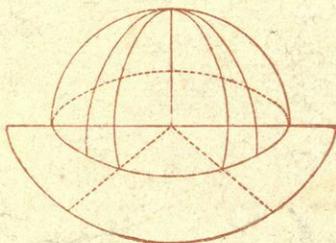


16  
ΝΙΚΟΛΑΟΥ Δ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ  
ΑΡΙΣΤΟΒΑΘΜΙΟΥ ΔΙΔΑΚΤΟΡΟΣ ΚΑΙ ΤΕΩΣ ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ  
ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

# ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΣΧΟΛΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ  
ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ 1959







# ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

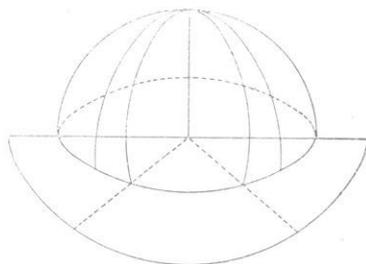


ΝΙΚΟΛΑΟΥ Δ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ  
ΑΡΙΣΤΟΒΑΘΜΙΟΥ ΔΙΔΑΚΤΟΡΟΣ ΚΑΙ ΤΕΩΣ ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

---

Αρ. Εισ. 17711

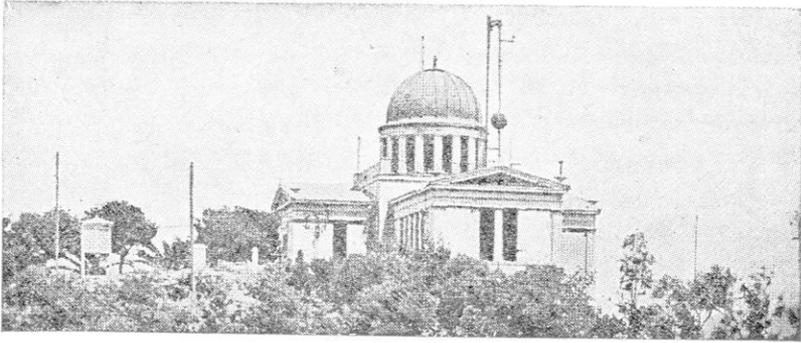
# ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΣΧΟΛΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ  
ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ 1959

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής





Τὸ Ἀστεροσκοπεῖον τῶν Ἀθηνῶν

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ  
Ἡ ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΣΦΑΙΡΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

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

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

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

Τὸ μέρος τοῦ ὀρίζοντος, ἀπὸ τὸ ὁποῖον ἀνατέλλει ὁ ἥλιος, λέ-

γεται **ἀνατολικόν**. Ὄταν δὲ βλέπωμεν πρὸς τὸ ἀνατολικόν μέρος, ἔχομεν ὀπισθεν τὸ **δυτικόν**, δεξιὰ τὸ **νότιον** καὶ ἄριστερά τὸ **βόρειον** μέρος τοῦ ὀρίζοντος.

**2. Ἀστέρες. Ἀστρονομία.** — Ὁ ἥλιος, ἡ Σελήνη καὶ ὅλα τὰ ἄλλα πολυπληθῆ σώματα, τὰ ὅποια εὐρίσκονται διεσκορπισμένα εἰς τὸ πέραξ ἡμῶν διάστημα, λέγονται **ἄστρα** ἢ **ἀστέρες**. Οἱ ἀστέρες φαίνονται ὅτι εὐρίσκονται εἰς τὸν οὐρανόν. Διὰ τοῦτο λέγονται καὶ **οὐράνια σώματα**.

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

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

Τὰ στοιχεῖα τῆς Ἀστρονομίας ἀποτελοῦσι τὴν **Κοσμωγραφίαν**.

Σημείωσις. Καὶ ἡ Γῆ θεωρεῖται ὡς ἐν τῶν οὐρανίων σωμάτων καὶ ὡς τοιοῦτον ἐξετάζεται ὑπὸ τῆς Ἀστρονομίας.

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

Τὸ φῶς τῶν ἀπλανῶν δὲν εἶναι ἤρεμον, ἀλλὰ φαίνεται ὅτι ἔχει μίαν τρομώδη κίνησιν. Ἡ κίνησις αὕτη λέγεται **στίλβη**. Ἡ στίλβη εἶναι φαινομενικὴ καὶ συνεχῆ παραλλαγή τῆς λαμπρότητος, ἐνίοτε δὲ καὶ τοῦ χρώματος τῶν ἀστέρων. Ἡ παραλλαγή αὕτη προκαλεῖται ὑπὸ τῆς γήινης ἀτμοσφαιρας κατὰ τὴν δι' αὐτῆς δίοδον τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων τῶν ἀστέρων. Εἶναι δὲ μεγαλυτέρα, ὅταν ἡ ἀτμόσφαιρα εἶναι τεταραγμένη καὶ μικροτέρα, σχεδὸν μηδαμινή, ὅταν ἡ ἀτμόσφαιρα εἶναι ἤρεμος.

Οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες εἶναι σώματα ἔχοντα μεγάλην θερμοκρασίαν καὶ φωτεινά, ἥτοι εἶναι καὶ αὐτοὶ ἥλιοι. Φαίνονται δὲ ὡς φωτεινά σημεῖα καὶ μὲ ἀυτὰ τὰ ἰσχυρότατα τηλεσκοπία, διότι εὐρίσκονται εἰς παμμεγίστας ἀποστάσεις ἀπὸ τῆς Γῆς.

Οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες διαιροῦνται εἰς διαφόρους **τάξεις** ἢ **μεγέθη** κατὰ τὴν φαινομένην λαμπρότητα αὐτῶν. Οὕτως οἱ λαμπρότεροι ἀπὸ

αυτοὺς λέγονται ἀστέρες 1ου μεγέθους. Οἱ μετ' αὐτοὺς κατὰ λαμπρότητα λέγονται 2ου μεγέθους καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ διακρίνομεν ἀστέρας μέχρι καὶ τοῦ ἔκτου μεγέθους· διὰ δὲ καταλλήλου τηλεσκοπίου μέχρι καὶ τοῦ δεκάτου ἐνάτου μεγέθους. Διὰ τῆς φωτογραφίας τέλος ἀπεκαλύπτοντο μέχρι τοῦδε ἀστέρες μέχρι καὶ τοῦ 21ου μεγέθους. Ἡδη δὲ διὰ τῆς χρήσεως τοῦ γιγαντιαίου τηλεσκοπίου τοῦ ὄρους Palomar ἀποκαλύπτονται ἀστέρες μέχρι καὶ τοῦ 23ου μεγέθους.

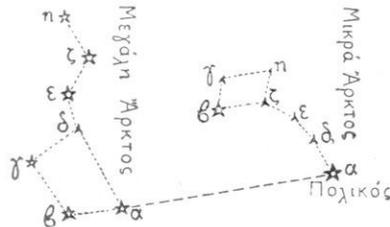
Οἱ ἀστέρες 1ου μεγέθους εἶναι 20 τὸ ὅλον. Οἱ δὲ τῶν ἄλλων μεγεθῶν κατανέμονται ὡς ἑξῆς περίπου καὶ εἰς στρογγύλους ἀριθμούς.

Μεγέθους	} 2ου	3ου	4ου	5ου	6ου
ἀστέρες	} 50,	150,	500,	1600,	4800.

Ὅστε διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ φαίνονται τὸ ὅλον 7000 περίπου ἀστέρες ἀπὸ ὅλους μαζί τοὺς τόπους τῆς Γῆς.

Πρὸς εὐκόλον ἀναγνώρισιν τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων κατέταξαν αὐτοὺς εἰς διαφόρους ομάδας, τὰς ὁποίας καλοῦμεν **ἀστερισμοὺς**.

Ἐὰν π.χ. στραφῶμεν πρὸς τὸ βόρειον μέρος τοῦ ὀρίζοντος, δια-



Σχ. 1

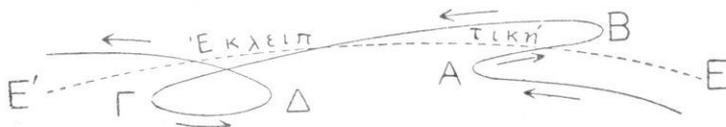
κρίνομεν εὐκόλως καὶ καθ' οἷονδήποτε ὥραν ἀνεφέλου νυκτὸς ἓνα λαμπρὸν ἀστερισμὸν, τοῦ ὁποίου οἱ κυριώτεροι ἀστέρες εἶναι 7. Οἱ 4 ἀπὸ αὐτοὺς ἀποτελοῦσι τὰς κορυφὰς ἑνὸς τετραπλεύρου, οἱ δὲ τρεῖς ἄλλοι εἶναι κορυφαὶ μιᾶς τεθλασμένης γραμμῆς. Ὁ ἀστερισμὸς οὗτος (σχ. 1) λέγεται **Μεγάλη Ἄρκτος**. Οἱ ρηθέντες ἀστέρες αὐτῆς εἶναι 2ου μεγέθους, πλὴν τοῦ δ, ὁ ὁποῖος εἶναι 3ου μεγέθους. Τὸ τετράπλευρον λέγεται **σῶμα**, ἡ δὲ τεθλασμένη γραμμὴ λέγεται **οὐρά** τῆς ἄρκτου.

Ἐὰν νοερώς προεκτείνωμεν τὴν πλευρὰν βα τῆς Μεγάλης Ἄρκτου κατὰ τὴν φορὰν δ πρὸς α, ἀνευρίσκομεν ἓνα ἀστέρα 2ου μεγέθους. Οὗτος λέγεται **πολικὸς ἀστήρ**. Οὗτος εἶναι τὸ ἄκρον τῆς οὐρᾶς ἑνὸς ἄλλου ἀστερισμοῦ, ὁ ὁποῖος ἔχει σχῆμα ὅμοιον πρὸς τὸ σχῆμα τῆς Μεγάλης Ἄρκτου καὶ ἀντιθέτως πρὸς αὐτὸ κείμενον. Εἶναι ὅμως ὁ ἀστερισμὸς οὗτος μικρότερος καὶ ἀμυδρότερος ἀπὸ τὴν Μεγάλην Ἄρκτον. Ὁ ἀστερισμὸς οὗτος λέγεται **Μικρά Ἄρκτος**.

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

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

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



Σχ. 2. Φαινόμενη τροχιά πλανήτου.

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

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

Ὅσοι πλανῆται εἶναι ὄρατοὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ φαίνονται ὡς φωτεινὰ σημεῖα. Διὰ καταλλήλου ὅμως τηλεσκοπίου οἱ μεγαλύτεροι ἀπὸ αὐτῶν φαίνονται ὡς φωτεινοὶ δίσκοι, ἐνίοτε δέ τινες ἀπὸ αὐτῶν φαίνονται καὶ ὡς τμήματα φωτεινῶν δίσκων. Τὸ δὲ φῶς τῶν πλανητῶν εἶναι ἡρεμον, ἥτοι δὲν ὑφίστανται στίλβην.

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

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

**5. Κομήται.** — Ἀπὸ καιροῦ εἰς καιρὸν ἐμφανίζονται εἰς τὸν Οὐρανὸν ἄστρα διαφόρου μορφῆς τῶν ἀπλανῶν καὶ πλανητῶν. Ἐκαστὸν τῶν ἄστρον τούτων ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα φωτεινὸν πυρῆνα, ὁ ὁποῖος

περιβάλλεται από ἀμυδροτέραν φωτεινὴν νεφέλην προεκτεινομένην εἰς μίαν συνήθως νεφελώδη οὐρὰν (σχ. 3). Τὰ ἄστρα ταῦτα λέγονται **κομήται**. Οἱ κομήται ταχύτατα μεταβάλλουσι θέσιν ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.

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

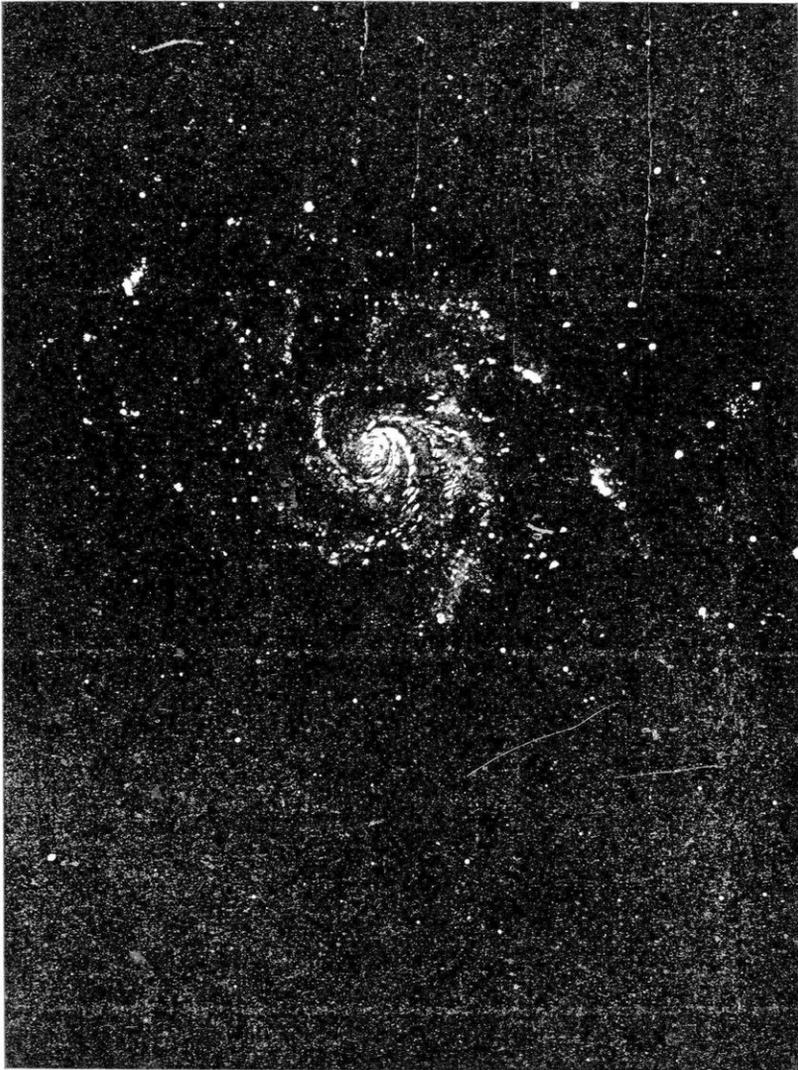
**7. Οὐράνιος σφαῖρα. Φαινόμενη κίνησις αὐτῆς.** — Οἱ ἀστέρες φαίνονται ὅτι ἀπέχουσι ἴσον ἀπὸ ἡμᾶς, ὡς νὰ ἔκειντο ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας μιᾶς παμμεγίστης σφαίρας, ἢ ὁποῖα ἔχει κέντρον τὸν ὀφθαλμὸν μας. Αὕτη λέγεται **οὐράνιος σφαῖρα**, δὲν ὑπάρχει δὲ πράγματι. Ἐν τούτοις, χάριν ἀπλοποιήσεως τῆς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

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

Αἱ φαινόμενα δὲ αὐταῖ θέσεις τῶν ἀστέρων ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας δὲν εἶναι αἱ αὐταὶ ἐν σχέσει πρὸς τὸν ὀρίζοντα ἡμῶν καθ' ὅλην



Σχ. 3. Κομήτης τοῦ 1881.



Σπειροειδές νεφέλωμα Μεγάλης "Αρκτου.

τὴν διάρκειαν τοῦ ἡμερονυκτίου. Ὁ ἥλιος π.χ. ἀνατέλλει καθ' ἑκάστην πρωΐαν ἀπὸ τὸ ἀνατολικὸν μέρος τοῦ ὀρίζοντος, ἀνέρχεται βαθμηδὸν εἰς τὸν Οὐρανὸν μέχρι τῆς μεσημβρίας. Ἐπειτα ἄρχεται κατερχόμενος πρὸς τὸ δυτικὸν μέρος τοῦ ὀρίζοντος καὶ τέλος δύνει ὑπ' αὐτό. Ὅμοιαν κίνησιν φαίνεται ὅτι ἔχει ἡ Σελήνη καὶ οἱ ἄλλοι ἀστέρες, τοὺς ὁποίους ἔχομεν ἐνώπιόν μας, ὅταν εἴμεθα ἐστραμμένοι πρὸς νότον. Ἄν δὲ στραφῶμεν πρὸς βορρᾶν, βλέπομεν πάλιν ὅτι οἱ ἔμπροσθεν ἡμῶν ἀστέρες κινουῦνται ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμᾶς. Μερικοὶ ὅμως ἀπὸ αὐτῶν οὐδέποτε δύουσι. Λέγονται δὲ οὗτοι **ἀειφανεῖς** ἀστέρες. Π.χ. οἱ ἀστέρες τῆς Μεγάλης καὶ Μικρᾶς Ἄρκτου εἶναι ὅλοι ἀειφανεῖς ἀστέρες.

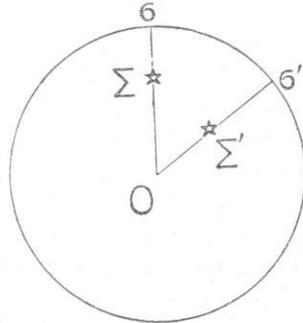
Ἄν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν ὅτι οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες διατηροῦσι τὴν αὐτὴν πρὸς ἀλλήλους θέσιν (§ 3), ἐννοοῦμεν ὅτι ἡ ἐξ Α πρὸς Δ κίνησις ὅλων τῶν ἀπλανῶν φαίνεται ὅτι γίνεται, ὅπως θὰ ἐφαίνετο, ἂν οὗτοι ἦσαν προσηλωμένοι ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς Οὐρανίου σφαίρας, αὕτη δὲ ἐστρέφετο ἐξ Α πρὸς Δ περὶ μίαν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

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

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

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

**8. Ἴδια κίνησις τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Σελήνης.** — Ὅλοι θὰ ἔχομεν προσέξει ὅτι ὁ ἥλιος δὲν ἀνατέλλει ἀπὸ τὸ αὐτὸ πάντοτε σημεῖον τοῦ ὀρίζοντος καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους. Ἐπίσης κατὰ τὴν μεσημβριανὴν ἐκάστης ἡμέρας ὁ ἥλιος εὐρίσκεται εἰς τὸν Οὐρανὸν ὑψηλότερον τὸ θέρος καὶ χαμηλότερον τὸν χειμῶνα. Ἐὰν δὲ παρακολουθῶμεν ἐπὶ ἓν ἔτος τοὺς ἀστερισμούς, οἱ ὁποῖοι ἀνατέλλουσιν ὀλίγον πρὸ τοῦ Ἡλίου, θὰ ἴδωμεν ὅτι δὲν εἶναι πάντοτε οἱ ἴδιοι. Ἀπὸ



Σχ. 4.

μήνα εἰς μήνα καὶ ἀπὸ τοῦ Μαΐου προηγούνται ἀμέσως τῆς ἀνατολῆς τοῦ Ἡλίου κατὰ σειρὰν οἱ ἑξῆς ἀστερισμοί :

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

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

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

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

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

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

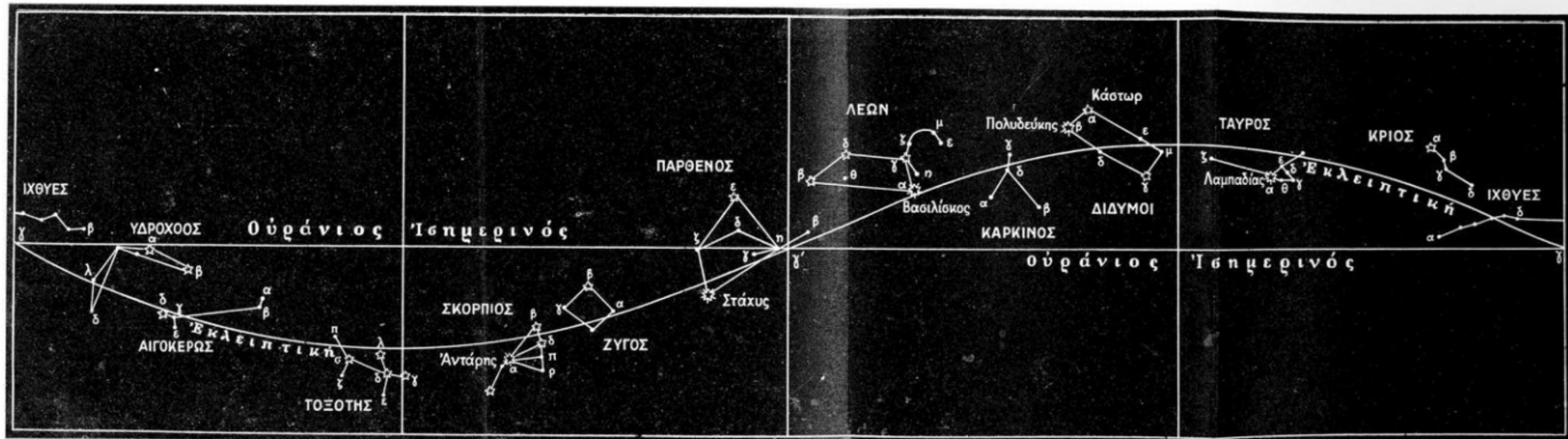
**✕9. Τὸ Πτολεμαϊκὸν σύστημα.** — Ἀνεκὰθεν οἱ διάφοροι Φιλόσοφοι καὶ παρατηρηταὶ τοῦ οὐρανοῦ, ἀφ' οὔτου ἰδίᾳ ἤρχισαν νὰ διακρίνωσι καὶ νὰ παρακολουθῶσι συστηματικώτερον τὰς κινήσεις τῶν ἀστέρων, προσεπάθουν νὰ ἐξηγήσωσι ταύτας. Προσεπάθουν δηλαδὴ νὰ ἀνεύρωσι τὸν λόγον, διὰ τὸν ὁποῖον αἱ κινήσεις αὗται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

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

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

Αἱ γνώμαι ὅμως αὗται τῶν Ἑλλήνων τούτων φιλοσόφων δὲν ἐγένοντο δεχταὶ ὑπὸ τῶν συγχρόνων καὶ τῶν μεταγενεστέρων μέχρι τοῦ Κοπερνίκου (1473—1543 μ.Χ.).

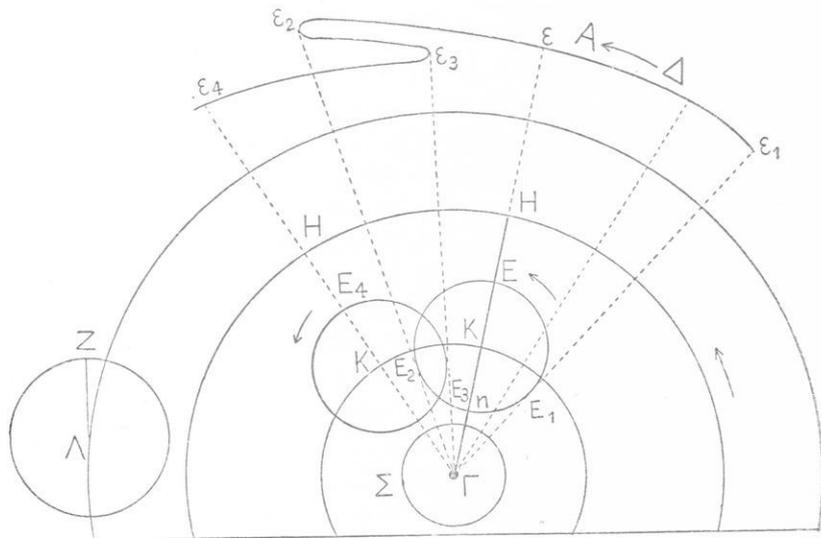
Καὶ τὴν μὲν ἐξ Α πρὸς Δ ὁμοιόμορρον κίνησιν τῶν ἀστέρων ἔθε-



ΧΑΡΤΗΣ ΤΩΝ ΖΩΔΙΩΝ

ώρουν οὔτοι ὡς πραγματικὴν τοιαύτην, ὡς καὶ ἀνωτέρω εἴπομεν. Βραδύτερον δὲ παρατηρήσαντες τὴν ἴδιαν κίνησιν τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Σελήνης παρεδέχθησαν ὅτι πρᾶγματι τὰ σώματα ταῦτα ἐκινουῦντο περὶ τὴν Γῆν καὶ ἐκ Δ πρὸς Α.

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



Σχ. 5. Πτολεμαϊκὸν σύστημα.

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

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

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

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

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

Καθ' ὃν χρόνον ὁ Ἑρμοῦ γράφει τὸ τόξον  $E_1EE_2$ , φαίνεται ὅτι εἰς τὸν Οὐρανὸν γράφει τὸ τόξον  $e_1e_2$  ἐκ Δ πρὸς Α. Ὄταν δὲ γράφῃ τόξον  $E_2\eta E_1$ , εἰς τὸν Οὐρανὸν φαίνεται κινούμενος ἔξ Α πρὸς Δ ἐπὶ τόξου  $e_3e_3$ · εἶτα πάλιν ἐκ Δ πρὸς Α ἐπὶ τόξου  $e_3e_4$  καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Ἐπειδὴ δὲ ἕκαστον τόξον  $E_1EE_2$  εἶναι μεγαλύτερον ἐκάστου τῶν  $E_2\eta E_1$ , ὁ δὲ πλανήτης κινεῖται ἰσοταχῶς, χρειάζεται περισσότερον χρόνον, διὰ τὴν διανύσιν ἕκαστον τόξον ὡς τὸ  $E_1EE_2$ , ἢ ἓν τόξον ὡς τὸ  $E_2\eta E_1$ . Καὶ τὰ τόξα λοιπὸν τῆς φαινομένης τροχιάς του ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας, τὰ ὅποια γράφονται ἐκ Δ πρὸς Α εἶναι μεγαλύτερα ἀπὸ τὰ γραφόμενα ἔξ Α πρὸς Δ.

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

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

Ἐφ' ὅσον ὅμως αἱ παρατηρήσεις ἐγίνοντο ἀκριβέστεραι, ἠναγκάζοντο νὰ ἀυξάνωσιν τὸν ἀριθμὸν τῶν ἐπικύκλων, ὅπως τὸ σύστημα ἐπαρκῆ διὰ τὴν ἐξήγησιν τῶν φαινομένων κινήσεων. Οὕτω δὲ τὸ σύστημα ἐγίνετο βαθμηδὸν πολυπλοκώτερον, ἀδιακόπως δὲ παρουσιάζοντο νέα δυσκολία.

**✱ 10. Κοπερνίκειον σύστημα.** — Ὁ Πολωνὸς μοναχὸς Κοπερνίκος ἐφρόνει ὅτι ἐν τῇ φύσει δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ἐπικρατῇ τοιοῦτον πολυπλοκὸν σύστημα κινήσεων. Ἀφ' οὗ τοῦτο ἄλλως τε δὲν ἐξήγει ἐπαρκῶς ὅλα τὰ φαινόμενα. Ἀναγνώσας δὲ εἰς τὸν Ἀριστοτέλην καὶ Πλούταρχον τὰς ἀνωτέρω ἰδέας τῶν Ἑλλήνων φιλοσόφων ἐπεχείρησε νὰ ἐξετάσῃ, ἂν ἡ διπλῆ κίνησις τῆς Γῆς καὶ ἡ κίνησις τῶν πλανητῶν περὶ τὸν Ἥλιον ἠδύνατο νὰ ἐξηγήσῃ ἐπαρκῶς τὰς φαινομένας κινή-

σεις τῶν οὐρανίων σωμάτων. Μετ' ἐκπλήξεως δὲ παρατήρησεν ὅτι αὐτὰ ἐξηγοῦνται μὲ θαυμασίαν ἀπλότητα.

Μετὰ τριακονταετείς δὲ ἐπιμόνους παρατηρήσεις καὶ μελέτας διετύπωσε τὸ ἀκόλουθον ἐν γενικαῖς γραμμαῖς σύστημα.

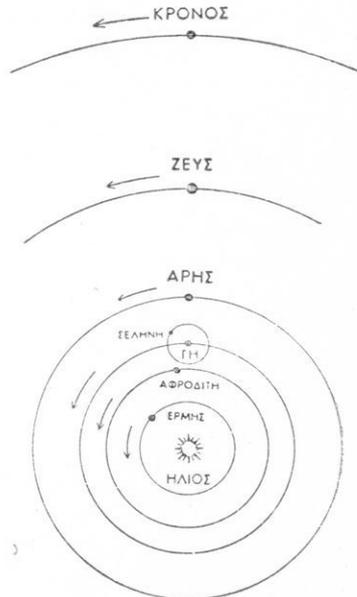
1. Ὁ Ἡλιος καὶ πάντες οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες εἶναι ἀκίνητοι.

2. Οἱ πλανῆται στρέφονται περὶ τὸν Ἡλίον ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς, καὶ περὶ τὸν ἄξονα, ὃ ὁποῖος διέρχεται ἀπὸ τὸ κέντρον αὐτοῦ.

3. Ἡ Γῆ στρέφεται ὁμοίως περὶ τὸν Ἡλίον καὶ περὶ ἄξονα, ἣτοι εἶναι καὶ αὕτη πλανήτης. Ἡ δὲ Σελήνη περιφερομένη περὶ τὴν Γῆν παρακολουθεῖ αὐτὴν εἰς τὴν περὶ τὸν Ἡλίον περιφορὰν τῆς ὡς δορυφόρος αὐτῆς. (Σχ. 6).

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

Διὰ τὴν ἐννοήσωμεν ὅμως πάντα ταῦτα, πρέπει πρῶτον νὰ σπουδάσωμεν λεπτομερέστερον τὰς φαινομένας τῶν ἀστέρων τούτων κινήσεις. Διὰ δὲ τὴν σπουδὴν ταύτην πρέπει νὰ μάθωμεν πῶς οἱ ἀστρονόμοι ὀρίζουσι τὴν θέσιν ἐκάστου ἀστέρος ἐπὶ



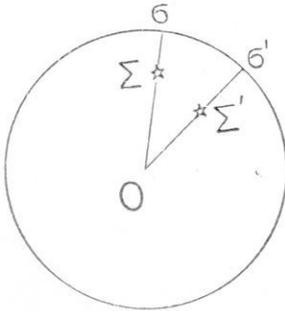
Σχ. Κοπερνίκειον σύστημα.

τῆς οὐρανίου σφαίρας εἰς ἐκάστην στιγμὴν καὶ πῶς μετροῦσιν οὗτοι τὸν χρόνον. Καὶ διὰ τὴν ἀνάπτυξιν δὲ τῶν θεμάτων τούτων χρειάζονται προκαταρκτικαὶ τινες γνώσεις καὶ λεπτομερῆς γνώσεις τῶν νόμων τῆς φαινομένης κινήσεως τῆς οὐρανίου σφαίρας.

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

ΘΕΣΙΣ ΑΣΤΕΡΟΣ ΕΠΙ ΤΗΣ ΟΥΡΑΝΙΟΥ ΣΦΑΙΡΑΣ

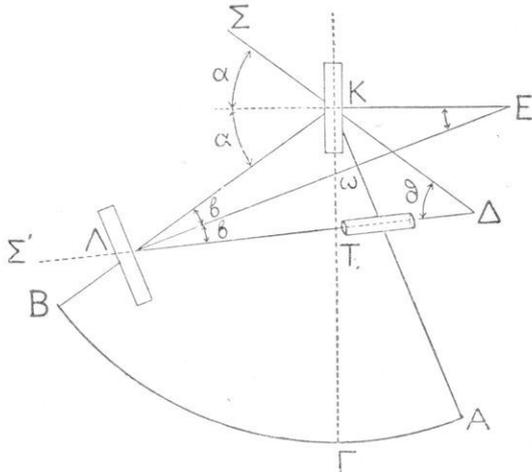
11. Γωνιώδης απόστασις δύο άστέρων. — Έστω  $O$  ό οφθαλμός ένός παρατηρητοϋ και  $OS, OS'$  αί όπτικά άκτίνες, αί όποια διευθύνονται πρός δύο άστέρας  $\Sigma$  και  $\Sigma'$  (σχ. 7). Η γωνία  $\Sigma OS'$  τών άκτίνων τούτων λέγεται **γωνιώδης απόστασις** τών άστέρων τούτων. Έπειδή δέ είναι  $\widehat{\Sigma OS'} = \widehat{\Sigma OS}$ , έπεται ότι: Η γωνιώδης απόστασις δύο άστέρων δέν μεταβάλλεται, άν άντι τών πραγματικών έν τῷ διαστήματι θέσεων αϋτῶν θεωρῶμεν τας φαινομένης θέσεις αϋτῶν επί τῆς οϋρανίου σφαιράς.



Σχ. 7.

12. Έξᾱς. — Τὴν γωνιώδη απόστασιν δύο άστέρων ἢ δύο οίων-δήποτε σημείων δυνά-μεθα νά μετρήσωμεν δι' όργανου, τὸ όποϊον λέ-γεται **έξᾱς**.

Τὸ όργανον τούτο άποτελεϊται άπό μεταλλικόν κυκλικόν τομέα  $KAB$  περίπου  $60^\circ$  (σχ. 8). Περὶ τὸ κέντρον  $K$  τοϋ τομέως στρέφεται έν τῷ έπιπέδῳ τοϋ τομέως κανὼν  $KΓ$ . Φέρει δέ οϋτός κατὰ τὸ άκρον  $K$  κάτοπτρον κάθετον επί τὸ έπίπεδον τοϋ τομέως και στρεφόμενον μετά τοϋ κανόνος  $KΓ$ . Εἰς δέ τὴν άκτίνα  $KB$  τοϋ τομέως στερεοϋται καθέτως πρὸς τὸν τομέα άλλο κάτοπτρον  $\Lambda$  παράλληλον πρὸς τὴν άκτίνα  $KA$ . Τοϋ κατόπτρου τούτου

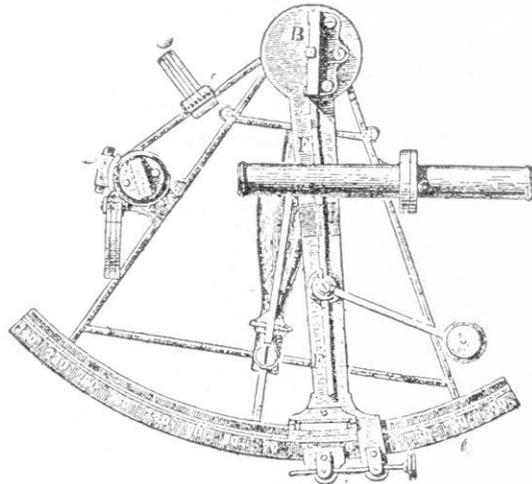


Σχ. 8.

Λ μόνον τὸ κατώτερον ἥμισυ εἶναι ἐπηργυρωμένον. Οὕτω δὲ διὰ διόπτρας T, ἡ ὁποία κεῖται ἔμπροσθεν τοῦ Λ, βλέπομεν ἄλλα ἀντικείμενα ἀμέσως διὰ τοῦ μὴ ἐπηργυρωμένου ἡμίσεος καὶ ἄλλα δι' ἀνακλάσεως τοῦ φωτὸς αὐτῶν ἐπὶ τοῦ ἐπηργυρωμένου ἡμίσεος.

Διὰ νὰ μετρήσωμεν δὲ τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν  $\vartheta$  δύο ἀστέρων Σ καὶ Σ', ἐργαζόμεθα ὡς ἐξῆς: Κρατοῦμεν τὸ ὄργανον οὕτως, ὥστε νὰ ἴδωμεν διὰ τῆς διόπτρας καὶ διὰ μέσου τοῦ μὴ ἐπηργυρωμένου μέρους τοῦ Λ τὸν ἓνα ἀστέρα Σ'. Ἐπειτα στρέφομεν τὸν κανόνα, μέχρις οὗ τὸ εἶδωλον τοῦ Σ διὰ δύο διαδοχικῶν ἀνακλάσεων ἐπὶ τῶν κατόπτρων Κ καὶ Λ συμπέσῃ μὲ τὸ εἶδωλον τοῦ Σ'. Ἀναγινώσκομεν ἔπειτα ἐπὶ τοῦ διηρημένου τόξου ΑΓ τὸ μέτρον αὐτοῦ, ὅπερ εἶναι καὶ μέτρον τῆς γωνίας  $\omega$ . Διπλασιάζοντες δὲ αὐτὸ εὐρίσκομεν τὸ μέτρον τῆς γωνίας  $\vartheta$ . Πράγματι, ἂν ΚΕ καὶ ΛΕ εἶναι ἀντιστοιχῶς κάθετοι ἐπὶ τὰ κάτοπτρα Κ καὶ Λ εἰς τὰ σημεῖα προσπτώσεως, θὰ εἶναι

$2\alpha = \vartheta + 2\beta$  καὶ  $\alpha = \beta + E$ . Ἐκ τούτων δὲ εὐρίσκομεν ὅτι  $\vartheta = 2E$ . Ἐπειδὴ δὲ  $E = \omega$ , ἔπεται ὅτι  $\vartheta = 2\omega$ . Πρὸς ἀποφυγὴν δὲ τοῦ διπλασιασμοῦ τὸ τόξον ΑΒ τοῦ τομέως εἶναι διηρημένον εἰς ἡμισείας μοίρας, αἱ ὁποῖαι ἀναγινώσκονται ὡς ἀκέραιαι μοῖραι.



Ἐξᾶς.

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

Ἐάν π.χ. Ὁ παριστᾶ ἓνα τόπον, τὸ μὲν ζενίθ αὐτοῦ παρίσταται ὑπὸ τοῦ  $Z$ , τὸ δὲ ναδίρ ὑπὸ τοῦ  $N$  (σχ. 9). Πᾶν δὲ ἐπίπεδον διερχόμενον διὰ τῆς κατακόρυφου τόπου λέγεται **κατακόρυφον** ἐπίπεδον.

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

**14. Αἰσθητὸς ὀρίζων τόπου.** — Πᾶν ἐπίπεδον κάθετον ἐπὶ μίαν κατακόρυφον λέγεται **ὀρίζοντιον** ἐπίπεδον.

Τὸ ὀρίζοντιον ἐπίπεδον, τὸ ὁποῖον διέρχεται διὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἑνὸς παρατηρητοῦ, τέμνει τὴν ἐπιφάνειαν τῆς οὐρανίου σφαίρας κατὰ περιφέρειαν μεγίστου κύκλου αὐτῆς. Ἡ περιφέρεια αὕτη λέγεται **αἰσθη-**

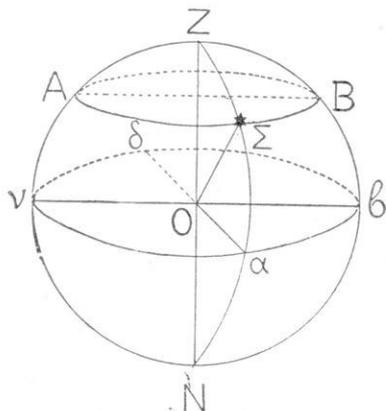
**τὸς ὀρίζων** τοῦ τόπου, εἰς τὸν ὁποῖον εὐρίσκεται ὁ παρατηρητὴς οὗτος. Π.χ. τοῦ τόπου  $O$  (σχ. 9) αἰσθητὸς ὀρίζων εἶναι ἡ περιφέρεια  $\alpha\beta\delta\epsilon$ .

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

Οἱ κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας, οἱ ὁποῖοι εἶναι παράλληλοι πρὸς τὸν αἰσθητὸν ὀρίζοντα ἑνὸς τόπου, λέγονται **ὀρίζοντιοι κύκλοι** ἢ **ἀλμικανταράτοι**. Ὁ κύκλος π.χ.  $A\Sigma B$  (σχ. 9) εἶναι ἀλμικανταράτος.

#### Ἐσκήσεις

- 1) Νὰ εὑρητε πόσοι κατακόρυφοι διέρχονται ἀπὸ τὴν κατακόρυφον ἐκάστου τόπου.
- 2) Νὰ εὑρητε πόσοι ἀλμικανταράτοι διέρχονται ἀπὸ ἕκαστον σημεῖον τῆς κατακόρυφου ἑνὸς τόπου.
- 3) Νὰ εὑρητε τὸν λόγον, διὰ τὸν ὁποῖον οἱ κατακόρυφοι κύκλοι εἶναι μέγιστοι κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας.



Σχ. 9.

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

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

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

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

8) Νὰ εὔρητε τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τοῦ Ναδίρ καὶ τυχόντος σημείου τοῦ ὁρίζοντος.

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

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

Ταύτης μέτρον εἶναι τὸ τόξον  $Z\Sigma$  τοῦ κατακορύφου τοῦ ἀστέρος τούτου. Μετρεῖται ὄθεν ἡ ζενιθία ἀπόστασις ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ κατακορύφου ἐκάστου ἀστέρος ἀπὸ τοῦ Ζενίθ καὶ ἀπὸ  $0^\circ$  ἕως  $180^\circ$ .

Τὸ συμπλήρωμα τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως ἀστέρος καλεῖται **ὑψος** ( $v$ ) τοῦ ἀστέρος τούτου.

Τὸ ὑψος μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ κατακορύφου ἐκάστου ἀστέρος ἀπὸ τοῦ ὁρίζοντος θετικῶς μὲν πρὸς τὸ Ζενίθ, ἀρνητικῶς δὲ πρὸς τὸ Ναδίρ καὶ μεταβάλλεται ἀπολύτως ἀπὸ  $0^\circ$  ἕως  $90^\circ$ .

**16. Θεοδόλιχος.** — Τὴν ζενιθίαν ἀπόστασιν κατ' ἀκολουθίαν δὲ καὶ τὸ ὑψος ἀστέρος μετροῦμεν δι' ὄργανου τὸ ὁποῖον καλεῖται **Θεοδόλιχος**.

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

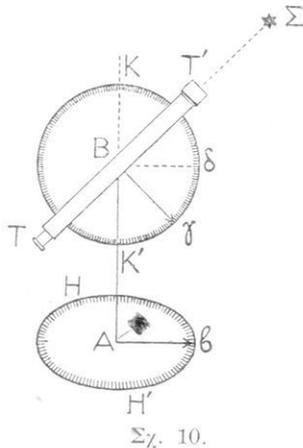
1. Ἐκάστου ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον ἀποτελεῖται ἐκ δύο φακῶν, ὧν ὁ μὲν καλεῖται **προσοφθάλμιος** ὁ δὲ **ἀντικειμενικός**. Μεταξὺ τούτων καὶ ἐν τῷ ἔστιάκῳ ἐπιπέδῳ τοῦ ἀντικειμενικοῦ τίθεται τὸ **διάφραγμα**, ἥτοι κυκλικὸς



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

Μετὰ τοῦ κοίλου δὲ τούτου σωλήνος καὶ κατὰ τὸ κατώτατον ἄκρον  $A$  αὐτοῦ συνάπτεται βελόνη  $\delta$  κάθετος ἐπὶ τὸν ἄξονα  $AB$ .

Ὁ δίσκος  $KK'$  συνάπτεται κατὰ τὸ κέντρον του στερεῶς μετὰ τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας τοῦ κοίλου σωλήνος καὶ στρέφεται μετ' αὐτοῦ περὶ τὸν ἄξονα  $AB$ , πρὸς τὸν ὁποῖον εἶναι πάντοτε παράλληλος. Κατὰ τὸν αὐτὸν δὲ χρόνον καὶ ἡ βελόνη  $\delta$  στρέφεται περὶ τὸν πόδα  $A$  τοῦ ἄξονος  $AB$ , μένουσα πάντοτε ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ δίσκου  $HH'$ .



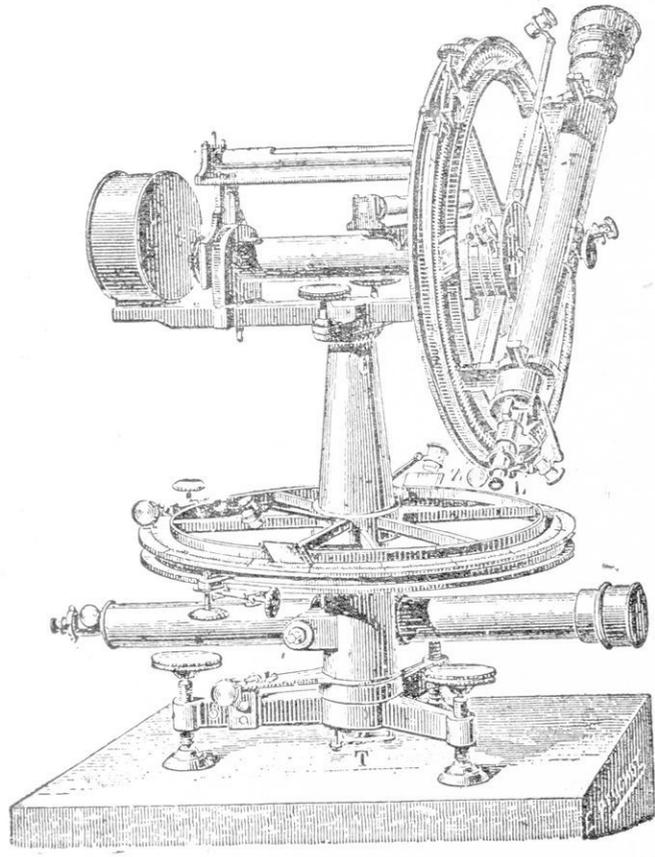
Τὸ τηλεσκόπιον  $TT'$  στρέφεται πρὸς τοῦ δίσκου  $KK'$  περὶ ἄξονα διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρον αὐτοῦ, οὕτως ὥστε ὁ ὀπτικὸς ἄξων αὐτοῦ μένει πάντοτε παράλληλος πρὸς τὸν δίσκον τούτον καὶ ἐν τῷ αὐτῷ μετὰ τῆς βελόνης  $\delta$  ἐπιπέδῳ. Μετὰ τοῦ τηλεσκοπίου δὲ συνάπτεται στερεῶς

καὶ στρέφεται μετ' αὐτοῦ ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ δίσκου  $KK'$  βελόνη  $\gamma$  κάθετος ἐπὶ τὸν ἄξονα τοῦ τηλεσκοπίου.

Κατὰ τὴν διάταξιν ταύτην, ὅταν ὁ δίσκος  $HH'$  καταστῇ ὀριζόντιος, ὁ δίσκος  $KK'$  γίνεται κατακόρυφος, καὶ ὁ ὀπτικὸς ἄξων τοῦ τηλεσκοπίου γράφει ἐπίπεδον παράλληλον πρὸς τὸν δίσκον  $KK'$ , ὅταν τὸ

δίσκος ἐκ μετάλλου φέρων κυκλικὴν ὀπήν. Δύο λεπτότατα νήματα ἰσοῦ ἀράχνης ἢ λευκοχρύσου τεινόμενα ἐπὶ τοῦ διαφράγματος διασταυροῦνται καθέτως κατὰ τὸ κέντρον τῆς κυκλικῆς ὀπῆς τοῦ διαφράγματος καὶ ἀποτελοῦσι τὸ **σταυρόνημα** τοῦ τηλεσκοπίου. Ἡ εὐθεῖα, ἣτις διέρχεται διὰ τοῦ κοινῶν σημείου τῶν νημάτων καὶ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρον τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ, καλεῖται **ὀπτικὸς ἄξων** τοῦ τηλεσκοπίου. Καθ' ἣν δὲ στιγμὴν τὸ εἶδωλον ἀστέρου σχηματίζεται εἰς τὸ κοινὸν σημεῖον τῶν νημάτων, ὁ ἀστὴρ οὗτος κεῖται ἐπὶ τοῦ ὀπτικοῦ ἄξονος τοῦ τηλεσκοπίου.

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



Θεοδόλιχος

**17. Μέτρησις τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως καὶ τοῦ ὕψους ἀστέρος.** — Διὰ νὰ ὀρίσωμεν τὴν ζενιθίαν ἀπόστασιν ἀστέρος κατὰ τινα στιγμήν, ἐργαζόμεθα ὡς ἑξῆς. Καθιστῶμεν τὸν δίσκον ΗΗ' τοῦ Θεοδολίχου ὀριζόντιον καὶ ὀρίζομεν τὴν θέσιν Βδ τῆς βελόνης γ, ὅταν ὁ ὀπτικὸς ἄξων τοῦ τηλεσκοπίου καταστῇ κατακόρυφος, ὃ δὲ ἀντικει-

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

Οἱ ναυτικοὶ μετροῦσι συνήθως τὸ ὕψος τοῦ Ἡλίου διὰ τοῦ ἐξάν-  
τος (§ 12). Πρὸς τοῦτο διαθέτουσιν αὐτὸν κατακορύφως καὶ μετροῦ-  
σιν, ὡς (ἐν § 12) ἐλέχθη, τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τοῦ κέντρου τοῦ  
Ἡλίου καὶ σημείου τινὸς Σ' (σχ. 8) τοῦ ὀρίζοντος.

### Ἀσκήσεις

10) Νὰ εὑρητε τὸ ὕψος καὶ τὴν ζενιθίαν ἀπόστασιν τοῦ ζενιθ  
ἐνὸς τόπου.

11) Νὰ εὑρητε τὸ ὕψος καὶ τὴν ζενιθίαν ἀπόστασιν τοῦ Ναδιρ  
ἐνὸς τόπου.

12) Νὰ εὑρητε τὸ ἄθροισμα τοῦ ὕψους τοῦ ζενιθ καὶ τοῦ ὕψους  
τοῦ Ναδιρ ἐνὸς τόπου.

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

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

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

16) Νὰ ὀρίσητε τὸν γεωμετρικὸν τόπον τῶν σημείων τῆς οὐρα-  
νίου σφαίρας, ὧν ἕκαστον ἔχει ὕψος  $30^\circ$ .

### 18. Μεσημβρινὸν ἐπίπεδον. Οὐράνιος μεσημβρινός. —

Ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι κατεστήσαμεν τὸν δίσκον ΗΗ' τοῦ Θεοδολίχου  
ὀριζόντιον καὶ κατευθύνωμεν τὸ τηλεσκόπιον αὐτοῦ πρὸς τινὰ ἀστέρα  
Σ, ὅστις εὐρίσκεται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα καὶ βαίνει ἀπομακρυνόμενος  
αὐτοῦ. Ἐστω δὲ Ασ (σχ. 11) ἡ θέσις τῆς βελόνης β, καθ' ἣν στιγμὴν  
τὸ εἶδωλον τοῦ ἀστέρος σχηματίζεται εἰς τὸ κέντρον τοῦ σταυρονήματος  
καὶ  $z_0$  ἡ ζενιθία ἀπόστασις αὐτοῦ κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην. Ἐὰν δὲ  
παρακολουθῶμεν τὴν κίνησιν τοῦ ἀστέρος τούτου στρέφοντες καταλλή-  
λως τὸν κύκλον ΚΚ' περὶ τὸν ἄξονα ΑΒ καὶ τὸ τηλεσκόπιον περὶ τὸ

κέντρον τοῦ  $ΚΚ'$ , βλέπομεν ὅτι ἡ ζενιθία αὐτοῦ ἀπόστασις βαίνει ἐπὶ τινα χρόνον  $\Phi$  συνεχῶς ἐλαττουμένης μέχρι ἐλαχίστης τινὸς τιμῆς  $z'$ . Ἐπειτα δὲ αὕτη ἀρχεται πάλιν αὐξανόμενη καὶ μετὰ χρόνον  $\Phi$  ἀπὸ τῆς στιγμῆς ταύτης γίνεται πάλιν ἴση πρὸς τὴν ἀρχικὴν  $z_0$ .

Ἐστω δὲ  $Ασ'$  ἡ θέσις τῆς βελόνης  $\beta$  κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην καὶ  $Αν$  ἡ διχοτόμος τῆς γωνίας  $\sigma Ασ'$ .

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

τῆς γωνίας, τὴν ὁποίαν ἐκάστοτε σχηματίζουν αἱ θέσεις τῆς βελόνης  $\beta$ .

Τὸ ἐπίπεδον, τὸ ὁποῖον ὀρίζει ἡ κοινὴ αὕτη διχοτόμος  $νΑβ$  μετὰ τῆς κατακορύφου  $ΑΒ$  καλεῖται **μεσημβρινὸν ἐπίπεδον** τοῦ τόπου  $Α$ .

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

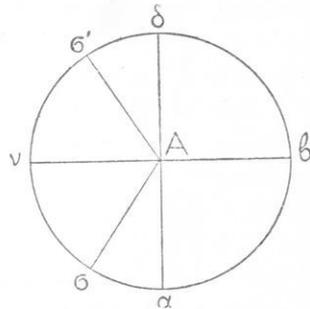
Ἐπειδὴ τὸ ἐπίπεδον τοῦ κύκλου  $Α$  εἶναι κάθετον ἐπὶ τὴν κατακορύφον, αἱ γωνίαι  $\sigma Αν$ ,  $\sigma' Αν$  εἶναι αἱ ἀντίστοιχοι ἐπίπεδοι τῶν διέδρων γωνιῶν, τὰς ὁποίας σχηματίζει ὁ οὐράνιος μεσημβρινός μετὰ τῶν κατακορύφων τοῦ αὐτοῦ ἀστέρος, καθ' ὅς στιγμῆς οὗτος ἔχει τὸ αὐτὸ ὕψος. Ἐπειδὴ δὲ  $\widehat{\sigma Αν} = \widehat{\sigma' Αν}$ , ἔπεται ὅτι ὁ μεσημβρινός διχοτομεῖ τὴν διέδρον γωνίαν τῶν ρηθέντων κατακορύφων τοῦ ἀστέρος.

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

Καλεῖται δὲ **γνώμων** πᾶς σκιερὸς στῦλος, ὁ ὁποῖος στέρεοῦται κατακορύφως ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου καὶ εἶναι ἐκτεθειμένος εἰς τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας.

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

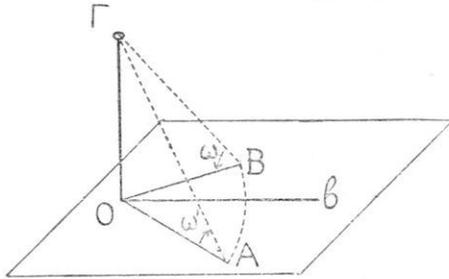
1. Ὁ Ἀναξίμανδρος (610 — 547 π. Χ.) φέρεται ὡς εἰσαγαγὼν τὸν γνώμονα εἰς τὴν Ἑλλάδα.



Σχ. 11.

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

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



Σχ. 12.

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

φομεν περιφέρειαν ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου τῆς σκιάς. Παρατηροῦμεν ἔπειτα ὅτι, ἐφ' ὅσον ὁ Ἡλιος ἀνέρχεται, τὸ μῆκος τῆς σκιάς αὐτοῦ ἐλαττοῦται· τὸ δὲ ἄκρον αὐτῆς εὐρίσκεται ἐντὸς τοῦ κύκλου, τὸν ὁποῖον ὀρίζει ἡ γραφεῖσα περιφέρεια. Ὄταν δὲ ὁ Ἡλιος ἀρχίσῃ νὰ κατέρχεται, ἡ σκιά αὐτοῦ γίνεται βαθμηδὸν μεγαλυτέρα καὶ κατὰ τινα στιγμὴν τὸ ἄκρον αὐτῆς A εὐρίσκεται πάλιν ἐπὶ τῆς χαραχθείσης περιφερείας. Σημειοῦμεν τὴν θέσιν A καὶ ἀφοῦ χαράξωμεν τὴν διεύθυνσιν OA τῆς σκιάς, διχοτομοῦμεν τὴν γωνίαν BOA.

Ἡ διχοτόμος OΓ καὶ ὁ γνώμων OG ὀρίζουσι τὸ μεσημβρινὸν ἐπίπεδον. Πράγματι ἐκ τῶν ἴσων ὀρθογωνίων τριγώνων OΓA, OΓB προκύπτει ὅτι  $\omega = \omega'$ , ἥτοι ὁ Ἡλιος ἔχει τὸ αὐτὸ ὕψος κατὰ τὰς θεωρηθείσας στιγμὰς. Ἐπειδὴ δὲ τὸ ἐπίπεδον OΓB διχοτομεῖ τὴν διέδροον γωνίαν AOG τῶν κατακορύφων τοῦ Ἡλίου κατὰ τὰς στιγμὰς ταύτας, ἔπεται ὅτι OΓB εἶναι τὸ ἐπίπεδον τοῦ οὐρανοῦ μεσημβρινοῦ (§ 18).

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

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

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

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

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

### Ἄσκησεις.

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

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

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

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

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

+ 21. Νόμοι τῆς φαινομένης ἡμερησίας κινήσεως τῆς Οὐρανίου σφαίρας. — Ἡ ἐξ Α πρὸς Δ φαινομένη κίνησις τῶν ἀστέρων (§ 7) γίνεται κατὰ ὁρισμένους νόμους. Τοῦτους εὐρίσκομεν ὡς ἑξῆς:

Α') ~~Διευδύνομεν κατὰ τινὰ στιγμὴν τὸν ὀπτικὸν ἄξωνα τοῦ τηλεσκοπίου τοῦ Θεοδολίχου πρὸς τινὰ ἀπλανῆ ἀστέρα καὶ στερεοῦμεν εἰς τὴν θέσιν ταύτην τὸν Θεοδολίχον καὶ τὸ τηλεσκόπιον αὐτοῦ. Τὴν ἐπομένην ἡμέραν βλέπομεν ὅτι ἔρχεται στιγμὴ, καθ' ἣν ὁ ὀπτικὸς ἄξων διέρχεται πάλιν διὰ τοῦ αὐτοῦ ἀστέρος· τὴν ἄλλην ἡμέραν ὁμοίως καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Ἐὰν δὲ σημειώσωμεν τὰς ὑπὸ ἀκριβοῦς ὥρολογίου δεικνυόμενας ὥρας κατὰ τὰς ρηθείσας στιγμὰς, παρατηροῦμεν ὅτι μετὰξὺ δύο διαδοχικῶν τοιούτων στιγμῶν περιέχεται ὁ αὐτὸς χρόνος, μὲ οἰοῦνδήποτε ἀπλανῆ ἀστέρα καὶ ἂν ἐργασθῶμεν.~~

Ἄρα: Ὁ χρόνος, ὁ ὁποῖος περιέχεται μετὰξὺ δύο διαδοχι-



λεσκοπίου διευθύνεται διαρκῶς πρὸς τὸν ἀστέρα, ἐφ' ὅσον οὗτος εὐρίσκειται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα εἰς διαφόρους θέσεις  $\Sigma$ ,  $\Sigma'$ ,  $\Sigma''$ , κ.τ.λ. τῆς τροχιάς του. Ἐπειδὴ δὲ αἱ γωνίαι  $\Pi B \Sigma$ ,  $\Pi B \Sigma'$ ,  $\Pi B \Sigma''$ ,  $\Pi B \Sigma'''$  κ.τ.λ. εἶναι ἴσαι, ἔπεται ὅτι καὶ τὰ τόξα  $\Pi \Sigma$ ,  $\Pi \Sigma'$ ,  $\Pi \Sigma''$  κ.τ.λ. εἶναι ἴσα. Συμπεραίνομεν λοιπὸν ὅτι ἡ τροχιά  $\Sigma \Sigma' \Sigma''$  τοῦ ἀστέρος εἶναι περιφέρεια, ἡ ὁποία ἔχει πόλον τὸ σημεῖον  $\Pi$ . *ὡς ἐν τῷ 5. ἀρχαί γε*

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

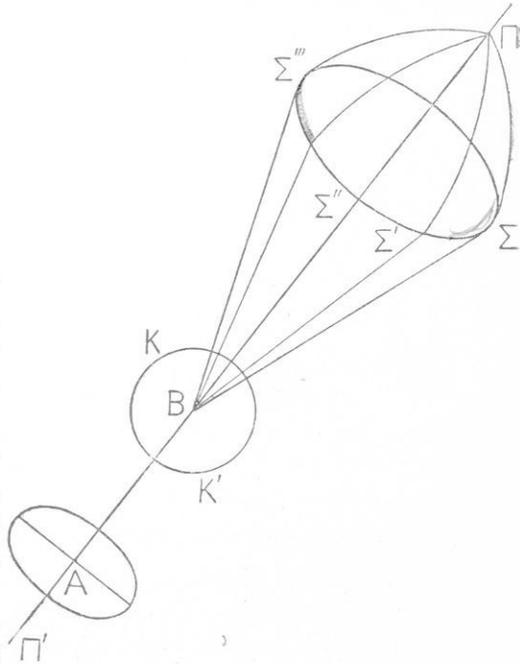
Γ') Ἐπειδὴ ὁ ὀπτικὸς ἄξων τοῦ Θεοδολίου κατὰ τὴν ρηθεῖσαν τοποθέτησιν αὐτοῦ στρέφεται ἐξ  $A$  πρὸς  $\Delta$  ἰσοταχῶς περὶ τὴν εὐθεῖαν  $AB$ , ἔπεται ὅτι καὶ πᾶς ἀστήρ, πρὸς τὸν ὁποῖον ὁ ὀπτικὸς οὗτος ἄξων κατευθύνεται, κινεῖται ὁμοίως.

Ἔστω: Ἐκαστὸς ἀστήρ κινεῖται ἰσοταχῶς, ἤτοι εἰς ἴσους χρόνους διανύει ἴσα τόξα τῆς τροχιάς αὐτοῦ.

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

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

Ἐκ τῶν νόμων τούτων γίνεται φανερόν ὅτι οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες κινουῦνται, ὡς ἐὰν οὗτοι ἦσαν προσηλωμένοι ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς οὐρανίου σφαίρας, αὕτη δὲ ἐστρέφετο ἰσοταχῶς περὶ ὠρισμένην διάμετρον αὐτῆς ἐξ  $A$  πρὸς  $\Delta$  καὶ συνεπλήρωσε μίαν περιστρο-



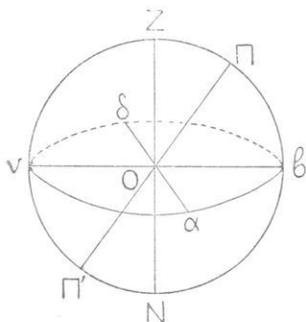
σχ. 14

φήν εις μίαν ἀστροικὴν ἡμέραν. Ἐνεκα τούτου ἡ κίνησις αὕτη τῶν ἀστέρων λέγεται **φαινομένη ἡμερησία κίνησις τῆς Οὐρανίου σφαίρας**.

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

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

## 22. Ἄξων τοῦ κόσμου. Πόλοι τοῦ Οὐρανοῦ. — Ἡ διάμε-



Σχ. 15

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

Τὰ δύο σημεῖα, εἰς τὰ ὁποῖα ὁ ἄξων τοῦ κόσμου τέμνει τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Οὐρανίου σφαίρας, καλοῦνται **πόλοι** τοῦ Οὐρανοῦ.

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

**23. Διάφοροι ἄλλοι κύκλοι τῆς Οὐρανίου σφαίρας.** — Ὁ μέγιστος κύκλος τῆς Οὐρανίου σφαίρας, ὁ ὁποῖος εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου, λέγεται **οὐράνιος ἰσημερινός**. Ὁ οὐράνιος ἰσημερινός ΓΙ (σχ. 16) διαιρεῖ τὴν οὐράνιον σφαῖραν εἰς δύο ἡμισφαίρια. Τὸ ἐν τούτων ΓΙΠ περιέχει τὸν βόρειον πόλον τοῦ Οὐρανοῦ καὶ λέγεται **βόρειον ἡμισφαίριον**. Τὸ δὲ ἄλλο ΓΠΙ περιέχει τὸν νότιον πόλον καὶ λέγεται **νότιον ἡμισφαίριον**.

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

γραμμὴν νβ καὶ διὰ τοῦτο συμπίπτει μὲ τὸν ἄξονα τοῦ μεσημβρινοῦ (§ 20). Ὡστε: **Ὁ οὐράνιος ἰσημερινὸς τέμνει τὸν ὀρίζοντα ἐκάστου τόπου κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ μεσημβρινοῦ αὐτοῦ.**

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

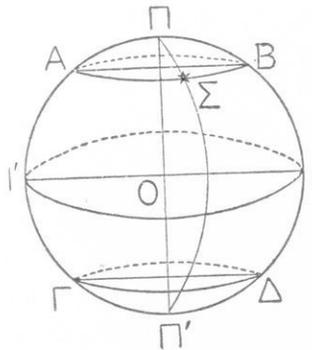
Οἱ μέγιστοι κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας, οἱ ὁποῖοι διέρχονται ἀπὸ τοὺς πόλους αὐτῆς, λέγονται **ὠριαῖοι κύκλοι** ἢ **κύκλοι ἀποκλίσεως**. Τὸ ὠριαῖον ἡμικύκλιον, τὸ ὁποῖον περιέχει ἓνα ἀστὲρα ἢ ἓν οἰονδήποτε σημεῖον, λέγεται ἰδιαιτέρως **ὠριαῖος** τοῦ ἀστέρος ἢ τοῦ σημείου τούτου. Π.χ. ὠριαῖος τοῦ ἀστέρος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

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

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

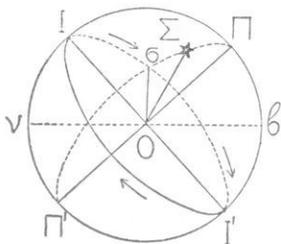
Ὁ ὠριαῖος τοῦ σημείου γ λέγεται ἰδιαιτέρως **κόλουρος τῶν ἰσημερινῶν**. (Βλέπε χάρτην τῶν ζφδίων).

**24. Ὁριαία γωνία ἀστέρος.** — Ὁ ὠριαῖος ΠνΠ' τοῦ νότου ἑνὸς τόπου Ο (σχ. 17) καὶ ὁ ὠριαῖος ΠΣΠ' ἀστέρος Σ κατὰ τινὰ στιγμὴν σχηματίζουσι διέδρον γωνίαν νΠΠ'Σ. Αὕτη λέγεται **ὠριαία γωνία** (H) τοῦ ἀστέρος Σ. Ταύτης ἀντίστοιχος ἐπίπεδος εἶναι ἡ γωνία ΙΟσ, ἡ ὁποία βαίνει ἐπὶ τοῦ τόξου Ισ τοῦ οὐρανίου ἰσημερινοῦ.



Σχ. 16.

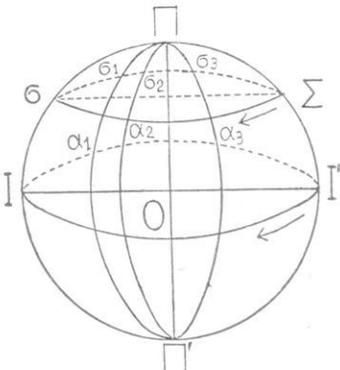
Διὰ τοῦτο δὲ ἡ ὠριαία γωνία μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ οὐρανό-  
νιου ἰσημερινοῦ καὶ κατὰ συνθήκην κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν. Λαμβάνεται δὲ ὡς ἀρχὴ ἡ τομὴ  $I$  τῆς περιφε-  
ρείας τοῦ οὐρανό-ἰσημερινοῦ καὶ τοῦ ὠριαίου τοῦ νότου.



Σχ. 17.

Ἡ ὠριαία γωνία μεταβάλλεται ἀπὸ  $0^\circ$   
ἕως  $360^\circ$ .  
Συνήθως ὅμως τὴν  $H$  μετροῦσιν εἰς  
ὥρας, πρῶτα καὶ δεύτερα λεπτά καὶ ἀπὸ  $0$   
ἕως  $24$  ὥρας. Πρὸς τοῦτο νοοῦσι τὴν περι-  
φέρειαν τοῦ ἰσημερινοῦ διηρημένην εἰς  $24$   
ἴσα τόξα. Ἐκαστον τούτων λέγεται **τόξον μιᾶς ὥρας** καὶ διαιρεῖται εἰς  
 $60$  ἴσα τόξα. Ἐκαστον ἀπὸ αὐτὰ λέγεται **τόξον ἐνὸς πρώτου λεπτοῦ**  
καὶ διαιρεῖται εἰς  $60$  **τόξα δευτέρου**  
**λεπτοῦ**. Εἶναι δὲ τόξον  $1$  ὥρας  $= 15^\circ$ ,  
τόξ.  $1^p = 15'$  καὶ τόξ.  $1^d = 15''$ .

Ἐνεκα τῆς ἡμερησίας κινήσεως ἡ  $H$   
ἐκάστου ἀστέρος μεταβάλλεται ἀπὸ στι-  
γμῆς εἰς στιγμήν. Ἐπειδὴ δὲ ἡ κίνησις  
αὕτη εἶναι ἰσοταχῆς, τὰ τόξα  $\sigma_1, \sigma_2,$   
 $\sigma_3$  κ.τ.λ. τὰ ὁποῖα διανύονται ὑπὸ ἀστέ-  
ρος τινός, εἶναι ἀνάλογα πρὸς τοὺς χρό-  
νους κατὰ τοὺς ὁποίους διανύονται (σχ.  
 $18$ ). Καὶ τὰ ἀντίστοιχα δὲ πρὸς ταῦτα  
τόξα  $Ia_1, Ia_2, Ia_3$  κ.τ.λ. τοῦ οὐρανό-  
ἰσημερινοῦ μεταβάλλονται ἀναλόγως πρὸς τὸν χρόνον. Ἐκ τούτων  
ἐννοοῦμεν ὅτι: **Ἡ ὠριαία γωνία ἐκάστου ἀπλανοῦς ἀστέρος μετα-  
βάλλεται ἀναλόγως πρὸς τὸν χρόνον.**



Σχ. 18.

#### Ἀσκήσεις.

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

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

24) Νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ὁ οὐράνιος ἰσημερινὸς καὶ ὁ δορίζων ἐκά-  
στου τόπου διχοτομοῦνται.

25) Νὰ εὔρητε τὴν ὠριαίαν γωνίαν ἐκάστου τῶν κυρίων σημείων τοῦ ὁρίζοντος.

26) Νὰ εὔρητε τὸ γεωμετρικὸν τόπον τῶν σημείων τῆς οὐρανίου σφαίρας τὰ ὅποια ἔχουσιν  $H = 6$  ὥρας. ὠριαία γωνία

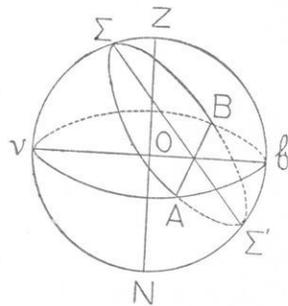
27) Νὰ εὔρητε τὸν γεωμετρικὸν τόπον τῶν σημείων, τὰ ὅποια ἔχουσιν  $H = 18$  ὥρας. ὠριαία γωνία

28) Ποῖα σημεία τῆς οὐρανίου σφαίρας ἔχουσι  $H < 12$  ὥρων καὶ ποῖα ἔχουσι  $H > 12$  ὥρων; ὠριαία γωνία

29) Ποῖα σημεία τῆς οὐρανίου σφαίρας ἔχουσιν  $H = 12$  ὥρας; ὠριαία γωνία

### 25. Ἡμερήσιον καὶ νυκτερινὸν τόξον ἀστέρος. — Ἐστω

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



Σχ. 19.

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

Ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς τέμνει ἐκαστὸν τῶν παραλλήλων κύκλων τῆς οὐρανίου σφαίρας κατὰ διάμετρον τοῦ παραλλήλου τούτου.

Β') Ἐστω  $\Sigma\Sigma'$  ὁ ὑπὸ ἀστέρος γραφόμενος παράλληλος καὶ  $AB$  ἡ τομὴ τοῦ ἐπιπέδου αὐτοῦ ὑπὸ τοῦ ὁρίζοντος. Ἐπειδὴ ὁ ὁρίζων καὶ ὁ παράλληλος εἶναι κάθετοι ἐπὶ τὸν οὐράνιον μεσημβρινὸν καὶ ἡ τομὴ αὐτῶν  $AB$  εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν οὐράνιον μεσημβρινόν ἄρα καὶ ἐπὶ τὴν ἐπ' αὐτοῦ κειμένην διάμετρον  $\Sigma\Sigma'$  τοῦ παραλλήλου. Τὰ ὑπὸ τῆς χορδῆς ὄθεν  $AB$  ὑποτετινόμενα τόξα  $A\Sigma B$ ,  $B\Sigma'A$  διχοτομοῦνται ὑπὸ τῆς διαμέτρου  $\Sigma\Sigma'$ , ἤτοι εἶναι τόξ.  $A\Sigma =$  τόξ.  $\Sigma B$  καὶ τόξ.  $B\Sigma' =$  τόξ.  $\Sigma'A$ .

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

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

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

#### Ἀσκήσεις

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

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

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

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

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

Κατὰ ταῦτα ἡ ἀστρική ἡμέρα ὀρίζεται ὡς ἑξῆς:

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

Ἡ ἀστροικὴ ἡμέρα διαιρεῖται εἰς 24 ἀστροικὰς ὥρας, ἡ ἀστροικὴ ὥρα εἰς 60 ἀστροικὰ λεπτὰ καὶ ἕκαστον τούτων εἰς 60 ἀστροικὰ δευτερόλεπτα.

Ὡς ἀρχὴ τῆς ἀστροικῆς ἡμέρας λαμβάνεται εἰς ἕκαστον τόπον ἡ στιγμή τῆς ἄνω μεσουρανήσεως τοῦ  $\gamma$  ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ.

Ἐὰν εἷς τινα στιγμήν ἀστροικῆς ἡμέρας τὸ  $\gamma$  ἔχη ὠριαίαν γωνίαν  $H^0$ , ὁ παρελθὼν [ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τῆς ἡμέρας ταύτης χρόνος εἶναι  $\frac{H^0}{15^0}$  ἀστροικαὶ ὥραι. Ἄλλ' ὁ χρόνος οὗτος δηλοῖ καὶ τὴν ὠριαίαν γωνίαν τοῦ  $\gamma$  εἰς ὥρας κ.τ.λ. κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν.

**Διὰ τοῦτο καλοῦμεν ἀστροικὸν χρόνον ἢ ἀστροικὴν ὥραν τόπου κατὰ τινα στιγμήν τὴν  $H$  τοῦ  $\gamma$  (εἰς ὥρας κ.τ.λ.) κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν.**

Ἡ ἀστροικὴ ὥρα μεταβάλλεται ἀπὸ 0 ἕως 24 ὥρας καὶ παρέχεται ἐν τοῖς ἀστεροσκοπείοις ὑπὸ ἀκριβῶν ἐκκρεμῶν ὥρολογίων, τὰ ὁποῖα καλοῦνται **ἀστροικὰ ἐκκρεμῆ**. Ἐκαστον τούτων παράγει εἰς μίαν ἀστροικὴν ἡμέραν  $60 \times 60 \times 24 = 86400$  κτύπους καὶ κανονίζεται, οὕτως ὥστε νὰ δεικνύη Ὁῶρ. Ὁπ. Ὁδ. κατὰ τὴν στιγμήν τῆς ἐν τῷ τόπῳ αὐτοῦ μεσουρανήσεως τοῦ  $\gamma$ .

**Σ η μ ε ἰ ω σ ι ς.** Ἐν τοῖς ἀκολουθοῖσι λέγοντες ἀπλῶς ὥρας, λεπτὰ καὶ δευτερόλεπτα θὰ νοῶμεν ἀστροικὰ τοιαῦτα.

### Ἄ σ κ ῆ σ ε ι ς

34) Κατὰ ποίαν ὥραν δέει καὶ κατὰ ποίαν ἀνατέλλει τὸ  $\gamma$  εἰς ἓνα τόπον;

35) Κατὰ ποίαν ὥραν ἀνατέλλει καὶ κατὰ ποίαν δέει τὸ  $\gamma'$  εἰς ἓνα τόπον;

36) Κατὰ ποίαν ὥραν τὸ  $\gamma$  μεσουρανεῖ κάτω εἰς ἓνα τόπον; Πόσην  $H$  ἔχει τότε τὸ  $\gamma'$ ;

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

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

39) Εἰς ἀπλανῆς ἀστὴρ μεσουρανεῖ ἄνω συγχρόνως μὲ τὸ  $\gamma$  καὶ παραμένει 8 ὥρας καὶ 20π ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα τόπου τινός. Νὰ εὑρητε κατὰ ποίαν ὥραν δέει οὗτος.

40) Μετά πόσας ώρας από τῆς ἄνω μεσουρανήσεως θὰ δόσῃ ἀπλανῆς ἀστήρ, ὅστις μένει ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα 14 ὥρας καὶ 20π;

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

42) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ μεσουρανεῖ κάτω μετὰ 6 ὥρ. 25π 58δ ἀπὸ τῆς δόσεώς του. Νὰ εὑρηθε εἰς πόσον χρόνον διανύει τὸ ἡμερήσιον καὶ εἰς πόσον τὸ νυκτερινὸν τόξον τῆς τροχιᾶς του;

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

44) Νὰ εὑρηθε κατὰ ποίαν ὥραν μεσουρανεῖ ἄνω εἰς ἓνα τόπον ἀπλανῆς ἀστήρ, ὅστις ἀνατέλλει εἰς αὐτὸν τὴν 10 ὥραν καὶ δύνει τὴν 20 ὥραν 40π 24δ;

45) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ ἀνατέλλει εἰς ἓνα τόπον τὴν 17 ὥραν καὶ δύνει τὴν 7 ὥραν τῆς ἀκολουθοῦ ἀστρικῆς ἡμέρας. Νὰ εὑρηθε πόσῃν  $H$  ἔχει κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς ἡμέρας ταύτης;

46) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ ἀνατέλλει εἰς ἓνα τόπον τὴν 4 ὥραν καὶ δύνει τὴν 12 ὥραν. Νὰ εὑρηθε κατὰ ποίαν ὥραν θὰ ἔχῃ  $H = 12$  ὥρας;

47) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ δύνει εἰς ἓνα τόπον τὴν 10 ὥραν 30π καὶ ἀνατέλλει τὴν 0 ὥρ. 16π τῆς ἀκολουθοῦ ἀστρικῆς ἡμέρας. Νὰ εὑρηθε κατὰ ποίαν ὥραν θὰ ἔχῃ  $H = 12$  ὥρ. καὶ κατὰ ποίαν  $H = 0$  ὥρ.

### 29. Ὅρισμὸς τῆς θέσεως ἀστέρος κατὰ τινα στιγμὴν. —

Ἐὰν γνωρίζωμεν τὸν παρᾶλληλον ἐνὸς ἀστέρος καὶ τὸν ὠριαῖον αὐτοῦ κατὰ τινα στιγμὴν, ὀρίζομεν τὴν θέσιν αὐτοῦ κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην. Διότι οὗτος εὐρίσκεται εἰς τὴν τομὴν τῶν περιφερειῶν τούτων.

Α') Ἐστω  $\Sigma$  (σχ. 20) ἡ θέσις ἐνὸς ἀστέρος κατὰ τινα στιγμὴν καὶ  $AB$  ὁ παρᾶλληλος, τὸν ὁποῖον γράφει κατὰ τὴν ἡμερησίαν κίνησιν τῆς οὐρανοῦ σφαιράς. Τὸ μεταξὺ αὐτοῦ καὶ τοῦ οὐρανοῦ ἰσημερινοῦ περιεχόμενον τόξον  $\sigma\Sigma$  τοῦ ὠριαίου τοῦ  $\Sigma$  εἶναι σταθερὸν διὰ τὸν ἀστέρα τοῦτον. Ἐπὶ τοῦ τόξου δὲ τούτου βαίνει ἡ γωνία  $\Sigma O \sigma$ , τὴν ὁποίαν σχηματίζει ἡ ἀκτίς  $O\Sigma$  μὲ τὸν οὐρανόιν ἰσημερινόν. Ἡ γωνία αὕτη  $\Sigma O \sigma$  λέγεται **ἀπόκλισις** ( $\delta$ ) τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$ .

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

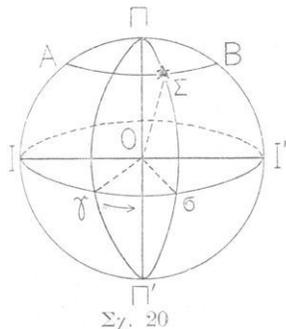
πρὸς τὸν νότιον πόλον τοῦ Οὐρανοῦ. Περιέχονται λοιπὸν αἱ ἀποκλίσεις τῶν ἀστέρων τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου τοῦ Οὐρανοῦ μεταξύ  $0^\circ$  καὶ  $90^\circ$ , τοῦ δὲ νοτίου μεταξύ  $0^\circ$  καὶ  $-90^\circ$ .

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

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

$B'$ ) Ὁ κόλουργος τῶν ἰσημεριῶν  $ΠγΠ'$  καὶ ὁ ὠριαῖος  $ΠΣΠ'$  ἑνὸς ἀστέρος  $\Sigma$  κατὰ τινὰ στιγμήν σχηματίζουν διέδρον γωνίαν  $\gamma ΠΠ'\Sigma$ . Αὕτη λέγεται **ὄρθῃ ἀναφορὰ** ( $\alpha$ ) τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$ .

Ἀντίστοιχος ἐπίπεδος γωνία αὐτῆς εἶναι ἡ γωνία  $\gamma Οσ$ , ἡ ὁποία βαίνει ἐπὶ



τοῦ τόξου  $\gamma σ$  τοῦ οὐρανίου ἰσημερινοῦ. Διὰ τοῦτο ἡ ὄρθῃ ἀναφορὰ ἑκάστου ἀστέρος μετρεῖται εἰς ὥρας κ.τ.λ. ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ οὐρανίου ἰσημερινοῦ ἀπὸ τοῦ σημείου  $\gamma$  καὶ κατὰ συνθήκην κατὰ τὴν ὄρθῃν φορὰν. Κυμαίνεται δὲ ἡ  $\alpha$  τῶν ἀστέρων ἀπὸ 0 μέχρις 24 ὡρῶν.

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

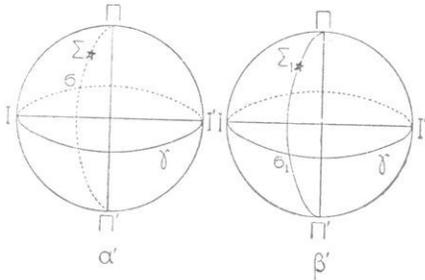
Ἐκ τούτων ἐγνωοῦμεν ὅτι: **Ἡ ὄρθῃ ἀναφορὰ ἑκάστου ἀπλανοῦς ἀστέρος εἶναι σταθερά.**

Ἄν λοιπὸν μετρήσωμεν ἅπαξ τὴν  $\alpha$  ἑνὸς ἀπλανοῦς ἀστέρος, θὰ γνωρίζωμεν πάντοτε τὴν θέσιν τοῦ ὠριαίου αὐτοῦ ἐν σχέσει πρὸς τὸν κόλουργον τῶν ἰσημεριῶν.

Ἡ ἀπόκλισις καὶ ἡ ὄρθῃ ἀναφορὰ ἑνὸς ἀστέρος λέγονται ὁμοῦ

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

**30. Σχέσεις μεταξὺ α, Η ἑνὸς ἀστέρος καὶ ἀστρικοῦ χρόνου X κατὰ τινὰ στιγμήν.** — Α') Ἐστω Σ εἷς ἀστήρ (σχ. 21α'), ὁ ὁποῖος ἔχει  $H = \widehat{I\sigma}$ ,  $a = \widehat{\gamma I'}\sigma$ , καθ' ἣν στιγμήν εἶναι  $\widehat{I' \gamma} = X$



Σχ. 21

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

Διὰ τὸν ἀστέρα  $\Sigma_1$

(σχ. 21β') εἶναι  $H = \widehat{I' \sigma_1}$ ,

$a = \widehat{\gamma I' \sigma_1}$ , καὶ ἐπομένως

$\sigma_1 \gamma = 24$  ὥρ. — α. Ἐπειδὴ δὲ

$\widehat{I' \gamma \sigma_1} = \widehat{I' \gamma} + \widehat{\gamma \sigma_1}$ , καὶ

$\widehat{I' \gamma} = X$ , ἔπεται ὅτι

$H = X + 24 - a$ . Ἐκ ταύτης

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

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

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

### Ἀσκήσεις

48) Νὰ ὀρίσητε τὰς οὐρανογραφικὰς συντεταγμένας τοῦ  $\gamma$  καὶ τοῦ  $\gamma'$ .

49) Νὰ ὀρίσητε τὰς οὐρανογραφικὰς συντεταγμένας τῆς ἀνατολῆς καὶ τῆς δύσεως ἑνὸς τόπου, ὅταν τὸ  $\gamma$  μεσουρανή ἄνω ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ.

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

51) Νὰ ὀρίσητε τὴν  $a$  τοῦ βορρᾶ ἑνὸς τόπου, ὅταν τὸ  $\gamma$  ἀνατέλλῃ ἐν αὐτῷ.

52) Νὰ ὀρίσητε τὴν  $\alpha$  τῆς δύσεως καὶ τῆς ἀνατολῆς ἐνὸς τόπου τὴν 6<sup>ην</sup> καὶ ἔπειτα τὴν 12<sup>ην</sup> ἀστρικήν ὥραν τοῦ τόπου τούτου.

53) Νὰ ὀρίσητε τὴν  $\alpha$  ἐνὸς ἀπλανοῦς ἀστέρος, ὃ ὁποῖος μεσουρανεῖ ἄνω εἰς ἓνα τόπον, ὅταν τὸ  $\gamma$  μεσουρανεῖ κάτω εἰς τὸν αὐτὸν τόπον.

54) Εἰς ἀπλανῆς ἀστὴρ ἔχων  $P = 90^\circ$  μεσουρανεῖ ἄνω εἰς τινα τόπον, ὅταν τὸ  $\gamma$  ἀνατέλλῃ εἰς τὸν τόπον τοῦτον. Νὰ εὑρῆτε τὰς οὐρανογραφικὰς συντεταγμένας αὐτοῦ.

55) Εἰς ἀπλανῆς ἀστὴρ μεσουρανεῖ ἄνω ἐν Ἀθήναις τὴν 12 ὥρ. 20π 15δ. Νὰ εὑρῆτε τὴν  $\alpha$  αὐτοῦ.

56) Εἰς ἀπλανῆς ἀστὴρ ἔχει  $\alpha = 8$  ὥρ. Νὰ εὑρῆτε κατὰ ποίαν ἀστρικήν ὥραν ἐνὸς τόπου ἔχει οὗτος  $H = 5$  ὥρ. 40π εἰς τὸν αὐτὸν τόπον.

57) Εἰς ἀπλανῆς ἀστὴρ ἔχει  $\alpha = 13$  ὥρ. 25π. Νὰ εὑρῆτε κατὰ ποίαν ἀστρικήν ὥραν ἐνὸς τόπου ἔχει  $H = 15$  ὥρας εἰς αὐτόν.

58) Εἰς ἀπλανῆς ἀστὴρ ἔχει  $\delta = 0^\circ$  καὶ ἀνατέλλει ἐν Ἀθήναις τὴν 8 ὥρ. 25 35δ. Νὰ εὑρῆτε κατὰ ποίαν ὥραν μεσουρανεῖ ἄνω καὶ κατὰ ποίαν δύο ἐν Ἀθήναις; Πόση δὲ ἦ  $\alpha$  αὐτοῦ;

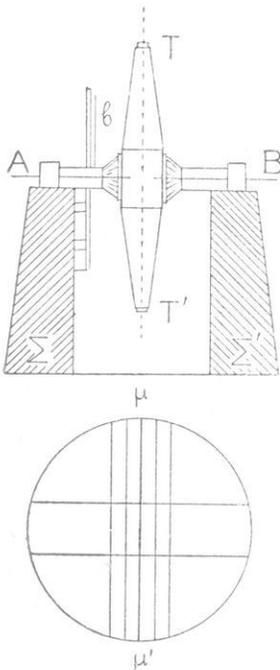
59) Εἰς ἀπλανῆς ἀστὴρ ἔχει  $P = 12^\circ 10' 40''$  καὶ μεσουρανεῖ ἄνω ἐν Ἀθήναις τὴν 18 ὥρ. 40π 42δ. Νὰ εὑρῆτε τὰς οὐρανογραφικὰς συντεταγμένας αὐτοῦ.

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

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

Παραπλεύρως τοῦ τηλεσκοπίου τούτου κεῖται κατακόρυφος κύκλος, ὃ ὁποῖος στερεοῦται κατὰ τὸ κέντρον του ἐπὶ τοῦ ἄξονος ΑΒ. Ἐν τῷ ἐπιπέδῳ δὲ τοῦ κύκλου τούτου στρέφεται περὶ τὸ κέντρον του καὶ συγχρόνως μὲ τὸν ἄξωνα τοῦ τηλεσκοπίου μία βελόνη  $\theta$ . Ταύτης τὸ κινητὸν ἄκρον διατρέχει τὴν περιφέρειαν τοῦ κύκλου, ἥτις εἶναι διηρημένη εἰς μοῖρας κ.τ.λ. Τὸ σταυρόνημα τοῦ τηλεσκοπίου τούτου ἀποτε-

λεῖται ἀπὸ δύο ὀριζόντια νήματα καὶ ἀπὸ 5 ἄλλα, τὰ ὁποῖα εἶναι κά-  
θετα ἐπὶ τὰ πρῶτα καὶ εὐρίσκονται εἰς ἴσην ἀπόστασιν ἀπ' ἀλλήλων  
(σχ. 23). Τὸ μεσαῖον τούτων κεῖται ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ οὐρανίου  
μεσημβρινοῦ καὶ λέγεται διὰ τοῦτο **μεσημβρινὸν νῆμα**. Τὴν στιγμὴν,  
κατὰ τὴν ὁποίαν εἷς ἀστὴρ διέρχεται πρὸ τοῦ μεσημβρινοῦ νήματος,  
οὗτος μεσουρανεῖ ἄνω. Διὰ νὰ ὀρίσωσι δὲ οἱ ἀστρονόμοι μὲ ἀκριβείαν  
τὴν χρονικὴν ταύτην στιγμὴν, σημειώνουσι τὰς ὥρας κατὰ τὰς δια-  
βάσεις αὐτοῦ πρὸ ἐκάστου τῶν 5 νημάτων  
καὶ λαμβάνουσι τὸν μέσον ὄρον αὐτῶν.

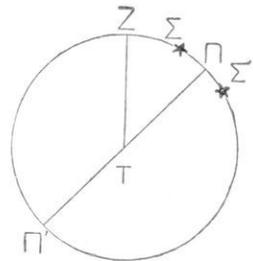


Σχ. 22-23.

**32. Χρήσις τοῦ μεσημβρινοῦ  
τηλεσκοπίου.** — Διὰ τοῦ μεσημβρινοῦ  
τηλεσκοπίου οἱ ἀστρονόμοι ἐκτελοῦσι  
τὰς ἀκολουθούσας ἐργασίας:

1ον. Ὀρίζου-  
σι τὴν διεύθυ-  
σιν τοῦ ἄξονος  
τοῦ κόσμου.

Πρὸς τοῦτο ἐρ-  
γάζονται ὡς ἑξῆς:  
Καθιστῶσι κατα-  
κόρυφον τὸν ὀπτι-  
κὸν ἄξονα τοῦ τη-  
λεσκοπίου μὲ τὸν



Σχ. 24.

ἀντικειμενικὸν φακὸν πρὸς τὸ Ζενίθ καὶ  
σημειώνουσι τὴν ἀκτῖνα τοῦ κύκλου τοῦ  
ὄργανου, μὲ τὴν ὁποίαν συμπίπτει τότε ἡ  
βελόνη  $\beta$  αὐτοῦ. Ἐπειτα στρέφουσι τὸ  
μεσημβρινὸν τηλεσκόπιον πρὸς ἓνα ἀει-  
φρανῆ ἀστέρα, καθ' ἣν στιγμὴν οὗτος μεσουρανεῖ ἄνω. Προφανῶς ἡ  
γωνία, καθ' ἣν ἐστράφη ἡ βελόνη εἶναι ἡ ζενιθία ἀπόστασις  $Z\Sigma = Z_1$   
τοῦ ἀστέρος κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην (σχ. 24).

Μετὰ 12 ὥρας μετροῦσι κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον τὴν ζενιθίαν ἀπό-  
στασιν  $Z\Sigma' = Z_2$  τοῦ αὐτοῦ ἀστέρος. Ἐὰν δὲ  $\Pi$  εἶναι ὁ βόρειος πόλος  
τοῦ Οὐρανοῦ, θὰ εἶναι  $Z\Pi = Z\Sigma + \Sigma\Pi$  καὶ  $Z\Pi = Z\Sigma' - \Pi\Sigma'$ .  
Προσθέτοντες τὰς ἰσότητας ταύτας κατὰ μέλη καὶ παρατηροῦντες ὅτι

$\Sigma\Pi = \Pi\Sigma'$ , εὐρίσκουσιν ὅτι  $Z\Pi = \frac{Z_1 + Z_2}{2}$ . Μετὰ ταῦτα στρέφουσι τὸν ὀπτικὸν ἄξονα, μέχρις οὗ ἡ βελόνη  $\delta$  σχηματίσῃ γωνίαν  $\frac{Z_1 + Z_2}{2}$  μὲ τὴν ἀρχικῶς σημειωθεῖσαν ἀκτῖνα τοῦ κύκλου. Εἰς τὴν θέσιν ταύτην ὁ ὀπτικὸς ἄξων διεύθυνεται πρὸς τὸν πόλον  $\Pi$ , ἥτοι ἔχει τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου.

**2ον. Μετροῦσι τὰς οὐρανογραφικὰς συντεταγμένας οἰουδήποτε ἀστέρος  $\Sigma$** , ἐργαζόμενοι ὡς ἑξῆς: Ὅριζουσι τὴν ἀκτῖνα τοῦ κύκλου τοῦ ὄργάνου, μὲ τὴν ὁποίαν συμπίπτει ἡ βελόνη  $\delta$ , ὅταν ὁ ὀπτικὸς ἄξων ἔχη τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου. Στρέφουσιν ἔπειτα τὸν ὀπτικὸν ἄξονα τοῦ μεσημβρινοῦ τηλεσκοπίου πρὸς τὸν ἀστέρα  $\Sigma$  καὶ προσδιορίζουσι μὲ τὴν βοήθειαν παρακειμένου ἀστρικοῦ ἔγκρεμοῦς τὴν ἀκριβῆ ὥραν τῆς διαβάσεως αὐτοῦ πρὸ τοῦ μεσημβρινοῦ νήματος. Ἡ ὥρα αὕτη εἶναι ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ τοῦ ἀστέρος (§ 30,3).

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

### Ἀσκήσεις

60) Εἰς ὀπτανῆς ἀστὴρ ἔχει  $a = 2$  ὥρας  $42\pi 35\delta$  καὶ δέει εἰς ἓνα τόπον τὴν  $8$  ὥραν  $42\pi 35\delta$ . Νὰ εὑρητε τὴν ἀπόκλισιν αὐτοῦ καὶ τὴν ὥραν, καθ' ἣν οὗτος μεσουρανεῖ κάτω εἰς τὸν αὐτὸν τόπον.

61) Εἰς ὀπτανῆς ἀστὴρ ἀνατέλλει εἰς ἓνα τόπον τὴν  $3$  ὥραν καὶ δέει τὴν  $12$  ὥραν. Νὰ εὑρητε τὴν  $a$  αὐτοῦ.

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

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

64) Τὸ ζενιθ ἑνὸς τόπου ἔχει  $P = 48^\circ 10'$ . Εἰς δὲ ἀειφανῆς ἀστὴρ κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησιν του εἰς τὸν τόπον τοῦτον ἔχει  $Z = 28^\circ 10' 30''$ . Νὰ εὑρητε τὴν ζενιθίαν ἀπόστασιν αὐτοῦ κατὰ τὴν κάτω μεσουράνησιν του εἰς τὸν αὐτὸν τόπον.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ  
Ο ΗΛΙΟΣ

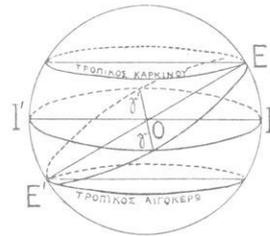
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'  
ΦΑΙΝΟΜΕΝΗ ΚΙΝΗΣΙΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ

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

Ἡ γωνία αὕτη λέγεται **λόξωσις** τῆς Ἐκλειπτικῆς.

Ὅταν ὁ Ἡλιος διέρχεται ἀπὸ τὰς τοιμὰς  $\gamma$  καὶ  $\gamma'$  τῆς Ἐκλειπτικῆς καὶ τῆς περιφερείας τοῦ οὐρανοῦ ἰσημερινοῦ, γράφει τὸν οὐράνιον ἰσημερινόν κατὰ τὴν ἡμερησίαν κίνησιν. Ἐπειδὴ δὲ οὗτος διχοτομεῖται ὑπὸ τοῦ ὀρίζοντος παντὸς τόπου, τὸ ἡμερησίον καὶ τὸ νυκτερινὸν τόξον τοῦ Ἡλίου εἶναι ἴσα εἰς ὅλους τοὺς τόπους τῆς Γῆς. Διὰ

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



Σχ. 25.

#### Ἀσκήσεις

65) Νὰ ὀρίσητε τὴν ἀπόκλισιν τοῦ θερινοῦ καὶ τοῦ χειμερινοῦ ἡλιοστασίου.

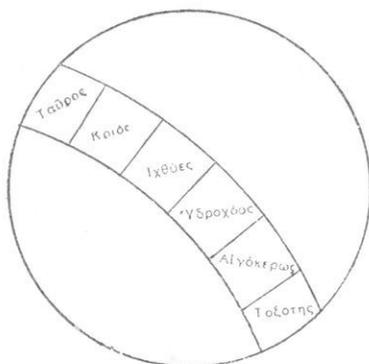
66) Νὰ ὀρίσητε τὴν ἀπόκλισιν σημεῖον τινὸς τοῦ τροπικοῦ τοῦ Καρκίνου καὶ εἶτα σημεῖον τοῦ τροπικοῦ τοῦ Αἰγόκερω.

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

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

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

**34. Δωδεκατημόρια — Ζωδιακός.** — Τὴν Ἐκλειπτικὴν νοοῦμεν διηρημένην ἀπὸ τοῦ σημείου  $\gamma$  εἰς 12 ἴσα τόξα. Ἐκαστον τούτων καλεῖται **δωδεκατημόριον**. Ἐκαστον δωδεκατημόριον φέρει τὸ ὄνομα τοῦ ζώδιου, ὑπὸ τοῦ ὁποίου κατεῖχεται ἐπὶ Ἰππάρχου (2ος αἰὼν π.Χ.), ἦτοι τὸ πρῶτον κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν καλεῖται δωδεκατημόριον τοῦ Κριοῦ καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Τὰ ζῳδία ἐκτείνονται ἐκατέρωθεν τῆς Ἐκλειπτικῆς μέχρις ἀποστάσεως.  $8^\circ$ . Ἐνεκα τούτου ἡ ζώνη τῆς οὐρανόου σφαίρας, τῆς ὁποίας αἱ βάσεις εἶναι παράλληλοι πρὸς τὴν Ἐκλειπτικὴν καὶ ἀπέχουσιν ἐκατέρωθεν αὐτῆς ἀνά  $8^\circ$ , καλεῖται **Ζωδιακός**. Οἱ μέγιστοι κύκλοι τῆς οὐρανόου σφαίρας, οἱ ὁποῖοι διέρχονται ἀπὸ τὰ ἄκρα τῶν δωδεκατημορίων καὶ εἶναι κάθετοι ἐπὶ τὴν Ἐκλειπτικὴν, διαιροῦσι τὸν Ζωδιακὸν εἰς 12 ἴσα μέρη. Ἐκαστον τούτων κατέχεται ὑπὸ ἐνὸς τῶν ἀστερισμῶν, τοὺς ὁποίους καλοῦ-



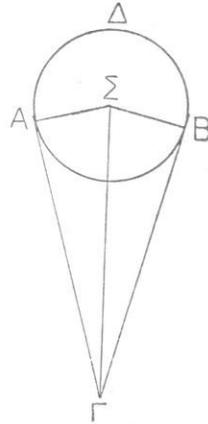
Σχ. 26.

μεν ζῳδία. Διὰ τοῦτο καὶ τὰ μέρη ταῦτα τοῦ Ζωδιακοῦ καλοῦμεν **ζῳδία**.

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

**35. Φαινομένη διάμετρος ἀστέρος.** — Ἐστω  $\Sigma$  τὸ κέντρον ἐνὸς ἀστέρος,  $\Gamma$  ἐν σημείον τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς καὶ  $A\Gamma B$  τομὴ τοῦ ἀστέρος ὑπὸ ἐπιπέδου διερχομένου διὰ τῆς  $\Gamma\Sigma$  (σχ. 27). Αἱ ἐφαπτόμεναι  $\Gamma A$ ,  $\Gamma B$  τῆς τομῆς ταύτης σχηματίζουν τὴν γωνίαν  $A\Gamma B$ , ὑπὸ τὴν ὁποίαν ἐκ τοῦ  $\Gamma$  βλέπομεν τὸν ἀστὲρα  $\Sigma$ . Διὰ τοῦτο ἡ γωνία αὕτη

λέγεται **φαινομένη διάμετρος** τοῦ  $\Sigma$ . Ἐνεκα τοῦ ὀρθογωνίου τριγώνου  $\Lambda\Gamma\Sigma$  εἶναι  $(\Lambda\Sigma) = (\Gamma\Sigma)$  ἢ  $\mu(\widehat{\Lambda\Gamma\Sigma})$ . Ἐὰν δὲ θέσωμεν  $(\Lambda\Sigma) = P$ ,  $(\Gamma\Sigma) = a$  καὶ  $\Lambda\Gamma B = \Delta$ , ἡ ἰσότης αὕτη γίνεται  $P = a$  ἢ  $\mu\left(\frac{\Delta}{2}\right)$ . Ἐκ ταύτης δὲ εὐρίσκομεν ὅτι  $a = \frac{P}{\mu\left(\frac{\Delta}{2}\right)}$  (1). Ἐπειδὴ δὲ



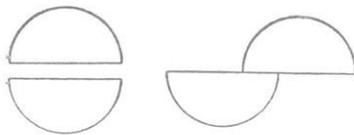
Σχ. 27.

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

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

**36. Φαινομένη διάμετρος τοῦ Ἡλίου.**—Ἡ μέτροσις τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ Ἡλίου δι' ἀκριβῶν ὀργάνων (1) ἀποδεικνύει ὅτι αὕτη μεταβάλλεται ἐντὸς τοῦ ἔτους κυμαινομένη μεταξὺ ἐλαχίστης καὶ μεγίστης τινός τιμῆς αὐτῆς. Οὕτω τὴν 1ην Ἰουλίου εἶναι ἐλάχιστη (31' 32''), Ἐκτοσε δὲ βαίνει συνεχῶς ἀξιοαυξημένη καὶ γίνεται μεγίστη (32' 36''), 2) τὴν 1ην Ἰανουαρίου. Εἶτα ἄρχεται πάλιν

1. Παλαιότερον ἡ ἐργασία αὕτη ἐγένετο διὰ τοῦ **ἡλιομέτρου** τοῦ Bouguer (σχ. 28). Τοῦτο εἶναι ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον ἄνευ διαφράγματος, οὗ ὁ



Σχ. 28.

ἀντικειμενικὸς φακὸς εἶναι διηρημένος εἰς δύο ἴσα μέρη. Τούτων τὸ ἓν εἶναι ἀμετάθετον, τὸ δὲ ἄλλο δύναται νὰ μετατίθῃται κατὰ μῆκος τοῦ ἐπιπέδου τοῦ χωρισμοῦ διὰ μικρομετρικοῦ κοχλίου. Ὄταν τὰ δύο μέρη εἶναι συνηνομένα εἰς ἓνα πλήρη φακόν, βλέπομεν ἓν εἶδωλον ἐκάστου ἀστέρος, τὸν ὅποιον δι' αὐτοῦ παρατηροῦμεν. Ὄταν δὲ τὸ ἓν τούτων μετατεθῇ ὀλίγον, βλέπομεν δύο εἶδωλα Ἐὰν τὰ δύο εἶδωλα ἐφάπτονται ἀλλήλων, ἡ ἐπιτευχθεῖσα μετάθεσις μετροῖ τὴν φαινομένην διάμετρον τοῦ ἀστέρος. Σήμερον δι' ἄλλων λεπτοτάτων καὶ ἀκριβεστάτων ὀργάνων κατορθώνουσιν οἱ ἀστρονόμοι νὰ μετρώσιν τὰς φαινομένας διαμέτρους τῶν ἀστέρων, οἱ ὅποιοι παρουσιάζουσιν αἰσθητὸν ὀπωσδήποτε δίσκον.

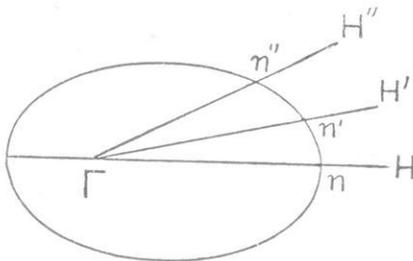
ἐλαττουμένη μέχρι 1ης Ἰουλίου καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Ἡ μέση τιμὴ τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ Ἡλίου εἶναι 32' 4'', 1.

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

**38. Φαινομένη τροχιά τοῦ Ἡλίου ἐν τῷ χώρῳ.** — Ἐστωσαν Η, Η', Η'' . . . . . αἱ μεσημβριναὶ θέσεις τοῦ Ἡλίου κατὰ διαφόρους διαδοχικὰς ἡμέρας καὶ Δ, Δ', Δ'' . . . . . αἱ ἀντίστοιχοι φαινόμενοι διάμετροι αὐτοῦ. Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ α, α', α'' . . . . τὰς ἀντιστοίχους ἀφ' ἡμῶν ἀποστάσεις τοῦ Ἡλίου θὰ εἶναι (§ 35)

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

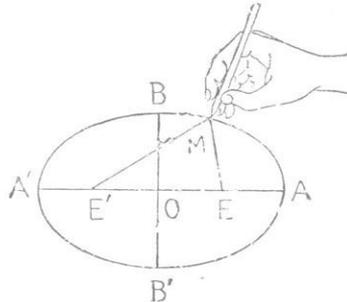
Ἐὰν δὲ καλέσωμεν λ τὴν κοινὴν τιμὴν τῶν λόγων τούτων, εὐρίσκομεν ὅτι  $a = \frac{\lambda}{\Delta}$ ,  $a' = \frac{\lambda}{\Delta'}$  . . . . Ἐὰν ἤδη ἐπὶ φύλλου χάρτου χαράξωμεν εὐθεῖαν ΓΗ καὶ ὀρίσωμεν, ὅπως τὸ μὲν Γ παριστᾷ τὴν Γῆν, ἡ δὲ εὐθεῖα ΓΗ τὴν ἐκ τῆς Γῆς πρὸς τὴν θέσιν Η τοῦ Ἡλίου κατευθυνσιν, αἱ εἰς τὰς θέσεις Η', Η'' . . . τοῦ Ἡλίου ἀντιστοιχοῦσαι εὐθεῖαι ὀρίζονται εὐκόλως (σχ. 29). Διότι ἀρκεῖ ἐκάστη τούτων νὰ σχηματίσῃ μετὰ τὴν προηγουμένην γωνίαν 1°, ὅση δηλ. εἶναι περίπου ἢ πρὸς ἀνατολὰς ἡμερησία μεταβάσεις τοῦ Ἡλίου ἐν τῷ



Σχ. 29.

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

ἤδη ἐνώσωμεν μὲ συνεχῆ γραμμὴν τὰ ἄκρα  $\eta$ ,  $\eta'$   $\eta''$  . . . τῶν τμημάτων τούτων, βλέπομεν ὅτι αὕτη εἶναι ἔλλειψις (σχ. 30), τῆς ὁποίας μία ἐστία εἶναι τὸ  $\Gamma$ . Ἐπειτα ἐργασθῶμεν ὁμοίως μὲ ἄλλην τιμὴν τοῦ  $\lambda$ . εὐρίσκομεν ἄλλην ἔλλειψιν, τῆς ὁποίας μία ἐστία εἶναι πάλιν τὸ  $\Gamma$  καὶ οὕτω κατ' ἐξῆς. Ὀφείλομεν λοιπὸν νὰ δεχθῶμεν ὅτι τὸ συμπέρασμα τοῦτο ἰσχύει καὶ διὰ τὰς πραγματικὰς ἐν τῷ χώρῳ θέσεις τοῦ Ἥλιου. Ἄρα:



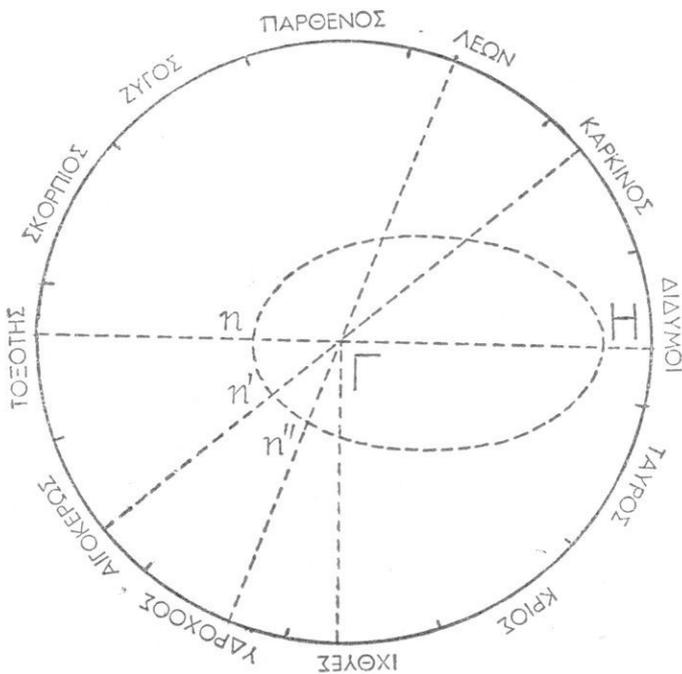
Σχ. 30.

**Ὁ Ἥλιος φαίνεται κινούμενος ἐν τῷ χώρῳ ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς ἐπὶ ἔλλειψεως, τῆς ὁποίας τὴν μίαν τῶν ἐστιῶν κατέχει ἡ  $\Gamma\eta$ .** Τὸ φαινόμενον τοῦτο συμβιβάζεται καὶ ἕξηγεῖ τὴν ἐν τῷ Οὐρανῷ καὶ ἐν μέσῳ τῶν ζῳδίων μετάθεσιν τοῦ Ἥλιου καὶ τὴν περιοδικὴν μεταβολὴν τῆς ἀποστάσεως αὐτοῦ ἀφ' ἡμῶν. Ἀρκεῖ πρὸς τοῦτο νὰ δεχθῶμεν ὅτι τὸ ἐπίπεδον τῆς ρηθείσεως ἔλλειψεως ταυτίζεται μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς Ἐκλειπτικῆς. Πράγματι: Ὄταν ὁ Ἥλιος κατέχη ἐν τῇ τοιαύτῃ τροχιᾷ τὴν θέσιν  $\eta$  (σχ. 31), εὐρισκόμενος εἰς τὴν ἐλάχιστην ἀπὸ τῆς  $\Gamma\eta$  ἀπόστασιν, φαίνεται ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας κατὰ τὴν διεύθυνσιν  $\Gamma\eta$  ἐπὶ τοῦ ἀστερισμοῦ τοῦ Τοξότου. Ἀπὸ τῆς ἐποχῆς ταύτης συνεχῶς κινούμενος ἐπὶ τῆς τροχιᾶς του ἀπομακρύνεται τῆς  $\Gamma\eta$ , μεταβάλλει δὲ καὶ θέσιν ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας. Οὕτω μετὰ ἓνα περίπου μῆνα φθάνει εἰς τὸ σημεῖον  $\eta'$  καὶ φαίνεται ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Αἰγόκερω. Μετὰ ἕξ μῆνας φθάνει εἰς τὸ ἀπώτατον σημεῖον  $\eta$  τῆς τροχιᾶς του καὶ φαίνεται ἐν τῷ ἀστερισμῷ τῶν Διδύμων. Ἐκτοτε διέρχεται διὰ θέσεων τῆς τροχιᾶς του, αἱ ὁποῖαι κεῖνται βαθμυδὸν καὶ κατ' ὀλίγον πλησιέστερον πρὸς τὴν  $\Gamma\eta$ , ἐν ᾧ ἐν τῷ Οὐρανῷ φαίνεται κατὰ σειρὰν ἐν μέσῳ τῶν ἀστερισμῶν Καρκίνου, Λέοντος κ.τ.λ.

**Ὁ μέγας ἄξων  $\eta\text{H}$  τῆς ἔλλειψεως ταύτης καλεῖται γραμμὴ τῶν ἀψίδων.** Τὸ ἐγγύτερον πρὸς τὴν  $\Gamma\eta$  κείμενον ἄκρον  $\eta$  τῆς γραμμῆς τῶν ἀψίδων καλεῖται **περίγειον**, τὸ δὲ ἀπώτατον  $\text{H}$  καλεῖται **ἀπόγειον**.

Ἡ γραμμὴ τῶν ἀψίδων σχηματίζει μὲ τὴν γραμμὴν τῶν ἡλιοστασιῶν ἑλαφρῶς μεταβλητὴν γωνίαν, ἣτις σήμερον εἶναι  $12^\circ$  περίπου.

Τῆς ἐλλείψεως ταύτης ὁ μέγας ἄξων ὀλίγον διαφέρει τοῦ μικροῦ, κατ' ἀκολουθίαν ἡ ἔλλειψις αὕτη ὀλίγον διαφέρει περιφερείας κύκλου.



### Ἀσκήσεις

70) Πόση εἶναι ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ  $\gamma$  καὶ τοῦ ἀπογείου μετρομένη ἀπὸ τοῦ  $\gamma$  κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν;

71) Πόση εἶναι ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ  $\gamma$  καὶ τοῦ περιγείου μετρομένη ἀπὸ τοῦ  $\gamma$  κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν;

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

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

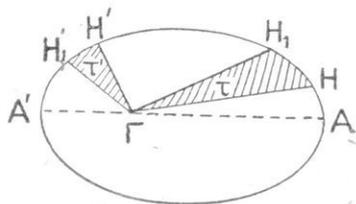
$$\text{Εἶναι δηλ. } \frac{\tau}{\tau'} = \frac{\Delta^2}{\Delta'^2}.$$

#### Ἀσκήσεις

72) Νὰ ἐξετάσητε, ἂν κατὰ τὸ ἀπόγειον ἢ κατὰ τὸ περιόγειον κινεῖται ταχύτερον ὁ Ἡλιος.

**40. Νόμος τῶν ἔμβασθων.** — Ἐστώσαν  $H$  καὶ  $H'$  αἱ θέσεις τοῦ Ἡλίου ἐπὶ τῆς φαινομένης ἐν τῷ χώρῳ τροχιάς του εἰς διαφόρους χρονικὰς στιγμὰς. Ἐστώσαν δὲ  $a, a'$  αἱ ἀντίστοιχοι ἀποστάσεις αὐτοῦ ἀπὸ τῆς  $\Gamma\etaς$ ,  $\Delta, \Delta'$  αἱ φαινόμεναι διαμέτροι αὐτοῦ καὶ  $\tau, \tau'$  αἱ γωνιώδεις ταχύτητες αὐτοῦ κατ' ἀστροικὴν ἡμέραν.

Μετὰ μίαν ἀστροικὴν ἡμέραν ὁ Ἡλιος μεταβαίνει ἐκ μὲν τῆς θέσεως  $H$  εἰς ἄλλην  $H_1$ , ἐκ δὲ τῆς  $H'$  εἰς τὴν  $H'_1$  (σχ. 32). Ἐπειδὴ αἱ ταχύτητες  $\tau$  καὶ  $\tau'$  εἶναι πολὺ μικραὶ (§ 39), δυνάμεθα ἄνευ αἰσθητοῦ σφάλματος νὰ δεχθῶμεν ὅτι  $\Gamma H = \Gamma H_1$  καὶ  $\Gamma H' = \Gamma H'_1$ . Κατ' ἀκολουθίαν οἱ τομεῖς  $H\Gamma H_1$ ,  $H'\Gamma H'_1$  ἕξομοιοῦνται πρὸς κυκλικούς τομεῖς. Ἐὰν δὲ παραστήσωμεν τὰ ἔμβασθὰ αὐτῶν διὰ  $E, E'$ , θὰ εἶναι  $E = \pi a^2 \cdot \frac{\tau}{360}$  καὶ  $E' = \pi a'^2 \cdot \frac{\tau'}{360}$ .



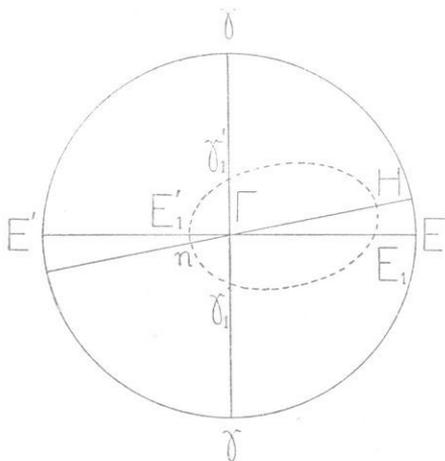
Σχ. 32.

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

Ἐπειδὴ δὲ  $\frac{a}{a'} = \frac{\Delta'}{\Delta}$  (§ 35) καὶ  $\frac{\tau}{\tau'} = \frac{\Lambda^2}{\Delta'^2}$  (§ 39), ἔπεται ὅτι  $\frac{E}{E'} = \frac{\Delta'^2}{\Delta^2} \cdot \frac{\Delta^2}{\Delta'^2} = 1$ . Εἶναι ἄρα  $E = E'$ , ἥτοι ἡ ἐπιβατικὴ ἀκτὶς ΓΗ γράφει ἰσοδυναμους ἐπιφανείας εἰς ἴσους χρόνους. Κατ' ἀκολουθίαν εἰς διπλάσιον, τριπλάσιον κ.τ.λ. χρόνον γράφει ἐπιφανείας μὲ διπλάσιον τριπλάσιον κ.τ.λ. ἐμβαδόν. Συμπεραίνομεν λοιπὸν ὅτι:

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

**41. Ὑψαι τοῦ ἔτους.**— Τὰ ἰσημερινὰ σημεῖα καὶ τὰ ἡλιοστάσια διαιροῦσι τὴν Ἐκλειπτικὴν εἰς τέσσαρα ἴσα τόξα γE, Eγ', γ'E', E'γ (σχ. 33). Οἱ χρόνοι, κατὰ τοὺς ὁποίους ὁ Ἡλιος φαίνεται διανύων



Σχ. 33.

τὰ τόξα ταῦτα, λέγονται κατὰ σειράν: **Ἑαρ, Θέρος, Φθινόπωρον, Χειμῶν.** Πάντες δὲ ὁμοῦ οἱ χρόνοι οὗτοι λέγονται **ῥοι τοῦ ἔτους.** Τὰ τάξα γE, Eγ', γ'E', E'γ τῆς Ἐκλειπτικῆς εἶναι προφανῶς προβολαὶ ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας τῶν τόξων γ<sub>1</sub>E<sub>1</sub>, E<sub>1</sub>γ'<sub>1</sub>, γ'<sub>1</sub>E'<sub>1</sub>, E'<sub>1</sub>γ<sub>1</sub> εἰς τὰ ὁποῖα διαιρεῖται ἡ ἔλλειπτικὴ τροχιά τοῦ Ἡλίου ὑπὸ τῆς ἰσημερινῆς γραμμῆς καὶ τῆς γραμμῆς τῶν τροπῶν. Αἱ διαίρεσες αἶμα ἔρα E, Θ, Φ, X τῶν ῥῶν τοῦ ἔτους εἶναι ἀντι-

στοίχως ἴσαι πρὸς τοὺς χρόνους, καθ' οὓς ὁ Ἡλιος διανύει κατὰ σειράν τὰ 4 ταῦτα τόξα τῆς τροχιάς αὐτοῦ. Κατὰ δὲ τὸν νόμον τῶν ἐμβαδῶν (§ 40) εἶναι  $\frac{(\gamma_1 \Gamma E_1)}{E} = \frac{(E_1 \Gamma \gamma'_1)}{\Theta} = \frac{(\gamma'_1 \Gamma E'_1)}{\Phi} = \frac{(E'_1 \Gamma \gamma_1)}{X}$ . (1)

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

πίπτει μὲ τὴν γραμμὴν τῶν ἡλιοστασιῶν, ἐννοοῦμεν εὐκόλως ὅτι :

$$(E_1 \Gamma \Gamma'_1) > (\gamma_1 \Gamma E_1) > (\gamma'_1 \Gamma E'_1) > (E'_1 \Gamma \Gamma_1) \quad (2)$$

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

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

Σημείωσις. Τὸ Ἔαρ καὶ τὸ Θέρους ἴσου ἔχουσιν 7 ἡμέρας καὶ 15,2 ὥρας περισσοτέρας τοῦ Φθινοπώρου καὶ τοῦ Χειμῶνος. Ὡστε ὁ ἥλιος μένει ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαιρίῳ τοῦ Οὐρανοῦ 7 ἡμέρας καὶ 15,2 ὥρας περισσότερο ἢ ἐν τῷ νοτίῳ (Διατί; ).

### Ἀσκήσεις

73) Νὰ σπουδάσητε τὴν μεταβολὴν τῆς ἀποκλίσεως τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἔαρος καὶ ἐξῆς.

74) Νὰ σπουδάσητε τὴν μεταβολὴν τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἔαρος καὶ ἐξῆς.

75) Νὰ ὀρίσητε κατὰ ποίας ὥρας τοῦ ἔτους ἡ ἀπόκλισις τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου εἶναι θετικὴ καὶ κατὰ ποίας εἶναι ἀρνητικὴ.

76) Νὰ ὀρίσητε κατὰ ποίας ὥρας τοῦ ἔτους ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου εἶναι μεγαλυτέρα καὶ κατὰ ποίας μικροτέρα τῶν 12 ὡρῶν.

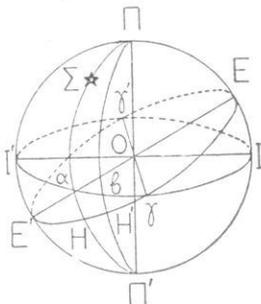
77) Νὰ ὀρίσητε τὴν πολικὴν ἀπόστασιν τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν ἀρχὴν ἐκάστης τῶν ὡρῶν τοῦ ἔτους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄

### ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ

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

**Ἄληθης ἡλιακὸς χρόνος ἢ ἀληθῆς ἡλιακὴ ὥρα** τόπου τινός κατὰ τινα στιγμήν λέγεται ἡ ὠριαία γωνία τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν στιγμήν ταύτην.



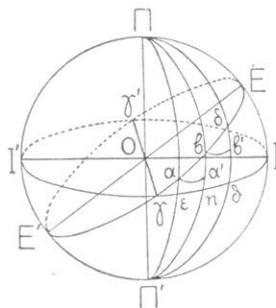
Σχ. 34.

τόπον Ο (σχ. 34). Μετὰ μίαν ἀστρικήν ἡμέραν ὁ ἀστήρ Σ μεσουρανεῖ πάλιν εἰς τὸν τόπον Ο, ἐν ᾧ ὁ Ἥλιος εὐρίσκεται ἀνατολικώτερον εἰς θέσιν Η' ἕνεκα τῆς ἰδίας πρὸς ἀνατολὰς κινήσεώς του. Διὰ τὴν μεσουρανῆσιν δὲ οὗτος καὶ συμπληρωθῆ οὕτω μία ἀληθῆς ἡλιακὴ ἡμέρα, πρέπει ὁ ὠριαῖος ΠΗ'Π' τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου νὰ στραφῆ πρὸς δυσμὰς κατὰ τὴν διέδρον γωνίαν Η'ΠΠ'Σ. Θὰ παρέλθῃ λοιπὸν ἀκόμη χρόνος ἴσος πρὸς τὸν μετροῦντα τὸ τόξον αβ τοῦ οὐρανοῦ Ἰσημερινοῦ, ἢτοι ἴσος πρὸς τὴν ἀΐξισιν τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν ἡλιακὴν ταύτην ἡμέραν.

Βλέπομεν λοιπὸν ὅτι: **Ἐκάστη ἀληθῆς ἡλιακὴ ἡμέρα ὑπερβαίνει τὴν ἀστρικήν κατὰ τὴν ἀΐξισιν τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν ἡλιακὴν ταύτην ἡμέραν.** Ἡ ὑπεροχὴ αὕτη τῆς ἀληθοῦς ἡλιακῆς ἡμέρας ἀπὸ τὴν ἀστρικήν δὲν εἶναι σταθερά. Διότι, ἕνεκα τῆς ἀνωμάλου κινήσεως τοῦ Ἡλίου ἐπὶ τῆς Ἐκλειπτικῆς καὶ τῆς λοξώσεως αὐτῆς, εἰς τὰ εἰς ἴσους χρόνους διανύμενα τόξα γα, αβ, βδ κ. λ. π. (σχ. 35) ἀντιστοιχοῦσιν ἄνισα τόξα γε, εη, ηθ κ. τ. λ. τοῦ Ἰσημερινοῦ. Ἔπεται λοιπὸν ὅτι ἡ ἀληθῆς ἡλιακὴ ἡμέρα εἶναι ἄλλοτε ὀλιγώτερον καὶ ἄλλοτε περισσώτερον μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν σταθερὰν

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

Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι εἷς ἀπλανὴς ἀστήρ Σ μεσουρανεῖ κατὰ τινα στιγμήν συγκρίτως μὲ τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου εἰς ἓνα



Σχ. 35.

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

αστρικὴν ἡμέραν. **Εἶναι ἄρα αἱ ἀληθεῖς ἡλιακαὶ ἡμέραι ἄνισοι.** Κατὰ μέσον ὄρον ἢ ἀληθῆς ἡλιακὴ ἡμέρα εἶναι μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν ἀστρικὴν κατὰ  $3^{\pi} 56^{\delta}$  καὶ κυμαίνεται ἢ διαφορὰ τῶν ἡμερῶν τούτων μεταξὺ μεγίστης τιμῆς  $3^{\pi} 56^{\delta} + 20^{\delta} = 4^{\pi} 16^{\delta}$  καὶ ἐλαχίστης  $3^{\pi} 56^{\delta} - 20^{\delta} = 3^{\pi} 36^{\delta}$ .

**43. Μέσος ἡλιακὸς χρόνος.** — Ἐάν ὁ ἥλιος ἐκινεῖτο ἰσοταχῶς καὶ ἐπὶ τοῦ οὐρ. Ἰσημερινοῦ, αἱ ἀληθεῖς ἡλιακαὶ ἡμέραι θὰ ἦσαν ἴσαι. Διότι ἢ ὑπεροχὴ ἐκάστης ἀπὸ τὴν ἀστρικὴν θὰ ἦτο σταθερά. Ὅδηγοῦμενοι ἐκ τούτου οἱ ἀστρονόμοι φαντάζονται ἕνα πλαστὸν ἥλιον, ὁ ὁποῖος κινεῖται ἰσοταχῶς ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ Ἰσημερινοῦ καὶ διατρέχει αὐτὸν εἰς ὅσον χρόνον ὁ ἀληθῆς ἥλιος διατρέχει τὴν Ἐκλειπτικὴν. Ὁ πλαστὸς οὗτος ἥλιος λέγεται **μέσος ἥλιος**. Ὁ δὲ χρόνος, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἄνω μεσουρανήσεων εἰς ἕνα τόπον τοῦ μέσου ἡλίου, λέγεται **μέση ἡλιακὴ ἡμέρα**.

Ἡ στιγμὴ τῆς ἄνω μεσουρανήσεως εἰς ἕνα τόπον τοῦ μέσου ἡλίου λέγεται **μέση μεσημβρία**, ἢ δὲ στιγμὴ τῆς κάτω μεσουρανήσεως αὐτοῦ λέγεται **μέσον μεσονύκτιον**.

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

Ἡ ὠριαία γωνία τοῦ μέσου ἡλίου κατὰ τινὰ στιγμὴν εἰς ἕνα τόπον λέγεται **μέσος ἡλιακὸς χρόνος**, ἢ **μέση ἡλιακὴ ὥρα** τοῦ τόπου κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην.

Τὰ ὠρολόγια ἡμῶν δεικνύουσι μέσην ἡλιακὴν ὥραν.

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

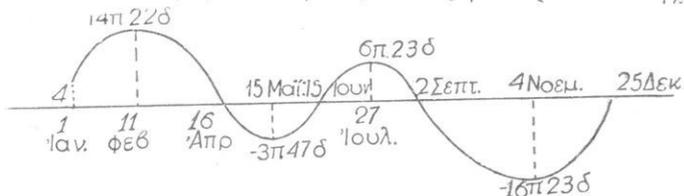
$$X_{\mu} = X_a + \epsilon. \quad (1)$$

Ἡ ἰσότης αὕτη διὰ τὴν ἀληθῆ ἡμερομηνίαν γίνεται  $X_{\mu} = \epsilon$ , ἂν λαμβάνηται ὡς ἀρχὴ τῆς μετρούσεως τοῦ ἀληθοῦς χρόνου ἢ ἀληθῆς μεσημβρίας.

Ἐπολογίζουσι δὲ τὴν  $\epsilon$  οἱ ἀστρονόμοι διὰ μεθόδου, τὴν ὁποίαν

διδάσκει ἡ οὐράνιος Μηχανική, καὶ ἀναγράφουσιν εἰς τὰς ἀστρονομικὰς ἐφημερίδας τὴν τιμὴν αὐτῆς δι' ὅλας τὰς ἡμέρας τοῦ ἔτους. Ἴνα δὲ ἐν ὠρολόγιον δεικνύη μέσον χρόνον τόπου τινός, ἀρκεῖ νὰ κανονισθῇ οὕτως, ὥστε κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἄνω ἐν αὐτῷ μεσουρανήσεως τοῦ κέντρου τοῦ ἀληθοῦς Ἡλίου νὰ δεικνύη ὥραν ἴσην πρὸς τὴν τιμὴν τῆς ἐξίσωσως τοῦ χρόνου κατὰ τὴν ἡμέραν ἐκεῖνην.

Ἡ ἐξίσωσις τοῦ χρόνου εἶναι ἄλλοτε θετική καὶ ἄλλοτε ἀρνητική. Τοῦτο σημαίνει ὅτι προηγείται ἄλλοτε ὁ μέσος καὶ ἄλλοτε ὁ ἀληθῆς Ἡλιος. Περὶ τὴν 16<sup>ην</sup> Ἀπριλίου, 15<sup>ην</sup> Ἰουνίου, 2<sup>αν</sup> Σεπτεμβρίου καὶ 25<sup>ην</sup> Δεκεμβρίου ἡ ἐξίσωσις τοῦ χρόνου γίνεται μηδέν. Κατὰ τὰς ἡμέρας ταύτας ὁ ἀληθῆς καὶ ὁ μέσος Ἡλιος μεσουρανοῦσι συγχρόνως.



Σχ. 36.

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

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

#### Ἐσ κ ῆ σ ε ι ς

78) Ὅταν τὰ ὠρολόγια ἡμῶν ἐδείκνυον μέσον χρόνον Ἀθηνῶν, νὰ ὁρίσητε ποῖον τῶν ἐκατέρωθεν τῆς ἀληθοῦς μεσημβρίας τμημάτων τῆς 11<sup>ης</sup> Φεβρουαρίου ἐφαίνετο μεγαλύτερον καὶ κατὰ πόσον.

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

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

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

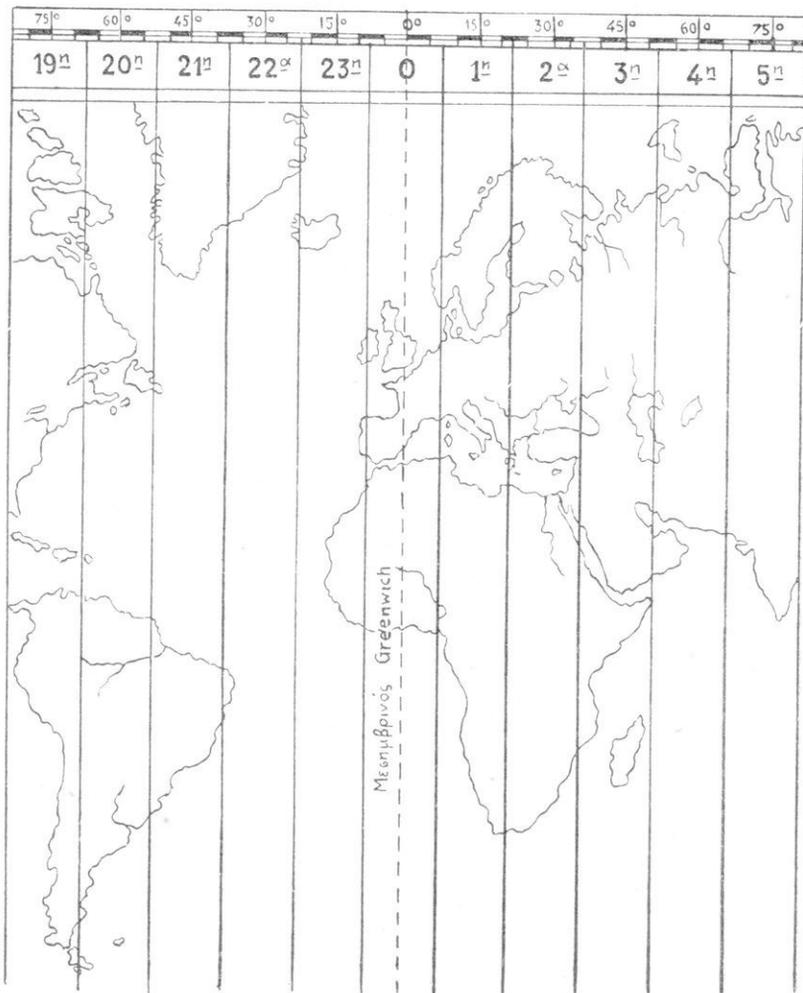
Νοεῖται ἡ ἐπιφάνεια τῆς Γῆς διηρημένη διὰ 24 μεσημβρινῶν εἰς ἀτράκτους 15° καὶ οὕτως, ὥστε ὁ α' τούτων νὰ διχοτομῆται ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ προαστείου τοῦ Λονδίνου Greenwich, ἐνθα ὑπάρχει τὸ περίφημον Ἀγγλικὸν ἀστεροσκοπεῖον. Ἡ πρωτεύουσα ἐκάστου Κράτους δέχεται ὡς ὥραν τὴν μέσῃν ὥραν τοῦ μεσημβρινοῦ,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

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

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

Ἀπὸ τῆς 15ης Ἰουλίου 1916 ἡ Ἑλλὰς προσεχώρησεν εἰς τὸ ἐκτεθὲν σύστημα καὶ ἔκτοτε ἔχει ὡς ἐπίσημον ὥραν τὴν ὥραν τῆς ἀνατολικῆς Εὐρώπης, ἡ ὁποία εἶναι μεγαλυτέρα τῆς μέσης ὥρας Ἀθηνῶν κατὰ 25<sup>π</sup> 5,1<sup>δ</sup>.

Ἡ εἰσαγωγή παρ' ἡμῖν τῆς ἄνω ρηθείσης ἐπισήμου ὥρας ἐτροποποίησε τὰ φαινόμενα τῆς ἀνισότητος τῶν ἑκατέρωθεν τῆς ἀληθοῦς μεσημβρίας τμημάτων ἐκάστης ἡμέρας. Πρὸς κατονήσιν τούτου ἄς καλέσωμεν  $X_e$  τὴν ἐπίσημον ὥραν κατὰ τινὰ στιγμήν,  $X_m$  τὴν μέσῃν ὥραν τῶν Ἀθηνῶν καὶ  $X_a$  τὴν ἀληθῆ ἡλιακὴν ὥραν κατὰ τὴν αὐτὴν



ῥωριαῖοι ἄτρακτοι.

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

στιγμῆν. Ἐπειδή, ὡς εἶπομεν προηγουμένως, εἶναι  $X_\varepsilon = X_\mu + 25^\pi 5,1^d$  ἄφ' ἑτέρου δὲ (§ 44) εἶναι  $X_\mu = X_\alpha + \varepsilon$ , ἔπεται ὅτι

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

Ἡ ἰσότης αὕτη διὰ τὴν ἀληθῆ μεσημβριαν γίνεται  $X_\varepsilon = \varepsilon + 25^\pi 5,1^d$

Ἐπειδὴ δὲ (§ 44) ἡ ἀπόλυτος τιμὴ τοῦ  $\varepsilon$  εἶναι πάντοτε μικροτέρα τῶν  $25^\pi 5,1^d$ , ἔπεται ὅτι πάντοτε εἶναι  $X_\varepsilon > 0$ . Τοῦτο σημαίνει ὅτι κατὰ τὴν ἀληθῆ μεταμεσημβριαν ἡ ἐπίσημος ὥρα, ἣν δεικνύουσι τὰ ὥρολόγια ἡμῶν, εἶναι προχωρημένη κατὰ  $\varepsilon + 25^\pi 5,1^d$  ὑπὲρ τὴν ἀληθῆ. Φαίνεται ὅρα τὸ μεσημβρινὸν τμήμα τῆς ἡμέρας μεγαλύτερον τοῦ προμεσημβρινοῦ κατὰ χρόνον ( $\varepsilon + 25^\pi 5,1^d$ ). 2.

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

#### Ἀσκήσεις

81) Νὰ εὑρῆτε πόσον φαίνεται μεγαλύτερον τὸ μεταμεσημβρινὸν ἀπὸ τὸ προμεσημβρινὸν τμήμα τῆς 1<sup>ης</sup> Ἰανουαρίου ἐν Ἀθήναις.

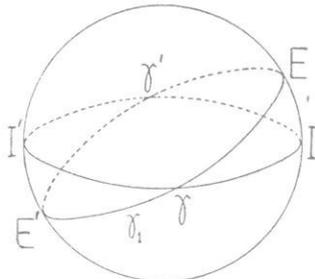
82) Τὸ αὐτὸ διὰ τὴν 15<sup>ην</sup> Μαΐου, 27<sup>ην</sup> Ἰουλίου καὶ 4<sup>ην</sup> Νοεμβρίου.

83) Τὸ αὐτὸ διὰ τὴν 16<sup>ην</sup> Ἀπριλίου, 15<sup>ην</sup> Ἰουνίου, 2<sup>αν</sup> Σεπτεμβρίου καὶ 25<sup>ην</sup> Δεκεμβρίου.

46. Τροπικόν, ἀστρικόν καὶ πολιτικόν ἔτος. — Τροπικὸν ἔτος καλεῖται ὁ χρόνος, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξύ δύο διδοχικῶν ἀποκαταστάσεων τοῦ κέντρου τοῦ Ἥλιου εἰς τὸ σημεῖον γ. Ὁ χρόνος οὗτος εἶναι σχεδὸν σταθερός· ἐπὶ τῇ βᾶσει δὲ πολυετῶν παρατηρήσεων ὑπελογίσθη εἰς 366,242217 ἀστρικάς ἡμέρας. Ὁ ὑπολογισμὸς γίνεται ὡς ἐξῆς. Διαιρεῖται ὁ χρόνος, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξύ δύο λιαν μεμακρυσμένων ἑαρινῶν ἰσημεριῶν διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἄλλων ἰσημεριῶν, αἱ ὁποῖαι κατ' αὐτὸν συνέβησαν, ἠὲξημένου κατὰ 1. Οὕτως, ἂν μεταξύ ἑαρινῆς ἰσημερίας, ἣτις λαμβάνεται πρώτη καὶ τῆς 25<sup>ης</sup> ἅπ' αὐτῆς παρῆλθον  $a$  ἀστρικά ἡμέραι, ἡ διάρκειά τοῦ τροπικοῦ ἔτους εἶναι  $\frac{a}{24}$  ἀστρικά ἡμέραι. Ἐντὸς ἐνὸς τροπικοῦ ἔτους τὸ σημεῖον γ ἔνεκα τῆς ἡμερησίας κινήσεως γράφει τόξον  $360^\circ \cdot 366,242217$ .

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

**Ἀστρικὸν ἔτος καλεῖται ὁ χρόνος, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξύ δύο διαδοχικῶν ἀποκαταστάσεων τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον τῆς Ἐκλειπτικῆς.**



Σχ. 37.

Ἄν τὸ σημεῖον γ ἔμμεν ἀκίνητον ἐπὶ τῆς Ἐκλειπτικῆς, τὸ ἀστρικὸν καὶ τὸ τροπικὸν ἔτος θὰ ἦσαν ἴσα. Ἄλλ' ὁ Ἕλληνας ἀστρονόμος Ἰππαρχος (2<sup>ος</sup> αἰὼν π. Χ.) ἀνεκάλυψεν ὅτι τὸ σημεῖον γ ὡς καὶ τὸ γ' μετατοπίζονται ἐπὶ τῆς Ἐκλειπτικῆς ἐξ Α πρὸς Δ κατὰ τόξον  $\gamma\gamma_1 = 50', 26$  ἐτησίως. Ἐνεκα τούτου μετὰ πάροδον ἐνὸς τροπικοῦ ἔτους ὁ ἥλιος εὐρίσκειται εἰς τὸ  $\gamma_1$  (σχ. 37). Ἴνα δὲ ἔλθῃ εἰς τὴν θέσιν γ καὶ συμπληρωθῇ οὕτως ἐν ἀστρικὸν ἔτος, πρέπει νὰ παρέλθῃ χρόνος τις, κατὰ τὸν ὁποῖον νὰ διανύσῃ τὸ  $\gamma_1\gamma$ . εἶναι δὲ ὁ χρόνος οὗτος  $0,014157$  μέσας ἡλιακῆς ἡμέρας.

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

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

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



Ἰππαρχος  
ἐκ Νιζαίας τῆς Βιθυνίας.

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

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

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

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

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

Ἐδωκε δὲ ἔπειτα εἰς τὸ πολιτικὸν ἔτος μέσην διάρκειαν 365,25 ἡμερῶν. ὅση ἐπὶ Ἰαπάρχου ἐπιστεύετο ἡ διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους. Πρὸς τοῦτο διέταξεν, ὅπως ἐκ τεσσάρων διαδοχικῶν ἐτῶν τὰ μὲν τρίτα πρῶτα ἔτη περιέχουσιν ἀνὰ 365 ἡμέρας ἕκαστον, τὸ δὲ τέταρτον 366 ἡμέρας.

Ἡ πρόσθετος ἡμέρα ἕκαστου τετάρτου ἔτους παρεντίθετο μεταξὺν 24ης καὶ 25ης Φεβρουαρίου καὶ ἐκαλεῖτο δις ἕκτη πρὸ τῶν Καλενδῶν τοῦ Μαρτίου, διότι ἡ 24η Φεβρουαρίου ἐκαλεῖτο ἕκτη πρὸ τῶν Κα-

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

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

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

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

Ἐπειδὴ τὸ τροπικὸν ἔτος ἀποτελεῖται ἀκριβῶς ἐκ 365,242217 μέσων ἡλιακῶν ἡμερῶν, ἡ μέση διάρκεια τοῦ πολιτικοῦ ἔτους τοῦ Ἰουλιανοῦ ἡμερολογίου ὑπερέχει τοῦ τροπικοῦ κατὰ 365,25—365,242217 = 0,007783 μ. ἡλ. ἡμέρας. Ἡ διαφορὰ αὕτη ἐντὸς 400 ἐτῶν ἀνέρχεται εἰς 0,007783·400 = 3,1132 μ. ἡλ. ἡμέρας. Ἡ ἡμερομηνία ἀρα ὑστερεῖ κατὰ 3,1132 μ. ἡλ. ἡμέρας ἀπὸ 400 ἔτη.

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

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

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

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

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

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

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

#### Ἀ σ κ ῆ σ ε ι ς

84) *Νὰ εὔρητε ποίαν ἡμερομηνίαν τοῦ Γρηγοριανοῦ ἡμερολογίου ἔφερren ἢ 1η Ἰανουαρίου 1583 κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον.*

85) *Νὰ εὔρητε ποίαν ἡμερομηνίαν τοῦ Ἰουλιανοῦ ἡμερολογίου ἔφερren ἢ 8η Μαρτίου 1632 τοῦ Γρηγοριανοῦ ἡμερολογίου.*

86) *Νὰ εὔρητε κατὰ ποίαν ἡμερομηνίαν τοῦ Γρηγοριανοῦ ἡμερολογίου ἀνεκηρύχθη ἡ Ἑλληνικὴ Ἐπανάστασις.*

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

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

## Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο Ν Γ'

### ΣΥΣΤΑΣΙΣ, ΑΠΟΣΤΑΣΙΣ, ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΗΛΙΟΥ

**48. Φυσικὴ σύστασις τοῦ Ἡλίου.** — 1) **Φωτόσφαιρα.** Ὁ Ἡλιος δι' ἀσθενοῦς ὀρώμενος τηλεσκοπίου φαίνεται ὡς κυκλικὸς δίσκος λευκοῦ καὶ θαμβοῦντος φωτὸς φέρον εἰς διάφορα μέρη σπάνια μελανὰ σημεῖα.

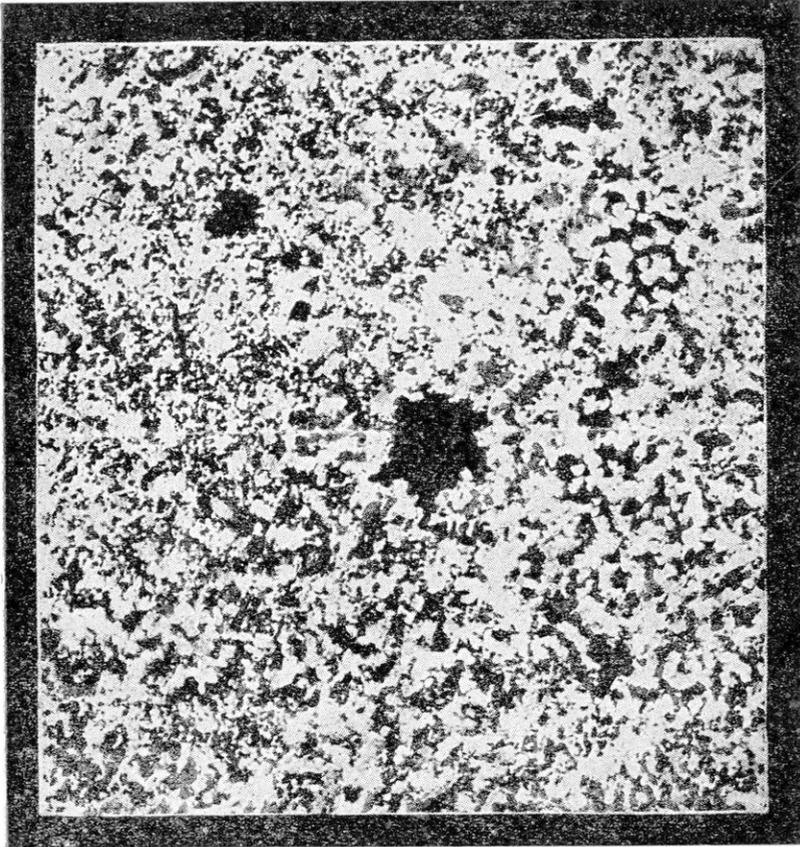
Δι' ἰσχυροῦ ὅμως ὀρώμενος τηλεσκοπίου παρουσιάζει ὅλως διάφορον ὄψιν. Ἡ ἡλιακὴ ἐπιφάνεια φαίνεται γενικῶς κοκκώδης. Οἱ ἐπ' αὐτῆς παρατηρούμενοι κόκκοι εἶναι στρογγύλοι ὡς κόκκοι ὀρυζῆς, ἐξόχως λαμπροὶ καὶ φαίνονται ὅτι αἰωροῦνται ἐντὸς ρευστοῦ, τὸ ὁποῖον εἶναι ὀλιγώτερον φωτεινὸν ἀπὸ ἐκείνους. Εἶναι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

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

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

Κ η λ ἰ δ ε ς. Εἴπομεν προηγουμένως ὅτι, ὅταν βλέπωμεν τὸν

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

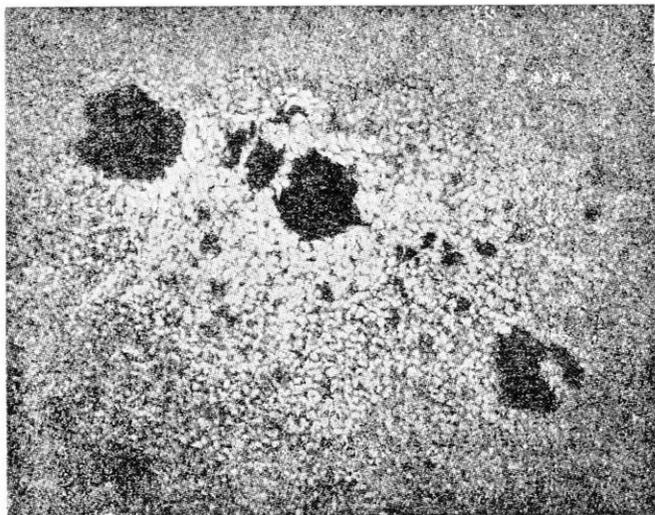


Φωτογραφία μέρους τοῦ Ἡλιακοῦ δίσκου.

Ἐκάστη κηλὶς ἀποτελεῖται ἐκ κεντρικοῦ σκοτεινοῦ πυρήνος, ὅστις καλεῖται **σκιὰ** καὶ ἐκ τοῦ περιβάλλοντος αὐτὴν καὶ ὀλιγώτερον σκοτεινοῦ μέρους, τὸ ὁποῖον καλεῖται **σκιόφως** ἢ **περισχίασμα**.

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

ρετηρήθησαν κηλίδες, τῶν ὁποίων ἡ διάμετρος ἦτο πενταπλασία τῆς γήινης διαμέτρου.

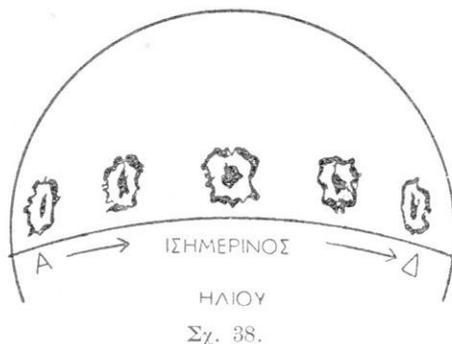


Φωτογραφία ἡλιακῆς κηλίδος.

Ἡ ἐμφάνισις πολυαρίθμων καὶ μεγάλων κηλίδων παρετηρήθη ὅτι γίνεται περιοδικῶς ἀνὰ 11 ἔτη συμπύπτουσα μὲ τὰς σημαντικώτερας διαταράξεις τῆς μαγνητικῆς βελόνης. Μετὰ 6 περίπου ἔτη ἀπὸ τῆς πα-

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

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



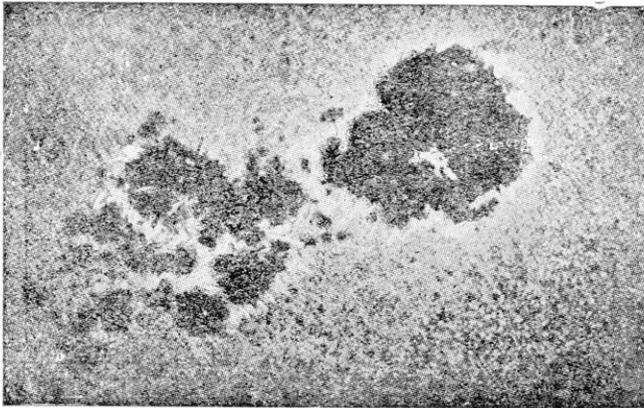
εἰς τὸ ὁποῖον ἐξαφανίζονται, ἵνα πάλιν μετὰ τινὰς ἡμέρας ἐμφανισθῶσιν εἰς τὸ ἀνατολικὸν χεῖλος καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς, μέχρις οὗ διαλυθῶσιν (σχ. 38).

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

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

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

Ἄλλοτε αἱ κηλίδες ἐθεωροῦντο κοιλότητες ἐντὸς τῆς φωτοσφαίρας



Φωτογραφία ομάδος ἡλιακῶν κηλίδων.

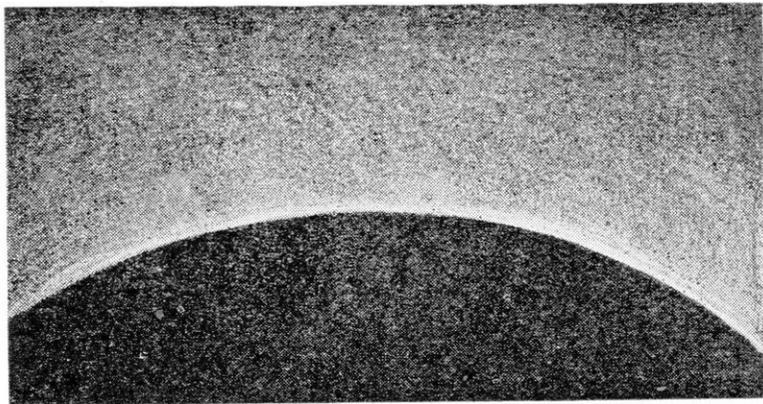
πλήρεις ἀερίων καὶ ἀτμῶν ψυχροτέρων τῶν παρακειμένων μερῶν τῆς φωτοσφαίρας καὶ ἐπομένως ὀλιγώτερον φωτεινῶν. Σήμερον ὅμως αὐτὰ θεωροῦνται ὡς ἀποτέλεσμα βιαιοτάτων καὶ τεραστίων στροβίλων, οἱ ὅποιοι ἀπορροφῶσιν ἀέρια ἐκ βαθυτέρων ἡλιακῶν στρωμάτων. Τὰ ἀέρια ταῦτα ἀνέρχονται πολὺ ὑπεράνω τῆς φωτοσφαίρας καὶ διαστέλλονται περισσότερον. Ἐνεκα δὲ τούτου ἡ θερμοκρασία αὐτῶν κατέρχεται μέχρι  $4000^{\circ}$  K περίπου. Ἄφ' οὗ δὲ πέσωσιν ἐπὶ τῆς φωτοσφαίρας φαίνονται ὡς σκοτεινὰ περιοχὰ ἐξ ἀντιθέσεως πρὸς τὴν λαμπροτέραν φωτόσφαιραν.

Εἰς τὸ Ἀστεροσκοπεῖον τοῦ ὄρους Wilson τῆς Ἀμερικῆς ἐπέτυ-

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

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

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



Φωτογραφία ἡλιακῶν προεξοχῶν καὶ χρωμοσφαίρας κατὰ μίαν ἡλιακὴν ἐκλειψιν.

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

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

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

καὶ τριάκοντα χιλιάδων λευγῶν μετὰ ταχύτητος πολλῶν ἑκατοντάδων χιλιομέτρων κατὰ δευτερόλεπτον. Κατὰ τὰς ὀλικὰς ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου αἱ προεξοχαὶ φαίνονται ὡς τεράστια περοθύσανοι. Αὐταὶ ὀφείλονται εἰς ἐκρήξεις αερίων, ὧν ἐπικρατέστερον τὸ ὕδρογόνον. Ἀπὸ τοῦ 1868 χάρις εἰς ἀπλῆν μέθοδον, τὴν ὁποίαν συγχρόνως καὶ ἐν ἀγνοίᾳ ἀλλήλων ὑπέδειξαν οἱ Janssen καὶ Lockyer εἶναι δυνατόν νὰ παρατηρῶνται καὶ σπουδάζωνται αἱ προεξοχαὶ ὑπὸ τὰς συνήθεις συνθήκας, ἐκτὸς δηλαδὴ τῶν ἐκλείψεων τοῦ Ἡλίου. Καταλληλότερον δὲ πρὸς τοῦτο ὄργανον εἶναι ὁ φασματοηλιογράφος τοῦ διαπρεποῦς Ἀερικανοῦ ἀστρονόμου Halle.



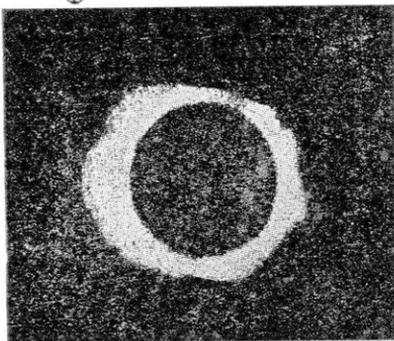
Αἱ ὄψεις μεταλλίου κοπέντος πρὸς τιμὴν τῶν Janssen καὶ Lockyer διὰ τὴν ὥραιαν ἀναζάλυσίν των.

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

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

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

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

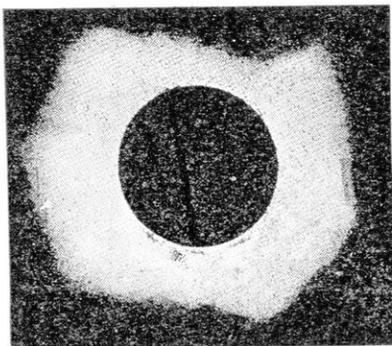


Φωτογραφία ἡλιακοῦ στέμματος

Διότι δι' αὐτοῦ ἐπιτυγχάνεται ἀληθῆς τεχνητὴ ὀλικὴ ἡλιακὴ ἔκλειψις.

Ἐπὶ μακρὸν δὲ αἱ προεξοχαὶ καὶ τὸ στέμμα ἐθεωροῦντο ὡς φαινόμενα προκαλούμενα ὑπὸ σεληνιακῆς ἀτμοσφαιρας. Κατὰ τὸ 1851 τὸ πρῶτον παρατήρησαν ὅτι ἡ σελήνη ἐφαίνετο ὅτι ἀπέκρυπτε τὰς προεξοχὰς κατὰ τὴν φορὰν τῆς φαινομένης ἐν τῷ Οὐρανῷ κινήσεώς της καὶ ἀπεκάλυπτε αὐτάς ἀπὸ τοῦ ἀντιθέτου μέρους. Συνεπέρανον ὅθεν ἐκ τούτου ὅτι αἱ προεξοχαὶ ἀνήκουσιν εἰς τὸν Ἥλιον.

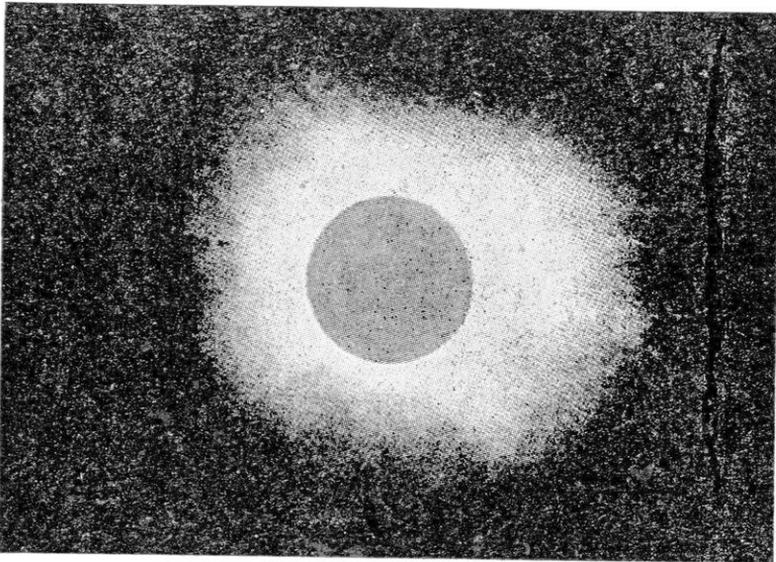
Ὅπως ἡ ἀπορροφητικὴ σιβάς καὶ ἡ χρωμόσφαιρα, οὕτω καὶ τὸ στέμμα εἶναι ἀόρατον ὑπὸ τὰς συνήθους συνθήκας. Διότι τὸ φῶς αὐτοῦ ἀποπνίγεται ἐν μέσῳ τοῦ ἰσχυροτέρου φωτός τῆς φωτοσφαιρας. Δι' αὐτὸ μέχρι πρὸ ὀλίγων ἔτων τὸ στέμμα παρατηρεῖτο μόνον κατὰ τὰς ὀλικὰς ἔκλειψεις τοῦ Ἥλιου. Σήμερον ὁμως διὰ τοῦ **στεμματογράφου** τοῦ Lyot παρατηρεῖται καὶ σπουδάζεται τοῦτο καὶ ἐκτὸς τῶν ἔκλειψεων.



Φωτογραφία ἡλιακοῦ στέμματος

5) **Κεντρικός πυρήν.** Ἐσώθεν τῆς φωτοσφαίρας κεῖται ὁ κεντρικός πυρήν τοῦ Ἡλίου, ὅστις ἀποτελεῖ τὰ  $\frac{9}{10}$  τῆς ὅλης ἠλιακῆς μάζης. Ὁ πυρήν οὗτος εἶναι διάπυρος, ἡ δὲ θερμοκρασία αὐτοῦ ὑπολογίζεται εἰς 18—20 ἑκατομμύρια βαθμῶν Κελσίου. Κατὰ τινες δὲ διατελεῖ ἐν ἀερώδει καταστάσει. Κατὰ τὰ προειρημένα ὁ Ἡλιος ἀποτελεῖται ἐκ τῶν ἀκολούθων μερῶν :

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



Φωτογραφία ἠλιακοῦ στέμματος.

49. **Ἡ θερμοκρασία καὶ τὸ μέλλον τοῦ Ἡλίου.**—Ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας τοῦ Ἡλίου ὑπολογίζεται εἰς 5000 βαθμοὺς Κελσίου περίπου. Ἐπειδὴ ὅμως εἰς τὴν ἀκτινοβολίαν τῆς θερμότητος λαμβάνουσι μέρος ἐν μέρει καὶ ὀλίγον βαθύτερα στρώματα ὑψηλότερας θερμοκρασίας, ὑπολογίζουσιν εἰς 6000 περίπου βαθμοὺς τὴν θερμοκρασίαν τῆς ὀλιγῆς ἠλιακῆς ἀκτινοβολίας.

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

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

Α'. Ἡ πῶσις ἐπὶ τοῦ Ἡλίου διαφόρων ξένων σωματίων ἀναλόγων πρὸς τοὺς εἰς τὴν Γῆν πίπτοντας μετεωρολίθους καὶ διάττοντας ἀστέρας. Προφανῶς ἡ μεγάλη ἐλκτική δύναμις τοῦ Ἡλίου προκαλεῖ πῶσιν ἐπ' αὐτοῦ πολλῶν τοιούτων σωματίων. Ἡ δὲ ἔνεκα τῆς πώσεως αὐτῶν ἀναπτυσσομένη θερμότης ἀναπληρώνει μικρὸν ποσοστὸν τῆς ἐκλυομένης θερμότητος.

Β'. Ἔνεκα βαθμιαίας συστολῆς τοῦ Ἡλίου τὰ διάφορα μέρη αὐτοῦ πλησιάζοντα πρὸς τὸ κέντρον ὑφίστανται τριβὴν. Ἔνεκα δὲ ταύτης ἀναπτύσσεται θερμότης.

Γ'. Εἶναι γνωστὸν ὅτι τὰ ἀκτινεργὰ καλούμενα σώματα, ὡς τὸ ράδιον, οὐράνιον, φθόριον αὐτομάτως καὶ συνεχῶς μετασχηματίζονται εἰς ἄλλα σώματα. Κατὰ τὸν μετασχηματισμὸν δὲ τούτον ἀκτινοβολεῖται θερμότης ὑπ' αὐτῶν. Ἐν λοιπόν, ὡς πιστεύεται, ὑπάρχουσι τοιαῦτα σώματα εἰς τὸν Ἡλίον, οὗτος λαμβάνει τὴν παρ' αὐτῶν ἐκλυομένην θερμότητα.

Δ'. Ἡ σημαντικότερα πηγὴ θερμότητος εἶναι ἡ πρὸ ὀλίγων ἐτῶν (1938 — 1939) βεβαιωθεῖσα ἐνδοατομικὴ δρᾶσις. Κατ' αὐτὴν ἔνεκα τῆς λίαν ὑψηλῆς θερμοκρασίας τοῦ Ἡλίου τὸ ὕδρογόνον αὐτοῦ μετασχηματίζεται εἰς ἥλιον, ἐν ᾧ μέρος τῆς μάζης τοῦ ὑδρογόνου ἐμφανίζεται ὡς ἐνέργεια ὑπὸ μορφήν θερμότητος, τὴν ὁποίαν λαμβάνει ἡ ἡλιακὴ μάζα. Ὑπελογίσθη δὲ ὅτι μόνη ἡ πηγὴ αὕτη δύναται νὰ διατηρήσῃ τὴν ἡλιακὴν ἀκτινοβολίαν ἐπὶ 100 — 115 περίπου δισεκατομμύρια ἔτη. Ἡ σημαντικὴ αὕτη αὔξησις τῆς θερμότητος τοῦ Ἡλίου ἀναπληρώνει τὴν ἀκτινοβολουμένην καὶ συντελεῖ εἰς λίαν μὲν βραβεῖαν, ἀλλὰ συνεχῆ αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ Ἡλίου. Διὰ τοῦτο ὑπολο-

γίξεται ὅτι μετὰ 10 περίπου δισεκατομμύρια ἔτη ἢ ἐκ τῆς ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας ἐξαρτωμένη θερμοκρασία τῆς ἀτμοσφαιρας τῆς Γῆς θὰ ἀνέλθῃ εἰς 200°, πιθανῶς δὲ καὶ εἰς 300° K. Ἐπομένως ἡ ζωὴ ἐπὶ τῆς Γῆς θὰ ἐκλείψῃ ἐξ ὑπερβολικῆς θερμότητος καὶ οὐχὶ ἐκ ψύξεως, ὡς ἐπιστεύετο ἄλλοτε.

Ἐπομένως ὅταν δὲ ὅλον τὸ ὑδρογόνον τοῦ Ἡλίου μετατραπῇ εἰς ἥλιον, θὰ στεριεύσῃ ἡ πηγὴ αὕτης τῆς θερμότητος, ὃ δὲ Ἡλιος ἔνεκα τῆς συνεχιζομένης ἀκτινοβολίας θὰ ψύχῃται συνεχῶς. Ἀπὸ δὲ θερμοκρασίας 2700° K περίπου καὶ κάτω θὰ παύσῃ νὰ ἀκτινοβολῇ, βαθυμδὸν δὲ ψυχόμενος θὰ καταστῇ σκοτεινὸν σῶμα.

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

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

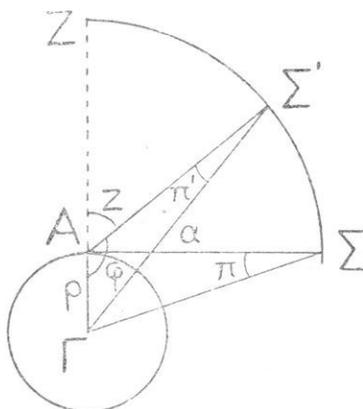
Ἐάν ὁ ἀστὴρ εὐρίσκεται εἰς θέσιν Σ ἐπὶ τοῦ ὀρίζοντος τοῦ τόπου Α, ἡ γωνία π, ὑπὸ τὴν ὁποίαν φαίνεται ἐξ αὐτοῦ ἡ ἀκτίς ΓΑ, λέγεται **ὀριζοντία παράλλαξις** τοῦ ἀστέρος Σ.

Ἐάν ὁ τόπος Α κεῖται ἐπὶ τοῦ γηγίνου Ἰσημερινοῦ, ἡ ὀριζοντία παράλλαξις ἀστέρος λέγεται ἰδιαιτέρως **ὀριζοντία ἰσημερινὴ παράλλαξις**.

Ἐάν θέσωμεν  $(\Gamma\Lambda) = \rho$  καὶ  $(\Gamma\Sigma') = a$ , εὐρίσκομεν ἐκ τοῦ τριγώνου ΑΓΣ' ὅτι  $\frac{\rho}{\eta\mu\pi'} = \frac{a}{\eta\mu\phi}$ . Ἐπειδὴ δὲ  $\eta\mu\phi = \eta\mu z$ , αὕτη γίνεται

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

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



Σχ. 39.

Ἐάν ὁ ἀστὴρ εὐρίσκηται εἰς τὸν ὀρίζοντα, θὰ εἶναι  $\eta\mu\zeta = 1$ , ἢ δὲ ἰσότης (1) γίνεται  $\eta\mu\pi = \frac{\alpha}{a}$ . (2)

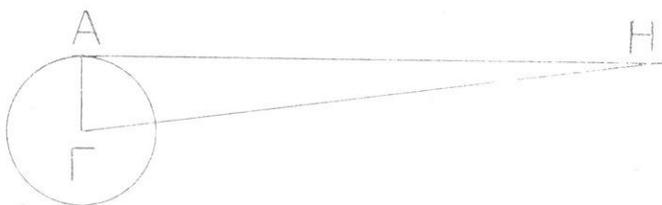
Ἐκ ταύτης δὲ εὐρίσκομεν ὅτι  $a = \frac{\alpha}{\eta\mu\pi}$ . (3)

Διὰ τῆς ἰσότητος (3) εὐρίσκομεν τὴν ἀπόστασιν ἀστέρος ἀπὸ τῆς Γῆς συναρτήσει τῆς ἀκτίνας  $\rho$  τῆς Γῆς, ἂν γνωρίζωμεν τὴν ὀριζοντίαν παράλλαξιν τοῦ ἀστέρος.

Ἐκ τῶν ἰσοτήτων (1) καὶ (2) εὐρίσκομεν ὅτι  $\eta\mu\pi' = \eta\mu\pi \cdot \eta\mu\zeta$ . (4)

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

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



Σχ. 40.

Ἐκ ταύτης εὐρίσκομεν κατὰ σειρὰν

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

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

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

Τρέπομεν τὸ μέτρον  $8'',8$  τῆς παραλλάξεως τοῦ Ἡλίου εἰς ἀκτίνια καὶ εὐρίσκομεν ὅτι ἰσοῦται πρὸς  $\frac{\pi 8,8}{180 \cdot 60 \cdot 60} = \frac{\pi}{73636}$ . Ἡδη παρατηροῦμεν ὅτι ἔνεκα τῆς σμικρότητος τῆς παραλλάξεως ΑΗΓ (σχ. 40) δυνά-

μεθα νὰ θεωρήσωμεν τὸ τρίγωνον ΗΑΓ ὡς ἰσοσκελές καὶ τὸ τόξον ΓΑ τῆς περιφερείας (Η, ΗΓ) ὡς ἴσον πρὸς τὴν ἀκτῖνα ΓΑ ἄνευ αἰσθητοῦ σφάλματος. Μετὰ ταῦτα σκεπτόμεθα ὡς ἑξῆς.

Ἐὰν ὀλόκληρος ἡ περιφέρεια (Η, ΗΓ) ἦτο τόξον  $2\pi$  ἀκτινίων ἔχει μῆκος  $2\pi$  (ΗΓ), τόξον δὲ 1 ἀκτινίου τῆς περιφερείας ταύτης ἔχει μῆκος  $\frac{2\pi}{2\pi} \cdot \frac{\pi}{73636}$  καὶ τόξον  $\frac{\pi}{73636}$  ἀκτινίων ἔχει μῆκος

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

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

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

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

#### Ἄ σ κ ῆ σ ε ι ς

89) Νὰ ἐκτιμήσητε εἰς χιλιόμετρα τὴν ἀπόστασιν τοῦ Ἡλίου ἀπὸ τῆς Γῆς ἔχοντες ὅπ' ὄφιν ὅτι ἡ γῆνη ἰσημερινὴ ἀκτὶς ἔχει μῆκος 6.378.388 μέτρα.

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

91) Νὰ εὐρητε πόσον χρόνον θὰ χρειάζετο ἐν βλήμα νὰ φθάσῃ εἰς τὸν Ἡλιον, ἂν ἦτο δυνατόν νὰ τρέχῃ συνεχῶς μὲ ταχύτητα 12 χιλιομέτρων τὸ δευτερόλεπτον.

**52. Διάρκεια τῆς περι ἄξονα στροφῆς τοῦ Ἡλίου.** — Ἐμάθομεν ὅτι ἡ ὁμοίμορφος κίνησις τῶν κηλίδων ἐκ τοῦ ἀνατολικοῦ πρὸς τὸ δυτικὸν χεῖλος τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου ἀποδεικνύει ὅτι ὁ Ἡλιος στρέφεται ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς περὶ ἄξονα, ὅστις σχηματίζει μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς Ἐκλειπτικῆς γωνίαν  $83^\circ 2'$ . Ὁ χρόνος δὲ μιᾶς πλήρους τοιαύτης στροφῆς ὑπολογίζεται ὡς ἑξῆς.

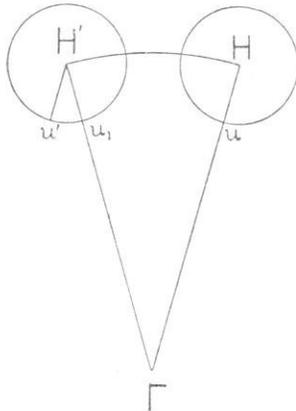
Ἐν πρώτοις παρατηρήθη ὅτι κηλὶς τις κειμένη πλησίον τοῦ ἡλιακοῦ ἰσημερινοῦ ἐπανέρχεται εἰς τὴν αὐτὴν ἐπὶ τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου θέσιν μετὰ 27 ἡμέρας καὶ 3 ὥρας. Ἐὰν ἄρα κηλὶς τις κ φαίνεται κατὰ τινα στιγμὴν εἰς τὸ κέντρον τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου (σχ. 41), ἦτοι κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΓΗ, μετὰ 27 ἡμέρας καὶ 3 ὥρας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

Ἐπειδὴ δὲ κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον ὁ ἥλιος μετετοπίσθη εἰς τὴν θέσιν  $H'$  τῆς Ἐκλειπτικῆς, ἢ κηλῆς φαίνεται εἰς τὴν θέσιν  $\kappa_1$  κατὰ τὴν διεύθυνσιν  $\Gamma H'$ . Ἐν  $\phi$ , ἂν ὁ ἥλιος ἐστρέφετο περὶ ἄξονα κάθετον ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τῆς Ἐκλειπτικῆς καὶ κατὰ  $360^\circ$ , ἢ ἀκτῆς  $H\kappa$  θὰ ἦρχετο εἰς τὴν θέσιν  $H'$  κ' παράλληλον τῇ  $H\kappa$  καὶ ἡ κηλῆς δὲν θὰ ἐφαίνετο εἰς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου, ἀλλ' εἰς θέσιν τινὰ κ' ἀνατολικώτερον τοῦ κέντρου κειμένην.

Ἴνα ἄρα ἡ κηλῆς φανῆ εἰς τὸ  $\kappa_1$ , πρέπει ὁ ἥλιος νὰ στραφῆ ἀκόμη κατὰ γωνίαν  $\kappa'H'\kappa_1 = H'\Gamma H$ . Ἡ γωνία αὕτη βαίνει ἐπὶ τοῦ τόξου  $HH'$  καὶ ἔχει μέτρον ἴσον πρὸς τὸ μέτρον αὐτοῦ.

Ἄλλὰ τὸ τόξον  $HH'$  εἶναι περίπου  $27^\circ, 125$ , διότι καθ' ἑκάστην ἡμέραν ὁ ἥλιος διανύει τόξον περίπου  $1^\circ$  ἐπὶ τῆς Ἐκλειπτικῆς. Ὅστε κατὰ τὸ διάστημα τῶν 27 ἡμερῶν καὶ 3 ὥρῶν ὁ ἥλιος στρέφεται περὶ ἄξονα κατὰ  $360^\circ + 27^\circ, 125 = 387^\circ 125$  περίπου.

Ἴνα δὲ στραφῆ μόνον κατὰ  $360^\circ$  χρειάζεται  $\frac{27,125}{387,125} \cdot 360 = 25$  ἡμέρας 5 ὥρας 23π.



Σχ. 41

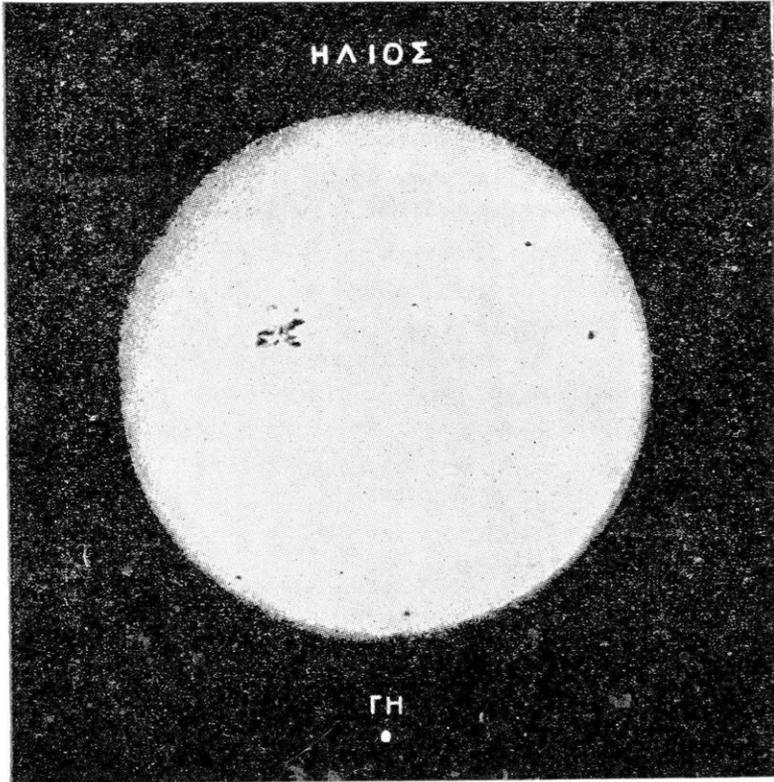
Τὸ ἀποτέλεσμα τοῦτο ἰσχύει διὰ τὰ ἐγγύς τοῦ ἡλιακοῦ ἰσημερινοῦ σημεία, διότι αἱ πλησίον τοῦ ἰσημερινοῦ κηλῖδες ἐπανέρχονται εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν ἐπὶ τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου μετὰ 27 ἡμέρας καὶ 3 ὥρας. Αἱ ἀπώτερον τοῦ ἰσημερινοῦ κείμεναι κηλῖδες χρειάζονται περισσότερον χρόνον, ἢ δὲ περιστροφὴ τῶν μερῶν τούτων τοῦ Ἠλίου γίνεται εἰς μεγαλύτερον χρόνον. Εὐρέθη π. γ. ὅτι μακρὰν τοῦ ἰσημερινοῦ κατὰ  $40^\circ$  ἡ στροφή γίνεται εἰς 27 ἡμέρας περίπου. Ὅστε ὁ ἥλιος δὲν στρέφεται περὶ ἄξονα ὡς στερεὸν σῶμα.

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

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

Εἶναι λοιπὸν ὁ δίσκος οὗτος πάντοτε κύκλος, ἂν καὶ ἕνεκα τῆς περὶ ἄξονα στροφῆς αὐτοῦ ὁ Ἥλιος παρουσιάζῃ πρὸς ἡμᾶς διάφορα ἐντὸς 25 ἡμερῶν μέρη αὐτοῦ.

Ἐκ τούτου ἔπεται ὅτι ὁ Ἥλιος εἶναι σφαῖρα.



Συγκριτικὸν μέγεθος Ἥλιου καὶ Γῆς.

54. Ἀκτὶς τοῦ Ἥλιου. — Ἐστω  $P$  ἡ ἀκτὶς τῆς ἠλιακῆς σφαίρας,  $\Delta$  ἡ φαινόμενη διάμετρος αὐτῆς,  $\alpha$  ἡ ἀπόστασις αὐτῆς ἀπὸ τῆς Γῆς,  $\rho$  ἡ ἰσημερινὴ ἀκτὶς τῆς Γῆς καὶ  $\pi$  ἡ ὀριζοντία ἰσημερινῆ παραλλάξις τοῦ Ἥλιου.

Ἐάν ἐν τῇ ἰσότητι  $\alpha = \frac{\rho}{\eta\mu\pi}$  (§ 50) φέσωμεν  $\pi$  ἀντὶ  $\eta\mu\pi$ , δι' ὃν εἴπομεν (§ 50) λόγον, αὕτη γίνεται  $\alpha = \frac{\rho}{\pi}$ . Ἐκ ταύτης δὲ καὶ τῆς  $\alpha = \frac{2P}{\Delta}$  (§ 35) εὐρίσκομεν  $P = \frac{\Delta\rho}{2\pi} = \frac{(32'4'')\rho}{2 \cdot (8''\cdot 8)} = 109,3\rho$  περίπου. Ἡ ἀκτὶς λοιπὸν τοῦ Ἡλίου εἶναι περίπου 109,3 φορὰς μεγαλύτερα τῆς ἰσημερινῆς ἀκτίνος τῆς Γῆς.

**55. Ἐπιφάνεια. Ὀγκος. Μᾶζα τοῦ Ἡλίου.** — Ἡ Γεωμετρία διδάσκει ὅτι δύο σφαιρῶν αἱ μὲν ἐπιφάνειαι εἶναι πρὸς ἀλλήλας ὡς τὰ τετράγωνα τῶν ἀκτίνων αὐτῶν, οἱ δὲ ὄγκοι ὡς οἱ κύβοι τῶν ἀκτίνων. Ὡστε, ἂν ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ Γῆ εἶναι σφαιρική καὶ καλέσωμεν  $E$  τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ Ἡλίου,  $e$  τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Γῆς,  $\Sigma$  τὸν ὄγκον τοῦ Ἡλίου καὶ  $\sigma$  τὸν τῆς Γῆς, θὰ εἶναι :

$$\frac{E}{e} = \left(\frac{109,3\rho}{\rho}\right)^2 = (109,3)^2 = 11\,946,5 \text{ καὶ}$$

$$\frac{\Sigma}{\sigma} = \left(\frac{109,3\rho}{\rho}\right)^3 = (109,3)^3 = 1\,305\,751,3$$

Ἐκ τούτων βλέπομεν ὅτι  $E = 11\,946,5e$  καὶ  $\Sigma = 1305751,3\sigma$ , ἴητοι ἡ μὲν ἐπιφάνεια τοῦ Ἡλίου εἶναι περίπου 12000 φορὰς μεγαλύτερα ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Γῆς, ὁ δὲ ὄγκος εἶναι 1300000 φορὰς περίπου μεγαλύτερος ἀπὸ τὸν ὄγκον τῆς Γῆς.

Οἱ ἀστρονόμοι εὔρον ὅτι ἡ μᾶζα τοῦ Ἡλίου εἶναι 332000 φορὰς μεγαλύτερα ἀπὸ τὴν μᾶζαν τῆς Γῆς. Ἡ δὲ ἔντασις τῆς ἠλιακῆς ἔλξεως ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ τοῦ Ἡλίου εἶναι 27,9 φορὰς μεγαλύτερα τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος ἐπὶ τοῦ γῆϊνου ἰσημερινοῦ.

#### Ἀσκήσεις

92) Νὰ εὔρητε τὸ μῆκος τῆς ἀκτίνος τοῦ Ἡλίου εἰς χιλιόμετρα γνωρίζοντες ὅτι ἡ ἰσημερινὴ ἀκτὶς τῆς Γῆς εἶναι 6378388 μέτρα.

93) Νὰ εὔρητε τὸ ἔμβαδὸν τῆς ἠλιακῆς ἐπιφανείας εἰς τετραγωνικὰ μωριάμετρα.

94) Νὰ εὔρητε τὸν ὄγκον τοῦ Ἡλίου εἰς κυβικὰ μωριάμετρα.

95) Νὰ εὔρητε τὴν πυκνότητα τοῦ Ἡλίου συναρτήσει τῆς πυκνότητος τῆς Γῆς.

96) Γνωρίζοντες ὅτι ἡ μέση πυκνότης τῆς Γῆς πρὸς ὕδωρ ἀπεσταγμένον  $4^\circ K$  εἶναι 5,52, νὰ εὔρητε τὴν μέσην πυκνότητα τοῦ Ἡλίου.

97) Νὰ εὔρητε τὸ βάρος τοῦ Ἡλίου εἰς τόννους.

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

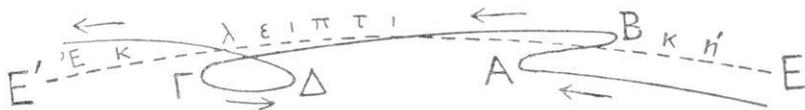
### ΟΙ ΠΛΑΝΗΤΑΙ

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

#### ΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

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

Ἡ παρατήρησις δεικνύει ὅτι αἱ τροχιαί αὗται ὄλων σχεδὸν τῶν πλανητῶν (πλὴν μικρῶν τινῶν) κεῖνται ἐντὸς τοῦ ζωδιακοῦ ἐλάχιστα



Σχ. 42.

ἀφιστάμενα τῆς Ἑκλειπτικῆς. Διὰ τὴν ἐξήγησιν τῶν φαινομένων τούτων κινήσεων εἶδομεν ὅτι ὁ Κοπέρνικος ἐδέχθη ὅτι οὗτοι κινοῦνται ἐκ Δ πρὸς Α περὶ τὸν Ἡλίον ἐπὶ περιφερειῶν κύκλων. Ἴνα δὲ οὗτος ἐξηγήσῃ τὰς ἀνωμαλίας τῶν φαινομένων κινήσεων αὐτῶν, ὡς καὶ τὴν μεταβολὴν τῆς ἀποστάσεως τῆς Γῆς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου, ἐδέχθη ὅτι τὰ κέντρα τῶν κύκλων τούτων ἔκειντο ἐκτὸς τοῦ Ἡλίου.

Ὁ Γερμανὸς ἀστρονόμος **Κέπλερος** εὐτυχίσας νὰ συνεργασθῇ ἐν Πράγα τῆς Βοημίας ἐπὶ τινα χρόνον (1600 μ. Χ.) μὲ τὸν ἔσοχον παρατηρητὴν τοῦ οὐρανοῦ Tycho — Brahe καὶ εἶτα νὰ κληρονομήσῃ

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

Μελετῶν οὗτος τὰς κινήσεις τοῦ πλανήτου Ἄρεως ἐπὶ τῇ βάσει τοῦ συστήματος τοῦ Κοπερνίκου εὔρεν ὅτι ὑπῆρχε διαφορὰ 8' περίπου μεταξὺ τῆς θεωρητικῆς θέσεως αὐτοῦ καὶ ἐκείνης, τὴν ὁποίαν ἔδιδον αἱ παρατηρήσεις τοῦ Tycho-Brahè. Πειπεισμένος δὲ ὅτι αἱ παρα-



Κέπλερος (1571 — 1630)

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

Μετὰ πολυτετεῖς δὲ ἐργασίας ἀνεκάλυψε καὶ διτύπωσε τοὺς ἑξῆς τρεῖς νόμους :

1ος. Ἡ τροχιὰ ἐκάστου πλανήτου

εἶναι ἑλλειψις, τῆς ὁποίας τὴν μίαν τῶν ἐστιῶν κατέχει ὁ Ἥλιος (σχ. 43).

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

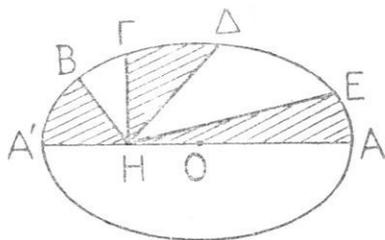
Ἐκ τῶν ἄκρων τοῦ μεγάλου ἄξονος  $AA'$  τὸ μὲν  $A'$  ἐγγύτερον πρὸς τὸν Ἥλιον λέγεται **περιήλιον** τὸ δὲ ἀπώτερον  $A$  καλεῖται **ἀφῆλιον**.

2ος. Ἡ ἐπιβατικὴ ἀκτίς, ἡ ὁποία συνδέει τὸ κέντρον πλα-

νήτου τινός και τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου, γράφει ἔμβαδὰ ἀνάλογα τοῦ χρόνου.

Κατὰ τὸν νόμον τοῦτον ἡ ταχύτης ἐκάστου πλανήτου βαίνει αὐξανομένη, ἐφ' ὅσον οὗτος ἐκ τοῦ ἀφῆλιου Α βαίνει πρὸς τὸ περιήλιον Α' καὶ τὰνάπαλιν βαίνει ἐλαττωμένη ἐκ τοῦ περιήλιου πρὸς τὸ ἀφῆλιον.

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



Σχ. 43.

Ἐὰν X, X' εἶναι οἱ χρόνοι τῶν περιφορῶν δύο πλανητῶν Π, Π' καὶ α, α' οἱ μεγάλοι ἡμιαξονες αὐτῶν, κατὰ τὸν νόμον τοῦτον θὰ εἶναι  $\frac{X^2}{X'^2} = \frac{\alpha^3}{\alpha'^3}$ . (1)

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

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

Ἐὰν ὁ πλανήτης Π' εἶναι ἡ Γῆ, X' θὰ εἶναι 1 ἔτος καὶ α' ἡ ἀ.μ.

Ἡ δὲ προηγουμένη ἰσότης (1) γίνεται  $X^2 = 1 \cdot \left(\frac{\alpha}{\alpha'}\right)^3$ . Ἐκ ταύτης δὲ εὐρίσκομεν ὅτι:  $X = 1 \sqrt{\left(\frac{\alpha}{\alpha'}\right)^3} = \sqrt[3]{\left(\frac{\alpha}{\alpha'}\right)^3}$  ἔτη.

Ἐὰν π. γ. εἶς πλανήτης ἀπέχη ἀπὸ τὸν Ἡλιον 5,2α', θὰ εἶναι δι' αὐτὸν  $X = 1 \sqrt[3]{5,2^3} = 11,857$  ἔτη.

Διὰ τῶν νόμων τοῦ Κεπλέρου δύνανται νὰ ὀρίζωσι τὴν θέσιν

ἐξάστου πλανήτου ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας. Ἡ ταυτότης δὲ σχεδὸν τῶν θέσεων τούτων πρὸς τὰς πράγματι πορευομένους ἀποτελεῖ τὴν ἰσχυροτέραν ἀπόδειξιν τῆς ἀληθείας τῶν νόμων τούτων.



Οἱ πλανῆται μετὰ τῶν δορυφόρων των  
κινούμενοι περὶ τὸν ἥλιον.

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

57. Μεγάλοι πλανῆται. Ἀποστάσεις αὐτῶν ἀπὸ τοῦ Ἡλίου.— Δορυφόροι αὐτῶν. Ἀνώτεροι καὶ κατώτεροι πλανῆται. — Οἱ κυριώτεροι πλανῆται τοῦ ἡμετέρου ἡλιακοῦ συστήματος εἶναι οἱ ἀκόλουθοι ἑννεά: Ἐρμῆς, Ἀφροδίτη, Γῆ, Ἄρης, Ζεὺς, Κρόνος, Οὐρανός, Ποσειδῶν καὶ Πλούτων. Αἱ ἀπὸ τοῦ Ἡλίου μέσαι ἀποστάσεις αὐτῶν εἶναι κατὰ προσέγγισιν 0,01 αἱ ἀκόλουθοι, λαμβανομένης ὡς μονάδος τῆς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἀποστάσεως τῆς Γῆς.

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

Ὁ Ἐρμῆς καὶ ἡ Ἀφροδίτη ὡς ἀπέχοντες ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἀπόστασιν μικροτέραν ἢ ἡ Γῆ καλοῦνται **κατώτεροι** ἢ **ἔσωτερικοὶ** πλανῆται.

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

1. Νόμος τοῦ Bode. Κατὰ τὸ ἔτος 1772 ὁ ἀστρονόμος Titius τῆς Βιτεμβέργης εὗρεν ἀρκετὰ περιέργων καὶ ὄλως ἐμπειρικῶν νόμων. Οὗτος παρέχει περίπου τὰς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἀποστάσεις τῶν γνωστῶν τότε πλανητῶν συναρτήσει τῆς ἀ.μ.

Προσθέσας ὁ Titius εἰς ἕκαστον ὄρον τῆς σειρᾶς 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96 τὸν ἀριθμὸν 4 εὗρε τὴν σειρὰν 4, 7, 10, 16, 28, 52, 100. Διαιρέσας εἶτα πάντας τούτους διὰ 10 εὗρε τοὺς ἀριθμούς: 0,4 0,7 1 1,6 2,8 5,2 10, οἵτινες πλὴν τοῦ 2,8 ἐκφράζουσι περίπου τὰς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἀποστάσεις τῶν μέχρι τῆς ἐποχῆς ἐκείνης γνωστῶν πλανητῶν συναρτήσει τῆς ἀ.μ. Τὸν νόμον τοῦτον ὑπεστήριξεν ὁ Διευθυντὴς τοῦ ἀστεροσκοπείου τοῦ Βερολίνου τόσον ζωηρῶς, ὥστε συνήθως λέγεται νόμος τοῦ Bode.

Ὁ νόμος οὗτος ἐκίνησε πολὺ τὴν περιέργειαν τῶν ἀστρονόμων καὶ πολλοὶ τούτων διετύπωσαν τὴν γνώμην ὅτι ὀφείλει καὶ εἰς τὴν ἀπόστασιν 2,8, ἢτοι μεταξύ Ἄρεως καὶ Διός, νὰ ὑπάρχῃ ἕτερος πλανῆτης, ἦν γνώμην καὶ πρὸ τῆς διατυπώσεως τοῦ νόμου εἶχε ῥίψει ὁ Κέπλερος.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Εὐάριθμοὶ τινες ἄλλοι Τρωϊκοὶ λεγόμενοι κεῖνται πέραν τοῦ Διός.

#### Ἄ σ κ ῆ σ ε ι ς

98) *Νὰ εὔρητε πόσον χρόνον χρειάζεται τὸ φῶς τοῦ Ἥλιου, ἵνα μεταβῇ ἀπ' αὐτοῦ εἰς τὸν Ποσειδῶνα.*

99) *Νὰ εὔρητε ποσάκις ἡ μονὰς τῆς ἐπιφανείας Ἐρμού θὰ ἐφω-*

τίζετο ὑπὸ τοῦ Ἡλίου ἐντατικώτερον ἢ τῆς Γῆς, ἂν ὑφίσταντο ἐπ' ἀμφοτέρων αἱ αὐταὶ ἀτμοσφαιρικαὶ συνθήκαι.

100 ) Νὰ εὗρητε ποσάκις ἢ μονὰς τῆς ἐπιφανείας τοῦ Ποσειδῶνος θὰ ἐφωτίζετο ἀσθενέστερον ἢ τῆς Γῆς, ἂν εὐρίσκοντο ὑπὸ τὰς αὐτὰς ἀτμοσφαιρικὰς συνθήκας.

101 ) Νὰ εὐρεθῇ ὁ χρόνος τῆς περι τὸν Ἡλίον περιφορᾶς τοῦ Ἄρεως καὶ τοῦ Διός.

102 ) Τὸ αὐτὸ διὰ τὸν Οὐρανὸν καὶ τὴν Ἀφροδίτην.

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

**59. Σύνοδος, ἀντίθεσις καὶ ἀποχὴ πλανήτου.** — Ἐμάθομεν ὅτι τὰ ἐπίπεδα τῶν πλανητικῶν τροχιῶν σχηματίζουν μικρὰς γωνίας μὲ τὴν Ἐκλειπτικὴν. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον εἰς τὰ ἀκόλουθα χάριν μεγαλυτέρας ἀπλότητος θὰ θεωρῶμεν ὅτι τὰ ἐπίπεδα τῶν πλανητικῶν τροχιῶν συμπίπτουσι μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς Ἐκλειπτικῆς. Ὑπὸ τὸν ὄρον τοῦτον εἶναι δυνατὸν ὁ Ἡλιος, ἡ Γῆ καὶ ἄλλος τις πλανήτης νὰ εὐρεθῶσι ποτὲ ἐπὶ εὐθείας.

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

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

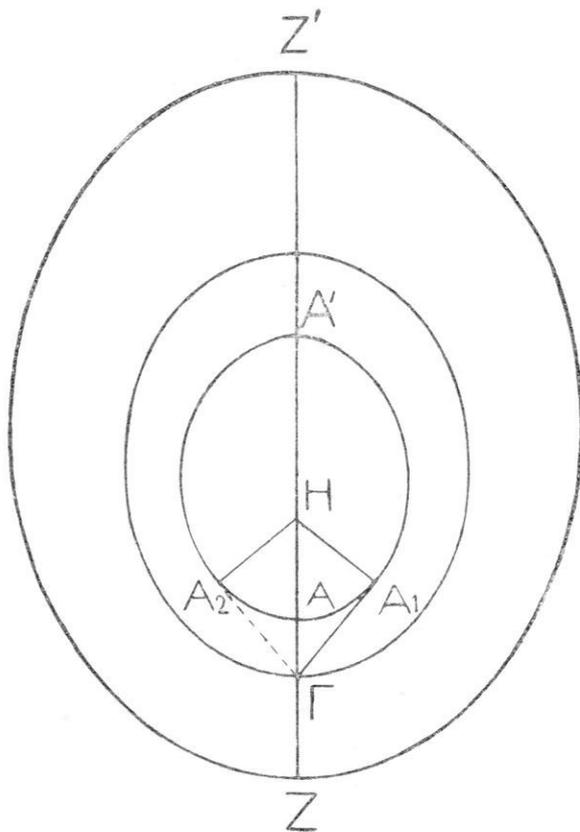
Ἡ Ἀφροδίτη εὐρίσκηται εἰς σύνοδον εἰς τὴν θέσιν A καὶ εἰς τὴν θέσιν A'. Ἡ πρώτη λέγεται **κατωτέρα** σύνοδος, ἡ δὲ δευτέρα λέγεται **ἀνωτέρα** σύνοδος. Ὅστε ἕκαστος κατώτερος πλανήτης ἔχει δύο συνόδους· προφανῶς δὲ οὐδέποτε εὐρίσκηται εἰς ἀντίθεσιν.

Ἡ σύνοδος καὶ ἡ ἀντίθεσις ὁμοῦ λέγονται **συζυγίαί**.

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

Ἡ ἀποχὴ ἐκάστου ἐξωτερικοῦ πλανήτου κατὰ τὴν σύνοδον αὐτοῦ εἶναι 0° καὶ βαίνει αὐξανομένη, μέχρις οὗ κατὰ τὴν ἀντίθεσιν λάβῃ τὴν μεγίστην τιμὴν 180°. Εἷς κατώτερος πλανήτης ἔχει ἀποχὴν 0° κατὰ τὴν κατωτέραν σύνοδον. Ἐπειτα ἡ ἀποχὴ βαίνει αὐξανομένη μέχρι τῆς στιγμῆς, καθ' ἣν θὰ εὐρεθῇ εἰς τὸ σημεῖον ἐπαφῆς τῆς ἐκ τοῦ Γ ἐφαπτομένης τῆς τροχιᾶς τοῦ πλανήτου. Ἄν ἡ τροχιὰ αὕτη

ἦτο περιφέρεια κύκλου, ἡ γωνία  $HA_1\Gamma$  θὰ ἦτο ὀρθή. Θὰ ἦτο ἄρα εἰς τὴν θέσιν ταύτην  $\widehat{H\Gamma A_1} = \frac{HA_1}{H\Gamma}$ . Διὰ τὴν Ἀφροδίτην π. γ. θὰ ἦτο  $\widehat{H\Gamma A_1} = 0,72$ . Ἐκ ταύτης δὲ εὐρίσκομεν ὅτι  $\widehat{H\Gamma A_1} = 46^\circ$ .

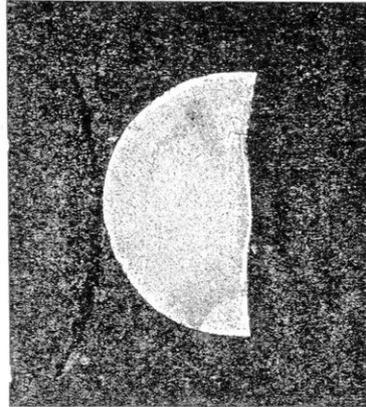


Σχ. 44.

Ἐπειδὴ ὅμως οἱ προηγούμενοι ὅροι δὲν πληροῦνται ἀκριβῶς, ἡ μέγιστη αὐτὴ ἀποχὴ τῆς Ἀφροδίτης φθάνει τὰς  $49^\circ$ . Ἐπειτα ἡ ἀποχὴ βαίνει ἐλαττωμένη, μέχρις οὗ κατὰ τὴν ἀνωτέραν σύνοδον γίνη  $0^\circ$ . Ἀρχεται πάλιν ἀύξανόμενη καὶ γίνεται  $49^\circ$  εἰς θέσιν  $A_2$  συμμετρικὴν τῆς  $A_1$

πρὸς τὴν ΗΓ. Μετὰ ταῦτα βαίνει ἐλαττωμένη μέχρι τοῦ Ο' καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον βλέπομεν τὴν Ἄφροδίτην πάντοτε πλησίον τοῦ Ἡλίου.

Ὅμοίως εὐρέθη ὅτι ἡ μεγίστη ἀποχὴ τοῦ Ἐρμου εἶναι  $29^\circ$ . Ὁ Ἐρμῆς λοιπὸν φαίνεται πάντοτε ἀκόμη πλησιέστερον ἀπὸ τὴν Ἄφροδίτην πρὸς τὸν Ἡλίον. Διὰ τοῦτο μόνον ὑπὸ εὐνοϊκᾶς ἀτμοσφαιρικᾶς συνθήκας φαίνεται διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ.



Ἡ Ἄφροδίτη κατὰ τὸ α' τέταρτον.

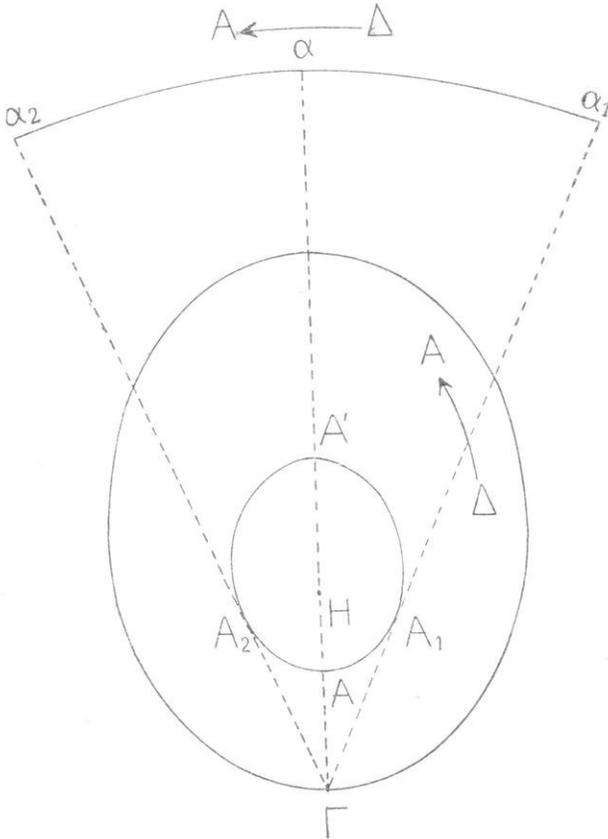
**60. Ἐξήγησις τῶν φαινομένων κινήσεων τῶν πλανητῶν.** — Αἱ φαινόμενα ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας τροχιαὶ τῶν πλανητῶν ἐξηγοῦνται διὰ τῆς παραδοχῆς τοῦ Κοπερνικείου συστήματος ὡς ἑξῆς:

Α'. Ἐστω πρῶτον εἷς ἐσωτερικὸς πλανήτης π.χ. ἡ Ἄφροδίτη. Ἄν  $X$  εἶναι ὁ χρόνος τῆς περὶ τὸν Ἡλίον περιφορᾶς αὐτῆς, α ὁ μέγας ἡμιάξων τῆς τροχιάς της,  $X'$ , α' τὰ ἀντίστοιχα στοιχεῖα τῆς Γῆς, θὰ εἶναι  $\frac{X^2}{X'^2} = \frac{\alpha^3}{\alpha'^3}$  (§ 56). Ἐπειδὴ δὲ  $\alpha < \alpha'$ , θὰ εἶναι καὶ  $X < X'$ , ἴητοι ἡ Ἄφροδίτη γράφει τὴν περὶ τὸν Ἡλίον τροχίαν της εἰς χρόνον μικρότερον τοῦ ἔτους. Ἡγωνιώδης λοιπὸν ταχύτης τῆς Ἄφροδίτης εἶναι μεγαλυτέρα τῆςγωνιώδους ταχύτητος τῆς Γῆς.

Ἐὰν φαντασθῶμεν τὴν Γῆν ἀκίνητον, τὴν δὲ Ἄφροδίτην κινουμένην μὲ γωνιώδη ταχύτητα ἴσην πρὸς τὴν ὑπεροχὴν τῆς γωνιώδους ταχύτητος αὐτῆς ἀπὸ τὴν γωνιώδη ταχύτητα τῆς Γῆς, βλέπομεν ὅτι: Ὅταν ἡ Ἄφροδίτη εὐρίσκηται εἰς κατωτέραν σύνοδον Α φαίνεται ἐκ τῆς Γῆς Γ εἰς θέσιν α τῆς οὐρανοῦ σφαίρας (σχ. 45). Καθ' ὃν δὲ χρόνον γράφει τὸ τόξον ΑΑ<sub>1</sub> τῆς τροχιάς της, φαίνεται εἰς σημεῖα βαθμηδὸν δυτικώτερα, μέχρις οὔ εἰς τὴν θέσιν Α<sub>1</sub> λάβη τὴν μεγίστην ἀποχὴν, ὅτε φαίνεται εἰς τὸ α<sub>1</sub>.

Καθ' ὃν δὲ χρόνον γράφει τὸ τόξον Α<sub>1</sub>Α'Α<sub>2</sub>, φαίνεται ὅτι ἐν τῷ

Οὐρανῶ γράφει τὸ τόξον  $\alpha_1\alpha_2$ , ἥτοι φαίνεται κινουμένη πάλιν ἐκ  $\Delta$  πρὸς  $A$  καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Ἐπειδὴ τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς τῆς Ἄφροδίτης δὲν συμπίπτει μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς Ἑκλειπτικῆς, τὰ ἐξ  $A$  πρὸς  $\Delta$  γραφόμενα τόξα  $\alpha_2\alpha_1$  δὲν συμπίπτουσι μὲ τὰ ἐκ  $\Delta$  πρὸς  $A$

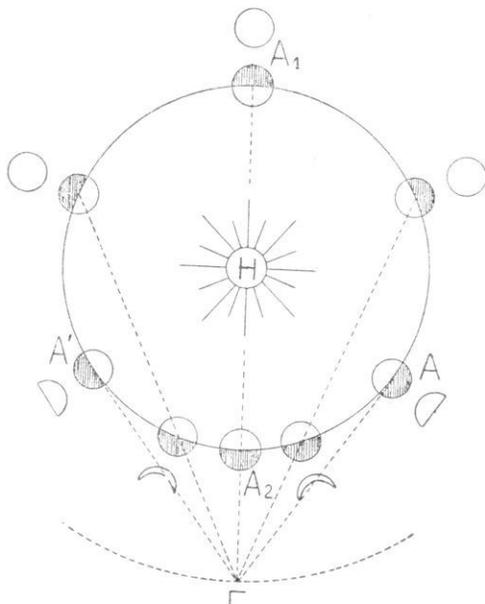


Σχ. 45.

γραφόμενα τόξα  $\alpha_1\alpha_2$ . Ἐπειδὴ δὲ τὸ τόξον  $A_2AA_1$  διαγράφει εἰς χρόνον ὀλιγώτερον ἢ τὸ  $A_1A'A_2$ , ἔπεται ὅτι ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας φαίνεται διαγράφουσα, τόξα μικρότερα ἐξ  $A$  πρὸς  $\Delta$  καὶ μεγαλύτερα ἐκ  $\Delta$  πρὸς  $A$ .



καὶ μᾶλλον στρέφει πρὸς τὴν Γῆν μείζον μέρος τοῦ φωτιζομένου



Σχ. 47.

αὐτῆς μέρους καὶ φαίνεται (διὰ τηλεσκοπίου) κατ' ἀρχὰς ὡς λεπτὸς μηνίσκος στρέφων τὸ κυρτὸν πρὸς τὸν Ἥλιον καὶ βαθμιδὸν μεγεθύνεται, μέχρις οὗ καταστῆ πλήρης φωτεινὸς δίσκος. Ἀπὸ τῆς στιγμῆς ταύτης ἀναλαμβάνει κατ' ἀντίστροφον τάξιν τὰ αὐτὰ σχήματα, μέχρις οὗ πάλιν καταστῆ ἀόρατος.

Ὅμοιαι φάσεις παρουσιάζει καὶ ὁ Ἑρμῆς.

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

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

Ἡ δόξα τῆς ἀνακαλύψεως αὐτῆς ἐπεφυλάσσετο διὰ τὸν Ἄγγλον Ἰσαὰκ Νεύτωνα.

Οὗτος ἔχων ὑπ' ὄψιν τοὺς νόμους τοῦ Κεπλέρου καὶ στηριζόμενος ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας Μηχανικῆς ἀπέδειξεν ὅτι μεταξὺ Ἥλιου καὶ ἐκάστου πλανήτου ἀναπτύσσεται ἑλκτικὴ δύναμις ἀνάλογος πρὸς τὰς μάζας τῶν σωμάτων τούτων καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ἀποστάσεως αὐτῶν. Μετὰ ταῦτα ἀπέδειξεν

ὅτι μερικαὶ περιπτώσεις τῆς ἔλξεως ταύτης εἶναι ἡ δύναμις, ἡ ὁποία συγκρατεῖ τὴν σελήνην εἰς τὴν περὶ τὴν Γῆν τροχίαν της καὶ ἡ βαρύ-  
 ρύτης.

Βλέπων δὲ ὅτι ἡ βαρύ-  
 της ἐνεργεῖ ἐπὶ οἰωνδήπο-  
 τε ὑλικῶν μοριῶν συνεπέ-  
 ρανεν ὅτι τοῦτο ἰσχύει καὶ  
 διὰ τὴν ἔλξιν. Οὕτω δὲ  
 ἐπαγωγικῶς κατέληξεν εἰς  
 τὴν διατύπωσιν τοῦ ἀκο-  
 λούθου νόμου.

**Ἡ ὕλη ἔλκει τὴν  
 ὕλην κατ' εὐθὺν λόγον  
 τῶν μαζῶν καὶ κατ' ἀν-  
 τίστροφον λόγον τῶν  
 τετραγώνων τῶν ἀπο-  
 στάσεων αὐτῶν.**

Ὁ νόμος οὗτος λεγε-  
 ται **νόμος τῆς παγκο-  
 σμίου ἔλξεως** ἢ καὶ **νό-  
 μος τοῦ Νεύτωνος**.

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



Ἰσαάκ Νεύτων (1642 — 1727)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

### ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΜΕΓΑΛΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

**63. Ἑρμῆς.** — Ὁ ἐγγύτατος τῷ Ἡλίῳ πλανήτης Ἑρμῆς οὐδέποτε ἀπομακρύνεται αὐτοῦ κατὰ γωνιώδη ἀπόστασιν μείζονα τῶν 29°. Ἐνεκα τούτου εὐρίσκεται βεβυθισμένος ἐντὸς τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων καὶ κατ' ἀκολουθίαν σπανίως καὶ ὑπὸ λίαν εὐνοϊκὰς συνθήκας εἶναι ὁρατὸς διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ μετὰ τὴν δύσιν τοῦ Ἡλίου πρὸς δυσμὰς ἢ ἄλλοτε

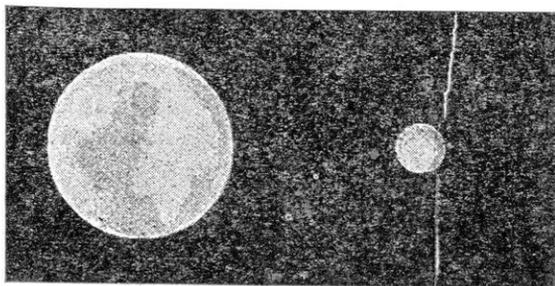
πρὸς ἀνατολὰς καὶ πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ Ἡλίου λάμπων ὡς ὑπερου-  
θρος ἀστὴρ α' μεγέθους, ἔνεκα τοῦ μικροῦ ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα ὕψους  
αὐτοῦ.

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

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

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

Ἡ μᾶζα αὐτοῦ εἶναι τὰ 0,056 περίπου τῆς γῆνης, ἡ δὲ πυκνότης  
αὐτοῦ εἶναι 1,1 πε-  
ρίπου τῆς γῆνης.



Σχετικὸν μέγεθος τῆς Γῆς καὶ τοῦ Ἑρμοῦ.

Ἡ διάρκεια τῆς  
περὶ τὸν Ἡλιον πε-  
ριφορᾶς αὐτοῦ ἀ-  
νέρχεται εἰς 88 πε-  
ρίπου ἡμέρας.

Κατὰ τοὺς τελευ-  
ταίους χρόνους πα-  
ρατηροῦνται ἐπὶ τῆς  
ἐπιφανείας τοῦ Ἑρ-  
μοῦ κηλίδες τινες

σκοτειναὶ σχετικῶς. Ἐπειδὴ δὲ αὗται τηροῦσιν ἀμετάβλητον θέσιν ὡς  
πρὸς τὴν γραμμὴν, ἣτις χωρίζει τὸ φωτιζόμενον ἀπὸ τὸ μὴ μέρος τῆς  
ἐπιφανείας αὐτοῦ, συνάγεται ὅτι ὁ Ἑρμῆς στρέφει πρὸς τὸν Ἡλιον  
τὸ αὐτὸ πάντοτε ἡμισφαίριον. Κατ' ἀκολουθίαν στρέφεται περὶ ἄξονα  
εἰς 88 ἡμέρας.

Κατὰ τὰς παρατηρήσεις τοῦ Lowell οὐδὲν ἐπ' αὐτοῦ ὑπάρχει νέ-  
φος, οὐδὲ πολικαὶ χιόνες. Στερεῖται ἄρα οὗτος παχείας ὀποσδήποτε  
ἀτμοσφαιρας καὶ ὕδατος.

Ἡ Ἑρμῆς στερεῖται δορυφόρου.

**64. Ἀφροδίτη.** — Ὡς ὁ Ἑρμῆς, οὕτω καὶ ἡ Ἀφροδίτη συνο-  
δεύει τὸν Ἡλιον ἐν τῇ ἡμερησίᾳ κινήσει, ἄλλοτε μὲν προηγου-  
μένη αὐτοῦ, ὅτε φαίνεται πρὸς ἀνατολὰς τὴν πρωίαν πρὸ τῆς ἀνατολῆς

τοῦ Ἡλίου (Ἐωσφόρος, κοινῶς Ἀυγερινός), ἄλλοτε δὲ ἐπομένη αὐτοῦ, ὅτε φαίνεται πρὸς δυσμᾶς μετὰ τὴν δύσιν τοῦ Ἡλίου (Ἐσπερος).

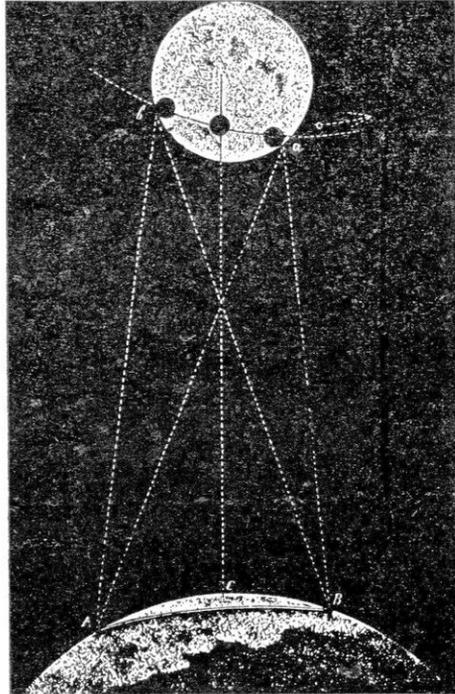
Ἐνίοτε κατὰ τὴν μεγίστην ἀποχὴν φαίνεται καὶ τὴν ἡμέραν διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ.

Διὰ καλοῦ τηλεσκοπίου διακρίνομεν εὐχερῶς τὰς φάσεις αὐτῆς.

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

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

Ἡ Ἀφροδίτη περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαιρας παχυτέρας τῆς ἡμετέρας. Ἡ φασματικὴ ἐξέτασις ἀπέδειξε τὴν παρουσίαν ἀφθόνου ἀνθρακικοῦ ὀξέος ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιρας ταύτης. Ἀντιθέτως οὐδ' ἕχνος ὀξυγόνου καὶ ὕδατιμῶν ἀπεκαλύφθη εἰς αὐτήν. Καὶ ὁ πλανήτης οὗτος στερεῖται δορυφόρου.



Διάβασις τῆς Ἀφροδίτης πρὸ τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου.

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

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

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

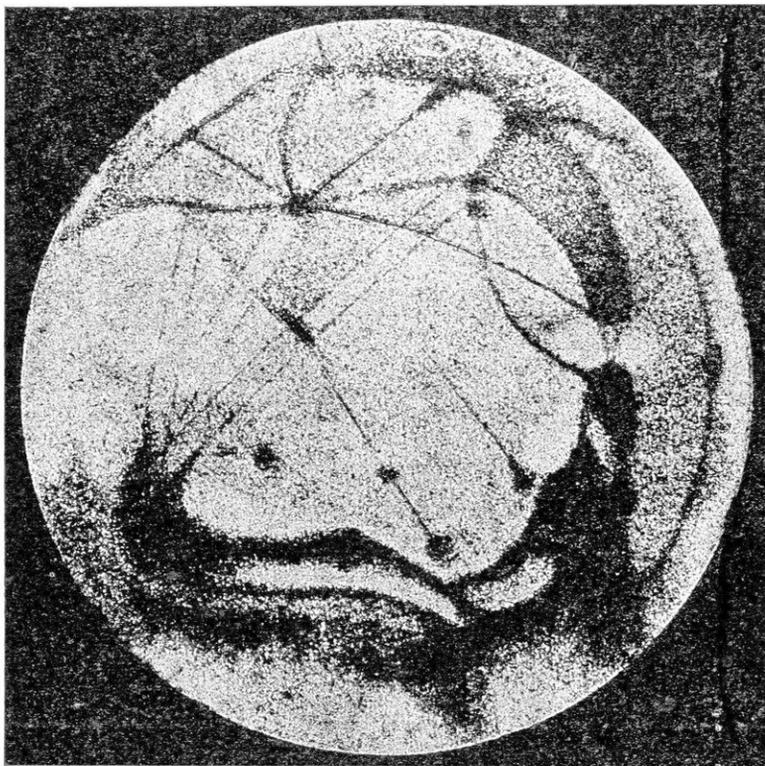
Στρέφεται δὲ περὶ τὸν Ἡλιον εἰς 686,98 ἡμέρας καὶ περὶ ἄξονα εἰς  $24^{\circ} 37' 23''$ .

Ἡ ἰσημερινὸς αὐτοῦ σχηματίζει μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς τροχιάς του γωνίαν κυμαινομένην μεταξὺ  $4^{\circ}$  καὶ  $5^{\circ}$  περίπου. Ἐκ τούτων ἀγόμεθα εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι ἐπὶ τοῦ Ἄρεως αἱ ἡμέραι εἶναι ἴσαι σχεδὸν πρὸς τὰς ἡμετέρας καὶ αἱ ὥραι τοῦ ἔτους διαδέχονται ἀλλήλας ὡς καὶ παρ' ἡμῖν, ἀλλ' ἐκάστη τούτων εἶναι μακροτέρα, διότι τὸ ἔτος ἐκεῖ ἔχει 687 περίπου ἡμέρας.

Ὅταν κατὰ τὴν διὰ τοῦ περιηλίου διάβασιν τοῦ Ἄρεως ἡ γωνιῶδης ἀπόστασις αὐτοῦ εἶναι  $180^{\circ}$ , ἡ ἀπόστασις τοῦ Ἄρεως ἀπ' ἡμῶν ἔχει τὴν ἐλαχίστην τιμὴν (56.000.000 χιλιόμε. περίπου). Κατ' ἀκολουθίαν ἡ φαινομένη διάμετρος αὐτοῦ ἔχει τότε τὴν μεγίστην τιμὴν καὶ ἡ θέσις αὕτη εἶναι λίαν εὐνοϊκὴ διὰ τὴν παρατήρησιν διὰ μεγάλων τηλεσκοπίων τοπογραφικῶν λεπτομερειῶν ἐπ' αὐτοῦ. Ἐπανέρχεται δὲ εἰς τὴν εὐνοϊκὴν ταύτην θέσιν ὁ πλανήτης οὗτος ἀνὰ 15 καὶ ἀνὰ 17 ἔτη. Ἡ προσεχὴς τοιαύτη ἀντιθέσις θὰ συμβῇ τὴν 11ην Αὐγούστου 1971.

Διὰ τηλεσκοπίου διακρίνονται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ Ἄρεως χῶραι ὑπέρυθροι καὶ ἄλλαι σκοτεινότεραι καὶ ὑποπράσινοι. Αἱ πρῶται θεωροῦνται ὡς ἀποξηραμένα στερεὰ ἀνάλογοι πρὸς τὰς ἐρήμους τῆς Γῆς καὶ καλοῦνται ἥπειροι. Τῶν ἄλλων τὸ χρῶμα μεταβάλλεται κατὰ ἐποχὰς καὶ θεωροῦνται χῶραι καλυπτόμεναι ὑπὸ ἀτελῶν φυτῶν

ὡς εἶναι τὰ φύκη καὶ βρύα. Τέλος αἱ πολικαὶ χῶραι φαίνονται ὡς λευκαὶ κηλίδες λαμπρότεραι τοῦ λοιποῦ δίσκου, ἐκάστης τῶν ὁποίων τὸ μέγεθος μεταβάλλεται κατὰ τὰς ὥρας τοῦ ἔτους. Αἱ κηλίδες αὗται θεωροῦνται ὅτι εἶναι χιὼν καὶ πάγος ἢ ἄλλη οὐσία, ἣτις πήγνυται ὑπὸ τοῦ ψύχους καὶ τήκεται ἢ ἐξατμίζεται ὑπὸ τῆς θερμότητος.



Μεγέθυνσις τηλεσκοπικῆς ἀπόψεως τοῦ Ἄρκου.

Ἐπίσης ὁ Ἄρκος περιβάλλεται ὑπὸ ἀραιοτάτης ἀτμοσφαιρας, εἰς τὴν ὁποίαν σπανιότατα παρατηροῦνται νέφη.

Τὸ περιεργότερον δὲ τῶν ἐπὶ τοῦ Ἄρκου παρατηρουμένων φαινομένων εἶναι σκοτεινὰ γραμμαί, αἵτινες διασχίζουν ὀλόκληρον τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ καὶ συνενοῦμεναι ἀποτελοῦσι δίκτυον ἀρκετὰ κανο-

νικόν. Αἱ γραμμαὶ αὗται καλοῦνται διώρυγες, ὡς τὸ πρῶτον (1877) ἐκλήθησαν ὑπὸ τοῦ **Schiaparelli**, εἰ καὶ οὐδὲν εἶναι βέβαιον περὶ τῆς φύσεως αὐτῶν.

Ἡ Ἄρης ἔχει δύο δορυφόρους ἀνακαλυφθέντας κατὰ τὸ ἔτος 1877 ὑπὸ τοῦ Ἀμερικανοῦ ἀστρονόμου **Hall**. Τοῦτων ὁ μὲν **Φόβος** στρέφεται κατὰ τὴν ὁρθὴν φορὰν περὶ τὸν Ἄρηνα εἰς  $7^{\text{ω}}$ .  $39^{\pi}$   $14^{\delta}$ , ὁ δὲ μικρότερος καὶ ἀπὸ τοῦ πλανήτου ἀπώτερος **Δεῖμος** εἰς  $30^{\text{ω}}$ . καὶ  $18^{\pi}$ . Κατὰ τινὰς ὄθεν νύκτας ὁ Ἄρης φωτίζεται ὑπ' ἀμφοτέρων συγχρόνως τῶν δορυφόρων του· ὁ δὲ Φόβος στρεφόμενος περὶ τὸν πλανήτην κατὰ τὴν ὁρθὴν φορὰν εἰς χρόνον μικρότερον τοῦ χρόνου τῆς περὶ ἄξονα στροφῆς τοῦ Ἄρεως λαμβάνει ἐν ἐκάστη νυκτὶ ὅλας τὰς φάσεις.

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

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

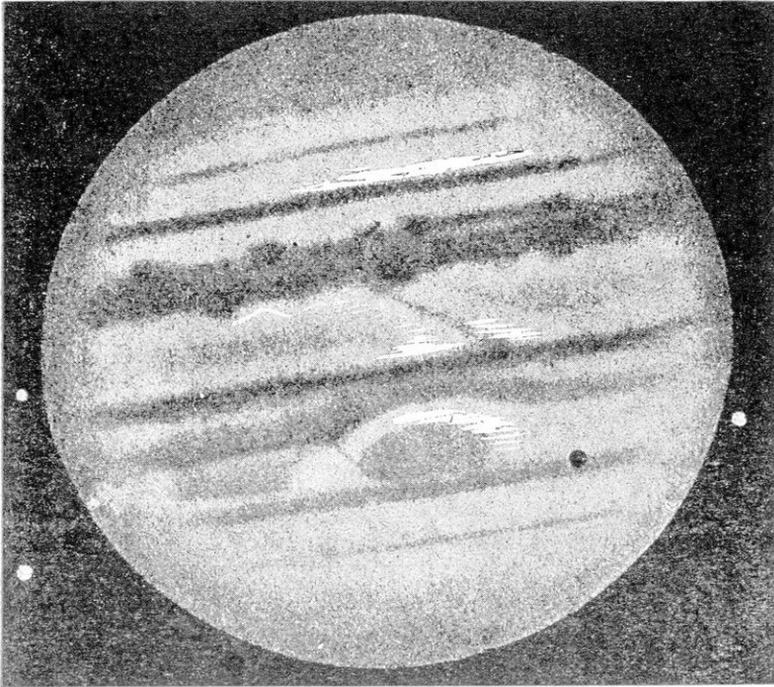
Εἶναι δὲ ὁ μεγαλύτερος τῶν πλανητῶν ἔχων ὄγκον 1295 περίπου φορὰς μείζονα τοῦ ὄγκου τῆς Γῆς, μᾶζαν 318,36 φορὰς μείζονα τῆς γῆινης καὶ πυκνότητα ὀλίγον μεγαλυτέραν τῶν 0,24 τῆς γῆινης.

Στρέφεται περὶ ἄξονα εἰς 10 ὥρας περίπου (ἀκριβῶς  $9^{\text{ω}}$ .  $50^{\pi}$   $30^{\delta}$ ) καὶ περὶ τὸν ἥλιον εἰς 11 ἔτη καὶ 315 ἡμέρας.

Ἐνεκα τῆς ταχείας αὐτοῦ περιστροφικῆς κινήσεως ἔχει λίαν αἰσθητὴν καὶ εὐκόλως ὀρωμένην διὰ καλοῦ τηλεσκοπίου ἰσημερινὴν ἐξόγκωσιν. Ὡστε ὁ Ζεὺς ἔχει σχῆμα πεπιεσμένον περὶ τοὺς πόλους του καὶ ἐξογκωμένον περὶ τὸν ἰσημερινόν. Ὁ λόγος τῆς διαφορᾶς τῆς ἰσημερινῆς ἀκτίνος ἀπὸ τὴν πολικὴν πρὸς τὴν ἰσημερινὴν ἀκτίνα εἶναι  $\frac{1}{16}$ . Ἡ λόγος οὗτος λέγεται **πλάτυνσις** τοῦ Διός. Ἡ ὑπολογισμὸς δεικνύει ὅτι τὰ στοιχεῖα ταῦτα ἔπρεπε νὰ εἶναι ἐντατικώτερα τῶν παρατηρουμένων. Πρὸς ἐξήγησιν τῆς διαφορᾶς ταύτης παραδέχονται ὅτι ἡ πυκνότης τοῦ Διός βαίνει ταχέως ἀξονομένη πρὸς τὸ ἔσω-τερικὸν αὐτοῦ.

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

Διὰ τηλεσκοπίου ἀρκοῦντος ἰσχυροῦ βλέπομεν ἐπὶ τοῦ δίσκου αὐτοῦ ζώνας ἐναλλάξ σκοτεινὰς καὶ λαμπράς, αἱ ὁποῖαι ἐκτείνονται παραλλήλως πρὸς τὸν ἰσημερινὸν αὐτοῦ. Αἱ ζῶναι αὗται ὀφείλονται πιθανῶς εἰς νέφη περιβάλλοντα τὸν Δία ἢ, κατ' ἄλλην ὑπόθεσιν, εἰς τὴν κατάστασιν τῆς μερικῆς αὐτοῦ στερεοποιήσεως.



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

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

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

Ἡ περὶ τὸν Δία κίνησις τῶν δορυφόρων ὑπῆρξε διὰ τὸν Γαλι-

λαίων θαυμάσιον ἐπιχείρημα ὑπὲρ τοῦ συστήματος τοῦ Κοπερνίκου, καθ' ὅσον καθίστατο πλέον δῆλον ὅτι ὑπῆρχον οὐράνια σώματα μὴ στρεφόμενα περὶ τὴν Γῆν, ἣν οἱ πολέμιοι τοῦ Κοπερνίκου ἐθεώρουν ὡς κέντρον τοῦ κόσμου.



Γαλιλαῖος (1564—1642).

Ἐπέμπετος δορυφόρος ἀνεκαλύφθη τὸ ἔτος 1892 εἰς τὸ Ἄστεροσκοπεῖον Lick τῆς Καλιφορνίας· οἱ ἄλλοι δὲ ἀνεκαλύφθησαν βραδύτερον διὰ τῆς φωτογραφίας. Ὁ δέκατος καὶ ἐνδέκατος ἀνεκαλύφθησαν τὸν Ἰούλιον τοῦ 1938.

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

**67. Κρόνος.** — Ὁ πλανήτης οὗτος φαίνεται διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ ὡς ἀστὴρ α' μεγέθους. Εἶναι 745 φορὰς ὀγκωδέστερος τῆς Γῆς, ἔχει μᾶζαν 95,22 φορὰς μείζονα τῆς γηίνης καὶ πυκνότητα ὀλίγον μικροτέραν τῶν 0,13 τῆς γηίνης, περίπου δὲ τὰ 0,7 τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος. Εἶναι λοιπὸν οὗτος ἀραιότερος τοῦ ὕδατος. Παραδέχονται δὲ σήμερον ὅτι καὶ τοῦ Κρόνου ἡ πυκνότης βαίνει ἀξιοσημειώμενη πρὸς τὸ ἔσωτερικόν.

Ἡ πλάτυνσις αὐτοῦ εἶναι μᾶλλον τῆς τοῦ Διὸς αἰσθητῆ ἰσομενῆ πρὸς  $\frac{1}{10}$  περίπου.

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

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

Ὁ Κρόνος ἔχει 9 δορυφόρους, ὧν οἱ δύο νεότεροι κατὰ τὴν χρονολογίαν τῆς ἀνακάλυψως, ἀνεκαλύφθησαν διὰ τῆς φωτογραφίας, (1878, 1904) ὑπὸ τοῦ W. Pickering. Ὁ ὀγκωδέστερος τῶν δο-

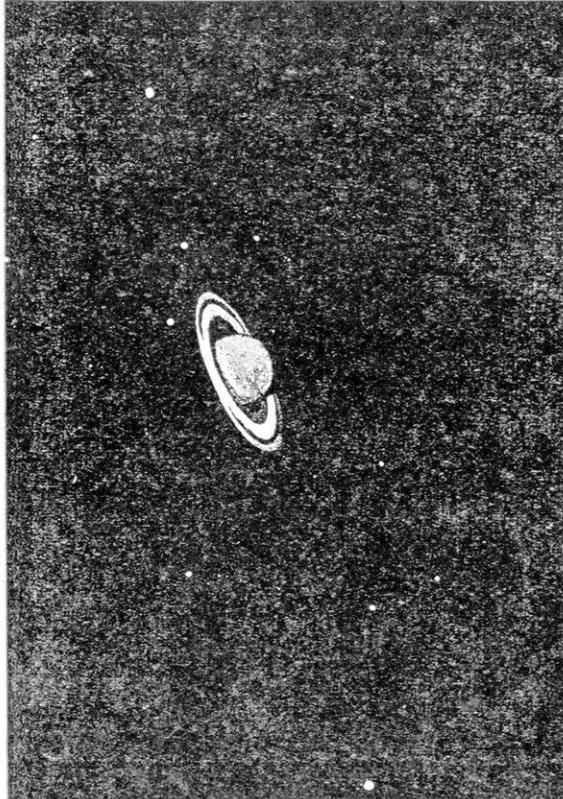
ρουφόρων τούτων λέγεται **Τιτάν** και είναι ὀλίγον ὀγκωδέστερος τῆς Σελήνης.

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

Ἴδιον τοῦ Κρόνου χαρακτηριστικὸν εἶναι λεπτὸς καὶ πλατὺς δακτύλιος, ὅστις περιβάλλει χωρὶς νὰ ἐγγίξῃ αὐτόν. Ὁ Γαλιλαῖος, ὅστις παρατήρησεν, αὐτὸν τὸ πρῶτον κατὰ τὸ 1610, ἐπίστευεν ὅτι ὁ πλανήτης οὗτος ἦτο τριπλοῦς. Διότι κατὰ τὴν ἐποχὴν ἐκείνην ἔβλεπεν αὐτὸν ὡς συνοδευόμενον ὑπὸ δύο λαβῶν ἐκ διαμέτρου ἀντικειμένων.

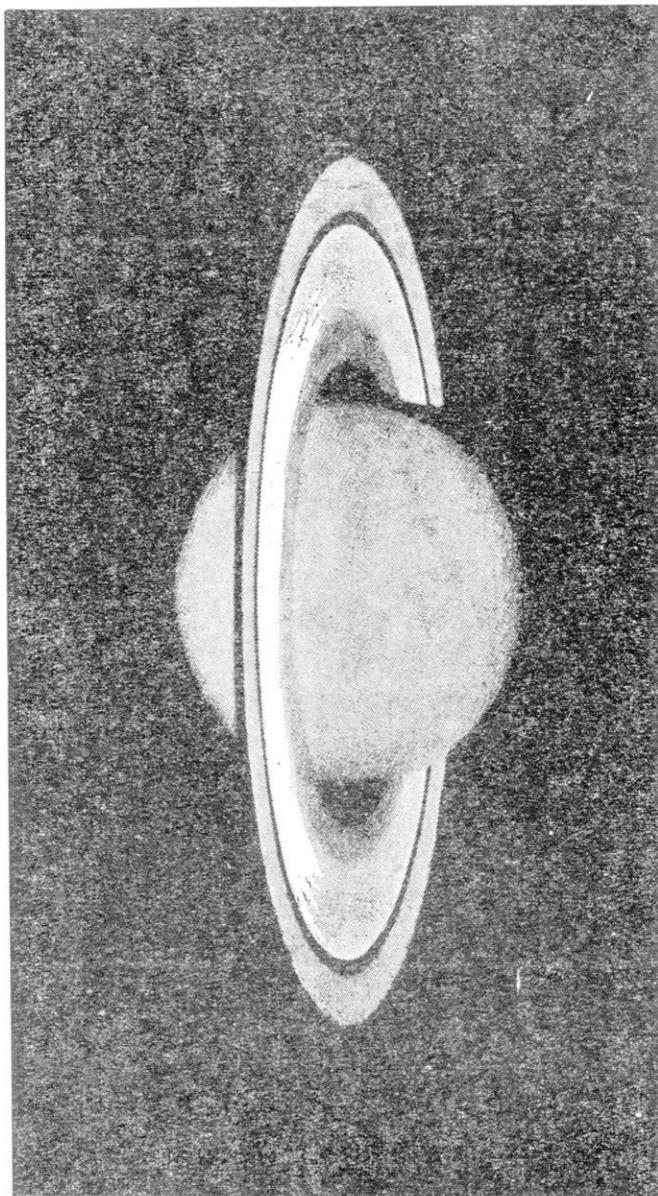
Ὁ Huygens (1657) κατέδειξε τὴν ὑπαρξιν δακτυλίου κυκλοῦντος τὸν Κρόνον. Διὰ καλοῦ τηλεσκοπίου ὁ δακτύλιος διχάζεται εἰς δύο χωριζομένους διὰ κενοῦ διαστήματος, ὅπερ φαίνεται σκοτεινόν. Τὸ κενὸν τοῦτο καλεῖται **διαίρεσις τοῦ Cassini** πρὸς τιμὴν τοῦ παρατηρήσαντος αὐτὸ πρῶτον ἀστρονόμου Jean Dominique Cassini (1957).

Δι' ἰσχυροῦ δὲ τηλεσκοπίου διακρίνομεν καὶ ἕτερον δακτύλιον

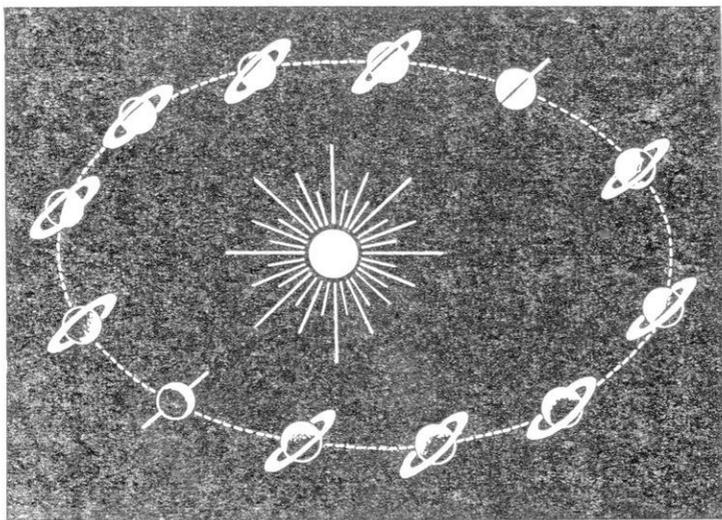


Ὁ Κρόνος καὶ οἱ δορυφόροι του.

Ο πλέονητης Κρόνος.



εσώτερον τῶν ἄλλων καὶ σκοτεινόν. Ἡ παρατήρησις ἀποδεικνύει ὅτι οἱ δακτύλιοι ὄντουσι σκιὰν ἐπὶ τοῦ πλανήτου καὶ οὗτος ὄντει σκιὰν ἐπ' αὐτῶν. Ἐκ τούτων ἔπεται ὅτι οἱ δακτύλιοι δὲν ἔχουσι ἴδιον φῶς,



Μεταβολὴ τῆς ἀπόψεως τοῦ Κρόνου ὁραμένου ἀπὸ τῆς Γῆς.

ἀλλ' ἀνακλῶσι τὸ ἡλιακὸν φῶς. Παραδέχονται σήμερον ὅτι οἱ δακτύλιοι οὗτοι ἀποτελοῦνται ἐκ πλήθους μικρῶν δορυφόρων ἐγγύτατα ἀλλήλων κειμένων.

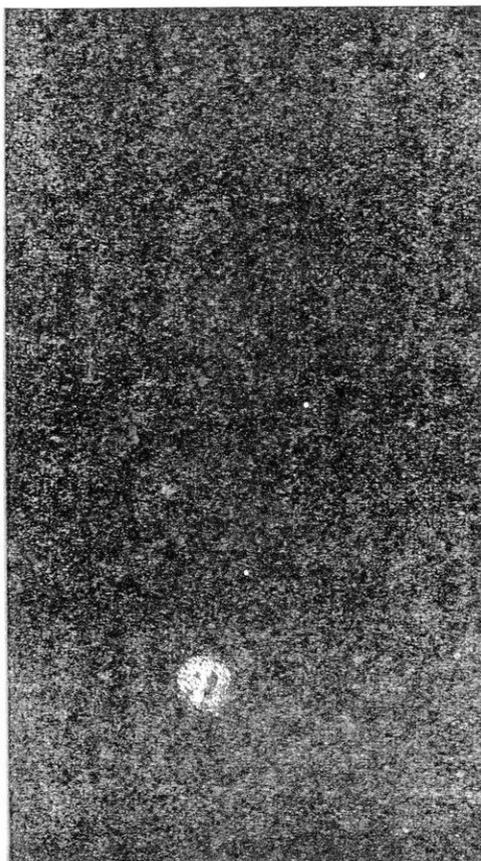
**68. Οὐρανός.** — Ὁ πλανήτης οὗτος ἀνεκακέρφη τυχαίως ὑπὸ τοῦ W. Herschel κατὰ τὸ ἔτος 1781 (13 Μαρτίου).

Ὁ μέγας οὗτος ἀστρονόμος ἐρευνῶν μέρος τοῦ ἡστερισμοῦ τῶν Διδύμων πρὸς ἀνεύρεσιν διπλῶν ἀστέρων παρατήρησεν ἀστέρα τινὰ παρουσιάζοντα αἰσθητὸν δίσκον. Κατ' ἀρχὰς ἐνόμισεν ὅτι ἦτο κομήτης καὶ ὡς τοιοῦτον ἀνήγγειλεν αὐτόν. Διὰ συστηματικῆς δὲ καὶ ἐπὶ τινα ἔτη παρακολούθησεως αὐτοῦ ἀνεγνώρισθη ὅτι ἦτο νέος πλανήτης.

Οὗτος λάμπει ὡς ἀστὴρ 6<sup>ου</sup> μεγέθους καὶ κατ' ἀκολουθίαν ὑπὸ εὐνοϊκᾶς συνθήκας εἶναι ὁρατὸς καὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Ἔχει ὄγκον 63 φουὰς μείζονα τοῦ γήινου, μᾶζαν 14,58 φουὰς μείζονα τῆς

γηίνης καὶ πυκνότητα τὰ 0,23 περίπου τῆς γηίνης. Περιφέρεται δὲ περὶ τὸν ἥλιον εἰς 84 ἔτη καὶ 7 ἡμέρας.

Δι' ἰσχυροῦ τηλεσκοπίου διακρίνομεν ἐπ' αὐτοῦ ζώνας ὁμοίας



Ὁ Οὐρανὸς καὶ οἱ 4 ἀπὸ τοὺς δορυφόρους του

πρὸς τὰς τοῦ Διὸς. Κατὰ τὸν Schiaparelli ἡ πλάτυνσις τοῦ Οὐρανοῦ εἶναι περίπου  $\frac{1}{11}$  καὶ κατ' ἀκολουθίαν οὗτος στρέφεται ταχύτατα περὶ

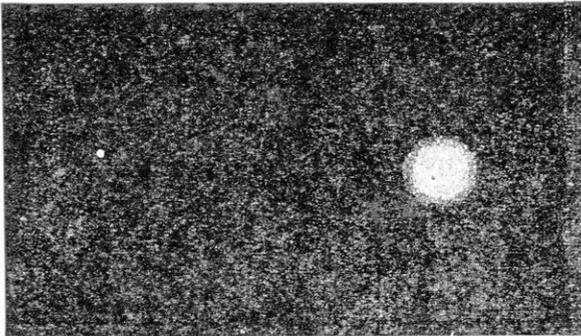
τὸν ἄξονα αὐτοῦ. Ὅντως δὲ ὑπελογίσθη ὅτι οὗτος στρέφεται περὶ ἄξονα εἰς 10 ὥρας καὶ 42<sup>π</sup>.

Ὁ Οὐρανὸς ἔχει 5 δορυφόρους, ὧν οἱ δύο ἀπώτεροι παρατηρήθησαν ὑπὸ τοῦ W. Herschel κατὰ τὸ ἔτος 1787, οἱ δύο ἄλλοι ὑπὸ τοῦ Lassell κατὰ τὸ 1851 καὶ ὁ 5<sup>ος</sup> ἀνεκαλύφθη φωτογραφικῶς τὸν Φεβρουάριον τοῦ 1948 ὑπὸ τοῦ ἀστεροσκοπείου Mac-Donnalt εἰς Τεξάς. Οἱ 4 πρῶτοι δορυφόροι κινοῦνται περὶ τὸν Οὐρανὸν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σχεδὸν ἐπιπέδου, ὅπερ σχηματίζει μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς τροχιάς τοῦ Οὐρανοῦ γωνίαν 98° περίπου. Δι' ὃ ἡ κίνησις τούτων φαίνεται ἀνάδρομος.



William Herschel (1738 - 1822)

**69. Ποσειδῶν.** — Ὁ πλανήτης οὗτος εἶναι ἀόρατος εἰς γυμνὸν ὀφθαλμόν, διὰ δὲ τοῦ τηλεσκοπίου φαίνεται ὡς ἀστὴρ ὀγδόου μεγέ-



θους. Εἶναι 44άκις ὀγκωδέστερος τῆς Γῆς· ἔχει μᾶζαν 17,26 φορές μείζονα τῆς γήινης καὶ πυκνότητα τὰ 0,22 περίπου τῆς γήινης. Κινεῖται περὶ τὸν ἥλιον εἰς 164 ἔτη καὶ 280 ἡμέρας.

Ἡ ἀνακάλυψις τοῦ Ποσειδῶ-

ῶνος (1864) ὀφειλομένη εἰς τὸν Γάλλον ἀστρονόμον Le Verrier συνε-

κίνησε *μεγάλως* τὸν ἐπιστημονικὸν κόσμον, διότι αὕτη ἀποτελεῖ τὸν μεγαλύτερον τῶν θριάμβων τῶν θεωριῶν τῆς Ἀστρονομίας, ἣτις δικαίως θεωρεῖται ἡ ἀκριβεστέρα καὶ θετικωτέρα τῶν ἐπιστημῶν.

Ἴδου ἐν συνόψει πῶς ἐγένετο ἡ ἀνακάλυψις αὕτη:

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

Ἄλλ' ἔνεκα τῶν ἀμοιβαίων τῶν πλανητῶν ἔλξεον ἡ τροχιά ἐκάστου ἀπομακρύνεται κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον τῆς θεωρητικῆς ἐλλείψεως. Ἐν τούτοις οἱ ἀστρονόμοι λαμβάνοντες ὑπ' ὄψιν τὰς ἀμοιβαίας



Le Verrier (1811-1877)

τῶν πλανητῶν ἔλξεις (παρέλξεις) δύνανται νὰ προσδιορίζωσι μετὰ μεγάλης προσεγγίσεως τὰς ἀνωμαλούς τροχιάς τῶν πλανητῶν. Ἀπὸ τῆς ἀνακαλύψεως ὅμως τοῦ Οὐρανοῦ εἶχον παρατηρήσει ἐν τῇ τροχιά αὐτοῦ ἀνωμαλία, αἵτινες δὲν ἐξηγοῦντο ἐπαρκῶς διὰ τῆς ἔλξεως τῶν λοιπῶν γνωστῶν πλανητῶν ἐπ' αὐτοῦ. Ὁ Le Verrier τότε ἐσκέφθη ὅτι αἱ ἀνωμαλίες αὗται πιθανῶς ὀφείλονται εἰς ἔλξιν ἀγνωστού τινός πλανήτου καὶ ἐπιχείρησε νὰ προσδιορίσῃ δι' ὑπολογισμοῦ τὴν μᾶζαν καὶ τὴν θέσιν αὐτοῦ. Μετὰ διετῆ καθαρῶς θεωρητικὴν ἐργα-

σίαν ἀνήγγειλεν εἰς τὴν Ἀκαδημίαν τῶν ἐπιστημῶν τὴν ἀκριβῆ ἐν τῷ οὐρανῷ θέσιν τοῦ ἀγνωστού πλανήτου.

Τρεῖς ἑδομάδας βραδύτερον ὁ Γερμανὸς ἀστρονόμος Calle, ἅμια τῇ λήψει ἐπιστολῆς τοῦ Le Verrier, ἤρχισε νὰ ἐξετάζῃ τὸ ὑποδειχθὲν μέρος τοῦ οὐρανοῦ καὶ εὐθὺς παρετήρησε τὸν νέον πλανήτην (ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Αἰγόκερου).

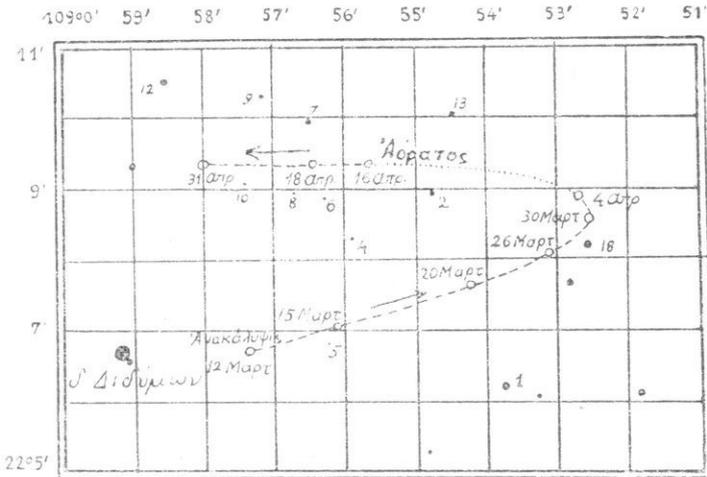
Κατὰ τοὺς τελευταίους χρόνους κατορθώθη νὰ ὀρισθῇ ὁ χρόνος τῆς περὶ ἄξονα στροφῆς τοῦ Ποσειδῶνος ἀνερχόμενος εἰς 15<sup>6<sup>ο</sup></sup> καὶ 48<sup>π</sup>.

Ὁ Ποσειδῶν ἔχει δύο δορυφόρους. Τούτων ὁ α' (**Τρίτων**) παρετηρήθη ὑπὸ τοῦ Lassell τὸ ἔτος 1846 καὶ στρέφεται περὶ τὸν Ποσει-

δῶνα εἰς ὃ ἡμέρας καὶ 21 ὥρας περίπου κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν. Ὁ δὲ 2<sup>ος</sup> ἀνεκαλύφθη φωτογραφικῶς τὸν Μάϊον τοῦ 1949 ὑπὸ τοῦ ἀστεροσκοπείου τοῦ Mac - Donalt.

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

Πρὸς ἐξήγησιν τῶν διαφορῶν τούτων ὁ Percival Lowell ἐδέχθη

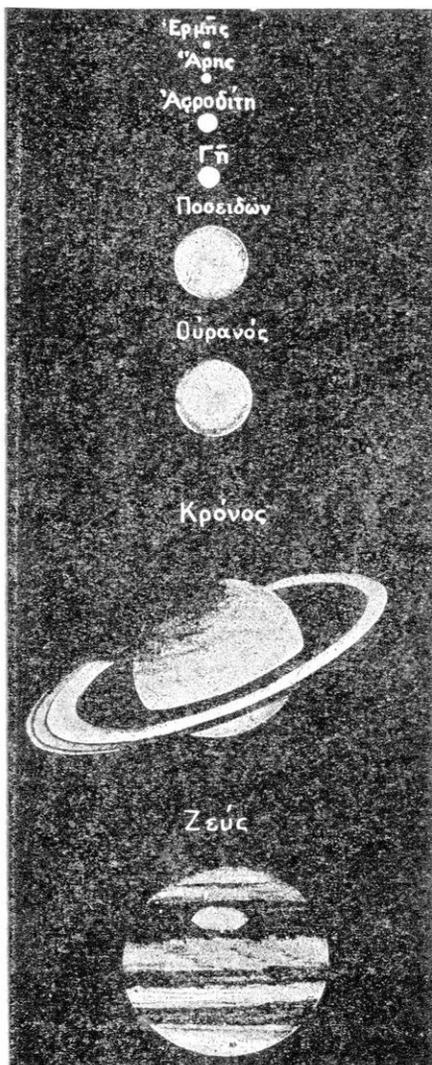


Φαινόμενη ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαιρας τροχία τοῦ Πλούτωνος κατὰ τὸν χρόνον τῆς ἀνακάλυψεως αὐτοῦ.

τὴν ὑπαρξιν ἐτέρου πλανήτου πέραν τοῦ Ποσειδῶνος κατὰ τὸ ἔτος 1915 ἐδημοσίευσεν τὰ πλανητικὰ στοιχεῖα τοῦ ὑποθετικοῦ πλανήτου.

Κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τοῦ Lowell ὁ νέος πλανήτης ἔπρεπε νὰ εὐρίσκηται εἰς ἀπόστασιν 43 φορές μείζονα τῆς ἀποστάσεως τῆς Γῆς ἀπὸ τοῦ Ἥλιου καὶ νὰ περιφερῆται περὶ τὸν Ἥλιον εἰς 282 ἔτη. Ὁ ὄγκος ἔπρεπε νὰ εἶναι 6,5 φορές μεγαλύτερος τοῦ ὄγκου τῆς Γῆς, ἢ φαινόμενη διάμετρος νὰ εἶναι 1'' καὶ νὰ εἶναι ἀστὴρ 12<sup>ου</sup> ἢ 13<sup>ου</sup> μεγέθους.

Διὰ τὴν ἀναζήτησιν τοῦ ἀγνώστου τούτου πλανήτου τὸ ἐν Flag-



Συγκριτικά μεγέθη τῶν μεγάλων πλανητῶν  
(πλὴν τοῦ Πλούτωνος).

staff Ἀστεροσκοπεῖον Lowell ἀνέβηκεν ἀπὸ τοῦ Ἰανουαρίου 1929 εἰς τὸν νεαρὸν βοηθὸν Clyde-W. Tombaugh νὰ φωτογραφίση τὸν ζφρδιακὸν κύκλον.

Ἐπλησίαζεν ἤδη νὰ ἀποπερατώσῃ τὸ ἔργον του τοῦτο, ὅτε τὴν 21ην Ἰανουαρίου 1930 ἀνεκάλυψε τὸν ἀναζητούμενον πλανήτην πλησίον τοῦ δ τῶν Διδύμων, ὅπου πράγματι κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τοῦ Lowell ἔπρεπε νὰ εὑρίσκηται τὴν ἐποχὴν ἐκείνην. Εὑρίσκετο ἐγγύτατα τῆς Ἐκλειπτικῆς καὶ ἔβαινε βραδύτατα κατὰ τὴν ἀνάδρομον φροάν. Εἶναι ἀστὴρ μετὰξὺ 15<sup>ου</sup> καὶ 16<sup>ου</sup> μεγέθους. Κατὰ προσφάτους ὑπολογισμοὺς τῆ βοηθεία τοῦ γιγαντιαίου κατοπτρικοῦ τηλεσκοπίου τοῦ ἀστεροσκοπεῖου τοῦ ὄρους Palomar ἡ διάμετρος τοῦ Πλούτωνος εἶναι τὰ 0,45 τῆς γήινης διαμέτρου, ὁ ὄγκος αὐτοῦ τὸ 0,1 τοῦ ὄγκου τῆς καὶ ἡ μᾶζα τὰ 0,83 τῆς γήινης. Ἦδη ἡ ἀπόστασις αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἐκτιμᾶται εἰς 39,52 περίπου γήινας ἀποστάσεις καὶ ὁ χρόνος περιφορᾶς εἰς 249 ἀστρικὰ ἔτη περίπου.

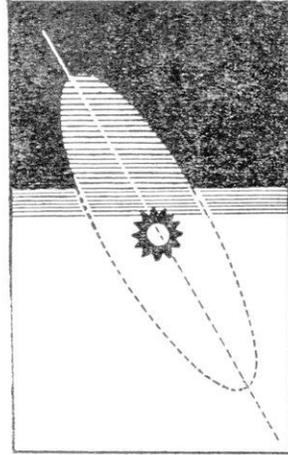
**71. Ζωδιακὸν φῶς.** — Περὶ τὴν ἑαρινὴν συνήθως ἰσημερίαν παρατηρεῖται ἐν Εὐρώπῃ ὑπὸ εὐμενεῖς ἀτμοσφαιρικοὺς ὄρους πρὸς δυσμὰς καὶ συγχρόνως μετὰ τῶν ἀστέρων 4<sup>ου</sup> μεγέθους ἀμυδρὸν φῶς, ὅπερ ἐπὶ τοῦ ζωδιακοῦ ἐκτεινόμενον καλεῖται **ζωδιακὸν φῶς**.

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

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

Τὸ φῶς τοῦτο εἶναι ὄρατὸν παρ' ἡμῶν καὶ ἐν τῇ λοιπῇ Εὐρώπῃ καὶ πρὸς ἀνατολὰς πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ Ἡλίου περὶ τὴν φθινοπωρινὴν συνήθως ἰσημερίαν ἐξαφανιζόμενον συγχρόνως μετὰ τῶν ἀστέρων 4<sup>ου</sup> μεγέθους.

Ἐκ τῶν τόπων τῆς διακεκαυμένης ζώνης τὸ ζωδιακὸν φῶς εἶναι ὄρατὸν καθ' ὅλον σχεδὸν τὸ ἔτος. Περὶ τῆς φύσεως τοῦ φωτός τούτου οὐδὲν εἶναι βέβαιο. Ἡ πιθανωτέρα γνώμη εἶναι ὅτι ὑφίσταται εἰς ἀνάκλασιν τοῦ ἡλιακοῦ φωτός ὑπὸ σμίνους μικρῶν σωματιδίων περιφερομένων περὶ τὸν Ἡλιον ἐπὶ ἐλλείψεων καὶ ἀποτελούντων οὕτως ἐν τῷ συνόλῳ των λεπτὴν φακοειδῆ ἀτμόσφαιραν. Δὲν ἀποκλείεται δὲ ἡ ἀτμόσφαιρα αὕτη νὰ εἶναι προσέκτασις τοῦ στέμματος.



Ζωδιακὸν φῶς.

ΠΛΑΝΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

*Όνομα πλανήτη	†Απόσταση από Ήλιου		‡Αστρική περιφορά	Χρόνος στροφής περι- δρόνου	Κλίσις της τροχιάς προς την Έκλειπτ.	Διάμετρος εἰς γῆνας διαμέ- τρου	*Όγκος εἰς γῆ- νους ὄγκοις	Μάζα εἰς γῆ- νας μάζας	Πυκνότης εἰς γῆνας πυκνό- τητας	Βαρύτης εἰς g ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας εἰς πλάτος 0°	Κλίσις ἰσημερινοῦ αὐτοῦ πρὸς τροχίαν του
	Εἰς ἀποστά- σεις Γῆς ἀπὸ Ήλιου	Εἰς ἔκατομ- μύρια χιλιόμετρα									
1. ΕΡΜΗΣ . . .	0,3871	58	μ. ἡμ. ἡμ. 87,969	87,969 ἡμ.	7° 0'	0,37	0,05	0,056	1,1	0,41	—
2. ΑΦΡΟΔΙΤΗ	0,7233	108	224,701	224,701 ἡμ.	3° 24'	0,97	0,90	0,817	0,91	0,88	—
3. ΓΗ . . . .	1,0000	149,5	365,256	23 ὄρ. 56π. 48.	0° 0'	1	1	1	1	1	23° 27'
4. ΑΡΗΣ . . .	1,5237	228	686,98	24ὄρ. 27ὄ. 23ὄ.	1° 51'	0,54	0,157	0,108	0,69	0,37	25° 10'
5. ΖΕΥΣ . . .	5,2026	778	430 ἡμ. 11 315 ἡμ.	9ὄρ. 5ὄρ. 30ὄ.	1° 19'	10,94	1295	318,36	0,24	2,64	3° 7'
6. ΚΡΟΝΟΣ .	9,5547	1426	29 167	10ὄρ. 14π. 24ὄ.	2° 30'	9,04	745	95,22	0,13	1,17	26° 45'
7. ΟΥΡΑΝΟΣ	19,21	2868	84 7	10ὄρ. 42π.	0° 46'	4,0	63	14,58	0,23	0,92	98°
8. ΠΟΣΕΙΔΩΝ	30,109	4494	164 280	15ὄρ. 48π.	1° 47'	4,3	44	17,26	0,22	1,12	151°
9. ΠΛΟΥΤΩΝ	39,51	5305	249 —	—	17° 7'	0,46	0,1	0,93	1,07	—	—

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

### Η ΓΗ

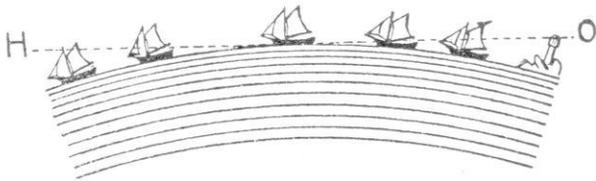
#### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

#### ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

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

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

Ὅταν ἰσάμεθα ἐπὶ μᾶς ἀκτῆς καὶ παρατηροῦμεν ἓν πλοῖον νὰ



Σχ. 48.

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

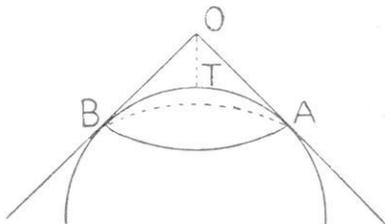
Τὰ φαινόμενα ταῦτα ἐξηγοῦνται μόνον, ἂν ἡ ἐπιφάνεια τῆς γαλάσσης εἶναι κυρτή.

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

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

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

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



Σχ. 49.

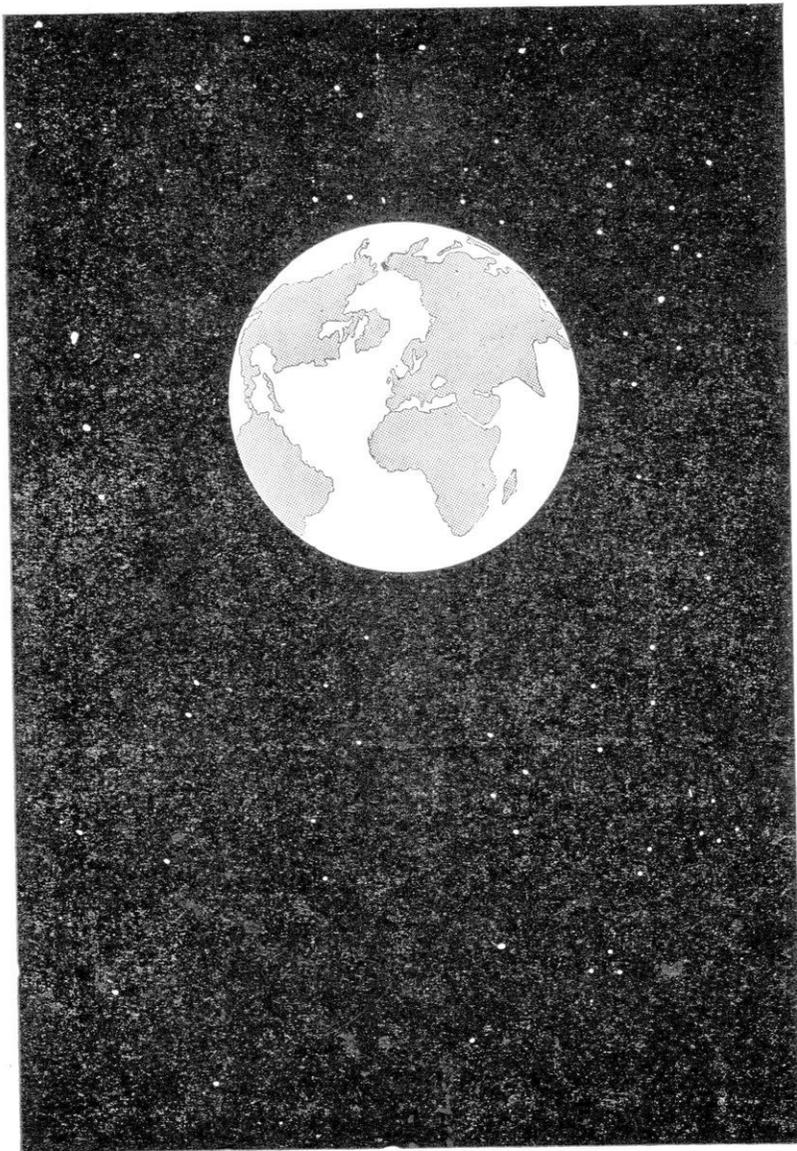
Ἄλλη σπουδαία ἀπόδειξις τῆς κυρτότητος τῆς Γῆς εἶναι οἱ διάφοροι περίπλοι τῆς Γῆς.

Τὸν πρῶτον περίπλου τῆς Γῆς ἔκαμεν ὁ Πορτογάλλος Magellan. Οὗτος ἀνεχώρησε τὴν 21<sup>ην</sup> Σεπτεμβρίου 1519 ἐκ Saint-Lucar τῶν Γαδεΐρων καὶ πλέων πρὸς δυσμὰς συνήντησε τὴν Ἀ-

μερικὴν. Τραπεῖς δὲ πρὸς νότον εἰσῆλθεν εἰς τὸν Εἰσηνικὸν Ὀκεανὸν διὰ τοῦ φερωνύμου πορθμοῦ καὶ ἔφθασε μέχρι τῶν Φιλιππίνων νήσων, ἔνθα ἐφρονεύθη ὑπὸ τῶν Ἰθαγενῶν. Οἱ ὀπαδοὶ αὐτοῦ ἐξηκολούθησαν τὸν πλοῦν πρὸς δυσμὰς καὶ περιπλεύσαντες τὴν Νότιον Ἀφρικὴν ἐπανήλθον οἱ ἐπιζήσαντες εἰς Saint-Lucar τὴν 6<sup>ην</sup> Σεπτεμβρίου 1522.

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

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



Ἡ Γῆ εἶναι μεμονωμένη εἰς τὸ διάστημα καὶ οὐδαμοῦ στηρίζεται.

Αἱ ἀκτῖνες λοιπὸν αὐταὶ ἀποτελοῦσι τὴν κυρτὴν ἐπιφάνειαν κό-  
νου, ἢ ὅποια ἐφάπτεται τῆς θαλάσσης κατὰ τὸν φυσικὸν ὀρίζοντα,  
δηλαδὴ κατὰ περιφέρειαν κύκλου. Ἐπειδὴ δὲ ἡ κυρτὴ ἐπιφάνεια κό-  
νου μόνον σφαίρας ἐφάπτεται παντοῦ κατὰ περιφέρειαν κύκλου, συμ-  
περαίνομεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τῆς θαλάσσης εἶναι τοῦλάχιστον **σφαι-  
ροειδής**.

Ἐὰν δὲ ἐργασθῶμεν ὁμοίως καὶ εἰς εὐθείας πεδιάδας. συμπεραί-  
νομεν ὅτι καὶ ἡ χέρσος εἶναι σφαιροειδής, μὴ λαμβανομένων ὑπ' ὄψιν  
τῶν ἀνωμαλιῶν τοῦ ἐδάφους.

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

**73. Τὸ μεμονωμένον καὶ πεπερασμένον τῆς Γῆς.** — Ἄν  
ἡ Γῆ ἐστηρίζετο ἐπὶ ὑποστηριγμάτων, ταῦτα θὰ παρεκώλυον τὴν κίνη-  
σιν τῶν ἀστέρων ὑπὸ τὴν Γῆν. Κατὰ δὲ τοὺς διαφόρους πλοῦς κατὰ  
διαφόρους διευθύνσεις οὐδαμοῦ παρατηρήθησαν τοιαῦτα ὑποστηρίγματα.

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

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

Ὁ πόλος π, ἀπὸ τὸν ὁποῖον φαίνεται ὁ βόρειος πόλος τοῦ Οὐρα-  
νοῦ, λέγεται καὶ αὐτὸς **βόρειος πόλος** τῆς Γῆς, ὁ δὲ π' λέγεται **νό-  
τιος πόλιος** τῆς Γῆς.

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

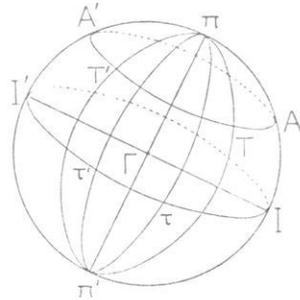
Ὁ γήινος ἰσημερινὸς διαιρεῖ τὴν Γῆν εἰς δύο ἡμισφαίρια. Τὸ ἐν  
τούτων περιέχει τὸν βόρειον πόλον τῆς Γῆς καὶ λέγεται **βόρειον** ἡμι-  
σφαίριον. Τὸ δὲ ἄλλο, δι' ὅμοιον λόγον, λέγεται **νότιον** ἡμισφαίριον

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

Τὰ ἐπίπεδα, τὰ ὁποῖα διέρχονται διὰ τῶν πόλων τῆς Γῆς, λέγονται **μεσημβρινά** ἐπίπεδα. Αἱ δὲ τομαὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς ὑπὸ μεσημβρινῶν ἐπιπέδων καλοῦνται **γῆινοι μεσημβρινοί**. Π. χ. αἱ γραμμαὶ  $\pi\Gamma\pi'$ ,  $\pi\tau\tau'$  εἶναι γῆινοι μεσημβρινοί.

Ἐκαστὸς γῆινος μεσημβρινὸς διαιρεῖται ὑπὸ τοῦ ἄξονος τῆς Γῆς εἰς δύο ἡμίση. Ἐκάτερον δὲ τούτων λέγεται ἰδιαιτέρως **γῆινος μεσημβρινὸς** τῶν τόπων, τοὺς ὁποῖους περιέχει. Οὕτως ἡ γραμμὴ  $\pi\Gamma\pi'$  καλεῖται γῆινος μεσημβρινὸς τοῦ τόπου  $\Gamma$  καὶ παντὸς ἄλλου σημείου αὐτῆς.

Εἷς τῶν γῆινων μεσημβρινῶν λαμβάνεται κατὰ συνθήκην ὡς **πρῶτος μεσημβρινός**. Ἄλλοτε ἅπαντα τὰ ἔθνη ἐλάμβανον ὡς πρῶτον μεσημβρινὸν τὸν διερχόμενον διὰ τῆς νήσου Φέρου (τῆς δυτικωτέρας τῶν Καναρίων νήσων). Ἦδη ὅμως ἀνεγνωρίσθη διεθνῶς ὡς πρῶτος μεσημβρινὸς ὁ τοῦ ἀστεροσκοπείου τοῦ **Greenwich** καὶ ὑπ' αὐτῆς ἀκόμη τῆς **Γαλλίας**, ἐν ἣ μέρους ἐσχάτως ἐλαμβάνετο ὡς τοιοῦτος ὁ μεσημβρινὸς τοῦ ἀστεροσκοπείου τῶν **Παρισίων**. Καὶ παρὰ τῶν ναυτικῶν δὲ ἡμῶν λαμβάνεται ὡς **α' μεσημβρινός** ὁ τοῦ **Greenwich**.



Σχ. 50.

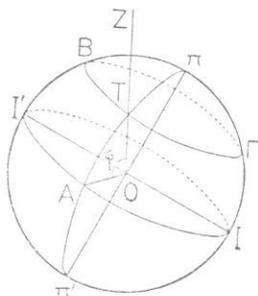
**76. Γεωγραφικαὶ συντεταγμέναι ἐνὸς τόπου.** — Ἀπὸ ἑκαστον σημείου  $\Gamma$  τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς διέρχεται ἡ περιφέρεια ἐνὸς παράλληλου κύκλου  $B\Gamma$  τῆς Γῆς καὶ ὁ μεσημβρινὸς  $\pi\Gamma\pi'$  (σχ. 51). Προφανῶς δὲ τὸ σημεῖον  $\Gamma$  εἶναι τομὴ τῶν γραμμῶν τούτων. Ἐὰν λοιπὸν γνωρίζωμεν τὴν θέσιν τῶν γραμμῶν τούτων ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς, θὰ γνωρίζωμεν καὶ τὴν θέσιν τοῦ  $\Gamma$  ἐπ' αὐτῆς. Ἡ δὲ θέσις τῶν γραμμῶν τούτων ὀρίζεται διὰ τοῦ **γεωγραφικοῦ πλάτους** καὶ τοῦ **γεωγ. μήκους** τοῦ τόπου  $\Gamma$ .

**A') Γεωγραφικὸν πλάτος τόπου τινός  $\Gamma$  λέγεται ἡ γωνία  $\varphi$ ,**

τὴν ὁποῖαν σχηματίζει ἡ κατακόρυφος **OTZ** τοῦ τόπου **T** μετὸ ἐπίπεδον τοῦ γήινου ἰσημερινοῦ.

Ἔχει δὲ ἡ γωνία αὕτη τὸ αὐτὸ μέτρον μετὸ ἀντίστοιχον τόξον **AT** τοῦ γήινου μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου **T**.

Διὰ τοῦτο τὸ γεωγραφικὸν πλάτος ἑνὸς τόπου μετρεῖται ἐπὶ τοῦ γήινου μεσημβρινοῦ αὐτοῦ καὶ κατὰ συνθήκην ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς βορρᾶν καὶ πρὸς νότον αὐτοῦ. Κυμαίνεται ὅθεν τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τῶν διαφόρων τόπων ἀπὸ  $0^\circ$  ἕως  $90^\circ$  καὶ εἶναι **βόρειον** μὲν διὰ τοὺς τόπους τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου, **νότιον** δὲ διὰ τοὺς τόπους τοῦ νοτίου ἡμισφαιρίου τῆς **Γῆς**. Διὰ τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους ἑνὸς τόπου ὀρίζεται ὁ παράλληλος αὐτοῦ.



Σχ. 51.

ἵτις βαίνει ἐπὶ τοῦ τόξου **ΓΑ** τῆς περιφερείας τοῦ γήινου ἰσημερινοῦ. Διὰ τοῦτο τὸ γεωγραφικὸν μῆκος μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας ταύτης ἀπὸ τοῦ **α'** μεσημβρινοῦ καὶ κατὰ συνθήκην πρὸς **A** καὶ πρὸς **Δ** αὐτοῦ.

Κυμαίνεται ὅθεν τὸ γεωγραφικὸν μῆκος τῶν διαφόρων σημείων τῆς ἐπιφανείας τῆς **Γῆς** ἀπὸ  $0^\circ$  ἕως  $180^\circ$  καὶ λέγεται **ἀνατολικὸν** μὲν διὰ τὰ πρὸς ἀνατολὰς ταῦ **α'** μεσημβρινοῦ σημεία, **δυτικὸν** δὲ διὰ τὰ πρὸς δυσμὰς αὐτοῦ σημεία.

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

### Ἀσκήσεις

104) *Νὰ εὑρεθῆτε τὸ γεωγραφικὸν πλάτος ἐκάστου σημείου τοῦ γήινου ἰσημερινοῦ.*

105) *Ὁ γήινος μεσημβρινὸς τόπου **A** καὶ ὁ **α'** μεσημβρινὸς κείν-*

ται εἰς τὸ αὐτὸ ἐπίπεδον ἀλλὰ δὲν συμπίπτουσι. Νὰ εὑρητε πόσον εἶναι τὸ γεωγραφικὸν μῆκος τοῦ  $A$ .

106) Τόπος ἔχει δυτικὸν γεωγραφικὸν μῆκος  $45^\circ$ . Νὰ ἐκτιμηθῇ τοῦτο κατὰ τὸν ἀστρονομικὸν τρόπον μετρήσεως.

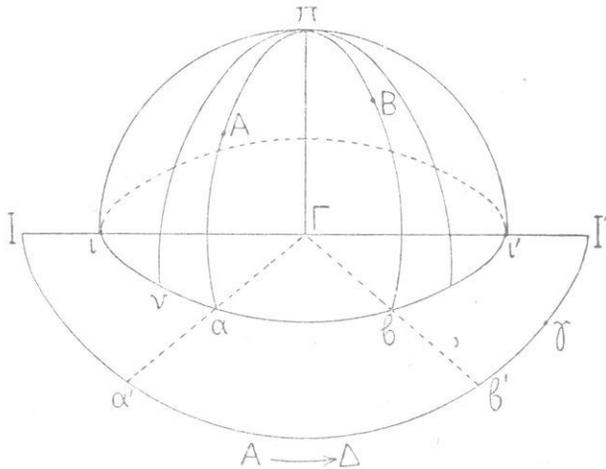
107) Εἷς τόπος ἔχει ἀνατολικὸν μῆκος  $105^\circ$ . Νὰ ἐκτιμηθῇ τοῦτο κατὰ τὸν ἀστρονομικὸν τρόπον μετρήσεως.

108) Εἷς τόπος ἔχει γεωγραφικὸν μῆκος  $10$  ὥρῶν κατὰ τὸν ἀστρονομικὸν τρόπον. Νὰ καθορίσητε, ἂν τοῦτο εἶναι ἀνατολικὸν ἢ δυτικὸν καὶ πόσον μοιρῶν.

109) Εἷς τόπος ἔχει γεωγραφικὸν μῆκος  $17$  ὥρῶν. Νὰ καθορίσητε, ἂν οὗτος κεῖται πρὸς  $A$  ἢ πρὸς  $\Delta$  τοῦ  $\alpha'$  μεσημβρινοῦ καὶ πόσας μοίρας.

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

77. Σχέσεις μεταξύ τῶν γεωγραφικῶν μῆκων δύο σημείων  $A, B$  καὶ τῶν ἀστρικών χρόνων αὐτῶν κατὰ τὴν αὐτὴν



Σχ. 52.

στιγμῆν. — Ἐστε πν (σχ. 52) ὃ  $\alpha'$  μεσημβρινός,  $\pi A \alpha$  καὶ  $\pi B \beta$  οἱ

γήνιοι μεσημβρινοὶ τῶν τόπων Α καὶ Β, οἱ ὁποῖοι ἔχουσιν ἀντιστοιχῶς γεωγραφικά μήκη  $M_\alpha = (\widehat{\nu\alpha})$  καὶ  $M_\beta = (\widehat{\nu\beta})$  μετρούμενα κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν. Ἐκ τούτων ἔπεται ὅτι  $M_\beta - M_\alpha = (\widehat{\alpha\delta})$ . (1)

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

Σημείωσις. Ὅμοίως ἀποδεικνύεται ἡ ιδιότης αὕτη καὶ ὅταν τὸ  $\gamma$  κείται ἐπὶ τοῦ τόξου  $I\alpha'$ . Ὅταν δὲ τὸ  $\gamma$  κείται ἐπὶ τοῦ τόξου  $\alpha'\beta'$ , ἡ ἰσότης (3) γίνεται  $M_\beta - M_\alpha = (X_\alpha + 24 \text{ ὥρ.}) - X_\beta$ . Αὕτη σημαίνει ὅτι, ὅταν  $X_\alpha < X_\beta$ , πρέπει ὁ μειωτέος  $X_\alpha$  νὰ αὐξάνηται κατὰ 24 ὥρας.

**78. Μέτρησις τοῦ γεωγραφικοῦ μήκους τόπου.** — Ἄν λύσωμεν πρὸς  $M_\beta$  τὴν ἀνωτέρω ἰσότητα (3) εὐρίσκομεν ὅτι

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

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

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

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

Κατὰ τινὰ στιγμὴν ὁ ἐν τῷ τόπῳ Α παρατηρητὴς πέμπει πρὸς τὸν Β τηλεγραφικόν τι σῆμα, ἐν ᾧ συγχρόνως σημειοῖ τὴν ἀστρικὴν ὥραν κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἀποστολῆς. Ὁ παρατηρητὴς τοῦ τόπου Β

δεχόμενος τὸ σῆμα τὴν αὐτὴν στιγμὴν ἔνεκα τῆς μεγάλης ταχύτητος τοῦ ἠλεκτροῦ ὁρέματος σημειοῖ καὶ οὕτως τὴν ὥραν, τὴν ὁποίαν δεικνύει τὸ ὄρολόγιόν του κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς λήψεως τοῦ σήματος.

Διὰ τῆς συγκρίσεως δὲ τῶν σημειωθεισῶν ὥρῶν εὐρίσκεται ἡ διαφορὰ ( $X_a - X_b$ ). Πρὸς μείζονα δὲ ἀκριβείαν ἡ ἐργασία αὕτη ἐπιλαμβάνεται πολὺάκις· γίνεται δὲ καὶ κατ' ἀντίθετον φορὰν, ἵτοι ἐκπέμπονται καὶ ἐκ τοῦ Β πρὸς τὸν Α σήματα καὶ λαμβάνεται ὁ μέσος ὄρος τῶν ὑπολογιζομένων διαφορῶν τῶν ἀστρικοῶν χρόνων.

Ἀπὸ τῆς ἀναπτύξεως ὁμοῦ τῆς ῥαδιοτηλεγραφίας ἡ μέθοδος αὕτη ἠπλοποιήθη μεγάλως. Διότι ἀπὸ πολλοὺς προτείνοντας σταθμοὺς ἐκπέμπονται ὁρισμένα σήματα εἰς ὁρισμένας ὥρας τῆς ἡμέρας. Ἐν δὲ παρατηρητῆς τόπου Β δεχθῆ ἓν τοιοῦτον σῆμα ἀπὸ τὸν σταθμὸν τόπου Α γνωρίζει τὴν ὥραν τοῦ τόπου Α τὴν στιγμὴν ἐκεῖνην. Οὕτω δὲ εὐκόλως εὐρίσκει τὴν διαφορὰν  $X_a - X_b$ .

**Β'. Μέθοδος τῶν οὐρανίων φαινομένων.** Ἐνίοτε τὰ τηλεγραφικὰ σήματα ἀντικαθίστανται ὑπὸ οὐρανόθεν τινός φαινομένου, τὸ ὁποῖον εἶναι ὁρατὸν ἀπ' ἀμφοτέρων τῶν τόπων. Σημειοῖ δηλαδὴ ἑκάτερος [παρατηρητῆς τὴν ὑπὸ τοῦ ὄρολογίου του παρεχομένην ὥραν, καθ' ἣν στιγμὴν ἄρχεται ἢ λήγει οὐράνιον τι φαινόμενον καὶ οὕτω διὰ συγκρίσεως τῶν σημειωθεισῶν ὥρῶν εὐρίσκεται ἡ ζητούμενη διαφορὰ  $X_a - X_b$ .

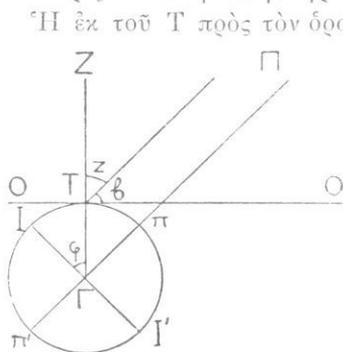
Ἐπειδὴ ὁμοῦ ἡ στιγμὴ, κατὰ τὴν ὁποίαν φαίνεται ὅτι ἀρχίζει ἢ λήγει οὐράνιον τι φαινόμενον, ἐξαρτᾶται ἀπὸ διάφορα αἰτία (π. γ. ἀπὸ τὴν διαύγειαν τῆς ἀτμοσφαιρας, τὴν ὀπτικὴν δύναμιν τοῦ παρατηρητοῦ), ἡ μέθοδος αὕτη δὲν ἔχει τὴν ἀκριβείαν τῆς προηγουμένης.

**Γ'. Μέθοδος τῶν χρονομέτρων.** Χρονόμετρον, ἵτοι ὄρολόγιον, τὸ ὁποῖον εἶναι μετὰ πολλῆς ἐπιμελείας κατασκευασμένον, ἀφ' οὗ ρυθμισθῆ οὕτως, ὥστε νὰ δεικνύῃ ὥραν τοῦ τόπου Α, μεταφέρεται εἰς τὸν τόπον Β. Ἐκεῖ δὲ διὰ παραβολῆς τῆς ὑπ' αὐτοῦ δεικνυομένης ὥρας πρὸς τὴν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν δεικνυομένην ὑπὸ ἑτέρου ὄρολογίου, ὅπερ ἐρυθμίσθη ὥστε νὰ δεικνύῃ ὥραν τοῦ τόπου Β, εὐρίσκεται ἡ ζητούμενη διαφορὰ.

Συνήθως ἀντὶ ἐνός μεταφέρονται πλείονα χρονόμετρα πρὸς ἀποφυγὴν σφαλμάτων ἐκ βλάβης τινός τοῦ μεταφερόμεντος χρονομέτρου. Οὕτω κατὰ τὸ ἔτος 1843 πρὸς προσδιορισμὸν τοῦ γεωγρ. μήκους τῆς

Πετροπόλεως μεταφέρθησαν εἰς αὐτὴν 68 χρονόμετρα δεικνύοντα ἀστρικήν ὥραν τοῦ Greenwich.

**79. Μέτρησις τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους.** — Ἐστω  $T$  (σχ. 53) σημεῖον τι τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς  $\Gamma$ ,  $\Gamma TZ$  ἡ κατακόρυφος,  $OO$  ὁ ὀρίζων καὶ  $\varphi$  τὸ γεωγραφικὸν πλάτος αὐτοῦ.



Σχ. 53.

Ἡ ἐκ τοῦ  $T$  πρὸς τὸν ὀρανὸν πόλον τοῦ Οὐρανοῦ κατευθυνομένη ὀπτική ἀκτὶς  $T\Pi$  εἶναι παράλληλος πρὸς τὸν ἄξονα  $\Gamma\Pi$  ἕνεκα τῆς ἀπείρου ἀποστάσεως τοῦ πόλου. Ἡ εὐθεῖα ὄθεν  $T\Pi$  εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν  $\Pi'$  καὶ κατ' ἀκολουθίαν αἱ γωνίαι  $\delta$  καὶ  $\varphi$  εἶναι ἴσαι.

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

Ἐπειδὴ δὲ μεταξὺ  $\delta$  καὶ  $z$  τοῦ ὀρατοῦ πόλου ὑφίσταται ἡ σχέσις  $\delta + z = 90^\circ$ , ἔπεται ὅτι  $\varphi = 90^\circ - z$ . Ἀνάγεται λοιπὸν ἡ εὔρεσις τοῦ  $\varphi$  εἰς μέτροισιν τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως τοῦ ὀρατοῦ πόλου (32).

**Γεωγραφικαὶ συντεταγμέναι ἀξιοσημειώτων ἀστεροσκοπειῶν.**

Ἀστεροσκοπεῖον	Γεωγ. μῆκος πρὸς Greenwich		Γεωγ. μῆκος κατ' ἀναθρ. φερὰν πρὸς Greenwich	Γεωγ. πλάτος
	ὥρα	π.	δ.	
Ἀθηνῶν . . . . .	1	34	52,9 A	37° 58' 15",5 B
Greenwich . . . . .	0	0	0	51° 28' 38",2 B
Παρισίων . . . . .	0	9	20,93 A	48° 59' 11" B
Ρώμης . . . . .	0	49	56,34 A	41° 53' 33",6 B
Βερολίνου . . . . .	0	53	27,4 A	52° 31' 30",7 B
Πετροπόλεως . . . . .	2	1	10,82 A	59° 56' 32",2 B
Ἀλζωτηρίου . . . . .	1	13	54,6 A	33° 56' 2",5 N
Tokion . . . . .	9	18	10,10 A	35° 40' 21",4 B
Ουάσιγκτων . . . . .	58		15,78 Δ	38° 55' 14" B
Ὄρους Wilson . . . . .	7	52	14,33 Δ	34° 12' 59",5 B
Palomar . . . . .	7	47	27,31 Δ	33° 21' 22",4 B

## Ἄσκησεις

111 ) Νὰ εὐρεθῇ τῆ βοηθεία τοῦ προηγουμένου πίνακος τὸ γεωγραφικὸν μῆκος τῶν Ἀθηνῶν ὡς πρὸς τὸν μεσημβρινὸν τοῦ Greenwich κατὰ τὴν ἀνάδρομον φορᾶν.

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

113 ) Μετὰ πόσας ὥρας ἀπὸ τῆς ἐν Ἀθήναις ἄνω μεσουρανήσεως ἀπλανοῦς ἀστήρος μεσουρανεῖ οὗτος ἄνω ἐν Greenwich ;

114 ) Νὰ ἀποδείξητε ὅτι τὸ γεωγραφικὸν πλάτος ἐνός τόπου ἰσοῦται πρὸς τὴν ἀπόκλισιν τοῦ Zenith τοῦ τόπου τούτου.

115 ) Εἷς ἀπλανῆς ἀστήρ ἔχων ἀπόκλισιν  $25^{\circ} 12'$  διέρχεται διὰ τοῦ Zenith τόπου τινός. Νὰ εὐρητε τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τοῦ τόπου τούτου.

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

117 ) Ὅταν ἐν Παρισίοις ἡ ἀστρική ὥρα εἶναι 22 ὥραι, νὰ εὐρητε τὴν ὥρα εἶναι ἐν Οὐασινγκτῶν.

118 ) Νὰ εὐρητε τὴν ὥρα εἶναι ἐν Πετροπόλει, ὅταν ἐν Ἀθήναις εἶναι 0 ὥραι.

119 ) Νὰ εὐρητε τὴν ὥρα εἶναι ἐν Ἀθήναις, ὅταν ἐν Τόκιω εἶναι 0 ὥραι.

120 ) Εἷς ἀπλανῆς ἀστήρ ἔχει ὀρθὴν ἀναφορὰν  $8^{\circ} 20'$ . Νὰ εὐρητε τὴν ὥρα εἶναι ἐν Παρισίοις, καθ' ἣν στιγμὴν οὗτος μεσουρανεῖ ἄνω ἐν Ἀθήναις.

121 ) Νὰ εὐρητε τὴν ὥρα εἶναι ἐν τῷ ἀστεροσκοπεῖῳ Wilson ὅταν ἐν Ἀθήναις εἶναι 2 ὥραι.

122 ) Νὰ εὐρητε τὸ γεωγραφικὸν μῆκος τόπου, ἐν ᾧ ἡ ὥρα εἶναι  $22^{\circ} 25'$ .  $7,1 \delta$ . καθ' ἣν στιγμὴν ἐν Ἀθήναις εἶναι 0 ὥραι.

123 ) Νὰ εὐρητε τὸ γεωγραφικὸν μῆκος τῆς Ἱερουσαλήμ, γνωστοῦ ὄντος ὅτι, ὅταν ἐν Ἀθήναις ἡ ἀστρική ὥρα εἶναι  $11^{\circ} 20'$ .  $20 \pi$ . ἐν Ἱερουσαλήμ εἶναι  $12^{\circ} 5 \pi$ .  $50 \delta$ .

124 ) Νὰ εὐρητε τὴν διαφορὰν τῶν ἀστρικών ὥρῶν ἐν Ἀθήναις καὶ Οὐασινγκτῶν τὴν αὐτὴν στιγμὴν.

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

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

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

Πρὸς ἀκριβῆ καθορισμὸν τοῦ σχήματος τοῦ γεωειδοῦς δεόν νὰ μετρηθῶσιν ἐπὶ διαφόρων μεσημβρινῶν αὐτοῦ καὶ εἰς διάφορα πλάτη τόξα 1<sup>ο</sup> καὶ νὰ συγκριθῶσι τὰ ἐξαγόμενα ταῦτα. Ἐὰν τὰ τόξα ταῦτα εἶχον τὸ αὐτὸ μῆκος, οἱ μεσημβρινοὶ θὰ ἦσαν κύκλοι καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἡ Γῆ θὰ ἦτο σφαῖρα (τὸ γεωειδές δηλ. θὰ ἦτο ἐπιφάνεια σφαιρῆς). Ἐν ἐναντίᾳ περιπτώσει τὸ σχῆμα τῆς Γῆς εἶναι διάφορον σφαιρῆς.

**81. Μέτρησις μεσημβρινοῦ τόξου.** — Ἐν πρώτοις παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μέτρησις μεσημβρινοῦ τόξου τοῦ γεωειδοῦς εἶναι ἀδύνατος. Ἐνεκα τούτου αἱ μετρήσεις γίνονται ἐπὶ τῆς ξηρᾶς καὶ τὰ ἀπολέσματα ἀνάγονται εἰς ἐκεῖνα, τὰ ὁποῖα θὰ προσέκλυτον, ἂν ἡ ἐργασία ἐγένετο ἐπὶ τοῦ γεωειδοῦς.

Πρῶτος ὁ Ἐρατοσθένης εἶρε τὸ μῆκος τοῦ γήινου μεσημβρινοῦ τόξου ὡς ἑξῆς :

Οὗτος παρετήρησεν ὅτι κατὰ τὴν μεσημβριαν τῆς θερινῆς τροπῆς τὰ κατακόρυφα ἀντικείμενα ἐν Συήνῃ δὲν ἔρριπτον Σκιάν. Ἦτο λοιπὸν ὁ Ἥλιος εἰς τὸ Ζενιθ τῆς Συήνης κατὰ τὴν μεσημβριαν τῆς ἡμέρας ἐκεῖνης. Μὲ τὴν βοήθειαν δὲ τοῦ γνώμονος εἶρεν ὅτι ἐν Ἀλεξάν-

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

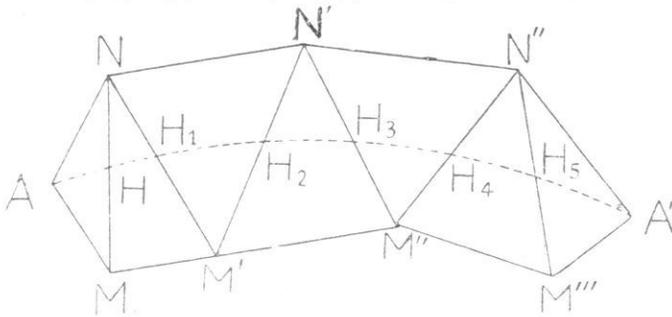
δρεία τὴν ἡμέραν ἐξείνην ἢ μεσημβρινὴ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ Ἡλίου ἦτο  $7^{\circ} 12'$ . Φρονῶν δὲ ὅτι ἡ Σὺνήη καὶ ἡ Ἀλεξάνδρεια ἐξείντο ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ μεσημβρινοῦ (γνώμη μὴ τελείως ἀληθῆς) συνεπέρανεν ὅτι τὸ μεταξύ αὐτῶν μεσημβρινὸν τόξον ἦτο  $7^{\circ} 12'$ , ἦτοι  $\frac{1}{50}$  τῆς περιφερείας. Γνωρίζων δὲ τὴν μεταξύ τῶν δύο τούτων πόλεων ἀπόστασιν εὔρεν ὅτι τὸ μῆκος τόξου μιᾶς μοίρας τοῦ μεσημβρινοῦ αὐτῶν ἦτο 700 αἰγυπτιακὰ στάδια, ἦτοι 112500 μέτρα.

Σημείωσις. Σὺνήη ἐκαλεῖτο τὸ σημερινὸν Ἀσσοῦν τῆς ἄνω Αἰγύπτου.

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

Σήμερον ἡ ἐργασία αὕτη γίνεται ὡς ἐξῆς:

Ἐστω πρὸς μέτρησιν τὸ μεσημβρινὸν τόξον  $AA'$  (σχ. 54). Ἐξα-



Σχ. 54.

τέρωθεν αὐτοῦ ἐκλέγομεν σειράν σταθμῶν  $M, M', M'', N, N', N'' \dots$  ὅσῳ τὸ δυνατόν πολλαριθμοτέρων καὶ ἀρκετῶ ἐγγυῶ ἀλλήλων, ὥστε ἐξ ἐκάστου τούτων νὰ εἶναι δορατὰ τὰ ἐπὶ τῶν περίξ τοποθετημένα σήματα.

Μετροῦμεν δὲ ἔπειτα διὰ τοῦ Θεοδολίχου τὰς γωνίας τῶν τριγώνων  $ANM, NMM', M'N'N''$  κ.λ.π. καὶ μίαν πλευρὰν π. γ τὴν  $AM$ , ἣν λαμβάνομεν ὡς βάσιν. Προσδιορίζομεν δὲ εἰς τὸ σημεῖον  $A$  τὴν διεύθυνσιν τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς, ἣτις τέμνει τὴν πλευρὰν  $NM$  εἰς τὸ σημεῖον  $H$ . Ἐπιλύοντες ἔπειτα κατὰ σειράν τὰ τρίγωνα  $ANM, NMM', NM'N''$  κ.λ.π. ὁρίζομεν τὰς πλευρὰς αὐτῶν.

Ἐπειτα ἐπιλύομεν τὸ  $AMH$  καὶ ὁρίζομεν τὸ μῆκος τοῦ τόξου  $AH$ , τὴν γωνίαν  $H$  καὶ τὴν πλευρὰν  $HM$ . Μετὰ τοῦτο ἐπιλύομεν τὸ τρίγωνον

νον  $NH_1$  ἐκ τῆς  $NH$  καὶ τῶν προσκειμένων γωνιῶν καὶ ὀρίζομεν τὸ μῆκος τοῦ τόξου  $HH_1$ , τὴν πλευρὰν  $NH_1$  καὶ τὴν γωνίαν  $H_1$ .

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

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

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

**82. Ἀκριβὲς σχῆμα τῆς  $\Gamma\etaς$ .** — Ἡ προηγουμένως ἐκτεθεῖσα μέθοδος τοῦ τριγωνισμοῦ ἐφηρμοσθῆ τὸ πρῶτον κατὰ τὸ 1669 ὑπὸ τοῦ **Γάλλου** ἀστρονόμου **Picard** διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ μεταξὺ **Παρισίων** καὶ **Ἀμιένης** τόξου ( $1^\circ 13'$  περίπου).

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

Γεωγραφικὸν πλάτος	μῆκος τόξου $1^\circ$
Περουῦ $1^\circ 31' 1''$ N	56 750 ὀργυμιά
Γαλλία $46^\circ 8' 6''$ B	57 060 »
Λαπωνία $66^\circ 28' 10''$ B	57 422 »

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

- 1) Ὅλοι οἱ μεσημβρινοὶ τῆς  $\Gamma\etaς$  εἶναι ἴσοι.
- 2) Τὰ εἰς τὸ αὐτὸ πλάτος ἀντιστοιχοῦντα τόξα  $1^\circ$  οἰωνδῆποτε μεσημβρινῶν ἔχουσι τὸ αὐτὸ μῆκος.
- 3) Τὸ μῆκος μεσημβρινοῦ τόξου  $1^\circ$  αὐξάνει ἐκ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους.

1. Ὁ τριγωνισμὸς ὑπεδείχθη ὑπὸ τοῦ Ὁλλανδοῦ Μαθηματικοῦ **Snellius** (1551 — 1626).

Ἐκ τούτων συνάγεται ὅτι :

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

**Β )** Ἡ Γῆ ἔχει σχῆμα ἑλλειψοειδοῦς ἐκ περιστροφῆς περὶ τὸν μικρὸν αὐτῆς ἄξονα. Εἶναι δηλαδὴ ἡ Γῆ πεπλατυσμένη εἰς τοὺς πόλους καὶ ἐξωγκωμένη περὶ τὸν ἰσημερινόν.

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

Ἡ ἐπιτροπεῖα αὕτη ὥρισεν ὡς μονάδα μῆκους τὸ ἕν δεκάκις ἑκατομμυριαστὸν τοῦ τετάρτου τοῦ γήινου μεσημβρινοῦ καὶ ὠνόμασε τὴν μονάδα ταύτην **μέτρον**. Πρὸς ἀκριβῆ δὲ καθορισμὸν τοῦ μῆκους τοῦ μέτρου ἀνέθηκεν εἰς τοὺς ἀστρονόμους Delambre καὶ Machain τὴν μέτρησιν τοῦ μεταξὺ Λουγκέρκης καὶ Βαρκελώνης μεσημβρινοῦ τόξου. Διὰ τῆς συγκρίσεως δὲ τῶν πορισμάτων τῆς μετρήσεως τούτης πρὸς τὰ τῶν ἐν Λαπωνίᾳ καὶ Περοῦ γενομένων μετρήσεων εὐρέθη ὅτι :

Τὸ  $\frac{1}{4}$  τοῦ γήινου μεσημβρινοῦ = 5 130 740 ὄργυιαι καὶ κατ' ἀπολυνθίαν  $1 \mu = \frac{5\ 130\ 740}{10\ 000\ 000}$  ὄργ. = 0,513 074 ὄργ.

Κατεσκευάσθη λοιπὸν κανὼν ἐκ λευκοχρῶσου ἔχων ὑπὸ θερμοκρασίαν 0° Κ μῆκος 0,513 074 ὄργ. καὶ φυλάσσεται ἐν Παρισίοις χρησιμείων ὡς πρότυπον μέτρον.

Τὸ μέτρον τοῦτο εἰσῆχθη καὶ παρ' ἡμῖν διὰ Βασιλικῶν Διατάγματος τῆς 28ης Σεπτεμβρίου 1936. Ὁνομάσθη δὲ **βασιλικὸς πήχυς**.

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

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

Ἐπιφάνεια 510 065 000 τετραγωνικά χιλιόμετρα.

Ὀγκος 1 083 205 ἑκατομμύρια κυβικά χιλιόμετρα.

Αἱ νεότεραι δὲ καταμετρήσεις καὶ ὑπολογισμοὶ ἄγονται εἰς τὰς ἀκολουθοῦντας τιμὰς τῶν στοιχείων τοῦ γήινου ἔλλειψοειδοῦς.

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

Ἐπιφάνεια 510 101 000 τετραγωνικά χιλιόμετρα.

Ὀγκος 1 083 320 ἑκατομμύρια κυβικά χιλιόμετρα.

Κατὰ ταῦτα ὁ μέγας ἡμιάξων τῆς Γῆς, ἡ ἰσημερινὴ δηλαδή ἀκτίς αὐτῆς ὑπερέχει τῆς πολιτικῆς ἀκτίνος (μικροῦ ἡμιάξονος) κατὰ 21 476 μέτρα. Ἡ διαφορὰ αὕτη εἶναι ἐλαχίστη παραβαλλομένη πρὸς τὸ μῆκος ἑκατέρου ἡμιάξονος, κατ' ἀκολουθίαν τὸ γήινον ἔλλειψοειδὲς ἐλάχιστα διαφέρει σφαιράς. Τοῦτου ἕνεκα εἰς πολλὰ ζητήματα θεωροῦμεν τὴν Γῆν ὡς σφαῖραν, ἧς ἡ ἀκτίς, καλουμένη **μέση ἀκτίς** τῆς Γῆς λαμβάνεται ἴση πρὸς  $\frac{40\,000\,000}{2\pi} = 6\,366\,197$  μέτρα.

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

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

Τὸ μῆκος τόξου μίαις μοίρας τοῦ γήινου μεσημβρινοῦ εἶναι κατὰ μέσον ὄρον 111 111,11 μ., τὸ δὲ μῆκος μεσημβρινοῦ τόξου 1' (ἐν ναυτικῶν μίλιον) εἶναι 111 111,11 : 60 = 1851,85· διὰ τὸ στρογγύλον δὲ λαμβάνεται 1852 μέτ.

### Ἄσκησεις

125 ) Νὰ εὑρεθῆτε τὸ γεωγρ. πλάτος τῆς Σιήνης σύμφωνα μετ' τὴν παρατήρησιν τοῦ Ἐρατοσθένους.

126 ) Νὰ εὑρεθῆτε τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τῆς Ἀλεξανδρείας κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τοῦ Ἐρατοσθένους.

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

128) Ἡ ναυτικὴ λέγχα ἰσοῦται πρὸς τὸ  $\frac{1}{2}$  τῆς μοίας μεσημβριοῦ τὸξον τῆς Γῆς. Νὰ εὑρητε πόσα μέτρα ἔχει αὕτη.

129) Ἀτμόπλοιοι ἀναχωρῆσαν ἀπὸ σημεῖον τοῦ ἰσημεριοῦ καὶ κατ' εὐθείαν πρὸς βορρᾶν κατευθυνόμενοι ἔχει ταχύτητα 12 ναυτικῶν μιλίων καθ' ὥραν. Νὰ εὑρητε εἰς πόσον γεωγραφικὸν πλάτος θὰ εὐρήσχητε μετὰ 24 ὥρας.

130) Ἀτμόπλοιοι ἀναχωρῆσαν ἀπὸ γεωγραφικὸν πλάτος  $40^\circ B$  κατευθύνεται κατ' εὐθείαν πρὸς Νότον καὶ μετὰ πλοῦν 10 ὥρῶν ἔφθασεν εἰς γεωγραφικὸν πλάτος  $37^\circ 30' B$ . Νὰ εὑρητε μὲ πόσῃν ταχύτητά ἔπλεεν.

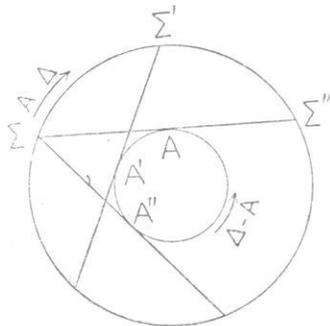
131) Τὸ μεταξὺ δύο τόπων τοῦ ἰσημεριοῦ τὸξον αὐτοῦ ἔχει μήκος 87,5 γεωγραφικὰς λέγχας. Νὰ εὑρητε τὴν διαφορὰν τῶν μηκῶν αὐτῶν μετρουμένων κατὰ τὸν ἀστρονομικὸν τρόπον.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

### ΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

85. Ἐξήγησις τῆς ἡμερησίας κινήσεως τῆς οὐρανίου σφαίρας.— Ἡ φαινόμενη ἡμερησία κίνησις (§ 21) τῆς οὐρανίου σφαίρας δύναται νὰ ἐξηγηθῆ, διττῶς.

1) Ἡ ἡ Γῆ μένει ἀκίνητος, ἐν τῷ οἱ ἀστέρες στρέφονται ἐξ Α πρὸς Δ, ὡς φαίνονται κινούμενοι. 2) Ἡ οἱ ἀστέρες εἶναι ἀκίνητοι, ἡ δὲ Γῆ στρέφεται περὶ ἄξονα ἐκ Δ πρὸς Α συμπληροῦσα ὁλόκληρον περιστροφὴν εἰς μίαν ἀστροικὴν ἡμέραν. Πράγματι κατὰ τὴν πρώτην ὑπόθεσιν παρατηρητὴς τις Α ἐστραμμένος πρὸς Νότον βλέπει ἀστέρα Σ ἀνατέλλοντα ἐξ ἀριστερῶν, ἀνυψούμενον μέχρι τῆς θέσεως Σ' καὶ δύοντα



Σχ. 55.

εἰς τὴν θέσιν Σ'' πρὸς τὰ δεξιὰ αὐτοῦ (σχ. 55). Κατὰ τὴν δευτέραν ὑπόθεσιν ὁ παρατηρητὴς Α βλέπει τὸν ἀστέρα Σ ἀνατέλλοντα ἐξ ἀρι-

στερῶν, μεσουρανοῦντα καὶ τέλος δύοντα πρὸς τὰ δεξιὰ αὐτοῦ, καθ' ὅσον, ἐν ᾧ ἡ Γῆ στρέφεται ἐκ Δ πρὸς Α, συστρέφεται καὶ ὁ παρατηρητῆς μετὰ τοῦ ὀρίζοντος αὐτοῦ καὶ εὗρισκεται διαδοχικῶς εἰς θέσεις Α, Α', Α''

Ὅλοι ἀφ' ἑτέρου γνωρίζομεν ὅτι πραγματικῆ τις κίνησις γίνεται πρὸξενος φαινομένης τινός κινήσεως. Οὕτως, ἂν ταχέως στραφῶμεν περὶ ἑαυτοὺς ἐκ Δ πρὸς Α, βλέπομεν ὅτι τὰ περίξ ἀντικείμενα φαίνονται στρεφόμενα ἐξ Α πρὸς Δ, ἐν ᾧ πράγματι ταῦτα εἶναι ἀκίνητα. Ὁ εὗρισκόμενος ἐν σιδηροδρόμῳ ἢ ἀτμοπλοίῳ κινουμένῳ καὶ τὰ ἐκτὸς παρατηρῶν ἀντικείμενα βλέπει ὅτι ταῦτα φαίνονται κινούμενα ἀντιθέτως πρὸς τὴν κίνησιν τοῦ κινήτου, ἐφ' οὗ βαίει.

**86. Ἀποδείξεις τῆς περιστροφῆς τῆς Γῆς.** — Ὑπάρχουσι πλείστοι λόγοι πείθοντες ὅτι ἡ Γῆ στρέφεται ἐκ Δυσμῶν πρὸς Ἀνατολάς. Πρὶν δὲ ἐκθέσωμεν τοὺς κυριώτερους τούτων παρατηροῦμεν ὅτι, ἐπειδὴ ἡ Γῆ εἶναι μεμονωμένη ἐν τῷ διαστήματι, (§ 73) οὐδὲν ἀντίκειται εἰς τὴν κίνησίν της· ἀρκεῖ αὕτη νὰ ἔλαβεν ὀπωσδήποτε ἀρχικὴν τινα ὄψησιν. Οἱ κυριώτεροι δὲ λόγοι εἶναι οἱ ἑξῆς:

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

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

**3) Ἡ ἀπόκλισις τῶν βλημάτων.** Ἄν ἡ Γῆ δὲν ἐστρέφετο

περὶ ἄξονα, βλήμα ἐκτοξευόμενον ἐκ σημείου Α τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ Α καὶ ἐκ Βορρᾶ πρὸς Νότον, ἔπρεπε νὰ πέσῃ εἰς τόπον Β τοῦ αὐτοῦ μεσημβρινοῦ. Ἀκριβεῖς ὁμως παρατηρήσεις δεικνύουσιν ὅτι τοῦτο ἀποκλίνει πρὸς Δυσμᾶς. Ἡ ἀπόκλισις αὕτη, τελείως ἄλλως οὔσα ἀνεξήγητος, ἐξηγεῖται διὰ στροφῆς τῆς Γῆς ἐκ Δ πρὸς Α. Πράγματι τὰ βορειότερα σημεῖα τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου ἀπέχοντα ὀλιγώτερον τοῦ ἄξονος ἢ τὰ νοτιώτερα κινουῦνται βραδύτερον τῶν νοτιωτέρων. Τὸ βλήμα λοιπὸν ἔχει ταχύτητα πρὸς Α μικροτέραν τοῦ σημείου Β. Ὄφείλει λοιπὸν τοῦτο νὰ εὐρεθῇ ἀνατολικώτερον τοῦ βλήματος, ὅπως πράγματι συμβαίνει. Ὅμοιως ἐξηγεῖται ἡ πρὸς Α ἀπόκλισις βλήματος ἐκτοξευομένου ἐκ Ν πρὸς Β ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαιρίῳ.

#### 4) Ἡ κατεύθυνσις τῶν ἀληγῶν καὶ ἀνταληγῶν ἀνέμων.

Εἶναι γνωστὸν ὅτι ὁ θερμοὸς ἀήρ τῶν τόπων τοῦ ἰσημερινοῦ ἀνερχόμενος ἀντικαθίσταται ὑπὸ ψυχροτέρου ἀέρος πνέοντος ἐκ τῶν πόλων. Ὁ ἀνερχόμενος δὲ ἀήρ ψυχόμενος εἰς τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιράς ρέει πρὸς τοὺς πόλους κατερχόμενος. Οὕτω δὲ σχηματίζεται ἐν κατώτερον ρεῦμα ἐκ τῶν πόλων πρὸς τὸν ἰσημερινὸν καὶ ἕτερον ἀνώτερον ἐκ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους. Τὸ πρῶτον ἀποτελεῖ τοὺς ἀληγεῖς, τὸ δὲ δεύτερον τοὺς ἀνταληγεῖς ἀνέμους. Ἐὰν ἡ Γῆ δὲν ἐστρέφετο περὶ τὸν ἄξονά της, ἐν τῷ βορείῳ π.χ. ἡμισφαιρίῳ οἱ μὲν ἀληγεῖς ἀνεμοὶ θὰ ἦσαν καθαρῶς βόρειοι, οἱ δὲ ἀνταληγεῖς νότιοι. Ἐν τῇ πραγματικότητι ὁμως οἱ μὲν ἀληγεῖς ἀνεμοὶ εἶναι βορειοανατολικοὶ οἱ δὲ ἀνταληγεῖς νοτιοδυτικοί. Παραβάλλοντες τὰ μόρια τοῦ ἀέρος πρὸς μικρὰ βλήματα ἐξηγουῦμεν, ὡς προηγουμένως, τὴν τοιαύτην τῶν ἀνέμων τούτων κατεύθυνσιν διὰ τῆς ἐκ Δ πρὸς Α στροφῆς τῆς Γῆς, ἐν ᾗ ἄλλως εἶναι ἀνεξήγητος.

5) Ἡ μεταβολὴ τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς. Οἱ φυσικοὶ διὰ λεπτοτάτων παρατηρήσεων ἐπὶ τῆς κινήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς ὀρίζουσι τὴν ἐντασιν  $g$  τῆς βαρύτητος εἰς τοὺς διαφόρους τόπους τῆς Γῆς. Οὕτως εὔρον ὅτι  $g = 683,221$  ἑκατοστόμετρα εἰς τοὺς πόλους καὶ  $g = 978,049$  ἑκατοστόμετρα εἰς τὸν ἰσημερινόν. Ἐὰν ὁμως ληφθῇ ὑπ' ὄψιν μόνον τὸ σχῆμα τῆς Γῆς, εὐρίσκουσι δι' ὑπολογισμοῦ ὅτι εἰς τὸν ἰσημερινὸν πρέπει νὰ εἶναι  $g = 981,441$ , ἥτοι κατὰ 3,392 ἑκατοστόμετρα μεγαλυτέρα τῆς πραγματικῆς.



τῆς Γῆς. ὁ Foucault ἐξετέλεσεν αὐτὸ ἐν Παρισίοις κατὰ τὸ ἔτος 1851 δι' ἔκκρεμοῦς. τὸ ὁποῖον ἐξήρησεν ἐκ τοῦ θόλου μιᾶς τῶν αἰθουσῶν τοῦ Πανθέου. Ἡ σφαῖρα τοῦ ἔκκρεμοῦς τούτου ἔφερεν κάτωθεν βελόνην, ἣτις ἐπὶ ἄμμον ἐπὶ τοῦ δαπέδου κειμένης ἐχάρατ-  
 τεν αὐλάκα, ἐν ᾗ τὸ ἔκκρεμὸς ἐκινεῖτο.

Ἐκ τῆς μεταβολῆς δὲ τῆς διευθύνσεως τῆς χαρασομένης αὐλάκος ἐβεβιαώθη ὁ Foucault καὶ οἱ ἄλλοι μετ' αὐτοῦ σοφοὶ ὅτι τὸ δάπεδον τῆς αἰωρήσεως τοῦ ἔκκρεμοῦς ἐφαίνετο στρεφόμενον ἐξ Α πρὸς Δ. Ἐπειδὴ δὲ τοιαύτη τοῦ ἐπιπέδου τούτου κίνησις εἶναι ἀδύνατος, συμπεραίνομεν ὅτι φαίνεται τοῦτο κινούμενον, διότι ἡ Γῆ πρᾶγματι στρέφεται ἐκ Δ πρὸς Α.

### Ἐσκήσεις

132 ) *Νά εὔρητε τὴν ταχύτητα κατὰ 1 δ, μὲ τὴν ὁποῖαν στρέφεται ἕκαστον σημεῖον τοῦ γήινου ἰσημερινοῦ.*

133 ) *Νά εὔρητε τὴν ταχύτητα, μὲ τὴν ὁποῖαν στρέφεται σημεῖον τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς, τὸ ὁποῖον ἔχει γεωγραφικὸν πλάτος 40°.*

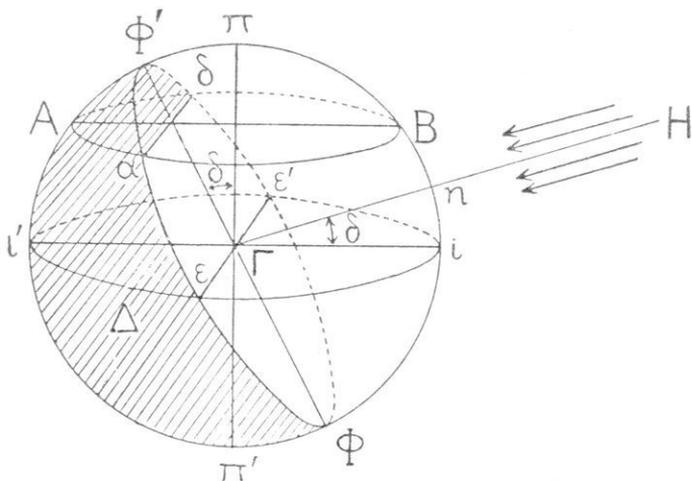
134 ) *Σημεῖόν τι τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς στρέφεται μὲ ταχύτητα 400,9 μέτρων κατὰ 1 δ. Νά εὔρητε τὸ γεωγραφικὸν πλάτος αὐτοῦ.*

### 87. Διαδοχὴ τῶν ἡμερῶν καὶ νυκτῶν εἰς τινὰ τόπον.

— Ἡ διαδοχὴ τῶν ἡμερῶν καὶ τῶν νυκτῶν ὀφείλεται εἰς τὴν ἐκ Δυσμῶν πρὸς Ἀνατολὰς στροφὴν τῆς Γῆς περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς. Ἐὰν π. γ. κατὰ τινὰ ἡμέραν αἱ ἀκτῖνες τοῦ Ἡλίου ἔχωσι τὴν διεύθυνσιν ΗΓ, αἱ ἐξ αὐτῶν ἐφαπτόμεναι τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς ὀρίζουσιν ἐπ' αὐτῆς ἐπίπεδον γραμμῆν Φ'εΦέ, τῆς ὁποίας τὸ ἐπίπεδον διέρχεται ἀπὸ τὸ κέντρον τῆς Γῆς καὶ εἶναι κάθετον ἐπὶ τὴν διεύθυνσιν ΓΗ τῶν ἡλιακῶν ἀκτῖνων (σχ. 57).

Ἐπειδὴ ἡ Γῆ ἐλάχιστα διαφέρει σφαιρᾶς, θὰ δεχθῶμεν χάριν ἀπλότητος ὅτι ἡ γραμμὴ αὕτη εἶναι περιφέρεια μεγίστου κύκλου. Τοῦτον καλοῦμεν **κύκλον φωτισμοῦ**. Ἡ περιφέρεια αὐτοῦ χωρίζει τὸ φωτιζόμενον ἀπὸ τὸ μὴ φωτιζόμενον μέρος τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς. Ὄταν εἰς τόπος Α τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς εὐρίσκηται εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον μέρος, ἔχει νύκτα. Ὄταν δὲ ἕνεκα τῆς στροφῆς τῆς Γῆς περὶ τὸν ἄξονα πρ' ἔλθῃ εἰς θέσιν α καὶ ἐξῆς, θὰ ἔχῃ ἡμέραν. Αὕτη

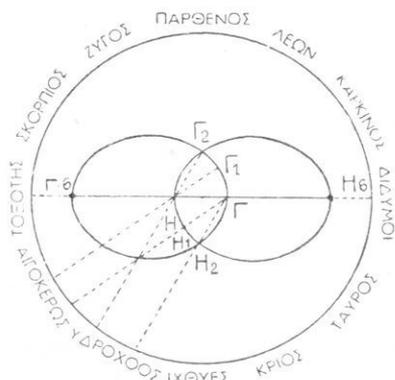
θά διαρκέσῃ μέχρι τῆς στιγμῆς, καθ' ἣν ὁ τόπος εὐρεθῆ εἰς τὸ δ, ὅτε εἰσέρχεται πάλιν εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον μέρος καὶ ἀρχίζει ἡ νύξ.



Σχ. 57.

**88. Ἐξήγησις τῆς φαινομένης ἑτησίας κινήσεως τοῦ Ἡλίου.**—Ἡ φαινομένη περὶ τὴν Γῆν κίνησις τοῦ Ἡλίου δύναται νὰ

ἐξηγηθῆ διττῶς. Ἡ εἶναι αὕτη πραγματική, ἥ ὁ μὲν Ἡλιος εἶναι ἀκίνητος, ἥ δὲ Γῆ κινεῖται περὶ αὐτὸν ἐκ Δ πρὸς Α, ὡς ἐδέχθη ὁ Κοπέρνικος (§ 10).



Σχ. 58.

Πρὸς κατανόησιν τούτων ἕς νοήσωμεν δύο ἑλλείψεις (σχ. 58) ἴσας, ἑκατέρω τῶν ὁποίων διέρχεται διὰ τινος ἐστίας τῆς ἄλλης, ἐν τῷ αὐτῷ κειμένω ἐπιπέδῳ, καὶ τῶν ὁποίων οἱ μεγάλοι ἄξονες κεῖνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας. Ὑποθέσωμεν δὲ ὅτι ἡ μία τούτων παριστᾷ τὴν

τροχιάν τοῦ Ἡλίου καὶ ὅτι ἡ Γῆ κατέχει τὴν ἐστίαν ταύτης, δι' ἧς διέρχεται ἡ ἑτέρα ἑλλείψις.

Ἐάν ἡ Γῆ μένη ἀκίνητος ἐν τῇ θέσει Γ, ὁ δὲ ἥλιος κινεῖται περὶ αὐτὴν καταλαμβάνων διαδοχικῶς τὰς θέσεις Η, Η<sub>1</sub>, Η<sub>2</sub> κ.τ.λ. τῆς τροχιάς του, θὰ βλέπωμεν αὐτὸν διαδοχικῶς κατὰ τὰς διευθύνσεις ΓΗ, ΓΗ<sub>1</sub>, ΓΗ<sub>2</sub> κ.τ.λ. καὶ θὰ προβάλληται ἐν τῷ Οὐρανῷ διαδοχικῶς ἐπὶ τοῦ Τοξότου, Αἰγόκερω κ.τ.λ. Συγχρόνως δὲ αὐξανομένης τῆς ἀποστάσεως αὐτοῦ ἡ φαινομένη διάμετρος ἐλαττοῦται μέχρι τῆς θέσεως Η<sub>6</sub>, ἀπὸ τὴν ὁποίαν ἄρχεται πάλιν μεγεθυνομένη.

Ἐάν δὲ ὁ μὲν ἥλιος μένη ἀκίνητος ἐν τῇ θέσει Η, ἡ δὲ Γῆ κινῆται περὶ αὐτὸν ἐπὶ τῆς ἐτέρας ἐλλείψεως ἐκ Δ πρὸς Α καταλαμβάνουσα διαδοχικῶς τὰς θέσεις Γ, Γ<sub>1</sub>, Γ<sub>2</sub>, κ.λ.π., θὰ βλέπωμεν τὸν ἥλιον κατὰ διευθύνσεις παραλλήλους πρὸς τὰς πρώτας. Θὰ προβάλληται λοιπὸν οὗτος πάλιν ἐπὶ τῶν αὐτῶν κατὰ σειρὰν ἀστερισμῶν. Συγχρόνως δὲ ἔνεκα τῆς ἀπὸ τοῦ ἥλιου ἀπομακρύνσεώς μας ἡ φαινομένη διάμετρος αὐτοῦ ἐλαττοῦται μέχρι τῆς θέσεως Γ<sub>6</sub>, ἀπὸ τὴν ὁποίαν ἄρχεται πάλιν μεγεθυνομένη.

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

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

### 89. Ἀποδείξεις τῆς κινήσεως τῆς Γῆς περὶ τὸν ἥλιον.

— Ὑπάρχουσιν πολλοὶ λόγοι πείθοντες ἡμᾶς ὅτι ἡ Γῆ κινῆται περὶ τὸν ἥλιον ἐκ Δ πρὸς ἀνατολὰς συμπληροῦσα πλήρη περιστροφὴν εἰς ἓν ἀστρικὸν ἔτος. Ἐκ τούτων ἀναφέρωμεν τοὺς ἀκολουθοῦς.

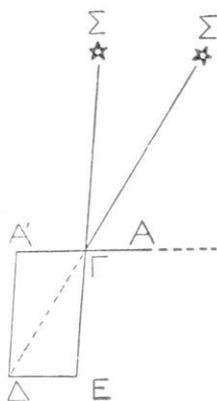
1) Ἡ περὶ τὴν Γῆν κίνησις τοῦ ἥλιου, ὁ ὁποῖος ἔχει μᾶζαν 332.290 φορὰς μείζονα τῇ Γῆνι, ἀντίκειται εἰς τοὺς νόμους τῆς Μηχανικῆς, καθ' οὓς εἶναι ἀδύνατον νὰ στρέφηται σῶμα περὶ ἄλλο, τὸ ὁποῖον ἔχει μᾶζαν μικροτέραν ἐκείνου.

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

3) Ἐάν ἡ Γῆ ἦτο ἀκίνητος εἰς θέσιν Γ (σχ. 59), τὸ φῶς

ἀστέρος  $\Sigma$  θὰ ἤρχετο εἰς τὴν  $\Gamma\eta$ ν κατὰ τὴν διεύθυνσιν  $\Sigma\Gamma$  καὶ ὁ ἀστήρ θὰ ἐφαίνετο εἰς θέσιν  $\Sigma$ . Ἐὰς ὑποθέσωμεν ἤδη ὅτι ἡ  $\Gamma\eta$  κινεῖται καὶ ὅτι καθ' ἣν στιγμὴν εὐρίσκεται εἰς τὸ  $\Gamma$ , ἡ ταχύτης αὐτῆς ἔχει τὴν διεύθυνσιν  $\Gamma\Lambda$  ἄς παραστήσωμεν δὲ αὐτὴν διὰ τοῦ ἀνύσματος  $\Gamma\Lambda$ .

Ἐνεκα τῆς ἀπέριου ἀφ ἡμῶν ἀποστάσεως τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$  πᾶσαι αἱ ἐξ αὐτοῦ πρὸς τὴν  $\Gamma\eta$ ν κατευθυνόμεναι φωτειναὶ ἀκτῖνες θεωροῦνται παράλληλοι πρὸς τὴν  $\Sigma\Gamma$ , ἤτοι ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς αὐτοῦ ἔχει τὴν διεύθυνσιν τῆς  $\Sigma\Gamma$ . Δυνάμεθα νὰ παραστήσωμεν αὐτὴν δι' ἀνύσματος  $\Gamma\epsilon$ , ὅπερ ἔχει τὴν ρηθείσαν διεύθυνσιν καὶ φορὰν καὶ μέγεθος τοιοῦτον, ὥστε τὰ ἀνύσματα  $\Gamma\Lambda$ ,  $\Gamma\epsilon$  νὰ εἶναι ἀνάλογα πρὸς τὰς ταχύτητας  $\Gamma\eta$ ς καὶ φωτὸς.



Σχ. 56

Ἐὰν ἤδη φαντασθῶμεν ὅτι τὸ ὅλον σύστημα λαμβάνει κοινὴν ταχύτητα ἀντίθετον πρὸς τὴν ταχύτητα τῆς  $\Gamma\eta$ ς, ἡ κοινὴ αὕτη ταχύτης θὰ παρίσταται δι' ἀνύσματος  $\Gamma\Lambda'$  ἀντιρροπῶς ἴσου πρὸς τὸ  $\Gamma\Lambda$ , ἡ δὲ μεταφορικὴ κίνησις τῆς  $\Gamma\eta$ ς ἐξουδετεροῦται.

Ἡ σύνδεσις τῆς ταχύτητος ταύτης  $\Gamma\Lambda'$  μετὰ τῆς  $\Gamma\epsilon$  δίδει συνιστώσαν ταχύτητα  $\Gamma\Delta$ , ἣτις εἶναι ἡ διαγώνιος τοῦ παραλληλογράμμου  $\Gamma\epsilon\Delta\Lambda'$  τῶν  $\Gamma\Lambda'$  καὶ  $\Gamma\epsilon$ . Πρέπει λοιπὸν ἂν ὄντως ἡ  $\Gamma\eta$  κινῆται, νὰ φθάσῃ τὸ φῶς τοῦ  $\Sigma$  πρὸς τὴν  $\Gamma\eta$ ν  $\Gamma$  κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς  $\Gamma\Delta$ , καὶ κατ' ἀκολουθίαν οὗτος πρέπει νὰ φαίνεται ἐκ τῆς  $\Gamma\eta$ ς  $\Gamma$  κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς  $\Gamma\Delta$ , ἤτοι εἰς θέσιν  $\Sigma'$ .

Ἐπειδὴ δὲ ἔνεκα τῆς ἑλλειπτικῆς τροχιάς τῆς  $\Gamma\eta$ ς ἡ διεύθυνσις  $\Gamma\Lambda$  τῆς κινήσεως τῆς  $\Gamma\eta$ ς μεταβάλλεται ἀπὸ στιγμῆς εἰς στιγμὴν μένουσα πάντοτε ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῆς Ἐκλειπτικῆς, ἔπεται ὅτι αἱ φαινόμεναι θέσεις  $\Sigma'$  ἑνὸς ἀστέρος ὀφείλουσι νὰ μετατίθηνται συνεχῶς ἐπὶ τροχιάς παραλλήλου πρὸς τὴν Ἐκλειπτικὴν.

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

Ὁ Γεωμετρικὸς τόπος τῶν φαινομένων θέσεων  $\Sigma'$  ἀστέρος καλεῖται **ἀποπλανητικὴ τροχιά** αὐτοῦ καὶ εἶναι περιφέρεια κύκλου, ἂν ὁ ἀστήρ εὐρίσκηται εἰς τινὰ πόλον τῆς Ἐκλειπτικῆς, ἑλλειψις δὲ ἂν οὗτος εὐρίσκηται μετὰ τῆς Ἐκλειπτικῆς καὶ τινος τῶν πόλων αὐτῆς.

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

Σημείωσις. Καὶ ἡ περὶ ἄξονα στροφή τῆς Γῆς προκαλεῖ ἀποπλάνησιν τοῦ φωτός, ἣτις εἶναι μικρὰ σχετικῶς μετὰ τὴν ἔτησίαν ἀποπλάνησιν καὶ βαίνει ἐλαττωμένη ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους.

4) Καὶ ἄλλα φαινόμενα εἶναι τελείως ἀνεξήγητα, ἂν δεχθῶμεν τὴν Γῆν ἀκίνητον, ἐν ᾧ ἐξηγοῦνται εὐχερῶς διὰ τῆς κινήσεως αὐτῆς. Τοιαύτη π.χ. εἶναι ἡ φαινομένη ἀνόματος τῶν πλανητῶν κινήσις ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας (§ 61) καὶ ἡ ἔτησία τῶν ἀστέρων παρὰ ἄλλας, περὶ τῆς ὁποίας θὰ γίνῃ λόγος βραδύτερον.

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

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

Α'. Ἐστω εἷς τόπος Δ τοῦ γήινου ἰσημερινοῦ. Ἡ περιφέρεια αὐτοῦ διαιρεῖται πάντοτε ὑπὸ τοῦ κύκλου φωτισμοῦ εἰς δύο ἴσα τόξα φ'φ', φ'φ" (σχ. 60). Ἐπειδὴ δὲ ἡ στροφή τῆς Γῆς εἶναι ἰσοταχῆς, τὸ σημεῖον Δ εὐρίσκεται εἰς τὸ φωτιζόμενον τόξον φ'φ', ὅσον χρόνον καὶ εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον.

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



ευρίσκεται εις τὸ φωτιζόμενον ἡμισφαίριον, ὃ δὲ νότιος π' εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον. Ὁ δὲ κύκλος φωτισμοῦ τέμνει τοὺς παραλλήλους  $AB$  καὶ  $A'B'$  κατὰ χορδὴν  $ad$  ἢ  $a'd'$  ἀπομακρυνομένην τοῦ κέντρου  $\kappa$  πρὸς τὸ σκοτεινὸν ἡμισφαίριον τῆς  $\Gamma\etaς$  εἰς τὸν κύκλον  $AB$  καὶ πρὸς τὸ φωτεινὸν εἰς τὸν  $A'B'$ . Διὰ τοῦτο εἰς μὲν τὸν τόπον  $A$  ἢ διάρκεια τῆς ἡμέρας βαίνει αὐξανόμενη καὶ τῆς νυκτὸς βαίνει ἐλαττωμένη, εἰς δὲ τὸν τόπον  $A'$  ἀντιθέτως ἢ διάρκεια τῆς ἡμέρας βαίνει ἐλαττωμένη καὶ τῆς νυκτὸς αὐξανόμενη.

Τὴν 22αν Ἰουνίου ἢ ἀπόκλισις  $\delta$  λαμβάνει τὴν μεγίστην τιμὴν τῆς  $23^\circ 27'$ , ὅτε τὰ μὲν τόξα  $aB\delta$ ,  $\delta'A'a'$  γίνονται μέγιστα, τὰ δὲ  $\delta Aa$ ,  $a'B'd'$  ἐλάχιστα. Ἄρα εἰς τὸν τόπον  $A$  ἢ ἡμέρα εἶναι μέγιστη καὶ ἢ νύξ ἐλάχιστη, εἰς δὲ τὸν τόπον  $A'$  ἢ ἡμέρα εἶναι ἐλάχιστη καὶ ἢ νύξ μέγιστη.

Ἀπὸ τῆς ἡμέρας ταύτης ἢ ἀπόκλισις  $\delta$  τοῦ Ἡλίου ἄρχεται ἐλαττωμένη καὶ λαμβάνει τὰς αὐτὰς καὶ πρότερον τιμὰς κατ' ἀντίθετον σειράν. Ὁ κύκλος λοιπὸν φωτισμοῦ πλησιάζει πρὸς τοὺς πόλους καὶ τὰ τόξα  $aB\delta$ ,  $\delta'A'a'$  βαίνουν ἐλαττούμενα, τὰ δὲ  $\delta Aa$ ,  $a'B'd'$  αὐξανόμενα. Εἰς τὸν τόπον  $A$  λοιπὸν ἢ ἡμέρα βαίνει ἐλαττωμένη καὶ ἢ νύξ αὐξανόμενη, εἰς δὲ τὸν τόπον  $A'$  ἀντιθέτως ἢ ἡμέρα βαίνει αὐξανόμενη καὶ ἢ νύξ ἐλαττωμένη.

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

Ἀπὸ τῆς 22ας Σεπτεμβρίου ἢ ἀπόκλισις  $\delta$  γίνεται ἀρνητικὴ καὶ αὐξάνει κατ' ἀπόλυτον τιμὴν, ἕως τὴν 22αν Δεκεμβρίου γίνῃ  $-23^\circ 27'$ . Σκεπτόμενοι, ὡς προηγουμένως, ἐννοοῦμεν ὅτι κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον εἰς τὸν τόπον  $A$  ἢ ἡμέρα βαίνει ἐλαττωμένη καὶ ἢ νύξ αὐξανόμενη, εἰς δὲ τὸν τόπον  $A'$  ἀντιθέτως ἢ ἡμέρα βαίνει αὐξανόμενη καὶ ἢ νύξ ἐλαττωμένη, τὴν 22αν Δεκεμβρίου ὁ τόπος  $A$  ἔχει τὴν ἐλαχίστην ἡμέραν καὶ τὴν μεγίστην νύκτα, ὃ δὲ τόπος  $A'$  ἔχει τὴν μεγίστην ἡμέραν καὶ τὴν ἐλαχίστην νύκτα.

Ἀπὸ τῆς ἡμέρας ταύτης ἢ ἀπόκλισις  $\delta$  βαίνει αὐξανόμενη, τὴν 21ην Μαρτίου γίνεται  $0$ . Κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον εἰς τὸν  $A$  ἢ ἡμέρα βαίνει αὐξανόμενη καὶ ἢ νύξ ἐλαττωμένη, εἰς δὲ τὸν τόπον  $A'$  ἢ ἡμέρα βαίνει ἐλαττωμένη καὶ ἢ νύξ αὐξανόμενη.

Τὴν 21ην Μαρτίου ἢ ἡμέρα γίνεται ἴση μὲ τὴν νύκτα εἰς ὅλους τοὺς τόπους.

Ἐστωσαν οὖν ὁ ἥλιος ἐξ ἡ ὠρισμένην ἀπόκλισιν  $\delta$ , μεσουρανεῖ ἄνω εἰς ἕκαστον τόπον τοῦ παραλλήλου  $AB$  τὴν στιγμὴν, κατὰ τὴν ὁποίαν οὗτος εὐρίσκεται πρὸ τοῦ ἥλιου εἰς τὸ μέσον  $B$  τοῦ φωτιζομένου τόξου  $aB\delta$  (σχ. 60). Τὴν στιγμὴν ταύτην ἡ ζενιθία ἀπόστασις  $ZH$  τοῦ ἥλιου ἔχει μέτρον ἴσον πρὸς τὸ μέτρον τοῦ  $B\eta$ , ἴητοι  $\varphi - \delta$ . Ἐάν δὲ καλέσωμεν  $v$  τὸ ὕψος τοῦ ἥλιου τὴν στιγμὴν ταύτην, θὰ εἶναι

$$v = 90^\circ - \varphi + \delta. (1)$$

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

Ἐάν  $\delta = 15^\circ$ , θὰ εἶναι καὶ  $\widehat{\Phi\Gamma\pi} = \widehat{\Phi\Gamma\pi'} = 15^\circ$ . κατ' ἀκολουθίαν ὁ κύκλος φωτισμοῦ διέρχεται διὰ τῶν σημείων  $Z$  καὶ  $H'$  τῶν παραλλήλων τῶν τόπων  $Z$  καὶ  $Z'$ . Βλέπομεν λοιπὸν ὅτι ὁ μὲν κύκλος  $ZH$  εὐρίσκεται ὀλόκληρος εἰς τὸ φωτιζόμενον ἡμισφαίριον τῆς  $\Gamma\eta$ , ὁ δὲ  $Z'H'$  ὀλόκληρος εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον. Ἀπὸ τῆς ἡμέρας ταύτης αὐξανομένης τῆς ἀποκλίσεως  $\delta$  αὐξάνονται καὶ αἱ γωνίαι  $\Phi\Gamma\pi$ ,  $\Phi\Gamma\pi'$ . Ἐπομένως ἐξακολουθεῖ ὁ μὲν κύκλος  $ZH$  νὰ φωτίζεται ὀλόκληρος, ὁ δὲ  $Z'H'$  νὰ εἶναι ὀλόκληρος εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον ἡμισφαίριον. Τοῦτο διαρκεῖ μέχρι τῆς ἡμέρας, καθ' ἣν ἡ  $\delta$ , ἀφ' οὗ λάβῃ τὴν μεγίστην τιμὴν  $23^\circ 27'$ , εἶτα ἐλαττουμένη γίνῃ πάλιν  $15^\circ$ .

Ἀπὸ τῆς ἡμέρας ταύτης καὶ ἔξης ἀρχίζει νὰ ἀνατέλλῃ καὶ νὰ δύνῃ ὁ ἥλιος εἰς ἀμφοτέρους τοὺς τόπους  $Z$  καὶ  $Z'$ .

Κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον ἐννοοῦμεν, ὅτι ἀφ' ἧς στιγμῆς ἡ  $\delta$  ἐλαττουμένη γίνῃ  $15^\circ$ , μέχρι τῆς στιγμῆς, καθ' ἣν αὐξανομένη γίνῃ πάλιν  $15^\circ$ , ὁ μὲν παράλληλος  $ZH$  εὐρίσκεται ὀλόκληρος εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον ἡμισφαίριον τῆς  $\Gamma\eta$ , ὁ δὲ  $Z'H'$  εἰς τὸ φωτιζόμενον ἡμισφαίριον τῆς  $\Gamma\eta$ .

Ἐχει λοιπὸν ἕκαστος τῶν τόπων τούτων μίαν μακρὰν νύκτα καὶ μίαν μακρὰν ἡμέραν. Ἡ μακρὰ αὕτη ἡμέρα καὶ νύξ εἶναι μεγαλυτέρα εἰς τοὺς τόπους, οἱ ὁποῖοι εὐρίσκονται πλησιέστερον πρὸς τοὺς πόλους.

Εἰς τοὺς πόλους ἡ διάρκεια αὕτη θὰ ἴητο ἕξ μηνῶν, ἂν ὁ ἥλιος περιορίζετο εἰς τὸ κέντρον του. Ἡ παρουσία ὁμως ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα

τιμήματος τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου καὶ ἡ ἐμφάνισις τοῦ λυκανγοῦς καὶ λυκόφωτος βραχύνει τὴν διάρκειαν τῆς μικρᾶς νυκτὸς τῶν τόπων τούτων.

### Ἄσκησεις

135 ) Νὰ εὑρητε τὸ μέγιστον καὶ ἔπειτα τὸ ἐλάχιστον ὕψος, εἰς τὸ ὁποῖον μεσουρανεῖ ὁ ἥλιος εἰς τὸν αὐτὸν τόπον τῆς Γῆς, καὶ νὰ ὀρίσητε πότε μεσουρανεῖ εἰς τὸ μέγιστον καὶ πότε εἰς τὸ ἐλάχιστον ὕψος. Νὰ ἐφαρμόσητε τὰ ἐξαγόμενα ταῦτα διὰ τὰς Ἀθήνας.

136 ) Ὅταν ἡ ἀπόκλισις τοῦ ἡλίου εἶναι  $\delta > 0$ , νὰ εὑρητε εἰς πόσῃν ζενιθίαν ἀπόστασιν μεσουρανεῖ οὗτος κάτω εἰς τόπον, ὃ ὁποῖος ἔχει βόρειον γεωγραφικὸν πλάτος  $\varphi$ . Νὰ ἐφαρμόσητε τὸ ἐξαγόμενον τοῦτο διὰ τὰς Ἀθήνας, ὅταν  $\delta = 15^\circ$ .

137 ) Ὅταν ἡ ἀπόκλισις τοῦ ἡλίου εἶναι  $23^\circ 27'$ , οὗτος μεσουρανεῖ ἄνω εἰς ὕψος  $90^\circ$  ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα ἐνὸς τόπου. Νὰ εὑρητε τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τοῦ τόπου τούτου.

138 ) Νὰ ὀρίσητε τὸ σημεῖον τῆς Οὐρανίου σφαίρας, εἰς τὸ ὁποῖον μεσουρανεῖ ἄνω ὁ ἥλιος κατὰ τὰς ἰσημερίας εἰς τινὰ τόπον τοῦ ἰσημερινοῦ τῆς Γῆς.

139 ) Νὰ εὑρητε τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς τῶν κατακορύφων ἀντικειμένων τοῦ ἰσημερινοῦ κατὰ τὴν μεσημβριάν ἐκάστης ἰσημερίας.

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

**91. Μεταβολὴ τῆς θερμοκρασίας ἐκάστου τόπου.**—Ὅλοι γνωρίζομεν ὅτι ἐν τῇ χῶρᾳ ἡμῶν ἡ θερμοκρασία εἶναι διάφορος κατὰ τὰς διαφόρους ὥρας τοῦ ἔτους καὶ ὅτι αὕτη εἶναι μεγίστη κατὰ τὸ θέρος καὶ ἐλαχίστη κατὰ τὸν χειμῶνα. Τοῦτο συμβαίνει εἰς πάντα τόπον τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς.

Αἰτία τῆς ἀνισότητος ταύτης τῆς θερμοκρασίας ἐκάστου τόπου εἶναι ἡ διάφορος διάρκεια τῆς ἡμέρας καὶ τὸ διάφορον ὕψος τοῦ ἡλίου ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα τοῦ τόπου. Πράγματι κατὰ τὰς μακρὰς ἡμέρας τοῦ θεροῦς τὸ ἔδαφος δέχεται παρὰ τοῦ ἡλίου περισσοτέραν θερμότητα παρὰ κατὰ τὰς βραχείας ἡμέρας τοῦ χειμῶνος. Ἐκτὸς δὲ τούτου ἡ νυκτερινὴ ἀκτινοβολία τῆς θερμότητος διαρκεῖ ὀλιγώτερον τὸ θέρος καὶ περισσώτερον τὸν χειμῶνα.

Πλὴν δὲ τούτων κατὰ τὸ θέρος ὁ ἥλιος ἀνέρχεται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα περισσότερον ἢ τὸν χειμῶνα, αἱ δὲ ἡλιακαὶ ἀκτίνες προσπίπτουσιν ἐπὶ τοῦ ἔδαφους ὑπὸ γωνίαν ὀλίγον διαφέρουσαν τῆς ὀρθῆς. Διὰ τοῦτο αὐταὶ θερμαίνουσι τὸ ἔδαφος περισσότερον τὸ θέρος παρὰ τὸν χειμῶνα, ὅτε αἱ ἡλιακαὶ ἀκτίνες προσπίπτουσι πλαγιώτερον πρὸς τὸν ὀρίζοντα. Ἰκανὸν δὲ μέρος τῆς θερμότητος τῶν πλαγιωτέρων τούτων ἀκτίνων ἀπορροφᾶται ὑπὸ τῶν κατωτέρων καὶ πυκνοτέρων στρωμάτων τῆς ἀτμοσφαιρας, διὰ τῶν ὁποίων αὐταὶ διέρχονται.

Κατὰ τὸ Ἔαρ καὶ τὸ Θέρος ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας λαμβάνει τὰς αὐτὰς τιμὰς κατ' ἀντίστροφον τάξιν. Τοῦτο δὲ συμβαίνει καὶ διὰ τὸ ὕψος τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν μεσημβρίαν ἐκάστης ἡμέρας. Ἐπρεπε λοιπὸν κατὰ τὰς ὥρας ταύτας τοῦ ἔτους ἕκαστος τόπος νὰ ἔχη τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν· τοῦτο δέ, ὡς γνωρίζομεν, δὲν συμβαίνει. Αἰτία τούτου εἶναι ἡ ἀκόλουθος. Ἀπὸ τῆς λήξεως τοῦ χειμῶνος ἐπὶ τοῦ ψυχροῦ ἔδαφους τοῦ ἡμετέρου ἡμισφαιρίου προστίθεται καθ' ἐκάστην θερμοτήτης, ἡ ὁποία βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον βαίνει αὐξανόμενη. Ἔνεκα δὲ τῆς θερμότητος ταύτης τὸ ἔδαφος εἶναι ἀρκούντως θερμόν, ὅταν ἀρχίζῃ τὸ θέρος. Ἡ δὲ νέα ποσότης τῆς θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἡ Γῆ δέχεται τὸ θέρος, συντελεῖ εἰς τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας ὑπὲρ τὴν ἑαρινήν. Εἰς ἀνάλογον αἰτίαν ὀφείλεται ἡ μεγαλυτέρα θερμοκρασία κατὰ τὸ φθινόπωρον ἢ τὸν χειμῶνα.

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

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

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

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

Ἡ ζενιθία αὕτη ἀπόστασις τοῦ Ἡλίου εἶναι κατὰ ταῦτα μικρότερα εἰς τοὺς τόπους, οἱ ὅποιοι ἔχουσι  $\varphi$  μικρότερον. Δι' αὐτὸ εἰς ὅσους τόπους εἶναι  $\varphi < 23^\circ 27'$ , ὁ Ἥλιος καὶ κατὰ τὸν χειμῶνα μεσουρανεῖ πλησίον τοῦ ζενίθ. Εἶναι ὅθεν εὐνόητον ὅτι ἐπὶ τοῦ ἔδαφους τῶν τόπων τούτων αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες προσπίπτουσι καὶ κατὰ τὸν χειμῶνα ἀκόμη ὑπὸ γωνίαν, ἡ ὁποία ὀλίγον διαφέρει τῆς ὀρθῆς. Παρέχουσιν ἐπομένως αὐταὶ εἰς τὸ ἔδαφος μέγα ποσὸν θερμότητος.

Εἰς ὅσους τόπους εἶναι  $\varphi > 23^\circ 27'$  ἡ μεσημβρινὴ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ Ἡλίου εἶναι μεγαλύτερα καὶ βαίνει ἀξαναομένη μετὰ τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους. Ἐπὶ τοῦ ἔδαφους λοιπὸν τῶν τόπων τούτων καὶ κατ' αὐτὴν τὴν μεσημβριαν αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες προσπίπτουσι πλαγίως καὶ πλαγιώτερον εἰς τοὺς ἔχοντας μεγαλύτερον  $\varphi$ . Ἡ παρεχομένη ἄρα εἰς αὐτοὺς θερμότης βαίνει ἐλαττωμένη, ἐφ' ὅσον τὸ γεωγραφικὸν πλάτος βαίνει ἀξαναόμενον. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον εἰς τὰς περὶ τοὺς πόλους χώρας παρέχεται ἐλαχίστη ἡλιακὴ θερμότης.

Β'. Ἡ Φυσικὴ διδάσκει ὅτι ἱκανὸν μέρος τῆς θερμότητος, τὴν ὁποίαν ὁ Ἥλιος παρέχει εἰς τὴν Γῆν, ἀκτινοβολεῖται εἰς τὸ περίξ ἡμῶν ἀχανές διάστημα. Τὸ ἀκτινοβολουμένον τοῦτο μέρος τῆς θερμότητος εἶναι περισσότερον εἰς τοὺς τόπους, οἱ ὅποιοι κεῖνται ὑψηλότερον τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης. Διότι τὰ ὑπεράνω αὐτῶν στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας ὡς ἀραιότερα ἀντιτάσσουν ὀλιγωτέραν ἀντίστασιν εἰς τὴν ἀκτινοβολίαν τῆς θερμότητος. Ἐκ διαφόρων λοιπῶν τόπων, οἱ ὅποιοι ἔχουσι τὸ αὐτὸ γεωγραφικὸν πλάτος, οἱ ὑψηλότερον κείμενοι ὑφίστανται μεγαλύτεραν ἀπώλειαν θερμότητος καὶ διὰ τοῦτο ἔχουσι χαμηλοτέραν θερμοκρασίαν.

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

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

Οἱ τροπικοὶ καὶ οἱ πολικοὶ κύκλοι διαιροῦσι τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Γῆς εἰς τὰς ἀκολουθοῦντας πέντε ζώνας (σχ. 61).

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

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

3η. Ἡ ἐπιφάνεια τῆς Γῆς, ἣ ὁποία περιέχεται μεταξύ τοῦ τροπικοῦ τοῦ Αἰγόκερου καὶ τοῦ νοτίου πολικοῦ κύκλου, καλεῖται **νότιος εὐκράτος ζώνη**.



Σχ. 61.

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

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

Ἡ θερμοκρασία τῶν τόπων τῶν διαφορῶν τούτων ζωνῶν εἶναι διάφορος κατὰ τὴν αὐτὴν

ἐποχὴν. Τὴν μεγαλυτέραν θερμοκρασίαν ἔχουσι οἱ τόποι τῆς διακεκαυμένης ζώνης, διὰ τοὺς ὁποίους εἶναι  $\varphi < 23^{\circ} 27'$ . Τὴν δὲ μικροτέραν θερμοκρασίαν ἔχουσι οἱ τόποι τῶν κατεψυγμένων ζωνῶν, διὰ τοὺς ὁποίους εἶναι  $\varphi > 66^{\circ} 33'$ . Εἰς τοὺς τόπους τῶν εὐκράτων ζωνῶν ἡ θερμοκρασία εἶναι συγκεκριασμένη, ἥτοι οὔτε ὑπερβολικῶς ὑψηλὴ, οὔτε ὑπερβολικῶς χαμηλὴ. Εἰς τὴν ἐπικρατοῦσαν δὲ θερμοκρασίαν εἰς τοὺς τόπους τῶν ζωνῶν τούτων ἀφείλονται προφανῶς τὰ ὄνοματα αὐτῶν.

#### Ἄσκησεις

141) Νὰ ὀνομάσητε τὴν ζώνην, εἰς τὴν ὁποίαν κεῖνται αἱ Ἀθῆναι, τὸ Βερολίνον, ἡ Οὐάσιγκτων.

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

143) Νὰ ὀνομάσητε τὴν ζώνην, εἰς τὴν ὁποίαν κεῖται τὸ βορειότατον ἄκρον τῆς Σκανδιναυικῆς Χερσονήσου.

**94. Ἀτμοσφαιρική διάθλασις καὶ κυριώτερα ἀποτελέσματα αὐτῆς.** — Γνωρίζομεν ἐκ τῆς Φυσικῆς ὅτι ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ, ὁ ὁποῖος περιβάλλει τὴν Γῆν πανταχόθεν, εἶναι ρευστὸν σταθμητὸν, πιεστὸν καὶ ἐλαστικόν. Τὰ κατώτερα λοιπὸν στρώματα πιεζόμενα ὑπὸ τῶν ἀνωτέρων καθίστανται πυκνότερα καὶ ἐλαστικώτερα τούτων. Ἐὰν δὲ φωτεινὴ ἀκτίς Σα προερχομένη ἀπὸ ἀστέρα Σ (σχ. 62) εἰσδύσῃ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν κατὰ τι σημεῖον α, θὰ ὑποστῇ πρώτην διάθλασιν προσεγγίζουσα τὴν κάθετον ΓαΖ<sub>1</sub> καὶ μένουσα ἐν τῷ ἐπιπέδῳ ΣαΓ.

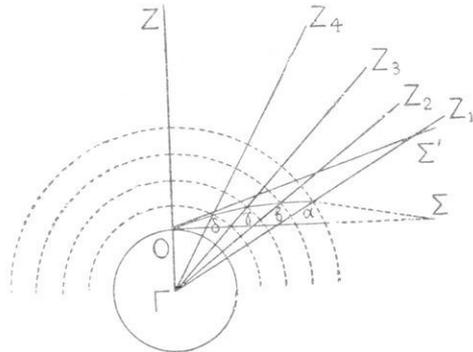
Ἡ ἀκτίς τῆς διαθλάσεως αὐτῆς εἰσδύουσα εἰς πυκνότερον στρώμα ὑφίσταται νέαν διάθλασιν μένουσα ἐν τῷ ἐπιπέδῳ ΣαΓ.

Ἐὰν ἐξακολουθήσωμεν οὕτως, ἐννοοῦμεν ὅτι ἡ φωτεινὴ ἀκτίς Σα φθάνει

εἰς τὸν ὀφθαλμὸν Ο τοῦ παρατηρητοῦ συνεχῶς θλωμένη καὶ χωρὶς νὰ ἐξέλθῃ τοῦ κατακορυφίου ἐπιπέδου ΖΓΣ. Τὸ σχῆμα ἄρα αὐτῆς εἶναι ἐπίπεδος τεθλασμένη γραμμὴ. Ἐπειδὴ ὅμως τὰ διάφορα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας, ἐντὸς ἐκάστου τῶν ὁποίων ὁ ἀήρ εἶναι ἰσόπυκνος, ἔχουσιν ἐλάχιστον πάχος, ἐκάστη πλευρὰ τῆς τεθλασμένης γραμμῆς αβγδ... Ο εἶναι σμικροτάτη κατ' ἀκολουθίαν τὸ τμήμα τοῦτο τῆς φωτεινῆς ἀκτίνος εἶναι καμπύλη, ταύτης τὸ κοῦλον εἶναι ἐστραμμένον πρὸς τὴν Γῆν. Ὁ δὲ παρατηρητὴς Ο βλέπει τὸν ἀστέρα κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΟΣ', ἡ ὁποία ἐφάπτεται εἰς τὸ Ο τῆς καμπύλης αδ... Ο. Διὰ τοῦτο δὲ νομίζει ὅτι ὁ ἀστὴρ εὐρίσκεται εἰς τὴν θέσιν Σ' ὑψηλότερον τῆς πραγματικῆς Σ.

Ἐνεκα τούτου ἡ ἀληθὴς ζενιθιακὴ ἀπόστασις ΖΟΣ τοῦ ἀστέρος Σ ἐλαττοῦται κατὰ τὴν γωνίαν Σ'ΟΣ. Αὕτη καλεῖται **ἀτμοσφαιρική διάθλασις (R)** τοῦ ἀστέρος Σ.

Ἡ τιμὴ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως ἐλαττοῦται μετὰ τῆς ζενι-

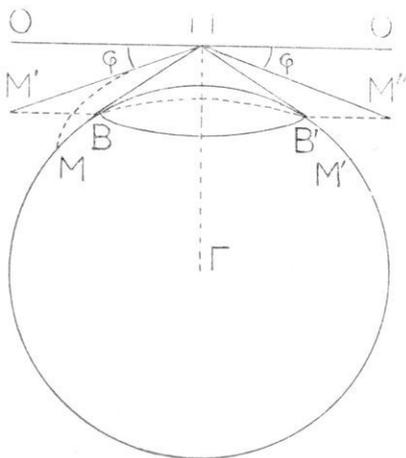


Σχ. 61.

θίας ἀποστάσεως τοῦ ἀστέρος' ἐξαρτᾶται δὲ αὕτη καὶ ἐκ τῆς καταστάσεως τῆς ἀτμοσφαιρας. Εἰς τὸν ὀρίζοντα εἰς θερμοκρασίαν  $0^{\circ}$ , ὑπὸ πίεσιν 760 χιλιοστ. καὶ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης εἶναι  $R = 36' 36''$ , ἐν ᾧ εἰς ὕψος  $45^{\circ}$  εἶναι μόνον  $R = 1'$  καὶ εἰς ὕψος  $90^{\circ}$  εἶναι  $R = 0$ .

Ἡ ἀτμοσφαιρική διάθλασις φέρει διάφορα ἀποτελέσματα. Τούτων κυριώτερα εἶναι τὰ ἑξῆς :

Α') Ἐμάθομεν ὅτι ἡ μέση τιμὴ τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ Ἡλίου εἶναι  $32' 4''$ , 2, ἥτοι μικροτέρα τῆς  $R$  εἰς τὸν ὀρίζοντα. Ὅταν λοιπὸν τὸ ἀνώτερον χεῖλος τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου ἐφάπτηται τοῦ ὀρίζοντος,



Σχ.63

ὁ Ἡλιος φαίνεται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα ἔνεκα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως, ἐν ᾧ πράγματι εὐρίσκειται ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα. Ὅστε ἡ ἀτμοσφαιρική διάθλασις αὐξάνει τὴν διάρκειαν τῆς ἡμέρας. Ἡ αὕξις αὕτη εἰς τὸν τόπον μας δύναται νὰ φθάσῃ τὰ 6 πρῶτα λεπτὰ περίπου.

Β') Ἐπειδὴ ἡ ἀτμοσφαιρική διάθλασις ἐλαττοῦται μετὰ τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως, τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου ὑφίσταται ἐκτροπὴν πρὸς τὸ ζενιθ μεγαλυτέραν μὲν ἀπὸ τὸ ἀνώτερον χεῖλος, μικροτέραν δὲ ἀπὸ τὸ κατώτερον

χεῖλος. Διὰ τοῦτο τὰ χεῖλη ταῦτα φαίνονται ὅτι πλησιάζουσι πρὸς τὸ κέντρον τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου· οὗτος δὲ φαίνεται ὅτι ἔχει τὴν ὀριζοντιάν διάμετρον μεγαλυτέραν τῆς καθέτου ἐπ' αὐτὴν διαμέτρου. Ἡ πλάτυνσις αὕτη εἶναι αἰσθητὴ ἰδίως, ὅταν ὁ Ἡλιος εὐρίσκηται πλησίον τοῦ ὀρίζοντος. Ὅμοιον δὲ φαινόμενον παρατηρεῖται καὶ ἐπὶ τῆς Σελήνης.

Γ') Ἐστω Π παρατηρητής,  $OO'$  ὁ αἰσθητὸς καὶ  $BB'$  ὁ φυσικὸς ὀρίων τοῦ τόπου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἴσταται ὁ παρατηρητής οὗτος (σχ. 63). Ἐνεκα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως σημειὸν τι  $M$  κείμενον ὑπὸ τὸν φυσικὸν ὀρίζοντα καὶ πλησίον αὐτοῦ φαίνεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν  $ΠΜ'$ . Οὕτω δὲ ὁ φυσικὸς ὀρίων ἀπομακρύνεται, τὸ δὲ βάθος  $\varphi$  αὐτοῦ ὑπὸ τὸν αἰσθητὸν ὀρίζοντα γίνεται μικρότερον.

# ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

## Η ΣΕΛΗΝΗ

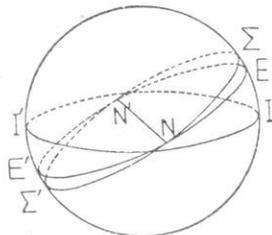
### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

#### ΚΙΝΗΣΕΙΣ, ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ, ΦΑΣΕΙΣ, ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΗΣ ΣΕΛΗΝΗΣ

**95. Ἴδια κινήσις τῆς Σελήνης.**— Ἡ Σελήνη, πλὴν τῆς ἡμερησίας κινήσεως, ὑπόκειται εἰς ἴδιαν ἑτέραν κίνησιν ἐκ δυσμῶν πρὸς Ἐκκεντρίκῃ Ἀνατολᾷ ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.

Πράγματι ὡς ὑποθέσωμεν ὅτι κατὰ τινὰ ἡμέραν ὁ ἥλιος, ἡ Σελήνη καὶ ἀπλανὴς τις ἀστὴρ δύοσι συγχρόνως. Ἐὰν παρατηρήσωμεν τὴν ἀκόλουθον ἡμέραν, θέλομεν ἴδει ὅτι ὁ μὲν ἥλιος δύνει 3<sup>π</sup> περίπου ἢ δὲ Σελήνη 50,5<sup>π</sup> βραδυτέρον τοῦ ἀπλανοῦς ἐκείνου. Ἐκινήθη λοιπὸν ἡ Σελήνη κατὰ τὸν μεσολαβήσαντα χρόνον πρὸς Ἐκκεντρίκῃ Ἀνατολᾷ τοῦ ἀπλανοῦς καὶ πολὺ περισσότερον (13 φορὰς περίπου) ἢ ὁ ἥλιος.

Ἐὰν ἐπὶ ἓνα μῆνα περίπου μετρώμεν καθ' ἑκάστην καὶ κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησιν τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης τὰς οὐρανογραφικὰς αὐτοῦ συντεταγμένας καὶ σημειώμεν ἐπὶ τινος σφαίρας τὰς ἀντιστοίχους αὐτοῦ θέσεις, θέλομεν παρατηρήσει ὅτι αὐταὶ ἀπο-



Σχ. 64.

τελοῦσι περιφέρειαν μεγίστου κύκλου κεκλιμένου πρὸς τὸν ἰσημερινὸν τῆς σφαίρας ταύτης κατὰ γωνίαν  $28^{\circ} 36'$  περίπου.

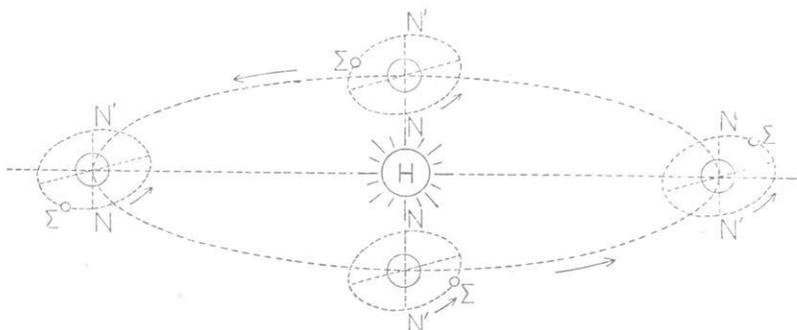
Ἐντεῦθεν συμπεραίνομεν ὅτι τὸ κέντρον τῆς Σελήνης κινεῖται ἐκ Δ πρὸς Α ἐπὶ τῆς περιφερείας μεγίστου κύκλου τῆς οὐρανοῦ σφαίρας τέμνοντος τὸν μὲν ἰσημερινὸν ὑπὸ γωνίαν  $28^{\circ} 36'$ , τὴν δὲ Ἐκλειπτικὴν ὑπὸ γωνίαν  $5^{\circ} 9'$  ( $= 28^{\circ} 36' - 23^{\circ} 27'$ ).

Τὰ δύο σημεία Ν καὶ Ν' (σχ. 94), κατὰ τὰ ὁποῖα ἡ τροχιά τῆς

Σελήνης τέμνει τὴν Ἐκλειπτικὴν, καλοῦνται **σύνδεσμοι**. Τοῦτων ὁ μὲν Ν, δι' οὗ ἡ Σελήνη διέρχεται μεταβαίνουσα ἐκ τοῦ πρὸς νότον τῆς Ἐκλειπτικῆς ἡμισφαιρίου εἰς τὸ πρὸς βορρᾶν αὐτῆς καλεῖται **ἀναβιβάζων** σύνδεσμος, ὁ δὲ ἕτερος Ν' καλεῖται **καταβιβάζων** σύνδεσμος.

**96. Φαινομένη διάμετρος τῆς Σελήνης.**— Μετροῦντες καθ' ἑκάστην τὴν φαινομένην διάμετρον τῆς Σελήνης βεβαιούμεθα ὅτι αὕτη δὲν εἶναι σταθερά. Ἐντὸς 27 ἡμερῶν καὶ 8 ὥρῶν περίπου μεταβάλλεται μεταξύ 33' 36' καὶ 29' 20''. Ἡ δὲ μέση τιμὴ αὐτῆς ὑπολογίζεται εἰς 31' 7''. Κατ' ἀκολουθίαν καὶ ἡ ἀπόστασις αὐτῆς ἀφ' ἡμῶν μεταβάλλεται κυμαινομένη μεταξύ ἐλαχίστης καὶ μεγίστης τινός τιμῆς αὐτῆς.

**97. Τροχιά τῆς Σελήνης.**— Ἡ μεταβολὴ τῆς θέσεως τῆς Σελήνης ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας καὶ ἡ μεταβολὴ τῆς ἀποστάσεως αὐτῆς ἀφ' ἡμῶν ὀφείλονται εἰς πραγματικὴν περὶ τὴν Γῆν κίνησιν αὐτῆς ἐν τῷ διαστήματι. Δι' ἐργασίας ἀναλόγου πρὸς τὴν διὰ τὸν Ἥλιον ἐκτεθεῖσαν (§§ 38,40) πειθόμεθα ὅτι ἡ κίνησις αὕτη γίνεται κατὰ τοὺς ἐξῆς νόμους.



Ἡ Σελήνη περιφερομένη περὶ τὴν Γῆν παρακολουθεῖ αὐτὴν εἰς τὴν περὶ τὸν Ἥλιον περιφορᾶν αὐτῆς.

**1) Τὸ κέντρον τῆς Σελήνης κινεῖται κατὰ τὴν ὀρθὴν φοράν ἐπὶ ἑλλείψεως, τῆς ὁποίας μίαν ἐστίαν κατέχει ἡ Γῆ.**

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

**2) Τὰ ὑπὸ τῆς ἐπιβατικῆς ἀκτίνος, ἥτις συνδέει τὸ κέντρον τῆς Γῆς μὲ τὸ κέντρον τῆς Σελήνης γραφόμενα ἑμβαδὰ**

εἶναι ἀνάλογα πρὸς τοὺς χρόνους, καθ' οὓς ταῦτα γράφονται.

Κινεῖται λοιπὸν ἡ Σελήνη ταχύτερον περὶ τὸ περιγέιον καὶ βραδύτερον περὶ τὸ ἀπόγειον τῆς τροχιάς αὐτῆς.

**98. Παράλλαξις τῆς Σελήνης.** — Ἡ παράλλαξις τῆς Σελήνης προσδιορίζεται κατὰ τὴν ἀκόλουθον μέθοδον.

Δύο παρατηρηταὶ τοποθετοῦνται εἰς δύο διαφόρους τόπους Α καὶ Α' (σχ. 65) τοῦ αὐτοῦ μεσημβρινοῦ καὶ μετροῦσι τὰς ζενιθίας τῆς Σελήνης ἀποστάσεις Ζ καὶ Ζ' κατὰ τὴν ἄνω αὐτῆς μεσουράνησιν.

Ἐὰν κληθῶσι  $\pi'$  καὶ  $\pi''$  αἱ παραλλάξεις ὕψους αὐτῆς κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην καὶ  $\pi$  ἡ ὀριζοντία αὐτῆς παράλλαξις, θὰ εἶναι (§ 50)  $\pi' = \pi \eta \mu Z$  καὶ  $\pi'' = \pi \eta \mu Z'$ . Ἐκ τούτων εὐρίσκομεν εὐκόλως ὅτι :

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

Ἄλλ' ἔπειδὴ εἶναι  $Z = \pi' + \rho$  καὶ  $Z' = \pi'' + \varphi$ , ἔπεται εὐκόλως ὅτι

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

ἂν ἡ γωνία  $\Gamma$  εἶναι ἀλγεβρική διαφορά τῶν γεωγραφικῶν πλατῶν τῶν τόπων Α καὶ Α'.

Ἡ ἰσότης (1) γίνεται λοιπὸν

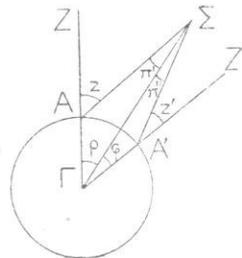
$$\pi = \frac{Z + Z' - \Gamma}{\eta \mu Z + \eta \mu Z'}$$

Ἐκ ταύτης δὲ εὐρίσκομεν τὴν ὀριζοντίαν παράλλαξιν  $\pi$  τῆς Σελήνης.

Ἡ μέθοδος αὕτη ὑπεδείχθη ὑπὸ τοῦ Cassini (1672) καὶ ἐφηρομύσθη τὸ πρῶτον ἐν ἔτει 1751 ὑπὸ τῶν ἀστρονόμων Caille καὶ Lalande, ὧν ὁ μὲν πρῶτος μετέβη εἰς τὸ ἀκρωτήριον τῆς Καλῆς Ἑλλάδος, ὁ δὲ δεύτερος εἰς Βερολίνον.

Ἡ παράλλαξις τῆς Σελήνης ἐν τῷ αὐτῷ μὲν τόπῳ μεταβάλλεται μετὰ τῆς ἀποστάσεως αὐτῆς, εἰς διαφόρους δὲ τόπους μετὰ τῆς ἀκτίνος τῆς Γῆς.

Ἡ μέση τιμὴ τῆς ὀριζοντίου ἰσημερινῆς παραλλάξεως αὐτῆς εἶναι 57' 2'', 7, ἥτοι διπλασία περίπου τῆς φαινομένης διαμέτρου αὐτῆς. Εὐκόλως δὲ ὑπολογίζεται ὅτι ἐκ τῆς Σελήνης ἡ Γῆ φαίνεται ὡς δίσκος δεκατετραπλάσιος τοῦ Σελήνιακοῦ.



Σχ. 65

## 99. Ἀπόστασις τῆς Σελήνης. — Ἐκ τῆς ἰσότητος (§ 50)

$$a = \frac{q}{\eta\mu\pi} \quad \eta \frac{a}{q} = \frac{1}{\eta\mu\pi} \quad \text{εὐρίσκομεν ὅτι}$$

$\log \frac{a}{q} = 1,78007$ , ὅθεν  $a = 60,266q$ , ἥτοι 384 403 χιλίωμ. περίπου.

Ἀεροπλάνον ἰπτάμενον μὲ ταχύτητα 500 χιλμ. τὴν ὥραν διανύει τοσαύτην ἀπόστασιν εἰς 32 περίπου ἡμέρας συνεχοῦς πτήσεως. Αὐτοκίνητον μὲ ταχύτητα 100 χιλμ. τὴν ὥραν διανύει τοσαύτην ὁδὸν εἰς 160 ἡμέρας περίπου καὶ περὶ μὲ ταχύτητα 5 χιλμ. τὴν ὥραν πρέπει νὰ ὀδεύῃ συνεχῶς ἐπὶ 9 ἔτη.

Δυναμέθα πρὸς εὐρεσιν τῆς ἀποστάσεως ταύτης νὰ ἐφαρμοσόμεν καὶ τὴν στοιχειωδεστέραν μέθοδον, κατὰ τὴν ὁποίαν εὕρομεν τὴν ἀπόστασιν τοῦ Ἥλιου. Ἔνεκα ὅμως τῆς μεγαλυτέρας τιμῆς τῆς παραλλάξεως τῆς Σελήνης, ἢ ἀντικατάστασις τοῦ ἀντιστοίχου τόξου αὐτῆς ὑπὸ τῆς χορδῆς τσου καὶ τὰνάπαλιν προκαλεῖ μεγαλύτερον σφάλμα ἢ διὰ τὸν Ἥλιον.

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

Ἡ εὐρεθεῖσα τιμὴ 60,266 q εἶναι ἡ μέση ἀπόστασις τῆς Σελήνης ἀπὸ τὴν Γῆν. Ἡ μεγίστη τιμὴ τῆς ἀποστάσεως ταύτης εἶναι 64 q, ἡ δὲ ἐλάχιστη 56 q.

## Ἀσκήσεις

144 ) Νὰ εὕρητε πόσον χρόνον χρειάζεται τὸ φῶς διὰ τὰ φθάσῃ ἀπὸ τὴν Σελήνην εἰς τὴν Γῆν.

145 ) Ἄν ἦτο δυνατὸν ἐν ἀεροπλάνον νὰ ὑπερνηκίση τὴν ἔλξιν τῆς Γῆς καὶ νὰ ἵπταται συνεχῶς μὲ ταχύτητα 800 χιλιομέτρων τὴν ὥραν, νὰ εὕρητε πόσον χρόνον θὰ ἐχρειάζετο νὰ φθάσῃ εἰς τὴν Σελήνην.

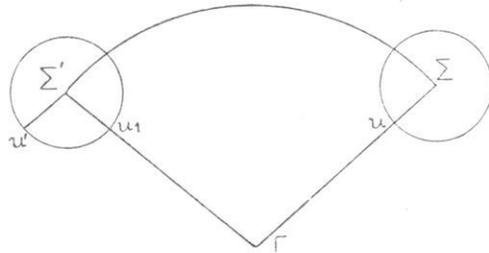
146 ) Νὰ συγκρίνητε τὴν ἀκτῖνα τοῦ Ἥλιου πρὸς τὴν ἀπόστασιν τῆς Σελήνης ἀπὸ τῆς Γῆς.

100. Περιστροφὴ τῆς Σελήνης. — Ἐπὶ τοῦ δίσκου τῆς Σελήνης παρατηροῦνται ἀπὸ μακροῦ χρόνου κηλίδες, αἱ ὁποῖαι μένουσιν ἀναλλοίωτοι καὶ εἰς τὴν αὐτὴν σχεδὸν ἐν σχέσει πρὸς τὸ κέντρον τοῦ

δίσκου θέσιν. Ἐκ τούτου ἔπεται ὅτι ἡ Σελήνη στρέφει πρὸς τὴν Γῆν τὸ αὐτὸ πάντοτε ἡμισφαίριον.

Αἰτία δὲ τούτου εἶναι ἡ περιστροφικὴ τῆς Σελήνης κίνησις ἐκ Δ πρὸς Α περὶ ἄξονα, ὁ ὁποῖος σχηματίζει μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς τῆς γωνίαν  $83^{\circ} 20' 49''$ .

Πράγματι, καθ' ἣν στιγμὴν ἡ Σελήνη κατέχει τὴν θέσιν Σ (σχ. 66) τῆς τροχιάς τῆς, κηλὶς τις κ φαίνεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΓΣ, ἥτοι εἰς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου. Μετὰ χρόνον τ ἡ Σελήνη εὐρίσκεται εἰς ἄλλην θέσιν Σ'. Ἐὰν αὕτη δὲν ἐστρέφετο περὶ ἄξονα, ἡ ἀκτίς Σκ θὰ μετετίθετο παραλλήλως πρὸς ἑαυτὴν καὶ θὰ ἦρχετο εἰς θέσιν Σ' κ', ἡ δὲ κηλὶς θὰ ἐφαίνετο εἰς θέσιν κ' ἀνατολικώτερον τοῦ κέντρου κ<sub>1</sub>, ὅπερ ὡς εἵπομεν, δὲν συμβαίνει.



σχ. 66.

Πρέπει λοιπὸν νὰ συμπεράνωμεν ὅτι κατὰ τὸν χρόνον τ ἡ Σελήνη ἐστράφη περὶ ἑαυτὴν κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν καὶ κατὰ γωνίαν  $\kappa' \Sigma' \kappa_1 = \widehat{\Sigma \Gamma \Sigma'}$ . Εἰς ἐκάστην λοιπὸν μονάδα χρόνου ἐστράφη κατὰ γωνίαν  $\frac{\kappa' \Sigma' \kappa_1}{\tau}$  ἴσην πρὸς τὴν  $\frac{\widehat{\Sigma \Gamma \Sigma'}}{\tau}$ , κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ ἐπιβατικὴ ἀκτίς ΓΣ στρέφεται καθ' ἐκάστην μονάδα χρόνου.

Χρειαζεται λοιπὸν ἡ Σελήνη διὰ μίαν πλήρη περὶ ἑαυτὴν στροφὴν, ὅσον χρειάζεται διὰ νὰ συμπληρώσῃ μίαν περὶ τὴν Γῆν περιφορὰν αὐτῆς.

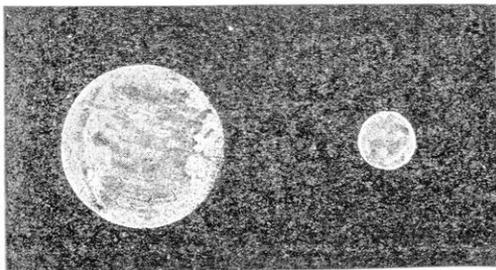
**101. Σχήμα τῆς Σελήνης.** — Τὸ σχῆμα τῆς Σελήνης δὲν δύναται νὰ καθορισθῇ δι' ἀμέσων παρατηρήσεων ἐπὶ τοῦ δίσκου αὐτῆς, διότι ἡ Σελήνη στρέφει πρὸς ἡμᾶς πάντοτε τὰ αὐτὰ σχεδὸν μέρη τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς, τὸ δὲ κυκλικὸν σχῆμα τοῦ δίσκου τούτου οὐδὲν φετικὸν περὶ τοῦ ὅλου σχήματος αὐτῆς δεικνύει.

Θεωρητικῶς ὅμως ἀποδεικνύεται ὅτι, ἔνεκα τῆς ἀμοιβαίας ἔλξεως Γῆς καὶ Σελήνης, ἡ Σελήνη ἔλαβεν, ὅτε διετέλει ἐν ρευστῇ καταστά-

σει, τὸ σχῆμα ἐλλειψοειδοῦς μετὰ τριῶν ἀνίσων ἀξόνων, ὧν μεγαλύτερος εἶναι ὁ κατευθυνόμενος πρὸς τὴν Γῆν καὶ μικρότερος ὁ ἄξων περιστροφῆς αὐτῆς. Ἡ διαφορά ὅμως μεταξύ τῶν τριῶν τούτων ἀξόνων εἶναι σχετικῶς πρὸς τὰ μεγέθη αὐτῶν πολὺ μικρὰ καὶ κατ' ἀκολουθίαν δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν τὴν Σελήνην σχεδὸν **σφαιρικῆν**.

**102. Μέγεθος τῆς Σελήνης.** — Μεταξὺ τῆς φανομένης διαμέτρου  $\Delta$  τῆς Σελήνης, τῆς ἀκτίνος  $P$  αὐτῆς καὶ τῆς ἀποστάσεώς της ἀπ' ἡμῶν ἀληθεύει (§ 35) ἡ ἰσότης  $a = \frac{2P}{\Delta}$ . Ἄλλ' εἶναι (§ 50) καὶ  $a = \frac{\rho}{\eta\mu\pi}$  ἢ κατὰ προσέγγισιν  $a = \frac{\rho}{\pi}$ .

Ἐκ τούτων ἔπεται ὅτι  $\frac{2P}{\Delta} = \frac{\rho}{\pi}$  καὶ  $P = \frac{\Delta\rho}{2\pi}$ . Ἐπειδὴ δὲ εἶναι



Συγκριτικὸν μέγεθος Γῆς καὶ Σελήνης

$\Delta = 31' 7'' = 1867''$  (§ 96) καὶ  $\pi = 57' 2''$ ,  $7 = 3422''$ ,  $7$  (§ 98), εὐρίσκομεν  $P = \frac{1867\rho}{6845,4} = 0,27\rho$ .

Εἶναι λοιπὸν ἡ ἀκτίς τῆς Σελήνης ἴση περίπου πρὸς τὰ 0,27 τῆς γήινης ἰσημερινῆς ἀκτίνος.

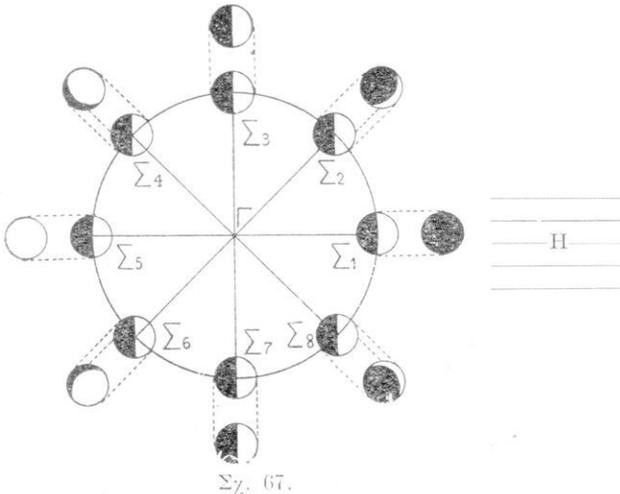
#### Ἀσκήσεις

147) Νὰ εὑρεθῆτε τὸν ὄγκον τῆς Σελήνης συναρτήσῃ τοῦ ὄγκου τῆς Γῆς.

158) Οἱ ἀστρονόμοι εὑρον ὅτι ἡ μάζα τῆς Σελήνης εἶναι τὸ  $\frac{1}{81}$  τῆς μάζης τῆς Γῆς. Νὰ εὑρεθῆτε τὴν πυκνότητα τῆς Σελήνης συναρτήσῃ τῆς πυκνότητος τῆς Γῆς καὶ ἔπειτα ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ ( $4^\circ K$ ).

103. Φάσεις τῆς Σελήνης. — Τὰ διάφορα σχήματα, μὲ τὰ ὁποῖα φαίνεται ἡ Σελήνη ἐντὸς μηνὸς περιόπου, καλοῦνται **φάσεις** τῆς **Σελήνης**. Ἐν πρώτοις τὰ διάφορα ταῦτα σχήματα ἀποδεικνύουσιν ὅτι τὸ σχεδὸν σφαιρικὸν τοῦτο ἄστρον εἶναι σῶμα μὴ αὐτόφωτον, ἀλλ' ἱκανὸν νὰ ἀνακλᾷ τὸ ἐπ' αὐτοῦ προσπίπτον ἠλιακὸν φῶς.

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



Σχ. 67.

πρὸς τὴν Γῆν θέσεως τοῦ φωτιζομένου ἡμισφαιρίου τῆς Σελήνης τὸ ὁρατὸν ἀφ' ἡμῶν μέρος αὐτῆς εἶναι κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον μέγα.

Τῶ ὄντι ὑποθέσωμεν χάριν ἀπλότητος ὅτι ἡ Σελήνη γράφει περὶ τὴν Γῆν περιφέρειαν κύκλου, οὗ τὸ ἐπίπεδον συμπίπτει μετὰ τῆς Ἐκλειπτικῆς (ὑπόθεσις ὀλίγον ἀπέχουσα τῆς ἀληθείας) καὶ ὅτι ὁ ἥλιος μένει ἀκίνητος, ἡ δὲ Σελήνη κινεῖται περὶ τὴν Γῆν ὄχι μὲ τὴν πραγματικὴν τῆς γωνιώδη ταχύτητα, ἀλλὰ μὲ τὴν διαφορὰν τῆς γωνιώδους ταχύτητος τοῦ ἥλιου ἀπὸ τῆς γωνιώδους ταχύτητος τῆς Σελήνης.

Ἐπειδὴ ὁ ἥλιος εὐρίσκεται εἰς μεγίστην ἀπόστασιν ἐπιτρέπεται νὰ θεωρήσωμεν τὰς ἀκτῖνας H (σχ. 67) παραλλήλους. Εἶναι δὲ προφανὸς ὁ κύκλος τοῦ φωτισμοῦ κάθετος ἐπὶ τὰς ἀκτῖνας H.

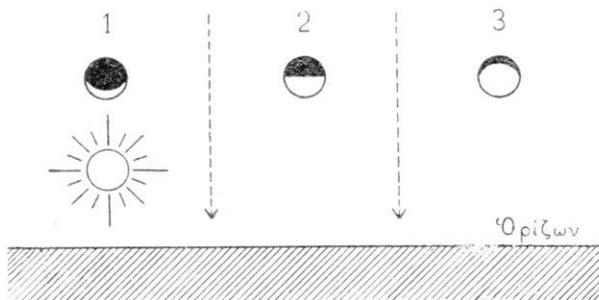
1) Νέα Σελήνη. — Ὅταν ἡ Σελήνη εὐρίσκηται εἰς τὴν θέσιν

$\Sigma_1$  τῆς τροχιάς τῆς, στρέφει πρὸς τὴν Γῆν Γ τὸ μὴ φωτιζόμενον ἡμισφαίριον αὐτῆς καὶ εἶναι κατ' ἀκολουθίαν ἀόρατος. Λέγομεν δὲ ὅτι ἔχομεν τότε **νέαν Σελήνην ἢ νομηνίαν.**

Κατὰ τὴν φάσιν ταύτην ἡ Σελήνη ἀνατέλλει καὶ δύει συγχρόνως μετὰ τοῦ Ἡλίου.

Μετά τινος ἡμέρας ἡ Σελήνη φθάνει εἰς ἄλλην τινὰ θέσιν  $\Sigma_2$  τῆς τροχιάς τῆς, ὅτε μικρὸν μέρος τοῦ ὑπὸ τοῦ Ἡλίου φωτιζομένου ἡμισφαιρίου αὐτῆς εἶναι ἐστραμμένον πρὸς τὴν Γῆν καὶ κατ' ἀκολουθίαν ὄρατον.

Φαίνεται δὲ ἡμῖν τοῦτο πρὸς Δυσμὰς μετὰ τὴν δύσιν τοῦ Ἡλίου



Δύσεις τῆς Σελήνης κατὰ τὰς πρὸ τῆς Πανσελήνου φάσεις αὐτῆς.

ὡς φωτεινὸν δρέπανον ἢ μηνίσκος μὲ τὸ κυρτὸν πρὸς δυσμὰς. Βαίνει δὲ ὁ μηνίσκος οὗτος βαθμηδὸν πλατυνόμενος, ἐφ' ὅσον ἡ Σελήνη ἀπομακρύνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον τῆς θέσεως  $\Sigma_1$ .

**2) Πρῶτον τέταρτον.** Μετὰ 7 ἡμέρας (καὶ 9 ὥρας ἀπὸ τῆς νέας Σελήνης, ἡ Σελήνη διανύσασα τόξον  $90^\circ$  πρὸς Ἀνατολὰς εὐρίσκεται εἰς τὴν θέσιν  $\Sigma_3$ . Τότε βλέπομεν αὐτὴν ὡς φωτεινὸν ἡμικύκλιον μὲ τὸ κυρτὸν πρὸς δυσμὰς.

Ἡ φάσις αὕτη καλεῖται **πρῶτον τέταρτον**. Κατ' αὐτὴν ἡ Σελήνη μεσουρανεῖ ἄνω, καθ' ἣν στιγμὴν ὁ Ἡλιος δύει.

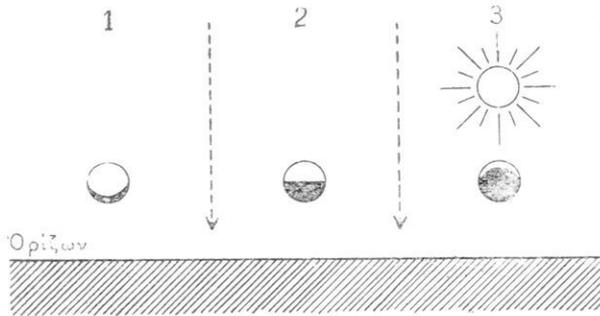
Ἀπὸ τοῦ α' τετάρτου τὸ ὄρατον μέρος τῆς Σελήνης καθίσταται ἀμφίκυρτον συνεχῶς αὐξανόμενον.

**3) Πανσέληνος.** Μετὰ 7 ἡμέρας καὶ 9 ὥρας περίπου ἀπὸ τοῦ πρώτου τετάρτου ἡ Σελήνη φθάνει εἰς τὴν θέσιν  $\Sigma_5$  τῆς τροχιάς τῆς.

Κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην ὀλόκληρον τὸ φωτεινὸν αὐτῆς ἡμισφαίριον εἶναι πρὸς τὴν Γῆν ἔστραμμένον καὶ φαίνεται ὡς πλήρης φωτεινὸς δίσκος.

Ἡ φάσις αὕτη καλεῖται **πανσέληνος**. Κατὰ ταύτην ἡ Σελήνη ἀνατέλλει, ὅταν δὴ ὁ ἥλιος καὶ μεσουρανεῖ ἄνω τὸ μεσονύκτιον.

Ἀπὸ τῆς πανσελήνου αἱ αὐταὶ φάσεις ἀναπαράγονται, ἀλλὰ

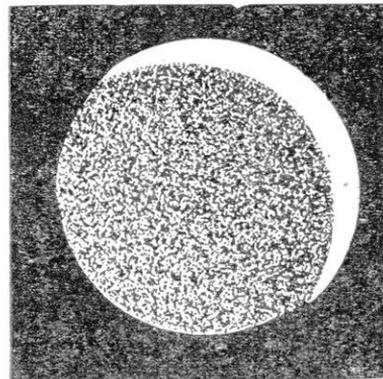


Δύσεις τῆς Σελήνης κατὰ τὰς μετὰ τὴν Πανσέληνον φάσεις αὐτῆς.

κατ' ἀντίστροφον τάξιν· ὁ φωτεινὸς δηλαδή δίσκος, ὃν βλέπομεν, σμικρύνεται βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον.

**4) Τελευταῖον τέταρτον.** Μετὰ 7 ἡμέρας καὶ 9 ὥρας ἀπὸ τῆς πανσελήνου ἡ Σελήνη φθάνει εἰς τὴν θέσιν  $\Sigma_7$  τῆς τροχιάς της καὶ στρέφει πρὸς τὴν Γῆν τὸ ἥμισυ τοῦ φωτεινοῦ αὐτῆς ἡμισφαίριου, ὅπερ φαίνεται ἡμῶν ἐν τῷ Ὄθρανῳ ὑπὸ μορφὴν ἡμικυκλίου.

Ἡ φάσις αὕτη καλεῖται **τελευταῖον τέταρτον**. Κατ' αὐτὴν ἡ Σελήνη ἀνατέλλει τὸ μεσονύκτιον, στρέφει δὲ τὸ κυρτὸν τοῦ φωτεινοῦ ἡμικυκλίου πρὸς ἀνατολάς.



Γεφρωδὲς φῶς τῆς Σελήνης

Ἀπὸ τῆς φάσεως ταύτης τὸ ὄρατὸν μέρος τῆς Σελήνης γίνεται

μηρίσκος, οὗ τὸ πλάτος βαίνει συνεχῶς ἐλαττούμενον, μέχρις οὗ μηδεμισθῆ κατὰ τὴν νέαν Σελήνην. Ὁ μηρίσκος οὗτος στρέφει τὸ κυρτὸν πρὸς Ἄνατολὰς καὶ εἶναι ὄρατὸς τὴν πρωΐαν πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ Ἥλιου.

**Σημείωσις.** Ὅταν ἡ σελήνη εἶναι μηνοειδής, βλέπομεν κατὰ τὴν νύκτα καὶ τὸ ὑπόλοιπον μέρος τοῦ σεληνιακοῦ δίσκου φωτιζόμενον ὑπὸ ἀμυδροῦ φωτός. Τὸ φῶς τοῦτο, **τεφρώδες φῶς** καλούμενον, προέρχεται ἐκ τῆς Γῆς, ἣτις ἀνακλᾷ πρὸς τὴν Σελήνην τὸ ἐπ' αὐτῆς προσπίπτον ἡλιακὸν φῶς.

Κατὰ τὰς ἄλλας τῆς Σελήνης φάσεις τὸ τεφρώδες φῶς εἶναι ἄορατον. Διότι ὀλιγότερον φωτεινὸν μέρος τῆς Γῆς στρέφεται πρὸς τὴν Σελήνην, καὶ διότι τὸ φῶς τῆς Σελήνης ἐντατικώτερον ὢν καθιστᾷ ἄορατον τὸ τεφρώδες φῶς.

#### 104. Ἀποχὴ τῆς Σελήνης. Συζυγία. Τετραγωνισμοί. —

Ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ Ἥλιου καλεῖται **ἀποχὴ** τῆς Σελήνης. Κατὰ τὴν νέαν Σελήνην, ἡ ἀποχὴ αὐτῆς εἶναι 0° λέγομεν δὲ τότε ὅτι ἡ Σελήνη εὐρίσκεται εἰς **σύνοδον**.

Κατὰ τὴν πανσέληνον ἡ ἀποχὴ τῆς Σελήνης εἶναι 180° λέγομεν δὲ τότε ὅτι ἡ Σελήνη εὐρίσκεται εἰς **ἀντίθεσιν**.

Ἡ σύνοδος καὶ ἡ ἀντίθεσις ὁμοῦ καλοῦνται **συζυγία**.

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

105. Ἀστρικός καὶ συνοδικὸς μῆν. — Ἀστρικός μῆν ἡ ἀστρική περιφορὰ τῆς Σελήνης καλεῖται ὁ χρόνος, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἀποκαταστάσεων αὐτῆς εἰς τὸν ὠριαῖον τοῦ αὐτοῦ ἀπλανοῦς ἀστέρος.

Συνοδικὸς μῆν ἢ συνοδική περιφορὰ τῆς Σελήνης καλεῖται ὁ χρόνος, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν συνόδων ἢ ἀντιθέσεων.

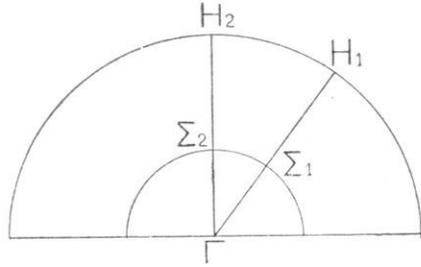
Ὁ συνοδικὸς μῆν εἶναι μεγαλύτερος τοῦ ἀστρικοῦ διὰ τὸν ἀκόλουθον λόγον.

Ἐστώσαν  $\Sigma_1$  καὶ  $H_1$  (σχ. 68) αἱ θέσεις τῆς Σελήνης καὶ τοῦ Ἥλιου κατὰ τινὰ σύνοδον ἐπὶ τοῦ ὠριαίου ἀπλανοῦς ἀστέρος A. Μετὰ ἕνα ἀστρικὸν μῆνα ἡ Σελήνη φθάνει εἰς τὸν αὐτὸν ὠριαῖον, ἥτοι εἰς

τὴν θέσιν  $\Sigma_1$  τῆς τροχιάς τῆς χωρὶς νὰ εὐρεθῆ εἰς σύνοδον, διότι ὁ ἥλιος κινούμενος ἐκ  $\Delta$  πρὸς  $A$  εὐρίσκεται ἤδη ἀνατολικώτερον τῆς θέσεως  $H_1$ .

Ἴνα δὲ ἡ Σελήνη ἔλθῃ ἐκ νέου εἰς σύνοδον, πρέπει νὰ διανύσῃ ἀκόμη τὸ τόξον  $\Sigma_1 \Sigma_2$ , ὅπερ ἔχει ἴσον ἀριθμὸν μοιρῶν πρὸς τὸ  $H_1 H_2$ , ὅπερ διαγράφει ὁ ἥλιος ἐντὸς συνοδικοῦ μηνός.

Ἡ διάρκεια  $\sigma$  τοῦ συνοδικοῦ μηνός ὑπολογισθεῖσα διὰ παρατηρήσεων εἶναι 29 μ. ἡλ. ἡμ. 12 ὥραι 44 π. 2,9 δ.



Σχ. 68.

Διὰ νὰ εὐρωμεν τὴν διάρκειαν  $a$  τοῦ ἀστροικῆς μηνός, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ Σελήνη εἰς χρόνον  $\sigma$  διανύει  $360^\circ + \Sigma_1 \Sigma_2 = 360^\circ + H_1 H_2$  ἄρα διὰ νὰ διανύσῃ  $360^\circ$  χρειάζεταιται  $a = \frac{360^\circ \sigma}{360^\circ + H_1 H_2}$ . Ἐπειδὴ δὲ τόξον  $H_1 H_2$  διανύεται ὑπὸ τοῦ ἥλιου εἰς χρόνον  $\sigma$ , ἔπεται ὅτι ἰσοῦται πρὸς  $\frac{360^\circ \sigma}{\tau}$ , ἂν  $\tau$  εἶναι ἡ διάρκεια τοῦ ἀστροικῆς ἔτους. Ἄρα  $a = \frac{\tau \sigma}{\tau + \sigma} = 27$  ἡμέραι 7 ὥραι 43 π. 11,5 δ.

**106. Φυσικὴ κατάστασις τῆς Σελήνης.** — Ἐπὶ τοῦ δίσκου τῆς Σελήνης διακρίνομεν εὐκόλως καὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ κατὰ τὴν πανσέληνον μεγάλας κηλίδας, αἵτινες ἀπὸ μακροῦ χρόνου τηροῦσιν ἀναλλοίωτον τὸ σχῆμα, σχεδὸν δὲ καὶ τὴν ἐν σχέσει πρὸς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου αὐτῆς θέσιν αὐτῶν.

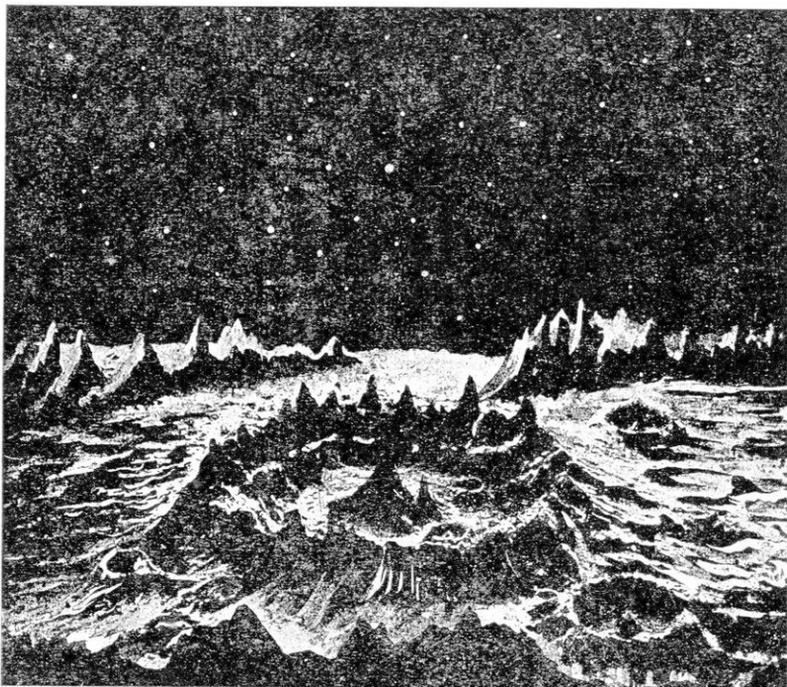
Ἐὰν δι' ἰσχυροῦ τηλεσκοπίου ἐξετάσωμεν τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Σελήνης, διακρίνομεν ἐπ' αὐτῆς ὑψηλὰ ὄρη, ἰδίως περὶ τὴν γραμμὴν τὴν χωρίζουσαν τὸ φωτεινὸν ἀπὸ τοῦ σκοτεινοῦ ἡμισφαιρίου αὐτῆς, ἔνθα αἱ ἀκτῖνες προσπίπτουσι πλαγίως.

Τὰ ὄρη διακρίνονται ἐκ τῆς σκιᾶς, ἣν ρίπτουσι ἐπὶ τοῦ σεληνιακοῦ δίσκου, ἐν ᾧ τὰ πρὸς τὸν ἥλιον μέρη εἶναι φωτεινά.

Τὰ ἀμυδροτέρα μέρη τῆς Σελήνης εἶναι εὐρεῖαι πεδιάδες, ὀλιγότερον ἢ αἱ κορυφαὶ τῶν ὀρέων ἀνακλῶσαι ἡλιακὸν φῶς. Αἱ πεδιάδες αὗται ἐκλήθησαν ὑπὸ τοῦ Γαλιλαίου *θαλάσσεια*.

Περὶ τὰ δέκα μόνον ὄρη τῆς Σελήνης εἶναι διατεθειμένα κατὰ ὀγκώδεις ὄροστοιχίας, ὡς ἐπὶ τῆς Γῆς τὰ Ἰμαλαΐά. αἱ Ἄλπεις κ.τ.λ.

Τὰ πλεῖστα ἄλλα εἶναι μεμονωμένα, κωνοειδῆ τὸ πλεῖστον καὶ φέρουσιν ἐπὶ τῶν κορυφῶν αὐτῶν μεγάλας κοιλότητας, ἃς ἐκάλεσαν κρατήρας, ἕνεκα τῆς πρὸς τοὺς κρατήρας τῶν γῆινων ἡφαιστείων ὁμοιότητος αὐτῶν. Ἡ διάμετρος πολλῶν ἐκ τῶν κρατήρων τούτων εἶναι



Σεληνιακὸς κρατήρ.

πολὺ μεγαλυτέρα τῆς διαμέτρου τῶν κρατήρων τῆς Γῆς, οἱ δὲ πυθμῆνες τῶν εὐρέων τούτων κρατήρων ἀληθῆ ἀποτελοῦσιν ὄροπέδια, ἐκ τῶν ὁποίων ἀνέργεται συνήθως βουνόν τι.

Τὸ ὕψος τῶν ὄρέων τῆς Σελήνης εἶναι σχετικῶς πρὸς τὸν ὄγκον αὐτῆς μέγιστον. Τὸ ὑψηλότερον τούτων ἔχει ὕψος 8830 μ, ἥτοι τὸ  $\frac{1}{200}$

περίπου τῆς ἀκτίνος τῆς Σελήνης, ἐν ᾧ τὸ ὑψηλότερον ὄρος τῆς Γῆς (Έβερεστ Ἰμαλαίων) ἔχει ὕψος 8840 μ, ἤτοι τὸ  $\frac{1}{720}$  τῆς ἀκτίνος τῆς Γῆς.

Παρατηροῦμεν ἐπίσης ἐπὶ τῆς Σελήνης, ὅταν ἐξετάζωμεν αὐτὴν δι' ἰσχυροῦ τηλεσκοπίου καὶ κατὰ τὴν πανσέληνον, μακρὰς ὑπολεύκους καὶ σχεδὸν εὐθείας γραμμὰς, αἵτινες κατὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς φαίνονται ὡς μελαναὶ κηλίδες. Αὗται θεωροῦνται ὡς διώρυγες, ὧν τὸ μὲν μῆκος κυμαίνεται ἀπὸ χιλιομέτρων τινῶν μέχρις 100 περίπου χιλιομέτρων, τὸ δὲ πλάτος δὲν ὑπερβαίνει τὰ 2 ἢ 3 χιλιόμετρα καὶ τὸ βάθος φθάνει καὶ μέχρι 500 μέτρων.

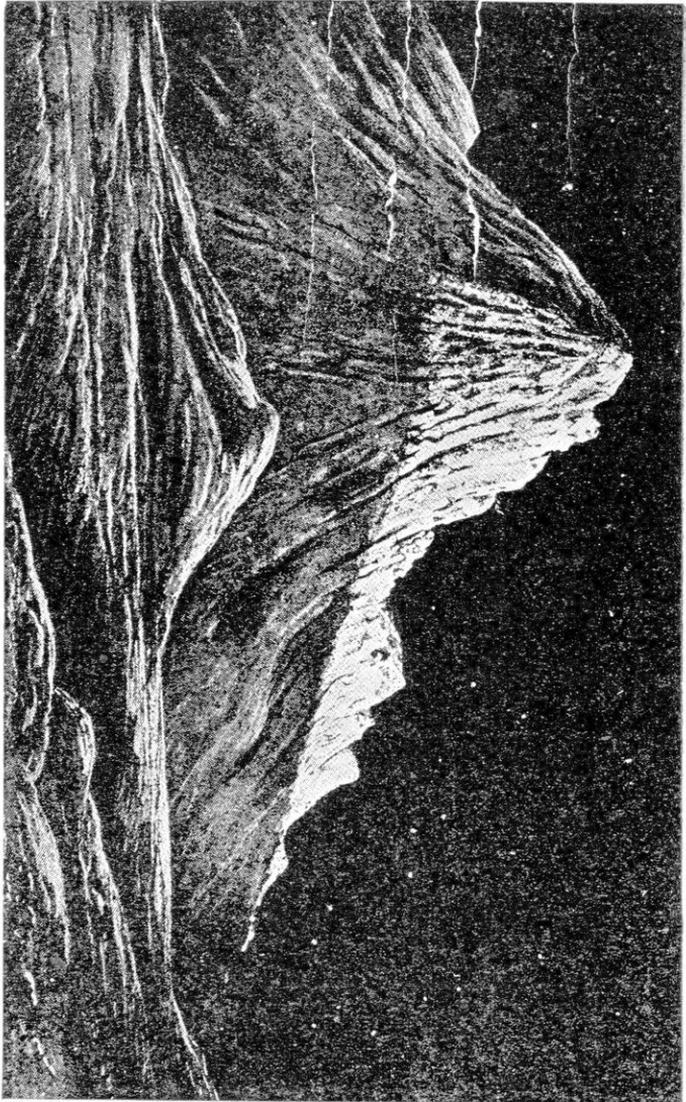
Κατὰ ταῦτα τὸ ἔδαφος τῆς Σελήνης εἶναι πολὺ ἀνωμαλότερον τοῦ ἔδαφους τῆς Γῆς. Ἐκ τούτου πρέπει νὰ συμπεράνωμεν ὅτι τοῦτο κατὰ τὸν σχηματισμὸν του ὑπέστη σφοδρὸς κλονισμοὺς.



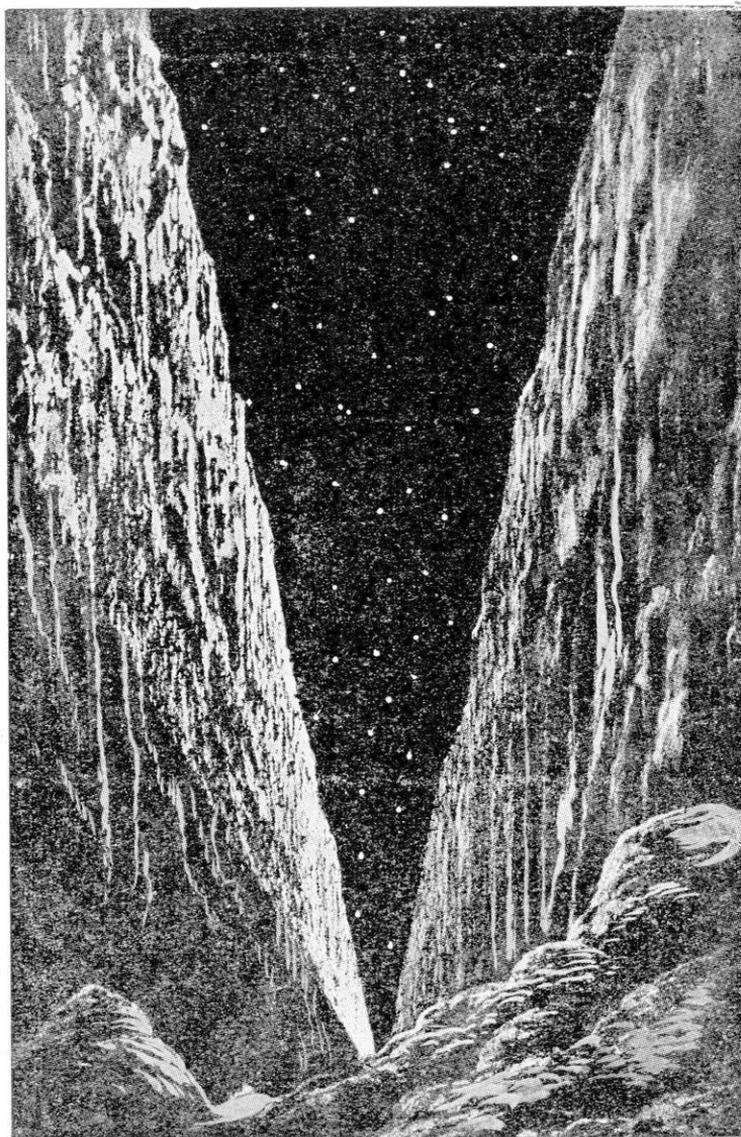
Φωτογραφία Σελήνης κατὰ τὸ πρῶτον τέταρτον

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

1) Οἱ ἀστέρεις, ἔμπροσθεν τῶν ὁποίων διέρχεται ἡ Σελήνη, ἀποκρίπτονται ἀποτόμως. Τοῦτο δὲ δὲν θὰ συνέβαιναν, ἂν ἡ Σελήνη πε-



Τὸ ὄρος Huygens ἕψους 5500 μέτρων εἰς τὰ Σεληνιαζιά Ἀτέννα παρὰ τὴν ὄσιν τοῦ Ἥλιου.



Μία Σεληνιακή ρωγμή με παρειάς σχεδόν κατακορύφους.

σιεδάλλετο ὑπὸ ἀτμοσφαιρας, διότι αὕτη διὰ τῆς ἀπορροφήσεως μέρους τῶν φωτεινῶν τοῦ ἀστέρος ἀκτίνων θὰ συντέιεν εἰς τὴν βαθμιαίαν τοῦ ἀστέρος ἀπόκρυψιν.

2) Τὰ φωτεινά μέρη τῆς Σελήνης χωρίζονται ἀποτόμως δι' εὐκρινθοῦς γραμμῆς, ἤτοι ἐπὶ τῶν διαφόρων αὐτῆς τόπων αἱ ἡμέραι διαδέχονται ἀποτόμως τὰς νύκτας καὶ τὰνάπαλιν. Ἄλλ' ἂν ὑπῆρχεν ἐπὶ τῆς Σελήνης ἀτμόσφαιρα, ἢ ἀπότομος αὕτη διαδοχὴ τῶν ἡμερῶν καὶ τῶν νυκτῶν θὰ ἦτο ἀδύνατος, διότι θὰ παρήγετο καὶ ἐκεῖ λυκανγῆς καὶ λυκόφως.

3) Ἄν ἡ Σελήνη εἶχεν ἀτμόσφαιραν, κατὰ τὰς ἐκλείψεις τοῦ Ἑλίου τὸ ἐκτὸς αὐτοῦ προβαλλόμενον μέρος τοῦ σεληνιακοῦ δίσκου ὄφειλε νὰ φαίνεται περιβαλλόμενον ὑπὸ φωτεινῆς στεφάνης, ὡς συμβαίνει τοῦτο ἐπὶ τῆς Ἀφροδίτης κατὰ τὴν πρὸ τοῦ Ἑλίου δίοδον αὐτῆς. Τοιαύτη ὅμως στεφάνη οὐδέποτε παρετηρήθη περὶ τὴν Σελήνην.

4) Τὸ φάσμα τέλος τοῦ Σεληνιακοῦ φωτὸς εἶναι ὅμοιον πρὸς τὸ φάσμα τοῦ ἀπ' εὐθείας πρὸς ἡμᾶς ἀφικνουμένου ἡλιακοῦ φωτός. Τοῦτο μαρτυρεῖ ὅτι τὸ ἡλιακὸν φῶς, ὅπερ δι' ἀνακλάσεως πέμπει πρὸς ἡμᾶς ἢ Σελήνην, οὐδεμίαν ἐπὶ τῆς Σελήνης ὑφίσταται ἀτμοσφαιρικὴν ἀπορρόφησιν.

Παρὰ ταῦτα ὑπάρχουσιν ἐνδείξεις τινές, καθ' ἃς ὑπάρχει ἐπὶ τῆς Σελήνης ἀραιότης ἀτμόσφαιρα (πίσεις I γλσμ.).

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

Ἐπειδὴ δὲν ὑπάρχει ἐπὶ τῆς Σελήνης εἰ μὴ ἀραιότης ἀτμόσφαιρα, οὐδὲν ἀνθίσταται εἰς τὴν νυκτερινὴν τῆς ἡλιακῆς θερμοτήτος ἀκτινοβολίαν καὶ κατ' ἀκολουθίαν αἱ μακροὶ ( $\frac{1}{2}$  συννοδικοῦ μηνός) νύκτες αὐτῆς εἶναι ψυχρόταται. Ἀντιθέτως δὲ αἱ ἡμέραι εἶναι θερμοτάται, διότι οὐδεμίαν ἐξασθῆνσιν συνεπεῖα ἀπορροφήσεως ὑφίστανται αἱ ἡλικαὶ ἀκτῖνες καὶ διότι ἐκάστη ἡμέρα διαρκεῖ  $\frac{1}{2}$  συννοδικοῦ μηνός. Δι' ἀμφοτέρους τοὺς λόγους τούτους, ὡς καὶ διὰ τὴν ἔλλειψιν ὕδατος, οὐδεμία ἐπὶ τῆς Σελήνης βλάστησις εἶναι δυνατή.

**Ἡ Σελήνη λοιπὸν εἶναι σκιερὸν σῶμα, ἐφ' οὗ οὐδεμία ἐκδήλωσις ζωῆς ὑπάρχει.**

## Ἄσκησεις

146) Νὰ εὑρεθε μεταξὺ τίνων ὁρίων μεταβάλλεται ἡ ἀπόκλισις τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης.

150) Νὰ εὑρεθε μεταξὺ τίνων ὁρίων μεταβάλλεται ἡ μέσημβριῶν ζενιθία ἀπόστασις τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης ἐν Ἀθήναις (γ. πλ. 37° 58' 15" ,5B).

151) Νὰ ὁρίσητε εἰς τίνα βόρεια γεωγρ. πλάτη τὸ κέντρον τῆς πανσελήνου δύναται νὰ μεσουρανή εἰς τὸ ζενιθ ἐκάστου τόπου.

152) Ἐάν κατά τινα ἑαρινὴν ἰσημεριάν συμβῇ νὰ εἶναι πανσέληνος, νὰ εὑρεθε πόση θὰ εἶναι τότε ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης.

153) Ἐάν κατά τινα θερινὴν τροπὴν εἶναι νέα Σελήνη, νὰ εὑρεθε πόση θὰ εἶναι τότε ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

## Αἱ ἐκλείψεις τῆς Σελήνης καὶ τοῦ ἡλίου

**108. Σκιά, μῆκος αὐτῆς. Ὑποσκίασμα.**—Πᾶν σκιερὸν ἄστρον Σ (σχ. 69) φωτιζόμενον ὑπὸ τοῦ Ἡλίου, ρίπτει ὀπισθεν αὐτοῦ σκιάν. Ἐάν τὸ σκιερὸν σῶμα εἶναι σφαιρικὸν καὶ μικρότερον τοῦ Ἡλίου ἢ σκιά αὐτοῦ ΟΓΔ εἶναι κωνικὴ. Παρατηροῦντες ὅτι τὰ τρίγωνα ΟΣΓ, ΟΑΗ εἶναι ὅμοια εὐρίσκομεν ὅτι

$$\frac{OH}{HA} = \frac{OS}{\Sigma\Gamma} = \frac{HS}{HA - \Sigma\Gamma}, \quad \text{ἄρα } \chi = (\text{ΟΣ}) = \frac{(HS) \cdot (\Sigma\Gamma)}{(HA) - (\Sigma\Gamma)}. \quad (1)$$

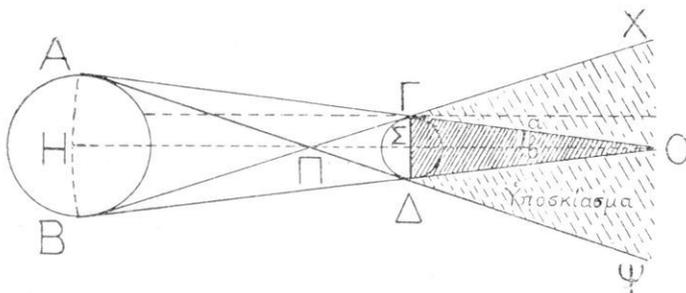
Αἱ ἐσωτερικαὶ τῶν δύο εἰρημένων σφαιρῶν ἐφαπτόμεναι ἀποτελοῦσι δύο ἐτέρας κωνικὰς ἐπιφανείας, αἵτινες ἔχουσι κοινὴν κορυφὴν σημείον τι Π τοῦ εὐθυγράμμου τμήματος ΗΣ. Ἐκ τούτων ἡ ΧΠΨ περιβάλλει πανταχόθεν τὸν σκιερὸν κῶνον.

Ὁ ὀπισθεν τοῦ σκιεροῦ σώματος Σ, ἐντὸς τῆς κωνικῆς ἐπιφανείας ΧΠΨ καὶ ἐκτὸς τοῦ σκιεροῦ κώνου ΟΓΔ περιεχόμενος χῶρος καλεῖται **ὑποσκίασμα**. Πᾶν σημείον τοῦ ὑποσκιάσματος φωτίζεται ὑπὸ μέρους μόνον τοῦ Ἡλίου, ὅπερ εἶναι τόσον μικρότερον, ὅσῳ ἐγγύτερον τῆς σκιάς κεῖται τοῦτο.

**110. Μήκος τῆς σκιάς τῆς Γῆς. Πάχος αὐτῆς εἰς τὴν ἀπόστασιν τῆς Σελήνης.** — Ἐὰν τὸ ἄστρον  $\Sigma$  (σχ. 69) εἶναι ἡ  $\Gamma\eta$  καὶ καλέσωμεν  $\rho$  τὴν ἀκτῖνα αὐτῆς ἢ ἰσότης (1) γίνεται  $(O\Sigma) = \frac{23440\rho^2}{108\rho} = 217\rho$  περίπου. Ἐὰν δὲ  $(\Sigma\delta) = 60\rho$  καὶ νοηθῆ ἕκ τοῦ  $\delta$  παρ' ἄλληλος τῇ  $\Sigma\Gamma$  ἢ  $\delta\alpha$ , ἐκ τῶν ὁμοίων τριγώνων  $O\delta\alpha$ ,  $O\Sigma\Gamma$  εὐρίσκομεν ὅτι  $(\delta\alpha) = \frac{(O\delta) \cdot (\Sigma\Gamma)}{O\Sigma} = \frac{(217\rho - 60\rho)\rho}{217\rho} = \frac{157\rho^2}{217\rho} = 0,72\rho$  περίπου

**110 Ἐκλειψις τῆς Σελήνης.** — Ἡ Σελήνη περιφερομένη περὶ τὴν  $\Gamma\eta$ ν εἰς μέσην ἀπόστασιν  $60\rho$  συναντᾷ ἐνίοτε τὴν σκιάν τῆς  $\Gamma\eta$ ς, τῆς ὁποίας τὸ μήκος εἶναι  $217\rho$ , καὶ εἰσδύει ἐν ὅλῳ ἢ ἐν μέρει εἰς αὐτήν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **ἔκλειψις τῆς Σελήνης**.

Ἡ ἔκλειψις τῆς Σελήνης καλεῖται μερικὴ ἢ ὀλική, καθ' ὅσον μέρος



Σχ. 96.

αὐτῆς ἢ ὅλη εἰσδύει εἰς τὴν σκιάν τῆς  $\Gamma\eta$ ς. Εἶναι δὲ δυνατὴ ὀλικὴ τῆς Σελήνης ἔκλειψις. Τῷ ὄντι: Ἄν ποτε τὸ κέντρον τῆς Σελήνης εὐρεθῆ εἰς τὸ  $\delta$ , θὰ εἶναι ὅλη ἐντὸς τῆς σκιάς, διότι τὸ τμήμα  $\delta\alpha$  εἶναι μεγαλύτερον τῆς ἀκτίνος τῆς Σελήνης

Εἶναι δὲ φανερόν ὅτι μόνον κατὰ τὰς ἀντιθέσεις εἶναι δυνατόν νὰ συμβαίνωσιν ἔκλειψεις τῆς Σελήνης.

Ἐὰν τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς τῆς Σελήνης ἐταυτίζετο μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς Ἐκλειπτικῆς, εἰς ἐκάστην ἀντίθεσιν θὰ συνέβαιναν ὀλικὴ ἔκλειψις τῆς Σελήνης. Ἐπειδὴ ὅμως τὰ δύο ταῦτα ἐπίπεδα σχηματίζουν γωνίαν  $5^\circ 9'$  περίπου, κατὰ τὰς πλείστας τῶν ἀντιθέσεων ἢ Σελήνη διέρχεται ἐκτὸς τῆς σκιάς τῆς  $\Gamma\eta$ ς καὶ ἔκλειψις δὲν γίνεται.

ἵνα συμβῆ τοιαύτη, πρέπει ἡ Σελήνη κατὰ τὴν ἀντίθεσιν νὰ εὐρίσκηται ἐγγύτατα τῆς Ἐκλειπτικῆς, πλησίον δηλαδή τῆς γραμμῆς τῶν συνδέσμων, μὲ τὴν ὁποίαν τότε τὴν αὐτὴν περιῶν διεύθυνσιν ἔχει καὶ ὁ ἄξων τῆς σκιάς τῆς Γῆς.

Ὁ δίσκος τῆς Σελήνης καὶ κατ' αὐτὴν τὴν ὀλικὴν ἔκλειψιν δὲν εἶναι ἐντελῶς ἀόρατος. Διότι φωτίζεται ὑπὸ χαλκόχρου τινός φωτός, τὸ ὁποῖον εἰσδύει ἐντὸς τοῦ σκιεροῦ κώνου τῆς Γῆς ἕνεκα τῆς ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ἡμῶν διαθλάσεως αὐτοῦ.

**111. Μῆκος τῆς σκιάς τῆς Σελήνης.** — Ἐὰν τὸ ἄστρον Σ (σχ. 69) εἶναι ἡ Σελήνη, εὐρίσκομεν ἐκ τῆς ἰσότητος (1 § 108) ὅτι

$$(O\Sigma) = \frac{0,27\rho \cdot (H\Sigma)}{109\rho - 0,27\rho} = \frac{27(H\Sigma)}{10873}. \quad (1)$$

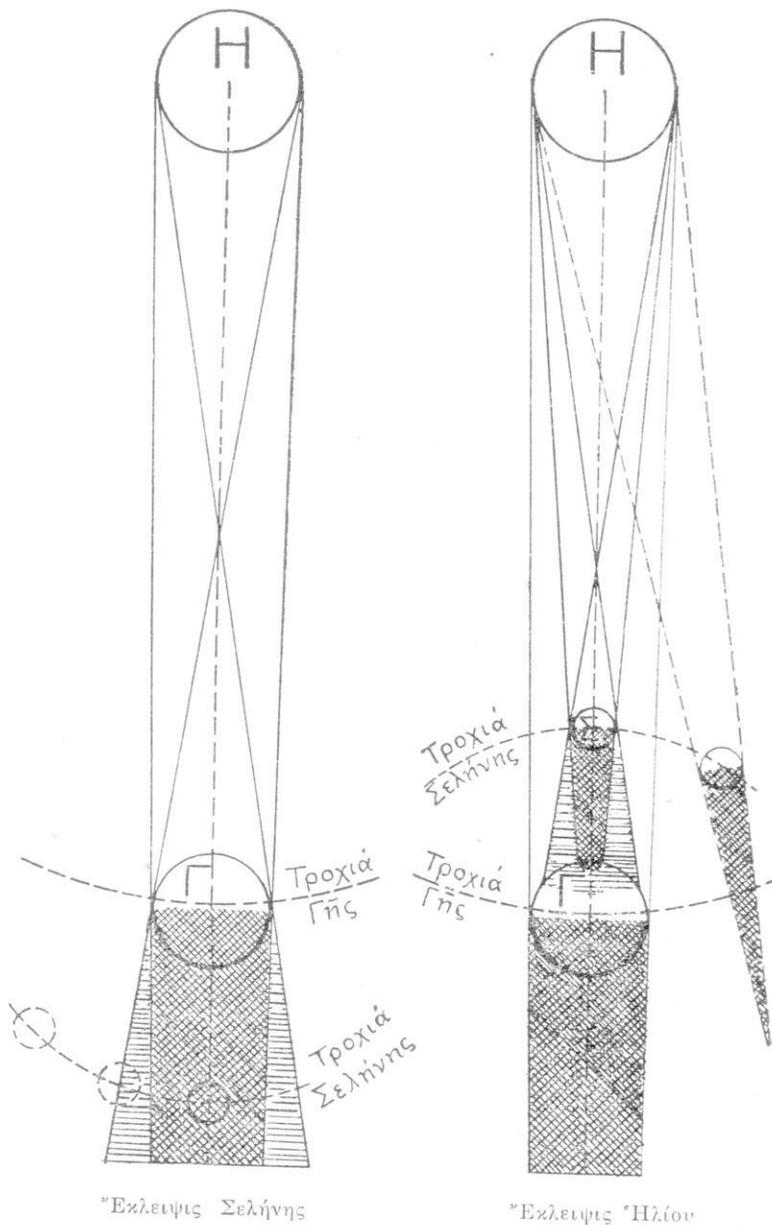
Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἀπόστασις (HΣ) τῆς Σελήνης ἀπὸ τοῦ Ἡλίου εἶναι μεταβλητή, ἔπεται ὅτι καὶ τὸ μῆκος τῆς σκιάς τῆς Σελήνης εἶναι μεταβλητόν. Κατὰ τὴν σύνοδον εἶναι (HΣ) =  $a - a'$ , ἂν  $a$  παριστᾷ τὴν ἀπόστασιν τοῦ Ἡλίου ἀπὸ τῆς Γῆς καὶ  $a'$  τὴν τῆς Σελήνης ἀπὸ τῆς Γῆς.

Ἡ προηγουμένη λοιπὸν ἰσότης γίνεται διὰ τὴν σύνοδον

$$(O\Sigma) = \frac{27(a - a')}{10873}. \quad (2)$$

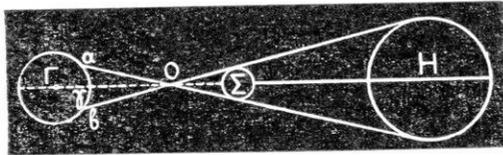
Ἐκ ταύτης βλέπομεν ὅτι κατὰ τὴν σύνοδον ἡ σκιά τῆς Σελήνης ἔχει τὸ μέγιστον μῆκος, ὅταν ὁ Ἡλιος εὐρίσκηται εἰς τὸ ἀπόγειον ( $a$  μέγιστον) καὶ ἡ Σελήνη εἰς τὸ περιγίγειον ( $a'$  ἐλάχιστον). Τὸ δὲ ἐλάχιστον μῆκος ἔχει ἡ σκιά, ὅταν ὁ Ἡλιος εὐρίσκηται εἰς τὸ περιγίγειον ( $a$  ἐλάχιστον) καὶ ἡ Σελήνη εἰς τὸ ἀπόγειον ( $a'$  μέγιστον). Ἐυκόλως δὲ προκύπτει ἐκ τῆς ἰσότητος (2) ὅτι κατὰ τὴν σύνοδον ἡ μὲν μεγίστη τιμὴ τοῦ μήκους τῆς σκιάς εἶναι 59,6ρ, ἡ δὲ ἐλαχίστη 57,6ρ.

**112. Ἐκλειψις Ἡλίου.** — Ἐπειδὴ κατὰ τὰς συνόδους τὸ μῆκος τῆς σκιάς τῆς Σελήνης κυμαίνεται μεταξὺ 57,6ρ καὶ 59,6ρ ἡ δὲ ἀπόστασις τῆς Σελήνης ἀπ' ἡμῶν κυμαίνεται μεταξὺ 56ρ καὶ 64ρ, ἐνίοτε κατὰ τὴν σύνοδον ἡ σκιά τῆς Σελήνης φθάνει μέχρι τῆς Γῆς. Οἱ δὲ τόποι τῆς Γῆς, ἐπὶ τῶν ὁποίων πίπτει ἡ σκιά τῆς Σελήνης, οὐδόλως βλέπουσι τὸν Ἡλιον. Ἄλλοι δὲ τόποι ἐν τῷ ὑποσκιάσματι τῆς Σελήνης κείμενοι βλέπουσι μέρος μόνον τοῦ Ἡλίου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **ἔκλειψις τοῦ Ἡλίου.**



Ἡ ἔκλειψις τοῦ Ἡλίου εἶναι ὀλική μὲν εἰς ὅσους τόπους ἀποκρύπτεται ἅπας ὁ δίσκος τοῦ Ἡλίου, μερική δὲ εἰς ὅσους ἀποκρύπτεται μέρος αὐτοῦ.

Αἱ πρὸς τὴν Γῆν προεκβολαὶ τῶν γενετεριῶν τοῦ σκιεροῦ τῆς Σελήνης κώνου ἀποτελοῦσιν ἑτέραν κωνικήν ἐπιφάνειαν αΟβ, ἡ ὁποία ἔχει κοινὴν κορυφὴν μὲ τὴν σκιὰν τῆς Σελήνης (σχ. 70). Ἐάν τόπος τις εὐρεθῆ ποτε ἐντὸς τοῦ κώνου τούτου, εἶναι δυνατὸν νὰ φαίνηται ἐξ αὐτοῦ μόνον εἰς φωτεινὸς δακτύλιος, διότι τὸ ἄλλο μέρος τοῦ Ἡλίου ἀποκρύπτεται ὑπὸ τῆς Σελήνης. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **δακτυλιοειδὴς ἔκλειψις τοῦ Ἡλίου**. Ἡ δακτυλιοειδὴς ἔκλειψις καλεῖται **κεντρική δακτυλιοειδὴς ἔκλειψις τοῦ Ἡλίου** διὰ πάντα τόπον γ κείμενον ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τοῦ ἄξονος ΣΟ.



Σχ. 70.

Ἐπειδὴ ἡ Σελήνη εἶναι πενηκοντάκις τῆς Γῆς μικροτέρα ἢ σκιὰ

αὐτῆς εἶναι ἀδύνατον νὰ περιλάβῃ ὅλην τὴν Γῆν. Κατ' ἀκολουθίαν οὐδεμία ὀλική τοῦ Ἡλίου ἔκλειψις εἶναι ὁρατὴ ἀπὸ πάντων τῶν πρὸς τὸν Ἡλίον ἐστραμμένων τόπων τῆς Γῆς.

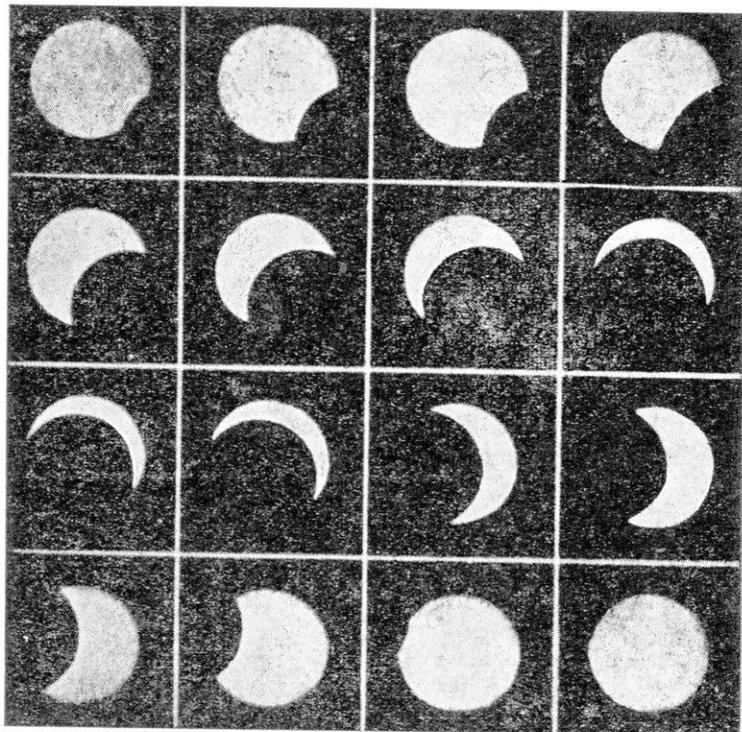
Ἐὰν ἡ Σελήνη ἐκινεῖτο ἐπὶ τῆς Ἐκλειπτικῆς, καθ' ἑκάστην σύνοδον θὰ συνέβαινεν ἔκλειψις Ἡλίου. Ἐνεκεν ὅμως τῆς κλίσεως τοῦ ἐπιπέδου τῆς τροχιάς αὐτῆς πρὸς τὴν Ἐκλειπτικὴν, τὸ πλεῖστον κατὰ τὴν σύνοδον ἢ σκιὰ καὶ τὸ ὑποσκίασμα τῆς Σελήνης ἀφήνουσιν ἐκτὸς αὐτῶν τὴν Γῆν καὶ ἔκλειψις Ἡλίου δὲν γίνεται. Ἴνα συμβῆ τοιαύτη, πρέπει κατὰ τὴν σύνοδον ἡ Σελήνη νὰ εὐρίσκηται πλησίον τῆς Ἐκλειπτικῆς, δηλ. περὶ τὴν γραμμὴν τῶν συνδέσμων.

Πᾶσα ὀλική ἔκλειψις τοῦ Ἡλίου ἀρχεται καὶ περατοῦται ὡς μερική· ἡ διάρκειά δὲ τῆς ὀλικῆς μόνον ἐκλείψεως δὲν ὑπερβαίνει ποτὲ τὰ 7<sup>α</sup>.

Ἡ σκιὰ τῆς Σελήνης δὲν συναντᾷ τὰ αὐτὰ καθ' ὅλην τὴν διάκειαν ἐκλείψεως τινος σημεῖα τῆς Γῆς, ἀλλὰ κινεῖται χαράττουσα στενὴν ζώνην, τῆς ὁποίας πάντα τὰ σημεῖα θὰ ἔχωσι διαδοχικῶς ἔκλειψιν Ἡλίου. Ὁμοίως κινεῖται καὶ τὸ ὑποσκίασμα τῆς Σελήνης. Ὁφείλεται δὲ ἡ κίνησις αὕτη τῆς σκιάς καὶ τοῦ ὑποσκιάσματος τῆς Σελή-

νης εἰς τὴν ἡμερησίαν κίνησιν καὶ τὴν ἰδίαν περὶ τὴν Γῆν κίνησιν τῆς Σελήνης.

**113. Περίοδος καὶ πλήθος ἐκλείψεων.**—Ἐξ ὅσων περὶ ἐκλείψεων εἴπομεν, γίνεται φανερόν ὅτι αὐταὶ ἐξαεζῶνται ἐκ τῆς θέσεως

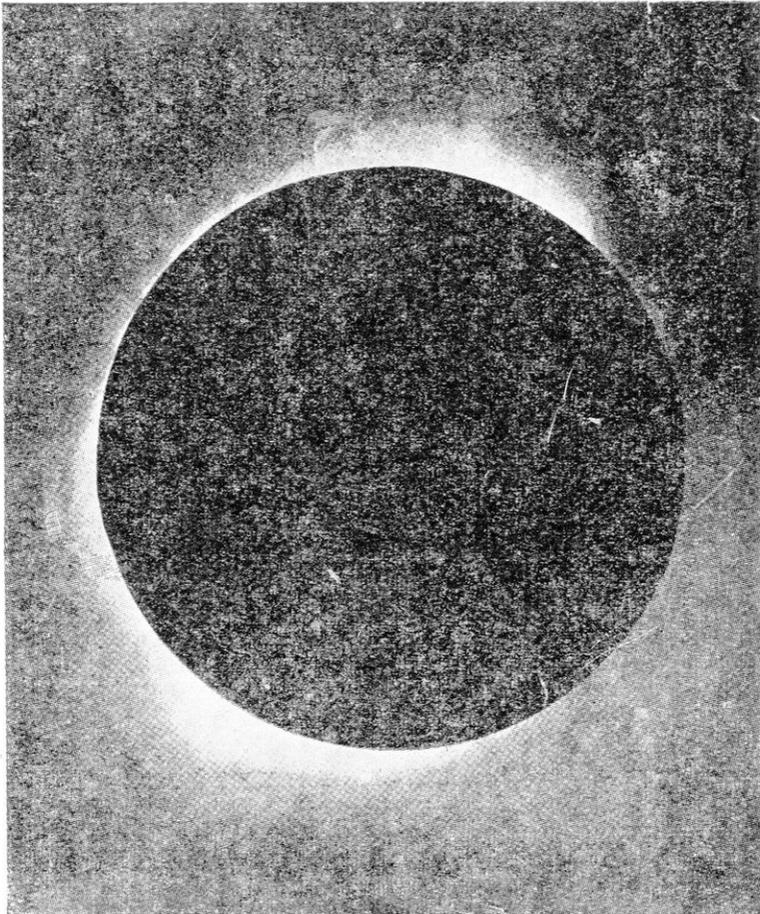


Διαδοχικαὶ φάσεις μιᾶς ἡλιακῆς ἐκλείψεως.

τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Σελήνης ἐν σχέσει πρὸς τὴν γραμμὴν τῶν συνδέσμων.

Δι' ὑπολογισμοῦ εὐρίσκεται ὅτι τὰ σώματα ταῦτα ἐπανέρχονται ἀνὰ 223 συνοδικούς μῆνας ἢ 18 ἔτη καὶ 11 ἡμέρας εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν σχετικῶς πρὸς τὴν γραμμὴν τῶν συνδέσμων. Αἱ ἐκλείψεις ὅθεν αἰ ἐντὸς 18 ἐτῶν καὶ 11 ἡμερῶν συμβαίνουσαι ἐπαναλαμβάνονται καὶ

κατὰ τὰ ἐπόμενα 18 ἔτη καὶ 11 ἡμέρας αἱ αὐταὶ περίου καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν τάξιν καὶ οὕτω καθεξῆς.



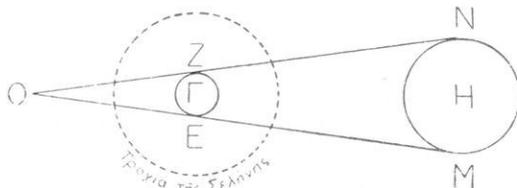
Μία ὁλικὴ ἔκλειψις τοῦ Ἡλίου. Ἐνοῦ διαφαίνεται μιὰ προσεχολή.

Ἡ περίοδος αὐτὴ τῶν ἐκλείψεων ὀνομάζεται ὑπὸ τῶν Χαλδαίων **σάρος**. Ἐχρησίμευσε δὲ εἰς τοὺς ἀρχαίους ὡς μέσον πρὸς πρόρρησιν

τῶν ἐκλείψεων (1). Σήμερον οἱ ἀστρονόμοι μεταχειρίζονται ἄλλην μᾶλλον ἀκριβῆ μέθοδον, διὰ τῆς ὁποίας μετὰ μαθηματικῆς ἀκριβείας προλέγουσι τὰς ἐκλείψεις.

Ὡς εἴπομεν, αἱ ἐκλείψεις τῆς Σελήνης γίνονται κατὰ τὰς ἀντιθέσεις, ὅτε ἡ Σελήνη εἰσδύει ἐντὸς σκιεροῦ κώνου ΟΖΕ (σχ. 71) τῆς Γῆς. Αἱ δὲ ἐκλείψεις τοῦ Ἥλιου συμβαίνουσι κατὰ τὰς συνόδους, ὅτε ἡ Σελήνη εἰσδύει ἐντὸς τοῦ κολούρου κώνου ΜΝΖΕ.

Ἐπειδὴ δὲ ἡ τομὴ τοῦ ΜΝΖΕ εἶναι μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν τομὴν τοῦ ΟΖΕ, αἱ ἐκλείψεις τοῦ Ἥλιου εἶναι συχνότεραι ἀπὸ τὰς σεληνιακάς. Οὕτω ἐντὸς 223 συνοδικῶν μηνῶν γίνονται 75 ἐκλείψεις, ἐκ τῶν ὁποίων 46 εἶναι ἡλιακαὶ καὶ 29 σεληνιακαί.



Σχ. 71.

Ἐκαστον ὅμως τὸπον βλέπομεν περισσοτέρας ἐκλείψεις τῆς Σελήνης ἢ τοῦ Ἥλιου. Διότι αἱ μὲν τῆς Σελήνης εἶναι ὄραται συγχρόνως ἀπὸ πάντων τῶν τόπων τοῦ πρὸς αὐτὴν ἐστραμμένου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς, αἱ δὲ τοῦ Ἥλιου φαίνονται ἀπὸ ὀλίγων σχετικῶς τόπων, ἀπὸ τῶν ὁποίων διέρχεται ἡ σκιὰ ἢ τὸ ὑποσκίασμα τῆς Σελήνης ἢ κεῖνται ἐντὸς τοῦ κώνου αΟδ (σχ. 70).

Εἰς ἕκαστον ἔτος εἶναι δυνατὸν νὰ συμβῶσι τὸ ὀλιγώτερον 2 ἐκλείψεις καὶ 7 τὸ πολὺ. Ὅταν συμβῶσι 2, θὰ εἶναι ἀμφότεραι ἡλιακαί. Ὅταν συμβῶσι 7, θὰ εἶναι 5 ἡλιακαὶ καὶ 2 σεληνιακαὶ ἢ 4 ἡλιακαὶ καὶ 3 σεληνιακαί.

1. Πρῶτος παρ' ἡμῖν Θαλῆς ὁ Μιλήσιος προεἶπεν ὀλίγην ἔκλειψιν τοῦ Ἥλιου χρησιμοποιοῦσας τὴν ρηθεῖσαν μέθοδον, τὴν ὁποίαν ἔμαθε παρὰ τῶν Αἰγυπτίων ἱερέων. Βεβαίω δὲ ὁ Ἡρόδοτος ὅτι, ἔνεκα τῆς ἐκλείψεως ταύτης, κατέπαυσεν ὁ μεταξὺ Μήδων καὶ Λυδῶν πόλεμος.

# ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΚΤΟΝ ΚΟΜΗΤΑΙ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΑ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄ ΚΟΜΗΤΑΙ

**114. Σχήμα τῶν κομητῶν. Σύστασις αὐτῶν.** — Οἱ κομη-  
ται, τῶν ὁποίων ἡ ἐμφάνισις ἐπὶ μακρὸν ὑπῆρξεν αἰτία τρόμου διὰ  
τὴν ἀνθρωπότητα, εἶναι νεφελώδη ἄστρα κινούμενα περὶ τὸν Ἥλιον.

Γενικῶς ἕκαστος κομήτης ἀπο-  
τελεῖται ἐκ τῶν ἀκολουθῶν τριῶν  
μερῶν.

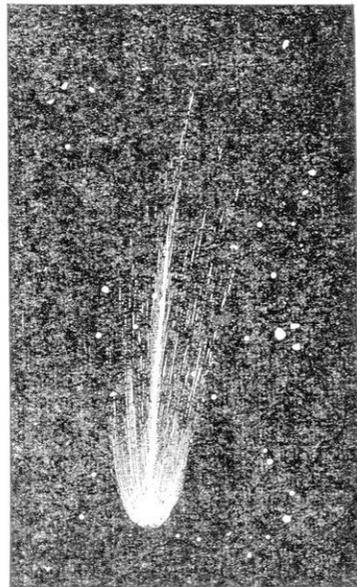
1) Ἐκ τοῦ πυρῆνος, ὅστις  
εἶναι τὸ πυκνότερον καὶ λαμπρότε-  
ρον μέρος τοῦ κομήτου.

2) Ἐκ τῆς κόμης, ἣτις εἶναι  
εἶδος νεφέλης περιβαλλούσης τὸν  
πυρῆνα.

3) Ἐκ τῆς οὐράς, ἣτις εἶναι  
ἐπιμήκης προέκτασις τῆς κόμης τοῦ  
κομήτου.

Ὁ πυρῆν καὶ ἡ κόμη ἀποτε-  
λοῦσι τὴν **κεφαλήν** τοῦ κομήτου.

Ἡ μορφή ἑκάστου κομήτου με-  
ταβάλλεται μετὰ τῆς θέσεως αὐτοῦ  
πρὸς τὸν Ἥλιον. Ὄταν οἱ κομηται  
εὐρίσκονται μακρὰν τοῦ Ἥλιου,  
φαίνονται γενικῶς ὡς ἀμυδροὶ  
στρογγύλοι νεφελώδεις ἀστέρες.  
Ἐφ' ὅσον δὲ πλησιάζουσι πρὸς τὸν  
Ἥλιον γίνονται λαμπρότεροι, σχηματίζεται δὲ βαθμηδὸν καὶ ἐπιμηγύ-

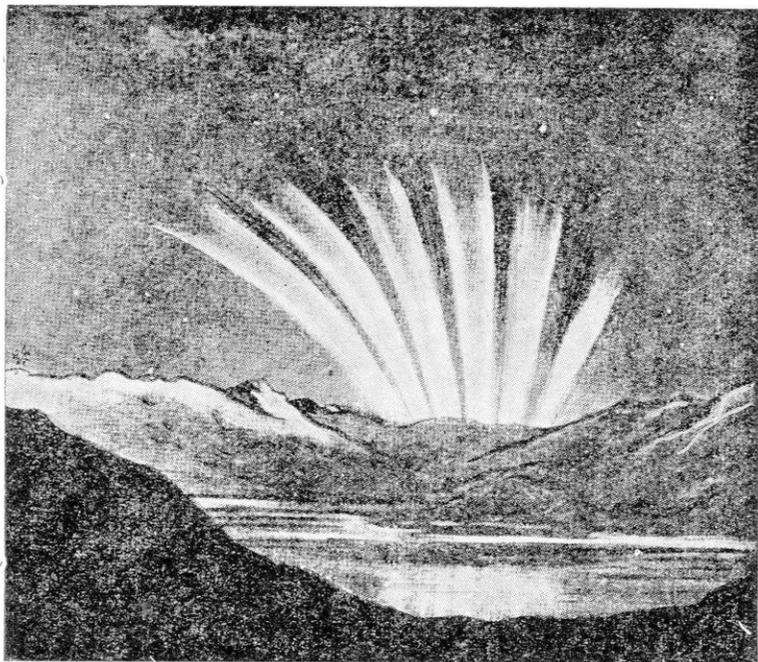


Ὁ κομήτης τοῦ 1881.

νεται ἡ οὐρὰ αὐτῶν κατὰ τὴν ἐκ τοῦ Ἡλίου πρὸς τὸν πυρῆνα τοῦ κομήτου φορᾶν.

Καὶ ἡ μορφή δὲ τῶν κομητῶν δὲν εἶναι δι' ὅλους ἡ αὐτή. Τινές δὲν ἔχουσιν οὐράν· ἄλλοι ἔχουσι περισσοτέρας, ὡς ὁ κομήτης τοῦ 1744, ὅστις εἶχεν ἕξ οὐράς.

Οἱ κομηῆται θεωροῦνται ὅτι ἀποτελοῦνται ἐκ σμήνους στερεῶν



Ἐκ τῆς κομήτης τοῦ Chézeaux (1744).

σωματίων. Ταῦτα εἶναι λίαν ἀπομεμακρυσμένα ἀπ' ἀλλήλων καὶ ἕκαστον φέρει περίβλημα ἐξ ἀερίων.

Ἡ φασματοσκοπικὴ ἐξέτασις ἀπέδειξεν ὅτι οἱ κομηῆται διαχέουσι τὸ ἡλιακὸν φῶς, ἔχουσιν ὅμως καὶ ἴδιον φῶς. Ἡ δὲ ἐξέτασις τοῦ φάσματος τοῦ φωτὸς τούτου ἀπέδειξε τὴν παρουσίαν ἀζώτου ἀνθρακος καὶ νατρίου. Παρατηροῦνται δὲ καὶ ραβδώσεις εἰς τὸ φάσμα τῆς οὐρᾶς μὴ ἀντιστοιχοῦσαι πρὸς οὐδὲν γνωστὸν στοιχεῖον· διατελοῦσι δὲ

ἐν αὐτοφώτῳ καταστάσει. Ὅστε οἱ κομήται πλὴν τοῦ φωτός, ὅπερ δέχονται παρὰ τοῦ Ἥλιου, ἔχουσι καὶ ἴδιον φῶς.

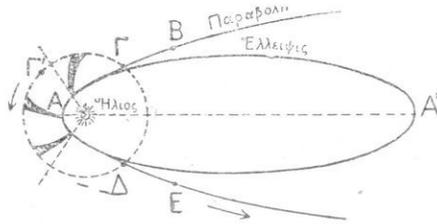
Πολλάκις κομήται διήλθον πλησίον πλανήτου ἢ δορυφόρου τινός χωρὶς νὰ ἐπιφέρωσιν ἐπ' αὐτῶν οὐδεμίαν διατάραξιν. Συμπεραίνομεν λοιπὸν ὅτι ἡ μᾶζα τῶν κομητῶν εἶναι μικρά.

Διὰ μέσου τῆς οὐρᾶς καὶ αὐτῆς ἔτι τῆς κόμης τῶν κομητῶν βλέπομεν ἀστέρας ἄνευ τῆς ἐλαχίστης διαθλάσεως τῶν φωτεινῶν αὐτῶν ἀκτίνων καὶ μειώσεως τῆς λαμπρότητος αὐτῶν. Ἄρα ἡ πυκνότης αὐτῶν εἶναι πολὺ μικρά.

Καθ' ἕκαστον ἔτος παρατηροῦνται 3 ἕως 5, ἐνίοτε δὲ καὶ περὶ τοὺς 10 νέοι κομήται.

**115. Τροχιαὶ τῶν κομητῶν.** — Οἱ κομήται εἶναι ὄρατοὶ κατὰ τὸν ἐλάχιστον σχετικῶς χρόνον, κατὰ τὸν ὁποῖον εὐρίσκονται πλησίον τοῦ Ἥλιου. Ἐνεκα τούτου ἦτο δύσκολον νὰ προσδιορισθῇ τὸ εἶδος τῶν τροχιῶν αὐτῶν, αἱ ὁποῖαι ἦσαν τελείως ἄγνωστοι εἰς τοὺς ἀρχαίους. Αὐτὸς ὁ Κέπλερος ἐφφώνει ὅτι ἕκαστος κομήτης κινεῖται ἐπὶ εὐθείας γραμμῆς. Πρῶτος ὁ Νεύτων ἀνεκάλυψε τὴν φύσιν τῶν κομητικῶν τροχιῶν.

Μετὰ τὴν ἀνακάλυψιν τοῦ νόμου τῆς παγκοσμίου ἔλξεως εἶρον ὅτι ἡ τροχιά ἐνὸς κομήτου δύναται νὰ εἶναι ἔλλειψις, τῆς ὁποίας τὴν μίαν ἐστίαν κατέχει ὁ Ἥλιος, ἢ καὶ παραβολή (1), τῆς ὁποίας τὴν ἐστίαν κατέχει ὁ Ἥλιος. Τὴν ὑπόθεσιν ταύτην ἠδυνήθη ἐντὸς ὀλίγου νὰ ἐπιβεβαιώσῃ ὡς ἀκολούθως:



Σχ. 72.

Κατὰ τὸ ἔτος 1680 ἐνεφανίσθη κομήτης, ὁ ὁποῖος ἐπλησίαζε ταχύτατα πρὸς τὸν Ἥλιον καὶ ἔπειτα ἐξηφανίσθη ἐντὸς τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων. Μετὰ 17 ἡμέρας ἀπὸ τῆς ἐξαφανίσεώς του ἐφάνη μεγαλοπρεπῆς κομήτης ἐξερχόμενος τῶν

1. Παραβολὴ εἶναι ἀνοικτὴ ἐπίπεδος καμπύλη γραμμῆ. Ἐκαστον σημεῖον αὐτῆς ἀπέχει ἴσον ἀπὸ ὀριζόμενου σημείου καὶ ἀπὸ ὀριζόμενης εὐθείας τοῦ ἐπιπέδου αὐτῆς.

ήλιακῶν ἀκτίνων ἀπὸ θέσεως κειμένης ἀπέναντι ἐκείνης, εἰς τὴν ὁποίαν ὁ πρῶτος εἶχεν ἐξαφανισθῆ.

Ἀπέδειξε δὲ ὁ Νεύτων ὅτι αἱ τροχιαὶ ΒΓ καὶ ΔΕ συνέπιπτον εἰς μίαν. Κατ' ἀκολουθίαν ἐπρόκειτο περὶ τοῦ αὐτοῦ κομήτου, ὅστις κατέστη ἀόρατος, καθ' ὃν χρόνον διέγραψε τὸ μέρος ΓΑΔ τῆς τροχιάς του περὶ τὸ περιήλιον (σχ. 72).

Τὸ περὶ τὸ περιήλιον τόξον ΓΑΔ ἑλλείψεως λίαν ἐπιμήκους εἶναι δυνατὸν σχεδὸν νὰ ταυτίζεται μὲ τόξον παραβολῆς, ἣτις ἔχει ἐστίαν Η. Μένει λοιπὸν ἀκαθόριστος, ἂν ἡ τροχιά τοῦ κομήτου εἶναι παραβολικὴ ἢ ἑλλειπτικὴ.

Ὁ Νεύτων ἐπενόησε μέθοδον, διὰ τῆς ὁποίας εἶναι δυνατόν μὲ τρεῖς παρατηρήσεις ἐνὸς κομήτου νὰ ὑπολογίζονται πέντε στοιχεῖα τῆς τροχιάς αὐτοῦ ὑποτιθεμένης παραβολικῆς. Συνέστησε δὲ νὰ καθορίσωσι τὰ παραβολικὰ στοιχεῖα ὅλων τῶν παρατηρηθέντων κομητῶν καὶ νὰ καταγράψωσι καὶ συγκρίνωσι ταῦτα πρὸς ἄλληλα. Ἐὰν δὲ καταδειχθῆ ὅτι νέος τι κομήτης ἀκολουθεῖ τὴν τροχίαν ἑτέρου πρότερον παρατηρηθέντος κομήτου, πιθανὸν νὰ πρόκειται περὶ τοῦ ἴδιου κομήτου· ὁ δὲ μεταξὺ τῶν δύο ἐμφανίσεων χρόνος Χ' παριστᾷ τὴν ἀστρικὴν αὐτοῦ περιφορὰν. Ἐὰν δὲ Χ εἶναι ἡ διάρκεια τοῦ ἀστρικοῦ ἔτους, α ἡ μέση ἀπόστασις τοῦ Ἡλίου ἀπὸ τῆς Γῆς, καὶ α' ὁ μέγας ἡμιάξων τῆς τροχιάς τοῦ κομήτου, κατὰ τὸν γ' νόμον τοῦ Κεπλέρου θὰ εἶναι

$$\frac{\alpha'^3}{\alpha^3} = \frac{X'^2}{X^2}, \text{ ὅθεν } \alpha' = \alpha \sqrt[3]{\left(\frac{X'}{X}\right)^2}.$$

Ἐὰν δὲ μετὰ πάροδον χρόνου Χ' ἐμφανισθῆ ἐκ νέου κομήτης διαγράφων τὴν αὐτὴν περίπου τροχίαν, ἀσφαλῶς πρόκειται περὶ διαδοχικῶν ἐμφανίσεων τοῦ αὐτοῦ κομήτου καὶ ἡ τροχιά αὐτοῦ εἶναι ἑλλειψις, ἣς ὁ μέγας ἄξων ἔχει μῆκος  $\frac{3}{2}\alpha$ .

$$2\alpha' = 2\alpha \sqrt[3]{\left(\frac{X'}{X}\right)^2}.$$

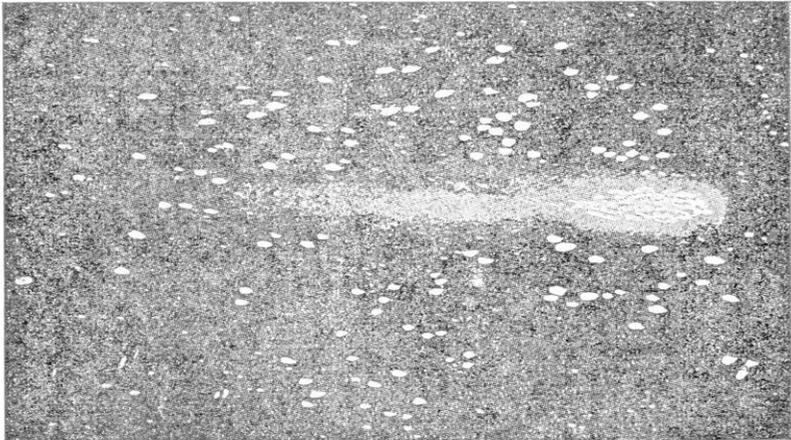
Αἱ τοιαῦται ὑπὸ κομητῶν διαγραφόμεναι ἑλλείψεις εἶναι συνήθως λίαν ἐπιμήκεις καὶ ἐπεκτείνονται αἱ πλείσται πέραν τῆς τροχιάς τοῦ Ποσειδῶνος καὶ Πλούτωνος.

Διὰ τοὺς πλείστους δὲ τῶν μέχρι τοῦδε παρατηρηθέντων κομητῶν δὲν κατορθώθη νὰ εὐρεθῆ ἔστω καὶ κατὰ προσέγγισιν τὸ μῆκος τοῦ ἄξωνος τῶν τροχιῶν αὐτῶν. Τὸ μῆκος τοῦτο θεωρεῖται ἄπειρον καὶ κατ' ἀκολουθίαν τῶν τοιούτων κομητῶν ἡ τροχιά εἶναι παραβολή.

**116. Περιοδικοί κομήται.**— Οἱ κομήται, τῶν ὁποίων αἱ τροχιαὶ εἶναι ἐλλείψεις ἐπανέρχονται περιοδικῶς πλησίον τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Γῆς. Λέγονται δὲ διὰ τοῦτο **περιοδικοί** κομήται.

Οἱ ἄλλοι, ἀφοῦ διέλθωσιν ἅπαξ πλησίον τοῦ Ἡλίου, ἀπομακρύνονται ἐξ αὐτοῦ ἀδιαλείπτως.

Μέχρι σήμερον ὑπολογίζονται εἰς 177 περίπου οἱ περιοδικοί κομήται. Τούτων 41 διήλθον δις τοῦλάχιστον διὰ τοῦ περιηλίου. Διὰ τοὺς ἄλλους δι' ὑπολογισμῶν εὗρέθη ὅτι κινουῦνται ἐπὶ ἐλλειπτικῶν τροχιῶν.



Φωτογραφία τοῦ κομήτου τοῦ Halley τὴν 29ην Μαΐου 1910.

Ἀξιοσημείωτοι περιοδικοί κομήται εἶναι οἱ ἑξῆς:

**Α'. Κομήτης τοῦ Halley.** Τὴν περιοδικότητα αὐτοῦ ὑπελόγησεν ὁ Ἄγγλος ἀστρονόμος Halley ὡς ἑξῆς:

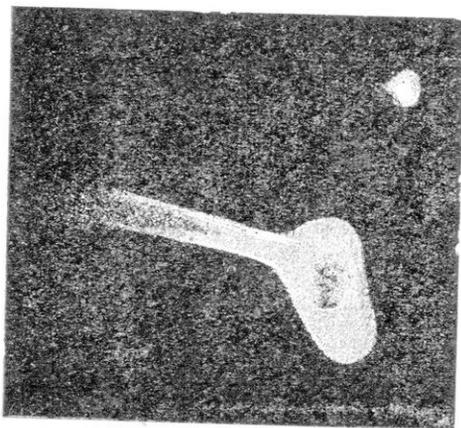
Ἀκολουθῶν τὴν μέθοδον τοῦ Νεύτωνος ὑπελόγησε τὰς τροχιάς 24 κομητῶν, οἱ ὁποῖοι ἐθεάθησαν πρὸ αὐτοῦ.

Τὸ ἔτος 1682 ἐνεφανίσθη εἰς μεγαλοπρεπῆς κομήτης, ὁ δὲ Halley ὑπελόγησε τὴν τροχίαν αὐτοῦ. Συγκρίνας δὲ ταύτην πρὸς τὰς τροχιάς τῶν 24 προηγουμένων παρατήρησεν ὅτι αὕτη σχεδὸν συνέπιπτε μὲ τὴν τροχίαν κομήτου, ὅστις εἶχε παρατηρηθῆ τὸ 1607 ὑπὸ τοῦ Κεπλέρου καὶ μὲ τὴν τροχίαν κομήτου παρατητηθέντος τὸ 1531 ὑπὸ τοῦ Γερμανοῦ ἀστρονόμου Pertus Arianus. Συνέπερανε λοιπὸν ὅτι ἐπρόκειτο

περὶ τοῦ αὐτοῦ κομήτου, ὅστις περιφέρεται περὶ τὸν ἥλιον εἰς 76 ἔτη περίου. Οὗτος δὲ προανήγγειλε νέαν ἐμφάνισίν του διὰ τὸ ἔτος 1758.

Ὁ μέγας Μαθηματικὸς Clairaut βοηθούμενος ὑπὸ τοῦ Lalande ὑπελόγησε τὰς ἐπὶ τῆς τροχιάς τοῦ κομήτου ἐπιδράσεις τῶν πλανητῶν καὶ προανήγγειλε τὴν διὰ τοῦ περιηλίου διάβασίν του διὰ τὰ μέσα Ἀπριλίου 1759. Πράγματι δὲ οὗτος διήλθε διὰ τοῦ περιηλίου τὴν 13<sup>ην</sup> Μαρτίου 1759. Τὸ λάθος ἦτο ἀνεπαίσθητον, ἀφ' οὗ μάλιστα δὲν ἐλήφθησαν ὑπ' ὄψιν αἱ ἐπιδράσεις τῶν ἀγνώστων τότε πλανητῶν Οὐρανοῦ, Ποσειδῶνος καὶ Πλούτωνος.

Ἀνηγγέλθη ἔπειτα ἄλλη διάβασις διὰ τὴν 4<sup>ην</sup> Νοεμβρίου 1835



Ὁ κομήτης τοῦ Biela, ὡς ἐδιχάσθη πρὸ τῶν ὀμμάτων τῶν ἀστρονόμων. Φωτογραφία τῆς 19<sup>ης</sup> Φεβρουαρίου 1846.

παρουσίαν εἰς τὸν προῆνα εἶχεν ἀποκαλύψει τὸ φασματοσκόπιον.

Ὁ κομήτης κατέστη πράγματι ὁρατὸς διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ ἐπ' ἀρετόν τὴν δὲ νύκτα τῆς 18<sup>ης</sup> πρὸς τὴν 19<sup>ην</sup> Μαΐου ὀλόκληρος ἢ ἀνθρωπότης ἠγρύπνησεν. Οὐδὲν ὅμως φαινόμενον ἐπιστοποίησε τὴν εἴσοδον τῆς οὐρᾶς εἰς τὴν γήινην ἀτμόσφαιραν.

**Β'. Κομήτης τοῦ Biela.** Ὁ κομήτης οὗτος εἶχε παρατηρηθῆ ἀπὸ τοῦ ἔτους 1772, ἀλλὰ μόνις κατὰ τὴν ἐμφάνισίν του κατὰ τὸ 1826 ἐξηκριβώθη ὅτι ἐκινεῖτο ἐπὶ ἑλλείψεως καὶ καθωρίσθη ἡ ἀστρική του περιφορὰ εἰς 6,69 ἔτη.

καὶ ἐπραγματοποιήθη τὴν αὐτὴν ἡμέραν. Ἡ τελευταία ἐμφάνισις του προανηγγέλθη καὶ ἐπραγματοποιήθη τὸν Μαΐον τοῦ 1910. Ἡ ἐμφάνισις αὕτη ἐνέβαλεν εἰς ἀνησυχίαν τὴν ἀνθρωπότητα, διότι ὑπελογίσθη ὅτι τὴν 19<sup>ην</sup> Μαΐου (μεταξὺ 4,22 καὶ 5,22 πρωϊνῆς ὥρας) θὰ διήρχετο τόσον ἐγγὺς τῆς Γῆς, ὥστε ὑπῆρχε πιθανὸτης ἢ οὐρά του νὰ εἰσδύσῃ ἐντὸς τῆς γήινης ἀτμοσφαιρας καὶ νὰ μεταδώσῃ εἰς αὐτὴν τὸ ἰσχυρότατον δηλητηριώδες κυανόγονον ἀέριον, τοῦ ὁποίου τὴν

Κατὰ τὸ ἔτος 1832 διήλθε διὰ τῆς τομῆς τῆς τροχιᾶς αὐτοῦ ὑπὸ τῆς τροχιᾶς τῆς Γῆς ἓνα μῆνα πρὸ τῆς διαβάσεως τῆς Γῆς διὰ τοῦ αὐτοῦ σημείου. Κατὰ τὴν ἐπομένην, τὸ ἔτος 1839, ἐμφάνισίν του δὲν κατέστη ὄρατός ἕνεκα δυσμενῶν συνθηκῶν. Κατὰ δὲ τὴν ἐπομένην ἐπάνοδόν του (1845) παρουσίασε τὸ ἀκόλουθον παραδόξον φαινόμενον. Ἐν ᾧ κατ' ἀρχὰς ἐφαίνετο ἄπλοῦς, αἴφνης περὶ τὰ τέλη τοῦ Δεκεμβρίου τοῦ 1845 (κατ' ἄλλους μέσα Ἰανουαρίου 1846) ἐνεφανίσθη διπλοῦς. Ἄπετελεῖτο δηλ. ἀπὸ δύο κομήτας, οἱ ὅποιοι ἐκινουῦντο ὁ εἰς παρὰ τὸν ἄλλον καὶ ἔβαινον βραδέως ἀπομακρυνόμενοι ἀλλήλων. Κατὰ τὸ 1852 ἐνεφανίσθησαν ἀμφότεροι ἀρκούντως μεμακρυσμένοι. Κατὰ τὸ ἔτος 1859 ἕνεκα δυσμενῶν συνθηκῶν δὲν ἦτο ὄρατός, κατὰ δὲ τὸ 1866 εἰς μάτην ἀνεμένετο. Ἐκτοτε δὲν ἐπανῆλθε πλέον διαλυθεῖς, ὡς βραδύτερον θὰ μάθωμεν.

### Ἄ σ κ ή σ ε ι ς

154) *Νὰ εὔρεθῆ τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς τροχιᾶς τοῦ κομήτου τοῦ Halley.*

155) *Ἡ περιήλιος ἀπόστασις τοῦ κομήτου τοῦ Halley εἶναι τὰ 0,587 τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς γῆνης τροχιᾶς. Νὰ εὔρεθῆ ἡ ἀφήλιος ἀπόστασις τοῦ κομήτου τούτου συναρτήσῃ τοῦ αὐτοῦ μεγάλου ἄξονος.*

156) *Ἡ ἀφήλιος ἀπόστασις τοῦ κομήτου Encke εἶναι 4,0935, ἡ δὲ περιήλιος 0,3383 τοῦ μεγάλου ἡμιάξονος τῆς γῆνης τροχιᾶς. Νὰ εὔρεθῆ τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς τροχιᾶς τοῦ κομήτου τούτου εἰς ἀστρονομικὰς μονάδας καὶ ἔπειτα εἰς γῆνας ἰσημερινὰς ἀκτίνας.*

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄

### Μ Ε Τ Ε Ω Ρ Α

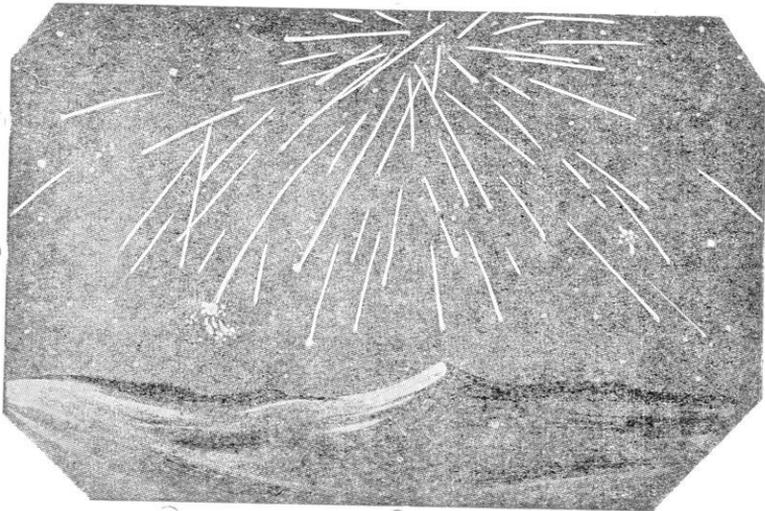
117. **Διόπτοντες ἀστέρες.**— Καλοῦμεν **διόπτοντας ἀστέρας** φωτεινὰ σώματα, ἅτινα ἐμφανίζονται αἰφνιδίως τὴν νύκτα ἐν τῷ Οὐρανῷ παρακολουθούμενα κατὰ τὸ πλεῖστον ὑπὸ φωτεινῆς οὐρᾶς καὶ ἐξαφανίζονται μετὰ ταχυτάτην καὶ ἐπ' ἐλάχιστον χρόνον διαρκούσαν κίνησιν.

Πρὸς ἐξήγησιν τῆς ἐμφανίσεως τῶν σωμάτων τούτων παραδέχον-

τα ὅτι ὑπάρχουσιν ἐν τῷ διαστήματι μόρια στερεὰ σκοτεινά, ἅτινα κινῶνται περὶ τὸν ἥλιον μετὰ ταχύτητος 40 χιλιομέτρων περίπου κατὰ δευτερόλεπτον. Ὅταν δὲ τοιαῦτα μόρια εἰσδύωσιν ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαίρας ἡμῶν, ὑπερθερμαίνονται ἕνεκα τῆς τριβῆς καὶ φωτοβολοῦσι, μέχρις οὗ πᾶσα ἡ ὕλη αὐτῶν κατακαῖ.

**118. Βροχαὶ διαττόντων ἀστέρων.**— Εἶναι εὐκόλον νὰ παρατηρήσωμεν ὅτι κατὰ τινὰς νύκτας τοῦ ἔτους οἱ διάττοντες ἀστέρες εἶναι πολυαριθμότεροι τῶν κατὰ τὰς λοιπὰς νύκτας παρατηρουμένων.

Ἐκ τούτου ἀπὸ καιροῦ δὲ εἰς καιρὸν πίπτουσι κατὰ χιλιάδας ἀποτελοῦντες



Βροχὴ διαττόντων ἀστέρων κατὰ τὴν 2αν Νοεμβρίου 1872.

οὕτως ἀληθῆ **βροχὴν** ἢ **σμήνος** διαττόντων ἀστέρων. Οὕτω κατὰ τὰς ἀρχὰς Νοεμβρίου, τὰς ἀρχὰς Αὐγούστου καὶ κατὰ τὰς ἀρχὰς Ἀπριλίου παρατηρεῖται ἀσυνήθης ἀριθμὸς διαττόντων ἀστέρων.

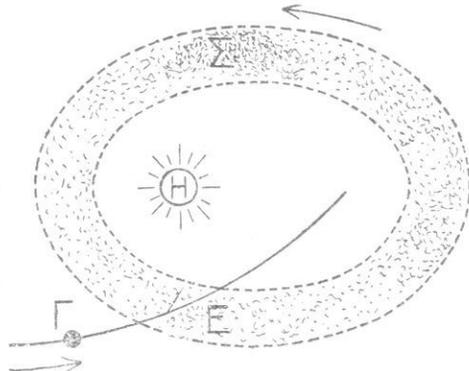
Οἱ οὕτω συγχρόνως πίπτοντες διάττοντες παρατηρήθη ὅτι φαίνονται ἐκλεπτόμενοι ἐξ ὀρισμένου σημείου τοῦ Οὐρανοῦ, ὅπερ καλεῖται **ἀκτινοβόλον σημεῖον**.

Οὕτως οἱ διάττοντες τοῦ Αὐγούστου ἔχουσι τὸ ἀκτινοβόλον ση-

μείον ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Περσέως καὶ καλοῦνται **Περσεΐδαι**. Οἱ διάττοντες τῶν ἀρχῶν τοῦ Νοεμβρίου ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Λέοντος καὶ καλοῦνται **Λεοντίδαι**, οἱ δὲ τοῦ Ἀπριλίου ἐν τῷ τῆς Λύρας καὶ καλοῦνται **Λυρίδαι** κ.λ.π.

Ὁ ἀριθμὸς τῶν διαττόντων ἀστέρων τῶν ἀφ' ἑκάστου ἀκτινοβόλου σημείου ἐκπεπομένων μεταβάλλεται ἀπὸ ἔτους εἰς ἔτος. Ἀπὸ τὰ πλεῖστα τούτων βροχαὶ πολυπληθῶν διαττόντων ἀστέρων ἀναπαράγονται περιοδικῶς.

Πρὸς ἐξήγησιν τῶν φαινομένων τούτων παραδέχονται ὅτι περὶ τὸν ἥλιον κινουῦνται ἀόρατα σωματῖα ἐπὶ διαφόρων παραβολικῶν ἢ ἔλλειπτικῶν δακτυλίων, ἐπὶ τῶν ὁποίων εἶναι διασκορπισμένα ὁμοίως ἢ ἀνομοίως. Τινὲς δὲ τῶν δακτυλίων, τούτων τέμνονται ὑπὸ τῆς γήινης τροχιᾶς, ὡς π.χ. εἰς τὸ σημεῖον Ε (σχ. 73). Καὶ ὅταν ἡ Γῆ διέλθῃ διὰ τοιαύτης τινὸς τροχιᾶς, συμβαίνει βροχὴ διαττόντων ἀστέρων. Αὕτη θὰ ἐπαναλαμβάνηται κατ' ἔτος τὴν αὐτὴν ἐποχὴν, ἔφ' ὅσον ὑπάρχουσιν ἔτι ἐπὶ τοῦ δακτυλίου τοιαῦτα σωματῖα. Ἐάν δὲ ὁ δακτύλιος εἶναι ἔλλειπτικὸς



Σχ. 73.

καὶ ὑπάρχῃ ἐπ' αὐτοῦ πολυπληθεστάτῃ ὁμᾶς Σ, θέλει συμβῆ βροχὴ πολυπληθῶν διαττόντων ἀστέρων κατὰ τὴν ταυτόχρονον διάβασιν διὰ τῆς τομῆς Ε τῆς ὁμάδος Σ καὶ τῆς Γῆς. Ἡ ὀργδαία αὕτη βροχὴ θὰ ἐπαναλαμβάνηται περιοδικῶς ἀνὰ ἴσα χρονικὰ διαστήματα μέχρι τελείας ἐξαντήσεως τῆς ὁμάδος.

**119. Καταγωγὴ διαττόντων ἀστέρων.**—Ὁ ἀστρονόμος Schiaparelli παρατηρήσας τὴν περίοδον 33,25 ἐτῶν, ἅτινα ἐχώριζον τὰς πολυπληθεστάτας βροχὰς τῶν Λεοντιδῶν κατὰ τὰ ἔτη 1833 καὶ 1866 ὑπόπτευσεν ὅτι τὰ σμήνη τῶν διαττόντων ἀστέρων καὶ οἱ κομήται ἔχουσι κοινὴν τὴν καταγωγὴν.

Ἀπὸ τῆς ὑποθέσεως δὲ ταύτης ἀναχωρῶν ὑπελόγησε κατὰ 1866 τὰ στοιχεῖα τῆς τροχιάς τῶν Περσειδῶν καὶ ἀνεγνώρισεν ἐν αὐτῇ τὴν τροχίαν τοῦ κομήτου τοῦ 1862.

Ὀλίγον βραδύτερον ἀνεῦρε πλήρη σχεδὸν ταυτότητα τῶν στοιχείων τῆς τροχιάς τῶν Λεοντιδῶν πρὸς τὰ στοιχεῖα τῆς τροχιάς τοῦ κομήτου τοῦ 1866. Παρατηρήθη ἐπίσης ὅτι κατὰ τὰ ἔτη 1872, 1878 καὶ 1885, κατὰ τὰ ὁποῖα ἔπρεπε νὰ ἐμφανισθῇ ὁ κομήτης τοῦ Βιέλα, συνέβησαν ραγδαῖαι βροχαὶ διαττόντων ἀστέρων. Οὗτοι δὲ κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τῶν ἀστρονόμων ἐκινουῦντο ἐπὶ τῆς τροχιάς τοῦ κομήτου τοῦ Βιέλα.

Ἡ σύγκρισις δὲ ἐπὶ πλέον τοῦ φάσματος τῶν κομητῶν καὶ τῶν διαττόντων ἀστέρων παρέχει νέαν ἀποδείξιν τῆς θεωρίας τοῦ Schiaparelli.

Ὡστε εἶναι λοιπὸν σχεδὸν ἀποδεδειγμένον ὅτι σμήνη τινὰ (ἂν μὴ ὅλα) ὀφείλονται εἰς διάλυσιν κομητῶν ὀφειλομένην εἰς τὴν ἑλκτικὴν δύναμιν τοῦ Ἡλίου ἢ καὶ πλανήτου τινός.

**120. Βολίδες. Ἀερόλιθοι.** — Ἐνίοτε αἰφνιδίως βλέπομεν ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιράς ἡμῶν λαμπρὸν συνήθως σφαιροῖδον σῶμα. Τοῦτο παρακολουθεῖται ὑπὸ φωτεινῆς οὐράς καὶ συνήθως ἐκρήγνυται μετὰ ἰσχυροῦ κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἦττον κρότου. Τὸ σῶμα τοῦτο καλεῖται **βολίς**.

Ἡ ἐμφάνισις τῶν βολίδων ἐξηγεῖται, ὅπως καὶ ἡ ἐμφάνισις τῶν διαττόντων ἀστέρων. Προέρχονται δηλαδὴ αἱ βολίδες ἐκ σωματίων μεγαλύτερων διαστάσεων, τὰ ὁποῖα περιφέρονται περὶ τὸν Ἡλιον. Ὄταν δὲ εἰσδύσωσιν ἐντὸς τῆς γήινης ἀτμοσφαιράς, ἔνεκα τῆς μεγάλης ταχύτητος αὐτῶν ὑπερθερμαίνονται καὶ φωτοβολοῦσι.

Αἱ βολίδες ἢ καὶ τὰ θραύσματα βολίδων, τὰ ὁποῖα φθάνουσι μέχρι τοῦ ἐδάφους τῆς Γῆς, καλοῦνται **ἀερόλιθοι ἢ οὐρανοπετεῖς λίθοι ἢ καὶ μετεωρίται**.

Οἱ ἀερόλιθοι συνίστανται κατὰ τὸ πλεῖστον ἐκ σιδήρου, νικελίου, μαγνησίου, πυριτίου καὶ ἄλλων στοιχείων ἐξ ἐκείνων, τὰ ὁποῖα συνιστῶσι τὰ πετρώματα τῆς Γῆς.

Ἀξιοσημεῖοι διὰ τὸ καταπληκτικὸν μέγεθος μετεωρίται εἶναι ὁ ἐν Ἀριζόνα, καταπεσὼν πρὸ 5000 ἐτῶν περίπου. Οὗτος ἐσχημάτισε κρατῆρα, ὅστις ὀνομάζεται **κρατῆρ - μετέωρον**. Ἄλλος εἶναι ὁ εἰς ἀκατοίκητον εὐτυχῶς μέρος τῆς Σιβηρίας καταπεσὼν τὴν 30ὴν Ἰουνίου 1908. Οὗτος εἶχε βάρος 50000 τόννων περίπου καὶ ἐπέφερε τεραστίαν καταστροφὰς εἰς μεγάλην ἔκτασιν περὶ τὸν τόπον τῆς πτώσεως.

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΒΔΟΜΟΝ

### ΑΠΛΑΝΕΙΣ ΑΣΤΕΡΕΣ ΚΑΙ ΝΕΦΕΛΩΜΑΤΑ

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

#### ΟΙ ΚΥΡΙΩΤΕΡΟΙ ΑΣΤΕΡΙΣΜΟΙ

**121. Ἀστερισμοί.**— Εἰς τὴν εἰσαγωγὴν ἐμάθομεν ὅτι τοὺς ἀπλανεῖς ἀστέρας ἐχώρισαν εἰς διαφόρους ὁμάδας. Αὐταὶ λέγονται **ἀστερισμοί**. Εἰς ἕκαστον ἀστερισμὸν ἐδόθη τὸ ὄνομα μυθολογικοῦ συνήθως ἀνθρώπου ἢ ζώου ἢ ἀντικειμένου.

Σήμερον εἶναι 117 καθωρισμένοι ἀστερισμοί. Ἀπὸ αὐτοὺς 48 εἶχον καθορισθῆ ὑπὸ τῶν Ἀρχαίων.

Οἱ ἀστέρες ἕκαστου ἀστερισμοῦ ὀνομάζονται μὲ τὰ γράμματα τοῦ ἑλληνικοῦ ἀλφαβήτου κατὰ τὴν τάξιν τῆς φαινομένης λαμπρότητος αὐτῶν. Ἐὰν δὲ ταῦτα δὲν ἐπαρκῶσι, γίνεται μετ' αὐτὰ χρῆσις τῶν λατινικῶν γραμμῶν καὶ ἔπειτα τῶν ἀκεραίων ἀριθμῶν κατὰ τὴν φυσικὴν σειρὰν αὐτῶν. Μερικοὶ ὅμως ἀστέρες, ἀπὸ τοὺς λαμπροτέρους ἰδίᾳ, ἔλαβον καὶ ἰδιαιτέρα ὀνόματα.

**122. Διάφοροι ἀστερισμοί.**— (Α΄ σειρά). **Μεγάλη Ἄρκτος**—**Μικρὰ Ἄρκτος**—**Πολικὸς ἀστήρ**.— Εἰς τὴν εἰσαγωγὴν εἶδομεν ὅτι στρέφοντες πρὸς Βορρᾶν ἀναγνωρίζομεν εὐκόλως τὴν Μεγάλην καὶ Μικρὰν Ἄρκτον. Ὁ ἀστήρ α τῆς μικρᾶς Ἄρκτου λέγεται **Πολικὸς ἀστήρ**, διότι εὐρίσκεται ἐγγύτατα (59' 5'') τοῦ βορείου πόλου τοῦ Οὐρανοῦ.

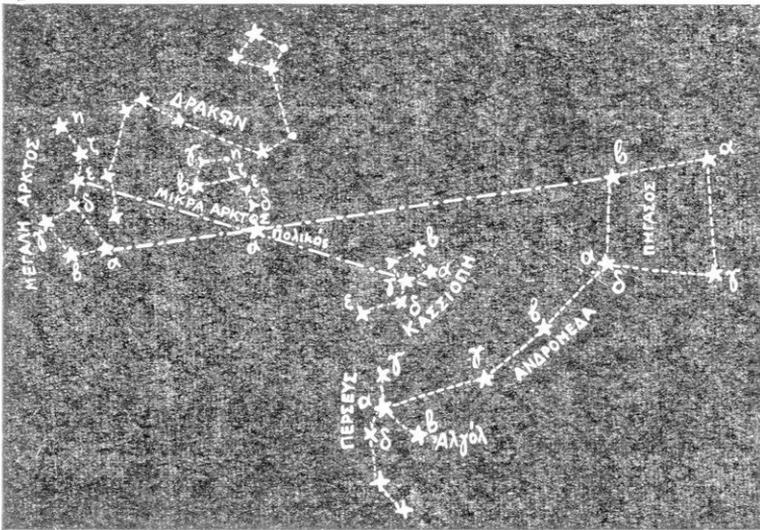
**Δράκων—Κασσιόπη.**— Μεταξὺ τῶν Ἄρκτων ἄρχεται ὀφιοειδῆς σειρά ἀμυδρῶν ἀστέρων, ἡ ὁποία καταλήγει εἰς μικρὸν τετράπλευρον. Οὗτοι ἀποτελοῦσι τὸν **Δράκοντα**.

Ἐπὶ τῆς ἐνθειας, ἡ ὁποία συνδέει τὸν ε τῆς Μεγάλης Ἄρκτου καὶ τὸν Πολικόν, ἀνευρίσκομεν τὴν **Κασσιόπην**. Αὕτη ἀποτελεῖται ἐκ 5

ἀστέρων 3ου μεγέθους. Οὗτοι σχηματίζουν ἀνοικτὸν Μ, μὲ ἓνα δὲ ἄλλον ἀμυδρότερον αὐτῶν σχηματίζουν κἀθίσμα.

**Πήγασος — Ἀνδρομέδα — Περσεύς.** — Ἐπὶ τῆς γραμμῆς δα τῆς Μεγάλης Ἄρκτου καὶ πέραν τοῦ Πολικοῦ ἀνευρίσκομεν τὸ **τετράγωνον τοῦ Πηγᾶσου.**

Τοῦτο σχηματίζεται ἀπὸ 4 ἀστέρας 2ου μεγέθους. Ὁ δ τούτων εἶναι καὶ ὁ α τῆς Ἀνδρομέδας. Ταύτης οἱ ἀστέρες β καὶ γ (2ου μεγ.) κεῖνται ἐπὶ τῆς προεκτάσεως περίπου τῆς διαγωνίου αδ τοῦ Πηγᾶσου.



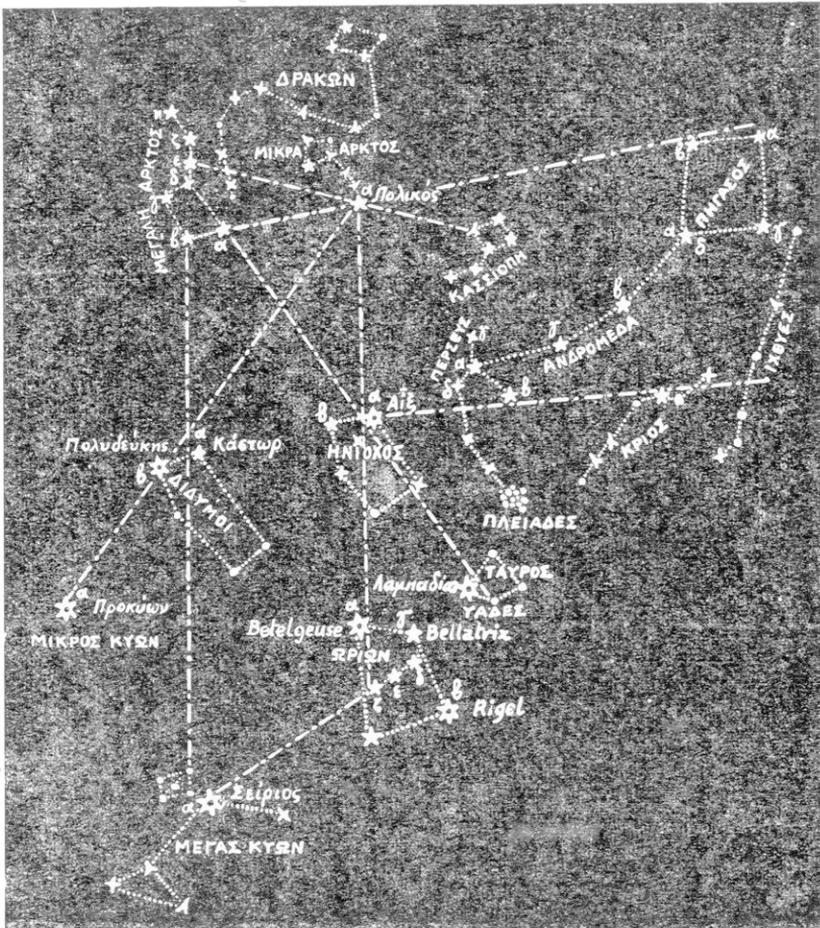
Σχ. 74.

Ἐπὶ τῆς αὐτῆς δὲ περίπου γραμμῆς δα κεῖται καὶ ὁ α τοῦ **Περσεύς** (2ου μεγ.).

Ὁ Πήγασος καὶ ἡ Ἀνδρομέδα μὲ τὸν α τοῦ Περσεύς σχηματίζουν σχῆμα ὅμοιον πρὸς τὸ σχῆμα τῆς Μεγάλης Ἄρκτου, ἀλλὰ μεγαλύτερον ἐκείνου.

Ἐκατέρωθεν τοῦ α τοῦ Περσεύς διακρίνονται δύο ἀμυδρότεροι ἀστέρες γ καὶ δ ἀποτελοῦντες μετ' αὐτοῦ τόξον. Πρὸς τὸ κυρτὸν τοῦ τόξου τούτου κεῖται ὁ **Ἀλγὸλ** ἢ β τοῦ Περσεύς.

123. Διάφοροι άστερισμοί.— (Β' σειρά). 'Ηνίοχος — Ταυ-  
ρος — 'Υάδες — Πλειάδες — Κριός — 'Ιχθύες. — Ἐάν τὴν γραμμὴν  
δα τῆς Μεγάλης Ἀρκτου προεκτείνωμεν ἀντιθέτως πρὸς τὴν οὐρὰν



Σχ. 75.

αὐτῆς, ἀνευρίσκομεν τὸν Ἡνίοχον, ὁ ὁποῖος ἔχει σχῆμα πενταγώνου.  
Τούτου ὁ α εἶναι 1<sup>ου</sup> μεγέθους καὶ καλεῖται Αἶξ. Ἐπὶ τῆς αὐτῆς γραμμῆς

μῆς καὶ πέραν τοῦ Ἡνιόχου κεῖται ὁ **Ταῦρος**. Τοῦτου ὁ α εἶναι 1ου μεγέθους καὶ καλεῖται **ὀφθαλμὸς τοῦ Ταύρου** ἢ **Λαμπαδίας** (Aldebaran). Ὁ ἀστήρ οὗτος ἀποτελεῖ μέρος μικρᾶς ομάδος ἀστέρων γνωστῆς ὑπὸ τὸ ὄνομα **Ῥάδες**.

Μεταξὺ τοῦ Ταύρου καὶ τοῦ Περσέως κεῖται ἄλλη ομάδα ἀστέρων γνωστῆ ὑπὸ τὸ ὄνομα **Πλειάδες** (Πούλια).

Ἐὰν τὴν γραμμὴν βα τοῦ Ἡνιόχου προεκτείνωμεν πέραν τοῦ Περσέως, ἀνευρίσκομεν τὸν **Κριόν**. Τοῦτου οἱ κυριώτεροι ἀστέρες κεῖνται ἐπὶ 4 εὐθ. τμημάτων, τὰ ὁποῖα εἶναι διατεθειμένα ἐν εἴδει κλίμακος.

Πέραν τοῦ Κριοῦ ἐπὶ τῆς βα τοῦ Ἡνιόχου κεῖνται οἱ **Ἰχθύες**. Ὁ ἀστερισμὸς οὗτος ἀποτελεῖται ἐκ σειρᾶς ἀμυδρῶν ἀστέρων, ἡ ὁποία ἐκτείνεται ὑπὸ τὸν Κριὸν καὶ Πήγασον παραλλήλως σχεδὸν πρὸς τὸν ἰσημερινόν.

**Ῥωρίων — Μέγας Κύων.** — Ἐπὶ τῆς γραμμῆς Πολικὸς — Αἶξ καὶ πέραν τοῦ Ἡνιόχου κεῖται ὁ λαμπρότερος ἀστερισμὸς τοῦ Οὐρανοῦ **Ῥωρίων**. Οἱ ἀστέρες α, β, γ, δ αὐτοῦ σχηματίζουν τετράπλευρον. Ἐντὸς αὐτοῦ εὐρίσκονται ἐπ' εὐθείας οἱ δ, ε, ζ (2ου μεγέθους), οἱ ὁποῖοι καλοῦνται **τρεῖς Βασιλεῖς** ἢ **τρεῖς Μάγοι**. Ἡ δὲ εὐθεία αὐτῶν καλεῖται **Τελαμῶν τοῦ Ῥωρίωνος**. Οἱ ἀστέρες α (Bételgeuse) καὶ β (Rigel) εἶναι 1ου μεγέθους, ὁ δὲ γ (Béllatrix) εἶναι 2ου μεγέθους.

Σ η μ ε ἰ ω σ ι ς. Ὁ δ τοῦ Ῥωρίωνος κεῖται ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ.

Ἐπὶ τῆς πρὸς Νότον προεκτάσεως τῆς γραμμῆς τοῦ Τελαμῶνος κεῖται ὁ **Σείριος**. Οὗτος εἶναι ὁ λαμπρότερος τῶν ἀπλανῶν καὶ ἀνήκει εἰς τὸν ἀστερισμὸν τοῦ **Μεγάλου Κυνός**.

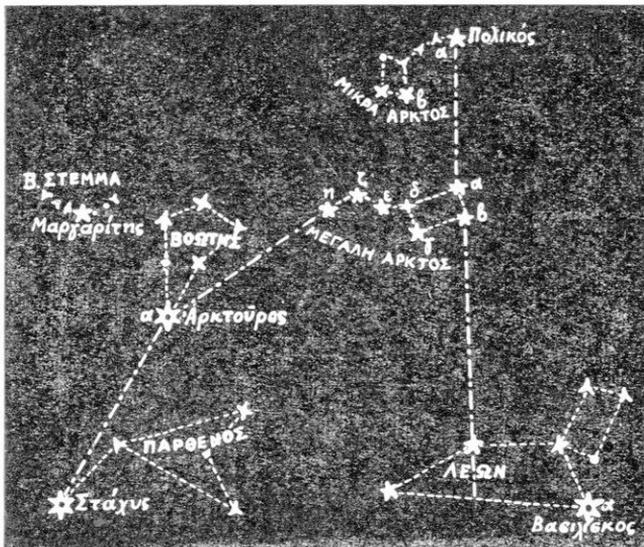
**Δίδυμοι — Μικρὸς Κύων.** — Μεταξὺ τῆς Μεγάλης Ἄρκτου καὶ Σειρίου κεῖται ὁ ἀστερισμὸς τῶν **Διδύμων**. Τοῦτου οἱ λαμπρότεροι ἀστέρες λέγονται **Πολυδεύκης** (1ου μεγέθους) καὶ **Κάστωρ** (2ου μεγέθους).

Πλησίον τῶν Διδύμων καὶ ἐπὶ τῆς γραμμῆς Πολικὸς — Πολυδεύκης κεῖται ὁ **Προκύνων**. Οὗτος εἶναι 1ου μεγέθους καὶ ἀνήκει εἰς τὸν **Μικρὸν Κύνα**.

**124. Διάφοροι ἀστερισμοί.** — (Γ' σειρά). **Λέων.** — Ἐὰν τὴν γραμμὴν βα τῆς Μεγάλης Ἄρκτου προεκτείνωμεν ἀντιθέτως πρὸς τὸν

Πολικόν, ανευρίσκομεν τὸν **Λέοντα**. Τούτου οἱ κυριώτεροι ἀστέρες ἀποτελοῦσι τραπέζιον, ὃ δὲ λαμπρότερος καλεῖται **Βασιλῆκος** καὶ εἶναι 1<sup>ου</sup> μεγέθους.

**Βώτης — Βόρειον Στέμμα — Παρθένος.** — Ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τῆς γραμμῆς ζ η̄ τῆς Μεγάλης Ἄρκτου κεῖται ὁ Ἄρκτουρος



Σχ. 76.

(1<sup>ου</sup> μεγέθους). Οὗτος κατέχει μίαν κορυφὴν πενταγώνου, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ τὸν ἀστερισμὸν τοῦ **Βώτου**.

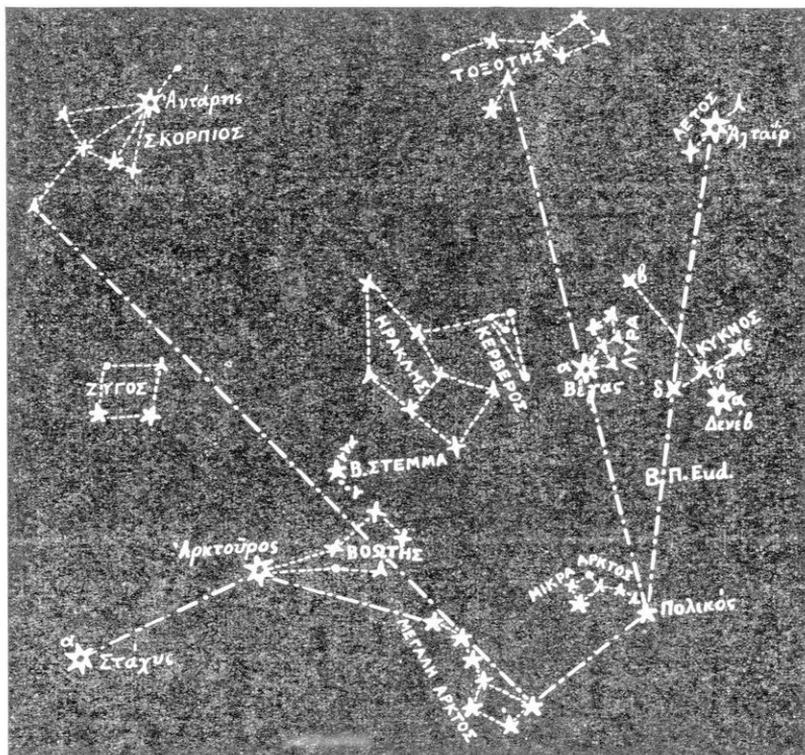
Πλησίον τοῦ Βώτου κεῖται ὁμάς 7 ἀστέρων, οἱ ὁποῖοι εἶναι τεταγμένοι ἐπὶ ἡμιπεριφερείᾳ. Οὗτοι ἀποτελοῦσι τὸ **Βόρειον Στέμμα**, οὗ ὁ λαμπρότερος ἀστὴρ εἶναι 2<sup>ου</sup> μεγέθους καὶ καλεῖται **Μαργαρίτης**.

Ἐὰν τὸ τόξον, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ ἡ οὐρὰ τῆς Μεγάλου Ἄρκτου μετὰ τοῦ Ἄρκτουρου, προεκτείνωμεν πέραν τοῦ Ἄρκτουρου, εὐρίσκομεν τὸν **Στάχυν**, ὃ ὁποῖος εἶναι 1<sup>ου</sup> μεγέθους καὶ ἀνήκει εἰς τὸν ἀστερισμὸν τῆς **Παρθένου**.

125. Διάφοροι ἀστερισμοί. — (Δ' σειρά). — **Σκορπιός** —

**Ζυγός — Τοξότης.** — Ἡ γραμμὴ αὐτῆς Μεγάλῃς Ἄρκτου προεκτεινομένη πέραν τῆς οὐρᾶς αὐτῆς διέρχεται δι' εὐδιακριτοῦ ἀστερισμοῦ τοῦ **Σκορπίου**. Τούτου ὁ α εἶναι ἀστὴρ ἐρυθρὸς 1<sup>ου</sup> μεγέθους καὶ καλεῖται Ἄντάρης.

Ἐκατέρωθεν τοῦ Σκορπίου πρὸς μὲν τὴν Παρθένον κεῖται ὁ **Ζυγός**, οὗ οἱ λαμπρότεροι ἀστέρες ἀποτελοῦσι τετράπλευρον, πρὸς δὲ τὸ



Σχ. 17.

ἕτερον μέρος κεῖται ὁ **Τοξότης**. Ἀμφοτέρων τούτων οἱ ἀστέρες εἶναι ἀμυδροί.

**Λύρα — Ἡρακλῆς — Κέρβερος — Κύκνος — Ἄετός.** — Παρὰ τὴν γραμμὴν, ἣ ὁποία ἄγεται ἐκ τοῦ Πολικοῦ διὰ μέσου τοῦ Τοξότου, κεῖται ἡ **Λύρα**. Τούτου οἱ κυριώτεροι ἀστέρες ἀποτελοῦσι μιζρόν τρί-

γωνον καὶ παραλληλόγραμμον. Ὁ λαμπρότερος τούτων καλεῖται **Βέγας** (1ου μεγέθους).

Μεταξὺ τῆς Λύρας καὶ τοῦ Βορείου Στέμματος κεῖται ὁ **Ἡρακλῆς**. Τούτου οἱ κυριώτεροι ἀστέρες εἶναι 3ου μεγέθους καὶ ἀποτελοῦσιν ἐν ἰσοσκελῆς τραπεζίον καὶ ἐν εὐρύτερον πεντάγωνον.

Πρὸς Ἀνατολὰς τῆς Λύρας καὶ εἰς θέσιν συμμετρικὴν περίπου τῶν Διδύμων πρὸς τὸν Πολικὸν κεῖται ὁ **Κύκνος**. Τούτου οἱ λαμπρότεροι ἀστέρες σχηματίζουσι μέγαν σταυρόν, ὃ δὲ α εἶναι 1ου μεγέθους.

Ἐάν προεκτεινώμεν πέραν τοῦ Κύκνου τὴν γραμμὴν Πολλικὸς — δ Κύκνου ἀνευρίσκομεν τὸν ἀστέρα **Ἄλταϊρ** 1ου μεγέθους. Οὗτος ἀνήκει εἰς τὸν ἀστερισμὸν τοῦ **Ἄετοῦ**. Τούτου δύο ἀμυδρότεροι ἀστέρες ἐκατέρωθεν τοῦ Ἄλταϊρ κείμενοι ἀποτελοῦσι μετ' αὐτοῦ εὐθείαν γραμμὴν.

#### Ἀσκήσεις

157) Ὁ Σείριος ἔχει  $a = 6^{\circ} 41' 56''$ , ὃ δὲ Λαμπαδίας ἔχει  $a = 4^{\circ} 31' 44''$ . Νὰ εὑρητε κατὰ ποίαν ὥραν μεσουρανεῖ ἐκάτερας τούτων ἐν Ἀθήναις.

158) Ὁ Παλιδεύκης ἔχει  $a = 7^{\circ} 40' 51''$ , καὶ ἀνατέλλει εἰς τινα τόπον τὴν 23ην ὥραν. Νὰ εὑρητε εἰς πόσον χρόνον διανύει τὸ νυκτερινὸν τόξον αὐτοῦ.

159) Ὁ Βασιλίσκος ἔχει  $a = 10^{\circ} 4' 29''$ , ὃ δὲ Προκύων ἔχει  $a = 7^{\circ} 35' 29''$ . Νὰ εὑρητε κατὰ ποίαν ὥραν μεσουρανεῖ κάτω ἐν Ἀθήναις ἐκάτερος τούτων.

160) Ἡ Αἰξ ἔχει  $a = 5^{\circ} 11' 18''$ , καὶ  $\delta = 45^{\circ} 55' 32''$ . Νὰ εὑρητε κατὰ ποίαν ὥραν μεσουρανεῖ ἄνω ἐν Ἀθήναις καὶ πόση εἶναι ἡ  $P$  αὐτοῦ.

161) Ὁ Rigel ἔχει  $\delta = -8^{\circ} 17' 5''$ . Νὰ εὑρητε πόση εἶναι ἡ  $P$  αὐτοῦ.

162) Ὁ Πολυδεύκης ἀνατέλλει εἰς τινα τόπον, καθ' ἣν στιγμὴν μεσουρανεῖ ἄνω ἐν αὐτῷ ἡ Αἰξ. Νὰ εὑρητε εἰς πόσον χρόνον ὁ Πολυδεύκης διανύει τὸ ἡμερήσιον τόξον αὐτοῦ εἰς τὸν αὐτὸν τόπον.

163) Ὁ Βέγας ἔχει  $a = 18^{\circ} 34' 28''$ , καὶ  $\delta = 38^{\circ} 42' 53''$ . Νὰ ἀποφανθῆτε, ἂν οὗτος ἢ ὁ Βασιλίσκος μεσουρανεῖ ἄνω ἐνωρίτερον ἐν Ἀθήναις καὶ πόσον χρόνον ἐνωρίτερον.

164) Νὰ ἀποφανθῆτε, ἂν ὁ Βέγας ἢ ἡ Αἰξ κεῖται νοτιώτερον καὶ πόσον.

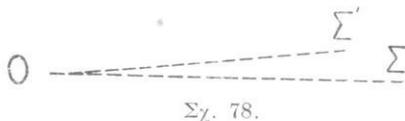
165) Νὰ εὔρητε πόση εἶναι ἡ  $P$  τοῦ  $\delta$  τοῦ Ὁρίωνος καὶ εἰς πόσον χρόνον διανέει οὗτος τὸ ἡμερήσιον καὶ εἰς πόσον τὸ νυκτερινὸν τόξον του.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄

### ΣΥΝΤΟΜΟΣ ΣΠΟΥΔΗ ΑΠΛΑΝΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ ΚΑΙ ΝΕΦΕΛΩΜΑΤΩΝ

**126. Διπλοῖ ἀστέρες.** — Ὑπάρχουσιν ἀστέρες, οἵτινες ὁρῶμε νοι δι' ἰσχυροτάτου τηλεσκοπίου χωρίζονται εἰς δύο διακεκριμένους ἀστέρας. Οἱ ἀστέρες οὗτοι λέγονται **διπλοῖ** ἀστέρες. Τοιοῦτοι π. γ. εἶναι οἱ Σείριος,  $\gamma$  τῆς Παρθένου,  $\gamma$  τοῦ Λέοντος,  $\beta 1$  τοῦ Κύκνου κ. ἄλ.

Οἱ διπλοῖ ἀστέρες διακρίνονται εἰς **ὀπτικῶς διπλοῦς** καὶ εἰς **φυσικῶς διπλοῦς**. Οἱ πρῶτοι εὐρίσκονται εἰς μεγίστην ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν· φαίνονται δὲ διπλοῖ, διότι κεῖνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς περιήπου ὀπτικῆς ἀκτίνος (σχ. 78). Διακρίνονται δὲ τῶν φυσικῶν διπλῶν ἐκ τῆς ἰδίας αὐτῶν κινήσεως, ἥτις εἶναι ὁμοίομορφος καὶ εὐθύγραμμος. Τοιοῦτος π. γ. εἶναι ὁ Κάστωρ.



Σχ. 78.

Οἱ φυσικῶς διπλοῖ εἶναι πράγματι πλησίον ἀλλήλων καὶ ὁμοῦ κινουῦνται εἰς τὸ διάστημα.

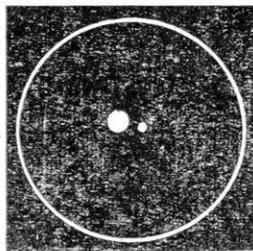
Ἡ ἀνακάλυψις τῶν διπλῶν ἀστέρων ὀφείλεται εἰς τὸν W. Herschel. Οὗτος ἀνήγγειλε τὸ ἔτος 1803 ὅτι ἀστέρες τινὲς ἔχουσι φωτεινοὺς δορυφόρους, οἱ ὅποιοι στρέφονται περὶ αὐτοῖς. Οἱ φωτεινοὶ οὗτοι δορυφόροι λέγονται **συνοδοί**.

Μέχρι τοῦ ἔτους 1822 ὁ Herschel εἶχε παρατηρήσει περὶ τοὺς 850 διπλοῦς ἀστέρας. Ἠδυνήθη μάλιστα νὰ προσδιορίσῃ καὶ τὴν διάρκειαν τῆς περιστροφῆς τῶν συνοδῶν μερικῶν διπλῶν ἀστέρων. Οὕτω περιφέρεται εἰς 39 ἔτη ὁ συνοδὸς τοῦ Πρόκνου, εἰς 50 τοῦ Σειρίου, εἰς 80 τοῦ  $\alpha$  τοῦ Κενταύρου.

Βραδύτερον απέδειξεν ὅτι ἡ ἰδίᾳ κίνησις τῶν συνοδῶν γίνεται κατὰ τοὺς δύο πρώτους νόμους τοῦ Κεπλέρου. Κατ' ἀκολουθίαν καὶ οὗτοι ὑπόκεινται εἰς τὸν νόμον τῆς παγκοσμίου ἔλξεως.

Ὁ συνοδὸς τοῦ Σειρίου παρατηρήθη τὸ πρῶτον τὸν Φεβρουάριον τοῦ 1862 ὑπὸ τοῦ Ἀμερικανοῦ Clark.

Ἡ ὑπαρξις ὅμως αὐτοῦ εἶχεν ἀναγγελθῆ πρὸ 20 ἐτῶν ὑπὸ τοῦ Bessel. Ὁ μέγας οὗτος Γεωμέτρης στηριζόμενος ἐπὶ ἀνωμαλιῶν, αἱ ὁποῖαι παρατηρήθησαν ἐν τῇ ἰδίᾳ κινήσει τοῦ Σειρίου, συνεπέραναν ὅτι αὐταὶ ὀφείλονται εἰς τὴν ἔλξιν δορυφόρου τινός. Ὁ συνοδὸς τοῦ Σειρίου εἶναι λευκὸς ἀστὴρ θερμοκρασίας 8 000° K καὶ ἔχει σμικροτάτον ὄγκον. Διὰ τοῦτο δὲ λέγεται **λευκὸς νάνος**. Ὁ ἀστὴρ οὗτος ἔχει τεραστίαν πυκνότητα, κατὰ 40 000 περίπου φορές ἀνωτέραν τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος. Αἰτία τούτου κατὰ τὸν Eddington εἶναι ὁ πλήρης ἰονισμὸς τῶν ἀτόμων τῶν στοιχείων αὐτοῦ. Διότι οὕτως ἕκαστον ἄτομον περιορίσθη εἰς ἐλάχιστον ὄγκον. Μέχρι τοῦδε παρατηρήθησαν περὶ τοὺς 112 τοιοῦτοι λευκοὶ νάνοι (1).



Ὁ διπλοῦς ἀστὴρ ζ τοῦ Ἡρακλέους.

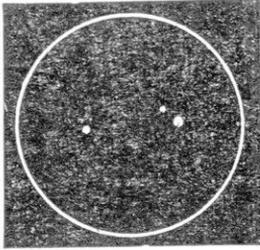
**127. Πολλαπλοὶ ἀστέρες.** — Ἀστέρες τινὲς ἀκολουθοῦνται ὑπὸ δύο, τριῶν ἢ καὶ περισσοτέρων συνοδῶν. Ὄθεν οὗτοι δι' ἰσχυροῦ ὀφθαλμοῦ τηλεσκοπίου φαίνονται τριπλοῖ, τετραπλοῖ κ.τ.λ., ἐν ᾧ εἰς γυμνὸν ὀφθαλμὸν ἐμφανίζονται ἄπλοῖ.

Οἱ τοιοῦτοι καλοῦνται γενικῶς **πολλαπλοὶ ἀστέρες**.

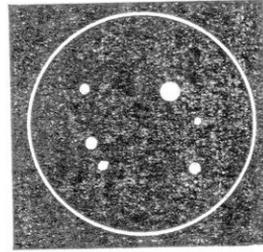
Οὕτως ὁ α καὶ ὁ γ τῆς Ἀνδρομέδας, ὁ ζ τοῦ Καρκίνου, ὁ μ τοῦ Βοώτου εἶναι τριπλοῖ. Ὁ ε τῆς Λύρας ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ἀστέρας, ὧν ἕκαστος εἶναι διπλοῦς. Ἐπὶ πλέον ὁ λαμπρότερος τῶν 4 τούτων

1. Ἐκ τούτων ἀναφέρομεν τὸν ὑπ' ἀριθ. 457 τοῦ καταλόγου Wolf. Οὗτος εἶναι ἀστὴρ 15ου μεγέθους, ἔχει δὲ διάμετρον 0,006 τῆς διαμέτρου τοῦ Ἡλίου, ἀλλὰ μᾶζαν 2,5 φορές τὴν μᾶζαν τοῦ Ἡλίου. Ἡ πυκνότης λοιπὸν τῆς ὕλης του εἶναι ἀφαντάστως τρομακτικὴ. Ὑπολογίζεται δὲ ὅτι γήινον σῶμα βάρους 65 χιλιογρ. ἐκεῖ θὰ ἐξόγιζε 500 000 τόνους.

ἀστέρων εἶται φασματοσκοπικῶς διπλοῦς καὶ ἐπομένως ὁ ε τῆς Λύρας εἶναι κυρίως πενταπλοῦς ἀστήρ.



Ὁ τριπλοῦς ἀστήρ  $\xi$   
τοῦ Καρκίνου



Ὁ ἑξαπλοῦς ἀστήρ  $\theta$   
τοῦ Ὠρίωνος

Ὁ  $\theta$  τοῦ Ὠρίωνος εἶναι ἑξαπλοῦς. Ἐκ τῶν 6 δὲ τούτων ἀστέρων οἱ 4 εἶναι ὄρατοι διὰ μετροῦ τηλεσκοπίου, οἱ δὲ λοιποὶ δι' ἰσχυροῦ τοιοῦτου.

**128. Χρῶμα τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων. Φάσμα καὶ σύστασις αὐτῶν.** — Τὸ χρῶμα ἀπλανοῦς ἀστέρος χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὸ χρῶμα τῆς λαμπροτέρας περιοχῆς τοῦ φάσματος αὐτοῦ. Οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες δὲν ἔχουσιν ὅλοι τὸ αὐτὸ χρῶμα. Οἱ πλεῖστοι τούτων εἶναι κυανοὶ ἢ λευκοί, ἄλλοι εἶναι κίτρινοι καὶ μερικοὶ εἶναι ἐρυθροί. Ὁ Rigel π.χ. εἶναι κυανοῦς, ὁ Βέγας καὶ Σείριος εἶναι λευκοί. Κίτρινοι εἶναι ὁ Ἥλιος, Πολικός, Ἀλταίρ, Αἴξ. Ἐρυθροὶ δὲ ὁ Ἀρκτούρος, Ἀντάρης, Bételgeuse, ὁ τοῦ Κήτους.

Ἐπὶ 100 ἀστέρων οἱ 60 εἶναι λευκοί, οἱ 35 κίτρινοι καὶ οἱ 5 ἐρυθροί.

Τὸ διάφορον χρῶμα τῶν ἀστέρων ὀφείλεται εἰς τὴν διάφορον θερμοκρασίαν αὐτῶν, ὡς ἐκ τῆς φασματοσκοπικῆς ἐξετάσεως αὐτῶν ἀποδεικνύεται.

Τὸ φάσμα τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων εἶναι γενικῶς ἀνάλογον πρὸς τὸ φάσμα τοῦ Ἥλιου. Εἶναι δηλαδὴ τοῦτο φωτεινὴ ταινία διακοπτομένη ὑπὸ σκοτεινῶν ραβδώσεων.

Τὸ φωτεινὸν μέρος τοῦ φάσματος δεικνύει τὴν παρουσίαν φωτεινῆς πηγῆς λίαν ὑψηλῆς θερμοκρασίας ἐπὶ ἐκάστου ἀπλανοῦς ἀστέρος. Ἡ

δὲ φωτεινὴ αὕτη πηγὴ περιβάλλεται ὑπὸ ἀερώδους περιβλήματος, ὑπὸ ἀτμοσφαιρας δηλ. χαμηλοτέρας θερμοκρασίας. Ἡ ἀτμόσφαιρα αὕτη ἀπορροφᾷ μέρος τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων τῆς φωτεινῆς πηγῆς καὶ προκαλεῖ οὕτω τὰς ραβδώσεις τοῦ φάσματος. Ἐκ τῶν ραβδώσεων τούτων αἱ ἀντιστοιχοῦσαι εἰς τὸ ὕδρογόνον παρατηροῦνται εἰς τὰ φάσματα ὄλων σχεδὸν τῶν ἀστέρων. Μετ' αὐτὰς συχνότερον παρατηροῦνται ραβδώσεις ἀντιστοιχοῦσαι εἰς τὸν σίδηρον, τὸ μαγνήσιον, τὸ σόδιον.

Τὸ πλῆθος ἐν γένει τῶν ραβδώσεων καὶ ἡ ἔντασις αὐτῶν εἶναι διάφορος εἰς τοὺς διαφόρους ἀστέρας, ἐξαρτᾶται δὲ κυρίως ἡ γενικὴ ἄποψις τοῦ φάσματος ἐκ τοῦ χρώματος τοῦ ἀστέρος.

**129. Ἡ Ταξινομησις τοῦ Secchi.** — Ὁ Ἀββᾶς Secchi βασιζόμενος ἐπὶ τῆς φασματοσκοπικῆς ἐξετάσεως τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων διήρθεσεν αὐτοὺς εἰς τὰς κάτωθι μεγάλας κλάσεις.

**Α')** Ἀστέρες λευκοί. Τὸ φάσμα αὐτῶν εἶναι σχεδὸν συνεχὲς μὲ σκοτεινὰς τινὰς ραβδώσεις. Τέσσαρες ἀπὸ αὐτὰς εἶναι περισσότερον τῶν ἄλλων ἐντατικαὶ καὶ ἀντιστοιχοῦσιν εἰς τὸ ὕδρογόνον. Αἱ ἄλλαι εἶναι λεπτόταται καὶ ἀντιστοιχοῦσιν εἰς τὸ ἥλιον καὶ σπανιώταται εἰς τὸ σόδιον καὶ μαγνήσιον. Παρατηρεῖται ἐπίσης ὅτι τὸ φάσμα αὐτῶν εἶναι πολὺ ἐκτεταμένον εἰς τὴν ἰώδη καὶ ὑπεριώδη χώραν.

Ἡ ἀτμόσφαιρα λοιπὸν τῶν ἀστέρων τούτων ἀποτελεῖται κατὰ τὸ πλεῖστον ἐξ ὕδρογόνου εἰς λίαν ὑψηλὴν θερμοκρασίαν καὶ ἰσχυρῶς πεπιεσμένου.

Ὁ Janssen λέγει ὅτι ἕκαστος τοιοῦτος ἀστὴρ εἶναι ἥλιος ἐν τῇ ἀκμῇ τῆς νεανικῆς ἡλικίας του.

Κυριώτεροι τύποι ἀστέρων τῆς κλάσεως ταύτης εἶναι οἱ Σείριος, Βέγας, Ἀλταίρ, Κάστωρ.

**Β')** Ἀστέρες κίτρινοι. Τὸ φάσμα τούτων περιέχει πολλὰς καὶ εὐδιακροίτους μεταλλικὰς ραβδώσεις, ὅπως τὸ φάσμα τοῦ Ἡλίου. Αἱ ραβδώσεις τοῦ ὕδρογόνου εἶναι ὀλιγώτεραι ἢ εἰς τὸ φάσμα τῶν ἀστέρων τῆς Α' κλάσεως. Ἡ κίτρινη καὶ ἰώδης χώρα τοῦ φάσματος εἶναι πολὺ ἀσθενέστεραι τῶν τῆς Α' κλάσεως. Τοῦτο δὲ ἐξηγεῖ καὶ τὸ κίτρινον χροῖμα αὐτῶν.

Οὗτοι, κατὰ τὸν Janssen, ὑπερέβησαν τὴν νεανικὴν ἡλικίαν καὶ εὐρίσκονται εἰς τὴν ὠριμὴν ἡλικίαν αὐτῶν.

Κυριώτεροι τύποι τούτων είναι ὁ Ἥλιος, ὁ Πολικὸς ἀστὴρ, ὁ Πολυδεύκης, ὁ α τῆς Μεγάλης Ἄρκτου, ὁ α τῆς Κασσιόπης.

**Γ' ) Ἀστέρες ἐρυθροὶ ἢ πορτοκαλλόχροοι.** Τὸ φάσμα αὐτῶν περιέχει σκοτεινάς ραβδώσεις διακοπτομένας ὑπὸ σκοτεινῶν λωρίδων, αἵτινες ἐξασθενοῦνται βαθμηδὸν πρὸς τὴν ἐρυθρὰν χόραν. Αἱ ραβδώσεις ἀντιστοιχοῦσιν εἰς τὸ σόδιον, μαγνήσιον, σίδηρον, ἀσβέστιον κ.τ.λ. Αἱ ραβδώσεις τοῦ ὕδρογονοῦ συνήθως λείπουσιν. Αἱ σκοτειναὶ ταινίαι ἀποδίδονται εἰς ὀξεῖδια τοῦ μαγνησίου καὶ τοῦ τιτανίου.

Κυριώτεροι τύποι αὐτῶν εἶναι ὁ Ἀντάρης, Βételgeuse, α τοῦ Ἡρακλέους, ὁ ο τοῦ Κήτους.

**Δ' ) Ἀστέρες ἐρυθροῦ ρουβινίου.** Τὸ φάσμα αὐτῶν εἶναι ὅμοιον πρὸς τὸ φάσμα τῶν ἀστέρων τῆς προηγουμένης κλάσσεως. Αὐτῶν ὅμως αἱ σκοτειναὶ λωρίδες ἐξασθενοῦνται πρὸς τὴν ἰώδη χόραν τοῦ φάσματος. Ἀποδίδονται δὲ αἱ λωρίδες αὗται εἰς τὸν ἀνθρακα ἢ εἰς ὕδρογονάνθρακα.

Οἱ ἀστέρες οὔτοι εἶναι ὀλιγώτερον θερμοὶ ὄλων, εἶναι δὲ οὔτοι 250 περίπου ἀπὸ τοῦ 5ου μεγέθους καὶ ἐξῆς.

Εἰς τοὺς ἀστέρας τῶν δύο τελευταίων κλάσσεων τὸ ὕδρογονόν δὲν ὑπάρχει ἐλεύθερον, ἀλλ' ἠνωμένον μετ' ἄλλων στοιχείων εἰς σύνθετα σώματα βαθμηδὸν πολυαριθμότερα, ἐφ' ὅσον ἡ θερμοκρασία εἶναι μικρότερα. Κατὰ τὸν Janssen οὔτοι εἶναι ἀστέρες διατρέχοντες τὸ τελευταῖον στάδιον τῆς ἡλιακῆς ζωῆς αὐτῶν.

Κατὰ τὴν ταξινόμησιν ταύτην παρεδέχοντο ἄλλοτε ὅτι ἕκαστος ἀπλανῆς ἀστὴρ σχηματίζεται λευκὸς ἀπὸ νεφέλωμα ὑψίστης θερμοκρασίας. Βαδμηδὸν ἔνεκα τῆς ἀκτινοβολίας ἐγένετο κίτρινος, ἔπειτα ἐρυθρὸς καὶ τέλος καθίστατο ἀόρατος. Οὕτω δὲ δι' ἡμᾶς ἐπήρξατο ὁ ἀστρικός θάνατος αὐτοῦ. Σήμερον ὅμως αἱ ἀντιλήψεις αὗται δὲν εἶναι παραδεκταί, ὡς εἰς τὰ ἐπόμενα θὰ ἴδωμεν.

**130. Ἡ ταξινόμησις τοῦ Harvard καὶ ἡ ἐξέλιξις τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.**— Τὸ ἐν Ἀμερικῇ ἀστεροσκοπεῖον τοῦ Harvard κατατάσσει τοὺς πλείστους ( $^{99}/_{100}$ ) τῶν κανονικῶν ἀπλανῶν ἀστέρων εἰς ἕξ κλάσσεις σημειωμένας διὰ τῶν γραμμάτων Β, Α, F, G, K, M, ἀπὸ τῶν θερμότερων εἰς τοὺς ψυχροτέρους. Ὁφείλεται δὲ ἡ διάκρισις αὕτη εἰς τὴν μορφήν τῶν φασμάτων, τὴν θερμοκρασίαν, ἐπομένως καὶ εἰς τὸ χροῶμα τῶν ἀστέρων, ὡς εἰς τὸν ἀκόλουθον πίνακα φαίνεται.

Κλάσεις	B	A	F	G	K	M
Χαρακ. φάσματος	"Ήλιον και υδρογόν.	Λοφίδες υδρογόν.	Λεπτά ραβδόσ. άσβεστίου	Άσβεστ. και μέταλλα	Μέταλλα	Σύνθετα σώματα
Θερμοκρασία	20 000°—30 000°K.	10 000°K.	7 500°K	6 000°K	4 000°K	3 000°K
Χρώμα	Κυανούν	Λευζόν	"Υποκίτρινον	Κίτρινον	"Ερυθροκίτρινον	"Ερυθρόν
"Αντιπρόσ.	Rigel	Σείριος Βέγας	Προζύων	"Ήλιος	"Αρκτοῦρος Λαμπαδίας	"Αντάρης Bételgeuse

Εξηκριβώθη δὲ ὅτι οἱ ἀστέρες ἐκάστης κλάσσεως διακρίνονται εἰς δύο εἶδη. Π.χ. πολλοὶ ἀστέρες τῆς κλάσσεως M ἔχουσι τεραστίαν φωτοβολοῦσαν ἐπιφάνειαν καὶ ἐπομένως τεράστιον ὄγκον. Δι' αὐτὸ οὗτοι λέγονται **γίγαντες ἀστέρες** καὶ μερικοὶ **ὑπεργίγαντες**.

"Άλλοι δὲ ἀντιθέτως ἔχουσι μικρὰν σχετικῶς φωτοβολοῦσαν ἐπιφάνειαν καὶ μικρὸν ὄγκον. Οὗτοι λέγονται **νάνοι ἀστέρες**. Οὕτω δὲ διακρίνονται εἰς γίγαντας καὶ νάνους καὶ οἱ ἀστέρες ἐκάστης τῶν ἄλλων κλάσεων. Ὁ ἡμέτερος "Ήλιος εἶναι νάνος τῆς κλάσσεως G, ὁ Bételgeuse εἶναι ὑπεργίγας τῆς κλάσεως M καὶ ὁ "Αρκτοῦρος εἶναι γίγας τῆς κλάσσεως K. Εἶναι δὲ οἱ γίγαντες τῶν κατωτέρων κλάσεων πολὺ ὀγκωδέστεροι καὶ ἀραιότεροι τῶν γιγάντων τῶν ἀνωτέρων κλάσεων. Ἐπειδὴ δὲ ἔνεκα τῆς παγκοσμίου ἑλξεως ἕκαστος ἀστὴρ πρὲπει σὺν τῷ χρόνῳ νὰ συστέλληται, ἐπομένως νὰ γίνηται πυκνότερος, ἢ ὑπαρξίς π.χ. γιγάντων τῆς κλάσεως M δὲν ἐξηγεῖται κατὰ τὴν παλαιὰν (§ 129) θεωρίαν τῆς ἐξελίξεως. Δι' αὐτό, ὡς προηγουμένως εἶπομεν, δὲν εἶναι αὕτη παραδεκτὴ πλέον.

**131. Ἡ θεωρία τοῦ Russell περὶ τῆς ἐξελίξεως τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.** — Ἐπὶ μίαν εἰκοσαετίαν μέχρι τοῦ 1939 ἔπεκράτου αἱ ἐξῆς ἀντιλήψεις. Ἐκαστος ἀπλανῆς ἀστὴρ σχηματίζεται ἀπὸ ἓν ἀραιότατον καὶ ψυχρότατον ἀέριον. Τοῦτο συστελλόμενον βαθμηδὸν θερμαίνεται καὶ ἀπὸ θερμοκρασίας 2 700° K εἶναι ἐρυθρὸς ὑπεργίγας ἢ γίγας ἀστὴρ. Βαδμηδὸν δὲ συστελλόμενος λαμβάνει θερμοτήτα μεγαλύτεραν τῆς ἀκτινοβολουμένης. Οὕτω δὲ ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ βαίνει αὐξανομένη καὶ ὁ ἀστὴρ ἀνέροχεται διαδοχικῶς εἰς τὴν κλάσιν K, G

κ.τ.λ. μέχρις ανωτέρας κλάσεως π.χ. τῆς Α ἢ Β. Ἐπειτα ὁμως ἡ συστολή γίνεται μικροτέρα καὶ ἡ ἐκ ταύτης παρεχομένη θερμότης ἀρχίζει βαθμηδὸν νὰ γίνηται μικροτέρα τῆς ἀκτινοβολουμένης. Ἐπομένως ἡ θερμοκρασία βαίνει πλέον μειουμένη καὶ ὁ ἀστὴρ διέρχεται πάλιν τὰς διαφόρους κλάσεις κατ' ἀντίστροφον τάξιν, μέχρις ὅτου εἰς θερμοκρασίαν μικροτέραν τῶν 2700° Κ παύσῃ νὰ εἶναι ὁρατός. Ἡ θεωρία αὕτη διευτώθη ὑπὸ τοῦ Ἀμερικανοῦ ἀστρονόμου Russel. Εἶχε δὲ τὸ μειονέκτημα ὅτι ἦτο ἀνεπαρκὴς διὰ τὴν ἐξήγησιν τοῦ σχηματισμοῦ τῶν λευκῶν νάνων.

**132. Ἡ νεωτέρα θεωρία τῆς ἐξελίξεως τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.** — Αἱ κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη καταπληκτικαὶ πειραματικαὶ καὶ θεωρητικαὶ πρόοδοι τῆς νεωτέρας Φυσικῆς ἀνέτρεψαν καὶ αὐτὴν τὴν θεωρίαν τοῦ Russel. Κατὰ τὰς συγχρόνους ἀντιλήψεις κυριωτέρα πηγὴ τροφοδοτοῦσα μὲ θερμότητα τοὺς ἀστέρας τούτους θεωροῦνται αἱ εἰς τὸ ἐσωτερικὸν αὐτῶν συντελούμεναι ἐνδοατομικαὶ ἀντιδράσεις. Καὶ ἡ συστολὴ τῶν ἀστέρων συντελουμένη κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἦττον ζωηρῶς εἰς τὰ διάφορα στάδια τῆς ζωῆς αὐτῶν ἀποτελεῖ σημαντικὸν παράγοντα τῆς ἐξελίξεως αὐτῶν. Οὕτως, ὡς πρότερον, δέχονται ὅτι ἕκαστος ἀπλανὴς ἀστὴρ σχηματίζεται ἀπὸ ψυχρὸν κατ' ἀρχὰς καὶ ἀραιότατον αἴριον. Τοῦτο ἔνεκα τῆς ἔλξεως συστελλόμενον περὶ πυρηνά τινα καὶ στρεφόμενον θερμαίνεται συνεχῶς καὶ ἐμφανίζεται ὡς ἐρυθρὸς γίγας ἢ ὑπεργίγας ἀστὴρ. Συνεχιζομένης τῆς συστολῆς τοῦ ἢ ἀναπτυσσομένη θερμότης συνεχῶς ἀξάνεται καὶ μετὰ τινα ἑκατομμύρια ἔτη προκαλεῖ τὴν πρώτην ἐνδοατομικὴν ἀντίδρασιν. Αὕτη συνίσταται εἰς σχηματισμὸν ἰσοτόπου τοῦ ὕδρογόνου, τὸ ὁποῖον λέγεται **δευτέριον** ( $H_2$ ). Ἐνεκα ταύτης καὶ τῆς συνεχιζομένης συστολῆς τοῦ ἀστέρος, οὗτος ἀποκτᾷ βαθμηδὸν μεγαλυτέραν θερμότητα, ἔνεκα τῆς ὁποίας τὸ ὕδρογόνον τοῦ ἀστέρος ἰονίζεται, ἕκαστον δηλ. ἄτομον αὐτοῦ ἀποβάλλει τὸ ἠλεκτρονίόν του. Οἱ δὲ πυρῆνες τοῦ ὕδρογόνου (πρωτόνια) ὡς βλήματα ἐπιπίπτουσι διαδοχικῶς ἐπὶ τοῦ δευτερίου καὶ ἐπὶ τῶν ἀτόμων τῶν ελαφρῶν σωμάτων λιθίου, βεργιλίου, βορίου καὶ σχηματίζεται μετ' αὐτῶν ἥλιον. Μετὰ τὴν ἐξάντησιν τούτων ἡ τεραστία ἤδη θερμότης τοῦ ἀστέρος προκαλεῖ τὴν κυριωτέραν καὶ μακροτέραν ἐνδοατομικὴν ἀντίδρασιν. Αὕτη συνίσταται εἰς μετατροπὴν τοῦ ὕδρογόνου εἰς ἥλιον καὶ εἰς ἀπόδοσιν μεγίστης ποσότητος θερμότητος.

Ἡ ἀντίδρασις αὕτη ἐνισχύεται καὶ ἐπιταχύνεται διὰ τῆς ἐπεμβάσεως τοῦ ἀνθρακος καὶ τοῦ ἄζωτου, τὰ ὁποῖα δὲν ἐξαφανίζονται, ἀλλὰ περιοδικῶς ἐπανεμφανίζονται καὶ ἐπαναλαμβάνουσι τὴν ἐνέργειαν αὐτῶν. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον ἡ ἀντίδρασις αὕτη λέγεται **κύκλος τοῦ ἀνθρακος**. Ὅταν ὅλον τὸ ὑδρογόνον τοῦ ἀστέρος μετατραπῆ εἰς ἥλιον, ὁ κύκλος τοῦ ἀνθρακος διακόπτεται καὶ ἡ τεραστία αὕτη πηγὴ θερμοτήτος ἐκλείπει. Ἐκτοτε ἡ ἀντινοβολουμένη θερμοτῆς δὲν ἀναπληροῦται ὑπὸ τῆς παραγομένης ἕνεκα συστολῆς τοῦ ἀστέρος καὶ οὗτος βαίνει ψυχόμενος καὶ συστελλόμενος. Οὕτω δὲ μετὰ τινα δισεκατομμύρια ἔτη καταλήγει συνήθως εἰς λευκὸν νάνον καὶ τέλος εἰς σκοτεινὸν σῶμα. Ἄν ἡ ἀρχικὴ μᾶζα ἀστέρος ὑπερβαίῃ πως τὰ  $\frac{3}{2}$  τῆς ἡλιακῆς μάζης, ὑπάρχει γνώμη ὅτι οὗτος θρυμματίζεται εἰς τεμάχια, τὰ ὁποῖα καταλήγουσιν εἰς λευκοὺς νάνους καὶ εἶτα εἰς σκοτεινοὺς τοιούτους. Ὁ ἡμέτερος Ἡλιος εὐρίσκεται εἰς τὸ στάδιον τῆς λειτουργίας τοῦ κύκλου τοῦ ἀνθρακος καὶ διὰ τοῦτο ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ἀνέρχεται βραδέως, ὡς καὶ ἄλλοτε εἴπομεν (§ 49 Δ').

**133. Παροδικοί ἀστέρες.**— Παρατηρήθησαν ἀστέρες τινές οἵτινες αἰφνιδίως ἐνεφανίσθησαν εἰς τὸν Οὐρανὸν καὶ ἀφ' οὗ ἔλαβον μεγίστην τινὰ λαμπρότητα, μετὰ τινα χρόνον βαθμηδὸν ἐξασθενούμενοι ἐξηφανίσθησαν ἐντελῶς ἢ διατηροῦνται μὲ ἀσθενεστάτην λαμπρότητα. Οὗτοι λέγονται παροδικοί ἢ νέοι ἀστέρες.

Ἀπὸ τοῦ Ἰπάρχου (2ος αἰὼν π. Χ.) παρατηρήθησαν διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ 35 περίπου νέοι ἀστέρες.

Ὁ α' τούτων παρατηρήθη ὑπὸ τοῦ Ἰπάρχου κατὰ τὸ ἔτος 134 π. Χ. (κατ' ἄλλους 125 π. Χ.)<sup>(1)</sup>. Ἡ ἐμφάνισις αὐτοῦ ἔδωκεν ἀφορμὴν εἰς τὸν Ἰπάρχον νὰ συντάξῃ τὸν πρῶτον συστηματικὸν κατάλογον τῶν ἀστέρων.

Ἄλλοι ἀξιοσημεῖωτοι παροδικοί ἀστέρες εἶναι οἱ ἐξῆς:

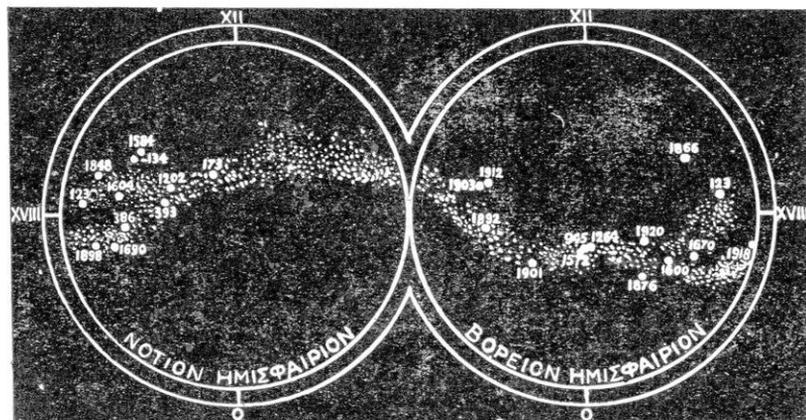
**Ὁ ἀστήρ τοῦ Tycho - Brahe.** Οὗτος ἐνεφανίσθη εἰς τὸν ἀστερισμὸν τῆς Κασσιότης ἐγγύτατα (1<sup>ο</sup> 31') τοῦ κ αὐτῆς κατὰ τὴν 27ην Νοεμβρίου 1572. Ἡ λαμπρότης τούτου ἔφθασε τὴν λαμπρότητα

1. Κατὰ τὰς τελευταίας ἀντιλήψεις οὗτος ἦτο λαμπρὸς κομήτης.

τῆς Ἀφροδίτης, ὅτε ἦτο ὁρατὸς καὶ ἐν πλήρει μεσημβρίᾳ. Ἐπειτα ἔβαιεν αὕτη μειομένη καὶ κατὰ τὸν Μάρτιον τοῦ 1574 ἐξηφανίσθη.

Ἀξιοσημεῖοι ἐπίσης εἶναι ὁ ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Ἡνίοχου ἐμφανισθεὶς τὸ 1892, ὁ ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Ἄετος τὸ 1918 καὶ ὁ ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Κύνκου ἐμφανισθεὶς τὸ 1920.

Οὐδὲν βέβαιον γνωρίζομεν περὶ τῶν αἰτίων, εἰς τὰ ὁποῖα ὀφείλεται ἡ ἐμφάνισις τῶν ἀστέρων τούτων. Πιθανὸν νὰ προέρχονται ἐκ συγκρούσεως δύο ἀστέρων ἢ μᾶλλον ἐκ συναντήσεως νεφελώδους μά-



Θέσεις τῶν κυριωτέρων παροδικῶν ἀστέρων.

ζης μετὰ σκοτεινοῦ ἢ ἀσθενοῦς λαμπρότητος σώματος, ἔνεκα τῆς ὁποίας ἀναπτύσσεται μεγάλη θερμότης καὶ φῶς.

Ἡ τελευταία αὕτη ἐκδοχὴ ἐνισχύεται ἐκ τῆς παρατηρήσεως ὅτι οἱ πλεῖστοι τῶν νέων ἀστέρων παρατηρήθησαν ἐντὸς τοῦ Γαλαξίου καὶ εἰς χώρας αὐτοῦ, εἰς τὰς ὁποίας δέχονται τὴν ὑπαρξιν διαχύτου κοσμικῆς ὕλης καὶ ὅτι πολλοὶ τῶν ἀστέρων τούτων ἔλαβον τελικῶς μορφήν νεφελώδους ἀστέρος.

Ἡ νεωτέρα ἐξήγησις εἶναι ὅτι οὗτοι ὀφείλονται εἰς ἐκρήξεις ἀερίων ἐπὶ ἀστέρων ἀσθενοῦς πρότερον λαμπρότητος. Αἱ προεξοχαὶ τοῦ Ἡλίου εἶναι παράδειγμα τοιούτων ἐκρήξεων.

**134. Περιοδικοὶ ἀστέρες.**— Ἡ λαμπρότης μερικῶν ἀστέρων μεταβάλλεται περιοδικῶς. Διὰ τοῦτο οὗτοι λέγονται **περιοδικοὶ ἀστέρες**.

Μᾶλλον ἀξιοσημεῖοι περιοδικοὶ ἀστέρες εἶναι οἱ ἑξῆς:

**Α')** **Ὁ ἀστήρ ο τοῦ Κήτους ἢ Θαυμάσιος.** Ἡ λαμπρότης αὐτοῦ βαίνει ἐπὶ τρεῖς μῆνας βαθμιαίως ἀξανομένη, μέχρις οὗ γίνῃ ἀστήρ 2<sup>ου</sup> μεγέθους. Ἐπειτα ἐλαττοῦται ὁμοίως ἐπὶ ἄλλους τρεῖς μῆνας καὶ γίνεται 12<sup>ου</sup> μεγέθους. Τὴν ἐλαχίστην ταύτην λαμπρότητα διατηρεῖ ἐπὶ πέντε μῆνας. Μετὰ ταῦτα δὲ ἄρχεται πάλιν βαθμιαία αὔξησις αὐτῆς.

Ἡ περίοδος λοιπὸν αὐτοῦ εἶναι 11 μῆνες. Εἶναι δὲ οὗτος κίτρινος, ὅταν ἔχη τὴν μεγίστην λαμπρότητα καὶ ὑπερκόκκινος κατὰ τὴν ἐλαχίστην. Ἀξιοσημεῖοτον ὅτι ὁ ἀστήρ οὗτος εἶναι γίγας κατὰ 30 ἑκατομμύρια φῶρας ὀγκωδέστερος τοῦ Ἡλίου.

**Β')** **Ὁ Ἄλγολ ἢ β τοῦ Περσέως.** Οὗτος ἐπὶ δύο ἡμέρας καὶ 13 ὥρας διατηρεῖ τὴν μεγίστην αὐτοῦ λαμπρότητα (2<sup>ου</sup> μεγέθους). Ἐπειτα ἐπὶ 4 ὥρας περίπου ἡ λαμπρότης του βαίνει ἐλαττομένη, μέχρις οὗ καταστῆ ἀστήρ 4<sup>ου</sup> μεγέθους. Μετὰ πάροδον 8<sup>π</sup> περίπου ἡ ἐλαχίστη αὐτοῦ λαμπρότης ἄρχεται βαθμιαίως ἀξανομένη καὶ μετὰ 4 ὥρας ὁ ἀστήρ καθίσταται πάλιν 2<sup>ου</sup> μεγέθους. Ἡ περίοδος λοιπὸν αὐτοῦ εἶναι 2<sup>ῆμ</sup> 21<sup>ῶν</sup> 8<sup>π</sup>.

**Γ')** **Ὁ β τῆς Λύρας.** Οὗτος ἔχει περίοδον 12 ἡμερῶν καὶ 22 ὥρων. Κατὰ τὴν διάρκειαν ταύτης λαμβάνει δύο μεγίστας τιμὰς τῆς λαμπρότητος αὐτοῦ (3<sup>ου</sup> μεγέθους) ἐναλλασσομένας μετὰ δύο ἐλαχίστας (4<sup>ου</sup> - 5<sup>ου</sup> μεγέθους).

Ἡ ἐξήγησις τῆς μεταβολῆς τῆς λαμπρότητος τῶν περιοδικῶν ἀστέρων βασίζεται ἐπὶ τῆς φύσεως τοῦ φάσματος αὐτῶν.

Τῶν περιοδικῶν τύπου Ἄλγολ ἡ φύσις τοῦ φάσματος δὲν μεταβάλλεται κατὰ τὴν περίοδον. Μόνον ἡ ἔντασις τῶν χρωμάτων αὐτοῦ ἀλλοιοῦται. Παραδέχονται λοιπὸν ὅτι ἡ μεταβολὴ τῆς λαμπρότητος ἐκάστου τοιοῦτου ἀστέρος ὀφείλεται εἰς περιστροφὴν περὶ αὐτὸν δορυφόρον, ὁ ὁποῖος τίθεται βαθμιαίως καὶ περιοδικῶς μεταξὺ ἡμῶν καὶ τοῦ ἀστέρος.

Ἄλλων περιοδικῶν τὸ φάσμα μεταβάλλει ὅψιν. Ἡ δὲ μεταβολὴ αὕτη φαίνεται ὅτι ὀφείλεται εἰς οὐσιώδεις τροποποιήσεις τῆς καταστάσεως αὐτῶν. Δὲν εἶναι δηλαδὴ ἀπίθανον ἢ ἐπιφανεια αὐτῶν νὰ ὑφίσταται ἀλλοιώσεις ἕνεκα ἐκρήξεων ἀερίων ἢ σχηματισμοῦ σκοτεινῶν

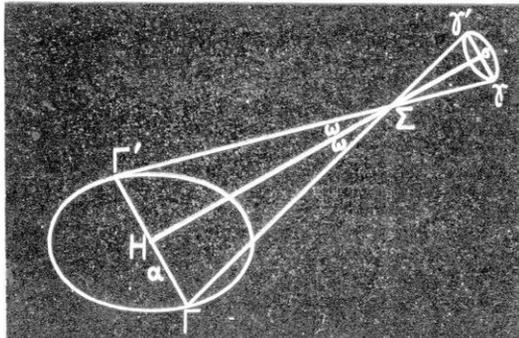
κηλίδων, ὅπως αἱ μεγάλαι καὶ περισσότεραι κηλίδες τοῦ Ἡλίου σχηματίζονται ἀνὰ 11 ἔτη.

Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἔτεινον νὰ ἐξηγήσωσιν ἄλλοτε τὴν μεταβολὴν τοῦ φάσματος τοῦ Θαυμασίου. Κατὰ τὸ ἔτος ὅμως 1923 ἀνεκαλύφθη ὅτι περὶ τὸν Θαυμασίον στρέφεται καὶ ἄλλος φωτειτὸς ἀστὴρ, ὅστις λέγεται **συννοδὸς** αὐτοῦ.

Ἐξηγεῖται δὲ ἤδη ἡ μεταβολὴ τοῦ φάσματος τοῦ Θαυμασίου ὡς προερχομένη ἐν μέρει ἀπὸ τὸ φῶς τοῦ συννοδοῦ αὐτοῦ.

Εἶναι ἐπίσης πιθανὸν ἡ μεταβολὴ τῆς λαμπρότητος τῶν περιοδικῶν τοῦ τύπου τοῦ  $\delta$  τῆς Λύρας νὰ ἀφείληται εἰς πλείονα αἷτια τοῦ ἐνός. Π.χ. εἰς τὴν παρουσίαν δορυφόρου καὶ εἰς τροποποιήσεις τῆς καταστάσεως τῆς ἀτμοσφαιρας αὐτῶν.

**135. Ἐτησίαι παράλλαξις τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.**—Ἐστὼ  $H$  (σχ. 79) τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου,  $\Sigma$  ἀπλανῆς ἀστὴρ, καὶ  $\Gamma\Gamma'$  ἡ ἐπι-



Σχ. 79.

τὴν  $\Sigma H$  κάθετος διάμετρος τῆς γῆνης τροχιάς. Ἡ γωνία  $H\Sigma\Gamma = \omega$ , ὑπὸ τὴν ὁποίαν ἐκ τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$  φαίνεται ἡ ἀκτίς  $H\Gamma = \alpha$  τῆς γῆνης τροχιάς καλεῖται **ἐτησίαι παράλλαξις** τοῦ ἀστέρος τούτου.

Ἐν  $\phi$  ἡ  $\Gamma\eta$  μετατίθεται ἐπὶ τῆς τροχιάς της, αἱ ἐν τῷ Οὐρανῷ φαινόμενα θέσεις τοῦ  $\Sigma$  μετατίθενται ἐπίσης συνεχῶς ἐπὶ ἐλλείψεως. Ταύτης ὁ μέγας ἄξων  $\gamma\gamma'$  εἶναι παράλληλος πρὸς τὴν Ἐκλειπτικὴν.

Ἐὰν μετρηθῇ ἡ γωνία τῶν εἰς τὰ ἄκρα τοῦ μεγάλου ἄξωνος τῆς

ἔλλειψεως ταύτης κατευθυνομένων ὀπτικῶν ἀκτίνων  $\Gamma\gamma'$ ,  $\Gamma'\gamma$  καὶ ληφθῆ τὸ ἥμισυ αὐτῆς, εὐρίσκεται προφανῶς ἡ ἔτησία παραλλάξις τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$ .

Ἡ ἔτησία παραλλάξις εἶναι πολὺ μικρά, πάντοτε μικροτέρα τοῦ  $1''$ . Ἐνεκα τούτου μόλις 100 περίπου ἀπλανῶν κατωρθώθη νὰ ὁρισθῆ ἡ ἔτησία παραλλάξις διὰ τῆς μεθόδου ταύτης.

Διὰ νεωτέρας μεθόδου τῆ βοηθεία τῆς φωτογραφίας κατωρθώθη νὰ ὁρισθῆ ἡ παραλλάξις περισσοτέρων τῶν 6000 ἀστέρων.

**136. Ἀπόστασις τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.**— Ἐκ τοῦ ὀρθογωνίου τριγώνου  $\Sigma\text{H}\Gamma$  (σχ. 79) προκύπτει ἡ ἰσότης  $(\text{H}\Gamma) = (\Sigma\Gamma) \eta\mu\omega$ , ὅθεν  $(\Sigma\Gamma) = \frac{(\text{H}\Gamma)}{\eta\mu\omega}$  ἢ, ἔνεκα τῆς σμικρότητος τῆς  $\omega$ ,  $(\Sigma\Gamma) = \frac{(\text{H}\Gamma)}{\omega}$ .

Ἄν δὲ ὑποθέσωμεν ὅτι  $\omega$  ἐκφράζει τὴν παραλλάξιν τοῦ  $\Sigma$  εἰς ἀκτίνια καὶ  $\delta$  τὴν αὐτὴν γωνίαν εἰς δευτεροῦλεπτα μοίρας, ἔπεται ὅτι

$$\frac{\delta}{\omega} = \frac{360 \times 60 \times 60}{2\pi}$$

καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἡ προηγουμένη ἰσότης γίνεται

$$(\Sigma\Gamma) = (\text{H}\Gamma) \frac{360 \times 60 \times 60}{2\pi\delta} = \frac{206\,265}{\delta} (\text{H}\Gamma) \text{ περίπου.} \quad (1)$$

Διὰ τὸν  $\alpha$  τοῦ Κενταύρου ἡ ἰσότης αὕτη γίνεται :

$(\Sigma\Gamma) = \frac{206\,265}{0,76} (\text{H}\Gamma) = 271\,400 (\text{H}\Gamma)$ , ἦτοι οὗτος ἀπέχει ἀφ' ἡμῶν ἀπόστασιν 271 400 φοράς μεγαλυτέραν τῆς ἀφ' ἡμῶν μέσης ἀποστάσεως τοῦ Ἡλίου. Ἐπειδὴ δὲ τὸ φῶς χρειάζεται 500<sup>δ</sup>, ἵνα ἔλθῃ ἀπὸ τοῦ Ἡλίου, ἔπεται ὅτι, ἵνα ἔλθῃ ἀπὸ τοῦ  $\alpha$  τοῦ Κενταύρου, χρειάζεται  $500 \times 271\,400 = 4,30$  ἔτη περίπου.

Ἡ μέση ἀπόστασις τῆς  $\Gamma\eta$  ἀπὸ τοῦ Ἡλίου λαμβάνεται ὡς μονὰς μήκους διὰ τὴν καταμέτρησιν μεγάλων ἀποστάσεων καὶ καλεῖται **ἀστρονομικὴ μονὰς**.

Διὰ μεγαλυτέρας ἀποστάσεις μεταχειρίζομεθα τὰ ἔτη φωτός, ἦτοι πρὸς δῆλωσιν τοιαύτης τινὸς ἀποστάσεως ὑπολογίζομεν πόσα ἔτη χρειάζεται τὸ φῶς, ἵνα διατρέξῃ αὐτήν.

Πλὴν τῶν δύο τούτων μονάδων μεταχειρίζονται ἀκόμη καὶ τρίτην μονάδα καλουμένην Parsec (Parallaxe d' une seconde = παραλλάξις ἐνὸς δευτερολέπτου). Οὗτο καλεῖται ἡ ἀπόστασις ἀστέρος ἔχον-

τος ἑτησίαν παραλλάξιν 1". Διὰ τοιοῦτον ἀστέρα ἡ ἰσότης (1) γίνεται  
 ( $\Sigma\Gamma$ ) = 206.265 (ΗΓ). =  $500^{\delta} \times 206\,265 = 3,26$  ἔτη φωτός.

### Πίναξ ἀστρικῶν τινων παραλλάξεων καὶ ἀποστάσεων

Ἄ σ τ ῆ ρ	Ἐτησία παραλλάξις	Ἀπόστασις	
		εἰς ἀστρονομικὰς μονάδας	Εἰς ἔτη φωτός
α Κενταύρου	0'',76	271 400	4,30
Σείριος	0'',37	557 475	8,8
Βέγας	0'',13	1 586 654	25
Πολικός	0'',07	2 946 643	46,6

Πλησιέστερος πρὸς τὴν Γῆν ἀπλανὴς θεωρεῖται μέχρι τοῦδε εἰς ἀστὴρ 13ου μεγέθους τοῦ Κενταύρου. Οὗτος ἀπέχει 4,28 ἔτη φωτός καὶ λέγεται ἐγγύτατος τοῦ Κενταύρου.

Εὐρίσκονται λοιπὸν οἱ ἀστέρες εἰς παμμειγίστας καὶ διαφορωτάτας ἀποστάσεις. Ὁ 61 τοῦ Κύνου εἶναι ὁ πρῶτος ἀπλανὴς ἀστὴρ, τοῦ ὁποίου ὑπελογίσθη ἡ ἀπὸ τῆς Γῆς ἀπόστασις. Αὕτη ἀνέροχεται εἰς 11 ἔτη φωτός περίπου καὶ ὑπελογίσθη ὑπὸ τοῦ Γερμανοῦ Bessel κατὰ τὸ 1838.

Ἐὰν οὗτοι ἐστρέφοντο περὶ τὴν Γῆν καὶ ἐντὸς 24 ὥρων, ἔπρεπε :

Α') Νὰ ἔχωσιν ὅλοι τὴν αὐτὴν γωνιώδη ταχύτητα. Τοῦτο δὲ δὲν εἶναι πιθανόν, διότι εἶναι ἀπειροπληθεῖς καὶ ἀνεξάρτητοι ἀλλήλων.

Β') Ἡ ταχύτης αὐτῶν ἔπρεπε νὰ εἶναι τεραστία. Ἐὰν π.χ. εἰς ἀστὴρ ἔγραφε τὸν οὐράνιον ἰσημερινὸν καὶ ἀπέιχεν ἓν ἔτος φωτός, ἔπρεπε νὰ ἔχη ταχύτητα 2 000 φορὰς μεγαλυτέρας τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός. Τοιαῦται δὲ ταχύτητες δὲν φαίνονται πιθαναί.

Προκύπτει ὅθεν ἐκ τούτων ἑτέρα ἔμμεσος ἀπόδειξις τῆς στροφῆς τῆς Γῆς περὶ ἄξονα.

### Ἄ σ κ ῆ σ ε ι ς

166 ) Ἡ ἑτησία παραλλάξις τοῦ Λαμπαδίου εἶναι 0'',10. Νὰ εὗρητε τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ.

167 ) Ἡ ἑτησία παραλλάξις τοῦ 61 τοῦ Κύνου εἶναι 0'',29. Νὰ εὗρητε τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ εἰς ἀ.μ. καὶ εἰς ἔτη φωτός.

168) Ἡ ἐτησία παράλλαξις τοῦ Ἄλταϊρ εἶναι 0'',23. Νὰ εὑρητε τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ εἰς ἀ.μ. καὶ εἰς ἔτη φωτός.

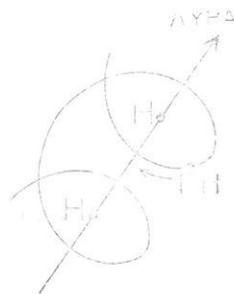
137. Ἰδία κινήσις τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.— Μέχρι τῶν ἀρχῶν τοῦ 18ου αἰῶνος οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες ἔθεωροῦντο ἀκίνητοι ἐν τῷ διαστήματι.

Ὁ Halley κατὰ τὸ ἔτος 1718 συνέκρινε τὰς θέσεις ἀστέρων τινῶν, αἱ ὁποῖα ἀναγράφονται ἐν τῇ Μαθηματικῇ Συντάξει τοῦ Πτολεμαίου, πρὸς τὰς ἐπὶ τῶν ἡμερῶν του καθορισθεῖσας. Οὕτω δὲ ἐβεβαιώθη ὅτι οὗτοι ἐκινήθησαν αἰσθητῶς ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας.

Βραδύτερον καὶ ὑπὸ ἄλλων ἀστρονόμων ἐβεβαιώθη ἡ ἰδία τῶν ἀπλανῶν κινήσις. Εἶναι δὲ αἱ κινήσεις αὗται βραδύταται.

Ἡ μεγίστη μετάθεσις ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας μόλις ἀνέροχεται εἰς 10'' ἐντὸς ἔτους. Διὰ τοὺς πλείστους ἀστέρας ἡ μετάθεσις αὕτη εἶναι περίπου 0'',1 ἐντὸς ἔτους.

Διὰ νὰ λάβωμεν σαφεστέραν ἰδέαν τῆς βραδύτητος ταύτης, παρατηροῦμεν ὅτι διὰ νὰ μετατεθῇ εἰς ἀστήρ κατὰ τὴν διάμετρον τοῦ δίσκου τῆς Σελήνης (§ 102), πρέπει νὰ παρῆλθωσι  $1889 : 0,1 = 18890$  ἔτη. Εἰς τὴν βραδείαν δὲ ταύτην κίνησιν καὶ εἰς τὴν μεγίστην ἀπόστασιν τῶν ἀστέρων ἀφ' ἡμῶν ὁφείλεται τὸ ἀμετάβλητον τῆς ὕψεως τοῦ Οὐρανοῦ ἀπὸ τῆς ἀρχαιότητος.



Σχ. 80.

Ἡ σπουδὴ τῆς ἰδίας ταύτης κινήσεως τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων ἤγαγεν εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι καὶ ὁ ἥλιος κινεῖται εἰς τὸ διάστημα παρασύρων μεθ' ἑαυτοῦ τοὺς πλανήτας μετὰ τῶν δορυφόρων τῶν καὶ τοὺς περιοδικοὺς κομήτας. Ἡ δὲ φαινομένη ἐν τῷ Οὐρανῷ ἐλαχίστη μετάθεσις τῶν ἀπλανῶν ἀπεδείχθη ὅτι εἶναι ἀποτέλεσμα τῶν συνδυασμῶν τῆς ἰδίας αὐτῶν κινήσεως καὶ τῆς κινήσεως ἡμῶν μετὰ τοῦ ἥλιου.

Τὸ σημεῖον τοῦ Οὐρανοῦ, πρὸς τὸ ὁποῖον διευθύνεται ὁ ἥλιος, λέγεται **κόρυμβος** (διεθνῶς apex). Κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τοῦ Herschel ὁ κόρυμβος κεῖται ἐγγὺς τοῦ λ τοῦ Ἡρακλέους. Ὑπὸ τῶν νεωτέρων ἀστρονόμων ὁ κόρυμβος τοποθετεῖται ὀλίγας μοίρας μακρὰν

τῆς θέσεως, τὴν ὁποίαν ὄρισεν ὁ Herschel, εἰς τὰ ὄρια τῶν ἀστερισμῶν Λύρας καὶ Ἡρακλέους.

Κατὰ τὴν κίνησιν ταύτην ὁ ἥλιος ἔχει ταχύτητα 18—20 χιλιομέτρων κατὰ δευτερόλεπτον.

Ἔνεκα τῆς κινήσεως ταύτης ἡ Γῆ οὐδέποτε ἐπιανέροχεται εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν τοῦ διαστήματος. Γράφει δὲ ἐν τῷ διαστήματι ἑλικοειδῆ καμπύλην περὶ τὴν κατεύθυνσιν τῆς κινήσεως τοῦ Ἡλίου (σχ. 80).

### Ἄσκησεις

169) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ μετατίθεται κατὰ 10'' ἐτησίως. Νὰ εὑρητε εἰς πόσον χρόνον ἢ μετάθεσίς του ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαιρας θὰ γίνῃ ἴση πρὸς τὴν μέσση τιμὴν τῆς φαινομένης διαμέτρου τῆς Σελήνης.

170) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ μετατίθεται κατὰ 0'',1 ἐτησίως. Νὰ εὑρητε εἰς πόσον χρόνον θὰ μετατεθῇ κατὰ τὴν μέσση τιμὴν τῆς φαινομένης ἡμιδιαμέτρου τοῦ Ἡλίου.

171) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ μετατίθεται κατὰ 0'',2 ἐτησίως. Νὰ εὑρητε μετὰ πόσον χρόνον ἢ μετάθεσίς του θὰ γίνῃ ἴση πρὸς τὴν ἑτησίαν παράλλαξιν τοῦ πολικοῦ ἀστέρος καὶ μετὰ πόσον χρόνον ἴση πρὸς τὴν ἑτησίαν παράλλαξιν τοῦ α τοῦ Κενταύρου.

**113. Νεφελώματα.**— Διὰ τῶν τηλεσκοπίων διακρίνονται εἰς τὸν Οὐρανὸν διάφορα μικρὰ ὑπόλευκα νέφη. Ταῦτα λέγονται γενικῶς **νεφελώματα** ἢ **νεφελοειδεῖς ἀστέρες**.

Διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ κατὰ τὰς αἰθρίας ἀσελήνους νύκτας φαίνεται τὸ ἐν τῷ ἀστερισμῷ τῆς Ἀνδρομέδας, τὸ ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Ὠρίωνος καὶ τὰ δύο νέφη τοῦ Μαγγελάνου πλησίον τοῦ νοτίου πόλου τοῦ Οὐρανοῦ.

Δι' ἰσχυρῶν τηλεσκοπίων ἢ καὶ δια τῆς φωτογραφίας νεφελώματά τινα φαίνονται ἀποτελούμενα ἐκ πλήθους ἀστέρων, τοὺς ὁποίους ἀδυνατοῦμεν νὰ διακρίνωμεν ἀπ' ἀλλήλων διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Ταῦτα λέγονται γενικῶς **νεφελώματα** ἢ **ἀστρικά συστροφαῖ** ἢ καὶ ἀπλῶς **συστροφαῖ**. Τὸ νεφέλωμα τοῦ Ἡρακλέους π.χ. εἶναι διαλυτὸν νεφέλωμα, ἦτοι συστροφὴ ἀστέρων περιέχουσα περὶ τοὺς 100.000 ἀστέρας ἐγγύτατα ἀλλήλων κειμένους πλὴν τῶν συσσωρευμένων εἰς τὸ κέντρον.

Ἄλλα νεφελώματα καὶ διὰ τῶν ἰσχυροτάτων τηλεσκοπίων φαίνονται ὡς **νέφη ὑπόλευκα**. Πολλὰ τούτων παρουσιάζουσι φάσμα ὅμοιον



Νεφέλωμα τῆς Ἀνδρομέδας.

πρὸς τὸ φάσμα τῶν ἀπλανῶν. Ταῦτα ἐπομένως εἶναι διαλυτὰ νεφε-  
λώματα.

Ἄλλων δὲ τὸ φάσμα παρουσιάζει λαμπρὰς γραμμὰς ἐπὶ μέλανος βάθους ὡς τὸ φάσμα τῶν διαπύρων ἀερίων. Ταῦτα λοιπὸν εἶναι σωροὶ κοσμικῆς ὕλης εἰς ἀερώδη καὶ διάπυρον κατάστασιν πρὸ πάντων



Σπειροειδῆ νεφελώματα εἰς τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Πηγᾶσου ὑπὸ ὀκταπλασίαν μεγέθυνσιν τῆς φωτογραφίας αὐτῶν.

ὑδρογόνου καὶ ἡλίου. Ταῦτα λέγονται **ἀδιάλυτα νεφελώματα**, ἤτοι ταῦτα εἶναι κυρίως νεφελώματα.

Παρατηρήθησαν ὅμως καὶ νεφελώματα ἐν μέρει μόνον διαλυθέντα εἰς ἀστέρας, κατὰ δὲ τὰ λοιπὰ εἶναι ἀδιάλυτα. Ταῦτα εὐρίσκονται ἐκτὸς τοῦ Γαλαξίου καὶ εἰς παμμεγίστας ἀφ' ἡμῶν ἀποστάσεις. Ταῦτα λέγον-

ται **σπειροειδή νεφελώματα** ἐκ τοῦ σπειροειδοῦς σχήματος τῶν πλείστον τούτων. Σπειροειδή νεφελώματα εἶναι π.χ. τὸ νεφέλωμα τοῦ Περσέως τῆς Ἀνδρομέδας καὶ ἑκατομύρια ἄλλων.

**139. Γαλαξίας.** — Ὁ Γαλαξίας εἶναι μακρά, στενή, ὑπόλευκος καὶ νεφελώδης ταινία, τὴν ὁποίαν βλέπομεν εἰς τὸν Οὐρανὸν κατὰ πᾶσαν αἰθρίαν καὶ ἀσέληνον νύκτα. Ἡ ταινία αὕτη φέρεται ἐκ τῶν ΒΑ πρὸς τὰ ΝΔ καὶ διχάζεται κατὰ τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Κύνου.

Πρῶτος ὁ Γαλιλαῖος ἔστρεψε τὸ τηλεσκόπιον πρὸς τὸν Γαλαξίαν καὶ διέκρινεν ἐπ' αὐτοῦ πλῆθος ἀστέρων, τοὺς ὁποίους ἀδυνατοῦμεν νὰ χωρίσωμεν ἀπ' ἀλλήλων διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ, ὡς ὁ Δημόκριτος προεῖπεν.

Αἱ νεώτεραι ἔρευναι καὶ ἡ φασματοσκοπικὴ ἐξέτασις τῶν διαφορῶν μερῶν τοῦ Γαλαξίου ἀποδεικνύει ὅτι οὗτος ἀποτελεῖται ἀπὸ πολυαριθμοὺς ἀστέρας, ἀπὸ ἀστρικὰς συστροφὰς καὶ ἀπὸ ἀδιάλυτα νεφελώματα. Φέρει δὲ καὶ διάφορα σκοτεινὰ μέρη, τὰ ὁποῖα καλοῦνται **σάκκοι ἀνθράκων**. Ἐπειδὴ δὲ ἐντὸς αὐτῶν ἔχουσι παρατηρηθῆ οἱ πλείστοι παροδικοὶ ἀστέρες, συμπεραίνουσιν ὅτι τὰ σκοτεινὰ ταῦτα μέρη περιέχουσι κοσμικὴν ὕλην σκοτεινὴν καὶ ἀραιοτάτην.

Τὰ ἐντὸς τοῦ Γαλαξίου κείμενα νεφελώματα λέγονται **Γαλαξιακὰ νεφελώματα**. Τοιαῦτα π.χ. εἶναι τὰ νεφελώματα Λύρας, Ὁρίωνος καὶ ἄλλα.

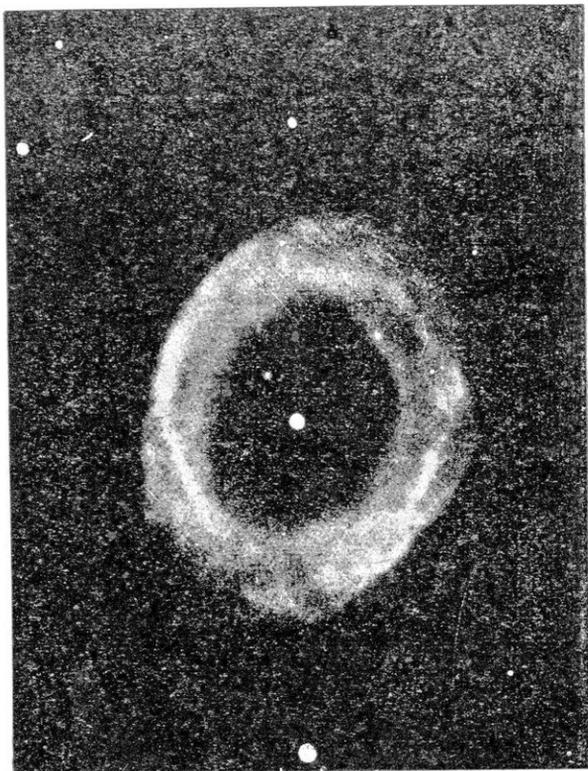
Ἐκ τῆς μετρήσεως τῶν ἀποστάσεων πολλῶν μερῶν τοῦ Γαλαξίου, ἐκ τῆς φύσεως τῶν μερῶν τούτων καὶ ἐκ τοῦ τρόπου τῆς διανομῆς αὐτῶν τείνουσιν οἱ νεώτεροι ἀστρονόμοι νὰ σχηματίσωσι τὴν ἐξῆς γνώμην περὶ τοῦ Γαλαξίου.

Οὗτος εἶναι τεράστιον ἀστρικὸν συγκρότημα ἀστρικῶν νεφῶν καὶ ἀστέρων, ἧτοι ἐν σπειροειδὲς νεφέλωμα. Ἔχει δὲ οὗτος σχῆμα ἀμφικύρτου φακοῦ μὲ ἐν ἐπίπεδον συμμετρίας τὸν **Γαλαξιακὸν ἰσημερινὸν** καὶ δύο πόλους. Ἡ διάμετρος τούτου κατὰ νεωτέρας ἐρεῦνας ἔχει μῆκος 100 000 ἐτῶν φωτὸς περίπου καὶ τὸ πάχος του κατὰ τὸ κέντρον εἶναι 10 000 ἐτῶν φωτὸς περίπου.

Τὸ κέντρον κεῖται εἰς τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Τοξότου κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ὁποίου παρατηρεῖται τὸ φωτεινότερον τμήμα τοῦ Γαλαξίου, ἡ κεντρικὴ Γαλαξιακὴ συμπύκνωσις ἀστέρων.

Τὰ ἄλλα ἀστρικὰ νέφη ἀποτελοῦσι τοὺς κόμβους καὶ τὰς συμπυκνώσεις τῶν σπειρῶν τοῦ συγκροτήματος.

Ὁ ἥλιος εὐρίσκεται πλησίον τοῦ κέντρου μιᾶς τῶν συμπυκνώσεων τούτων, ἣτις λέγεται **τοπικὸν σμῆνος**. Ἀπέχει δὲ ὁ ἥλιος ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ Γαλαξίου 33 000 ἔτη φωτὸς περίπου (1).



Δακτυλιοειδὲς νεφέλωμα τῆς Λύρας ὑπὸ εἰκοσαπλασίαν μεγέθυνσιν φωτογραφίας αὐτοῦ.

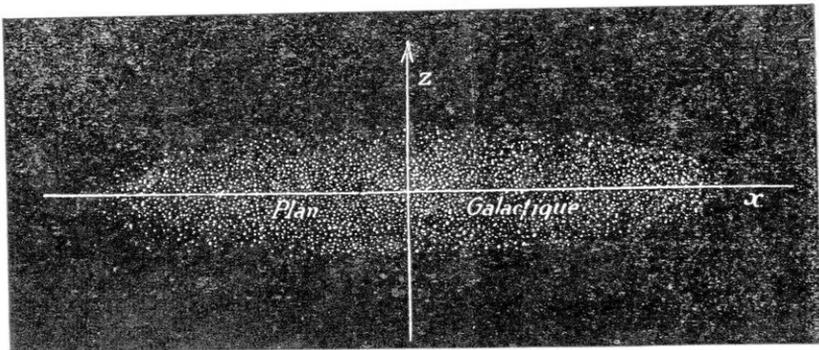
Κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ Γαλαξιακοῦ ἰσημερινοῦ οἱ ἀστέρες εἶναι πολυάριθμοι καὶ προβάλλονται ἐγγύτατα ἀλλήλων ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ

1. Τὴν περὶ τοῦ Γαλαξίου τοιαύτην γνώμην καὶ τὸ πλεῖστον τῆς ἐπομένης παραγράφου παρελάβομεν ἐκ σχετικῆς μελέτης τοῦ διακεκριμένου παρ' ἡμῖν ἀστρονόμου κ. Σ. Πλακίδου.

σφαίρας. Κατὰ διεύθυνσιν δὲ παράλληλον πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ φακοῦ περὶ τοὺς Γαλαξιακοὺς πόλους οἱ ἀστέρες εἶναι ὀλιγώτεροι καὶ προβάλλονται περισσότερον κεχωρισμένα ἀλλήλων.

**140. Τὸ Σύμπαν.** — Κατὰ τὰς ἐκτεθείσας ἀντιλήψεις ἐντὸς τοῦ διαστήματος εὐρίσκονται δίκην νήσων ἐγκατεσπαρμένα ἑκατομμύρια σπειροειδῶν νεφελωμάτων ἀναλόγων πρὸς τὸν Γαλαξίαν, ὅστις εἶναι μία τῶν νήσων τούτων

Αἱ ἀποστάσεις τῶν νεφελωμάτων τούτων ἀπ' ἀλλήλων καὶ ἀπὸ τὸν Γαλαξίαν εἶναι ἰλιγγιωδῶς τεράστια. Ἐγγύτερον πρὸς τὸν Γαλα-



Τομή Γαλαξίου δι' ἐπιπέδου διερχομένου διὰ τῶν πόλων αὐτοῦ.

ξίαν νεφέλωμα εἶναι τὸ **τῆς Ἀνδρομέδας**. Μέχρις ἐσχάτων ἡ ἀπόστασις αὐτοῦ ἐξετιμᾶτο εἰς 750.000 ἔτη φωτός. Νεώτατοι ὅμως παρατηρήσεις καὶ ὑπολογισμοὶ ἀναβιάζουν αὐτὴν εἰς 1.500.000 ἔτη φωτός. Ἐσχάτως δὲ διὰ τοῦ κατοπτρικοῦ τηλεσκοπίου τοῦ Ἀστεροσκοπίου τοῦ ὄρους Palomar ἐφωτογραφήθη νεφέλωμα, τὸ ὁποῖον ἀπέχει ἡμῶν περὶ τὸ ἓν δισεκατομμύριον ἔτη φωτός. Κατὰ τοὺς τελευταίους χρόνους διεπιστώθη ὅτι παραδόξως τὰ νεφελώματα ταῦτα ἀπομακρύνονται τοῦ Γαλαξίου καὶ ἀλλήλων καὶ μάλιστα ταχύτερον οἱ ἀπώτερον ἡμῶν κείμενοι. Τὸ μέχρις ὥρας ἀνεξήγητον τοῦτο φαινόμενον λέγεται **διαστολὴ τοῦ Σύμπαντος**.

Ἐκαστον τῶν νεφελωμάτων τούτων περιέχει, πλὴν ἄλλων, δισεκατομμύρια ἀστέρων. Οὕτω κατὰ τινα στατιστικὴν ὁ Γαλαξίας περιέχει

περὶ τὰ 37 δισεκατομμύρια ἀστέρων. Ἐπειδὴ ὅμως τὰ φωτεινὰ καὶ μὴ τοιαῦτα Γαλαξιακὰ νεφελώματα ἀποκρύπτουσι ἀφ' ἡμῶν πολλοὺς ἀστέρας του, δὲν ἀποκλείεται νὰ ἔχη οὗτος περὶ τὰ 100 δισεκατομμύρια ἀστέρας, ὡς τινες ἰσχυρίζονται. Πολλοὶ τούτων δὲν ἀποκλείεται νὰ εἶναι κέντρα ἰδίου ἡλιακοῦ συστήματος, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἀπὸ πλανήτας μετὰ ἢ ἄνευ δορυφόρων, ἀπὸ κομήτας καὶ μετεωρίτας. Ἡ λεπτολόγος μάλιστα σπουδὴ τῶν κινήσεων τῶν διπλῶν ἀστέρων ἀπεκάλυψεν ἀπὸ τοῦ 1943 τὴν ὑπαρξίν ὃ ἀπλανῶν, ὧν ἕκαστος συνοδεύεται ὑπὸ ἑτεροφώτου ἀστέρος τῆς τάξεως τοῦ Διός, ἥτοι ὑπὸ πλανήτου. Εἰς τῶν ἀπλανῶν τούτων εἶναι ὁ 61 τοῦ Κύνου.

Ἄν κάμωμεν ἀνάλογον σκέψιν δι' ἕκαστον τῶν ἑκατομμυρίων ἄλλων σπειροειδῶν νεφελωμάτων, ἠλιγιῶμεν πρὸς τοῦ ἀσυλλήπτου πλήθους τῶν Κόσμων τοῦ Σύμπαντος καὶ ἀναφωνοῦμεν «ΩΣ ΕΜΕΓΑΛΥΝΘΗ ΤΑ ΕΡΓΑ ΣΟΥ, ΚΥΡΙΕ, ΠΑΝΤΑ ΕΝ ΣΟΦΙΑ ΕΠΟΙΗΣΑΣ».

### Ἀσκήσεις πρὸς γενικὴν ἐπανάληψιν.

172 ) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ ἔχων  $\alpha = 15^{\text{ω}}$ .  $20^{\text{π}}$ . ἀνατέλλει ἐν τινι τόπῳ τὴν 6<sup>ην</sup> ἀστρικήν ὥραν. Νὰ εὑρητε πόσον μοιρῶν κ.τ.λ. εἶναι τὸ ἡμερήσιον τόξον τῆς τροχιᾶς αὐτοῦ.

173 ) Ἐνὸς ἀπλανοῦς ἀστέρος τὸ ἡμερήσιον τόξον εἶναι  $200^{\circ}$ . Ἄν ἀνατέλλῃ τὴν  $2^{\text{ω}}$ .  $10^{\text{π}}$ , νὰ εὑρητε πόση εἶναι ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ αὐτοῦ.

174 ) Ἀστήρ ἔχων  $\delta = 35^{\circ}$   $15'$   $20''$  μεσουραεῖ ἄνω ἐν τινι τόπῳ εἰς ὕψος  $47^{\circ}$   $12'$   $42''$ . Νὰ εὑρητε πόσον εἶναι τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τοῦ τόπου τούτου.

175 ) Εἰς ἀειφανῆς ἀστήρ μεσουραεῖ ἄνω εἰς ὕψος  $50^{\circ}$  καὶ εἰς τόπον, ὅστις ἔχει γεωγραφικὸν πλάτος  $40^{\circ}$  Β. Νὰ εὑρητε πόσον ὕψος ἔχει ὁ ἀστήρ οὗτος κατὰ τὴν κάτω μεσουράνησίν του ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ.

176 ) Ἀπλανῆς ἀστήρ ἀνατέλλει τὴν  $2^{\text{ω}}$ .  $24^{\text{π}}$ . συγχρόνως μὲ τὸ  $\gamma$  ἐν τόπῳ ὅστις ἔχει γεωγραφικὸν πλάτος  $30^{\circ}$   $25'$  Β. Μεσουραεῖ δὲ οὗτος ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ 2 ὥρας βραδύτερον τοῦ  $\gamma$ , εἰς ὕψος  $69^{\circ}$   $35'$ . Νὰ εὑρεθῶσιν αἱ ὀδρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ ἀστέρος τούτου.

177 ) Ἀπλανῆς ἀστήρ μεσουραεῖ ἄνω ἐν Ἀθήναις  $4^{\text{ω}}$ .  $12^{\text{π}}$   $20^{\delta}$ . βραδύτερον τοῦ Σειρίου ( $\alpha = 6^{\text{ω}}$ .  $41^{\text{π}}$   $56^{\delta}$ .) καὶ εἰς ὕψος  $67^{\circ}$   $10'$ . Νὰ εὑρεθῶσιν αἱ ὀδρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ ἀστέρος τούτου

178 ) Νὰ εὑρεθῆτε πόση εἶναι ἡ ἐλαχίστη τιμὴ τῆς ἀποκλίσεως τῶν ἀστέρων, οἵτινες οὐδέποτε δύνουν ἐν Ἀθήναις.

179 ) Νὰ εὑρεθῆτε εἰς πόσῃν ζενιθίαν ἀπόστασιν μεσουρανεῖ ἄνω ἐν Ἀθήναις ἀστὴρ ἔχων ἀπόκλισην  $62^{\circ} 15' 35''$  καὶ εἰς πόσῃν κάτω.

180 ) Τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τῶν Παρισίων εἶναι  $48^{\circ} 50' 10''$ , 7 B. Νὰ εὑρεθῆ τὸ ἡμερήσιον τόξον ἀστέρος ὁρωμένου ἐκ Παρισίων, ὅστις ἔχει ἀπόκλισην  $41^{\circ} 9' 49''$ , 3.

181 ) Δύο τόποι A καὶ B κείμενοι ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ παραλλήλου ἔχουσιν ἀντιστοιχῶς μῆκη  $43^{\circ} 17'$  καὶ  $46^{\circ} 41'$  ἀνατολικά. Τὸ μῆκος δὲ τοῦ μεταξὺ αὐτῶν περιεχομένου τόξου τοῦ παραλλήλου αὐτῶν εἶναι 261 χιλιόμετρα. Νὰ εὑρεθῆ τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τῶν τόπων τούτων.

182 ) Νὰ εὑρεθῆ ἡ ταχύτης, μεθ' ἧς στρέφεται ἐκ Δ πρὸς Α τόπος ἔχων γεωγραφικὸν πλάτος  $37^{\circ} 58' 20''$ .

183 ) Νὰ εὑρεθῆτε πόσον εἶναι τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τόπου, ὅστις ἔχει ταχύτητα 81 μ κατὰ δευτερόλεπτον κατὰ τὴν ἐκ Δ πρὸς Α τροφὴν του.

184 ) Νὰ ἀποδειχθῆ ὅτι, ἂν φ εἶναι τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τόπου τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς, δ ἡ ἀπόκλιση τοῦ Ἡλίου κατὰ τινα ἡμέραν καὶ  $\varphi + \delta = 90^{\circ}$ , ἡ ἡμέρα αὕτη διαρκεῖ εἰς τὸν τόπον τοῦτον 24 ὥρας. Ἄν δὲ εἶναι  $\varphi + \delta > 90^{\circ}$ , ἡ ἡμέρα διαρκεῖ εἰς τὸν τόπον τοῦτον περισσότερον τῶν 24 ὥρῶν.

185 ) Νὰ ἀποδειχθῆ ὅτι κατὰ τὴν θερινὴν τροπὴν ὅλοι οἱ τόποι τῆς Γῆς, οἵτινες ἔχουσι βόρειον γεωγραφικὸν πλάτος  $\varphi > 66^{\circ} 33'$ , ἔχουσι μίαν μακρὰν ἡμέραν ( $> 24$  ὥρῶν). Οἱ δὲ ἀντίστοιχοι τόποι τοῦ νοτίου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς ἔχουσι μίαν μακρὰν νύκτα.

186 ) Εἰς τόπον ἔχοντα γεωγραφικὸν πλάτος  $38^{\circ}$  ὑφῆται κατακόρυφος πύργος ὕψους 35 μέτρων, Νὰ εὑρεθῆ τὸ μῆκος τῆς σκιάς αὐτοῦ κατὰ τὴν μεσημβριάν τῆς ἡμέρας, καθ' ἣν ἡ ἀπόκλιση τοῦ Ἡλίου εἶναι  $-12^{\circ} 20'$ .

187 ) Νὰ εὑρεθῆτε τὸ ὕψος τοῦ δένδρου, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται εἰς βόρειον γεωγραφικὸν πλάτος  $40^{\circ}$  καὶ ρίπτει σκιάν  $2\sqrt{3}$  μέτρων τὴν μεσημβριάν τῆς ἡμέρας, καθ' ἣν ἡ ἀπόκλιση τοῦ Ἡλίου εἶναι  $10^{\circ}$ .

188 ) Ἀπλανὴς ἀστὴρ μεσουρανεῖ κάτω εἰς τὸν Βορρῶν τόπον ἔχοντος γεωγραφικὸν πλάτος  $27^{\circ}$  B. Νὰ εὑρεθῆτε τὸ μέγιστον ὕψος, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ λάβῃ οὗτος ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ.

189 ) Εἰς τόπος ἔχει γεωγραφικὸν πλάτος  $28^{\circ}$ . Νὰ εὑρεθῆτε πόσον

μέρος τοῦ ὠριαίου τοῦ Ζενίθ εὐρίσκεται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα αὐτοῦ καὶ πόσον ὑπ' αὐτόν. Τὸ αὐτὸ καὶ διὰ τὸ ὠριαῖον τοῦ Ναδίρ·

190 ) Νὰ εὑρητε εἰς ποίους τόπους οὐδέποτε ἀνατέλλει ὁ Rigel, ὅστις ἔχει  $\delta = - 8^{\circ} 17' 5''$ ;

191 ) Νὰ εὑρητε τὴν ἀπόκλισιν ἀστέρος, ὅστις κατὰ τὴν κάτω ἐν Ἀθήναις μεσημβρινῇ του εὐρίσκεται ἐπὶ τοῦ ὀρίζοντος τῶν Ἀθηνῶν.

192 ) Νὰ εὑρεθῇ ὁ λόγος τῆς μεγίστης πρὸς τὴν ἐλαχίστην ἀπόστασιν τῆς Σελήνης ἀπὸ τῆς Γῆς.

193 ) Νὰ διακρίνητε, ἂν τὸν χειμῶνα ἢ τὸ θέρος σημειοῦνται τὰ μεγαλύτερα μεσημβρινὰ ὕψη τοῦ κέντρου τοῦ δίσκου τῆς Πανσελήνου εἰς τοὺς τόπους τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς καὶ διατί;

194 ) Νὰ εὑρητε τὴν μεγίστην ἀποχὴν τῆς Γῆς διὰ παρατηρητὴν κείμενον ἐπὶ τοῦ Διός.

195 ) Ὁ Ποσειδῶν ἀπέχει τοῦ Ἡλίου 30 ἀστρονομικὰς μονάδας. Νὰ εὑρητε τὸν χρόνον τῆς περιφορᾶς αὐτοῦ περὶ τὸν Ἡλιον.

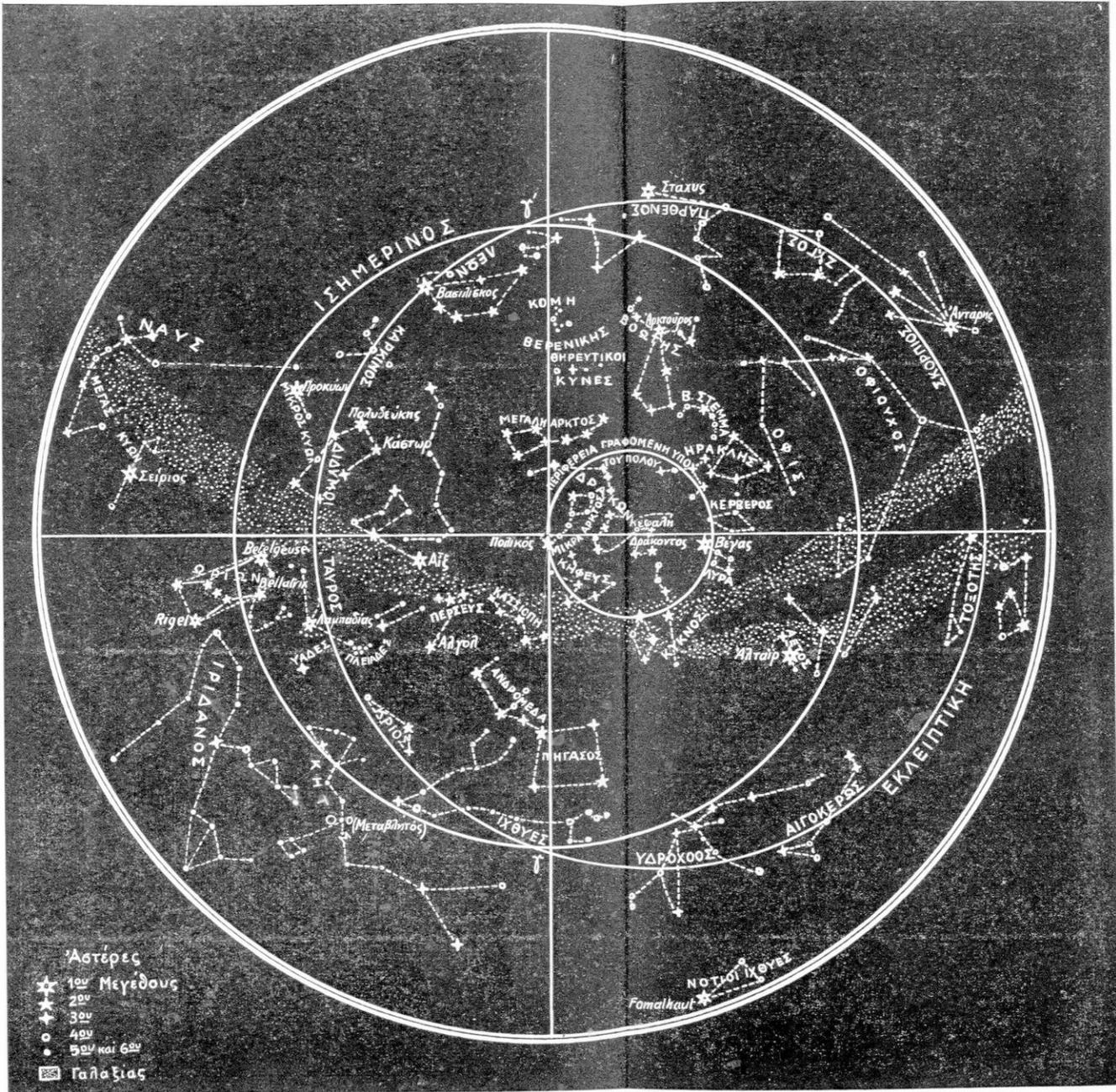
196 ) Ὁ πλανήτης Οὐρανὸς περιφέρεται περὶ τὸν Ἡλιον εἰς 84 ἔτη καὶ 7 ἡμέρας. Νὰ εὑρητε τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ Ἡλίου εἰς ἀστρονομικὰς μονάδας.

197 ) Ἡ περιήλιος ἀπόστασις τοῦ κομήτου τοῦ Faye εἶναι 1,666, ἢ δὲ ἀφήλιος 5,966 ἀστρονομικαὶ μονάδες. Νὰ εὑρητε τὸν χρόνον τῆς περιφορᾶς αὐτοῦ περὶ τὸν Ἡλιον.

198 ) Ὁ κομήτης τοῦ Perrine περιφέρεται περὶ τὸν Ἡλιον εἰς 6,454 ἔτη καὶ ἡ περιήλιος ἀπόστασίς του εἶναι 1,1727 ἀστρονομικαὶ μονάδες. Νὰ εὑρητε τὴν ἀφήλιον ἀπόστασιν αὐτοῦ εἰς χιλιόμετρα.

199 ) Ὁ Πολικὸς ἀστὴρ ἔχει ἔτησίαν παράλλαξιν  $0''$ , 07. Νὰ εὑρητε τὴν ἀπόστασίν του εἰς ἀστρονομικὰς μονάδας, εἰς ἔτη φωτὸς καὶ εἰς μονάδας Parsec.

200 ) Ὁ Ἀρκτοῦρος ἀπέχει τῆς Γῆς 11 000 000 ἀστρονομικὰς μονάδας. Νὰ εὑρητε τὴν ἔτησίαν παράλλαξιν αὐτοῦ.



ΧΑΡΤΗΣ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΑΣΤΕΡΙΣΜΩΝ

# ΠΙΝΑΞ ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

### Η ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΣΦΑΙΡΑ

#### Κεφάλαιον Α'

Σύντομος ἐπισκόπησις τῶν φαινομένων κινήσεων τῶν ἀστέρων.  
Τὸ Κοπερνίκειον σύστημα . . . . . Σελ. 9—20

#### Κεφάλαιον Β'

Θέσις ἀστέρος ἐπὶ τῆς Οὐρανίου σφαίρας. Ἐξᾶς, Θεοδόλιχος.  
Γνώμων, Νόμοι τῆς φαινομένης ἡμερησίας κινήσεως τῆς Οὐ-  
ρανίου σφαίρας. Μεσημβρινὸν τηλεσκόπιον καὶ χρῆσις αὐτοῦ. » 20—44

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

### Ο ΗΛΙΟΣ

#### Κεφάλαιον Α'

Φαινομένη κίνησις τοῦ Ἡλίου. Φαινομένη διάμετρος καὶ τροχὸς  
τοῦ Ἡλίου. Νόμος τῶν ἐμβαδῶν. Ὁρᾶι τοῦ ἔτους . . . » 44—53

#### Κεφάλαιον Β'

Μέτρησις τοῦ χρόνου. Ἀληθὴς καὶ μέσος ἡλιακὸς χρόνος. Ἐξί-  
σωσις τοῦ χρόνου. Ἐπίσημος ὥρα. Τροπικὸν καὶ ἀστρικὸν  
ἔτος. Ἡμερολόγια . . . . . » 53—64

#### Κεφάλαιον Γ'

Σύστασις, ἀπόστασις, σχῆμα καὶ μέγεθος τοῦ Ἡλίου . . . » 64—79

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

## ΟΙ ΠΛΑΝΗΤΑΙ

## Κεφάλαιον Α'

Αί κινήσεις τῶν πλανητῶν. Νόμοι τοῦ Κεπλέρου. Μεγάλοι πλανῆται καὶ δορυφόροι αὐτῶν. Τηλεσκοπικοὶ πλανῆται. Σύνοδος, ἀντίθεσις καὶ ἀποχὴ πλανήτου. Φάσεις πλανητῶν. Ἐξήγησις τῶν φαινομένων κινήσεων τῶν πλανητῶν. Νόμος τῆς παγκοσμίου ἔλξεως . . . . . Σελ. 79 — 91

## Κεφάλαιον Β'

Περιγραφή τῶν μεγάλων πλανητῶν. Ζωδιακὸν φῶς. . . . . « 91 — 109

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

## Η Γ Η

## Κεφάλαιον Α'

Σχῆμα καὶ μέγεθος τῆς Γῆς. Γεωγραφικαὶ συντεταγμένα τόπου. » 109 — 125

## Κεφάλαιον Β'

Αί κινήσεις τῆς Γῆς. Διαδοχὴ τῶν ἡμερῶν καὶ νυκτῶν. Ἐπισότης τῶν ἡμερῶν καὶ νυκτῶν. Μεταβολὴ καὶ διανομὴ τῆς θερμοκρασίας. Ζῶναι τῆς Γῆς Ἄτμοσφαιρικὴ διάθλασις. . . . . » 125 — 143

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

## Η Σ Ε Λ Η Ν Η

## Κεφάλαιον Α'

Κινήσεις, ἀπόστασις, φάσεις, κατάστασις καὶ μέγεθος τῆς Σελήνης. . . . . » 143 — 159

## Κεφάλαιον Β'

Αί ἐκλείψεις τῆς Σελήνης καὶ τοῦ Ἡλίου . . . . . » 159 — 166

ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΚΤΟΝ  
ΚΟΜΗΤΑΙ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΑ

Κεφάλαιον Α'

Κομήται, σύστασις, σχῆμα καὶ τροχιά αὐτῶν. Περιοδικοί κομήται. . . . . Σελ. 167—173

Κεφάλαιον Β'

Μετέωρα. Διάττοντες ἀστέρες. Βολίδες καὶ αερόλιθοι. . . . » 173—176

ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΒΔΟΜΟΝ  
ΑΠΛΑΝΕΙΣ ΑΣΤΕΡΕΣ ΚΑΙ ΝΕΦΕΛΩΜΑΤΑ

Κεφάλαιον Α'

Οἱ κυριώτεροι ἀστερισμοὶ . . . . . » 177—184

Κεφάλαιον Β'

Σύντομος σπουδὴ τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων καὶ νεφελωμάτων. Διπλοὶ καὶ πολλαπλοὶ ἀστέρες. Νεφελώματα. Γαλαξίας. Τὸ σύμπαν. . . . . » 184—204

Ἀσκήσεις πρὸς γενικὴν ἐπανάληψιν. . . . . » 204—206

Τὰ ἀντίτυπα τοῦ βιβλίου, φέρουσι τὸ κάτωθι βιβλιοσημον, εἰς ἀπόδει-  
ξιν τῆς γνησιότητος αὐτοῦ.

Ἐπίτυπον στερούμενον τοῦ βιβλιοσήμου τούτου θεωρεῖται κλεψίτυπον.  
Ὁ διαθέτων, πωλῶν ἢ χρησιμοποιῶν αὐτὸ διώκεται κατὰ τὰς διατάξεις τοῦ  
ἄρθρου 7 τοῦ νόμου 1129 τῆς 15 21 Μαρτίου 1946 ( Ἐφ. Κυβ. 1946, Α 108 ).



024000019950

ΕΚΔΟΣΙΣ Ζ΄, 1959 ( VII ) — ΑΝΤΙΤΥΠΑ 15.000 — ΣΥΜΒΑΣΙΣ 956/27-5-59

Ἐκτύπωσις — Βιβλιοδεσία Τυπογραφείον “ Π Α Τ Ρ Ι Σ ”, Ε. Π. Ε.

24139 σμγ

Καλίνα Λού Χιώτη

500