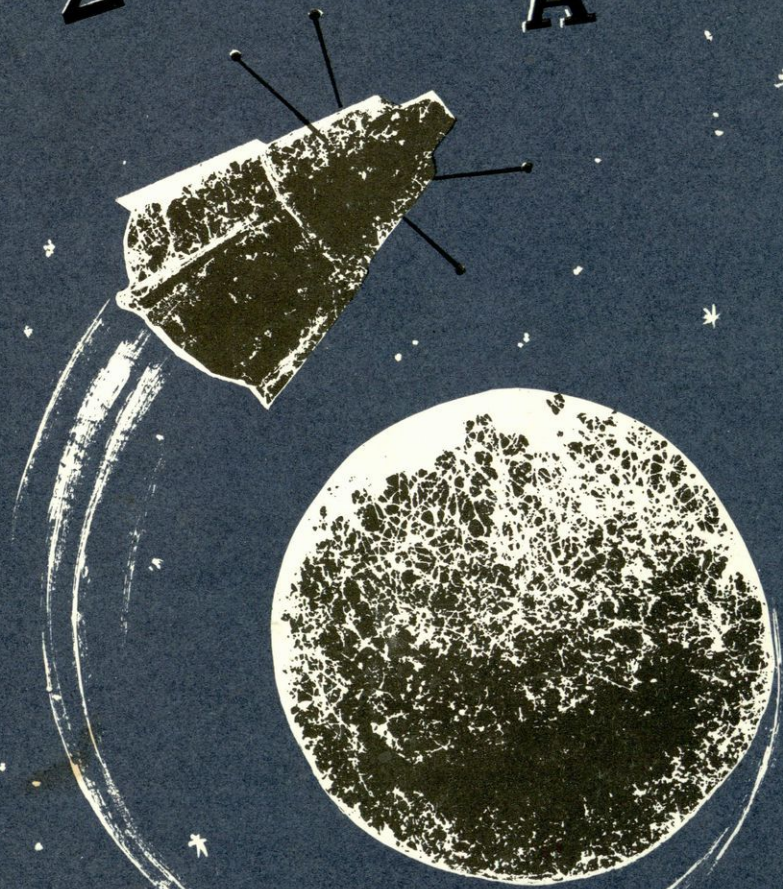


ΝΙΚΟΛΑΟΥ Δ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ

ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΑΘΗΝΑΙ 1968

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Μανιάκη Φανία ΣΤ2

ΝΙΚΟΛΑΟΥ Δ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ
ΑΡΙΣΤΟΒΑΘΜΙΟΥ ΔΙΔΑΚΤΟΡΟΣ
ΚΑΙ ΤΕΩΣ ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

Αρ. Εισ. 17797

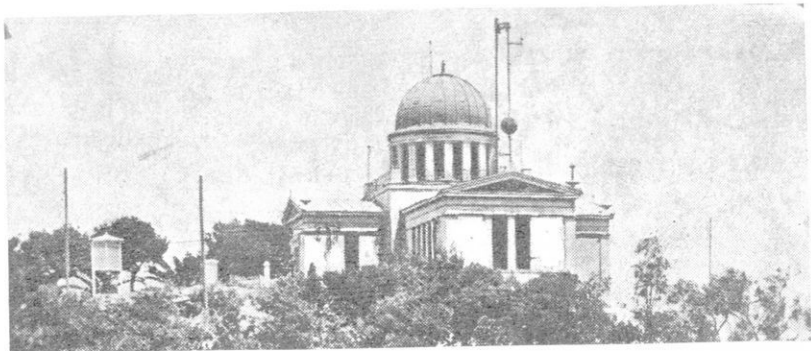
Σπύρος Ι. Παπασπύρου
Ζωγράφος
Καθηγητής Εφαρμογών ΤΕΙ/ΗΠ.

ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

ηο Παπασπύρου



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΑΘΗΝΑΙ 1968



Τὸ Ἀστεροσκοπεῖον τῶν Ἀθηνῶν.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ Ἡ ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΣΦΑΙΡΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

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

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

Ὁ Οὐρανός μακρὰν καὶ γύρω ἡμῶν φαίνεται ὅτι στηρίζεται κατὰ τὰ ἄκρα του ἐπὶ τῆς Γῆς. Ἡ δὲ γραμμὴ, κατὰ τὴν ὅποιαν φαίνεται ὅτι ὁ Οὐρανός ἐγγίζει τὴν Γῆν, λέγεται **φυσικός ὀρίζων** τοῦ τόπου, εἰς τὸν ὁποῖον ἰστάμεθα. Ὁ φυσικός 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, λέγε-

ται **ἀνατολικόν**. Ὄταν δὲ βλέπωμεν πρὸς τὸ ἀνατολικόν μέρος, ἔχομεν ἠπισθεν τὸ **δυτικόν**, δεξιὰ τὸ **νότιον** καὶ ἀριστερὰ τὸ **βόρειον** μέρος τοῦ ὀρίζοντος.

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

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

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

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

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 πλείστοι ἀπὸ αὐτοῦς διατηροῦσι τὴν αὐτὴν πρὸς ἄλληλους θέσιν. Διὰ τοῦτο δὲ οὗτοι λέγονται **ἀπλανεῖς ἀστέρες**.

Τὸ φῶς τῶν ἀπλανῶν δὲν εἶναι ἤρεμος, ἀλλὰ φαίνεται ὅτι ἔχει μίαν τρομώδη κίνησιν. Ἡ κίνησις αὕτη λέγεται **στήλβη**. Ἡ στήλβη εἶναι φαινομενικὴ καὶ συνεχῆς παραλλαγή τῆς λαμπρότητος, ἐνίτε 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 μεγαλύτερα, ὅταν ἡ ἀτμόσφαιρα εἶναι τεταραγμένη καὶ μικρότερα, σχεδὸν μηδαμινή, ὅταν ἡ ἀτμόσφαιρα εἶναι ἤρεμος.

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

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

αυτούς λέγονται άστέρες 1ου μεγέθους. Οί μετ' αυτούς κατά λαμπρότητα λέγονται 2ου μεγέθους και ούτω καθ' έξής. Διά γυμνού όφθαλμού διακρίνομεν άστέρας μέχρι και του έκτου μεγέθους, διά δέ καταλήλου τηλεσκοπίου μέχρι και του δεκάτου ένατου μεγέθους. Διά τής φωτογραφίας τέλος άπεκαλύπτοντο μέχρι τουδε άστέρες μέχρι και του 21ου μεγέθους. "Ηδη δέ διά τής χρήσεως του γιγαντιαίου τηλεσκοπίου του όρους Palomar άποκαλύπτονται άστέρες μέχρι και του 23ου μεγέθους.

Οί άστέρες 1ου μεγέθους είναι 20 τό όλον. Οί δέ τών άλλων μεγεθών κατανέμονται ώς έξής περίπου και εις στρογγυλούς αριθμούς.

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

"Οστε διά γυμνού όφθαλμού φαίνονται τό όλον 7000 περίπου άστέρες από όλους μαζί τούς τόπους τής Γ'ς.

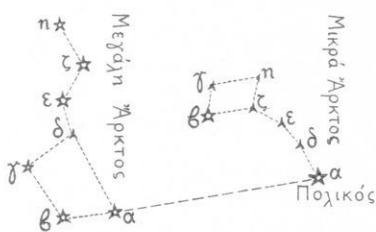
Πρός εύκολον αναγνώρισιν τών απλανών άστέρων κατέταξαν αυτους εις διαφόρους ομάδας, τας όποιās καλοϋμεν **άστερισμούς**.

Έάν π.χ. στραφώμεν προς τό βόρειον μέρος του όρίζοντος, διακρίνομεν εύκόλως και καθ' οίανδήποτε ώραν ανεφέλου νυκτός ένα λαμπρόν άστερισμόν, του όποιου οί κυριώτεροι άστέρες είναι 7. Οί 4 από αυτους άποτελοϋσι τας κορυφάς ενός τετραπλεύρου, οί δέ τρεις άλλοι είναι κορυφαί μιās τεθλασμένης γραμμής. 'Ο άστερισμός οϋτος (σχ. 1) λέγεται **Μεγάλη "Αρκτος**. Οί ρηθέντες άστέρες αυτής είναι 2ου μεγέθους, πλην του δ, ό όποιος είναι 3ου μεγέθους. Τό τετράπλευρον λέγεται **σώμα**, ή δέ τεθλασμένη γραμμή λέγεται **οϋρά** τής άρκτου.

Έάν νοερώς προεκτείνωμεν τήν πλευράν βα τής Μεγάλης "Αρκτου κατά τήν φοράν β προς α, ανευρίσκομεν ένα άστέρα 2ου μεγέθους.

Οϋτος λέγεται **πολικός άστήρ**. Οϋτος είναι τό άκρον τής οϋράς ενός άλλου άστερισμού, ό όποιος έχει σχήμα όμοιον προς τό σχήμα τής Μεγάλης "Αρκτου και αντιθέτως προς αυτό κείμενον. Είναι όμως ό άστερισμός οϋτος μικρότερος και άμυδρότερος από τήν Μεγάλην "Αρκτον. 'Ο άστερισμός οϋτος λέγεται **Μικρά "Αρκτος**.

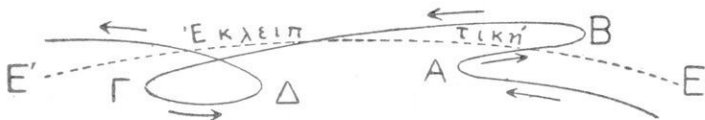
Βραδύτερον θά γνωρίσωμεν και τούς σπουδαιότερους τών άλλων άστερισμών, οί όποιοι είναι όρατοι από τούς τόπους μας.



Σχ. 1.

4. Πλανήται. — Διὰ προσεκτικῆς καὶ ἐπὶ πολλὰς νύκτας παρατηρήσεως τῶν ἀστέρων διακρίνομεν ὅτι μερικοὶ ἀπὸ αὐτοῦ ἀλλάσσουσι θέσιν ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων. Διὰ τοῦτο οὗτοι λέγονται **πλάνητες** ἀστέρες ἢ συνηθέστερον **πλανῆται**.

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



Σχ. 2. Φαινόμενη τροχιά πλανήτου.

μενα ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς εἶναι μεγαλύτερα τῶν ἄλλων, τὰ ὅποια γράφονται ὑπὸ τοῦ αὐτοῦ πλανῆτου ἐξ Α πρὸς Δ.

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

Ὅσοι πλανῆται εἶναι ὄρατοὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ φαίνονται ὡς φωτεινὰ σημεῖα. Διὰ καταλλήλου ὁμοῦ τηλεσκοπίου οἱ μεγαλύτεροι ἀπὸ αὐτοῦ φαίνονται ὡς φωτεινοὶ δίσκοι, ἐνίοτε δὲ τινες ἀπὸ αὐτοῦ φαίνονται καὶ ὡς τμήματα φωτεινῶν δίσκων. Τὸ δὲ φῶς τῶν πλανητῶν εἶναι ἡρεμον, ἤτοι δὲν ὑφίσταται στίλβην.

Οἱ κυριώτεροι πλανῆται ὀνομάζονται **Ἑρμῆς, Ἀφροδίτη (κοινῶς Αὐγερινός), Ἄρης, Ζεὺς, Κρόνος, Οὐρανός, Ποσειδῶν, Πλούτων**. Ἀπὸ αὐτοῦ 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: Ἐκαστον

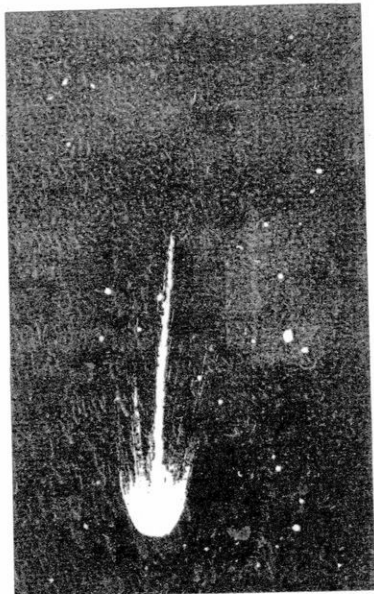
τῶν ἄστρον τούτων ἀποτελεῖται ἀπὸ ἑνα φωτεινὸν πυρῆνα, ὃ ὁποῖος περιβάλλεται ἀπὸ ἀμυδροτέρων φωτεινῆν νεφέλην προεκτεινομένην εἰς μίαν συνήθως νεφελωδῆ οὐρᾶν (σχ. 3). Τὰ ἄστρα ταῦτα λέγονται **κομήται**. Οἱ κομήται ταχύτατα μεταβάλλουσι θέσιν ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.

6. Νεφελώματα ἢ νεφελοειδεῖς ἀστέρες.—Ὅλοι ἔχομεν ἴδει πολλάκις εἰς τὸν Οὐρανὸν κατὰ τὰς ἀσελήσους νύκτας μίαν μακρὰν, στενὴν καὶ ὑπόλευκον ταινίαν, ἣ ὅποια προχωρεῖ ἀπὸ τὰ ΒΑ πρὸς τὰ ΝΔ καὶ ἀπὸ τινος διχάζεται. Αὕτη λέγεται **Γαλαξίας**. Τοιαῦτα ὑπόλευκα καὶ νεφελωδῆ 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 ὁποῖα εἶναι ὀρατά, τὰ ἄλλα εἶναι ἀόρατα διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ.

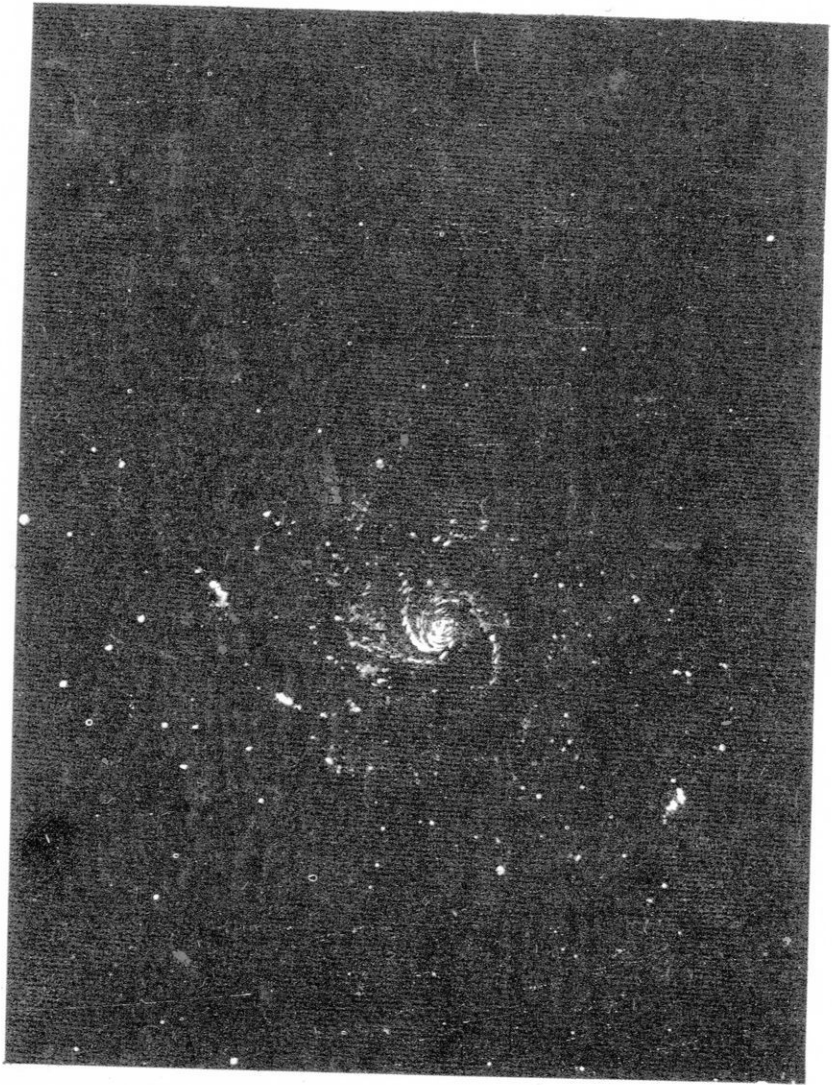
✓ **7. Οὐράνιος σφαῖρα. Φαινόμενη κίνησις αὐτῆς.**—Οἱ ἀστέρες φαίνονται ὅτι ἀπέχουσιν ἴσον ἀπὸ ἡμᾶς, ὡς νὰ ἔκειντο ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας μιᾶς παμμεγίστης σφαίρας, ἣ ὅποια ἔχει κέντρον τὸν ὀφθαλμὸν μας. Αὕτη λέγεται **οὐράνιος σφαῖρα**, δὲν ὑπάρχει δὲ πράγματι. Ἐν τούτοις, χάριν ἀπλοποιήσεως τῆς σπουδῆς τῶν κινήσεων τῶν οὐράνιων 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 φαινόμενων θέσεων σ, σ' κ.τ.λ. αὐτῶν ἐπὶ τῆς οὐράνιου σφαίρας (σχ. 4).

Αἱ φαινόμεναι δὲ αὗται θέσεις τῶν ἀστέρων ἐπὶ τῆς οὐράνιου σφαίρας δὲν εἶναι αἱ αὐταὶ ἐν σχέσει πρὸς τὸν ὀρίζοντα ἡμῶν καθ' ὄλην



Σχ. 3. Κομήτης τοῦ 1881.



Σπειροειδές νεφέλωμα Μεγάλης Άρκτου.

τὴν διάρκειαν τοῦ ἡμερονυκτίου. Ὁ Ἥλιος π.χ. ἀνατέλλει καθ' ἐκάστην 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' αὐτόν. Ὁμοίαν 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 ὅτι οἱ ἔμπροσθεν ἡμῶν ἀστέρες κινουῦνται ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμᾶς. Μερικοὶ ὅμως ἀπὸ αὐτῶν οὐδέποτε δύνουσι. 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

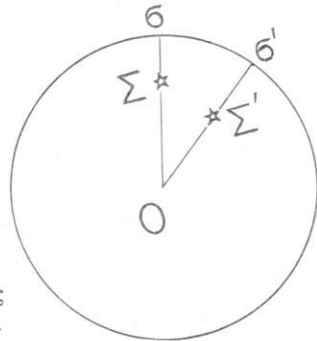
Δ κίνησις ὅλων τῶν ἀπλανῶν φαίνεται ὅτι γίνεται, ὅπως θὰ ἐφαίνετο, ἂν οὗτοι ἦσαν προσηλωμένοι ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς Οὐρανίου σφαίρας, αὕτη δὲ ἐστρέφετο ἐξ Α πρὸς Δ περὶ μίαν διάμετρον αὐτῆς.

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

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

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

8. Ἰδία κίνησις τοῦ Ἥλιου 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 μεσημβρίαν 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 Ἥλιου, 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 ἐξῆς 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 ὅποιαν τότε φαίνεται ὁ Κριός. Τὸν Μάιον φαίνεται ἐπὶ τοῦ Ταύρου καὶ οὕτω καθ' ἐξῆς.

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 κίνησιν του, τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου διαγράφει μίαν γραμμὴν, ἡ ὅποια διασχίζει τὰ ζώδια. Ἡ γραμμὴ αὕτη λέγεται **Ἐκλειπτική**. (Βλέπε χάρτην τῶν ζωδίων).

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

Οἱ ἀρχαῖαι 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.—Ἀνάκαθεν οἱ διάφοροι Φιλόσοφοι καὶ παρατηρηταὶ τοῦ οὐρανοῦ, ἀφ' ὅτου ἰδίᾳ ἤρχισαν νὰ διακρίνωσι καὶ νὰ παρακολουθῶσι συστηματικώτερον τὰς κινήσεις τῶν ἀστέρων, προσεπάθουν νὰ ἐξηγήσωσι ταύτας. Προσεπάθουν δηλαδὴ νὰ ἀνεύρωσι τὸν λόγον, διὰ τὸν ὅποιον 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 ὁμως περὶ τὸν Ἥλιον.

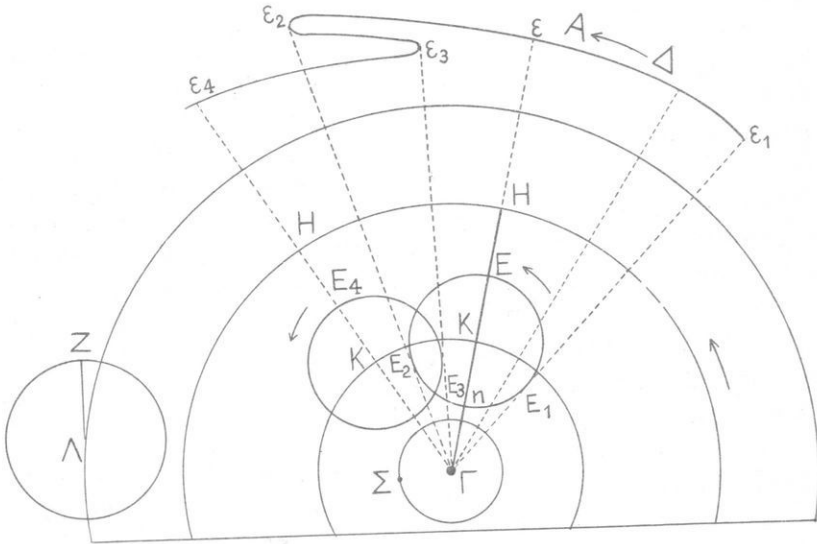
Ὁ δὲ Ἀρίσταρχος ὁ Σάμιος (310-250 π.Χ.) ἐδίδασκεν ὅτι ἡ Γῆ στρέφεται περὶ ἄξονα καὶ περιφέρεται περὶ τὸν Ἥλιον, ὁ ὁποῖος μένει ἀκίνητος, ὅπως καὶ οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες.

Αἱ γνώμαι ὁμως 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 ὁμοιόμορφον κίνησιν τῶν ἀστέρων ἐθε-

ώρων οὔτοι ὡς πραγματικὴν τοιαύτην, ὡς καὶ ἀνωτέρω εἴπομεν. Βραδύτερον δὲ παρατηρήσαντες τὴν ἰδίαν κίνησιν τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Σελήνης παρεδέχθησαν ὅτι πράγματι τὰ σώματα ταῦτα ἐκινεῖντο περὶ τὴν Γῆν καὶ ἐκ Δ πρὸς Α.

Ἐφ' ὅσον ὅμως ἀκριβέστερον ἐμελετῶντο αἱ ἴδιαι τῶν ἀστέρων τούτων κινήσεις, ἔβλεπον ὅτι ἡ ἀπλῆ αὕτη παραδοχὴ τῆς περὶ τὴν Γῆν



Σχ. 5. Πτολεμαϊκὸν σύστημα.

κινήσεως δὲν ἐξήγει ἐπαρκῶς τὰς κινήσεις ταύτας. Τὴν ἀνεπάρκειαν ταύτην ἐπερῴησε περισσότερον ἢ παρατήρησις τῶν παλινδρομικῶν πρὸς Α καὶ πρὸς Δ φαινομένων ἰδίων κινήσεων τῶν πλανητῶν.

Ἐπειδὴ δὲ ἐφρόνουν ὅτι ἡ ἰσοταχῆς 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) ὑπόδειχθὲν σύστημα.

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

1. Ὁ Πτολεμαῖος (108 - 168 μ.Χ.) ἦτο μετὰ τὸν Ἰππαρχοῦ 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 σταθερῶς πρὸς Α περιφέρειαν ἄλλου κύκλου, ὅστις ἐλέγετο **ἔκκεντρος** (σχ. 5). Διὰ τὴν ἐξηγήσῃ 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 Ἑρμῆς γράφει τὸ τόξον E_1EE_2 , φαίνεται ὅτι εἰς τὸν Οὐρανὸν γράφει τὸ τόξον e_1e_2 ἐκ Δ πρὸς Α. Ὅταν δὲ γράφῃ τόξον $E_2\eta E_1$, εἰς τὸν Οὐρανὸν φαίνεται κινούμενος ἐξ Α πρὸς Δ ἐπὶ τοῦ τόξου e_2e_3 · εἶτα πάλιν ἐκ Δ πρὸς Α ἐπὶ τόξου e_3e_4 καὶ οὕτω καθ' ἐξῆς. Ἐπειδὴ δὲ ἕκαστον τόξον, ὡς τὸ E_1EE_2 εἶναι μεγαλύτερον ἐκάστου τόξου, ὡς τὸ $E_2\eta E_1$, ὁ δὲ πλανήτης κινεῖται ἰσοταχῶς, χρειάζεται περισσότερον χρόνον διὰ τὴν διανύσῃ ἕκαστον τόξον, ὡς τὸ E_1EE_2 ἢ ὡς τὸ $E_2\eta E_1$. Καὶ τὰ τόξα λοιπὸν τῆς φαινομένης τροχιάς του ἐπὶ τῆς οὐρανόσφαιρας, τὰ ὅποια γράφονται ἐκ Δ πρὸς Α εἶναι μεγαλύτερα ἀπὸ τὰ γραφόμενα ἐξ Α πρὸς Δ.

Καθ' ὃν δὲ χρόνον ὁ πλανήτης εὐρίσκεται ἐγγὺς τῶν E_2, E_3 , κ.τ.λ. προβάλλεται εἰς τὸν οὐρανὸν ἐγγύτατα τῶν στήριγμῶν 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 ἓν ἔτος, διὰ τὴν γράψῃ τὴν περιφέρειαν Α.

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

✓ **10. Κοπερνίκειον σύστημα.**—Ὁ Πολωνὸς μοναχὸς Κοπερνίκος ἐφρόνει ὅτι ἐν τῇ φύσει δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ἐπικρατῇ τοιοῦτον πολυπλοκὸν σύστημα κινήσεων. Ἀφ' οὗ τοῦτο ἄλλως τε δὲν ἐξήγει ἐπαρκῶς ὅλα τὰ φαινόμενα. Ἀναγνώσας δὲ εἰς τὸν Ἀριστοτέλη 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 κινήσεις τῶν

οὐρανίων σωμάτων. Μετ' ἐκπλήξεως δὲ παρατήρησεν ὅτι αὐταὶ ἐξηγοῦνται μὲ ἰσχυράσιν ἀπλότητα.

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

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

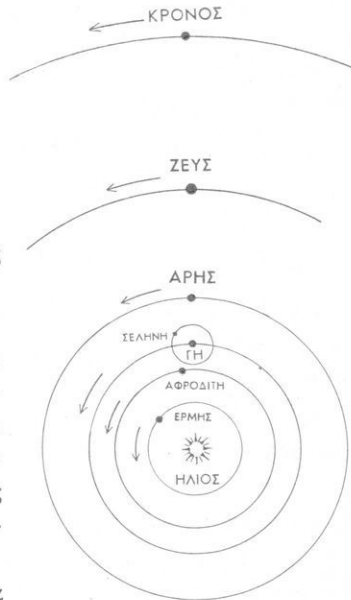
2. Οἱ πλανῆται στρέφονται περὶ τὸν Ἥλιον ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς, συγχρόνως δὲ ἕκαστος στρέφεται ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς καὶ περὶ ἄξονα, ὃ ὁποῖος διέρχεται ἀπὸ τὸ κέντρον αὐτοῦ.

3. Ἡ Γῆ στρέφεται ὁμοίως περὶ τὸν Ἥλιον καὶ περὶ ἄξονα, ἦτοι εἶναι καὶ αὕτη πλανήτης. Ἡ δὲ Σελήνη στρεφομένη περὶ τὴν Γῆν παρακολουθεῖ αὐτὴν εἰς τὴν περὶ τὸν Ἥλιον περιφορὰν τῆς ὥς δορυφόρος αὐτῆς.

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

Διὰ νὰ ἐννοήσωμεν ὅμως πάντα ταῦτα, πρέπει πρῶτον νὰ σπουδάσωμεν λεπτομερέστερον τὰς φαινομένας τῶν ἀστέρων τούτων κινήσεις. Διὰ δὲ τὴν σπουδὴν ταύτην πρέπει νὰ μάθωμεν πῶς οἱ ἀστρονόμοι ὀρίζουσι τὴν θέσιν ἑκάστου ἀστέρος ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας εἰς ἑκάστην στιγμὴν καὶ πῶς μετροῦσιν οὗτοι τὸν χρόνον. Καὶ διὰ τὴν ἀνάπτυξιν δὲ τῶν θεμάτων τούτων χρειάζονται προκαταρκτικαὶ τινες γνώσεις καὶ λεπτομερῆς γνώσις τῶν νόμων τῆς φαινομένης κινήσεως τῆς οὐρανοῦ σφαίρας.

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

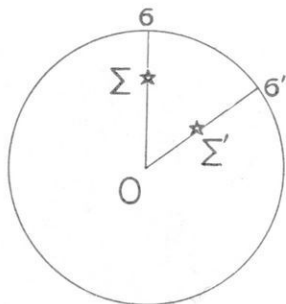


Σχ. 6. Καπερνίκειον σύστημα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΘΕΣΙΣ ΑΣΤΕΡΟΣ ΕΠΙ ΤΗΣ ΟΥΡΑΝΙΟΥ ΣΦΑΙΡΑΣ

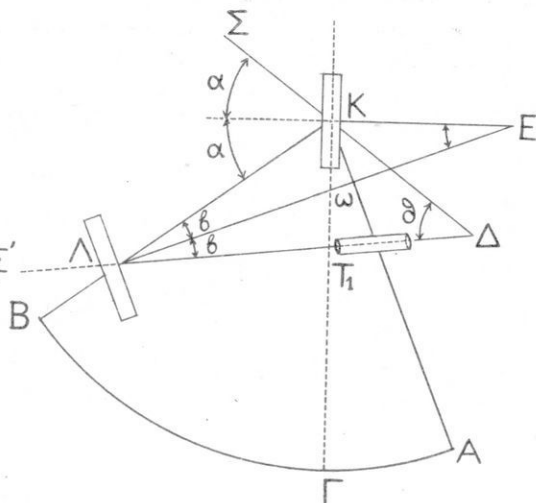
11. Γωνιώδης απόστασις δύο άστέρων.—'Εστω O ó οφθαλμός ένός παρατηρητοῦ καί OS, OS' αἱ óπτικαὶ ἀκτίνες, αἱ ὅποια διευθύνονται πρὸς δύο ἀστέρας Σ καί Σ' (σχ. 7). 'Η γωνία $\Sigma OS'$ τῶν ἀκτίνων τούτων λέγεται **γωνιώδης απόστασις** τῶν ἀστέρων τούτων. 'Επειδὴ δὲ εἶναι $\widehat{\Sigma OS'} = \widehat{\sigma\sigma'}$, ἔπεται ὅτι: **'Η γωνιώδης απόστασις δύο ἀστέρων δὲν μεταβάλλεται, ἂν ἀντι τῶν πραγματικῶν ἐν τῷ διαστήματι θέσεων αὐτῶν θεωρῶμεν τὰς φαινομένας θέσεις αὐτῶν ἐπὶ τῆς οὐρανόσφαιρας.**

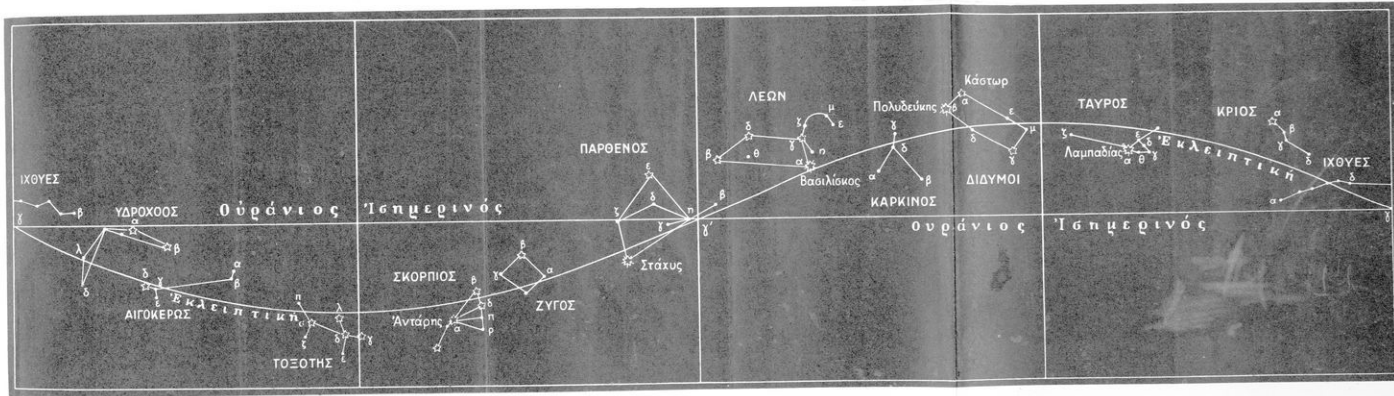


Σχ. 7.

12. 'Εξᾶς.— Τὴν γωνιώδη απόστασιν δύο ἀστέρων ἢ δύο οἰωνδήποτε σημείων δυνατόν νὰ μετρήσωμεν δι' ὄργανου, τὸ ὅποιον λέγεται **ἐξᾶς**.

Τὸ ὄργανον τοῦτο ἀποτελεῖται ἀπὸ μεταλλικὸν κυκλικὸν τομέα KAB περίπου 60° (σχ. 8). Περὶ τὸ κέντρον $K\Sigma'$ τοῦ τομέως στρέφεται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ τομέως κανὼν $K\Gamma$. Φέρει δὲ οὗτος κατὰ τὸ ἄκρον K κάτοπτρον κάθετον ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τοῦ τομέως καὶ στρεφόμενον μετὰ τοῦ κανόνος $K\Gamma$. Εἰς δὲ τὴν ἀκτῖνα KB τοῦ τομέως στερεοῦται καθέτως πρὸς τὸν τομέα ἄλλο κάτοπτρον Λ παράλληλον πρὸς τὴν ἀκτῖνα KA . Τοῦ κατόπτρου τούτου

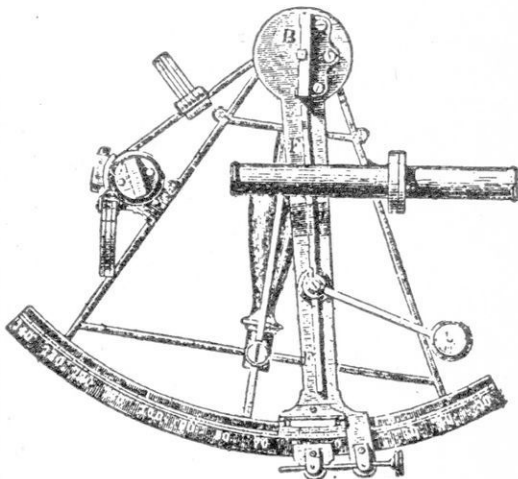




ΧΑΡΤΗΣ ΤΩΝ ΖΩΔΙΩΝ

Λ μόνον τὸ κατώτερον ἡμισυ εἶναι ἐπηργυρωμένον. Οὕτω δὲ διὰ διόπτρας T; ἢ ὅποια 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 θ 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 ἕνα ἀστέρα Σ' . Ἐπειτα στρέφομεν τὸν κανόνα, μέχρις οὗ τὸ εἶδωλον τοῦ Σ διὰ δύο διαδοχικῶν ἀνακλάσεων ἐπὶ τῶν κατόπτρων Κ καὶ Λ συμπίσῃ μὲ τὸ εἶδωλον τοῦ Σ' . Ἀναγινώσκομεν ἔπειτα ἐπὶ τοῦ διηρημένου τόξου ΑΓ τὸ μέτρον αὐτοῦ, ὅπερ εἶναι καὶ μέτρον τῆς γωνίας ω . Διπλασιαζόντες δὲ αὐτὸ εὐρίσκομεν τὸ μέτρον τῆς γωνίας θ . Πράγματι, ἀν ΚΕ καὶ ΛΕ εἶναι ἀντιστοίχως κάθετοι ἐπὶ τὰ κάτοπτρα Κ καὶ Λ εἰς τὰ σημεῖα προσπτώσεως, θὰ εἶναι $2\alpha = \theta + 2\beta$ καὶ $\alpha = \beta + E$. Ἐκ τούτων δὲ εὐρίσκομεν ὅτι $\theta = 2E$. Ἐπειδὴ δὲ $E = \omega$, ἔπεται ὅτι $\theta = 2\omega$. Πρὸς ἀποφυγὴν δὲ τοῦ διπλασιασμοῦ, τὸ τόξον ΑΒ τοῦ τομέως εἶναι διηρημένον εἰς ἡμισείας μοίρας, αἱ ὅποια ἀναγινώσκονται ὡς ἀκέραιαι μοῖραι.

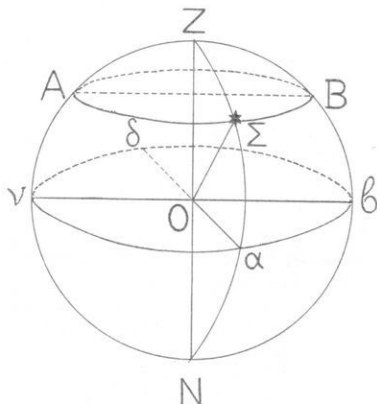


Σχ. 8.

13. Κατακόρυφος τόπου καὶ κατακόρυφοι κύκλοι. — Κατακόρυφος ἑνὸς τόπου λέγεται ἡ διεύθυνσις τῆς βαρύτητος ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ. Ἡ κατακόρυφος ἐκάστου τόπου τέμνει τὴν οὐράνιον σφαιρᾶν εἰς δύο ἐκ διαμέτρου ἀντικείμενα σημεῖα. Τὸ ἐν τούτων κεῖται ὑπὲρ τὴν κεφαλὴν τοῦ παρατηρητοῦ καὶ λέγεται **Ζενιθ** ἢ **κατακόρυφον** σημεῖον, τὸ δὲ ἄλλο λέγεται **Ναδιρ** 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 κατακορύφου ἐνὸς 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 οὐράνιου σφαίρας λέγεται ἰδιαιτέρως **κατακόρυφος** τοῦ ἀστέρος ἢ τοῦ σημείου τούτου. Π.χ. τοῦ ἀστέρος Σ κατακόρυφος εἶναι τὸ ἡμικύκλιον $Z\Sigma N$ (σχ. 9).



Σχ. 9.

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

Τὸ ὀρίζοντιον ἐπίπεδον τὸ ὁποῖον διέρχεται διὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἐνὸς παρατηρητοῦ, τέμνει τὴν ἐπιφάνειαν τῆς οὐράνιου σφαίρας κατὰ περιφέρειαν μεγίστου κύκλου αὐτῆς. Ἡ περιφέρεια αὕτη λέγεται **αἰσθητὸς ὀρίζων** τοῦ τόπου, εἰς τὸν ὁποῖον εὐρίσκεται ὁ παρατηρητὴς οὗτος. Π.χ. τοῦ τόπου O (σχ. 9) αἰσθητὸς ὀρίζων εἶναι ἡ περιφέρεια $\alpha\delta\beta$.

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

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

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

Ἀσκήσεις

1) Νὰ εὗρητε πόσοι κατακόρυφοι διέρχονται ἀπὸ τὴν κατακόρυφον ἐκάστου τόπου.

2) Νὰ εὗρητε πόσοι ἄλμικανταράτοι διέρχονται ἀπὸ ἕκαστον σημεῖον τῆς κατακορύφου ἐνὸς τόπου.

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

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

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

6) Νά ἀποδείξητε ὅτι ἡ κατακόρυφος ἑκάστου τόπου εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν τομὴν τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ὀρίζοντος καὶ τυχόντος κατακορύφου τοῦ κύκλου τοῦ αὐτοῦ τόπου.

7) Νά εὔρητε τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τοῦ Ζηνίθ ἐνὸς τόπου καὶ τυχόντος σημείου τοῦ ὀρίζοντος αὐτοῦ.

8) Νά εὔρητε τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τοῦ Ναδίρ καὶ τυχόντος σημείου τοῦ ὀρίζοντος.

9) Νά εὔρητε τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τοῦ Ζηνίθ καὶ τοῦ Ναδίρ ἐνὸς τόπου.

✓ 15. Ζηνιθία ἀπόστασις καὶ ὕψος ἀστέρος. — Ἡ γωνιώδης ἀπόστασις ἀστέρος καὶ τοῦ Ζηνίθ καλεῖται ἰδιαίτερος **Ζηνιθία ἀπόστασις** (z) τοῦ ἀστέρος τούτου. Οὕτω τοῦ ἀστέρος Σ (σχ. 9) Ζηνιθία ἀπόστασις εἶναι ἡ γωνία $ZO\Sigma$.

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

Τὸ συμπλήρωμα τῆς Ζηνιθίας ἀποστάσεως ἀστέρος καλεῖται **ὕψος** (u) τοῦ ἀστέρος τούτου.

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

✓ 16. Θεοδόλιχος. Τὴν Ζηνιθίαν ἀπόστασιν, κατ' ἀκόλουθίαν δὲ καὶ τὸ ὕψος ἀστέρος, μετροῦμεν δι' ὄργανου, τὸ ὁποῖον καλεῖται **Θεοδόλιχος**.

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

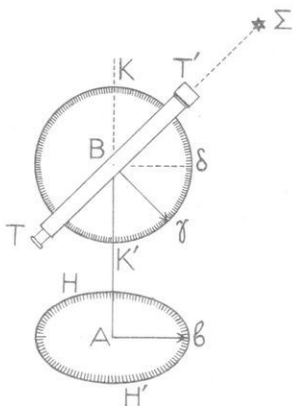
1. Ἐκαστον ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον ἀποτελεῖται ἐκ δύο φακῶν, ὧν ὁ μὲν καλεῖται **προσοφθάλμιος**, ὁ δὲ **ἀντικειμενικός**. Μεταξὺ τούτων καὶ ἐν τῷ

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

Μετὰ τοῦ κοίλου δὲ τούτου σωλῆνος καὶ κατὰ τὸ κατώτατον ἄκρον A αὐτοῦ συνάπτεται βελὸν β κάθετος ἐπὶ τὸν ἄξονα AB .

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

Τὸ τηλεσκόπιον TT' στρέφεται πρὸ τοῦ δίσκου KK' περὶ ἄξονα διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ, οὕτως ὥστε ὁ ὀπτικὸς ἄξων αὐτοῦ μένει πάντοτε παράλληλος πρὸς τὸν δίσκου τοῦτον καὶ ἐν τῷ αὐτῷ μετὰ τῆς βελόνης β ἐπιπέδῳ. Μετὰ τοῦ τηλεσκοπίου δὲ συνάπτεται στερεῶς καὶ στρέφεται μετ' αὐτοῦ ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ δίσκου KK' βε-



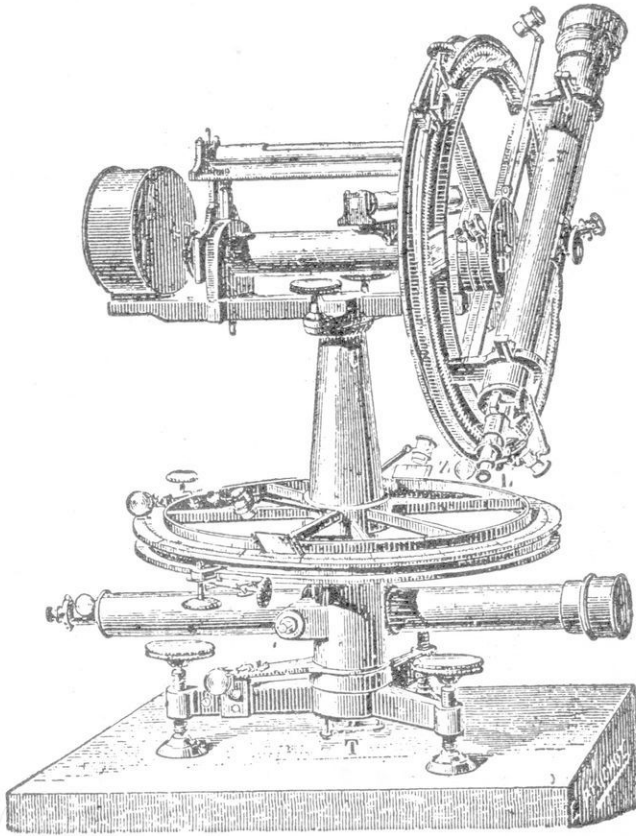
Σχ. 10.

λὸν γ κάθετος ἐπὶ τὸν ἄξονα τοῦ τηλεσκοπίου.

Κατὰ τὴν διάταξιν αὐτήν, ὅταν ὁ δίσκος HH' καταστῆ ὀριζόντιος, ὁ δίσκος KK' γίνεται κατακόρυφος, καὶ ὁ ὀπτικὸς ἄξων τοῦ τηλεσκοπίου γράφει ἐπίπεδον παράλληλον πρὸς τὸν δίσκου KK' , ὅταν τὸ

ἑστιακῶ ἐπιπέδῳ τοῦ ἀντικειμενικοῦ τίθεται τὸ διάφραγμα, ἦτοι κυκλικὸς δίσκος ἐκ μετάλλου φέρων κυκλικὴν ὀπήν. Δύο λεπτότατα νήματα ἰσοῦ ἀράχνης ἢ λευκοκρῦσου 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 κοινῆς σημείου τῶν σημάτων καὶ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου 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 σφαίρας. 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 ἐξῆς: Καθιστώμεν τὸν δίσκον HH' τοῦ Θεοδολίχου ὀριζόντιον καὶ ὀρίζομεν τὴν θέσιν $B\delta$ τῆς βελόνης γ , ὅταν ὁ ὀπτικὸς ἄξων τοῦ τηλεσκοπίου καταστῇ κατακόρυφος, ὁ δὲ ἀντικει-

μεικτός φακός αὐτοῦ εἶναι ἐστραμμένος πρὸς τὸ Ζενίθ. Στρέφομεν ἔπειτα τὸν δίσκον KK' 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 $B\delta$, εἶναι ἡ ζενιθία ἀπόστασις (z) τοῦ ἀστέρος κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην. Ἐκ δὲ τῆς ἰσότητος $u = 90^\circ - z$ ὀρίζομεν ἔπειτα καὶ τὸ ὕψος τοῦ ἀστέρος κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν.

Οἱ ναυτικοὶ μετροῦσι συνήθως τὸ ὕψος τοῦ Ἡλίου διὰ τοῦ ἐξάντος (§ 12). Πρὸς τοῦτο διαθέτουσιν αὐτὸν κατακορύφως καὶ μετροῦσιν, 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 *Ναδιῶ* ἐνὸς τόπου.

12) Νὰ εὑρητε τὸ ἄθροισμα τοῦ ὕψους τοῦ Ζενιθ καὶ τοῦ ὕψους τοῦ *Ναδιῶ* 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 οὐραίου σφαίρας, ὧν ἕκαστον ἔχει ὕψος 30° .

18. Μεσημβρινὸν ἐπίπεδογ. Οὐράνιος μεσημβρινός.—Ἀς ὑποθέσωμεν ὅτι κατεστήσαμεν τὸν δίσκον HH' τοῦ Θεοδολίχου ὀρίζοντιον καὶ κατηρθύναμεν τὸ τηλεσκόπιον αὐτοῦ πρὸς τινὰ ἀστέρα Σ , ὅστις εὑρίσκεται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα καὶ βαίνει ἀπομακρυνόμενος αὐτοῦ. Ἐστὼ δὲ As (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. Ἄν δὲ παρακολουθῶμεν τὴν κίνησιν τοῦ ἀστέρος τούτου στρέφοντες καταλλήλως τὸν κύκλον KK' περὶ τὸν ἄξονα AB καὶ τὸ τηλεσκόπιον περὶ τὸ

κέντρον τοῦ KK' , βλέπομεν ὅτι ἡ ζενιθία αὐτοῦ ἀπόστασις βαίνει ἐπὶ τινα χρόνον θ συνεχῶς ἐλαττουμένη μέχρι ἐλαχίστης τινὸς τιμῆς z' . Ἐπειτα δὲ αὕτη ἄρχεται πάλιν αὐξανόμενη καὶ μετὰ χρόνον θ ἀπὸ τῆς στιγμῆς ταύτης γίνεται πάλιν ἴση πρὸς τὴν ἀρχικὴν z_0 .

Ἐστω δὲ As' ἡ θέσις τῆς βελόνης β κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην καὶ Av ἡ διχοτόμος τῆς γωνίας sAs' .

Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὴν αὐτὴν ἐργασίαν μὲ οἰουσδήποτε ἄλλους ἀστέρας καὶ καθ' οἰονδήποτε χρόνον, ἀλλ' ἐν τῷ αὐτῷ πάντοτε τόπῳ, θέλομεν παρατηρήσει ὅτι ἀνευρίσκομεν τὴν αὐτὴν διχοτόμον vAb τῆς γωνίας, τὴν ὁποίαν ἐκάστοτε σχηματίζουν αἱ θέσεις τῆς βελόνης β .

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

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

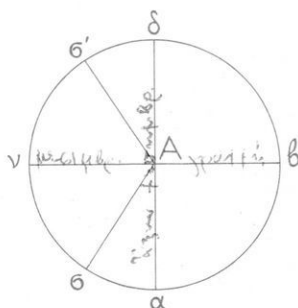
Ἐπειδὴ τὸ ἐπίπεδον τοῦ κύκλου A εἶναι κάθετον ἐπὶ τὴν κατακορύφον, αἱ γωνίαι \widehat{sAv} , $\widehat{s'Av}$ εἶναι αἱ ἀντίστοιχοι ἐπίπεδοι τῶν διέδρων γωνιῶν, τὰς ὁποίας σχηματίζει ὁ οὐράνιος μεσημβρινός μετὰ τῶν κατακορύφων τοῦ αὐτοῦ ἀστέρος, καθ' ἃς στιγμὰς οὗτος ἔχει τὸ αὐτὸ ὕψος. Ἐπειδὴ δὲ $sAv = vAs'$, 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 στερεοῦται κατακορύφως ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου καὶ εἶναι ἐκτεθειμένος εἰς τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας.

Τοιούτους γνώμονας μετεχειρίζοντο ἀπὸ ἀρχαιοτάτων χρόνων οἱ Σῆναι, Αἰγύπτιοι καὶ οἱ Χαλδαῖοι. Ἀπὸ τούτων δὲ παρέλαβον αὐτοὺς καὶ οἱ Ἕλληνας¹).

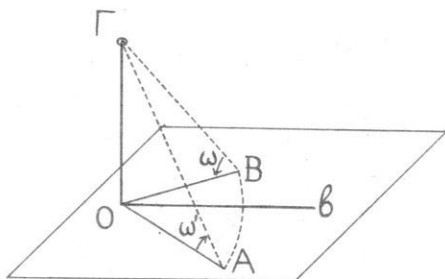
1. Ὁ Ἀναξίμανδρος (610 - 546 π.Χ.) φέρεται ὡς εἰσαγαγὼν τὸν γνώμονα εἰς τὴν Ἑλλάδα.



Σχ. 11.

Βραδύτερον οί γνώμονες ἐτελειοποιήθησαν διὰ τῆς προσαρμογῆς δίσκου μὲ μικράν ὀπὴν εἰς τὴν κορυφὴν τοῦ στύλου. Διὰ ταύτης εἰς τὸ ἄκρον τῆς σκιάς τοῦ γνώμονος σχηματίζεται μικρὸν φωτεινὸν εἶδωλον τοῦ Ἥλιου. 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.

Ἥλιου, 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 γράφομεν περιφέρειαν ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου

ἐπιπέδου τῆς σκιάς. Παρατηροῦμεν ἔπειτα ὅτι, ἐφ' ὅσον ὁ Ἥλιος ἀνέρχεται, τὸ μῆκος τῆς σκιάς αὐτοῦ ἐλαττοῦται τὸ δὲ ἄκρον αὐτῆς εὐρίσκεται ἐντὸς τοῦ κύκλου, τὸν ὁποῖον ὀρίζει ἡ γραφεῖσα περιφέρεια. Ὅταν δὲ ὁ Ἥλιος ἀρχίσῃ νὰ κατέρχεται, ἡ σκιά αὐτοῦ γίνεται βαθμηδὸν μεγαλυτέρα καὶ κατὰ τινὰ στιγμὴν τὸ ἄκρον αὐτῆς A εὐρίσκεται πάλιν ἐπὶ τῆς χαραχθείσης περιφέρειας. Σημειοῦμεν τὴν θέσιν A καὶ ἀφοῦ χαράξωμεν τὴν δεύθυνσιν OA τῆς σκιάς, διχοτομοῦμεν τὴν γωνίαν BOA.

Ἡ διχοτόμος Oβ καὶ ὁ γνώμων OG ὀρίζουσι τὸ μεσημβρινὸν ἐπίπεδον. Πράγματι ἐκ τῶν ἴσων ὀρθογωνίων τριγώνων OGA, OGB προκύπτει ὅτι $\omega = \omega'$, ἥτοι ὁ Ἥλιος ἔχει τὸ αὐτὸ ὕψος κατὰ τὰς θεωρηθείσας στιγμάς. Ἐπειδὴ δὲ τὸ ἐπίπεδον GOβ διχοτομεῖ τὴν δίεδρον γωνίαν AOFB τῶν κατακορύφων τοῦ Ἥλιου κατὰ τὰς στιγμάς ταύτας, ἔπεται ὅτι GOβ εἶναι τὸ ἐπίπεδον τοῦ οὐρανοῦ μεσημβρινοῦ (§18).

20. Κύρια σημεῖα τοῦ ὀριζοντος.—Ἡ εὐθεῖα νβ (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 ἀπὸ 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 αὐτοῦ λέγεται **δύσις**.

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

Ἄ σ κ ῆ σ ε ι ς

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 ἐνὸς 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 ὠρισμένους νόμους. Τούτους εὐρίσκομεν ὡς ἐξῆς:

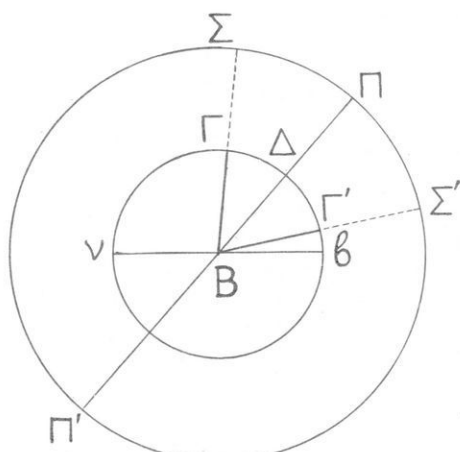
Α') Διευθύνομεν κατὰ τινὰ στιγμὴν τὸν ὀπτικὸν ἄξονα τοῦ τηλεσκοπίου τοῦ Θεοδολίχου πρὸς τινὰ ἀπλανῆ ἀστέρα καὶ στερεοῦμεν εἰς τὴν θέσιν ταύτην τὸν Θεοδολίχον καὶ τὸ τηλεσκόπιον αὐτοῦ. Τὴν ἐπομένην ἡμέραν βλέπομεν ὅτι ἔρχεται στιγμὴ, καθ' ἣν ὁ ὀπτικὸς ἄξων διέρχεται πάλιν διὰ τοῦ αὐτοῦ ἀστέρος· τὴν ἄλλην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

Ἄρα: Ὁ χρόνος ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχι-

κῶν ἀποκαταστάσεων ἐκάστου ἀπλανοῦς ἀστέρος εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον τῆς τροχιάς του, εἶναι σταθερὸς καὶ δι' ὄλους ὁ αὐτός.

Ὁ σταθερὸς οὗτος χρόνος καλεῖται ἀστρική ἡμέρα.

Β') Ἄφ' οὗ καταστήσωμεν τὸν δίσκον HH' τοῦ Θεοδολίχου ὀριζόντιον καὶ ὀρίσωμεν (§ 18) τὸ μεσημβρινὸν ἐπίπεδον, στρέφομεν περὶ τὸν ἄξονα AB τὸν κατακόρυφον κύκλον KK' , μέχρις οὗ οὗτος συμπέση μετὰ τοῦ μεσημβρινοῦ ἐπιπέδου. Τηροῦμεν ἔπειτα εἰς τὴν θέσιν ταύτην ἀκίνητον τὸν δίσκον KK' καὶ στρέφομεν τὸν ὀπτικὸν ἄξονα τοῦ τηλεσκοπίου πρὸς ἀειφανῆ τινα ἀστέρα Σ , ἔστω δὲ $B\Gamma$ ἢ πρὸς τὸν ὀπτικὸν ἄξονα παράλληλος ἀκτὶς τοῦ KK' κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην.



Σχ. 13.

Μετὰ ἡμίσειαν ἀστρικήν ἡμέραν βλέπομεν πάλιν τὸν αὐτὸν ἀστέρα ἐν τῷ μεσημβρινοῦ ἐπιπέδῳ καὶ κατὰ διεύθυνσιν παράλληλον πρὸς τὴν ἀκτῖνα $B\Gamma'$, ἔστω δὲ BD ἡ διχοτόμος τῆς γωνίας $\Gamma B\Gamma'$ (σχ. 13).

Ἐὰν ἐργασθῶμεν κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον μετὰ διαφόρους ἀειφανεῖς ἀστέρας, ἀνευρίσκομεν πάντοτε τὴν αὐτὴν διχοτόμον BD . Αὕτη δὲ κατ' ἀκολουθίαν τέμνει τὴν οὐράνιον σφαῖραν εἰς ὠρισμένα καὶ τὰ αὐτὰ πάντοτε σημεῖα Π καὶ Π' .

Μετὰ ταῦτα ἄς τοποθετήσωμεν ἕνα Θεοδολίχον, ὥστε ὁ ἄξων AB αὐτοῦ νὰ ἔχη τὴν διεύθυνσιν τῆς $\Pi\Pi'$ (σχ. 14) καὶ ἄς προσαρμώσωμεν εἰς αὐτὸν ὠρολογιακὸν μηχανισμόν, δι' οὗ ὁ δίσκος KK' δύναται νὰ λάβῃ ἰσοταχῆ περιστροφικὴν κίνησιν ἐξ A πρὸς Δ περὶ τὸν ἄξονα AB συμπληρῶν μίαν στροφὴν εἰς μίαν ἀστρικήν ἡμέραν. Κατευθύνομεν ἔπειτα τὸν ὀπτικὸν ἄξονα τοῦ τηλεσκοπίου πρὸς τυχόντα ἀστέρα Σ καὶ στερεοῦμεν τὸ τηλεσκόπιον εἰς τὴν θέσιν ταύτην τοῦ δίσκου KK' , οὕτως ὥστε ἡ γωνία τοῦ ἄξονος AB καὶ τοῦ ὀπτικοῦ ἄξονος νὰ μένη ἀμετάβλητος. Ἐὰν ἤδη τὴν στιγμὴν ταύτην θέσωμεν εἰς ἐνέργειαν τὸν ὠρολογιακὸν μηχανισμόν, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ὀπτικὸς ἄξων τοῦ τηλε-

σκοπίου διευθύνεται διαρκῶς πρὸς τὸν ἀστέρα, ἐφ' ὅσον οὗτος εὐρίσχεται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα εἰς διαφόρους θέσεις, Σ , Σ' , Σ'' κ.λ.π. τῆς τροχιᾶς 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 τροχιὰ $\Sigma \Sigma' \Sigma''$ τοῦ ἀστέρος εἶναι περιφέρεια, ἢ ὁποῖα ἔχει πόλον τὸ σημεῖον Π .

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

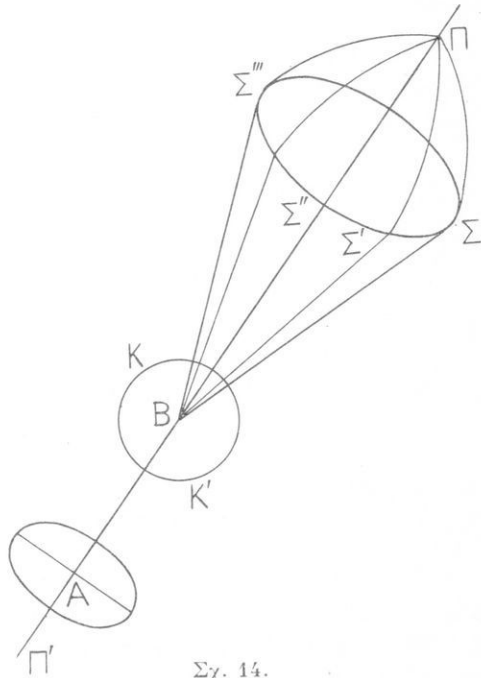
Γ') Ἐπειδὴ ὁ ὀπτικὸς ἄξων τοῦ Θεοδολίχου κατὰ τὴν ρηθεῖσαν τοποθέτησιν αὐτοῦ στρέφεται ἐξ A πρὸς Δ ἰσοταχῶς περὶ τὴν εὐθεῖαν AB , ἔπεται ὅτι καὶ πᾶς ἀστὴρ, πρὸς τὸν ὁποῖον ὁ ὀπτικὸς οὗτος ἄξων κατευθύνεται, κινεῖται ὁμοίως.

Ἔστω: Ἐκαστος ἀστὴρ κινεῖται ἰσοταχῶς, ἤτοι εἰς ἴσους χρόνους διανύει ἴσα τόξα τῆς τροχιᾶς αὐτοῦ.

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

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

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

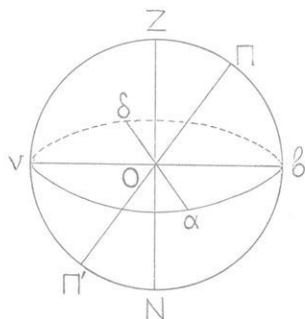


Σχ. 14.

φήν εἰς μίαν ἀστρικὴν ἡμέραν. Ἐνεκα τούτου ἡ κίνησις αὕτη τῶν ἀστέρων λέγεται **φαινομένη ἡμερησία κίνησις τῆς οὐρανοῦ 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 **ὀρθή** φορά.

Σημείωσις. Πλὴν τῶν ἀειφανῶν ἀστέρων καὶ ἐκείνων, οἱ ὅποιοι ἀνατέλλουσι καὶ δύουσι, ὑπάρχουσι καὶ ἄλλοι, οἱ ὅποιοι οὐδέποτε ἀνέρονται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα ἡμῶν. Οὗτοι δὲ καλοῦνται ἀφανεῖς ἀστέρες.



Σχ. 15.

Ἡ διάμετρος τῆς οὐρανοῦ 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 ἐπιφανείαν τῆς οὐρανοῦ 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 οὐρανοῦ σφαίρας. — Ὁ μέγιστος κύκλος τῆς οὐρανοῦ σφαίρας, ὁ ὁποῖος εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου, λέγεται **οὐράνιος ἰσημερινός**. Ὁ οὐράνιος ἰσημερινός ΓΠ (σχ. 16) διαιρεῖ τὴν οὐράνιον σφαῖραν εἰς δύο ἡμισφαίρια. Τὸ ἐν τούτων ΓΠΙ περιέχει τὸν βόρειον πόλον τοῦ οὐρανοῦ καὶ λέγεται **βόρειον ἡμισφαίριον**. Τὸ δὲ ἄλλο ΓΠ'Ι 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 γραμ-

μήν 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.**

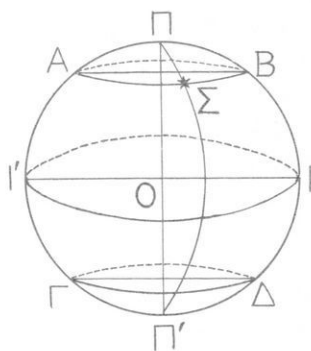
Οἱ παράλληλοι πρὸς τὸν οὐράνιον ἰσημερινὸν κύκλοι τῆς οὐρανόσφαιρας λέγονται **παράλληλοι κύκλοι** αὐτῆς. Π.χ. οἱ μικροὶ κύκλοι ΑΣΒ, ΓΔ (σχ. 16) εἶναι παράλληλοι κύκλοι. Ἐὰν δὲ ἐνθυμηθῶμεν τὸν Β' νόμον (§21) τῆς φαινομένης ἡμερησίας κινήσεως τῶν ἀστέρων, ἐννοοῦμεν, ὅτι οἱ ἀστέρες κατὰ τὴν κίνησιν ταύτην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

Οἱ μέγιστοι κύκλοι τῆς οὐρανόσφαιρας, οἱ ὁποῖοι διέρχονται ἀπὸ τοὺς πόλους αὐτῆς λέγονται **ὠριαῖοι κύκλοι ἢ κύκλοι ἀποκλίσεως**. Τὸ ὠριαῖον ἡμικύκλιον, τὸ ὁποῖον περιέχει ἓνα ἀστὴρ ἢ ἓν οἰονδήποτε σημεῖον τῆς οὐρανόσφαιρας, 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 Ζενιθ ἑνὸς τόπου, εἶναι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς τοῦ τόπου τούτου. (Διατί ;)

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

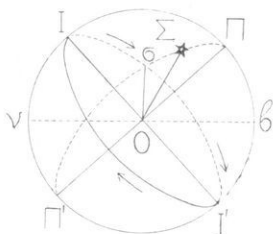
Ὁ ὠριαῖος τοῦ σημείου γ λέγεται ἰδιαιτέρως **κόλουρος τῶν ἰσημερινῶν**. (Βλέπε χάρτην τῶν ζωδίων).



Σχ. 16.

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

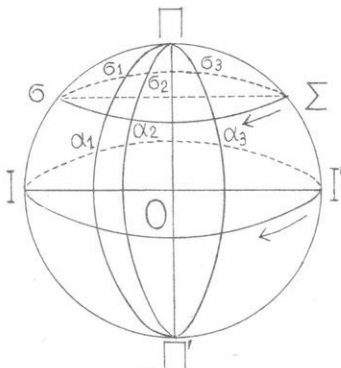
Διὰ τοῦτο δὲ ἡ ὠριαία γωνία μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ οὐρα-
νίου ἰσημερινοῦ καὶ κατὰ συνθήκην κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν. Λαμ-
βάνεται δὲ ὡς ἀρχὴ ἡ τομὴ I τῆς περιφε-
ρείας τοῦ οὐρανόιου ἰσημερινοῦ καὶ τοῦ ὠρι-
αίου τοῦ νότου.



Σχ. 17.

Ἡ ὠριαία γωνία μεταβάλλεται ἀπὸ 0°
ἕως 360° .
Συνήθως ὅμως τὴν H μετροῦσιν εἰς
ῥάσας, πρῶτα καὶ δευτέρα λεπτά καὶ ἀπὸ O
ἕως 24 ῥάσας. 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 ἴσα **τόξα δευτέ-
ρου λεπτοῦ**. Εἶναι δὲ τὸ τόξον 1 ὥρας
 $= 15^\circ$, τόξ. $1^{\prime} = 15'$ καὶ τόξ. $1^{\prime\prime} = 15''$.

Ἔνεκα τῆς ἡμερησίας κινήσεως ἡ
H ἐκάστου ἀστέρος μεταβάλλεται ἀπὸ
στιγμῆς εἰς στιγμὴν. Ἐπειδὴ δὲ ἡ κί-
νησις αὕτη εἶναι ἰσοταχῆς, τὰ τόξα σσι
σσι, σσι, κ.τ.λ., τὰ ὁποῖα διανύονται
ὑπὸ ἀστέρος τινός, εἶναι ἀνάλογα πρὸς
τοὺς χρόνους, κατὰ τοὺς ὁποίους δια-
νύονται (σχ. 18). Καὶ τὰ ἀντίστοιχα
δὲ πρὸς ταῦτα τόξα $I\alpha_1, I\alpha_2, I\alpha_3$ κ.τ.λ.
τοῦ οὐρανόιου ἰσημερινοῦ εἶναι ἀνάλογα πρὸς τοὺς χρόνους. Ἐκ τού-
των ἐννοοῦμεν ὅτι: **Ἡ ὠριαία γωνία ἐκάστου ἀπλανοῦς ἀστέρος**
μεταβάλλεται ἀναλόγως πρὸς τὸν χρόνον.



Σχ. 18.

Ἄ σ κ ῆ σ ε ι ς

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 ὀρίζων ἐκά-
στου τόπου διχοτομοῦνται.

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

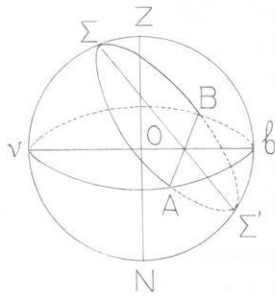
26) Νὰ εὑρητε τὸν γεωμετρικὸν τόπον τῶν σημείων τῆς οὐρανόσφαιρας, τὰ ὁποῖα ἔχουσιν $H = 6$ ὥρας.

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

28) Ποῖα σημεῖα τῆς οὐρανόσφαιρας ἔχουσιν $H < 12$ ὥρῶν καὶ ποῖα ἔχουσιν $H > 12$ ὥρῶν ;

29) Ποῖα σημεῖα τῆς οὐρανόσφαιρας ἔχουσιν $H = 12$ ὥρας ;

25. Ἡμερήσιον καὶ νυκτερινὸν τόξον ἀστέρος. — Ἐστω $\Sigma\Sigma'$ ἡ τροχιά ἀστέρος καὶ AB ἡ τομὴ τοῦ ἐπιπέδου αὐτῆς ὑπὸ τοῦ ὀρίζοντος (σχ. 19). Τὸ ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα τόξον $A\Sigma B$ τῆς τροχιάς ταύτης καλεῖται **ἡμερήσιον** τόξον, τὸ δὲ ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα τόξον $B\Sigma'A$ καλεῖται **νυκτερινὸν** τόξον τοῦ ἀστέρος τούτου. Εἶναι δὲ φανερὸν ὅτι ἅπαντα ἡ τροχιά ἐκάστου ἀειφανοῦς ἀστέρος εἶναι ἡμερήσιον τόξον, ἐκάστου δὲ ἀφανοῦς εἶναι νυκτερινὸν τόξον.



Σχ. 19.

26. Ἰδιότητες τοῦ οὐρανόσφαιρας μεσημβρινοῦ. — Α') Τὸ κέντρον ἐκάστου παραλλήλου τῆς οὐρανόσφαιρας 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 ἕκαστον τῶν παραλλήλων κύκλων τῆς οὐρανόσφαιρας κατὰ διάμετρον τοῦ παραλλήλου τούτου.

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

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

27. Μεσουρανήσεις τῶν ἀστέρων. — Αἱ χρονικαὶ στιγμαί, κατὰ τὰς ὁποίας εἷς 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 μεσουρανήσεις**, ἡ δὲ ἄλλη κάτω μεσουρανήσεις.

Ἄμφότεραι 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 μεσουρανήσεις γίνονται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα, ἡ δὲ κάτω ὑπ' αὐτόν.

Ἄσκησεις

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 ἀνατελεῖ;

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

Κατὰ ταῦτα ἡ ἀστρική ἡμέρα ὀρίζεται, ὡς ἐξῆς :

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

Ἡ ἀστρική ἡμέρα διαιρεῖται εἰς 24 ἀστρικός ὥρας, ἡ ἀστρική ὥρα εἰς 60 ἀστρικά λεπτά καὶ ἕκαστον τούτων εἰς 60 ἀστρικά δευτερόλεπτα.

Ὡς ἀρχὴ τῆς ἀστρικῆς ἡμέρας λαμβάνεται εἰς ἕκαστον τόπον ἡ στιγμή τῆς ἄνω μεσουρανήσεως τοῦ γ ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ.

Ἐὰν εἷς τινα στιγμήν ἀστρικῆς ἡμέρας τὸ γ ἔχῃ ὠριαίαν γωνίαν H° , ὁ παρελθὼν ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τῆς ἡμέρας ταύτης χρόνος εἶναι $\frac{H^{\circ}}{15^{\circ}}$ ἀστρικά ὥραι. Ἄλλ' ὁ χρόνος οὗτος δηλοῖ καὶ τὴν ὠριαίαν γωνίαν τοῦ γ εἰς ὥρας κ.τ.λ. κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν.

Διὰ τοῦτο καλοῦμεν **ἀστρικὸν χρόνον ἢ ἀστρικήν ὥραν τόπου κατὰ τινα στιγμήν, τὴν H τοῦ γ** (εἰς ὥρας κ.τ.λ.) **κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν.**

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

Σ η με ἰ ω σ ι ς. Ἐν τοῖς ἀκολουθοῦσι λέγοντες ἀπλῶς ὥρας, λεπτά καὶ δευτερόλεπτα θὰ νοῶμεν ἀστρικά τοιαῦτα.

Ἀ σ κ ῆ σ ε ι ς

34) Κατὰ ποίαν ὥραν δύνει καὶ κατὰ ποίαν ἀνατέλλει τὸ γ εἰς ἓνα τόπον ;

35) Κατὰ ποίαν ὥραν ἀνατέλλει καὶ κατὰ ποίαν δύνει τὸ γ' εἰς ἓνα τόπον ;

X 36) Κατὰ ποίαν ὥραν τὸ γ μεσουρανεῖ κάτω εἰς ἓνα τόπον ; Πόσῃν H ἔχει τότε τὸ γ' ;

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

38) Νὰ εὑρῆτε 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 γ καὶ παραμένει 8 ὥρας καὶ 20π. ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα τόπου τινός. Νὰ εὑρῆτε κατὰ ποίαν ὥραν δύνει οὗτος.

✓ 40) Μετά πόσας ώρας από της άνω μεσουρανησεως θα δύση άπλανής άστήρ, όστις μένει ύπερ τόν ορίζοντα 14 ώρας και 20π ;

✓ 41) Μετά πόσας ώρας από της κάτω μεσουρανήσεως θα ανατείλη άπλανής άστήρ, όστις διανύει τό ήμερήσιον τόξον του εις 13 ώρας 20 π 38δ ;

✓ 42) Είς άπλανής άστήρ μεσουρανεί κάτω μετά 6 ώρ. 25π. 58δ από της δύσεώς του. Νά εύρητε εις πόσον χρόνον διανύει τό ήμερήσιον και εις πόσον τό νυκτερινόν τόξον της τροχιās του.

✗ 43) Είς άπλανής άστήρ ανατέλλει εις ένα τόπον την 8 ώραν 15π και μεσουρανεί άνω την 17 ώραν 21π 30δ. Κατά ποίαν ώραν δύει και εις πόσον χρόνον διανύει τό νυκτερινόν τόξον αυτού ;

✓ 44) Νά εύρητε κατά ποίαν ώραν μεσουρανεί άνω εις ένα τόπον άπλανής άστήρ, όστις ανατέλλει εις αυτόν την 10 ώραν και δύει την 20 ώραν 40 π. 24δ ;

✓ 45) Είς άπλανής άστήρ ανατέλλει εις ένα τόπον την 17 ώραν και δύει την 7 ώραν της άκολουθου άστρικής ήμέρας. Νά εύρητε πόσην Η έχει κατά την άρχήν της ήμέρας ταύτης.

✓ 46) Είς άπλανής άστήρ ανατέλλει εις ένα τόπον την 4 ώραν και δύει την 12 ώραν. Νά εύρητε κατά ποίαν ώραν θα έχη Η = 12 ώρας.

47) Είς άπλανής άστήρ δύει εις ένα τόπον την 10 ώραν 30π και ανατέλλει την 0 ώρ. 16π της άκολουθου άστρικής ήμέρας. Νά εύρητε κατά ποίαν ώραν θα έχη Η = 12 ώρ. και κατά ποίαν Η = 0 ώρ.

29. Όρισμός της θέσεως άστέρος κατά τина στιγμήν.—

"Αν γνωρίζωμεν τόν παράλληλον ενός άστέρος και τόν ώριαίον αυτού κατά τина στιγμήν, όρίζομεν την θέσιν αυτού κατά την στιγμήν ταύτην. Διότι ούτος εύρίσκειται εις την τομήν των περιφερειών τούτων.

Α') "Εστω Σ (σχ. 20) ή θέσις άστέρος κατά τина στιγμήν και ΑΒ ό παράλληλος, τόν όποιον γράφει κατά την ήμερησίαν κίνησιν της ούρχνίου σφάιρας. Τό μεταξύ αυτού και του ούρανίου ίσημερινού περιεχόμενον τόξον σΣ του ώριαίου του Σ είναι σταθερόν δια τόν άστέρα τούτον. 'Επί του τόξου δέ τούτου βαίνει ή γωνία ΣΟσ, την όποίαν σχηματίζει ή ακτίς ΟΣ με τόν ούράνιον ίσημερινόν. 'Η γωνία αύτη ΣΟσ λέγεται **άπόκλισις** (δ) του άστέρος Σ.

'Η απόκλισις εκάστου άστέρος μετρεΐται επί του ώριαίου αυτού και από του ίσημερινού θετικώς μεν πρός τόν βόρειον, άρνητικώς δε

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

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 Σ (σχ. 20) ἔχει $P = (\widehat{\Pi\hat{O}\Sigma}) = (\widehat{\Pi\Sigma})$. Μετρεῖται δὲ ἡ πολικὴ ἀπόστασις ἀστέρος ἐπὶ τοῦ ὠριαίου αὐτοῦ καὶ ἀπὸ τοῦ βορείου πόλου Π. Περιέχονται λοιπὸν αἱ πολικαὶ ἀποστάσεις τῶν ἀστέρων ἀπὸ 0° μέχρις 180° .

Β') Ὁ κόλουρος τῶν ἰσημεριῶν ΠγΠ' καὶ ὁ ὠριαῖος ΠΣΠ' ἑνὸς ἀστέρος Σ κατὰ τινὰ στιγμήν σχηματίζουν διέδρον γωνίαν γΠΠ'Σ. Αὕτη λέγεται **ὀρθὴ ἀναφορὰ** (α) τοῦ ἀστέρος Σ.

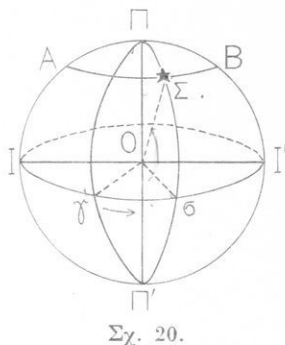
Ἀντίστοιχος ἐπίπεδος γωνία αὐτῆς εἶναι ἡ γωνία γΟσ, ἡ ὁποία βαίνει ἐπὶ τοῦ τόξου γσ τοῦ οὐρανίου ἰσημερινοῦ. Διὰ τοῦτο ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ ἐκάστου ἀστέρος μετρεῖται εἰς ὥρας κ.τ.λ. ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ οὐρανίου ἰσημερινοῦ ἀπὸ τοῦ σημείου γ καὶ κατὰ συνθήκην κατὰ τὴν ὀρθὴν φοράν. Κυμαίνεται δὲ ἡ α τῶν ἀστέρων ἀπὸ 0 μέχρις 24 ὥρῶν.

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

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

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

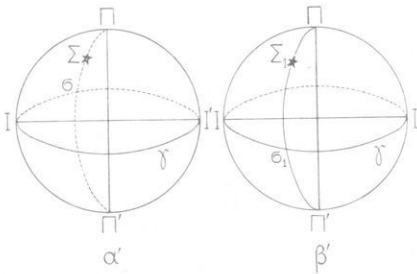
Ἡ ἀπόκλισις καὶ ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ ἑνὸς ἀστέρος λέγονται ὁμοῦ



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

30. Σχέσεις μεταξύ α, Η ἑνὸς ἀστέρος καὶ ἀστρικοῦ χρόνου Χ κατὰ τινὰ στιγμήν. Α΄) Ἐστω Σ εἷς ἀστὴρ (σχ. 21 α΄),

ὁ ὁποῖος ἔχει $H = \widehat{I\sigma}$, $\alpha = \widehat{\gamma\Gamma\sigma}$, καθ' ἣν στιγμήν εἶναι $\widehat{\Pi'\Gamma} = X$.



Σχ. 21.

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

Διὰ τὸν ἀστὴρα Σ₁

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

$\alpha = \widehat{\gamma\Gamma\sigma_1}$ καὶ ἐπομένως

$\sigma_1\Gamma = 24 \text{ ὥρ.} - \alpha$. Ἐπειδὴ δὲ

$\widehat{\Pi'\Gamma\sigma_1} = \widehat{\Pi'\Gamma} + \widehat{\Gamma\sigma_1}$ καὶ

$\widehat{\Pi'\Gamma} = X$, ἔπεται ὅτι

$H = X + 24 - \alpha$. Ἐκ ταύτης

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

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

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

Ἀσκήσεις

- 48) Νὰ ὀρίσητε τὰς οὐρανογραφικὰς συντεταγμένας τοῦ γ καὶ τοῦ γ' .
- 49) Νὰ ὀρίσητε τὰς οὐρανογραφικὰς συντεταγμένας τῆς ἀνατολῆς καὶ τῆς δύσεως ἑνὸς τόπου, ὅταν τὸ γ μεσουρανή ἄνω ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ.
- 50) Νὰ ὀρίσητε τὴν ὀρθὴν ἀναφορὰν τοῦ νότου ἑνὸς τόπου κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς ἀστροικῆς ἡμέρας ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ.
- 51) Νὰ ὀρίσητε τὴν α τοῦ βορρᾶ ἑνὸς τόπου, ὅταν τὸ γ ἀνατέλλῃ ἐν αὐτῷ.

52) Νὰ ὀρίσητε τὴν α τῆς δύσεως καὶ τῆς ἀνατολῆς ἐνὸς τόπου τὴν 6ην καὶ ἔπειτα τὴν 12ην ἀστρικήν ὥραν τοῦ τόπου τούτου.

53) Νὰ ὀρίσητε τὴν α ἐνὸς ἀπλανοῦς ἀστέρος, ὁ ὁποῖος μεσουρανεῖ ἄνω εἰς ἓνα τόπον, ὅταν τὸ γ μεσουρανεῖ κάτω εἰς τὸν αὐτὸν τόπον.

54) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ ἔχων $P = 90^\circ$ μεσουρανεῖ ἄνω εἰς τινὰ τόπον, ὅταν τὸ γ ἀνατέλλῃ εἰς τὸν τόπον τοῦτον. Νὰ εὑρητε τὰς οὐρανογραφικὰς συντεταγμένας αὐτοῦ.

55) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ μεσουρανεῖ ἄνω ἐν Ἀθήναις τὴν 12 ὥρ. 20π. 15δ. Νὰ εὑρητε τὴν α αὐτοῦ.

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

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

58) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ ἔχει $\delta = 0^\circ$ καὶ ἀνατέλλει ἐν Ἀθήναις τὴν 8 ὥρ. 25π. 35δ. Νὰ εὑρητε κατὰ ποίαν ὥραν μεσουρανεῖ ἄνω καὶ κατὰ ποίαν δύνει ἐν Ἀθήναις. Πόση δὲ ἢ α αὐτοῦ;

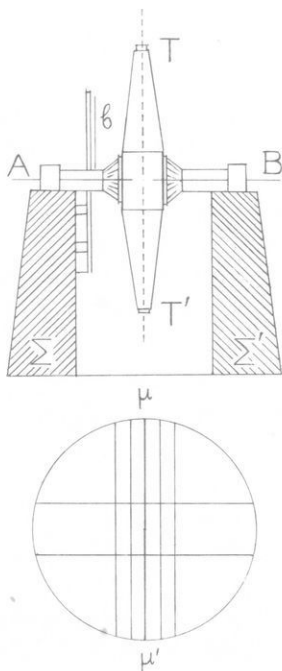
59) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ ἔχει $P = 12^\circ 10' 40''$ καὶ μεσουρανεῖ ἄνω ἐν Ἀθήναις τὴν 18 ὥρ. 40 π. 42δ. Νὰ εὑρητε τὰς οὐρανογραφικὰς συντεταγμένας αὐτοῦ.

31. Μεσημβρινὸν τηλεσκόπιον.—Ἐκαστὸν ἀστεροσκοπεῖον, πλὴν ἄλλων ὀργάνων, ἔχει ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον TT' , τὸ ὁποῖον εἶναι διατεθειμένον ὡς ἐξῆς: (σχ. 22). Ὁ ὀπτικὸς ἄξων αὐτοῦ στρέφεται περὶ ἄλλον ἄξωνα AB κάθετον ἐπ' αὐτόν. Ὁ ἄξων AB εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν οὐράνιον μεσημβρινὸν τοῦ τόπου καὶ στηρίζεται ἀκλόνητως ἐπὶ δύο κατακορύφωφιν στύλων Σ, Σ' .

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

Παραπλεύρως τοῦ τηλεσκοπίου τούτου κεῖται κατακόρυφος κύκλος, ὁ ὁποῖος στερεοῦται κατὰ τὸ κέντρον του ἐπὶ τοῦ ἄξονος AB . Ἐν τῷ ἐπιπέδῳ δὲ τοῦ κύκλου τούτου στρέφεται περὶ τὸ κέντρον του καὶ συγχρόνως μὲ τὸν ἄξωνα τοῦ τηλεσκοπίου μία βελὸν β . Ταύτης τὸ κινητὸν ἄκρον διατρέχει τὴν περιφέρειαν τοῦ κύκλου, ἥτις εἶναι διηρημένη εἰς μοίρας κ.τ.λ. Τὸ σταυρόνημα τοῦ τηλεσκοπίου τούτου ἀποτε-

λείται από δύο οριζόντια νήματα και από 5 άλλα, τα οποία είναι κάθετα ἐπὶ τὰ πρῶτα και εὐρίσκονται εἰς ἴσην ἀπόστασιν ἀπ' ἀλλήλων (σχ. 23). Τὸ μεσαῖον τούτων κεῖται ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ οὐρανόου μεσημβρινοῦ και λέγεται διὰ τοῦτο **μεσημβρινὸν νῆμα**. Τὴν στιγμήν, κατὰ τὴν ὁποίαν εἰς ἀστήρ διέρχεται πρὸ τοῦ μεσημβρινοῦ νήματος,



Σχ. 22-23.

οὗτος μεσουρανεῖ ἄνω. Διὰ τὴν ὄρισωσι δὲ οἱ ἀστρονόμοι μὲ ἀκρίβειαν τὴν χρονικὴν ταύτην στιγμήν, σημειώνουσι τὰς ὥρας κατὰ τὰς διαβάσεις αὐτοῦ πρὸ ἐκάστου τῶν 5 νημάτων και λαμβάνουσι τὸν μέσον ὄρον αὐτῶν.

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

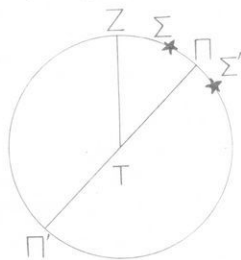
1ον. Ὁρίζουσι τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου.

Πρὸς τοῦτο ἐργάζονται ὡς ἐξῆς ἐν

Ἀστεροσκοπεῖῳ τοῦ βορείου π.χ. ἡμισφαιρίου. Καθιστῶσι κατακόρυφον τὸν ὀπτικὸν ἄξονα τοῦ τηλεσκοπίου μὲ τὸν ἀντικειμενικὸν φακὸν πρὸς τὸ Zenith και σημειώνουσι τὴν ἀκτῖνα τοῦ κύκλου τοῦ ὄργάνου, μὲ τὴν ὁποίαν συμπίπτει τότε ἡ βελὸν β αὐτοῦ. Ἐπειτα

στρέφουσι τὸ μεσημβρινὸν τηλεσκόπιον πρὸς ἓνα ἀειφανῆ ἀστέρα, μεσουρανοῦντα πρὸς βορρᾶν τοῦ Zenith, καθ' ἣν στιγμήν οὗτος μεσουρανεῖ ἄνω. Προφανῶς ἡ γωνία, καθ' ἣν ἐστράφη ἡ βελὸν εἶναι ἡ ζενιθία ἀπόστασις $\Sigma Z = z_1$ τοῦ ἀστέρος κατὰ τὴν στιγμήν ταύτην (σχ. 24).

Μετὰ 12 ὥρας μετροῦσι κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον τὴν ζενιθίαν ἀπόστασιν $Z\Sigma' = z_2$ τοῦ αὐτοῦ ἀστέρος. Ἄν δὲ Π εἶναι ὁ βόρειος πόλος τοῦ Οὐρανοῦ, θὰ εἶναι $Z\Pi = Z\Sigma + \Sigma\Pi$ και $Z\Pi = Z\Sigma' - \Pi\Sigma'$. Προσθέντες τὰς ἰσότητας ταύτας κατὰ μέλη και παρατηροῦντες ὅτι



Σχ. 24.

$\Sigma\Pi = \Pi\Sigma'$, εύρισκομεν ὅτι $Z\Pi = \frac{z_1 + z_2}{2}$. Μετὰ ταῦτα στρέφουσιν τὸν ὀπτικὸν ἄξονα, μέχρις οὗ ἡ βελόνη β σχηματίσῃ γωνίαν $\frac{z_1 + z_2}{2}$ μὲ τὴν ἀρχικῶς σημειωθείσαν ἀκτῖνα τοῦ κύκλου. Εἰς τὴν θέσιν ταύτην ὁ ὀπτικὸς ἄξων διευθύνεται πρὸς τὸν πόλον Π , ἥτοι ἔχει τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου. Καθ' ὅμοιον τρόπον ἐργάζονται καὶ ἀπὸ τόπου τοῦ νοτίου ἡμισφαιρίου.

2ον. **Μετροῦσι τὰς οὐρανογραφικὰς συντεταγμένας οἰοδηπότε ἀστέρος Σ** ἐργαζόμενοι, ὡς ἐξῆς : Ὅρίζουσι τὴν ἀκτῖνα τοῦ κύκλου τοῦ ὄργανου, μὲ τὴν ὁποίαν συμπίπτει ἡ βελόνη β, ὅταν ὁ ὀπτικὸς ἄξων ἔχη τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου. Στρέφουσιν ἔπειτα τὸν ὀπτικὸν ἄξονα τοῦ μεσημβρινοῦ τηλεσκοπίου πρὸς τὸν ἀστέρα Σ καὶ προσδιορίζουσι μὲ τὴν βοήθειαν παρακειμένου ἀστρικοῦ ἐκκρεμοῦς 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 ὄργανου τὴν γωνίαν ω , 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 ἀπλανῆς ἀστήρ ἔχει $a = 2$ ὥρας 42π. 35δ. καὶ δύνει εἰς ἓνα τόπον τὴν 8 ὥραν 42π. 35δ. Νὰ εὑρητε τὴν ἀπόκλισιν αὐτοῦ καὶ τὴν ὥραν, καθ' ἣν οὗτος μεσουρανεῖ κάτω εἰς τὸν αὐτὸν τόπον.

61) Εἰς ἀπλανῆς ἀστήρ ἀνατέλλει εἰς ἓνα τόπον τὴν 3 ὥραν καὶ δύνει τὴν 12 ὥραν. Νὰ εὑρητε τὴν a αὐτοῦ.

62) Εἰς ἀφανῆς ἀστήρ 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 ζενίθ τοῦ τόπου τούτου.

63) Εἰς ἀειφανῆς ἀστήρ ἔχει ζενιθίαν ἀπόστασιν $50^\circ 52' 40''$ κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησιν ἐν Ἀθήναις καὶ $53^\circ 10' 40''$ κατὰ τὴν κάτω μεσουράνησιν. Ἐγιναν δὲ καὶ αἱ δύο μεσουρανήσεις πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ ζενίθ. Νὰ εὑρητε τὸ ὕψος (ἔξαγμα) τοῦ βορείου πόλου ἐν Ἀθήναις.

64) Τὸ ζενίθ ἐνὸς τόπου ἔχει $P = 48^\circ 10'$. Εἰς δὲ ἀφανῆς ἀστήρ κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησιν του εἰς τὸν τόπον τούτον ἔχει $z = 29^\circ 10' 30''$. Νὰ εὑρητε τὴν ζενιθίαν ἀπόστασιν αὐτοῦ κατὰ τὴν κάτω μεσουράνησιν του εἰς τὸν αὐτὸν τόπον.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

Ο ΗΛΙΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

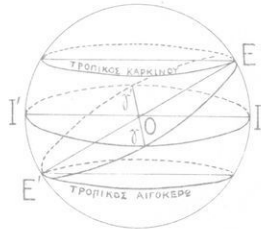
ΦΑΙΝΟΜΕΝΗ ΚΙΝΗΣΙΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ

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

Ἡ γωνία αὕτη λέγεται λόξωσις τῆς Ἐκλειπτικῆς.

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

τοῦτο αἱ χρονικαὶ αὐταὶ στιγμαὶ λέγονται **ἰσημερία**, τὰ σημεῖα, γ, γ' λέγονται **ἰσημερινὰ σημεῖα** καὶ ἡ διάμετρος γγ' λέγεται **ἰσημερινὴ γραμμὴ**. Τὴν στιγμὴν, κατὰ τὴν ὁποίαν ὁ ἥλιος εὐρίσκεται εἰς τὸ γ (σχ. 25) ἀρχίζει τὸ ἔαρ. Τὴν δὲ στιγμὴν, κατὰ τὴν ὁποίαν ὁ ἥλιος εὐρίσκεται εἰς τὸ γ', ἀρχίζει τὸ φθινόπωρον. Δι' αὐτὸ αἱ στιγμαὶ αὗται λέγονται ἀντιστοίχως **ἔαρινὴ ἰσημερία** ἢ μία καὶ **φθινοπωρινὴ ἰσημερία** ἢ ἄλλη. Τὸ δὲ γ λέγεται ἰδιαιτέρως **ἔαρινόν ἰσημερινόν σημεῖον** καὶ τὸ γ' **φθινοπωρινόν ἰσημερινόν 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 ἰδιαιτέρως **θερινόν ἡλιοστάσιον**· τὸ δὲ Ε', τὸ ὁποῖον κεῖται εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον, καλεῖται **χειμερινόν ἡλιοστάσιον**. Διότι τὰς στιγμάς, κατὰ τὰς ὁποίας ὁ ἥλιος εὐρίσκεται εἰς ταῦτα, ἀρχίζει ἀντιστοίχως τὸ θέρος καὶ ὁ χειμῶν. Αἱ χρονικαὶ στιγμαί, 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 παράλληλος τῆς οὐρανίου σφαίρας, ὁ ὁποῖος διέρχεται διὰ τοῦ θερινοῦ ἡλιοστασίου, καλεῖται **τροπικὸς τοῦ Καρκίνου**· ὁ δὲ διερχόμενος διὰ τοῦ χειμερινοῦ ἡλιοστασίου καλεῖται **τροπικὸς τοῦ Αἰγόκερω**.



Σχ. 25.

Ἀ σ κ ἡ σ ε ι ς

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

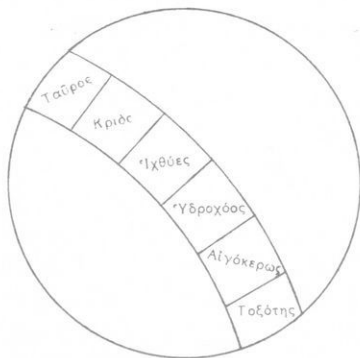
66) Νὰ ὁρίσητε τὴν ἀπόκλισιν σημεῖον τινὸς τοῦ τροπικοῦ τοῦ Καρκίνου καὶ εἶτα σημεῖον τοῦ τροπικοῦ τοῦ Αἰγόκερω.

67) Νὰ ὁρίσητε 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 Αἰγίουπερου.

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

✓
34. Δωδεκατημόρια. Ζωδιακός.— Τὴν Ἐκλειπτικὴν νοοῦμεν διηρημένην ἀπὸ τοῦ σημείου γ εἰς 12 ἴσα τόξα. Ἐκαστον τούτων καλεῖται **δωδεκατημόριον**. Ἐκαστον δωδεκατημόριον φέρει τὸ ὄνομα τοῦ 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 ζώδια ἐκτείνονται ἑκατέρωθεν τῆς Ἐκλειπτικῆς μέχρις ἀποστάσεως 8° . Ἐνεκα τούτου ἡ ζώνη τῆς οὐρανόσφαιρας, τῆς ὁποίας αἱ βάσεις εἶναι παράλληλοι πρὸς τὴν Ἐκλειπτικὴν καὶ ἀπέχουσιν ἑκατέρωθεν αὐτῆς ἀνά 8° καλεῖται **Ζωδιακός**. Οἱ μέγιστοι κύκλοι τῆς οὐρανόσφαιρας, οἱ ὁποῖοι διέρχονται ἀπὸ τὰ ἄκρα τῶν δωδεκατημορίων εἶναι κάθετοι ἐπὶ τὴν Ἐκλειπτικὴν, διαιροῦσι τὸν Ζωδιακὸν εἰς 12 ἴσα μέρη. Ἐκαστον τούτων κατέχεται ὑπὸ ἑνὸς τῶν ἀστερισμῶν, τοὺς ὁποίους καλοῦμεν ζώδια. Διὰ τοῦτο καὶ τὰ μέρη ταῦτα τοῦ Ζωδιακοῦ καλοῦμεν **ζώδια**.



Σχ. 26.

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

35. Φαινομένη διάμετρος ἀστέρος.— Ἐστω Σ τὸ κέντρον ἑνὸς ἀστέρος, Γ ἓν σημεῖον τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς καὶ $\Lambda\Delta\text{B}$ τομὴ τοῦ ἀστέρος ὑπὸ ἐπιπέδου διερχομένου διὰ τῆς $\Gamma\Sigma$ (σχ. 27). Αἱ ἐφαπτόμεναι $\Gamma\Lambda$, ΓB τῆς τομῆς ταύτης σχηματίζουν τὴν γωνίαν $\Lambda\Gamma\text{B}$, ὑπὸ τὴν ὁποίαν ἐκ τοῦ Γ βλέπομεν τὸν ἀστέρα Σ . Διὰ τοῦτο ἡ γωνία αὕτη λέγεται **φαινομένη διάμετρος** τοῦ Σ . Ἐνεκα τοῦ ὀρθογωνίου τριγώνου

ΑΓΣ είναι $(\text{ΑΣ}) = (\text{ΓΣ})$ ή $(\widehat{\text{ΑΓΣ}})$. Ἐν δὲ θέσωμεν $(\text{ΑΣ}) = \text{P}$
 $(\text{ΓΣ}) = \alpha$ καὶ $\widehat{\text{ΑΓΒ}} = \Delta$, ἡ ἰσότης αὕτη γίνεται $\text{P} = \alpha$ ἢ $\mu\left(\frac{\Delta}{2}\right)$.

Ἐκ ταύτης δὲ εὐρίσκομεν ὅτι $\alpha = \frac{\text{P}}{\mu\left(\frac{\Delta}{2}\right)}$ (1). Ἐπειδὴ δὲ διὰ τοὺς

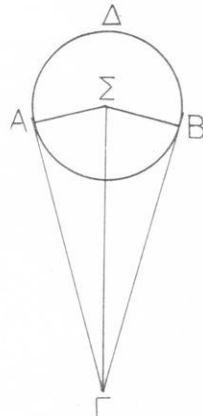
πλείστους τῶν ἀστέρων ἡ γωνία Δ εἶναι πολὺ μικρά, τὸ $\mu\left(\frac{\Delta}{2}\right)$ ἐλά-
 χιστα διαφέρει τοῦ μέτρου $\frac{\Delta}{2}$ (εἰς ἀκτίνια) τῆς
 γωνίας ταύτης. Διὰ τοῦτο ἄνευ αἰσθητοῦ σφάλ-
 ματος ἡ ἰσότης (1) γίνεται $\alpha = \frac{2\text{P}}{\Delta}$ (2).

Ἐκ ταύτης βλέπομεν ὅτι : Ἡ ἀπόστασις ἀ-
 στέρος ἀπὸ τῆς Γῆς εἶναι ἀντιστρόφως ἀνά-
 λογος πρὸς τὴν φαινομένην διάμετρον αὐτοῦ.

36. Φαινομένη διάμετρος τοῦ Ἡλίου.

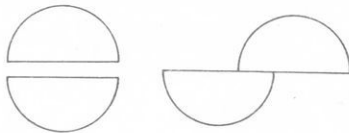
Ἡ μέτρησις τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ Ἡλίου
 δι' ἀκριβῶν ὀργάνων (1) ἀποδεικνύει ὅτι αὕτη
 μεταβάλλεται ἐντὸς τοῦ ἔτους κυμαινομένη μετα-
 ξὺ ἐλαχίστης καὶ μεγίστης τιμῆς αὐτῆς.
 Οὕτω τὴν 1ην Ἰουλίου εἶναι ἐλαχίστη (31' 32'').

Ἐκτοτε δὲ βαίνει συνεχῶς αὐξανόμενη καὶ γίνε-
 ται μεγίστη (32' 36'', 2) τὴν 1ην Ἰανουαρίου. Εἶτα ἄρχεται πάλιν



Σχ. 27.

1. Παλαιότερον ἡ ἐργασία αὕτη ἐγένετο διὰ τοῦ ἡλιόμετρου τοῦ Bouguer (σχ. 28). Τοῦτο εἶναι ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον ἄνευ διαφράγματος, οὗ ὁ ἀν-
 τικειμενικὸς φακὸς εἶναι διηρημένος εἰς δύο ἴσα μέρη. Τούτων τὸ ἓν εἶναι ἀμετάθετον, τὸ
 δὲ ἄλλο δύναται νὰ μετατίθεται κατὰ μῆκος
 τοῦ ἐπιπέδου τοῦ χωρισμοῦ διὰ μικρομετρι-
 κοῦ κοχλίου. Ὄταν τὰ δύο μέρη εἶναι συνη-
 νωμένα εἰς ἓνα πλήρη φακόν, βλέπομεν ἓν εἰ-
 δωλον ἐκάστου ἀστέρος, τὸν ὅποιον δι' αὐτοῦ



Σχ. 28.

παρατηροῦμεν. Ὄταν δὲ τὸ ἓν τούτων μετατεθῇ ὀλίγον, βλέπομεν δύο εἰδωλα. Ἐάν
 τὰ δύο εἰδωλα ἐφάπτωνται ἀλλήλων, ἡ ἐπιτευχθεῖσα μετὰθεσις μετρεῖ τὴν φαινο-
 μένην διάμετρον τοῦ ἀστέρος. Σήμερον δι' ἄλλων λεπτοτάτων καὶ ἀκριβεστάτων
 ὀργάνων κατορθώνουσιν οἱ ἀστρονόμοι νὰ μετρώσι τὰς φαινομένας διαμέτρους τῶν
 ἀστέρων, οἱ ὅποιοι παρουσιάζουσιν αἰσθητὸν ὀπωσδήποτε δίσκον.

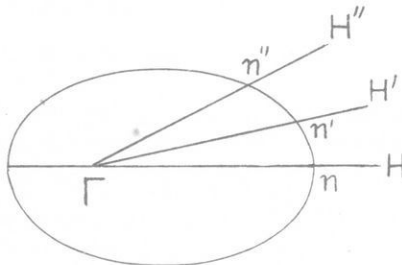
ἐλαττωμένη μέχρι τῆς 1ης Ἰουλίου καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Ἡ μέση τιμὴ τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ Ἡλίου εἶναι 32' 44", 1.

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 ἕκτοτε ἄρχεται ἐλαττωμένη 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. — Ἐστώσαν Η, Η', Η'', αἱ μεσημβριναὶ θέσεις τοῦ Ἡλίου κατὰ διάφορους διαδοχικὰς ἡμέρας καὶ Δ, Δ', Δ'' αἱ ἀντίστοιχοι φαινόμενα διάμετροι αὐτοῦ. Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ α, α', α'' τὰς ἀντιστοίχους ἀφ' ἡμῶν ἀποστάσεις τοῦ Ἡλίου θὰ εἶναι (§ 35).

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

Ἄν δὲ καλέσωμεν λ τὴν κοινὴν τιμὴν τῶν λόγων τούτων, εὐρίσκωμεν ὅτι $\alpha = \frac{\lambda}{\Delta}$, $\alpha' = \frac{\lambda}{\Delta'}$ Ἄν ἤδη ἐπὶ φύλλου χάρτου χαράξωμεν εὐθεῖαν ΜΗ καὶ ὀρίσωμεν, ὅπως τὸ μὲν Γ παριστᾷ τὴν Γῆν, ἡ δὲ



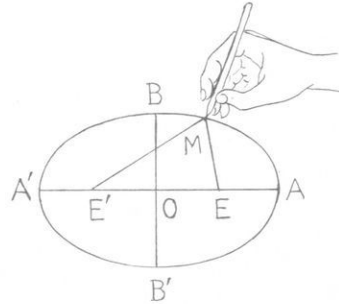
Σχ. 29.

εὐθεῖα ΓΗ τὴν ἐκ τῆς Γῆς πρὸς τὴν θέσιν Η τοῦ Ἡλίου κατεύθυνσιν, αἱ εἰς τὰς θέσεις Η', Η'' . . . τοῦ Ἡλίου ἀντιστοιχοῦσαι εὐθεῖαι ὀρίζονται εὐκόλως (σχ. 29). Διότι ἀρκεῖ ἐκάστη τούτων νὰ σχηματίζῃ μὲ τὴν προηγουμένην γωνίαν 1°, ὅση δηλ. εἶναι περίπου ἡ πρὸς ἀνατολὰς ἡμερησία μετὰθεσις τοῦ Ἡλίου ἐν τῷ

Οὐρανῷ. Τούτων γενομένων, ἂς δώσωμεν εἰς τὸν λ ὀρισμένην τινὰ 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 η , η' , η'' ... τῶν τμημάτων τούτων, βλέπομεν ὅτι αὕτη εἶναι ἔλλειψις (σχ. 30), τῆς ὁποίας μία ἐστία εἶναι τὸ Γ . Ἄν ἔπειτα ἐργασθῶμεν ὁμοίως μὲ ἄλλην τιμὴν τοῦ λ , εὐρίσκομεν ἄλλην ἔλλειψιν, τῆς ὁποίας μία ἐστία εἶναι πάλιν τὸ Γ καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Ὀφείλομεν λοιπὸν νὰ δεχθῶμεν ὅτι τὸ συμπέρασμα τοῦτο ἰσχύει καὶ διὰ τὰς πραγματικὰς ἐν τῷ χώρῳ θέσεις τοῦ Ἡλίου.

Ἄρα :
Ὁ Ἥλιος φαίνεται κινούμενος ἐν τῷ χώρῳ ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς ἐπὶ ἔλλειψει, τῆς ὁποίας τὴν μίαν τῶν ἐστιῶν κατέχει ἡ Γ . Τὸ φαινόμενον τοῦτο συμβιβάζεται καὶ ἐξηγεῖ τὴν ἐν τῷ Οὐρανῷ καὶ ἐν μέσῳ τῶν ζῳδίων μετατάξιν τοῦ Ἡλίου καὶ τὴν περιοδικὴν μεταβολὴν τῆς ἀποστάσεως αὐτοῦ ἀπ' ἡμῶν. Ἀρκεῖ πρὸς



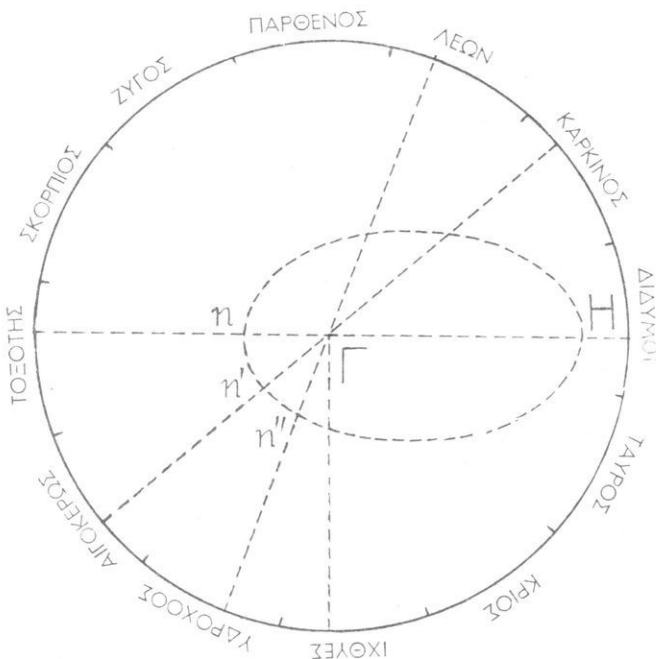
Σχ. 30.

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 η (σχ. 31), εὐρισκόμενος εἰς τὴν ἐλαχίστην ἀπὸ τῆς Γ ἀπόστασιν, φαίνεται ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας κατὰ τὴν διεύθυνσιν $\Gamma\eta$ ἐπὶ τοῦ ἀστερισμοῦ τοῦ Τοξότου. Ἀπὸ τῆς ἐποχῆς ταύτης συνεχῶς κινούμενος ἐπὶ τῆς τροχιᾶς του ἀπομακρύνεται τῆς Γ , μεταβάλλει δὲ καὶ θέσιν ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας. Οὕτω μετὰ ἓνα περὶπου μῆνα φθάνει εἰς τὸ σημεῖον η' καὶ φαίνεται ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Αἰγώνκερω. Μετὰ ἕξ δὲ μῆνας φθάνει εἰς τὸ ἀπώτατον σημεῖον H τῆς τροχιᾶς του καὶ φαίνεται ἐν τῷ ἀστερισμῷ τῶν Διδύμων. Ἐκτοτε διέρχεται διὰ θέσεων τῆς τροχιᾶς του, αἱ ὁποῖαι κεῖνται βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον πλησιέστερον πρὸς τὴν Γ , ἐν ᾧ ἐν τῷ Οὐρανῷ φαίνεται κατὰ σειρὰν ἐν μέσῳ τῶν ἀστερισμῶν Καρκίνου, Λέοντος κ.τ.λ.

Ὁ μέγας ἄξων ηH τῆς ἔλλειψεως ταύτης καλεῖται **γραμμὴ τῶν ἀψίδων**. Τὸ ἐγγύτερον πρὸς τὴν Γ κείμενον ἄκρον η τῆς γραμμῆς τῶν ἀψίδων καλεῖται **περίγειον**, τὸ δὲ ἀπώτατον H καλεῖται **ἀπόγειον**.

Ἡ γραμμὴ τῶν ἀψίδων σχηματίζει μὲ τὴν γραμμὴν τῶν ἡλιοστασιῶν ἐλαφρῶς μεταβλητὴν γωνίαν, ἥτις σήμερον εἶναι 12° περίπου.

Τῆς ἐλλείψεως ταύτης ὁ μέγας ἄξων ὀλίγον διαφέρει τοῦ μικροῦ κατ' ἀκολουθίαν ἢ ἐλλείψει αὐτῆ ὀλίγον διαφέρει περιφερείας κύκλου.



Σχ. 31.

Ἀσκήσεις

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

71) Πόση εἶναι ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ γ καὶ τοῦ περιγείου μετρομένη ἀπὸ τοῦ γ 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 μετὰ τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου, λέγεται **γωνιώδης ταχύτης τοῦ Ἡλίου**. Ἡ ταχύτης αὕτη δὲν εἶναι σταθερά. Τὴν 1ην Ἰανουαρίου ἔχει τὴν μεγίστην τιμὴν $1^{\circ} 4' 10''$ τὴν ἡμέραν. Ἐκτοτε

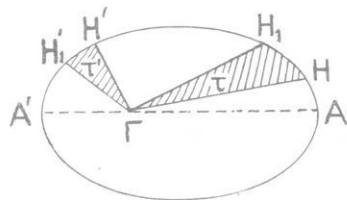
βαίνει συνεχῶς ἐλαττούμενη καὶ περὶ τὴν 1ην Ἰουλίου λαμβάνει τὴν ἐλαχίστην τιμὴν 57' 11" καθ' ἡμέραν. Ἐκτοτε δὲ βαίνει ἀύξανόμενη, μέχρις οὗ λάβῃ πάλιν τὴν μεγίστην 1° 1' 10" καὶ οὕτω καθ' ἐξῆς. Παραβάλλοντες τὴν μεταβολὴν ταύτην τῆς γωνιώδους ταχύτητος τοῦ Ἡλίου πρὸς τὴν μεταβολὴν τῆς φαινομένης διαμέτρου αὐτοῦ (§ 36) βλέπομεν ὅτι, ὅταν τὸ ἐν τῶν στοιχείων τούτων βαίνει ἀύξανόμενον ἢ ἐλαττούμενον καὶ τὸ ἄλλο βαίνει ἀύξανόμενον ἢ ἐλαττούμενον. Κατ' ἀκολουθίαν ταῦτα γίνονται συγχρόνως μέγιστα καὶ συγχρόνως ἐλάχιστα. Διὰ προσεκτικῶν δὲ παρατηρήσεων ἐβεβαιώθησαν οἱ ἀστρονόμοι ὅτι : **Αἱ γωνιώδεις ταχύτητες τ καὶ τ' τοῦ Ἡλίου εἰς διαφόρους ἐποχὰς εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν ἀντιστοίχων διαμέτρων Δ , Δ' αὐτοῦ.**

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

Ἀσκήσεις

72) Νὰ ἐξετάσητε, ἂν κατὰ τὸ ἄπογειον ἢ κατὰ τὸ περιγέειον κινεῖται ταχύτερον ὁ Ἡλιος.

40. Νόμος τῶν ἐμβαδῶν.— Ἐστῶσαν H καὶ H' αἱ θέσεις τοῦ Ἡλίου ἐπὶ τῆς φαινομένης ἐν τῷ χώρῳ τροχιάς του εἰς διαφόρους χρονικὰς στιγμὰς. Ἐστῶσαν δὲ a , a' αἱ ἀντίστοιχοι ἀποστάσεις αὐτοῦ ἀπὸ τῆς Γ ῆς, Δ , Δ' αἱ φαινόμεναι διαμέτροι αὐτοῦ, καὶ τ , τ' αἱ γωνιώδεις ταχύτητες αὐτοῦ κατ' ἀστρικήν ἡμέραν. Μετὰ μίαν ἀστρικήν ἡμέραν ὁ Ἡλιος μεταβαίνει ἐκ μὲν τῆς θέσεως H εἰς ἄλλην H_1 , ἐκ δὲ τῆς H' εἰς τὴν H'_1 (σχ. 32). Ἐπειδὴ αἱ ταχύτητες τ καὶ τ' εἶναι πολὺ μικραὶ (§ 39), δυνάμεθα ἄνευ αἰσθητοῦ σφάλματος νὰ δεχθῶμεν ὅτι $\Gamma H = \Gamma H_1$ καὶ $\Gamma H' = \Gamma H'_1$. Κατ' ἀκολουθίαν οἱ τομεῖς $H\Gamma H_1$, $H'\Gamma H'_1$, ἐξομοιοῦνται πρὸς κυκλικούς τομεῖς. Ἐὰν δὲ παραστήσωμεν τὰ ἐμβαδὰ αὐτῶν διὰ E, E' , θὰ εἶναι $E = \pi a^2 \cdot \frac{\tau}{360}$ καὶ $E' = \pi a'^2 \cdot \frac{\tau'}{360}$.



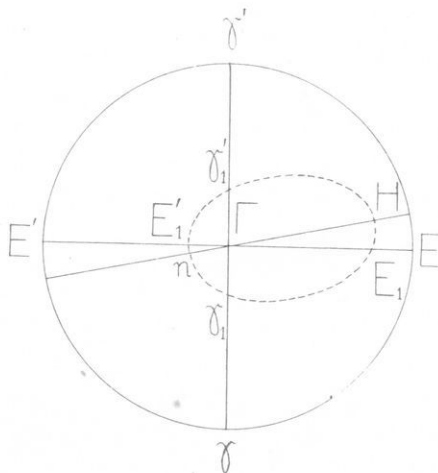
Σχ. 32.

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

Ἐπειδὴ δὲ $\frac{\alpha}{\alpha'} = \frac{\Delta'}{\Delta}$ (§ 35) καὶ $\frac{\tau}{\tau'} = \frac{\Delta^2}{\Delta'^2}$ (§ 39), ἔπεται ὅτι $\frac{E}{E'} = \frac{\Delta'^2}{\Delta^2} \cdot \frac{\Delta^2}{\Delta'^2} = 1$. Εἶναι ἄρα $E = E'$, ἴτοι ἡ ἐπιβατική ἀκτίς ΓΗ γράφει ἰσοδυνάμους ἐπιφανείας εἰς ἴσους χρόνους. Κατ' ἀκολουθίαν εἰς διπλάσιον, τριπλάσιον κ.τ.λ. χρόνον γράφει ἐπιφανείας μὲ διπλάσιον, τριπλάσιον κ.τ.λ. ἔμβαδόν. Συμπεραίνομεν λοιπὸν ὅτι :

Τὰ ἔμβαδά τῶν ἐπιφανειῶν, τὰς ὁποίας γράφει ἡ τὸ κέντρον τῆς Γῆς μὲ τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου συνδέουσα ἐπιβατική ἀκτίς, εἶναι ἀνάλογα πρὸς τοὺς χρόνους, καθ' οὓς γράφονται αἱ ἐπιφάνειαι αὗται. Ἡ ιδιότης αὕτη λέγεται νόμος τῶν ἔμβαδῶν.

41. Ὁραι 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, Χειμών**. Πάντες δὲ ὁμοῦ οἱ χρόνοι οὗτοι λέγονται **ὠραι τοῦ ἔτους**. Τὰ τόξα γE, EΓ', γ'E', E'γ τῆς Ἐκλειπτικῆς εἶναι προφανῶς προβολαὶ ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας τῶν τόξων γ1E1, E1γ'1, γ'1E'1, E'1γ1, εἰς τὰ ὁποῖα διαιρεῖται ἡ ἔλλειπτικὴ τροχιά τοῦ Ἡλίου ὑπὸ τῆς ἰσημερινῆς γραμμῆς καὶ τῆς γραμμῆς τῶν τροπῶν. Αἱ διάρκειαι ἄρα E, Θ, Φ, X τῶν ὠρῶν τοῦ ἔτους εἶναι ἀντιστοίχως ἴσαι πρὸς τοὺς χρόνους, καθ' οὓς ὁ Ἡλιος διανύει κατὰ σειράν τὰ 4 ταῦτα τόξα

τῆς τροχιάς αὐτοῦ. Κατὰ δὲ τὸν νόμον τῶν ἔμβαδῶν (§ 40) εἶναι

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

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 με τὴν γραμμὴν τῶν ἡλιοστασίων, 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: Θέρος, Ἑαρ, Φθινόπωρον, Χειμῶν. Πράγματι δὲ τὸ Ἑαρ ἄρχεται τὴν 21 Μαρτίου καὶ λήγει τὴν 21 Ἰουνίου διαρκοῦν οὕτω 92 ἡμέρας καὶ 19,7 ὥρας. Τὸ θέρος ἄρχεται τὴν 21 Ἰουνίου καὶ λήγει τὴν 22 Σεπτεμβρίου διαρκοῦν 93 ἡμέρας καὶ 14,8 ὥρας. Τὸ φθινόπωρον ἄρχεται τὴν 22 Σεπτεμβρίου καὶ λήγει τὴν 22 Δεκεμβρίου διαρκοῦν 89 ἡμέρας καὶ 18,7 ὥρας. Τέλος ὁ χειμῶν ἄρχεται τὴν 22 Δεκεμβρίου καὶ λήγει τὴν 21 Μαρτίου διαρκῶν 89 ἡμέρας καὶ 0,6 ὥρας.

Σημείωσις. Τὸ Ἑαρ καὶ τὸ Θέρος ὁμοῦ ἔχουσι 7 ἡμέρας καὶ 15,2 ὥρας περισσότεροσ τε τοῦ Φθινοπώρου καὶ τοῦ Χειμῶνος. Ὡστε ὁ ἥλιος μένει ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαιρίῳ τοῦ Οὐρανοῦ 7 ἡμέρας καὶ 15,2 ὥρας περισσότεροσ ἢ ἐν τῷ νοτίῳ. (Διατί ;)

Ἀσκήσεις

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

74) Νὰ σπουδάσητε τὴν μεταβολὴν τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἑαρος 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 μεγαλύτερα καὶ κατὰ ποίας μικροτέρα τῶν 12 ὥρων ;

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

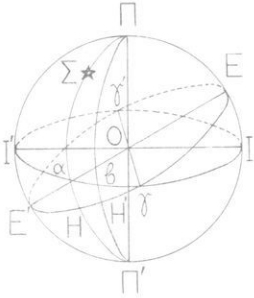
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ

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

Ἐπιπέδου ἡλιακὸς χρόνος ἢ ἀληθὴς ἡλιακὴ ὥρα τόπου τινὸς κατὰ τινὰ στιγμὴν λέγεται ἡ ὠριαία γωνία τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην.

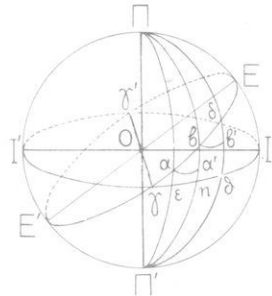
Ἐπειδὴ ὁ βίος καὶ τὰ ἔργα τῶν ἀνθρώπων κανονίζονται ἐπὶ τῇ βίασει τῆς φαινομένης κινήσεως τοῦ Ἡλίου, ἢ ἀληθὴς ἡλιακὴ ἡμέρα θὰ ἦτο ἡ φυσικωτέρα μονὰς πρὸς μέτρησιν τοῦ χρόνου. Δὲν δύναται ὅμως νὰ χρησιμεύσῃ ὡς τοιαύτη μονὰς, διότι δὲν εἶναι σταθερά. Περὶ τούτου βεβαιούμεθα ὡς ἑξῆς :



Σχ. 34.

Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι εἷς ἀπλανὴς ἀστὴρ Σ μεσουρανεῖ ἄνω κατὰ τινὰ στιγμὴν συγχρόνως μὲ τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου εἰς ἓνα τόπον Ο (σχ. 34). Μετὰ μίαν ἀστρικήν ἡμέραν ὁ ἀστὴρ Σ μεσουρανεῖ πάλιν εἰς τὸν τόπον Ο, ἐν ᾧ ὁ

Ἡλιος εὐρίσκεται ἀνατολικώτερον εἰς θέσιν Η' ἕνεκα τῆς ἰδίας πρὸς ἀνατολὰς κινήσεώς του. Διὰ τὴν μεσουρανήσῃ δὲ οὗτος καὶ συμπληρωθῆ οὕτω μία ἀληθὴς ἡλιακὴ ἡμέρα, πρέπει ὁ ὠριακὸς ΗΗ'Π' τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου νὰ στραφῇ πρὸς δυσμὰς κατὰ τὴν διεδρον γωνίαν Η'ΠΠ'Σ. Θὰ παρέλθῃ λοιπὸν ἀκόμη χρόνος ἴσος πρὸς τὴν μετροῦντα τὸ τόξον αβ τοῦ οὐρανοῦ Ἰσημερινοῦ, ἥτοι ἴσος πρὸς τὴν αὐξήσιν τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν ἡλιακὴν ταύτην ἡμέραν. Βλέπομεν λοιπὸν ὅτι : Ἐκάστη ἀληθὴς ἡλιακὴ ἡμέρα ὑπερβαίνει τὴν ἀστρικήν κατὰ τὴν αὐξήσιν 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 ἀνωμαλοῦς κινήσεως τοῦ Ἡλίου ἐπὶ τῆς Ἐκλειπτικῆς καὶ τῆς λοξώσεως αὐτῆς, εἰς τὰ εἰς ἴσους χρόνους διανυόμενα τόξα γα, αβ, βδ κ.τ.λ. (σχ. 35) ἀντιστοιχοῦσιν ἄνισα τόξα γε, εη, ηθ κ.τ.λ. τοῦ Ἰσημερινοῦ.



Σχ. 35.

Ἐπεταὶ λοιπὸν ὅτι ἡ ἀληθὴς ἡλιακὴ ἡμέρα εἶναι ἄλλοτε ὀλιγώτερον καὶ ἄλλοτε περισσότερον μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν σταθερὰν ἀστρικήν ἡμέραν. Εἶναι ἄρα αἱ ἀληθεῖς ἡλιακαὶ ἡμέραι ἄνισοι.

Κατὰ μέσον ὄρον ἡ ἀληθὴς ἡλιακὴ ἡμέρα εἶναι μεγαλύτερα ἀπὸ τὴν ἀστρικήν κατὰ $3^{\text{p}} 56^{\text{s}}$ καὶ κυμαίνεται ἡ διαφορὰ τῶν ἡμερῶν τούτων μεταξὺ μεγίστης τιμῆς $3^{\text{p}} 56^{\text{s}} + 20^{\text{s}} = 4^{\text{p}} 16^{\text{s}}$ καὶ ἐλαχίστης $3^{\text{p}} 56^{\text{s}} - 20^{\text{s}} = 3^{\text{p}} 36^{\text{s}}$.

43. Μέσος ἡλιακὸς χρόνος.—“Ἄν ὁ “Ἡλιος ἐκινεῖτο ἰσοσταχῶς καὶ ἐπὶ τοῦ οὐρ. Ἰσημερινοῦ, αἱ ἀληθεῖς ἡλιακαὶ ἡμέραι θὰ ἦσαν ἴσαι. Διότι ἡ ὑπεροχὴ ἐκάστης ἀπὸ τὴν ἀστρικήν θὰ ἦτο σταθερά. Ὁδηγούμενοι ἐκ τούτου οἱ ἀστρονόμοι φαντάζονται ἓνα πλαστὸν “Ἡλιον, ὁ ὁποῖος κινεῖται ἰσοσταχῶς ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ Ἰσημερινοῦ καὶ διατρέχει αὐτὸν εἰς ὅσον χρόνον ὁ ἀληθὴς “Ἡλιος διατρέχει τὴν Ἐκλειπτικήν. Ὁ πλαστὸς οὗτος “Ἡλιος λέγεται **μέσος ἡλιος**. Ὁ δὲ χρόνος, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἄνω μεσουρανήσεων εἰς ἓνα τόπον τοῦ μέσου Ἡλίου, λέγεται **μέση ἡλιακὴ ἡμέρα**.

Ἡ στιγμὴ τῆς ἄνω μεσουρανήσεως εἰς ἓνα τόπον τοῦ μέσου Ἡλίου λέγεται **μέση μεσημβρία**, ἡ δὲ στιγμὴ τῆς κάτω μεσουρανήσεως αὐτοῦ λέγεται **μέσον μεσονύκτιον**.

Ἡ μέση ἡλιακὴ ἡμέρα ἀρχεται διὰ μὲν τοὺς ἀστρονόμους τὴν μέσην μεσημβρίαν, διὰ δὲ τὸν κοινὸν βίον τὸ μέσον μεσονύκτιον. Κατὰ τὴν δευτέραν περίπτωσιν ἡ μέση ἡλιακὴ ἡμέρα διαιρεῖται εἰς δύο ἡμίση, ἓν **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 ἓνα 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_m κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν καλεῖται **ἐξίσωσις** τοῦ χρόνου (ϵ). Εἶναι δηλ. $\epsilon = X_m - X_a$ καὶ, ἰεπομένως,

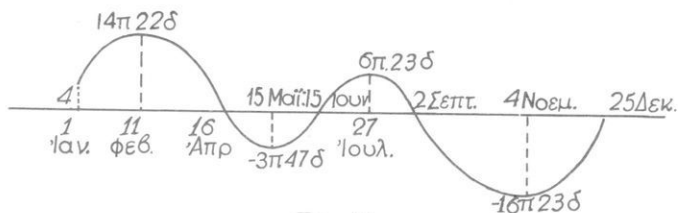
$$X_m = X_a + \epsilon. \quad (1)$$

Ἡ ἰσότης αὕτη διὰ τὴν ἀληθῆ μεσημβρίαν γίνεται $X_m = \epsilon$, ἂν λαμβάνηται ὡς ἀρχὴ τῆς μετρήσεως τοῦ ἀληθοῦς χρόνου ἢ ἀληθοῦς μεσημβρίας ἡ δὲ ἐξίσωσις τοῦ χρόνου εἶναι θετικὴ.

Υπολογίζουσι δὲ τὴν ϵ οἱ ἀστρονόμοι διὰ μεθόδου, τὴν ὁποίαν διδάσκει ἡ οὐράνιος Μηχανικὴ, 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 ἐξίσωσις τοῦ χρόνου κατὰ τὴν ἡμέραν ἐκείνην.

Ἡ ἐξίσωσις τοῦ χρόνου εἶναι ἄλλοτε θετικὴ καὶ ἄλλοτε ἀρνητικὴ. Τοῦτο σημαίνει ὅτι προηγεῖται ἄλλοτε ὁ μέσος καὶ ἄλλοτε ὁ ἀληθὴς Ἡλιος. Περὶ τὴν 16ην Ἀπριλίου, 15ην Ἰουνίου, 2αν Σεπτεμβρίου καὶ 25ην Δεκεμβρίου ἡ ἐξίσωσις τοῦ χρόνου γίνεται μηδέν. Κατὰ τὰς ἡμέρας ταύτας ὁ ἀληθὴς 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 11ην Φεβρουαρίου, τὴν δὲ ἐλαχίστην $-16^{\pi} 23^{\delta}$ λαμβάνει τὴν 4ην Νοεμβρίου.

Ὅταν τὰ ὠρολόγια δεικνύουσι μέσον χρόνον τοῦ τόπου, ἡ δὲ ἐξίσωσις τοῦ χρόνου εἶναι θετικὴ, κατὰ τὴν ἀληθῆ μεσημβριαν ἢ 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 ἀρνητικὴ.

Ἀ σ κ ῆ σ ε ι ς

78) Ὅταν τὰ ὠρολόγια ἡμῶν ἐδείκνυον μέσον χρόνον Ἀθηναῶν, νὰ ὀρίσητε ποῖον τῶν ἐκατέρωθεν τῆς ἀληθοῦς μεσημβρίας τμημάτων τῆς 11ης Φεβρουαρίου ἐφαίνετο μεγαλύτερον καὶ κατὰ πόσον.

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

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

Ἐπίσημος ὥρα.—Εἶναι φανερόν ὅτι, ἂν τόπος Α κείται ἀνατολικώτερον ἄλλου τόπου Β, ὁ μέσος Ἡλιος μεσουρανεῖ πρῶτον εἰς τὸν Α καὶ ἔπειτα εἰς τὸν Β. Τὴν αὐτὴν λοιπὸν στιγμὴν οἱ δύο οὗτοι 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 ἐνὸς κράτους μικρᾶς τοῦλάχιστον ἐκτάσεως. Ἐνεκα τούτου τὰ πλείστα πεπολιτισμένα κράτη παρεδέχθησαν ἀπὸ κοινοῦ τὸν ἀκόλουθον τρόπον καθορισμοῦ τῆς ὥρας δι' ἕκαστον τούτων.

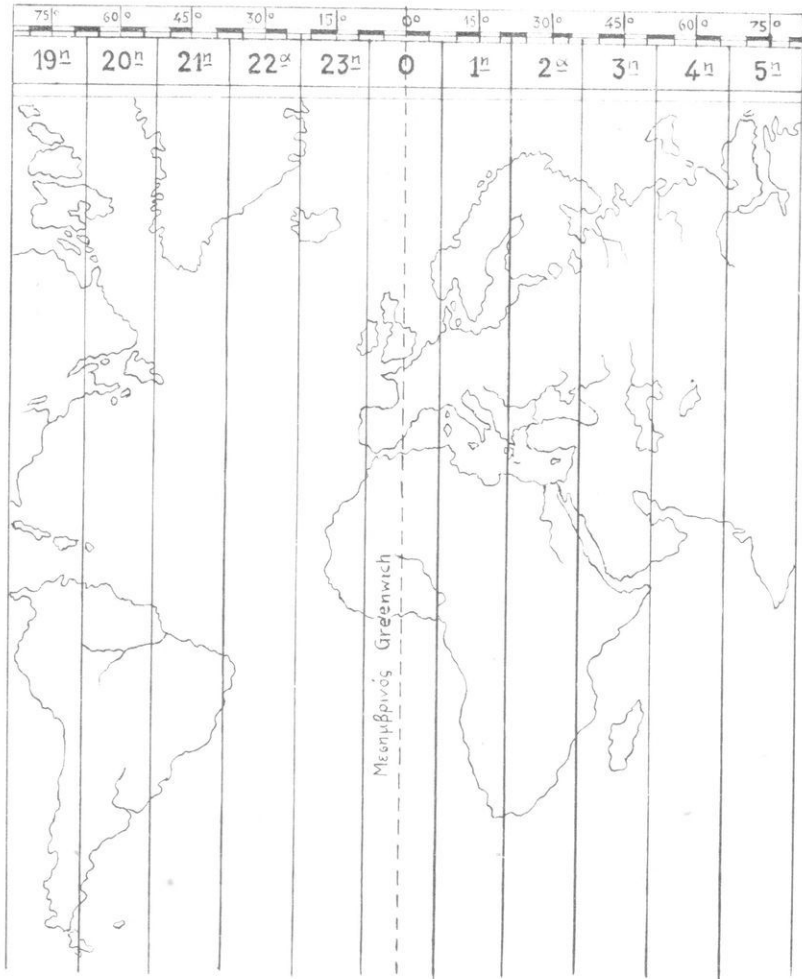
Νοεῖται ἡ ἐπιφάνεια τῆς Γῆς διηρημένη διὰ 24 ἡμιμεσημβρινῶν εἰς ἀτράκτους 15^ο καὶ οὕτως, ὥστε ἡ α' τούτων νὰ διχοτομηθῆται ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ προαστείου τοῦ Λονδίνου Greenwich, ἔνθα ὑπάρχει τὸ περίφημον Ἀγγλικὸν ἀστεροσκοπεῖον. Ἡ πρωτεύουσα ἐκάστου κράτους δέχεται ὡς ὥραν τὴν μέσῃν ὥραν τοῦ μεσημβρινοῦ, ὁ ὁποῖος διχοτομεῖ τὴν περιέχουσαν αὐτὴν ἀτρακτον. Ἡ ὥρα δὲ τῆς πρωτεύουσας θεωρεῖται ὡς ὥρα ὅλων τῶν τόπων τοῦ κράτους τούτου, ἐφ' ὅσον τοῦλάχιστον τοῦτο δὲν ἐκτείνεται πολὺ καθέτως πρὸς τοὺς μεσημβρινούς.

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

Ἐν Εὐρώπῃ ὑπάρχουσιν αἱ ἀκόλουθοι τρεῖς ἐπίσημοι 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 Ἑλλάς 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^π 5,1^δ.

Ἡ εἰσαγωγὴ παρ' ἡμῖν τῆς ἀνω ρηθείσης ἐπίσημου ὥρας ἐτροποποίησε τὰ φαινόμενα τῆς ἀνισότητος τῶν ἐκατέρωθεν τῆς ἀληθοῦς μεσημβρίας τμημάτων ἐκάστης ἡμέρας. Πρὸς κατανόησιν τούτου ἄς καλέσωμεν X_e τὴν ἐπίσημον ὥραν κατὰ τινὰ στιγμὴν, X_m τὴν μέσῃν ὥραν τῶν Ἀθηνῶν καὶ X_a τὴν ἀληθῆ ἡλιακὴν ὥραν κατὰ τὴν αὐτὴν



ἙΩριαῖα ἄτρακτοι.

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

στιγμήν. Ἐπειδή, ὡς εἶπομεν προηγουμένως, εἶναι $X_\varepsilon = X_\mu + 25^\pi 5,1^{\delta}$ ἀφ' ἑτέρου δὲ (§ 44) εἶναι $X_\mu = X_\alpha + \varepsilon$, ἔπεται ὅτι

$$X_\varepsilon - X_\alpha = \varepsilon + 25^\pi 5,1^{\delta}.$$

Ἡ ἰσότης αὕτη διὰ τὴν ἀληθῆ μεσημβρίαν γίνεται $X_\varepsilon = \varepsilon + 25^\pi 5,2^{\delta}$. Ἐπειδὴ δὲ (§ 44) ἡ ἀπόλυτος τιμὴ τοῦ ε εἶναι πάντοτε μικροτέρα τῶν $25^\pi 5,1^{\delta}$, ἔπεται ὅτι πάντοτε εἶναι $X_\varepsilon > 0$. Τοῦτο σημαίνει ὅτι κατὰ τὴν ἀληθῆ μεσημβρίαν ἡ ἐπίσημος ὥρα, ἣν δεικνύουσι τὰ ὥρολόγια ἡμῶν, εἶναι προχωρημένη κατὰ $\varepsilon + 25^\pi 5,1^{\delta}$ ὑπὲρ τὴν ἀληθῆ. Φαίνεται ἄρα τὸ μεταμεσημβρινὸν τμήμα τῆς ἡμέρας μεγαλύτερον τοῦ προμεσημβρινοῦ κατὰ χρόνον $(\varepsilon + 25^\pi 5,1^{\delta}) \times 2$.

Ἡ διαφορά αὕτη εἶναι σημαντική, ὅταν ἡ ἐξίσωσις τοῦ χρόνου εἶναι θετική· λαμβάνει δὲ ἡ διαφορά αὕτη τὴν μεγίστην τιμὴν τῆς τὴν 11ην Φεβρουαρίου, ὅτε γίνεται $(14^\pi 22^{\delta} + 25^\pi 5,1^{\delta}) \times 2 = 1$ ὥρα $18^\pi 54,2^{\delta}$. Τὴν δὲ ἐλαχίστην τιμὴν ἔχει ἡ διαφορά αὕτη τὴν 4ην Νοεμβρίου, ὅτε γίνεται $(-16^\pi 23^{\delta} + 25^\pi 5,1^{\delta}) \times 2 = 17^\pi 24,2^{\delta}$.

Ἄ σ κ ή σ ε ι ς

- 81) Νὰ εὑρητε πόσον φαίνεται μεγαλύτερον τὸ μεταμεσημβρινὸν ἀπὸ τὸ προμεσημβρινὸν τμήμα τῆς 1ης Ἰανουαρίου ἐν Ἀθήναις.
 82) Τὸ αὐτὸ διὰ τὴν 15ην Μαΐου, 27ην Ἰουλίου καὶ 4ην Νοεμβρίου.
 83) Τὸ αὐτὸ διὰ τὴν 16ην Ἀπριλίου, 15ην Ἰουνίου, 2αν Σεπτεμβρίου καὶ 25ην Δεκεμβρίου.

46. Τροπικόν, ἀστρικόν καὶ πολιτικόν ἔτος. — Τροπικόν ἔτος καλεῖται ὁ χρόνος ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἀποκαταστάσεων τοῦ κέντρου τοῦ Ἥλιου εἰς τὸ σημεῖον γ. Ὁ χρόνος οὗτος εἶναι σχεδὸν σταθερός· ἐπὶ τῇ βάσει δὲ πολυετῶν παρατηρήσεων ὑπελογίσθη εἰς 366,242217 ἀστρικάς ἡμέρας. Ὁ ὑπολογισμὸς γίνεται ὡς ἐξῆς : Διαιρεῖται ὁ χρόνος, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξὺ δύο λίαν μακροσυμένων ἑαρινῶν ἰσημεριῶν διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἄλλων ἰσημεριῶν, αἱ ὁποῖαι κατ' αὐτὸν συνέβησαν, ἠϋξημένου κατὰ 1. Οὕτως, ἂν μεταξὺ ἑαρινῆς ἰσημερίας, ἥτις λαμβάνεται πρώτη καὶ τῆς 25ης ἀπ' αὐτῆς παρῆλθον α ἀστρικάς ἡμέραι, ἡ διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους εἶναι $\frac{\alpha}{24}$ ἀστρικάς ἡμέραι. Ἐντὸς ἐνὸς τροπικοῦ ἔτους τὸ σημεῖον γ ἔνεκα τῆς ἡμερησίας κινήσεως γράφει τόξον $360^\circ \times 366,242217$.

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

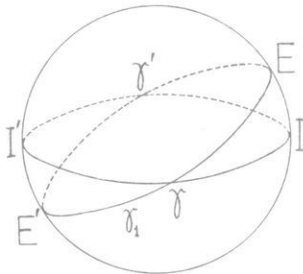
Ἄστροικὸν ἔτος καλεῖται ὁ χρόνος, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξύ δύο διαδοχικῶν ἀποκαταστάσεων τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον τῆς Ἐκλειπτικῆς. "Αν τὸ σημεῖον γ ἔμενεν ἀκίνητον ἐπὶ τῆς Ἐκλειπτικῆς, τὸ ἀστροικὸν καὶ τὸ τροπικὸν ἔτος θὰ ἦσαν ἴσα. Ἄλλ' ὁ "Ελλην ἀστρονόμος Ἴππαρχος (2ος αἰὼν π.Χ.) ἀνεκάλυψεν ὅτι τὸ σημεῖον γ ὡς καὶ τὸ γ' μετατοπίζονται ἐπὶ τῆς Ἐκλειπτικῆς ἐξ A πρὸς Δ κατὰ τόξον $\gamma\gamma_1 = 50''$, 26 ἔτησίως. "Ενεκα τούτου μετὰ πάροδον ἑνὸς τροπικοῦ ἔτους

ὁ "Ἡλιος εὐρίσκεται εἰς τὸ γ_1 (σχ. 37). "Ἴνα δὲ ἔλθῃ εἰς τὴν θέσιν γ καὶ συμπληρωθῇ οὕτως ἓν ἀστροικὸν ἔτος, πρέπει νὰ παρέλθῃ χρόνος τις, κατὰ τὸν ὁποῖον νὰ διανύσῃ τὸ $\widehat{\gamma_1\gamma}$. Εἶναι δὲ ὁ χρόνος οὗτος $0,014157$ μέσας ἡλιακῆς ἡμέρας.

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

Τὸ τροπικὸν καὶ ἀστροικὸν ἔτος δὲν εἶναι κατάλληλα διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ χρόνου καὶ τὴν ἔκφρασιν τῶν χρονολογιῶν. Διότι ἀποτελοῦνται ἐξ ἀκεραίου καὶ κλασματικοῦ ἀριθμοῦ ἡμερῶν* ἐπομένως, ἂν ἔν τούτων ἐλαμβάνετο ὡς μονὰς, θὰ ἦτο δυνατόν νὰ λήγῃ ἓν ἔτος καὶ νὰ ἀρχίζῃ τὸ ἐπόμενον κατὰ τινα στιγμὴν μιᾶς ἡμέρας πρὸ τῆς λήξεώς της. "Εν δηλ. μέρος τῆς ἡμέρας ταύτης θὰ ἀνῆκεν εἰς τὸ πρῶτον καὶ ἓν εἰς τὸ ἐπόμενον ἔτος.

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



Σχ. 37.



"Ἴππαρχος
ἐκ Νικαίας τῆς Βιθυνίας.

X 47. Ἡμερολόγια.—Τὸ πολιτικὸν ἔτος πρέπει νὰ συμφωνῇ, ὅσον τὸ δυνατὸν περισσότερον, μὲ τὸ τροπικὸν ἔτος. Διότι πρέπει νὰ ἐπανερχῶνται εἰς τὰς αὐτὰς πάντοτε ἡμερομηνίας αἱ ὥραι τοῦ ἔτους, αἱ ὁποῖαι κανονίζουν τὰ γεωργικὰ ἔργα καὶ ἐξασκοῦσι μεγίστην ἐπίδρασιν ἐπὶ τοῦ βίου τῶν ἀνθρώπων.

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

Οἱ Ρωμαῖοι 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 δεῦτερον ἔτος προσέθετον καὶ ἓνα συμπληρωματικὸν μῆνα μὲ 22 ἡμέρας. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἐνόμιζον ὅτι ἤρετο ἡ μεταξὺ τροπικοῦ καὶ πολιτικοῦ ἔτους διαφορά. Πράγματι ὅμως καὶ μὲ τὸν συμπληρωματικὸν μῆνα τὸ ἔτος τοῦ ἡμερολογίου τούτου ἦτο μικρότερον τοῦ τροπικοῦ κατὰ 0,242217 μέσης ἡλιακῆς ἡμέρας. Ἐνεκα τούτου αἱ ἡμερομηνίαι προχωροῦν ταχύτερον τοῦ δέοντος. Μέχρι δὲ 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 μετεκάλεσεν ἐξ Ἀλεξανδρείας τὸν ἀστρονόμον Σωσιγένην καὶ κατὰ τὰς ὑποδείξεις αὐτοῦ προέβη εἰς τὴν μεταρρύθμισιν ταύτην.

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

Ἐδωκε δὲ ἔπειτα εἰς τὸ πολιτικὸν ἔτος μέσσην διάρκειαν 365,25 ἡμερῶν, ὅση ἐπὶ Ἰππάρχου ἐπιστεύετο ἡ διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους. Πρὸς τοῦτο διέταξεν, ὅπως ἐκ τεσσάρων διαδοχικῶν ἐτῶν τὰ μὲν τρία πρῶτα ἔτη περιέχωσιν ἀνά 365 ἡμέρας ἕκαστον, τὸ δὲ τέταρτον 366 ἡμέρας.

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

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

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

Τὸ ἡμερολόγιον τοῦτο ἐκλήθη Ἰουλιανόν ἡμερολόγιον ἐκ τοῦ ὀνόματος τοῦ Ἰουλίου Καίσαρος, ἃν καὶ οὐδεὶς ἀρνεῖται ὅτι τοῦτο εἶναι ἔργον τοῦ Σωσιγένους. Τοῦτο ἴσχυσε κατ' ἀρχὰς καθ' ἅπασαν τὴν Ρωμαϊκὴν ἐπικράτειαν καὶ ἀκολούθως εἰς ὅλας τὰς χριστιανικὰς χώρας.

Ἐπειδὴ δὲ ἀπὸ τοῦ VI μ.Χ. αἰῶνος οἱ Χριστιανοὶ ἤρχισαν νὰ λαμβάνωσιν ὡς ἀρχὴν τῆς χρονολογίας τὸ ἔτος τῆς γεννήσεως τοῦ Ἰησοῦ Χριστοῦ, παρατηρήθη δὲ ὅτι ἐν τῇ σειρᾷ τῶν ἀπὸ ταύτης μετρομένων ἐτῶν 1,2,3,4... ἕκαστον τέταρτον ἔτος διαιρεῖται διὰ 4, καθιερώθη ὁ ἐξῆς 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 $0,007783 \times 400 = 3,1132$ μ. ἡλ. ἡμέρας. Ἡ ἡμερομηνία ἄρα ὑστερεῖ κατὰ 3,1132 μ. ἡλ. ἡμέρας ἀνὰ 400 ἔτη.

Ἡ ἐν Νικαίᾳ κατὰ τὸ ἔτος 325 μ.Χ. συνελθούσα Οἰκουμενικὴ Σύνοδος ἐθέσπισε κανόνα (1) πρὸς ἑορτασμὸν τοῦ Πάσχα, ὅστις εἶχεν ὡς προϋπόθεσιν ὅτι ἡ ἑαρινὴ ἰσημερία θὰ συνέβαινεν 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' ἐξῆς. 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 πρώτῃν 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 ἡ 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. ἢλ. ἡμέρας καὶ πρέπει νὰ παρέλθωσι 4000 ἔτη, ὅπως ἡ χρονολογία ὑστερήσῃ κατὰ 1,132 μ. ἡμ.

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

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

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

Διὰ νομοθετικοῦ διατάγματος τῆς 25ης Ἰανουαρίου 1923 ἐθεσπίσθη, ὅπως καὶ παρ’ ἡμῖν ἡ μετὰ τὴν 15ην Φεβρουαρίου 1923 ἡμέρα κληθῆ 1 Μαρτίου. Οὕτω εἰσήχθη καὶ παρ’ ἡμῖν 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 ἐορταὶ κανονίζονται ἔτι κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον.

Ἄ σ κ ἡ σ ε ι ς

84) Νὰ εὑρητε ποίαν ἡμερομηνίαν τοῦ Γρηγοριανοῦ ἡμερολογίου ἔφευρεν ἡ 1η Ἰανουαρίου 1583 κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον.

85) Νὰ εὑρητε ποίαν ἡμερομηνίαν, τοῦ Ἰουλιανοῦ ἡμερολογίου ἔφευρεν ἡ 8η Μαρτίου 1632 τοῦ Γρηγοριανοῦ ἡμερολογίου.

86) Νὰ εὑρητε κατὰ ποίαν ἡμερομηνίαν τοῦ Γρηγοριανοῦ ἡμερολογίου ἐκηρύχθη ἡ Ἑλληνικὴ Ἐπανάστασις.

87) Νὰ εἴρητε ποίαν ἡμερομηνίαν τοῦ Ἰουλιανοῦ ἡμερολογίου θὰ φέρῃ ἢ 14ῃ Μαρτίου τοῦ ἔτους 2100 τοῦ Γρηγοριανοῦ ἡμερολογίου.
 X 88) Ἐγεννήθη τις τὴν 20ῃν Μαρτίου 1904 κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον. Νὰ εἴρητε πόσην ἡλικίαν εἶχε τὴν 1ην Αὐγούστου 1931 κατὰ τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΣΥΣΤΑΣΙΣ, ΑΠΟΣΤΑΣΙΣ, ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΗΛΙΟΥ

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

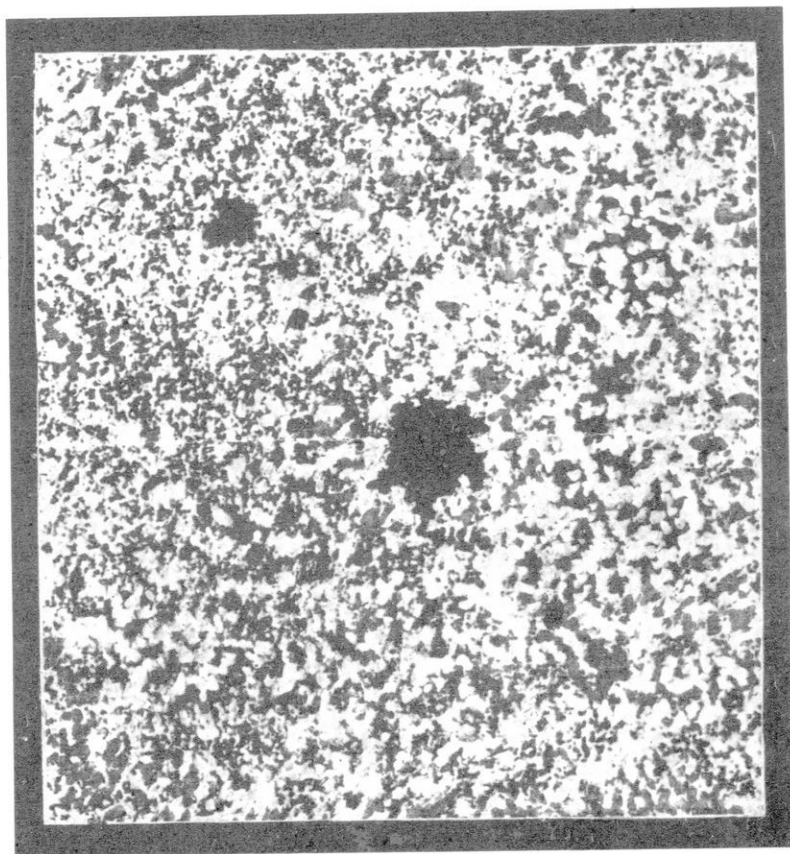
Δι' ἰσχυροῦ ὅμως ὀρώμενος τηλεσκοπίου παρουσιάζει ἕλως διάφορον ὄψιν. Ἡ ἡλιακὴ ἐπιφάνεια φαίνεται γενικῶς κοκκώδης. Οἱ ἐπ' αὐτῆς παρατηρούμενοι κόκκοι εἶναι στρογγύλοι ὡς κόκκοι ὀρύζης, ἐξόχως λαμπροὶ καὶ φαίνονται ὅτι αἰωροῦνται ἐντὸς ρευστοῦ, τὸ ὅποιον εἶναι ὀλιγώτερον φωτεινὸν ἀπὸ ἐκείνους. Εἶναι 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 ὅποια παρὰ τοῦ Ἡλίου δεχόμεθα. Τὸ μέρος τοῦτο, ὅπερ ὑπὸ τὰς συνθήκας συνθήκας βλέπομεν, καλεῖται **φωτόσφαιρα.**

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

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

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

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



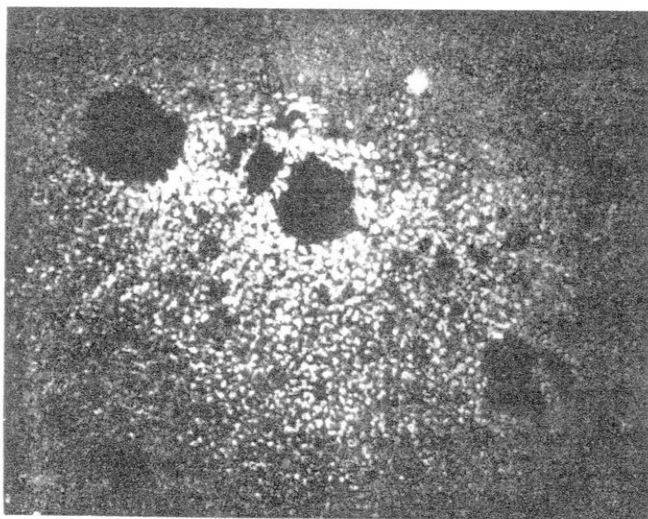
Φωτογραφία μέρους τοῦ Ἡλιακοῦ δίσκου.

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

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

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

Ἡ ἐμφάνισις πολυαρίθμων καὶ μεγάλων κηλίδων παρατηρήθη, ὅτι



Φωτογραφία ἡλιακῆς κηλίδος.

γίνεται περιοδικῶς ἀνά 11 ἔτη συμπίπτουσα μετὰ τὰς σημαντικωτέρας διαταράξεις τῆς μαγνητικῆς βελόνης. Μετὰ 6 περίπου ἔτη ἀπὸ τῆς πα-

ρουσίας πολυαρίθμων κηλίδων ἄρχεται περίοδος, καθ' ἣν ἐλάχισται 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,

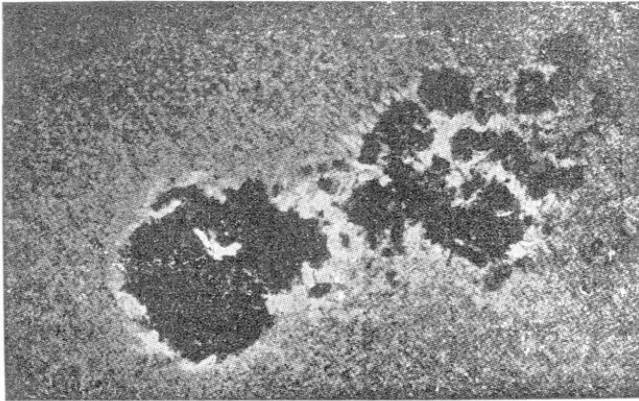


Σχ. 38.

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

Ἀκριβεῖς 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 διερχομέ-



Φωτογραφία ομάδος ἡλιακῶν κηλίδων.

νου διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ καὶ καθέτου ἐπὶ τὸν ἄξονα στροφῆς ἀπτελεῖ τὸν ἡλιακὸν ἰσημερινόν.

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

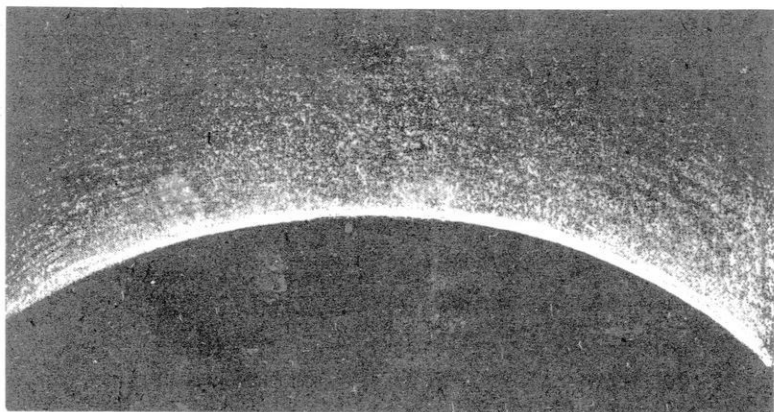
Ἄλλοτε αἱ κηλίδες ἐθεωροῦντο κοιλότητες ἐντὸς τῆς φωτοσφαίρας πλήρεις ἀερίων καὶ ἀτμῶν ψυχροτέρων τῶν παρακειμένων μερῶν τῆς φωτοσφαίρας καὶ ἐπομένως ὀλιγώτερον φωτεινῶν. Σήμερον ὅμως αὐτὰ θεωροῦνται ὡς ἀποτέλεσμα βιαιοστάτων καὶ τεραστίων στροβίλων, οἱ ὅποιοι ἀπορροφῶσιν ἀέρια ἐκ βαθυτέρων ἡλιακῶν στρωμάτων. Τὰ ἀέρια αὐτὰ ἀνέρχονται πολὺ ὑπεράνω τῆς φωτοσφαίρας καὶ διαστέλλονται περισσότερον. Ἔνεκα δὲ τούτου ἡ θερμοκρασία αὐτῶν κατέρχεται μέχρι 4000°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 μονοχρωματικῆς 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 ἀερῶδες στρῶμα λεπτότατον (μόλις 700 χιλιομέτρων πάχους) καὶ σχετικῶς σκοτεινόν.

Τὸ στρῶμα τοῦτο ἀποτελεῖται ἐκ τῶν ἀτμῶν πολλῶν ἐκ τῶν γνωστῶν μετάλλων καὶ ἐκ 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 στρῶμα τοῦτο καλεῖται **ἀπορροφητικὴ στιβάς.**



Φωτογραφία ἡλιακῶν προεξοχῶν καὶ χρωμοσφαίρας κατὰ μίαν ἡλιακὴν ἐκλείψιν.

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

Ἡ χρωμόσφαιρα ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ διαπύρου ὕδρογόνου καὶ ἐν ἐλάχιστοι ποσότητι ἐξ ἄλλου τινὸς 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, αἱ καλοῦμεν **προεξοχάς.** Αἱ προεξοχαὶ ὑψοῦνται ἐνίοτε εἰς ὕψος εἴκοσι

καὶ τριάκοντα χιλιάδων λευγῶν μετὰ ταχύτητος πολλῶν ἑκατοντάδων χιλιόμετρων κατὰ δευτερόλεπτον. Κατὰ τὰς ὀλικὰς ἐκλείψεις τοῦ Ἥλιου αἱ προεξοχαὶ φαίνονται ὡς τεράστιοι πτεροθύσανοι. Αὗται ὀφείλονται εἰς ἐκρήξεις ἀερίων, ὧν ἐπικρατέστερον τὸ ὑδρογόνον. Ἀπὸ τοῦ 1868 χάρις εἰς τὴν ἀπλήν μέθοδον, τὴν ὁποίαν συγχρόνως καὶ ἐν ἀγνοίᾳ ἀλλήλων ὑπέδειξαν οἱ Janssen καὶ Lockyer, εἶναι δυνατὸν νὰ παρατηρῶνται καὶ σπουδάζωνται αἱ προεξοχαὶ ὑπὸ τὰς συνθήκεις συνθήκας, ἐκτὸς δηλαδὴ τῶν ἐκλείψεων τοῦ Ἥλιου. Καταλληλότετον δὲ πρὸς τοῦτο



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

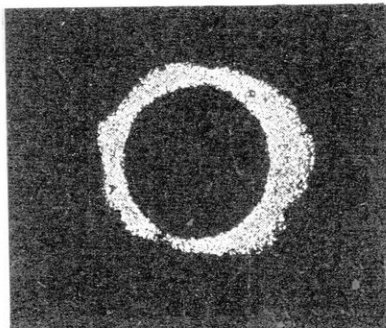
ὄργανον εἶναι ὁ φασματοηλιογράφος τοῦ διαπρεποῦς Ἀμερικανοῦ ἀστρονόμου Halle.

4) **Στέμμα.** Ὑπὲρ τὴν χρωμόσφαιραν ὑπάρχει ἄλλο ἀερῶδες στρώμα ὁρατὸν ἐπίσης κατὰ τὰς ὀλικὰς ἐκλείψεις τοῦ Ἥλιου, 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 χρωμοσφαιρας, 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 εὐρίσκεται εἰς ἀρχιαιότητα κατὰστασιν. Δι' ὃ κομῆτης τις κατὰ τὸ ἔτος 1843 διελθὼν διὰ μέσου τοῦ στέμματος οὐδεμίαν ὑπέστη ἀλλοίωσιν.

Σημεῖωσις. Εἰς τὸ φάσμα τοῦ στέμματος παρατηροῦνται καὶ τινες φωτεινὰ γραμμὰ μὴ ἀντιστοιχοῦσαι εἰς οὐδὲν γήινον στοιχεῖον. Ἄλλοτε ἀπέδιδον αὐτὰς εἰς νέον στοιχεῖον, τὸ ὁποῖον ὠνόμαζον Κορώνιον. Κατὰ νεωτέρας ὅμως ἐρεῦνας αἱ φωτεινὰ αὐτὰ γραμμὰ ὁφείλονται εἰς πολλαπλῶς ἰονισμένα ἄτομα γνωστῶν στοιχείων, π.χ. σιδήρου, νικελίου εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν.

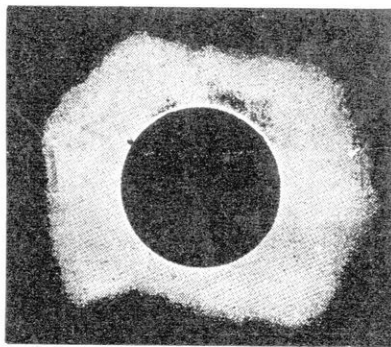


Φωτογραφία ἡλιακοῦ στέμματος.

Ὅπως ἡ ἀπορροφητικὴ στιβάς καὶ ἡ χρωμόσφαιρα, οὕτω καὶ τὸ στέμμα εἶναι ἀόρατον ὑπὸ τὰς συνθήκεις συνθήκας. Διότι τὸ φῶς αὐτοῦ ἀποπνίγεται ἐν μέσῳ τοῦ ἰσχυροτέρου φωτός τῆς φωτοσφαίρας. Δι' αὐτὸ μέχρι πρὸ ὀλίγων ἐτῶν τὸ στέμμα παρατηρεῖτο μόνον κατὰ τὰς ὀλικὰς ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου. Σήμερον ὅμως διὰ τοῦ **στεματογράφου** τοῦ Lyot παρατηρεῖται καὶ σπουδάζεται τοῦτο καὶ ἐκτὸς τῶν ἐκλείψεων.

Διότι δι' αὐτοῦ ἐπιτυγχάνεται ἀληθῆς τεχνικὴ ὀλικὴ ἡλιακὴ ἐκλείψις

Ἐπὶ μακρῶν 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 ἀπεκάλυπτεν αὐτὰς ἀπὸ τοῦ ἀντιθέτου μέρους. Συνεπέρρανον ὅθεν ἐκ τούτου ὅτι αἱ προεξοχαὶ ἀνήκουσιν εἰς τὸν Ἡλίον.

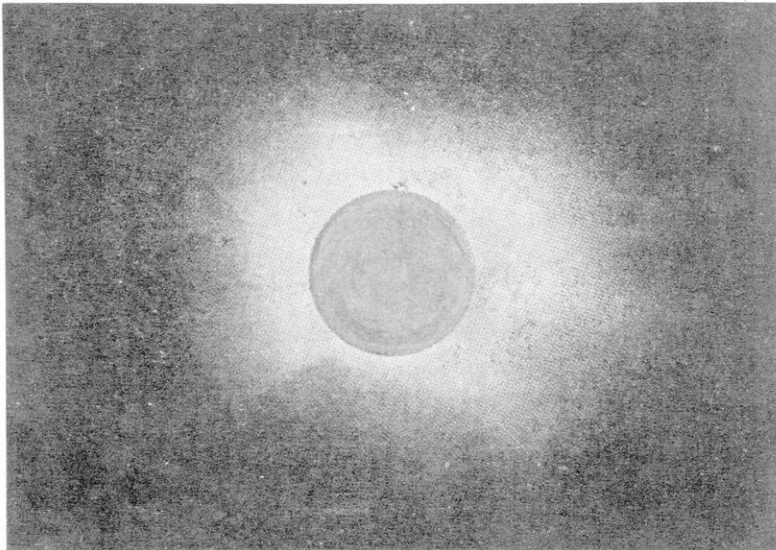


Φωτογραφία ἡλιακοῦ στέμματος.

5) **Κεντρικὸς πυρῆν.** Ἐσῶθεν τῆς φωτοσφαίρας εἶται ὁ κεντρικὸς πυρῆν τοῦ Ἡλίου, ὅστις ἀποτελεῖ

τά $\frac{9}{10}$ τῆς ὅλης ἡλιακῆς μάζης. Ὁ πυρῆν οὗτος εἶναι διάπυρος, ἡ δὲ θερμοκρασία αὐτοῦ ὑπολογίζεται εἰς 18 - 20 ἑκατομμύρια βαθμῶν Κελσίου. Κατὰ τινὰς δὲ διατελεῖ ἐν ἀερώδει καταστάσει. Κατὰ τὰ προειρημένα ὁ Ἥλιος ἀποτελεῖται ἐκ τῶν ἀκολούθων μερῶν :

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



Φωτογραφία ἡλιακοῦ στέμματος.

49. Ἡ θερμοκρασία καὶ τὸ μέλλον τοῦ Ἡλίου. Ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας τοῦ Ἡλίου ὑπολογίζεται εἰς 5000 βαθμούς Κελσίου περίπου. Ἐπειδὴ ὅμως εἰς τὴν ἀκτινοβολίαν τῆς θερμότητος λαμβάνουσι μέρος ἐν μέρει καὶ ὀλίγον βαθύτερα στρώματα ὑψηλοτέρας θερμοκρασίας, ὑπολογίζουσιν εἰς 6000 περίπου βαθμούς τὴν θερμοκρασίαν τῆς ὀλικῆς ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας.

Ἐνεκα τῆς τεραστίας ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας εἰς φῶς καὶ θερμότητα εἶναι εὐνόητον ὅτι ἡ ρηθεῖσα θερμοκρασία ἔπρεπε νὰ κατέρχεται συνεχῶς. Ὑπελογίσθη δὲ ὅτι ἔπρεπε νὰ ἐπέρχεται πτωσίς τῆς θερμοκρασίας

τοῦ Ἡλίου κατὰ $1^{\circ},5 \text{ K}$ κατ' ἔτος. Ἐν τούτοις ἀπὸ πολλῶν αἰῶνων ἢ ἐκ τῆς θερμοκρασίας τῆς ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας ἐξαρτωμένη 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 τοῦτον. Κατ' ἀκολουθίαν πρέπει ἡ ἐκλυομένη θερμότης τοῦ Ἡλίου νὰ ἀναπληροῦται. Πιθανώτερα δὲ αἴτια συντελοῦντα εἰς τὴν ἀναπλήρωσιν ταύτην θεωροῦνται σήμερον τὰ ἀκόλουθα.

Α'. Ἡ πτώσις ἐπὶ τοῦ Ἡλίου διαφόρων ξένων σωματίων ἀναλόγων πρὸς τοὺς εἰς τὴν Γῆν πίπτοντας μετεωρολίθους καὶ διάττοντας ἀστέρας. Προφανῶς ἡ μεγάλη ἑλκτική δύναμις τοῦ Ἡλίου προκαλεῖ πτώσιν ἐπ' αὐτοῦ πολλῶν τοιούτων σωμάτων. Ἡ δὲ ἕνεκα τῆς πτώσεως αὐτῶν ἀναπτυσσομένη θερμότης ἀναπληρῶνει μικρὸν ποσοστὸν τῆς ἐκλυομένης θερμότητος.

Β'. Ἐνεκα βαθμιαίας συστολῆς τοῦ Ἡλίου τὰ διάφορα μέρη αὐτοῦ πλησιάζοντα πρὸς τὸ κέντρον ὑφίστανται τριβήν. Ἐνεκα 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 τοῦτον ἀκτινοβολεῖται θερμότης ἀπ' αὐτῶν. Ἄν λοιπὸν, ὡς πιστεύεται, ὑπάρχωσι τοιαῦτα σώματα εἰς τὸν Ἡλίον, οὗτος λαμβάνει τὴν παρ' αὐτῶν ἐκλυομένην θερμότητα.

Δ'. Ἡ σημαντικώτερα πηγὴ θερμότητος εἶναι ἡ πρὸ ὀλίγων ἐτῶν (1938 - 1939) βεβαιωθεῖσα ἐνδοατομικὴ δρᾶσις. Κατ' αὐτὴν ἕνεκα τῆς λίαν ὑψηλῆς θερμοκρασίας τοῦ Ἡλίου τὸ ὑδρογόνον αὐτοῦ μετασχηματίζεται εἰς ἥλιον, ἐν ᾧ μέρος τῆς μάζης τοῦ ὑδρογόνου ἐμφανίζεται ὡς ἐνέργεια ὑπὸ μορφήν θερμότητος, τὴν ὁποίαν λαμβάνει ἡ ἡλιακὴ μᾶζα. Ὑπελογίσθη δὲ ὅτι μόνη ἡ πηγὴ αὕτη δύναται νὰ διατηρήσῃ τὴν ἡλιακὴν ἀκτινοβολίαν ἐπὶ 100 - 115 περίπου δισεκατομμύρια ἔτη. Ἡ σημαντικὴ αὕτη αὔξισις τῆς θερμότητος τοῦ Ἡλίου ἀναπληρῶνει τὴν ἀκτινοβολουμένην καὶ συντελεῖ εἰς λίαν μὲν, βραδείαν, ἀλλὰ συνεχῆ αὔξισιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ Ἡλίου. Διὰ τοῦτο ὑπολογίζεται 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

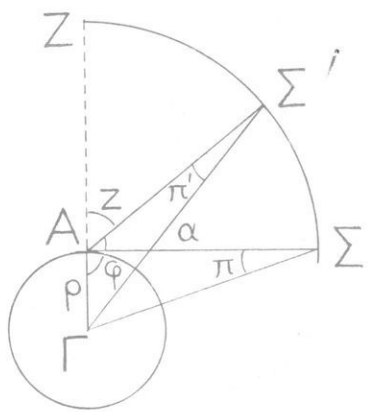


300° K. Ἐπομένως ἡ ζωὴ ἐπὶ τῆς Γῆς θὰ ἐκλειψῇ ἐξ ὑπερβολικῆς θερμότητος καὶ οὐχὶ ἐκ ψύξεως, ὡς ἐπιστεύετο ἄλλοτε.

Ἐπομένως ἡ ζωὴ ἐπὶ τῆς Γῆς θὰ ἐκλειψῇ ἐξ ὑπερβολικῆς θερμότητος καὶ οὐχὶ ἐκ ψύξεως, ὡς ἐπιστεύετο ἄλλοτε. Ὄταν δὲ ἕλον τὸ ὑδρογόνον τοῦ Ἡλίου μετατραπῇ εἰς ἥλιον, θὰ στερεύσῃ ἡ πηγὴ αὐτῆ τῆς θερμότητος, ὁ δὲ Ἡλιος ἕνεκα τῆς συνεχιζομένης ἀκτινοβολίας θὰ ψύχῃται συνεχῶς. Ἀπὸ δὲ θερμοκρασίας 2700° K περίπου καὶ κάτω θὰ παύσῃ νὰ ἀκτινοβολῇ, βαθμηδὸν δὲ ψυχόμενος θὰ καταστῇ σκοτεινὸν σῶμα.

~~X~~

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



Σχ. 39.

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

Ἄν ὁ ἀστὴρ εὐρίσκηται 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.

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

Ἄν θέσωμεν (ΓΑ) = ρ καὶ (ΓΣ') = α, εὐρίσκομεν ἐκ τοῦ τριγώνου ΑΓΣ' ὅτι $\frac{\rho}{\eta\mu\pi'} = \frac{\alpha}{\eta\mu\phi}$. Ἐπειδὴ δὲ ἡμφ = ἡμz, αὕτη γίνεται

$$\frac{\rho}{\eta\mu\pi'} = \frac{\alpha}{\eta\mu z} \quad \text{Ἐκ ταύτης δὲ εὐρίσκομεν ὅτι } \eta\mu\pi' = \frac{\rho}{\alpha} \eta\mu z. \quad (1)$$

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

Ἄν ὁ ἀστὴρ εὐρίσκηται εἰς τὸν ὀρίζοντα, θὰ εἶναι ἡμz = 1, ἡ δὲ ἰσότης (1) γίνεται ἡμπ = $\frac{\rho}{\alpha}$ (2)

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

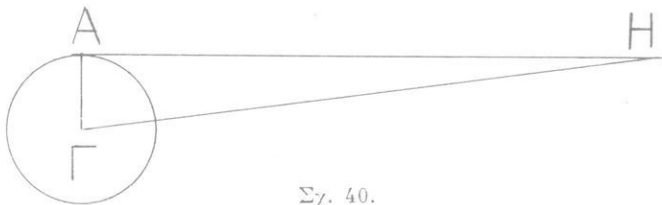
Διὰ τῆς ἰσότητος (3), εὐρίσκομεν τὴν ἀπόστασιν ἀστέρος ἀπὸ τῆς Γῆς συναρτήσει τῆς ἀκτῖνος ρ τῆς Γῆς, ἀν γνωρίζωμεν τὴν ὀριζοντίαν παράλλαξιν τοῦ ἀστέρος.

Ἐκ τῶν ἰσοτήτων (1) καὶ (2) εὐρίσκομεν ὅτι

$$\eta\mu\pi' = \eta\mu\pi \cdot \eta\mu\alpha. \quad (4)$$

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

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



Σχ. 40.

Ἐκ ταύτης εὐρίσκομεν κατὰ σειρὰν

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

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

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

Τρέπομεν τὸ μέτρον $8''$, 8 τῆς παραλλάξεως τοῦ Ἡλίου εἰς ἀκτίνια καὶ εὐρίσκομεν ὅτι ἰσοῦται πρὸς $\frac{\pi \cdot 8,8}{180 \cdot 60 \cdot 60} = \frac{\pi}{73636}$. Ἦδη παρατηροῦμεν ὅτι ἕνεκα τῆς σμικρότητος τῆς παραλλάξεως ΑΗΓ (σχ. 40) δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν τὸ τρίγωνον ΗΑΓ ὡς ἰσοσκελὲς καὶ τὸ τόξον ΓΑ τῆς περιφέρειας (Η, ΗΓ) ὡς ἴσον πρὸς τὴν ἀκτῖνα ΓΑ ἄνευ αἰσθητοῦ σφάλματος. Μετὰ ταῦτα σκεπτόμεθα ὡς ἐξῆς.

Ἐὰν ὀλοκλήρης ἡ περιφέρεια (Η, ΗΓ) ἦτοι τόξον 2π ἀκτινίων ἔχει

μῆκος 2π. (ΗΓ), τόξον δὲ 1 ἀκτινίου τῆς περιφερείας ταύτης ἔχει μῆκος $\frac{2\pi(\text{ΗΓ})}{2\pi}$ καὶ τόξον $\frac{\pi}{73636}$ ἀκτινίων ἔχει μῆκος

$\frac{2\pi(\text{ΗΓ})}{2\pi} \cdot \frac{\pi}{73636}$. Ἐἶναι λοιπὸν (ΓΑ) = (Γ\(\hat{A}\)) = (ΗΓ) · $\frac{\pi}{73636}$

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

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

Ἡ ἀπόστασις λοιπὸν τοῦ Ἡλίου ἀπὸ τῆν Γῆν εἶναι ἴση πρὸς 23440 γῆνας ἰσημερινῆς ἀκτῖνας.

Ἄσκησεις

89) Νὰ ἐκτιμήσητε εἰς χιλιόμετρα τὴν ἀπόστασιν τοῦ Ἡλίου ἀπὸ τῆς Γῆς ἔχοντες ὑπ' ὄψιν ὅτι ἡ γῆνη ἰσημερινῆ ἀκτὶς ἔχει μῆκος 6 378 388 μέτρα.

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

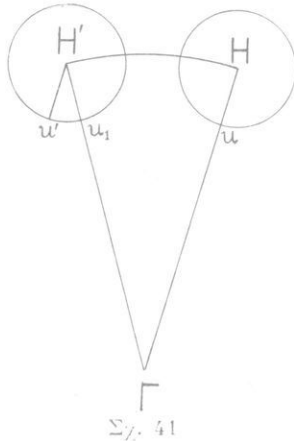
× 91) Νὰ εὐρητε πόσον χρόνον θὰ ἐχρειάζετο ἓν βλήμα νὰ φθάσῃ εἰς τὸν Ἡλίον, ἂν ἦτο δυνατόν νὰ τρέχῃ συνεχῶς μὲ ταχύτητα 12 χιλιόμετρον τὸ δευτερόλεπτον.

× 52. Διάρκεια τῆς περὶ ἄξονα στροφῆς τοῦ Ἡλίου.—Ἐμάθομεν ὅτι ἡ ὁμοιόμορφος κίνησις τῶν κηλίδων ἐκ τοῦ ἀνατολικοῦ πρὸς τὸ δυτικὸν χεῖλος τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου ἀποδεικνύει ὅτι ὁ Ἥλιος στρέφεται ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς περὶ ἄξονα, ὅστις σχηματίζει μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς Ἐκλειπτικῆς γωνίαν 83° 2'. Ὁ χρόνος δὲ μιᾶς πλήρους τοιαύτης στροφῆς ὑπολογίζεται ὡς ἐξῆς :

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 Η' τῆς Ἐκλειπτικῆς, ἡ κηλὶς φαίνεται εἰς τὴν θέσιν κ₁ κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΓΗ'. Ἐν ζ', ἂν ὁ Ἥλιος ἐστρέφετο περὶ ἄξονα κάθετον ἐπὶ

τὸ ἐπίπεδον τῆς Ἐκλειπτικῆς καὶ κατὰ 3600, ἡ ἀκτίς Ηκ θὰ ἤρχετο εἰς τὴν θέσιν Η'κ' παράλληλον τῇ Ηκ καὶ ἡ κηλὶς δὲν θὰ ἐφαίνετο εἰς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου, ἀλλ' εἰς θέσιν τινὰ κ' ἀνατολικώτερον τοῦ κέντρου κειμένην.



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

Ἄλλὰ τὸ τόξον ΗΗ' εἶναι περίπου 270,125, διότι καθ' ἐκάστην ἡμέραν ὁ Ἥλιος διανύει τόξον περίπου 10 ἐπὶ τῆς Ἐκλειπτικῆς. Ὡστε κατὰ τὸ διάστημα τῶν 27 ἡμερῶν καὶ 3 ὥρων ὁ Ἥλιος στρέφεται περὶ ἄξονα κατὰ 3600 + 270,125 = 3870,125 περίπου.

Ἴνα δὲ στραφῇ μόνον κατὰ 3600 χρειάζεται $\frac{27,125}{387,125} \cdot 360 = 25$ ἡμέρας 5 ὥρας 23^π.

Τὸ ἀποτέλεσμα τοῦτο ἰσχύει διὰ τὰ ἐγγύς τοῦ ἡλιακοῦ ἰσημερινοῦ σημεῖα, διότι αἱ πλησίον τοῦ ἰσημερινοῦ κηλίδες ἐπανέρχονται εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν ἐπὶ τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου μετὰ 27 ἡμέρας καὶ 3 ὥρας. Αἱ ἀπώτερον τοῦ ἰσημερινοῦ κείμεναι κηλίδες χρειάζονται περισσότερον χρόνον, ἢ δὲ περιστροφή τῶν μερῶν τούτων τοῦ Ἥλιου γίνεται εἰς μεγαλύτερον χρόνον. Εὐρέθη π. χ. ὅτι μακρὰν τοῦ ἰσημερινοῦ κατὰ 400 ἡ στροφή γίνεται εἰς 27 ἡμέρας περίπου. Ὡστε ὁ Ἥλιος δὲν στρέφεται περὶ ἄξονα ὡς στερεὸν σῶμα.

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

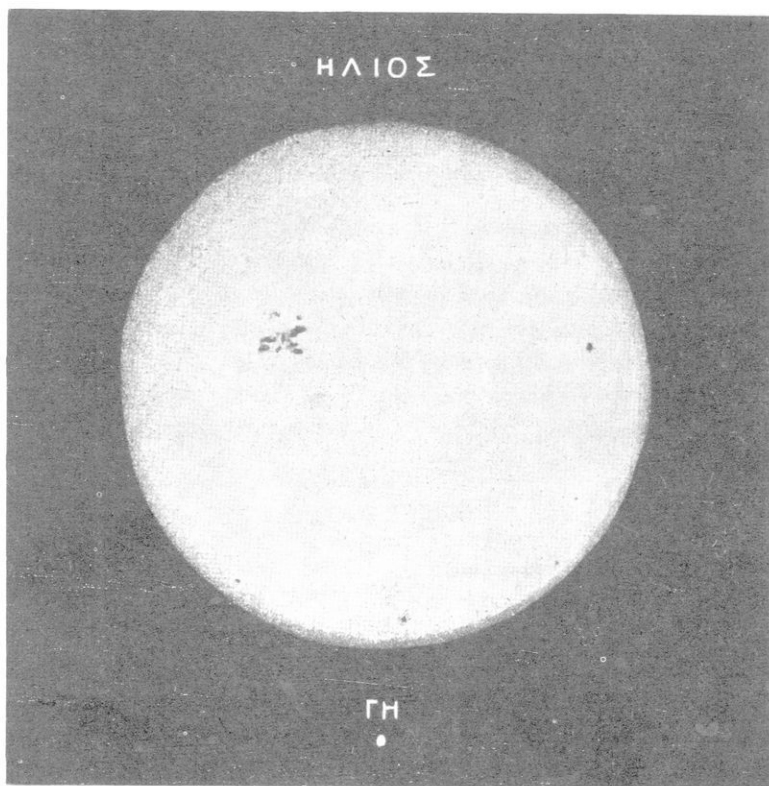
53. Σχῆμα τοῦ Ἥλιου. — Δι' ἀκριβῶν μετρήσεων κατεδείχθη ὅτι καθ' ἐκάστην μεσημβρίαν πᾶσαι αἱ διαμέτροι τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου εἶναι ἴσαι πρὸς ἀλλήλας.

Εἶναι λοιπὸν ὁ δίσκος οὗτος πάντοτε κύβλος, ἀν καὶ ἕνεκα τῆς περ ἄξονα στροφῆς αὐτοῦ ὁ Ἥλιος παρουσιάζῃ πρὸς ἡμᾶς διάφορα ἐντὸς 2 ἡμερῶν μέρη αὐτοῦ.

Ἐκ τούτου ἔπεται ὅτι ὁ Ἥλιος εἶναι σφαῖρα.

54. Ἀκτὶς τοῦ Ἡλίου.—Ἐστω P ἡ ἀκτὶς τῆς ἡλιακῆς σφαίρας Δ ἡ φαινομένη διάμετρος αὐτῆς, α ἡ ἀπόστασις αὐτῆς ἀπὸ τῆς Γῆς, ρ ἡ ἰσημερινὴ ἀκτὶς τῆς Γῆς καὶ π ἡ ὀριζοντία ἰσημερινῆ παράλλαξις τοῦ Ἡλίου.

Ἄν ἐν τῇ ἰσότητι $\alpha = \frac{\rho}{\eta\mu\pi}$ (§ 50) θέσωμεν π ἀντὶ $\eta\mu\pi$, δι' ὅν



Συγκριτικὸν μέγεθος Ἡλίου καὶ Γῆς.

εἶπομεν (§ 50) λόγον, αὕτη γίνεται $\alpha = \frac{\rho}{\pi}$. Ἐκ ταύτης δὲ καὶ τῆς $\alpha = \frac{2P}{\Delta}$ (§ 35) εὐρίσκομεν $P = \frac{\Delta\rho}{2\pi} = \frac{(32'4'')\rho}{2 \cdot (8'8'')} = 109,3\rho$ περίπου. Ἡ

ἀκτίς λοιπόν τοῦ Ἡλίου εἶναι περίπου 109,3 φορές μεγαλύτερα τῆς σημερινῆς ἀκτῖνος τῆς Γῆς.

✕ 55. Ἐπιφάνεια. Μᾶζα. Ὅγκος τοῦ Ἡλίου.—Ἡ Γεωμετρία διδάσκει ὅτι δύο σφαιρῶν αἱ μὲν ἐπιφάνειαι εἶναι πρὸς ἀλλήλας ὡς τὰ τετράγωνα τῶν ἀκτῖνων αὐτῶν, οἱ δὲ ὄγκοι ὡς οἱ κύβοι τῶν ἀκτῖνων. Ὡστε, ἂν ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ Γῆ εἶναι σφαιρική καὶ καλέσωμεν Ε τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ Ἡλίου, ε τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Γῆς, Σ τὸν ὄγκον τοῦ Ἡλίου καὶ σ τὸν τῆς Γῆς, θά εἶναι :

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

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

Ἐκ τούτων βλέπομεν ὅτι $E = 11946,5e$ καὶ $\Sigma = 1305751,3\sigma$, ἦτοι ἡ μὲν ἐπιφάνεια τοῦ Ἡλίου εἶναι περίπου 12000 φορές μεγαλύτερα ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Γῆς, ὁ δὲ ὄγκος εἶναι 1 300 000 φορές περισσότερο ἀπὸ τὸν ὄγκον τῆς Γῆς.

Οἱ ἀστρονόμοι εὑρον ὅτι ἡ μᾶζα τοῦ Ἡλίου εἶναι 332 000 φορές μεγαλύτερα ἀπὸ τὴν μᾶζαν τῆς Γῆς. Ἡ δὲ ἔντασις τῆς ἡλιακῆς ἔλξεως ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ τοῦ Ἡλίου εἶναι 27,9 φορές μεγαλύτερα τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος ἐπὶ τοῦ γῆνιου ἰσημερινοῦ.

Ἄσκησεις

✕ 92) Νὰ εὑρητε τὸ μῆκος τῆς ἀκτῖνος τοῦ Ἡλίου εἰς χιλιόμετρα γνωρίζοντας ὅτι ἡ ἰσημερινὴ ἀκτίς τῆς Γῆς εἶναι 6 378 388 μέτρα.

93) Νὰ εὑρητε τὸ ἐμβαδὸν τῆς ἡλιακῆς ἐπιφανείας εἰς τετραγωνικὰ μυριάμετρα.

94) Νὰ εὑρητε τὸν ὄγκον τοῦ Ἡλίου εἰς κυβικὰ μυριάμετρα.

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

✕ 96) Γνωρίζοντας ὅτι ἡ μέση πυκνότης τῆς Γῆς πρὸς ὕδωρ ἀπεσταγμένον 40 K εἶναι 5,52 νὰ εὑρητε τὴν μέσην πυκνότητα τοῦ Ἡλίου

✕ 97) Νὰ εὑρητε τὸ βάρος τοῦ Ἡλίου εἰς τόννους.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

ΟΙ ΠΛΑΝΗΤΑΙ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

ΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

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

Ἡ παρατήρησις δεικνύει ὅτι αἱ τροχιαὶ αὗται ὄλων σχεδὸν τῶν



Σχ. 42.

πλανητῶν (πλὴν μικρῶν τινῶν) κεῖνται ἐντὸς τοῦ ζωδιακοῦ ἐλάχιστα ἀφιστάμενα τῆς Ἑκλειπτικῆς. Διὰ τὴν ἐξήγησιν τῶν φαινομένων τούτων κινήσεων εἶδομεν ὅτι ὁ Κοπέρνικος ἐδέχθη ὅτι οὗτοι κινοῦνται ἐκ Δ πρὸς Α περὶ τὸν Ἥλιον ἐπὶ περιφερειῶν κύκλων. Ἴνα δὲ οὗτος ἐξηγήσῃ τὰς ἀνωμαλίας τῶν φαινομένων κινήσεων αὐτῶν, ὡς καὶ τὴν μεταβολὴν τῆς ἀποστάσεως τῆς Γῆς ἀπὸ τοῦ Ἥλιου, ἐδέχθη ὅτι τὰ κέντρα τῶν κύκλων τούτων ἔκειντο ἐκτὸς τοῦ Ἥλιου.

Ὁ Γερμανὸς ἀστρονόμος **Κέπλερος** εὐτυχῆσας νὰ συνεργασθῇ ἐν Πράγῃ τῆς Βοημίας ἐπὶ τινὰ χρόνον (1600 μ.Χ.) μετὸν ἐξοχὸν παρατηρητὴν τοῦ οὐρανοῦ Tycho - Brahe καὶ εἶτα νὰ κληρονομήσῃ τὴν

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

Μελετῶν οὗτος τὰς κινήσεις τοῦ πλανήτου Ἄρεως ἐπὶ τῇ βάσει τοῦ συστήματος τοῦ Κοπερνίκου εὗρεν ὅτι ὑπῆρχε διαφορὰ 8' περίπου μεταξὺ τῆς θεωρητικῆς θέσεως αὐτοῦ καὶ ἐκείνης, τὴν ὁποίαν ἔδιδον αἱ παρατηρήσεις τοῦ Tycho - Brahé. Πεισμένος δὲ ὅτι αἱ παρατηρήσεις αὗται δὲν περιεῖχον



Κέπλερος (1571-1630)

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

Μετὰ πολυετεῖς δὲ ἐργασίας ἀνεκάλυψε καὶ διτύπωσε τοὺς ἐξῆς τρεῖς νόμους :

1ος. Ἡ τροχιά ἐκάστου πλανήτου εἶναι ἑλλειψις, τῆς ὁποίας

τὴν μίαν τῶν ἐστιῶν κατέχει ὁ Ἥλιος (σχ. 43).

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

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

2ος. Ἡ ἐπιβατικὴ ἀκτίς, ἡ ὁποία συνδέει τὸ κέντρον πλανήτου τινὸς καὶ τὸ κέντρον τοῦ Ἥλιου, γράφει ἐμβαδὰ ἀνάλογα τοῦ χρόνου.

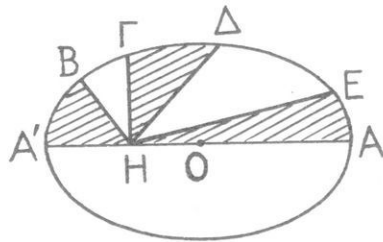
Κατὰ τὸν νόμον τοῦτον ἡ ταχύτης ἐκάστου πλανήτου βαίνει αὐ-

ξανομένη, ἐφ' ὅσον οὗτος ἐκ τοῦ ἀφῆλιου A βαίνει πρὸς τὸ περιήλιον A' καὶ τὰνάπαλιν βαίνει ἐλαττωμένη ἐκ τοῦ περιήλιου πρὸς τὸ ἀφῆλιον.

3ος. Τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων τῶν περιφορῶν τῶν πλανητῶν περὶ τὸν Ἥλιον εἶναι ἀνάλογα πρὸς τοὺς κύβους τῶν μεγάλων ἡμιάξονων τῶν τροχιῶν αὐτῶν.

Ἄν X, X' εἶναι οἱ χρόνοι τῶν περιφορῶν δύο πλανητῶν Π, Π' καὶ α, α' οἱ μεγάλοι ἡμιάξονες αὐτῶν, κατὰ τὸν νόμον τοῦτον θὰ εἶναι

$$\frac{X^2}{X'^2} = \frac{\alpha^3}{\alpha'^3} \quad (1)$$



Σχ. 43.

Ὁ μέγας ἡμιάξων τῆς τροχιᾶς ἐκάστου πλανήτου παριστᾷ τὸν μέσον ὅρον τῶν ἀπὸ τοῦ Ἥλιου ἀποστάσεων τοῦ πλανήτου, ὅταν οὗτος εὐρίσκηται εἰς τὸ ἀφῆλιον καὶ εἰς τὸ περιήλιον τῆς τροχιᾶς του. Ὁ μέσος οὗτος ὅρος λέγεται **μέση ἀπόστασις** τοῦ πλανήτου ἀπὸ τοῦ Ἥλιου. 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 $\alpha = \frac{HA + HA'}{2}$.

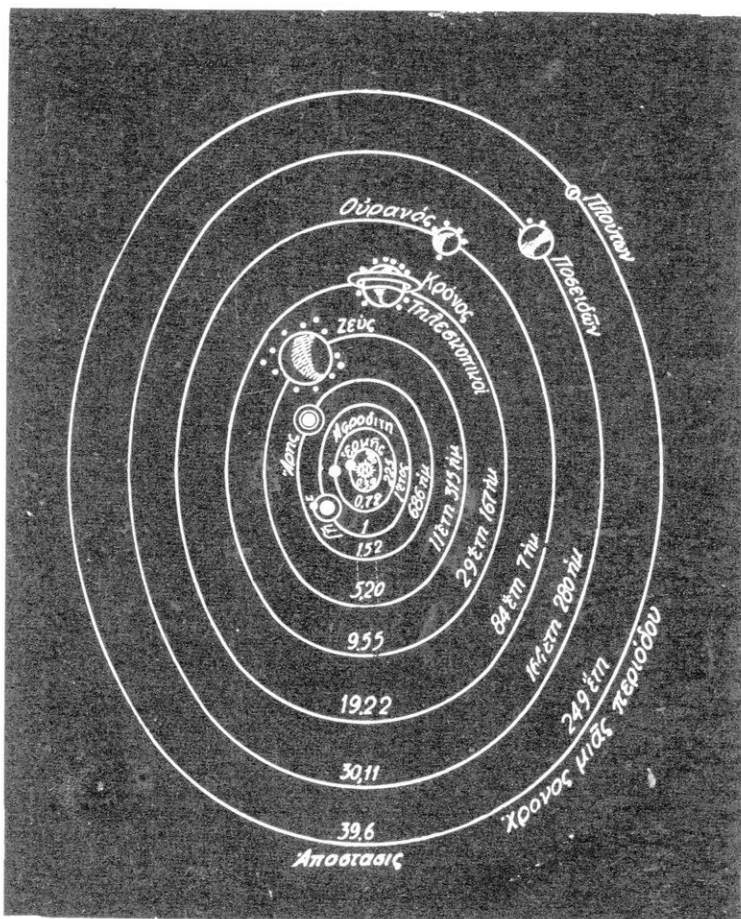
Ἡ μέση ἀπόστασις τῆς Γῆς ἀπὸ τὸν Ἥλιον λαμβάνεται ὡς μονὰς πρὸς ἐκτίμησιν τῶν μέσων ἀποστάσεων τῶν ἄλλων πλανητῶν ἀπὸ τὸν Ἥλιον. Λέγεται δὲ αὕτη **ἀστρονομικὴ μονὰς** (ἀ. μ.).

Ἄν 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: $X = 1 \cdot \sqrt{\left(\frac{\alpha}{\alpha'}\right)^3} = \sqrt{\left(\frac{\alpha}{\alpha'}\right)^3}$ ἔτη.

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

Διὰ τῶν νόμων τοῦ Κεπλέρου δύνανται νὰ ὀρίζωσι τὴν θέσιν ἐκάστου πλανήτου ἐπὶ τῆς οὐρανόσφαιρας. Ἡ ταυτότης δὲ σχεδὸν τῶν θέσεων τούτων πρὸς τὰς πράγματι παρατηρουμένας ἀποτελεῖ τὴν ἰσχυροτέραν ἀπόδειξιν τῆς ἀληθείας τῶν νόμων τούτων.

57. Μεγάλοι πλανήται. Ἀποστάσεις αὐτῶν ἀπὸ τοῦ Ἡλίου. Δορυφόροι αὐτῶν. Ἀνώτεροι καὶ κατώτεροι πλανῆται. Οἱ κυριώτεροι πλανῆται τοῦ ἡμετέρου ἡλιακοῦ συστήματος εἶναι οἱ ἄ-



Οἱ πλανῆται μετὰ τῶν δορυφόρων των
κινούμενοι περὶ τὸν Ἡλίον.

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

κόλουθοι ἑννέα : Ἑρμῆς, Ἀφροδίτη, Γῆ, Ἄρης, Ζεὺς, Κρόνος, Οὐρανός, Ποσειδῶν καὶ Πλούτων. Αἱ ἀπὸ τοῦ Ἥλιου μέσαι ἀποστάσεις αὐτῶν εἶναι κατὰ προσέγγισιν 0,01 αἰ ἀκόλουθοι, λαμβανομένης ὡς μονάδος τῆς ἀπὸ τοῦ Ἥλιου ἀποστάσεως τῆς Γῆς.

Ἑρμῆς,	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 Ἑρμῆς καὶ ἡ Ἀφροδίτη ὡς ἀπέχοντες ἀπὸ τοῦ Ἥλιου ἀπόστασι μικροτέραν ἢ ἡ Γῆ καλοῦνται κατώτεροι ἢ ἐσωτερικοὶ πλανῆται.

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

1. Νόμος τοῦ Bode. Κατὰ τὸ ἔτος 1772 ὁ ἀστρονόμος Titius τῆς Βιτεμβέργης εὔρε ἀρκετὰ περιέργων καὶ ὄλων ἐμπειρικῶν νόμον. Οὗτος παρέχει περίπου τὰς ἀπὸ τοῦ Ἥλιου 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 εὔρε τὴν σειρὰν 4, 7, 10, 16, 28, 52, 100. Διαίρέσας εἶτα πάντας τοὺς διὰ 10 εὔρε τοὺς ἀριθμοὺς : 0,4 0,7 1 1,6 2,8 5,2 10, ὅτινες πλὴν τοῦ 2,8 ἐκφράζουσι περίπου τὰς ἀπὸ τοῦ Ἥλιου ἀποστάσεις τῶν μέχρι τῆς ἐποχῆς ἐκείνης γνωστῶν πλανητῶν συναρτήσει τῆς ἀ.μ. Τὸν νόμον τοῦτον ὑπεστήριξεν ὁ Bode Διευθυντῆς 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 μεταξὺ Ἄρεως καὶ Διός, νὰ ὑπάρχῃ ἕτερος πλανῆτης, ἐν γνῶμην καὶ πρὸ τῆς διατυπώσεως τοῦ ρηθέντος νόμου εἶχε ρίψει ὁ Κέπλερος.

Βραδύτερον ὁ ἰσχυρισμὸς οὗτος ἐπεβεβαιώθη, διότι ἀνεκαλύφθησαν οἱ ἀστεροειδεῖς πλανῆται, ὅτινες κείνται ἔντως εἰς μέσσην ἀπὸ τοῦ Ἥλιου ἀπόστασιν 2,8.

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

Ἐκ τῶν ἑννέα τούτων πλανητῶν οἱ ἐσωτερικοὶ 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 ὁρατὴ 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 ἑλλειψιν, τῆς ὁποίας τὴν μίαν ἐστίαν κατέχει ὁ πλανήτης οὗτος. Γίνεται δὲ ἡ κίνησις αὕτη κατὰ τοὺς ἄλλους δύο νόμους τοῦ Κεπλέρου.

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

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

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

Εὐάριθμοὶ τινες ἄλλοι **Τρωϊκοὶ** λεγόμενοι κεῖνται πέραν τοῦ Διός.

Ἄ σ κ ῆ σ ε ι ς

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

99) Νὰ εὑρητε ποσάκις ἡ μονὰς τῆς ἐπιφανείας Ἐρμοῦ θὰ ἐφωτίζετο ὑπὸ τοῦ Ἥλιου ἐντατικώτερον ἢ τῆς Γῆς, ἂν ὑφίσταντο ἐπ' ἀμφοτέρων αἱ αὐταὶ ἀτμοσφαιρικαὶ συνθήκαι.

100) Νὰ εὔρητε ποσάκις ἡ μονάς τῆς ἐπιφανείας τοῦ Ποσειδῶ-
ρος θὰ ἐφωτίζεται ἀσθενέστερον ἢ τῆς Γῆς, ἀν εὐρίσκοντο ὑπὸ τὰς αὐ-
τὰς ἀτμοσφαιρικὰς συνθήκας.

× 101) Νὰ εὔρεθῇ ὁ χρόνος τῆς περι τὸν Ἡλίον περιφορᾶς τοῦ Ἀ-
ρεως καὶ τοῦ Διός.

102) Τὸ αὐτὸ διὰ τὸν Οὐρανὸν καὶ τὴν Ἀφροδίτην.

103) Τὸ αὐτὸ διὰ τὸν Ἑρμῆν, 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 με-
γαλυτέρας ἀπλότητος θὰ θεωρῶμεν ὅτι τὰ ἐπίπεδα τῶν πλανητικῶν τρο-
χιῶν συμπίπτουσι μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς Ἐκλειπτικῆς. Ὑπὸ τὸν ὄρον τοῦ-
τον εἶναι δυνατὸν ὁ Ἡλιος, ἡ Γῆ καὶ ἄλλος τις πλανήτης νὰ εὔρεθῶσι
ποτὲ ἐπὶ εὐθείας.

Ἐὰν ἡ Γῆ εὐρίσκηται μεταξὺ Ἡλίου καὶ τοῦ ἄλλου πλανήτου, λέ-
γομεν 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' εὐρίσκεται εἰς σύνοδον.

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

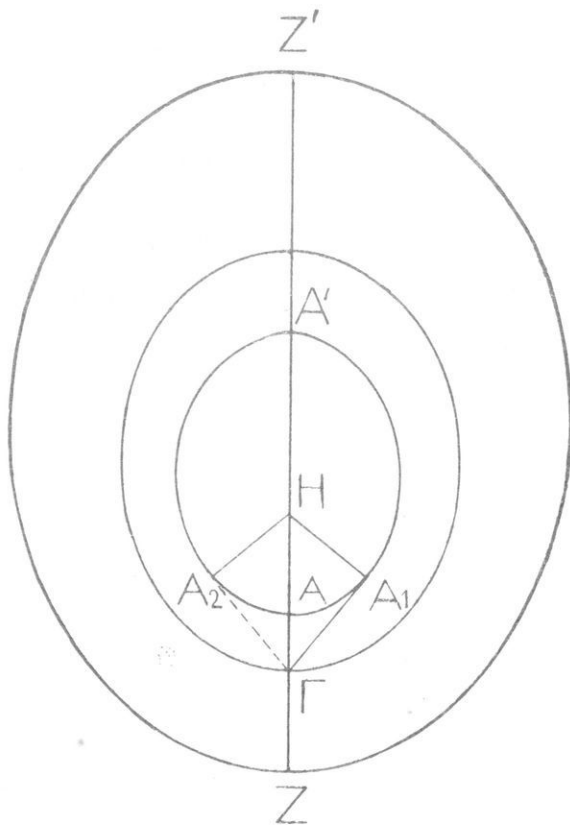
Ἡ σύνοδος καὶ ἡ ἀντίθεσις ὁμοῦ λέγονται συζυγίαι.

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

Ἡ ἀποχὴ ἐκάστου ἐξωτερικοῦ πλανήτου κατὰ τὴν σύνοδον αὐτοῦ
εἶναι 0^ο καὶ βραίνει ἀύξανομένη, μέχρις οὗ κατὰ τὴν ἀντίθεσιν λάβῃ τὴν
μεγίστην τιμὴν 180^ο. Εἰς κατώτερος πλανήτης, ἔχει ἀποχὴν 0^ο κατὰ τὴν
κατωτέραν σύνοδον. Ἐπειτα ἡ ἀποχὴ βραίνει ἀύξανομένη μέχρι τῆς στι-
γμαῆς, καθ' ἣν θὰ εὔρεθῇ εἰς τὸ σημεῖον ἐπαφῆς τῆς ἐκ τοῦ Γ ἐφαπτομένης
τῆς τροχιᾶς τοῦ πλανήτου. Ἄν ἡ τροχιὰ αὕτη ᾖτο περιφέρεια κύκλου, ἡ
γωνία HA₁Γ θὰ ᾖτο ἄρα ὀρθή. Θὰ ᾖτο ἄρα εἰς τὴν θέσιν ταύτην

$$\eta\mu\widehat{H\Gamma A}_1 = \frac{HA_1}{H\Gamma}. \text{ Διὰ τὴν Ἀφροδίτην π.χ. θὰ ᾖτο ἡμ (}\widehat{H\Gamma A}_1) = 0,72.$$

Ἐκ ταύτης δὲ εὐρίσκομεν ὅτι $\widehat{H\Gamma A_1} = 46^\circ$. Ἐπειδὴ ὁμοίως οἱ προηγούμενοι ὄροι δὲν πληροῦνται ἀκριβῶς, ἡ μεγίστη αὐτῆ ἀποχὴ τῆς Ἀφροδίτης φθάνει τὰς 49° . Ἐπειτα ἡ ἀποχὴ βαίνει ἐλαττωμένη, μέχρις οὗ κατὰ τὴν ἀνωτέραν σύνοδον γίνῃ 0° . Ἀρχεται πάλιν αὐξανόμενη καὶ



Σχ. 44

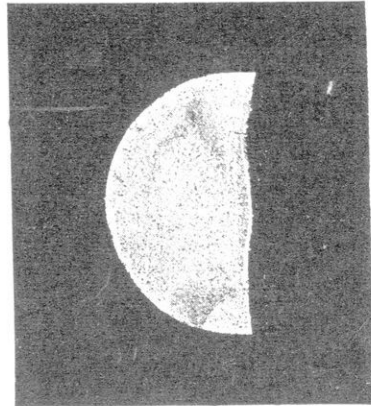
γίνεται 49° εἰς θέσιν A_2 συμμετρικὴν τῆς A_1 πρὸς τὴν $H\Gamma$. Μετὰ ταῦτα βαίνει ἐλαττωμένη μέχρι τοῦ 0° καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον βλέπομεν τὴν Ἀφροδίτην πάντοτε πλησίον τοῦ Ἡλίου.

Ὅμοίως εὐρέθη ὅτι ἡ μεγίστη ἀποχὴ τοῦ Ἑρμοῦ εἶναι 29° . Ὁ Ἑρ-

μῆς λοιπὸν φαίνεται πάντοτε ἀκόμη πλησιέστερον ἀπὸ τὴν Ἀφροδίτην πρὸς τὸν ἥλιον. Διὰ τοῦτο μόνον ὑπὸ εὐνοϊκᾶς ἀτμοσφαιρικᾶς συνθήκας φαίνεται διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ.

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

Α'. Ἐστω πρῶτον εἰς ἔσωτερικὸς πλανήτης π. χ. ἡ Ἀφροδίτη. Ἄν X εἶναι ὁ χρόνος τῆς περι τὸν ἥλιον περιφορᾶς αὐτῆς, α ὁ μέγας ἡμιᾶξων τῆς τροχιάς τῆς, X' , α' τὰ ἀντίστοιχα στοιχεῖα τῆς $\Gamma\etaς$, θά



Ἡ Ἀφροδίτη κατὰ τὸ α' τέταρτον.

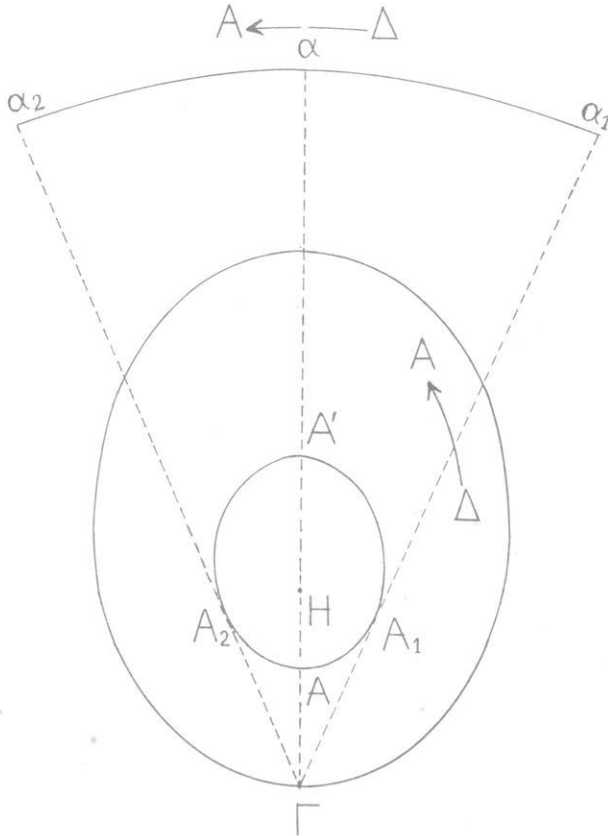
εἶναι $\frac{X^2}{X'^2} = \frac{\alpha^3}{\alpha'^3}$ (§ 56). Ἐπειδὴ δὲ $\alpha < \alpha'$, θά εἶναι καὶ $X < X'$, ἥτοι ἡ Ἀφροδίτη γράφει τὴν περι τὸν ἥλιον τροχίαν τῆς εἰς χρόνον μικρότερον τοῦ ἔτους. Ἡ γωνιώδης λοιπὸν ταχύτης τῆς Ἀφροδίτης εἶναι μεγαλύτερα τῆς γωνιώδους ταχύτητος τῆς $\Gamma\etaς$.

Ἐὰν φαντασθῶμεν τὴν $\Gamma\etaν$ ἀκίνητον, τὴν δὲ Ἀφροδίτην κινουμένην μὲ γωνιώδη ταχύτητα ἴσην πρὸς τὴν ὑπεροχὴν τῆς γωνιώδους ταχύτητος αὐτῆς ἀπὸ τὴν γωνιώδη ταχύτητα τῆς $\Gamma\etaς$, βλέπομεν ὅτι : Ὅταν ἡ Ἀφροδίτη εὐρίσκηται εἰς κατωτέρην σὺνοδον A φαίνεται ἐκ τῆς $\Gamma\etaς$ Γ εἰς θέσιν α τῆς οὐρανοῦ σφαίρας (σχ. 45). Καθ' ὃν δὲ χρόνον γράφει τὸ τόξον AA_1 τῆς τροχιάς τῆς, φαίνεται εἰς σημεῖα βαθμηδὸν δυτικώτερα, μέχρις οὗ εἰς τὴν θέσιν A_1 λάβῃ τὴν μεγίστην ἀποχὴν, ὅτε φαίνεται εἰς τὸ α_1 .

Καθ' ὃν δὲ χρόνον γράφει τὸ τόξον $A_1A'A_2$, φαίνεται ὅτι ἐν τῷ Οὐρανῷ γράφει τὸ τόξον $\alpha_1\alpha_2$, ἥτοι φαίνεται κινουμένη πάλιν ἐκ Δ πρὸς A καὶ οὕτω καθ' ἐξῆς. Ἐπειδὴ τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς τῆς Ἀφροδίτης δὲν συμπίπτει μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς Ἐκλειπτικῆς, τὰ ἐξ A πρὸς Δ γραφόμενα τόξα $\alpha_2\alpha_1$ δὲν συμπίπτουσι μὲ τὰ ἐκ Δ πρὸς A γραφόμενα τόξα $\alpha_1\alpha_2$. Ἐπειδὴ δὲ τὸ τόξον A_2AA_1 διαγράφει εἰς χρόνον βραχύτερον

ἢ τὸ $A_1A'A_2$, ἐπεὶ ἐπὶ τῆς Οὐρανίου σφαίρας φαίνεται διαγρά-
φουσα τόξα μικρότερα ἐξ A πρὸς Δ καὶ μεγαλύτερα ἐκ Δ πρὸς A .

Ὅταν ἡ Ἀφροδίτη εὐρίσκηται εἰς θέσεις λίαν ἐγγύς τῶν A_1, A_2 ,
αἱ φαινόμενα ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας θέσεις αὐτῆς εὐρίσκονται τόσον



Σχ. 45.

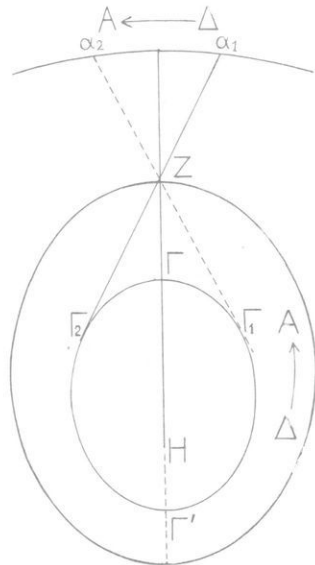
ἐγγύς τῶν $\alpha_1\alpha_2$, ὥστε ἐπὶ τινὰ χρόνον φαίνονται ἀμετάβλητοι. Ἐξη-
γούνται οὕτως οἱ στηριγμοὶ τοῦ πλανήτου.

Κατὰ τὴν ἐξήγησιν ταύτην ὑπετέθη ἡ $\Gamma\eta$ ἀκίνητος. Ἄν δὲ λάβω-
μεν ὑπ' ὄψιν τὴν κίνησιν αὐτῆς καὶ τὴν πραγματικὴν γωνιώδη ταχύτητα

τῆς Ἀφροδίτης, τὰ ἀνωτέρω φαινόμενα δὲν μεταβάλλονται, μόνον τὰ ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας διάφορα τόξα $\alpha_1\alpha_2$, $\alpha_2\alpha_1$ ἀλλάσσοσι συνεχῶς θέσιν ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, ὡς πράγματι συμβαίνει.

Β'. Ὁμοίως ἐξηγεῖται καὶ ἡ φαινόμενη τροχιά ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας ἐνὸς ἐξωτερικοῦ πλανήτου π. χ. τοῦ Διός. Ἄρκεῖ μόνον νὰ παρατηρήσωμεν ὅτι οὗτος ἔχει μικροτέραν γωνιώδη ταχύτητα ἀπὸ τὴν Γῆν. Πρέπει λοιπὸν νὰ νοήσωμεν τὸν μὲν Δία ἀκίνητον εἰς σημεῖον Ζ τῆς τροχιάς αὐτοῦ, τὴν δὲ Γῆν κινουμένην μετὰ γωνιώδη ταχύτητα ἴσην πρὸς τὴν ὑπεροχὴν τῆς γωνιώδους ταχύτητος αὐτῆς ἀπὸ τὴν γωνιώδη ταχύτητα τοῦ Διός. (σχ. 46).

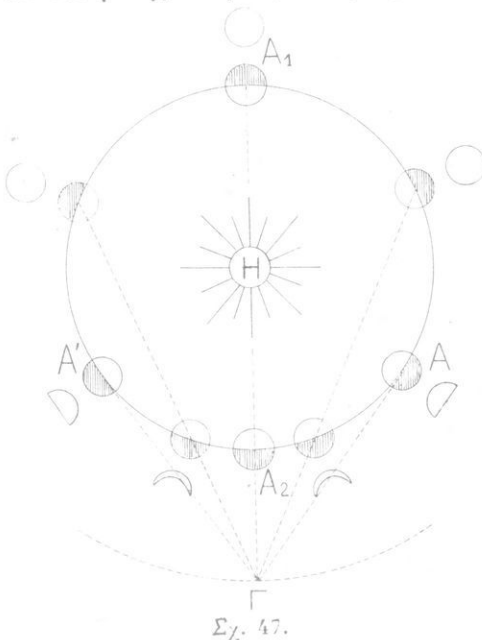
61. Φάσεις τῶν πλανητῶν.—Πρῶτος ὁ Γαλιλαῖος κατὰ τὸ 1610 παρετήρησεν ὅτι ἡ Ἀφροδίτη παρουσιάζει φάσεις ἀναλόγους πρὸς τὰς τῆς Σελήνης.



Σχ. 46.

Οὕτως, ὅταν ἡ Ἀφροδίτη εὐρίσκηται εἰς τὴν θέσιν A_2 , τὸ πρὸς τὴν Γῆν ἐστραμμένον ἥμισυ αὐτῆς δὲν φωτίζεται ὑπὸ τοῦ Ἡλίου καὶ κατ' ἀκολουθίαν εἶναι ἀόρατον (σχ. 47).

Ἐὰν δὲ νοήσωμεν τὴν Γῆν ἀκίνητον, τὴν δὲ Ἀφροδίτην κινουμένην μετὰ τὴν διαφορὰν τῶν γωνιωδῶν ταχυτήτων αὐτῆς καὶ τῆς Γῆς, βλέπομεν ὅτι : Ἐφ' ὅσον ἡ Ἀφροδίτη βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον ἀπομακρύνεται τῆς θέσεως A_2 καὶ τείνει νὰ ἔλθῃ εἰς τὴν A_1 , ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον στρέφει πρὸς τὴν Γῆν μεῖζον με-



Σχ. 47.

ρος τοῦ φωτιζομένου αὐτῆς μέρους καὶ φαίνεται (διὰ τηλεσκοπίου) κατ' ἀρχὰς ὡς λεπτός μηνίσκος στρέφων τὸ κυρτὸν πρὸς τὸν ἥλιον καὶ βαθμηδὸν μεγεθύνεται, μέχρις οὗ καταστῆ πλήρης φωτεινὸς δίσκος. Ἀπὸ



Ἰσαὰκ Νεύτων (1642 - 1727)

τοιαύτην δὲ προσπάθειάν του σχεδὸν ἤψατο 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 ἐπεφυλλάσσετο εἰς τὸν Ἄγγλον Ἰσαὰκ Νεύτωνα.

Οὗτος ἔχων ὑπ' ὄψιν τοὺς νόμους τοῦ Κεπλέρου καὶ στηριζόμενος ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας Μηχανικῆς ἀπέδειξεν ὅτι μεταξύ Ἡλίου καὶ ἐκάστου πλανήτου ἀναπτύσσεται ἑλκτική δύναμις ἀνάλογος πρὸς τὰς μάζας τῶν σωμάτων τούτων καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ἀποστάσεως αὐτῶν. Μετὰ ταῦτα ἀπέδειξεν ὅτι μερικαὶ περιπτώσεις τῆς ἑλξεως ταύτης εἶναι ἡ δύναμις, ἡ ὁποία συγκρατεῖ τὴν Σελήνην εἰς τὴν περὶ τὴν Γῆν τροχίαν της καὶ ἡ βαρῦτης.

τῆς στιγμῆς ταύτης ἀναλαμβάνει κατ' ἀντίστροφον τάξιν τὰ αὐτὰ σχήματα, μέχρις οὗ πάλιν καταστῆ ἀόρατος.

Ὁμοίως φάσεις παρουσιάζει καὶ ὁ Ἐρμῆς.

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

62. Νόμος τῆς παγκοσμίου ἑλξεως.— Ὁ Κεπλέρος τὰ μέγιστα ἐνθουσιασθεὶς ἐκ τῆς ἀνακαλύψεως τῶν νόμων τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν ἐπεχείρησε νὰ ἀνεύρη καὶ τὴν φυσικὴν αἰτίαν τῆς τοιαύτης κινήσεως αὐτῶν. Εἰς τὴν

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

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

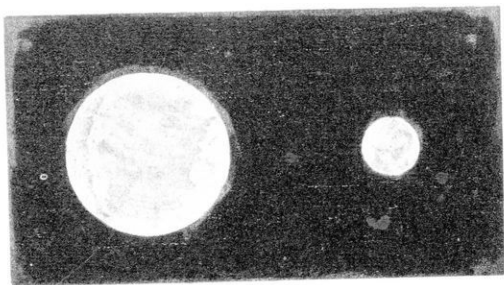
Ὁ νόμος οὗτος λέγεται νόμος τῆς παγκοσμίου ἔλξεως ἢ καὶ νόμος τοῦ Νεύτωνος.

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΜΕΓΑΛΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

63. Ἑρμῆς.— Ὁ ἐγγύτατος τῷ Ἡλίῳ πλανῆτης Ἑρμῆς οὐδέποτε ἀπομακρύνεται αὐτοῦ κατὰ γωνιώδη ἀπόστασιν μείζονα τῶν 29°. Ἐνεκα τούτου εὐρίσκεται βεβουθισμένος ἐντὸς τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων καὶ κατ' ἀκολουθίαν σπανίως καὶ ὑπὸ λίαν εὐνοϊκῶς 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 ὑπέρυθρος ἀστὴρ α' μεγέθους, ἔνεκα τοῦ μικροῦ ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα ὕψους αὐτοῦ.



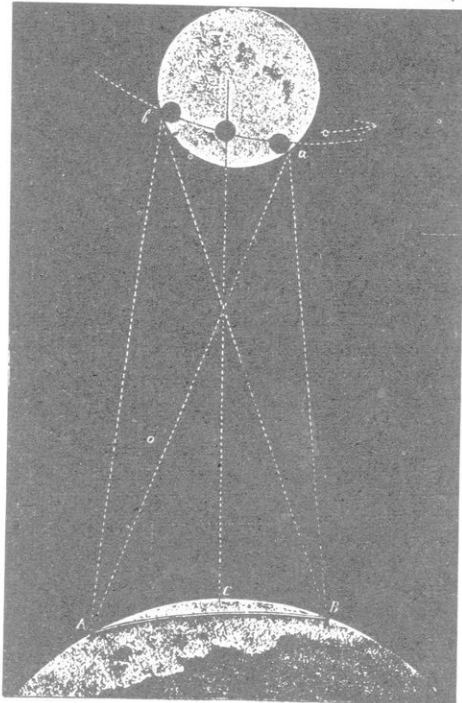
Σχετικὸν μέγεθος τῆς γῆς καὶ τοῦ Ἑρμοῦ

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

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

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

Ἡ μᾶζα αὐτοῦ εἶναι τὰ 0.056 περίπου τῆς γηίνης, ἡ δὲ πυκνότης αὐτοῦ εἶναι 1,1 περίπου τῆς γηίνης.



Διάβασις τῆς Ἀφροδίτης πρὸ τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου.

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

Κατὰ τοὺς τελευταίους χρόνους παρατηροῦνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ Ἑρμοῦ κηλίδες τινες σκοτειναὶ σχετικῶς. Ἐπειδὴ δὲ αὐταὶ τηροῦσιν ἀμετάβλητον θέσιν ὡς πρὸς τὴν γραμμὴν, ἥτις χωρίζει τὸ φωτιζόμενον ἀπὸ τὸ μὴ μέρος τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ, συνάγεται ὅτι ὁ Ἑρμῆς στρέφει πρὸς τὸν Ἥλιον τὸ αὐτὸ πάντοτε ἡμισφαίριον. Κατ' ἀκολουθίαν στρέφεται περὶ ἄξονα εἰς 88 ἡμέρας.

Κατὰ τὰς παρατηρήσεις τοῦ Lowell οὐδὲν ἐπ' αὐτοῦ ὑπάρχει νέφος, οὐδὲ πολικαὶ χιόνες. Στερεῖται ἄρα οὗτος

παχέιας ὅπωςδήποτε ἀτμοσφαιρας καὶ ὕδατος.

Ὁ Ἑρμῆς στερεῖται δορυφόρου.

64. Ἀφροδίτη.—Ὡς ὁ Ἑρμῆς, οὕτω καὶ ἡ Ἀφροδίτη συνοδεύει τὸν Ἥλιον ἐν τῇ ἡμερησίᾳ αὐτοῦ κινήσει, ἄλλοτε μὲν προηγούμενη αὐτοῦ, ὅτε φαίνεται πρὸς ἀνατολὰς τὴν πρώτην πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ Ἥλιου (Ἑωσφόρος, κοινῶς Αὐγερινός), ἄλλοτε δὲ ἐπομένη αὐτοῦ, ὅτε φαίνεται πρὸς δυσμὰς μετὰ τὴν δύσιν τοῦ Ἥλιου (Ἑσπερος).

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

Διὰ καλοῦ τηλεσκοπίου διακρίνομεν εὐχερῶς τὰς φάσεις αὐτῆς.

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

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

Ἡ Ἀφροδίτη περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας παχυτέρας τῆς ἡμετέρας. Ἡ φασματοσκοπικὴ ἐξέτασις ἀπέδειξεν τὴν παρουσίαν ἀφθόνου ἀνθρακικοῦ ὀξέος ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαίρας ταύτης. Ἀντιθέτως οὐδ' ἔγνος ὀξυγόνου καὶ ὕδρατμῶν ἀπεκαλύφθη εἰς αὐτήν. Καὶ ὁ πλανήτης οὗτος στερεῖται δορυφόρου.

Ἀπὸ καιροῦ εἰς καιρὸν ὁ Ἑρμῆς καὶ ἡ Ἀφροδίτη παρεντίθενται μεταξὺ Γῆς καὶ Ἥλιου εἰς ἐλαχίστην ἀπὸ τῆς Ἐκλειπτικῆς ἀπόστασιν. Τότε δὲ ἕκαστος τῶν πλανητῶν τούτων φαίνεται 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 Ἥλιου. Ἡ τελευταία διάβασις τῆς Ἀφροδίτης ἔγινε τὴν 6ην Δεκεμβρίου 1882, ἡ δὲ προσεχὴς θὰ γίνῃ τὴν 7ην Ἰουνίου 2004.

65. Ἄρης.— Ὄταν ὁ πλανήτης οὗτος εἶναι ἀρκούντως μεμακρυσμένος τοῦ Ἥλιου, λάμπει ἐν τῷ Οὐρανῷ ὡς ὠραῖος ὑπέρυθρος ἀστὴρ ἀ' μεγέθους.

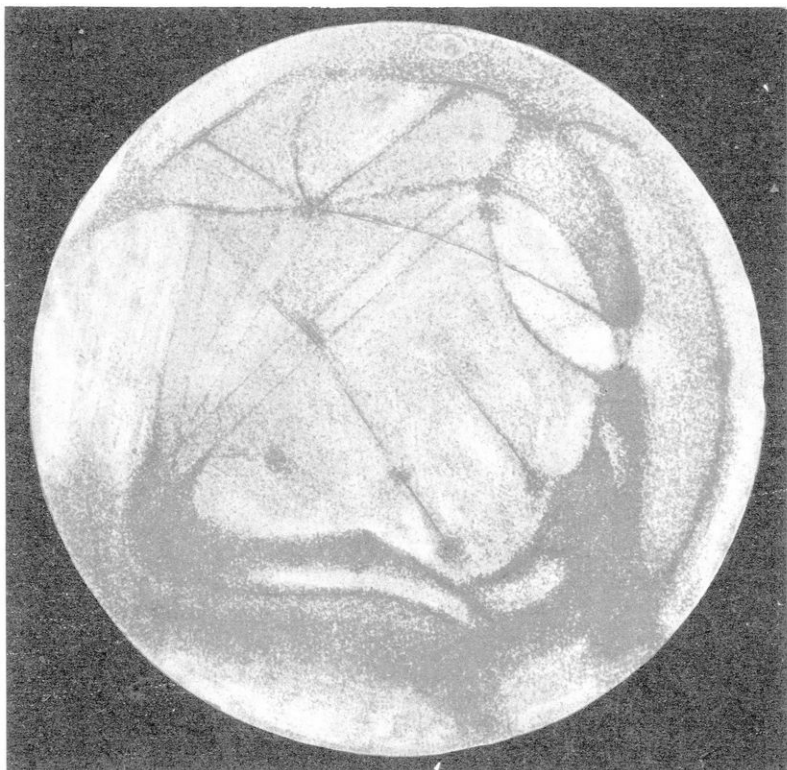
Ὁ ὄγκος αὐτοῦ ἰσοῦται πρὸς 0,157 τοῦ τῆς Γῆς, ἡ μάζα πρὸς τὰ 0,108 τῆς γηίνης καὶ ἡ πυκνότης πρὸς 0,69 τῆς πυκνότητος τῆς Γῆς.

Στρέφεται δὲ περὶ τὸν Ἥλιον εἰς 686,98 ἡμέρας καὶ περὶ ἄξονα εἰς 2 ὥρ. 37π 23δ.

Ὁ ἰσημερινὸς αὐτοῦ σχηματίζει μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς τροχιάς του γωνίαν κυμαινομένην μεταξὺ 4° καὶ 5° 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 περιγλίου διάβασιν τοῦ Ἄρεως ἡ γωνιώ-

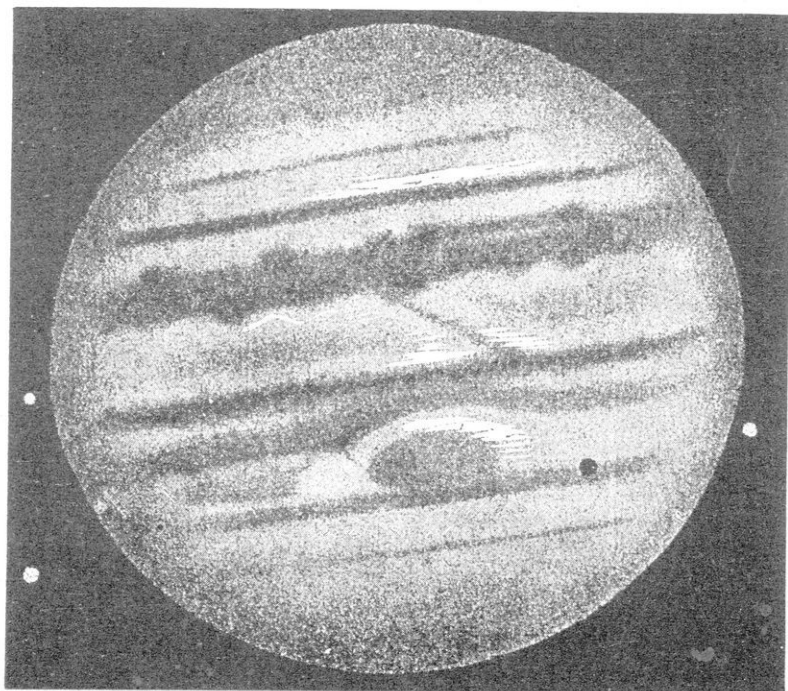


Μεγέθυνσις τηλεσκοπικῆς ἀπόψεως τοῦ Ἄρεως

δης ἀπόστασις αὐτοῦ εἶναι 180° , ἢ ἀπόστασις τοῦ Ἄρεως ἀφ' ἡμῶν ἔχει τὴν ἐλάχιστην τιμὴν (56000000 χιλιάμ. περίπου). Κατ' ἀκολουθίαν ἡ φαινόμενη 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 εὐνοϊ-

κὴν ταύτην θέσιν ὁ πλανήτης οὗτος ἀνὰ 15 καὶ ἀνὰ 17 ἔτη. Ἡ προσεχὴς τοιαύτη ἀντίθεσις θὰ συμβῆ 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 ἤπειροι. Τῶν ἄλλων τὸ χρῶμα μεταβάλλεται κατὰ ἐπο-



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

χὰς 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 χιῶν καὶ πάγος ἢ ἄλλη οὐσία, ἥτις πῆγνυται ὑπὸ τοῦ ψύχους καὶ τήκεται ἢ ἐξατμίζεται ὑπὸ τῆς θερμότητος.

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

Τὸ περιεργότερον δὲ τῶν ἐπὶ τοῦ Ἄρεως παρατηρουμένων φαινομένων εἶναι σκοτειναὶ γραμμαὶ, αἵτινες διασχίζουσι ὀλόκληρον τὴν ἐπιφανείαν αὐτοῦ καὶ συνενοῦμεναι ἀποτελοῦσι δίκτυον ἀρκετὰ κανονικόν. Αἱ γραμμαὶ αὗται καλοῦνται διώρυγες, ὡς τὸ πρῶτον (1877) ἐκλήθησαν ὑπὸ τοῦ Schiaparelli, εἰ καὶ οὐδὲν εἶναι βέβαιον περὶ τῆς φύσεως αὐτῶν.

Ὁ Ἄρης ἔχει δύο δορυφόρους ἀνακαλυφθέντας κατὰ τὸ ἔτος 1877 ὑπὸ τοῦ Ἀμερικανοῦ ἀστρονόμου Hall. Τούτων ὁ μὲν **Φόβος** στρέφεται κατὰ τὴν ὀρθὴν φοράν περὶ τὸν Ἄρην εἰς 7^{ωρ.} 39^π 14^δ, ὁ δὲ μικρότερος καὶ ἀπὸ τοῦ πλανήτου ἀπώτερος **Δεῖμος** εἰς 30^{ωρ.} καὶ 18^π. Κατὰ



Γαλιλαῖος (1564 - 1642)

τινας ὅθεν νύκτας ὁ Ἄρης φωτίζεται ὑπ' ἀμφοτέρων συγχρόνως τῶν δορυφόρων του· ὁ δὲ Φόβος στρεφόμενος περὶ τὸν πλανήτην κατὰ τὴν ὀρθὴν φοράν εἰς χρόνον μικρότερον τοῦ χρόνου τῆς περὶ ἄξονα στροφῆς τοῦ Ἄρεως λαμβάνει ἐν ἐκάστη νυκτὶ ὄλας τὰς φάσεις.

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

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

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

Στρέφεται περὶ ἄξονα εἰς 10 ὥρας περίπου (ἀκριβῶς 9^{ωρ.} 50^π 30^δ) καὶ περὶ τὸν Ἥλιον εἰς 11 ἔτη καὶ 315 ἡμέρας.

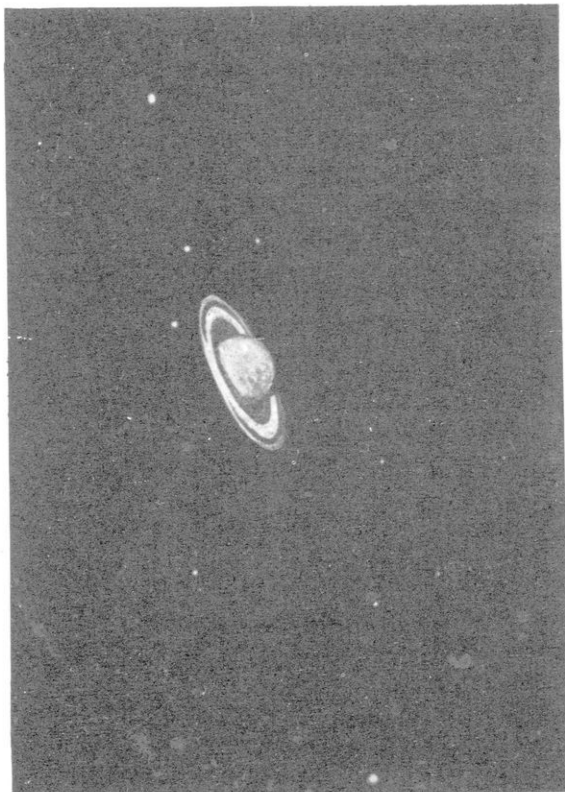
Ἐνεκα τῆς ταχείας αὐτοῦ περιστροφικῆς κινήσεως ἔχει λίαν αἰσθητὴν καὶ εὐκόλως ὀρωμένην διὰ καλοῦ τηλεσκοπίου ἰσημερινὴν ἐξόγ-

κωσιν. "Ωστε ὁ Ζεὺς ἔχει σχῆμα πεπεισμένον περὶ τοὺς πόλους του καὶ ἐξωγκωμένον περὶ τὸν ἰσημερινόν. Ὁ λόγος τῆς διαφορᾶς τῆς ἰσημερινῆς ἀκτίνος ἀπὸ τὴν πολικὴν πρὸς τὴν ἰσημερινὴν ἀκτίνα εἶναι $\frac{1}{16}$. Ὁ λόγος οὗτος λέγεται πλάτυνσις τοῦ Διός. Ὁ ὑπολογισμὸς δεικνύει ὅτι τὰ στοιχεῖα ταῦτα ἔπρεπε νὰ εἶναι ἐντατικώτερα τῶν παρατηρουμένων.

Πρὸς ἐξήγησιν τῆς διαφορᾶς ταύτης παραδέχονται ὅτι ἡ πυκνότης τοῦ Διὸς βαίνει ταχέως αὐξανομένη πρὸς τὸ ἐσωτερικὸν αὐτοῦ.

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

Διὰ τηλεσκοπίου ἀρκούντως ἰσχυροῦ βλέπομεν ἐπὶ τοῦ δίσκου αὐτοῦ ζώνας ἐναλλάξ σκοτεινάς καὶ λαμπράς, αἱ ὁποῖαι ἐκτείνονται πα-



Ὁ Κρόνος καὶ οἱ δορυφόροι του.

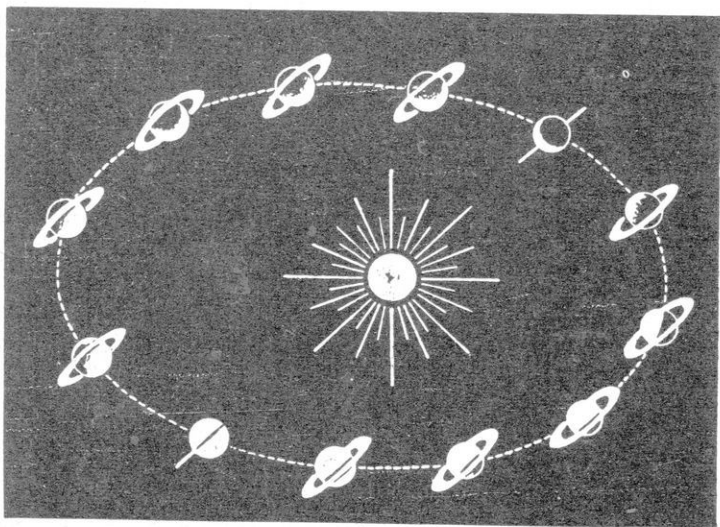
ραλλήλως πρὸς τὸν ἰσημερινὸν αὐτοῦ. Αἱ ζῶναι αὗται ὀφείλονται πιθανῶς εἰς νέφη περιβάλλοντα τὸν Δία ἢ, κατ' ἄλλην ὑπόθεσιν, εἰς τὴν κατάστασιν τῆς μερικῆς αὐτοῦ στερεοποιήσεως.

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

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

Ἡ περὶ τὸν Δία κίνησις τῶν δορυφόρων ὑπῆρξε διὰ τὸν Γαλιλαῖον θαυμάσιον ἐπιχείρημα ὑπὲρ τοῦ συστήματος τοῦ Κοπερνίκου, καθ' ὅσον καθίστατο πλέον δῆλον ὅτι ὑπῆρχον οὐράνια σώματα μὴ στρεφόμενα περὶ τὴν Γῆν, ἣν οἱ πολέμιοι τοῦ Κοπερνίκου ἐθεώρουν ὡς κέντρον τοῦ κόσμου.

Ἐπέμπετος δορυφόρος ἀνεκαλύφθη τὸ ἔτος 1892 εἰς τὸ Ἀστεροσκο-



Μεταβολὴ τῆς ἀπόψεως τοῦ Κρόνου ὁραμένου ἀπὸ τῆς Γῆς.

πεῖον Lich τῆς Καλιφορνίας· οἱ ἄλλοι δὲ ἀνεκαλύφθησαν βραδύτερον διὰ τῆς φωτογραφίας. Ὁ δέκατος καὶ ἐνδέκατος ἀνεκαλύφθησαν τὸν Ἰούλιον τοῦ 1938.

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

67. Κρόνος.— Ὁ πλανήτης οὗτος φαίνεται διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ ὡς ἀστὴρ α' μεγέθους. Εἶναι 745 φορές ὀγκωδέστερος τῆς Γῆς, ἔχει μᾶζαν 95,22 φορές μείζονα τῆς γηίνης καὶ πυκνότητα ὀλίγον μικροτέραν

των 0,13 τῆς γήινης, 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 ἀύξανόμενη πρὸς τὸ ἐσωτερικόν.

Ἡ πλάτυσις αὐτοῦ εἶναι μᾶλλον τῆς τοῦ Διὸς αἰσθητή, ἰσουμένη πρὸς $\frac{1}{10}$ περίπου.

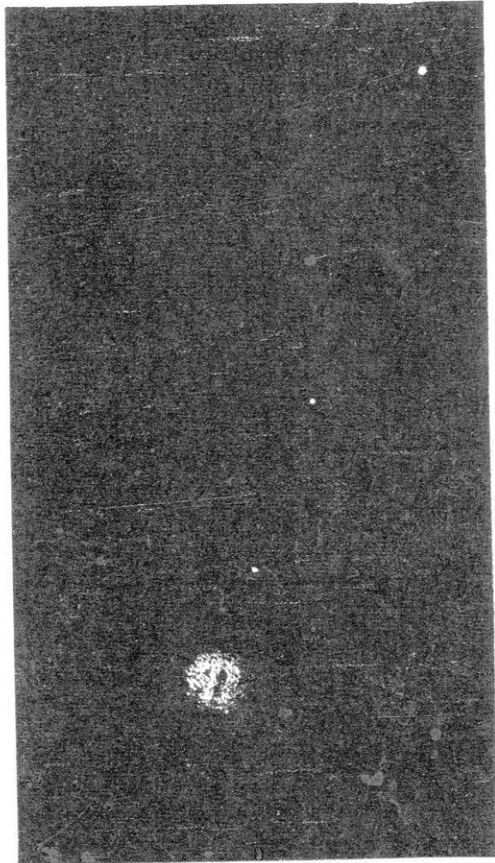
Δι' ἰσχυροῦ τηλεσκοπίου διακρίνομεν ἐπ' αὐτοῦ ζώνας ἀναλόγους πρὸς τὰς τοῦ Διὸς καὶ πολικὰς χώρας ὁμοίας πρὸς τὰς τοῦ Ἄρεως.

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

Ὁ Κρόνος ἔχει 9 δορυφόρους, ὧν οἱ δύο νεώτεροι κατὰ τὴν χρονολογίαν τῆς ἀνακαλύψεως, ἀνεκαλύφθησαν διὰ τῆς φωτογραφίας, (1878, 1904) ὑπὸ τοῦ W. Pickering. Ὁ ὀγκωδέστερος τῶν δορυφόρων τούτων λέγεται **Τιτάν** καὶ εἶναι ὀλίγον ὀγκωδέστερος τῆς Σελήνης.

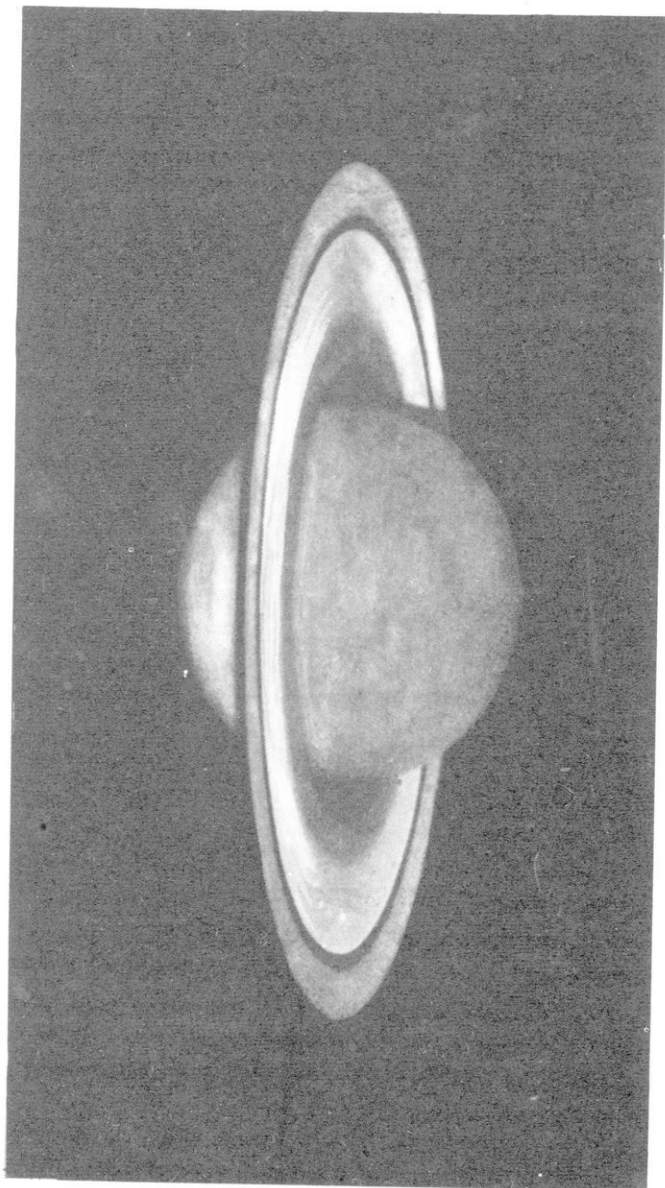
Ἀξιοπαρατήρητον ἀκόμη εἶναι ὅτι ὁ ἀπώτατος δορυφόρος τοῦ Κρόνου στρέφεται περὶ αὐτὸν κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν.

Ἴδιον τοῦ Κρόνου χαρακτηριστικὸν εἶναι λεπτὸς καὶ πλατὺς δακτύλιος, ὅστις περιβάλλει χωρὶς νὰ ἐγγίξῃ αὐτόν. Ὁ Γαλιλαῖος, ὅστις παρετήρησεν αὐτὸν τὸ πρῶτον κατὰ τὸ 1610, ἐπίστευεν ὅτι ὁ πλανήτης οὗ-



Ἡ Οὐρανὸς καὶ οἱ 4 ἀπὸ τοὺς δορυφόρους του.

• Ο Πλανήτης Κρόνος •



τος ἦτο τριπλοῦς. Διότι κατὰ τὴν ἐποχὴν ἐκείνην ἔβλεπεν αὐτὸν ὡς συνοδευόμενον ὑπὸ δύο λαβῶν ἐκ διαμέτρου ἀντικειμένων.

Ὁ Huygens (1657) κατέδειξε τὴν ὑπαρξίν δακτύλιου 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 (1675).

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



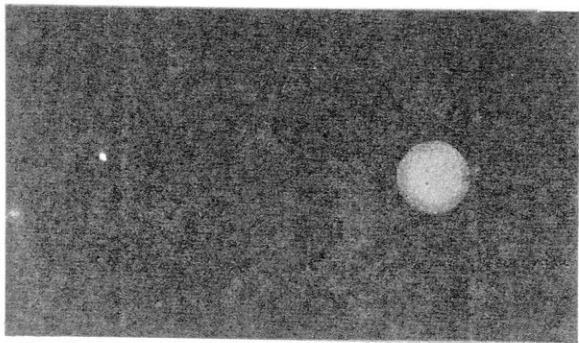
William Herschel (1738-1822)

28. Οὐρανός.—Ὁ πλανήτης οὗτος ἀνεκαλύφθη τυχαίως ὑπὸ τοῦ W. Herschel κατὰ τὸ ἔτος 1781 (13 Μαρτίου).

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

Οὗτος λάμπει ὡς ἀστήρ βου μεγέθους καὶ κατ' ἀκολουθίαν ὑπὸ εὐνοϊκᾶς συνθήκας εἶναι ὄρατος καὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Ἔχει ὄγκον 63 φορές μείζονα τοῦ γηίνου, μᾶζαν 14,58 φορές μείζονα τῆς γηίνης καὶ πυκνότητά 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 πρὸς τὰς τοῦ Διός. Κατὰ τὸν Schiaparelli ἡ πλάτυνσις τοῦ Οὐρανοῦ εἶναι περίπου $\frac{1}{11}$ καὶ κατ' ἀκολουθίαν οὗτος στρέφεται ταχύτατα περὶ τὸν



Ὁ Ποσειδῶν καὶ εἰς δορυφόρος του.

ἄξονα αὐτοῦ. Ὀν-
τως δὲ ὑπελογίσθη
ὅτι οὗτος στρέφε-
ται περὶ ἄξονα εἰς
10 ὥρας καὶ 42π.
Ἐν τῷ Οὐρανῷ ἔχει
5 δορυφόρους, ὧν
οἱ δύο ἀπώτεροι
παρετηρήθησαν ὑ-
πὸ τοῦ W. Hers-
chel κατὰ τὸ ἔτος
1787, οἱ 2 ἄλλοι
ὑπὸ τοῦ Lassel
κατὰ τὸ 1851 καὶ ὁ 5ος ἀνεκαλύφθη φωτογραφικῶς τὸν Φεβρουάριον
τοῦ 1948 ὑπὸ τοῦ ἀστεροσκοπείου Mac-
Donald εἰς Τέξας. Οἱ 4 πρῶτοι δορυφόροι
κινουῦνται περὶ τὸν Οὐρανὸν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ
σχεδὸν ἐπιπέδου, ὅπερ σχηματίζει μετὰ
τοῦ ἐπιπέδου τῆς τροχιάς τοῦ Οὐρανοῦ
γωνίαν 98° περίπου. Δι' δ' ἡ κίνησις τού-
των φαίνεται ἀνόδρομος.



Le Verrier (1811-1877)

69. Ποσειδῶν. — Ὁ πλανήτης οὗτος
εἶναι ἀόρατος εἰς γυμνὸν ὀφθαλμὸν, διὰ δὲ
τοῦ τηλεσκοπίου φαίνεται ὡς ἀστὴρ ὀγδόου
μεγέθους. Εἶναι 44άκις ὀγκωδέστερος τῆς
Γῆς· ἔχει μᾶζαν 17,26 φορές μείζονα τῆς
γῆϊνης καὶ πυκνότητα τὰ 0,22 περίπου τῆς
γῆϊνης. Κινεῖται περὶ τὸν Ἥλιον εἰς 164
ἔτη καὶ 280 ἡμέρας.

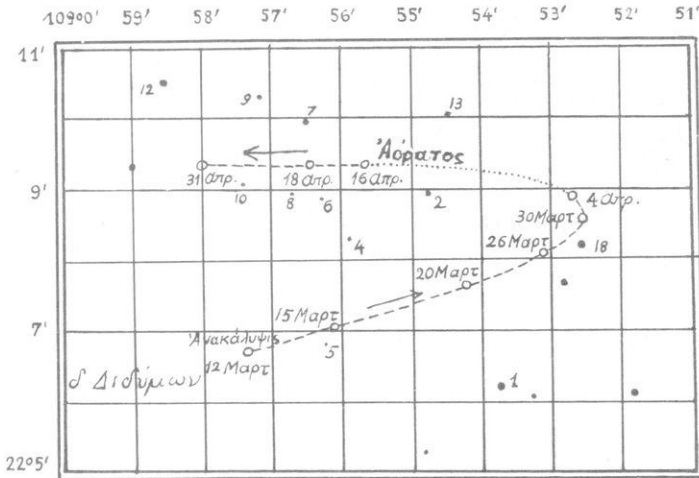
Ἡ ἀνακάλυψις τοῦ Ποσειδῶνος (1846) ὀφειλομένη εἰς τὸν Γάλλον
ἀστρονόμον Le Verrier συνεχίνησε μεγάλως τὸν ἐπιστημονικὸν κόσμον,
διότι αὕτη ἀποτελεῖ τὸν μεγαλύτερον τῶν θριάμβων τῶν θεωριῶν τῆς

Ἄστρονομίας, ἣτις δικαίως θεωρεῖται ἡ ἀκριβεστέρα καὶ θετικωτέρα τῶν ἐπιστημῶν.

Ἴδου ἐν συνόψει πῶς ἐγένετο ἡ ἀνακάλυψις αὕτη :

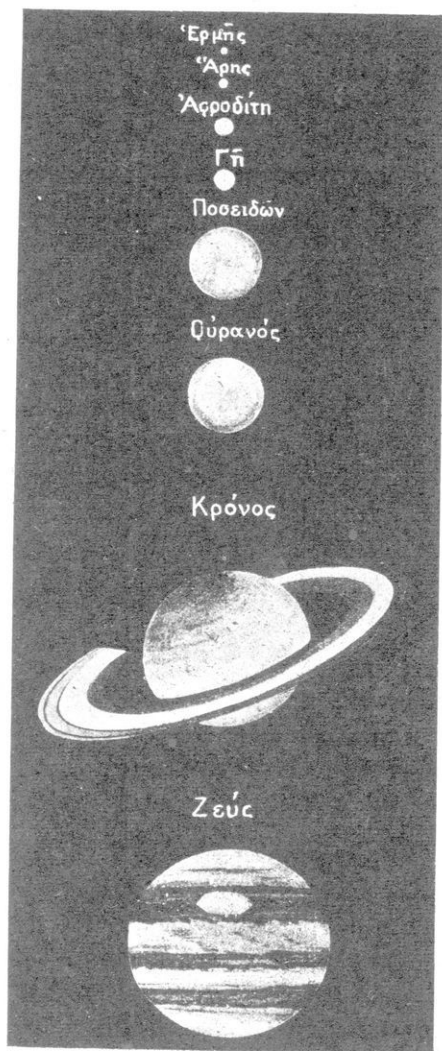
Εἶπομεν ὅτι οἱ πλανῆται γράφουσιν ἐλλείψεις, ἐκάστης τῶν ὁποίων, ὁ ἥλιος κατέχει τὴν μίαν τῶν ἐστιῶν. Τοῦτο θὰ ἦτο τελείως ἀληθές, ἂν οἱ πλανῆται ὑπέκειντο εἰς μόνην τὴν ἕλξιν τοῦ ἥλιου.

Ἄλλ' ἔνεκα τῶν ἀμοιβαίων τῶν πλανητῶν ἕλξεων ἡ τροχιά ἐκάστου



Φαινόμενη ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας τροχιά τοῦ Πλούτωνος κατὰ τὸν χρόνον τῆς ἀνακαλύψεως αὐτοῦ.

ἀπομακρύνεται κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἦττον τῆς θεωρητικῆς ἐλλείψεως. Ἐν τούτοις οἱ ἀστρονόμοι λαμβάνοντες ὑπ' ὄψιν τὰς ἀμοιβαίας τῶν πλανητῶν ἕλξεις (παρέλξεις) δύνανται νὰ προσδιορίζωσι μετὰ μεγάλης προσεγγίσεως τὰς ἀνωμάλους τροχιάς τῶν πλανητῶν. Ἀπὸ τῆς ἀνακαλύψεως ὅμως τοῦ Οὐρανοῦ εἶχον παρατηρήσει ἐν τῇ τροχίᾳ αὐτοῦ ἀνωμαλίας, αἵτινες δὲν ἐξηγοῦντο ἐπαρκῶς διὰ τῆς ἕλξεως τῶν λοιπῶν γνωστῶν πλανητῶν ἐπ' αὐτοῦ. Ὁ Le Verrier τότε ἐσκέφθη ὅτι αἱ ἀνωμαλίας αὗται πιθανῶς ὀφείλονται εἰς ἕλξιν ἀγνώστου τινὸς πλανήτου καὶ ἐπεχείρησε νὰ προσδιορίσῃ δι' ὑπολογισμοῦ τὴν μᾶζαν καὶ τὴν θέσιν αὐτοῦ. Μετὰ διετῆ καθαρῶς θεωρητικὴν ἐργασίαν ἀνήγγειλεν εἰς τὴν Ἀκαδημίαν τῶν ἐπιστημῶν τὴν ἀκριβῆ ἐν τῷ οὐρανῷ θέσιν τοῦ ἀγνώστου πλανήτου.



Συγκριτικὰ μεγέθη τῶν μεγάλων πλανητῶν
(πλὴν τοῦ Πλούτωνος)

Πρὸς ἐξήγησιν τῶν διαφορῶν τούτων ὁ Percival Lowell ἐδέχθη τὴν ὑπαρξίν ἑτέρου πλανήτου πέραν τοῦ Ποσειδῶνος· καὶ κατὰ τὸ ἔτος 1915

Τρεῖς ἐβδομάδας βραδύτερον ὁ Γερμανὸς ἀστρονόμος Galle, ἅμα τῇ λήψει ἐπιστολῆς τοῦ Le Verrier, ἤρχιζε νὰ ἐξετάζῃ τὸ ὑποδειχθὲν μέρος τοῦ οὐρανοῦ καὶ εὐθὺς παρετήρησε τὸν νέον πλανήτην (ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Αἰγόκερω).

Κατὰ τοὺς τελευταίους χρόνους κατωρθώθη νὰ ὀρισθῇ ὁ χρόνος τῆς περιᾶξονα στροφῆς τοῦ Ποσειδῶνος ἀνερχόμενος εἰς 15^{ῶρ.} καὶ 48^{π.}

Ὁ Ποσειδῶν ἔχει δύο δορυφόρους. Τούτων ὁ α' (Τρίτων) παρετηρήθη ὑπὸ τοῦ Lassel τὸ ἔτος 1846 καὶ στρέφεται περὶ τὸν Ποσειδῶνα εἰς 5 ἡμέρας καὶ 21 ὥρας περίπου κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν. Ὁ δὲ 2ος ἀνεκαλύφθη φωτογραφικῶς τὸν Μάϊον τοῦ 1949 ὑπὸ τοῦ ἀστεροσκοπέου τοῦ Mac-Donalt.

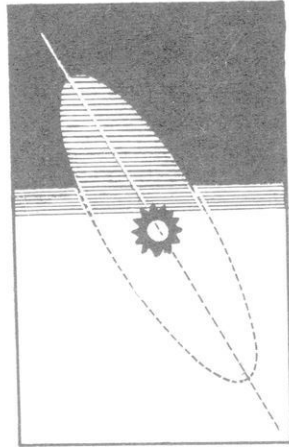
70. ΠΛΟΥΤΩΝ. — Μετὰ τὴν ἀνακάλυψιν τοῦ Ποσειδῶνος καὶ τὸν ὑπολογισμὸν τῆς ἐπὶ τοῦ πλανήτου Οὐρανοῦ ἑλκτικῆς ἐνεργείας αὐτοῦ παρετηρήθη ὅτι αἱ διαφοραὶ μεταξὺ τῶν πραγματικῶν θέσεων τοῦ Οὐρανοῦ καὶ ἐκείνων, ἃς ἐδείκνυεν ὁ ὑπολογισμὸς, δὲν ἐξέλειπον τελείως.

έδημοσίευσε τὰ πλανητικά στοιχεία 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 Ἡλίου καὶ νὰ περιφέρηται περὶ τὸν Ἡλιον εἰς 282 ἔτη. Ὁ ὄγκος ἔπρεπε νὰ εἶναι 6,5 φορές μεγαλύτερος τοῦ ὄγκου τῆς Γῆς, ἢ φαινομένη διάμετρος νὰ εἶναι 1" καὶ νὰ εἶναι ἀστὴρ 12ου ἢ 13ου μεγέθους.

Διὰ τὴν ἀναζήτησιν τοῦ ἀγνώστου τούτου πλανήτου τὸ ἐν Flagstaff Ἀστεροσκοπεῖον Lowell ἀνέθεσεν ἀπὸ τοῦ Ἰανουαρίου 1929 εἰς τὸν νεαρὸν βοηθὸν Clyde -W. Tombough νὰ φωτογραφίσῃ τὸν ζωδιακὸν 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 εὐρίσκηται τὴν ἐποχὴν ἐκείνην. Εὐρίσκειτο ἐγγύτατα τῆς Ἐκλειπτικῆς καὶ ἔβαινε βραδύτατα κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν. Εἶναι ἀστὴρ μεταξύ 15ου καὶ 16ου μεγέθους. Κατὰ προσφάτους ὑπολογισμοὺς τῆ βοήθειά τοῦ γιγαντιαίου κατοπτρικοῦ τηλεσκοπίου τοῦ ἀστεροσκοπεῖου τοῦ ὄρους Palomar ἡ διάμετρος τοῦ Πλούτωνος εἶναι τὰ 0,45 τῆς γηίνης διαμέτρου, ὁ ὄγκος αὐτοῦ τὸ 0,1 τοῦ ὄγκου τῆς καὶ ἡ μᾶζα τὰ τῆς 0,83 γηίνης. Ἦδη ἡ ἀπόστασις αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἐκτιμᾶται εἰς 39,52 περίπου γηίνας ἀποστάσεις καὶ ὁ χρόνος περιφορᾶς εἰς 249 ἀστρικά ἔτη περίπου.



Ζωδιακὸν φῶς.

71. Ζωδιακὸν φῶς.—Περὶ τὴν ἐαρινὴν συνήθως ἰσημερίαν παρατηρεῖται ἐν Εὐρώπῃ ὑπὸ εὐμενεῖς ἀτμοσφαιρικοὺς ὄρους πρὸς δυσμὰς καὶ συγχρόνως μετὰ τῶν ἀστέρων 4ου μεγέθους ἀμυδρὸν φῶς, ὕπερ 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 ὀρατὸν ἄκρον τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς ἐλλείψεως ταύτης καλεῖται **κορυφή** τοῦ ζωδιακοῦ φωτός καὶ τὸ ὕψος αὐ-

τοῦ δύναται νὰ φθάσῃ ἐνίοτε μέχρις 100^ο. Τὸ πλάτος τῆς ἐλλείψεως ταύτης εἰς τὸν ὀρίζοντα εἶναι 20^ο ἕως 30^ο.

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

Τὸ φῶς τοῦτο εἶναι ὀρατὸν 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 4ου μεγέθους. Ἐκ τῶν τόπων τῆς διακεκαυμένης ζώνης τὸ ζωδιακὸν φῶς εἶναι ὀρατὸν καθ' ὅλον σχεδὸν τὸ ἔτος. Περὶ τῆς φύσεως τοῦ φωτὸς τούτου οὐδὲν εἶναι βέβαιον. Ἡ πιθανωτέρα γνώμη εἶναι ὅτι ὀφείλεται εἰς ἀνάκλασιν τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς ὑπὸ σμήνους μικρῶν σωματιδίων περιφερομένων περὶ τὸν Ἥλιον ἐπὶ ἐλλείψεων καὶ ἀποτελούντων οὕτως ἐν τῷ συνόλῳ των λεπτὴν φακοειδῆ ἀτμόσφαιραν. Δὲν ἀποκλείεται δὲ ἡ ἀτμόσφαιρα αὕτη νὰ εἶναι προέκτασις τοῦ στέμματος.

ΠΛΑΝΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Όνομα πλανήτη	'Απόστασις από 'Ηλιου		'Αστρική περιφορά	Χρόνος στροφής περί άξονα	Κλίσις της τροχιάς προς την 'Εκκεντρ.	Διάμετρος εις γήινους διαμέτρους	'Ογκος εις γήινους όγκους	Μάζα εις γήινας μάζας	Πυκνότης εις γήινας πυκνότησ	Βαρύτης εις 8 επί εις πλάτος 00	Κλίσις ίσημερινου αυτού προς την τροχίαν του
	Εις άποστάσεις από 'Ηλιου	Εις έκατομύρια μίλια χιλιόμετρα									
1. ΕΡΜΗΣ . . .	0,3871	58	μ. ήλ. ήμ. 87,969	ήμ. 87,969	7° 0'	0,37	0,05	0,056	1,1	0,41	—
2. ΑΦΡΟΔΙΤΗ . . .	0,7233	408	224,701	ήμ. 224,701	3°24'	0,97	0,90	0,817	0,91	0,88	—
3. ΓΗ . . .	1,0000	449,5	365,256	23ώρ. 56π. 4δ.	0° 0'	1	1	1	1	1	23°27'
4. ΑΡΗΣ . . .	1,5237	228	686,98	24ώρ. 37π. 23δ.	1°51'	0,54	0,157	0,108	0,69	0,37	25°10'
5. ΖΕΥΣ . . .	5,2026	778	έτη ήμ. 11 315	9ώρ. 50π. 30δ.	1°19'	1094	4295	318,63	0,24	2,64	3° 7'
6. ΚΡΟΝΟΣ . . .	9,5547	1426	29 467	10ώρ. 14π. 24δ.	2°30'	9,04	745	95,22	0,13	1,17	26°45'
7. ΟΥΡΑΝΟΣ . . .	49,21	2868	84 7	10ώρ. 42π.	0°46'	4,0	63	14,58	0,23	0,92	98°
8. ΠΟΣΕΙΔΩΝ . . .	30,109	4494	164 280	15ώρ. 48π.	1°47'	4,3	44	17,26	0,22	1,12	151°
9. ΠΛΟΥΤΩΝ . . .	39,51	5905	249 —	—	17°7'	0,46	0,1	0,93	1,07	—	—

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

Η ΓΗ

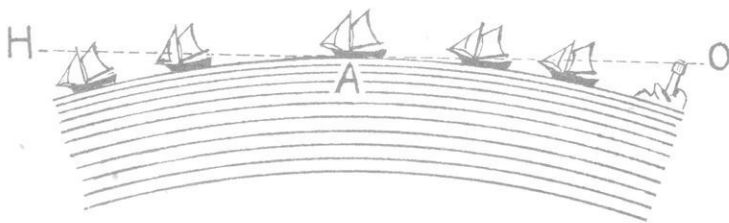
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

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

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

Ὅταν ἰστάμεθα ἐπὶ μιᾶς ἀκτῆς καὶ παρατηροῦμεν ἓν πλοῖον νὰ ἀπο-



Σχ. 48

μακρύνηται, βλέπομεν ὅτι κατ' ἀρχὰς ἀποκρύπτεται τὸ σκάφος, ἔπειτα βαθμηδὸν τὰ ἀνώτερα μέρη αὐτοῦ καὶ τέλος αἱ κορυφαὶ τῶν ἰστῶν 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 ἰστῶν αὐτοῦ, ἔπειτα βαθμηδὸν τὰ χαμηλότερα καὶ τέλος τὸ σκάφος.

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

Πράγματι : Ἄν 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 πλησιάσῃ πρὸς ἡμᾶς, ἀρχίζει νὰ φαίνηται βαθμηδὸν καὶ ἐκ τῶν ἀνωτέρων μερῶν. Μόνον δέ, ὅταν φθάσῃ εἰς τὸ Α, φαίνεται ὀλόκληρον.

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

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

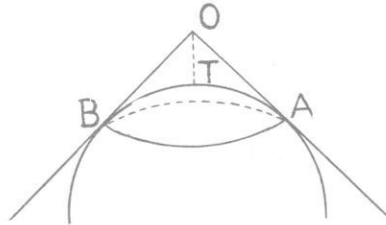
Ἐάν λοιπὸν δὲν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν τὰς ἀνωμαλίας τοῦ ἐδάφους, βλέπομεν ὅτι καὶ ἡ χέρσος εἶναι **κυρτή**.

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

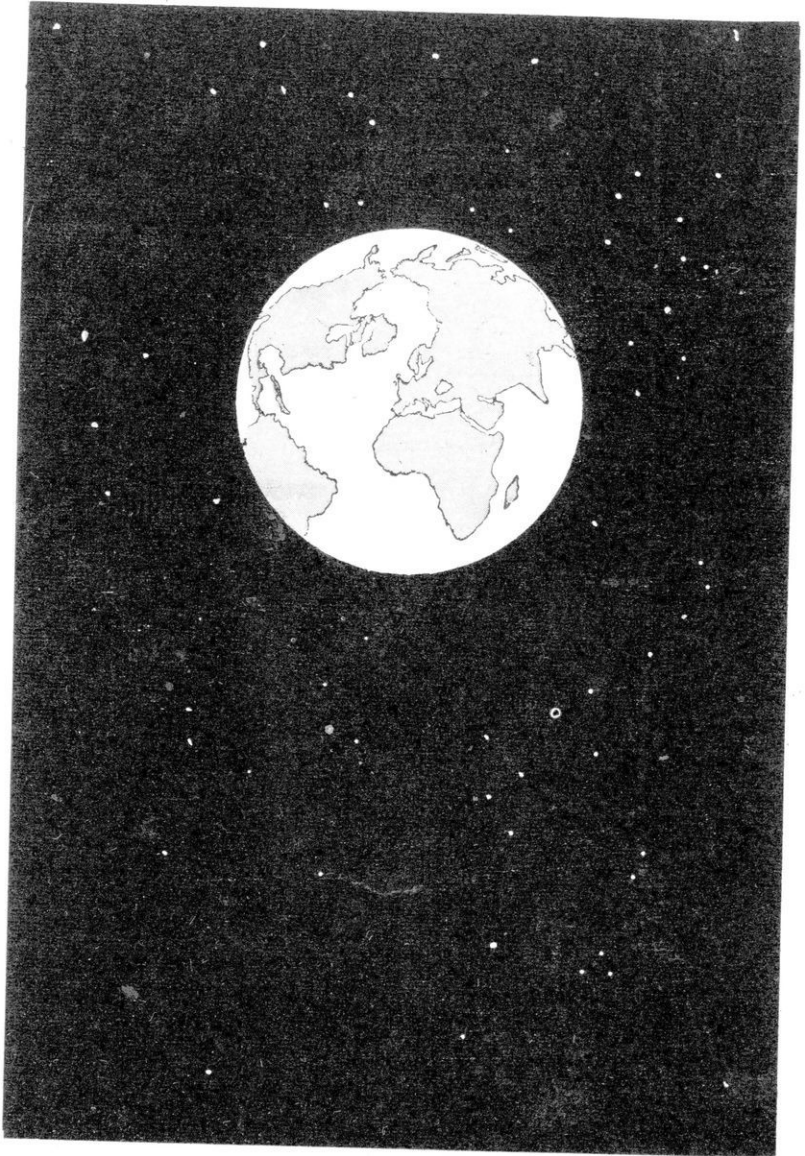
Τὸν πρῶτον περίπλου τῆς Γῆς ἔκαμεν ὁ Πορτογάλλος Magellan. Οὗτος ἀνεχώρησε τὴν 21ην Σεπτεμβρίου 1519 ἐκ Saint-Lucar τῶν Γαδεΐρων καὶ πλέων πρὸς δυσμὰς συνήντησε τὴν Ἀμερικὴν. Τραπεῖς δὲ πρὸς νότον εἰσῆλθεν εἰς τὸν Εἰρηνικὸν Ὀκεανὸν διὰ τοῦ φερωνύμου πορθμοῦ καὶ ἔφθασε μέχρι τῶν Φιλιππίνων νήσων, ἔνθα ἐφονεύθη ὑπὸ τῶν ἰθαγενῶν. Οἱ ὄπαδοι αὐτοῦ ἐξηκολούθησαν τὸν πλοῦν πρὸς δυσμὰς καὶ περιπλεύσαντες τὴν Νότιον Ἀφρικὴν ἐπανῆλθον οἱ ἐπιζήσαντες εἰς Saint-Lucar τὴν 6ην Σεπτεμβρίου 1522.

Τὸ Γερμανικὸν ἀερόπλοιον «Κόμης Ζέππελιν» ἔκαμε κατὰ τὸ ἔτος 1929 τὸν γύρον τῆς Γῆς εἰς 20 περίπου ἡμέρας ἱπτάμενον 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 διευθύνονται πρὸς διάφορα σημεῖα Α, Β, κ.τ.λ. τοῦ φυσικοῦ ὀρίζοντος. Τοιαῦται μετρήσεις ἀπέδειξαν ὅτι αἱ γωνία αὗται εἶναι ἴσαι εἰς τὸν αὐτὸν τόπον.



Σχ. 49.



Ἡ γῆ εἶναι μεμονωμένη εἰς τὸ διάστημα καὶ οὐδαμοῦ στηρίζεται.

Αἱ ἀκτῖνες λοιπὸν αὐταὶ ἀποτελοῦσι τὴν κυρτὴν ἐπιφάνειαν κώνου, ἢ ὁποῖα ἐφάπτεται τῆς θαλάσσης κατὰ τὸν φυσικὸν ὀρίζοντα, δηλαδὴ κατὰ περιφέρειαν κύκλου. Ἐπειδὴ δὲ ἡ κυρτὴ ἐπιφάνεια κώνου μόνον σφαίρας ἐφάπτεται παντοῦ κατὰ περιφέρειαν κύκλου, συμπεραίνομεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τῆς θαλάσσης εἶναι τοῦλάχιστον **σφαιροειδής**.

Ἐὰν δὲ ἐργασθῶμεν ὁμοίως καὶ εἰς εὐρείας πεδιάδας, συμπεραίνομεν ὅτι καὶ ἡ χέρσος εἶναι σφαιροειδής, μὴ λαμβανομένων ὑπ' ὄψιν τῶν ἀνωμαλιῶν τοῦ ἐδάφους.

Ἡ Γῆ λοιπὸν εἶναι **σφαιροειδής**, αἱ δὲ ἀνωμαλίαι τοῦ ἐδάφους δὲν ἀλλοιοῦσι τὸ σχῆμα τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς, ὅπως αἱ ἀνωμαλίαι πορτοκαλίου δὲν ἀλλοιοῦσι τὸ σχῆμα αὐτοῦ. Διότι καὶ τὸ μέγιστον ὕψος (8840 μ.) καὶ οἱ μεγαλύτεροι ὄρεινοι σχηματισμοὶ εἶναι ἐλάχιστοι παραβαλλόμενοι πρὸς τὴν ἀκτῖνα καὶ τὸν ὄγκον τῆς Γῆς.

73. Τὸ μεμονωμένον καὶ πεπερασμένον τῆς Γῆς.—Ἄν ἡ Γῆ ἐστηρίζετο ἐπὶ στηριγμάτων, ταῦτα θὰ παρεκάλουν τὴν κίνησιν τῶν ἀστέρων ὑπὸ τὴν Γῆν. Κατὰ δὲ τοὺς διαφόρους πλοῦς κατὰ διαφόρους διευθύνσεις οὐδαμοῦ παρετηρήθησαν 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 ὁποῖα εἶναι παράλληλος πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου, καλεῖται **ἄξων τῆς γῆς**. Τὰ δύο σημεῖα π καὶ π', εἰς τὰ ὁποῖα ὁ ἄξων τῆς Γῆς τέμνει τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῆς, καλοῦνται **πόλοι** τῆς Γῆς.

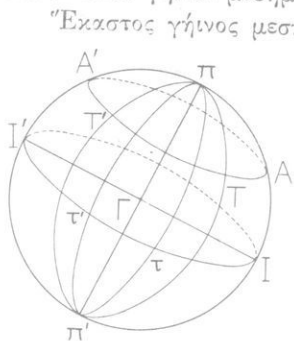
Ὁ πόλος π, ἀπὸ τὸν ὁποῖον φαίνεται ὁ βόρειος πόλος τοῦ Οὐρανοῦ, λέγεται καὶ αὐτὸς **βόρειος πόλος** τῆς Γῆς, ὁ δὲ π' λέγεται **νότιος πόλος** τῆς Γῆς.

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

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

Οἱ κύκλοι τῆς Γῆς, οἱ ὁποῖοι εἶναι παράλληλοι πρὸς τὸν γήινον ἰσημερινόν, καλοῦνται **γήινοι 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 **γήινοι μεσημβρινοί**. Π.χ. αἱ γραμμαὶ $\pi\Gamma\pi'$, $\pi\tau\pi'$ εἶναι γήινοι μεσημβρινοί.



Σχ. 50

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

Εἷς τῶν γήινων μεσημβρινῶν λαμβάνεται κατὰ συνθήκην ὡς πρῶτος μεσημβρινός. Ἄλλοτε ἅπαντα τὰ ἔθνη ἐλάβανον ὡς πρῶτον μεσημβρινὸν τὸν διερχόμενον διὰ τῆς νήσου Φέρου (τῆς δυτικωτέρας τῶν Καναρίων νήσων). Ἦδη ὁμως ἀ-

νεγνωρίσθη διεθνῶς ὡς πρῶτος μεσημβρινός ὁ τοῦ ἀστεροσκοπείου τοῦ Greenwich καὶ ὑπ' αὐτῆς ἀκόμη τῆς Γαλλίας, ἐν ἧ μέχρις ἐσχάτως ἐλαμβάνετο ὡς τοιοῦτος ὁ μεσημβρινὸς τοῦ ἀστεροσκοπείου τῶν Παρισίων. Καὶ παρὰ τῶν ναυτικῶν δὲ ἡμῶν λαμβάνεται ὡς α' μεσημβρινός ὁ τοῦ Greenwich.

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

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

Ἔχει δὲ ἡ γωνία αὕτη τὸ αὐτὸ μέτρον μὲ τὸ 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° ἕως 90° καὶ εἶναι βόρειον μὲν διὰ τοὺς τόπους τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου, νότιον δὲ διὰ τοὺς τόπους τοῦ νοτίου ἡμισφαιρίου τῆς $\Gamma\eta\varsigma$. Διὰ τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους ἑνὸς τόπου ὀρίζεται ὁ παράλληλος αὐτοῦ.

Β') Γεωγραφικὸν μῆκος ἑνὸς σημείου T λέγεται ἡ διέδρος γωνία, τὴν ὁποίαν σχηματίζει ὁ μεσημβρινὸς αὐτοῦ μὲ τὸν πρῶτον μεσημβρινόν. Π.χ. ἂν $\pi I \pi'$ εἶναι ὁ α' μεσημβρινός, γεωγραφικὸν μῆκος τοῦ σημείου T εἶναι ἡ διέδρος γωνία $I \pi \pi' T$. Αὕτη ἔχει ἀντίστοιχον ἐπίπεδον γωνίαν τὴν $\Gamma O A$, ἧτις βαίνει ἐπὶ τοῦ τόξου $I'A$ 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 $\Gamma\eta\varsigma$ ἀπὸ 0° ἕως 180° καὶ λέγεται ἀνατολικὸν μὲν διὰ τὰ πρὸς ἀνατολὰς τοῦ α' μεσημβρινοῦ σημεῖα, δυτικὸν δὲ διὰ τὰ πρὸς δυσμὰς αὐτοῦ σημεῖα.

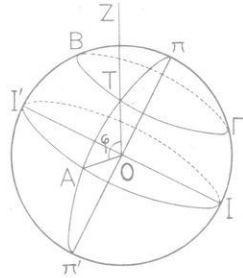
Πολλάκις οἱ ἀστρονόμοι μετροῦσι τὸ γεωγραφικὸν μῆκος κατὰ τὴν ἀνάδρομον φορὰν καὶ ἀπὸ 0 ἕως 24 ὥρας.

Ἀσκήσεις

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

105) Ὁ γήινος μεσημβρινὸς τόπου A καὶ ὁ α' μεσημβρινὸς κείνται εἰς τὸ αὐτὸ ἐπίπεδον ἀλλὰ δὲν συμπίπτουσι. Νὰ εὑρητε πόσον εἶναι τὸ γεωγραφικὸν μῆκος τοῦ A .

106) Τόπος ἔχει δυτικὸν γεωγραφικὸν μῆκος 45° . Νὰ ἐκτιμηθῇ τοῦτο κατὰ τὸν ἀστρονομικὸν τρόπον μετροῦσεως.



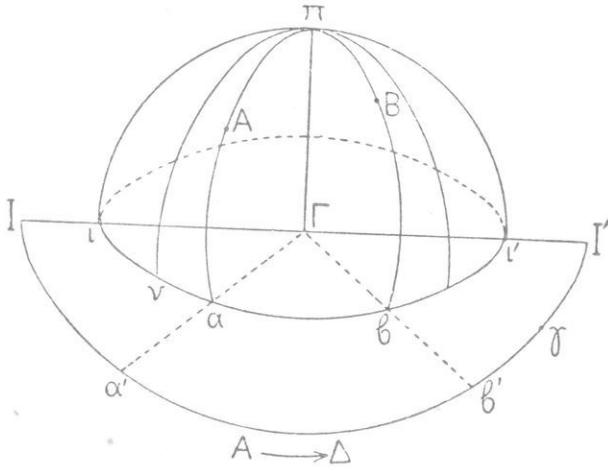
Σχ. 51.

107) Εἷς τόπος ἔχει ἀνατολικὸν μῆκος 1050. Νὰ ἐκτιμηθῇ τοῦτο κατὰ τὸν ἀστρονομικὸν τρόπον μετρήσεως.

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

109) Εἷς τόπος ἔχει γεωγραφικὸν μῆκος 17 ὥρων. Νὰ καθορίσητε, ἂν οὗτος κεῖται πρὸς A ἢ πρὸς Δ τοῦ α' 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. ὁ B κεῖται νοτιώτερον τοῦ A .



Σχ. 52.

77. Σχέσεις μεταξύ τῶν γεωγραφικῶν μηκῶν δύο σημείων A, B καὶ τῶν ἀστρικών χρόνων αὐτῶν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν.—Ἐστω $\pi\alpha$ (σχ. 52) ὁ α' μεσημβρινός, $\pi\alpha\alpha$ καὶ $\pi\beta\beta$ οἱ γήινοι μεσημβρινοὶ τῶν τόπων A καὶ B , οἱ ὁποῖοι ἔχουσιν ἀντιστοίχως γεωγραφικὰ μήκη $M_\alpha = (\widehat{\nu\alpha})$ καὶ $M_\beta = (\widehat{\nu\alpha\beta})$ μετρούμενα κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν. Ἐκ τούτων ἔπεται ὅτι $M_\beta - M_\alpha = (\widehat{\alpha\beta})$ (1).
Ἄν δὲ τὰ ἐπίπεδα τῶν μεσημβρινῶν τούτων τέμνωσι τὸν οὐράνιον

ισημερινόν κατὰ τὰς εὐθείας $\Gamma\alpha\alpha'$, $\Gamma\beta\beta'$ καὶ κληθῶσι X_α , X_β οἱ ἀστρικοὶ χρόνοι τῶν τόπων τούτων κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν, θὰ εἶναι $X_\alpha = (\alpha'\beta'\gamma)$, $X_\beta = (\beta'\gamma)$. ὅθεν $X_\alpha - X_\beta = (\alpha'\beta')$ (2)

Ἐκ δὲ τῶν (1) καὶ (2) ἔπεται ὅτι $M_\beta - M_\alpha = X_\alpha - X_\beta$ (3) ἤτοι:
Ἡ διαφορὰ τῶν μηκῶν δύο τόπων ἰσοῦται πρὸς τὴν διαφορὰν τῶν ἀστρικῶν χρόνων αὐτῶν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν.

Σημείωσις. Εἰς τὰ ἀνωτέρω ὑπετέθη τὸ γ κείμενον ἐπὶ τοῦ τόξου $\beta'\Gamma I$. Ὁμοίως δὲ ἐργαζόμεθα καὶ ὅταν τὸ γ κείτῃ ἐπὶ τοῦ τόξου $I\alpha'$. Ἄν δὲ τὸ γ κείτῃ ἐπὶ τοῦ τόξου $\alpha'\beta'$ ἢ 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_α νὰ ἀυξάνηται κατὰ 24 ὥρας.

78. Μέτρησις τοῦ γεωγραφικοῦ μήκους τόπου. — Ἄν λύσωμεν πρὸς M_β τὴν ἀνωτέρω ἰσότητα (3) εὐρίσκομεν ὅτι

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

Ἐκ δὲ τῆς $M_\beta - M_\alpha = (X_\alpha + 24) - X_\beta$ εὐρίσκομεν ὅτι:

$$M_\beta = M_\alpha + (X_\alpha + 24) - X_\beta.$$

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 μῆκος. Τοῦτο δὲ κατορθοῦται διὰ τῶν ἀκολουθῶν μεθόδων.

Α'. Μέθοδος τηλεγραφικῆ. 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 παρατηρητῆς ἐφωδιασμένος μὲ ἀκριβῆς ὥρολόγιον, τὸ ὁποῖον ἐρρυθμίσθη, οὕτως ὥστε νὰ δεικνύῃ τὴν ἀστρικήν ὥραν τοῦ τόπου, εἰς τὸν ὁποῖον εὐρίσκεται.

Κατὰ τινὰ στιγμὴν ὃ ἐν τῷ τόπῳ Α παρατηρητῆς πέμπει πρὸς τὸν ἐν τῷ Β τηλεγραφικὸν τι σῆμα, ἐν ᾧ συγχρόνως σημειοῖ τὴν ἀστρικήν ὥραν κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἀποστολῆς. Ὁ παρατηρητῆς τοῦ τόπου Β δεχόμενος τὸ σῆμα τὴν αὐτὴν στιγμὴν ἕνεκα τῆς μεγάλης ταχύτητος τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος σημειοῖ καὶ οὗτος τὴν ὥραν τὴν ὁποίαν δεικνύει τὸ ὥρολόγιόν του κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς λήψεως τοῦ σήματος.

Διὰ τῆς συγκρίσεως δὲ τῶν σημειωθεισῶν ὥρῶν εὐρίσκεται ἡ διαφορὰ ($X_\alpha - X_\beta$). Πρὸς μείζονα δὲ ἀκρίβειαν ἢ ἐργασία αὕτη ἐπανα-

λαμβάνεται πολλάκις· γίνεται δὲ κατ' ἀντίθετον φοράν, ἤτοι ἐκπέμπονται καὶ ἐκ τοῦ Β πρὸς τὸν Α σήματα καὶ λαμβάνεται ὁ μέσος ὅρος τῶν ὑπολογιζομένων διαφορῶν τῶν ἀστρικῶν χρόνων.

Ἐκ τῆς ἀναπτύξεως ὅμως τῆς ραδιοτηλεγραφίας ἡ μέθοδος αὕτη ἠπλοποιήθη μεγάλως. Διότι ἀπὸ πολλοὺς πρωτεύοντας σταθμοὺς ἐκπέμπονται ὠρισμένα σήματα εἰς ὠρισμένα ὥρας τῆς ἡμέρας. Ἐάν δὲ παρατηρητὴς τόπου Β δεχθῆ ἓν τοιοῦτον σῆμα ἀπὸ τὸν σταθμὸν τόπου Α, γνωρίζει τὴν ὥραν τοῦ τόπου Α τὴν στιγμὴν ἐκείνην. Οὕτω δὲ εὐκόλως εὐρίσκει τὴν διαφορὰν $X_{\alpha} - X_{\beta}$.

Β'. Μέθοδος τῶν οὐρανίων φαινομένων. Ἐνίοτε τὰ τηλεγραφικὰ σήματα ἀντικαθίστανται ὑπὸ οὐρανίου τινὸς φαινομένου, τὸ ὁποῖον εἶναι ὄρατὸν ἀπ' ἀμφοτέρων τῶν τόπων. Σημειοῖ δηλαδὴ ἐκάτερος παρατηρητὴς τὴν ὑπὸ τοῦ ὠρολογίου του παρεχομένην ὥραν, καθ' ἣν στιγμὴν ἄρχεται ἡ λήγει οὐράνιον τι φαινόμενον καὶ οὕτω διὰ συγκρίσεως τῶν σημειωθεισῶν ὥρῶν εὐρίσκειται ἡ ζητούμενη διαφορὰ $X_{\alpha} - X_{\beta}$.

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

Γ'. Μέθοδος τῶν χρονομέτρων. Χρονοόμετρον, ἤτοι ὠρολόγιον, 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 ὠρολογίου, ὅπερ ἐρυθμίσθη ὥστε νὰ δεικνύῃ ὥραν τοῦ τόπου Β, εὐρίσκειται ἡ ζητούμενη διαφορὰ.

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

79. Μέτρησις τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους.—Ἐστω T (σχ. 53) σημειῖον τι τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς Γ , $\Gamma T Z$ ἡ κατακόρυφος, OO' ὁ ὀρίζων καὶ φ τὸ γεωγραφικὸν πλάτος αὐτοῦ.

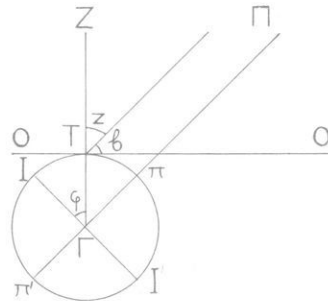
Ἡ ἐκ τοῦ T πρὸς τὸν ὄρατὸν πόλον τοῦ Οὐρανοῦ κατευθυνομένη

οπτική ακτίς $\Gamma\Pi$ είναι παράλληλος πρὸς τὸν ἄξονα $\Gamma\pi\Pi$ ἕνεκα τῆς ἀπέριου ἀποστάσεως τοῦ πόλου. Ἡ εὐθεῖα ὅθεν $\Gamma\Pi$ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν $\Pi\Gamma'$ καὶ κατ' ἀκολουθίαν αἱ γωνίαι β καὶ φ εἶναι ἴσαι.

*Αρα : Τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τόπου ἰσοῦται πρὸς τὸ ἕξαρμα, ἤτοι τὸ ὕψος τοῦ ὄρατοῦ πόλου ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ.

Ἐπειδὴ δὲ μεταξὺ β καὶ z τοῦ ὄρατοῦ πόλου ὑφίσταται ἡ σχέσις $\beta + z = 90^\circ$, ἔπεται ὅτι $\varphi = 90^\circ - z$. Ἀνά-

γεται λοιπὸν ἡ εὕρεσις τοῦ φ εἰς μέτρησιν τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως τοῦ ὄρατοῦ πόλου (§ 32).



Σχ. 35.

Γεωγραφικὰ συντεταγμένα ἀξιοσημειώτων ἀστεροσκοπείων

	Γεωγρ. μῆκος πρὸς Greenwich		Γεωγρ. μῆκος κατ' ἀναδρ. φοράν πρὸς Greenwich	Γεωγρ. πλάτος
	ῶρ.	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° 50' 11'', B
Ρώμης	0	49 56,34	A	41° 53' 33'',6 B
Βερολίνου	0	53 27,4	A	52° 31' 30'',7 B
Πετρούπολεως	2	1 10,82	A	59° 56' 32'',2 B
Ἀλφωτηρίου	1	13 54,6	A	33° 56' 2'',5 N
Tokion	9	18 10,10	A	35° 40' 21'',4 B
Ουάσιγκτον	5	8 15,78	Δ	38° 55' 14'', B
Ὅρους Wilson	7	52 14,33	Δ	34° 12' 59'',5 B
Palomar	7	47 27,31	Δ	33° 21' 22'',4 B

Ἀσκήσεις

111) Νὰ εὐρεθῇ τῇ βοηθείᾳ τοῦ προηγουμένου πίνακος τὸ γεωγραφικὸν μῆκος τῶν Ἀθηνῶν ὡς πρὸς τὸν μεσημβρινὸν τοῦ Greenwich κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν.

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

113) Μετά πόσας ώρας ἀπὸ τῆς ἐν Ἀθήναις ἄνω μεσουρανήσεως ἀπλανοῦς ἀστέρος μεσουρανεῖ οὗτος ἄνω ἐν Greenwich:

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

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

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

117) Ὅταν ἐν Παρισίοις ἡ ἀστρική ὥρα εἶναι 22 ὥραι, νὰ εὑρητε τί ὥρα εἶναι ἐν Οὐάσιγκτῶνι;

118) Νὰ εὑρητε τί ὥρα εἶναι ἐν Πετροπόλει, ὅταν ἐν Ἀθήναις εἶναι 0 ὥραι.

119) Νὰ εὑρητε, τί ὥρα εἶναι ἐν Ἀθήναις, ὅταν ἐν Τόκιο εἶναι 0 ὥραι

120) Εἷς ἀπλανῆς ἀστὴρ ἔχει ὀρθὴν ἀναφορὰν 8 ὥρ. 20π. Νὰ εὑρητε τί ὥρα εἶναι ἐν Παρισίοις, καθ' ἣν στιγμὴν οὗτος μεσουρανεῖ ἄνω ἐν Ἀθήναις.

121) Νὰ εὑρητε τί ὥρα εἶναι ἐν τῷ ἀστεροσκοπείῳ Wilson ὅταν ἐν Ἀθήναις εἶναι 2 ὥραι.

122) Νὰ εὑρητε τὸ γεωγραφικὸν μῆκος τόπου, ἐν τῷ ἡ ὥρα εἶναι 22 ὥρ. 25π. 7,1 δ, καθ' ἣν στιγμὴν ἐν Ἀθήναις εἶναι 0 ὥραι.

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

124) Νὰ εὑρητε τὴν διαφορὰν τῶν ἀστρικῶν ὠρῶν ἐν Ἀθήναις καὶ Οὐάσιγκτῶνι τὴν αὐτὴν στιγμὴν.

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

Εἶναι δὲ γνωστὸν ὅτι: α') Ἡ ξηρὰ κατέχει μόλις τὸ $1/4$ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς. β') Τὸ μέσον ὕψος τῶν ἠπείρων ὑπὲρ τὴν μέσην ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης (1) εἶναι ἐλάχιστον (700 μ.) ἐν σχέσει πρὸς

1. Γνωρίζομεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τῆς θαλάσσης ὑφίσταται παλίρροιαν, ἦτοι περιοδικὴν ἀνύψωσιν καὶ ταπεινώσιν εἰς ἕναστον σημεῖον αὐτῆς. Οἱ ἀστρνομοὶ φαντάζονται τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης ὅποια θὰ ἦτο, ἂν ἔλειπον τὰ κύματα καὶ αἱ παλίρροιαι. Καλοῦσι δὲ ταύτην μέσην ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης.

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 διεύθυνσιν τῆς βαρύτητος.

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

Πρὸς ἀκριβῆ καθορισμὸν τοῦ σχήματος τοῦ γεωειδοῦς δέον νὰ μετρηθῶσιν ἐπὶ διαφόρων μεσημβρινῶν αὐτοῦ καὶ εἰς διάφορα πλάτη τὸξα 1^ο καὶ νὰ συγκριθῶσι τὰ ἐξαγόμενα ταῦτα. Ἐὰν τὰ τόξα ταῦτα εἶχον τὸ αὐτὸ μῆκος, οἱ μεσημβρινοὶ θὰ ἦσαν κύκλοι καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἡ Γῆ θὰ ἦτο σφαῖρα (τὸ γεωειδὲς δηλ. θὰ ἦτο ἐπιφάνεια σφαιρας). Ἐν ἐναντία περιπτώσει τὸ σχῆμα τῆς Γῆς εἶναι διάφορον σφαιρας.

81. Μέτρσις μεσημβρινοῦ τόξου.—Ἐν πρώτοις παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μέτρσις μεσημβρινοῦ τόξου τοῦ γεωειδοῦς εἶναι ἀδύνατος. Ἔνεκα τούτου αἱ μετρήσεις γίνονται ἐπὶ τῆς ξηρᾶς καὶ τὰ ἀποτελέσματα ἀνάγονται εἰς ἐκεῖνα, τὰ ὁποῖα θὰ προέκυπτον, ἂν ἡ ἐργασία ἐγένετο ἐπὶ τοῦ γεωειδοῦς.

Πρῶτος ὁ Ἐρατοσθένης εὔρε τὸ μῆκος γῆινου μεσημβρινοῦ τόξου ὡς ἑξῆς :

Οὗτος παρετήρησεν ὅτι κατὰ τὴν μεσημβρίαν τῆς θερινῆς τροπῆς τὰ κατὰκόρυφα ἀντικείμενα ἐν Συήνῃ δὲν ἔρριπτον σκιάν. Ἦτο λοιπὸν ὁ ἥλιος εἰς τὸ Ζενίθ τῆς Συήνης κατὰ τὴν μεσημβρίαν τῆς ἡμέρας ἐκείνης. Μετὰ τὴν βοήθειαν δὲ τοῦ γνώμονος εὔρεν ὅτι ἐν Ἀλεξανδρείᾳ τὴν ἡμέραν ἐκείνην ἡ μεσημβρινὴ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ ἥλιου ἦτο 7^ο 12'. Φρονῶν δὲ ὅτι ἡ Συήνη καὶ ἡ Ἀλεξανδρεία ἔκειντο ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ μεσημβρινοῦ (γνώμη μὴ τελείως ἀληθῆς) συνεπέρανεν ὅτι τὸ μεταξὺ αὐτῶν μεσημβρινὸν τόξον ἦτο 7^ο 12', ἦτοι τὸ $\frac{1}{50}$ τῆς περιφερείας. Γνωρίζων δὲ τὴν μεταξὺ τῶν δύο τούτων πόλεων ἀπόστασιν εὔρεν ὅτι τὸ μῆκος τόξου μιᾶς μοίρας τοῦ μεσημβρινοῦ αὐτῶν ἦτο 700 αἰγυπτιακὰ στάδια, ἦτοι 112 500 μέτρα.

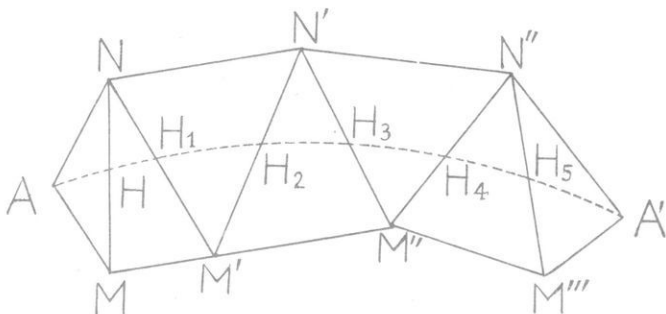
Τὸ ἐξαγόμενον τοῦτο θεωρεῖται λίαν ἱκανοποιητικὸν λαμβανομέ-

Σημείωσις. Συήνη ἐκαλεῖτο τὸ σημερινὸν Ἀσσουάν τῆς Ἄνω Αἰγύπτου.

νων ὑπ' ὄψιν τῶν ἀτελῶν μέσων, τὰ ὅποια διέθετεν ὁ Ἐρατοσθένης
Σήμερον ἡ ἐργασία αὕτη γίνεται ὡς ἐξῆς :

Ἐστω πρὸς μέτρησιν τὸ μεσημβρινὸν τόξον AA' (σχ. 54). Ἐκατέρωθεν αὐτοῦ ἐκλέγομεν σειρὰν σταθμῶν $M, M', M'', N, N', N'' \dots$ ὅσῳ τὸ δυνατὸν πολυαριθμοτέρων καὶ ἀρκετὰ ἐγγύς ἀλλήλων, ὥστε ἐξ ἐκάστου τούτων νὰ εἶναι ὁρατὰ τὰ ἐπὶ τῶν περίξ τοποθετημένα σήματα.

Μετροῦμεν δὲ ἔπειτα διὰ τοῦ Θεοδολίχου τὰς γωνίας τῶν τριγῶνων $ANM, NMM', M'N'N''$ κλπ καὶ μίαν πλευρὰν π.χ. τὴν AM , ἣν λαμβάνο-



Σχ. 54.

μεν ὡς βάσιν. Προσδιορίζομεν δὲ εἰς τὸ σημεῖον A τὴν διεύθυνσιν τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς, ἥτις τέμνει τὴν πλευρὰν NM εἰς τὴν σημεῖον H . Ἐπιλύοντες ἔπειτα κατὰ σειρὰν τὰ τρίγωνα $ANM, NMM', NM'N''$ κ.λ.π. ὀρίζομεν τὰς πλευρὰς αὐτῶν.

Ἐπειτα ἐπιλύομεν τὸ AMH καὶ ὀρίζομεν τὸ μῆκος τοῦ τόξου AH , τὴν γωνίαν H καὶ τὴν πλευρὰν HM . Μετὰ τοῦτο ἐπιλύομεν τὸ τρίγωνον NHH_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' ἐξῆς 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 ἄθροισματος 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 10 τοῦ τόξου AA' .

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

82. Ἄκριβές σχῆμα τῆς Γῆς. — Ἡ προηγουμένως ἐκτεθεῖσα μέθοδος τοῦ τριγωνισμοῦ ἐφηρμόσθη τὸ πρῶτον κατὰ τὸ 1669 ὑπὸ τοῦ Γάλλου ἀστρονόμου Ricard διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ μεταξὺ Παρισίων καὶ Ἀμιένης τόξου (1°13' περίπου).

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

Γεωγραφικὸν πλάτος	μῆκος τόξου 1°
Περοῦ 1° 31' 1" N	56750 ὀργυαί
Γαλλία 46° 8' 6" B	57060 »
Λαπωνία 66° 28' 10" B	57422 »

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 Γῆς εἶναι ἴσοι.
- 2) Τὰ εἰς τὸ αὐτὸ πλάτος ἀντιστοιχοῦντα τόξα 1° οἰωνδήποτε μεσημβρινῶν ἔχουσι τὸ αὐτὸ μῆκος.
- 3) Τὸ μῆκος μεσημβρινοῦ τόξου 1° αὐξάνει ἐκ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους.

Ἐκ τούτων συνάγεται ὅτι :

- Α') Ἐκαστος μεσημβρινὸς τῆς Γῆς ἔχει σχῆμα ἐλλείψεως, τῆς ὁποίας ὁ μικρὸς ἄξων ταυτίζεται μετὰ τοῦ ἄξονος τῆς Γῆς.
- Β') Ἡ Γῆ ἔχει σχῆμα ἐλλειψοειδοῦς ἐκ περιστροφῆς περὶ τὸν μικρὸν αὐτῆς ἄξονα. Εἶναι δηλαδή ἡ Γῆ πεπλατυσμένη εἰς τοὺς πόλους καὶ ἐξωγικωμένη 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. Ἀνέθηκεν δὲ τὴν μεταρρύθμισιν ταύτην εἰς ἐπιτροπεῖαν διακεκριμένων ἀστρονόμων καὶ μαθηματικῶν τῆς Γαλλίας.

1. Ὁ τριγωνισμὸς ὑπεδείχθη ὑπὸ τοῦ Ὀλλανδοῦ Μαθηματικοῦ, Snellius (1551 - 1626).

Ἡ ἐπιτροπεία αὕτη ὥρισεν ὡς μονάδα μήκους τὸ ἐν δεκάκις ἑκατομυριοστὸν τοῦ τετάρτου τοῦ γήινου μεσημβρινοῦ καὶ ὠνόμασε τὴν μονάδα ταύτην **μέτρον**. Πρὸς ἀκριβῆ δὲ καθορισμὸν τοῦ μήκους τοῦ μέτρου ἀνέθηκεν εἰς τοὺς ἀστρονόμους Delambre καὶ Machain τὴν μέτρησιν τοῦ μεταξὺ Δουγκέρκης καὶ Βαρκελώνης μεσημβρινοῦ τόξου Διὰ τῆς συγκρίσεως δὲ τῶν πορισμάτων τῆς μετρήσεως ταύτης πρὸς τὰ τῶν ἐν Λαπωνία καὶ Περοῦ γενομένων μετρήσεων εὐρέθη ὅτι :

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

Κατεσκευάσθη λοιπὸν κανὼν ἐκ λευκοχρύσου ἔχων ὑπὸ θερμοκρασίαν 0° K μῆκος 0,513 074 ὀργ. καὶ φυλάσσεται ἐν Παρισίοις χρησιμεύων ὡς πρότυπον μέτρον.

Τὸ μέτρον τοῦτο εἰσήχθη καὶ παρ' ἡμῶν διὰ Βασιλικῆς Διατάγματος τῆς 28ης Σεπτεμβρίου 1836. Ὄνομάσθη δὲ **βασιλικὸς πῆχυς**.

84. Μέγεθος τῆς Γῆς. Μέση ἀκτίς αὐτῆς. — Ὁ ἀστρονόμος Klarke στηριζόμενος ἐπὶ πολυαρίθμων μετρήσεων τόξων διαφόρων μεσημβρινῶν εὗρε τὰς ἀκολουθοῦσας 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 τετραγωνικὰ χιλιόμετρα.

Ὅγκος 1 083 205 ἑκατομμύρια κυβικὰ χιλιόμετρα.

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

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

Ἐπιφάνεια 510 101 000 τετραγωνικὰ χιλιόμετρα.

Ὅγκος 1 083 320 ἑκατομμύρια κυβικὰ χιλιόμετρα.

Κατὰ ταῦτα ὁ μῆκος ἡμιᾶξων τῆς Γῆς, ἡ ἰσημερινὴ δηλαδὴ ἀκτίς αὐτῆς ὑπερέχει τῆς πολιτικῆς ἀκτίνος (μικροῦ ἡμιᾶξονος) κατὰ 21 476

μέτρα. Ἡ διαφορὰ αὕτη εἶναι ἐλαχίστη παραβαλλομένη πρὸς τὸ μῆκος ἑκατέρου ἡμιάξονος· κατ' ἀκολουθίαν τὸ γήινον ἔλλειψοειδὲς ἐλάχιστα διαφέρει σφαίρας. Τούτου 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.

Σημειώσεις. Ἡ πλάτυνσις τῆς Γῆς κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τοῦ Klark-ke εἶναι $\frac{1}{293,466}$. 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 χιλιοστόμετρα, ὁ δὲ μικρὸς 296 χιλιοστόμετρα.

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

Ἀσκήσεις

125) Νὰ εὑρητε τὸ γεωγρ. πλάτος τῆς Συνήνης σύμφωνα μὲ τὴν παρατήρησιν τοῦ Ἐρατοσθένους.

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

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

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

129) Ἀτμόπλοιον ἀναχωρῆσαν ἀπὸ σημείου τοῦ ἰσημερινοῦ καὶ κατ' εὐθειᾶν πρὸς βορρᾶν κατευθυνόμενον ἔχει ταχύτητα 12 ναυτικῶν μιλίων καθ' ὥραν. Νὰ εὑρητε εἰς πόσον γεωγραφικὸν πλάτος θὰ εὐρίσκηται μετὰ 24 ὥρας.

130) Ἀτμόπλοιον ἀναχωρῆσαν ἀπὸ τὸ γεωγραφικὸν πλάτος $40^{\circ} B$ κατευθύνεται κατ' εὐθειᾶν πρὸς Νότον καὶ μετὰ πλοῦν 10 ὥρῶν ἔφθασεν εἰς γεωγραφικὸν πλάτος $37^{\circ} 30' B$. Νὰ εὑρητε μὲ πόσῃν ταχύτητι ἔπλεεν.

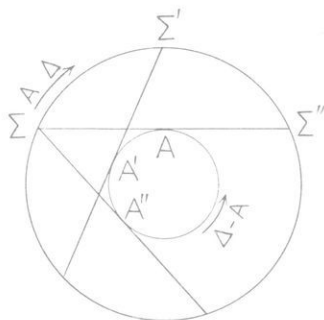
131) Τὸ μεταξὺ δύο τόπων τοῦ ἰσημερινοῦ τόξον αὐτοῦ ἔχει μῆ-

κος 87,5 γεωγραφικὰς λεύγας. Νὰ εἴρητε τὴν διαφορὰν τῶν μηκῶν αὐτῶν μετρομένων κατὰ τὸν ἀστρονομικὸν τρόπον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄

ΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

85. Ἐξήγησις τῆς ἡμερησίας κινήσεως τῆς οὐρανόυ σφαίρας — Ἡ φαινόμενη ἡμερησία κίνησις (§ 21) τῆς οὐρανόυ σφαίρας δύναται νὰ ἐξηγηθῆ διττῶς. 1) Ἡ



Σχ. 55.

ἢ Γῆ μένει ἀκίνητος, ἐν ᾧ 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 ὀλόκληρον περιστροφὴν εἰς μίαν ἀστρικὴν ἡμέραν. Πράγματι κατὰ τὴν πρώτην ὑπόθεσιν παρατηρητῆς τις Α ἐστραμμένος πρὸς Νότον βλέπει ἀστέρα Σ ἀνατέλλοντα ἐξ ἀριστερῶν, ἀνυψούμενον μέχρι τῆς θέσεως Σ' καὶ δύοντα εἰς τὴν θέσιν Σ'' πρὸς τὰ δεξιὰ αὐτοῦ (σχ. 55).

Κατὰ τὴν δευτέραν ὑπόθεσιν ὁ παρατηρητῆς Α βλέπει τὸν ἀστέρα Σ ἀνατέλλοντα ἐξ ἀριστερῶν, μεσουρανοῦντα καὶ τέλος πρὸς τὰ δεξιὰ αὐτοῦ, καθ' ὅσον, ἐν ᾧ ἡ Γῆ στρέφεται ἐκ Δ πρὸς Α, συστρέφεται καὶ ὁ παρατηρητῆς μετὰ τοῦ ὀρίζοντος αὐτοῦ καὶ εὐρίσκεται διαδοχικῶς εἰς θέσεις Α, Α', Α'' κ.τ.λ.

Ὅλοι ἀφ' ἐτέρου γνωρίζομεν ὅτι πραγματικῆ τις κίνησις γίνεται πρῶξενος φαινόμενης τινὸς κινήσεως. Οὕτως, ἂν ταχέως στραφῶμεν περὶ ἑαυτοὺς ἐκ Δ πρὸς Α, βλέπομεν ὅτι τὰ πέριξ ἀντικείμενα φαίνονται στρεφόμενα ἐξ Α πρὸς Δ, ἐν ᾧ πράγματι ταῦτα εἶναι ἀκίνητα. Ὁ εὐρισκόμενος ἐν σιδηροδρόμῳ ἢ ἀτμοπλοίῳ κινουμένῳ καὶ τὰ ἐκτὸς παρατηρῶν ἀντικείμενα βλέπει ὅτι ταῦτα φαίνονται κινούμενα ἀντιθέτως πρὸς τὴν κίνησιν τοῦ κινητοῦ, ἐφ' οὗ βαίνει.

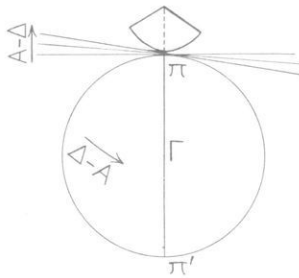
86. Ἀποδείξεις τῆς περιστροφῆς τῆς Γῆς.—Ἐπάρχουσι πλεῖστοι λόγοι πείθοντες ὅτι ἡ Γῆ στρέφεται ἐκ Δυσμῶν πρὸς Ἀνατολάς. Πρὶν δὲ ἐκθέσωμεν τοὺς κυριώτερους τούτων παρατηροῦμεν ὅτι, ἐπειδὴ ἡ Γῆ εἶναι μεμονωμένη ἐν τῷ διαστήματι, (§ 73) οὐδὲν ἀντίκειται εἰς τὴν κίνησιν τῆς ἀρχεῖ αὕτη νὰ ἔλαβεν ὅπωςδῆποτε ἀρχικὴν τινα ὠθησιν. 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 τετηκνυῖα 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 ἐξηγηθῇ. 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 ὅμως παρατηρήσεις δεικνύουσιν ὅτι τοῦτο ἀποκλίνει πρὸς Δυσμάς. Ἡ ἀπόκλισις αὐτή, 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 κινοῦνται βραδύτερον τῶν νοτιωτέρων. Τὸ βλήμα λοιπὸν ἔχει ταχύτητα πρὸς Α μικρότερον τοῦ σημείου Β. Ὄφειλε λοιπὸν τοῦτο νὰ εὑρεθῇ ἀνατολικώτερον τοῦ βλήματος, ὅπως πράγματι συμβαίνει. Ὁμοίως 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 θερμὸς ἀήρ τῶν τόπων τοῦ ἰσημερινοῦ ἀνερχόμε-

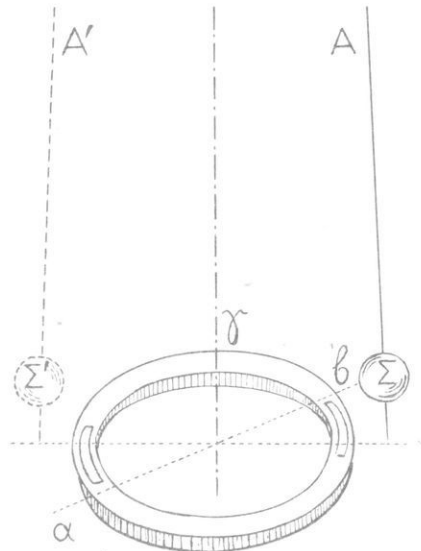


Σχ. 56.

π.χ. ἡμισφαιρίῳ οἱ μὲν ἀληγεῖς ἀνεμοὶ θὰ ἦσαν καθαρῶς βόρειοι, οἱ δὲ ἀνταληγεῖς νότιοι. Ἐν τῇ πραγματικότητι ὅμως οἱ μὲν ἀληγεῖς ἀνεμοὶ εἶναι βορειοανατολικοὶ οἱ δὲ ἀνταληγεῖς νοτιοδυτικοί. Παραβάλλοντες τὰ μόρια τοῦ ἀέρος πρὸς μικρὰ βλήματα ἐξηγουμέν, ὡς προηγουμένως, τὴν τοιαύτην τῶν ἀνέμων τούτων κατεύθυνσιν διὰ τῆς ἐκ Δ πρὸς Α στροφῆς τῆς Γῆς, ἐν ᾧ 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 ἐντάσιν g τῆς βαρύτητος εἰς τοὺς διαφόρους τόπους τῆς Γῆς. Οὕτως εὑρον ὅτι $g = 983,221$ ἑκατοστόμετρα εἰς τοὺς πόλους καὶ $g = 978,049$ ἑκατοστόμετρα εἰς τὸν ἰσημερινόν. Ἐὰν ὅμως 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 μεγαλύτερα τῆς πραγματικῆς.

νος ἀντικαθίσταται ὑπὸ ψυχροτέρου ἀέρος πνέοντος ἐκ τῶν πόλων. Ὁ ἀνερχόμενος δὲ ἀήρ ψυχόμενος εἰς τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας ρέει πρὸς τοὺς πόλους κατερχόμενος. Οὕτω δὲ σχηματίζεται ἐν κατώτερον ρεῦμα ἐκ τῶν πόλων πρὸς τὸν ἰσημερινόν καὶ ἕτερον ἀνώτερον ἐκ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους. Τὸ πρῶτον ἀποτελεῖ τοὺς ἀληγεῖς, τὸ δὲ δεῦτερον τοὺς ἀνταληγεῖς ἀνέμους. Ἐὰν ἡ Γῆ δὲν ἐστρέφετο περὶ τὸν ἀξονά της, ἐν τῷ βορείῳ



Τὸ ἐκκρεμὸς τοῦ Foucault.

Ἡ ἀσυμφωνία αὕτη ἐξηγεῖται μόνον διὰ τῆς στροφῆς τῆς Γῆς περὶ ἄξονα. Πράγματι, ἂν ἡ Γῆ στρέφηται περὶ ἄξονα, εἰς ἕκαστον σημεῖον τοῦ ἰσημερινοῦ ἀναπτύσσεται φυγόκεντρος δύναμις, ἣτις ἀντιδρᾷ εἰς τὴν βαρύτητα καὶ συντελεῖ εἰς τὴν ἐλάττωσιν τοῦ g . Ὁ δὲ ὑπολογισμὸς δεικνύει ὅτι ὄντως ἡ ἐλάττωσις αὕτη εἶναι 3,392 ἑκατοστόμετρα.

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

6) **Τὸ πείραμα τοῦ ἐκκρεμοῦς.** Ἡ Μηχανικὴ ἀποδεικνύει ὅτι τὸ ἐπίπεδον τῆς αἰωρήσεως ἐκκρεμοῦς μένει ἀμετάβλητον καὶ ὅταν ὁ ἄξων τῆς ἐξαρτήσεως στρέφηται. Τούτων τεθέντων ἄς φαντασθῶμεν ἐκκρεμὸς ἐξηρητημένον ὑπεράνω πόλου τινὸς τῆς Γῆς (σχ. 56). Ἐὰν ἡ Γῆ ἦτο ἀκίνητος, τὸ ἐπίπεδον τῆς αἰωρήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς θὰ εἶχε τὴν αὐτὴν πάντοτε διεύθυνσιν ἐν σχέσει πρὸς σταθερὰ ἐπὶ τῆς Γῆς ἀντικείμενα.

Ἄν δὲ ἡ Γῆ κινεῖται περὶ τὸν ἄξονα πρὸς ἄκρον Α, παρατηρητῆς ἐπ' αὐτῆς κείμενος θὰ ἐλάμβανεν ἐντὸς 24 ὥρῶν πάσας τὰς θέσεις ἐν σχέσει πρὸς τὸ ἐπίπεδον τῆς αἰωρήσεως. Μὴ ἔχων δὲ συνείδησιν τῆς τοιαύτης αὐτοῦ κινήσεως, θὰ ἐνόμιζεν ὅτι τὸ ἐπίπεδον τῆς αἰωρήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς κινεῖται ἐξ Α πρὸς Δ.

Ἐπειδὴ δὲν ἦτο δυνατόν νὰ γίνῃ τὸ πείραμα εἰς οὐδένα τῶν πόλων τῆς Γῆς, ὁ Foucault ἐξετέλεσεν αὐτὸ ἐν Παρισίοις κατὰ τὸ ἔτος 1851 δι' ἐκκρεμοῦς, τὸ ὁποῖον ἐξήρητησεν ἐκ τοῦ θόλου μιᾶς τῶν αἰθουσῶν τοῦ Πανθεοῦ. Ἡ σφαῖρα τοῦ ἐκκρεμοῦς τούτου ἔφερε κάτωθεν βελόνην, ἣτις ἐπὶ ἄμμου ἐπὶ τοῦ δαπέδου κειμένης ἐχάραττεν αὐλακὰ, ἐν ᾧ τὸ ἐκκρεμὸς ἐκινεῖτο.

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

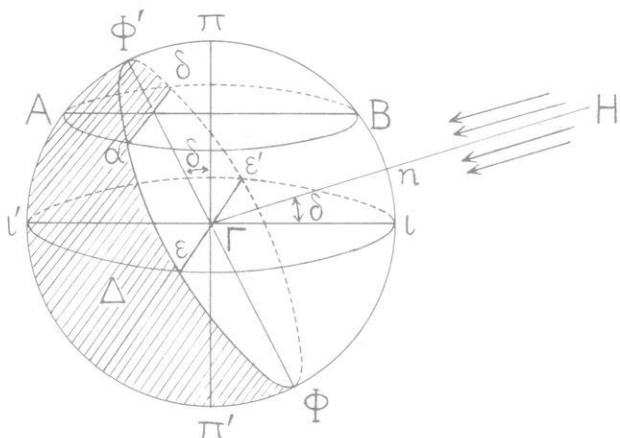
Ἀσκήσεις

132) *Νὰ εὑρεθῇ τὴν ταχύτητα κατὰ \hat{I} δ, μὲ τὴν ὁποίαν στρέφεται ἕκαστον σημεῖον τοῦ γήινου ἰσημερινοῦ.*

133) *Νὰ εὑρεθῇ τὴν ταχύτητα, μὲ τὴν ὁποίαν στρέφεται σημεῖον τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς, τὸ ὁποῖον ἔχει γεωγραφικὸν πλάτος 40° .*

134) Σημείον τι τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς στρέφεται μετὰ ταχύτητα 400,9 μέτρων κατὰ 1 δ. Νὰ εὑρεθῆτε τὸ γεωγραφικὸν πλάτος αὐτοῦ.

87. Διαδοχῇ τῶν ἡμερῶν καὶ νυκτῶν εἰς τινα τόπον.— Ἡ διαδοχῇ τῶν ἡμερῶν καὶ τῶν νυκτῶν ὀφείλεται εἰς τὴν ἐκ Δυσμῶν πρὸς Ἄνατολάς στροφὴν τῆς Γῆς περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς. Ἐὰν π.χ. κατὰ τινα ἡμέραν αἱ ἀκτῖνες τοῦ Ἡλίου ἔχωσι τὴν διεύθυνσιν ΗΓ, αἱ ἐξ αὐτῶν ἐφαπτόμεναι τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς ὀρίζουσιν ἐπ' αὐτῆς ἐπίπεδον γραμμ-



Σχ. 57.

μὴν $\Phi'\epsilon\Phi\epsilon'$, 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. Ὅταν εἰς τόπος Α τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς εὐρίσκηται εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον μέρος ἔχει νύκτα. Ὅταν δὲ ἔνεκα τῆς στροφῆς τῆς Γῆς περὶ τὸν ἄξονα ππ' ἔλθῃ εἰς θέσιν α καὶ ἐξῆς, θὰ ἔχῃ ἡμέραν. Αὕτη θὰ διαρκέσῃ μέχρι τῆς στιγμῆς, καθ' ἣν ὁ τόπος εὐρεθῇ εἰς τὸ δ, ὅτε εἰσέρχεται πάλιν εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον μέρος καὶ ἀρχίζει ἡ νύξ.

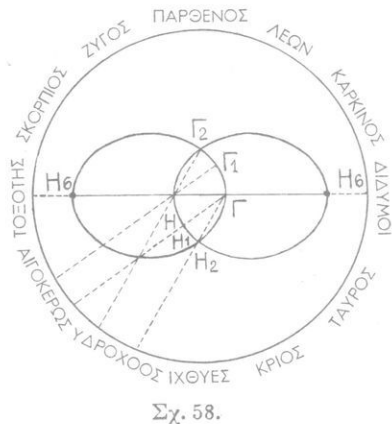
88. Ἐξήγησις τῆς φαινομένης ἑτησίας κινήσεως τοῦ Ἡλίου.— Ἡ φαινομένη περὶ τὴν Γῆν κίνησις τοῦ Ἡλίου δύναται νὰ ἐξηγηθῆ διττῶς. Ἡ εἶναι αὐτὴ πραγματικὴ, ἢ ὁ μὲν Ἡλιος εἶναι ἀκίνητος, ἢ δὲ Γῆ κινεῖται περὶ αὐτὸν ἐκ Δ πρὸς Α, ὡς ἐδέχθη ὁ Κοπέρνικος (§ 10).

Πρὸς κατανόησιν τούτων ἄς νοήσωμεν δύο ἑλλείψεις (σχ. 58) ἴσας, ἑκατέρω τῶν ὁποίων διέρχεται διὰ τινος ἐστίας τῆς ἄλλης, ἐν τῷ αὐτῷ κειμένῳ ἐπιπέδῳ, καὶ τῶν ὁποίων οἱ μεγάλοι ἄξονες κεῖνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας. Ὑποθέσωμεν δὲ ὅτι ἡ μία τούτων παριστᾷ τὴν τροχίαν τοῦ Ἡλίου καὶ ὅτι ἡ Γῆ κατέχει τὴν ἐστίαν ταύτης, δι' ἧς διέρχεται ἡ ἑτέρα ἑλλειψις.

Ἄν ἡ Γῆ μένη ἀκίνητος ἐν τῇ θέσει Γ, ὁ δὲ Ἡλιος κινεῖται περὶ αὐτὴν καταλαμβάνων διαδοχικῶς τὰς θέσεις Η, Η₁, Η₂, κ.τ.λ. τῆς τροχιάς του, θὰ βλέπωμεν αὐτὸν διαδοχικῶς κατὰ τὰς διευθύνσεις ΓΗ, ΓΗ₁, ΓΗ₂ κ.τ.λ. καὶ θὰ προβάλληται ἐν τῷ Οὐρανῷ διαδοχικῶς ἐπὶ τοῦ Τοξότου, Αἰγόκερω κ.τ.λ. Συγχρόνως δὲ ἀυξανομένης τῆς ἀποστάσεως αὐτοῦ ἡ φαινομένη διάμετρος ἐλαττοῦται μέχρι τῆς θέσεως Η₆, ἀπὸ τὴν ὁποίαν ἀρχεται πάλιν μεγαθυνομένη.

Ἄν δὲ ὁ μὲν Ἡλιος μένη ἀκίνητος ἐν τῇ θέσει Η, ἢ δὲ Γῆ κινῆται περὶ αὐτὸν ἐπὶ τῆς ἑτέρας ἑλλείψεως ἐκ Δ πρὸς Α καταλαμβάνουσα διαδοχικῶς τὰς θέσεις Γ, Γ₁, Γ₂, κ.τ.λ., θὰ βλέπωμεν τὸν Ἡλιον κατὰ διευθύνσεις, παραλλήλους πρὸς τὰς πρώτας. Θὰ προβάλληται λοιπὸν οὗτος πάλιν ἐπὶ τῶν αὐτῶν κατὰ σειρὰν ἀστερισμῶν. Συγχρόνως δὲ ἔνεκα τῆς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου ἀπομακρυνσεῶς μας ἡ φαινομένη διάμετρος αὐτοῦ ἐλαττοῦται μέχρι τῆς θέσεως Γ, ἀπὸ τὴν ὁποίαν ἀρχεται πάλιν μεγαθυνομένη.

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

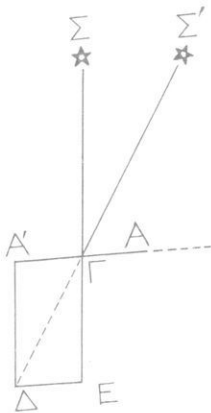


Σχ. 58.

Κατὰ τὴν ἐξήγησιν ταύτην, ἂν ἡ $\Gamma\eta$ κινῆται περὶ τὸν Ἡλίον, τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς αὐτῆς συμπίπτει μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς Ἐκλειπτικῆς, ἡ δὲ μετὰθεσις αὐτῆς ἐπὶ τῆς τροχιάς της προκαλεῖ τὴν μεταβολὴν τῆς ἀποκλίσεως τοῦ Ἡλίου.

89. Ἀποδείξεις τῆς κινήσεως τῆς $\Gamma\eta$ περὶ τὸν Ἡλίον. — Ὑπάρχουσιν πολλοὶ λόγοι πείθοντες ἡμᾶς ὅτι ἡ $\Gamma\eta$ κινεῖται περὶ τὸν Ἡλίον ἐκ Δ πρὸς A συμπληροῦσα πλήρη περιστροφὴν εἰς ἓν ἀστρικὸν ἔτος. Ἐκ τούτων ἀναφέρομεν τοὺς ἀκολουθούσους.

1) Ἡ περὶ τὴν $\Gamma\eta$ ν κίνησις τοῦ Ἡλίου, ὁ ὁποῖος ἔχει μᾶζαν 332 290 φορές μείζονα τῆς γηίνης, ἀντίκειται εἰς τοὺς νόμους τῆς Μηχανικῆς, καθ' οὓς εἶναι ἀδύνατον νὰ στρέφηται σῶμα περὶ ἄλλο, τὸ ὁποῖον ἔχει μᾶζαν μικροτέραν ἐκείνου.



Σχ. 59.

2) Ἀποδεικνύει ὅτι οἱ πλανῆται, οἵτινες εἶναι σώματα ἀνάλογα πρὸς τὴν $\Gamma\eta$ ν, κινεῖνται περὶ τὸν Ἡλίον. Δὲν ὑπάρχει δὲ οὐδεὶς λόγος ν' ἀποτελῆ ἡ $\Gamma\eta$ ἐξαιρέσις. Ἀπ' ἐναντίας δεχόμενοι ὅτι ἡ $\Gamma\eta$ κινεῖται περὶ τὸν Ἡλίον κατατάσσομεν καὶ αὐτὴν μεταξὺ τῶν ἄλλων πλανητῶν, ὅπερ σπουδαίως ἀπλοποιεῖ τὸ ἡλιακὸν σύστημα.

3) Ἄν ἡ $\Gamma\eta$ ἦτο ἀκίνητος εἰς τὴν θέσιν Γ (σχ. 59), τὸ φῶς ἀστήρος Σ θὰ ἤρχετο εἰς τὴν $\Gamma\eta$ ν κατὰ τὴν διεύθυνσιν $\Sigma\Gamma$ καὶ ὁ ἀστὴρ θὰ ἐφαίνετο εἰς τὴν θέσιν Σ . Ἄς ὑποθέσωμεν ἥδη ὅτι ἡ $\Gamma\eta$ κινεῖται καὶ ὅτι καθ' ἣν στιγμὴν εὐρίσκεται εἰς τὸ Γ , ἡ ταχύτης αὐτῆς ἔχει τὴν διεύθυνσιν ΓA ὡς παραστήσωμεν δὲ αὐτὴν διὰ τοῦ ἀνύσματος ΓA .

Ἐνεκα τῆς ἀπέριου ἀφ' ἡμῶν ἀποστάσεως τοῦ ἀστήρος Σ πᾶσαι αἱ ἐξ αὐτοῦ πρὸς τὴν $\Gamma\eta$ ν κατευθυνόμεναι φωτειναὶ ἀκτῖνες θεωροῦνται παράλληλοι πρὸς τὴν $\Sigma\Gamma$, ἥτοι ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς αὐτοῦ ἔχει τὴν διεύθυνσιν τῆς $\Sigma\Gamma$. Δυναμέθα νὰ παραστήσωμεν αὐτὴν δι' ἀνύσματος ΓE , ὅπερ ἔχει τὴν ρηθεῖσαν διεύθυνσιν καὶ φορὰν καὶ μέγεθος τοιοῦτον, ὥστε τὰ ἀνύσματα ΓA , ΓE νὰ εἶναι ἀνάλογα πρὸς τὰς ταχύτητας $\Gamma\eta$ ς καὶ φωτὸς.

Ἐὰν ἥδη φαντασθῶμεν ὅτι τὸ ὅλον σύστημα λαμβάνει κοινὴν τα-

χύτητα αντίθετον πρὸς τὴν ταχύτητα τῆς Γῆς, ἡ κοινή αὕτη ταχύτης θὰ παρίσταται δι' ἀνύσματος ΓΑ' ἀντιθέτως ἴσου πρὸς τὸ ΓΑ, ἡ δὲ μεταφορική κίνησις τῆς Γῆς ἐξουδετεροῦται.

Ἡ σύνθεσις τῆς ταχύτητος ταύτης ΓΑ' μετὰ τῆς ΓΕ δίδει συνιστώσαν ταχύτητα ΓΔ, ἥτις εἶναι ἡ διαγώνιος τοῦ παραλληλογράμμου ΓΕΔΔ' τῶν ΓΑ' καὶ ΓΕ. Πρέπει λοιπόν, ἂν ὄντως ἡ Γῆ κινήται, νὰ φθάσῃ τὸ φῶς τοῦ Σ πρὸς τὴν Γῆν Γ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ΓΔ καὶ κατ' ἀκολουθίαν οὗτος πρέπει νὰ φαίνεται ἐκ τῆς Γῆς Γ κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς ΓΔ, ἥτοι εἰς θέσιν Σ'.

Ἐπειδὴ δὲ ἕνεκα τῆς ἑλλειπτικῆς τροχιάς τῆς Γῆς ἡ διεύθυνσις ΓΑ τῆς κινήσεως τῆς Γῆς μεταβάλλεται ἀπὸ στιγμῆς εἰς στιγμὴν μένουσα πάντοτε ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῆς Ἐκλειπτικῆς, ἔπεται ὅτι αἱ φαινόμενα θέσεις Σ' ἐνὸς ἀστέρος ὀφείλουσι νὰ μετατίθηνται συνεχῶς ἐπὶ τροχιάς παραλλήλου πρὸς τὴν Ἐκλειπτικὴν.

Ὀντως δὲ αἱ παρατηρήσεις πιστοποιοῦσι τὸ φαινόμενον τοῦτο, ὅπερ ἀνεκαλύφθη καὶ ἐξηγήθη ὑπὸ τοῦ Bradley. Καλεῖται δὲ τοῦτο **ἔτησία ἀποπλάνησις τοῦ φωτός**.

Ὁ Γεωμετρικὸς τύπος τῶν φαινομένων θέσεων Σ' ἀστέρως καλεῖται **ἀποπλανητικὴ τροχιά** αὐτοῦ καὶ εἶναι περιφέρεια μὲν κύκλου, ἂν ὁ ἀστὴρ εὐρίσκηται εἰς τινὰ πόλον τῆς Ἐκλειπτικῆς, ἔλλειψις δέ, ἂν οὗτος εὐρίσκηται μεταξὺ τῆς Ἐκλειπτικῆς καὶ τινος τῶν πόλων αὐτῆς.

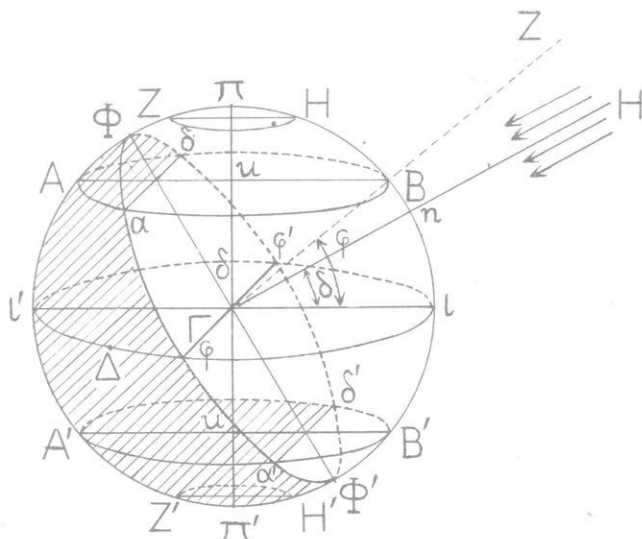
Ἡ ἀποπλάνησις τοῦ φωτός εὐχερῶς ἐξηγουμένη ὡς ἀποτέλεσμα τοῦ συνδυασμοῦ τῆς κινήσεως τῆς Γῆς καὶ τοῦ φωτός, εἶναι τελείως ἀνεξήγητος, ἂν δεχθῶμεν τὴν Γῆν ἀκίνητον. Ἀποτελεῖ ἄρα τὸ φαινόμενον τοῦτο ἀπόδειξιν τῆς κινήσεως τῆς Γῆς.

Σημείωσις. Καὶ ἡ περὶ ἄξονα στροφή τῆς Γῆς προκαλεῖ ἀποπλάνησιν τοῦ φωτός, ἥτις εἶναι μικρὰ σχετικῶς μὲ τὴν ἔτησίαν ἀποπλάνησιν καὶ βαίνει ἑλαττωμένη 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 ἀνάμαλος τῶν πλανητῶν κίνησις ἐπὶ τῆς οὐρανόσφαιρας (§ 61) καὶ ἡ ἔτησία τῶν ἀστέρων παράλλαξις, περὶ τῆς ὁποίας θὰ γίνῃ λόγος βραδύτερον.

Ἡ ταχύτης μεθ' ἧς κινεῖται ἡ Γῆ περιὸν Ἡλίον, εἶναι περίπου 30 χιλιόμετρα κατὰ δευτερόλεπτον ἢ 108 000 χιλιόμετρα 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



Σχ. 60.

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 γ-ωγραφικοῦ πλάτους τοῦ τόπου. Εἰς τὸν αὐτὸν δὲ τόπον ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἀποκλίσεως τοῦ Ἡλίου, ἡ ὁποία μεταβάλλεται ἕνεκα τῆς περιφορᾶς τῆς Γῆς περιὸν Ἡλίον (§ 88). Ἐξηγεῖται δὲ ἡ μεταβολὴ τῆς διάρκειας τῆς ἡμέρας καὶ τῆς νυκτὸς ὡς ἑξῆς :

A'. Ἐστω εἰς τόπος Δ τοῦ γηίνου ἰσημερινοῦ. Ἡ περιφέρεια αὐτοῦ διαιρεῖται πάντοτε ὑπὸ τοῦ κύκλου φωτισμοῦ εἰς δύο ἴσα τόξα

φι'φ', φ'ιφ (σχ. 60). Ἐπειδὴ δὲ ἡ στροφή τῆς Γῆς εἶναι ἰσοταχῆς, τὸ σημεῖον Δ εὐρίσκεται εἰς τὸ φωτιζόμενον τόξον φιφ', ὅσον χρόνον καὶ εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον.

Βλέπομεν λοιπὸν ὅτι εἰς ἕκαστον τόπον τοῦ ἰσημερινοῦ ἡ ἡμέρα εἶναι πάντοτε ἴση μὲ τὴν νύκτα.

Β'. Ἐστῶσαν ἀκόμη δύο τόποι Α καὶ Α' ἔχοντες γεωγραφικὸν πλάτος $\varphi < 66^{\circ} 33'$ καὶ ὁ μὲν Α βόρειον, ὁ δὲ Α' νότιον. Ἐστῶσαν δὲ ΑΒ, Α'Β' οἱ παράλληλοι αὐτῶν.

Τὴν 21ην Μαρτίου ἡ ἀπόκλισις δ τοῦ κέντρου Η τοῦ Ἡλίου εἶναι 0° , ἡ δὲ εὐθεῖα ΓΗ κεῖται ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἰσημερινοῦ. Ὁ κύκλος φωτισμοῦ ΦΦ' (σχ. 60) διέρχεται λοιπὸν ἀπὸ τὸν ἄξονα ππ' τῆς Γῆς καὶ τέμνει δίχως τὸν ἰσημερινὸν καὶ ὅλους τοὺς παράλληλους τῆς Γῆς.

Τὰ τόξα λοιπὸν αΒδ καὶ δΑα, εἰς τὰ ὁποῖα τυχὸν παράλληλος ΑΒ διακίρεται ὑπὸ τοῦ κύκλου φωτισμοῦ, εἶναι ἴσα. Τὸ σημεῖον λοιπὸν Α εὐρίσκεται εἰς τὸ φωτιζόμενον τόξον αΒδ, ὅσον χρόνον καὶ εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον δΑα.

Ἄρα: Τὴν 21ην Μαρτίου ἡ ἡμέρα εἶναι ἴση μὲ τὴν νύκτα εἰς ὅλους τοὺς τόπους τῆς Γῆς.

Ἀπὸ τῆς ἡμέρας ταύτης ἡ ἀπόκλισις δ τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου βαίνει αὐξανομένη. Ἐπειδὴ δὲ $\delta = \widehat{\Phi\Gamma\pi} = \widehat{\pi\Gamma\Phi}$, ὁ κύκλος φωτισμοῦ ἀπομακρύνεται τῶν πόλων τῆς Γῆς οὕτως, ὥστε ὁ μὲν βόρειος πόλος π εὐρίσκεται εἰς τὸ φωτιζόμενον ἡμισφαίριον, ὁ δὲ νότιος π' εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον. Ὁ δὲ κύκλος φωτισμοῦ τέμνει τοὺς παράλληλους ΑΒ καὶ Α'Β' κατὰ χορδὴν αδ ἢ α'δ' ἀπομακρυνομένην τοῦ κέντρου κ πρὸς τὸ σκοτεινὸν ἡμισφαίριον τῆς Γῆς εἰς τὸν κύκλον ΑΒ, καὶ πρὸς τὸ φωτεινὸν εἰς τὸν Α'Β'. Διὰ τοῦτο εἰς μὲν τὸν τόπον Α ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας βαίνει αὐξανομένη καὶ τῆς νυκτὸς ἐλαττουμένη, εἰς δὲ τὸν τόπον Α' ἀντιθέτως ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας βαίνει ἐλαττουμένη καὶ τῆς νυκτὸς αὐξανομένη.

Τὴν 22αν Ἰουνίου ἡ ἀπόκλισις δ λαμβάνει τὴν μεγίστην τιμὴν τῆς $23^{\circ} 27'$, ὅτε τὰ μὲν τόξα αΒδ, δ'Α'α' γίνονται μέγιστα, τὰ δὲ δΑα, α'Β'δ' ἐλάχιστα. Ἄρα εἰς τὸν τόπον Α ἡ ἡμέρα εἶναι μεγίστη καὶ ἡ νύξ ἐλάχιστη, εἰς δὲ τὸν τόπον Α' ἡ ἡμέρα εἶναι ἐλάχιστη καὶ ἡ νύξ μεγίστη.

Ἀπὸ τῆς ἡμέρας ταύτης ἡ ἀπόκλισις δ τοῦ Ἡλίου ἀρχεται ἐλαττουμένη καὶ λαμβάνει τὰς αὐτὰς καὶ πρότερον τιμὰς κατ' ἀντίστροφον σειράν. Ὁ κύκλος λοιπὸν φωτισμοῦ πλησιάζει πρὸς τοὺς πόλους καὶ τὰ τόξα $\alpha\beta\delta$, δ' A' βαίνουνσιν ἐλαττούμενα, τὰ δὲ $\delta A\alpha$, $\alpha' B'\delta'$ αὐξανόμενα. Εἰς τὸν τόπον A λοιπὸν ἡ ἡμέρα βαίνει ἐλαττουμένη καὶ ἡ νύξ αὐξανόμενη, εἰς δὲ τὸν A' ἀντιθέτως ἡ ἡμέρα βαίνει αὐξανόμενη καὶ ἡ νύξ ἐλαττουμένη.

Τὴν 22αν Σεπτεμβρίου γίνεται $\delta = 0$ καὶ ὁ κύκλος φωτισμοῦ διέρχεται διὰ τοῦ ἄξονος $\pi\pi'$: Εἶναι λοιπὸν πάλιν ἡ ἡμέρα ἴση μὲ τὴν νύκτα εἰς ὅλους τοὺς τόπους τῆς $\Gamma\eta\varsigma$.

Ἀπὸ τῆς 22ας Σεπτεμβρίου ἡ ἀπόκλισις δ γίνεται ἀρνητικὴ καὶ αὐξάνει κατ' ἀπόλυτον τιμὴν, μέχρις οὗ τὴν 22αν Δεκεμβρίου γίνῃ $-23^\circ 27'$. Σκεπτόμενοι, ὡς προηγουμένως, ἐννοοῦμεν ὅτι κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον εἰς τὸν τόπον A ἡ ἡμέρα βαίνει ἐλαττουμένη καὶ ἡ νύξ αὐξανόμενη, εἰς δὲ τὸν τόπον A' ἀντιστρόφως ἡ ἡμέρα βαίνει αὐξανόμενη καὶ ἡ νύξ ἐλαττουμένη. Τὴν 22αν Δεκεμβρίου ὁ τόπος A ἔχει τὴν ἐλαχίστην ἡμέραν καὶ τὴν μεγίστην νύκτα, ὁ δὲ τόπος A' ἔχει τὴν μεγίστην ἡμέραν καὶ τὴν ἐλαχίστην νύκτα.

Ἀπὸ τῆς ἡμέρας ταύτης ἡ ἀπόκλισις δ βαίνει αὐξανόμενη, τὴν δὲ 21ην Μαρτίου γίνεται 0. Κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον εἰς τὸν A ἡ ἡμέρα βαίνει αὐξανόμενη καὶ ἡ νύξ ἐλαττουμένη, εἰς δὲ τὸν A' ἡ ἡμέρα βαίνει ἐλαττουμένη καὶ ἡ νύξ αὐξανόμενη.

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

Ὅταν ὁ Ἡλιος ἔχη ὀρισμένην ἀπόκλισιν δ , μεσουρανεῖ ἄνω εἰς ἕκαστον τόπον τοῦ παραλλήλου AB τὴν στιγμὴν, κατὰ τὴν ὁποίαν οὗτος εὐρίσκεται πρὸ τοῦ Ἡλίου εἰς τὸ μέσον B τοῦ φωτιζομένου τόξου $\alpha\beta\delta$ (σχ. 60). Τὴν στιγμὴν ταύτην ἡ ζενιθία ἀπόστασις ZH τοῦ Ἡλίου ἔχει μέτρον ἴσον πρὸς τὸ μέτρον τοῦ $B\eta$, ἦτοι $\varphi - \delta$. Ἄν δὲ καλέσωμεν ν τὸ ὕψος τοῦ Ἡλίου τὴν στιγμὴν ταύτην, θὰ εἶναι

$$\nu = 90^\circ - \varphi + \delta \quad (1)$$

Γ' . Ἐστώσων ἀκόμη δύο τόποι Z καὶ Z' ἔχοντες γεωγραφικὸν πλάτος μεγαλύτερον τῶν $66^\circ 33'$, π.χ. 75° καὶ ὁ μὲν Z κεῖται εἰς τὸ βόρειον, ὁ δὲ Z' εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον τῆς $\Gamma\eta\varsigma$. Εἶναι φανερόν ὅτι $(\widehat{\pi Z}) = (\widehat{\pi Z'}) = 90^\circ - 75^\circ = 15^\circ$, ἦτοι ἕκαστον τῶν τόξων πZ ,

π'Ζ' είναι μικρότερον τῆς μεγίστης ἀπολύτου τιμῆς $23^{\circ} 27'$ τῆς ἀποκλίσεως δ τοῦ Ἡλίου.

Ὅταν $\delta = 15^{\circ}$, θὰ εἶναι καὶ $\widehat{\Phi\Gamma\pi} = \widehat{\Phi'\Gamma'\pi'} = 15^{\circ}$ κατ' ἀκολουθίαν ὁ κύκλος φωτισμοῦ διέρχεται διὰ τῶν σημείων Ζ καὶ Η' τῶν παραλλήλων τῶν τόπων Ζ καὶ Ζ'. Βλέπομεν λοιπὸν ὅτι ὁ μὲν κύκλος ΖΗ εὐρίσκεται ὀλόκληρος εἰς τὸ φωτιζόμενον ἡμισφαίριον τῆς Γῆς, ὁ δὲ Ζ'Η' ὀλόκληρος εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον. Ἀπὸ τῆς ἡμέρας ταύτης ἀξανομένης τῆς ἀποκλίσεως δ ἀυξάνονται καὶ αἱ γωνίαι ΒΓπ, Β'Γ'π'. Ἐπομένως ἐξακολουθεῖ ὁ μὲν κύκλος ΖΗ νὰ φωτιζῆται ὀλόκληρος, ὁ δὲ Ζ'Η' νὰ εἶναι ὀλόκληρος εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον ἡμισφαίριον. Τοῦτο διαρκεῖ μέχρι τῆς ἡμέρας, καθ' ἣν ἡ δ, ἀφ' οὗ λάβῃ τὴν μεγίστην τιμὴν $23^{\circ} 27'$, εἶτα ἐλαττουμένη γίνῃ πάλιν 15° .

Ἀπὸ τῆς ἡμέρας ταύτης καὶ ἐξῆς ἀρχίζει νὰ ἀνατέλλῃ καὶ νὰ δύῃ ὁ Ἡλιος εἰς ἀμφοτέρους τοὺς τόπους Ζ καὶ Ζ'.

Κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον ἐννοοῦμεν ὅτι, ἀφ' ἧς στιγμῆς ἡ δ ἐλαττουμένη γίνῃ — 15° , μέχρι τῆς στιγμῆς, καθ' ἣν ἀυξανομένη γίνῃ πάλιν — 15° , ὁ μὲν παράλληλος ΖΗ εὐρίσκεται ὀλόκληρος εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον ἡμισφαίριον τῆς Γῆς, ὁ δὲ Ζ'Η' εἰς τὸ φωτιζόμενον ἡμισφαίριον τῆς Γῆς.

Ἐχει λοιπὸν ἕκαστος τῶν τόπων τούτων μίαν μακρὰν νύκτα καὶ μίαν μακρὰν ἡμέραν. Ἡ μακρὰ αὕτη ἡμέρα καὶ νύξ εἶναι μεγαλύτερα εἰς τοὺς τόπους, οἱ ὅποιοι εὐρίσκονται πλησιέστερον πρὸς τοὺς πόλους.

Εἰς τοὺς πόλους ἡ διάρκεια αὕτη θὰ ᾔτο ἐξ μηδῶν, ἂν ὁ Ἡλιος περιωρίζετο εἰς τὸ κέντρον του. Ἡ παρουσία ὅμως ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα τμήματος τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου καὶ ἡ ἐμφάνισις τοῦ λυκαυγοῦς καὶ λυκόφωτος βραχύνει τὴν διάρκειαν τῆς μακρᾶς νυκτὸς τῶν τόπων τούτων.

Ἀσκήσεις

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

136) Ὅταν ἡ ἀπόκλισις τοῦ Ἡλίου εἶναι $\delta > 0$, νὰ εὑρεθῇ εἰς πόσῃν ζενιθίαν ἀπόστασιν μεσουρανεῖ οὗτος κάτω εἰς τόπον, ὁ ὁποῖος ἔχει βόρειον γεωγραφικὸν πλάτος φ. Νὰ ἐφαρμόσητε τὸ ἐξαγόμενον τοῦτο διὰ τὰς Ἀθήνας, ὅταν $\delta = 15^{\circ}$.

137) "Όταν ἡ ἀπόκλισις τοῦ Ἡλίου εἶναι 23^ο 27', οὗτος μεσουρανεῖ ἄνω εἰς ὕψος 90^ο ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα ἐνὸς τόπου. Νὰ εὑρητε τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τοῦ τόπου τούτου.

138) Νὰ ὀρίσητε τὸ σημεῖον τῆς οὐρανίου σφαιρας, εἰς τὸ ὁποῖον μεσουρανεῖ ἄνω ὁ Ἡλιος κατὰ τὰς ἰσημερίας εἰς τινὰ τόπον τοῦ ἰσημερινοῦ τῆς Γῆς.

139) Νὰ εὑρητε τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς τῶν κατακορύφων ἀντικειμένων τοῦ ἰσημερινοῦ κατὰ τὴν μεσημβριανὴν ἐκάστης ἰσημερίας.

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

91. Μεταβολὴ τῆς θερμοκρασίας ἐκάστου τόπου.—"Ὅλοι γνωρίζομεν ὅτι ἐν τῇ χώρᾳ ἡμῶν ἡ θερμοκρασία εἶναι διάφορος κατὰ τὰς διαφόρους ὥρας τοῦ ἔτους καὶ ὅτι 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 θέρους τὸ ἔδαφος δέχεται παρὰ τοῦ Ἡλίου περισσοτέραν θερμότητα παρὰ κατὰ τὰς βραχείας ἡμέρας τοῦ χειμῶνος. Ἐκτὸς δὲ τούτου ἡ νυκτερινὴ ἀκτινοβολία τῆς θερμότητος διαρκεῖ ὀλιγώτερον τὸ θέρος καὶ περισσότερον τὸν χειμῶνα.

Πλὴν δὲ τούτων κατὰ τὸ θέρος ὁ Ἡλιος ἀνέρχεται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα περισσότερον ἢ τὸν χειμῶνα, αἱ δὲ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες προσπίπτουσιν ἐπὶ τοῦ ἐδάφους ὑπὸ γωνίαν ὀλίγον διαφέρουσαν τῆς ὀρθῆς. Διὰ τοῦτο αὗται θερμαίνουσι τὸ ἔδαφος περισσότερον τὸ θέρος παρὰ τὸν χειμῶνα, ὅτε αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες 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 αὗται διέρχονται.

Κατὰ τὸ Ἕαρ 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 μεσημβριανὴν ἐκάστης ἡμέρας. Ἐπρπετε 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 ἐδάφους τοῦ ἡμετέρου ἡμισφαιρίου, προστίθεται καθ' ἐκάστην θερμότης, ἡ ὁποία βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον βαίνει αὐξανομένη. Ἐνεκα 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 ἑαρινην. Εἰς ἀνάλογον αἰτίαν ὀφείλεται ἡ μεγαλύτερα θερμοκρασία κατὰ τὸ φθινόπωρον ἢ τὸν χειμῶνα.

Ὅμοίως 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 στιγμήν. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὰ ἀκόλουθα δύο αἰτία.

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

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

Ἡ ζενιθία αὕτη ἀπόστασις τοῦ ἥλιου εἶναι κατὰ ταῦτα μικροτέρα εἰς τοὺς τόπους, οἱ ὁποῖοι ἔχουσι φ μικρότερον. Δι' αὐτὸ εἰς ὅσους τόπους εἶναι $\varphi < 23^\circ 27'$, ὁ ἥλιος καὶ κατὰ τὸν χειμῶνα μεσουρανεῖ πλησίον τοῦ ζενιθ. Εἶναι ὅθεν εὐνόητον ὅτι ἐπὶ τοῦ ἐδάφους τῶν τόπων τούτων αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες προσπίπτουσι καὶ κατὰ τὸν χειμῶνα ἀκόμη ὑπὸ γωνίαν, ἡ ὁποία ὀλίγον διαφέρει τῆς ὀρθῆς. Παρέχουσι ἐπομένως αὐταὶ εἰς τὸ ἔδαφος μέγα ποσὸν θερμότητος.

Εἰς ὅσους τόπους εἶναι $\varphi > 23^\circ 27'$ ἡ μεσημβρινὴ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ ἥλιου εἶναι μεγαλύτερα καὶ βαίνει αὐξανομένη μετὰ τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους. Ἐπὶ τοῦ ἐδάφους λοιπὸν τῶν τόπων τούτων καὶ κατ' αὐτὴν τὴν μεσημβρίαν αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες προσπίπτουσι πλαγίως καὶ πλαγιώτερον εἰς τοὺς ἔχοντας μεγαλύτερον φ . Ἡ παρεχομένη ἄρα εἰς αὐτοὺς θερμότης βαίνει ἐλαττωμένη, ἐφ' ὅσον τὸ γεωγραφικὸν πλάτος

βαίνει αυξανόμενον. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον εἰς τὰς περὶ τοὺς πόλους χώ-
ρας παρέχεται ἐλαχίστη ἡλιακὴ θερμότης.

Β'. Ἡ Φυσικὴ διδάσκει ὅτι ἰκανὸν μέρος τῆς θερμότητος, τὴν
ὁποῖαν ὁ ἥλιος παρέχει εἰς τὴν Γῆν, ἀκτινοβολεῖ εἰς τὸ πέραξ ἡ-
μῶν ἀχανὲς διάστημα. Τὸ ἀκτινοβολούμενον τοῦτο μέρος τῆς θερμό-
τητος εἶναι περισσότερον εἰς τοὺς τόπους, οἱ ὁποῖοι κείνται ὑψηλότε-
ρον τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης. Διότι τὰ ὑπεράνω αὐτῶν στρώματα
τῆς ἀτμοσφαιρας ὡς ἀραιότερα ἀντιτάσσουν ὀλιγωτέραν ἀντίστασιν
εἰς τὴν ἀκτινοβολίαν τῆς θερμότη-
τος. Ἐκ διαφόρων λοιπὸν τόπων, οἱ
ὁποῖοι ἔχουσι τὸ αὐτὸ γεωγραφι-
κὸν πλάτος, οἱ ὑψηλότερον κείμενοι
ὕφιστανται μεγαλυτέραν ἀπώλειαν
θερμότητος καὶ διὰ τοῦτο ἔχουσι χα-
μηλοτέραν θερμοκρασίαν.



Σχ. 61.

93. Ζώναι τῆς Γῆς. — Οἱ γή-
ινοι παράλληλοι, τῶν ὁποίων τὰ ση-
μεῖα ἔχουσι γεωγραφικὸν πλάτος
 $23^{\circ} 27'$, λέγονται **τροπικοὶ κύκλοι**.
Ἐκ τούτων ὁ μὲν κείμενος ἐν τῷ
βόρειῳ ἡμισφαιρίῳ καλεῖται **τροπι-**

κὸς 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 κείμε-
νος ἐν τῷ βόρειῳ ἡμισφαιρίῳ καλεῖται **βόρειος πολικὸς κύκλος**, ὁ
δὲ ἐν τῷ νοτίῳ **νότιος πολικὸς κύκλος**. Εἶναι δὲ φανερόν ὅτι μετα-
ξὺ πόλου τινὸς τῆς Γῆς καὶ τῶν σημείων τοῦ ἀντιστοίχου πολικοῦ κύ-
κλου περιέχονται μεσημβρινὰ τόξα $23^{\circ} 27'$.

Οἱ τροπικοὶ καὶ οἱ πολικοὶ κύκλοι διαιροῦσι τὴν ἐπιφάνειαν τῆς
Γῆς εἰς τὰς ἀκολουθοῦσας πέντε ζώνας (σχ. 61).

1η. Ἡ ἐπιφάνεια τῆς Γῆς, ἡ ὁποία περιέχεται μεταξὺ τῶν τρο-
πικῶν κύκλων, λέγεται **διακεκαυμένη ζώνη**.

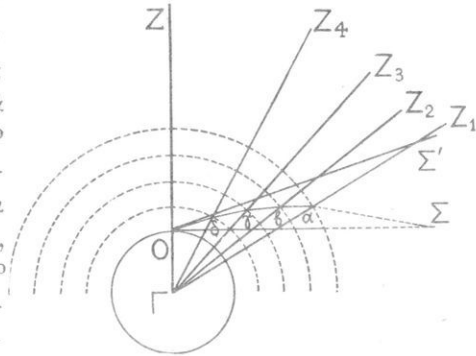
2α. Ἡ ἐπιφάνεια τῆς Γῆς, ἡ ὁποία περιέχεται μεταξὺ τοῦ τρο-
πικοῦ τοῦ Καρκίνου καὶ τοῦ βόρειου πολικοῦ κύκλου, λέγεται **βόρειος**
εὐκρατος ζώνη.

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

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

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

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



Σχ. 62.

Ἀσκήσεις

141) Νὰ ὀνομάσητε τὴν ζώνην, εἰς τὴν ὁποίαν κεῖνται αἱ Ἀθῆναι, τὸ Βερολίνον, ἢ Ὁυάσιγκτων.

142) Νὰ ὀνομάσητε τὴν ζώνην, εἰς τὴν ὁποίαν κεῖται ἑκάτερος τῶν πόλων τῆς Γῆς.

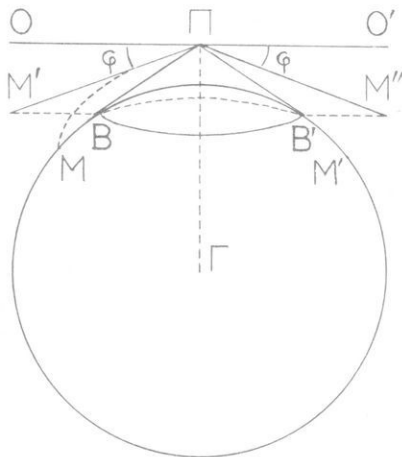
143) Νὰ ὀνομάσητε τὴν ζώνην, εἰς τὴν ὁποίαν κεῖται τὸ βορειότατον ἄκρον τῆς Σκανδιναβικῆς Χερσονήσου.

94. Ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις καὶ κυριώτερα ἀποτελέσματα αὐτῆς.— Γνωρίζομεν ἐκ τῆς Φυσικῆς ὅτι ὁ ἀτμοσφαιρικὸς 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

φωτεινή ακτίς Σα προερχομένη από άστέρα Σ (σχ. 62) εισδύση εις τήν ατμόσφαιραν κατά τι σημείον α, θα ύποστῆ πρώτην διάθλασιν προσεγγίζουσα τήν κάθετον ΓαΖ₁ και μένουσα εν τῷ ἐπιπέδῳ ΣαΓ.

Ἡ ακτίς τῆς διαθλάσεως αβ εισδύουσα εις πυκνότερον στρώμα υφίσταται νέαν διάθλασιν μένουσα εν τῷ ἐπιπέδῳ ΣαΓ.

Ἐάν ἐξακολουθήσωμεν οὕτως, ἐνοοῦμεν ὅτι ἡ φωτεινή ακτίς Σα φθάνει εις τὸν ὀφθαλμὸν Ο τοῦ παρατηρητοῦ συνεχῶς θλωμένη και χωρὶς να ἐξέλθῃ τοῦ κατακορύφου ἐπιπέδου ΖΓΣ. Τὸ σχῆμα ἄρα αὐτῆς



Σχ. 63.

εἶναι ἐπίπεδος τεθλασμένη γραμμὴ. Ἐπειδὴ ὅμως τὰ διάφορα στρώματα τῆς ατμοσφαιρας, 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 ακτίνος εἶναι καμπύλη. Ταύτης τὸ κοῖλον εἶναι ἐστραμμένον πρὸς τὴν Γῆν. Ὁ δὲ παρατηρητῆς Ο βλέπει τὸν άστέρα κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΟΣ', ἡ ὁποία ἐράπτεται εις τὸ Ο τῆς καμπύλης αβ. . . Διὰ τοῦτο δὲ νομίζει ὅτι

ὁ άστηρ εὐρίσκεται εις θέσιν Σ' ὑψηλότερον τῆς πραγματικῆς Σ.

Ἐνεκα τούτου ἡ ἀληθὴς ζενιθιακὴ ἀπόστασις ΖΟΣ τοῦ άστέρος Σ ἐλαττοῦται κατὰ τὴν γωνίαν Σ'ΟΣ. Αὕτη καλεῖται **ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις (R)** τοῦ άστέρος Σ.

Ἡ τιμὴ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως ἐλαττοῦται μετὰ τῆς ζενιθιακῆς ἀποστάσεως τοῦ άστέρος ἐξαρτᾶται δὲ αὕτη και ἐκ τῆς καταστάσεως τῆς ατμοσφαιρας. Εἰς τὸν ὀρίζοντα εις θερμοκρασίαν 0°, ὑπὸ πίεσιν 760 χιλιοστ. και εις τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης εἶναι $R = 36'36''$, ἐν ᾧ εις ὕψος 45° εἶναι μόνον $R = 1'$ και εις ὕψος 90° εἶναι $R = 0$.

Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις φέρει διάφορα ἀποτελέσματα. Τούτων κυριώτερα εἶναι τὰ ἐξῆς :

Α') Ἐμάθομεν ὅτι ἡ μέση τιμὴ τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ

Ἡλίου εἶναι $32' 4'' ,2$, ἥτοι μικροτέρα τῆς R εἰς τὸν ὀρίζοντα. Ὄταν λοιπὸν τὸ ἀνώτερον χεῖλος τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου ἐφάπτηται τοῦ ὀρίζοντος, ὁ Ἡλιος φαίνεται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα ἕνεκα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διχθλάσεως, ἐν ᾧ πράγματι εὐρίσκεται ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα. Ὡστε ἡ ἀτμοσφαιρική διάθλασις αὐξάνει τὴν διάρκειαν τῆς ἡμέρας. Ἡ αὐξήσις αὕτη εἰς τὸν τόπον μας δύναται νὰ φθάσῃ τὰ 6 πρῶτα λεπτὰ περίπου.

B') Ἐπειδὴ ἡ ἀτμοσφαιρική διάθλασις ἐλαττοῦται μετὰ τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως, τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου ὑφίσταται ἐκτροπὴν πρὸς τὸ ζενιθὸν μεγαλυτέραν μὲν ἀπὸ τὸ ἀνώτερον χεῖλος, μικροτέραν δὲ ἀπὸ τὸ κατώτερον χεῖλος. Διὰ τοῦτο τὰ χεῖλη ταῦτα φαίνονται ὅτι πλησιάζουσι πρὸς τὸ κέντρον τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου· οὗτος δὲ φαίνεται ὅτι ἔχει τὴν ὀριζοντίαν διάμετρον μεγαλυτέραν τῆς καθέτου ἐπ' αὐτὴν διαμέτρου. Ἡ πλάτυνσις αὕτη εἶναι αἰσθητὴ ἰδίως ὅταν ὁ Ἡλιος εὐρίσκηται πλησίον τοῦ ὀρίζοντος. Ὅμοιον δὲ φαινόμενον παρατηρεῖται καὶ ἐπὶ τῆς Σελήνης.

Γ') Ἐστω Π παρατηρητής, ΟΟ' ὁ αἰσθητὸς καὶ ΒΒ' ὁ φυσικὸς ὀρίζων τοῦ τόπου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἴσταται ὁ παρατηρητής οὗτος (σχ. 63). Ἐνεκα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως σημειὸν τι Μ κείμενον ὑπὸ τὸν φυσικὸν ὀρίζοντα καὶ πλησίον αὐτοῦ φαίνεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΠΜ'. Οὕτω δὲ ὁ φυσικὸς ὀρίζων ἀπομακρύνεται, τὸ δὲ βᾶθος φ αὐτοῦ ὑπὸ τὸν αἰσθητὸν ὀρίζοντα γίνεται μικρότερον.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

Η ΣΕΛΗΝΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

ΚΙΝΗΣΕΙΣ, ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ, ΦΑΣΙΣ, ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΗΣ ΣΕΛΗΝΗΣ

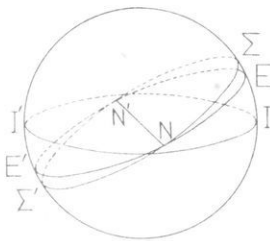
95. Ἴδια κινήσεις τῆς Σελήνης.—Ἡ Σελήνη, πλὴν τῆς ἡμερησίας κινήσεως, ὑπόκειται εἰς ἰδίαν ἑτέραν κίνησιν ἐκ Δυσμῶν πρὸς Ἀνατολὰς ἐν μέσῳ τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.

Πράγματι ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι κατὰ τινα ἡμέραν ὁ Ἥλιος, ἡ Σελήνη καὶ ἀπλανῆς τις ἀστὴρ δύοσι συγχρόνως. Ἐὰν παρατηρήσωμεν τὴν ἀκόλουθον ἡμέραν, θέλομεν ἴδει ὅτι ὁ μὲν Ἥλιος δύει 4^π περίπου, ἡ δὲ Σελήνη, 50,5^π βραδύτερον τοῦ ἀπλανοῦς ἐκείνου. Ἐκινήθη λοιπὸν ἡ Σελήνη κατὰ τὸν μεσολαβήσαντα χρόνον πρὸς Ἀνατολὰς τοῦ ἀπλανοῦς καὶ πολὺ περισσότερον (13 φορὰς περίπου) ἢ ὁ Ἥλιος.

Ἐὰν ἐπὶ ἓνα μῆνα περίπου μετρώμεν καθ' ἑκάστην καὶ κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησιν τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης τὰς οὐρανογραφικὰς αὐτοῦ συντεταγμένας καὶ σημειοῦμεν ἐπὶ τινος σφαίρας τὰς ἀντιστοίχους αὐτοῦ θέσεις, θέλομεν παρατηρήσει ὅτι αὐταὶ ἀποτελοῦσι περιφέρειαν μεγίστου κύκλου κεκλιμένου πρὸς τὸν ἰσημερινὸν τῆς σφαίρας ταύτης κατὰ γωνίαν 28° 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° 36', τὴν δὲ Ἐκλειπτικὴν ὑπὸ γωνίαν 5° 9' (=28° 36' - 23° 27').

Τὰ δύο σημεῖα N καὶ N' (σχ. 64), κατὰ τὰ ὁποῖα ἡ τροχιά τῆς

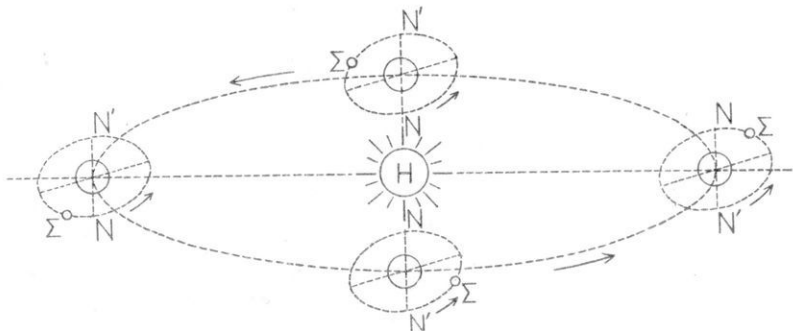


Σχ. 64.

Σελήνης τέμνει τὴν Ἐκλειπτικὴν, καλοῦνται **σύνδεσμοι**. Τούτων ὁ μὲν Ν, δι' οὗ ἡ Σελήνη διέρχεται μεταβαίνουσα ἐκ τοῦ πρὸς νότον τῆς Ἐκλειπτικῆς ἡμισφαιρίου εἰς τὸ πρὸς βορρᾶν, αὐτῆς, καλεῖται **ἀναβιβάζων** σύνδεσμος, ὁ δὲ ἕτερος Ν' καλεῖται **καταβιβάζων** σύνδεσμος.

96. Φαινομένη διάμετρος τῆς Σελήνης.— Μετροῦντες καθ' ἑκάστην τὴν φαινομένην διάμετρον τῆς Σελήνης βεβαιούμεθα ὅτι αὕτη δὲν εἶναι σταθερά. Ἐντὸς 27 ἡμερῶν καὶ 8 ὥρων περίπου μεταβάλλεται μεταξύ 33' 36" καὶ 29' 20". Ἡ δὲ μέση τιμὴ αὐτῆς ὑπολογίζεται εἰς 31' 7". Κατ' ἀκολουθίαν καὶ ἡ ἀπόστασις αὐτῆς ἀφ' ἡμῶν μεταβάλλεται κυμανομένη μεταξύ ἐλαχίστης καὶ μεγίστης τινὸς τιμῆς αὐτῆς.

97. Τροχιά τῆς Σελήνης.— Ἡ μεταβολὴ τῆς θέσεως τῆς Σελήνης ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας καὶ ἡ μεταβολὴ τῆς ἀποστάσεως αὐτῆς ἀφ'



Ἡ Σελήνη περιφερομένη περὶ τὴν Γῆν παρακολουθεῖ αὐτὴν εἰς τὴν περὶ τὸν ἥλιον περιφορὰν αὐτῆς.

Ἡμῶν ὀφείλουται 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:

1) Τὸ κέντρον τῆς Σελήνης κινεῖται κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν ἐπὶ ἑλλείψεως, τῆς ὁποίας μίαν ἐστὶν κατέχει ἡ Γῆ.

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

2) Τὰ ὑπὸ τῆς ἐπιβατικῆς ἀκτίνος, ἧτις συνδέει τὸ κέντρον τῆς Γῆς μὲ τὸ κέντρον τῆς Σελήνης γραφόμενα ἔμβαδὰ

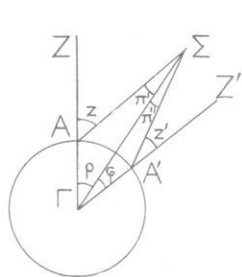
είναι ανάλογα πρὸς τοὺς χρόνους, καθ' οὓς ταῦτα γράφονται.

Κινεῖται λοιπὸν ἡ Σελήνη ταχύτερον περὶ τὸ περίγειον καὶ βραδύτερον περὶ τὸ ἀπόγειον τῆς τροχιάς αὐτῆς.

98. Παράλλαξις τῆς Σελήνης.— Ἡ παράλλαξις τῆς Σελήνης προσδιορίζεται κατὰ τὴν ἀκόλουθον μέθοδον.

Δύο παρατηρητὰ τοποθετοῦνται εἰς δύο διαφόρους τόπους A καὶ A' (σχ. 65) τοῦ αὐτοῦ μεσημβρινοῦ καὶ μετροῦσι τὰς ζενιθίας τῆς Σελήνης ἀποστάσεις Z καὶ Z' κατὰ τὴν ἄνω αὐτῆς μεσουράνησιν.

Ἄν κληθῶσι π' καὶ π'' αἱ παραλλάξεις ὕψους αὐτῆς κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην καὶ π ἡ ὀριζοντία αὐτῆς παράλλαξις, θὰ εἶναι (§ 50) $\pi' = \pi + \mu Z$ καὶ $\pi'' = \pi + \mu Z'$. Ἐκ τούτων εὐρίσκωμεν εὐκόλως ὅτι :



Σχ. 65

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

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

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

ὅπου ἡ γωνία Γ εἶναι τὸ ἄθροισμα τῶν γεωγραφικῶν πλατῶν τῶν τόπων A καὶ A' , ἂν οὗτοι εὐρίσκωνται εἰς ἀντίθετα ἡμισφαίρια, ἢ ἡ διαφορὰ τῶν πλατῶν ἂν εὐρίσκωνται εἰς τὸ αὐτὸ ἡμισφαίριον τῆς Γῆς.

Ἡ ἰσότης (1) γίνεται λοιπὸν $\pi = \frac{Z + Z' - \Gamma}{\mu Z + \mu Z'}$.

Ἐκ ταύτης δὲ εὐρίσκωμεν τὴν ὀριζοντίαν παράλλαξιν π τῆς Σελήνης.

Ἡ μέθοδος αὕτη ὑπεδείχθη ὑπὸ τοῦ Cassini (1672) καὶ ἐφηρμόσθη τὸ πρῶτον ἐν ἔτει 1751 ὑπὸ τῶν ἀστρονόμων Cailé καὶ Lalande, ὧν ὁ μὲν πρῶτος μετέβη εἰς τὸ ἀκρωτήριο τῆς Κελτῆς Ἐλπίδος, ὁ δὲ δεῦτερος εἰς Βερολίνον.

Ἡ παράλλαξις τῆς Σελήνης ἐν τῷ αὐτῷ μὲν τόπῳ μεταβάλλεται μετὰ τῆς ἀποστάσεως αὐτῆς, εἰς διακόρους δὲ τόπους μετὰ τῆς ἀκτίνος τῆς Γῆς.

Ἡ μέση τιμὴ τῆς ὀριζοντίου ἡμερησῆς παραλλάξεως αὐτῆς εἶναι $57'2''$, 7 ἢτοι διπλασία περίπου τῆς φαινομένης διαμέτρου αὐτῆς. Εὐκόλως δὲ ὑπολογίζεται ὅτι ἐκ τῆς Σελήνης ἡ Γῆ φαίνεται ὡς δίσκος δεκαεξαπλάσιος τοῦ Σεληνικοῦ.

99. Ἀπόστασις τῆς Σελήνης.—Ἐκ τῆς ἰσότητος (§ 50)

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

λογ $\frac{\alpha}{\rho} = 1,78007$, ἔθεν $\alpha = 60,266\rho$, ἧτοι 384403 χιλιόμε. 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 πεζὸς μὲ ταχύτητα 5 χιλμ. τὴν ὥραν πρέπει νὰ ὀδεύῃ συνεχῶς ἐπὶ 9 ἔτη.

Δυνάμεθα πρὸς εὑρεσιν τῆς ἀποστάσεως ταύτης νὰ ἐφαρμόσωμεν καὶ τὴν στοιχειωδεστέραν μέθοδον, κατὰ τὴν ὁποίαν εὑρομεν τὴν ἀπόστασιν τοῦ Ἡλίου. Ἐνεκὰ ὅμως τῆς μεγαλυτέρας τιμῆς τῆς παραλλάξεως τῆς Σελήνης, ἢ ἀντικατάστασις τοῦ ἀντιστοίχου τόξου αὐτῆς ὑπὸ τῆς χορδῆς του καὶ τάνάπλιν προκαλεῖ μεγαλύτερον σφάλμα ἢ διὰ τὸν Ἡλίον.

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

Ἡ εὐρεθεῖσα τιμὴ 60,266ρ εἶναι ἡ μέση ἀπόστασις τῆς Σελήνης ἀπὸ τὴν Γῆν. Ἡ μεγίστη τιμὴ τῆς ἀποστάσεως ταύτης εἶναι 64ρ, ἡ δὲ ἐλαχίστη 56ρ.

Ἀσκήσεις

144) Νὰ εὑρητε πόσον χρόνον χρειάζεται τὸ φῶς διὰ νὰ φθάσῃ ἀπὸ τὴν Σελήνην εἰς τὴν Γῆν.

145) Ἄν ἦτο δυνατόν ἐν ἀεροπλάνον νὰ ὑπερνικήσῃ τὴν ἑλξὶν τῆς Γῆς καὶ νὰ ἰπταται συνεχῶς μὲ ταχύτητα 800 χιλιομέτρων τὴν ὥραν, νὰ εὑρητε πόσον χρόνον θὰ ἐχρειάζετο νὰ φθάσῃ εἰς τὴν Σελήνην.

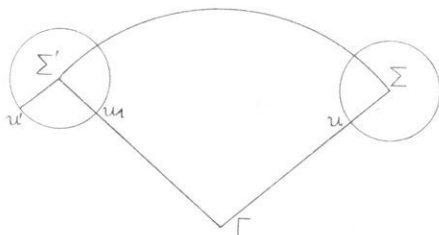
146) Νὰ συγκρίνητε τὴν ἀκτῖνα τοῦ Ἡλίου πρὸς τὴν ἀπόστασιν τῆς Σελήνης ἀπὸ τῆς Γῆς.

100. Περιστροφή 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,



Σχ. 66.

ἦτοι εἰς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου. Μετὰ χρόνον τ ἡ Σελήνη εὐρίσκεται εἰς ἄλλην θέσιν Σ'. Ἐὰν αὐτὴ δὲν ἐστρέφετο περὶ ἄξονα, ἡ ἀκτίς Σκ θὰ μετετίθετο παραλλήλως πρὸς ἑαυτὴν καὶ θὰ ἤρχετο εἰς θέσιν Σ'κ', ἡ δὲ κηλὶς θὰ ἐφαίνετο εἰς θέσιν κ'

ἀνατολικώτερον τοῦ κέντρον κ₁ ὕπερ ὡς εἵπομεν, δὲν συμβαίνει.

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.

Χρειαζέται λοιπὸν ἡ Σελήνη διὰ μίαν πλήρη περὶ ἑαυτὴν στροφὴν, ὅσον χρειαζέται 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 θετικὸν περὶ τοῦ ὅλου σχήματος αὐτῆς δεικνύει.

Θεωρητικῶς ὅμως ἀποδεικνύεται ὅτι ἔνεκα τῆς ἀμοιβαίας ἑλξεως Γῆς καὶ Σελήνης, ἡ Σελήνη ἔλαβεν, ὅτε διετέλει ἐν ρευστῇ καταστάσει, τὸ σχῆμα ἐλλειψοειδοῦς μετὰ τριῶν ἀνίσων ἀξόνων, ὧν μεγαλύ-

τερος είναι ο κατατευθυνόμενος προς την Γῆν και μικρότερος ο ἄξων περιστροφῆς αὐτῆς. Ἡ διαφορὰ ὅμως μεταξύ τῶν τριῶν τούτων ἀξόνων είναι σχετικῶς πρὸς τὰ μεγέθη αὐτῶν πολὺ μικρὰ καὶ κατ' ἀκολουθίαν δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν τὴν Σελήνην σχεδὸν σφαιρικῆν.

102. Μέγεθος τῆς Σελήνης.— Μεταξὺ τῆς φαινομένης διαμέτρου Δ τῆς Σελήνης, τῆς ἀκτίνος P αὐτῆς καὶ τῆς ἀποστάσεώς της ἀπ' ἡμῶν ἀληθεύει (§ 35) ἡ ἰσότης $\alpha = \frac{2P}{\Delta}$. Ἄλλ' εἶναι (§ 50) καὶ

$$\alpha = \frac{\rho}{\eta\mu\pi} \text{ καὶ κατὰ}$$

$$\text{προσέγγισιν } \alpha = \frac{\rho}{\pi}.$$

Ἐκ τούτων ἔπεται

$$\text{ὅτι } \frac{2P}{\Delta} = \frac{\rho}{\pi} \text{ καὶ } P =$$

$$\frac{\Delta\rho}{2\pi}. \text{ Ἐπειδὴ δὲ εἶναι}$$

$$\Delta = 31'7'' = 1867''$$

$$(\text{ § 96 }) \text{ καὶ } \pi =$$

$$57'2'',7 = 3422'',7$$

$$(\text{ § 98 }), \text{ εὐρίσκομεν } P = \frac{1867\rho}{6845,4} = 0,27\rho.$$

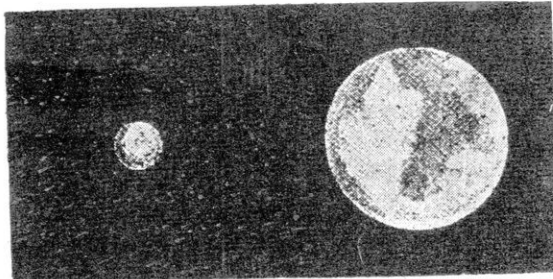
Εἶναι λοιπὸν ἡ ἀκτίς τῆς Σελήνης ἴση περίπου πρὸς τὰ 0,27 τῆς γῆνης ἰσημερινῆς ἀκτίνος.

Ἀσκήσεις

147) Νὰ εὗρητε τὸν ὄγκον τῆς Σελήνης συναρτήσει τοῦ ὄγκου τῆς Γῆς.

148) Οἱ ἀστρονόμοι εὗρον ὅτι ἡ μᾶζα τῆς Σελήνης εἶναι τὸ $\frac{1}{81}$ τῆς μᾶζης τῆς Γῆς. Νὰ εὗρητε τὴν πυκνότητα τῆς Σελήνης συναρτήσει τῆς πυκνότητος τῆς Γῆς καὶ ἔπειτα ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ (40 K).

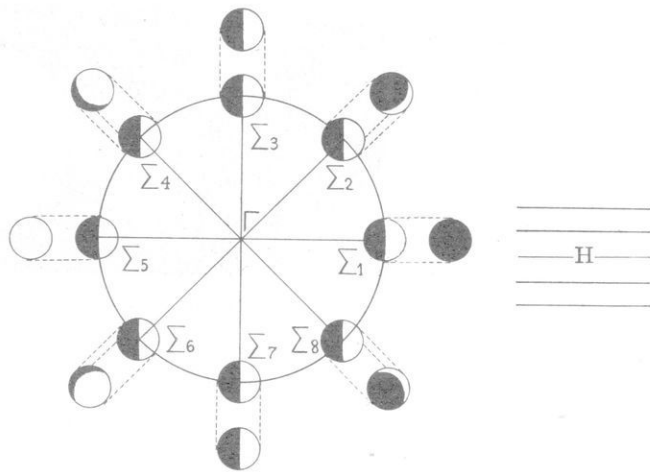
103. Φάσεις τῆς Σελήνης.—Τὰ διάφορα σχήματα, μὲ τὰ ὁποῖα φαίνεται ἡ Σελήνη ἐντὸς μηνὸς περίπου, καλοῦνται φάσεις τῆς Σελήνης. Ἐν πρώτοις τὰ διάφορα ταῦτα σχήματα ἀποδεικνύουσιν ὅτι τὸ σχεδὸν σφαιρικὸν τοῦτο ἄστρον εἶναι σῶμα μὴ αὐτόφωτον, ἀλλ' ἱκανὸν νὰ ἀνακλᾷ τὸ ἐπ' αὐτοῦ προσπίπτον ἠλικὸν φῶς.



Συγκριτικὸν μέγεθος Γῆς καὶ Σελήνης.

Τὸ πρὸς τὸν ἥλιον ἐστραμμένον ἡμισφαίριον τῆς Σελήνης φω-
τιζεται ὑπ' αὐτοῦ καὶ χωρίζεται ἀπὸ τοῦ μὴ φωτιζομένου διὰ γραμ-
μῆς, ἣτις καλεῖται **κύκλος φωτισμοῦ** τῆς Σελήνης. Ἀναλόγως δὲ τῆς
πρὸς τὴν Γῆν θέσεως τοῦ φωτιζομένου ἡμισφαιρίου τῆς Σελήνης, τὸ
δρατὸν ἀφ' ἡμῶν μέρος αὐτῆς εἶναι κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον μέγα.

Τῷ ὄντι ὑποθέσωμεν χάριν ἀπλότητος ὅτι ἡ Σελήνη γράφει περὶ
τὴν Γῆν περιφέρειαν κύκλου, οὗ τὸ ἐπίπεδον συμπίπτει μετὰ τῆς Ἐκ-
λειπτικῆς (ὑπόθεσις ὀλίγον ἀπέχουσα τῆς ἀληθείας) καὶ ὅτι ὁ ἥλιος



Σχ. 67

μένει ἀκίνητος, ἡ δὲ Σελήνη κινεῖται περὶ τὴν Γῆν οὐχὶ μετὰ τὴν πρα-
γματικὴν τῆς γωνιώδη ταχύτητα, ἀλλὰ μετὰ τὴν διαφορὰν τῆς γωνιώ-
δους ταχύτητος τοῦ ἥλιου ἀπὸ τῆς γωνιώδους ταχύτητος τῆς Σε-
λήνης.

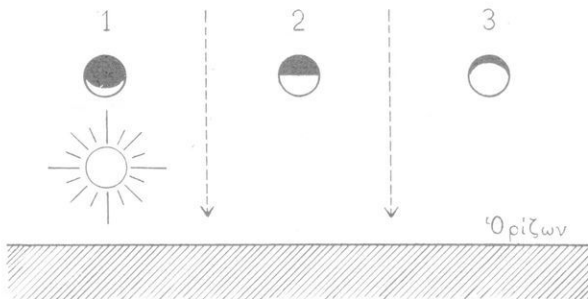
Ἐπειδὴ ὁ ἥλιος εὐρίσκεται εἰς μεγίστην ἀπόστασιν ἐπιτρέπεται
νὰ θεωρήσωμεν τὰς ἀκτῖνας H (σχ. 67) παραλλήλους. Εἶναι δὲ προ-
φανῶς ὁ κύκλος φωτισμοῦ κάθετος ἐπὶ τὰς ἀκτῖνας H.

1) Νέα Σελήνη.— Ὅταν ἡ Σελήνη εὐρίσκηται εἰς τὴν θέσιν Σ₁
τῆς τροχιάς της, στρέφει πρὸς τὴν Γῆν τὸ μὴ φωτιζόμενον ἡμισφαί-
ριον αὐτῆς καὶ εἶναι κατ' ἀκολουθίαν ἀόρατος. Λέγομεν δὲ ὅτι ἔχομεν
νέαν Σελήνην ἢ νοουμηνίαν.

Κατὰ τὴν θέσιν ταύτην ἡ Σελήνη ἀνατέλλει καὶ δύει συγχρόνως μετὰ τοῦ Ἑλίου.

Μετὰ τινὰς ἡμέρας ἡ Σελήνη φθάνει εἰς ἄλλην τινὰ θέσιν, Σ_2 τῆς τροχιάς τῆς, ὅτε μικρὸν μέρος τοῦ ὑπὸ τοῦ Ἑλίου φωτιζομένου ἡμισφαιρίου αὐτῆς εἶναι ἐστραμμένον πρὸς τὴν Γῆν καὶ κατ' ἀκολουθίαν ὁρατόν.

Φαίνεται δὲ ἡμῖν τοῦτο πρὸς Δυσμὰς μετὰ τὴν δύσιν τοῦ Ἑλίου 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 Σ_1 .



Δύσεις τῆς Σελήνης κατὰ τὰς πρὸ τῆς Πανσελήνου φάσεις αὐτῆς.

2) Πρῶτον τέταρτον. Μετὰ 7 ἡμέρας καὶ 9 ὥρας ἀπὸ τῆς νέας Σελήνης, ἡ Σελήνη διανύσασα τόξον 90° πρὸς Ἀνατολὰς εὐρίσκεται εἰς τὴν θέσιν Σ_3 . Τότε βλέπομεν αὐτὴν ὡς φωτεινὸν ἡμικύκλιον μὲ τὸ κυρτὸν πρὸς δυσμὰς.

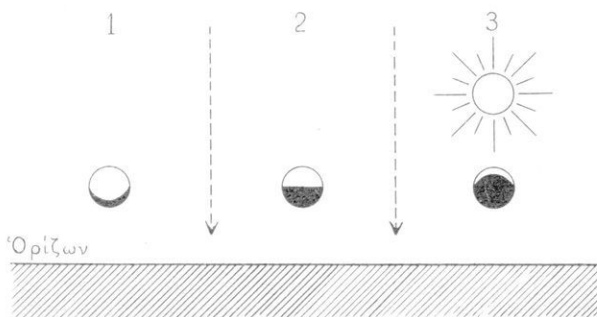
Ἡ φάσις αὕτη καλεῖται **πρῶτον τέταρτον**. Κατ' αὐτὴν ἡ Σελήνη μεσουρανεῖ ἄνω, καθ' ἣν στιγμὴν ὁ Ἑλιος δύει.

Ἀπὸ τοῦ α' τετάρτου τὸ ὁρατὸν 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 Σ_5 τῆς τροχιάς τῆς. Κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην ὁλόκληρον τὸ φωτεινὸν αὐτῆς ἡμισφαίριον εἶναι πρὸς τὴν Γῆν ἐστραμμένον καὶ φαίνεται ὡς πλήρης φωτεινὸς δίσκος.

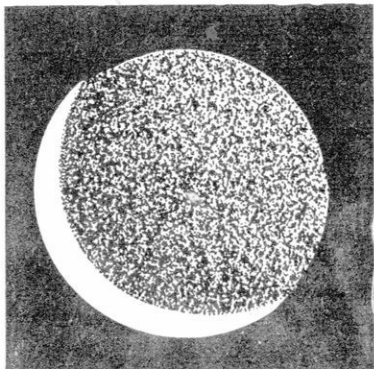
Ἡ φάσις αὕτη καλεῖται **πανσέληνος**. Κατὰ ταύτην ἡ Σελήνη ἀνατέλλει, ὅταν δῦῃ ὁ Ἥλιος καὶ μεσουρανεῖ ἄνω τὸ μεσονύκτιον.

Ἀπὸ τῆς πανσελήνου αἱ αὐταὶ φάσεις ἀναπαράγονται, ἀλλὰ κατ' ἀντίστροφον τάξιν· ὁ φωτεινὸς δηλαδὴ δίσκος, ὃν βλέπομεν σμικρύνεται βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον.



Δύσις τῆς Σελήνης κατὰ τὰς μετὰ τὴν Πανσέληνον φάσεις αὐτῆς

4) Τελευταῖον τέταρτον. Μετὰ 7 ἡμέρας καὶ 9 ὥρας ἀπὸ τῆς πανσελήνου ἡ Σελήνη φθάνει εἰς τὴν θέσιν Ση τῆς τροχιάς της καὶ στρέφει πρὸς τὴν Γῆν τὸ ἥμισυ τοῦ φωτεινοῦ αὐτῆς ἡμισφαιρίου, ὕπερ φαίνεται ἡμῖν ἐν τῷ Οὐρανῷ ὑπὸ μορφὴν ἡμικυκλίου.



Τεφρώδες φῶς τῆς Σελήνης

Ἡ φάσις αὕτη καλεῖται **τελευταῖον τέταρτον**. Κατ' αὐτὴν ἡ Σελήνη ἀνατέλλει τὸ μεσονύκτιον, στρέφει δὲ τὸ κυρτὸν τοῦ φωτεινοῦ ἡμικυκλίου πρὸς ἀνατολάς.

Ἀπὸ τῆς φάσεως ταύτης τὸ ὀρατὸν μέρος τῆς Σελήνης γίνεται μηνίσκος, οὗ τὸ πλάτος βαίνει συνεχῶς ἐλαττούμενον, μέχρις οὗ μηδενισθῆ κατὰ τὴν Νέαν Σελήνην. Ὁ μηνίσκος οὗτος στρέφει τὸ κυρτὸν πρὸς Ἀνατολάς καὶ εἶναι ὄρατὸς τὴν πρωτῶν πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ Ἥλιου.

Σ η μ ε ι ω σ ι ς. Ὄταν ἡ Σελήνη εἶναι μνησοειδής, βλέπομεν κατὰ τὴν νύκτα καὶ τὸ ὑπόλοιπον μέρος τοῦ σεληνιακοῦ δίσκου φωτιζόμενον ὑπὸ ἀμυδροῦ φωτός. Τὸ φῶς τοῦτο, **τεφρῶδες φῶς** καλούμενον, προέρχεται ἐκ τῆς Γῆς, ἥτις ἀνακλᾷ πρὸς τὴν Σελήνην τὸ ἐπ' αὐτῆς προσπίπτον ἡλιακὸν φῶς.

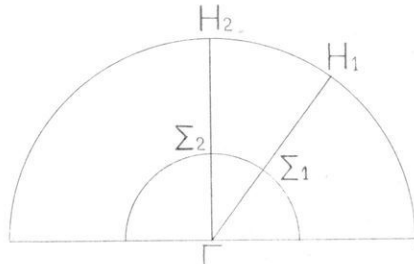
Κατὰ τὰς ἄλλας τῆς Σελήνης φάσεις τὸ τεφρῶδες φῶς εἶναι ἀόρατον. Διότι ὀλιγώτερον φωτεινὸν μέρος τῆς Γῆς στρέφεται πρὸς τὴν Σελήνην, καὶ διότι τὸ φῶς τῆς Σελήνης ἐντατικώτερον ὄν, καθιστᾷ ἀόρατον τὸ τεφρῶδες φῶς.

104. Ἐποχή τῆς σελήνης. Συζυγία. Τετραγωνισμοί.— Ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου καλεῖται **ἀποχή** τῆς Σελήνης. Κατὰ τὴν νέαν Σελήνην, ἡ ἀποχή αὐτῆς εἶναι 0° λέγομεν δὲ τότε ὅτι ἡ Σελήνη εὐρίσκεται εἰς **σύνοδον**.

Κατὰ τὴν πανσέληνον ἡ ἀποχή τῆς Σελήνης εἶναι 180° λέγομεν δὲ τότε ὅτι ἡ Σελήνη εὐρίσκεται εἰς **ἀντίθεσιν**.

Ἡ σύνοδος καὶ ἡ ἀντίθεσις ὁμοῦ καλοῦνται **συζυγία**.

Ὄταν ἡ ἀποχή τῆς Σελήνης εἶναι 90° , λέγομεν ὅτι ἡ Σελήνη εὐρίσκεται εἰς **τετραγωνισμόν**. Τοῦτο συμβαίνει κατὰ τὸ πρῶτον καὶ τὸ τελευταῖον τέταρτον.



Σχ. 68

105. Ἀστρικός καὶ συνοδικὸς μῆν.— Ἀστρικός μῆν ἢ ἀστρική περιφορὰ τῆς Σελήνης καλεῖται ὁ χρόνος, ὃ ὁποῖος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἀποκαταστάσεων αὐτῆς εἰς τὸν ὠριαῖον τοῦ αὐτοῦ ἀπλανοῦς ἀστέρος.

Συνοδικὸς μῆν ἢ συνοδική περιφορὰ τῆς Σελήνης καλεῖται ὁ χρόνος, ὃ ὁποῖος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν συνόδων ἢ ἀντιθέσεων.

Ὁ συνοδικὸς μῆν εἶναι μεγαλύτερος τοῦ ἀστρικοῦ διὰ τὸν ἀκόλουθον λόγον :

Ἐστωσαν Σ_1 καὶ H_1 (σχ. 68) αἱ θέσεις τῆς Σελήνης καὶ τοῦ Ἡλίου κατὰ τινὰ σύνοδον ἐπὶ τοῦ ὠριαίου ἀπλανοῦς ἀστέρος Α. Μετὰ ἓνα ἀστρικὸν μῆνα ἡ Σελήνη φθάει εἰς τὸν αὐτὸν ὠριαῖον, ἥτοι εἰς τὴν θέσιν Σ_1 τῆς τροχίᾳς τῆς χωρὶς νὰ εὐρεθῇ εἰς σύνοδον, διότι ὁ Ἡ-

λιος κινούμενος ἐκ Δ πρὸς Α 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_1H_2 , ὅπερ διαγράφει ὁ Ἥλιος ἐντὸς ἐνὸς συνοδικοῦ μηνός.

Ἡ διάρκεια σ τοῦ συνοδικοῦ μηνός ὑπολογισθεῖσα διὰ παρατηρήσεων εἶναι 29 μ. ἡλ. ἡμ.. 12 ὥραι 44 π. 2,9δ.

Διὰ νὰ εὐρωμεν τὴν διάρκειαν α τοῦ ἀστρικοῦ μηνός, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ Σελήνη εἰς χρόνον σ διανύει $360^\circ + \Sigma_1\Sigma_2 = 360 + H_1H_2$ ἄρα διὰ νὰ διανύσῃ 360° χρειάζεται α $= \frac{360^\circ \sigma}{360^\circ + H_1H_2}$. Ἐπειδὴ δὲ τόξον H_1H_2 διανύεται ὑπὸ τοῦ Ἥλιου εἰς χρόνον σ, ἔπεται ὅτι ἰσοῦται πρὸς $\frac{360^\circ \sigma}{\tau}$, ἂν εἶναι τ ἡ διάρκεια τοῦ ἀστρικοῦ ἔτους. Ἄρα $\alpha = \frac{\tau \sigma}{\tau + \sigma} = 27$ ἡμέραι 7 ὥραι 43π. 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, ἰδίᾳ περὶ τὴν γραμμὴν τὴν χωρίζουσαν τὸ φωτεινὸν ἀπὸ τοῦ σκοτεινοῦ ἡμισφαιρίου αὐτῆς, ἔνθα αἱ ἀκτῖνες προσπίπτουσι πλαγίως.

Τὰ ὄρη διακρίνονται ἐκ τῆς σκιᾶς, ἣν ρίπτουσιν ἐπὶ τοῦ σεληνιακοῦ δίσκου, ἐν ᾧ τὰ πρὸς τὸν Ἥλιον μέρη εἶναι φωτεινά.

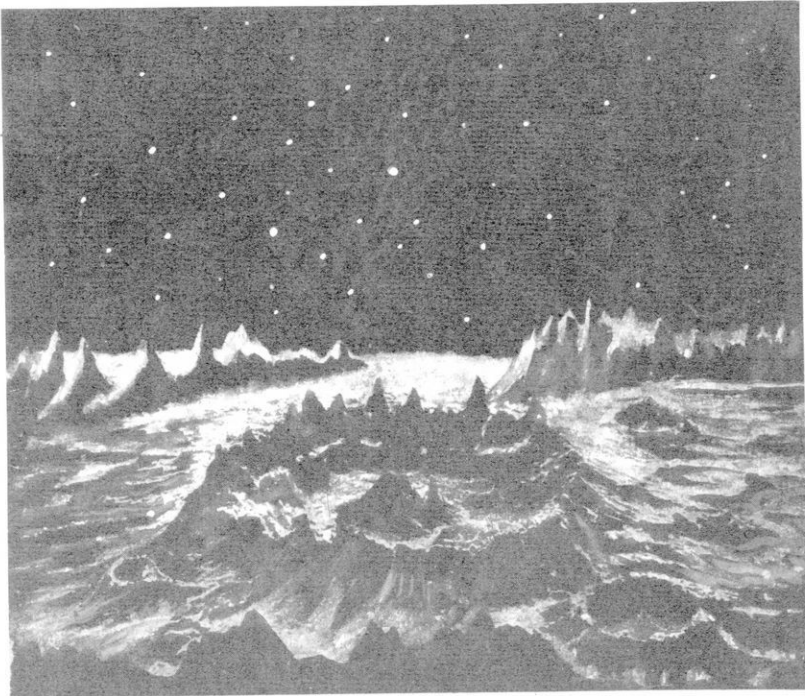
Τὰ ἀμυδρότερα μέρη τῆς Σελήνης εἶναι εὐρεῖαι πεδιάδες, ὀλιγώτερον ἢ αἱ κορυφαὶ τῶν ὀρέων ἀνακλιῶσαι ἡλιακὸν φῶς. Αἱ πεδιάδες αὗται ἐκλήθησαν ὑπὸ τοῦ Γαλιλαίου **θ ἄ λ α σ σ α ι**.

Περὶ τὰ δέκα μόνον ὄρη τῆς Σελήνης εἶναι διατεθειμένα κατὰ ὀγκῶδεις ὀροστοιχίας, ὡς ἐπὶ τῆς Γῆς τὰ Ἰμαλία, αἱ Ἄλπεισ κ.τ.λ.

Τὰ πλεῖστα ἄλλα εἶναι μεμονωμένα, κωνοειδῆ, τὸ πλεῖστον καὶ φέρουσιν ἐπὶ τῶν κορυφῶν αὐτῶν μεγάλας καυλότητας, ἃς ἐκάλεσαν κρατῆρας, ἔνεκα τῆς πρὸς τοὺς κρατῆρας τῶν γῆινων ἡφαιστειῶν ὁμοιότητος αὐτῶν. Ἡ διάμετρος πολλῶν ἐκ τῶν κρατῆρων τούτων εἶναι

πολύ μεγαλύτερα τῆς διαμέτρου τῶν κρατήρων τῆς Γῆς, οἱ δὲ πυθμῆνες τῶν εὐρέων τούτων κρατήρων ἀληθῆ ἀποτελοῦσιν ὄροπέδια, ἐκ τῶν ὁποίων ἀνέρχεται συνήθως βουνόν τι.

Τὸ ὕψος τῶν ὄρέων τῆς Σελήνης εἶναι σχετικῶς πρὸς τὸν ὄγκον αὐτῆς μέγιστον. Τὸ ὑψηλότερον τούτων ἔχει ὕψος 8 830μ., ἤτοι τὸ 1:200



Σεληνιακὸς κρατῆρ

περίπου τῆς ἀκτῖνος τῆς Σελήνης, ἐν ᾧ τὸ ὑψηλότερον ὄρος τῆς Γῆς (Ἐβερέστ Ἰμαλαίων) ἔχει ὕψος 8 840μ., ἤτοι τὸ $\frac{1}{720}$ τῆς ἀκτῖνος τῆς Γῆς.

Παρατηροῦμεν ἐπίσης ἐπὶ τῆς Σελήνης, ὅταν ἐξετάζωμεν αὐτὴν δι' ἰσχυροῦ τηλεσκοπίου καὶ κατὰ τὴν πανσέληνον, μακρὰς ὑπολεύκουσ καὶ σχεδὸν εὐθείας γραμμὰς, αἵτινες κατὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς φαίνονται ὡς μελαναὶ κηλῖδες. Αὗται θεωροῦνται ὡς διώρυγες, ὧν τὸ μὲν

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

Κατὰ ταῦτα τὸ ἔδαφος τῆς Σελήνης εἶναι πολὺ ἀνωμαλότερον τοῦ ἔδαφους τῆς Γῆς. Ἐκ τούτου πρέπει νὰ συμπεράνωμεν ὅτι τοῦτο κατὰ τὸν σχηματισμὸν τοῦ ὑπέστη σφοδροὺς κλονισμοὺς.



Φωτογραφία Σελήνης κατὰ τὸ πρῶτον τέταρτον.

μῆς, ἤτοι ἐπὶ τῶν διαφόρων αὐτῆς τόπων αἱ ἡμέραι διαδέχονται ἀποτόμως τὰς νύκτας καὶ τὰνάπαλιν. Ἄλλ' ἂν ὑπῆρχεν ἐπὶ τῆς Σελήνης ἀτμόσφαιρα, ἢ ἀπότομος αὐτῆ διαδοχῇ τῶν ἡμερῶν καὶ τῶν νυκτῶν θὰ ἦτο ἀδύνατος, διότι θὰ παρήγετο καὶ ἐκεῖ λυκαυγὲς καὶ λυκόφως.

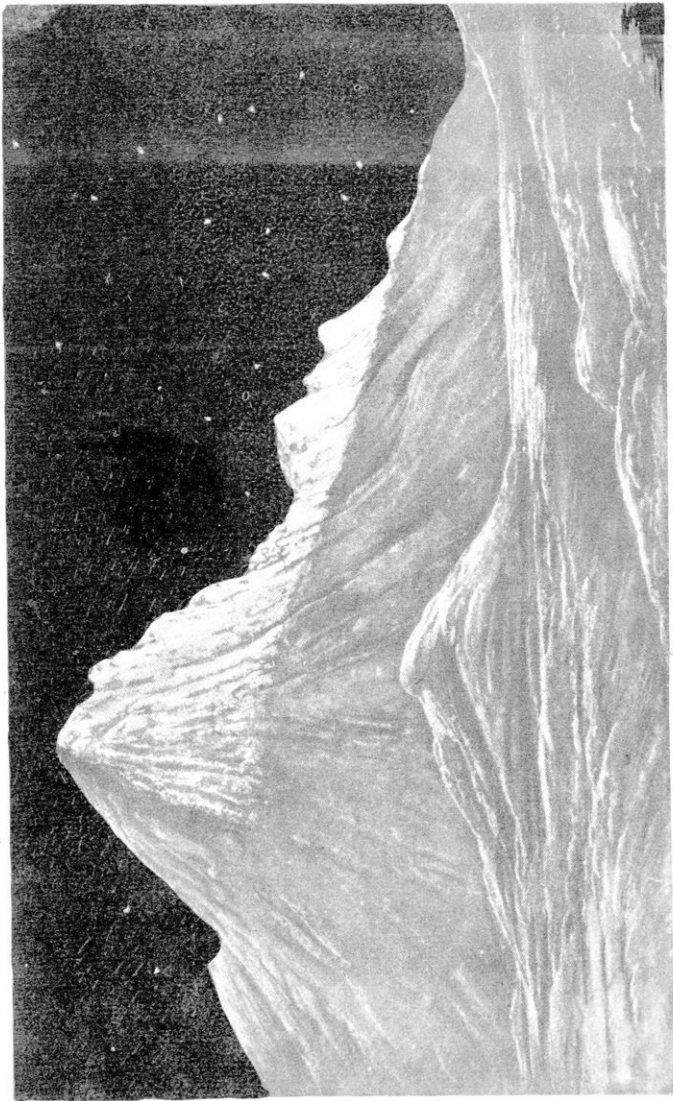
3) Ἄν ἡ Σελήνη εἶχεν ἀτμόσφαιραν, κατὰ τὰς ἐκλείψεις τοῦ Ἡ-

107. Ἀτμόσφαιρα καὶ ὕδωρ τῆς Σελήνης. — Διάφοροι ἐνδείξεις πείθουσιν ἡμᾶς ὅτι ἡ Σελήνη δὲν περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαιρας, ἢ, ἐὰν ἔχη τιαυτήν, αὕτη θὰ εἶναι ἀραισιτάτη.

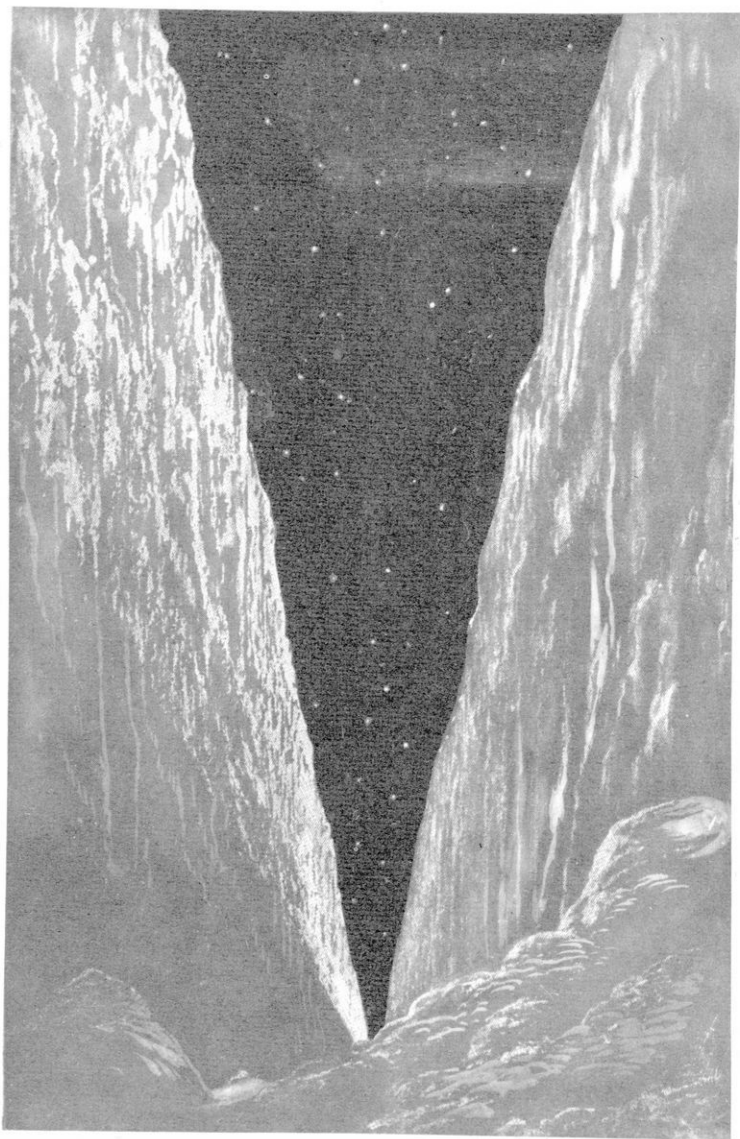
1) Οἱ ἀστέρες, ἔμπροσθεν τῶν ὁποίων διέρχεται ἡ Σελήνη, ἀποκρύπτονται ἀποτόμως. Τοῦτο δὲ δὲν θὰ συνέβαινεν, ἂν ἡ Σελήνη περιβάλλετο ὑπὸ ἀτμοσφαιρας, διότι αὕτη διὰ τῆς ἀπορροφήσεως μέρους τῶν φωτεινῶν τοῦ ἀστέρος ἀκτίνων θὰ συνέτεινεν εἰς τὴν βαθμιαίαν τοῦ ἀστέρος ἀπόκρυψιν.

2) Τὰ φωτεινὰ μέρη τῆς Σελήνης χωρίζονται ἀπο-

τόμως δι' εὐκρινοῦς γραμμῶν, ἢ ἀπότομος αὐτῆ διαδοχῇ τῶν ἡμερῶν καὶ τῶν νυκτῶν θὰ ἦτο ἀδύνατος, διότι θὰ παρήγετο καὶ ἐκεῖ λυκαυγὲς καὶ λυκόφως.



Τὸ ὄρος Huaygen ὕψους 5500 μέτρων εἰς τὰ Σεληνιακὰ Ἀπέωννα κατὰ τὴν δύσιν τοῦ Ἰηλίου.



Μία Σεληνιακή ρωγμή με παρειάς σχεδόν κατακορύφους.

λίου τὸ ἐκτὸς αὐτοῦ προβαλλόμενον μέρος τοῦ σεληνιακοῦ δίσκου ὤφειλε νὰ φαίνεται περιβαλλόμενον ὑπὸ φωτεινῆς στεφάνης, ὡς συμβαίνει τοῦτο ἐπὶ τῆς Ἀφροδίτης κατὰ τὴν πρὸ τοῦ Ἡλίου δίοδον αὐτῆς. Τοιαύτη ὅμως στεφάνη οὐδέποτε παρατηρήθη 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 ἀραιοτάτη ἀτμόσφαιρα (πίεσις 1 χλσμ.).

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

Ἐπειδὴ δὲν ὑπάρχει ἐπὶ τῆς Σελήνης εἰ μὴ ἀραιοτάτη ἀτμόσφαιρα οὐδὲν ἀνθίσταται εἰς τὴν νυκτερινὴν τῆς ἡλιακῆς θερμότητος ἀκτινοβολίαν καὶ κατ' ἀκολουθίαν αἱ μακρὰι ($\frac{1}{2}$ συνοδικοῦ μηνὸς) νύκτες αὐτῆς εἶναι ψυχρόταται. Ἀντιθέτως δὲ αἱ ἡμέραι εἶναι θερμόταται, διότι οὐδεμίαν ἐξασθένησιν συνεπεῖα ἀπορροφῆσεως ὑφίστανται αἱ ἡλιακὰ ἀκτῖνες καὶ διότι ἐκάστη ἡμέρα διαρκεῖ $\frac{1}{2}$ συνοδικοῦ μηνὸς. 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.

Ἀσκήσεις

149) Νὰ εὑρεθῆτε μεταξὺ τίνων ὁρίων μεταβάλλεται ἡ ἀπόκλισις τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης.

150) Νὰ εὑρεθῆτε μεταξὺ τίνων ὁρίων μεταβάλλεται ἡ μεσημβρινὴ ζενιθία ἀπόστασις τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης ἐν Ἀθήναις (γ. πλ. 37° 58' 15", 5 B).

151) Νὰ ὁρίσητε εἰς τίνα βόρεια γεωγρ. πλάτη τὸ κέντρον τῆς πανσελήνου δύναται νὰ μεσουραῇ εἰς τὸ ζενιθ ἐκάστου τόπου.

152) *Αν κατά τινα ἑαρινὴν ἰσημερίαν συμβῆ νὰ εἶναι πανσέ-
ληνος, νὰ εὑρητε πόση θὰ εἶναι τότε ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ τοῦ κέντρου τῆς
Σελήνης.

153) *Αν κατά τινα θερινὴν τροπὴν εἶναι νέα Σελήνη, νὰ εὑρητε
πόση θὰ εἶναι τότε ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ τοῦ κέντρου τῆς Σελήνης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΑΙ ΕΚΛΕΙΨΕΙΣ ΤΗΣ ΣΕΛΗΝΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ

108. Σκιά, μήκος αὐτῆς. *Υποσκίασμα.— Πᾶν σκιερὸν ἄστρον
Σ (σχ.69) φωτιζόμενον ὑπὸ τοῦ Ἡλίου, ρίπτει ὀπισθεν αὐτοῦ σκιάν.
Ἐὰν τὸ σκιερὸν σῶμα εἶναι σφαιρικὸν καὶ μικρότερον τοῦ Ἡλίου, ἡ
σκιά αὐτοῦ ΟΓΔ εἶναι κωνικὴ. Παρατηροῦντες ὅτι τὰ τρίγωνα ΟΣΓ,
ΟΑΗ εἶναι ὅμοια, εὐρίσκομεν ὅτι

$$\frac{ΟΗ}{ΗΑ} = \frac{ΟΣ}{ΣΓ} = \frac{ΗΣ}{ΗΑ-ΣΓ}, \quad \text{ἄρα } \chi = (ΟΣ) = \frac{(ΗΣ) \cdot (ΣΓ)}{(ΗΑ) - (ΣΓ)}. \quad (1)$$

Αἱ ἐξωτερικαὶ τῶν δύο εἰρημένων σφαιρῶν ἐραπτόμεναι ἀποτε-
λοῦσι δύο ἐτέρας κωνικὰς ἐπιφανείας, αἵτινες ἔχουσι κοινὴν κορυφὴν
σημεῖον τι Π τοῦ εὐθυγράμμου τμήματος ΗΣ. Ἐκ τούτων ἡ ΧΠΨ
περιβάλλει πανταχόθεν τὸ σκιερὸν κῶνον.

Ὁ ὀπισθεν τοῦ σκιεροῦ σώματος Σ, ἐντὸς τῆς κωνικῆς ἐπιφανείας
ΧΠΨ καὶ ἐκτὸς τοῦ σκιεροῦ κώνου ΟΓΔ περιεχόμενος χώρος καλεῖται
ὑποσκίασμα. Πᾶν σημεῖον τοῦ υποσκιάσματος φωτίζεται ὑπὸ μέρος
μόνον τοῦ Ἡλίου, ὅπερ εἶναι τόσῳ μικρότερον, ὅσῳ ἐγγύτερον τῆς
σκιᾶς κεῖται τοῦτο.

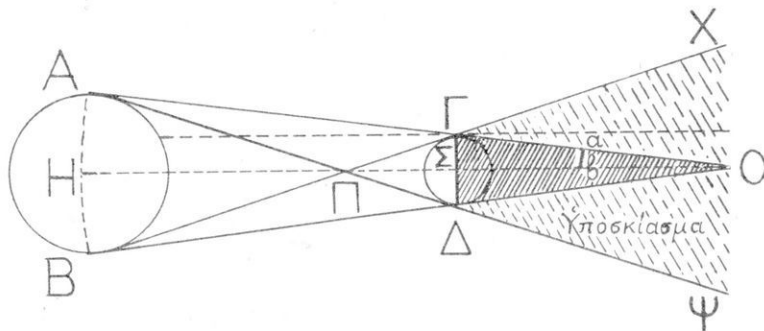
109. Μήκος τῆς σκιάς τῆς Γῆς. Πάχος αὐτῆς εἰς τὴν ἀπό-
στασιν τῆς Σελήνης.— Ἐὰν τὸ ἄστρον Σ (σχ. 69) εἶναι ἡ Γῆ καὶ
καλέσωμεν ρ τὴν ἀκτίνα αὐτῆς ἡ ἰσότης (1) γίνεται $(ΟΣ) =$
 $\frac{23440\rho^2}{108\rho} = 217 \rho$ περίπου. Ἐὰν δὲ $(Σ) = 60\rho$ καὶ νοηθῆ ἕκ τοῦ β
παράλληλος τῇ ΣΓ ἢ βα, ἐκ τῶν ὁμοίων τριγώνων Οβα, ΟΣΓ εὐρίσκο-

μεν ὅτι $(\beta\alpha) = \frac{(O\beta) \cdot (\Sigma\Gamma)}{O\Sigma} = \frac{(217\rho - 60\rho)\rho}{217\rho} = \frac{157\rho^2}{217\rho} = 0,72\rho$ περίπου.

110. Ἐκλειψις τῆς Σελήνης.— Ἡ Σελήνη περιφερομένη περὶ τὴν Γῆν εἰς μέσσην ἀπόστασιν 60ρ συναντᾷ ἐνίοτε τὴν σκιὰν τῆς Γῆς, τῆς ὁποίας τὸ μῆκος εἶναι 217ρ, καὶ εἰσδύει ἐν ὅλῳ ἢ ἐν μέρει εἰς αὐτήν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **ἐκλειψις τῆς Σελήνης**.

Ἡ ἐκλειψις τῆς Σελήνης καλεῖται μερικὴ ἢ ὀλική, καθ' ὅσον μέρος αὐτῆς ἢ ὅλη εἰσδύει εἰς τὴν σκιὰν τῆς Γῆς. Εἶναι δὲ δυνατὴ ὀλικὴ τῆς Σελήνης ἐκλειψις· τῷ ὄντι: Ἄν ποτε τὸ κέντρον τῆς Σελήνης εὐρεθῇ εἰς τὸ β, θὰ εἶναι ὅλη ἐντὸς τῆς σκιᾶς, διότι τὸ τμήμα, βα εἶναι μεγαλύτερον τῆς ἀκτίνας τῆς Σελήνης.

Εἶναι δὲ φανερὸν ὅτι μόνον κατὰ τὰς ἀντιθέσεις εἶναι δυνατόν νὰ συμβαίνωσιν ἐκλείψεις τῆς Σελήνης.



Σχ. 69

Ἐὰν τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς τῆς Σελήνης ἐταυτίζετο μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς Ἐκλειπτικῆς, εἰς ἐκάστην ἀντίθεσιν θὰ συνέβαινεν ὀλικὴ ἐκλειψις τῆς Σελήνης. Ἐπειδὴ ὅμως τὰ δύο ταῦτα ἐπίπεδα σχηματίζουν γωνίαν $5^{\circ} 9'$ περίπου, κατὰ τὰς πλείστας τῶν ἀντιθέσεων ἡ Σελήνη διέρχεται ἐκτὸς τῆς σκιᾶς τῆς Γῆς καὶ ἐκλειψις δὲν γίνεται. Ἴνα συμβῇ τοιαύτη, πρέπει ἡ Σελήνη κατὰ τὴν ἀντίθεσιν νὰ εὐρίσκηται ἐγγύτατα τῆς Ἐκλειπτικῆς, πλησίον δηλαδή τῆς γραμμῆς τῶν συνδέσμων, μὲ τὴν ὁποίαν τότε τὴν αὐτὴν περίπου διεύθυνσιν ἔχει καὶ ὁ ἄξων τῆς σκιᾶς τῆς Γῆς.

Ὁ δίσκος τῆς Σελήνης καὶ κατ' αὐτὴν τὴν ὀλικὴν ἐκλειψιν δὲν εἶναι ἐντελῶς ἀόρατος. Διότι φωτίζεται ὑπὸ χαλκίχρου τινὸς φωτός,

τὸ ὅποιον εἰσδύει ἐντὸς τοῦ σκιεροῦ κώνου τῆς Γῆς ἕνεκα τῆς ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾷ ἡμῶν διαθλάσεως αὐτοῦ.

111. Μῆκος τῆς σκιάς τῆς Σελήνης.— Ἐὰν τὸ ἄστρον Σ (σχ. 69) εἶναι ἡ Σελήνη, εὐρίσκομεν ἐκ τῆς ἰσότητος (1, § 108) ὅτι

$$(ΟΣ) = \frac{0,27ρ \cdot (ΗΣ)}{109ρ - 0,27ρ} = \frac{27(ΗΣ)}{10873}. \quad (1)$$

Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἀπόστασις (ΗΣ) τῆς Σελήνης ἀπὸ τοῦ Ἡλίου εἶναι μεταβλητή, ἔπεται ὅτι καὶ τὸ μῆκος τῆς σκιάς τῆς Σελήνης εἶναι μεταβλητόν. Κατὰ τὴν σύνοδον εἶναι $(ΗΣ) = α - α'$, ἂν α παριστᾷ τὴν τοῦ Ἡλίου ἀπὸ τῆς Γῆς καὶ α' τὴν τῆς Σελήνης ἀπὸ τῆς Γῆς.

Ἡ προηγουμένη λοιπὸν ἰσότης γίνεται διὰ τὴν σύνοδον.

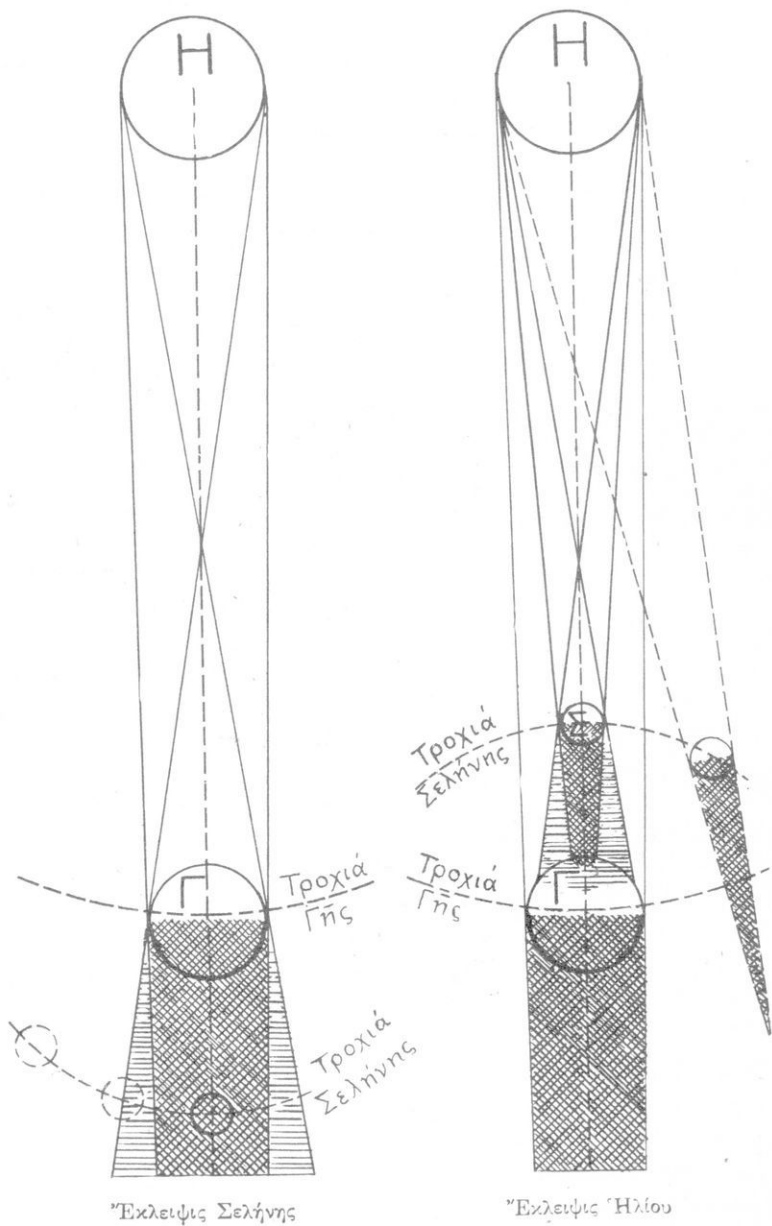
$$(ΟΣ) = \frac{27(α - α')}{10873}. \quad (2)$$

Ἐκ ταύτης βλέπομεν ὅτι κατὰ τὴν σύνοδον ἡ σκιά τῆς Σελήνης ἔχει τὸ μέγιστον μῆκος, ὅταν ὁ Ἡλιος εὐρίσκηται εἰς τὸ ἀπόγειον (α μέγιστον) καὶ ἡ Σελήνη εἰς τὸ περίγειον (α' ἐλάχιστον). Τὸ δὲ ἐλάχιστον μῆκος ἔχει ἡ σκιά, ὅταν ὁ Ἡλιος εὐρίσκηται εἰς τὸ περίγειον (α ἐλάχιστον) καὶ ἡ Σελήνη εἰς τὸ ἀπόγειον (α' μέγιστον). Εὐκόλως δὲ προκύπτει ἐκ τῆς ἰσότητος (2) ὅτι κατὰ τὴν σύνοδον ἡ μὲν μεγίστη τιμὴ τοῦ μῆκους τῆς σκιάς εἶναι 59,6ρ ἢ δὲ ἐλαχίστη 57,6ρ.

112. Ἐκλειψις Ἡλίου.— Ἐπειδὴ κατὰ τὰς συνόδους τὸ μῆκος τῆς σκιάς τῆς Σελήνης κυμαίνεται μεταξύ 57,6ρ καὶ 59,6ρ ἢ δὲ ἀπόστασις τῆς Σελήνης ἀφ' ἡμῶν κυμαίνεται μεταξύ 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 ὑποσκιασματι τῆς Σελήνης κείμενοι βλέπουσι μέρος μόνον τοῦ Ἡλίου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **ἔκλειψις τοῦ Ἡλίου**.

Ἡ ἔκλειψις τοῦ Ἡλίου εἶναι ὀλικὴ μὲν εἰς ὅσους τόπους ἀποκρύπτεται ἅπας ὁ δίσκος τοῦ Ἡλίου, μερικὴ δὲ εἰς ὅσους ἀποκρύπτεται μέρος αὐτοῦ.

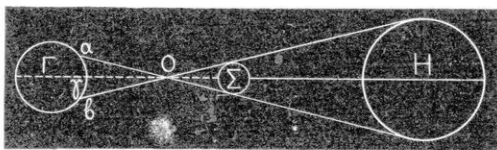
Αἱ πρὸς τὴν Γῆν προεκβολαὶ τῶν γενετειρῶν τοῦ σκιεροῦ τῆς Σελήνης κώνου ἀποτελοῦσιν ἑτέραν κωνικὴν ἐπιφάνειαν αΟβ, ἡ ὁποία ἔχει κοινὴν κορυφὴν μὲ τὴν σκιάν τῆς Σελήνης (σχ. 70). Ἄν τόπος τις εὐρεθῇ ποτε ἐντὸς τοῦ κώνου τούτου, εἶναι δυνατὸν νὰ φαίνηται



ἐξ αὐτοῦ μόνον εἷς φωτεινὸς δακτύλιος, διότι τὸ ἄλλο μέρος τοῦ Ἡλίου ἀποκρύπτεται ὑπὸ τῆς Σελήνης. Τὸ φαινόμενο τοῦτο καλεῖται **δακτυλοειδῆς ἔκλειψις τοῦ Ἡλίου**. Ἡ δακτυλοειδῆς ἔκλειψις καλεῖται **κεντρικὴ δακτυλοειδῆς ἔκλειψις τοῦ Ἡλίου** διὰ πάντα τόπον γ κείμενον ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τοῦ ἄξονος ΣΟ.

Ἐπειδὴ ἡ Σελήνη εἶναι πεντηκοντάκις τῆς Γῆς μικροτέρα, ἡ σκιά αὐτῆς εἶναι ἀδύνατον νὰ περιλάβῃ ὅλην τὴν Γῆν. Κατ' ἀκολουθίαν οὐδεμίαν ὀλικὴν τοῦ Ἡλίου ἔκλειψις εἶναι ὁρατὴ ἀπὸ πάντων τῶν πρὸς τὸν Ἡλίον ἐστραμμένων τόπων τῆς Γῆς.

Ἐὰν ἡ Σελήνη ἐκινεῖτο ἐπὶ τῆς Ἐκλειπτικῆς, καθ' ἑκάστην σύνο-



Σχ. 70

δον θὰ συνέβαιναν ἔκλειψις Ἡλίου. Ἐνεκεν ὅμως τῆς κλίσεως τοῦ ἐπιπέδου τῆς τροχιάς αὐτῆς πρὸς τὴν Ἐκλειπτικὴν, τὸ πλεῖστον κατὰ τὴν σύνοδον ἡ σκιά καὶ τὸ ὑποσκίασμα τῆς Σελή-

νης ἀφῆνουσιν ἐκτὸς αὐτῶν τὴν Γῆν καὶ ἔκλειψις Ἡλίου δὲν γίνεται. Ἴνα συμβῇ τοιαύτη, πρέπει κατὰ τὴν σύνοδον ἡ Σελήνη νὰ εὐρίσκηται πλησίον τῆς Ἐκλειπτικῆς, δηλ. περὶ τὴν γραμμὴν τῶν συνδέσμων.

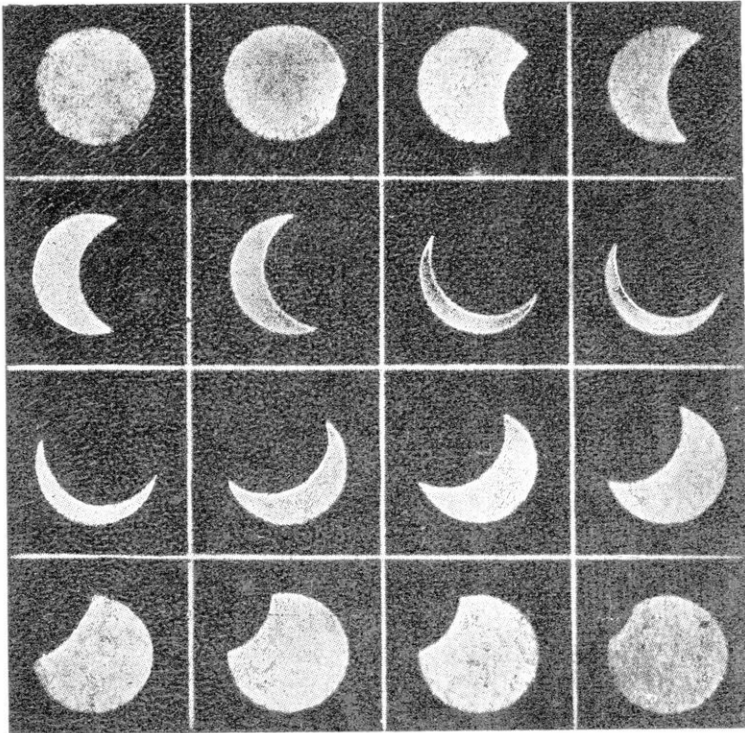
Πᾶσα ὀλικὴ ἔκλειψις τοῦ Ἡλίου ἄρχεται καὶ περατοῦται ὡς μερικὴ ἢ διάρκειά της ὀλικῆς μόνον ἔκλειψεως δὲν ὑπερβαίνει ποτὲ τὰ 7^π.

Ἡ σκιά τῆς Σελήνης δὲν συναντᾷ τὰ αὐτὰ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν ἔκλειψεως 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 Σελήνης εἰς τὴν ἡμερησίαν κίνησιν καὶ τὴν ἰδίαν περὶ τὴν Γῆν κίνησιν τῆς Σελήνης

113. Περίοδος καὶ πληθὸς ἐκλείψεων.—Ἐξ ὅσων περὶ ἐκλείψεων εἶδομεν, γίνεται φανερὸν ὅτι αὐταὶ ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς θέσεως τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Σελήνης ἐν σχέσει πρὸς τὴν γραμμὴν τῶν συνδέσμων.

Δι' ὑπολογισμοῦ εὐρίσκεται ὅτι τὰ σώματα ταῦτα ἐπανέρχονται ἀνά 223 συνοδικούς μῆνας ἢ 18 ἔτη καὶ 11 ἡμέρας εἰς τὴν αὐτὴν θέ-

σιν σχετικῶς πρὸς τὴν γραμμὴν τῶν συνδέσμων. Αἱ ἐκλείψεις ὄθεν αἱ ἐντὸς 18 ἔτων καὶ 11 ἡμερῶν συμβαίνουσαι, ἐπαναλαμβάνονται καὶ κατὰ τὰ ἐπόμενα 18 ἔτη καὶ 11 ἡμέρας αἱ αὐταὶ περίπου καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν τάξιν καὶ οὕτω καθεξῆς.



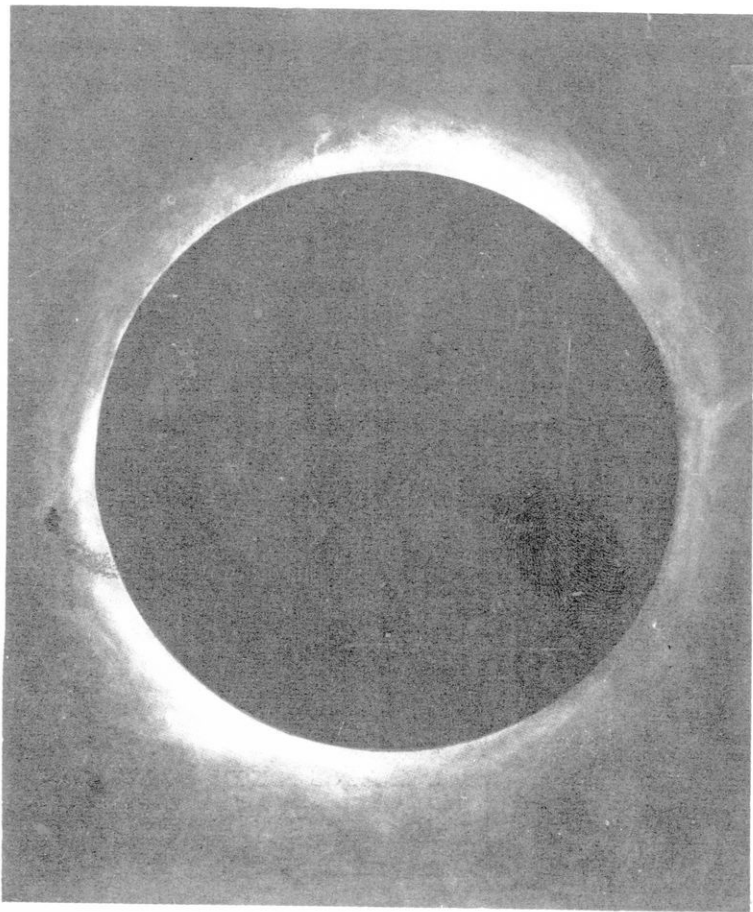
Διαδοχικαὶ φάσεις μιᾶς ἡλιακῆς ἐκλείψεως.

Ἡ περίοδος αὕτη τῶν ἐκλείψεων ὀνομάζεται ὑπὸ τῶν Χαλδαίων σάρος. Ἐχρησίμευε δὲ εἰς τοὺς ἀρχαίους ὡς μέσον πρὸς πρόρρησιν τῶν ἐκλείψεων(1). Σήμερον οἱ ἀστρονόμοι μεταχειρίζονται ἄλλην μᾶλ-

1. Πρῶτος παρ' ἡμῖν ὁ Θαλῆς ὁ Μιλήσιος προεῖπεν ὀλικὴν ἐκλείψιν τοῦ Ἡλίου χρησιμοποιοῦσας τὴν ρηθεῖσαν μέθοδον, τὴν ὅποιαν ἔμαθε παρὰ τῶν Αἰγυπτίων ἱερέων. Βεβαίῳ δὲ ὁ Ἡρόδοτος ὅτι, ἕνεκα τῆς ἐκλείψεως ταύτης, κατέπαυσεν ὁ μεταξὺ Μήδων καὶ Λυδῶν πόλεμος.

λον ἀκριβῆ μέθοδον, διὰ τῆς ὁποίας μετὰ μαθηματικῆς ἀκριβείας προ-
λέγουσι τὰς ἐκλείψεις.

Ὡς εἴπομεν, αἱ ἐκλείψεις τῆς Σελήνης γίνονται κατὰ τὰς ἀντιθέ-



Μία ὁλόκλη ἐκλείψις τοῦ Ἡλίου. Ἐνω διαφαίνεται μία προεξοχή.

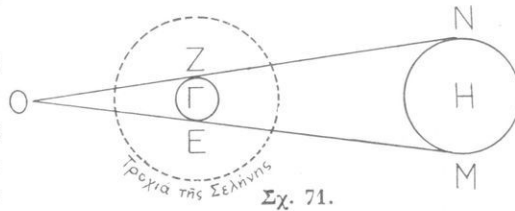
σεις, ὅτε ἡ Σελήνη εἰσδύει ἐντὸς σκιεροῦ κώνου ΟΖΕ (σχ. 71) τῆς
Γῆς. Αἱ δὲ ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου συμβαίνουν κατὰ τὰς συνόδους, ὅτε
ἡ Σελήνη εἰσδύει ἐντὸς τοῦ κολούρου κώνου ΜΝΖΕ.

Ἐπειδὴ δὲ ἡ τομὴ τοῦ MNZE εἶναι μεγαλύτερα ἀπὸ τὴν τομὴν τοῦ OZE, αἱ ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου εἶναι συχνότεραι ἀπὸ τὰς σεληνιακάς. Οὕτως ἐντὸς 223 συνοδικῶν μηνῶν γίνονται 71 ἐκλείψεις, ἐκ τῶν ὁποίων 43 εἶναι ἡλιακαὶ καὶ 28 σεληνιακαί.

Ἀπὸ ἕκαστον ὁμῶς τόπον βλέπομεν περισσότερας ἐκλείψεις τῆς Σελήνης ἢ τοῦ Ἡλίου. Διότι αἱ μὲν τῆς Σελήνης εἶναι ὁραταὶ συγ-

χρόνως ἀπὸ πάντων τῶν τόπων τοῦ πρὸς αὐτὴν ἐστραμμένου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς, αἱ δὲ τοῦ Ἡλίου φαίνονται ἀπὸ ὀλίγων σχετικῶς τόπων, ἀπὸ τῶν ὁποίων διέρχεται ἡ σκιά ἢ τὸ ὑποσκίασμα τῆς Σελήνης ἢ κεῖνται ἐντὸς τοῦ κώνου αΟβ (σχ. 70).

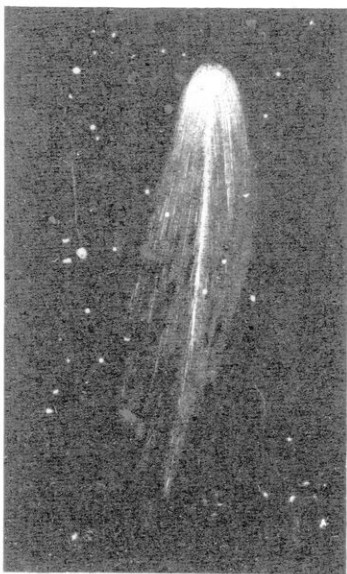
Ἐἰς ἕκαστον ἔτος εἶναι δυνατὸν νὰ συμβῶσι τὸ ὀλιγώτερον 2 ἐκλείψεις καὶ 7 τὸ πολὺ. Ὅταν συμβῶσι 2, θὰ εἶναι ἀμρότεραι ἡλιακαί. Ὅταν συμβῶσι 7, θὰ εἶναι 5 ἡλιακαὶ καὶ 2 σεληνιακαὶ ἢ 4 ἡλιακαὶ καὶ 3 σεληνιακαί.



BIBΛION EKTON
ΚΟΜΗΤΑΙ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄
ΚΟΜΗΤΑΙ

114. Σχήμα τῶν κομητῶν. Σύστασις αὐτῶν.—Οἱ κομηῆται, τῶν ὁποίων ἡ ἐμφάνισις ἐπὶ μακρὸν ὑπῆρξεν αἰτία τρόμου διὰ τὴν ἀνθρωπότητα, εἶναι νεφελώδη ἄστρα κινούμενα περὶ τὸν Ἥλιον.



Ὁ κομηῆτης τοῦ 1881

Γενικῶς ἕκαστος κομηῆτης ἀποτελεῖται ἐκ τῶν ἀκολουθῶν τριῶν μερῶν.

1) Ἐκ τοῦ πυρῆνος, ὅστις εἶναι τὸ πυκνότερον καὶ λαμπρότερον μέρος τοῦ κομηῆτου.

2) Ἐκ τῆς κόμης, ἣτις εἶναι εἶδος νεφελῆς περιβαλλούσης τὸν πυρῆνα.

3) Ἐκ τῆς οὐράς, ἣτις εἶναι ἐπιμήκης προέκτασις τῆς κόμης τοῦ κομηῆτου.

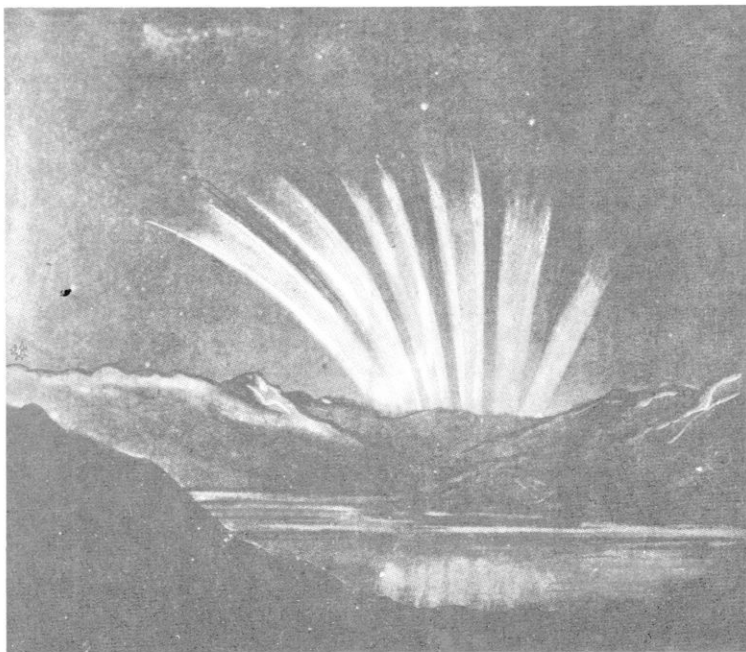
Ὁ πυρῆν καὶ ἡ κόμη ἀποτελοῦσι τὴν **κεφαλὴν** τοῦ κομηῆτου.

Ἡ μορφή ἕκαστου κομηῆτου μεταβάλλεται μετὰ τῆς θέσεως αὐτοῦ πρὸς τὸν Ἥλιον. Ὄταν οἱ κομηῆται εὐρίσκωνται μακρὰν τοῦ Ἥλιου, φαίνονται γενικῶς ὡς ἀμυδροὶ στρογγύλοι νεφελώδεις ἀστέρες. Ἐφ' ὅσον δὲ πλησιάζουσι πρὸς τὸν Ἥλιον γίνονται λαμπρότεροι, σχηματίζεται δὲ βαθμηδὸν καὶ

ἐπιμηκύνεται ἡ οὐρὰ αὐτῶν κατὰ τὴν ἐκ τοῦ Ἥλιου πρὸς τὸν πυρῆνα τοῦ κομηῆτου φοράν.

Καί ἡ μορφή δὲ τῶν κομητῶν δὲν εἶναι δι' ὅλους ἡ αὐτή. Τινὲς δὲν ἔχουσιν οὐράν· ἄλλοι ἔχουσι περισσοτέρας, ὡς ὁ κομήτης τοῦ 1744, ὅστις εἶχεν ἕξ οὐράς.

Οἱ κομηῆται θεωροῦνται ὅτι ἀποτελοῦνται ἐκ σμήνουσ στερεῶν σω-



Ἅ κομήτης τοῦ Chéseaux (1744).

ματίων. Ταῦτα εἶναι λίχν ἀπομεμακρυσμένα ἀπ' ἀλλήλων καί ἕκαστον φέρει περίβλημα ἐξ ἀερίων.

Ἡ φασματοσκοπική ἐξέτασις ἀπέδειξεν ὅτι οἱ κομηῆται διαχέουσι τὸ ἡλιακὸν φῶς, ἔχουσιν ὅμως καί ἴδιον φῶς. Ἡ δὲ ἐξέτασις τοῦ φάσματος τοῦ φωτὸς τούτου ἀπέδειξε τὴν παρουσίαν ἀζώτου, ἀνθρακος καί νατρίου. Παρατηροῦνται δὲ καί ραβδώσεις εἰς τὸ φάσμα τῆς οὐρᾶς μὴ ἀντιστοιχοῦσαι πρὸς οὐδὲν στοιχεῖον· διχτελοῦσι δὲ ἐν αὐτοφῶτῳ καταστάσει. Ὡστε οἱ κομηῆται πλὴν τοῦ φωτὸς, ὅπερ δέχονται παρὰ τοῦ Ἡλίου, ἔχουσι καί ἴδιον φῶς.

Πολλάκις κομῆται διήλθον πλησίον πλανήτου ἢ δορυφόρου τινὸς χωρὶς νὰ ἐπιφέρωσιν ἐπ' αὐτῶν οὐδεμίαν διατάρραξιν. Συμπεραίνομεν λοιπὸν ὅτι ἡ μᾶζα τῶν κομητῶν εἶναι μικρά.

Διὰ μέσου τῆς οὐρᾶς καὶ αὐτῆς ἐστὶ 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 κομῆται.

115. Τροχιαὶ τῶν κομητῶν.—Οἱ κομῆται εἶναι ὄρατοὶ κατὰ τὸν ἐλάχιστον σχετικῶς χρόνον, κατὰ τὸν ὁποῖον εὐρίσκονται πλησίον τοῦ Ἡλίου. Ἐνεκα τούτου ἦτο δύσκολον νὰ προσδιορισθῇ τὸ εἶδος τῶν τροχιῶν αὐτῶν, αἱ ὁποῖαι ἦσαν τελείως ἄγνωστοι εἰς τοὺς ἀρχαίους. Αὐτὸς ὁ Κέπλερος ἐφρόνει ὅτι ἕκαστος κομητῆς κινεῖται ἐπὶ εὐθείας γραμμῆς.

Πρῶτος ὁ Νεύτων ἀνεκάλυψε τὴν φύσιν τῶν κομητικῶν τροχιῶν.

Μετὰ τὴν ἀνακάλυψιν τοῦ νόμου τῆς παγκοσμίου ἑλξεως εὔρεν ὅτι ἡ τροχιά ἑνὸς κομητῆς δύναται νὰ εἶναι ἑλλειψις, τῆς ὁποίας τὴν μίαν ἐστὶν κατέχει ὁ Ἡλιος, ἢ καὶ παραβολή (1), τῆς ὁποίας τὴν

ἐστὶν κατέχει ὁ Ἡλιος. Τὴν ὑπόθεσιν ταύτην ἠδυνήθη ἐντὸς ὀλίγου νὰ ἐπιβεβαιώσῃ ὡς ἀκολούθως :

Κατὰ τὸ ἔτος 1680 ἐνεφανίσθη κομητῆς, ὁ ὁποῖος ἐπλησίαζε ταχύτατα πρὸς τὸν Ἡλιον καὶ ἔπειτα ἐξηφανίσθη ἐντὸς τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων. Μετὰ 17 ἡμέρας ἀπὸ τῆς ἐξαφανίσεώς του ἐφάνη μεγαλοπρεπῆς κομητῆς ἐξερχόμενος τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων ἀπὸ θέσεως κειμένης ἀπέναντι ἐκείνης, εἰς τὴν ὁποίαν ὁ πρῶτος εἶχεν ἐξαφανισθῆ.

1. Παραβολὴ εἶναι ἀνοικτὴ ἐπίπεδος καμπύλη γραμμῆ. Ἐκαστον σημεῖον αὐτῆς ἀπέχει ἴσον ἀπὸ ὀρισμένου σημείου καὶ ἀπὸ ὀρισμένης εὐθείας τοῦ ἐπίπεδου αὐτῆς.

Ἀπέδειξεν δὲ ὁ Νεύτων ὅτι αἱ τροχιαὶ ΒΓ καὶ ΔΕ συνέπιπτον εἰς μίαν. Κατ' ἀκολουθίαν ἐπρόκειτο περὶ τοῦ αὐτοῦ κομήτου, ὅστις κατέστη ἄρακτος, καθ' ὃν χρόνον διέγραψε τὸ μέρος ΓΑΔ τῆς τροχιάς του περὶ τὸ περιήλιον (σχ. 72).

Τὸ περὶ τὸ περιήλιον τόξον ΓΑΔ ἑλλειψωσὺς λίαν ἐπιμήκους εἶναι δυνατὸν σχεδὸν νὰ ταυτίζηται μὲ τόξον παραβολῆς, ἣτις ἔχει ἑστίνην Η. Μένει λοιπὸν ἀκαθόριστον, ἂν ἡ τροχιά τοῦ κομήτου εἶναι παραβολικὴ ἢ ἑλλειπτικὴ.

Ὁ Νεύτων ἐπενόησε μέθοδον, διὰ τῆς ὁποίας εἶναι δυνατὸν μὲ τρεῖς παρατηρήσεις ἐνὸς κομήτου νὰ ὑπολογίζωνται 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 καταδειχθῇ ὅτι νέος τις κομήτης ἀκολουθεῖ τὴν τροχίαν ἐτέρου πρότερον παρατηρηθέντος κομήτου, πιθανὸν νὰ πρόκειται περὶ τοῦ ἰδίου κομήτου· ὁ δὲ μεταξὺ τῶν δύο ἐμφανίσεων χρόνος X' περιιστᾷ τὴν ἀστρικὴν αὐτοῦ περιφορὰν. Ἐὰν δὲ X εἶναι ἡ διάρκεια τοῦ ἀστρικοῦ ἔτους, α ἡ μέση ἀπόστασις τοῦ Ἡλίου ἀπὸ τῆς Γῆς, καὶ α' ὁ μέγας ἡμιᾶξων τῆς τροχιάς τοῦ κομήτου, κατὰ τὸν γ' νόμον τοῦ Κεπλέρου θὰ εἶναι

$$\frac{\alpha'^3}{\alpha^3} = \frac{X'^2}{X^2}, \quad \text{ὅθεν } \alpha' = \alpha \sqrt[3]{\left(\frac{X'}{X}\right)^2}.$$

Ἐὰν δὲ μετὰ πάροδον χρόνου X' ἐμφανισθῇ ἐκ νέου κομήτης διαγράφων τὴν αὐτὴν περίπου τροχίαν, ἀσφαλῶς πρόκειται περὶ διαδοχικῶν ἐμφανίσεων τοῦ αὐτοῦ κομήτου καὶ ἡ τροχιά αὐτοῦ εἶναι ἑλλειψις, ἥς ὁ μέγας ἄξων ἔχει μῆκος :

$$2\alpha' = 2\alpha \sqrt[3]{\left(\frac{X'}{X}\right)^2}.$$

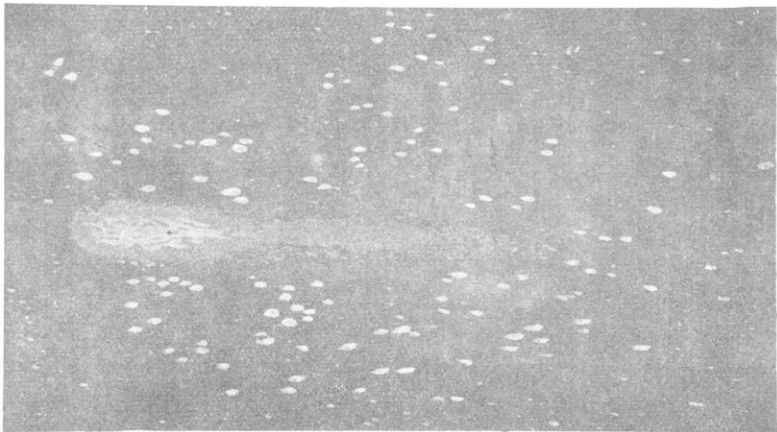
Αἱ τοιαῦται ὑπὸ κομητῶν διαγραφόμεναι ἑλλείψεις εἶναι συνήθως λίαν ἐπιμήκεις καὶ ἐπεκτείνονται αἰ πλείστοι πέραν τῆς τροχιάς τοῦ Ποσειδῶνος καὶ Πλούτωνος.

Διὰ τοὺς πλείστους δὲ τῶν μέχρι τοῦδε παρατηρηθέντων κομητῶν δὲν καταρθώθη νὰ εὐρεθῇ, 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 διῆλθον 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.

Ἀξιοσημεῖωτοι περιοδικοί κομήται εἶναι οἱ ἑξῆς :

Α' . Κομήτης τοῦ Halley. Τὴν περιοδικότητα αὐτοῦ ὑπελόγησεν ὁ Ἀγγλος 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 παρατήρησε ὅτι αὕτη σχεδὸν συνέπιπτε μὲ τὴν τροχίαν τοῦ κομήτου, ὅστις εἶχε παρατηρηθῆ τὸ 1607 ὑπὸ τοῦ Κεπλέρου καὶ μὲ τὴν τροχίαν κομήτου παρατηρηθέντος τὸ 1531 ὑπὸ τοῦ Γερμανοῦ ἀστρονόμου Partus Apianus. Συνεπέρανε λοιπὸν ὅτι ἐπρόκειτο

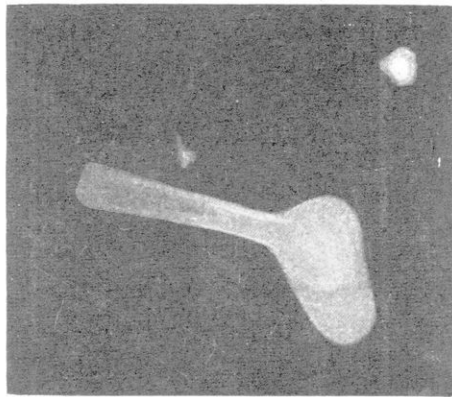
περί τοῦ αὐτοῦ κομήτου, ὅστις περιφέρεται περί τὸν Ἥλιον εἰς 76 ἔτη περίπου. Οὕτω δὲ προανήγγειλε νέαν ἐμφάνισίν του διὰ τὸ ἔτος 1758.

Ὁ μέγας Μαθηματικὸς Clairaut βοηθούμενος ὑπὸ τοῦ Lalande ὑπελόγησε τὰς ἐπὶ τῆς τροχιάς τοῦ κομήτου ἐπιδράσεις τῶν πλανητῶν καὶ προανήγγειλε τὴν διὰ τοῦ περιηλίου διάβασίν του διὰ τὰ μέσα Ἀπριλίου 1759. Πράγματι δὲ οὗτος διήλθε διὰ τοῦ περιηλίου τὴν 13ην Μαρτίου 1759. Τὸ λάθος ἦτο ἀνεπαίσθητον, ἀφ' οὗ μάλιστα δὲν ἐλήφθησαν ὑπ' ὄψιν αἱ ἐπιδράσεις τῶν ἀγνώστων τότε πλανητῶν Οὐρανοῦ, Ποσειδῶνος καὶ Πλούτωνος.

Ἄνηγγέλθη ἔπειτα ἄλλη διάβασις διὰ τὴν 4ην Νοεμβρίου 1835 καὶ ἐπραγματοποιήθη τὴν αὐτὴν ἡμέραν. Ἡ τελευταία ἐμφάνισις του προανηγγέθη καὶ ἐπραγματοποιήθη τὸν Μάϊον τοῦ 1910. Ἡ ἐμφάνισις αὐτὴ ἐνέβαλεν εἰς ἀνησυχίαν τὴν ἀνθρωπότητα, διότι ὑπελογίσθη ὅτι τὴν 19ην Μαΐου (μεταξὺ 4,22 καὶ 5,22 πρωϊνῆς ὥρας) θὰ διήρχετο τόσον ἐγγὺς τῆς Γῆς, ὥστε ὑπῆρχε πιθανότης, ἢ οὐρά του νὰ εἰσδύσῃ ἐντὸς τῆς γῆνης ἀτμοσφαιρας καὶ νὰ μεταδώσῃ εἰς αὐτὴν τὸ ἰσχυρότατον δηλητηριῶδες κυανογόνον ἀέριον, τοῦ ὁποίου τὴν παρουσίαν εἰς τὸν πυρῆνα εἶχεν ἀποκκλύψει τὸ φασματοσκόπιον.

Ὁ κομήτης κατέστη πράγματι ὁρατὸς διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ ἐπ' ἀρκετὸν τὴν δὲ νύκτα τῆς 18ης πρὸς τὴν 19ην Μαΐου ὀλόκληρος ἢ ἀνθρωπότης ἠγγρύπησεν. Οὐδὲν ὅμως φαινόμενον ἐπιστοποίησε τὴν εἴσοδον τῆς οὐρᾶς εἰς τὴν γῆνην ἀτμόσφαιραν.

Β'. **Κομήτης τοῦ Biela.** Ὁ κομήτης οὗτος εἶχε παρατηρηθῆ ἀπὸ τοῦ ἔτους 1772, ἀλλὰ μόλις κατὰ τὴν ἐμφάνισίν του κατὰ τὸ 1826 ἐξηκριβώθη ὅτι ἐκινεῖτο ἐπὶ ἐλλείψεως καὶ καθωρίσθη ἡ ἀστρική του περιφορὰ εἰς 6,69 ἔτη.



Ὁ κομήτης τοῦ Biela, ὡς ἐδιχάσθη πρὸ τῶν ὀμμάτων τῶν ἀστρονόμων.
Φωτογραφία τῆς 19ης Φεβρουαρίου 1846.

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 ὁρατὸς ἕνεκα δυσμενῶν συνθηκῶν. Κατὰ δὲ τὴν ἐπομένην ἐπάνοδόν του (1845) παρουσίασε τὸ ἀκόλουθον παράδοξον φαινόμενον. Ἐν ᾧ κατ' ἀρχὰς ἐφαίνετο ἀπλοῦς, αἴφνης περὶ τὰ τέλη τοῦ Δεκεμβρίου τοῦ 1845 (κατ' ἄλλους μέσα Ἰανουαρίου 1846) ἐνεφανίσθη διπλοῦς. Ἀπετελεῖτο δηλ. ἀπὸ δύο κομήτας, οἱ ὅποιοι ἐκινουῦντο ὁ εἷς παρὰ τὸν ἄλλον καὶ ἔβαινον βραδέως ἀπομακρυνόμενοι ἀλλήλων. Κατὰ τὸ 1852 ἐνεφανίσθησαν ἀμφότεροι ἀρκούντως μεμακρυσμένοι. Κατὰ τὸ ἔτος 1859 ἕνεκα δυσμενῶν συνθηκῶν δὲν ἦτο ὁρατός, κατὰ δὲ τὸ 1866 εἰς μάτην ἀνεμένετο. Ἐκτοτε δὲν ἐπανῆλθεν πλέον διαλυθεὶς ὡς βραδύτερον θὰ μάθωμεν.

Ἄσκησεις

154) Νὰ εὐρεθῇ 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 γητίνης τροχιᾶς. Νὰ εὐρεθῇ ἡ ἀφήλιος ἀπόστασις τοῦ κομήτου τούτου συναρτήσει τοῦ αὐτοῦ μεγάλου ἄξονος.

156) Ἡ ἀφήλιος ἀπόστασις τοῦ κομήτου *Encke* εἶναι 4,0935, ἡ δὲ περιήλιος 0,3383 τοῦ μεγάλου ἡμιάξονος τῆς γητίνης τροχιᾶς. Νὰ εὐρεθῇ τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς τροχιᾶς τοῦ κομήτου τούτου εἰς ἀστρονομικὰς μονάδας καὶ ἔπειτα εἰς γητίνας ἰσημερινὰς ἀκτίνας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΜΕΤΕΩΡΑ

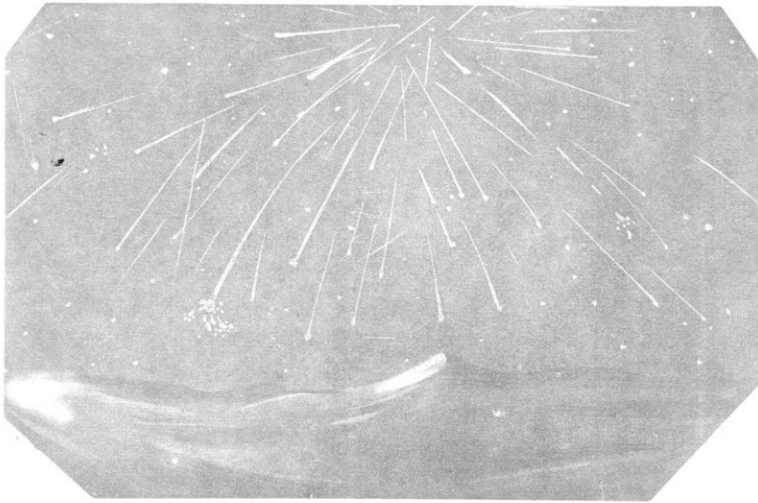
117. Διόπτροντες ἀστέρες.— Καλοῦμεν διόπτροντας ἀστέρας φωτεινὰ σώματα, ἅτινα ἐμφανίζονται αἰφνιδίως τὴν νύκτα ἐν τῷ Οὐρανῷ παρακολουθούμενα κατὰ τὸ πλεῖστον ὑπὸ φωτεινῆς οὐρᾶς καὶ ἐξαφανίζονται μετὰ ταχυτάτην καὶ ἐπ' ἐλάχιστον χρόνον διαρκοῦσαν κίνησιν.

Πρὸς ἐξήγησιν τῆς ἐμφανίσεως τῶν σωμάτων τούτων παραδέχον-

ται ὅτι ὑπάρχουσιν ἐν τῷ διαστήματι μόρια στερεὰ σκοτεινά, ἅτινα κινοῦνται περὶ τὸν ἥλιον μετὰ ταχύτητος 40 χιλιομέτρων περίπου κατὰ δευτερόλεπτον. Ὅταν δὲ τοιαῦτα μόρια εἰσδύωσιν ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιρας ἡμῶν, ὑπερθερμαίνονται ἕνεκα τῆς τριβῆς καὶ φωτοβολοῦσι, μέχρις οὗ πᾶσα ἡ ὕλη αὐτῶν κατακαῆ.

118. Βροχαὶ διαπτόντων ἀστέρων.— Εἶναι εὐκόλον νὰ παρατηρήσωμεν ὅτι κατὰ τινὰς νύκτας τοῦ ἔτους οἱ διάπττοντες ἀστέρες εἶναι πολυαριθμότεροι τῶν κατὰ τὰς λοιπὰς νύκτας παρατηρουμένων.

Ἐκ τούτου ἀπὸ καιροῦ δὲ εἰς καιρὸν πίπτουσι κατὰ χιλιάδας ἀποτελοῦντες



Βροχὴ διαπτόντων ἀστέρων τὴν 2αν Νοεμβρίου 1872.

οὕτως ἀληθῆ βροχὴν ἢ **σμήνος** διαπτόντων ἀστέρων. Οὕτω κατὰ τὰς ἀρχὰς Νοεμβρίου, τὰς ἀρχὰς Αὐγούστου καὶ κατὰ τὰς ἀρχὰς Ἀπριλίου παρατηρεῖται ἀσυνήθης ἀριθμὸς διαπτόντων ἀστέρων.

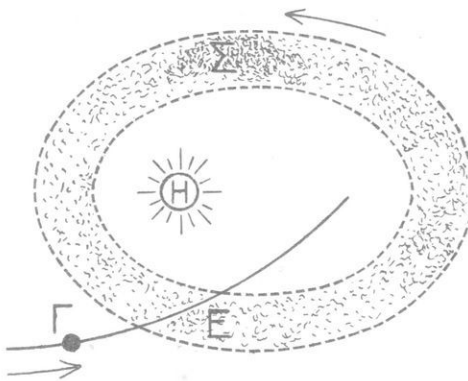
Οἱ οὕτω συγχρόνως πίπτοντες διάπττοντες παρατηρήθη ὅτι φαίνονται ἐκτεμπόμενοι ἐξ ὠρισμένου σημείου τοῦ Οὐρανοῦ, ὅπερ καλεῖται **ἀκτινοβόλον σημεῖον**.

Οὕτως οἱ διάπττοντες τοῦ Αὐγούστου ἔχουσι τὸ ἀκτινοβόλον ση-

μεῖον ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Περσέως καὶ καλοῦνται **Περσεΐδαι**. Οἱ διαττοντες 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 ἐφ' ἐκάστου 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 σωμάτια ἐπὶ διαφόρων παραβολικῶν ἢ ἔλλειπτικῶν δακτυλίων, ἐπὶ τῶν ὁποίων εἶναι διεσκορπισμένα ὁμοίως ἢ ἀνομοίως. Τινὲς δὲ τῶν



Σχ. 73.

δακτυλίων τούτων τέμνονται ὑπὸ τῆς γῆνης 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, ἐφ' ὅσον ὑπάρχουσιν ἔτι ἐπὶ τοῦ δακτυλίου τοιαῦτα σωμάτια. Ἐὰν δὲ ὁ δακτύλιος εἶναι ἔλλειπτικὸς καὶ ὑπάρ-

χῃ ἐπ' αὐτοῦ πολυπληθεστάτη ὄμας Σ, θέλει συμβῆ βροχὴ πολυπληθῶν διαττόντων ἀστέρων κατὰ τὴν ταυτόχρονον διάβασιν διὰ τῆς τομῆς Ε τῆς ὀμάδος Σ καὶ τῆς Γῆς. Ἡ ραγδαία αὕτη βροχὴ θὰ ἐπαναλαμβάνηται περιοδικῶς ἀνὰ ἴσα χρονικὰ διαστήματα μέχρι τελείας ἐξαντλήσεως τῆς ὀμάδος.

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 ὑπελόγισε κατὰ τὸ 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 ὅποια ἔπρεπε νὰ ἐμφανισθῇ ὁ κομήτης τοῦ Biela, συνέβησαν ραγδαῖαι βροχαὶ διαττόντων ἀστέρων. Οὗτοι δὲ κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τῶν ἀστρονόμων ἐκινουῦντο ἐπὶ τῆς τροχιάς τοῦ κομήτου τοῦ Biela.

Ἡ σύγκρισις δὲ ἐπὶ πλεόν τοῦ φάσματος τῶν κομητῶν καὶ τῶν διαττόντων ἀστέρων παρέχει νέαν ἀπόδειξιν τῆς θεωρίας τοῦ Schiaparelli.

Ὡστε εἶναι πλεόν σχεδὸν ἀποδεδειγμένον ὅτι σμήνη τινα (ἂν μὴ ὅλα) ὀφείλονται εἰς διάλυσιν κομητῶν ὀφειλομένην εἰς τὴν ἐλκτικὴν δυνάμειν τοῦ Ἥλιου ἢ καὶ πλανήτου τινός.

120. Βολίδες. Ἀερόλιθοι.— Ἐνίοτε αἰφνιδίως βλέπομεν ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιρας ἡμῶν λαμπρὸν συνήθως σφαιρικὸν σῶμα. Τοῦτο παρακολοῦθεῖται ὑπὸ φωτεινῆς οὐρᾶς καὶ συνήθως ἐκρήγνυται μετὰ ἰσχυροῦ κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἦττον κρότου. Τὸ σῶμα τοῦτο καλεῖται **βολίς**.

Ἡ ἐμφάνισις τῶν βολίδων ἐξηγεῖται, ὅπως καὶ ἡ ἐμφάνισις τῶν διαττόντων ἀστέρων. Προέρχονται δηλαδὴ αἱ βολίδες ἐκ σωματίων μεγαλύτερων διαστάσεων, τὰ ὅποια περιφέρονται περὶ τὸν Ἥλιον. Ὄταν δὲ εἰσδύσωσιν ἐντὸς τῆς γῆνης ἀτμοσφαιρας, ἐνεκα τῆς μεγάλης ταχύτητος αὐτῶν ὑπερθερμαίνονται καὶ φωτοβολοῦσι.

Αἱ βολίδες ἢ καὶ τὰ θραύσματα βολίδων, τὰ ὅποια φθάνουσι μέχρι τοῦ ἐδάφους τῆς Γῆς, κλοῦνται **ἀερόλιθοι ἢ οὐρανοπετεῖς λίθοι ἢ καὶ μετεωρίται**.

Οἱ ἀερόλιθοι συνίστανται κατὰ τὸ πλεῖστον ἐκ σιδήρου, νικελίου, μαγνησίου, πυριτίου καὶ ἄλλων στοιχείων ἐξ ἐκείνων, τὰ ὅποια συνιστῶσι τὰ πετρώματα τῆς Γῆς.

Ἀξιοσημεῖωτοι διὰ τὸ καταπληκτικὸν μέγεθος μετεωρίται εἶναι ὁ ἐν Ἀριζόνα, καταπεσὼν πρὸ 5 000 ἐτῶν περίπου. Οὗτος ἐσχημάτισε κρατῆρα, ὅστις ὀνομάζεται **κρατῆρ - μετέωρον**. Ἄτερος εἶναι ὁ εἰς ἀκατοίκητον εὐτυχῶς μέρος τῆς Σιβηρίας καταπεσὼν τὴν 30ῆν Ἰουνίου 1908. Οὗτος εἶχε βάρος 50 000 τόννων περίπου καὶ ἐπέφερε τεραστίας 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 ομάδας. Αὗται λέγονται **ἀστερισμοί**. Εἰς ἕκαστον ἀστερισμὸν ἐδόθη τὸ ὄνομα μυθολογικοῦ συνήθως ἀνθρώπου ἢ ζώου ἢ ἀντικειμένου.

Σήμερον εἶναι 117 καθωρισμένοι ἀστερισμοί. Ἀπὸ αὐτοῦ 48 εἶχον καθορισθῆ ὑπὸ τῶν ἀρχαίων.

Οἱ ἀστέρες ἐκάστου ἀστερισμοῦ ὀνομάζονται μὲ τὰ γράμματα τοῦ ἑλληνικοῦ ἀλφαβήτου κατὰ τὴν τάξιν τῆς φαινομένης λαμπρότητος αὐτῶν. Ἐὰν δὲ ταῦτα δὲν ἐπαρκῶσι, γίνεται μετ' αὐτὰ χρῆσις τῶν λατινικῶν γραμμάτων καὶ ἔπειτα τῶν ἀκεραίων ἀριθμῶν κατὰ τὴν φυσικὴν σειρὰν αὐτῶν. Μερικοὶ ὅμως ἀστέρες, ἀπὸ τοὺς λαμπροτέρους ἰδίᾳ ἔλαβον καὶ ἰδιαίτερα ὀνόματα.

122. Διάφοροι ἀστερισμοί.— (Α΄ σειρά). **Μεγάλη Ἄρκτος — Μικρὰ Ἄρκτος — Πολικὸς ἀστήρ.** Εἰς τὴν εἰσαγωγὴν εἶδομεν ὅτι στρέφοντες πρὸς Βορρᾶν ἀναγνωρίζομεν εὐκόλως τὴν Μεγάλην καὶ Μικρὰν Ἄρκτον. Ὁ ἀστήρ α τῆς μικρᾶς Ἄρκτου λέγεται **Πολικὸς ἀστήρ**, διότι εὐρίσκεται ἐγγύτατα (59' 5'') τοῦ βορείου πόλου τοῦ Οὐρανοῦ.

Δράκων — Κασσιόπη.— Μεταξὺ τῶν Ἄρκτων ἄρχεται ὀφιοειδῆς σειρά ἀμυδρῶν ἀστέρων, ἡ ὁποία καταλήγει εἰς μικρὸν τετραπλευρον. Οὗτοι ἀποτελοῦσι τὸν **Δράκοντα**.

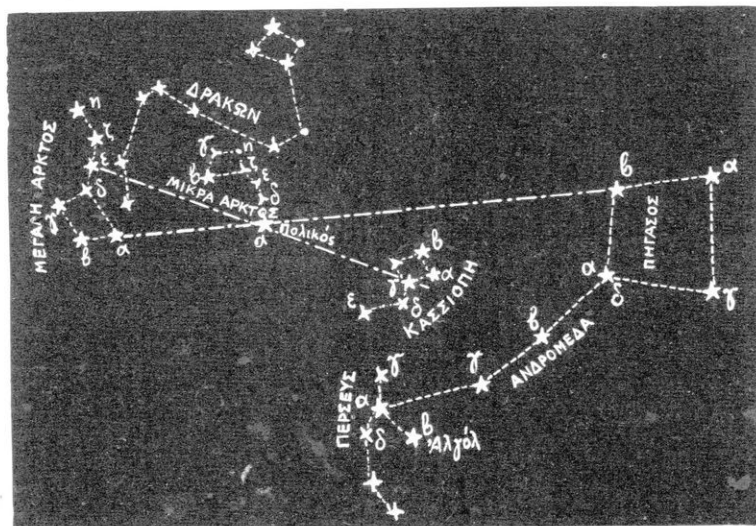
Ἐπὶ τῆς εὐθείας, ἡ ὁποία συνδέει τὸν ε τῆς Μεγάλης Ἄρκτου καὶ τὸν Πολικόν, ἀνευρίσκομεν τὴν **Κασσιόπην**. Αὕτη ἀποτελεῖται ἐκ 5 ἀστέρων 3ου μεγέθους. Οὗτοι σχηματίζουν ἀνοικτὸν Μ, μὲ ἓνα δὲ ἄλλον ἀμυδρότερον αὐτῶν σχηματίζουν κάθισμα.

Πήγασος — Ἄνδρομέδα — Περσέως.— Ἐπὶ τῆς γραμμῆς β α τῆς Μεγάλης Ἄρκτου καὶ πέραν τοῦ Πολικοῦ ἀνευρίσκομεν τὸ τετράγωνον τοῦ Πηγάσου.

Τοῦτο σχηματίζεται ἀπὸ 4 ἀστέρας 2ου μεγέθους. Ὁ δ τούτων εἶναι καὶ ὁ α τῆς Ἄνδρομέδας. Ταύτης οἱ ἀστέρες β καὶ γ (2ου μεγ) κεῖνται ἐπὶ τῆς προεκτάσεως περίπου τῆς διαγωνίου αδ τοῦ Πηγάσου.

Ἐπὶ τῆς αὐτῆς δὲ περίπου γραμμῆς δα κεῖται καὶ ὁ α τοῦ Περσέως (2ου μεγ.).

Ὁ Πήγασος καὶ ἡ Ἄνδρομέδα μετὸν α τοῦ Περσέως σχηματι-



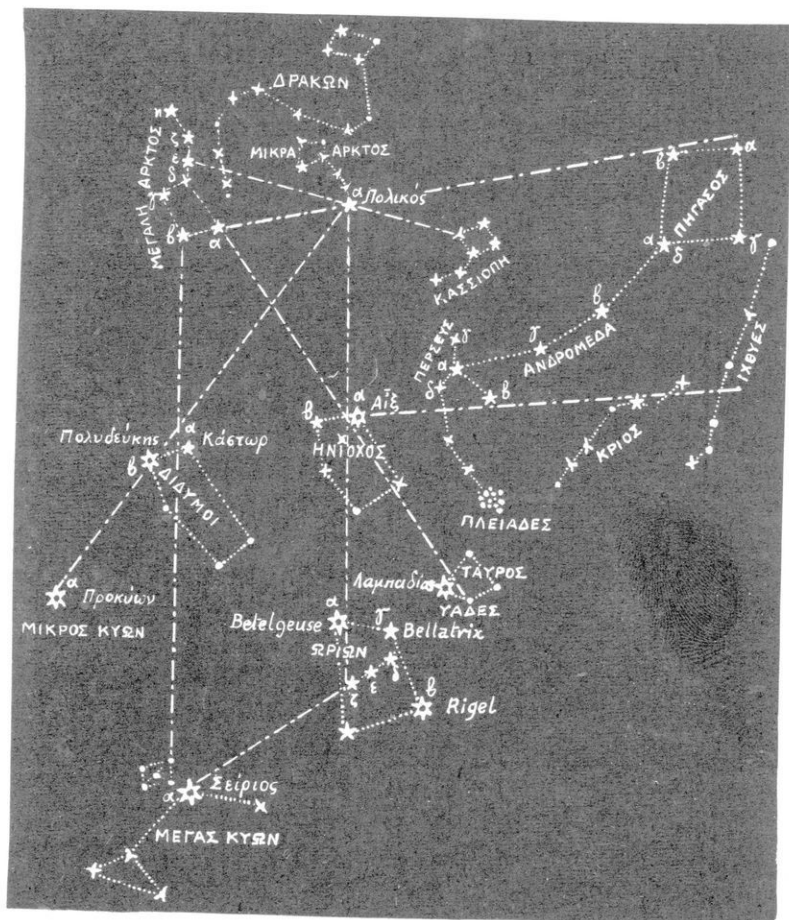
Σχ. 74.

ζουσι σχῆμα ὅμοιον πρὸς τὸ σχῆμα τῆς Μεγάλης Ἄρκτου, ἀλλὰ μεγαλύτερον ἐκείνου.

Ἐκατέρωθεν τοῦ α τοῦ Περσέως διακρίνονται δύο ἀμυδρότεροι ἀστέρες γ καὶ δ ἀποτελοῦντες μετ' αὐτοῦ τόξον. Πρὸς τὸ κυριῶν τοῦ τόξου τούτου κεῖται ὁ Ἄλγολ ἢ ὁ β τοῦ Περσέως.

123. Διάφοροι ἀστερισμοί.— (Β' σειρά.) Ἡνίοχος— Ταῦρος
Ἰάδες— Πλειάδες— Κριός— Ἰχθύες.— Ἐὰν τὴν γραμμὴν δα τῆς

Μεγάλης Ἄρκτου προεκτείνωμεν ἀντιθέτως πρὸς τὴν οὐρὰν αὐτῆς, ἀνευρίσκομεν τὸν Ἡνίοχον ὁ ὁποῖος ἔχει σχῆμα πενταγώνου. Τούτου ὁ



Σχ. 75.

α εἶναι 1ου μεγέθους καὶ καλεῖται Αἰξ. Ἐπὶ τῆς αὐτῆς γραμμῆς καὶ πέραν τοῦ Ἡνίοχου κεῖται ὁ Ταῦρος. Τούτου ὁ α εἶναι 1ου μεγέθους καὶ καλεῖται ὀφθαλμὸς τοῦ Ταύρου ἢ Λαμπαδίας (Aldebaran).

Ὁ ἀστὴρ οὗτος ἀποτελεῖ μέρος μικρᾶς ομάδος ἀστέρων γνωστῆς ὑπὸ τὸ ὄνομα **Ύάδες**.

Μεταξὺ τοῦ Ταύρου καὶ τοῦ Περσέως κεῖται ἄλλη ὁμάς ἀστέρων γνωστὴ ὑπὸ τὸ ὄνομα **Πλειάδες** (Πούλια).

Ἐὰν τὴν γραμμὴν βα τοῦ Ἡνιόχου προεκτείνωμεν πέραν τοῦ Περσέως, ἀνεύρισκομεν τὸν **Κριόν**. Τούτου οἱ κυριώτεροι ἀστέρες κεῖνται ἐπὶ 4 εὐθ. τμημάτων, τὰ ὅποια εἶναι διατεθειμένα ἐν εἴδει κλίμακος.

Πέραν τοῦ Κριοῦ ἐπὶ τῆς βα τοῦ Ἡνιόχου κεῖνται οἱ **Ἰχθύες**. Ὁ ἀστερισμὸς οὗτος ἀποτελεῖται ἐκ σειρᾶς ἀμυδρῶν ἀστέρων, ἡ ὅποια ἐκτείνεται ὑπὸ τὸν Κριὸν καὶ Πήγασσον πρὸς ἀλλήλως σχεδὸν πρὸς τὸν Ἰσημερινόν.

Ὠρίων—Μέγας Κύων.—Ἐπὶ τῆς γραμμῆς Πολιχὸς — Αἰξ καὶ πέραν τοῦ Ἡνιόχου κεῖται ὁ λαμπρότερος ἀστερισμὸς τοῦ Οὐρανοῦ **Ὠρίων**. Οἱ ἀστέρες α, β, γ, χ, αὐτοῦ σχηματίζουνσι τετράπλευρον. Ἐντὸς αὐτοῦ εὐρίσκονται ἐπ' εὐθείας οἱ δ, ε, ζ, (2ου μεγέθους), οἱ ὅποιοι καλοῦνται **τρεῖς Βασιλεῖς ἢ τρεῖς Μάγοι**. Ἡ δὲ εὐθεῖα αὐτῶν καλεῖται **Τελαμῶν τοῦ Ὠρίωνος**. Οἱ ἀστέρες α (Bételgeuse) καὶ β (Rigel) εἶναι 1ου μεγέθους· ὁ δὲ γ (Bellatrix) εἶναι 2ου μεγέθους.

Σ η μ ε ἰ ο σ ι ς. Ὁ δ τοῦ Ὠρίωνος κεῖται ἐπὶ τοῦ Ἰσημεριοῦ.

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**. Τούτου οἱ λαμπρότεροι ἀστέρες λέγονται **Πολυδεύκης** (1ου μεγέθους) καὶ **Κάστωρ** (2ου μεγέθους).

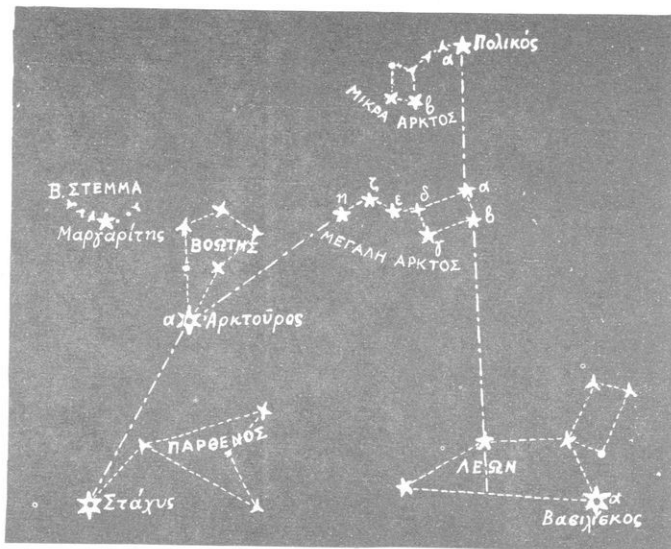
Πλησίον τῶν Διδύμων καὶ ἐπὶ τῆς γραμμῆς Πολιχὸς — Πολυδεύκης κεῖται ὁ **Προκύων**. Οὗτος εἶναι 1ου μεγέθους καὶ ἀνήκει εἰς τὸν **Μικρὸν Κύνα**.

124. **Διάφοροι ἀστερισμοί.**—(Γ' σειρά). **Λέων.**—Ἐὰν τὴν γραμμὴν βα τῆς Μεγάλης Ἄρκτου προεκτείνωμεν ἀντιθέτως πρὸς τὸν Πολιχόν, ἀνεύρισκομεν τὸν **Λέοντα**. Τούτου οἱ κυριώτεροι ἀστέρες ἀ-

ποτελοῦσι τραπέζιον, ὃ δὲ λαμπρότερος καλεῖται **Βασιλίσκος** καὶ εἶναι 1ου μεγέθους.

Βοιώτης — Βόρειον Στέμμα — Παρθένος. — Ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τῆς γραμμῆς ζη τῆς Μεγάλης Ἄρκτου κεῖται ὁ Ἄρκτουρος (1ου μεγέθους). Οὗτος κατέχει μίαν κορυφὴν πενταγώνου, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ τὸν ἀστερισμὸν τοῦ **Βοιώτου**.

Πλησίον τοῦ Βοιώτου κεῖται ὁμάς 7 ἀστέρων, οἱ ὁποῖοι εἶναι τε-



Σχ. 76

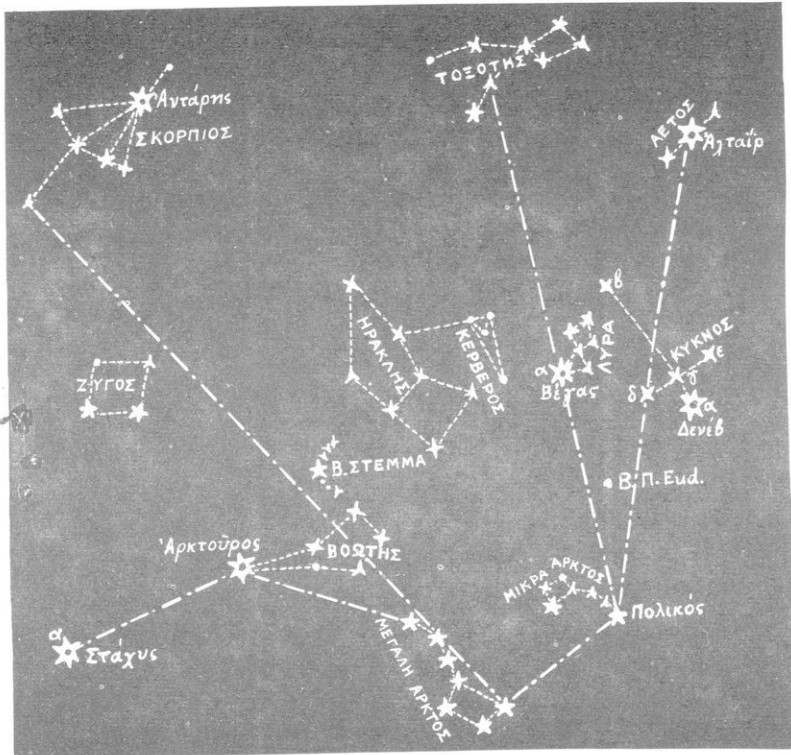
ταγμένοι ἐπὶ ἡμιπεριφερείᾳ. Οὗτοι ἀποτελοῦσι τὸ **Βόρειον Στέμμα**, οὗ ὁ λαμπρότερος ἀστὴρ εἶναι 2ου μεγέθους καὶ καλεῖται **Μαργαρίτης**.

Ἐὰν τὸ τόξον, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ ἡ οὐρὰ τῆς Μεγάλης Ἄρκτου μετὰ τοῦ Ἄρκτουρου, προεκτείνωμεν πέραν τοῦ Ἄρκτουρου, εὐρίσκόμεν τὸν **Στάχυν**, ὁ ὁποῖος εἶναι 1ου μεγέθους καὶ ἀνήκει εἰς τὸν ἀστερισμὸν τῆς **Παρθένου**.

125. Διάφοροι ἀστερισμοί. — (Δ' σειρά). **Σκορπίος — Ζυγός — Τοξότης.** — Ἡ γραμμὴ αζ τῆς Μεγάλης Ἄρκτου προεκτεινομένη πέραν τῆς οὐρᾶς αὐτῆς διέρχεται δι' εὐδιακρίτου ἀστερισμοῦ τοῦ

Σκορπίου. Τούτου ὁ α εἶναι ἀστὴρ ἔρυθρός 1ου μεγέθους καὶ καλεῖται Ἄντάρης.

Ἐκατέρωθεν τοῦ Σκορπίου πρὸς μὲν τὴν Παρθένον κεῖται ὁ Ζυγός, οὗ οἱ λαμπρότεροι ἀστέρες ἀποτελοῦσι τετράπλευρον, πρὸς δὲ τὸ



Σχ. 77.

ἕτερον μέρος κεῖται ὁ Τοξότης. Ἀμφοτέρων τούτων οἱ ἀστέρες εἶναι ἀμυδροί.

Λύρα — Ἡρακλῆς — Κέρβερος — Κύκνος — Ἄετός.— Παρὰ τὴν γραμμὴν, ἣ ὁποία ἀγεται ἐκ τοῦ Πολικοῦ διὰ μέσου τοῦ Τοξότου, κεῖται ἡ Λύρα. Τούτου οἱ κυριώτεροι ἀστέρες ἀποτελοῦσι μικρὸν τρίγωνον καὶ παραλληλόγραμμον. Ὁ λαμπρότερος τούτων καλεῖται **Βέγας** (1ου μεγέθους).

Μεταξὺ τῆς Λύρας καὶ τοῦ Βορείου Στέμματος κεῖται ὁ **Ἡρακλῆς**. Τούτου οἱ κυριώτεροι ἀστέρες εἶναι 3ου μεγέθους καὶ ἀποτελοῦσιν ἓν ἰσοσκελὲς τραπέζιον καὶ ἓν εὐρύτερον πεντάγωνον.

Πρὸς Ἀνατολὰς τῆς Λύρας καὶ εἰς θέσιν συμμετρικὴν περίπου τῶν Διδύμων πρὸς τὸν Πολικὸν κεῖται ὁ **Κύκνος**. Τούτου οἱ λαμπρότεροι ἀστέρες σχηματίζουσιν μέγαν σταυρόν, ὃ δὲ α εἶναι 1ου μεγέθους.

Ἐὰν προεκτείνωμεν πέραν τοῦ Κύκνου τὴν γραμμὴν Πολικὸς — δ Κύκνου ἀνευρίσκομεν τὸν ἀστέρα **Ἄλταϊρ** 1ου μεγέθους. Οὗτος ἀνήκει εἰς τὸν ἀστερισμὸν τοῦ **Ἄετοῦ**. Τούτου δύο ἀμυδρότεροι ἀστέρες ἐκατέρωθεν τοῦ Ἄλταϊρ ἀποτελοῦσι μετ' αὐτοῦ εὐθεῖαν γραμμὴν.

Ἄσκησεις

157) Ὁ Σείριος ἔχει $a = 6^{\circ} 41' 56''$. ὃ δὲ Λαμπαδίας ἔχει $a = 4^{\circ} 31' 44''$. Νὰ εὑρητε κατὰ ποίαν ὥραν μεσουρανεῖ ἐκάτερος τούτων ἐν Ἀθήναις.

158) Ὁ Πολυδεύκης 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 Προκύνων 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.

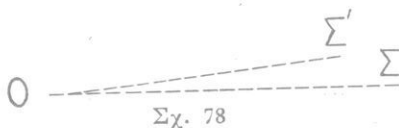
165) *Νὰ εὑρεθῆτε πόση εἶναι ἡ P τοῦ δ τοῦ Ὁρίωνος καὶ εἰς πόσον χρόνον διανύει οὗτος τὸ ἡμερήσιον καὶ εἰς πόσον τὸ νυκτερινὸν τόξον του.*

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΣΥΝΤΟΜΟΣ ΣΠΟΥΔΗ ΑΠΛΑΝΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ ΚΑΙ ΝΕΦΕΛΩΜΑΤΩΝ

126. **Διπλοῖ ἀστέρες.** — Ὑπάρχουσιν ἀστέρες οἵτινες ὁρώμενοι δι' ἰσχυροτάτου τηλεσκοπίου χωρίζονται εἰς δύο διακεκριμένους ἀστέρας. Οἱ ἀστέρες οὗτοι λέγονται **διπλοῖ** ἀστέρες. Τοιοῦτοι π.χ. εἶναι οἱ Σείριος, γ τῆς Παρθένου, γ τοῦ Λέοντος, $\beta 1$ τοῦ Κύκνου κ.τ.λ.

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 περιήτου ὀπτικῆς ἀκτίνος (σχ. 78). Διακρίνονται δὲ τῶν φυσικῶν διπλῶν ἐκ τῆς ἰδίας αὐτῶν κινήσεως, ἥτις εἶναι ὁμοίομορφος καὶ εὐθύγραμμος. Τοιοῦτος π.χ. εἶναι ὁ Κάστωρ.



Σχ. 78

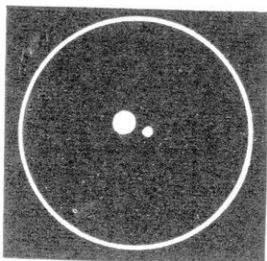
Οἱ φυσικῶς διπλοῖ εἶναι πράγματι πλησίον ἀλλήλων καὶ ὁμοῦ κινεῦνται εἰς τὸ διάστημα.

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 αὐτούς. 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 α τοῦ Κενταύρου.

Βραδύτερον ἀπέδειξεν ὅτι ἡ ἰδία κίνησις τῶν συνοδῶν γίνεται κατὰ τοὺς δύο πρώτους νόμους τοῦ Κεπλέρου. Κατ' ἀκολουθίαν καὶ οὗτοι ὑπόκεινται εἰς τὸν νόμον τῆς παγκοσμίου ἑλξεως.

Ὁ Συνοδὸς τοῦ Σειρίου παρατηρήθη τὸ πρῶτον τὸν Φεβρουάριον τοῦ 1862 ὑπὸ τοῦ Ἀμερικανοῦ Clark. Ἡ ὑπαρξὶς ὅμως αὐτοῦ εἶχεν ἀναγγελοῦν πρὸ 20 ἐτῶν ὑπὸ τοῦ Bessel. Ὁ μέγας οὗτος Γεωμέτρης



σπηριζόμενος ἐπὶ ἀνωμαλιῶν, αἱ ὁποῖαι παρατηρήθησαν ἐν τῇ ἰδίᾳ κινήσει τοῦ Σειρίου, συνεπέραναν ὅτι αὗται ὀφείλονται εἰς τὴν ἔλξιν δορυφόρου τινός. Ὁ συνοδὸς τοῦ Σειρίου εἶναι λευκὸς ἀστὴρ θερμοκρασίας 8 000° K καὶ ἔχει σμικρότατον ὄγκον. Διὰ τοῦτο δὲ λέγεται **λευκὸς νάνος**. Ὁ ἀστὴρ οὗτος ἔχει τεραστίαν

Ὁ διπλοῦς ἀστὴρ ζ τοῦ
Ἡρακλέους.

οὕτως ἕκαστον ἄτομον περιορίσθη εἰς ἐλάχιστον ὄγκον. Μέχρι τοῦδε παρατηρήθησαν περὶ τοῦς 112 τοιοῦτοι λευκοὶ νάνοι(1).

πυκνότητα, κατὰ 40 000 περίπου φορές ἀνωτέρην τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος. Αἰτία τούτου κατὰ τὸν Eddington εἶναι ὁ πλήρης ἰονισμὸς τῶν ἀτόμων τῶν στοιχείων αὐτοῦ. Διότι σμὸς τῶν ἀτόμων περιορίσθη εἰς ἐλάχιστον ὄγκον. Μέχρι τοῦδε παρατηρήθησαν περὶ τοῦς 112 τοιοῦτοι λευκοὶ νάνοι(1).

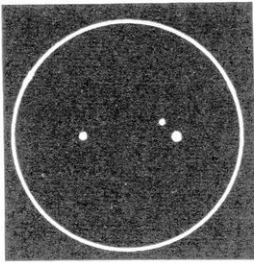
127. Πολλαπλοὶ ἀστέρες.—Ἀστέρες τινές ἀκολουθοῦνται ὑπὸ δύο, τριῶν ἢ καὶ περισσοτέρων συνοδῶν. Ὅθεν οὗτοι δι' ἰσχυροῦ ὀφθαλμοῦ τηλεσκοπίου φαίνονται τριπλοῖ, τετραπλοῖ κ.τ.λ., ἐν ᾧ εἰς γυμνὸν ὀφθαλμὸν ἐμφανίζονται ἀπλοῖ.

Οἱ τοιοῦτοι καλοῦνται γενικῶς **πολλαπλοὶ ἀστέρες**.

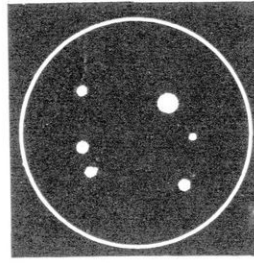
Οὕτως ὁ α καὶ ὁ γ τῆς Ἀνδρομέδας, ὁ ζ τοῦ Κερκίνου, ὁ μ τοῦ Βοώτου εἶναι τριπλοῖ. Ὁ ε τῆς Λύρας ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ἀστέρας, ὧν ἕκαστος εἶναι διπλοῦς. Ἐπὶ πλεόν ὁ λαμπρότερος τῶν 4 τούτων ἀστέρων εἶναι φασματοσκοπικῶς διπλοῦς· ἐπομένως ὁ ε τῆς Λύρας εἶναι κυρίως πενταπλοῦς ἀστὴρ.

Ὁ θ τοῦ Ὠρίωνος εἶναι ἑξαπλοῦς. Ἐκ τῶν 6 δὲ τούτων ἀστέρων οἱ 4 εἶναι ὄρατοὶ διὰ μετρίου τηλεσκοπίου, οἱ δὲ λοιποὶ δι' ἰσχυροῦ τοιοῦτου.

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 τρομακτικῆ. Ὑπολογίζεται δὲ ὅτι γήινον σῶμα βάρους 65 χιλιογρ. ἐκεῖ θὰ ἐξύγιζε 300 000 τόνους.



‘Ο τριπλοῦς ἀστήρ ζ
τοῦ Καρκίνου.



‘Ο ἑξαπλοῦς ἀστήρ θ
τοῦ Ὀρίωνος.

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. ‘Ο Rigel π.χ. εἶναι κυανοῦς, ὁ Βέγας καὶ Σείριος εἶναι λευκοί. Κίτρινοι εἶναι ὁ Ἥλιος, Πόλλυξ, Ἀλταίρ, Αἰξ. Ἐρυθροὶ δὲ ὁ Ἀρκτοῦρος, Ἀντάρης, Βételgeuse, ὁ τοῦ Κήτους.

Ἐπὶ 400 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 ὑδρογόνον παρατηροῦνται εἰς τὰ φάσματα ὅλων 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 διά-

φορος εἰς τοὺς διαφόρους ἀστέρας, ἐξαρτᾶται δὲ κυρίως ἢ γενικῇ ἀποφίς τοῦ φάσματος ἐκ τοῦ χρώματος τοῦ ἀστέρος.

129. Ἡ ταξινόμησις τοῦ Secchi.— Ὁ Ἀββᾶς Secchi βασιζόμενος ἐπὶ τῆς φασματοσκοπικῆς ἐξετάσεως τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων διήρρεσεν αὐτοὺς εἰς τὰς κάτωθι μεγάλας κλάσεις.

A') Ἀστέρες λευκοί. Τὸ φάσμα αὐτῶν εἶναι σχεδὸν συνεχὲς με σκοτεινάς τινας ραβδώσεις. Τέσσαρες ἀπὸ αὐτὰς εἶναι περισσότερον τῶν ἄλλων ἐντατικαὶ καὶ ἀντιστοιχοῦσιν εἰς τὸ ὕδρογόνον. Αἱ ἄλλαι εἶναι λεπτόταται καὶ ἀντιστοιχοῦσιν εἰς τὸ ἥλιον καὶ σπανιώτατα εἰς τὸ σόδιον καὶ μαγνήσιον. Παρατηρεῖται ἐπίσης ὅτι τὸ φάσμα αὐτῶν εἶναι πολὺ ἐκτεταμένον εἰς τὴν ἰώδη καὶ ὑπεριώδη χώραν.

Ἡ ἀτμόσφαιρα λοιπὸν τῶν ἀστέρων τούτων ἀποτελεῖται κατὰ τὸ πλεῖστον ἐξ ὕδρογόνου εἰς λίαν 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, Ἀλταῖρ, Κάστωρ.

B') Ἀστέρες κίτρινοι. Τὸ φάσμα τούτων περιέχει πολλὰς καὶ εὐδιακρίτους μεταλλικὰς ραβδώσεις, ὅπως τὸ φάσμα τοῦ Ἡλίου. Αἱ ραβδώσεις τοῦ ὕδρογόνου εἶναι ὀλιγώτεραι ἢ εἰς τὸ φάσμα τῶν ἀστέρων τῆς A' κλάσεως. Ἡ κυανῆ καὶ ἰώδης χώρα τοῦ φάσματος εἶναι πολὺ ἀσθενέστεραι τῶν τῆς A' κλάσεως. Τοῦτο δὲ ἐξηγεῖ καὶ τὸ κίτρινον χρῶμα αὐτῶν.

Οὗτοι, κατὰ τὸν Janssen, ὑπερέβησαν τὴν νεανικὴν ἡλικίαν καὶ εὐρίσκονται εἰς τὴν ὠριμον ἡλικίαν αὐτῶν

Κυριώτεροι τύποι τούτων εἶναι ὁ Ἡλιος, ὁ Πολικὸς ἀστὴρ, ὁ Πολυδεύκης, ὁ α τῆς Μεγάλης Ἀρκτου, ὁ α τῆς Κασσιόπης.

Γ') Ἀστέρες ἐρυθροὶ ἢ πορτοκαλλόχροι. Τὸ φάσμα αὐτῶν περιέχει σκοτεινάς ραβδώσεις διακοπτομένας ὑπὸ σκοτεινῶν λωρίδων, αἵτινες ἐξασθενοῦσι βαθμηδὸν πρὸς τὴν ἐρυθρὰν χώραν. Αἱ ραβδώσεις ἀντιστοιχοῦν, εἰς τὸ σόδιον, μαγνήσιον, σίδηρον, ἀσβέστιον κ.τ.λ. Αἱ ραβδώσεις τοῦ ὕδρογόνου συνήθως λείπουσιν. Αἱ σκοτειναι ταινίαι ἀποδίδονται εἰς ὀξειδία τοῦ μαγνησίου καὶ τοῦ τιτανίου.

Κυριώτεροι τύποι αὐτῶν εἶναι ὁ Ἀντάρης, Bételgeuse, α τοῦ Ἡρακλέους, ὁ ο τοῦ Κήτους.

Δ') **Ἀστέρες ἐρυθροῦ ρουβινίου.** Τὸ φάσμα αὐτῶν εἶναι ὁμοιον πρὸς τὸ φάσμα τῶν ἀστέρων τῆς προηγουμένης κλάσεως. Αὐτῶν ὅμως αἱ σκοτεινὰ λωρίδες ἐξασθενοῦσι πρὸς τὴν ἰώδη χῶραν τοῦ φάσματος. Ἀποδίδονται δὲ αἱ λωρίδες αὗται εἰς τὸν ἄνθρακα ἢ εἰς ὑδρογονάνθρακα.

Οἱ ἀστέρες οὔτοι εἶναι ὀλιγώτερον θερμοὶ ὄλων, εἶναι δὲ οὔτοι 250 περίπου ἀπὸ τοῦ ὄου μεγέθους καὶ ἐξῆς.

Εἰς τοὺς ἀστέρας τῶν δύο τελευταίων κλάσεων τὸ ὑδρογόνον δὲν ὑπάρχει ἐλεύθερον, ἀλλ' ἠνωμένον μετ' ἄλλων στοιχείων εἰς σύνθετα σώματα βαθμηδὸν πολυαριθμότερα, ἐφ' ὅσον ἡ θερμοκρασία εἶναι μικροτέρα. Κατὰ τὸν Janssen οὔτοι εἶναι ἀστέρες διατρέχοντες τὸ τελευταῖον στάδιον τῆς ἡλιακῆς ζωῆς αὐτῶν.

Κατὰ τὴν ταξινομήσιν ταύτην παρεδέχοντο ἄλλοτε ὅτι ἕκαστος ἀπλανῆς ἀστὴρ σχηματίζεται λευκὸς ἀπὸ νεφέλωμα ὑψίστης θερμοκρασίας. Βαθμηδὸν ἕνεκα τῆς ἀκτινοβολίας ἐγένετο κίτρινος, ἔπειτα ἐρυθρὸς καὶ τέλος καθίστατο ἀόρατος. Οὕτω δὲ δι' ἡμᾶς ἐπήρχετο ὁ ἀστρικός θάνατος αὐτοῦ. Σήμερον ὅμως αἱ ἀντιλήψεις αὗται δὲν εἶναι παραδεκταί, ὡς εἰς τὰ ἐπόμενα θὰ ἴδωμεν.

130. Ἡ ταξινομήσις 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 κλάσεις σημειουμένης 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 χρῶμα τῶν ἀστέρων, ὡς εἰς τὸν ἀκόλουθον πίνακα φαίνεται.

Κλάσεις	B	A	F	G	K	M
Χαρακ. φάσματος	"Ἡλιον καὶ ὑδρογόν.	Λωρίδες ὑδρογόν.	Λεπτὰ ραβδώσ. ἀσβεστίου	Ἀσβέστ. καὶ 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
Χρῶμα	Κυανῶν	Λευκὸν	Ὑποκίτρινον	Κίτρινον	Ἐρυθροκίτρινον	Ἐρυθρὸν
Ἀντιπρὸς.	Rigel	Σείριος Βέγας	Προκύνων	"Ἡλιος	Ἀρκτοῦρος Λαμπαδίας	Ἀντάρης Βételgeuse

Ἐξηκριβώθη δὲ ὅτι οἱ ἀστέρες ἐκάστης κλάσεως διακρίνονται εἰς δύο εἶδη. Π.χ. πολλοὶ ἀστέρες τῆς κλάσεως M ἔχουσι τεραστίαν φωτοβολοῦσιν ἐπιφάνειαν καὶ ἐπομένως τεράστιον ὄγκον. Δι' αὐτὸ οὗτοι λέγονται **γίγαντες ἀστέρες** καὶ μερικοὶ **ὑπεργίγαντες**.

Ἄλλοι δὲ ἀντιθέτως ἔχουσι μικρὰν σχετικῶς φωτοβολοῦσιν ἐπιφάνειαν καὶ μικρὸν ὄγκον. Οὗτοι λέγονται **νάνοι ἀστέρες** Οὗτω δὲ διακρίνονται εἰς γίγαντας καὶ νάνους καὶ οἱ ἀστέρες ἐκάστης τῶν ἄλλων κλάσεων. Ὁ ἡμέτερος Ἥλιος εἶναι νάνος τῆς κλάσεως G, ὁ Bételgeuse εἶναι ὑπεργίγας τῆς κλάσεως M καὶ ὁ Ἄρκτουρος εἶναι γίγας τῆς κλάσεως K. Εἶναι δὲ οἱ γίγαντες τῶν κατωτέρων κλάσεων πολὺ ὀγκωδέστεροι καὶ ἀραιότεροι τῶν γιγάντων τῶν ἀνωτέρων κλάσεων. Ἐπειδὴ δὲ ἕνεκα τῆς παγκοσμίου ἔλξεως ἕκαστος ἀστὴρ πρέπει σὺν τῷ χρόνῳ νὰ συστέλληται, ἐπομένως νὰ γίνηται πυκνότερος, ἢ ὑπερξῆς π.χ. γιγάντων τῆς κλάσεως M δὲν ἐξηγεῖται κατὰ τὴν πλαιάν (§ 129) θεωρίαν τῆς ἐξελίξεως. Δι' αὐτὸ, ὡς προηγουμένως εἴπομεν, δὲν εἶναι αὕτη παραδεκτὴ πλέον.

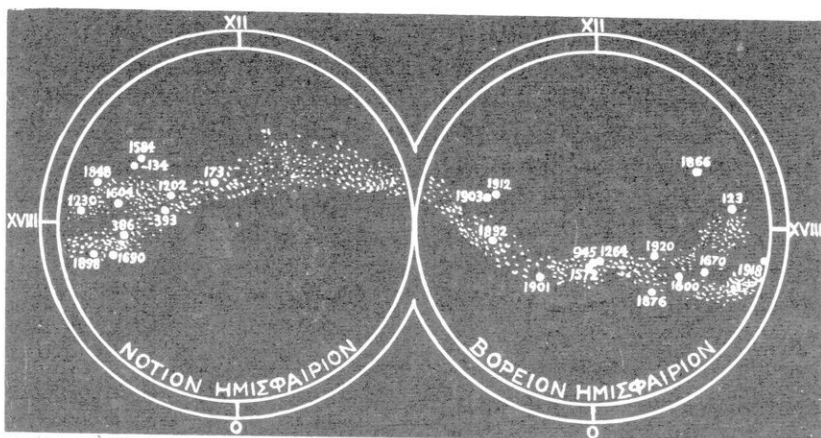
131. Ἡ θεωρία τοῦ Russel περὶ τῆς ἐξελίξεως τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.— Ἐπὶ μίαν εἰκοσαετίαν μέχρι τοῦ 1939 ἐπεκράτουν αἱ ἐξῆς ἀντιλήψεις: Ἐκαστος ἀπλανῆς ἀστὴρ σχηματίζεται ἀπὸ ἓν ἀραιότατον καὶ ψυχρότατον ἀέριον. Τοῦτο συστελλόμενον βαθμηδὸν θερμαίνεται καὶ ἀπὸ θερμοκρασίας 2 700° K εἶναι ἐρυθρὸς ὑπεργίγας ἢ γίγας ἀστὴρ. Βαθμηδὸν δὲ συστελλόμενος λαμβάνει θερμότητα μεγαλύτεραν τῆς ἀκτινοβολουμένης. Οὗτω δὲ ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ βαίνει αὐξανομένη καὶ ὁ ἀστὴρ ἀνέρχεται διαδοχικῶς εἰς τὴν κλάσιν K, G κ.τ.λ. μέχρις ἀνωτέρας κλάσεως π.χ. τῆς A ἢ B. Ἐπειτα ὅμως ἡ συστολὴ 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 2 700° K παύσῃ νὰ εἶναι ὄρατός. Ἡ θεωρία αὕτη διετυπώθη 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 κυριώτεραι πηγαὶ τροφοδοτοῦσαι μὲ θερμότητα τοὺς ἀστέρας τούτους θεωροῦνται αἱ εἰς τὸ ἐσωτερικὸν αὐτῶν συντελούμεναι ἔνδοατομικαὶ ἀντιδράσεις. Καὶ ἡ συστολὴ τῶν ἀστέρων συντελουμένη κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥτιον ζωηρῶς εἰς τὰ διάφορα στάδια τῆς ζωῆς αὐτῶν ἀποτελεῖ σημαντικὸν παράγοντα τῆς ἐξελίξεως αὐτῶν. Οὕτως, ὡς πρότερον, δέχονται ὅτι ἕκαστος ἀπλανῆς ἀστὴρ σχηματίζεται ἀπὸ ψυχρὸν κατ' ἀρχὰς καὶ ἀραιότατον ἀέριον. Τοῦτο ἕνεκα τῆς ἔλξεως συστελλόμενον περὶ πυρῆνά τινα καὶ στρεφόμενον θερμαίνεται συνεχῶς καὶ ἐμφανίζεται ὡς ἐρυθρὸς γίγας ἢ ὑπεργίγας ἀστὴρ. Συνεχιζομένης τῆς συστολῆς του ἡ ἀναπτυσσομένη θερμότης συνεχῶς αὐξάνεται καὶ μετὰ τινα ἑκατομμύρια ἔτη προκαλεῖ τὴν πρώτην ἔνδοατομικὴν ἀντίδρασιν. Αὕτη συνίσταται εἰς σχηματισμὸν ἰσοτόπου τοῦ ὕδρογόνου, τὸ ὅποιον λέγεται δευτέριον (H_2). Ἐνεκα ταύτης καὶ τῆς συνεχιζομένης συστολῆς τοῦ ἀστέρος, οὗτος ἀποκτᾷ βαθμηδὸν μεγαλυτέραν θερμότητα, ἕνεκα τῆς ὁποίας τὸ ὕδρογόνον τοῦ ἀστέρος ἰονίζεται, ἕκαστον δηλ. ἄτομον αὐτοῦ ἀποβάλλει τὸ ἠλεκτρόνιον του. Οἱ δὲ πυρῆνες τοῦ ὕδρογόνου (πρωτόνια) ὡς βλήματα ἐπιπίπτουσι διαδοχικῶς ἐπὶ τοῦ δευτερίου καὶ ἐπὶ τῶν ἀτόμων τῶν ἐλαφρῶν σωμάτων λιθίου, βηρυλλίου, βορίου καὶ σχηματίζεται μετ' αὐτῶν ἥλιον. Μετὰ τὴν ἐξάντλησιν τούτων ἡ τεραστία ἤδη θερμότης τοῦ ἀστέρος προκαλεῖ τὴν κυριώτεραν καὶ μακροτέραν ἔνδοατομικὴν 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 ἀζώτου, τὰ ὁποῖα δὲν ἐξαρνίζονται, ἀλλὰ περιδικῶς ἐπανεμφανίζονται καὶ ἐπαναλαμβάνουσι τὴν ἐνέργειαν αὐτῶν. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον ἡ ἀντίδρασις αὕτη λέγεται **κύκλος τοῦ ἀνθρακος**. Ὄταν ὅλον τὸ ὕδρογόνον τοῦ ἀστέρος μετατραπῆ εἰς ἥλιον, ὁ κύκλος τοῦ ἀνθρακος διακόπτεται καὶ ἡ τεραστία αὕτη πηγὴ θερμότητος ἐκλείπει. Ἐκτοτε ἡ ἀκτινοβολουμένη θερμότης 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 ὑπερβαίνῃ πῶς τὰ $\frac{3}{2}$ τῆς ἡλιακῆς μάζης, ὑπάρχει γνώμη ὅτι οὗτος θρυμματίζεται εἰς τεμάχια, τὰ ὁποῖα ἀκατάλη-

γουςιν εἰς λευκοὺς νάνους καὶ εἶτα εἰς σκοτεινοὺς τοιούτους. Ὁ ἡμέτερος Ἥλιος εὐρίσκεται εἰς τὸ στάδιον τῆς λειτουργίας τοῦ κύκλου τοῦ ἄνθρακος καὶ διὰ τοῦτο ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ἀνέρχεται βραδέως, ὡς καὶ ἄλλοτε εἶπομεν (§ 49 Δ').

133. Παροδικοὶ ἀστέρες.—Παρατηρήθησαν ἀστέρες τινές, οἵτινες αἰφνιδίως ἐνεφανίσθησαν εἰς τὸν Οὐρανὸν καὶ ἀφ' οὗ ἔλαβον μεγίστην τινὰ λαμπρότητα, μετὰ τινε χρόνον βαθμηδὸν ἐξασθενούμε-



Θέσεις τῶν κυριωτέρων παροδικῶν ἀστέρων.

νοι ἐξηφανίσθησαν ἐντελῶς ἢ διατηροῦνται μὲ ἀσθενεστάτην λαμπρότητα. Οὗτοι λέγονται **παροδικοὶ ἢ νέοι ἀστέρες**.

Ἀπὸ τοῦ Ἰππάρχου (2ος αἰὼν π.Χ.) παρατηρήθησαν διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ 35 περίπου νέοι ἀστέρες.

Ὁ α' τούτων παρατηρήθη ὑπὸ τοῦ Ἰππάρχου κατὰ τὸ ἔτος 134 π.Χ. (κατ' ἄλλους 125 π.Χ.)(1). Ἡ ἐμφάνισις αὐτοῦ ἔδωκεν ἀφορμὴν εἰς τὸν Ἰππαρχον νὰ συντάξῃ τὸν πρῶτον συστηματικὸν κατάλογον τῶν ἀστέρων.

Ἄλλοι ἀξιοσημεῖωτοι παροδικοὶ ἀστέρες εἶναι οἱ ἐξῆς :

Ὁ ἀστὴρ τοῦ Tycho - Braché. Οὗτος ἐνεφανίσθη εἰς τὸν ἀ-

1. Κατὰ τὰς τελευταίας ἀντιλήψεις οὗτος ἦτο λαμπρὸς κομήτης.

στερισμὸν τῆς Κασσιόπης ἐγγύτατα ($1^{\circ} 31'$) τοῦ α αὐτῆς κατὰ τὴν 5ην Νοεμβρίου 1572. Ἡ λαμπρότης τούτου ἔφθασε τὴν λαμπρότητα τῆς Ἀφροδίτης, ὅτε ἦτο ὁρατὸς καὶ ἐν πλήρει μεσημβρία. Ἐπειτα ἔβαινε αὕτη μειουμένη καὶ κατὰ τὸν Μάρτιον τοῦ 1574 ἐξηφανίσθη.

Ἀξιοσημείωτοι ἐπίσης εἶναι ὁ ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Ἡνιόχου ἐμφανισθεὶς τὸ 1892, ὁ ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Ἀετοῦ τὸ 1918 καὶ ὁ ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Κύνου ἐμφανισθεὶς τὸ 1920.

Οὐδὲν βέβαιον γνωρίζομεν περὶ τῶν αἰτίων, εἰς τὰ ὅποια ὀφείλεται ἡ ἐμφάνισις τῶν ἀστέρων τούτων. Πιθανὸν νὰ προέρχωνται ἐκ συγκρούσεως δύο ἀστέρων ἢ μᾶλλον ἐκ συναντήσεως νεφελώδους μάζης μετὰ σκοτεινοῦ ἢ ἀσθενοῦς λαμπρότητος σώματος, ἕνεκα τῆς ὁποίας ἀναπτύσσεται μεγάλη θερμότης καὶ φῶς.

Ἡ τελευταία αὕτη ἐκδοχὴ ἐνισχύεται ἐκ τῆς παρατηρήσεως ὅτι οἱ πλεῖστοι τῶν νέων ἀστέρων παρετηρήθησαν ἐντὸς τοῦ Γαλαξίου καὶ εἰς χώρας αὐτοῦ, εἰς τὰς ὁποίας δέχονται τὴν ὑπαρξιν διαχύτου κοσμικῆς ὕλης καὶ ὅτι πολλοὶ τῶν ἀστέρων τούτων ἔλαβον τελικῶς μορφὴν 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 ἀξιοσημείωτοι περιοδικοὶ ἀστέρες εἶναι οἱ ἑξῆς :

Α') Ὁ ἀστήρ ο τοῦ Κήτους ἢ Θαυμάσιος. Ἡ λαμπρότης αὐτοῦ βαίνει ἐπὶ τρεῖς μῆνας βαθμιαίως ἀυξανόμενη, μέχρις οὗ γίνῃ ἀστήρ 2ου μεγέθους. Ἐπειτα ἐλαττοῦται ὁμοίως ἐπὶ ἄλλους τρεῖς μῆνας καὶ γίνεται 12ου μεγέθους. Τὴν ἐλαχίστην ταύτην λαμπρότητα διατηρεῖ ἐπὶ πέντε μῆνας. Μετὰ ταῦτα δὲ ἀρχεται πάλιν βαθμιαία αὐξήσις αὐτῆς.

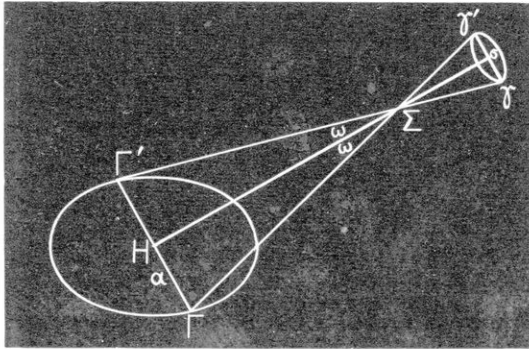
Ἡ περίοδος λοιπὸν αὐτοῦ εἶναι 11 μῆνες. Εἶναι δὲ οὗτος κίτρινος, ὅταν ἔχη τὴν μεγίστην λαμπρότητα καὶ ὑπέρυθρος κατὰ τὴν ἐλαχίστην. Ἀξιοσημείωτον, ὅτι ὁ ἀστήρ οὗτος εἶναι γίγας κατὰ 30 ἑκατομύρια φωρὰς ὀγκωδέστερος τοῦ Ἡλίου.

Β') Ὁ Ἀλγὸλ ἢ β τοῦ Περσέως. Οὗτος ἐπὶ δύο ἡμέρας καὶ 13 ὥρας διατηρεῖ τὴν μεγίστην αὐτοῦ λαμπρότητα (2ου μεγέθους).

Ἐπειτα ἐπὶ 4 ὥρας περίπου ἡ λαμπρότης τοῦ βαίνει ἐλαττωμένη, μέχρις οὗ καταστῆ ἀστὴρ 4ου μεγέθους. Μετὰ πάροδον 8^π περίπου ἡ ἐλαχίστη αὐτοῦ λαμπρότης ἀρχεται βαθμιαίως ἀξανομένη καὶ μετὰ 4 ὥρας ὁ ἀστὴρ καθίσταται πάλιν 2ου μεγέθους. Ἡ περίοδος λοιπὸν αὐτοῦ εἶναι 2 ἡμ. 21 ὥρ. 8^π.

Γ') Ὁ β τῆς Λύρας. Οὗτος ἔχει περίοδον 12 ἡμερῶν καὶ 22 ὥρῶν. Κατὰ τὴν διάρκειαν ταύτης λαμβάνει δύο μεγίστας τιμὰς τῆς λαμπρότητος αὐτοῦ (3ου μεγέθους) ἐναλλασσομένας μετὰ δύο ἐλαχίστας (4ου - 5ου μεγέθους).

Ἡ ἐξήγησις τῆς μεταβολῆς τῆς λαμπρότητος τῶν περιοδικῶν ἀστέρων βασιζέται ἐπὶ τῆς φύσεως τοῦ φάσματος αὐτῶν.



Σχ. 79

Τῶν περιοδικῶν, τῶν ἄλλοι, 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 δορυφόρου, ὁ ὁποῖος τίθεται βαθμιαίως καὶ περιοδικῶς μεταξύ ἡμῶν καὶ τοῦ ἀστέρος.

Ἄλλων περιοδικῶν τὸ φάσμα μεταβάλλει ὄψιν. Ἡ δὲ μεταβολὴ αὕτη φαίνεται ὅτι ὀφείλεται εἰς οὐσιώδεις τροποποιήσεις τῆς καταστάσεως αὐτῶν. Δὲν εἶναι δηλαδὴ ἀπίθανον ἡ ἐπιφάνεια αὐτῶν νὰ ὑφίσταται ἀλλοιώσεις ἕνεκα ἐκρήξεων ἀερίων ἢ σχηματισμοῦ σκοτεινῶν κηλίδων, ὅπως αἱ μεγάλαι καὶ περισσότεραι κηλίδες τοῦ Ἡλίου σχηματίζονται ἀνά 11 ἔτη.

Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἔτεινον νὰ ἐξηγήσωσιν ἄλλοτε τὴν μεταβολὴν τοῦ φάσματος τοῦ Θαυμασίου. Κατὰ τὸ ἔτος ὁμως 1923 ἀνεκαλύφθη ὅτι περὶ τὸν Θαυμάσιον στρέφεται καὶ ἄλλος φωτεινὸς ἀστὴρ, ὅστις λέγεται **συννοδὸς** αὐτοῦ.

Ἐξηγεῖται δὲ ἤδη ἡ μεταβολὴ τοῦ φάσματος τοῦ Θαυμασίου ὡς προερχομένη ἐν μέρει ἀπὸ τὸ φῶς τοῦ συνοδοῦ αὐτοῦ.

Εἶναι ἐπίσης πιθανὸν ἡ μεταβολὴ τῆς λαμπρότητος τῶν περιοδικῶν τοῦ τύπου τοῦ β τῆς Λύρας νὰ ὀφείλεται εἰς πλείονα αἷτια τοῦ ἑνός. Π.χ. εἰς τὴν παρουσίαν δορυφόρου καὶ εἰς τροποποιήσεις τῆς καταστάσεως τῆς ἀτμοσφαιρας αὐτῶν.

135. Ἐτησία παράλλαξις τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων. Ἐστω Η (σχ. 79) τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου, Σ ἀπλανῆς ἀστὴρ, καὶ ΓΓ' ἡ ἐπὶ τὴν ΣΗ κάθετος διάμετρος τῆς γηίνης τροχιᾶς. Ἡ γωνία ΗΣΓ = ω, ὑπὸ τὴν ὁποίαν ἐκ τοῦ ἀστέρος Σ φαίνεται ἡ ἀκτίς ΗΓ = α τῆς γηίνης τροχιᾶς καλεῖται **ἐτησία παράλλαξις** τοῦ ἀστέρος τούτου.

Ἐν ᾧ ἡ Γῆ μετατίθεται ἐπὶ τῆς τροχιᾶς τῆς, αἱ ἐν τῷ Οὐρανῷ φαινόμεναι θέσεις τοῦ Σ μετατίθενται ἐπίσης συνεχῶς ἐπὶ ἐλλείψεως. Ταύτης ὁ μέγας ἄξων γγ' εἶναι παράλληλος πρὸς τὴν Ἐκλειπτικὴν.

Ἐὰν μετρηθῇ ἡ γωνία τῶν εἰς τὰ ἄκρα τοῦ μεγάλου ἄξονος τῆς ἐλλείψεως ταύτης κατευθυνομένων ὀπτικῶν ἀκτίνων Γγ', Γ'γ καὶ ληφθῇ τὸ ἥμισυ αὐτῆς, εὐρίσκεται προφανῶς ἡ ἐτησία παράλλαξις τοῦ ἀστέρος Σ.

Ἡ ἐτησία παράλλαξις εἶναι πολὺ μικρά, πάντοτε μικροτέρα τοῦ 1". Ἐνεκα τούτου μόλις 100 περίπου ἀπλανῶν κατωρθώθη νὰ ὀρισθῇ ἡ ἐτησία παράλλαξις διὰ τῆς μεθόδου ταύτης.

Διὰ νεωτέρας μεθόδου τῇ βοηθείᾳ τῆς φωτογραφίας κατωρθώθη νὰ ὀρισθῇ ἡ παράλλαξις περισσοτέρων τῶν 6 000 ἀστέρων.

136. Ἀπόστασις τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.— Ἐκ τοῦ ὀρθογωνίου τριγώνου ΣΓΗ (σχ. 79) προκύπτει ἡ ἰσότης (ΗΓ) = (ΣΓ) ἤ μω ὅθεν (ΣΓ) = $\frac{(ΗΓ)}{\eta\mu\omega}$ ἢ, ἔνεκα τῆς σμικρότητος τῆς ω, (ΣΓ) = $\frac{(ΗΓ)}{\omega}$

Ἄν δὲ ὑποθέσωμεν ὅτι ω ἐκφράζει τὴν παράλλαξιν τοῦ Σ εἰς ἀκτίνια καὶ δ τὴν αὐτὴν γωνίαν εἰς δευτερόλεπτα μοίρας, ἔπεται ὅτι

$$\frac{\delta}{\omega} = \frac{360 \times 60 \times 60}{2\pi}$$

καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἡ προηγουμένη ἰσότης γίνεται.

$$(\Sigma\Gamma) = (ΗΓ) \frac{360 \times 60 \times 60}{2\pi\delta} = \frac{206\ 265}{\delta} (ΗΓ) \text{ περίπου.} \quad (1)$$

Διὰ τὸν α τοῦ Κενταύρου ἡ ἰσότης αὕτη γίνεται :

$(\Sigma \Gamma) = \frac{206\ 265}{0,76} (\text{ΗΓ}) = 271\ 400 (\text{ΗΓ})$, ἦτοι οὗτος ἀπέχει ἀφ' ἡμῶν ἀπόστασιν 271 400 φουράς μεγαλύτεραν τῆς ἀφ' ἡμῶν μέσης ἀποστάσεως τοῦ Ἡλίου. Ἐπειδὴ δὲ τὸ φῶς χρειάζεται 500^s, ἵνα ἔλθῃ ἀπὸ τοῦ Ἡλίου, ἔπεται ὅτι, ἵνα ἔλθῃ ἀπὸ τοῦ Κενταύρου, χρειάζεται 500^s × 271 400 = 4,30 ἔτη περίπου.

Ἡ μέση ἀπόστασις τῆς Γῆς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου λαμβάνεται ὡς μονάς μήκους διὰ τὴν καταμέτρησιν μεγάλων ἀποστάσεων καὶ καλεῖται **ἀστρονομικὴ μονάς**.

Διὰ μεγαλύτερας ἀποστάσεις μεταχειριζόμεθα τὰ ἔτη φωτός, ἦτοι πρὸς δόλωσιν 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 seconde = δευτερολεπτικὴ παράλλαξις). Οὕτω καλεῖται ἡ ἀπόστασις ἀστέρος ἔχοντος ἑτησίαν παράλλαξιν 1". Διὰ τοιοῦτον ἀστέρα ἡ ἰσότης (1) γίνεται $(\Sigma \Gamma) = 206\ 265 (\text{ΗΓ}) = 500^s \times 206\ 265 = 3,26$ ἔτη φωτός.

Πίναξ ἀστρικῶν τινων παραλλάξεων καὶ ἀποστάσεων

Ἄσ τη ρ	Ἐτησίαν παράλλαξις	Ἀπόστασις	
		Εἰς ἀστρικὰς 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
Πολικὸς	0'',07	2 946 643	46,6

Πλησιέστερος πρὸς τὴν Γῆν ἀπλανὴς θεωρεῖται μέχρι τοῦδε εἰς ἀστήρ 13ου μεγέθους τοῦ Κενταύρου. Οὗτος ἀπέχει 4,28 ἔτη φωτός καὶ λέγεται **ἐγγύτατος τοῦ Κενταύρου**.

Εὐρίσκονται λοιπὸν οἱ ἀστέρες εἰς παμμεγίστας καὶ διαφορωτάτας ἀποστάσεις. Ὁ 61 τοῦ Κύνου εἶναι ὁ πρῶτος ἀπλανὴς ἀστήρ, τοῦ ὁποίου ὑπελογίσθη ἡ ἀπὸ τῆς Γῆς ἀπόστασις. Αὕτη ἀνέρχεται εἰς 11 ἔτη φωτός περίπου καὶ ὑπελογίσθη ὑπὸ τοῦ Γερμανοῦ Bessel κατὰ τὸ 1838.

Ἐὰν οὗτοι ἐστρέφοντο περὶ τὴν Γῆν καὶ ἐντὸς 24 ὥρῶν, 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. εἷς ἀστήρ ἔγραφε τὸν οὐράνιον ἰσημερινὸν καὶ ἀπεῖχεν ἓν ἔτος φωτός, ἔπρεπε νὰ ἔχη ταχύτητα 2 000 φορές μεγαλύτεραν τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός. Τοιαῦται δὲ ταχύτητες δὲν φαίνονται πιθαναί.

Προκύπτει ὅθεν ἐκ τούτων ἑτέρα ἔμμεσος ἀπόδειξις τῆς στροφῆς τῆς Γῆς περὶ ἄξονα.

Ἀσκήσεις

166) Ἡ ἐτήσια παράλλαξις τοῦ Λαμπαδίου εἶναι 0'',10. Νὰ εὑρητε τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ.

167) Ἡ ἐτήσια παράλλαξις τοῦ 61 τοῦ Κόκνου εἶναι 0'',29. Νὰ εὑρητε τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ εἰς ἀ.μ. καὶ εἰς ἔτη φωτός.

168) Ἡ ἐτήσια παράλλαξις τοῦ Ἀλταῖο εἶναι 0'',23. Νὰ εὑρητε τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ εἰς ἀ.μ. καὶ εἰς ἔτη φωτός.

137. Ἰδία κινήσεις τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων. — Μέχρι τῶν ἀρχῶν τοῦ 18ου αἰῶνος οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες ἔθεωροῦντο ἀκίνητοι ἐν τῷ διαστήματι.

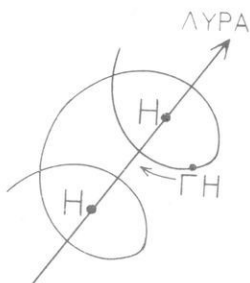
Ὁ Halley κατὰ τὸ ἔτος 1718 συνέκρινε τὰς θέσεις ἀστέρων τινῶν, αἱ ὅποια ἀναγράφονται ἐν τῇ Μαθηματικῇ Συντάξει τοῦ Πτομαλείου, πρὸς τὰς ἐπὶ τῶν ἡμερῶν του καθορισθείσας. Οὕτω δὲ ἐβεβαιώθη ὅτι οὗτοι ἐκινήθησαν αἰσθητῶς ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας.

Βραδύτερον καὶ ὑπὸ ἄλλων ἀστρονόμων ἐβεβαιώθη ἡ ἰδία τῶν ἀπλανῶν κινήσεις. Εἶναι δὲ αἱ κινήσεις αὗται βραδύταται.

Ἡ μεγίστη μετάθεσις ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας μόλις ἀνέρχεται εἰς 10'' ἐντὸς ἔτους. Διὰ τοὺς πλείστους ἀστέρας ἡ μετάθεσις αὕτη εἶναι περίπου 0'',1 ἐντὸς ἔτους.

Διὰ νὰ λάβωμεν σαφεστέραν ἰδέαν τῆς βραδύτητος ταύτης, παρατηροῦμεν ὅτι διὰ νὰ μετατεθῇ εἰς ἀστήρ κατὰ τὴν διάμετρον τοῦ δίσκου τῆς Σελήνης (§ 102), πρέπει νὰ παρέλθωσι $1\ 889 : 0,1 = 18\ 890$ ἔτη. Εἰς τὴν βραδεῖαν δὲ ταύτην κίνησιν καὶ εἰς τὴν μεγίστην ἀπόστασιν τῶν ἀστέρων ἀφ' ἡμῶν ὀφείλεται τὸ ἀμετάβλητον τῆς ὕψεως τοῦ Οὐρανοῦ ἀπὸ τῆς ἀρχαιότητος.

Ἡ σπουδὴ τῆς ἰδίας ταύτης κινήσεως τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων ἤγαγεν εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι καὶ ὁ Ἥλιος κινεῖται εἰς τὸ διάστημα παρασύρων μεθ' ἑαυτοῦ τοὺς πλανήτας μετὰ τῶν δορυφόρων των καὶ τοὺς περιοδικούς κομήτας. Ἡ δὲ φαινομενικὴ ἐν τῷ Οὐρανῷ ἐλαχίστη μεταθέσις τῶν ἀπλανῶν ἀπεδείχθη ὅτι εἶναι ἀποτέλεσμα τῶν συνδυασμῶν τῆς ἰδίας αὐτῶν κινήσεως καὶ τῆς κινήσεως ἡμῶν μετὰ τοῦ Ἥλιου.



Σχ. 80.

Ἐνεκα τῆς κινήσεως ταύτης ἡ Γῆ οὐδέποτε ἐπανέρχεται εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν τοῦ διαστήματος. Γράφει δὲ ἐν τῷ διαστήματι ἐλλικοειδῆ καμπύλην περὶ τὴν κατεύθυνσιν τῆς κινήσεως τοῦ Ἥλιου (σχ. 80).

Ἄσκησεις

169) Εἰς ἀπλανῆς ἀστὴρ μετατίθεται κατὰ $10''$ ἐτησίως. Νὰ εὑρητε εἰς πόσον χρόνον ἢ μετάθεσις του ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας θὰ γίνῃ ἴση πρὸς τὴν μέσιν τιμὴν τῆς φαινομένης διαμέτρου τῆς Σελήνης

170) Εἰς ἀπλανῆς ἀστὴρ μετατίθεται κατὰ $0''$, 1 ἐτησίως. Νὰ εὑρητε εἰς πόσον χρόνον θὰ μεταθεθῇ κατὰ τὴν μέσιν τιμὴν τῆς φαινομένης ἡμιδιαμέτρου τοῦ Ἥλιου.

171) Εἰς ἀπλανῆς ἀστὴρ μετατίθεται κατὰ $0''$, 2 ἐτησίως. Νὰ εὑρητε μετὰ πόσον χρόνον ἢ μετάθεσις του θὰ γίνῃ ἴση πρὸς τὴν ἐτησίαν παράλλαξιν τοῦ πολικοῦ ἀστέρος καὶ μετὰ πόσον χρόνον ἴση πρὸς τὴν ἐτησίαν παράλλαξιν τοῦ α τοῦ Κενταύρου.

138. Νεφελώματα.—Διὰ τῶν τηλεσκοπίων διακρίνονται εἰς τὸν Οὐρανὸν διάφορα μικρὰ ὑπόλευκα νέφη. Τὰῦτα λέγονται γενικῶς νεφελώματα ἢ νεφελοειδεῖς ἀστέρες.

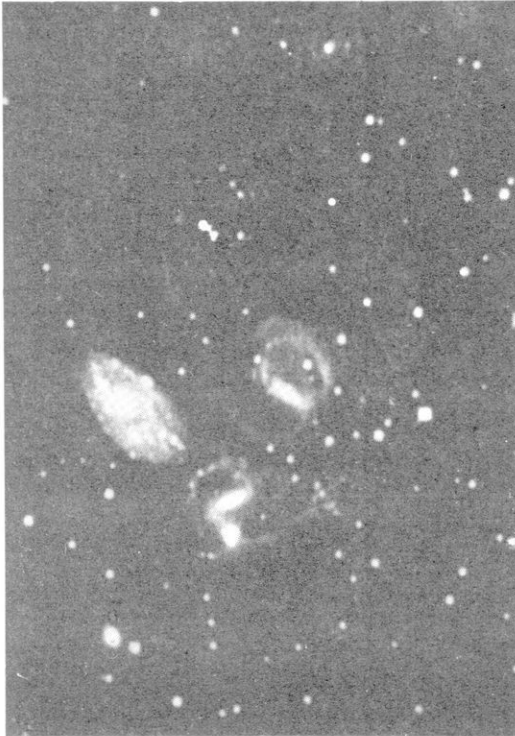
Διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ κατὰ τὰς αἰθρίας ἀσελήνους νύκτας φαίνεται τὸ ἐν τῷ ἀστερισμῷ τῆς Ἀνδρομέδας, τὸ ἐν τῷ ἀστερισμῷ τοῦ Ὠρίωνος



Νεφέλωμα τῆς Ἀνδρομέδας.

καὶ τὰ δύο νέφη τοῦ Μαγγελάνου πλησίον τοῦ νοτίου πόλου τοῦ Οὐρανοῦ.
Δι' ἰσχυρῶν τηλεσκοπίων ἢ καὶ διὰ τῆς φωτογραφικῆς νεφελώματά

τινα φαίνονται αποτελούμενα ἐκ πλήθους ἀστέρων, τοὺς ὁποίους ἀδυνατοῦμεν νὰ διακρίνωμεν ἀπ' ἀλλήλων διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Ταῦτα λέγονται γενικῶς **νεφελώματα** ἢ **ἀστρικά συστροφαι** ἢ καὶ ἀπλῶς **συστροφαι**. Τὸ νεφέλωμα τοῦ Ἡρακλέους π.χ. εἶναι διαλυτὸν νεφέλωμα, ἤτοι συστροφή



Σπειροειδῆ νεφελώματα εἰς τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Πηγῆσου ὑπὸ δισταπλασίαν μεγέθυνσιν τῆς φωτογραφίας αὐτῶν.

ἀστέρων περιέχουσα περὶ τοὺς 100 000 ἀστέρας ἐγγύτατα ἀλλήλων κειμένους πλην τῶν συσσωρευομένων εἰς τὸ κέντρον.

Ἄλλα νεφελώματα καὶ διὰ τῶν ἰσχυροτάτων τηλεσκοπίων φαίνονται ὡς **νέφη ὑπόλευκα**. Πολλὰ τούτων παρουσιάζουσι φάσμα ὅμοιον πρὸς τὸ φάσμα τῶν ἀπλανῶν. Ταῦτα ἐπομένως εἶναι διαλυτὰ νεφελώματα.

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 ὕδρογόνου 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 ἐκτός τοῦ Γαλαξίου καὶ εἰς παμμεγίστας ἀρ' ἡμῶν ἀποστάσεις. Ταῦτα λέγον-

ται σπειροειδή νεφελώματα ἐκ τοῦ σπειροειδοῦς σχήματος τῶν πλείστων τούτων. Σπειροειδή νεφελώματα εἶναι π.χ. τὸ νεφέλωμα τοῦ Περσέως τῆς Ἀνδρομέδας καὶ ἑκατομμύρια ἄλλων.

139. Γαλαξίας.—Ὁ Γαλαξίας εἶναι μακρά, στενή, ὑπόλευκος καὶ νεφελώδης ταινία, τὴν ὁποῖαν 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 νεώτεροι ἔρευναι καὶ ἡ φασματοσκοπικὴ ἐξέτασις τῶν διαφόρων μερῶν τοῦ Γαλαξίου ἀποδεικνύει ὅτι οὗτος ἀποτελεῖται ἀπὸ πολυαρίθμους ἀστέρας, ἀπὸ ἀστρικήσ συστροφᾶς καὶ ἀπὸ ἀδιάλυτα νεφελώματα. Φέρει δὲ καὶ διάφορα σκοτεινὰ μέρη, τὰ ὁποῖα καλοῦνται **σάκκοι ἀνθράκων**. Ἐπειδὴ δὲ ἐντὸς αὐτῶν ἔχουσι παρατηρηθῆ οἱ πλεῖστοι παρδοικὸι 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, ἥτοι 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 ἀστρικά νέφη ἀποτελοῦσι τοὺς κόμβους καὶ τὰς συμπυκνώσεις τῶν σπειρῶν τοῦ συγκροτήματος.

Ὁ Ἥλιος εὐρίσκεται πλησίον τοῦ κέντρου μιᾶς τῶν συμπυκνώσεων τούτων, ἣτις λέγεται **τοπικὸν σμήνος**. Ἀπέχει δὲ ὁ Ἥλιος ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ Γαλαξίου 33 000 ἔτη φωτὸς περίπου(1).



Δακτυλιοειδὲς νεφέλωμα τῆς Λύρας ὑπὸ εικοσαπλασίαν
μεγέθυνσιν φωτογραφίας αὐτοῦ,

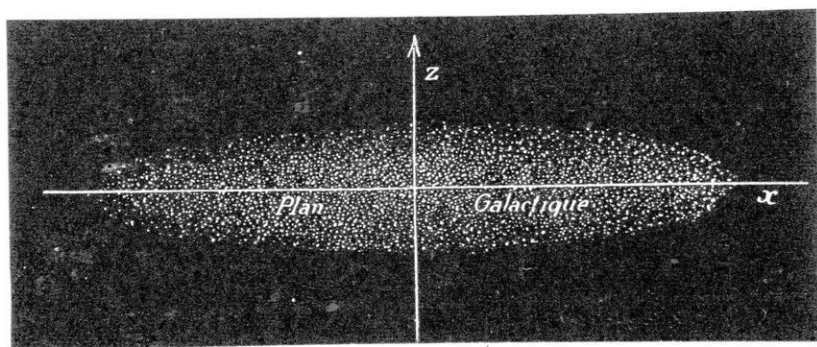
Κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ Γαλαξιακοῦ ἰσημερινοῦ οἱ ἀστέρες εἶναι πολυάριθμοι καὶ προβάλλονται ἐγγύτατα ἀλλήλων ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαί-

1. Τὴν περὶ τοῦ Γαλαξίου τοιαύτην γνώμην καὶ τὸ πλεῖστον τῆς ἐπομένης παραγράφου παρελάβομεν ἐκ σχετικῆς μελέτης τοῦ διακεκριμένου παρ' ἡμῶν ἀστρονόμου κ. Σ. Πλακίδου.

ρας. Κατά διεύθυνσιν δὲ παράλληλον πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ φακοῦ περὶ τοὺς Γαλαξιακοὺς πλόους οἱ ἀστέρες εἶναι ὀλιγώτεροι καὶ προβάλλονται περισσότερον κεχωρισμένοι 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 τεράστιαι. Ἐγγύτερον πρὸς τὸν Γαλαξίαν



Τομή Γαλαξίου δι' ἐπιπέδου διερχομένου διὰ τῶν πόλων αὐτοῦ.

νεφελώματα εἶναι τὸ τῆς **Ἀνδρομέδας**. Μέχρις ἐσχάτων ἡ ἀπόστασις αὐτοῦ ἐξετιμᾶτο εἰς 750 000 ἔτη φωτός. Νεώταται ὅμως παρατηρήσεις καὶ ὑπολογισμοὶ ἀναβιβάζουν αὐτὴν εἰς 1 500 000 ἔτη φωτός. Ἐσχάτως δὲ διὰ τοῦ καποτρικοῦ τηλεσκοπίου τοῦ Ἀστεροσκοπεῖου τοῦ ὄρους Palomar ἐφωτογραφήθη νεφελώμα, τὸ ὅποιον 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 τὰ ἀπώτερον ἡμῶν κείμενα. 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

περί τὰ 37 δισεκατομμύρια ἀστέρων. Ἐπειδὴ ὅμως τὰ φωτεινὰ καὶ μὴ τοιαῦτα Γαλαξιακὰ νεφελώματα ἀποκρύπτουσιν ἀφ' ἡμῶν πολλοὺς ἀστέρας τοῦ δὲν ἀποκλείεται νὰ ἔχη οὗτος περί 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 5 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, ἰλιγγιωμένον πρὸ 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 ἀστὴρ ἔχων $\alpha = 15^{\text{ωρ}}. 20^{\text{π.}}$ ἀνατέλλει ἐν τινι τόπῳ τὴν 6ην ἀστρικήν ὥραν. Νὰ εὑρητε πόσον μοιρῶν κ.τ.λ. εἶναι τὸ ἡμερήσιον τόξον τῆς τροχιάς αὐτοῦ.

173) Ἐνὸς ἀπλανοῦς ἀστέρος τὸ ἡμερήσιον τόξον εἶναι 200° . Ἄν ἀνατέλλῃ τὴν $2^{\text{ωρ}}. 10^{\text{π.}}$ νὰ εὑρητε πόση εἶναι ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ αὐτοῦ.

174) Ἀστὴρ ἔχων $\delta = 35^{\circ} 15' 20''$ μεσουρανεῖ ἄνω ἐν τινι τόπῳ εἰς ὕψος $47^{\circ} 12' 42''$. Νὰ εὑρητε πόσον εἶναι τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τοῦ τόπου τούτου.

175) Εἰς ἀειφανῆς ἀστὴρ μεσουρανεῖ ἄνω εἰς ὕψος 50° καὶ εἰς τόπον, ὅστις ἔχει γεωγραφικὸν πλάτος $40^{\circ} B$. Νὰ εὑρητε πόσον ὕψος ἔχει ὁ ἀστὴρ οὗτος κατὰ τὴν κάτω μεσουράνησίν του ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ.

176) Ἀπλανῆς ἀστὴρ ἀνατέλλει συγχρόνως μὲ τὸ γ ἐν τόπῳ, ὅστις ἔχει γεωγραφικὸν πλάτος $30^{\circ} 25' B$. Μεσουρανεῖ δὲ οὗτος ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ 2 ὥρας βραδύτερον τοῦ γ , εἰς ὕψος $69^{\circ} 35'$. Νὰ εὑρεθῶσιν αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ ἀστέρος τούτου.

177) Ἀπλανῆς ἀστὴρ μεσουρανεῖ ἄνω ἐν Ἀθήναις $4^{\text{ωρ}}. 12^{\text{π.}}. 20^{\text{s.}}$ βραδύτερον τοῦ Σειρίου ($\alpha = 6^{\text{ωρ}}. 41^{\text{π.}}. 56^{\text{s.}}$) καὶ εἰς ὕψος $67^{\circ} 10'$. Νὰ εὑρεθῶσιν αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ ἀστέρος τούτου.

178) Νὰ εὗρητε πόση εἶναι ἡ ἐλαχίστη τιμὴ τῆς ἀποκλίσεως τῶν ἀστέρων, οἵτινες οὐδέποτε δύνουσι ἐν Ἀθήναις.

179) Νὰ εὗρητε εἰς πόσῃν ζενιθίαν ἀπόστασιν μεσουρανεῖ ἄνω ἐν Ἀθήναις ἀστὴρ ἔχων ἀπόκλισιν $62^{\circ} 15' 35''$ καὶ εἰς πόσῃν κάτω.

180) Τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τῶν Παρισίων εἶναι $48^{\circ} 50' 10'', 7 B$. Νὰ εὗρεθῇ τὸ ἡμερήσιον τόξον ἀστέρος ὁρωμένου ἐκ Παρισίων, ὅστις ἔχει ἀπόκλισιν $41^{\circ} 9' 49'', 3$.

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 εὗρεθῇ τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τῶν τόπων τούτων.

182) Νὰ εὗρεθῇ ἡ ταχύτης, μεθ' ἧς στρέφεται ἐκ Δ πρὸς A τόπος ἔχων γεωγραφικὸν πλάτος $37^{\circ} 58' 20''$.

183) Νὰ εὗρητε πόσον εἶναι τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τόπου, ὅστις ἔχει ταχύτητα 81 μ κατὰ δευτερόλεπτον κατὰ τὴν ἐκ Δ πρὸς A τροφὴν τοῦ.

184) Νὰ ἀποδειχθῇ, ὅτι ἂν φ εἶναι τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τόπου τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς, δ ἡ ἀπόκλισις 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 ἀποδειχθῇ ὅτι κατὰ τὴν θερινὴν τροπὴν ὅλοι οἱ τόποι τῆς Γῆς, οἵτινες ἔχουσιν 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 νύκταν.

186) Εἰς τόπον ἔχοντα γεωγραφικὸν πλάτος 38° ὑψοῦται κατακόρυφος πύργος ὕψους 35 μέτρων. Νὰ εὗρεθῇ τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς αὐτοῦ κατὰ τὴν μεσημβριανὴν τῆς ἡμέρας, καθ' ἣν ἡ ἀπόκλισις τοῦ Ἡλίου εἶναι $- 12^{\circ} 20'$.

187) Νὰ εὗρητε τὸ ὕψος δένδρου, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται εἰς βόρειον γεωγραφικὸν πλάτος 40° καὶ ρίπτει σκιὰν $2\sqrt{3}$ μέτρων τὴν μεσημβριανὴν τῆς ἡμέρας, καθ' ἣν ἡ ἀπόκλισις τοῦ Ἡλίου εἶναι 10° .

188) Ἀπλανὴς ἀστὴρ μεσουρανεῖ κάτω εἰς τὸν Βορρᾶν τόπον ἔχοντος γεωγραφικὸν πλάτος $27^{\circ} B$. Νὰ εὗρητε τὸ μέγιστον ὕψος, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ λάβῃ οὗτος ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ.

189) Εἰς τόπος ἔχει γεωγραφικὸν πλάτος 28° . Νὰ εὗρητε πόσον

μέρος τοῦ ὠριαίου τοῦ Zenith εὐρίσκεται ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα αὐτοῦ καὶ πόσον ὑπ' αὐτόν. Τὸ αὐτὸ καὶ διὰ τὸν ὠριαῖον τοῦ Nadir.

190) Νὰ εὑρητε εἰς ποίους τόπους οὐδέποτε ἀνατέλλει ὁ Rigel ὅστις ἔχει $\delta = -80^{\circ} 17' 5''$;

191) Νὰ εὑρητε τὴν ἀπόκλισιν ἀστέρος, ὅστις κατὰ τὴν κάτω ἐν Ἀθήναις μεσουράνησιν του εὐρίσκεται ἐπὶ τοῦ ὀρίζοντος τῶν Ἀθηναίων.

192) Νὰ εὐρεθῇ 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 κέντρον 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 ἀπόστασις του εἶναι 1,1727 ἀστρονομικαὶ μονάδες. Νὰ εὑρητε τὴν ἀφήλιον ἀπόστασιν αὐτοῦ εἰς χιλιόμετρα.

199) Ὁ Πολικός ἀστὴρ ἔχει ἐτησίαν παράλλαξιν $0'',07$. Νὰ εὑρητε τὴν ἀπόστασίν του εἰς ἀστρονομικὰς μονάδας, εἰς ἔτη φωτὸς καὶ εἰς μονάδας Parsec.

200) Ὁ Ἀρκτοῦρος ἀπέχει τῆς Γῆς 31 000 000 ἀστρονομικὰς μονάδας. Νὰ εὑρητε τὴν ἐτησίαν παράλλαξιν αὐτοῦ.

ΠΙΝΑΞ ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

Η ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΣΦΑΙΡΑ

Κεφάλαιον Α'

Σύντομος επισκόπησις τῶν φαινομένων κινήσεων τῶν ἀστέρων.
Τὸ Κοπερνίκειον σύστημα Σελ. 9 - 15

Κεφάλαιον Β'

Θέσις ἀστέρας ἐπὶ τῆς Οὐρανίου σφαίρας. Ἐξῆς, [Θεοδόλιχος,
Γνώμων. Νόμοι τῆς φαινόμενης ἡμερησίας κινήσεως τῆς Οὐ-
ρανίου σφαίρας. Μεσημβρινὸν τηλεσκόπιον καὶ χρῆσις αὐτοῦ. » 16 - 39

ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

Ο ΗΛΙΟΣ

Κεφάλαιον Α'

Φαινόμενη κίνησις τοῦ Ἡλίου. Φαινόμενη διάμετρος καὶ τροχιά
τοῦ Ἡλίου. Νόμος τῶν ἐμβαδῶν. Ὁραὶ τοῦ ἔτους » 40 - 49

Κεφάλαιον Β'

Μέτρησις τοῦ χρόνου. Ἀληθὴς καὶ μέσος ἡλιακὸς χρόνος. Ἐξί-
σωσις τοῦ χρόνου. Ἐπίσημος ὥρα. Τροπικὸν καὶ ἀστρικὸν
ἔτος. Ἡμερολόγια. » 49 - 60

Κεφάλαιον Γ'

Σύστασις, ἀπόστασις, σχῆμα καὶ μέγεθος τοῦ Ἡλίου » 60 - 74

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

ΟΙ ΠΛΑΝΗΤΑΙ

Κεφάλαιον Α'

Αί κινήσεις τῶν πλανητῶν. Νόμοι τοῦ Κεπλέρου. Μεγάλοι πλανῆται. καὶ δορυφόροι αὐτῶν. Τηλεσκοπικοὶ πλανῆται. Σύνοδος, ἀντίθεσις καὶ ἀποχὴ πλανῆτου. Φάσεις πλανητῶν. Ἐξήγησις τῶν φαινομένων κινήσεων τῶν πλανητῶν. Νόμος τῆς παγκοσμίου ἐλλείψεως » 71 - 87

Κεφάλαιον Β'

Περιγραφή τῶν μεγάλων πλανητῶν. Ζωδιακὸν φῶς » 87 - 103

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

Η ΓΗ

Κεφάλαιον Α'

Σχῆμα καὶ μέγεθος τῆς Γῆς. Γεωγραφικὰ συντεταγμένοι τόποι » 104 - 120

Κεφάλαιον Β'

Αἱ κινήσεις τῆς Γῆς. Διαδοχὴ τῶν ἡμερῶν καὶ νυκτῶν. Ἀνισότης τῶν ἡμερῶν καὶ νυκτῶν. Μεταβολὴ καὶ διανομὴ τῆς θερμοκρασίας. Ζῶναι τῆς Γῆς. Ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις » 120 - 137

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

Η ΣΕΛΗΝΗ

Κεφάλαιον Α'

Κινήσεις, ἀπόστασις, φάσεις, κατάστασις καὶ μέγεθος τῆς Σελήνης. » 138 - 154

Κεφάλαιον Β'

Αἱ ἐκλείψεις τῆς Σελήνης καὶ τοῦ Ἥλιου. » 155 - 161

ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΚΤΟΝ

ΚΟΜΗΤΑΙ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΑ

Κεφάλαιον Α΄

Κομήται, σύστασις, σχῆμα καὶ τροχιά αὐτῶν. Περιοδικοί κομήται. » 162 - 168

Κεφάλαιον Β΄

Μετέωρα. Διάττοντες ἀστέρες. Βολίδες καὶ ἀερόλιθοι » 168 - 171

ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΒΔΟΜΟΝ

* ΑΠΛΑΝΕΙΣ ΑΣΤΕΡΕΣ ΚΑΙ ΝΕΦΕΛΩΜΑΤΑ

Κεφάλαιον Α΄

Οἱ κυριώτεροι ἀστερισμοὶ » 172 - 179

Κεφάλαιον Β΄

Σύντομος σπουδὴ τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων καὶ νεφελωμάτων. Διπλοὶ καὶ πολλαπλοὶ ἀστέρες. Νεφελώματα. Γαλαξίας. Τὸ σύμπαν. » 179 - 198

Ἀσκήσεις πρὸς γενικὴν ἐπανάληψιν » 198 - 200

Ἐξόφυλλον Ζωγράφου ΤΑΣΟΥ ΧΑΤΖΗ

Itene

Harry

Harry



024000019970

ΕΚΔΟΣΙΣ ΙΔ', 1968 (VII) - ΑΝΤΙΤΥΠΙΑ 50.000 - ΣΥΜΒΑΣΙΣ 1670 / 23 - 7 - 68

ΕΚΤΥΠΩΣΙΣ: ΓΡΑΦΙΚΗ Ε.Π.Ε. - ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΑ : Ι. ΚΑΜΠΑΝΑΣ Ο.Ε.

