῆ μέθυδον δι' ἵ; μετὰ μαθηματικῆς ἀκριβείας προλέγουσι τὰς ἐκλείψεις.

Ἐντὸς 223 σύνοδικῶν μηνῶν συμβαίνουσιν 75 ἐκλείψεις, ὡν 46 ἥλιακαὶ καὶ 29 σεληνιακαὶ. Ὁ λόγος, δι' ὃν συμβαίνουσι πλειόνες ἥλιακαὶ ἢ σεληνιακαὶ ἐκλείψεις, εἶναι ὁ ἀκόλουθος.

Αἱ ἐκλείψεις τῆς Σελήνης γίνονται κατὰ τὰς ἀντιθέσεις ὅτε ἡ Σελήνη εἰσδύει ἐντὸς τοῦ σκιεροῦ κώνου ΟΖΕ (Σχ. 100) τῆς Γῆς, ἐν φαῖ τοῦ Ἡλίου συμβαίνουσι κατὰ τὰς συνόδους, ὅτε ἡ Σελήνη εἰσδύει ἐντὸς τοῦ κοιλούρου κώνου ΜΝΕΖ, οὗ ἡ τομὴ εἶναι μεζων ἡ ἡ τοῦ ΟΖΕ.

Ἀπὸ ἕκαστου ὅμως τόπου βλέπομεν περισσοτέρας ἐκλείψεις τῆς Σελήνης ἢ τοῦ Ἡλίου, διότι αἱ μὲν Σελήνης εἶναι δραταὶ συγχρόνως ἀπὸ πάντων τῶν τόπων τοῦ πρὸς αὐτὴν ἐστραμμένου ἥμισφαιρίου τῆς Γῆς, αἱ δὲ τοῦ Ἡλίου ὁρῶνται ἀπὸ διλγών σχετικῶς τόπων, ἀφ' ὧν διέρχεται ἡ σκιὰ ἢ τὸ ὑποσκίασμα τῆς Σελήνης ἢ κεῖνται ἐντὸς τοῦ κώνου αοθ (Σχ. 99).

(1) Πρῶτος πάρ" ἡμῖν Θαλῆς ὁ Μιλήσιος προεῖπεν ὀλικὴν ἐκλείψιν τοῦ Ἡλίου χρησιμοποιήσας τὴν ὁγθεῖσαν μέθοδον, ἣν ἔμαθε παρὰ τῶν Αἰγυπτίων ιερέων.

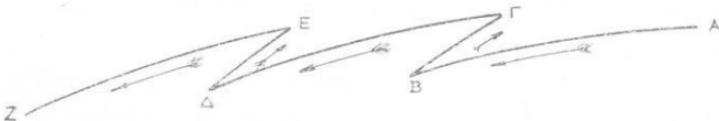
## ΒΙΒΛΙΟΝ Ε'.

### ΠΛΑΝΗΤΑΙ ΚΟΜΗΤΑΙ ΜΕΤΕΩΡΑ

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

##### ΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

**§ 130. Φαινομένη τροχιά πλανητῶν.**—<sup>1</sup> Εμάθομεν ἡδη (§ 2) ὅτι πλὴν τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Σελήνης ὑπάρχουσι καὶ ἄλλοι ἀστέρες, οἵτινες εἶναι ὅμοιοι τὴν μορφὴν εἰς γυμνὸν ὁφθαλμὸν



Σχ. 101.

πρὸς τοὺς ἀπλανεῖς καὶ μεταβόλλουσι θέσιν ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν. Οἱ ἀστέρες οὗτοι καλοῦνται **πλανῆται**.

Ἐὰν παρακολουθήσωμεν μετὰ προσοχῆς τὴν κίνησιν πλανήτου τινὸς ἐπὶ ἵκανάς συνεχεῖς ἡμέραις, θέλομεν βεβαιωθῆ ὅτι μετὰ μακρὰν κατὰ τὴν ὁρθὴν φορὰν κίνησιν ἴσταται ἐπὶ ὀλίγον, εἴτα κινεῖται ἐπὶ τινὰ χρόνον κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν, ἴσταται ἐκ νέου, εἴτα ἔξακολουθεῖ κινούμενος κατὰ τὴν ὁρθὴν φορὰν καὶ οὕτω καθ' ἔξῆς. Κατὰ ταῦτα ἡ ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαίρας φαινομένη τροχιά ἔκάστου πλανήτου ἀποτελεῖται ἐκ σειρᾶς τόξων, ὃν τὰ κατὰ τὴν ὁρθὴν φορὰν γραφόμενα εἶναι μείζονα τῶν ἀλλων (Σχ. 101).

Αἱ τροχιαὶ δὲ αὗται τῶν πλανητῶν κείνται σχεδόν πᾶσαι (πλὴν τῶν τροχιῶν μικρῶν τινων πλανητῶν) ἐντὸς τοῦ ζῳδιακοῦ ἔλαχιστα τῆς ἔκλειπτικῆς ἀφιστάμεναι. Τὰ σημεῖα Β Γ, Δ . . . , εἰς ᾧ ὁ πλανῆτης φαίνεται ἴσταμενος, ἵνα ἀλλάξῃ φοράν κινήσεως, καλοῦνται στηριγμοί.

**§ 131. Ηπολεμαϊκὸν σύστημα.**—**Σύστημα Κοπεργέκου.**—Οἱ ἀρχαῖοι προσεπάθουν νὰ ἔχηγήσωσι τὰς φαινομένας τῶν πλανητῶν κίνησεις καὶ τὰς ἀνωμαλίας αὐτῶν. Ἐπειδὴ δὲ ἐφόρουν ὅτι ἡ ἴσοσταχή κυκλικὴ κίνησις ἥτο ἡ τελειοτέρα κίνησις, ἐπὶ στευον ὅτι ταύτην ἥκολούθουν τὰ οὐρ. σώματα. Ἐπὶ τῇ βάσει ὅθεν τῆς ἀντιλήψεως ταύτης κατέληξαν νὰ παραδεχθῶσι τὸ ὑπὸ τοῦ

Πτολεμαίου<sup>(1)</sup> ὑποδειχθὲν σύστημα, τὸ διοῖον ἵσχυσεν ἐπὶ 14 αἰῶνας. Κατ' αὐτὸν ἡ Γῆ εἶναι ἀκίνητος εἰς τὸ κέντρον τοῦ κόσμου, ὃ δὲ Ἡλιος καὶ ἡ Σελήνη κινοῦνται ἴσοταχῶς περὶ τὴν Γῆν, οὕτως ὅστιε τὸ κέντρον ἔκατέρου τούτων γράφει Ἰδίαν περιφέρειαν, τῆς διοίας τὸ μὲν κέντρον κεῖται ἐκτὸς τῆς Γῆς, τὸ δὲ ἐπίπεδον σχηματίζει μικρὰν γωνίαν μὲ τὴν Ἐκλειπτικὴν.

Ἐκαστος πλανήτης γράφει ἴσοταχῶς Ἰδίαν περιφέρειαν κύκλου, ὅστις καλεῖται ἐπίκυκλος, ἐν ᾧ τὸ κέντρον ἐκάστου ἐπικύκλου γράφει περὶ τὴν Γῆν Ἰδίαν περιφέρειαν κύκλου, ὅστις καλεῖται ἐπικύκλος. Τὸ κέντρον δὲ ἐκάστου ἐπικύκλου κεῖται ἐκτὸς τῆς Γῆς, τὸ δὲ ἐπίπεδον σχηματίζει μικρὰν γωνίαν μὲ τὴν Ἐκλειπτικὴν καὶ μὲ τὸ ἐπίπεδον τοῦ ἀντιστοίχου ἐπικύκλου.

Οἱ πολωνὸς μοναχὸς Κοπέρνικος ἐφρόνει ὅτι ἐν τῇ φύσει δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ἐπικρατῇ τοιοῦτον πολύπλοκον σύστημα κινήσεων, ὅπερ ἄλλως τε δὲν ἔξηγει ἐπαρκῶς ἔτι πάντα τὰ φαινόμενα. Ἀναγνώσας δὲ εἰς τὸν Ἀριστοτέλην καὶ Πλάτωνα τις ἰδέας τῶν Πυθαγορείων ἐπεχείρησε νὰ ἔξετάσῃ ἄν, ἡ ὑπ' ἐκείνων πρεσβευομένη διπλῆ κίνησις τῆς Γῆς καὶ ἡ κίνησις τῶν πλανητῶν περὶ τὸν Ἡλιον ἥδυνατο νὰ ἔξεγησῃ ἐπιρροῶς τὰς φαινομένας κινήσεις τῶν οὐρανών. Μετ' ἐκπλήξεως δὲ παρετήρησεν ὅτι αἱ φαινόμεναι αὗται κινήσεις ἔξηγούντο οὕτω μὲ θαυμασίαν ἀπλότητα. Οὕτω μετὰ τριακονταετῶν μελέτας καὶ παρατηρήσεις ἥχθη εἰς τὴν διατύπωσιν τοῦ ἀκολούθου συστήματος.

Ιον. Ὁ Ἡλιος καὶ πάντες οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες εἶναι ἀκίνητοι ἐν τῷ διαστήματι.

Σον. Ἐκαστος πλανήτης κινεῖται ἐν τῷ διαστήματι περὶ τὸν Ἡλιον ἐν Δ πρὸς Α ἐπὶ περιφερείας κύκλου, οὐ τὸ κέντρον δὲν κατέχεται ὑπὸ τοῦ Ἡλίου.

Ξον. Ἐκαστος πλανήτης, ἐν φερεται ἐκ Δ πρὸς Α περὶ ἀξονα διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ διερχόμενον.

Δον. Ἡ Γῆ κινεῖται δυοῖς περὶ τὸν Ἡλιον καὶ περὶ ἀξονα, εἶναι ἀρα καὶ αὕτη πλανήτης. Ἡ Σελήνη περιφερομένη

(1) Ὁ Πτολεμαῖος (130 μ.χ.) θεωρεῖται μετὰ τὸν Ἰππορχὸν ὁ μεγαλύτερος τῶν Ἀστρονόμων τῆς Ἀλεξανδρινῆς σχολῆς. Τὸ Πτολεμαϊκὸν σύστημα ἐκτίθεται ἐν τῇ «Μαθηματικῇ συντάξει» ἡ «Ἀλμαγέστη» αὐτοῦ.

εερὶ τὴν Γῆν παρακολουθεῖ αὐτὴν ἐν τῇ περὶ τὸν Ἡλιον καὶ νήσει της ὡς δορυφόρος αὐτῆς.

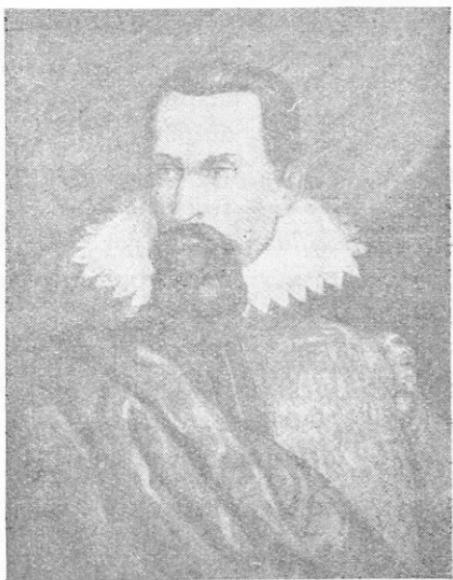


\*Ο Κοπέρνικος (1473—1543) ἐπισκοπῶν τὸν Οὐρανὸν

Τὸ σύστημα τοῦτο μετὰ λυσσώδη ἀγῶνα τῶν δπαδῶν τοῦ Κοπερνίκου πρὸς τοὺς θιασώτας τοῦ παλαιού συστήματος κατεδείχθη (πλὴν μικρᾶς τινὸς τροποποιήσεως) ἀληθέστατον καὶ εἶναι γενικῶς τὴν σήμερον παραδεκτόν.

**132. Νόμοι του Κεπλέρου.** — Ο Κοπέρνικος ἔφρονει διτί αἵ τροχιαὶ τῶν πλανητῶν περὶ τὸν Ἡλιον ἤσαν περιφέρειαι κύκλων. Ἰνα δὲ ἐξηγήσῃ τὰς ἐπὶ τῶν κινήσεων τούτων παρατηρουμένας ἀνωμαλίας, ὑπέθεσεν διτί τὰ κέντρα τῶν κύκλων τούτων ἔχειν τὸ ἔκτος τοῦ Ἡλίου.

Ο Κέπλερος εὐτυχήσας νὰ συνεργασθῇ ἐν Πράγᾳ τῆς Βοημίας ἐπὶ τίνα χρόνον (1600 μ. X) μὲ τὸν ἔχον παρατηρητὴν τοῦ οὐρανοῦ Tycho - Brahé (<sup>1</sup>) καὶ εἰτα νὰ κληρονομήσῃ τὴν πολύτιμον συλλογὴν τῶν παρατηρήσεων αὐτοῦ, κατώρθωσε νὰ ἀνακαλύψῃ τοὺς πραγματικοὺς νόμους, κατὰ τοὺς δποίους κινοῦνται οἱ πλανῆται περὶ τὸν Ἡλιον.



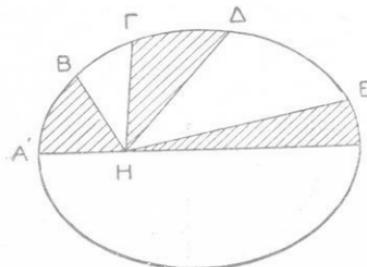
Κέπλερος (1571—1630). Γερμανὸς ἀστρονόμος ἐπικληθεὶς νομοθέτης τοῦ Οὐρανοῦ.

Μελετῶν οὗτος τὰς κινήσεις τοῦ πλανήτου Ἀρεως ἐπὶ τῇ βάσει τοῦ συστήματος τοῦ Κοπερνίκου εὗρεν διτὶ ὑπῆρχε διαφορὰ 8 περίπου μεταξὺ τῆς θεωρητικῆς θέσεως αὐτοῦ καὶ ἐκείνης, τὴν δποίαν ἔδιδον αἱ παρατηρήσεις τοῦ Tycho - Brahé. Πεπεισμένος δὲ διτὶ αἱ παρατηρήσεις τοῦ Tycho - Brahé δὲν περιεῖχον σφάλμα

(1) Δανὸς ἀστρονόμος (1546—1601).

μεγαλύτερον τοῦ 1', ἀπέδωκε τὴν ἀσυμφωνίαν εἰς ἀνακρίβειαν τῆς θεωρίας, καὶ ἥχθη οὕτω νὰ ἀπορρίψῃ τὴν κυκλικὴν κίνησιν τῶν πλανητῶν, καὶ νὰ δοκιμάσῃ μήπως ὁ Ἀρης ἐκινεῖτο ἐπὶ ἐλλείψεως, τῆς ὅποιας αἱ ἴδιότητες ἦσαν γνωσταὶ ἀπὸ τοῦ Ἀπολλωνίου (260—210 π. Χ.) Μετὰ πολυετεῖς δὲ πρὸς τὴν κατεύθυνσιν ταύτην ἐργασίας ἀνεκάλυψε καὶ διετύπωσε τὸν ἔξῆς τρεῖς νόμους.

105. *Ἡ τροχιὰ ἑκάστου πλανήτου εἶναι ἐλλειψις, ἡς τὴν μὲν τῶν ἐστιῶν κατέχει ὁ Ἡλιος.*



Σχ. 102.

Τὰ ἐπίπεδα τῶν ἐλλειψεων τούτων σχηματίζουσι μικρὰς γωνίας μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐκλειπτικῆς. Αἱ ἐλλειψεις δὲ αὗται ἐλάχιστα διαφέρουσι περιφερειῶν κύκλων.

Τὰ ἄκρα Α καὶ Α' τοῦ μεγάλου ἀξονος ἐκύστης τοιαύτης ἐλλειψεως καλοῦνται τὸ μὲν ἐγγύτερον πρὸς τὴν Ἡλιον περιηλιον, τὸ δὲ ἀπότερον ἀφήλιον.

205. Τὰ ὑπὸ τῆς ἐπιβατικῆς ἀκτῖνος, ἡτις συνδέει τὸ κέντρον τοῦ Ἡλιον καὶ τὸ κέντρον πλανήτου τυνός, γραφόμενα ἐμβαδὰ εἶναι ἀνάλογα τοῦ χρόνου.

Κατὰ τὸν νόμον τοῦτον ἡ ταχύτης ἑκάστου πλανήτου βαίνει αὐξανομένη ἐφ' ὃσον οὕτος ἐκ τοῦ ἀφηλίου Α βαίνει πρὸς τὸ περιηλιον Α' τῆς τροχιᾶς αὐτοῦ καὶ τάναπαλιν, αὕτη βαίνει ἐλαττουμένη, ἐφ' ὃσον ὁ πλανήτης ἐκ τοῦ περιηλίου βαίνει πρὸς τὸ ἀφήλιον.

305. *Τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων τῶν περὶ τὸν Ἡλιον περιφορῶν τῶν πλανητῶν εἶναι ἀνάλογα πρὸς τοὺς κύβους τῶν μεγάλων ἡμιαξόνων τῶν τροχιῶν αὐτῶν.*

Ἐὰν χ καὶ χ' εἶναι οἱ χρόνοι τῶν περιφορῶν δύο πλανητῶν καὶ α, α' οἱ μεγάλοι αὐτῶν ἡμιάξονες, κατὰ τὸν νόμον τοῦτον ἀληθεύει ἡ ἴσοτις

$$\frac{\chi^2}{\chi'^2} = \frac{a^3}{a'^3}$$

Ἡ θέσις ἑκάστου πλανήτου κατά τινα στιγμὴν δύναται ὀρισθῆ ἐπὶ τῇ βάσει τῶν νόμων τοῦ Κεπλέρου. Ἡ ταυτότης δὲ σχεδὸν τῶν θέσεων τούτων πρὸς τὰς πράγματι παρατηρουμένας

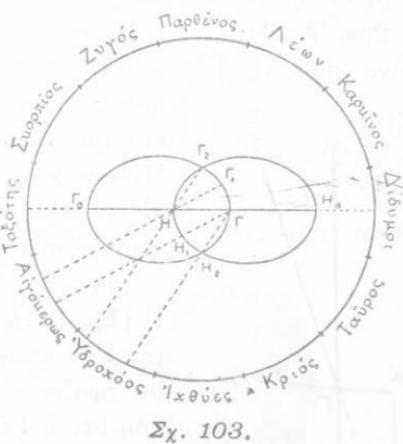
ἀποτελεῖ τὴν ἴσχυροτέραν ἀπόδειξιν τῆς ἀληθείας τῶν νόμων τούτων.

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

**§ 133. 'Εξήγησις τῆς φαινομένης ἐτησίας κενήσεως τοῦ Ἡλίου.**—*Ἡ φαινομένη περὶ τὴν Γῆν κίνησις τοῦ Ἡλίου δύναται νὰ ἔξηγηθῇ ἀπό τοῦ Ἡλίου.* Ἡ εἶναι αὐτὴ πραγματική, ἢ ὃ μὲν Ἡλιος εἶναι ἀκίνητος, ἡ δὲ Γῆ κινεῖται περὶ αὐτὸν ἐκ Δ πρὸς Α. Πρὸς κατανόησιν τούτων νόησωμεν δύο ἐλλείψεις (Σχ. 103) ἵσας, ἕκατέρα τῶν ὅποιων διέρχεται διά τινος ἐστίας τῆς ἄλλης, ἐν τῷ αὐτῷ κειμένας ἐπιπέδῳ καὶ ὡν οἱ μεγάλοι ἀξονες κείνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας.

Ὑποθέσωμεν δὲ ὅτι μία τούτων παριστᾶ τὴν τροχιὰν τοῦ Ἡλίου καὶ ὅτι ἡ Γῆ κατέχει τὴν ἐστίαν, δι' ἣς διέρχεται ἡ ἔξερα ἐλλείψης. Ἐν τῇ μένη ἀκίνητος ἐν τῇ θέσει Γ, ὁ δὲ Ἡλιος κινεῖται περὶ αὐτὴν καταλαμβάνων διαδοχικῶς τὰς θέσεις  $H_1, H_2, H_3, \dots, H_n$  κατὰ τῆς τροχιᾶς του, θὰ βλέπωμεν αὐτὸν διαδοχικῶς κατὰ τὰς διευθύνσεις  $\Gamma H_1, \Gamma H_2, \Gamma H_3, \dots, \Gamma H_n$  καὶ κατ' ἀκολουθίαν προβάλλεται ἐν τῷ οὐρανῷ διαδοχικῶς ἐπὶ τοῦ Τοξότου, Αἰγαίου, Υδροχόου κατὰ διευθύνσεις παραλήλους: πρὸς τὰς πρώτας καὶ κατ' ἀκολουθίαν τάλιν ἐπὶ τῶν αὐτῶν κατὰ σειρὰν προβάλλεται οὗτος ἀστερισμὸν. Συγχρόνως δὲ ἔνεκα τῆς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἀπομακρύνσεώς μας ἡ φαινομένη διάμετρος αὐτοῦ βαίνει ἐλαττουμένη, μέχρις οὗ ἡ Γῆ εὑρεθῇ εἰς τὴν θέσιν  $G_s$ , διε ἀρχεται πάλιν πλησιάζων πρὸς τὴν Γῆν καὶ ἡ φ. διάμετρος αὐτοῦ ἀρχεται μεγεθυνομένη.

Ἀν δὲ ὃ μὲν Ἡλιος μένη ἀκίνητος ἐν τῇ θέσει  $H$ , ὁ δὲ Γῆ κινηται περὶ αὐτὸν ἐπὶ τῆς ἔξερας ἐλλείψεως ἐκ Δ πρὸς Α καταλαμβάνουσα διαδοχικῶς τὰς θέσεις  $\Gamma, \Gamma_1, \Gamma_2$  κατὰ διευθύνσεις παραλήλους: πρὸς τὰς πρώτας καὶ κατ' ἀκολουθίαν τάλιν ἐπὶ τῶν αὐτῶν κατὰ σειρὰν προβάλλεται οὗτος ἀστερισμὸν. Συγχρόνως δὲ ἔνεκα τῆς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἀπομακρύνσεώς μας ἡ φαινομένη διάμετρος αὐτοῦ βαίνει ἐλαττουμένη, μέχρις οὗ ἡ Γῆ εὑρεθῇ εἰς τὴν θέσιν  $G_s$ , διε ἀρχεται πάλιν πλησιάζουσα πρὸς τὸν



Σχ. 103.

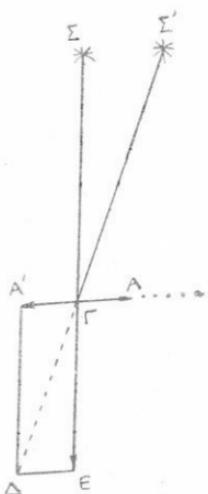
"Ηλιον, οὗ διὰ τοῦτο ἡ φαινομένη διάμετρος ἀρχεται μεγεθυνομένη.

Οἰαδήποτε λοιπὸν τῶν δύο τούτων κινήσεων καὶ ἄν ἀληθεύῃ, τὰ φαινόμενα θὰ ὅσιν ἀπολύτως τὰ αὐτά.

**§ 134. Ἀποδεῖξεις τῆς κινήσεως τῆς Γῆς περὶ τὸν "Ηλιον".**—'Υπάρχουσι πολλοὶ λόγοι πείθοντες ἡμᾶς ὅτι ἡ Γῆ κινεῖται περὶ τὸν "Ηλιον ἐκ Δ πρὸς Α συμπληροῦσα πλήρη περιστροφὴν εἰς ἐν ἀστρικὸν ἔτος. Τούτων ἀναφέρομεν τινὲς ἀκολούθους.

Ιον. Ἡ περὶ τὴν Γῆν κίνησις τοῦ "Ηλίου, ὁ ὄποιος ἔχει μᾶζαν 333432 φορὰς μεῖζονα τῆς γηΐνης ἀντίκειται εἰς τοὺς νόμους τῆς Μηχανικῆς, καθ' οὓς εἶναι ἀδύνατον νὰ στρέφηται σῶμα περὶ ἄλλο, τὸ ὄποιον ἔχει μᾶζαν μικροτέραν ἔκείνου.

Σον. Ἀποδεικνύεται ὅτι οἱ πλανῆται, οἵτινες εἶναι σώματα ἀνάλογα πρὸς τὴν Γῆν, κινοῦνται περὶ τὸν "Ηλιον. Δὲν ὑπάρχει δὲ



Σχ. 104.

οὐδεὶς λόγος ν̄ ἀποτελῇ ἡ Γῆ ἔξαιρεσιν. Ἀπὸ ἐναντίας δεχόμενοι ὅτι ἡ Γῆ κινεῖται περὶ τὸν "Ηλιον κατατάσσομεν καὶ αὐτὴν μεταξὺ τῶν ἄλλων πλανητῶν, ὅπερ σπουδαῖως ἀπλοποιεῖ τὸ ἥλιακὸν σύστημα.

Ζον. Ἡ Γῆ ἦτο ἀκίνητος εἰς τὴν θέσιν Γ (Σχ. 104), τὸ φῶς ἀστέρος Σ θὰ ἥρχετο εἰς τὴν Γῆν κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΣΓ καὶ ὁ ἀστὴρ θὰ ἔφαινετο εἰς τὴν θέσιν Σ. Ἀς ὑποθέσωμεν ἡδη ὅτι ἡ Γῆ κινεῖται καὶ ὅτι, καθ' ἣν στιγμὴν εὑρίσκεται εἰς τὸ Γ, ἡ ταχύτης αὐτῆς ἔχει τὴν διεύθυνσιν ΓΑ, ἢς παραστήσωμεν δὲ αὐτὴν διὰ τοῦ ἀνύσματος ΓΑ. Ἐνεκα τῆς ἀπείρου ἀφ' ἡμῶν ἀποστάσεως τοῦ ἀστέρος Σ πᾶσαι αἱ ἔξι αὐτοῦ πρὸς τὴν Γῆν κατευθυνόμεναι φωτειναὶ ἀκτῖνες θεωροῦνται παράλληλοι πρὸς τὴν ΣΓ,

ἥτοι ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς αὐτῆς ἔχει τὴν διεύθυνσιν τῆς ΣΓ. Δυνάμεθα δὲ νὰ παραστήσωμεν αὐτὴν δι' ἀνύσματος ΓΕ, ὅπερ ἔχει τὴν θεῖσαν διεύθυνσιν καὶ φορὰν καὶ μέγεθος τοιοῦτον ὥστε τὰ ἀνύσματα ΓΑ, ΓΕ νὰ εἶναι ἀνάλογα πρὸς τὰς ταχύτητας Γῆς καὶ φωτός. Ἐὰν ἡδη φαντασθῶμεν ὅτι τὸ ὅλον σύστημα λαμβάνει κοινὴν ταχύτηταν ἀντίθετον πρὸς τὴν ταχύτητα τῆς Γῆς, ἡ κοινὴ αὕτη ταχύτης θὰ παρίσται δι' ἀνύσματος ΓΑ' ἀντιρρόπως ἵσου πρὸς τὸ ΓΑ, ἡ δὲ μεταφορικὴ κίνησις τῆς Γῆς ἔξουδετεροῦται. Ἡ σύνθεσις τῆς ταχύ-

τητος ταύτης ΓΑ' μετὰ τῆς ΓΕ δίδει σύνιστῶσαν ταχύτητα ΓΔ, ήτις εἶναι ἡ διαγώνιος τοῦ παραλληλογράμμου ΓΕΔΑ' τῶν ΓΑ' καὶ ΓΕ. Πρόπει λοιπόν, ἂν ὅντως ἡ Γῆ κινήται, νὰ φθάσῃ τὸ φῶς τοῦ Σ πρὸς τὴν Γῆν Γ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ΓΔ καὶ κατ' ἀκολουθίαν οὗτος πρόπει νὰ φαίνηται ἐκ τῆς Γῆς Γ κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς ΔΓ, ἡτοι εἰς θέσιν Σ'.

Ἐπειδὴ δὲ ἔνεκα τῆς ἑλλειπτικῆς τροχιᾶς τῆς Γῆς ἡ διεύθυνσις ΓΑ τῆς κινήσεως τῆς Γῆς μεταβάλλεται ἀπὸ στιγμῆς εἰς στιγμήν μένουσα πάντοτε ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῆς ἑκλειπτικῆς, ἔπειται ὅτι αἱ φαινόμεναι θέσεις Σ' ἕκαστου ἀστέρος ὀφείλουσι νὰ μετατίθηνται συνεχῶς ἐπὶ τροχιᾶς παραλλήλου πρὸς τὴν ἑκλειπτικὴν.

Οντως δὲ αἱ παρατηρήσεις πιστοποιοῦσι τὸ φαινόμενον τοῦτο, ὅπερ ἀνακαλύφθη καὶ ἔξηγήθη ὑπὸ τοῦ Brandley, καλεῖται δὲ ἐτησία ἀποπλάνησις τοῦ φωτός.

Ο γεωμ. τόπος τῶν φαινομένων θέσεων Σ' ἀστέρος καλεῖται ἀποπλανητικὴ τροχιά αὐτοῦ καὶ εἶναι περιφέρεια μὲν κύκλου, ἢν δὲ ἀστηρὶ εὑρίσκηται εἰς τινα πόλον τῆς ἑκλειπτικῆς, ἑλλειψις δέ, ἢν οὗτος εὑρίσκηται μεταξὺ τῆς Ἐκλειπτικῆς καὶ τινος τῶν πόλων αὐτῆς.

Ἡ ἀποπλάνησις τοῦ φωτὸς εὐχερῶς ἔξηγουμένη ὡς ἀπετέλεσμα τοῦ συνδυασμοῦ τῆς κινήσεως τῆς Γῆς καὶ τοῦ φωτός, εἶναι τελείως ἀνεξήγητος, ἢν δεχθῶμεν τὴν Γῆν ἀκίνητον. Ἀποτελεῖ ἄρα τὸ φαινόμενον τοῦτο ἀπόδειξιν τῆς κινήσεως τῆς Γῆς.

ΣΗΜ. Καὶ ἡ περὶ αὖσα στροφὴ τῆς Γῆς προκαλεῖ ἀποπλάνησιν τοῦ φωτός, ἡτις εἶναι μικρὰ σχετικῶς μὲ τὴν ἐτησίαν ἀποπλάνησιν καὶ βαίνει ἐλαττουμένη ἀπὸ τοῦ Ισημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους.

4ον. Καὶ ἄλλα φαινόμενα εἶναι

τελείως ἀνεξήγητα, ἢν δεχθῶμεν τὴν Γῆν ἀκίνητον, ἐν ᾧ ἔξηγοῦνται εὐχερῶς διὰ τῆς κινήσεως αὐτῆς. Τοιαῦτα π.χ. εἶναι ἡ φαινομένη ἀνώμαλος· τῶν πλανητῶν κίνησις ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαίρας (§ 130) καὶ ἡ ἐτησία τῶν ἀστέρων παραλλαξίς.

Ἡ ταχύτης, μεθ' ἣς κινεῖται ἡ Γῆ περὶ τὸν Ἡλιον, εἶναι περίπου 30 χιλιόμετρα κατὰ δευτερόλεπτον ἢ 108000 χιλιόμετρα



Γαλιλαῖος (1564—1642) ὁ ἐνθερμότερος ὑποστηρικτὴς τοῦ συστήματος τοῦ Κοπερνίκου.

καθ' ὅρων.<sup>6</sup> Η ταχύτης αὗτη εἶναι χιλιάρις περίπου μείζων τῆς τῶν ταχυτάτων ἀμαξοστοιχιῶν καὶ ἔξηκοντάκις μείζων τῆς περιστροφικῆς ταχύτητος τῶν σημείων τοῦ ἴσημερινοῦ.

**§ 135. Μεγάλοι πλανήται.** — 'Αποστάσεις αὐτῶν ἀπὸ τοῦ Ἡλίου. — Διορυφόροι αὐτῶν. — 'Ανωτεροι καὶ κατώτεροι πλανήται. — Οἱ κυριώτεροι πλανῆται τοῦ ἡμετέρου ἥλιακοῦ συστήματος εἶναι οἱ ἀκόλουθοι ἐννέα. <sup>6</sup>Ερμῆς, <sup>6</sup>Αφροδίτη, Γῆ, <sup>6</sup>Αρης, Ζεύς, Οὐρανός, Ποσειδῶν καὶ Πλούτων. Αἱ ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἀποστάσεις αὐτῶν εἶναι αἱ ἀκόλουθοι λαμβανομένης ὡς μονάδος τῆς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἀποστάσεως τῆς Γῆς.

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

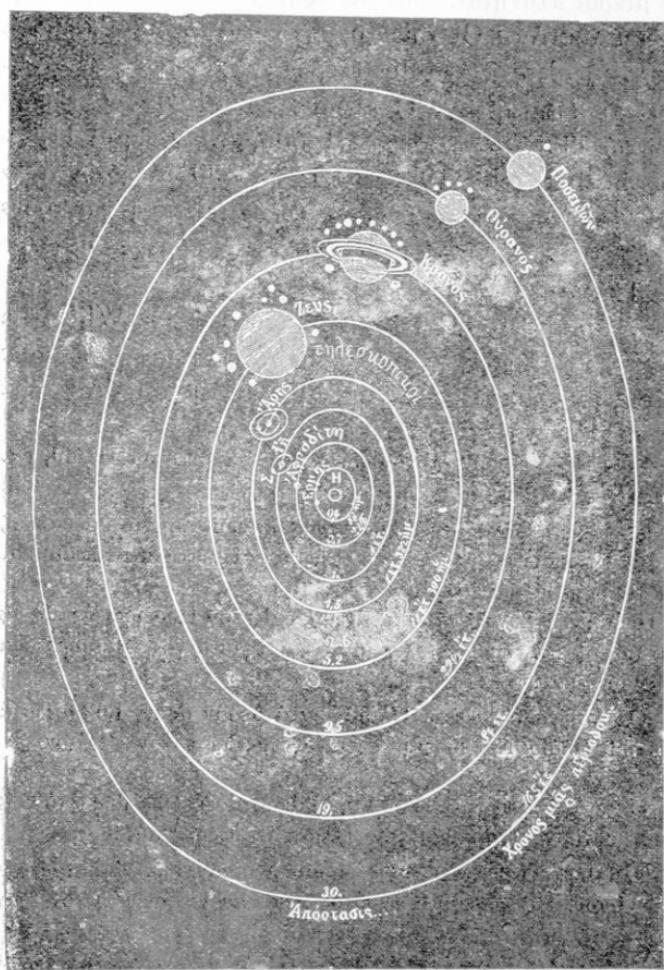
Ο Ἐρμῆς καὶ ἡ Ἀφροδίτη ὡς ἀτέχοντες ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἀπόστασιν μικροτέραν ἢ ἡ Γῆ, καλοῦνται κατώτεροι ἢ ἐσωτερικοὶ πλανῆται. Οἱ ἄλλοι (πλὴν τῆς Γῆς) καλοῦνται ἀνώτεροι ἢ ἐξωτερικοὶ πλανῆται.

Ἐκ τῶν ἐννέα τούτων πλανητῶν οἱ ἐσωτερικοὶ στεροῦνται δούρυφόρων, ἡ Γῆ ἔχει ἔνα (τὴν Σελήνην), ὁ Ἄρης δύο, ὁ Ζεὺς ἐννέα, ὁ Κρόνος δέκα, ὁ Οὐρανὸς τέσσαρας καὶ ὁ Ποσειδῶν ἔνα. Εἳς ὅλων

(1) Νόμος τοῦ Bode. Κατὰ τὸ ἔτος 1780 ὁ διευθυντής τοῦ ἀστεροσκοπείου τοῦ Βερολίνου Bode εὗρεν ἀρκετά περίεργον καὶ ὅλως ἐμπειρικὸν νόμον παρέχοντα περίπου τὰς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἀποστάσεις τῶν γνωστῶν τότε πλανητῶν. Προσθέτων ὁ Bode εἰς ἔκαστον ὅρον τῆς σειρᾶς 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96 τὸν ὀριθμὸν 4 ενδε τὴν σειρὰν 4, 7, 10, 16, 28, 52, 100. Διαιρῶν είτα πάντας τούτους διὰ 10 εὑρε τοὺς ἀριθμούς : 0,4, 0,7, 1, 1,6, 2,8, 5,2, 10, οἵτινες πλὴν τοῦ 2,8 ἐκφράζουσι περίπου τὰς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἀποστάσεις τῶν μέχρι τῆς ἐποχῆς ἐκείνης γνωστῶν πλανητῶν. Ο νόμος οὗτος ἐκίνησε πολὺ τὴν περιέργειαν τῶν ἀστρονόμων καὶ πολλοὶ τούτων διεπύωσαν τὴν γνώμην ὅτι ὀφειλει καὶ εἰς τὴν ἀπόστασιν 2,8 ἦτοι μεταξὺ Ἄρεως καὶ Διός, νὰ ὑπάρχῃ ἔτερος πλανῆτης, ἢν γνώμην καὶ πρὸ τῆς διατυπώσεως τοῦ νόμου τοῦ Bode είχε ρίψει δὲ Κέπλερος. Βραδύτερον δὲ ισχυρισμὸς οὗτος ἐπεβεβιώθη, διότι ἀνεκαλύφθησαν οἱ ἀστεροειδεῖς πλανῆται, οἵτινες κείνται ὄντως εἰς μέσην ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἀπόστασιν 2,8.

Αὐξανομένης ἔτι τῆς σειρᾶς τοῦ Bode προκύπτουσιν οἱ ἀριθμοὶ 19,6 38,8 καὶ 77,2 ὃν ὁ α' ἐκφράζει περίπου τὴν ἀπόστασιν τοῦ βραδύτερον ἀνακαλυφθέντος Οὐρανοῦ, οἱ δὲ ἄλλοι οὐσιωδῶς διαφέρουσι τῶν ἀποστάσεων τοῦ Ποσειδῶνος καὶ Πλούτωνος.

τούτων τῶν διορυφόρων μόνον ἡ Σελήνη εἶναι δρατὴ διὰ γυμνοῦ ὁφθαλμοῦ. Οἱ μικρότεροι τῶν ἄλλων ἀνεκαλύφθησαν κατὰ τοὺς τε-



Σχ. 105.—Οἱ πλανῆται πλὴν τοῦ Πλούτωνος μετὰ τῶν διορυφόρων αὐτῶν περιφερόμενοι περὶ τὸν "Ἡλιον".

λευταίους χρόνους δι' ἵσχυροτάτων τηλεσκοπίων ἡ καὶ διὰ τῆς φωτογραφίας. Ἐκαστος τῶν διορυφόρων κινεῖται περὶ ἑαυτὸν καὶ περὶ τὸν οἰκεῖον πλανῆτην κατὰ τοὺς νόμους τοῦ Κεπλέρου, τοῦ οἰκείου πλανήτου κατέχοντος τὴν ἐτέραν τῶν ἔστιων τῆς Ἑλλείψεως, ἐφ' ἣς ὁ διορυφόρος κινεῖται:

§ 136. Τηλεσκοπικοὶ πλανῆται.—Πλὴν τῶν 9 μεγάλων πλανητῶν περιφέρονται περὶ τὸν Ἡλίον καὶ ἔτεροι 1100 περίπου μικροὶ πλανῆται, ὡν αἱ τροχιαὶ περιέχονται μεταξὺ τοῦ Ἄρεως καὶ τοῦ Διός. Οἱ τοιοῦτοι πλανῆται λέγονται τηλεσκοπικοὶ ἢ καὶ ἀστεροειδεῖς πλανῆται. Ἡ μέση ἀπόστασις αὐτῶν ἀπὸ τοῦ Ἡλίου εἶναι 2,8 περίπου. Οἱ πρῶτοι τῶν πλανητῶν τούτων ἀνεκαλύφθη τῷ 1801· κατὰ τὸ ἔτος 1850 ἦσαν γνωστοὶ 11, κατὰ τὸ 1870 ἥσημοῦντο εἰς 110, κατὰ δὲ τὸ 1891 ἀνήρχοντο εἰς 323. Ἀπὸ δὲ τῆς ἐφαρμογῆς τῆς φωτογραφίας εἰς τὴν ἀστρονομίαν ἡ ἀνακάλυψις νέων τοιούτων πλανητῶν γίνεται μετὰ μεγαλυτέρας ἢ πρότερον ἀπλότητος.

Κατὰ τὸ ἔτος 1898 ὁ Γερμανὸς ἀστρονόμος Witt ἀνεκάλυψεν ἀστεροειδῆ τινα πλανήτην, οὐδὲν ἢ ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἀπόστασις περιέχεται μεταξὺ τῆς ἀποστάσεως τῆς Γῆς καὶ τῆς τοῦ Ἄρεως ἀπὸ τοῦ Ἡλίου· τοῦτον ὠνόμασεν *Ἐρωτα*.

\*Ασκήσεις. 162) Πόσον χρόνον χρειάζεται τὸ φῶς τοῦ Ἡλίου, ἵνα μεταβῇ ἀπ' αὐτοῦ εἰς τὸν Ποσειδῶνα;

163) Ποσάκις ἡ μονὰς τῆς ἐπιφανείας ἐπὶ τοῦ Ἐρημοῦ θά ἐφωτίζετο ὑπὸ τοῦ Ἡλίου ἐντατικώτερον ἢ ἐπὶ τῆς Γῆς, ἀν αἱ αὐταὶ ἀτμοσφαιρικαὶ συνθῆκαι ὑφίσταντο ἐπ' ἀμφοτέρων;

164) Ποσάκις ἡ μονὰς τῆς ἐπιφανείας ἐπὶ τοῦ Ποσειδῶνος θά ἐφωτίζετο ἀσθενέστερον ἢ ἐπὶ τῆς Γῆς, ἀν αἱ αὐταὶ ὑφίσταντο ἐπ' ἀμφοτέρων ἀτμοσφαιρικαὶ συνθῆκαι;

165) Οἱ Ἄρης ἀπέχει τοῦ Ἡλίου κατὰ μέσον ὅρον 1,52 ἀποστάσεις τῆς Γῆς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου. Νὰ εὑρεθῇ ὁ χρόνος τῆς περὶ τὸν Ἡλίον περιφορᾶς αὐτοῦ.

166) Οἱ Ζεύς ἀπέχει τοῦ Ἡλίου 5,20 ἀποστάσεις τῆς Γῆς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου. Νὰ εὑρεθῇ ὁ χρόνος τῆς περὶ τὸν Ἡλίον περιφορᾶς αὐτοῦ.

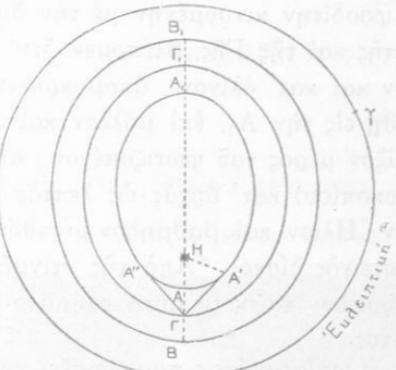
167) Οἱ Πλούτων ἀπέχει τοῦ Ἡλίου περίπου 4,5 ἀποστάσεις τῆς Γῆς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου. Νὰ εὑρεθῇ ὁ χρόνος τῆς περὶ τὸν Ἡλίον περιφορᾶς αὐτοῦ.

§ 137. Ἀποχὴ πλανῆτου καλεῖται ἡ γωνιώδης ἀπόστασις αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ Ἡλίου. Ἡ ἀποχὴ ἐκατέρου τῶν ἐσωτερικῶν πλανητῶν οὐδέποτε ὑπερβαίνει ὠρισμένον δι- ἐκάτερον ὅριον, ἐν τῷ ἢ ἀποχὴ ἐκάστου ἐξωτερικοῦ λαμβάνει πάσας τὰς τιμὰς μεταξὺ  $0^{\circ}$  καὶ  $180^{\circ}$ . Οὕτως ἀν ΓΓ<sub>1</sub> (Σχ. 106) εἶναι ἡ τροχιὰ τῆς Γῆς καὶ ΑΑ<sub>1</sub>, ἡ τῆς Ἀφροδίτης, διαν ἡ Γῆ εἶναι εἰς τὴν θέσιν Γ, ἀν ἡ Ἀφροδίτη κατέχῃ τὴν θέσιν Α ἢ Α<sub>1</sub> ἡ γωνιώδης ἀπόστασις εἶναι μηδέν· ἀν δὲ εἰς τὴν θέσιν Α' ἢ Α'', ἡ γωνιώδης αὐτῆς ἀπόστασις ΗΓΑ' ἔχει τὴν μεγίστην τιμὴν αὐτῆς  $46^{\circ}$  περίπου.

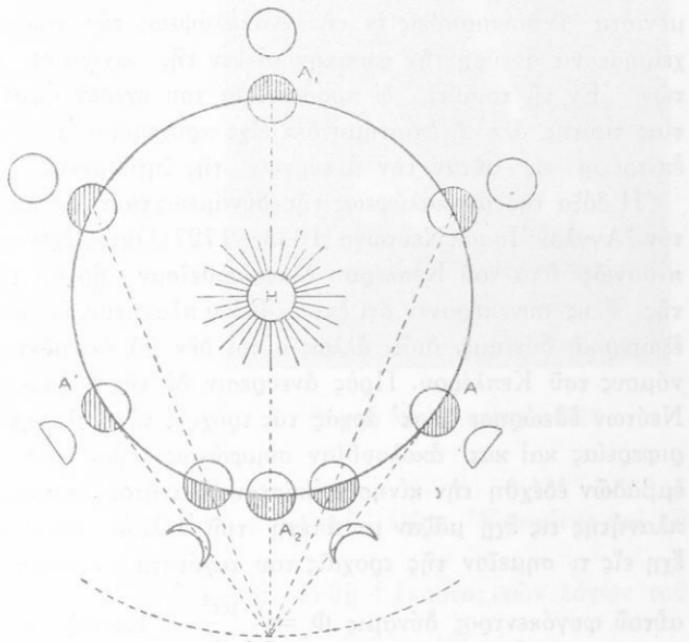
ΣΗΜ. Ἐκ τοῦ ὁρθ. τριγώνου ΗΓΑ' προκύπτει εὐκόλως ὅτι  
ὅμη ΗΓΑ' =  $\frac{\text{ΗΑ}'}{\text{ΗΓ}} = \frac{0,72}{1}$ , ὅθεν ΗΓΑ' =  $46^{\circ}$  περίπου. Διὰ τὸν Ἐρμῆν ἡ  
μεγίστη ἀποχὴ εἰναι  $29^{\circ}$ .

<sup>3</sup>Αν δὲ BB<sub>1</sub> εἴναι ἡ τρο-  
χιὰ τοῦ <sup>3</sup>Ἀρεως, ὅταν ἡ Γῆ  
εἴναι εἰς τὸ Γ καὶ ὁ <sup>3</sup>Ἀρης  
εἰς τὸ B<sub>1</sub>, ἡ ἀποχὴ αὐτοῦ εἴ-  
ναι μηδέν. <sup>3</sup>Αν δὲ οὗτος κεῖ-  
ται εἰς τὸ B, ἡ ἀποχὴ εἴ-  
 $180^{\circ}$  καὶ ἂν κεῖται εἰς ἄλ-  
λην τινὰ θέσιν B', ἡ ἀποχὴ<sup>3</sup>  
εἴναι μεγαλυτέρα τοῦ  $0^{\circ}$  καὶ  
μικροτέρα  $180^{\circ}$ .

**§ 138. Φάσεις τῶν  
πλανητῶν.**—Πρῶτος ὁ Γα-  
λιλαῖος κατὰ τὸ 1610 παρετήρησεν ὅτι ἡ Ἀφροδίτη παρουσιάζει φά-



Σχ. 106.



Σχ. 107. ἵνα μᾶλλον δρομεῖ

σεις ἀναλόγους πρὸς τὰς τῆς Σελῆνης. Οὕτως, ὅταν ἡ Ἀφροδίτη εὐρί-

σκηται εἰς τὴν θέσιν Α<sub>2</sub>, τὸ πρὸς τὴν Γῆν ἐστραμμένον ἥμισυ αὐτῆς δὲν φωτίζεται ὑπὸ τοῦ Ἡλίου καὶ κατ’ ἀκολουθίαν εἶναι ἀόρατον. (Σχ. 107). Ἐὰν δὲ νοήσωμεν τὴν Γῆν ἀκίνητον, τὴν δὲ Ἀφροδίτην κινουμένην μὲ τὴν διαφορὰν τῶν γωνιακῶν ταχυτήτων αὐτῆς καὶ τῆς Γῆς, βλέπομεν ὅτι : Ἐφ” ὅσον ἡ Ἀφροδίτη βαθμηδὸν καὶ κατ’ ὀλίγον ἀπομακρύνεται τῆς θέσεως Α<sub>2</sub> καὶ τείνει νὰ ἔλθῃ εἰς τὴν Α<sub>1</sub>, ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον στρέφει πρὸς τὴν Γῆν μεῖζον μέρος τοῦ φωτιζομένου αὐτῆς μέρους καὶ φαίνεται (διὰ τηλεσκοπίου) κατ’ ἀρχὰς ὡς λεπτὸς μηνίσκος στρέφων τὸ κυρτὸν πρὸς τὸν Ἡλιον καὶ βαθμηδὸν μεγεθύνεται, μέχρις οὖν καταστῇ πλήρης φωτεινὸς δίσκος. Ἀπὸ τῆς στιγμῆς ταύτης ὀναλαμβάνει κατ’ ἀντίστροφον τάξιν τὰ αὐτὰ σχήματα, μέχρις οὖν πάλιν καταστῇ ἀόρατος.

Ομοίας φάσεις παρουσιάζει καὶ ὁ Ἐρμῆς.

Απὸ τοὺς ἔξωτερικοὺς πλανήτας μόνον ὁ Ἄρης παρουσιάζει αἰσθητὰς φάσεις.

**§ 139. Νόμος τοῦ Νεύτωνος.**— Ὁ Κέπλερος τὰ μέγιστα ἐνθουσιασθεὶς ἐκ τῆς ἀνακαλύψεως τῶν νόμων του ἐπεχείρησε νὰ ἀνεύρῃ τὴν φυσικὴν αἰτίαν τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν. Ἐν τῷ τοιαύτῃ δὲ προσπαθείᾳ του σχεδὸν ἦψατο τῆς αἰτίας ταύτης ἄλλον ἡ ἐπιστήμη δὲν εἶχε προχωρήσει τόσον, ὥστε νὰ ἐπιτρέψῃ εἰς αὐτὸν τὴν ἀνεύρεσιν τῆς ζητουμένης δυνάμεως.

Ἡ δόξα τῆς ἀνακαλύψεως τῆς δυνάμεως ταύτης ἐπεφύλάσσετο εἰς τὸν Ἀγγλὸν Ἰσαὰκ Νεύτωνα (1643—1727). Οὗτος ἔχων ὑπὸ δύψιν τὴν πιθανῶς ὑπὸ τοῦ Κεπλέρου διατυπωθεῖσαν ἀρχὴν τῆς ἀδρανείας τῆς ὕλης συνεπέρανεν ὅτι ἐπὶ ἑκάστου πλανήτου ὀφείλει νὰ ἔνεγγῤῥ ἔξωτερικὴ δύναμις, διότι ἄλλως οὔτοι δὲν θὰ ἔκινοῦντο κατὰ τοὺς νόμους τοῦ Κεπλέρου. Πρὸς ἀνεύρεσιν δὲ τῆς δυνάμεως ταύτης ὁ Νεύτων ἐθεώρησε κατ’ ἀρχὰς τὰς τροχιὰς τῶν πλανητῶν ὡς περιφερείας καὶ κατ’ ἀκολουθίαν συμφώνως πρὸς τὸν νόμον τῶν ἐμβαδῶν ἐδέχθη τὴν κίνησιν ἑκάστου πλανήτου ἰσοταχῆ. Ἐὰν δὲ πλανήτης τις ἔχῃ μᾶζαν μ., ἀπέχῃ τοῦ Ἡλίου ἀπόστασιν α καὶ ἔχῃ εἰς τι σημεῖον τῆς τροχιᾶς του ταχύτητα τ, ἀναπτύσσεται ἐπ’ αὐτοῦ φυγόκεντρος δύναμις.  $\Phi = \frac{\mu r^2}{a}$ . Ἐπειδὴ δὲ εἰς ταύτην ἀντιδρᾶ δύναμις Δ ἵση καὶ πρὸς τὸ κέντρον τῆς κινήσεως κατευθυνομένη, ἐπεται διτι θὰ εἶναι  $\Delta = \frac{\mu r^2}{a}$ . Ἄλλον κληθῆ χρό-

$$\text{νος μιᾶς περιφορᾶς τοῦ πλανήτου, θὰ εἴναι } \tau = \frac{2\pi a}{\chi} \text{ καὶ κατ' ἀκο-}$$

$$\text{λουθίαν } \Delta = \mu \cdot \frac{4\pi^2 a}{\chi^2}. \quad (1)$$

<sup>3</sup>Εὰν ἡδη παραστήσωμεν διὰ λ τὸν σταθερὸν (§ 132, 3c<sup>3</sup>) λόγον  $\frac{\chi^2}{a^3}$ , εὑρίσκομεν ὅτι  $\chi^2 = \lambda a^3$  καὶ  $\Delta = K \cdot \frac{\mu}{a^2}$ , (2)

(<sup>3</sup>ενθα  $K = \frac{4\pi^2}{\lambda}$ ). Τὴν δύναμιν Δ, ἥτις κατευθύνεται πρὸς τὸν Ἡλιον, ὁ Νεύτων θεωρεῖ ἐλκτικήν. Στηριζόμενος ἔπειτα ὁ Νεύτων ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας Μηχανικῆς καὶ λαμβάνων ὑπὸ ὄψιν τὰς πραγματικὰς τροχιάς τῶν πλανητῶν κατώρθωσε νὰ φθάσῃ εἰς τὸ αὐτὸ πάλιν συμπέρασμα, τὸ διποῖον ἐμφανίζεται οὕτω ὡς ἀναγκαία ἀκολουθία τῶν νόμων τοῦ Κεπλέρου.

“Ἐχων δὲ ὑπὸ ὄψιν ὁ Νεύτων τὴν ἀρχὴν τῆς δράσεως καὶ ἀντιδράσεως ἐδέχθη ὅτι καὶ ὁ πλανήτης ἐλκει τὸν Ἡλιον μὲν ἵσην καὶ ἀντίρροπον δύναμιν, ἥ διοία ὀφείλει νὰ ἔχῃ τὴν μορφὴν (2), ἥτοι

$$\Delta = K' \cdot \frac{M}{a^2}, \quad \text{ἄν } M \text{ εἴναι } \text{ἡ μᾶζα τοῦ Ἡλίου. } \quad ^3\text{Εκ ταύτης καὶ τῆς}$$

(2), ἔπειται ὅτι  $\frac{K}{M} = \frac{K'}{\mu}$ . <sup>3</sup>Εὰν δὲ κληθῇ f ἔκαστος τῶν λόγων τούτων, προκύπτει ὅτι  $K = fM$  καὶ ἡ ἴσοτης (2) γίνεται

$$f = \frac{M\mu}{a^2}. \quad (3)$$

<sup>3</sup>Ἄρα : ‘Ο Ἡλιος καὶ ἔκαστος πλανήτης ἐλκουσιν ἀλληλα διὰ



Ισαάκ Νεύτων 1643—1727

δυνάμεως, ήτις εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὰς μάζας καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ἀποστάσεως αὐτῶν.

Οἱ Νεύτων ὑπωπτεύθη ὅτι ἡ ἔλκτικὴ αὔτη δύναμις ὡς καὶ ἐκείνη, ἡ ὁ τοία συγκρατεῖ τὴν Σελήνην ἐπὶ τῆς τροχιᾶς της, θὰ εἶναι τῆς αὐτῆς φύσεως μὲ τὴν βαρούτητα.

Ἄλλ' ἀν τοῦτο εἶναι ἀληθές, ἡ δύναμις δ, ἡτις συγκρατεῖ τὴν Σελήνην, ὀφείλει κατὰ τὴν ἴσοτητα (1) νὰ εἶναι  $\delta = \mu \cdot \frac{4\pi^2 a}{\chi^2}$ , ἀν μ εἶναι ἡ μᾶζα τῆς Σελήνης,  $a = 60\varrho$  καὶ  $\chi = 27$  ἡμ. 7 $\varrho$ .  $43\pi = (39343 \times 60)^{\frac{1}{2}}$ . Αφ' ἑτέρου δὲ αὕτη ὀφείλει νὰ εἶναι  $\frac{\mu g}{60^2}$ , διότι ἡ Σελήνην ἀπέχει κατὰ μέσον ὅρον ἀπὸ τὸ κέντρον τῆς Γῆς 60 φορὰς περισσότερον ἢ τὰ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς κείμενα σώματα. Πρέπει ἀρα νὰ εἶναι  $\frac{\mu g}{60^2} = \mu \cdot \frac{4\pi^2 60\varrho}{39343^2 \cdot 60^2}$ , ὅθεν  $g = 9,74\mu$ . Η διαφορὰ μεταξὺ τῆς τιμῆς ταύτης τοῦ  $g$  καὶ τῆς πραγματικῆς 9,81 εἶναι λίαν μικρά, ἔξαλείφεται δέ, ἀν γείνῃ χρῆσις τῶν ἀκριβῶν ἀστρονομικῶν στοιχείων τῆς Σελήνης.

Οὕτως ἐπείσθη ὁ Νεύτων ὅτι ἡ Γῆ ἔλκει τὴν Σελήνην καὶ τὰ ἐπὶ τῆς Γῆς σώματα, ὅπως ἀκριβῶς ὁ Ἡλιος ἔλκει τοὺς πλανήτας. Βλέπων δὲ ὅτι ἡ βαρύτης ἐνεργεῖ ἐπὶ οἰωνδήποτε ὑλικῶν μορίων συνεπέραντεν ὅτι τοῦτο ἴσχυει καὶ διὰ τὴν ἔλξιν, ἵνα ἡ βαρύτης ἐδείχθη μερικὴ περίπτωσις. Οὕτω δὲ ἐπαγωγικῶς ἥχθη εἰς τὴν διατύπωσιν τοῦ ἀκολούθου νόμου.

'Η ςλη ἔλκει τὴν ςλην κατ' εὐθὺν λόγον τῶν μαξῶν καὶ κατ' ἀντίστροφον λόγον τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων αὐτῶν.

Ο νόμος οὗτος καλεῖται νόμος τοῦ Νεύτωνος ἢ νόμος τῆς παγκοσμίου ἔλξεως.

Ἡ οὐράνιος Μηχανικὴ ἀποδεικνύει ὅτι οἱ νόμοι τοῦ Κεπλέρου εἶναι ἀναγκαία ἀκολουθία τοῦ νόμου τοῦ Νεύτωνος.

**§ 140. Ιαλίρροια.—Παλιρροια καλεῖται ἡ περιοδικὴ ἀνύψωσις καὶ ταπείνωσις τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης.**

Καὶ ἡ μὲν ἀνύψωσις καλεῖται πλημμυρίς, ἡ δὲ ταπείνωσις ἀμπωτίς.

Ἐντὸς 24 ὥρ. 50π 30δ συμβιβάνουσι δύο πλημμυρίδες καὶ δύο ἀμπωτίδες· ὥστε μεταξὺ δύο διαδοχικῶν πλημμυρίδων ἡ ἀμπωτίδων μεσολαβοῦσι 12 ὥρ. 25π 15δ, ἀπὸ δὲ πλημμυρίδος τινὸς

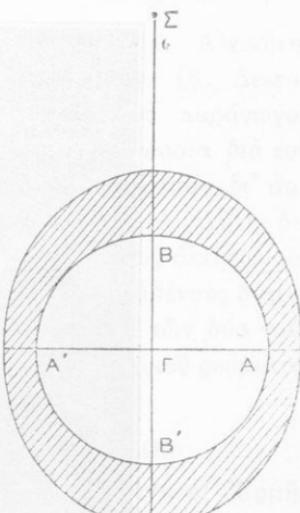
μέχρι τῆς ἀκολούθου ἀμπώτιδος παρέρχονται 6 δρ. 12π 37, 5δ. Τὸ ὑψος τῆς πλημμυρίδος καὶ ἡ ταπείνωσις τῆς ἀμπώτιδος μεταβάλλονται μετὰ τῶν φάσεων τῆς Σελήνης, τῶν ἀποκλίσεων τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Σελήνης καὶ τῶν ἀποστάσεων αὐτῶν ἀπὸ τῆς Γῆς. Αἱ μεγαλύτεραι παλιρροιαι συμβαίνουσι κατὰ τὰς συζυγίως καὶ αἱ μικρότεραι κατὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς τῆς Σελήνης; Τὸ μεῖζον δὲ ὑψος τῶν πλημμυρίδων λαμβάνει τὴν μεγίστην αὐτοῦ τιμὴν κατὰ τὰς ἴσημερίας. Κατάδηλος ὅτεν ἐκ τούτων καθίσταται ἡ σχέσις, ἥτις ὑφίσταται μεταξὺ τῶν παλλιρροιῶν καὶ τῶν θέσεων τῆς Σελήνης καὶ τοῦ Ἡλίου.

**§ 141. Ἐξήγησις τῶν παλιρροιῶν.** — Αἰτία τῶν παλιρροιῶν εἶναι ἡ ἐπὶ τῆς Γῆς ἔλξις τῆς Σελήνης ἐν μέρει δὲ καὶ τοῦ Ἡλίου.

Πράγματι ἔστω  $\Sigma$  (Σχ. 108) ἡ θέσις τῆς Σελήνης κατά τινα στιγμὴν καὶ  $\Gamma$  ἡ Γῆ. Μήν σε ωρήσωμεν πρὸς στιγμὴν πάντοθεν ὑπὸ θαλάσσης καλυπτομένην. Ως διδάσκει ἡ Μηχανική, ἡ ἔλξις τῆς Σελήνης ἐπὶ τοῦ στερεοῦ τῆς Γῆς πυρηνος εἶναι ὅση ὅταν ἡ μᾶζα αὐτῆς ἡτο συγκεντρωμένη εἰς τὸ κέντρον  $\Gamma$ . Κατὰ τὸν νόμον δὲ τῆς ἔλξεως τὰ περὶ τὸ  $B$  μόρια τοῦ ὄρατος ἔλκονται περισσότερον τοῦ κέντρου  $\Gamma$  ὡς κείμενα ἔγγύτερον, ἐν ᾧ τὰ περὶ τὸ  $B'$  ἔλκονται ὀλιγώτερον ἐκείνου ὡς ἀπώτερον τῆς Σελήνης κείμενα. Τούτου ἔνεκεν αἱ ἀποστάσεις  $\Gamma B$ ,  $\Gamma B'$  αὐξάνονται καὶ κατ' ἀκολούθιαν ἀνυψοῦνται μὲν ἡ θάλασσα εἰς τὰ σημεῖα  $B$  καὶ  $B'$ , ταπεινοῦνται δὲ κατ' ἀνάγκην εἰς τὰ  $A$  καὶ  $A'$ . Οὕτως ἡ θάλασσα λαμβάνει σχῆμα ἐπιμήκους ἔλειψιοιδοῦς, οὐδὲν δὲ μέγας ἕξων διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης.

Τῆς Σελήνης κινουμένης ἐξ  $A$  πρὸς  $\Delta$  ἔνεκα τῆς φαινομένης ἡμεροσίας κινήσεως καὶ τὸ θαλάσσιον ἔλλειψιοιδὲς συστρέφεται, αἱ δὲ παλιρροιαι μετατίθενται συνεχῶς ἐπὶ τῆς Γῆς ἐξ  $A$  πρὸς  $\Delta$  κινούμεναι.

Πᾶν δὲ τι περὶ τῶν ἀτοτελεσμάτων τῆς ἐπὶ τῆς Γῆς ἐλκτικῆς



Σχ. 108.

ένεργειας τῆς Σελήνης ἐλέχθη δύναται νὰ ἐπαναληφθῇ καὶ διὸ ἀνάλογον ἐνέργειαν τοῦ Ὡλίου ἀλλ᾽ αὕτη ἔνεκα τῆς μεγάλης τοῦ Ὡλίου ἀποστάσεως εἶναι 2,5 περίπου φοράς μικροτέρα τῆς Σεληνιακῆς.

Κατὰ τὰς συζυγίας ἡ ἐνέργεια τοῦ Ὡλίου προστίθεται εἰς τὴν τῆς Σελήνης, ἐν ὃ κατὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς ὁ Ὡλιος τείνει νὰ φέρῃ ἀντίθετον ἀποτέλεσμα. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον ἔπειτεν αἱ παλίρροιαι νὰ εἶναι ἐντατικώτεραι κατὰ τὰς συζυγίας καὶ ἀσθενέστεραι κατὰ τοὺς τετραγωνισμούς. Ἐνεκα ὅμως τῆς ἀδρανείας τοῦ ὕδατος ἡ μεγίστη ἐντασις τῆς παλιρροίας παρατηρεῖται μίαν καὶ ἥμισιαν περίπου ἡμέραν μετὰ τὰς συζυγίας καὶ ἡ ἐλαχίστη ἵσον χρόνον μετὰ τοὺς τετραγωνισμούς. Κατ' ἀνάλογον τρόπον ἐξηγεῖται τὸ μὴ ταῦταχον τῆς παλιρροίας ἐν τινι τόπῳ μὲ τὰς ἐν αὐτῷ μεσουρανήσεις τῆς Σελήνης.



Δ. Αιγινήτης Καθηγητής τῆς Ἀστρονομίας ἐν τῷ Πανεπιστημίῳ  
καὶ Διειθυντής τοῦ Ἀστεροσκοπείου Ἀθηνῶν.

‘Ἡ ἐλκτικὴ ἐνέργεια τῆς Σελήνης καὶ τοῦ Ὡλίου εἶναι αἰσθητὴ

μόνον ἐπὶ μεγάλης ποσότητος ὕδατος. Τούτου ἔνεκεν αἱ παλίρροιαι δὲν ἔχουσι πανταχοῦ τὴν αὐτὴν ἔντασιν<sup>1</sup> αὔται εἶναι ἀξιοσημείωτοι εἰς τὸν μεγάλους Ὁκεανούς, ἀσθενεῖς εἰς τὰς μεγάλας ἑσωτερικὰς θαλάσσας, ὡς ἡ Μεσόγειος καὶ μηδαμινάλ σχεδὸν ἐπὶ μικρῶν θαλασσῶν, οἷα ἡ Κασπία καὶ ἡ Βαλτικὴ θάλασσα.

Αἱ παλίρροιαι τοῦ Ἀτλαντικοῦ Ὁκεανοῦ μεταδιδόμεναι ἀπὸ εὐθείας εἰς τὴν θαλάσσαν τῆς Μάγχης εἶναι ἐκεῖ λίαν αἰσθηταί.

**§ 142. Η παλέρροια τοῦ Εύρεπου.**—Παρὸ δημινὴν ἐντῷ πορθμῷ τοῦ Εὐρέπου παρατηροῦνται φαινόμενα παλιρροίας ὑπὸ μορφὴν συνεχῶν σχεδὸν θαλασσίων ρειμάτων, ἀτινα φέρονται ὅτε μὲν πρὸς βορρᾶν, ὅτε δὲ πρὸς νότον. Τὸ θαλάσσιον τοῦτο ὁρεῦμα, ὃταν εἶναι κανονικόν, ἀλλάσσει διευθύνσιν ἀνὰ 6 ὥρα 12 π. 30 δ. περίπου πολλάκις ὅμως τὸ ὁρεῦμα τοῦτο εἶναι ἀκανόνιστον καὶ ἡ μεταβολὴ τῆς διευθύνσεως αὐτοῦ δὲν συντελεῖται ἐντὸς τοῦ εἰρημένου χρόνου.

Ο Διευθυντὴς τοῦ Ἀστεροσκοπείου Ἀθηνῶν κ. Δ. Αἰγινήτης δι' ἀνακοινώσεώς του εἰς τὴν Ἑλληνικὴν Ἀκαδημίαν (8 Δεκεμβρίου 1928) θεωρεῖ τὴν παλιρροίαν τοῦ Εὐρέπου ὡς παράγωγον προερχομένην ἐκ τῆς ἀνατολικῆς Μεσογείου, ἵνα ἡ παλιρροία διὰ τοῦ Αἴγαίου πελάγους διαβιβάζεται εἰς τὸν Εὐβοϊκὸν κόλπον δι' ἀμφοτέρων τῶν ἄκρων του. Δέχεται δὲ περατέως ὁ κ. Αἰγινήτης ὃτι οἱ δύο λιμένες τῆς Χαλκίδος κυμαίνονται ἀνεξαρτήτως ἀλλήλων καὶ κατ' ἀκολουθίαν θεωρεῖ δροθὴν τὴν ὑπὸ τοῦ Ἐρατοσθένους διατυπωθεῖσαν ἔξήγησιν, καθ' ἣν ἡ διαφορὰ τῆς στάθμης τῶν δύο τούτων λιμένων εἶναι ἡ αἰτία τῆς παραγωγῆς τοῦ κανονικοῦ ρεύματος.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

#### ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΜΕΓΑΛΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

**§ 143. Ερμῆς.**—Ο ἐγγύτατος τῷ Ἡλίῳ πλανήτης Ερμῆς οὐδέποτε ἀπομακρύνεται αὐτοῦ γωνιώδη ἀπόστασιν μεῖζονα τῶν 290. Τούτου ἔνεκεν εὐδίσκεται βεβυθισμένος ἐντὸς τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων καὶ κατ' ἀκολουθίαν σπανίως καὶ ὑπὸ λίαν εὐνοϊκὰς συνθήκας εἶναι δρατὸς διὰ γυμνοῦ δόφθαλμοῦ ἡ μετά τὴν δύσιν τοῦ Ἡλίου πρὸς δυσμάς ἡ ἄλλοτε πρὸς ἀνατολὰς καὶ πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ Ἡλίου, λάμπων ὡς ὑπέρουθρός (ἔνεκα τοῦ μικροῦ ὑπὲρ τὸν δρᾶστοντα ὑψους αὐτοῦ) ἀστηρὸς α' μεγέθους.

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

“Υπελογίσθη δτι ὁ πλανήτης οὗτος δέχεται φῶς καὶ θερμότητα ἐπιπλασίως ἐντατικώτερα τῶν τῆς Γῆς.

Ο δύκος του εἶναι περίπου τὸ  $\frac{1}{20}$  τοῦ τῆς Γῆς. Ἡ διάρκεια τῆς

περὶ τὸν Ἡλιον περιφορᾶς αὐτοῦ ἀνέρχεται εἰς 88 ἡμέρας.

Ἐπειδὴ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ πλανήτου τούτου δὲν παρατηροῦνται εὐδιάκριτοι κηλῖδες, οὐδὲν εἶναι βέβαιον περὶ τῆς περιστροφικῆς αὐτοῦ κινήσεως. Κατά τινας στρέφεται εἰς 24 ὥρας ώς ή Γῆ, κατ’ ἄλλους (Lowell Schiaparelli) στρέφεται εἰς 88 ἡμέρας καὶ κατ’ ἄκολουθίαν κατ’ αὐτοὺς οὕτος στρέφεται πρὸς τὸν Ἡλιον τὸ αὐτὸ πάντοτε ἡμισφαίριον.

Κατὰ τὰς παρατηρήσεις τοῦ Lowell οὐδὲν ἐπ’ αὐτοῦ ὑπάρχει νέφος, οὐδὲ πολικαὶ χιόνες στερεεῖται ἅρα οὗτος παχείας ὀπωσδήποτε ἀτμοσφαίρας καὶ ὑδατες. Ὁ πλανήτης δύνεται οὕτος εἶναι σῶμα ἀνάλογον πρὸς τὴν Σελήνην.

Ο Ἐρμῆς στερεεῖται δορυφόρου.

**§ 144. Ἀφροδίτη.**—Ω; δ Ἐρμῆς οὗτος καὶ ἡ Ἀφροδίτη συνοδεύει τὸν Ἡλιον ἐν τῇ ἡμερησίᾳ αὐτοῦ κινήσει, ἄλλοτε μὲν προηγούμενη αὐτοῦ, δτε φαίνεται πρὸς ἀνατολὰς τὴν πρωΐαν πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ Ἡλίου (Ἐωσφόρος κοινῶς Αὔγερεινός) ἄλλοτε δὲ ἐπομένη αὐτοῦ, δτε φαίνεται πρὸς δυσμὰς μετὰ τὴν δύσιν τοῦ Ἡλίου (Ἐσπερος).

Ἐνίστε κατὰ τὴν μεγίστην ἀποχὴν φαίνεται καὶ τὴν ἡμέραν διὰ γυμνοῦ ὁφθαλμοῦ.

Διὰ καλοῦ τηλεσκοπίου διακρίνομεν εὐχερῶς τὰς ἴψεις αὐτῆς.

Ο δύκος τῆς Ἀφροδίτης εἶναι περίπου ἵσος πρὸς τὸν δύκον τῆς Γῆς, ἡ δὲ μᾶζα αὐτῆς ἰσοῦται πρὸς τὰ 0,817 τῆς γηίνης μᾶζης καὶ κατ’ ἄκολουθίαν ἡ πυκνότης αὐτῆς εἶναι μικροτέρα τῆς γηίνης ἰσουμένη πρὸς τὰ 0,91 αὐτῆς.

Ἡ ἀστρικὴ περιφορὰ αὐτῆς εἶναι περίπου 225 (ἀκριβέστερον 224,701) ἡμέραι, ὁ δὲ χρόνος τῆς περὶ ἀξονα στροφῆς εἶναι ἀβέβαιος. Κατὰ τὸν Schiaparelli καὶ οὗτος εἶναι 225 ἡμέραι, κατ’ ἄλλους δὲ ὁ χρόνος οὗτος εἶναι περίπου 24 ὥραι.

Ἡ Ἀφροδίτη περιβάλλεται ἀπὸ ἀτμοσφαίρας παχυτέρας τῆς ἡμετέρας, στερεεῖται δὲ δορυφόρου.

Ἀπὸ καιροῦ εἰς καιρὸν δ Ἐρμῆς καὶ ἡ Ἀφροδίτη παρεντίθενται μεταξὺ Γῆς καὶ Ἡλίου εἰς ἔλαχίστην ἀπὸ τῆς Ἐκλεπτικῆς ἀπόστασιν. Τότε δὲ ἔκαστος τῶν πλανητῶν τούτων φαίνεται ώς

μικρὰ μέλαινα κηλὶς διερχομένη πρὸ τοῦ ἥλιακου δίσκου. Αἱ διαβάσεις αὗται τῆς Ἀφροδίτης ἔχουσι μεγάλην ἀξίαν διὰ τοὺς ἀστρονόμους, διότι χρησιμοποιοῦνται ὑπὸ αὐτῶν διὰ τὴν εὔρεσιν τῆς παραλλάξεως τοῦ Ἡλίου. Ἡ τελευταία διάβασις τῆς Ἀφροδίτης ἔγεινε τὴν δην Αὐγούστου 1882, ἡ δὲ προσεχής θὰ γείνη τὴν 8ην Ἰουνίου 2004.

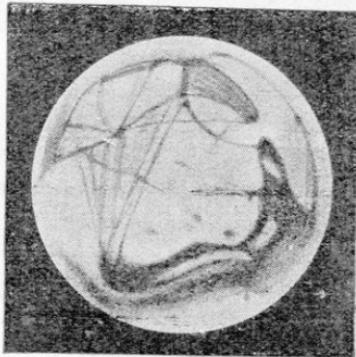
**§ 145. "Αρης.**— "Οταν ὁ πλανήτης οὗτος εἶναι ἀρκούντως μεμακρυσμένος τοῦ Ἡλίου λάμπει ἐν τῷ οὐρανῷ ὡς ὠραῖος ὑπέρουθος ἀστὴρ α' μεγέθους.

"Ο δύκος αὐτοῦ ἴσουται πρὸς 0,157 τοῦ τῆς Γῆς, ἡ μᾶζα πρὸς τὰ 0,108 τῆς γηίνης καὶ ἡ πυκνότης πρὸς 0,69 τῆς πυκνότητος τῆς Γῆς.

Στρέφεται δὲ περὶ τὸν Ἡλιον εἰς 686,98 ἡμέρας καὶ περὶ ἀξονα εἰς 24 ὡρας 37π 23δ. Ὁ ἴσημερινὸς αὐτοῦ σχηματίζει μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς τροχιᾶς του γωνίαν 24° 52'. Ἐκ τούτων ἀγόμεθα εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι ἐπὶ τοῦ Ἀρεως αἱ ἡμέραι εἶναι ἵσαι σχεδὸν πρὸς τὰς ἡμετέρας καὶ αἱ ὥραι τοῦ ἔτους διαδέχονται ἀλλήλας ὡς καὶ παρ' ἡμῖν, ἀλλ' ἐκάστη τούτων εἶναι μακροτέρα, διότι τὸ ἔτος ἐκεὶ ἔχει 687 περίπου ἡμέρας.

"Οταν κατὰ τὴν διὰ τοῦ περιηλίου διάβασιν τοῦ Ἀρεως ἡ γωνιώδης ἀπόστασις αὐτοῦ εἶναι 180°, ἡ ἀπόστασις τοῦ Ἀρεως ἀφ' ἡμῶν ἔχει τὴν ἔλαχίστην τιμὴν (5600000) χιλι. περίπου). Κατ' ἄκολουθίαν ἡ φαινομένη διάμετρος αὐτοῦ ἔχει τότε τὴν μεγίστην τιμὴν καὶ ἡ θέσις αὐτῆς εἶναι λίαν εύνοϊκὴ διὰ τὴν παρατήσιν διὰ μεγάλων τηλεσκοπίων τοπογραφικῶν λεπτομερειῶν ἐπ' αὐτοῦ. Ἐπανέρχεται δὲ εἰς τὴν εύνοϊκὴν ταύτην θέσιν ὁ πλανῆτης οὗτος ἀνὰ 15 καὶ ἀνὰ 17 ἔτη.

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



Σχ. 109. "Αρης.

Ἐπίσης δὲ Ἀρης περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας, ὡς ἀποδεικνύει τὴν φασματοσκοπικὴν ἀνάλυσιν.

Τὸ περιεργότερον δὲ τῶν ἐπὶ τοῦ Ἀρεως παρατηρουμένων φαινομένων εἶναι αἱ σκοτειναὶ γραμμαὶ, αἵτινες διασχίζουσιν ὅλόκληρον 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 εἴναι βέβαιον περὶ τῆς φύσεως αὐτῶν.

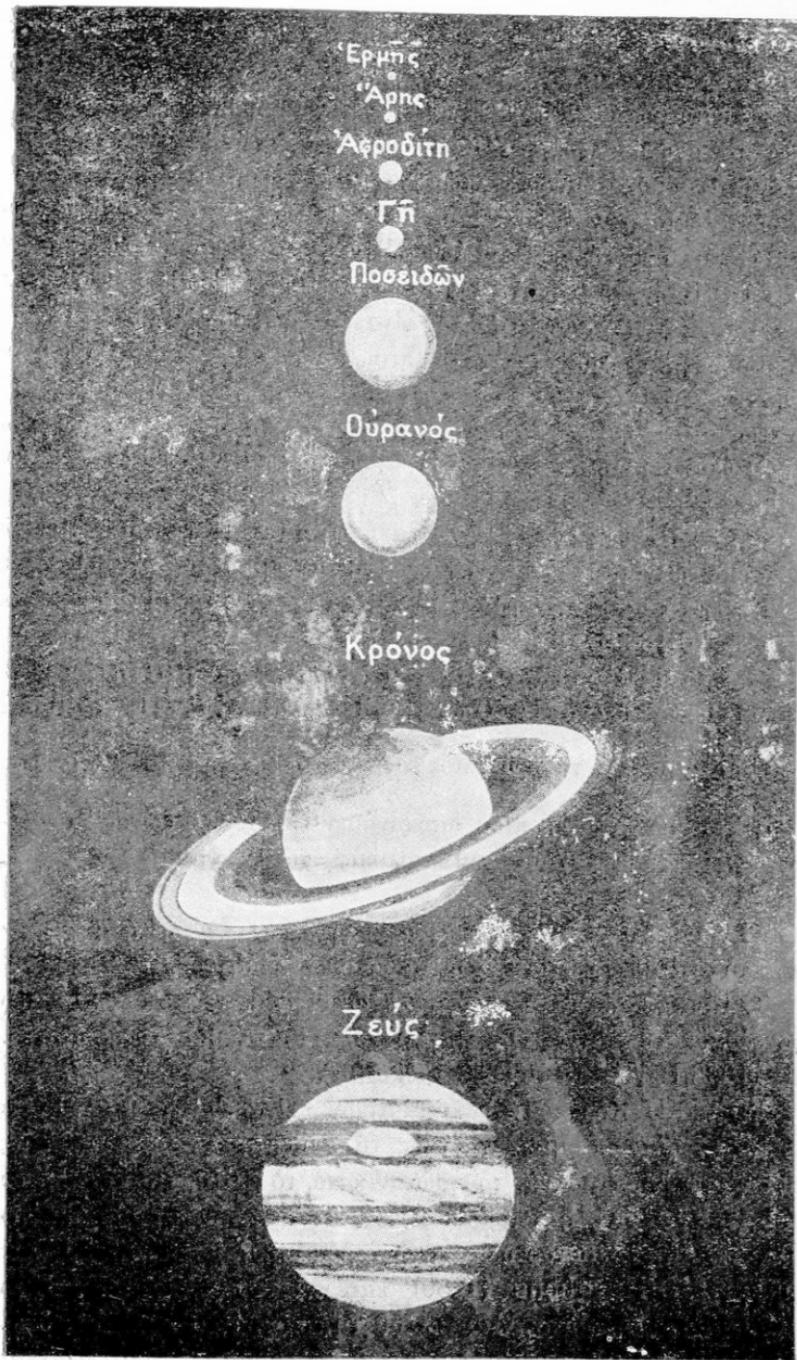
Οἱ Ἀρης ἔχει δύο δορυφόρους ἀνακαλυφθέντους κατὰ τὸ ἔτος 1877 ὑπὸ τοῦ Ἀμερικανοῦ ἀστρονόμου Hall. Τούτων δὲ μὲν *Φόβος* στρέφεται κατὰ τὴν ὁρθὴν φορὰν περὶ τὸν Ἀρην εἰς 7 ὥρ. 39π 14δ, δὲ δὲ *Δεῖμος* εἰς 30 ὥρ. 17 π 54 δ. Κατὰ τινας δύνεν νύκτας δὲ Ἀρης φωτίζεται ὑπὸ ἀμφοτέρων συγχρόνως τῶν δορυφόρων του· δὲ Φόβος στρεφόμενος περὶ τὸν πλανῆτην κατὰ τὴν ὁρθὴν φορὰν εἰς χρόνον μικρότερον τοῦ χρόνου τῆς περὶ ἄξονα στροφῆς τοῦ Ἀρεως λαμβάνει ἐν ἕκαστῃ νυκτὶ δλας τὰς φάσεις. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον δὲ δορυφόρος οὗτος θὰ φαίνηται ἀπὸ τοῦ Ἀρεως κινούμενος κατὰ τὴν ὁρθὴν φοράν, ἢτοι ἀνατέλλων ἐκ δυσμῶν καὶ δύων πρὸς Ἀνατολάς.

**§ 146. Ζευς.**—Οἱ πλανῆται οὗτοι ἔχει ζήσην σχεδὸν πρὸς τὴν Ἀφροδίτην λαμπρότητα. Εἶναι δὲ μεγαλύτερος τῶν πλανητῶν ἔχων ὅγκον 1295 φορὰς μείζονα τοῦ τῆς Γῆς, μᾶζαν 318,36 μείζονα τῆς γηΐνης καὶ πυκνότητα τὰ 0,25 τῆς γηΐνης.

Στρέφεται περὶ ἄξονα εἰς 10 ὥρας περίπου (ἀκριβῶς 9 ὥρ. 55π 37 δ.) καὶ περὶ τὸν Ἡλιον εἰς 11 ἔτη καὶ 315 ἡμέρας. Ἐνεκα τῆς ταχείας αὐτοῦ περιστροφικῆς κινήσεως ἔχει λίαν αἰσθητὴν καὶ εὐκόλως ὁρωμένην διὰ καλοῦ τηλεσκοπίου ζημερινὴν ἔξογκωσιν· ἡ πλάτυνσις αὐτοῦ ζεῦται πρὸς  $\frac{1}{17}$ .

Ἡ παρατήρησις ἀποδεικνύει δτὶ δὲ Ζεὺς περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας παχείας καὶ σχεδὸν πάντοτε πεφροτισμένης μεγάλων νεφῶν. Διὰ τηλεσκοπίου ἀριούντως ζηχυροῦ βλέπομεν ἐπὶ τοῦ δίσκου αὐτοῦ ζώνας ἐναλλάξ σκοτεινὰς καὶ λαμπράς, αἱ ὅποιαι ἐκτείνονται παραλλήλως πρὸς τὸν ζημερινὸν αὐτοῦ. Αἱ ζῶναι οὖται ὀφείλονται πιθανῶς εἰς νέφη περιβάλλοντα τὸν Δία, ἢ κατ' ἄλλην ὑπόθεσιν, εἰς τὴν κατάστασιν τῆς μερικῆς αὐτοῦ στρεφεοποίησεως. Μεγάλαι τινὲς κηλīδες παρατηρούμεναι ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ὀφείλονται εἰς τὴν αὐτὴν αἰτίαν.

Ἡ ὑπὸ τοῦ Γαλιλαίου ἀνακαλυψις τοῦ τηλεσκοπίου ἐπέτρεψεν



Σχ. 110.— Σχετικά μεγέθη τῶν μεγάλων πλανητῶν πλὴν Πλούτονος. Φημισποιηθῆκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

αὐτῷ εὐθὺς ἀμέσως νὰ παρατηρήσῃ τοὺς τέσσαρας μεγαλυτέρους ἐκ τῶν 9 διορυφόδων τοῦ Διός (1610). Ἡ περὶ τὸν Δία κλίνησις τῶν διορυφόδων τούτων ὑπῆρξε διὰ τὸν Γαλιλαῖον θαυμάσιον ἐπιχείρημα ὑπὲρ τοῦ συστήματος τοῦ Κοπερνίκου, καθ' ὃν καθίστατο πλέον δῆλον ὅτι ὑπῆρχον οὐράνια σώματα μὴ στρεφόμενα περὶ τὴν Γῆν, ἢν οἱ πολέμιοι τοῦ Κοπερνίκου ἔθεώρουν ὡς κέντρον τοῦ κόσμου. Ὁ πέμπτος διορυφόρος ἀνεκαλύφθη τῷ 1892 εἰς τὸ ἀστεροσκοπεῖον Lich τῆς Καλιφορνίας, οἱ ἄλλοι ἀνεκαλύφθησαν βραδύτερον διὰ τῆς φωτογραφίας. Ἀξιοπαρατήρητον εἶναι ὅτι δύο ἀπὸ τοὺς μικροὺς διορυφόδων τοῦ Διός στρέφονται περὶ τὸν Δία κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν.

ΣΗΜ. Εἰς τὸ φάσμα τοῦ φωτὸς τοῦ Διός παρατηροῦνται εἰδικαὶ φαβδώσεις, αἱ ὁποῖαι δεικνύουσι τὴν ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾳ αὐτοῦ παρουσίαν ἀερίου ἀγνώστου ἔτι.

**§ 147. Κρόνος.** Ὁ πλανήτης οὗτος φαίνεται διὰ γυμνοῦ δφθαλμοῦ ὡς ἀστὴρ α' μεγέθους. Εἶναι 745 φορᾶς ὀγκωδέστερος τῆς Γῆς, ἔχει μᾶζαν 95 φορᾶς μείζονα τῆς γηΐνης καὶ πυκνότητα ἵσην πρὸς 0,13 τῆς γηΐνης.

Στρέφεται δὲ περὶ τὸν "Ηλιον εἰς 29 ἔτη καὶ 167 ἡμέρας περίπου καὶ περὶ ἔξονα εἰς 10 ὥρας, 14 π καὶ 24 δ. Ἡ πλάτυνσις αὐτοῦ εἶναι μᾶλλον τῆς τοῦ Διός αἰσθητὴ ἰσουμένη πρὸς  $\frac{1}{9}$ .

Δι' ἴσχυροῦ τηλεσκοπίου διακρίνομεν ἐπ' αὐτοῦ ζώνας ἀναλόγους πρὸς τὰς τοῦ Διός καὶ πολικὰς χώρας δμοίας πρὸς τὰς τοῦ "Αρεως".

Ο Κρόνος περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαιρίας, ἐφ' ᾧ ἡ φασματοσκοπικὴ ἀνάλυσις κατέδειξε τὴν παρουσίαν ὑδρατμῶν.

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

"Ιδιον τοῦ Κρόνου χρακτηριστικὸν εἶναι λεπτὸς καὶ πλατὺς δακτύλιος, ὃστις περιβάλλει χωρὶς νὰ ἐγγίζῃ αὐτὸν. Ὁ Γαλιλαῖος, ὃστις παρετήρησεν αὐτὸν τὸ πρῶτον κατὰ τὸ 1610, ἐπίστευσεν ὅτι ὁ πλανήτης οὗτος ἡτο τριπλοῦς. Διότι κατὰ τὴν ἐποχὴν 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 χωρίζομένους διὰ κενοῦ διαστήματος, ὅπερ φαίνεται

σκοτεινόν. Τὸ κενὸν τοῦτο καλεῖται διαίρεσις τοῦ Cassini πρὸς τιμὴν τοῦ παρατηρήσαντος αὐτὸ πρῶτον ἀστρονόμου Jean Dominique Cassini (1675). Δι' ἵσχυροῦ δὲ τηλεσκοπίου διακρίνομεν καὶ ἔτερον δακτύλιον ἐσώτερον τῶν ἄλλων καὶ σκοτεινόν.

Ἡ παρατηρησίς ἀποδεικνύει ὅτι οἱ δακτύλιοι δίπτούσι σκιὰν ἐπὶ τοῦ πλανήτου καὶ οὗτος δίπτει σκιὰν ἐπ' αὐτῶν. Ἐκ τούτων ἐπειτα ὅτι οἱ δακτύλιοι δὲν ἔχουσιν ἴδιον φῶς, ἀλλ' ἀνακλῶσι τὸ ἡλιακὸν φῶς. Παραδέχονται σήμερον ὅτι οἱ δακτύλιοι οὗτοι ἀποτελοῦνται ἐκ πλήθους μικρῶν διορυφόδων ἐγγύτατα ἀλλήλων κειμένων.

§ 148. Ἡ Οὐρανός.— Ὁ πλανήτης οὗτος ἀνεκαλύφθη τυχαίως ὑπὸ W. Herschel

κατὰ τὸ ἔτος 1781 (13

Μαρτίου). Ὁ μέγας οὗ-

τος ἀστρονόμος ἔρευνῶν

μέρος τοῦ ἀστερισμοῦ

τῶν Διδύμων πρὸς ἀνεύ-

ρεσιν διπλῶν ἀστέρων

παρετήρησεν ἀστέρα τι-

νά παρουσιάζοντα αἰ-

σθητὸν δίσκον Κατ' ἀρ-

χὰς ἐνόμισεν ὅτι ἦτο

κομήτης ἀλλὰ παρακο-

λουθῆσας αὐτὸν ἐπὶ τινα

ἴη ἀνεγνώρισεν ὅτι ἦτο

νέος πλανήτης. Οὗτος

λάμπει ὡς ἀστὴρ βού

μεγέθους καὶ κατ' ἀκο-

λουθίαν ὑπὸ εὐνοϊκὰς

συνθήκας εἶναι δρατὸς καὶ διὰ γυμνοῦ ὁφθαλμοῦ

"Ἐχει δύκον 63 φορὰς μείζονα τοῦ γηίνου, μᾶζαν 14, 6 φορὰς μείζονα τῆς γηίνης καὶ πυκνότητα 0, 23 τῆς γηίνης" περιφέρεται δὲ περὶ τὸν "Ηλιον

εἰς 84 ἔτη καὶ 7 ἡμέρας. Δι' ἵσχυροῦ τηλεσκοπίου διακρίνομεν ἐπ'

αὐτοῦ ζώνας δύοιας πρὸς τὰς τοῦ Διός. Κατὰ τὸν Schiaparelli ἡ πλά-

τυνσις τοῦ Οὐρανοῦ εἶναι περίπου  $\frac{1}{11}$  καὶ κατ' ἀκολουθίαν οὗτος

στρέφεται ταχύτατα περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ. Δὲν κατωρθώθη δύως εἰσέτι νὰ ὑπολογισθῇ δι χρόνος τῆς τοιαύτης αὐτοῦ κινήσεως.

"Ο οὐρανὸς ἔχει 4 διορυφόδος, δῶν οἱ δύο ἀπώτεροι παρετηρή-

Κοσμογραφία N. Δ. Νικολάου.

Ψηφιστοί θήκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής 11



William Herschel (1738-1812)  
εἰς τῶν μεγαλυτέρων ἀστρονόμων  
τῶν νεωτέρων χρόνων.

θησαν ὑπὸ τοῦ W. Herschel κατὰ τὸ ἔτος 1787, οἱ δὲ ἄλλοι ὑπὸ τοῦ Lassel κατὰ τὸ 1851. Οἱ δορυφόροι οὗτοι κινοῦνται περὶ τὸν Οὐρανὸν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σχεδὸν ἐπιπέδου, ὅπερ σχηματίζει μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς τροχιᾶς τοῦ Οὐρανοῦ γωνίαν 98° περίπου. Δι' ὃ ἡ κίνησις τούτων εἶναι ἀνάδομος.

**§ 149. Ποσειδῶν.**—<sup>o</sup>Ο πλανήτης οὗτος εἶναι ἀόρατος εἰς γυμνὸν ὁφθαλμόν, διὰ δὲ τοῦ τηλεσκοπίου φαίνεται ὡς ἀστὴρ



Le Verrier (1811-1877) ἔνδοξος Γάλλος ἀστρονόμος  
ὁ ἀνακαλύψας τὸν Ποσειδῶνα.

δύδον μεγέθους. Εἶναι 78άκις ὀγκωδέστερος τῆς Γῆς καὶ κινεῖται περὶ τὸν "Ηλιον εἰς 164<sup>ῃ</sup> ἔτη καὶ 280 ἡμ.".

Ἡ ἀνακάλυψις τοῦ Ποσειδῶνος (1846) ὀφειλομένη εἰς τὸν Γάλλον ἀστρονόμον Le Verrier συνεκίνησε μεγάλως τὸν ἐπιστημονικὸν κόσμον, διότι αὕτη ἀποτελεῖ τὸν μεγαλύτερον τῶν θριάμβων τῶν θεωριῶν τῆς ἀστρονομίας, ἥτις δικαίως θεωρεῖται ἡ ἀκρι-

βεστέρα καὶ θετικωτέρα τῶν ἐπιστημῶν. Ἐδού δὲ ἐν συνόψει πᾶς ἔγένετο ἡ ἀνακάλυψις αὐτῇ.

Εἴπομεν διτὶ οἱ πλανῆται γράφουσιν ἐλλείψεις, ἑκάστης τῶν διοιών ὁ Ἡλιος κατέχει τὴν μίαν τῶν ἐστιῶν. Τοῦτο όμα τὸ τελείως ἀληθές, ἂν οἱ πλανῆται ὑπέκειντο εἰς μόνην τὴν ἔλειν τοῦ Ἡλίου.

Ἄλλος ἔνεκα τῶν ἀμοιβαίων τῶν πλανητῶν ἔλειν τῷ τροχιὰ ἑκάστου ἀπομακρύνεται κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥπτον τῆς θεωρητικῆς ἐλλείψεως. Ἐν τούτοις οἱ ἀστρονόμοι λαμβάνοντες ὅπερ ὅψιν τὰς ἀμοιβαίας τῶν πλανητῶν ἔλειεις (παρέλειεις) δύνανται νὰ προσδιορίζωσι μετὰ μεγάλης προσεγγίσεως τὰς ἀνωμάλους τροχιὰς τῶν πλανητῶν. Ἀπὸ τῆς ἀνακαλύψεως ὅμως τοῦ Οὐρανοῦ εἰχον παρατηρήσει ἐν τῇ τροχιᾷ αὐτοῦ ἀνωμαλίας, αἵτινες δὲν ἔξηγοῦντο ἐπαρκῶς διὰ τῆς ἔλειν τῶν λοιπῶν γνωστῶν πλανητῶν ἐπ' αὐτοῦ. 'Ο Le Verrier τότε ἐσκέφθη διτὶ αἱ ἀνωμαλίαι αὗται πιθανῶς ὀφείλονται εἰς ἔλειν 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 διαρρέει τοῦ Γερμανὸς ἀστρονόμος Galle ἄμα τῇ λήψιει ἐπιστολῆς τοῦ Le Verrier ἥχισε νὰ ἔξετάζῃ τὸ ὑποδειχθὲν μέρος τοῦ Οὐρανοῦ καὶ εὐθὺς παρετήρησε τὸν νέον πλανήτην (ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Αἰγόκεω).

Ἐπειδὴ ἐπὶ τοῦ δίσκου τοῦ Ποσειδῶνος, διτὶς ἔχει φαινομένην διάμετρον μόλις  $2\frac{1}{3}''$ , οὐδεμίᾳ κηλὶς παρετηρήθη, δὲν κατωρθώθη ἀκόμη νὰ δρισθῇ ὁ χρόνος τῆς περὶ ἀξονα στροφῆς αὐτοῦ.

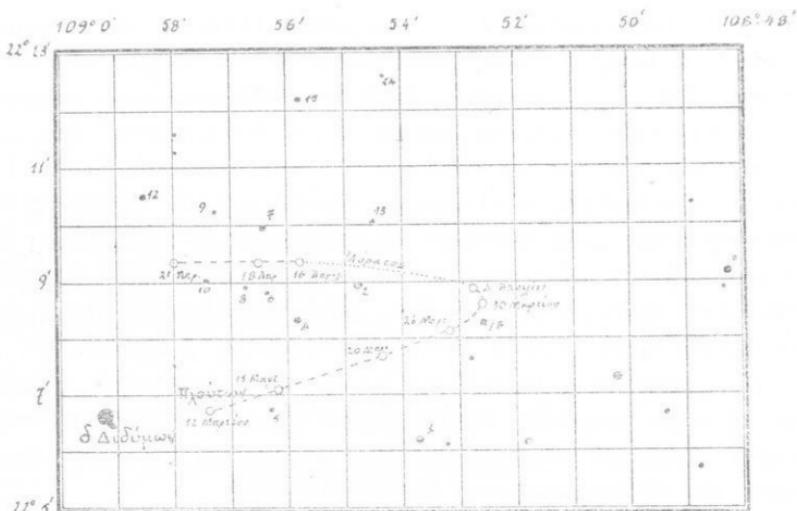
Ο Ποσειδῶν ἔχει ἔνα δορυφόρον παρατηρηθέντα ὑπὸ τοῦ Lassel τὸ ἔτος 1846, διτὶς στρέφεται περὶ τὸν Ποσειδῶνα εἰς 5 ἡμ. 12 ὥρ. 2 π καὶ 38 δ κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν.

**§ 150. Πλοιάτων.**—Μετὰ τὴν ἀνακάλυψιν τοῦ Ποσειδῶνος καὶ τὸν ὑπολογισμὸν τῆς ἐπὶ τοῦ πλανήτου Οὐρανοῦ ἐλκτικῆς ἐνεργείας αὐτοῦ παρετηρήθη διτὶ αἱ διαφοραὶ μεταξὺ τῶν πραγματικῶν θέσεων τοῦ Οὐρανοῦ καὶ ἐκείνων, ἃς ἔδεικνυεν ὁ ὑπολογισμὸς δὲν ἔξελιπον τελείως. Οὕτως ἡ διαφορὰ τοῦ μήκους τοῦ Οὐρανοῦ, ἥτις εἰχειν ἀνέλθει εἰς 115'' κατῆλθεν εἰς 4, "5 κατὰ τὸν Le Verrier ἢ 2'' κατὰ τὸν Gaillot.

Πρὸς ἔξηγησιν τῶν διαφορῶν τούτων διαφορῶν τοῦ Percival Lowell ἔδειχθη τὴν ὑπαρξίην ἐτέρου πλανήτου πέραν τοῦ Ποσειδῶνος καὶ κατὰ τὸ ἔτος,

1915 ἐδημοσίευσε τὰ πλανητικὰ στοιχεῖα τοῦ ὑποθετικοῦ πλανήτου του.

Κατὰ τὸν ὑπολογισμὸν τοῦ Lowell δὲ νέος πλανήτης ἔπειτε νὰ εὑρίσκηται εἰς ἀπόστασιν 43 φορᾶς μείζονα τῆς ἀποστάσεως τῆς Γῆς ἀπὸ τὸν Ἡλίου καὶ νὰ περιφέρηται περὶ τὸν Ἡλιον εἰς 282 ἔτη. Οἱ ὅγκοι πρέπει νὰ εἰναι 6,5 φορᾶς μεγαλύτερος τοῦ ὅγκου τῆς Γῆς, ἥ φαινομένη διάμετρος θὰ εἰναι 1'' καὶ νὰ εἰναι ἀστὴρ 12ου ἢ 13ου μεγέθους.



(Σχ. 111). Φαινομένη ἐπὶ τῆς οὐρ. σφαίρας τροχιὰ τοῦ πλανήτου Πλούτωνος.

Διὰ τὴν ἀναζήτησιν τοῦ ἀγνώστου τούτου πλανήτου τὸ ἐν Flagstaff Ἀστεροσκοπεῖον Lowell ἀνέθηκεν ἀπὸ τοῦ Ἱανουαρίου 1929 εἰς τὸν νεαρὸν βοηθὸν Clyde-W. Tombaugh νὰ φωτογραφήσῃ τὸν ζῳδιακὸν κύκλον. Ἐπλησίαζεν ἡδη νὰ ἀποπεραιώσῃ τὸ ἔργον του τοῦτο, ὅτε τὴν 21 Ἱανουαρίου 1930 ἀνεκάλυψε τὸν ἀναζητούμενον πλανήτην πλησίον τοῦ διῶν Διδύμων, ὅπου πράγματι κατὰ τὸν ὑπολογισμὸν τοῦ Lowell ἔπειτε νὰ εὑρίσκηται τὴν ἐποχὴν ἐκείνην. Εὑρίσκετο ἐγγύτατα τῆς Ἐκλειπτικῆς ἔχων πλάτος—10' καὶ ἔβαινε βραδύτατα κατὰ τὴν ἀνάδομον φοράν. Εἶναι ἀστὴρ μεταξὺ 15ου καὶ 16ου μεγέθους.

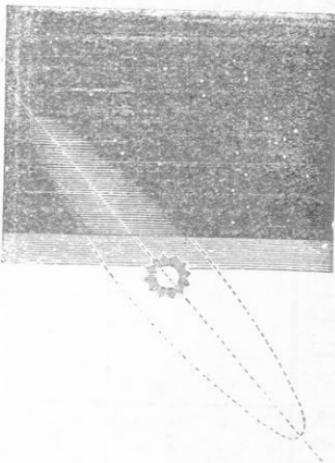
Κατὰ τὸν μέχρι τοῦδε ὑπολογισμὸν ἥ ἀποστασίς του ἀπὸ τὸν Ἡλίου εἶναι 41,5 καὶ ἐπομένως κατὰ τὸν 3ον νόμον τοῦ Κεπλέρου διφέύλει νὰ περιφέρηται περὶ τὸν Ἡλιον εἰς  $41,5 \sqrt{41,5} = 267,5$  ἔτη περίπου.

ΣΗΜ. Οἱ πλανῆται στρέφονται περὶ ἄξονα. Ὁπειδὴ δὲ οὐδεὶς λόγος συντρέχει, ὅπως ἡ Γῆ, ἡτις εἰναι καὶ αὐτὴ πλανήτης, ἀποτελεῖ ἔξαιρεσιν, συμπεριάνομεν κατ' ἀναλογίαν ὅτι καὶ ἡ Γῆ στρέφεται περὶ ἄξονα. Ὁξομεν δὴ. οὗτο μίαν ἐμμεσον ἀπόδειξιν τῆς περὶ ἄξονα στροφῆς τῆς Γῆς.

**§ 151. Ζῳδιακὸν φῶς.**—Περὶ τὴν ἑαρινὴν συνήθως Ἰσημερίαν παρατηρεῖται ἐν Εὐρώπῃ ὑπὸ εὐμενεῖς ἀτμοσφαιρικοὺς ὅρους πρὸς δυσμὰς καὶ συγχρόνως μετὰ τῶν ἀστέρων 4ου μεγέθους, ἀμυδρὸν φῶς, ὅπερ ἐπὶ τοῦ ζῳδιακοῦ ἔκτεινόμενον καλεῖται **ζῳδιακὸν φῶς**. Ὅταν τὸ ζῳδιακὸν φῶς εἴναι εὐδιάκριτον, ἀναγνωρίζομεν ὅτι τὸ σχῆμα αὐτοῦ εἴναι μέρος ἐπιμήκους ἐλλείψεως, ἡς τὸ κέντρον κατέχεται ὑπὸ τοῦ δύσαντος Ἡλίου (Σχ. 112). Τὸ δρατὸν ἄκρον τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς ἐλλείψεως ταύτης, καλεῖται **κορυφὴ** τοῦ ζῳδιακοῦ φωτὸς καὶ τὸ ὑψος αὐτοῦ δύναται νὰ φθάσῃ ἐνίστε μέχρις  $100^{\circ}$ . Τὸ πλάτιος τῆς ἐλλείψεως ταύτης εἰς τὸν δρᾶζοντα εἴναι  $20^{\circ}$  ἔως  $30^{\circ}$ . Τὸ ζῳδιακὸν φῶς βυθίζεται βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον εἰς τὸν δρᾶζοντα, ἐφ' ὅσον δὲ Ἡλιος κατέρχεται ὑπὸ αὐτὸν καὶ τέλος ἐξαφανίζεται.

Τὸ φῶς τούτο εἴναι δρατὸν παρὸν ἥμιν καὶ ἐν τῇ λοιπῇ Εὐρώπῃ καὶ πρὸς ἀνατολὰς πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ Ἡλίου περὶ τὴν φθινοπωρινὴν συνήθως Ἰσημερίαν ἐξαφανίζομενον συγχρόνως μετὰ τῶν ἀστέρων 4ου μεγέθους. Ἐκ τῶν τόπων τῆς διακεκαυμένης ζώνης τὸ ζῳδιακὸν φῶς εἴναι δρατὸν καθ' ὅλον σχεδὸν τὸ ἔτος.

Περὶ τῆς φύσεως τοῦ φωτὸς τούτου οὐδὲν εἴναι βέβαιον. Ἡ πιθανωτέρα γνώμη εἴναι ὅτι δρεῖλεται εἰς ἀνάκλασιν τοῦ ἥλιακου φωτὸς ὑπὸ σμήνους μικρῶν σωμάτων περιφερομένων περὶ τὸν Ἡλιον ἐπὶ ἐλλείψεων, καὶ ἀποτελούντων οὕτως ἐν τῷ συνόλῳ λεπτὸν φακὸν ἔκτεινόμενον μέχρι τῆς τροχιᾶς τοῦ Ἀρεως.



Σχ. 112.

ΙΑΝΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΚΟΜΗΤΑΙ

**152. Σχῆμα τῶν κομητῶν.— Σύστασις αὐτῶν.**  
Οἱ κομῆται, ὃν ἡ ἐμφάνισις ἐπὶ μακρὸν ὑπῆρξεν αἰτίᾳ τρόμου διὰ τὴν ἀνθρωπότητα, εἶναι νεφελώδη ἀστρα κινούμενα περὶ τὸν Ἡλιον. Γενικῶς ἔκαστος κομήτης ἀποτελεῖται ἐκ τῶν ἀκολούθων τριῶν μερῶν.

1ον. Ἐκ τοῦ **πυρηνος**, ὃστις εἶναι τὸ πυκνότερον καὶ λαμπρότερον μέρος τοῦ κομήτου, 2ον ἐκ τῆς **κόμης**, ἣτις εἶναι εἶδος νεφελῆς περιβαλλούσης τὸν πυρῆνα καὶ 3ον ἐκ τῆς **οὐρᾶς**, ἣτις εἶναι ἐπιμήκης προέκτασις τῆς κόμης τοῦ κομήτου (Σχ. 113). Ὁ πυρήνη καὶ ἡ

κόμη ἀποτελοῦσι τὴν **κεφαλὴν** τοῦ κομήτου. Άλλη μισφὴ ἔκαστου κομήτου μεταβάλλεται μετὰ τῆς θέσεως αὐτοῦ πρὸς τὸν Ἡλιον. Οὕτως, ὅταν οἱ κομῆται εὑρίσκωνται μακρὰν τοῦ Ἡλίου, φαίνονται γενικῶς ὡς ἀμυδροὶ νεφελώδεις ἀστέρες στρογγύλοι τὸ σχῆμα· ἐφ' ὅσον δὲ πλησιάζουσι πρὸς τὸν Ἡλιον γίνονται λαμπρότεροι, ἐν τῷ τὸ σχῆμα αὐτῶν ἥλλοιοῦται σχηματιζομένης καὶ βαθμηδὸν ἐπιμηκυνομένης τῆς οὐρᾶς αὐτῶν κατὰ τὴν ἐκ τοῦ Ἡλίου πρὸς τὸν πυρῆνα τοῦ κομήτου φοράν. Ἀφ' ἐτέρου δὲ ἡ μισφὴ τῶν κομητῶν δὲν εἶναι διὸ ὅλους ἡ αὐτή. Οὕτω τινὲς τούτων δὲν ἔχουσιν οὐράν, ἄλλοι ἔχουσι περισσοτέρας, ὡς ὁ κομήτης τοῦ 1744, ὃστις εἶχεν ἔξι οὐράς.

Οἱ κομῆται θεωροῦνται ὅτι ἀποτελοῦνται ἐκ σμήνους στερεῶν σωματίων λίαν μεμακρυσμένων ἀπ' ἄλλήλων, ὡν ἔκαστον φέρει

περίβλημα ἔξ ἀερίων. Ὡς φασματοσκοπικὴ ἀνάλυσις ἀπέδειξεν ὅτι τὰ ἀέρια ταῦτα εἶναι ὑδρογόνον καὶ ἄτμοὶ ἄνθρακος καὶ διαφόρων μετάλλων ιδίᾳ δὲ σοδίου καὶ μαγνησίου, διατελοῦσι δὲ ἐν αὐτοφώτῳ καταστάσει. Ὡστε οἱ κομῆται πλὴν τοῦ φωτός, ὅπερ δέχονται παρὰ τοῦ Ἡλίου, ἔχουσι καὶ ἵδιον φῶς.

Ἡ μᾶζα τῶν κομητῶν εἶναι μικρά, ὡς ἀποδεικνύεται ἐκ τοῦ ὅτι οὐδεμίαν ἐπιφέρουσι διατάραξιν εἰς τὴν κίνησιν τῶν πλανητῶν καὶ τῶν διορυφόδων αὐτῶν, πλησίον τῶν ὅποιών πολλάκις διέρχονται, ἐν ᾧ τούναντίον ἐκεῖνοι ὑφίστανται συνήθως αἰσθητὴν τὴν ἐπίδρασιν αὐτῶν.

Ἡ δὲ μέση πυκνότης τῶν κομητῶν εἶναι ὠσαύτως λίαν μικρά. Διὰ μέσου τῆς οὐρᾶς καὶ τῆς κόμης αὐτῶν βλέπουμεν ἀστέρινων

ατοὶ  
νται  
ιοθῆ  
ι εἰς  
ς κι-  
τρο-

E

Σχ. 114.

χιῶν. Μετὰ τὴν ἀνακάλυψιν τοῦ νόμου τῆς παγκοσμίου ἔλξεως, ἥχθη φυσικῶς εἰς τὴν ἴδεαν ὅτι, ὅπως οἱ πλανῆται, οὕτω καὶ οἱ κομῆται πρέπει νὰ ὑφίστανται τὴν ἐλκτικὴν ἐνέργειαν τοῦ Ἡλίου καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἔθεσε πρὸς λύσιν τὸ ἀκόλουθον πρόβλημα. Ποία πρέπει νὰ εἶναι ἡ τροχιὰ ἀστρουν ὑποκειμένου εἰς τὴν ἔλξιν τοῦ Ἡλίου κατὰ τὸν γνωστὸν νόμον; Εὑρε δὲ ὅτι ἡ τροχιὰ αὗτη δύναται νὰ εἶναι ἔλλειψις, ἢς τὴν μίαν ἐστίαν κατέχει ὁ Ἡλιος, ἢ καὶ παραβολὴ ἡς τὴν ἐστίαν κατέχει ὁ Ἡλιος. Τὴν ὑπόθεσιν ταύτην ἥδυνθη ἐντὸς ὀλίγου νὰ ἐπιβεβαιώσῃ ὃς ἀκολούθως. Κατὰ τὸ

ἔτος 1680 ἐνεφανίσθη κομήτης, ὃ ὅποιος ἐπλησίαζε ταχύτατα πρὸς τὸν "Ηλιον καὶ εἴτα ἐξηφανίσθη ἐντὸς τῶν ἥλιακῶν ἀκτίνων. Ὁ Νεύτων βασιζόμενος ἐπὶ τῶν ἐπ' αὐτοῦ παρατηρήσεων ἡδυνήθη νὰ προσδιορίσῃ στοιχεῖα τινα τῆς τροχιᾶς αὐτοῦ. Μετὰ 17 ἡμέρας ἀπὸ τῆς ἐξηφανίσεώς του ἐφάνη μεγαλοπρεπὴς κομήτης ἐξερχόμενος τῶν ἥλιακῶν ἀκτίνων ἀπὸ θέσεως καιμένης ἀπέναντι ἐκείνης, εἰς ἣν ὁ πρῶτος εἶχεν ἐξηφανισθῇ. Προσδιορίσας τῆς τροχιᾶς τούτου τὰ ἀντίστοιχα στοιχεῖα ὁ Νεύτων ἐπείσθη ὅτι αἱ τροχιὰ αὗται ΒΓ καὶ ΔΕ οὐνι ἐπιπτον εἰς μίαν· καὶ ἀκολουθίαν ἐπόρκειτο περὶ τοῦ αὐτοῦ κομήτου, διστις κατέστη ἀόρατος καθ' ὃν χρόνον διέγραφε τὸ μέρος ΓΛΔ τῆς τροχιᾶς του περὶ τὸ περιήλιον ἔνεκα τῆς λαμπρότητος τῶν ἥλιακῶν ἀκτίνων. Ἐπειδὴ δὲ τὸ περὶ τὸ περιήλιον τόξον ΒΑΕ ἐλλείψεως λίαν ἐπιμήκους εἶναι δυνατὸν σχεδὸν νὰ ταῦτιζηται μὲ τόξον παραβολῆς, ἢτις ἔχει ἐστίαν Η, μένει ἐκ τῶν παρατηρήσεων τούτων ἀκαθόριστον, ἀν δὴ τροχιὰ κομήτου εἶναι παραβολικὴ ἢ ἐλλειπτικὴ καὶ ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ πόσον εἶναι τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ἄξονος αὐτῆς.

Ὁ Νεύτων ἐπενόησε μέθοδον, διὰ τῆς ὅποιας εἶναι δυνατὸν ἐπὶ τῇ βάσει τριῶν παρατηρήσεων κομήτου νὰ ὑπολογίζωνται πέντε στοιχεῖα τῆς τροχιᾶς αὐτοῦ ὑποτιθέμένης παραβολικῆς. Συνέστησε δὲ νὰ καθορίσωσι τὰ παραβολικὰ στοιχεῖα ὅλων τῶν παρατηρηθέντων κομητῶν καὶ νὰ καταγράψωσι καὶ συγκρίνωσι ταῦτα πρὸς ἄλληλα. Ἐὰν δὲ καταδειχθῇ ὅτι νέος τις κομήτης ἀκολουθῇ τὴν τροχιὰν ἐτέρου πρότερον παρατηρηθέντος κομήτου, πιθανὸν νὰ πρόκειται περὶ τοῦ ἴδιου κομήτου, ὃ δὲ μεταξὺ τῶν δύο ἐμφανίσεων χρόνος χ' παριστᾶ τὴν ἀστρικὴν αὐτοῦ περιφοράν. Ἐὰν δὲ χ' εἶναι ἡ διάρκεια τοῦ ἀστρικοῦ ἔτους, καὶ αἱ ἡ μέση ἀπόστασις τοῦ "Ηλίου ἀπὸ τῆς Γῆς, καὶ α' ὁ μέγας ἡμιξιν τῆς τροχιᾶς τοῦ κομήτου κατὰ τὸν γ' νόμον τοῦ Κεπλέρου θὰ εἶναι

$$\frac{\alpha'^3}{\alpha^3} = \frac{\chi'^2}{\chi^2}, \quad \text{ὅθεν } \alpha' = \alpha \sqrt[3]{\left(\frac{\chi'}{\chi}\right)^2}.$$

Οὕτω δὲ δοῦται καὶ τὸ μῆκος (ΑΑ') τοῦ μεγάλου ἄξονος, ὅπερ εἶναι  $2\alpha'$  ἢτοι  $2\alpha \sqrt[3]{\left(\frac{\chi'}{\chi}\right)^2}$ .

Ἐὰν δὲ μετὰ πάροδον χρόνου χ' ἐμφανισθῇ ἐκ νέου κομήτης διαγράφων τὴν αὐτὴν περίπου τροχιάν, ἀσφαλῶς πρόκειται περὶ

διαδοχικῶν ἐμφανίσεων τοῦ αὐτοῦ κομήτου καὶ ἡ τροχιὰ αὐτοῦ εἶναι ἔλλειψις, ἵνα δὲ μέγας ἄξων ἔχει τὸ ὑπολογισθὲν μῆκος.

Αἱ τοιαῦται ὑπὸ κομητῶν διαγραφόμεναι ἔλλειψεις εἶναι συνήθως λίαν ἐπιμήκεις καὶ ἐπεκτείνονται αἱ πλεῖσται πέραν τῆς τροχιᾶς τοῦ Ποσειδῶνος καὶ Πλούτωνος. Διὰ τοὺς πλεῖστους τῶν ὑπὲρ δικτακοσίων ἄχρι τοῦτο παρατηρηθέντων κομητῶν δὲν κατωρθώθη νὰ εὑρεθῇ ἔστω καὶ κατὰ προσέγγισιν τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ἄξονος τῶν τροχιῶν αὐτῶν. Τὸ μῆκος τοῦτο θεωρεῖται ἀπειρον καὶ κατ' ἀκολουθίαν τῶν τοιούτων κομητῶν ἡ τροχιὰ εἶναι παραβολὴ.

‘Η κλίσις τῶν παραβολικῶν ἡ ἔλλειπτικῶν τροχιῶν τῶν κομητῶν πρὸς τὴν ἐκλειπτικὴν εἶναι διά τινας τούτων ἴκανῶς μεγάλη.

ΣΗΜ. Παρετηρήθησαν καὶ τινες κομῆται, ὃν ἡ τροχιὰ εἶναι ἄλλη τις ἀνοικτὴν καμπύλη, ἡ δποία καλεῖται ὑπερβολὴ.

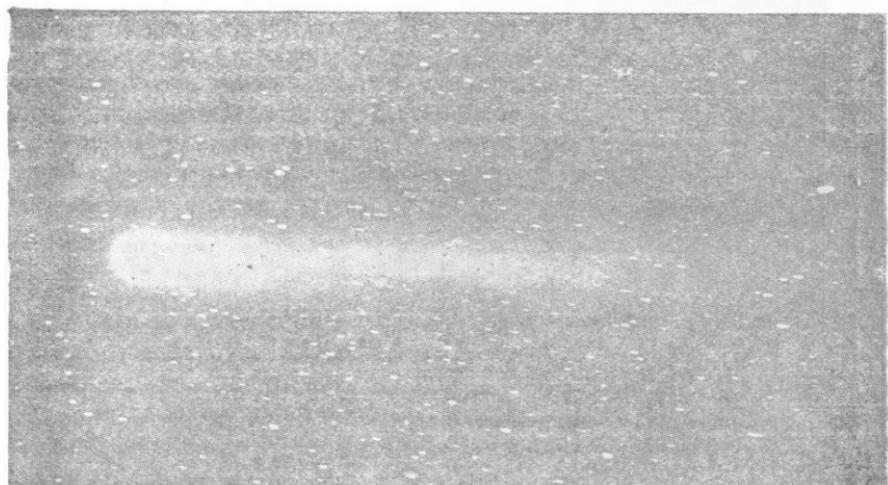
**§ 154. Περιοδικοὶ κομῆται.**—Οἱ κομῆται, τῶν δποίων αἱ τροχιαὶ εἶναι ἔλλειψεις, ἐπανέρχονται περιοδικῶς πλησίον τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Γῆς· λέγονται δὲ διὰ τοῦτο περιοδικοὶ κομῆται. Οἱ ἄλλοι, ἀφ' οὗ διέλθωσιν ἀπαξ πλησίον τοῦ Ἡλίου, ἀπομακρύνονται ἕξ αὐτοῦ ἀδιαλείπτως. Μέχρι σήμερον 21 μόνον κομητῶν ἔχει δοισμῆ μετ' ἀκριβείας ἡ περίῳδος. Οἱ κυριώτεροι τῶν περιοδικῶν κομητῶν εἶναι οἱ ἀκόλουθοι.

α'. Κομῆτης τοῦ Halley (1682). ‘Ο Ἀγγλος ἀστρονόμος Halley ἐφήρμοισε τὴν ὑπὸ τοῦ Νεύτωνος ὑποδειχθεῖσαν μέθοδον καὶ ὑπελόγισε τὰς παραβολικὰς τροχιὰς 24 κομητῶν, οἱ δποίοι εἶχον πρὸ αὐτοῦ ἐμφανισθῆ. Κατὰ τὸ 1682 ἐνεφανίσθη μεγαλοπρεπῆς κομῆτης, οὗ τὴν τροχιὰν ὑπελόγισεν ἐπίσης ὁ Halley. Συγκρίνας ταύτην πρὸς τὰς τροχιὰς τῶν 24 προηγουμένων κομητῶν, παρετήρησεν ὅτι αὕτη σχεδὸν συνέπιπτε μὲ τὴν τροχιὰν τοῦ κομήτου τοῦ 1607, ὃν εἶχε παρατηρήσει ὁ Κέπλερος καὶ μὲ τὴν τροχιὰν τοῦ κατὰ τὸ 1531 ὑπὸ τοῦ Γερμανοῦ ἀστρονόμου Petrus Apianus παρατηρηθέντος κομήτου. Συνεπέραντε λοιπὸν ἐκ τούτου ὅτι ἐπόκειτο περὶ διαδοχικῶν ἐμφανίσεων τοῦ αὐτοῦ κομήτου, ὅστις ἐκινεῖτο περὶ τὸν Ἡλιον εἰς 75 ἔτη περίπου καὶ ἀνήγγειλε τὴν προσεχῆ κατὰ τὸ ἔτος 1758 ἐμφάνισίν του μὲ προσέγγισιν ἐνὸς ἔτους περίπου.

‘Ο μέγας δμως μαθηματικὸς Clairaut βοηθούμενος ὑπὸ τοῦ Lalande ὑπελόγισε τὰς ἐπὶ τῆς τροχιᾶς τοῦ κομήτου τούτου πλα-

νητικάς ἐπιδράσεις καὶ προανήγγειλε τὴν διὰ τοῦ περιηλίου διάβασίν του διὰ τὰ μέσα Ἀπριλίου 1759. Πράγματι δὲ οὗτος διῆλθε διὰ τοῦ περιηλίου τὴν 13 Μαρτίου 1759, ἥτοι ἔγεινεν εἰς τὴν πρόβλεψιν λάθος μόλις ἑνὸς μηνός· τοῦτο εἶναι ἀνεπαίσθητον δεδομένου μάλιστα ὅτι τότε οἱ πλανῆται Οὐρανός, Ποσειδῶν καὶ Πλούτων ἡσαν ἄγνωστοι καὶ κατ' ἀκολουθίαν αἱ ἐπιδράσεις αὐτῶν ἐπὶ τοῦ κομήτου δὲν ἐλήφθησαν κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς ὑπὸ ὅψιν.

“Ανηγγέλθη εἴτα ἔτερα διάβασις διὰ τοῦ περιηλίου διὰ τὴν 4



Σχ. 115.— Φωτογραφία τοῦ κομήτου Halley τὴν 29 Μαΐου 1910.

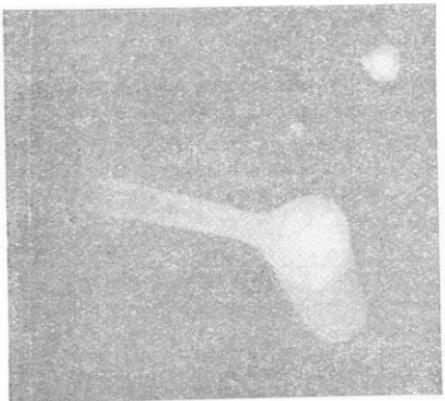
Νοεμβρίου 1835 καὶ ἐπραγματοποιήθη τὴν ὁρισθεῖσαν ἡμέραν. Ἡ τελευταία ἐμφάνισις τοῦ κομήτου τούτου προανηγγέλθη διὰ τὸν Μάιον τοῦ 1910, εἶχε δὲ τόσον καλῶς ὑπολογισθῇ ἢ τροχιὰ αὐτοῦ, ὥσιε ἀπὸ τοῦ Σεπτεμβρίου τοῦ 1909 είχεν ἀνακαλυφθῇ διὰ τῆς φωτογραφίας, δτε εἶχε τὴν ἔντασιν ἀστέρος 16ου μεγέθους καὶ ἦτο ἀδραίτος καὶ διὰ τῶν ἴσχυροτάτων ἔτι τηλεσκοπίων. Ἡ ἐμφάνισις αὕτη ἐνέβαλεν εἰς ἀρκετὴν ἀνησυχίαν τὴν ἀνθρωπότητα, διότι κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τῶν ἀστρονόμων θὰ διήρχετο τὴν 19 Μαΐου (μεταξὺ 4,22 καὶ 5,22 πρωΐνης ὡρας) τόσον ἔγγυς τῆς Γῆς, ὥσιε ὑπῆρχε πιθανότης ἡ οὐρά αὐτοῦ νὰ εἰσδύσῃ ἐν μέρει ἐντὸς τῆς γηῆς ἀτμοσφαίρας καὶ νὰ μετοδόσῃ εἰς αὐτὴν τὸ κυανογόνον ἀέριον, οὐδὲν ἡ παρουσία εἰς τὸν πυρῆνα τοῦ κομήτου είχεν ἀποκαλυφθῇ διὰ τοῦ φασματοσκοπίου.

“Ο κομήτης κατέστη πράγματι ἐπ’ ἀρκετὸν δρατὸς διὰ γυμνοῦ

δόφθαλμοῦ, τὴν δὲ νύκτα ιῆς 29 Μαΐου διλόκληρος ἡ ἀνθρωπότης  
ἡγρύπνησεν. Οὐδέν ὄμως φαινόμενον ἐπιστοποίησε τὴν εἰσοδον τῆς  
οὐρᾶς αὐτοῦ εἰς τὴν γηῖνην ἀτμόσφαιραν.

Ἡ τροχιά τοῦ κομήτου τούτου εἶναι κεκλιμένη πρὸς τὴν ἐκλειπτι-  
κὴν κατὰ 162°, ἡ δὲ κίνησις τοῦ κομήτου ἐπ’ αὐτῆς εἶναι ἀνάδρομος.

β'. *Κομήτης τοῦ Biela* (1826), ‘Ο κομήτης οὗτος εἶχε παρα-



Σχ. 116.— ‘Ο κομήτης τοῦ Biella,  
ώς ἔδιχάσθη πρὸ τῶν ὄμμάτων τῶν  
ἀστρονόμων. (Φωτογραφία τῆς 19 Φε-  
βρουαρίου 1646).

ἔτος 1839 ἐμφάνισίν του δὲν κατέστη δρατὸς ἔνεκα δυσμενῶν συνθηκῶν. Κατὰ δὲ τὴν ἐπομένην ἐπάνοδόν του (1845) παρουσίασε τὸ ἀκόλουθον παράδοξον φαινόμενον. ‘Ἐν ᾧ κατ’ ἀρχὰς ἐφαίνετο ἀπλοῦς, αἴφνης περὶ τὰ τέλη τοῦ Δεκεμβρίου 1845 (κατ’ ἄλλους μέσα ‘Ιανουαρίου 1846) ἐνεφανίσθη διπλοῦς, ἀπειτελεῖτο δηλ. ἀπὸ δύο κομήτας, οἱ διοποῖοι ἐκινοῦντο δὲ εἰς παρὰ τὸν ἄλλον καὶ ἔβαινον βραδέως ἀλλὰ συνεχῶς ἀπομακρυνόμενοι ἀλλήλων. Κατὰ τὸ 1852 ἐνεφανίσθησαν ἀμφότεροι ἀρκούντως ἥδη μεμακρυσμένοι κατὰ τὸ ἔτος 1859 ἔνεκα δυσμενῶν συνθηκῶν δὲν ἦτο δρατός, κατὰ δὲ τὸ 1866 εἰς μάτιην ἀνεμένετο. ‘Εκτὸτε δὲν ἐπανῆλθε πλέον διαλυθεὶς ὡς βραδύτερον θὰ μάθωμεν.

γ' *Κομήτης τοῦ Encke* (1819). ‘Η ἀστρικὴ περίοδος αὐτοῦ εἶναι 3,3 ἔτη, ὑπελογίσθη δὲ αὐτῇ τὸ ἔτος 1819 ὑπὸ τοῦ Encke διευθυντοῦ τοῦ ἀστεροσκοπείου τοῦ Βερολίνου, ὅστις καὶ προεῖπε τὴν κατὰ τὰ ἔτη 1822, 1825, 1828, 1832 κ.τ.λ. ἐμφάνισίν του. Οὗτος εἶχε παρατηρηθῆναι κατὰ τὰ ἔτη 1795 καὶ 1805, κατ’ ἀκολουθίαν

διηλθε πολλάκις ἀπαρατήρητος, διότι είναι ἀόρατος δ.ἀ γυμνοῦ  
δρφθαλμοῦ. Παρετηρήθη ὅτι εἰς ἑκάστην ἐμφάνισίν του ὁ μέγις  
ἄξων τῆς ἐλλειπτικῆς τροχιᾶς αὐτοῦ βαθμιαίως ἐλαττοῦται συμπε-  
ραινούσιν ὅτεν ὅτι οὗτος μετὰ χρόνον κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἡττῶν μα-  
κροὺν θὰ πέσῃ ἐπὶ τοῦ Ἡλίου, ἢν μὲν θεωρήσωμεν τὸν δ.

χονται ὅτι υπάρχουσιν ἐν τῷ διαστήματι μόρια στερεὰ σκοτεινά,  
άσινα κινοῦνται περὶ τὸν Ἡλίου μετὰ ταχύτητος 40 χιλιομέτρων  
περίπου κατὰ δευτερόλεπτον. "Οταν δὲ τοιαῦτα μόρια εἰσδύωσιν  
ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαίρας ἡμῶν, ὑπερθερμαίνονται ἔνεκα τῆς τριβῆς  
καὶ φωτοβιολοῦσι μέχρις, οὕ πᾶσα ἢ ὅλη αὐτῶν κατακαῆ.

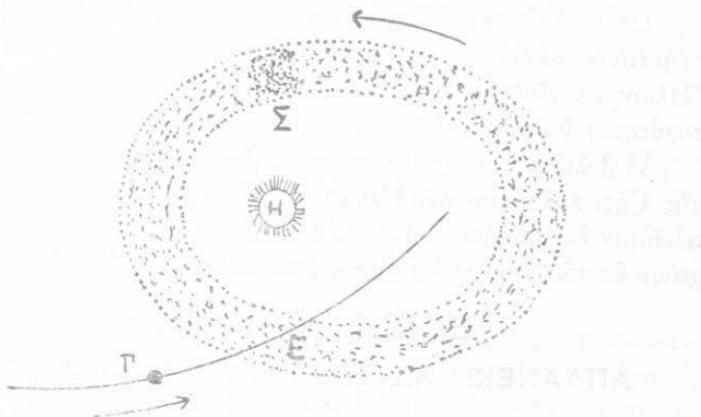
**§ 156. Βροχαὶ διαττόντων ἀστέρων.**—Είναι εὔκο-  
λον νὰ παρατηρήσωμεν ὅτι κατά τινας νύκτας τοῦ ἔτους οἱ διάττοντες  
ἀστέρες είναι πολυαριθμότεροι τῶν κατὰ τὰς λοιπὰς νύκτας παρατη-  
ρουμένων. Ἀπὸ καιροῦ δὲ εἰς καιρὸν πίπτουσιν οὗτοι κατὰ χιλιάδας,  
ἀποτελοῦντες οὕτως ἀληθῆ βροχὴν ἢ σμῆνος διαττόντων ἀστέρων.  
Οὕτω κατὰ τὰς ἀρχὰς Νοεμβρίου, τὰς ἀρχὰς Αὐγούστου καὶ κατὰ  
τὰς ἀρχὰς Ἀπριλίου παρατηρεῖται ἀσυνήθης ἀριθμὸς διαττόντων  
ἀστέρων. Οἱ οὕτω συγχρόνως πίπτοντες διάττοντες παρετηρήθη ὅτι  
φαίνονται ἐκπεμπόμενοι ἐξ ὧδισμένου σημείου του οὐρανοῦ, διπερ  
καλεῖται ἀντινοβόλον σημεῖον. Οὕτως οἱ διάττοντες τοῦ Αὐγούστου

έχουσι τὸ ἀκτινοβόλον σημεῖον ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Περσέως καὶ καλοῦνται **Περσεῖδαι**, οἱ τῶν ἀρχῶν τοῦ Νοεμβρίου ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Λέοντος καὶ καλοῦνται **Λεοντῖδαι**, οἱ τοῦ Ἀπριλίου ἐν τῷ τῆς Λύρας καὶ καλοῦνται **Λυρῖδαι** κ.τ.λ.

“Οἱ ἀοιδικὸς τῶν διαττόντων ἀστέρων τῶν ἦφ” ἑκάστου ἀκτινο-

βόλου σημείου ἐκπεμπομένων μεταβάλλεται ἀπὸ εἰς εἰς. Διὰ τὰ πλεῖστα τούτων βροχαὶ πολυπληθῶν διαττόντων ἀστέρων ἀναπαράγονται περιοδικῶς. Πρὸς ἔξήγησιν τῶν φαινομένων τούτων παραδέχονται δτι περὶ τὸν Ἡλίον κινοῦνται ἀρότατα σωμάτια ἐπὶ διαφόρων παραβολικῶν ἢ ἐλλειπτικῶν δακτυλίων, ἦφ” ὃν διοῖνως ἡ ἀνομοίως εἰσὶ διακεχυμένα. Τινὲς δὲ τῶν δακτυλίων τούτων τέμνονται ὑπὸ τῆς γηίνης τροχιᾶς, ὡς π.χ. παρὰ τὸ σημεῖον Ε (Σχ. 118), καὶ δταν ἡ Γῆ διέλθῃ διὰ τοιαύτης τινὸς τροχιᾶς, συμβαίνει βροχὴ διαττόντων ἀστέρων, ἥτις θέλει ἐπαναλαμβάνεσθαι κατ’ ἔτος τὴν αὐτὴν ἐποχήν, ἦφ” δσον ὑπάρχουσιν ἔτι ἐπὶ τοῦ δακτυλίου τοιαῦτα σωμάτια. “Εὰν δὲ ὁ δακτύλιος εἶναι ἐλλειπτικὸς καὶ ἡ διανομὴ τῶν σωμάτων δὲν εἶναι ὁμαλή, ἀλλ ὑπάρχῃ πολυπληθεστέρα ὁμάς Σ, θέλει συμβῇ βροχὴ πολυπληθῶν διαττόντων ἀστέρων κατὰ τὴν ταῦτοχρονον διάβασιν διὰ τῆς τομῆς Ε τῆς διμάδος Σ καὶ τῆς Γῆς. “Η φαγδαία αὕτη βροχὴ θέλει ἐπαναλαμβάνεσθαι περιοδικῶς ἀνὰ ἵσα

χρονικά διαστήματα έξαρτώμενα ἐκ τῆς ἀστρικῆς τῆς ὅμαδος περιφορᾶς καὶ τῆς ἐτησίας κινήσεως τῆς Γῆς, μέχρι τελείας τῆς ὅμαδος έξαιτησεως.



Σχ. 118.

**§ 157. Καταγωγὴ διαττόντων ἀστέρων.** — Ὁ ἀστρονόμος Schiaparelli παρατηρήσας τὴν περίοδον 33,25 ἑτῶν, ἄτινα ἔχωριζον τὰς πολυπληθεστάτας βροχὰς τῶν Λεοντιδῶν κατὰ τὰ ἔτη 1799, 1833 καὶ 1866 ὑπώπτευσεν ὅτι τὰ σμήνη τῶν διαττόντων ἀστέρων καὶ οἱ κομῆται ἔχουσι κοινὴν τὴν καταγωγὴν. Καὶ ἀπὸ τῆς ὑποθέσεως ταύτης ἀναχωρῶν ὑπελόγισε κατὰ τὸ 1866 τὰ στοιχεῖα τῆς τροχιᾶς τῶν Περσειδῶν καὶ ἀνεγνώρισεν ἐν αὐτῇ τὴν τροχιὰν τοῦ κομήτου τοῦ 1862. Ὁλίγον βραδύτερον ἀνεῦρε πλήρη σχεδὸν ταύτοτητα τῶν στοιχείων τῆς τροχιᾶς τῶν Λεοντιδῶν πρὸς τὰ τῆς τροχιᾶς τοῦ κατὰ τὸ 1866 παρατηρηθέντος κομήτου. Παρετηροήθη ἐπίσης ὅτι κατὰ τὰ ἔτη 1872, 1878 καὶ 1885, καθ' ἄ εδει νὰ ἔμφανισθῇ ὁ κομῆτης τοῦ Biélla, συνέβησαν ραχδαῖαι βροχαὶ διαττόντων ἀστέρων, οἵτινες κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τῶν ἀστρονόμων ἔκινοῦντο ἐπὶ τῆς τροχιᾶς τοῦ κομήτου τοῦ Biélla. Ἡ σύγκρισις δὲ ἐπὶ πλέον τοῦ φάσματος τῶν κομητῶν καὶ τῶν διαττόντων ἀστέρων παρέχει νέαν ἀπόδειξιν τῆς ὑποθέσεως τοῦ Schiaparelli. Ὡστε εἶναι λοιπὸν σχεδὸν ἀποδεδειγμένον ὅτι σμήνη τινὰ (ἄν μη διλα) διφεύλονται εἰς διάλυσιν κομητῶν διφειλομένην εἰς τὴν ἐλκτικὴν ἐνέργειαν τοῦ Ἡλίου ἥ καὶ πλανήτου τινός.

**§ 158. Βολεδες. — Αερόλιθοι.** — Ἐνίστε αἰφνιδιώς βλέπομεν ἐνιὸς τῆς ἀτμοσφαίρας ἡμῶν λαμπρὸν συνήθως σφαιρι-

κὸν σῶμα, ὅπερ παρακολουθεῖται ὑπὸ φωτεινῆς οὐρᾶς καὶ συνήθως ἐκρήγνυται μετὰ ἰσχυροῦ κατὰ μᾶλλον ἢ ἡτον κρότου. Τὸ σῶμα τούτου καλεῖται **βολίς**.

Ως οἱ διάπτοντες ἀστέρες, οὗτοι καὶ αἱ βολίδες προέρχονται ἐκ σωματίων μεγαλυτέρων διαστάσεων, ἀτινα περιφέρονται περὶ τὸν Ἡλιον καὶ εἰσδύοντα ἐντὸς τῆς γηῖνης ἀτμοσφαίρας μετὰ μεγάλης ταχύτητος ὑπερθερμαίνονται καὶ φωτοβολοῦσι.

Αἱ βολίδες ἢ καὶ τὰ θραύσματα βολδῶν, ἄτινα φθάνουσι μέχρι τῆς Γῆς, καλοῦνται **ἀερόλιθοι**. Οἱ ἀερόλιθοι συνίστανται κατὰ τὸ πλεῖστον ἐκ σιδήρου, νικελίου, μαγνησίου, πυριτίου καὶ ἄλλων στοιχείων ἐκ τῶν συνιστώντων τὰ περρόματα τῆς Γῆς.

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΣΤ'.

### ΑΠΛΑΝΕΙΣ ΑΣΤΕΡΕΣ ΚΑΙ ΝΕΦΕΛΩΜΑΤΑ

**§ 159. Χρώματα τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.**—Οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες δὲν ἔχουσι πάντες τὸ αὐτὸ χρῶμα. Οἱ πλεῖστοι τούτων εἶναι λευκοὶ, ἄλλοι εἶναι κίτρινοι καὶ τινες ἔρυθροι. Λευκοὶ π. χ. εἶναι οἱ Βέγας, Σείριος, Βασιλίσκος, Κάστωρ, Στάχυς κίτρινοι δὲ πολικός, Ἀλταΐρ, Αἴξ κ. ἄ. καὶ ἔρυθροὶ δὲ Ἄρκτοῦρος, Ἀντάρης, Bételgeuse, καὶ ο τοῦ κῆτους. Ἐπὶ 100 ἀστέρων 60 εἶναι λευκοί, 35 κίτρινοι καὶ πέντε ἔρυθροι.

Τὸ χρῶμα ἀστέρων τινῶν φαίνεται μεταβληθὲν ἀπὸ τῆς ἀρχαιότητος. Οὕτως δὲ Σείριος σημειοῦται ὑπὸ τῶν ἀρχαίων ὡς ἔρυθρὸς ἀστήρ, ἐν ᾧ ἥδη εἶναι λευκός, δὲ Πολυδεύκης κίτρινος ἥδη, φέρεται ὑπὸ τῶν ἀρχαίων ὡς ὑπέρευθρος.

**§ 160. Παροδικὸν ἀστέρες.**—Καλοῦνται **παροδικοὶ** (νέοι) ἀστέρες ἐκεῖνοι, οἵτινες αἰώνηδίως ἀναφαίνονται ἐν τῷ οὐρανῷ καὶ, ἀφ' οὗ λάβωσι μεγίστην λαμπρότητα, ἔξαφανίζονται μετά τινα χρόνον κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἡτον μέγαν συνήθως διὰ παντός.

Οἱ τοιοῦτοι ἀστέρες εἶναι ἀρκετὰ σπάνιοι ἀπὸ τοῦ Ἰππάρχου (2 αἰών π. χ.) ἔχουσι παρετηρηθῆ 30 περίπου τοιοῦτοι. Ὁ α' τούτων παρετηρήθη κατὰ τὸ ἔτος 134 π. Χ. (κατ' ἄλλους 125 π. Χ.) ὑπὸ τοῦ Ἰππάρχου. Ἡ ἐμφάνισις αὐτοῦ ἔδωκεν ἀφορμὴν εἰς τὸν Ἰππάρχον νὰ συντάξῃ τὸν πρῶτον συστηματικὸν κατάλογον ἀστέρων. Ἔτεροι ἀξιομνημόνευτοι παροδικοὶ ἀστέρες εἶναι οἱ ἀκόλουθοι.

Ο ἀστὴρ τοῦ Tycho-Braché. Οὗτος ἐνεφανίσθη ἐν τῷ ἀστε-

ρισμῷ τῆς Κασσιόπης ἐγγύτατα (1031') τοῦ καὶ αὐτῆς κατὰ τὴν 5ην περίπου Νοεμβρίου 1572. Ἡ λαμπρότης αὐτοῦ διηνεκῶς κατ' ἀρχὰς αὐξανομένη ἔξισώθη πρὸς τὴν μεγίστην τῆς Ἀφροδίτης λαμπρότητα, ὅτε κατέστη δρατὸς καὶ ἐν πλήρει μεσημβρίᾳ. Εἴτα ἡ λαμπρότης αὐτοῦ ἥλαττοῦτο καὶ ἐπὶ τέλους κατὰ Μάρτιον τοῦ 1574 ἔξιφανίσθη.

ΣΗΜ. Ἡ ἐμφάνισις τοῦ ἀστέρος τούτου περὶ τὸ μέσον τῶν θρησκευτικῶν πολέμων καὶ ὀλίγον μετὰ τὴν σφαγὴν τῆς νυκτὸς τοῦ Ἀγίου Βαρθολομαίου προύκάλεσεν εἰς τὰς λοικὰς τάξεις μεγίστην συγκίνησιν, καθ' ὃσον διεδίετο ὅτι ὁ ἀστὴρ οὗτος ἦτο αὐτὸς ὁ ὀδηγὴς τοὺς μάγους εἰς τὴν Βηθλέεμ καὶ ὅτι ἡ ἐκ νέου ἐμφάνισις του ἦτο προάγγελος τῆς δευτέρας τοῦ Θεανθρώπου παρουσίας.

Ο κατὰ τὸ ἔτος 1892 ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Ἡνιόχου παρατηρθεῖς. Οὗτος ἐνεφανίσθη ὡς ἀστὴρ τοῦ 4ου μεγέθους, εἴτα δὲ δὲ ἐφάνη ἐντελῶς σβεσθεὶς. Μετὰ ἔξι μῆνας ὅμως ἐνεφανίσθη ὡς ἀστὴρ 9ου μεγέθους, ὅπερ διατηρεῖ ἔκτοτε. Τὸ φάσμα τούτου δεικνύει ὅτι πρόκειται περὶ νεφελοειδοῦς ἀστέρος.

Ο ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Περσέως κατὰ τὸ 1901 ὡς ἀστὴρ 2ου μεγέθους παρουσιασθεὶς. Ἐντὸς ἡμερῶν τινων κατέστη 1ου μεγέθους, εἴτα ἡ λαμπρότης του ἥλαττοῦτο βαθμιαίως καὶ κατέστη ἀστὴρ 13ου μεγέθους μεθ' ὅλων τῶν χαρακτηριστικῶν νεφελοειδοῦς ἀστέρος.

Ἀνάλογος πρὸς τοὺς προηγουμένους ἀστέρας εἶναι καὶ ὁ κατὰ Μάρτιον τοῦ 1912 παρατηρηθεὶς ἐν τῷ ἀστερισμῷ τῶν Διδύμων.

Ο κατὰ Ἰουνίου τοῦ 1918 ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Ἄετοῦ καὶ πλησίου τοῦ 3 τοῦ ὄφεως ἐμφανισθεὶς. Οὗτος παρετηρήθη τὸ πρῶτον τὴν 5 Ἰουνίου ἐν Ἀθήναις ὑπὸ τοῦ ἀξιωματικοῦ τῆς Ἰταλικῆς ἀποστολῆς Marc Falta. Κατὰ τὴν πρώτην ἐμφάνισίν του εἶχε τὴν λαμπρότητα τοῦ Ἀλταῖο, μετ' ὀλίγας δὲ ἡμέρας (9 Ἰουνίου) αὗτῇ αὐξανομένη ἔξισώθη πρὸς τὴν τοῦ Βέγα. Εἴτα ἡ λαμπρότης αὐτοῦ ἔβαινε μειουμένη (πλὴν μικρῶν τινων καὶ ἀνωμάλων διαλείψεων) καὶ κατὰ Νοέμβριον τοῦ 1918 κατέστη δου μεγέθους, κατὰ δὲ Μαΐου τοῦ 1919 κατέστη ἀμυδρότερος ἔτι 7ου μεγέθους.

Ἄξιοσημείωτος τέλος εἶναι ὁ κατ' Αὔγουστον τοῦ 1920 ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Κύκνου ἐμφανισθεὶς. Οὗτος παρετηρήθη τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Ἀγγλου ἀστρονόμου W. E. Denning καὶ ἔξετιμήθη ὡς ἀστὴρ 3ου μεγέθους περίπου. Μετὰ 4 ἡμέρας κατέστη ἀστὴρ 2ου μεγέθους, ἔπειτα ἡ λαμπρότης του ἔβαινεν ἔλαττον μένη καὶ περὶ τὴν 20 Σεπτεμβρίου ἔγεινε μικροτέρα τῆς τῶν ἀστέρων δου μεγέθους.

Οὐδὲν βέβαιον γνωρίζομεν περὶ τῶν αἰτίων, εἰς ἀ δόφειλεται ἡ τῶν ἀστέρων τούτων ἐμφάνισις. 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. Ο Faye φρονεῖ ὅτι πιθανὸν νὰ εἶναι ἀστέρες διερχόμενοι τὸ στάδιον τῆς τελικῆς ἀποσβέσεως, καθ' ὃ τοιαῦται ἐν αὐτοῖς συντελοῦνται μεταβολαὶ, ὡστε σώματα εἰς βαθύτερα κείμενα στρώματα καὶ τούτου ἔνεκα ὑψηλὴν κεκτημένα θερμοκρασίαν καὶ μεγάλην φωταύγειαν ἀνέρχονται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν.

**§ 161. Ἀστέρες περιοδικοί.**—Καλοῦνται περιοδικοὶ ἀστέρες ἔκεινοι, ὃν ἡ λαμπρότης μεταβάλλεται περιοδικῶς. Τούτων μᾶλλον ἀξιοσημείωτοι εἶναι οἱ ἀκόλουθοι δύο.

α') Ὁ ἀστὴρ ο τοῦ κήτους δ καὶ θαυμάσιος ἐπικαλούμενος ἔνεκα τῆς περιοδικῆς μεταβολῆς τῆς λαμπρότητος αὐτοῦ. Ἡ λαμπρότης τούτου βαίνει ἐπὶ τρεῖς μῆνας βαθμιαίως αὐξανομένη, μέχρις οὗ δ ἀστὴρ καταστῇ 2ου μεγέθους· είτα ἐλαττοῦται διοιώς ἐπὶ ἑτέρους τρεῖς μῆνας, μετὰ τὴν πάροδον τῶν ὁποίων ἡ λαμπρότης αὐτοῦ γίνεται ἐλαχίστη (12ου μεγέθους). Τὴν ἐλαχίστην λαμπρότητα διατηρεῖ ἐπὶ πέντε μῆνας, μεθ' οὓς ἀρχεται πάλιν βαθμιαία αὐξησις αὐτῆς.

“Ωστε ἡ περίοδος αὐτοῦ εἶναι 11 μῆνες. Εἶναι δὲ οὗτος κίτρινος καὶ τὴν μεγίστην λαμπρότητα καὶ ὑπέρυθρος κατὰ τὴν ἐλαχίστην.

β') Ὁ ἀλγόδη ἢ β τοῦ Περσέως. Οὗτος ἐπὶ δύο ἡμέρας καὶ 13 ὥρας διατηρεῖ τὴν μεγίστην αὐτοῦ λαμπρότητα (2ου μεγέθους). Είτα ἐπὶ 4 ὥρας περίπου βαίνει ἐλαττούμενος τὴν λαμπρότητα, μέχρις οὗ κατιστῇ ἀστὴρ 4ου μεγέθους. Μετὰ πάροδον 8π περίπου ἡ ἐλαχίστη αὐτοῦ λαμπρότης ἀρχεται βαθμιαίως αὐξανομένη καὶ μετὰ τέσσαρας ὥρας δ ἀστὴρ καθίσταται πάλιν 2ου μεγέθους. Ἡ περίοδος δύνεται αὐτοῦ εἶναι 2 ἡμ. 21 ὥρ. 8π.

Ἡ ἔξηγησις τῆς μεταβολῆς τῆς λαμπρότητος τῶν περιοδικῶν ἀστέρων στηρίζεται ἐπὶ τῆς φύσεως τῶν φασμάτων αὐτῶν, εἶναι δὲ αὕτη.

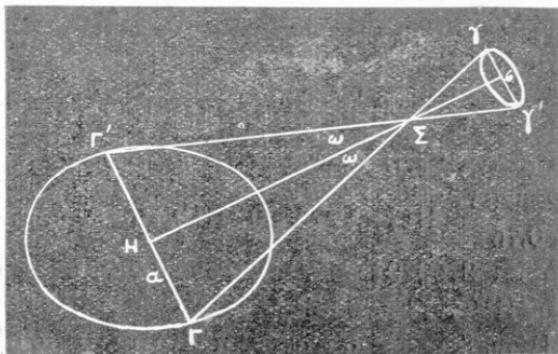
α'. Περιοδικῶν τινων ἀστέρων, ὡς ὁ Ἀλγόλη, ἡ φύσις τοῦ φάσματος δὲν μεταβάλλεται κατὰ τὴν περίοδον, μόνον ἡ ἔντασις τῶν χρωμάτων αὐτῶν ἀλλοιοῦται. Ἡ μεταβολὴ τῆς λαμπρότητος τῶν τοιούτων ἀστέρων παραδέχονται ὅτι προέρχεται ἐκ τῆς περὶ ἔκαστον τούτων περιστροφῆς σκοτεινοῦ τινος δορυφόρου αὐτοῦ, διτις τίθεται περιοδικῶς μεταξὺ ἡμῶν καὶ τοῦ ἀστέρος.

β'. Τῶν ἄλλων περιοδικῶν, ὡς δ θαυμάσιος, τὸ φάσμα μεταβάλ-

λει ὅψιν, ἢ δὲ μεταβολὴ αὕτη φαίνεται ὅτι ὅφείλεται εἰς οὐσιώδεις τῆς καταστάσεως αὐτῶν τροποποιήσεις. Τῷ ὅντι ἐπὶ τῶν ἀστρων τούτων ἐν παρακμῇ κατὰ τὸ πλεῖστον διατελούντων οὐδόλως εἶναι ἀπίθανον νὰ συμβαίνωσιν ἐσωτερικοὶ κλονισμοὶ ἵκανοὶ νὰ ἐνισχύσωσι τὸ φωτοσφαιρικὸν αὐτῶν φῶς. Οὕτως δὲ Ἡλιος ἡμῶν, εἰ καὶ νεώτερος τούτων παρουσιάζει ἥδη ἐλαφροὺς τοῦ εἰδούς τούτου κυματισμούς, ὃν ἢ περίοδος εἶναι 11 ἑτῶν.

γ'. Ἀμφότερα τέλος τὰ αἴτια ταῦτα δύνανται συγχρόνως νὰ μεταβάλλωσι τὴν λαμπρότητα ἀστέρος τινός. Τοῦτο φαίνεται συμβαῖνον εἰς τὸν β τῆς Λύρας, ὅστις ἔχει περίοδον 12 ἡμερῶν καὶ 22 ὡρῶν, καθ' ἣν μεταβάλλεται μεταξὺ 3ου καὶ 4ου μεγέθους.

**§ 162.** Ἐτησία παράλλαξις τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.—Ἐστω Η (Σχ. 119) τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου, Σ ἀπλανὴς



Σχ. 119.

τις ἀστήρ, καὶ ΓΓ' ἢ ἐπὶ τὴν ΣΗ κάθετος διάμετρος τῆς γηίνης τροχιᾶς. Ἡ γωνία ΗΣΓ = ω, ὁφέλης ἦν ἐκ τοῦ ἀστέρος Σ φαίνεται ἢ ἀκτὶς ΗΓ = α τῆς γηίνης τροχιᾶς, καλεῖται ἐτησία παράλλαξις τοῦ ἀστέρος τούτου.

Τῆς Γῆς μετατεθειμένης ἐπὶ τῆς τροχιᾶς της αἱ ἐν τῷ οὐρανῷ φαινόμεναι θέσεις τοῦ Σ μετατίθενται ἐπίσης συνεχῶς ἐπὶ ἐλλείψεως γγ', ἢ; ὁ μέγας ἀξων εἶναι παράλληλος τῇ Ἡλειπτικῇ.

Ἐὰν μετρηθῇ ἡ γωνία τῶν εἰς τὰ ἄκρα τοῦ μεγάλου ἀξονος τῆς ἐλλείψεως ταύτης κατευθυνομένων ὀπτικῶν ἀκτίνων Γγ, Γ'γ' καὶ ληφθῇ τὸ ἡμισυ αὐτῆς, εὑρόσκεται προφανῶς ἡ ἐτησία παράλλαξις τοῦ ἀστέρος Σ. Ἡ μέτρησις αὕτη εἶναι ἔξοχως λεπτή, κατέστησεν ὅμως αὐτὴν εύκολωτέραν καὶ ἀκριβεστέραν ἡ χρῆσις τῆς φωτογραφίας.

“Η ἐτησία παράλλαξις είναι πολὺ μικρά, πάντοτε μικροτέρα του  $1''$  τούτου ἔνεκα μόλις 100 περίπου ἀπλανῶν κατωρθώθη μέχρι σήμερον νὰ ἔρισθῇ ἡ ἐτησία παράλλαξις. Ἐκ τούτων δὲ τὴν μεγίστην παράλλαξιν ( $0'',75$ ) ἔχει ὁ αὐτὸν Κενταύρος.

**§ 163. Απόστασις τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.** — Ἐκ τοῦ ὅρθου τριγώνου ΣΗΓ (Σχ. 119) προκύπτει ἡ ἴσοτης  $\text{ΗΓ} = (\Sigma\Gamma)\text{ήμω}$ , ὅθεν  $(\Sigma\Gamma) = \frac{(\text{ΗΓ})}{\text{ήμω}}$  ἢ ἔνεκα τῆς συμικρότητος τῆς ω-

$$(\Sigma\Gamma) = \frac{(\text{ΗΓ})}{\omega}.$$

Ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι ω ἔκφραζει τὴν παράλλαξιν τοῦ Σ εἰς ἀκτίνια καὶ δὲ τὴν αὐτὴν γωνίαν εἰς δευτερόλεπτα μοίρας, ἔπειται ὅτι

$$\frac{\delta}{\omega} = \frac{360 \times 60 \times 60}{2\pi} \quad \text{καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἢ}$$

προηγουμένη ἴσοτης γίνεται

$$(\Sigma\Gamma) = (\text{ΗΓ}) \frac{360 \times 60 \times 60}{2\pi\delta} = \frac{206265}{\delta} \quad (\text{ΗΓ}) \text{ περίπου (1)}$$

Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον, ἡ ἴσοτης αὕτη γίνεται :

$$(\Sigma\Gamma) = \frac{206265}{0,75} \quad (\text{ΗΓ}) = 275020 \quad (\text{ΗΓ}), \quad \text{ἥτοι οὗτος ἀπέχει ἀφ'$$

ἡμῶν ἀπόστασιν 275020 φορᾶς μείζονα τῆς ἀφ' ἡμῶν μέσης ἀποστάσεως τοῦ Ἡλίου. Ἐπειδὴ δὲ τὸ φῶς χρειάζεται 500 δ., ἵνα ἔλθῃ ἀπὸ τοῦ Ἡλίου, ἔπειται ὅτι, ἵνα ἔλθῃ ἀπὸ τοῦ αὐτοῦ Κενταύρου, χρειάζεται  $500δ \times 275020 = 4,35$  ἔτη περίπου.

Ἡ μέση ἀπόστασις τῆς Γῆς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου λαμβάνεται ὡς μονάς μήκους διὰ τὴν μέτρησιν τῶν μεγάλων ἀποστάσεων καὶ καλεῖται ἀστρονομικὴ μονάς.

Διὰ μείζονας ἔτι ἀποστάσεις μεταχειρίζόμεθα τὰ ἔτη φωτός, ἥτοι πρὸς δήλωσιν τοιαύτης τινὸς ἀποστάσεως ὑπολογίζομεν πόσα ἔτη χρειάζεται τὸ φῶς, ἵνα διατρέξῃ αὐτήν.

**ΣΗΜ.** Πλὴν τῶν δύο τούτων μονάδων μεταχειρίζονται ἀκόμη καὶ τοιτην μονάδα καλούμενην Parsec (Parallaxe d'une seconde=παράλλαξις ἐνὸς δευτερολέπτου). Οὕτω καλεῖται ἡ ἀπόστασις, ἀφ' ἣς ἡ ἀκτίς τῆς γηίνης τροχιᾶς φαίνεται ὑπὸ γωνίαν  $1''$ , ἥτοι ἡ ἀπόστασις ἀστέρος ἔχοντος ἐτησίαν παράλλαξιν  $1''$ . Διὰ τοιοῦτον ἀστέρα ἡ ἴσοτης (1) γίνεται  $(\Sigma\Gamma) = 206265 \quad (\text{ΗΓ}) = 500δ \times 206265 = 3,25$  ἔτη φωτός. Ὅστε ἔκαστη μονάς Parsec ἀντιστοιχεῖ πρὸς 206265 ἀστρονομικὰς μονάδας ἡ πρὸς 3,25 ἔτη φωτός.

Οἱ ἐπόμενοι πίνακες παρέχει τὴν ἐτησίαν παράλλαξιν καὶ τὴν ἀπόστασιν ἀπλανῶν τινῶν ἀστέρων εἰς ἀστρ. μονάδας καὶ ἔτη φωτός.

Άστηρ	Παραλ. έτησία	άπόστ. εις άστρ. μον.	εις έτη φωτ.
α Κενταύρου	0'',75	275020	4,36
Σείριος	0'',37	557475	8, 8
Προκύπτων	0'',33	625045	9, 9
Άλταΐς	0'',23	896804	14, 2
Βέγας	0'',13	1586654	25
Πολικός	0'',07	2946643	46, 6

Αἱ τεράστιαι καὶ διαφορώταται τῶν ἀστέρων ἀποστάσεις ἀποτελοῦσιν ἔμμεσον ἀπόδειξιν τῆς περὶ ἄξονα στροφῆς τῆς Γῆς. Διότι ἀλλως οὕτοι ἔπειτε νὰ στρέψονται ἐξ Α πρὸς Δ καὶ ἐντὸς 24 ὡρῶν νὰ συμπληρῷ ἕκαστος πλήρη περιφοράν.<sup>7</sup> Ινα δῆμος συμβαίνῃ τοῦτο, πρέπει α') Οἱ ἀστέρες νὰ ἔχωσιν ὅλοι τὴν αὐτὴν γωνιώδη ταχύτητα, ὅπερ δὲν φαίνεται πιθανόν, ἀφ' οὗ οὕτοι εἶναι ἀπειροπληθεῖς καὶ ἀνεξάρτητοι ἀπ' ἀλλήλων.

β') Ἡ ταχύτης πολλῶν ἐξ αὐτῶν νὰ εἶναι τεραστία καὶ ἐλάχιστα ἀληθοφανής. Οὗτος ἀστήρ ἀπέχων ἐν ἔτος φωτός, ἐὰν γράφῃ τὸν οὐρανὸν ισημερινόν, διφεύλει νὰ ἔχῃ ταχύτητα 2000 φορᾶς μεγαλυτέραν τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός.

\*Ασκήσεις. 171) Τῆς ἔτησίας παραλλάξεως τοῦ Λαμπαδίου οὕσης 0'',10 νὰ εὑρεθῇ ἡ ἀπόστασις αὐτοῦ εις ἀστρονομικὰς μονάδας καὶ εις ἔτη φωτός.

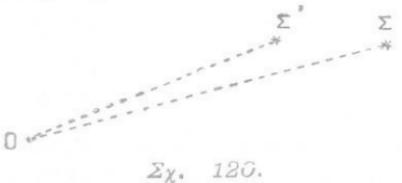
172) Τῆς ἔτησίας παραλλάξεως τοῦ 61 τοῦ Κύκνου οὕσης 0'',29 εὑρεῖν τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ εις ἀστρονομικὰς μονάδας καὶ εις ἔτη φωτός.

§ 164. Ιδέα τῶν ἀπλανῶν κένησεις.—<sup>8</sup> Αφ' ᾧς ἐν τῇ ἀστρονομίᾳ γίνεται χρῆσις ισχυροτάτων καὶ ἀκριβεστάτων δογάνων ἀπεδείχθη ὅτι οἱ ἀπλανεῖς δὲν εἶναι ἀπολύτως ἀκίνητοι ἐν τῷ διαστήματι. Τινὲς τούτων ἔχουσι μικράν τινα ἰδίαν κίνησιν, ἵνα καταρθωσαν νὰ μετρήσωσιν. Ἡ σπουδὴ τῆς ἰδίας ταύτης κινήσεως τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων ἥγαγεν εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι καὶ ὁ Ἡλίος ἡμῶν κινεῖται ἐν τῷ διαστήματι παρακολουθούμενος ὑπὸ τῆς Γῆς καὶ τῶν λοιπῶν πλανητῶν καὶ κατευθυνόμενος πρὸς τι οημεῖον (apex) τοῦ ἀστερισμοῦ τοῦ Ἡρακλέους, ὅπερ ἔχει δοθῆν ἀναφορὰν 270° καὶ ἀπόκλισιν + 30°. Ἡ ταχύτης τοῦ Ἡλίου ἐν τῇ τοιαύτῃ αὐτοῦ κινήσει εἶναι περίπου 20 χιλιόμετρα κατὰ δευτερόλεπτον.

§ 165. Διπλοὶ ἀστέρες.—Ἐὰν ἀστήρ τις δι' ισχυροτάτου δρώμενος τηλεσκοπίου χωρίζηται εἰς δύο διακεκριμένους ἀστέρας, καλεῖται διπλοῦς ἀστήρ. Τοιοῦτοι εἶναι ὁ Σείριος, γ τῆς παρθένου, γ τοῦ Λέοντος, Κάστωρ, 61 τοῦ Κύκνου κ. ἄ.

Τοὺς διπλοῦς ἀστέρας διακρίνομεν εἰς διπλικῶς διπλοῦς καὶ εἰς

**φυσικῶς διπλοῦς.** Οἱ πρῶτοι εὑρίσκονται πράγματι εἰς μεγίστην ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν, φαίνονται δὲ διπλοῖ, διότι, κεῖνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς περίπου διπλικῆς ἀκτῖνος (Σχ. 120). Οἱ ἄλλοι εἶναι πράγματι



έχουσι φωτεινοὺς διορυφόδους στρεφομένους περὶ αὐτούς. Οἱ φωτεινοὶ οὗτοι διορυφόδοι καλοῦνται **συνοδοί**.

Ο W. Herschel ἀνεκάλυψε περὶ τοὺς 500 διπλοῦς ἀστέρας, ἐν ᾧ ἥδη εἶναι γνωστοὶ περὶ τοὺς 10000. Ο μέγας οὗτος ἀστρονόμος ἡδυνήθη νὰ προσδιορίῃ καὶ τὴν διάρκειαν τῆς περιστροφῆς τῶν συνοδῶν τινῶν ἐκ τῶν διπλῶν ἀστέρων καὶ βραδύτερον ἀπέδειξεν ὅτι ἡ ἴδια τῶν συνοδῶν τούτων κίνησις γίνεται κατὰ τοὺς δύο πρώτους νόμους τοῦ Κεπλέρου καὶ ἐπομένως οὗτοι ὑπόκεινται εἰς τὸν νόμον τῆς παγκοσμίου ἔλεως. Η διάρκεια τῆς περιφορᾶς εἶναι 11 ἔτη διὰ τὸν συνοδὸν τοῦ δ τοῦ Μικροῦ Κυνός, 40 ἔτη διὰ τὸν τοῦ Πρόκυνος, 989 διὰ τὸν τοῦ Κάστορος, 50 διὰ τὸν τοῦ Σειρίου.

ΣΗΜ. Ο συνοδὸς τοῦ Σειρίου ἀνεκαλύφθη τὸν Φεβρουάριον τοῦ 1866 ὑπὸ τοῦ Ἀμερικανοῦ Clark, ἐν ᾧ ἡ ὑπαρξία αὐτοῦ εἴχε πρὸ 20 ἔτῶν ἀναγγελθῆ ὑπὸ τοῦ Bessel. Ο μέγας οὗτος γεωμέτρης στηριζόμενος ἐπὶ ἀνωμαλιῶν τινῶν παρατηρηθεισῶν ἐν τῇ ἴδιᾳ τοῦ Σειρίου κυνήσει συνεπέρανεν ὅτι αὐτοὶ ὁφείλονται εἰς τὴν ἔλειν διορυφόδου τινός.

**§ 166. Πολλαπλοῖς ἀστέρες.** — Ἀστέρες τινὲς ἀκολουθοῦνται ὑπὸ δύο, τριῶν ἢ καὶ περισσοτέρων συνοδῶν. Οθεν οὗτοι δὶς ἵσχυροι δρῶμενοι τηλεσκοπίου φαίνονται τριπλοῖ, τετραπλοῖ, κτλ., ἐν ᾧ εἰς γυμνὸν δρυθαλμὸν ἐμφανίζονται ἀπλοῖ. Οἱ τοιοῦτοι καλοῦνται γενικῶς **πολλαπλοῖς ἀστέρες**. Οὕτως δὲ αὶ καὶ γ τῆς Ἀνδρομέδας, δὲ ζ τοῦ Καρκίνου, δὲ μ τοῦ Βοώτου εἶναι τριπλοῖ δὲ τῆς Λύρας εἶναι τετραπλοῦς, δὲ θ τοῦ Ὡρίωνος εἶναι ἔξαπλοῦς ἐκ τῶν ἔξ δὲ τούτων ἀστέρων οἱ 4 εἶναι ὄρατοι διὰ μετρίου τηλεσκοπίου οἱ δὲ λοιποὶ διὶς ἵσχυροι τοιούτων.

**§ 167. Γαλαξίας. Νεφελώματα.** — Εν τῷ οὐρανῷ διακρίνομεν κατὰ τὰς αἰθρίας καὶ ἀσελήνους νίκτας μακράν, στενὴν καὶ ὑπόλευκον ταινίαν, ἥτις διήκει ἀπὸ BA πρὸς ND καὶ διχάζεται κατὰ τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Κύκνου. Τὴν ζώνην ταύτην καλοῦμεν **Γαλαξίαν**.

Πρῶτος ὁ Γαλιλαῖος ἔστρεψε πρὸς τὸν Γαλαξίαν τὸ τῆλεσκόπιον καὶ παρετήρησεν ὅτι οὗτος ἀποτελεῖται ἐκ πλήθους (ὑπὲρ τὰ εἴκοσιν ἑκατομμύρια) ἀστέρων, οἵτινες ὡς ἐγγύτατα ἀλλήλων προβάλλομενοι ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας προσδίδουσιν αὐτῷ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ ὅρωμένῳ τὴν ὄψιν νέφους ὑπολεύκου.



Σχ. 121. — Νεφέλωμα Ἀιδομέδας.

Κατὰ τὰς ἴδεις τοῦ W. Herschel, ἃς αἱ νεώτεραι ἔρευναι τείνουσιν νὰ ἐπιβεβαιώσωσιν, ὁ Γαλαξίας περιέχει τοὺς πλείστους (ὅν-

μὴ ὅλους) γνωστοὺς ἀστέρας. Οὗτος ἔχει σχῆμα φακοειδές, εἰς τὸ κέντρον, τοῦ ὁποίου περίπου κεῖται καὶ ὁ ἡμέτερος Ἡλιος καὶ ἔχει ἐν ἐπίπεδον συμμετρίας (*Γαλαξιακὸς Ισημερινός*) καὶ δύο πόλους (*Γαλαξιακὸς πόλους*). Κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ Γαλαξιακοῦ ισημερινοῦ οἱ ἀστέρες εἶναι πολυάριθμοι καὶ ἐγγύτατα ἀλλήλων προβιβλόμενοι ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας συνιστῶσι τὸν κυρίως Γαλαξίαν, ἐν ᾧ κατὰ διεύθυνσιν παραλληλον τῷ ἄξονι τοῦ φακοῦ τούτου οἱ ἀστέρες εἶναι εὐαριθμότεροι καὶ προβάλλονται μᾶλλον ἀλλήλων κεχωρισμένοι.

Πλὴν τοῦ Γαλαξίου ὑπάρχουσιν ἐν τῷ οὐρανῷ καὶ ἄλλα πολλὰ τοιαῦτα ὑπόλευκα καὶ νεφελώδη ἀστρα διαφόρων σχημάτων, ἃτινα, καλοῦμεν *νεφελώματα* ή *νεφελοειδεῖς ἀστέρας*. Αἱ πλειάδες, ή κόμη τῆς Βερενίκης π. χ. εἶναι νεφελώματα.

Τὸ πρῶτον σπουδασθὲν νεφέλωμα εἶναι τὸ ἐν τῷ ἀστερισμῷ τῆς Ἀνδρομέδας κείμενον ἐπίμηκες νεφέλωμα, ὅπερ εἶναι ὅρατὸν καὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ κατὰ τὰς αἰθρίας καὶ ἀσελήνους νύκτας. Ἐπὶ τοῦ νεφελώματος τούτου ἡδυνήθη τὸ πρῶτον κατὰ τὸ ἔτος 1840 ἀστρονόμος τις νὰ διακρίνῃ περὶ τοὺς 1500 ἀστέρας.

Τὰ νεφελώματα διακρίνομεν εἰς δύο κατηγορίας :

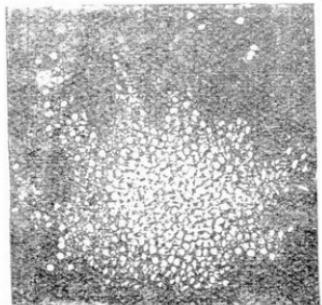
1ον) *Νεφελώματα διαλυτά*. Οὕτω καλοῦνται, ὅσα ἀποτελοῦνται ἐξ ἀστέρων, οὓς διὸ ἰσχυρῶν τηλεσκοπίων διακρίνομεν ἀπὸ ἀλλήλων. Ὁ Γαλαξίας αἱ πλειάδες, τὸ νεφέλωμα τοῦ Ἡρακλέους, τὸ τῆς Ἀνδρομέδας π. χ. εἶναι διαλυτὰ νεφελώματα (*συστροφαῖ*).

2ον *Νεφελώματα ἀδιάλυτα*. Οὕτω καλοῦνται τὰ νεφελώματα, ἃτινα καὶ διὰ τῶν ἰσχυροτάτων ὅρωμενα τηλεσκοπίων φαίνονται ὡς ἔφη ὑπόλευκα.

Ἐκ τῶν ἀρχι τοῦδε 12 χιλιάδων περίπου γνωστῶν νεφελωμάτων τὰ 400 ἔχουσι διαλυθῆ.

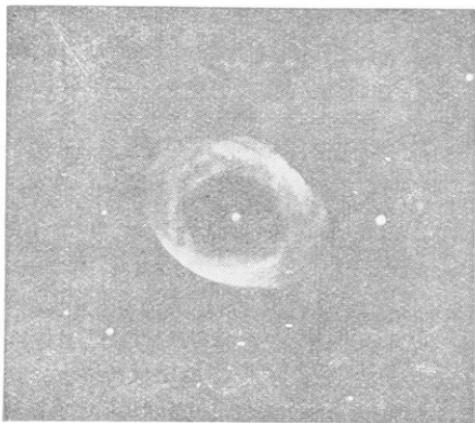
Ἡ φασματοσκοπικὴ ἐξέτασις τῶν ἄλλων ἀπέδειξεν ὅτι ἄλλων μὲν ἐξ αὐτῶν τὸ φάσμα εἶναι ὅμοιον πρὸς τὸ τοῦ Ἡλίου καὶ τῶν λοιπῶν ἀπλανῶν ἀστέρων ἄλλων δὲ τὸ φάσμα ἀποτελεῖται ἐκ λαμπρῶν γραμμῶν, ὡς καὶ τὰ φάσματα τῶν διαπύρων ἀερίων.

Τὰ πρῶτα εἶναι νεφελώματα διαλυτά, τὰ δὲ δεύτερα ἀδιάλυτα



Σχ. 122. Νεφέλωμα Ἡρακλέους. ἐξ αὐτῶν τὸ φάσμα εἶναι ὅμοιον πρὸς τὸ τοῦ Ἡλίου καὶ τῶν λοιπῶν ἀπλανῶν ἀστέρων ἄλλων δὲ τὸ φάσμα ἀποτελεῖται ἐκ λαμπρῶν γραμμῶν, ὡς καὶ τὰ φάσματα τῶν διαπύρων ἀερίων.

ἐκ διαπύρων ἀερίων ἀποτελούμενα. Τὸ φάσμα τῶν τελευταίων τούτων<sup>ή</sup> περιέχει τρεῖς κοινὰς γρακτηριστικὰς γραμμάς· τούτων ἡ μέν, πρασίνη οὖσα συμπίπτει πρός τινα τῶν γραμμῶν τοῦ ὑδρογόνου,



Σχ. 123.— Δακτυλιοειδὲς νεφέλωμα Λύρας.

αἱ δὲ ἄλλαι δύο κυαναὶ οὖσαι, φαίνονται ἀντιστοιχοῦσαι πρὸς τὰς γραμμὰς τοῦ ἄζωτου. Πάντα δὲν τὰ ἀδιάλυτα νεφελώματα περιέχουσι τὰ ἀέρια ὑδρογόνον καὶ ἄζωτον. Παρατηροῦνται ἐπίσης καὶ ἄλλαι τινὲς γραμμαὶ διάφροδοι εἰς τὰ διάφροδα νεφελώματα καὶ εἰς διάφροδα ἄλλα ἀέρια ἀντιστοιχοῦσαι.

**§ 168. Καπόθεσεις τοῦ Laplace.**—Ο ἀνθρωπος φύσει ὁρεγόμει ος τοῦ εἰδέναι πάντοτε ἐπεζήτησεν οὐ μόνον νὰ γνωρίσῃ τὸν περὶ αὐτὸν κόσμον ἀλλὰ καὶ τὸν τρόπον τοῦ σχηματισμοῦ τοῦ κόσμου τούτου ἐπεχείρησε νὰ ἔξηγήσῃ. Ἐντεῦθεν διάφροδοι εἰς διάφροδους 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 ἀληθοφάνης εἶναι



Laplace (1749–1827) ὑπέροχος Γάλλος Γεωμέτρης καὶ Ἀστρονόμος.

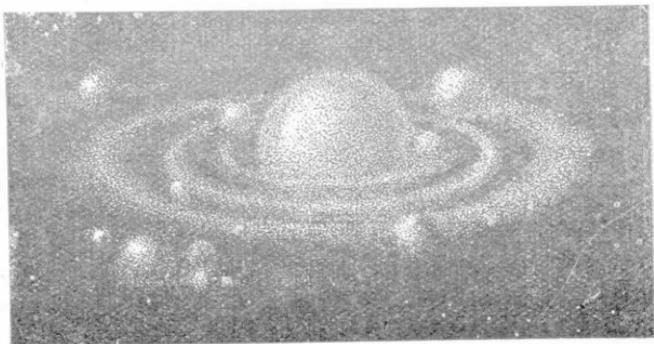
ἡ ὑπὸ τοῦ Laplace ἀναπτυχθεῖσα εἰ καὶ προβάλλονται κατ' αὐτῆς σπουδαῖαί τινες ἀντιρρήσεις.

Κατὰ ταύτην τὸ ήμέτερον πλανητικὸν σύστημα ἔσχηματίσθη ἐξ ἑνὸς ἀρχικοῦ νεφελώματος διαπύρου, ὅπερ ἔξετείνετο πολὺ πέραν τοῦ Πλούτωνος καὶ ἐκέιητο διπλῆν κίνησιν, μεταφορικὴν ἐν τῷ διαστήματι καὶ περιστροφικὴν περὶ ἄξονα διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ διερχόμενον.

Τὸ νεφέλωμα τοῦτο βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον συνεπυκνοῦτο περὶ τὸ κέντρον, τὸ μὲν ἔνεκα βαθμιαίας ψύξεως τὸ δὲ ἔνεκα τῆς προϊούσης αὐξήσεως τῆς ἐλξεως τοῦ κέντρου συνεπέίᾳ μείζονος εἰς αὐτὸν συσσωρεύσεως ὕλης. Ἐφ' ὅσον δὲ ὁ ὅγκος αὐτοῦ ἡλαττοῦτο, ἡ περιστροφικὴ αὐτοῦ ταχύτης ἔβαινεν αὐξανομένη κατὰ τοὺς νόμους τῆς μηχανικῆς καὶ κατ' ἀκολουθίαν τὸ νεφέλωμα τοῦτο ἐπλατύνετο περὶ τοὺς πόλους καὶ ἐξωγκοῦτο περὶ τὸν ἴσημερινόν.

Οταν δὲ ἡ περὶ τὸν ἴσημερινὸν φυγόκεντρος δύναμις ὑπερέβη τὴν ἐλξιν, ἀπεσπάσθη ἀπὸ αὐτοῦ νεφελώδης δακτύλιος, ὃστις ἐξηκολούθει νὰ στρέφηται μετὰ τῆς κεκτημένης ταχύτητος περὶ τὸν κοινὸν ἄξονα, ἐν ᾧ ἡ κεντρικὴ μᾶζα ἐξηκολούθει νὰ συμπυκνοῦται καὶ νὰ κινῆται ταχύτερον. Τούτου ἔνεκα βραδύτερον ἀπεσπάσθη ὅμοιῶς ἔτερος δακτύλιος, κατόπιν ἄλλος καὶ οὕτω καθ' ἐξῆς, μέχροις οὗ ἡ κεντρικὴ μᾶζα περιωρίσθη εἰς τὴν παροῦσαν μᾶζαν τοῦ Ἡλίου, ἥτις ὑπολογίζεται ὅτι εἶναι τὰ  $\frac{669}{700}$  περίπου τῆς ἀρχικῆς μᾶζης.

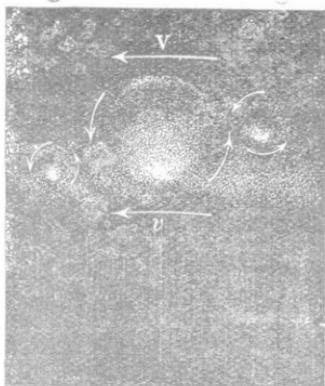
Ἐκαστος τῶν ἀποσπασθέντων δακτυλίων δὲν ἥδυνατο νὰ διατη-



Σχ. 124.— Σχηματισμὸς τοῦ πλανητικοῦ συστήματος.

ρήσῃ τὴν ἀρχικήν του μορφήν. Ἐπειδὴ ἐψύχετο καὶ συνεστέλλετο, ἔσχηματίσθησαν ἐν αὐτῷ διάφοροι πυρῆνες συγκεντρώσεως καὶ

οῦτως ὁ δακτύλιος διηρέθη εἰς μέρη. Ἐὰν τὰ μέρη ταῦτα ἥσαν πολυάριθμα καὶ ἔμειναν κεχωρισμένα ἀπ' ἄλλήλων, ἀπετέλεσαν δακτύ-



Σχ. 125. Σχηματισμὸς πλανήτου καὶ τῶν διορυφόδων αὐτοῦ.

λιον ἀστεροειδῶν πλανητῶν. Τοιαύτη εἶναι ἡ περίπτωσις τῶν μεταξὺ Ἀρεως καὶ Διὸς τηλεσκοπιῶν πλανητῶν.

Συνήθως δύμας ἔνεκα τῆς ἀμοιβαίας ἔλξεως καὶ τῆς διαφόρου ταχύτητος, τὰ μέρη τοῦ δακτύλιον συνηνοῦντο εἰς ἕνα σφαιροειδὲς νεφέλωμα, ὅπερ ἀπετέλεσεν ἕνα πλανήτην. Ἀπὸ τοῦ Ἰσημερινοῦ τούτου ἀπεσπάσθησαν κατὰ καιροὺς διάφοροι δακτύλιοι, οἵτινες τεμαχισμέντες κατ' ἀρχὰς ἡ συνηνώθησαν εἰς ἓν σφαιροειδὲς σῶμα, εἰς ἓν δηλαδὴ διορυφόδων ἡ ἔμειναν κεχωρισμένοι (δακτύλιοι Κρόνου).

Ὑπὲρ τῆς ὑποθέσεως ταύτης ὑπάρχουσι τὰ ἀκόλουθα ἐπιχειρήματα :

1ον) Ἡ μικρὰ κλίσις τῶν πλανητικῶν τροχιῶν καὶ ἡ μικρὰ αὐτῶν διαφορὰ ἀπὸ περιφερειῶν κύκλου. 2ον) Ἡ κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν μεταφορικὴ καὶ περιστροφικὴ κίνησις τῶν φλανητῶν καὶ τοῦ Ἡλίου, ὡς καὶ τῶν μέχρι τῆς ἐποχῆς τοῦ Laplace γνωστῶν διορυφόδων. 3ον Τὸ δμοιόμορφον τῆς χημικῆς συστάσεως πάντων τῶν ἀστρων τούτων, 4ον) Ἡ μείζων πυκνότης τῶν πληνητῶν, οἵτινες εἶναι ἐγγύτερον τοῦ Ἡλίου, 5ον) Ἡ ἀρχικὴ ζευστότης τῆς Γῆς, τὸ Ἰσημερινὸν ἔξογκωμα, ἡ γηγενῆς θερμότης καὶ ἡ μείζων πυκνότης τῶν ἐγγύτερον πρὸς τὸ κέντρον κειμένων στρωμάτων αὐτῆς.

Κατὰ τῆς ὑποθέσεως ταύτης ὑπάρχουσι τὰ ἔξης ἐπιχειρήματα.

1ον) Ἡ μορφὴ τῶν κομητικῶν τροχιῶν καὶ ἡ φορὰ τῆς κι-

νήσεώς τινων ἔξι αὐτῶν. 2ον) Ἡ μεγάλη κλίσις τῶν τροχιῶν τῶν διορυφόρων Οὐρανοῦ καὶ Ποσειδῶνος πρὸς τὰ ἐπίπεδα τῶν τροχιῶν τῶν πλανητῶν τούτων. 3ον) Ἡ κατὰ τὴν ἀνάδρομον φροὰν κίνησις διορυφόρων τινῶν τοῦ Διός, Κρόνου, Οὐρανοῦ καὶ τοῦ Ποσειδῶνος. 4ον) Ἡ μείζων περιφορικὴ ταχύτης τοῦ Φόβου τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τοῦ Ἀρεως. Τὸ αὐτὸ δὲ ληθεύει καὶ διὰ τὸν ἐσωτερικὸν δακτύλιον τοῦ Κρόνου.

**§ 170. Ἡ ζωὴ ἐν τῷ Σύμπαντι.**—<sup>ε</sup>Η πρόσυδος τῆς ἀστρονομίας κατέρριψε πρὸ πολλοῦ τὴν ὑπερφίαλον τῆς ἀνθρωπότητος δοξασίαν, καθ' ἥν ἡ Γῆ εἶναι τὸ κέντρον τοῦ παντὸς καὶ ὅλος ὁ κόσμος ἐπλάσθη χάριν τοῦ ἀνθρώπου. Ἀφ' οὗ ἀνεκαλύφθη ὅτι ὑπάρχουσι καὶ ἄλλα σώματα ἀνάλογα πρὸς τὴν Γῆν π. χ. δ Ἀρης, ἐφ' οὗ διεπιστώθη ἡ ὑπαρξίας φυτικοῦ κόσμου, καὶ ὅτι ἐν τῷ ἀπειρῷ περὶ ἡμᾶς διαστήματι ἀπειράριθμοι ὑπάρχουσιν Ἡλιοί, ὃν πολλοὶ βεβαίως θὰ συνοδεύωνται ὑπὸ πλανητῶν, δὲν ἀποκλείεται ἡ πιθανότης ὑπάρξεως καὶ ἐπὶ ἄλλων τοιούτων ἀστρων συνθηκῶν, αἵτινες ἐπέτρεψαν τὴν ἐν αὐτοῖς ἀνάπτυξιν φυτικοῦ ἡ καὶ ζωϊκοῦ κόσμου κατὰ τὸ μᾶλλον ἡ ἡτον τελειοτέρου τοῦ γηίνου. Τὸ πιθανώτερον εἶναι ὅτι δὲν κέκτηται μόνη ἡ μικροσκοπικὴ Γῆ τὸ προνόμιον τοῦτο ἄλλὰ καὶ ἀπὸ ἄλλων πολυαριθμων ἵσως ἀστέρων μελεῖται καὶ θαυμάζεται τὸ ὑπέροχα μπρον τῆς δημιουργίας οἰκοδόμημα καὶ ἀπὸ πολυαριθμων κόσμων καταπλήκτων πρὸ τοῦ κάλλους, τοῦ μεγαλείου καὶ τῆς τελειότητος τοῦ Θείου δημιουργήματος, ὃς ἀπὸ τῆς Γῆς, δ ὑθεσπέσιος ἀναμέλπεται ὑμνος «ΩΣ ΕΜΕΓΑΛΥΝΘΗ ΤΑ ΕΡΓΑ ΣΟΥ, ΚΥΡΙΕ, ΠΑΝΤΑ ΕΝ ΣΟΦΙΑΣ ΕΠΟΙΗΣΑΣ.

#### ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΓΕΝΙΚΗΝ ΕΠΑΝΑΛΗΨΙΝ

173) *\*Αστήρ ἔχων α=15 ὥρ. 20π ἀνατέλλει ἐν τινι τόπῳ τὴν 6ην ἀστρικὴν ὥραν. Πόσων μοιρῶν είναι τὸ ἡμερήσιον τόξον τῆς τροχιᾶς αὐτοῦ;*

174) *\*Αστέρος τὸ ἡμερήσιον τόξον είναι 200°. Εάν ἀνατέλλῃ τὴν 2ῶρ. 10π, πόση είναι ἡ ὁρθὴ ἀναφορά αὐτοῦ;*

175) *\*Αστήρ ἔχων δ=35° 15' 20'' μεσουρανεῖ ἀνω ἐν τινι τόπῳ εἰς ὑψος 47° 12' 42''. Πόσον είναι τὸ γεωγρ. πλάτος τοῦ τόπου τούτου;*

176) *\*Αειφανῆς ἀστήρος μεσουρανεῖ ἀνω εἰς ὑψος 50° καὶ εἰς τόπον, ὅστις ἔχει γεωγρ. πλάτος 40°. Πόσον ὑψος ἔχει δ ἀστήρος οὗτος κατὰ τὴν κάτω μεσουράνησίν του;*

177) *\*Αστήρ ἀνατέλλει τὴν 2 ὥρ. 24π συγχρόνως μετά τοῦ γ ἐν τόπῳ, ὅστις ἔχει γεωγ. πλάτος 30° 25'. Μεσουρανεῖ δὲ οὗτος ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ 2 ὥρας βραδύτερον τοῦ γ. εἰς ὑψος 69° 35'. Νὰ εὑρεθῶσιν αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ ἀστέρος τούτου.*

178) 'Αστήρ μεσουρανεῖ ἐν 'Αθήναις  $4\circ 0.$   $12\pi$   $20\delta$  βραδύτερον τοῦ Σεπτέμβριου ( $\alpha=6\circ 0.$   $41\pi$   $56\delta$ ) καὶ εἰς ὑψος  $67^{\circ} 10'$ . Νὰ εὑρεθῶσιν αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ ἀστέρος τούτου.

179) Πόση εἶναι ἡ ἔλαχίστη τιμὴ τῆς ἀποκλίσεως τῶν ἀστέρων, οἵτινες οὐδέποτε δύουσιν ἐν 'Αθήναις;

180) Εἰς πόσην ζευθίαν ἀπόστασιν μεσουρανεῖ ἄνω ἐν 'Αθήναις ἀστήρ ἔχων ἀπόκλισιν  $62^{\circ} 15' 35''$  καὶ εἰς πόσην κάτω;

181) Τὸ γεωγρ. πλάτος τῶν Παρισίων εἶναι  $48^{\circ} 50' 10''$ , 7. Νὰ εὑρεθῇ τὸ ἡμερήσιον τόξον ἀστέρος ὁρώμενου ἐκ Παρισίων, ὅστις ἔχει ἀπόκλισιν  $41^{\circ} 9' 49''$ , 3;

182) Δύο τόποι Α καὶ Β κείμενοι ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ παραλλήλου ἔχουσιν ἀντιστοίχως μήκη  $43^{\circ} 17'$  καὶ  $46^{\circ} 41'$  ἀνατολικά. Τὸ μῆκος δὲ τοῦ μεταξὺ αὐτῶν περιεχομένου τόξου τοῦ παραλλήλου αὐτῶν εἶναι 261 χιλιόμετρα. Νὰ εὑρεθῇ τὸ γεωγρ. πλάτος τῶν τόπων τούτων.

183) 'Εάν Ρ εἶναι ἡ ἀκτὶς τῆς Γῆς ὑποτιθεμένης σφαιρικῆς καὶ ω τὸ βάθος τοῦ ὁρίζοντος εἰς ὑψος  $u$  ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Γῆς, νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι

$$\text{ὅτι } \eta \mu \frac{\omega}{2} = \sqrt{\frac{u}{2(P+u)}} \quad \text{ἢ κατὰ προσέγγισιν } \omega = \sqrt{\frac{2u}{P}}.$$

184) 'Εάν κληθῇ μ τὸ μῆκος τοῦ τόξου AB (Σχ. 4), νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι  $\mu = \sqrt{2Pv}$ .

185) Δύο ὅρη ἔχουσιν ὑψη  $1200$  μ. τὸ ἐν καὶ  $2000$  μ τὸ ἄλλο, αἱ δὲ κορυφαὶ αὐτῶν K,K' ἀπέχουσιν ἀλλήλων  $36$  χιλιόμετρα. 'Εάν ἡ εὐθεῖα KK' ἐφάπτηται τῇς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης, νὸς εὑρεθῇ ἡ ἀκτὶς τῆς Γῆς ὑποτιθεμένης σφαιρικῆς.

186) Νὰ εὑρεθῇ ἡ ταχύτης, μεθ' ἵς στρέφεται ἐκ Δ πρὸς Α τόπος ἔχων γεωγρ. πλάτος  $37^{\circ} 58' 20''$ .

187) Πόσον εἶναι τὸ γεωγρ. πλάτος τόπου, ὅστις ἔχει ταχύτητα  $81\mu$  κατὰ δευτερόλεπτον κατὰ τὴν ἐκ Δ πρὸς Α στροφήν του;

188) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι, ἂν φ εἶναι τὸ γεωγρ. πλάτος τόπου τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς, δὴ ἡ ἀπόκλισις τοῦ Ἡλίου κατά τινα ἡμέραν καὶ  $\varphi + \delta = 90^{\circ}$ , ἡ ἡμέρα αὗτη διαρκεῖ εἰς τὸν τόπον τούτον  $24$  ὥρας. 'Αν δὲ εἶναι  $\varphi + \delta > 90^{\circ}$ , ἡ ἡμέρα διαρκεῖ εἰς τὸν τόπον τούτον περισσότερον τῶν  $24$  ὥρων.

189) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι κατὰ τὴν θερινὴν τροπὴν δλοι οἱ τόποι τῆς Γῆς, οἵτινες ἔχουσι βόρειον γεωγρ. πλάτος  $\varphi > 66^{\circ} 33'$ , ἔχουσι μίαν μακρὰν ἡμέραν ( $> 24$  ὥρων). Οἱ δὲ ἀντίστοιχοι τόποι τοῦ νοτίου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς ἔχουσι μακρὰν νύκτα.

190) Νά ἀποδειχθῇ ὅτι ἡ διάρκεια τῆς μακρᾶς νυκτὸς εἶναι μεγαλυτέρα εἰς τοὺς τόπους, οἵ ὅποιοι ἔχουσι μεγαλύτερον γεωγρ. πλάτος.

191) Εἰς τόπον ἔχοντα γεωγρ. πλάτος  $38^{\circ}$  ὑψοῦται κατακόρυφος Πύργος ὑψους 35 μέτρων. Νά εὑρεθῇ τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς αὐτοῦ κατὰ τὴν μεσημβρίαν τῆς ήμέρας, καθ' ἣν ἡ ἀπόκλισις τοῦ Ἡλίου εἶναι  $-12^{\circ} 20'$ .

192) Πόσον ὑψος ἔχει δένδρον, τὸ ὅποιον εὑρίσκεται εἰς βόρειον γεωγρ. πλάτος  $40^{\circ}$  καὶ ὁπετεὶ σκιὰν  $2V\sqrt{3}$  μέτρων τὴν μεσημβρίαν τῆς ήμέρας, καθ' ἣν ἡ ἀπόκλισις τοῦ Ἡλίου εἶναι  $10^{\circ}$ ;

193) Ἀστήρ διέρχεται διὰ τοῦ βορρᾶ τόπου ἔχοντος γεωγρ. πλάτος  $27^{\circ}$ . Β. Πόσον εἶναι τὸ μέγιστον ὑψος, τὸ ὅποιον δύναται νὰ λάβῃ ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ οὗτος;

194) Ἀστήρ διέρχεται διὰ τοῦ νότου τόπου ἔχοντος γεωγρ. πλάτος  $32^{\circ}$  Β. Πόσον εἶναι τὸ ἐλάχιστον ὑψος, τὸ ὅποιον οὗτος δύναται νὰ λάβῃ ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ;

195) Εἰς τόπον ἔχοντα γεωγρ. πλάτος  $28^{\circ}$  πόσον μέρος τοῦ ὥρισίου τοῦ Ζεύθι ἐνρίσκεται ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα καὶ πόσον ὑπ' αὐτόν; Τὸ αὐτὸ καὶ διὰ τὸν ὥριατον τοῦ ναδίο.

196) Εἰς ποίους τόπους οὐδέποτε ἀνατέλλει ὁ Rigel, ὅστις ἔχει  $\delta = -8^{\circ} 17' 5''$ ;

197) Πόση εἶναι ἡ ἀπόκλισις ἀστέρος, ὅστις κατὰ τὴν κάτω ἐν Ἀθήναις μεσουράνησίν του εὑρίσκεται ἐπὶ τοῦ ὁρίζοντος τῶν Ἀθηνῶν;

198) Νά εὑρεθῇ ὁ λόγος τῆς μεγίστης πρὸς τὴν ἐλαχίστην ἀπόστασιν τῆς Σελήνης ἀπὸ τῆς Γῆς.

199) Τὸν χειμῶνα ἡ τὸ θέρος σημειοῦνται τὰ μεγαλύτερα μεσημβρινὰ ὑψη τῆς Πανσελήνου εἰς τοὺς τόπους τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς καὶ διατί;

200) Ἐὰν ἡ Σελήνη ἀνατείλῃ τὴν 1ην ἀστρικὴν ὥραν, τὸ δὲ κέντρον τῆς ἔχῃ τὴν στιγμὴν ταύτην ἀπόκλισιν  $0^{\circ}$ , πόση εἶναι ἡ ὥριαία γωνία τοῦ κέντρου αὐτῆς κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην;

201) Ἐὰν αἱ εἶναι ἡ περίγειος ἀπόστασις τῆς Σελήνης, Α ἡ ἀπόγειος, Δ καὶ δ αἱ εἰς τὰς ἀποστάσεις ταύτας ἀντίστοιχοι φαινόμεναι διάμετροι αὐτῆς καὶ Δ' ἡ εἰς τὴν ἀπόστασιν  $\frac{\alpha+A}{2}$  ἀντίστοιχοῦσα φαινομένη διάμετρος αὐτῆς, νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι  $\Delta' < \frac{\delta+\Delta}{2}$ .

202) Νά εὑρεθῇ ἡ μεγίστη ἀποχὴ τῆς Γῆς διὰ παρατηρητὴν κείμενον ἐπὶ τοῦ Διός.

203) Νὰ εύρεθῇ ὁ χρόνος τῆς περὶ τὸν Ἡλιον περιφορᾶς τοῦ Ποσειδῶνος, γνωστοῦ ὄντος ὅτι οὗτος ἀπέχει τοῦ Ἡλίου 30 ἀστρονομικὰς μονάδας.

204) Νὰ εύρεθῇ ὁ λόγος τῶν χρόνων τῶν περὶ τὸν Ἡλιον περιφορῶν τοῦ Ἀρεως καὶ Ἐρμοῦ, γνωστοῦ ὄντος ὅτι οἱ μεγάλοι ἀξονες τῶν τροχιῶν αὐτῶν ἔχουσι λόγον 4.

205) Νὰ εύρεθῇ εἰς ἀστρονομικὰς μονάδας ἡ ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἀπόστασις τοῦ Οὐρανοῦ, δεδομένου ὅτι οὗτος ἐκτελεῖ τὴν περὶ τὸν Ἡλιον περιφορᾶν εἰς 84 ἔτη καὶ 7 ἡμέρας.

206) "Οταν ὁ Ἐρμῆς εύρισκηται εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς Γῆς ἵσην πρὸς μίαν ἀστρονομικὴν μονάδα, φαίνεται ὑπὸ γωνίαν 6'', 5. Νὰ εύρεθῇ ἐπὶ τῷ βάσει τοῦ δεδομένου τούτου ἡ μεγίστη καὶ ἡ ἐλαχίστη φαινομένη διάμετρος αὐτοῦ.

207) "Οταν ἡ Ἀφροδίτη εύρισκηται εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς Γῆς ἵσην πρὸς μίαν ἀστρονομικὴν μονάδα, φαίνεται ὑπὸ γωνίαν 17''. Νὰ εύρεθῇ ἐπὶ τῷ βάσει τοῦ δεδομένου τούτου εἰς χιλιόμετρα τὸ μῆκος τῆς διαμέτρου αὐτῆς.

208) Νὰ εύρεθῇ ὁ γεωμ. τόπος τῶν σημείων τοῦ διαστήματος, ὃν ἔκαστον ἔλκεται ἵσον ὑπὸ τῆς Γῆς καὶ Σελήνης γνωστοῦ ὄντος ὅτι ἡ μᾶζα τῆς Σελήνης είναι τὸ  $\frac{1}{81}$  τῆς μάζης τῆς Γῆς.

209) Νὰ εύρεθῇ ἡ ἔντασις τῆς βαρύτητος ἐπὶ τῆς Σελήνης συναρτήσει τῆς ἐντάσεως γ τῆς βαρύτητος ἐπὶ τῆς Γῆς.

210) 'Εάν σῶμα ἔχῃ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Σελήνης βάρος 10 χιλιογράμμων, πόσον βάρος θά είχε τοῦτο εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ Ἡλίου;

211) 'Η περιήλιος ἀπόστι σις τοῦ κομήτου τοῦ Faye είναι 1,666 ἡ δὲ ἀφήλιος 5,966 ἀστρονομικὰς μονάδας. Νὰ εύρεθῇ ὁ χρόνος περὶ τὸν Ἡλιον περιφορᾶς αὐτοῦ.

212) 'Ο κομήτης τοῦ Perrine περιφέρεται περὶ τὸν Ἡλιον εἰς 6,454 ἔτη, καὶ ἡ περιήλιος ἀπόστασίς του είναι 1,1727 ἀστρονομικὰς μονάδας Νὰ εύρεθῇ εἰς χιλιόμετρα ἡ ἀφήλιος αὐτοῦ ἀπόστασις.

213) 'Ο πολικὸς ἀστήρ ἔχει ἐτησίαν παράλλαξιν 0'',07. Νὰ εύρεθῇ ἡ ἀπόστασις του εἰς ἀστρονομικὰς μονάδας, εἰς ἔτη φωτὸς καὶ εἰς μονάδας parsec.

214) 'Ο 'Αρκτοῦρος ἀπέχει τῆς Γῆς 11000000 ἀστρονομικὰς μονάδας. Νὰ εύρεθῇ ἡ ἐτησία παράλλαξις αὐτοῦ.

215) 'Η ἐτησία παράλλαξις τοῦ α τοῦ Κενταύρου είναι 0'',75 ἡ δὲ ἀπόστασις τοῦ Ποσειδῶνος ἀπὸ τοῦ Ἡλίου είναι 30 ἀστρονομικὲς μονάδες. Νὰ εύρεθῇ ἡ ἀντίστοιχος παράλλαξις τοῦ α τοῦ Κενταύρου ὅρωμένου ἀπὸ τοῦ Ποσειδῶνος.

216) Τὸ νεφέλωμα τῆς Ἀνδρομέδας ἔχει φαινομένη διάμετρον 4° καὶ ἐτησίαν παράλλαξιν 0'', 17. Νὰ εὑρεθῇ εἰς ἀστρονομικὰς μονάδας τὸ μῆκος τῆς ἀντιστοίχου πραγματικῆς διαμέτρου αὐτοῦ.

217) Ἡ ἐτησία παράλλαξις τοῦ Σειρίου είναι 0'', 37, ἡ δὲ μεγίστη φαινομένη διάμετρος τῆς περὶ αὐτὸν τροχιᾶς τοῦ συνοδοῦ αὐτοῦ είναι 15'', 18. Νὰ εὑρεθῇ εἰς ἀστρονομικὰς μονάδας ὁ μέγας ἥμιαξιν τῆς τροχιᾶς τοῦ συνοδοῦ αὐτοῦ.

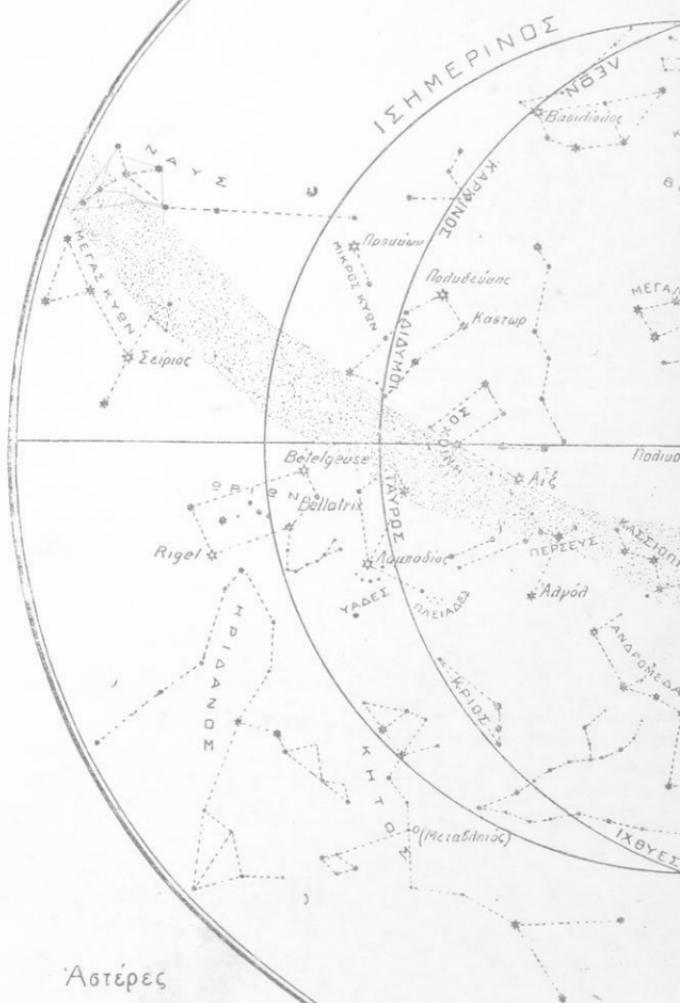
## ΤΕΛΟΣ

### ΤΥΠΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΦΑΛΜΑΤΑ

Ἐν σελίδι 16 καὶ στίχῳ 18 ἀντὶ μετὰ διάμετρον γράφε κατὰ διάμετρον	
»   »   89   »   »   32   » χοῖσιν	» χοῖσιν
»   »   133   »   »   4   » $152\varrho^2$	» $157\varrho^2$

~~ΟΙ ΒΑΚΙΣ~~

ΧΑΡΤΗΣ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΝ ΣΩΝΙΜΕΡΗΣΙ



Άστέρες

φα	Ιων	Μεγέδους
2 <sup>οι</sup>	η	η
3 <sup>οι</sup>	η	η
4 <sup>οι</sup>	η	η
5 <sup>οι</sup>	η	η
6 <sup>οι</sup>	η	η





**024000028286**

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΣΟΛΗΝΑ

## ΑΛΛΑ ΕΡΓΑ ΤΟΥ ΑΥΤΟΥ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΣ

1. Θεωρητική Ἀριθμητικὴ πόδες χρῆσιν τῶν μαθητῶν τῶν Γυμνασίων καὶ Δυκείων. Ἡ συντομωτέρα καὶ μεθόδιοντερά δὲ.
2. Στοιχειώδης Γεωμετρία πόδες χρῆσιν τῶν μαθητῶν τῶν Γυμνασίων καὶ Δυκείων. Τὸ βιβλίον τοῦτο διαχρίνεται καὶ ἔξαιρετικῶς ἐπεργένη διὰ τοὺς ἐπιτυχεῖς καὶ μεθόδιοντά τους γεωτεχνικούς, τὴν μεθόδικὴν διάταξιν καὶ τὸ πλήθος τῶν ἐπιτυχῶν καὶ κατιύλλως διατεταγμένων ἀστέρων.
3. Στοιχεῖσις Εὐθ. Τριγωνομετρίας πόδες χρῆσιν τῶν μαθητῶν τῶν Γυμνασίων επιτεταγμένη κατὰ τὰς εἰλευτείας ἀπαρτήσεις τῆς Μαθηματικῆς ἐπιτάχμης καὶ τῆς διδακτικῆς.
4. Εύθυγραμμος Τριγωνομετρίας (μεγάλη) πόδες χρῆσιν τῶν μαθητῶν τῶν πρακτικῶν Δυκείων τῶν σπουδαστῶν τῶν Μαθηματικῶν, Φυσικῶν κ.τ.λ. Μοναδικὸν παρ' ἡμῖν εἰς τὸ εἰδός του τὸ βιβλίον τοῦτο είναι ἀπαραίτητον εἰς τοὺς ὑποψήφιους διὰ τὰς ἀνωτάτας τοῦ κράτους σχολάς.
5. Συμπλήρωμα Γεωμετρίας πόδες χρῆσιν τῶν μαθητῶν τῶν Πρακτικῶν Δυκείων καὶ πάντων τῶν περὶ τὰ Μαθηματικά ἀσχολουμένων. Πρώτην φοράν ἐκδίδεται παρ' ἡμῖν τοιούτον βιβλίον.
6. Στοιχειώδης ἐπίπεδος Ἀναλυτικὴ Γεωμετρία πόδες χρῆσιν τῶν μαθητῶν τῶν Πρακτικῶν Δυκείων καὶ τῶν σπουδαστῶν τῶν Μαθηματικῶν καὶ Φυσικῶν Επιστημῶν. Τὸ βιβλίον τοῦτο διακρίνεται διὰ τὴν μεθόδιοντα καὶ ἀπλότηταν καὶ τὸ πλήθος τῶν ἐπιτυχῶν καὶ καταλλήλως διατεταγμένων ἀστέρων.
7. Στοιχειώδης Μαθηματικὴ Φυσικὴ πόδες χρῆσιν τῶν μαθητῶν τῶν Πρακτικῶν Δυκείων καὶ τῶν ὑποψήφιων διὰ τὰς ἀνωτάτας τοῦ Κράτους σχολάς. Μοναδικὸν εἰς τὸ εἰδός του τὸ βιβλίον τοῦτο διακρίνεται διὰ τὴν ἀπλότηταν καὶ αρχήνεαν. Περιέχει δὲ καὶ ἀρκετάς ἐπιτυχεῖς καὶ κατολλήλως διατεταγμένας ἀστέρους.
8. Πρακτικὴ Γεωμετρία πόδες χρῆσιν τῶν μαθητῶν τῶν Ἡμιγυμνασίων καὶ τῶν κατωτέρων ταξεων τῶν Γυμνασίων καὶ Δυκείων. Τὸ βιβλίον τοῦτο είναι μεθόδιοντον, ἀλλούστερον καὶ συντομώτερον διῶν τῶν δύοιών του. Είναι δὲ συντεταγμένον κατὰ τρόπον διευκολύνοντα τὴν διδασκαλίαν κατὰ τὴν μέθοδον τοῦ σχολείου ἐργασίας.
9. Λύσεις τῶν ἐν ἀμφοτέροις ταῖς Τριγωνομετρίαις καὶ τῷ Κοσμογραφίᾳ περιεχομένων ἀστέρων.
10. Λύσεις τῶν ἐν τῇ Στοιχειώδει Γεωμετρίᾳ περιεχομένων ἀστέρων.

## ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΓΥΦΟΥΡΓΕΙΟΝ ΠΑΙΔΕΙΑΣ Κ.Τ.Α.

\* Λογιθ. Πρωτ. 10303

Διεργ. . . . .

Ἐν Ἀθήναις τῇ 16<sup>η</sup> Απριλίου 1931

### III ρος

#### τὸν κ. Νεκρόλαον Δ. Νεκρόλαου

καθηγητὴν προτείνου Γυμνασίου Διδασκαλείου Μέσης Ἐκπατέρευτος

Ἀνακοινοῦμεν ἡμῖν δι’ δι’ ἡμετέρας ταῦταριθμού πράξεως ἐκδοθείσης τὴν 18· Μαρτίου ἐ.ξ. καὶ δημοσιεύσης τὴν 24 τοῦ αὐτοῦ μηνὸς εἰς τὸ ὅπ. ἀριθ. 40 τ. B' ἀνύλλον τῆς Ἐφημερίδος τῆς Κυβερνήσεως ἐνεκρωμητησαν τὰ ὑφ' ὑγιῶν ὑποβλήθεντα πόδες κρίσιν διδακτικό βιβλία 1. Γεωμετρία πόδες χρῆσιν τῶν μαθητῶν τῶν Γυμνασίων καὶ 2. Κοσμογραφία πόδες χρῆσιν τῶν μαθητῶν τῶν Γυμνασίων κατὰ τὰς διατάξεις τοῦ νόμου 3438 διμιαν πρατείναν ἀπὸ τοῦ σχολ. ἔτους 931-32 ὑπὸ τὸν ὄρον, διότι κατὰ τὴν ἐκπτωτικὴν τον ληφθῶσιν ὑπ' ἔχοντας καὶ ὑπὸ τῆς ἐπιτροπῆς διατητικεῖσσι ὑποδεξίεις εἰς τὴν εἰτιολογιῶν τῆς ἐκθεσιν.

Ο. Υπουργὸς  
Γ. ΠΑΠΑΝΑΡΕΥΟΥ