

# ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

ΣΤ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ 1975



19697  
—

# ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

ΔΩΡΕΑΝ



ΔΗΜ. ΚΩΤΣΑΚΗ καὶ ΚΩΝΣΤ. ΧΑΣΑΠΗ (†)

# ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

ΣΤ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ

ΑΘΗΝΑΙ 1975

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



## ΠΙΝΑΞ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ. Ὁ Οὐρανὸς καὶ τὸ Σύμπαν .....	Σελίς 9 - 10
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'. ΤΟ ΣΥΜΠΑΝ .....	11 - 18
1. Ὅρισμός τοῦ Σύμπαντος. 2. Σχήμα τοῦ Σύμπαντος. 3. Ἐκτασις τοῦ Σύμπαντος. 4. Γαλαξίαι. 5. Πλήθος τῶν γαλαξιδῶν. 6. Μορφαὶ τῶν γαλαξιδῶν. 7. Σύστασις τῶν γαλαξιδῶν. 8. Μέγεθος τῶν γαλαξιδῶν. 9. Τοπικὴ ὁμάς γαλαξιδῶν.	
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'. Ο ΓΑΛΑΞΙΑΣ ΜΑΣ .....	19 - 24
10. Σύστασις, σχῆμα καὶ διαστάσεις τοῦ γαλαξίου. 11. Δομὴ τοῦ γαλαξίου. «Τοπικὸν σύστημα». 12. Περιστροφή τοῦ γαλαξίου. 13. Τὸ ἡλιακὸν σύστημα. 14. Σχέσις τῆς γῆς πρὸς τὸν γαλαξίαν καὶ τὸ Σύμπαν.	
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'. ΑΣΤΕΡΕΣ ΚΑΙ ΑΣΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ .....	25 - 46
I. ΟΝΟΜΑΣΙΑ, ΛΑΜΠΡΟΤΗΣ ΚΑΙ ΠΛΗΘΟΣ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ - ΑΣΤΕΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΥΡΑΝΟΓΡΑΦΙΑ .....	25 - 30
15. Οἱ 88 ἀστερισμοί. 16. Ὄνομασίαι τῶν ἀστέρων. 17. Λαμπρότης τῶν ἀστέρων. 18. Τὸ πλήθος τῶν ἀστέρων. 19. Κατάλογος τῶν ἀστέρων καὶ χάρται τοῦ οὐρανοῦ. 20. Οὐρανογραφία.	
II. ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ .....	31 - 36
21. Ἀπόστασις τοῦ ἡλίου ἐκ τῆς γῆς. Ἀστρονομικὴ μονάς. 22. Παραλλάξεις τῶν ἀστέρων. Ἡ μονάς παρσέκ. 23. Ἀποστάσεις τῶν ἀστέρων. Ἀπόλυτον μέγεθος. 24. Πραγματικαὶ κινήσεις τῶν ἀστέρων. 25. Μεταβατικὴ κίνησις τοῦ ἡλίου.	
III. ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ .....	36 - 39
26. Χρώματα τῶν ἀστέρων. 27. Φασματικοὶ τύποι τῶν ἀστέρων. 28. Διάμετροι τῶν ἀστέρων. 29. Ἀστέρες γίγαντες καὶ νῆοι.	
IV. ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΙ ΑΣΤΕΡΕΣ .....	39 - 42
30. Ὅρισμός καὶ ταξινομήσις τῶν μεταβλητῶν ἀστέρων. 31. Τὰ αἷτια τῆς φωτεινῆς κυμάνσεως τῶν μεταβλητῶν. 32. Τὸ διάγραμμα Χέρτσμπρουνγκ - Ράσσελ. 33. Ἡ ἐξέλιξις τῶν ἀστέρων.	
V. ΑΣΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ .....	42 - 46
34. Διπλοὶ ἀστέρες. 35. Πολλαπλοὶ ἀστέρες. 36. Ἀστρικά σμήνη.	

	Σελίς
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ΄. Ο ΗΛΙΟΣ .....	47 - 59
I. ΣΧΗΜΑ, ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ .....	47 - 53
37. Σχῆμα καὶ περιστροφὴ τοῦ ἡλίου. 38. Μέγεθος τοῦ ἡλίου. 39. Λαμπρότης τοῦ ἡλίου. 40. Ἡ ἡλιακὴ σταθερά. 41. Προέλευσις τῆς ἡλιακῆς ἐνεργείας. 42. Θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἡλίου. 43. Αἱ ἡλιακαὶ στοιβάδες. 44. Τὸ ἡλιακὸν φάσμα. 45. Μορφαὶ τῆς ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας. 46. Χημικὴ σύστασις τοῦ ἡλίου.	
II. ΗΛΙΑΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ .....	53 - 56
47. Οἱ φωτοσφαιρικοὶ σχηματισμοί. 48. Ὁ ἐνδεκαετῆς κύκλος τῶν ἡλιακῶν κηλίδων. 49. Τὰ φαινόμενα τῆς χρωμοσφαίρας.	
III. ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ ΕΠΙ ΤΗΣ ΓΗΣ .....	57 - 59
50. Γῆινα φαινόμενα, ἀκολουθοῦντα τὸν 11ετῆ κύκλον. 51. Αἱ ἐκλάμψεις καὶ τὰ ἠλεκτρομαγνητικὰ γῆινα φαινόμενα.	
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε΄. ΤΟ ΗΛΙΑΚΟΝ ΣΥΣΤΗΜΑ .....	60 - 82
I. ΚΙΝΗΣΙΣ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΗΛΙΟΝ .....	60 - 65
52. Τὸ γεωκεντρικὸν καὶ ἠλιοκεντρικὸν σύστημα. 53. Αἱ πραγματικαὶ καὶ αἱ φαινόμεναι κινήσεις τῶν πλανητῶν. 54. Οἱ νόμοι τοῦ Κέπλερ καὶ τοῦ Νεύτωνος. 55. Ἀποστάσεις τῶν πλανητῶν ἐκ τοῦ ἡλίου. 56. Ταξινόμησις, συζυγία καὶ ἀποχαί τῶν πλανητῶν. 57. Φάσεις τῶν πλανητῶν καὶ δορυφόροι των.	
II. Οἱ ΠΛΑΝΗΤΑΙ ΚΑΙ Οἱ ΔΟΥΡΥΦΟΡΟΙ ΤΩΝ .....	66 - 76
58. Μεγέθη καὶ περιστροφὴ τῶν πλανητῶν. 59. Ἑρμῆς. 60. Ἀφροδίτη. 61. Ἄρης. 62. Μικροὶ πλανῆται (ἀστεροειδεῖς). 63. Ζεὺς. 64. Κρόνος. 65. Οὐρανός. 66. Ποσειδῶν. 67. Πλούτων.	
III. ΚΟΜΗΤΑΙ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΑ .....	76 - 82
68. Μορφή, μέγεθος καὶ πλῆθος τῶν κομητῶν. 69. Τροχιαὶ τῶν κομητῶν· περιοδικοὶ καὶ μὴ περιοδικοὶ κομηῆται. 70. Θεωρία τῆς ἄγρας· οἰκογένεια καὶ προέλευσις τῶν κομητῶν. 71. Φυσικὴ κατὰστασις καὶ χημικὴ σύστασις τῶν κομητῶν. 72. Οἱ κομηῆται τοῦ Βιέλα καὶ τοῦ Χάλλεϋ. 73. Μετέωρα. 74. Πλῆθος καὶ βροχαὶ διαττόντων. 75. Ζωδιακὸν καὶ ἀντιζωδιακὸν φῶς.	
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ΄. Η ΓΗ .....	83 - 91
I. ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΤΗΣ ΓΗΣ .....	83 - 87
76. Ἡ γῆνιν σφαῖρα· ἄξων αὐτῆς καὶ κύκλοι τῆς ἐπιφανείας τῆς. 77. Γεωγραφικαὶ συντεταγμένα. 78. Τὸ γῆινον ἔλλειψοειδές. 79. Αἱ στοιβάδες τῆς γῆινης σφαίρας. 80. Ἡ ἀτμόσφαιρα. 81. Ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις. 82. Ζῶναι van Allen (Ἄλλεν) καὶ πολικὸν σέλας.	

II. ΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΓΗΣ .....	88 - 91
83. Ἡ περιστροφή τῆς γῆς. 84. Ἡ κίνησις τῆς γῆς περί τὸν ἥλιον.	
85. Ἀποτελέσματα τοῦ συνδυασμοῦ τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς καὶ τῆς κινήσεως αὐτῆς περί τὸν ἥλιον. 86. Ἡ μετάπτωσις καὶ ἡ κλόνησις.	
Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο Ν Ζ'. Η ΣΕΛΗΝΗ .....	92 - 102
I. Η ΣΕΛΗΝΗ ΩΣ ΔΟΥΡΥΦΟΡΟΣ ΤΗΣ ΓΗΣ .....	92 - 95
87. Ἀπόστασις καὶ μέγεθος τῆς σελήνης. 88. Κίνησις τῆς σελήνης περί τὴν γῆν. 89. Αἱ φάσεις τῆς σελήνης. 90. Περιστροφή καὶ σχῆμα τῆς σελήνης.	
II. ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΤΗΣ ΣΕΛΗΝΗΣ .....	95 - 98
91. Ἐπιφάνεια τῆς σελήνης. 92. Θερμοκρασία καὶ ἐσωτερικὴ δομή. 93. Ἡλικία καὶ ἐξέλιξις.	
III. ΑΙ ἘΚΛΕΪΦΕΙΣ ΚΑΙ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΙ .....	98 - 102
94. Ἡ σκιά καὶ ἡ παρασκιά τῆς γῆς. 95. Αἱ ἐκλείψεις τῆς σελήνης. 96. Αἱ ἐκλείψεις τοῦ ἡλίου. 97. Τὸ φαινόμενον τῆς παλιρροίας καὶ ἡ σελήνη. 98. Ἑρμηνεία τοῦ φαινομένου τῶν παλιρροϊῶν. 99. Ἡ παλιρροία τοῦ Εὐρίπου.	
Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο Ν Η'. Η ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΣΦΑΙΡΑ .....	103 - 119
I. ΓΗ ΚΑΙ ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΣΦΑΙΡΑ .....	103 - 113
100. Οὐράνιος σφαῖρα· σχῆμα καὶ χρῶμα τοῦ οὐρανοῦ. 101. Κα- τακόρυφος τόπου· κατακόρυφοι κύκλοι. 102. Φυσικὸς καὶ αἰσθη- τὸς ὀρίζων· ὀριζόντιοι κύκλοι. 103. Ζενιθία ἀπόστασις καὶ ὕψος ἀστέρος. 104. Ἄξων τοῦ κόσμου καὶ οὐράνιος ἰσημερινός. 105. ᾽Ωριαῖοι καὶ παράλληλοι κύκλοι. 106. Μεσημβρινὸν ἐπίπεδον καὶ οὐράνιος μεσημβρινός τόπου· κύρια σημεῖα τοῦ ὀρίζοντος. 107. Φαινόμενη περιστροφή τῆς οὐρανόσφαιρας καὶ νόμοι αὐτῆς. 108. Ἀνατολαὶ καὶ δύσεις τῶν ἀστέρων· ἡμερήσια καὶ νυκτερινὰ τόσα αὐτῶν. 109. Μεσουρανήσεις τῶν ἀστέρων εἰς ἓνα τόπον. 110. Δύο θεμελιώδεις ἰδιότητες τοῦ οὐρανόσφαιρου μεσημβρινοῦ. 111. Ἀπόκλισις καὶ πολικὴ ἀπόστασις ἀστέρος. 112. ᾽Ωριαία γωνία ἀστέρος.	
II. Ο ΗΛΙΟΣ ΕΙΣ ΤΗΝ ΟΥΡΑΝΙΟΝ ΣΦΑΙΡΑΝ .....	113 - 116
113. Ἐκλειπτικὴ. 114. Ἴσημερία καὶ τροπαί. 115. Ζωδιακὴ ζώνη.	
III. ΟΥΡΑΝΟΓΡΑΦΙΚΑΙ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΑΙ .....	116 - 119
116. Ὅρθη ἀναφορὰ ἀστέρος. 117. Ὅρισμός τῆς θέσεως σημείου ἐπὶ τῆς οὐρανόσφαιρας.	

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Θ'. Η ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ .....	120 - 134
118. Αί δύο μεγάλαι μονάδες μετρήσεως του χρόνου	
I. Η ΗΜΕΡΑ .....	120 - 127
119. Ἀστρική ἡμέρα, ἀστρικός χρόνος, ἀστρικά ὥρολόγια. 120. Θεμελιώδεις σχέσεις μεταξύ ἀστρικοῦ χρόνου (Τ), ὀρθῆς ἀναφορᾶς (α) καί ὠριαίας γωνίας (Η). 121. Ἀληθῆς ἡλιακή ἡμέρα, ἀληθῆς ἡλιακός χρόνος, ἡλιακά ὥρολόγια. 122. Μέσος ἥλιος, μέση ἡλιακή ἡμέρα, μέσος ἡλιακός χρόνος, ὥρολόγια μέσου ἡλιακοῦ χρόνου. 123. Ἐξίσωσις τοῦ χρόνου. 124. Παγκόσμιος χρόνος.	
II. ΤΟ ΕΤΟΣ .....	128 - 134
125. Ἀστρικόν, τροπικόν καί πολιτικόν ἔτος. 126. Ἡμερολόγια ἡλιακά, σεληνιακά, σεληνοηλιακά. 127. Τό Ἰουλιανόν ἡμερολόγιον. 128. Τό Γρηγοριανόν ἡμερολόγιον. 129. Καθορισμός τῆς ἡμερομηνίας τῆς ἑορτῆς τοῦ Πάσχα. 130. Τό παγκόσμιον ἡμερολόγιον.	
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ι'. ΚΟΣΜΟΓΟΝΙΑ .....	135 - 138
131. Μικροκοσμογονία καί μακροκοσμογονία. 132. Προέλευσις τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος. 133. Χαρακτηριστικά γνωρίσματα τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος. 134. Ἡ «πρωτοπλανητική θεωρία». 135. Διαστολή τοῦ Σύμπαντος. 136. Ἡλικία τοῦ Σύμπαντος. 137. Ἀρχή καί τέλος τοῦ Σύμπαντος.	
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΑ'. ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ .....	139 - 144
138. Γνώμων. 139. Χρονόμετρα καί ἐκκρεμῆ. 140. Τηλεσκόπια. 141. Τά μεγαλύτερα τηλεσκόπια. 142. Ἴσημερινά καί μεσημβρινά τηλεσκόπια. 143. Τά τηλεσκόπια Σμίτ. 144. Εἰδικά ἀστρονομικά ὄργανα. 145. Ραδιοτηλεσκόπια.	
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΒ'. ΑΣΤΡΟΝΑΥΤΙΚΗ .....	145 - 161
Εἰσαγωγή .....	145 - 146
146. Ταχύτης διαφυγῆς. 147. Κίνησις τῶν τεχνητῶν δορυφόρων. 148. Αἱ τρεῖς κοσμικαί ταχύτητες. 149. Ἀρχή τῆς δράσεως καί ἀντιδράσεως καί τεχνική τῶν πυραύλων. 150. Τοποθέτησις δορυφόρου ἐπὶ τροχιᾶς. 151. Ἐρευναι διὰ τῶν τεχνητῶν δορυφόρων. 152. Ἐξέδραι τοῦ διαστήματος. 153. Διαστημόπλοια. 154. Διαπλανητικά ταξίδια. 155. Τό μέλλον τῆς Ἀστροναυτικῆς. Οἱ 88 ἀστερισμοί. Χάρται τοῦ Οὐρανοῦ.	
ΒΙΟΓΡΑΦΙΑΙ .....	162 - 163
ΧΑΡΤΑΙ ΟΥΡΑΝΟΥ .....	164 - 165
ΠΙΝΑΚΕΣ I - II. Στοιχεῖα πλανητῶν καί δορυφόρων .....	166 - 167
Οἱ 88 ΑΣΤΕΡΙΣΜΟΙ .....	168 - 169

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## Ο ΟΥΡΑΝΟΣ ΚΑΙ ΤΟ ΣΥΜΠΑΝ

Ἐὰν φαντασθῶμεν, ὅτι δὲν ὑπῆρχεν ἡ γῆ καὶ ὅτι ἐμέναμε μετέωροι εἰς τὸ διάστημα, τότε θὰ ἐβλέπαμε νὰ μᾶς περιβάλλον ἀπὸ παντοῦ οἱ ἀστέρες τοῦ οὐρανοῦ. Θὰ ἐφαίνοντο δὲ ὅλοι εἰς τὴν ἰδίαν ἀπὸ ἡμᾶς ἀπόστασιν, διεσπαρμένοι ἐπάνω εἰς τὴν οὐράνιον σφαῖραν. Ἡ σφαῖρα αὕτη δὲν εἶναι πραγματικὴ, ἀλλὰ φανταστικὴ.

Ἐπὶ τῆς οὐράνιου σφαίρας φαίνονται διάφορα ἀντικείμενα, τὰ **οὐράνια σώματα**. Εἰς τὰ οὐράνια σώματα ἀνήκουν ὁ ἥλιος, ἡ σελήνη, οἱ πλανῆται, οἱ κομηῆται, οἱ ἀστέρες, τὰ φωτεινὰ καὶ σκοτεινὰ νεφελώματα, ἢ μεταξὺ τῶν ἀστέρων ὑπάρχουσα ὕλη — ἀπὸ ἀέριον καὶ σκόνην — ἀκόμη δὲ καὶ ὀλόκληρος ὁ **γαλαξίας**. Πολυπληθέστεροι εἶναι οἱ ἀστέρες, εἰς ὀλόκληρον δὲ τὴν οὐράνιον σφαῖραν φαίνονται διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ περὶ τὰς 7.000. Διὰ τοῦ τηλεσκοπίου τοῦ Παλομάρ δύναται νὰ φωτογραφηθῶν 5.000.000.000 ἀστέρες.

Ὁ Γαλαξίας μας ὑπολογίζεται, ὅτι ἔχει πλεόν τῶν 150 δισεκατομμυρίων ἀστέρων. Καὶ ὑπάρχον τρισεκατομμύρια γαλαξιῶν μὲ ἀριθμὸν ἀνάλογον τῶν ἀστέρων τοῦ ἰδιοῦ μας Γαλαξίου!

Τὸ **Σύμπαν** ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸν ἥλιον, τοὺς πλανῆτας, τοὺς ἀστέρας, τὰ νεφελώματα, τὴν «μεσοαστρικὴν» ὕλην, τοὺς γαλαξίας καὶ γενικώτερον ἀπὸ ὅ,τι ἄλλο ὄλικόν ἀντικείμενον ὑπάρχει μέσα εἰς τὸν χῶρον.

Ἡ **Ἀστρονομία** εἶναι ἡ ἐπιστήμη πὸν ἀσχολεῖται μὲ τὴν μελέτην τῶν οὐρανίων σωμάτων. Χωρίζεται εἰς δύο μεγάλους κλάδους: α) Τὴν Κλασσικὴν Ἀστρονομίαν, ἡ ὁποία ἐξετάζει τὰς θέσεις καὶ κινήσεις τῶν οὐρανίων σωμάτων, καθὼς καὶ τὰς μεταξὺ τῶν οὐρανίων σωμάτων σχέσεις καὶ εὐρίσκει τὰ αἷτια πὸν τὰς προκαλοῦν. β) Τὴν Φυσικὴν Ἀστρονομίαν ἢ Ἀστροφυσικὴν, ἡ ὁποία ἀσχολεῖται μὲ τὰ φυσικὰ χαρακτηριστικὰ γνωρίσματα τῶν οὐρανίων σωμάτων, ὅπως εἶναι ἡ λαμπρότης, ἡ θερμοκρασία, ἡ ἀκτινοβολία, ἡ χημικὴ σύστασις κ.λπ.

Ἡ **Κοσμογραφία** εἶναι τὸ σύνολον τῶν στοιχειωδῶν γνώσεων τῆς Ἀστρονομίας. Περιλαμβάνει, δηλαδή, τὰς βασικὰς γνώσεις τῆς Ἀστρονομίας, τὰς ὁποίας ἐκθέτει χωρὶς ἀποδείξεις καὶ χωρὶς τὴν χρῆσιν πολλῶν μαθηματικῶν τύπων.

Ἡ **χρησιμότης τῆς Ἀστρονομίας** εἶναι πολλαπλῆ. Αἱ παρατηρή-

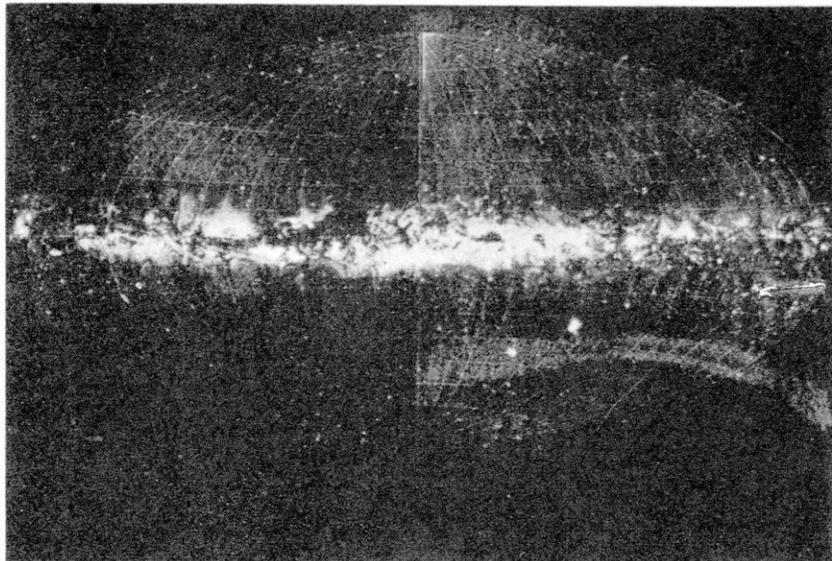
σεις τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν ὠδήγησαν τὸν Νεύτωνα εἰς τὴν μεγάλην ἀνακάλυψιν τοῦ νόμου τῆς βαρύτητος, ποῦ εἶναι ἡ κυριωτέρα βάσις τῆς συγχρόνου θετικῆς ἐπιστήμης. Ἡ ὀπτική (τηλεσκόπιον, μικροσκόπιον) ἀνεπτύχθη πολὺ μὲ τὴν ἐρευναν τῶν οὐρανίων σωμάτων. Ἡ φασματοσκοπία ἔχει ἀστρονομικὴν προέλευσιν. Ἀκόμη ἡ Χρονομετρία, ἡ Ναυτιλία καὶ ἡ Γεωδαισία σχετίζονται στενωῶς μὲ τὴν Ἀστρονομίαν. Τελευταίως μάλιστα, ἡ συμβολὴ τῆς ἠῤῥησε, ἰδίως εἰς τὸν τομέα ἐρεῦνης τοῦ διαστήματος, διὰ τῶν τεχνητῶν δορυφόρων καὶ τῶν διαστημοπλοίων.

Ἡ ἀξία ὁμῶς τῆς Ἀστρονομίας δὲν μετρεῖται κυρίως μὲ τὴν συμβολὴν τῆς εἰς τὰς Ἐπιστήμας καὶ τὴν Τεχνικὴν. Τὸ κέρδος εἶναι πρωτίστως πνευματικόν. Διότι ἡ καλλιέργεια αὐτῆς εἶναι ἐξαιρετικὸν γύμνασμα διὰ τὸ πνεῦμα τοῦ ἀνθρώπου. Ἐνισχύει τὴν μνήμην καὶ ὀξύνει τὴν κρίσιν· διευρύνει τὴν σκέψιν καὶ ἀναπτέρωνει τὴν φαντασίαν. Ἡ θαυμαστικὴ τάξις καὶ ἡ ὑπέροχος ἁρμονία, ποῦ παρατηρεῖται εἰς τὸ Σύμπαν, καθὼς καὶ ἡ μεγαλοπρέπεια καὶ ἀπεραντοσύνη αὐτοῦ δημιουργοῦν εἰς τὸν ἄνθρωπον καταστάσεις, αἱ ὁποῖαι τὸν ἀνεβάζουν εἰς ὑψηλότερας πνευματικὰς σφαίρας καὶ τοῦ ἐμπνέουν συναισθήματα ἀνώτερα καὶ εὐγενέστερα.

Ἡ Ἀστρονομία εἶναι ἐπιστήμη μὲ μεγάλην ἠθοπλαστικὴν δύναμιν. Διότι, «ἐὰν ἡ σπουδὴ τῆς, λέγει ὁ καθηγητῆς Πλακίδης, ἀποκαλύπτῃ διὰ τῶν θαυμασίων αὐτῆς εἰς τὸν ἄνθρωπον τὸ μεγαλεῖον τοῦ λογικοῦ, διὰ τοῦ ὁποῖου ἐπροικίσθη οὗτος ὑπὸ τῆς Θεῆς Προνοίας, συγχρόνως τὸν ὀδηγεῖ εἰς τὴν ἐπίγνωσιν τῆς πραγματικῆς θέσεώς του εἰς τὸν φθαρτὸν τοῦτον κόσμον..., ὅταν ἀναλογισθῶμεν τί ἀντιπροσωπεύει ἐν χώρῳ καὶ χρόνῳ τὸ ἀνθρώπινον ἐγὼ ἀπέναντι τοῦ Σύμπαντος».

Ἡ Ἀστρονομία τέλος σχετίζεται στενωῶς μὲ τὴν Φιλοσοφίαν καὶ τὴν Μεταφυσικὴν. Μολονότι, ὡς φυσικὴ ἐπιστήμη, δὲν δύναται νὰ δώσῃ ἄμεσον ἀπάντησιν εἰς φιλοσοφικὰ προβλήματα, ἐν τούτοις, ἡ μελέτη τῶν ἀστρονομικῶν ζητημάτων, ὅπως γράφει ὁ Russell (Ράσσελ) «ἀσκεῖ γενικῶς σημαντικὴν ἐπίδρασιν εἰς τὸν καθορισμὸν τῆς στάσεως τοῦ σκεπτομένου ἀνθρώπου, ἀντιμετωπίζοντος προβλήματα τῆς Φιλοσοφίας, ὅπως εἶναι αἱ ὑποχρεώσεις του πρὸς τὰς μελλούσας γενεάς, ἡ θέσις του εἰς τὸ Σύμπαν καὶ αἱ σχέσεις του πρὸς τὴν Δύναμιν ἐκείνην, ἡ ὁποία εὐρίσκεται ὀπισθεν τοῦ Σύμπαντος».

Πολὺ δὲ χαρακτηριστικῶς γράφει ὁ Δ. Αἰγινήτης ὅτι ἡ Ἀστρονομία παρουσιάζει «τὴν συγγένειαν τῆς ἰδικῆς μας διανοίας πρὸς τὸν Ἀπειρὸν Λόγον».



Εικ. 1. Γενική άποψις τοῦ οὐρανοῦ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α ΤΟ ΣΥΜΠΑΝ

**1. Ὅρισμός τοῦ Σύμπαντος. α΄.** Ὀνομάζομεν Σύμπαν τὸ σύνολον τῶν ἀπανταχοῦ ὑπαρχόντων ὑλικῶν σωμάτων.

**β΄.** Αἱ διάφοροι μορφαὶ ἐνεργείας ἦτοι τὸ φῶς, ἡ θερμότης, ὁ ἠλεκτρισμὸς κ.λπ. συνδέονται μὲ τὰ ὑλικά σώματα. Ὅπως δὲ διδάσκει ἡ σύγχρονος Φυσική, δὲν ὑπάρχει οὐσιαστικὴ διαφορὰ μεταξὺ ὕλης καὶ ἐνεργείας, ἀλλ' ἡ μὲν ὕλη «ἐξαύλουμένη» γίνεται ἐνέργεια, ἡ δὲ ἐνέργεια «ὑλοποιουμένη» εἶναι δυνατὸν νὰ μετατραπῇ εἰς ὕλην. Διὰ τοῦτο, γενικώτερον, καλοῦμεν Σύμπαν τὸ συνολικὸν ποσὸν τῆς ὑπαρχούσης ὕλης καὶ ἐνεργείας.

**γ΄.** Ἐξ ἄλλου, μὲ τὴν ἔννοιαν τοῦ Σύμπαντος συνδέεται ἀκόμη καὶ ὅλος ὁ χῶρος, ἐντὸς τοῦ ὁποῖου ὑπάρχουν τὰ ὑλικά σώματα, ἢ ἀπαντᾶται καὶ μεταδίδεται ἡ ἐνέργεια ὑπὸ οἰανδήποτε μορφήν τῆς.

**2. Σχήμα τοῦ Σύμπαντος. α΄.** Τὸ Σύμπαν δὲν εἶναι οὔτε ἄμορφον, οὔτε ἄπειρον. Εἶναι πεπερασμένον.

Ὅσον καὶ ἕαν, ἐκ πρώτης ὄψεως, τοῦτο φαίνεται νὰ εἶναι δυσπαράδεκτον, ὅμως ὅλαι αἱ ἔρευναι τῆς τελευταίας 50ετίας συγκλίνουν εἰς τὸ ὅτι τὸ Σύμπαν εἶναι περὶ ωρισμένον. Εἰς τὸ συμπέρασμα αὐτὸ κατέληξε πρῶτος, διὰ τῆς θεωρίας τῆς σχετικότητος, ὁ Α. Einstein (Ἄϊνσταϊν).

**β'.** Τὸ σχῆμα τοῦ Σύμπαντος, τὸ πιθανώτερον, εἶναι κλειστὸν καὶ χωρὶς **πέρατα**.

Τοῦτο σημαίνει ὅτι τὸ Σύμπαν δύναται νὰ ἐξομοιωθῇ μὲ μίαν σφαῖραν, ἡ ὁποία συνεχῶς ἢ διογκοῦται καί, σὺν τῷ χρόνῳ, καταλαμβάνει ὁλονὲν μεγαλυτέραν ἑκτασιν, ἢ ἀντιθέτως σμικρύνεται.

**γ'.** Πράγματι· σήμερον δεχόμεθα, ὅτι εἰς τὸ μακρυνὸν παρελθόν, ὀλόκληρος ἡ ποσότης τῆς ὕλης καὶ τῆς ἐνεργείας τοῦ Σύμπαντος, εὕρισκετο περὶωρισμένη εἰς ἕνα μικρόν, σχετικῶς, χῶρον καὶ ὅτι, σὺν τῇ παρόδῳ τῶν δισεκατομμυρίων ἐτῶν τῆς ἱστορίας του, τὸ Σύμπαν συνεχῶς **διεστέλλετο**, ἢ δὲ διαστολῇ του συνεχίζεται.

**3. Ἐκτασις τοῦ Σύμπαντος. α'.** Ἐπειδὴ αἱ ἀποστάσεις, αἱ ὁποῖαι διαχωρίζουν τὰ μέλη τοῦ Σύμπαντος ἀπ' ἀλλήλων εἶναι πολὺ μεγάλα, διὰ τοῦτο, εἰς τὴν Ἀστρονομίαν, γίνεται χρῆσις μιᾶς μεγάλης **μονάδος μήκους**, ἡ ὁποία ὀνομάζεται **ἔτος φωτός**.

**Ἔτος φωτός** εἶναι τὸ **μῆκος**, τὸ ὁποῖον διανύει τὸ φῶς, ἕαν **κινήται συνεχῶς, μὲ τὴν γνωστὴν ταχύτητά του τῶν 300.000 χλμ. κατὰ δευτερόλεπτον, ἐπὶ ἓν ἔτος**.

Τὸ ἔτος φωτός ἰσοῦται πρὸς 9,5 τρισεκατομμύρια χλμ. Ἐφ' ἐξῆς τὸ ἔτος φωτός θὰ συμβολίζεται διὰ τῶν ἀρχικῶν : **ε.φ.**

**β'.** Παρὰ τὴν μεγάλην ἰσχὺν τῶν σημερινῶν τηλεσκοπίων, δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ἴδωμεν μέχρι τῶν ὀρίων τοῦ Σύμπαντος.

Διὰ τοῦ μεγαλυτέρου τηλεσκοπίου, τὸ ὁποῖον εὕρσκεται εἰς τὸ ἄστεροσκοπεῖον τοῦ Palomar (Παλομάρ), διακρίνονται ἀντικείμενα καὶ πέραν τῆς ἀποστάσεως τῶν πέντε δισεκατομμυρίων **ε.φ.** Διὰ τῶν μεγάλων δὲ **ραδιοτηλεσκοπίων**, εἶναι δυνατὸν νὰ εἰσδύσωμεν εἰς τὸν χῶρον τοῦ Σύμπαντος, περίπου, μέχρι τῶν ὀκτῶ δισεκ. **ε.φ.** Καὶ ὅμως! Τὸ Σύμπαν εἶναι τόσο πολὺ μέγα, ὥστε θὰ πρέπει νὰ κατασκευασθοῦν πολὺ μεγαλύτερα τηλεσκόπια, διὰ νὰ κατορθωθῇ νὰ «ἴδωμεν» αὐτὸ εἰς ὅλην του τὴν ἑκτασιν.

**4. Γαλαξίαι. α'.** Παρατηροῦντες εἰς τὰ βάθη τοῦ Σύμπαντος, διὰ τῶν τηλεσκοπίων, βλέπομεν, ὅτι καθ' ὅλην τὴν ἔκτασίν του καὶ πρὸς πᾶσαν διεύθυνσιν εὐρίσκονται κατεσπαρμένα ἀκαταμέτρητα ἀντικείμενα, φαινομενικῶς μικρά, τὰ ὁποῖα ὁμοιάζουν μὲ νεφελοειδεῖς ὑπολεύκους κηλίδας.

ἽΟνομάζομεν **γαλαξίας** τὰ πελώρια εἰς μέγεθος συγκροτήματα ἐξ ἀστέρων, ἀλλὰ καὶ ἐκ διαχύτου ὕλης καὶ ἐνεργείας, ἐκ τῶν ὁποίων συγκροτημάτων, κατὰ κύριον λόγον, ἀποτελεῖται τὸ Σύμπαν.

**β'.** Διεπιστώθη, ὅτι εἰς τὸ Σύμπαν, ἐκτὸς τῶν γαλαξιῶν, εὐρίσκειται διεσκορπισμένη καὶ ἀραιοτάτη ὕλη, ἐξ ἀερίων καὶ κόνεως, συχνὰ πολὺ ἀραιότερα τοῦ κενοῦ, τὸ ὁποῖον ἐπιτυγχάνομεν τεχνικῶς. Ἡ ὕλη αὐτὴ δύναιται νὰ θεωρηθῆ, ὅτι πληροῖ, ἐν γένει, τὸν χῶρον τοῦ Σύμπαντος. Ἐπειδὴ δὲ καταλαμβάνει ὅλον τὸ μεσογαλαξιακὸν διάστημα, ἦτοι τὸ διάστημα μεταξύ τῶν γαλαξιῶν, διὰ τοῦτο καὶ καλεῖται **μεσογαλαξιακὴ ὕλη**.

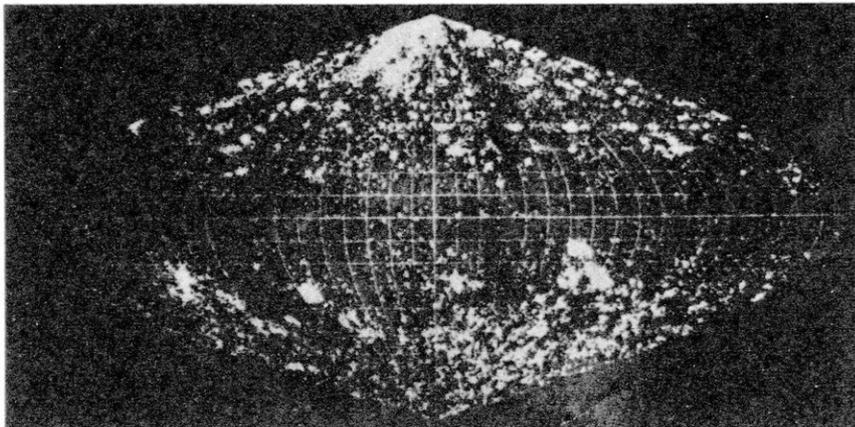
**5. Πλήθος τῶν γαλαξιῶν. α'.** Δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ καταμετρηθοῦν μὲ ἀκρίβειαν ὅλοι οἱ γαλαξίαι τοῦ Σύμπαντος καὶ τοῦτο διότι, ὡς ἐλέχθη (§ 3β), μὲ τὰ τηλεσκόπια εἰσδύομεν εἰς τὸν χῶρον μέχρι ἐνὸς ὠρισμένου βάθους, τὸ ὁποῖον ἀντιπροσωπεύει, τὸ πιθανώτερον, μόνον τὸ ἥμισυ τῆς ἀκτίως τοῦ Σύμπαντος.

Ἐκτὸς τούτου, ὅσον μακρότερον ἀπὸ ἡμᾶς εὐρίσκονται οἱ γαλαξίαι, τόσο καὶ διακρίνονται μετὰ μεγαλύτερας δυσκολίας, ὡς ἀμυδρότατα ἀντικείμενα. Ἐξ ἄλλου, ἡ μεσογαλαξιακὴ ὕλη, ἡ ὁποία εὐρίσκεται εἰς τὸν χῶρον, ἀπορροφᾷ τὸ φῶς τῶν γαλαξιῶν, καθὼς τοῦτο διατρέχει τὸ διάστημα, διὰ νὰ φθάσῃ μέχρι τῆς γῆς καὶ ὡς ἐκ τούτου δὲν διακρίνομεν καθόλου τοὺς πλέον μακρυνοὺς γαλαξίας.

**β'.** Παρὰ ταῦτα εἶναι δυνατὸν νὰ ὑπολογίσωμεν τὸ πλήθος τῶν γαλαξιῶν. Εἰς τὸν ὑπολογισμὸν ὁμως αὐτὸν περιοριζόμεθα μόνον εἰς τὴν τ ἄ ξ ι ν τ ο ὕ π λ ῆ θ ο υ ς.

Οὕτως εὐρέθη, ὅτι οἱ γαλαξίαι πρέπει νὰ ἀνέρχονται εἰς τὴν τ ἄ ξ ι ν τ ὶ ῶ ν τ ρ ι σ ε κ α τ ὸ μ μ υ ρ ῖ ὸ ν. Ὅταν ἀναφερώμεθα εἰς πολὺ μεγάλα μεγέθη, ὅπως εἶναι ἐν γένει ὅλα τὰ σχετικὰ πρὸς τὸ Σύμπαν, τότε ἡ τάξις τῶν ἀριθμῶν εἶναι ἀρκετὴ διὰ τὸν καθορισμὸν αὐτῶν τῶν μεγεθῶν, περιττεῖται δὲ ἡ μεγαλύτερα ἀκρίβεια.

**6. Μορφαι τῶν γαλαξιῶν.** Οἱ γαλαξίαι παρουσιάζουν, ἐν γένει, σχήματα κανονικά. Ὁ Hubble (Χάμπλ) τοὺς ἐταξινόμησεν ὡς ἑξῆς :



Είκ. 2. Κατανομή τών νεφελοειδών (γαλαξιών)  
εις τήν ούράνιον σφαίραν.

α'. Τούς γαλαξίας πού ἔχουν σχῆμα ἔλλειπτικόν τούς ὀνομάζομεν **ἔλλειπτικούς** καί τούς συμβολίζομεν μέ τὸ γράμμα Ε. Τὸ πλῆθος τῶν ἀντιπροσωπεύει τὰ 17% τοῦ συνόλου τῶν γαλαξιών.

β'. Οἱ περισσότεροι ὅμως γαλαξίαι παρουσιάζουν ὄψιν σπειροειδῆ. Ἔχουν δηλαδὴ οὔτοι ἓνα πυρῆνα, ἀπὸ τὸν ὅποιον ἐκφύονται δύο βραχίονες, οἱ ὅποιοι ἐλίσσονται σπειροειδῶς περὶ τὸν πυρῆνα. Διὰ τοῦτο τούς γαλαξίας αὐτοὺς τούς ὀνομάζομεν **σπειροειδεῖς**. Τὸ πλῆθος τῶν ἀντιπροσωπεύει τὰ 80% τοῦ συνόλου τῶν γαλαξιών.

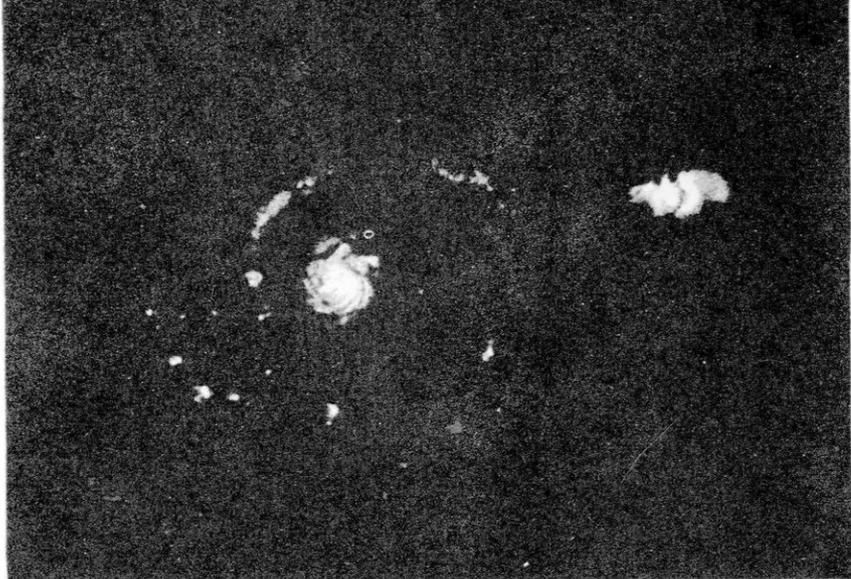
γ'. Τέλος, ὑπάρχουν ὀλίγοι γαλαξίαι, οἱ ὅποιοι παρουσιάζουν σχῆμα ἀκανόνιστον, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ὀνομάζονται **ἀνώμαλοι**. Οὔτοι ἀντιπροσωπεύουν μόνον τὰ 3% τοῦ συνόλου τῶν γαλαξιών.

δ'. Θεωρεῖται ὡς λίαν πιθανόν, ὅτι αἱ μορφαὶ αὐταὶ τῶν γαλαξιών μαρτυροῦν καὶ τὸν τρόπον, κατὰ τὸν ὅποιον οὔτοι ἐξελίσσονται.

Οὕτως, οἱ γαλαξίαι ἀρχίζουν τὴν ζωὴν των, ὡς σφαιρωτὰ συγκροτήματα, βαθμιαίως δὲ λαμβάνουν σχῆμα ἔλλειπτικόν, ὁλονὲν λεπτυνόμενον, ἕως ὅτου ἀποβάλλουν τούς βραχίονάς των. Τὸ τελευταῖον στάδιον ἐνὸς γαλαξίου εἶναι ἡ ἀνώμαλος μορφή του.

**7. Σύστασις τῶν γαλαξιών.** Ὅπως ἀπέδειξαν αἱ ἔρευναι τῶν τελευταίων, πρὸ παντός, δεκαετηρίδων, καθένας τῶν γαλαξιών συνίσταται ἐξ ἀστέρων, νεφελωμάτων καὶ μεσοαστρικῆς ὕλης.

α'. Οἱ **ἀστέρες** καθ' ἑνὸς γαλαξίου εἶναι ἥλιοι, ὅπως ὁ ἥλιός μας. Τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων ἐκάστου γαλαξίου δὲν εἶναι δυνατόν



Εικ. 3. 'Ο σπειροειδής γαλαξίας N.G.C. 5194 εις τὸν ἀστερισμὸν τῶν Θηρευτικῶν Κυνῶν.

νὰ καταμετρηθῆ· διότι, λόγω τῆς μεγάλης ἀποστάσεως τῶν γαλαξιών, δὲν εἶναι συνήθως δυνατὸν καὶ νὰ διακρίνωμεν τοὺς ἀστέρας των, πρὸ παντὸς εἰς τοὺς πυρῆνάς των. Μόνον εἰς τοὺς πλησιεστέρους γαλαξίας κατορθώνομεν νὰ διακρίνωμεν τοὺς ἀστέρας καὶ πάλιν, ὄχι τόσον εἰς τοὺς πυρῆνας, ὅσον εἰς τοὺς βραχίονας, ὅπου εἶναι καὶ ἀραιότεροι.

Δι' ἄλλων ὅμως μεθόδων βεβαιούμεθα, ὅτι τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων ἐκάστου γαλαξίου εἶναι τῆς τάξεως τῶν δεκάδων ἕως ἑκατοντάδων δισεκατομμυρίων.

**β'.** Τὰ **νεφελώματα** καθ' ἑγὸς γαλαξίου εἶναι ὕλη νεφελώδης, σχετικῶς πυκνὴ, συνήθως δὲ σκοτεινὴ, ἐκτὸς ἐὰν φωτίζεται ἀπὸ γειτονικούς πρὸς αὐτὴν ἀστέρας, ὅποτε φαίνεται φωτεινὴ. Διακρίνονται δὲ τὰ νεφελώματα ὡς σκοτειναὶ κηλίδες ἢ καὶ σκοτειναὶ ταινίαι, αἱ ὁποῖαι ἀμαυρώνουν κατὰ τόπους τόσον τὸν πυρῆνα, ὅσον καὶ τοὺς βραχίονας καθενὸς γαλαξίου.

**γ'.** Τέλος, ἡ **μεσοαστρικὴ ὕλη** εἶναι ὕλη διάσπαρτος, ἐξ ἀερίων ἢ καὶ κόνεως, πολὺ ἀραιότερα ἀπὸ τὴν ὕλην τῶν νεφελωμάτων, ἢ ὁποῖα, ἐπειδὴ πληροῖ τὸν μεσοαστρικὸν χῶρον, ἤτοι τὸν

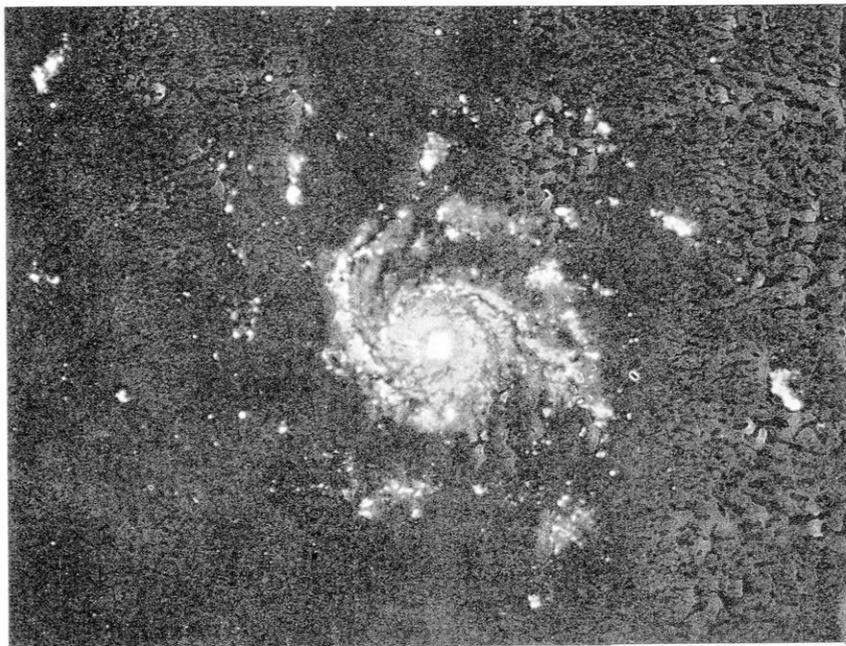


Εικ. 4. Ὁ μέγας σπειροειδῆς γαλαξίας  
εἰς τὸν ἀστερισμὸν τῆς Ἀνδρομέδας.

χώρον μεταξύ τῶν ἀστέρων καθ' ἑνὸς γαλαξίου, διὰ τοῦτο ὀνομά-  
ζεται καὶ μεσοαστρική.

Ἡ μεσοαστρική ὕλη εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν μεσογαλαξια-  
κὴν, ἢ ὁποία εὐρίσκεται εἰς τὸν χώρον μεταξύ τῶν γαλαξιών (§ 4β).

**8. Μέγεθος τῶν γαλαξιών.** Ἐπειδὴ τὸ σχῆμα τῶν γαλαξιών,  
ἐξαιρέσει τῶν σφαιρωτῶν, εἶναι ἐν γένει πεπλατυσμένον, μάλιστα  
δὲ εἰς τοὺς σπειροειδεῖς γαλαξίας φαίνεται πολὺ πεπιεσμένον, διὰ  
τοῦτο αἱ διαστάσεις τῶν γαλαξιών προσδιορίζονται μὲ δύο πάντοτε  
ἀριθμούς. Ἐξ αὐτῶν, ὁ ἓνας δίδει τὴν διάμετρον τοῦ γαλαξίου ἢ,  
ἀκριβέστερον, τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ἄξονος τοῦ ἑλλειψοει-  
δοῦς (φακοειδοῦς) σχήματός του, ἐνῶ ὁ ἄλλος παρέχει τὸ μῆκος τοῦ  
μικροῦ ἄξονος, ὁ ὁποῖος ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ «πάχος» τοῦ  
γαλαξίου.



Εικ. 5. Ὁ σπειροειδῆς γαλαξίας N.G.C. 5457 εἰς τὸν ἀστερισμὸν τῆς Μεγάλης Ἀρκτοῦ, ἀναλυόμενος μερικῶς εἰς ἀστέρας.

Εὐρέθη, ὅτι ἡ διάμετρος τῶν γαλαξιών ποικίλλει πάντοτε ὁμως εἶναι τῆς τάξεως τῶν χιλιάδων ἢ καὶ τῶν δεκάδων χιλιάδων ε.φ. Εἰς τοὺς πολὺ μεγάλους γαλαξίας δυνατὸν νὰ φθάνη ἢ καὶ νὰ ὑπερβαίῃ ἀκόμη καὶ τὰς ἑκατὸν χιλιάδας ε.φ. Συνήθως, τὰ μεγέθη τῶν μεγάλων ἀξόνων τῶν γαλαξιών κυμαίνονται μεταξύ 20 καὶ 60 χιλιάδων ε.φ. Ὁ μικρὸς, ἐξ ἄλλου, ἄξων τῶν γαλαξιών περιορίζεται συνήθως εἰς τὸ δέκατον τοῦ μεγέθους τοῦ μεγάλου ἄξονος αὐτῶν.

Κατὰ κανόνα μεγαλύτεροι εἶναι οἱ σπειροειδεῖς γαλαξίαι.

**9. Τοπικὴ ὁμάς γαλαξιών.** Μεταξύ τῶν ὁμάδων γαλαξιών, ὅπως πρῶτος διεπίστωσεν ὁ W. Baade (Μπάαντε), ὑπάρχει μία ἐξαιρετικῶς ἐνδιαφέρουσα. Εἶναι ἡ λεγομένη **τοπικὴ ὁμάς γαλαξιών**, ἡ ὁποία ἀποτελεῖται ἀπὸ 17 γαλαξίας, ἂν καὶ εἰκάζεται, ὅτι ἴσως ἀνήκουν εἰς αὐτὴν καὶ τρεῖς ἀκόμη γαλαξίαι.

Μεταξύ τῶν γαλαξιῶν τῆς τοπικῆς ὁμάδος συγκαταλέγεται καὶ ἐκεῖνος ὁ γαλαξίας, τοῦ ὁποῦ ἕνας ἐκ τῶν ἀστέρων του εἶναι καὶ ὁ ἥλιός μας. Εἰς αὐτὸν ἐπομένως εὐρίσκεται καὶ ἡ γῆ μας, ἡ ὁποία κινεῖται περὶ τὸν ἥλιόν μας. Ἔτερος πολὺ γνωστὸς γαλαξίας εἶναι ὁ τῆς Ἀνδρομέδας (εἰκ. 4).

### Ἀσκήσεις

1. Ἐὰν ἡ ἀκτίς τοῦ Σύμπαντος εἶναι σήμερον ἴση πρὸς  $10^{10}$  ἔτη φωτός· καὶ ἂν ὑποτεθῆ, ὅτι αὕτη ἠῦξανε ἀναλόγως πρὸς τὸν χρόνον ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τῆς ὑπάρξεως τοῦ Σύμπαντος μέχρι σήμερον· καὶ ἐπὶ πλέον, ὅτι ἡ ἡλικία τοῦ Σύμπαντος εἶναι  $10^{10}$  ἔτη, νὰ εὐρεθῆ πόση ἦτο ἡ ἀκτίς αὐτοῦ α) πρὸ  $9 \times 10^9$ , β) πρὸ  $8 \times 10^9$ , γ) πρὸ  $7 \times 10^9$ ... καὶ πρὸ  $10^9$  ἐτῶν.

2. Νὰ εὐρεθῆ πόση θὰ εἶναι ἡ ἀκτίς τοῦ Σύμπαντος μετὰ  $10^9$  ἔτη, ἂν αὐτὴ αὐξάνη καὶ εἰς τὸ μέλλον ἀναλόγως πρὸς τὸν χρόνον.

3. Ἐὰν ληφθῆ ὡς μονὰς ὁ σημερινὸς ὄγκος τοῦ χώρου τοῦ Σύμπαντος, νὰ εὐρεθῆ πόσος θὰ εἶναι ὁ ὄγκος αὐτοῦ μετὰ  $10^9$  ἔτη, ὑποτιθεμένου, ὅτι τὸ Σύμπαν εἶναι σφαιρικόν καὶ ὅτι ἡ ἀκτίς αὐτοῦ αὐξάνει ἀναλόγως μετὰ τοῦ χρόνου.

4. Ἐκφράσατε τὴν ἀκτίνα τοῦ Σύμπαντος, τῶν  $10^{10}$  ε.φ., εἰς χιλιόμετρα.

**10. Σύστασις, σχῆμα καὶ διαστάσεις τοῦ γαλαξίου. α΄.** Κατὰ τὰς ἀσελήνους νύκτας, ὅταν εὐρισκώμεθα μακρὰν τῶν φώτων τῶν πόλεων, βλέπομεν σαφῶς, ὅτι ὁ οὐρανὸς διασχίζεται ἀπὸ μίαν ἀνώμαλον φωτεινὴν ζώνην, νεφελώδη καὶ ὑπόλευκον, τὴν ὁποίαν οἱ ἀρχαῖοι Ἑλληνας ὠνόμασαν **Γαλαξίαν**, ὡς ἐκ τῆς γαλακτοχόρου ὀφειῶς τῆς.

Εἶναι χαρακτηριστικόν, ὅτι πρῶτος ὁ Δημόκριτος (περίπ. 460 - 370 π.Χ.) χωρὶς ὄργανα, ὅπως καθώρισε τὴν σύστασιν τῆς ὕλης ἐξ ἀτόμων, προσδιώρισε καὶ τὴν σύστασιν τοῦ γαλαξίου ἐξ ἀστέρων. Εἶπε σαφῶς : **ὁ γαλαξίας ἐστὶ πολλῶν καὶ μικρῶν καὶ συνεχῶν ἀστέρων, συμφωτιζομένων ἀλλήλοις, συναυγασμὸς διὰ τὴν πύκνωσιν**· ὅ,τι δηλαδὴ λέγει καὶ ἡ σύγχρονος Ἀστρονομία, ὡς πρὸς τὴν σύστασιν τοῦ γαλαξίου.

**β΄.** Ὁ γαλαξίας φαίνεται ὡσάν μίαν ζώνην εἰς τὸν οὐρανόν, ὄχι διότι τοῦτο εἶναι καὶ τὸ πραγματικόν του σχῆμα. Ἔχομεν αὐτὴν τὴν ἐντύπωσιν, διότι καὶ ἡ γῆ, ἀπὸ τὴν ὁποίαν τὸν παρατηροῦμεν, εὐρίσκεται ἐντὸς τοῦ γαλαξίου. Κατέχει δὲ τοιαύτην θέσιν εἰς αὐτόν, ὥστε, ὅπως τὸν βλέπομεν, φαίνεται ὡσάν φωτεινὴ ζώνη, τὴν ὁποίαν ὀνομάζομεν **γαλαξιακὴν ζώνην**.

Συμβαίνει ἐδῶ κάτι ἀνάλογον, πρὸς ὅ,τι γίνεται, ὅταν εὐρισκώμεθα ἐντὸς δάσους. Τότε, τὰ πλησίον μας δένδρα μᾶς περιβάλλουν ἀπὸ ὅλα τὰ μέρη καὶ φαίνονται διακεκριμένα μεταξύ των. Τὰ δένδρα ὅμως, πού εὐρίσκονται μακρὰ μαζ, δὲν κατορθώνομεν νὰ τὰ διαχωρίσωμεν. Τὰ βλέπομεν νὰ σχηματίζουν γύρω μας ἓνα ἄμορφον σύνολον, εἰς τὸ ὁποῖον συγχέονται οἱ κορμοί, οἱ κλάδοι καὶ τὰ φυλλώματά των, ὡς ἓνα ἀκαθόριστον σύνολον.

Καθ' ὅμοιον τρόπον, ὅλοι οἱ ἀστέρες, οἱ ὁποῖοι φαίνονται διασκορπισμένοι εἰς τὸν οὐρανόν, εἶναι οἱ πλησίον μας ἀστέρες τοῦ γαλαξίου, ἀντίστοιχοι πρὸς τὰ πλησίον μας δένδρα τοῦ δάσους. Ἐξ ἄλλου ἢ φωτεινὴ γαλακτοχόρος ζώνη εἶναι τὰ μακρυνὰ πλήθη τῶν ἀστέρων, τὰ ἀντίστοιχα πρὸς τὰ μακρυνὰ δένδρα τοῦ δάσους. Εἶναι τὰ πλήθη τῶν ἀστέρων, τὰ ὁποῖα εἶναι τόσο πυκνά, ἀλλὰ καὶ τόσο μακρὰ ἀπὸ ἡμᾶς, ὥστε νὰ βλέπωμεν μόνον τὴν ὑπόλευκον ἀνταύγειάν των. Ὁ γαλαξίας δὲν εἶναι μίαν σφαῖρα, εἰς τὸ κέντρον τῆς ὁποίας εὐρίσκεται ἡ γῆ, εἰς τρόπον ὥστε ὅλος ὁ οὐρανὸς νὰ ἔχη αὐ-

τήν τήν γαλακτώδη ὄψιν. Ἐχει τὸ σχῆμα φακοῦ, ἡ δέ γῆ μας εὐρίσκεται εἰς μίαν θέσιν πλησίον τοῦ χείλους τοῦ φακοῦ. Διὰ τοῦτο καὶ βλέπομεν ἀπὸ ἐδῶ τὸ κύριον σῶμα τοῦ φακοειδοῦς γαλαξίου νὰ προβάλλεται εἰς τὸν οὐρανόν, ὡσὰν μιὰ κυκλικὴ φωτεινὴ ζώνη.

γ'. Ἐπιμελημέναι ἔρευσαι, τὰς ὁποίας ἤρχισε πρὸ διακοσίων περίπου ἐτῶν ὁ W. Herschel (Οὐίλ. Ἔρσελ) καὶ αἱ ὁποῖαι συνεχίσθησαν μέχρι σήμερον ὑπὸ πολλῶν ἐπιφανῶν ἀστρονόμων, ἀπέδειξαν, ὅτι ὁ γαλαξίας μας εἶναι πελώριον συγκρότημα ἐξ ἀστέρων, νεφελωμάτων καὶ μεσοαστρικῆς ὕλης, ὅπως συμβαίνει μὲ ὅλους τοὺς γαλαξίας, μάλιστα δέ, ὅτι εἶναι ἓνας ἐκ τῶν σπειροειδῶν γαλαξιῶν.

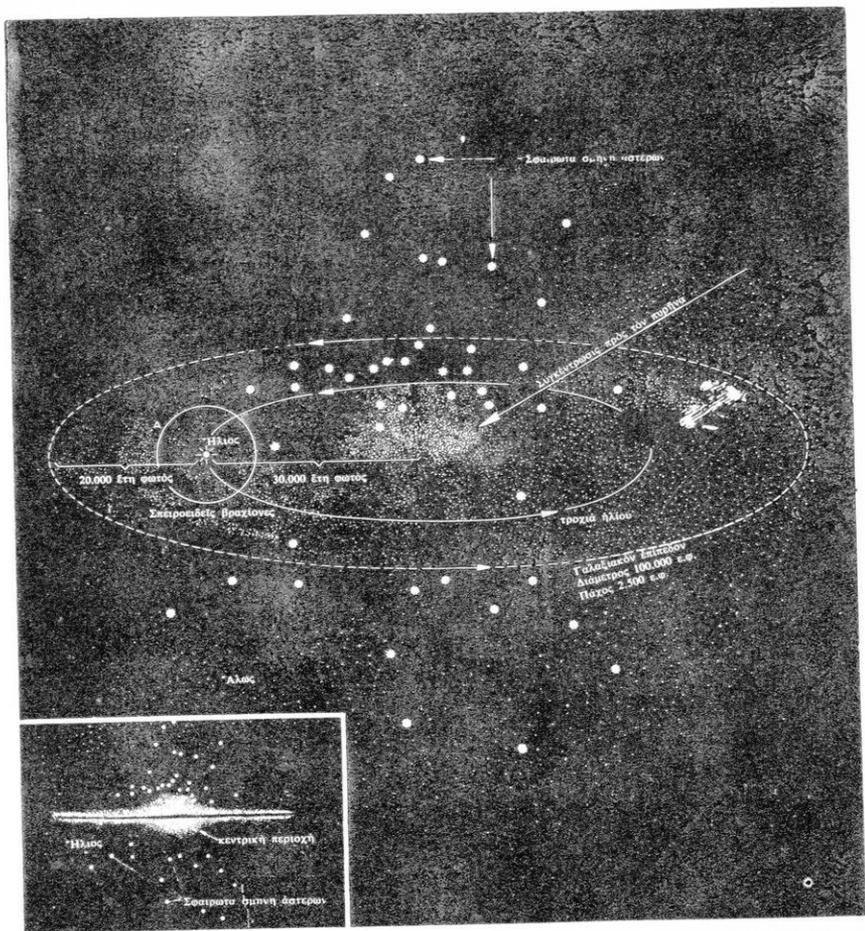
Ἐπολογίζεται, ὅτι ἡ διάμετρος τοῦ γαλαξίου εἶναι τῆς τάξεως τῶν 100.000 ε.φ., ἐνῶ τὸ πάχος του περιορίζεται εἰς τὰ 10.000 ε.φ.

δ'. Ἐκτὸς τῶν ἀστέρων, ὁ γαλαξίας μας περιέχει καὶ πολλὰ **νεφελώματα**, φωτεινὰ καὶ σκοτεινὰ.

ε'. Ὄρισμέναί περιοχαὶ τοῦ οὐρανοῦ ἐκπέμπουν ἔντονα ραδιοφωνικὰ κύματα. Αἱ πηγαὶ αὐταὶ ὀνομάζονται **ραδιαστέρες** ἢ **ραδιοπηγαί**. Ἡ ὕπαρξις των διαπιστώνεται διὰ τῶν ραδιοτηλεσκοπιῶν. Οἱ «ραδιαστέρες», κατὰ κανόνα, δὲν φαίνονται διὰ τῶν ὀπτικῶν τηλεσκοπιῶν. Οὗτοι εἶναι ὑπολείμματα «ὑπερνέων» ἀστέρων (§ 308). Πολὺ ἔντονος ραδιοφωνικὴ ἀκτινοβολία ἔρχεται καὶ ἀπὸ ἐξωγαλαξιακοὺς ραδιαστέρας, οἱ ὁποῖοι εἶναι γαλαξίαι ἐν ἐκρήξει. Αἱ περισσότερον ἐντυπωσιακαὶ περιπτώσεις ἐκρήξεως γαλαξιῶν ἀποτελοῦν τοὺς ἡμιαστέρας ἢ κβάζαρς.

Τελευταίως ἀνεκαλύφθησαν εἰς τὸ διάστημα ραδιοπηγαί, ποὺ ἐκπέμπουν πολὺ ρυθμικὴν ραδιοφωνικὴν ἀκτινοβολίαν. Αὐταὶ ὀνομάσθησαν **πάλσαρς** (παλλόμενοι ἀστέρες).

**11. Δομὴ τοῦ γαλαξίου. «Τοπικὸν σύστημα».** α'. Εἰς τὸν πυρῆνα τοῦ γαλαξίου, ἀλλὰ καὶ κατὰ μῆκος τῶν βραχιόνων του, παρατηροῦνται μεγάλα συμπυκνώσεις ἀστέρων, αἱ ὁποῖαι ὀνομάζονται **ἀστρικὰ νέφη**. Τὰ νέφη αὐτὰ φαίνονται καὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Ἐξ ἄλλου, καθὲν ἐκ τῶν ἀστρικῶν νεφῶν ἀποτελεῖται συνήθως ἀπὸ πολλὰ **σμήνη ἀστέρων**, ἐνῶ εἰς καθὲν σμήνος ἀριθμοῦνται ἑκατοντάδες, χιλιάδες ἢ καὶ δεκάδες χιλιάδες ἀστέρων.



Εικ. 6. Σχηματική παράσταση του Γαλαξίου μας.

β'. Ένα σμήνος ἐξ αὐτῶν ἀπαρτίζεται ἐκ τῶν λαμπροτέρων κυρίως ἀστέρων τοῦ οὐρανοῦ, ἀνερχομένων περίπου εἰς πεντακοσίους.

Παρά τὸ γεγονός, ὅτι οἱ ἀστέρες αὐτοὶ φαίνονται κατεσπαρμένοι πρὸς πᾶσαν διεύθυνσιν εἰς τὸν οὐρανόν, εἰς τὴν πραγματικότητα ὁμως ἀποτελοῦν σμήνος. Διότι ἐπιμελημένοι μετρήσεις τῆς ἀποστάσεώς των ἀπὸ ἡμᾶς, ἀλλὰ καὶ τῆς ἐν γένει κινητικῆς συμπεριφορᾶς των ἀπέδειξαν, ὅτι εἶναι οἱ πλησιέστεροι πρὸς ἡμᾶς, καί, συνεπῶς, οἱ πλησιέστεροι καὶ πρὸς τὸν ἥλιόν μας ἀστέρες. Τοῦτο ἀποδεικνύει,

ὅτι ὄχι μόνον ἀποτελοῦν σμήνος, ἀλλ' ὅτι εἰς τὸ σμήνος αὐτὸ ἀνήκει καὶ ὁ ἥλιός μας, ὡς ἀστήρ τοῦ γαλαξίου μας. Συνεπῶς εἰς τὸ σμήνος τοῦτο εὐρισκόμεθα καὶ ἡμεῖς· εἶναι τὸ «τοπικὸν σύστημα».

Καθωρίσθη ἡ θέσις τοῦ ἡλίου μετὰ τῆς γῆς εἰς τὸν γαλαξίαν (βλ. εἰκ. 6) καὶ εὐρέθη, ὅτι εἴμεθα εἰς μίαν ἀπόστασιν ἴσην πρὸς 30.000 ε.φ. ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ γαλαξίου.

**12. Περιστροφή τοῦ γαλαξίου.** α'. Ἡ σπουδὴ τῶν κινήσεων τῶν ἀστέρων τοῦ γαλαξίου μας ἀπέδειξεν, ὅτι ὁλόκληρος ὁ γαλαξίας περιστρέφεται. Ἡ περιστροφή του γίνεται γύρω ἀπὸ τὸν μικρὸν ἄξονα τοῦ ἑλλειψοειδοῦς πυρῆνός του (§ 8 καὶ 10γ), ὁ δὲ χρόνος, ὁ ἀπαιτούμενος διὰ μίαν περιστροφὴν ἀνέρχεται εἰς 200 περίπου ἑκατομμύρια ἔτη.

β'. Τὸ ἐπίπεδον, τὸ ὁποῖον εἶναι κάθετον πρὸς τὸν ἄξονα περιστροφῆς τοῦ γαλαξίου καὶ διέρχεται ἐκ τοῦ κέντρου του, ἦτοι τὸ ἐπίπεδον συμμετρίας τοῦ φακοειδοῦς πυρῆνος τοῦ γαλαξίου (εἰκ. 6) καλεῖται **γαλαξιακὸν ἐπίπεδον**.

γ'. Ὁ ἥλιος μετὰ τῆς γῆς μας κεῖνται εἰς πολὺ μικρὰν ἀπόστασιν, μόλις 25 ε.φ., μακρὰν τοῦ γαλαξιακοῦ ἐπιπέδου. Εἰς τὴν θέσιν αὐτὴν καὶ εἰς τὴν ἀπόστασιν τῶν 30.000 ε.φ. ἀπὸ τὸ γαλαξιακὸν κέντρον, κινεῖται ὁ ἥλιος περὶ τὸν ἄξονα περιστροφῆς τοῦ γαλαξίου, με ταχύτητα 250 km/sec, συμπαρασύρων καὶ τὴν γῆν, εἰς τρόπον ὥστε ἥλιος καὶ γῆ νὰ συμπληρῶνουν μαζὶ ἓνα γύρον περὶ τὸν ἄξονα τοῦτον, ἐντὸς τῶν 200 ἑκατομ. ἐτῶν.

Ἐκ τοῦ χρόνου περιστροφῆς τοῦ γαλαξίου προέκυψεν, ὅτι ἡ συνολικὴ **μάζα** του εἶναι ἴση πρὸς  $2,2 \times 10^{11}$  ἡλιακὰς μάζας.

**13. Τὸ ἡλιακὸν σύστημα.** Ὁ ἥλιός μας, ὡς ἀστήρ τοῦ γαλαξίου, δὲν εἶναι μόνος.

α'. Κινοῦνται περὶ αὐτόν, εἰς διαφόρους ἀποστάσεις, ἑννέα σχετικῶς μεγάλα, περίπου σφαιρικὰ σώματα, σκοτεινὰ, φωτιζόμενα καὶ θερμαινόμενα ἀπὸ τὸν ἥλιον, τὰ ὁποῖα ὀνομάζονται **πλανῆται**.

Κατὰ σειρὰν ἀποστάσεως των ἀπὸ τὸν ἥλιον, οἱ πλανῆται ἔχουν τὰ ἑξῆς ὀνόματα : Ἑρμῆς, Ἀφροδίτη, Γῆ, Ἄρης, Ζεὺς, Κρόνος, Οὐρανός, Ποσειδῶν καὶ Πλούτων.

Ἡ γῆ ἀπέχει ἐκ τοῦ ἡλίου  $1,5 \times 10^8$  km. Ἡ ἀπόστασις αὐτὴ καλεῖται συνήθως **ἀστρονομικὴ μονάς**.

**β'.** Ἐξ ἄλλου, ἐκτὸς τοῦ Ἑρμοῦ, τῆς Ἀφροδίτης καὶ τοῦ Πλούτωνος, γύρω ἀπὸ καθένα τῶν ἄλλων ἐξ πλανητῶν κινουῦνται ἓνα ἢ καὶ περισσότερα, μικρότερα ἀπὸ τοὺς πλανήτας, σώματα, τὰ ὁποῖα ὀνομάζονται **δορυφόροι τῶν πλανητῶν**. Ἡ **σελήνη** εἶναι ὁ μοναδικὸς δορυφόρος τῆς γῆς.

Τέλος, κινουῦνται περὶ τὸν ἥλιον καὶ μερικαὶ δεκάδες ἄλλων σωμάτων, ὀγκωδεστέρων ἀπὸ τοὺς πλανήτας, ἀλλὰ πολὺ ἐλαφρότερων, τὰ ὁποῖα, ἐπειδὴ ἔχουν σχῆμα ἐπίμηκες, ὑπὸ μορφὴν κόμης, ὀνομάζονται **κομήται**.

Οἱ πλανῆται μετὰ τῶν δορυφόρων καὶ τῶν κομητῶν ἀπὸ κοινοῦ μὲ τὸν ἥλιον, περὶ τὸν ὁποῖον κινουῦνται, συναποτελοῦν τὸ **ἡλιακὸν ἢ πλανητικὸν σύστημά** μας.

**14. Σχέσις τῆς γῆς πρὸς τὸν γαλαξίαν καὶ τὸ Σύμπαν.**  
**α'.** Ἐμετρήθη ἀκριβῶς ἡ μᾶζα τῆς γῆς καὶ εὐρέθη ἴση πρὸς  $5,5 \times 10^{21}$  (5,5 ἑξάκις ἑκατομ.) τόννους. Ἐκ τοῦ στοιχείου τούτου προκύπτει, ὅτι ἡ κατὰ 330.000 φορὰς μεγαλυτέρα μᾶζα τοῦ ἡλίου εἶναι ἴση πρὸς  $1,815^{27}$  τόννους (1,8 περίπου ὀκτάκις ἑκατ. τόν.).

Ἐκ τῶν δεδομένων τούτων βεβαιούμεθα, ὅτι ἡ γῆ μας ἀντιπροσωπεύει ἐλάχιστον ποσοστὸν ὕλης, ἀληθινὸν κόκκον ἄμμου εἰς τὸ ὅλον γαλαξιακὸν μας συγκρότημα, ἀφοῦ τοῦτο περιέχει μᾶζαν κατὰ 220 δισεκατομ. φορὰς μεγαλυτέραν τῆς μάζης τοῦ ἡλίου μας.

**β'.** Ἐξ ἄλλου, ἔμετρήθη ἡ διάμετρος τῆς γηγίνης σφαίρας καὶ εὐρέθη, ὅτι ἀνέρχεται εἰς 12.750 km. Ἡ διάμετρος τοῦ ἡλίου εὐρίσκεται, ὅτι εἶναι 109 φορὰς μεγαλυτέρα καὶ ὁ ὄγκος του κατὰ 1.300.000 φορὰς μεγαλύτερος τῆς γῆς.

Ἐπι' αὐτὰς τὰς συνθήκας, ὅχι μόνον ἡ γῆ ἀλλὰ καὶ ὁ ἥλιος εἶναι σώματα μικρότατα, πρὸ τοῦ τεραστίου μεγέθους τῆς διαμέτρου τοῦ γαλαξίου, ἴσης πρὸς 100.000 ε.φ.

Ἡ γῆ εἶναι τόσο μικρά, ὥστε ἡ ἀκτίς της, συγκρινομένη πρὸς ἐκείνην τοῦ γαλαξίου, κατανατᾷ πλέον ἀσήμαντος, ἀφοῦ ὁ λόγος τῶν μεγεθῶν των εἶναι, πράγματι, κλάσμα ἀμελητέον.

**γ'.** Ἀλλὰ τότε, εἶναι προφανές, ὅτι ὁ πλανήτης μας, τόσο ὡς πρὸς τὸ ποσὸν τῆς ὕλης του, ὅσον καὶ κατὰ τὰς διαστάσεις του, δὲν

είναι κἄν δυνατὸν νὰ συγκριθῆ πρὸς τὸ μέγεθος τοῦ ὅλου Σύμπαντος, ἀφοῦ ὁ γαλαξίας ὁλόκληρος μὲν συγκεντρώνει τὸ τρισεκατομμυριοστὸν τῆς ὕλης τοῦ Σύμπαντος καὶ ἀφοῦ ὁ λόγος τῆς ἀκτίνος τῆς γῆς, τῶν 6378 km, πρὸς τὴν ἀκτίνα τοῦ Σύμπαντος, τῶν δέκα τοῦλάχιστον δισεκατομμυρίων ἑτῶν φωτός, τείνει πλεον πρὸς τὸ μηδέν !

### Ἀσκήσεις

5. Νὰ εὑρεθῆ ποίας τάξεως εἶναι τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων τοῦ Σύμπαντος, ὅταν τὸ μὲν μέσον πλῆθος τῶν ἀστέρων ἐκάστου γαλαξίου εἶναι τῆς τάξεως τῶν  $10^{11}$  ἀστέρων, τὸ δὲ ὅλον πλῆθος τῶν γαλαξίων τοῦ Σύμπαντος εἶναι τῆς τάξεως τῶν  $10^{12}$ .
6. Πόσοι γαλαξία πρέπει νὰ ὑπάρχουν εἰς ἓνα χῶρον τοῦ Σύμπαντος, ἔχοντα ἀκτίνα  $10^9$  ἔτη φωτός, ὅταν ληφθῆ ὡς μέση ἀπόστασις τῶν γαλαξίων ἀπ' ἀλλήλων ἢ ἀπόστασις τῶν  $10^6$  ε.φ. καὶ θεωρηθῆ, ὅτι οἱ γαλαξία οὗτοι διαμοιράζονται ὁμοιόμορφως εἰς τὸν χῶρον τοῦτον ;
7. Ἐὰν τὸ ὅλον πλῆθος τῶν ἀστέρων τοῦ γαλαξίου εἶναι  $2 \times 10^{11}$ , τότε, πόσοι ἀστέρες αὐτοῦ ἀποκρύπτονται ἀπὸ τὰ σκοτεινὰ νεφελώματα, ὅταν αὐτὰ καλύπτουν τὸ  $1/12$  τῆς ἐκτάσεως τοῦ γαλαξίου ; (ὑποτίθεται, ὅτι ἡ κατανομή τῶν ἀστέρων εἰς αὐτὸν εἶναι ὁμοίμορφος).
8. Ἐὰν ἡ ἀπόστασις τῆς γῆς ἀπὸ τὸν ἥλιον, ἴση πρὸς  $1,5 \times 10^8$  km, ληφθῆ ὡς μονὰς μετρήσεως τῶν ἀποστάσεων (« ἀστρονομικὴ μονὰς »), τότε πόσαι ἀστρονομικαὶ μονάδες ἀντιστοιχοῦν εἰς ἓν ἔτος φωτός ;
9. Εἰς πόσας « ἀστρονομικὰς μονάδας » ἀντιστοιχεῖ ἡ διάμετρος τοῦ γαλαξίου καὶ εἰς πόσας ὁ ἄξων τῆς περιστροφῆς του ;
10. Εὑρετε πόση εἶναι ἡ ἀπόστασις τοῦ ἡλίου α) μακρὰν τοῦ γαλαξιακοῦ ἐπιπέδου καὶ β) ἀπὸ τὸ κέντρο τοῦ γαλαξίου εἰς ἀστρονομικὰς μονάδας.
11. Γιόσον χρόνον χρειάζεται ὁ ἥλιος καὶ ἡ γῆ διὰ νὰ κάμουν 100 περιφορὰς γύρω ἀπὸ τὸν ἄξονα τοῦ γαλαξίου ;
12. Ἦν ἡ ἀπόστασις γῆς - ἡλίου, ἴση πρὸς  $1,5 \times 10^8$  km, ληφθῆ ὡς μονὰς μετρήσεων τῶν ἀποστάσεων, τότε, πόσας τοιαύτας μονάδας ἀπέχει ἀπὸ τὸν ἥλιον ὁ τελευταῖος πλανήτης, ὁ Πλούτων ;
13. Εὑρετε τὸν λόγον : τοῦ μεγέθους τῆς ἀκτίνος τῆς γῆς α) ὡς πρὸς ἐκείνην τοῦ γαλαξίου καὶ β) ὡς πρὸς ἐκείνην τοῦ Σύμπαντος.
14. Εὑρετε τὸν λόγον : τοῦ μεγέθους τῆς ἀκτίνος τοῦ ἡλίου α) ὡς πρὸς ἐκείνην τοῦ γαλαξίου καὶ β) ὡς πρὸς ἐκείνην τοῦ Σύμπαντος.
15. Εὑρετε τὸν λόγον : τῆς ἀποστάσεως γῆς - ἡλίου, α) ὡς πρὸς τὴν ἀκτίνα τοῦ γαλαξίου καὶ β) ὡς πρὸς ἐκείνην τοῦ Σύμπαντος.
16. Εὑρετε τὸν λόγον : τῆς ἀκτίνος τοῦ γαλαξίου, ὡς πρὸς ἐκείνην τοῦ Σύμπαντος.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ ΑΣΤΕΡΕΣ ΚΑΙ ΑΣΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

## Ι. Όνομασία, λαμπρότης και πλήθος τῶν ἀστέρων, ἀστερισμοὶ καὶ οὐρανογραφία

**15. Οἱ 88 ἀστερισμοί. α'.** Παρατηροῦντες τοὺς ἀστέρας διαπιστώνομεν, ὅτι δὲν κατανέμονται ὁμοιομόρφως εἰς τὸν οὐρανόν, ἐνῶ, ἐξ ἄλλου, σχηματίζουν μερικὰ εὐδιάκριτα συμπλέγματα, τὰ ὁποῖα, βοήθουσης καὶ τῆς φαντασίας, εὐρίσκομεν νὰ ἔχουν τὴν μορφήν διαφόρων ἀντικειμένων, ζώων ἢ καὶ ἀνθρώπων.

Ὡς ἐκ τούτου, ἀπὸ τῆς βαθυτάτης ἀρχαιότητος (Β' χιλιετία π.Χ.), τὰ εὐδιάκριτα αὐτὰ συμπλέγματα τῶν ἀστέρων ὠνομάσθησαν **ἀστερισμοί**, οἱ δὲ ἀρχαῖοι Ἕλληνες ἔδωσαν εἰς καθένα ἐξ αὐτῶν ἰδιαιτέρον ὄνομα, ληφθὲν ἀπὸ τὴν ἑλληνικὴν μυθολογίαν.

Υπάρχουν π.χ. οἱ ἀστερισμοὶ τοῦ Ἡρακλέους, τοῦ Ὠρίωνος, τοῦ Περσέως, τῆς Ἀνδρομέδας ἢ τῆς Μεγάλης Ἄρκτου καὶ τῆς Μικρᾶς Ἄρκτου, εἰς τὰς ὁποίας μετεμόρφωσεν ὁ Ζεὺς τὴν νύμφην Καλλιστώ καὶ τὸν υἱὸν τῆς Ἀρκάδα κ.ο.κ. Εἰς μετέπειτα ἑποχάς, ἐκτὸς τῶν 48 ἐν συνόλῳ ἀστερισμῶν, τοὺς ὁποίους εἰσήγαγον οἱ Ἕλληνες, προστέθησαν καὶ ἄλλοι.

β'. Σήμερον, ἡ « Διεθνὴς Ἀστρονομικὴ Ἐνωσις » ἀπέφασίσε νὰ διατηρηθοῦν οἱ ἀστερισμοὶ μὲ τὰ ἀρχαῖα τῶν ὀνόματα. Οὕτω, κατένειμεν ὅλους τοὺς ἀστέρας εἰς 88 ἀστερισμούς, γραφομένους λατινιστί, π.χ. Andromeda (Ἀνδρομέδα) καὶ συμβολιζομένους διὰ τῶν τριῶν πρώτων γραμμάτων τοῦ ὀνόματός των, π.χ. And = Andromeda.

Ἐκτὸς κειμένου παρέχεται ὁ πίναξ τῶν 88 ἀστερισμῶν μὲ τὰ διεθνή ὀνόματά των, τὰ ὀριά των καὶ τὰ σύμβολά των.

γ'. Ἐκ τῶν 88 ἀστερισμῶν οἱ 6: Μεγάλῃ Ἄρκτος, Μικρὰ Ἄρκτος, Κασσιόπη, Κηφεύς, Δράκων καὶ Καμηλοπάρδαλις εἶναι ὁρατοὶ ἐξ Ἑλλάδος καθ' ὅλην τὴν νύκτα καὶ ὅλας τὰς ἑποχάς εἰς τὸ βόρειον μέρος τοῦ οὐρανοῦ, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ὀνομάζονται **ἀειφανεῖς ἀστερισμοί**. Ἐκ τῶν ὑπολοίπων 82, μόνον οἱ 63 φαίνονται ἀπὸ τὴν Ἑλλάδα κατὰ διαφόρους ἑποχάς καὶ ὥρας τῆς νυκτός, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ὀνομάζονται **ἀμφιφανεῖς ἀστερισμοί**. Αὐτοὶ χωρίζονται εἰς 23 **βορείους**, ἧτοι εὐρίσκομένους εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ,

12 ζωδιακούς (βλ. § 115) και 28 νοτίους, ως εύρισκομένους εις τὸ νότιον ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ.

Οἱ ὑπόλοιποι 19 ἀστερισμοὶ δὲν φαίνονται ποτὲ ἀπὸ τὴν Ἑλλάδα, διότι εύρίσκονται εις τὸ τμήμα τοῦ νοτίου οὐρανοῦ, τὸ ὁποῖον παραμένει πάντοτε ἀόρατον ἐντεῦθεν. Διὰ τοῦτο οἱ ἀστερισμοὶ αὗτοὶ καλοῦνται ἀφανεῖς διὰ τὴν Ἑλλάδα.

**16. Ὀνομασίαι τῶν ἀστέρων. α'.** Ἐκ τῶν ἀστέρων μόνον οἱ 30 λαμπρότεροι φέρουν ἰδιαίτερον ὁ καθεὶς ὄνομα, συνήθως ἑλληνικῆς προελεύσεως, ὅπως ὁ Ἄρ κ τ ο ὕ ρ ο ς (ὁ ὀδηγὸς τῆς Ἄρκτου), ἢ ἀραβικῆς<sup>1</sup>, ὅπως ὁ Ἄ λ τ ἄ ῖ ρ (ἀέτος ἱπτάμενος).

**β'.** Τόσον ὅμως αὐτοὶ οἱ 30 ἀστέρες, ὅσον και ὄλοι οἱ ἄλλοι, οἱ ὄρατοὶ χωρὶς τηλεσκόπιον εις ἕκαστον ἀστερισμὸν, καθορίζονται διεθνῶς μὲ ἓνα γράμμα τοῦ ἑλληνικοῦ ἀλφαβήτου ὁ καθένας. Τὸ γράμμα α ἔχει συνήθως ὁ λαμπρότερος ἀστὴρ τοῦ ἀστερισμοῦ· τὸ β ὁ ἀμέσως ἀμυδρότερος κ.ο.κ. Οὕτως, ὁ Β ἔ γ α ς, ὁ λαμπρότερος ἀστὴρ τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου τοῦ οὐρανοῦ, εις τὸν ἀστερισμὸν τῆς Λύρας, λέγεται και α Lyγ (α τῆς Λύρας).

Ἐὰν ὁ ἀστερισμὸς ἔχη περισσότερούς ἀπὸ 24 ἀστέρας, πρᾶγμα σύνηθες, τότε, μετὰ τὰ γράμματα τοῦ ἑλληνικοῦ ἀλφαβήτου χρησιμοποιοῦνται ἐκεῖνα τοῦ λατινικοῦ. Προκειμένου δὲ περὶ τῶν ὑπολοίπων ἀστέρων, τῶν ὄρατῶν συνήθως μὲ τὰ τηλεσκόπια, ἀντὶ ὀνόματος, χρησιμοποιεῖται ὁ ἀριθμὸς, μὲ τὸν ὁποῖον φέρονται καταγεγραμμένοι εις τοὺς μεγάλους καταλόγους τῶν ἀστέρων.

**17. Λαμπρότης τῶν ἀστέρων. α'.** Ὅπως διαπιστώνει κανεὶς ἀμέσως, ὄλοι οἱ ἀστέρες δὲν παρουσιάζουν τὴν ἰδίαν λαμπρότητα. Μερικοὶ εἶναι ἐξόχως λαμπροὶ, ἐνῶ ἄλλοι φαίνονται ὀλονὲν και ἀμυδρότεροι, διὰ νὰ καταλήξωμεν εις ἐκείνους, οἱ ὁποῖοι διακρίνονται μετὰ δυσκολίας.

Ἀπὸ τοὺς ἀρχαίους Ἕλληνας ἀστρονόμους και πρὸ παντὸς τὸν Ἰππαρχον και τὸν Πτολεμαῖον, οἱ ἀστέρες ἑταξινομήθησαν, ἀναλόγως τῆς λαμπρότητός των, εις **μεγέθη**. Τὸ « μέγεθος » ἐνὸς ἀστέρος, συνεπῶς, δὲν ἐκφράζει τὰς πραγματικὰς του διαστάσεις, ἀλλὰ μόνον τὴν λαμπρότητά του, ἐν σχέσει πρὸς τὴν λαμπρότητα τῶν ἄλλων ἀστέρων.

1. Οἱ Ἄραβες ἀνέπτυξαν πολὺ τὴν Ἀστρονομίαν, πρὸ παντὸς ἀπὸ τὸν 8ον ἕως τὸν 14ον μ.Χ. αἰῶνα.

β'. Όλοι οι όρατοί, διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ, ἀστέρες κατετάγησαν εἰς ἕξ μεγέθη. Εἰς τὸ πρῶτον μέγεθος περιελήφθησαν οἱ λαμπρότεροι, εἰς τὸ δεύτερον οἱ ἀμέσως ἀμυδρότεροι· καθ' ὅμοιον δὲ τρόπον, οἱ ἀστέρες καθενὸς τῶν ἐπομένων μεγεθῶν εἶναι ἀμυδρότεροι ἐκείνων τοῦ προηγουμένου, ἐνῶ εἰς τὸ ἕκτον ἀντιστοιχοῦν οἱ μόλις ὄρατοί.

γ'. Πρῶτος ὁ Γερμανὸς ἀστρονόμος J. Herschel ("Ερσελ) ὑπέδειξε, τὸ 1830, ὅτι οἱ ἀστέρες τοῦ α' μεγέθους εἶναι 100 φορές λαμπρότεροι τῶν ἀστέρων τοῦ στ' μεγέθους.

Κατὰ ταῦτα, ἐὰν  $L_1$  καὶ  $L_6$  εἶναι αἱ λαμπρότητες τῶν ἀστέρων τοῦ α' καὶ στ' μεγέθους θὰ ἔχωμεν  $L_1 = 100 L_6$  ἢ  $\frac{L_1}{L_6} = 100$ . (1)

Ἐκ τοῦ δεδομένου τούτου, εὐρίσκομεν τὸν λόγον λαμπρότητος  $c$ , τὸν ἀντιστοιχοῦντα ἀπὸ μεγέθους εἰς μέγεθος, σκεπτόμενοι ὡς ἑξῆς: Ἄν ἕνας ἀστήρ τοῦ ε' μεγέθους εἶναι  $c$  φορές λαμπρότερος ἀστέρος τοῦ στ' μεγέθους, τότε, ἕνας ἀστήρ τοῦ δ' μεγέθους θὰ εἶναι  $c^2$  φορές λαμπρότερος τοῦ ἰδίου ἀστέρος (τοῦ στ' μεγέθους), ἐνῶ, ἀστήρ τοῦ γ' μεγέθους θὰ εἶναι  $c^3$  φορές λαμπρότερος ἐκείνου. Κατ' ἀκολουθίαν ἀστήρ τοῦ β' μεγέθους θὰ εἶναι κατὰ  $c^4$  λαμπρότερος καὶ ἀστήρ α' μεγέθους θὰ εἶναι κατὰ  $c^5$  φορές μεγαλύτερος λαμπρότητος τοῦ ἀστέρος τοῦ στ' μεγέθους. Συνεπῶς, θὰ ἔχωμεν  $\frac{L_1}{L_6} = c^5 = 100$ , δυνάμει τῆς (1). Ὅποτε,  $c^5 = 100$  καὶ

$$c = \sqrt[5]{100} = 2,512.$$

Ἐπομένως, οἱ ἀστέρες ἐνὸς μεγέθους εἶναι κατὰ 2,512 φορές λαμπρότεροι ἐκείνων τοῦ ἀμέσως ἐπομένου ἀκεραίου μεγέθους.

δ'. Διὰ τῶν τηλεσκοπίων βλέπομεν ἀστέρας κατὰ πολὺ ἀμυδρότερος τῶν ὀρατῶν διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ.

Τὰ ὑπάρχοντα τηλεσκόπια, ἀναλόγως τῆς διαμέτρου τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ των ἢ τοῦ κατόπτρου των, διακρίνουν ἀστέρας μέχρι τοῦ 21ου μεγέθους.

Αἱ φωτογραφίαι εἶναι περισσότερον εὐαίσθητοι ἀπὸ τὸν ὀφθαλμόν μας. Διὰ τοῦτο, κατορθώνεται νὰ φωτογραφηθοῦν μὲ καθένα τῶν τηλεσκοπίων ἀστέρες ἀμυδρότεροι κατὰ ἕνα ἕως δύο μεγέθη.

ε'. Όπως είναι φυσικόν, ή μετάβασις ἀπὸ μεγέθους εἰς μέγεθος δὲν γίνεται ἀποτόμως. Ὑπάρχει πάντοτε μία κλιμάκωσις λαμπροτήτων. Διὰ καταλλήλων φωτομέτρων εἶναι δυνατόν νὰ μετρηθῆ ἀκριβῶς ή λαμπρότης καθενὸς ἀστέρος, ή ὁποία καί καθορίζεται, ὄχι μόνον εἰς ἀκέραιον μέγεθος, ἀλλὰ καί διὰ τῶν δεκάτων αὐτοῦ. Οὕτως, ὁ ἀστήρ Λαμπαδίας (α τοῦ ἀστερισμοῦ τοῦ Ταύρου) ἔχει μέγεθος 1,1, ἐνῶ ὁ Πολυδεύκης (β τῶν Διδύμων) εἶναι 1,2 μεγέθους καί ὁ Βασιλίσκος (α τοῦ Λέοντος) μέγεθος 1,3.

στ'. Διεπιστώθη, ὅτι ἐκ τῶν 20 λαμπροτέρων ἀστέρων, τοὺς ὁποίους χαρακτηρίζομεν γενικῶς ὡς ἀστέρας α' μεγέθους, οἱ 12 ἔχουν λαμπρότητα πολὺ μεγαλύτεραν τῶν ἀστέρων α' μεγέθους. Διὰ τοῦτο, εἰς τὴν ἀκριβῆ κλίμακα τῶν μεγεθῶν, χρησιμοποιοῦμεν, ὡς μεγαλύτερον τοῦ α' μεγέθους, τὸ μηδενικὸν μέγεθος. Ὁ Βέγας π.χ. (ὁ α τῆς Λύρας) ἔχει μέγεθος 0,1, ή Αἶξ (α τοῦ Ἡνιόχου) καί ὁ Ἀρκτὺρος (α τοῦ Βοώτου) εἶναι 0,2 μεγέθους.

Ἐξ ἄλλου, ὑπάρχουν δύο ἀστέρες, οἱ ὁποῖοι εἶναι λαμπρότεροι καί τοῦ μηδενικοῦ μεγέθους. Χρησιμοποιοῦμεν δι' αὐτοὺς ἀρνητικὰ μεγέθη. Οὕτως ὁ Ἔνας, ὁ Κάνωπος (α τῆς Τρόπιδος τῆς Ἀργούς), ἔχει μέγεθος - 0,9 καί ὁ δεύτερος, ὁ Σείριος (α τοῦ Μεγάλου Κυνός), ὁ λαμπρότερος ὄλων τῶν ἀστέρων, εἶναι - 1,6 μεγέθους.

Μερικοὶ ἐκ τῶν πλανητῶν παρουσιάζουν λαμπρότητα ἀκόμη μεγαλύτεραν. Οὕτως ή Ἀφροδίτη (Αὐγερινός), ὁ λαμπρότερος τῶν πλανητῶν, φθάνει εἰς τὸ - 4,3 μέγεθος.

Ἡ πανσέληνος ἔχει μέγεθος - 12,6 καί ὁ ἥλιος - 26,8.

**18. Τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων. α'.** Εἶναι γενικὴ ή ἐντύπωσις, ὅτι οἱ ἀστέρες, πού βλέπομεν, εἶναι ἄπειροι καί ὅτι θὰ ἦτο ματαία ή προσπάθεια νὰ τοὺς μετρήσωμεν. Ἡ ἐντύπωσις ὁμως αὐτὴ εἶναι ἐσφαλμένη, διότι ὄλοι οἱ ἀστέρες, ὅσοι φαίνονται διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ, εἶναι 7000.

**β'.** Ἀπὸ τοῦ 7ου μεγέθους καί ἐφ' ἐξῆς, τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων συνεχῶς αὐξάνει.

Τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων, τοὺς ὁποίους δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν μέχρις 6ου μεγέθους εἶναι 7.000 περίπου

» 12	»	»	4.10 <sup>6</sup>	»
» 21	»	»	5.10 <sup>9</sup>	»

**19. Κατάλογοι τῶν ἀστέρων καὶ χάρται τοῦ οὐρανοῦ. α'.** Μέγα πλήθος τῶν ἀστέρων κατεγράφη ἤδη εἰς καταλόγους, ἡ δὲ καταγραφή των συνεχίζεται.

Οἱ κατάλογοι<sup>1</sup> τῶν ἀστέρων περιέχουν τὰ ἀκριβῆ στοιχεῖα τῆς θέσεώς των εἰς τὸν οὐρανόν, τὸ μέγεθός των, τὸν δείκτην τοῦ χρώματός των, τὸν φασματικὸν τύπον των καὶ ἄλλα ἀκόμη στοιχεῖα χαρακτηριστικά, ὅπως ἡ ἀπόστασίς των, αἱ διαστάσεις των κ.λπ.

**β'.** Βάσει τῶν καταλόγων τῶν ἀστέρων, ἀλλὰ καὶ μὲ τὴν βοήθειαν τῆς φωτογραφίας, συντάσσονται ἀκριβεῖς χάρται καὶ ἄτλαντες τοῦ οὐρανοῦ, εἰς τοὺς ὁποίους σημειοῦνται αἱ θέσεις τῶν ἀστέρων ὡς πρὸς ἀλλήλους, ἀλλὰ καὶ τὸ ὀπτικὸν μέγεθός των. Οἱ ἀπλούστεροι χάρται παρέχουν τὰς θέσεις τῶν λαμπροτέρων μόνον ἀστέρων τῶν ἀστερισμῶν, καθὼς καὶ τὰ γράμματα, μὲ τὰ ὁποῖα ὀνομάζονται οἱ ἀστέρες (βλ. χάρτ. 1 καὶ 2 ἐκτὸς κειμένου).

**20. Οὐρανογραφία. α'.** Ἡ ἀνεύρεσις καὶ ἀναγνώρισις τῶν ἀστερισμῶν καὶ τῶν ἀστέρων<sup>δ</sup> καλεῖται **οὐρανογραφία**.

**β'.** Ὡς ἀρχὴν διὰ τὴν ἀναγνώρισιν τῶν ἀστέρων χρησιμοποιοῦμεν συνήθως τὸν ἀστερισμὸν τῆς **Μεγάλης Ἄρκτου**. Οὗτος ἀποτελεῖται ἀπὸ πολλοὺς ἀστέρας, ἀλλ' οἱ κυριώτεροι εἶναι μόνον 7· οἱ α, β, γ, δ, ε, ζ καὶ η (σχ. 1). Οἱ α, β, γ καὶ δ σχηματίζουν τὸ σ ὦ μ α τῆς Ἄρκτου, ἐνῶ οἱ ε, ζ καὶ η τὴν ο ὑ ρ ἄ ν αὐτῆς. Οἱ ἀστέρες τῆς Μεγάλης Ἄρκτου εἶναι 2ου μεγέθους, πλὴν τοῦ δ, ὁ ὁποῖος εἶναι 4ου.

**γ'.** Ἐὰν προεκτείνωμεν τὴν γραμμὴν β - α τῆς Μεγάλης Ἄρκτου κατὰ τὸ πενταπλάσιόν της, τότε συναντῶμεν ἀστέρα 2ου μεγέθους, ὁ ὁποῖος καλεῖται **Πολικός**, διότι εὐρίσκεται πολὺ πλησίον τοῦ **βορείου πόλου** τοῦ οὐρανοῦ, ἦτοι τοῦ σημείου, κατὰ τὸ ὁποῖον ὁ ἄξων τῆς γῆς, ἂν προεκταθῆ ἀπὸ τὸν βόρειον πόλον αὐτῆς, συναντᾷ καὶ διαπερᾷ τὸν οὐρανόν. Ὁ πολικός ἀστήρ χρησιμεύει εἰς τὸν π ρ ο σ α ν α τ ο λ ι σ μ ὸ ν κατὰ τὴν νύκτα. Βλέποντες πρὸς αὐτόν, ἐμπρὸς μας ὑπάρχει ὁ **βορρᾶς** καὶ ὀπισθεν ὁ **νότος**, ἐνῶ πρὸς τὰ δεξιὰ εὐρίσκεται ἡ **ἀνατολή** καὶ πρὸς τὰ ἀριστερὰ ἡ **δύσις**.

**δ'.** Ὁ πολικός εἶναι ἓνας ἐκ τῶν ἑπτὰ ἀστέρων, οἱ ὁποῖοι καθαρίζουν τὸν ἀστερισμὸν τῆς **Μικρᾶς Ἄρκτου** καὶ μάλιστα ὁ α αὐτῆς. Οἱ ἀστέρες οὗτοι σχηματίζουν παρόμοιον σχῆμα πρὸς τὸ τῆς Μεγάλης Ἄρκτου, ἀλλὰ μικρότερον καὶ ἀντίθετον, ὡς πρὸς αὐτήν.

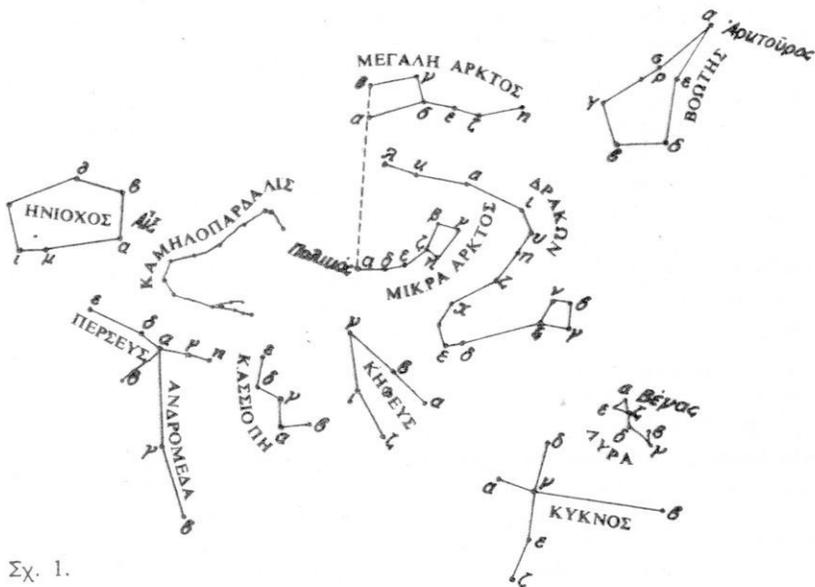
Οἱ ἀστέρες τῆς **Μικρᾶς Ἄρκτου** εἶναι ἄμυδροι ἐκτὸς τοῦ πολικοῦ καὶ τῶν β καὶ γ, οἱ ὁποῖοι εἶναι 2ου μεγέθους.

**ε'.** Μεταξὺ Μεγάλης καὶ Μικρᾶς Ἄρκτου ὑπάρχει μία ὀφιοειδὴς σειρὰ ἀστέρων, ἡ ὁποία καταλήγει εἰς τετράπλευρον. Εἶναι ὁ ἀστερισμὸς τοῦ **Δράκοντος**.

**στ'.** Ἐὰν προεκτείνωμεν ἀκόμη περισσώτερον τὴν γραμμὴν β - α τῆς Μεγάλης Ἄρκτου, ἡ ὁποία ὀδηγεῖ εἰς τὸν πολικόν, συναντῶμεν τὸν ἀστερισμὸν τοῦ **Κηφέως**, ἐνῶ ἐὰν συνδέσωμεν τὸν δ τῆς Μεγάλης Ἄρκτου μὲ τὸν πολικόν καὶ προ-

---

1. Τὸν πρῶτον κατάλογον ἀστέρων συνέταξεν ὁ μέγας Ἕλληνας ἀστρονόμος τῆς ἀρχαιότητος Ἰππάρχος. Ὁ κατάλογος οὗτος περιελάμβανε 1022 ἀστέρας ἐκ τῶν λαμπροτέρων τοῦ οὐρανοῦ.



Σχ. 1.

εκτείνωμεν τὴν γραμμὴν, εὐρίσκομεν τὸν ἀστερισμὸν τῆς **Κασσιόπης**, τοῦ ὁποίου οἱ ἀστέρες α, β, γ, δ καὶ ε, ὅλοι λαμπροὶ τοῦ 2ου καὶ 3ου μεγέθους, σχηματίζουν τὸ γράμμα W.

ζ'. Πέραν τῶν ἐξ αὐτῶν ἀστερισμῶν, τῶν ἀειφανῶν διὰ τὴν Ἑλλάδα, μετὰ τὴν βοήθειαν τοῦ σχήματος, εὐρίσκομεν τοὺς λαμπροὺς ἀστερισμοὺς: τοῦ **Βοώτου** μετὰ τὸν ἀστέρα **Ἄρκτουρον** τοῦ 1ου μεγέθους (εἰς τὴν προέκτασιν τῆς γραμμῆς ζ - η τῆς οὐρᾶς τῆς Μεγάλης Ἄρκτου): τὴν **Λύραν** μετὰ τὸν λαμπρότερον ἀστέρα τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου, τὸν **Βέγαν**, καὶ τὸν **Κύκνον**, τοῦ ὁποίου ὁ ἀστὴρ α εἶναι τοῦ 1ου μεγέθους, ἀμφοτέρους πρὸς τὸ μέρος τοῦ Κηφέως καὶ τοῦ Δράκοντος: τὸν **Περσεά** καὶ τὴν **Ἄνδρομέδαν**, λαμπροὺς ἀστερισμοὺς, ἐκείθεν τῆς Κασσιόπης: τέλος δὲ τὸν **Ἡνίοχον** μετὰ τὸν λαμπρὸν ἀστέρα του α, τὴν **Αἶγαν**, ἐκείθεν τῆς Καμηλοπαρδάλεως. Καθ' ὅμοιον τρόπον, μετὰ τὴν βοήθειαν τῶν χαρτῶν, εἶναι δυνατὴ ἡ ἀνεύρεσις καὶ ἀναγνώρισις ὄλων τῶν ἀστερισμῶν, τῶν ὁρατῶν ἐξ Ἑλλάδος.

### Ἀσκήσεις.

17. Δεδομένου, ὅτι ἀστὴρ τυχόντος μεγέθους εἶναι κατὰ 2,512 φορές λαμπρότερος ἄλλου ἀστέρος τοῦ ἀμέσως ἐπομένου μεγέθους, εὑρετε πόσον εἶναι λαμπρότερος ἀστὴρ τοῦ 15ου μεγέθους ἀπὸ ἑνα ἄλλον τοῦ 20ου μεγέθους.

18. Πόσον εἶναι λαμπρότερα ἢ πανσελήνης ἀπὸ ἑνα ἀστέρα πρώτου μεγέθους;

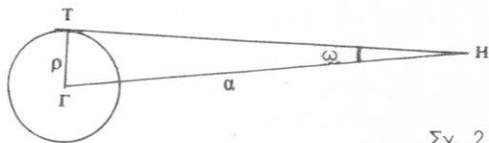
19. Εὑρετε μετὰ πόσους ἀστέρας τοῦ 1ου μεγέθους ἰσοῦται ἡ λαμπρότης τοῦ ἡλίου;

20. Εὑρετε μετὰ πόσας πανσελήνους ἰσοῦται ἡ λαμπρότης τοῦ ἡλίου.

## II. Ἀποστάσεις και κινήσεις τῶν ἀστέρων

21. Ἀπόστασις τοῦ ἡλίου ἐκ τῆς γῆς. Ἀστρονομικὴ μονάς. α'. Ἐστω τόπος Τ (σχ. 2) ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, Γ δὲ καὶ Η εἶναι τὰ κέντρα τῆς γηίνης καὶ τῆς ἡλιακῆς σφαίρας ἀντιστοίχως.

Ἡ θέσις τοῦ ἡλίου Η, ὡς πρὸς τὸν τόπον Τ, ἔχει ἐπιλεχθῆ ἐπὶ τοῦ ὀριζοντος, διότι τότε τὸ τρίγωνον ΓΤΗ εἶναι ὀρθογώνιον. Καλεῦμεν



Σχ. 2.

ὀριζοντίαν παράλλαξιν τοῦ ἡλίου τὴν γωνίαν  $\text{ΤΗΓ} = \omega$ , ὑπὸ τὴν ὁποίαν φαίνεται ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ ἡλίου Η ἡ ἀκτίς τῆς γῆς  $\text{ΓΤ} = \rho$ .

β'. Ἐὰν καλέσωμεν  $\alpha$  τὴν ἀπόστασιν ΗΓ τοῦ ἡλίου ἀπὸ τῆς γῆς, τότε, ἐκ τοῦ ὀρθογωνίου τριγώνου ΓΤΗ λαμβάνομεν  $\rho = \alpha \eta \mu \omega$

$$\text{καὶ } \alpha = \frac{\rho}{\eta \mu \omega} \quad (1)$$

Συνεπῶς, ἐὰν γνωρίζωμεν τὴν ὀριζοντίαν παράλλαξιν  $\omega$  τοῦ ἡλίου, δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν τὴν ἀπόστασίν του  $\alpha$  ἐκ τῆς γῆς, ἐφ' ὅσον εἶναι γνωστὴ ἡ ἀκτίς  $\rho$  τῆς γηίνης σφαίρας.

Πράγματι, κατόπιν ἐπιμελημένων μετρήσεων, διὰ διαφόρων τρόπων, εὐρέθη ὅτι ἡ  $\omega$  εἶναι ἴση πρὸς  $8'',8$ . Ἐπειδὴ δὲ αὕτη εἶναι πολὺ μικρά, δυνάμεθα, ὡς γνωστόν, νὰ λάβωμεν εἰς τὴν (1) ἀντὶ τοῦ  $\eta \mu \omega$ , τὴν γωνίαν  $\omega$ , ἀρκεῖ νὰ μετατρέψωμεν τὰ δευτερόλεπτα τόξου εἰς ἀκτίνια. Ἀλλὰ κατὰ τὰ γνωστὰ εἶναι:

$$\frac{8'',8}{360 \times 60 \times 60} = \frac{\omega}{2\pi} \quad \eta \quad \omega = 8'',8 \frac{2\pi}{360 \times 60 \times 60} = \frac{8'',8}{206.265} \text{ περίπου.}$$

Ἡ (1) συνεπῶς γίνεται:

$$\alpha = \frac{206.265}{8'',8} \rho \quad \eta \quad \alpha = 23439,2 \rho \quad (2)$$

Ἐπειδὴ δὲ ἡ (ἰσημερινὴ) ἀκτίς τῆς γῆς εἶναι ἴση πρὸς 6.378.388 m, ἐκ τῆς (2) λαμβάνομεν:

$$\alpha = 149.504.312 = 149,5 \times 10^6 \text{ km} \quad (3)$$

γ'. Συνεπῶς, ἐπὶ τὸ στρογγύλον, ἡ ἀπόστασις τοῦ ἡλίου ἐκ τῆς γῆς εἶναι ἴση πρὸς 149,5 ἑκατομ. χλμ., λαμβάνεται δὲ συνήθως

ὡς μονὰς μετρήσεως τῶν γειτονικῶν πρὸς τὴν γῆν οὐρανίων σωμάτων καὶ καλεῖται **ἀστρονομικὴ μονὰς**.

Ἐφ' ἐξῆς θὰ συμβολίζεται διὰ τῶν ἀρχικῶν α.μ.

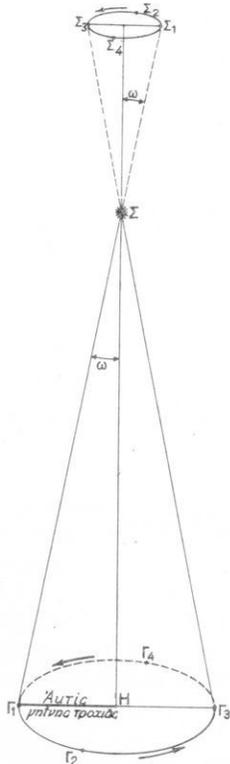
**22. Παραλλάξεις τῶν ἀστέρων. Ἡ μονὰς παρσέκ. α'.** Ἐστω  $H$  ὁ ἥλιος καὶ  $\Gamma_1 \Gamma_2 \Gamma_3 \dots \Gamma_1$  ἡ τροχιὰ τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον, ἐνῶ τὰ σημεῖα  $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \dots$  εἶναι αἱ διάφοροι θέσεις αὐτῆς ἐπὶ τῆς τροχιᾶς τῆς, κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἐτησίας περιφορᾶς τῆς περὶ τὸν ἥλιον (σχ.3). Ἐστω δὲ καὶ ὁ ἀστὴρ  $\Sigma$  εἰς τὸν χῶρον. Οὗτος ἀπὸ τὴν θέσιν  $\Gamma_1$  τῆς γῆς προβάλλεται εἰς τὸν οὐρανὸν εἰς τὴν θέσιν  $\Sigma_1$ ,

ἐνῶ, καθὼς ἡ γῆ κινεῖται πρὸς τὸ  $\Gamma_2$ , ὁ ἀστὴρ φαίνεται, ὅτι κινεῖται καὶ διαγράφει τὸ τόξον  $\Sigma_1 \Sigma_2$ . Οὕτως, ἐνῶ ἡ γῆ ἐκτελεῖ τὴν ἐτησίαν κίνησιν τῆς περὶ τὸν ἥλιον, ὁ ἀστὴρ  $\Sigma$  φαίνεται, ὅτι διαγράφει τὴν τροχιὰν  $\Sigma_1 \Sigma_2 \Sigma_3 \dots \Sigma_1$  ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ, ἡ ὁποία καλεῖται **παραλλακτικὴ τροχιὰ τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$** .

Εἶναι εὐνόητον, ὅτι αἱ παραλλακτικαὶ τροχιαὶ τῶν ἀστέρων ἀποδεικνύουν, ὅτι ἡ γῆ κινεῖται περὶ τὸν ἥλιον.

**β'.** Εἰς τὸ ὀρθογώνιον τρίγωνον  $\Gamma_1 H \Sigma$ , τότε ἡ γωνία  $\omega$ , τὴν ὁποίαν σχηματίζουν αἱ  $\Sigma \Gamma_1$  καὶ  $\Sigma H$  καλεῖται **ἐτησία παράλλαξις τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$** , ἐνῶ ἡ μὲν  $\Sigma \Gamma_1$  εἶναι ἡ ἀπόστασις τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$  ἀπὸ τὴν γῆν, ἡ δὲ  $\Sigma H$  ἡ ἀπόστασις αὐτοῦ ἀπὸ τὸν ἥλιον. Ἡ παράλλαξις  $\omega$  εἶναι πάντοτε πολὺ μικρὰ, μικροτέρα καὶ τοῦ  $1''$  τόξου. Εἶναι δὲ προφανές, ὅτι ὅσον περισσότερο μακρὰν τῆς γῆς εὐρίσκεται ἓνας ἀστὴρ, τόσο μικροτέρα θὰ εἶναι καὶ ἡ παράλλαξις του.

Μόνον 100 περίπου ἀστέρες παρουσιάζουν παράλλαξιν, αἰσθητὴν ὀπτικῶς, εἶναι δὲ μὲν 6000 σχεδὸν ὅλοι οἱ ἀστέρες, τῶν ὁποίων ἡ παράλλαξις διαπιστοῦται μὲ τὴν βοήθειαν λεπτοτάτων φωτογραφικῶν μετρήσεων.



σχ. 3.

γ'. Τῶν ἀστέρων, οἱ ὁποῖοι παρουσιάζουν παράλλαξιν, εἶναι δυνατὸν νὰ εὐρωμεν τὴν ἀπόστασιν ἐκ τῆς γῆς εὐκόλως, διότι ἐκ τοῦ ὀρθογωνίου τριγώνου  $\Gamma_1\text{H}\Sigma$  ἔχομεν:  $\text{H}\Gamma_1 = \Gamma_1\Sigma\eta\omega$

$$\text{καὶ } \Gamma_1\Sigma = \frac{\text{H}\Gamma_1}{\eta\omega} \quad (1)$$

Ἐπειδὴ δὲ ἡ  $\omega$  εἶναι πολὺ μικρὰ δυνάμεθα νὰ γράψωμεν  $\Gamma_1\Sigma = \frac{\text{H}\Gamma_1}{\omega}$ , τῆς  $\omega$  μετρομένης εἰς ἀκτίνια. Ἐὰν δὲ εἶναι  $\delta$  ἡ τιμὴ τῆς παραλλάξεως  $\omega$  εἰς δευτερόλεπτα τόξου, τότε, δυνάμει τῆς γνωστῆς σχέσεως  $\omega = \frac{\delta}{206265}$  περίπου, ἡ (1) γίνεται

$$\Gamma_1\Sigma = \text{H}\Gamma_1 \frac{206.265}{\delta} \quad (2)$$

Ἄλλ' ἡ  $\text{H}\Gamma_1$  εἶναι ἡ ἀπόστασις τῆς γῆς ἀπὸ τὸν ἥλιον, ἴση πρὸς  $149,5 \times 10^6$  km, ἥτοι ἡ «ἀστρονομικὴ μονὰς» τῶν ἀποστάσεων, ὁπότε, διὰ τὴν ἀνεύρεσιν τῶν ἀποστάσεων τῶν ἀστέρων εἶναι ἀρκετὸν νὰ γνωρίσωμεν μόνον τὴν παράλλαξιν των.

δ'. Ἐὰν εἰς τὴν (2) θέσωμεν  $\delta = 1''$ , ἐπειδὴ  $\text{H}\Gamma_1 = \alpha.\mu.$ , ἡ ἀπόστασις  $\Gamma_1\Sigma$  θὰ εἶναι ἴση μὲ 206.265 α.μ.

Καλοῦμεν **παρσέκ** τὴν ἀπόστασιν, εἰς τὴν ὁποῖαν ἕνας ἀστὴρ παρουσιάζει παράλλαξιν ἴσην πρὸς  $1''$ . Τὴν ἀπόστασιν αὐτὴν λαμβάνομεν πολὺ συνήθως ὡς μονάδα μετρήσεως τῶν ἀποστάσεων. Ἡ ὀνομασία τῆς «παρσέκ» προκύπτει ἐκ τῆς συντμήσεως τῶν λέξεων: παράλλαξις καὶ σεκόντ (δευτερόλεπτον).

Μεταξὺ παραλλάξεως καὶ τῶν μονάδων μήκους: παρσέκ, ἀστρονομικῆς μονάδος καὶ ἔτους φωτός, ὑπάρχει ἡ κάτωθι ἀντιστοιχία:

$$\begin{aligned} \text{Παράλλαξις } 1'' &= 1 \text{ παρσέκ} = 206.265 \text{ α.μ.} = 3,26 \text{ ε.φ.} \\ \gg 0'',1 &= 10 \gg = 2.062.650 \gg = 32,60 \gg \text{ κ.ο.κ.} \end{aligned}$$

**23. Ἀποστάσεις τῶν ἀστέρων ἢ Ἀπόλυτον μέγεθος. α'.** Ὁ ἀστὴρ, ὅστις παρουσιάζει τὴν μεγαλύτεραν γνωστὴν παράλλαξιν ἴσην πρὸς  $0'',764$ , ἐπομένως δὲ καὶ τὴν μικροτέραν ἀπόστασιν ἐκ τῆς γῆς, εἶναι ὁ λεγόμενος **ἐγγύτατος**. Πρόκειται περὶ ἀστέρος ἀμυδροῦ, τοῦ 11ου μεγέθους, ὁ ὁποῖος εἶναι «συνοδός» (§ 34β) τοῦ λαμπροῦ ἀστέρος  $\alpha$  τοῦ Κενταύρου.

Θέτοντες εἰς τὴν (2) ἀντὶ τοῦ  $\delta$  τὴν τιμὴν τοῦ  $0'',764$  εὐρίσκομεν, ὅτι ὁ ἐγγύτατος ἀπέχει 262.450 α.μ. (4,3 ε.φ. ἢ 1,31 παρσέκ).

β'. Ἡ λαμπρότης, τὴν ὁποῖαν παρουσιάζουν οἱ ἀστέρες, νὰ μὲν

ξησαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἀπόστασίν των, σχετίζεται ὅμως κατ' οὐσίαν μὲ τὴν θερμοκρασίαν των καὶ τὰς πραγματικὰς των διαστάσεις, δηλαδὴ μὲ τὴν πραγματικὴν φωτεινότητά των. Διὰ τοῦτο, ἕνας ἀστήρ, μικρὸς κατὰ τὰς διαστάσεις καὶ ὀλίγον φωτεινός, εἶναι δυνατὸν νὰ φαίνεται λαμπρός, ἂν εὐρίσκεται πλησίον μας· ἐνῶ, ἕνας ἄλλος, πραγματικῶς φωτεινότερος καὶ μεγαλύτερός του κατ' ὄγκον, νὰ φαίνεται ἀμυδρός, ἐπειδὴ ἀπέχει πολὺ ἀπὸ τὴν γῆν.

Ὡς ἐκ τούτου, διὰ νὰ εἶναι δυνατὴ ἡ σύγκρισις τῶν ἀστέρων μεταξύ των, ἀπεφασίσθη νὰ ἐξετάζεται, ὄχι τὸ φαινομενικὸν μέγεθός των, ἀλλ' ἡ λαμπρότης, τὴν ῥοοίαν θὰ εἶχον, ἂν εὐρίσκοντο ὅλοι, ἐξ ἴσου, εἰς τὴν αὐτὴν ἀπὸ τῆς γῆς ἀπόστασιν καὶ συγκεκριμένως εἰς τὴν ἀπόστασιν τῶν 10 παρσέκ. Τὸ μέγεθος, τὸ ὁποῖον θὰ παρουσίαζε τότε ἕκαστος ἀστήρ καλεῖται **ἀπόλυτον μέγεθος τοῦ ἀστέρος.**

γ'. Αἱ τελευταῖαι ἔρευναι ἀπέδειξαν, ὅτι ἐκ τῶν λαμπρῶν ἀστέρων τοῦ α' μεγέθους μόνον τέσσαρες συγκαταλέγονται μεταξύ τῶν 35 πλησιεστέρων. Οὗτοι εἶναι οἱ ἐξῆς :

Ἀ σ τ ῆ ρ	Φαινομ. μέγεθος	Παράλαξις	Ἀπόστασις εἰς Παρσέκ	Ἀπόστασις εἰς ε.φ.	Σειρὰ ἀποστάσεως	Ἀπόλυτον μέγεθος
α Κενταύρου	0,3	0",752	1,32	4,3	2ος	4,5
α Μεγάλου Κυνός (Σείριος)	1,6	0",380	2,63	8,6	6ος	1,4
α Μικροῦ Κυνός (Προκύων)	0,5	0",282	3,54	11,5	11ος	2,8
α Ἄετοῦ (Ἄλταϊρ)	0,9	0",207	5,02	16,4	35ος	2,5

### Ἀσκήσεις

- Εὑρετε τὴν τιμὴν, εἰς παρσέκ καὶ εἰς ἔτη φωτός, μιᾶς ἀστρονομικῆς μονάδος.
- Εὑρετε τὴν τιμὴν, εἰς α.μ. καὶ εἰς παρσέκ ἑνὸς ἔτους φωτός.
- Εὑρετε εἰς χλμ. τὴν τιμὴν ἑνὸς παρσέκ.
- Εὑρετε τὰς ἀποστάσεις τῶν τεσσάρων ἀστέρων τοῦ ἀνωτέρω πίνακος εἰς α.μ. καὶ εἰς χλμ.
- Εὑρετε εἰς παρσέκ τὴν ἀπόστασιν τοῦ ἀστέρος ε τοῦ ἀστερισμοῦ τοῦ Ἰνδοῦ, τοῦ ὁποῖου ἡ ἔτησία παράλλαξις εἶναι ἴση μὲ 0",219.
- Εὑρετε εἰς ε.φ. τὴν ἀπόστασιν ἀστέρος, τοῦ ὁποῖου ἡ ἔτησία παράλλαξις εἶναι ἴση πρὸς 0",001.
- Πόση εἶναι ἡ ἀπόστασις τοῦ ἡλίου ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ γαλαξίου εἰς παρσέκ καὶ α.μ. ;

## 24. Πραγματικές κινήσεις τῶν ἀστέρων.

α'. Μέχρι καὶ πρὸ τριῶν ἀκόμη αἰῶνων ἐπιστεύετο, ὅτι οἱ ἀστέρες δὲν κινουῦνται. Διὰ τοῦτο οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες τοὺς ὠνόμαζον **ἀπλανεῖς**, διὰ νὰ τοὺς ἀντιδιαστέλλουν πρὸς τοὺς πέντε μόνον γνωστούς τότε πλανήτας, οἱ ὁποῖοι ἐφαίνοντο νὰ κινουῦνται μεταξὺ τῶν ἀπλανῶν.

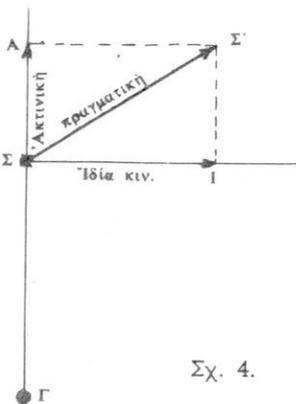
Πρῶτος ὁ Halley (Χάλλεϋ), τὸ 1718, ἀπέδειξεν, ὅτι οἱ λαμπροὶ ἀστέρες Σείριος, Ἄρκτουρος καὶ Λαμπαδίας κινουῦνται. Σήμερον γνωρίζομεν, ὅτι ὅλοι οἱ ἀστέρες κινουῦνται, ἀσχέτως ἂν αἱ κινήσεις των δὲν γίνονται αἰσθηταὶ εἰς μικρὰ χρονικὰ διαστήματα, ὀλίγων δεκάδων ἢ ἑκατοντάδων ἐτῶν.

β'. Ἐστω ἀστὴρ Σ, θεώμενος ἐκ τῆς γῆς Γ (σχ. 4) καὶ ἔστω ΣΣ' ἡ πραγματικὴ κίνησις του εἰς τὸν χῶρον. Ὁ γήινος παρατηρητὴς δὲν βλέπει τὴν πραγματικὴν αὐτὴν κίνησιν, ἀλλὰ τὴν ἀντιλαμβάνεται ὡς δύο κινήσεις τοῦ ἀστέρος, συνιστώσας τὴν ΣΣ', ἥτοι τὰς ΣΑ καὶ ΣΙ. Ἐκ τῶν δύο τούτων συνιστωσῶν κινήσεων, ἡ μὲν ΣΙ, τὴν ὁποῖαν ἀντιλαμβάνομεθα ὀπτικῶς, καλεῖται **ἴδια κίνησις τοῦ ἀστέρος**, ἡ δὲ ΣΑ, ἡ ὁποία πιστοποιεῖται φασματοσκοπικῶς, λέγεται **ἀκτινικὴ κίνησις**.

γ'. Εἶναι προφανές, ὅτι ἡ ἀκτινικὴ κίνησις δυνατὸν νὰ γίνεταί κατὰ δύο φοράς· ἥτοι ἐκ τοῦ Σ πρὸς τὸ Α, ἂν ὁ ἀστὴρ ἀπομακρύνεται τῆς γῆς, ἢ ἐκ τοῦ Σ πρὸς τὸ Γ, ἂν ὁ ἀστὴρ μᾶς πλησιάζῃ. Τοῦτο ἐξακριβουῖται μὲ τὴν γνωστὴν μέθοδον Doppler - Fizeau. Διότι, ἂν ὁ ἀστὴρ μᾶς πλησιάζῃ, τότε αἱ γραμμαὶ τοῦ φάσματός του παρουσιάζουν μεταθέσιν πρὸς τὸ ἰώδες· ἐνῶ, ὅταν ὁ ἀστὴρ ἀπομακρύνεται τότε αἱ γραμμαὶ μετατίθενται πρὸς τὸ ἐρυθρὸν μέρος τοῦ φάσματός του.

Τὴν ταχύτητα  $t$  τοῦ ἀστέρος, τὴν ὁποῖαν καλοῦμεν **ἀκτινικὴν ταχύτητα**, εὐρίσκομεν ἐκ τῆς σχέσεως  $t = T \frac{\Delta\lambda}{\lambda}$ , ὅπου  $T$  ἡ ταχύτης τοῦ φωτός,  $\lambda$  τὸ μῆκος κύματος, εἰς τὸ ὁποῖον ἀντιστοιχεῖ ἡ μετατιθεμένη φασματικὴ γραμμὴ καὶ  $\Delta\lambda$  ἡ μετατόπισις τῆς.

δ'. Αἱ ἴδιαι κινήσεις τῶν ἀστέρων γίνονται αἰσθηταὶ ὡς πολὺ βραδεῖαι μετατοπίσεις των ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ. Οὕτως ὁ Σείριος, ἐντὸς 2000 ἐτῶν, παρουσίασε



Σχ. 4.

μετατόπισιν ἴσην πρὸς  $0^{\circ},5$  (ὄση εἶναι ἡ φαινόμενη διάμετρος τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου).

Ὁ ἄστηρ, ὅστις παρουσιάζει τὴν μεγαλύτεραν γνωστὴν ἰδίαν κίνησιν, εἶναι ὁ καλούμενος  $\alpha$  σ τ ἡ ρ τ ο ὺ Μ π α ρ ν ἄ ρ ν τ, μεγέθους 9,7. Οὗτος κινεῖται ἐτησίως κατὰ  $10'' ,3$  καὶ ἐντὸς 352 ἐτῶν μετατοπίζεται κατὰ  $1^{\circ}$ .

Οἱ τέσσαρες πλησιέστεροι πρὸς ἡμᾶς λαμπροὶ ἄστέρες (§ 23γ) ἔχουν τὰς ἐξῆς ἰδίας κινήσεις, ἐτησίως :

$\alpha$  Κενταύρου  $3'' ,68$ · Σείριος  $1'' ,32$ · Προκύων  $1'' ,25$ · Ἀλτάιρ  $0'' ,66$ .

Οἱ ἄστερισμοὶ διατηροῦν ἐπὶ χιλιετίας τὴν ἰδίαν μορφήν, λόγῳ τῆς μικρᾶς ἰδίας κινήσεως τῶν ἀστέρων των.

**25. Μεταβατικὴ κίνησις τοῦ ἡλίου.** Ἐξηκριβώθη, ὅτι ὁ ἥλιος, ὅπως ὅλοι οἱ ἄστέρες, κινεῖται εἰς τὸν χώρον. Ἡ κίνησις του διαπιστοῦται ὡς ἐξῆς : Ὅπως, ὅταν κινούμεθα ἐντὸς δάσους, τὰ δένδρα, πρὸς τὰ ὁποῖα προχωροῦμεν, φαίνονται ὅτι «ἀνοίγουν», ἐνῶ ἀντιθέτως, ἐκεῖνα ποὺ ἀφίνομεν ὀπίσω, φαίνονται ὅτι συγκλίνουν μεταξύ των, καθ' ὅμοιον τρόπον καὶ οἱ γειτονικοὶ πρὸς τὸν ἥλιον ἄστέρες, διὰ μέσου τῶν ὁποίων ἐκεῖνος προχωρεῖ, «ἀνοίγουν» καὶ συνεχῶς ἀπομακρύνονται ἀλλήλων, ἐνῶ ὅσοι εὐρίσκονται πρὸς τὴν ἀντίθετον κατεύθυνσιν πλησιάζουν φαινομενικῶς. Ἡμεῖς, ἐκ τῆς γῆς, ἡ ὁποία ἀκολουθεῖ τὸν ἥλιον, βλέπομεν, πράγματι, αὐτὰς τὰς κινήσεις τῶν ἀστέρων.

Τὸ σημεῖον τοῦ οὐρανοῦ πρὸς τὸ ὁποῖον κατευθύνεται ὁ ἥλιος καλεῖται **ἄπηξ**, ἐνῶ τὸ σημεῖον ἀπὸ τὸ ὁποῖον ἀπομακρύνεται λέγεται **ἀντάπηξ**. Ὁ ἄπηξ εὐρίσκεται πηλυσίον τοῦ ἀστέρος ο τοῦ Ἡρακλέους, αἱ δὲ συντεταγμένα του (§ 117) εἶναι  $\alpha = 272^{\circ} 36'$ ,  $\delta = + 29^{\circ} 36'$ .

### III. Φυσικὴ κατάστασις καὶ δομὴ τῶν ἀστέρων

**26. Χρῶματα τῶν ἀστέρων. α'.** Ὅπως εἶναι ἐμπειρικῶς γνωστόν, καθὼς αὐξάνει ἡ θερμοκρασία ἐνὸς σώματος, ὅταν τοῦτο διαπυρωθῆ, παρουσιάζει ἀρχικῶς χρῶμα ἐρυθρόν (ἐρυθροπύρωσις), κατόπιν δέ, ὑψουμένης τῆς θερμοκρασίας του, τὸ χρῶμά του γίνεται ὀλονὲν καὶ λευκότερον, μέχρι τοῦ κυανοχρώου (λευκοπύρωσις).

**β'.** Καθ' ὅμοιον τρόπον διεπιστώθη, ὅτι καὶ οἱ ἄστέρες παρουσιάζουν διάφορα χρῶματα, τὰ ὁποῖα εἶναι συνάρτησις τῆς θερμοκρασίας των. Καθὼς δὲ προχωροῦμεν ἀπὸ τοὺς θερμότερους πρὸς τοὺς ὀλιγότερον θερμούς, χρωματικῶς ἔχομεν : **κυανολεύκους, λευκοῦς, λευκοκιτρίνους, κιτρίνους, χρυσοκιτρίνους, ἐρυθροῦς καὶ βαθέως ἐρυθροῦς** ἀστέρας.

**27. Φασματικοί τύποι τῶν ἀστέρων.** α'. "Όλοι σχεδόν οἱ ἀστέρες παρουσιάζουν φάσμα ἀπορροφήσεως καὶ πολὺ ὀλίγοι φάσμα ἐκπομπῆς.

Τὸ φάσμα ἀπορροφήσεως ἀποδεικνύει, ὅτι οἱ ἀστέρες εἶναι διάπυροι καὶ περιβάλλονται ὑπὸ ἀτμοσφαιράς μὲ χαμηλότεραν θερμοκρασίαν, ὡς πρὸς ἐκείνην τῆς ἐπιφανείας των. Ἡ ἀτμόσφαιρά των προκαλεῖ ἀπορρόφησιν τοῦ συνεχοῦς φάσματος τῆς ἐπιφανείας των, εἰς τρόπον ὥστε τοῦτο νὰ διακόπτεται ἀπὸ πολλὰς σκοτεινὰς γραμμὰς ἀπορροφήσεως. Ἐξ ἄλλου, τὸ φάσμα ἐκπομπῆς μὲ φωτεινὰς γραμμὰς, τὸ ὅποῖον παρουσιάζουν ἐλάχιστοι ἀστέρες, ἀποδεικνύει, ὅτι καὶ αὐτοὶ εὐρίσκονται εἰς διάπυρον κατάστασιν καὶ ὅτι περιβάλλονται ὑπὸ ἀτμοσφαιράς, μὲ θερμοκρασίαν ὑψηλότεραν τῆς ἐπιφανειακῆς των.

β'. Ἐκ τοῦ φάσματός των προκύπτει, ὅτι οἱ ἀστέρες ἔχουν χημικὴν σύνθεσιν, ἀνάλογον πρὸς τὴν σύνθεσιν τοῦ ἡλίου μας καὶ ὅτι τὰ συχνότερον ἀπαντῶμενα εἰς αὐτοὺς στοιχεῖα εἶναι τὸ ὕδρογόνον καὶ τὸ ἥλιον.

γ'. Τέλος, ἐκ τοῦ φάσματος τῶν ἀστέρων, ἀλλὰ καὶ δι' ἄλλων μεθόδων, εἶναι δυνατὸν νὰ εὐρεθῇ ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας των, ἡ ὁποία κυμαίνεται, ἐν γένει, μεταξύ 50.000<sup>ο</sup> καὶ 3.000<sup>ο</sup> K.

δ'. Ἄν καὶ τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων εἶναι μέγα, ἐν τούτοις αἱ ποικιλίαι τῶν φασμάτων των δὲν εἶναι πολλαί. Διὰ τοῦτο εἶναι δυνατὸν νὰ καταταγοῦν ὅλα τὰ ἀστρικά φάσματα, συνεπῶς δὲ καὶ ὅλοι οἱ ἀστέρες, εἰς διαφόρους φασματικούς τύπους. Οἱ σπουδαιότεροι τούτων εἶναι οἱ ἑξῆς :

1. **Ἀστέρες τοῦ στοιχείου ἡλίου.** Οὗτοι παρουσιάζουν φάσμα ἀπορροφήσεως, εἰς τὸ ὅποῖον ἐπικρατοῦν αἱ γραμμαὶ τοῦ στοιχείου ἡλίου. Ἡ ἐπιφανειακὴ θερμοκρασία των κυμαίνεται μεταξύ 25.000<sup>ο</sup> καὶ 15.000<sup>ο</sup> K καὶ τὸ χρῶμά των εἶναι κυανόλευκον ἕως λευκόν. Εἰς αὐτοὺς ἀνήκει, εἰς τῶν λαμπρῶν ἀστέρων, ὁ Βασιλίσκος (α Λέοντος).

2. **Ἀστέρες ὑδρογόνου.** Εἰς τὸ φάσμα ἀπορροφήσεως αὐτῶν ἐπικρατοῦν αἱ γραμμαὶ τοῦ ὑδρογόνου. Ἡ θερμοκρασία των εὐρίσκεται μεταξύ 12.000<sup>ο</sup> καὶ 8.000<sup>ο</sup> K καὶ τὸ χρῶμά των εἶναι λευκόν. Ὁ Σείριος καὶ ὁ Βέγας ἀνήκουν εἰς αὐτούς.

3. **Ἀστέρες ἰονισμένου ἄσβεστιοῦ.** Εἰς τὸ φάσμα των ἐπικρατοῦν πρῶτον αἱ γραμμαὶ τοῦ ἰονισμένου ἄσβεστιοῦ καὶ ἔπειτα τοῦ ὑδρογόνου. Ἡ θερμοκρασία των εἶναι χαμηλότερα τῶν 8.000<sup>ο</sup> K καὶ τὸ χρῶμά των εἶναι κίτρινον. Εἰς αὐτοὺς ἀνήκει ὁ Προκύων (α τοῦ Μικροῦ Κυνός).

4. **Ἀστέρες ἡλιακοί.** Τὸ φάσμα των εἶναι ἀνάλογον πρὸς τὸ φάσμα τοῦ ἡλίου μας, μὲ πολλὰς γραμμὰς ἀπορροφήσεως, ὀφειλομένας εἰς τὰ μέταλλα καὶ κυρίως τὸν σίδηρον, χωρὶς ὅμως νὰ λείπουν καὶ αἱ γραμμαὶ τοῦ ὕδρογόνου. Ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας των φθάνει τοὺς 6000<sup>ο</sup> K καὶ ἔχουν χρῶμα κίτρινον. Ἡ Αἶξ (α Ἡνιόχου) ἀνήκει εἰς αὐτούς.

5. **Ἀστέρες τοῦ τύπου τῶν ἡλιακῶν κηλίδων.** Οὗτοι εἶναι οἱ ἀφθονώτεροι τῶν ἀστέρων, τὸ δὲ φάσμα των εἶναι ὁμοιον πρὸς ἐκεῖνον, τὸ ὁποῖον παρουσιάζουν αἱ κηλίδες τοῦ ἡλίου μας (§ 47 γ'), μὲ ἀφθόους μεταλλικὰς γραμμὰς καὶ περισσότερον ἡλαττωμένας τὰς γραμμὰς τοῦ ὕδρογόνου. Ἡ θερμοκρασία των κατέρχεται εἰς τοὺς 4600<sup>ο</sup> K καὶ ἔχουν χρῶμα χρυσοκίτρινον. Εἰς αὐτοὺς ἀνήκει ὁ Ἄρκτουρος (α Βώτου) καὶ ὁ Λαμπαδίας (α Ταύρου).

**28. Διάμετροι τῶν ἀστέρων. α'.** Ὅλοι οἱ ἀστέρες, λόγῳ τῆς μεγάλης ἀποστάσεώς των, δὲν παρουσιάζονται ὡς μικροὶ δίσκοι, ἀλλὰ φαίνονται ὡς φωτεινὰ σημεῖα. Παρὰ ταῦτα, μὲ τὴν βοήθειαν τῆς συμβολῆς τοῦ φωτός των, κατωρθώθη νὰ μετρηθοῦν αἱ φ α ι ν ὀ μ ε ν α ι διάμετροι ἀρκετῶν ἀστέρων, αἱ ὁποῖαι εὐρίσκονται πάντοτε μικρότεροι τῶν 0', 05. Ἐξ αὐτῶν ἐμετρήθησαν καὶ αἱ πραγματικαὶ διάμετροί των, διότι ἰσχύει ἡ σχέσις :

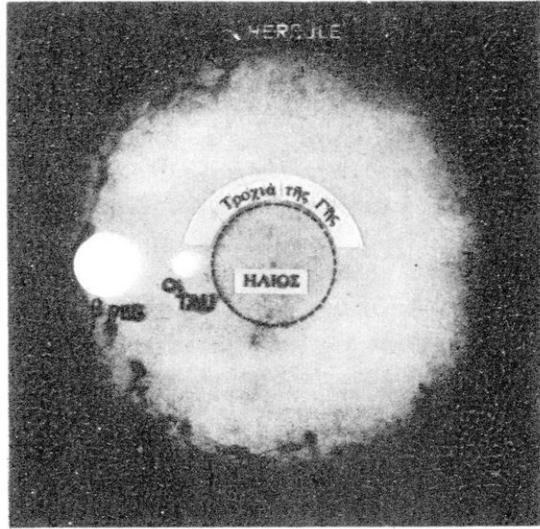
$$\text{ἀκτίς} = \frac{\text{φαινομένη ἡμιδιάμετρος}}{\text{παράλλαξις}} \times \text{ἀστρον. μον.}$$

**β'.** Εἶναι ὅμως δυνατὸν νὰ εὑρεθοῦν αἱ διαστάσεις τῶν ἀστέρων καὶ ἐκ τοῦ ἀπολύτου μεγέθους των (§ 23), ἐφ' ὅσον τοῦτο ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἐπιφανειακὴν θερμοκρασίαν των, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὴν ἔκτασιν τῆς ἐπιφανείας των. Ἐπομένως, ἐκ τοῦ ἀπολύτου μεγέθους, ὅταν γνωρίζωμεν τὴν θερμοκρασίαν τῆς ἐπιφανείας ἑνὸς ἀστέρος, εὐρίσκομεν καὶ τὴν πραγματικὴν του ἀκτίνα.

**29. Ἀστέρες γίγαντες καὶ νᾶνοι. α'.** Εὐρέθη, ὅτι οἱ ἀστέρες διαφέρουν κατὰ πολὺ μεταξύ των ὡς πρὸς τὰς διαστάσεις. Οὕτως, ὁ ἐρυθρὸς ἀστήρ Ἄντάρης (α τοῦ Σκορπίου), μὲ θερμοκρασίαν μόνον 3000<sup>ο</sup> K, παρουσιάζει μεγίστην φωτεινότητα, διότι ὁ ὄγκος του εἶναι πολὺ μεγάλος. Ἡ ἀκτίς του ὑπολογίζεται 160 φορές μεγαλύτερα τῆς ἡλιακῆς καὶ ὁ ὄγκος του 4,1 × 10<sup>6</sup> μεγαλύτερος.

**β'.** Ὀνομάζονται **γίγαντες** οἱ ἀστέρες, ὅταν ἔχουν διάμετρον 10 ἕως 100 φορές μεγαλύτεραν τοῦ ἡλίου καὶ **ὑπεργίγαντες** οἱ ἀκόμη μεγαλύτεροι **νᾶνοι** δέ, οἱ ἔχοντες διάμετρον ἀπὸ τὸ δεκαπλάσιον ἕως

Εικ. 7. Συγκριτικά μεγέθη του ήλιου προς τους γίγαντας άστρας α Ταύρου (α Τau), β Πηγάσου (β Peg) και α Ήρακλέους (α Hercule). Έντὸς τοῦ τελευταίου θὰ ἠδύνατο νὰ χωρέσει ὁ ἥλιος καὶ ἡ περι αὐτὸν κινουμένη γῆ.



τὸ δέκατον τῆς ἡλιακῆς. Συνεπῶς, ὁ ἥλιος μας συγκαταλέγεται μεταξὺ τῶν νάνων ἀστέρων. Ἐπὶ πλεόν, ὑπάρχουν οἱ καλούμενοι **λευκοὶ** καὶ **ἐρυθροὶ νῆνοι**, μὲ διάμετρον κυμαινομένην μεταξὺ 0,1 καὶ 0,001 τῆς ἡλιακῆς. Τελευταίως εὐρέθησαν ἀκόμη πυκνότεροι ἀστέρες. Εἶναι οἱ **ἀστέρες νετρονίων**.

Μεταξὺ τῶν ὑπεργιγάντων συγκαταλέγεται ὁ ἀστὴρ ε τοῦ Ἡνιόχου, ὁ ὁποῖος, ἐνῶ φαίνεται ὡς ἀστὴρ 3ου μεγέθους, ἔχει διάμετρον 2000 φορές μεγαλύτεραν τῆς ἡλιακῆς καὶ ὄγκον  $8 \times 10^9$  μεγαλύτερον τοῦ ἡλίου.

### Ἀσκήσεις

28. Ἐὰν ἀστὴρ ἔχη ἡμιδιάμετρον  $0'',0012$ , ἡ δὲ παράλλαξις του εἶναι ἴση πρὸς  $0'',004$ , πόση εἶναι ἡ ἀκτίς του εἰς χλμ. ;

29. Πόση εἶναι ἡ πυκνότης ἀστέρος, τοῦ ὁποῖου ἡ μὲν μᾶζα εἶναι ἴση πρὸς 50 ἡλιακάς, ὁ δὲ ὄγκος ἴσος πρὸς 100 ἡλιακοῦς, ἂν ληφθοῦν ὡς μονάδες α) ἡ πυκνότης τοῦ ἡλίου καὶ β) ἡ πυκνότης τοῦ ὕδατος ;

## IV. Μεταβλητοὶ ἀστέρες

30. Ὅρισμός καὶ ταξινόμησις τῶν μεταβλητῶν ἀστέρων. α'. Ὀνομάζονται **μεταβλητοὶ ἀστέρες**, ὅσοι δὲν ἔχουν σταθερὰν λαμ-

πρότητα, αλλά παρουσιάζουν κύμανσιν τῆς φωτεινότητος των.

**β'.** Ἐξηκριβώθη, ὅτι ἡ κύμανσις τῆς λαμπρότητος πολλῶν μεταβλητῶν ἀστέρων γίνεται ἐντὸς ὠρισμένου χρονικοῦ διαστήματος, μεταξύ ἑνὸς μεγίστου καὶ ἑνὸς ἐλαχίστου τῆς φωτεινότητος των. Διὰ τοῦτο καὶ καλοῦνται οὔτοι **περιοδικοὶ μεταβλητοὶ ἀστέρες**. Ἀντιθέτως, ἄλλοι μεταβλητοὶ δὲν ἔχουν ὠρισμένα ὅρια λαμπρότητος, ἀλλ' οὔτε ἡ μεταβολὴ τῆς φωτεινότητος των γίνεται ἐντὸς ὠρισμένου χρόνου· διὰ τοῦτο καὶ καλοῦνται **ἀνώμαλοι μεταβλητοὶ**.

**γ'.** Ἀπὸ τοὺς περιοδικούς μεταβλητοὺς πολλοὶ συμπληρώνουν τὴν φωτεινὴν των κύμανσιν ἐντὸς ὀλίγων ὥρων ἢ ὀλίγων ἡμερῶν. Διὰ τοῦτο καλοῦνται **μεταβλητοὶ βραχείας περιόδου** ἢ καὶ **Κηφεῖδαι**, διότι ὡς ἐκπροσωπευτικὸς ἀστήρ αὐτοῦ τοῦ τύπου τῶν μεταβλητῶν θεωρεῖται ὁ δ τοῦ Κηφέως, με κύμανσιν ἀπὸ τοῦ μεγέθους 3,7 ἕως τὸ 4,5, ἐντὸς περιόδου 5 ἡμ. καὶ 7 ὥρ.

\*Ἄλλοι πάλιν ἔχουν μεγάλην περίοδον ἀπὸ 50 μέχρις 700 ἡμερῶν. Διὰ τοῦτο λέγονται **μεταβλητοὶ μακρᾶς περιόδου**. Τοιοῦτος εἶναι ὁ τοῦ Κήτους, ὁ λεγόμενος καὶ **θαυμάσιος** (Mira).

**δ'.** Μεταξὺ τῶν ἀνωμάλων μεταβλητῶν, ὑπάρχουν μερικοί, οἱ ὅποιοι παρουσιάζουν τὰ ἐξῆς φαινόμενα. Εἶναι ἀστέρες πολὺ ἀμυδροί, συνήθως πέραν καὶ τοῦ 16ου μεγέθους. Ἐξαφνα ὅμως καὶ ἐντὸς ὀλίγων ἡμερῶν ἢ καὶ ὥρων ἀκόμη γίνονται πολὺ λαμπροί, κάποτε δὲ φαίνονται καὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ, ὡς ἀστέρες καὶ τοῦ πρώτου μεγέθους. Μετὰ μερικὰς ὅμως ἡμέρας ἢ λαμπρότητος των ἐλαττοῦται καὶ βραδέως γίνονται πάλιν, ὅπως ἦσαν, ἀμυδροί. Οἱ μεταβλητοὶ αὐτοί, ὀνομάζονται **νέοι ἀστέρες** (novae). Ἐξ αὐτῶν ὑπάρχουν καὶ μερικοί, οἱ ὅποιοι κάποτε ὑπερβαίνουν εἰς λαμπρότητα ὅλους τοὺς ἀστέρας, φαίνονται δὲ ἀκόμη καὶ τὴν ἡμέραν. Οὔτοι ὀνομάζονται **ὑπερνέοι** (supernovae).

### **31. Τὰ αἷτια τῆς φωτεινῆς κυμάνσεως τῶν μεταβλητῶν.**

**α'.** Ἀπὸ τοὺς περιοδικούς μεταβλητοὺς καὶ μάλιστα τῆς βραχείας περιόδου, ἐξηκριβώθη, ὅτι μερικοὶ ὀφείλουν τὴν φωτεινὴν κύμανσιν των εἰς τὸ γεγονός, ὅτι γύρω των κινουῦνται ἄλλοι ἀστέρες μικρότερας λαμπρότητος. Ὄταν ὁ ἀμυδρότερος ἀστήρ ἔρχεται μεταξύ ἡμῶν καὶ τοῦ μεταβλητοῦ, τότε τὸν ἀποκρύπτει. Γίνεται δηλαδὴ ἓνα εἶδος ἐκλείψεως.

**β'.** Οί άλλοι περιοδικοί μεταβλητοί, βραχείας και μακράς περιόδου, καθώς και οί άνωμαλοι, τό πιθανώτερον, υπόκεινται εις μίαν συνεχή διαστολήν και συστολήν· π ά λ λ ο ν τ α ι. Διά τοῦτο, όταν ἔχουν τόν μεγαλύτερον ὄγκον των, παρουσιάζουν τό μέγιστον τῆς λαμπρότητός των, ἐνῶ, όταν σμικρύνωνται εις ὄγκον, ἐμφανίζουν και τό ἐλάχιστον τῆς φωτεινότητός των.

**γ'.** Οί νέοι, τέλος, οί ὁποῖοι παρουσιάζονται ἔξαφνα, γίνονται και κατά 50.000 φορές λαμπρότεροι, διότι ἐκρήγνυνται ἀποτόμως και διαστέλλεται ἡ θερμή ὕλη των.

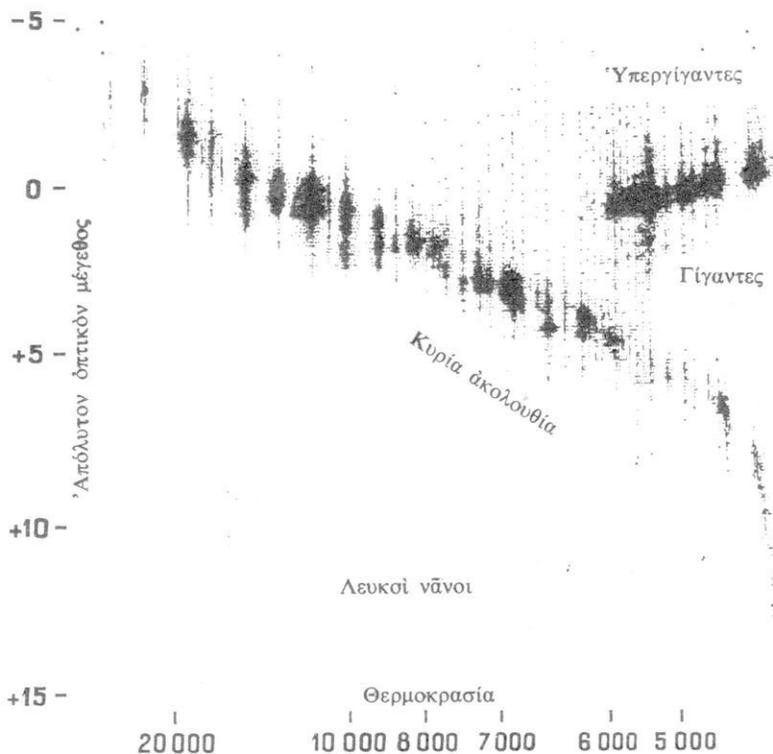
Οί «ὑπερνέοι» διαφέρουν ἀπό τοὺς νέους κατά τήν σφοδρότητα τῆς ἐκρήξεως, ἀλλά και διότι γίνονται ἕως 100.000.000 φορές λαμπρότεροι.

**32. Τὸ διάγραμμα Χέρτσμπρουγκ — Ράσσελ. α'.** Ὁ Δανὸς ἀστρονόμος Hertzsprung (Χέρτσμπρουγκ) και ὁ Ἀμερικανὸς Russell (Ράσσελ) εὔρον ὅτι, ἐάν ἔξετασθῇ τό ἀπόλυτον μέγεθος τῶν ἀστέρων (§ 23), τό ὁποῖον εἶναι συνδεδεμένον μέ τὰς πραγματικὰς των διαστάσεις, και συσχετισθῇ πρὸς τοὺς φασματικούς τύπους αὐτῶν (§ 27δ), οἱ ὁποῖοι φανερώνουν τὰς θερμοκρασίας και τήν φυσικοχημικήν κατάστασίν των, τότε προκύπτει, ὅτι μεταξύ τῶν δύο αὐτῶν χαρακτηριστικῶν στοιχείων τῶν ἀστέρων ὑπάρχει σχέσηις, ἡ ὁποία δηλοῖ και τήν ἐξέλιξίν των.

Πράγματι· ἂν κατασκευάσωμεν διάγραμμα (εἰκ. 8) ὅπου, εις μὲν τὸν ἄξονα τῶν τετμημένων ἀντιστοιχοῦν οἱ κυριώτεροι φασματικοὶ τύποι ἢ αἱ θερμοκρασίαι τῶν ἀστέρων, εις δὲ τὸν ἄξονα τῶν τεταγμένων τὰ ἀπόλυτα μεγέθη τῶν ἀστέρων, τότε τό διάγραμμα τοῦτο ἀποκαλύπτει: α) ὅτι οἱ ἀστέρες δέν διανέμονται τυχαίως εις αὐτό και β) ὅτι ὑπάρχει σαφῆς σχέσηις μεταξύ θερμοκρασίας (ἢ φασματικοῦ τύπου) και ἀπολύτου μεγέθους.

**β'.** Ἐξ ἄλλου, κατά κύριον λόγον, οἱ ἀστέρες διανέμονται κατά μήκος περιπού τῆς διαγωνίου, ἀπό τό -1 ἀπόλυτον μέγεθος (ἄνω ἀριστερὰ) ἕως τὰ +10 (κάτω δεξιὰ). Αὐτῇ ἡ σειρά, εις τήν ὁποῖαν, κυρίως, ἀπαντῶνται οἱ ἀστέρες, λέγεται **κυρία ἀκολουθία τῶν ἀστέρων.**

**33. Ἐξέλιξις τῶν ἀστέρων. α'.** Σήμερον δεχόμεθα, ὅτι οἱ ἀστέρες γεννῶνται ἀρχικῶς, ὡς ἐρυθροὶ ὑπεργίγαντες, διά τῆς συμπτκνώσεως τῆς νεφελώδους ὕλης τῶν σκοτεινῶν και φωτεινῶν νεφελωμάτων (§ 10δ), ἔπειτα δὲ εἰσέρχονται εις τήν κυρίαν ἀκολουθίαν τῶν ἀστέρων.



Εκ. 8. Τὸ διάγραμμα Hertzsprung - Russell.

Υπεργίγαντες Γίγαντες Κυρία ἀκολουθία Λευκοί νάνοι Θερμοκρασία Ἀπόλυτον ὀπτικὸν μέγεθος

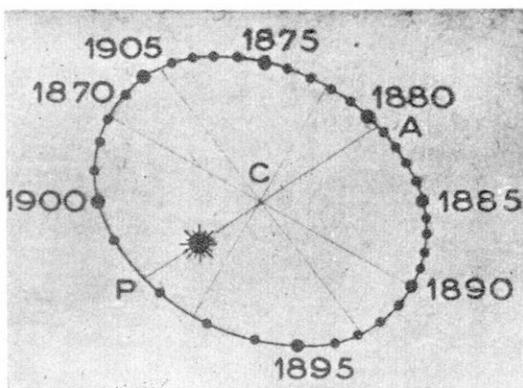
β'. Βάσει τῶν δεδομένων τούτων ὑπολογίζεται, ὅτι οἱ ἀστέρες ἔχουν διαφορὸν ἡλικίαν. Οὕτως οἱ τοῦ στοιχείου ἡλίου ἀστέρες εἶναι οἱ νεώτεροι, με ἡλικίαν  $10^7$  ἐτῶν. Οἱ τοῦ ὕδρογόνου μεγαλυτέρας ἡλικίας,  $3 \times 10^8$  ἐτῶν, ἐνῶ οἱ ἀστέρες τῶν ἐπομένων τύπων ὡς καὶ τοῦ ἡλίου μας ἔχουν ἤδη ζήσει δισεκατομμύρια ἐτῶν.

Πιστεύεται, ὅτι καὶ σήμερον ἀκόμη γεννῶνται συνεχῶς ἀστέρες, ὡς ἐρυθροὶ ὑπεργίγαντες.

## V. Ἀστρικά συστήματα

34. **Διπλοὶ ἀστέρες.** α'. Καλοῦνται **διπλοὶ ἀστέρες** ἐκεῖνοι, οἱ ὅποιοι, ἐνῶ φαίνονται συνήθως διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ ὡς ἄπλοϊ,

διὰ τοῦ τηλεσκοπίου ἀναλύονται, ἕκαστος εἰς δύο ἀστέρας, φαινομενικῶς πολὺ πλησίον πρὸς ἀλλήλους. Ἡ φαινομενικὴ γωνιώδης ἀπόστασις μεταξύ τῶν ἀστέρων καθενὸς ζεύγους δύναται νὰ κυμαίνεται ἀπὸ τῶν 40 δευτερολέπτων τόξου, μέχρις ἀκόμη τῶν ὀλίγων δεκάτων τοῦ δευτερολέπτου.



Εἰκ. 9. Τροχιά τοῦ συνοδοῦ τοῦ ἀστέρος ζ 'Ηρακλείου, περιόδου 25 ἐτῶν.

Περίπου τὰ 25% τῶν ἀστέρων εἶναι διπλοῖ.

Εἶναι χαρακτηριστικόν, ὅτι εἰς τὰ περισσότερα ζεύγη οἱ δύο ἀστέρες ἔχουν διαφορετικὰ ἀστρικά μεγέθη, ὅπως ἔχουν καὶ διαφορετικὸν χρῶμα, εἰς τρόπον ὥστε, ἐὰν γύρω ἀπὸ αὐτοὺς ἐκινουῖντο πλανῆται, οὗτοι θὰ ἐφωτίζοντο ἀπὸ δύο διαφοροχρῶμους ἡλίου.

**β'.** Ἐπιμελεῖς παρατηρήσεις ἀπέδειξαν, ὅτι οἱ περισσότεροι ἀπὸ τοὺς διπλοὺς ἀστέρας εἶναι **φυσικὰ ζεύγη** ἕξ ἀστέρων διαφορετικῆς μάζης, εἰς τρόπον ὥστε, ὁ ἔχων τὴν μικροτέραν μᾶζαν ἀστὴρ νὰ κινῆται περὶ τὸν μεγαλύτερον. Ἀκριβέστερον, καὶ οἱ δύο ἀστέρες κινουῖνται περὶ τὸ κοινὸν κέντρον τῆς μάζης των (εἰκὼν 9).

Ὁ μικρότερος ἀστὴρ ὀνομάζεται **συνόδός**.

Περίπου 500 ἀστέρων γνωρίζομεν τὰ πλήρη στοιχεῖα τῆς τροχιάς τοῦ συνοδοῦ περὶ τὸν κεντρικὸν ἀστέρα. Διότι, ἐὰν γνωρίζωμεν τὴν ἀπόστασιν τοῦ ζεύγους ἀπὸ ἡμᾶς, εὐρίσκομεν ἀμέσως καὶ τὴν πραγματικὴν ἀπόστασιν μεταξύ τῶν μελῶν τοῦ ζεύγους, ἐκ τῆς φαινομενικῆς ἀποστάσεώς των. Ὁ χρόνος τῆς περιφορᾶς τοῦ συνοδοῦ περὶ τὸν μεγαλύτερον, ὁ ὁποῖος καλεῖται **περίοδος**, εὐρίσκεται ἐκ τῆς παρατηρήσεως, δύναται δὲ νὰ εἶναι ἴσος πρὸς μερικὰς ἑκατοντάδας ἡμερῶν ἢ καὶ πρὸς ὀλοκλήρους αἰῶνας. Τέλος, ἐκ τῆς ἑλκτικῆς δυνάμεως, ἡ ὁποία ἀσκεῖται μεταξύ τῶν μελῶν ἑνὸς ζεύγους, εἶναι δυνατὸν νὰ εὐρωμεν καὶ τὴν μᾶζαν ἑκάστου.

γ'. Συμβαίνει κάποτε ὁ συνοδὸς ἑνὸς διπλοῦ νὰ εἶναι ἄορατος, εἴτε διότι εὐρίσκεται πολὺ πλησίον τοῦ κυρίου ἀστέρος, εἴτε διότι εἶναι πολὺ ἀμυδρὸς, ἀλλ' ἢ ὑπαρξίς του νὰ πιστοποιητῆται ἀπὸ τὰς ἀνωμαλίας, τὰς ὁποίας παρουσιάσει ὁ κύριος ἀστήρ κατὰ τὴν κίνησίν του εἰς τὸ διάστημα ( § 24 δ).

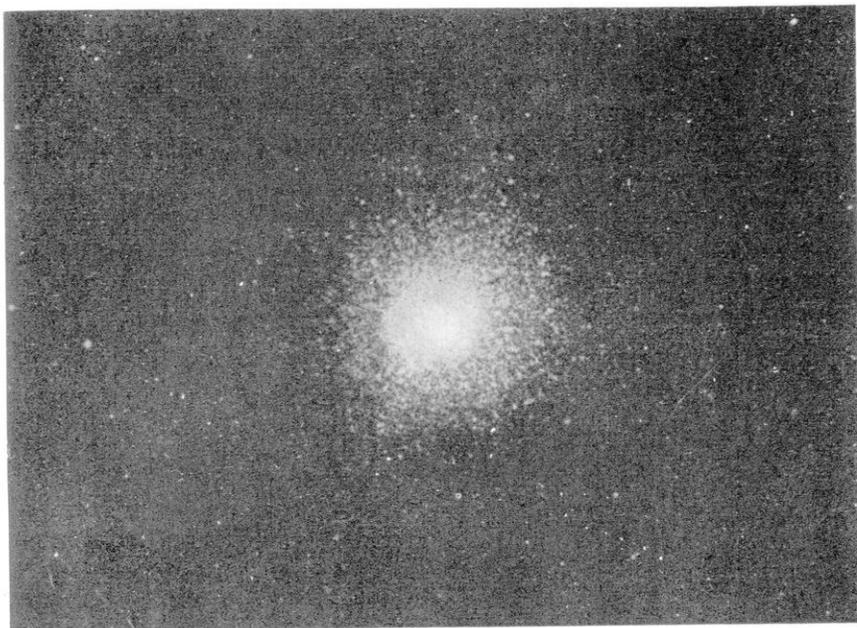
Ἐξ ἄλλου, πολλάκις διαπιστοῦται ἡ παρουσία τοῦ συνοδοῦ φασματοσκοπικῶς, διότι ὁ διπλοῦς ἀστήρ παρουσιάζει τότε ἕνα περιοδικὸν διπλασιασμὸν τῶν γραμμῶν τοῦ φάσματός του. Διὰ τοῦτο καὶ οἱ ἀστέρες αὐτοὶ καλοῦνται **φασματοσκοπικῶς διπλοὶ**. Αἱ περίοδοι αὐτῶν εἶναι συνήθως πολὺ μικραὶ, περιοριζόμεναι εἰς ὀλίγας ἡμέρας ἢ καὶ ὥρας.

**35. Πολλαπλοὶ ἀστέρες. α'.** Ὅπως δύο ἀστέρες ἀποτελοῦν συνήθως ἕνα διπλοῦν, καθ' ὅμοιον ἐντελῶς τρόπον τρεῖς ἀστέρες ἀποτελοῦν ἕνα **τριπλοῦν ἀστέρα**. Ἡ φαινόμενη ἀπόστασις τοῦ τρίτου ἀστέρος ἀπὸ τοὺς δύο ἄλλους, οἱ ὅποιοι συγκροτοῦν διπλοῦν, δυνατὸν νὰ φθάνη τὰ 2'. Εἶναι γνωστοὶ 130 τριπλοὶ ἀστέρες, μεταξὺ τῶν ὁποίων ὁ λαμπρότερος εἶναι ὁ ι τῆς Κασσιόπης, εἰς τὸν ὁποῖον τὰ μεγέθη τῶν τριῶν ἀστέρων εἶναι 4,2, 7,1 καὶ 8,1.

**β'.** Καθ' ὅμοιον τρόπον ἔχομεν πολλοὺς **τετραπλοῦς ἀστέρας**. Εἰς αὐτοὺς οἱ τέσσαρες ἀστέρες ἀποτελοῦν συνήθως δύο ζεύγη εἰς ἀπόστασιν μέχρι 3'. Ἐκπροσωπευτικὸς εἶναι ὁ λαμπρὸς ἀστήρ ε τῆς Λύρας, ἀναλυόμενος εἰς δύο διπλοῦς, τοὺς  $\epsilon_1$  καὶ  $\epsilon_2$ . Ἐκ τούτων, ὁ μὲν  $\epsilon_1$  ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ἀστέρας, 5,0 καὶ 6,5 μεγέθους, ἀπέχοντας ἀπ' ἀλλήλων 3'', 2, ὁ δὲ  $\epsilon_2$  ἀναλύεται εἰς δύο ἄλλους, 5,0 καὶ 5,5 μεγέθους, ἀπέχοντας μόνον 2'',5. Οἱ ἀστέρες καθ' ἑνὸς ζεύγους κινοῦνται περὶ τὸ κοινὸν κέντρον τῆς μάζης των, ἐνῶ τὰ κέντρα βάρους τῶν δύο διπλῶν κινοῦνται περὶ τὸ κοινὸν κέντρον βάρους αὐτῶν. Ὑπάρχουν καὶ πολὺ ὀλίγοι **πενταπλοὶ ἀστέρες**, μεταξὺ τῶν ὁποίων ὁ λαμπρότερος εἶναι ὁ β τῆς Λύρας. Ἐπίσης ἔχομεν καὶ συστήματα **πολλαπλῶν ἀστέρων**.

**36. Ἀστρικά σμήνη. α'.** Ἐκτὸς τῶν συστημάτων ἐξ ὀλίγων ἀστέρων, ὑπάρχουν καὶ πολυμελέστερα. Αὐτὰ καλοῦνται, ἐν γένει, **ἀστρικά σμήνη**, διακρίνονται δὲ εἰς τὰ **ἀνοικτὰ** καὶ τὰ **σφαιρωτὰ**.

**β'.** Τὰ **ἀνοικτὰ** σμήνη ἀποτελοῦνται συνήθως ἀπὸ μερικὰς δεκάδας ἢ καὶ ἑκατοντάδας ἀστέρων, διεσπαρμένων χωρὶς τάξιν εἰς μικρὸν σχετικῶς χῶρον τοῦ οὐρανοῦ. Εἶναι γνωστὰ 334, τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται εἰς ἀποστάσεις ἀφ' ἡμῶν 100 ἕως 15.000 ε.φ., ἐνῶ ἡ διάμετρος τοῦ χῶρου, τὸν ὁποῖον καταλαμβάνει καθὲν ἐξ αὐτῶν



Εικ. 10. Τὸ σφαιρωτὸν σμήνος τοῦ Ἡρακλέους.

κυμαίνεται ἀπὸ 10 ἕως 50 ε.φ. Ἐξ αὐτῶν τὰ σπουδαιότερα εἶναι αἱ **Πλειάδες** (κ. Πούλεια), αἱ **Υἰάδες** καὶ ἡ **Φάτινη**, ὁρατὰ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ.

Αἱ **Πλειάδες** ἀποτελοῦνται ἀπὸ 300 περίπου ἀστέρας, ἂν καὶ ὑπάρχουν δεκαπλάσιοι εἰς τὴν ἰδίαν περιοχὴν, χωρὶς νὰ εἶναι βέβαιον, ὅτι ὅλοι ἀνήκουν εἰς τὸ σμήνος τοῦτο. Διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ διακρίνονται μόνον 7. Οἱ ἀστέρες τοῦ σμήνους εὐρίσκονται ἐντὸς λίαν ἀραιοῦ νεφελώματος καὶ καταλαμβάνουν χῶρον διαμέτρου 20 ε.φ. περίπου. Ἡ ἀπόστασις των ἴσως φθάνει τὰ 450 ε.φ.

γ'. Τέλος, ἐκτὸς τῶν ἀνοικτῶν σμηνῶν ὑπάρχουν καὶ τὰ **σφαιρωτὰ** σμήνη, τὰ ὁποῖα εἶναι καὶ τὰ σπουδαιότερα. Καθὲν ἀπὸ αὐτὰ ἀποτελεῖται, συνήθως, ἀπὸ χιλιάδας μέχρι καὶ ἑκατομμύρια ἀστέρων, συγκεντρωμένων εἰς χῶρον σχετικῶς μικρὸν καὶ περίπου σφαιρικόν.

Τὸ ἐκπροσωπευτικὸν καὶ πλέον ἐντυπωσιακὸν ἀπὸ τὰ σφαιρωτὰ σμήνη εἶναι τὸ τοῦ Ἡρακλέους (εἰκ. 10). Εἰς τὰς φωτογραφίας του ἐμετρήθησαν περὶ τοὺς 50.000 ἀστέρες, ἐκτὸς ἐκείνων οἱ ὁποῖοι

εύρισκονται περί τὸ κέντρον τοῦ σμήνου καὶ οἱ ὅποιοι εἶναι ἀδύνατον νὰ μετρηθοῦν, λόγῳ τῆς μεγάλης πυκνότητός των. Ἡ ἀπόστασις τοῦ σμήνου ἀφ' ἡμῶν φθάνει τὰ 30.000 ε.φ.

Ἐπάρχουν περὶ τὰ 200 σφαιρωτὰ σμήνη, διεσκορπισμένα εἰς ἀποστάσεις ἀπὸ 20 ἕως 100 χιλιάδας ε.φ.

Οἱ ἀστέρες ἐν γένει διαχωρίζονται εἰς δύο **πληθυσμούς**. Εἰς τὸν **ἀστρικὸν πληθυσμὸν I** ἀντιστοιχοῦν οἱ ἀστέρες, οἱ ὅποιοι ἀπαντῶνται εἰς τὰς πυκνάς περιοχὰς τῶν γαλαξιῶν· εἰς τοὺς πυρῆνας των καὶ εἰς τὰ σφαιρωτὰ σμήνη. Εἰς τὸν **ἀστρικὸν πληθυσμὸν II** ἀντιστοιχοῦν ὅσοι συγκροτοῦν τοὺς βραχίονας τῶν γαλαξιῶν καὶ τὰ ἀνοικτὰ σμήνη.

### Ἐσκήσεις

30. Ποία εἶναι ἡ ἀσφαλεστέρα μέθοδος προσδιορισμοῦ τῶν ἀποστάσεων τῶν γαλαξιῶν ; Περιγράψατε αὐτήν.

31. Ποῖα εἶναι αἱ κυριώτεραι διαφοραὶ μεταξύ ἀνοικτῶν καὶ σφαιρωτῶν μνηῶν.

**Ι. Σχήμα, μέγεθος και κατάσταση του ήλιου**

**37. Σχήμα και περιστροφή του ήλιου. α'.** Ἐπιμελημένοι μετρήσεις ἔδειξαν, ὅτι ὁ ἥλιος εἶναι ἐντελῶς σφαιρικὸν σῶμα. Ἐνῶ δὲ ἡ γῆ, ὅπως καὶ οἱ ἄλλοι πλανῆται, εἶναι πεπιεσμένοι περὶ τοὺς πόλους τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς των, ἐν τούτοις ὁ ἥλιος δὲν παρουσιάζει αἰσθητὴν συμπίεσιν· διὰ τοῦτο καὶ ὁ δίσκος του φαίνεται ἐντελῶς κυκλικός.

**β'.** Ἡ πλήρης σφαιρικότης τοῦ ἡλίου ἐξηγεῖται, ὡς ἐκ τῆς βραδείας του περιστροφῆς.

Πράγματι· ὅπως τὸ ἀποδεικνύει τόσον ἡ ὀπτική, ὅσον καὶ ἡ φασματοσκοπικὴ ἐξέταση, ἡ ἡλιακὴ σφαῖρα κινεῖται περὶ ἄξονα, ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς, συμπληρώνει δὲ μίαν περιστροφήν, κατὰ μέσον ὄρον, εἰς 25 ἡμ. καὶ 23λ. περίπτου.

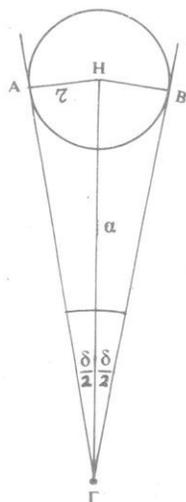
Ὁ χρόνος ὁμοῦς αὐτὸς δὲν εἶναι ὁ ἴδιος εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῆς ἡλιακῆς ἐπιφανείας. Οὕτως, εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ Ἰσημερινοῦ τοῦ ἡλίου περιορίζεται εἰς τὰς 24 ἡμ. καὶ 15 ὥρ., ἐνῶ εἰς ἀπόστασιν 45<sup>ο</sup> ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ φθάνει τὰς 28,5 ἡμ. περίπτου καὶ γίνεται ἀκόμη μεγαλύτερος, καθ' ὅσον πλησιάζομεν πρὸς τοὺς πόλους τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς αὐτοῦ.

Ἡ αὔξησις τῆς διαρκείας τῆς περιστροφῆς, ἀπὸ τὸν ἰσημερινὸν πρὸς τοὺς πόλους, ἀποδεικνύει, ὅτι ἡ ἡλιακὴ σφαῖρα δὲν εἶναι σῶμα στερεόν, ἀλλὰ ρευστόν.

**38. Μέγεθος τοῦ ἡλίου. α'.** Καλοῦμεν φαινομένην διάμετρον τοῦ ἡλίου τὴν γωνίαν ΑΓΒ, ὑπὸ τὴν ὁποίαν φαίνεται ὁ ἥλιος Η ἐκ τῆς γῆς Γ (σχ. 5).

Ἡ φαινομένη διάμετρος τοῦ ἡλίου μεταβάλλεται κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους. Περὶ τὴν 1ην Ἰανουαρίου λαμβάνει τὴν μεγαλυτέραν τῆς τιμὴν, ἴσην πρὸς 32' 36'', 2, ἐνῶ περὶ τὴν 2αν Ἰουλίου περιορίζεται εἰς τὴν ἐλαχίστην τιμὴν, τῶν 31' 32''. Συνεπῶς, ἡ μέση τιμὴ αὐτῆς ἰσοῦται μὲ 32' 4'', 1.

**β'.** Ἡ μεταβολὴ τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ ἡλίου εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς μεταβολῆς τῆς ἀποστάσεως ΓΗ τῆς γῆς ἐκ τοῦ ἡλίου. Τοῦτο γίνεται, διότι ἡ γῆ δὲν κινεῖται περὶ τὸν ἥλιον ἐπὶ κυκλικῆς τροχιάς, τῆς ὁποίας τὸ κέντρον νὰ κατέχη ὁ ἥλιος, ἀλλ' ἐπὶ ἑλλειπτικῆς τροχιάς (§ 84α), εἰς τρόπον ὥστε, περὶ τὴν 1ην Ἰανουαρίου,



Σχ. 5.

ή απόστασις ΓΗ λαμβάνει τὴν ἐλαχίστην τιμὴν, τῶν 147.100.000 km περίπου, ἐνῶ περὶ τὴν 2αν Ἴου-  
 λίου λαμβάνει τὴν μεγίστην τιμὴν, τῶν 152.100.000  
 km. Συνεπῶς ἡ τιμὴ τῶν 149.504.312 km (§ 21β)  
 εἶναι ἡ μέση τιμὴ τῆς ἀποστάσεως.

γ'. Ἐὰν καλέσωμεν E καὶ ε ἀντιστοίχως τὰς ἐπιφανείας τοῦ  
 ἡλίου καὶ τῆς γῆς καὶ V καὶ ν τοὺς ὄγκους αὐτῶν, τότε,  
 δυνάμει τῆς γνωστῆς ἐκ τῆς γεωμετρίας σχέσεως, κατὰ τὴν  
 ὁποίαν, αἱ μὲν ἐπιφάνειαι δύο σφαιρῶν ἔχουν λόγον ἴσον  
 πρὸς τὸν λόγον τῶν τετραγώνων τῶν ἀκτίνων των, οἱ δὲ  
 ὄγκοι αὐτῶν ἴσου πρὸς τὸν λόγον τῶν κύβων τῶν ἀκτί-  
 νων των, εὐρίσκομεν :

$$\frac{E}{\varepsilon} = \frac{(109,3\rho)^2}{\rho^2} = (109,3)^2 = 11.946,5$$

$$\frac{V}{v} = \frac{(109,3\rho)^3}{\rho^3} = (109,3)^3 = 1.305.751,3$$

Συνεπῶς, ἡ μὲν ἐπιφάνεια τοῦ ἡλίου εἶναι 12.000  
 περίπου φορές μεγαλύτερα τῆς γῆνης, ὁ δὲ ὄγκος αὐ-  
 τοῦ, ἐπὶ τὸ στρογγύλον, 1.300.000 φορές μεγαλύτερος τοῦ  
 ὄγκου τῆς γῆς.

δ'. Ἐκ τῆς ἑλκτικῆς δυνάμεως τοῦ ἡλίου, τῆς ἀσκουμένης ἐπὶ τῆς  
 γῆς, εὐρίσκεται, ὅτι ἡ μᾶζα τοῦ ἡλίου εἶναι 332.488 φορές μεγα-  
 λυτέρα τῆς γῆνης.

Ἐκ τοῦ ὄγκου V καὶ τῆς μάζης M τοῦ ἡλίου εὐρίσκομεν, ὅτι ἡ  
 πυκνότης του, λαμβανομένης ὡς μονάδος τῆς πυκνότητος τοῦ  
 ὕδατος, εἶναι ἴση πρὸς 1,41.

Τέλος, εὐρίσκεται, ὅτι ἡ ἐντασις τῆς βαρύτητος ἐπὶ  
 τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἡλίου εἶναι 28 φορές μεγαλύτερα, ἀπὸ ὅσον εἶναι  
 εἰς τὴν γῆν, ἡ δὲ ταχύτης διαφυγῆς, ἥτοι ἡ ταχύτης, τὴν  
 ὁποίαν πρέπει νὰ ἀναπτύξη ἓνα σῶμα, διὰ νὰ ὑπερνικήσῃ τὴν ἡλια-  
 κὴν ἑλξιν, εἶναι 617 km/sec.

### Ἀσκήσεις

32. Εὑρετε τὴν ἀκτίνα τοῦ ἡλίου εἰς km, τὴν ἐπιφάνειάν του εἰς km<sup>2</sup> καὶ τὸν  
 ὄγκον του εἰς km<sup>3</sup>.

33. Εὑρετε τὴν τιμὴν τῆς πυκνότητος τῆς ἡλιακῆς ὕλης ἐν σχέσει πρὸς τὴν  
 πυκνότητα τῆς γῆς, τῆς ὁποίας ἡ τιμὴ εἶναι 5,52.

34. Εὑρετε πόσον θὰ ζυγίζη, ἐὰν μεταφερθῇ ἐπὶ τοῦ ἡλίου, σῶμα γῆνιου  
 βάρους 1 kg.

35. Ἡ ταχύτης διαφυγῆς εἰς τὴν γῆν εἶναι 11.178 m/sec. Εὑρετε πόσον  
 εἶναι μεγαλύτερα ἐκείνη τοῦ ἡλίου.

**39. Λαμπρότης του ήλιου. α'.** Μετρήσεις της λαμπρότητας του ήλιου απέδειξαν, ότι ούτος είναι κατά  $12 \times 10^{10}$  φορές λαμπρότερος άστέρος του α' μεγέθους και κατά  $23 \times 10^7$  φορές λαμπρότερος του φωτός όλων των άστέρων. Διά τουτο άλλωστε κατά την ημέραν τους άποκρύπτει. Τέλος, είναι κατά  $56 \times 10^4$  φορές λαμπρότερος της πανσελήνου.

**β'.** Ο ήλιος φαίνεται τόσο λαμπρός, λόγω της μικρᾶς, σχετικῶς, άποστάσεώς του εκ της γῆς, εν σχέσει προς τους άστέρας. Έαν όμως μετεφέρετο εις άπόστασιν ἴσην προς 10 παρσέκ, τότε θα έφαινετο ὡς άμυδρὸς άστήρ, του πέμπτου περίπου μεγέθους. Άκριβέστερον τὸ ἀπὸ λυτον μέγεθος του είναι ἴσον προς 4,8.

**γ'.** Παρατηρούμενος διὰ τηλεσκοπίου ὁ ήλιος δέν φαίνεται ὁμοιομόρφως φωτεινὸς καθ' ὅλην τὴν έκτασιν του δίσκου του, ἀλλὰ λαμπρότερος περι τὸ κέντρον και άμυδρότερος περι τὰ χείλη αὐτοῦ.

Τοῦτο μαρτυρεῖ, ὅτι ἡ ήλιακὴ σφαῖρα περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαιρας, ἡ ὁποία άπορροφᾷ τὸ φῶς αὐτοῦ.

**40. Ἡ ήλιακὴ σταθερά. α'.** Καλοῦμεν ήλιακὴν σταθερὰν τὸ ποσὸν της θερμότητος και, γενικώτερον, της ενεργείας του ήλιου, τὸ ὁποῖον δέχεται επιφάνειαν ἴσην προς  $1 \text{ cm}^2$ , ἐὰν εκτεθῆ καθέτως προς τὰς ήλιακὰς ακτῖνας ἐπὶ  $1 \text{ min}$ . Εὔρεθη δέ, ὅτι ἡ ήλιακὴ σταθερὰ είναι ἴση προς 1,938 θερμίδας· ἤτοι, ὅτι άνυποῖ τὴν θερμοκρασίαν μάζης  $1 \text{ gr}$ . ὕδατος κατά  $1^{\circ},938 \text{ C}$  εις  $1 \text{ min}$ , ἢ, ὅπερ τὸ αὐτό, ὅτι εις  $1 \text{ min}$  άνυποῖ κατά  $1^{\circ} \text{ C}$  τὴν θερμοκρασίαν μάζης ὕδατος  $1,938 \text{ gr}$ .

**β'.** Έὰν ληφθῆ ὑπ' ὄψιν και ἡ ενεργεία, τὴν ὁποίαν άπορροφᾷ ἡ γηῖνη ἀτμόσφαιρα, χωρὶς νὰ φθάνη εις τὴν επιφάνειαν της γῆς, τότε ἡ ήλιακὴ σταθερὰ άνέρχεται εις 2,04 θερμίδας.

**γ'.** Έξ άλλου, αν λάβωμεν ὡς τιμὴν της ήλιακῆς σταθερᾶς τὰς 1,938 θερμίδας, τότε εὔρισκομεν, ὅτι αὐτὴ είναι ἰσοδύναμος προς  $1,35 \times 10^6 \text{ erg/sec}$ .

**41. Προέλευσις της ήλιακῆς ενεργείας. α'.** Έπειδὴ ἡ θερμότης, τὴν ὁποίαν δέχεται ἡ γῆ εκ του ήλιου, δέν μετεβλήθη αισθητῶς κατά τὰς τελευταίας δέκα, τούλάχιστον, χιλιετίας, ὅπως τουτο άποδεικνύεται ἀπὸ τὴν σταθερότητα, εν γένει, του κλίματος της γῆς,



Ἐξ ἄλλου, εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς ἡλιακῆς σφαίρας ἡ θερμοκρασία αὐξάνει συνεχῶς ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας πρὸς τὸ κέντρον αὐτῆς, εἰς τὸ ὁποῖον, ὑπολογίζεται, ὅτι ἀνέρχεται εἰς  $14 \times 10^6$  βαθμούς.

### Ἄσκησις

36. Πῶς πρέπει νὰ ἐξηγηθῆ, ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρα τοῦ ἡλίου, ἀπορροφῶσα τὸ φῶς του, συντελεῖ ὥστε οὗτος νὰ φαίνεται ἀμυδρότερος εἰς τὰ χεῖλη τοῦ δίσκου του; Ἐφ' ὅσον τὰ χεῖλη τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου φαίνονται ἀμυδρότερα, πρέπει νὰ ὑπάρχῃ διαφορὰ θερμοκρασίας μεταξὺ αὐτῶν καὶ τοῦ κέντρου του;

**43. Αἱ ἡλιακαὶ στοιβάδες. α'.** Βάσει τῶν δεδομένων περὶ τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἡλίου συμπεραίνομεν, ὅτι οὗτος συνίσταται ἐκ διαπύρων ἀερίων καὶ ὅτι ἡ ὕλη του εἶναι διατεταγμένη κατὰ ὁμοκέντρους **σ τ ο ι β á δ α ς**, εἰς τὰς ὁποίας ἡ θερμοκρασία καὶ ἡ πυκνότης ἐλαττοῦνται, καθὼς βαίνομεν ἀπὸ τοῦ κέντρου πρὸς τὴν ἐπιφανείαν του.

**β'.** Αἱ ἐν λόγῳ στοιβάδες εἶναι :

**Α'.** Ὁ **πυρῆν**. Τὸ μεγαλύτερον μέρος τῆς ἡλιακῆς σφαίρας καταλαμβάνει ὁ **π υ ρ ῆ ν** αὐτῆς, ὁ ὁποῖος ἐκτείνεται ἀπὸ τὸ κέντρον τῆς, μέχρις ἀποστάσεως 400 χλμ. κάτω ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἡλίου.

Ὑπολογίζεται, ὅτι εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ κέντρου ἡ πυκνότης τῆς ἡλιακῆς ὕλης εἶναι 70 φοράς μεγαλυτέρα τοῦ ὕδατος καὶ ἡ πίεσις ἀνέρχεται εἰς  $2 \times 10^{11}$  ἀτμοσφαίρας. Ὑπὸ τὰς συνθήκας αὐτὰς καὶ τὴν θερμοκρασίαν τῶν  $14 \times 10^6$  βαθμῶν, τὰ ἄτομα τῶν στοιχείων εὐρίσκονται εἰς ἰονισμένην κατάστασιν καὶ τόσον συμπιεσμένα, ὥστε ἡ ὕλη τοῦ πυρῆνος, ἂν καὶ ἀεριοῦδος, εἶναι ἀνένδοτος καὶ συνεκτικὴ περισσότερον καὶ ἀπὸ τὰ στερεά. Ἐξ ἄλλου, ἡ ἀκτινοβολία τῶν ἐσωτερικῶν στρωμάτων τοῦ πυρῆνος προκαλεῖ πίεσιν ἐπὶ τῶν ὑπερκειμένων στρωμάτων.

**Β'.** Ἡ **φωτόσφαιρα**. Ὑπεράνω τοῦ πυρῆνος ὑπάρχει στοιβάς, πάχους 400 km., ἡ ὁποία φθάνει μέχρι τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἡλίου. Ἡ στοιβάς αὕτη τῆς ἡλιακῆς σφαίρας, ἀπὸ τὴν ὁποίαν προέρχεται καὶ ὄλη ἡ ἀκτινοβολουμένη ὑπὸ τοῦ ἡλίου ἐνέργεια, ἡ θερμότης καὶ τὸ φῶς, ἐκλήθη **φ ω τ ὄ σ φ α ἰ ρ α**. Ὁ δίσκος τοῦ ἡλίου ἀντιστοιχεῖ, συνεπῶς, εἰς τὴν φωτόσφαιραν.

Γ'. **Ἡ ἀτμόσφαιρα.** Ὑπεράνω τῆς φωτοσφαίρας ὑπάρχει ἡλιακὴ ὕλη καὶ μάλιστα εἰς στρώμα μεγάλου πάχους. Τοῦτο καλεῖται ἀ τ μ ό σ φ α ι ρ α.

Ἡ ἡλιακὴ ἀτμόσφαιρα χωρίζεται εἰς δύο στοιβάδας.

Ἡ πρώτη ἐξ αὐτῶν, ἡ ὁποία εὑρίσκεται εὐθὺς ἀμέσως ὑπεράνω τῆς φωτοσφαίρας καλεῖται **χρωμόσφαιρα**. Τὸ ὕψος τῆς φθάνει, τὸ πολὺ, εἰς τὰ 15.000 km, ἡ δὲ θερμοκρασία τῆς ἀνέρχεται εἰς τοὺς 100.000° K. Παρουσιάζει ἔντονον ρόδινον χρῶμα, ἐξ οὗ καὶ ἔλαβε τὸ ὄνομά της « χρωμόσφαιρα ». Ὑπεράνω τῆς χρωμοσφαίρας εὑρίσκεται τὸ **στέμμα**, τοῦ ὁποίου τὰ ὄρια φθάνουν εἰς τὴν ἀπόστασιν τῶν πέντε ἡλιακῶν ἀκτίνων. Ἡ θερμοκρασία του ἀνέρχεται εἰς τοὺς 10<sup>6</sup> ἔως 1,5 × 10<sup>6</sup> βαθμοῦς.

Ἡ χρωμόσφαιρα καὶ τὸ στέμμα εἶναι ὄρατὰ μὲ ὄλην τὴν μεγαλοπρέπειάν των κατὰ τὰς ὀλικὰς ἡλιακὰς ἐκλείψεις.

γ'. Τὰ 9/10 τῆς ἡλιακῆς μάζης ἀντιστοιχοῦν εἰς τὸν πυρῆνα καὶ μόνον τὸ 1/10 εἰς τὴν φωτόσφαιραν καὶ τὴν ἀτμόσφαιραν τοῦ ἡλίου.

**44. Τὸ ἡλιακὸν φάσμα. α'.** Τὸ φάσμα τῆς φωτοσφαίρας εἶναι συνεχές. Λόγω ὁμως τῆς χαμηλοτέρας θερμοκρασίας τῆς ὑπερκειμένης ἀτμοσφαίρας, τὸ φῶς τοῦ ἡλίου παρέχει φάσμα ἀπορροφήσεως μὲ πολλὰς σκοτεινὰς γραμμάς.

**β'.** Κατὰ τὰς ὀλικὰς ἐκλείψεις τοῦ ἡλίου, μόλις γίνεται ἡ πλήρης ἀπόκρυψις τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου, αἱ σκοτεινὰι γραμμαὶ τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος παύουν, πρὸς στιγμὴν, νὰ εἶναι σκοτεινὰι καὶ γίνονται ὄλαι λαμπραὶ. Τοῦτο συμβαίνει, διότι παύει πλέον νὰ ἔρχεται φῶς ἀπὸ τὴν φωτόσφαιραν, τὸ ὅποιον καὶ νὰ ἀπορροφᾶται ὑπὸ τοῦ χαμηλοτέρου στρώματος τῆς χρωμοσφαίρας, τὸ ὅποιον καλεῖται ἀ π ο ρ ρ ο φ η τ ι κ ῆ σ τ ο ι β ᾶ ς. Ὀνομάζεται ἀκόμη καὶ « ἀνατρεπτικὴ στοιβάς », ὡς ἐκ τῆς παρατηρουμένης ἀ ν α τ ρ ο π ῆ ς τῶν σκοτεινῶν γραμμῶν εἰς λαμπράς, κατὰ τὰς ὀλικὰς ἡλιακὰς ἐκλείψεις. Ἐπειδὴ δὲ τὸ φαινόμενον τοῦτο διαρκεῖ ἐπ' ἐλάχιστον χρόνον, εἰς τὴν ἀρχὴν καὶ τὸ τέλος τῶν ὀλικῶν φάσεων τῶν ἡλιακῶν ἐκλείψεων, διὰ τοῦτο καὶ τὸ φάσμα, μὲ τὰς λαμπράς γραμμάς, καλεῖται ἀ σ τ ρ α π ι α ἰ ὶ ο ν.

**45. Μορφαὶ τῆς ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας. α'.** Τὸ ἡλιακὸν φάσμα δὲν περιορίζεται μόνον εἰς τὸ ὄρατὸν τμήμα του (7500 - 3400 Å), ἀλλ' ἐκτείνεται καὶ πέραν, τόσον τοῦ ἐρυθροῦ, ὅσον καὶ τοῦ ἰώδους μέρους αὐτοῦ, εἰς τὰς **ὑπερύθρους** ἀκτινοβολίας (20 μικρὰ ἔως 7500 Å) καὶ τὰς **ὑπεριώδεις** (3400 - 2000 Å).

**β'.** Ἀλλὰ καὶ πέραν τῶν ὑπερύθρων ἀκτινοβολιῶν, διεπιστώθη,

ὅτι ὁ ἥλιος ἐκπέμπει ἀκτινοβολίας τῶν μηκῶν τῶν ραδιοφωνικῶν κυμάτων. Τὰ κύματα αὐτὰ συλλαμβάνονται ὑπὸ τῶν ραδιοτηλεσκοπίων ὑπὸ μορφήν θορύβου, ὁ ὁποῖος καλεῖται **ἡλιακὸς ραδιοθόρυβος**.

γ'. Ἐξ ἄλλου ἐκπέμπονται ὑπὸ τοῦ ἡλίου καὶ ἀκτινοβολαὶ ἀντιστοιχοῦσαι εἰς τὰ πολὺ μικρὰ μήκη. Οὕτως ἀνευρέθησαν ἐσχάτως ἀκτίνες Χ, ἀλλὰ καὶ ἀκτίνες γ, προερχόμεναι ἐκ τοῦ ἡλίου.

**46. Χημικὴ σύστασις τοῦ ἡλίου. α'.** Ἡ σπουδὴ τῶν γραμμῶν τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος ἀπέδειξεν, ὅτι ἡ ἡλιακὴ ὕλη ἀποτελεῖται ἐκ τῶν γνωστῶν στοιχείων. Ἐκ τούτων, διεπιστώθη μέχρι τοῦδε ἡ ὑπαρξις 70 στοιχείων, ἐνῶ ἡ μὴ ἀνεύρεσις τῶν ὑπολοίπων δὲν σημαίνει καὶ τὴν ἀπουσίαν των ἐκ τοῦ ἡλίου. Διότι, τοῦλάχιστον, τῶν 15 ἐξ αὐτῶν αἱ γραμμαὶ ἀπορροφήσεως θὰ πρέπει νὰ εὐρίσκωνται εἰς τὸ ἀόρατον ὑπεριώδες μέρος τοῦ φάσματος, ἐνῶ ἄλλα στοιχεῖα δυνατὸν νὰ ὑπάρχουν μόνον εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ἡλίου.

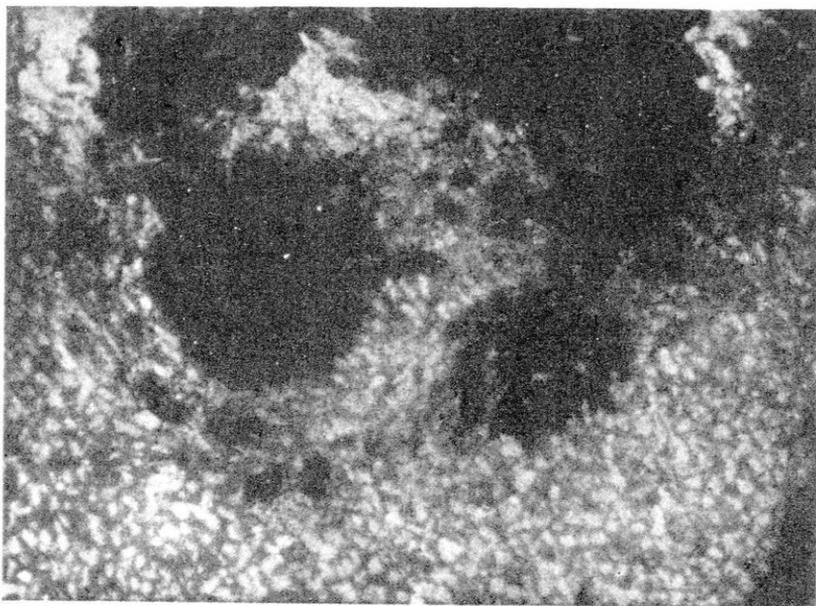
β'. Αἱ περισσότεραι τῶν γραμμῶν τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος ἀντιστοιχοῦν εἰς τὸν σίδηρον. Ἐν τούτοις ὅμως τὰ περισσότερον ἀφθονοῦντα στοιχεῖα εἰς τὸν ἥλιον εἶναι τὸ ὕδρογόνον καὶ τὸ ἥλιον, τὸ ὁποῖον ἔλαβε τὸ ὄνομα τοῦτο, διότι παρατηρήθη τὸ πρῶτον ἐπὶ τοῦ ἡλίου καὶ κατόπιν ἀνεκαλύφθη εἰς τὴν γῆν.

Ἡ πιθανωτέρα ἀναλογία διανομῆς τῶν στοιχείων εἰς τὴν ἡλιακὴν ὕλην εἶναι: ὕδρογόνον 84%, ἥλιον 15% καὶ τὰ ἄλλα στοιχεῖα 1%.

## II. Ἡλιακὰ φαινόμενα

**47. Οἱ φωτοσφαιρικοὶ σχηματισμοί. α'.** Παρατηροῦντες τὸν ἥλιον διὰ τοῦ τηλεσκοπίου, βλέπομεν ὅτι ἡ ἐπιφάνειά του δὲν εἶναι λεία, ἀλλ' ὁμοιάζει μὲ λευκὸν σινδόνι, τὸ ὁποῖον ἔχει καλυφθῆ ὁμοιόμορφως μὲ κόκκους ὀρύζης. Διὰ τοῦτο καὶ οἱ κόκκοι αὐτοὶ τοῦ ἡλίου ὠνομάσθησαν **κόκκοι ὀρύζης**.

Οἱ κόκκοι εἶναι λαμπρότεροι ἀπὸ τὸ ὑπόβαθρον τῆς φωτοσφαίρας, ἔχουν δὲ συνήθως διάμετρον 600 ἕως 1000 km. Δύνανται νὰ διατηρηθοῦν ἐπὶ τινα μόνον λεπτὰ ἕκαστος.



Εικ. 11. Κόκκοι και κηλίδες τῆς ἡλιακῆς φωτοσφαίρας.

Μεταξὺ τῶν κόκκων παρατηροῦνται συνήθως μελανὰ στίγματα, τὰ ὅποια ὀνομάζονται **πόροι**, εἶναι δὲ βραχύβιοι σχηματισμοί, ὅπως οἱ κόκκοι.

**β'.** Κυρίως, πλησίον τῶν χειλέων τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου διακρίνονται ἄλλοι σχηματισμοί, λαμπρότεροι τῶν κόκκων, κυκλικοὶ ἢ ἀκανόνιστοι, διατεταγμένοι συνήθως ταινιοειδῶς, οἱ ὅποιοι ὀνομάζονται **πυρσοί**. Οἱ πυρσοὶ θεωροῦνται νέφη ἢ καὶ ὄρη τῆς φωτοσφαίρας, τὰ ὅποια ἀλλάσσουν συνεχῶς σχῆμα καὶ θέσιν.

Ἡ παρουσία τῶν πυρσῶν εἰς μίαν περιοχὴν τῆς φωτοσφαίρας ἀποτελεῖ τὸν προάγγελον τοῦ σχηματισμοῦ κηλίδων εἰς αὐτήν.

**γ'.** Αἱ **κηλίδες** τέλος εἶναι οἱ περισσότερον ἐντυπωσιακοὶ καὶ ἐνδιαφέροντες σχηματισμοὶ τῆς φωτοσφαίρας. Συνήθως ἔχουν τὴν ὄψιν μεγάλων ἢ μικρῶν κυκλικῶν καὶ ἐντόνως μελανῶν ἐπιφανειῶν, αἱ ὅποια περιβάλλονται ἀπὸ ὀλιγώτερον σκοτεινὰς στεφάνας, ἰνώδους ὑφῆς. Καὶ τὸ μὲν κεντρικὸν πολὺ σκοτεινὸν τμῆμα τῆς κηλίδος λέγεται **σκιά**, ἢ δὲ στεφάνη **σκιόφως** αὐτῆς.

Αἱ κηλίδες διατηροῦνται ἐπὶ πολλὰς ἡμέρας, κάποτε δὲ καὶ ἐπὶ

μερικούς μήνας, εάν είναι αρκετά μεγάλοι. Κατά τὸ διάστημα τῆς ζωῆς των παρουσιάζουν μεταβολὰς τῆς μορφῆς καὶ τῆς ἐντάσεώς των, ἐξαφανίζονται δὲ διὰ τῆς βαθμιαίας ἐλαττώσεως τοῦ μεγέθους των καὶ τῆς σκοτεινότητός των.

Συνήθως αἱ κηλίδες παρουσιάζονται καθ' ὁ μ ἄ δ α ς. Εἰς μίαν ὁμάδα ὑπάρχουν σχεδὸν πάντοτε δύο πολὺ μεγάλοι, ἐκ τῶν ὁποίων ἡ δυτικὴ καλεῖται ἡ γ ο υ μ ἔ ν η καὶ ἡ ἀνατολικὴ ἡ π ο μ ἔ ν η.

Ἡ διάμετρος τῶν κηλίδων ἐνίοτε ὑπερβαίνει τὰ 80.000 km. Αἱ πολὺ μεγάλοι κηλίδες, αἱ ἔχουσαι διάμετρον μεγαλύτεραν τῶν 40.000 χλμ., ἦτοι τριπλασίαν καὶ ἄνω τῆς γηίνης διαμέτρου, φαίνονται καὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Τὸ συνηθέστερον, αἱ κηλίδες εἶναι κοιλότητες τῆς φωτοσφαίρας, ὅμοιαι μὲ χράνας, βάθους μέχρι 800 km.

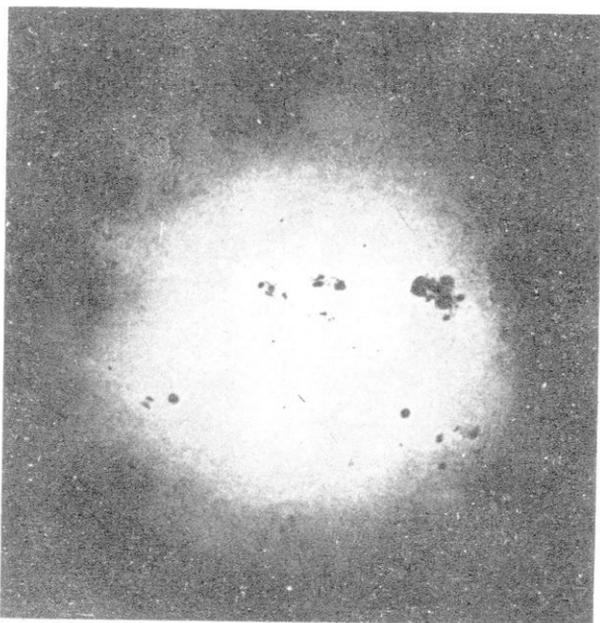
Ἡ θερμοκρασία τῶν κηλίδων εἶναι ἴση πρὸς 4600° C, ἦτοι πολὺ ταπεινότερα τῆς φωτοσφαίρας, εἰς τοῦτο δὲ ὀφείλεται καὶ τὸ μελανὸν χρωμᾶ των. Συμβαίνει δηλαδὴ ἐδῶ ὅ,τι ἀκριβῶς καὶ μὲ τὴν φλόγα κηρίου, ἐὰν τοποθετηθῆ ἔμπρὸς εἰς ἓνα ἠλεκτρικὸν λαμπτήρα. Ἡ φλόγα τοῦ κηρίου φαίνεται μαύρη, λόγῳ τῆς ταπεινότερας θερμοκρασίας της.

**48. Ὁ ἐνδεκαετῆς κύκλος τῶν ἡλιακῶν κηλίδων.** Ὁ Schwabe (Σβάμπι) πρῶτος διεπίστωσεν, ὅτι αἱ κηλίδες δὲν ἐμφανίζονται μὲ τὴν ἰδίαν πάντοτε συχνότητα. Ὑπάρχουν πάντοτε ἓνα ἕως δύο ἔτη, κατὰ τὰ ὁποῖα φαίνονται σπανίως ὀλίγα μόνον κηλίδες. Ἐπειτα, ἐπὶ τέσσαρα περίπου ἔτη συνεχῶς γίνονται ὅλον ἐν καὶ περισσότεραι, διὰ τὰ νὰ φθάσωμεν τελικῶς εἰς τὸ μ ἔ γ ι σ τ ο ν τοῦ πλήθους των καί, γενικώτερον, τῆς σκιαζομένης ὑπ' αὐτῶν ἐπιφανείας. Κατόπιν, ἐπὶ μίαν περίπου ἑξαετίαν, ὁ ἀριθμὸς τῶν κηλίδων ἐλαττοῦται συνεχῶς, διὰ τὰ ἐπανέλθωμεν καὶ πάλιν εἰς τὸ ἔ λ ἄ χ ι σ τ ο ν τοῦ πλήθους των καὶ τῆς ἐκτάσεώς των.

Ἀπὸ ἐνὸς ἐλαχίστου μέχρι τοῦ ἐπομένου παρέρχονται, κατὰ μέσον ὄρον, 11 ἔτη. Ἡ περίοδος αὕτη καλεῖται διὰ τοῦτο **ἐνδεκαετῆς κύκλος**, ἀπεδείχθη δέ, ὅτι τὸν ἀκολουθοῦν ὅλα τὰ ἡλιακὰ φαινόμενα, τόσον τῆς φωτοσφαίρας, ὅσον καὶ τῆς ἀτμοσφαίρας τοῦ ἡλίου.

**49. Φαινόμενα τῆς χρωμοσφαίρας.** Μὲ τὴν βοήθειαν ἐιδικῶν ὀργάνων (§ 144), τὰ ὁποῖα ἐπιτρέπουν τὴν σπουδὴν τῆς ἡλιακῆς

Εικ. 12. Φωτογραφία του ήλιου κατά το μέγιστον τῆς δραστηριότητος αὐτοῦ. Διακρίνονται πολλοὶ καὶ μεγάλοι ὁμάδες κηλίδων.



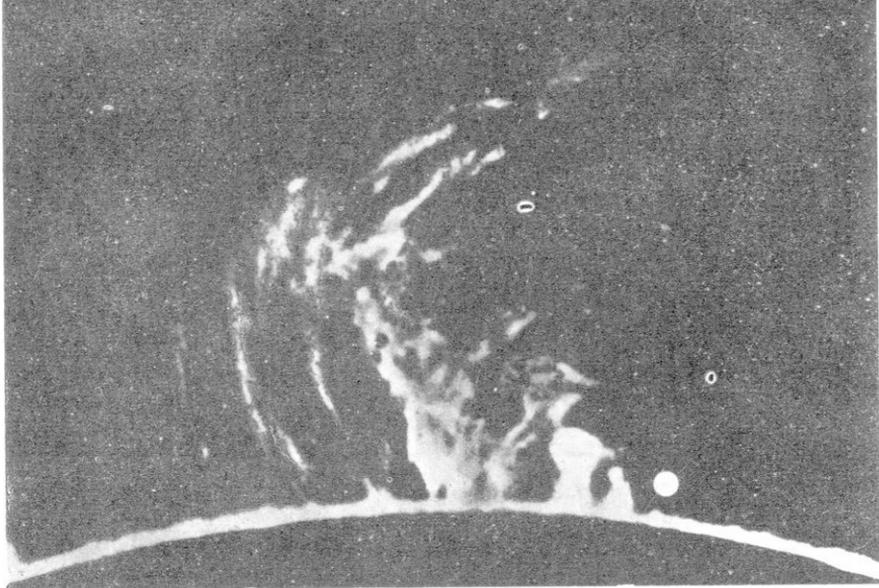
ἀτμοσφαιρας, διεπιστώθη, ὅτι ἡ κυριώτερα στοιβὰς αὐτῆς, ἡ χρωμόσφαιρα, ἔχει ὑψὴν ἰνώδη.

**α'. Προεξοχαί.** Ὁ κυριώτερος τῶν χρωμοσφαιρικῶν σχηματισμῶν εἶναι αἱ **προεξοχαί**, εἶδος πυρίνων γλωσσῶν, ροδίνου χρώματος, αἱ ὁποῖαι ἄλλοτε μὲν εἶναι διάχυτοι ὡς νέφη καὶ χαρακτηρίζονται ἡρεμοί, ἄλλοτε δὲ παρουσιάζουν μορφήν πελωρίων πιδάκων, ὁπότε χαρακτηρίζονται ὡς ἐκρηκτικαί. Τὸ ὕψος των φθάνει συνήθως τὰ 40.000 km ἂν καὶ παρατηρήθησαν προεξοχαί με ὕψος ὑπερδεκαπλάσιον (εἰκ. 12α). Ἡ ταχύτης κινήσεως τῆς ὕλης των κυμαίνεται συνήθως ἀπὸ 50 ἕως 100 km/sec.

Διεπιστώθη, ὅτι αἱ προεξοχαί ἐμφανίζονται εἰς δύο βασικὰς ζῶνας, ὅπως αἱ κηλίδες, ἡ δὲ συχνότης των ἀκολουθεῖ τὸν 11ετῆ κύκλον.

**β'. Ἐκλάμψεις.** Πρόκειται περὶ ἐκρήξεων, αἱ ὁποῖαι παρατηροῦνται συνήθως ἄνωθεν τῶν περιοχῶν μεγάλων κηλίδων καὶ αἱ ὁποῖαι εἶναι τόσον λαμπραί, ὥστε ἀπαστράπτουν ὡς λαμπροὶ λευκοὶ προβολεῖς. Ἡ διάρκεια τῆς ζωῆς των εἶναι μικρά, μόλις 10 λεπτῶν ἕως ὥρῶν. Ἐνίοτε φαίνονται εἰς τὸ ὄρατὸν λευκὸν φῶς.

Αἱ ἐκλάμψεις ἐκπέμπουν ὑπεριώδη καὶ κοσμικὴν ἀκτινοβολίαν, ἀκτῖνας X καὶ ραδιοκύματα, καθὼς καὶ ὑλικά σωματίδια.



Είκ. 12α. Ήλιακή προεξοχή ύψους 225.000 km. Ο λευκός κυκλικός δίσκος παριστᾶ τὸ σχετικὸν μέγεθος τῆς γῆς.

### III. Ἐπιδράσεις τοῦ ἡλίου ἐπὶ τῆς γῆς

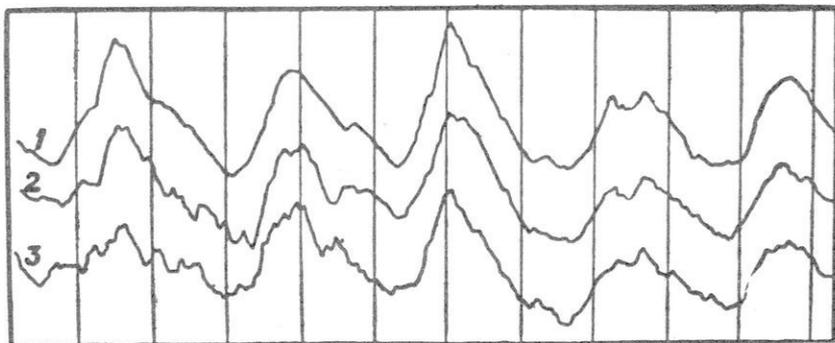
#### 50. Γήινα φαινόμενα, ἀκολουθοῦντα τὸν 11ετῆ κύκλον.

α'. Διεπιστώθη, ὅτι ἡ παρουσία τῶν ἐκλάμψεων ἐπὶ τοῦ ἡλίου συνοδεύεται ὑπὸ ποικίλων διαταραχῶν ἐπὶ τῆς γῆς, τόσοσ φυσικῶν, ὅσον καὶ βιολογικῶν.

Ἐκ τῶν πρώτων, κυριώτεροι εἶναι αἱ ἐμφανίσεις σέλαος εἰς τὰς πολικὰς περιοχὰς τῆς γῆς· αἱ «μαγνητικαὶ καταιγίδες», ἧτοι διαταραχαὶ τοῦ γήινου μαγνητικοῦ πεδίου· ἕκτακτοι διαταραχαὶ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἠλεκτρισμοῦ καὶ τέλος ραδιοφωνικαὶ ἀνωμαλίαι.

Μεταξὺ τῶν βιολογικῶν διαταραχῶν σπουδαιότερα εἶναι ἡ ἐπίδρασις ἐπὶ τῆς καταστάσεως τῶν ἀσθενῶν, τῶν πασχόντων ἐκ νευροψυχικῶν νοσημάτων, καθὼς καὶ ἐπὶ τοῦ κυκλοφοριακοῦ συστήματος.

β'. Ἄλλ' ἐκτὸς τῶν ἐκτάκτων τούτων φαινομένων ἐξηκριβώθη ὅτι τὰ πολικὰ σέλα, ὁ γήινος μαγνητισμὸς καὶ τὰ σπουδαιότερα μετεωρολογικὰ φαινόμενα, ὅπως ἡ διακύμανσις τῆς θερμοκρασίας καὶ ἡ βροχόπτωσης, τέλος δὲ καὶ αὐτὴ ἀκόμη ἡ στάθμη τῶν ὑδάτων τῶν λιμνῶν, ἀκολουθοῦν ἐν γένει τὸν 11ετῆ κύκλον τῆς ἡλιακῆς δραστη-



Εικ. 13. 'Η (1) καμπύλη παριστά τήν κύμανσιν τῶν ἡλιακῶν κηλίδων εἰς διάστημα 55 ἐτῶν (5 κύκλων 11 ἐτῶν)· ἡ (2) καμπύλη ἀντιστοιχεῖ εἰς τήν κύμανσιν τῶν μαγνητικῶν διαταραχῶν καί ἡ (3) εἶναι ἡ καμπύλη συχνότητος τοῦ σέλαος κατὰ τὸ ἴδιον διάστημα. Αἱ τρεῖς καμπύλαι παρουσιάζουν τὰς ἰδίας διακυμάνσεις καί πρό παντὸς τὰ ἴδια μέγιστα καί ἐλάχιστα.

ριότητος, εἰς τρόπον ὥστε τὰ μέγιστα καί τὰ ἐλάχιστα τῶν ὡς ἄνω γηίνων φαινομένων καί, γενικώτερον, αἱ καμπύλαι τῆς μεταβολῆς αὐτῶν νὰ παρουσιάζουν ἀντιστοιχίαν πρὸς τὰς καμπύλας κυμάνσεως τῶν κηλίδων καί τῶν ἄλλων ἡλιακῶν φαινομένων.

Παρομοία σχέσις ἀνευρίσκεται ἐνίοτε καί εἰς μερικά τῶν βιολογικῶν φαινομένων, ἰδίᾳ δὲ εἰς τήν ἀνάπτυξιν τῆς βλαστήσεως. Οὕτως, ἡ ἐξέτασις τῶν δακτυλίων τῶν παρατηρουμένων εἰς ἐγκαρσίαν τομῆν τοῦ κορμοῦ τῶν δένδρων ἀποδεικνύει, ὅτι οἱ δακτύλιοι αὐτοὶ εἶναι παχύτεροι περὶ τὰ ἔτη τῶν μεγίστων καί στενότεροι κατὰ τὰ ἔτη τῶν ἐλαχίστων καί συνεπῶς, ὅτι ἡ ἐτησία αὕξησις τῶν δένδρων καί, γενικώτερον, τῆς βλαστήσεως ἀκολουθεῖ τὸν 11ετηῆ ἡλιακὸν κύκλον.

**51. Αἰ ἐκλάμψεις καί τὰ ἠλεκτρομαγνητικὰ γήινα φαινόμενα . α'.** Τὰ προῖοντα τῶν ἡλιακῶν, ἐν γένει, ἐκρήξεων, μάλιστα δὲ τῶν ἐκλάμψεων εἶναι δύο εἰδῶν : α) ἔντονος ὑπεριώδης ἀκτινοβολία καί β) σωματίδια ὕλικά, φορτισμένα ἠλεκτρικῶς, ἰδίᾳ ἠλεκτρόνια. Ἡ ὑπεριώδης ἀκτινοβολία καί αἱ ἄλλαι κυματικαὶ ἀκτινοβολίαι φθάνουν ἐδῶ μετὰ 8 λ. περίπου, τὰ δὲ φορτισμένα σωματίδια μετὰ 18 ἕως 20 ὥρ. ἢ καί βραδύτερον.

**β'.** Ὅταν τὰ φορτισμένα σωματίδια φθάσουν εἰς τὴν γῆν, ἀκολουθοῦν τὰς γραμμὰς τοῦ γηίνου μαγνητικοῦ πεδίου καί κατευθύνονται πρὸς τοὺς πόλους τῆς

γῆς, κινούμενα σπειροειδῶς κατὰ μῆκος τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, προκαλοῦν δὲ τὰ ἐξῆς ἀποτελέσματα : α) μαγνητικὰς καταιγίδας· β) ἠλεκτρικὰ ρεύματα, ἐξ ἀπαγωγῆς, διαρρέοντα τὴν ἀτμόσφαιραν καὶ διαταράσσοντα τὰς τηλεπικοινωνίας ἐν γένει· καὶ γ) ἰονίζουσι τὰ ἄτομα, ἰδίᾳ τοῦ ἀζώτου, τῶν ἀνωτέρων ἀτμοσφαιρικῶν στρωμάτων, τὰ ὁποῖα, τότε, ἀποδίδουσι ὑπὸ μορφήν σέλαος τὴν ἐνέργειαν, τὴν ὁποίαν ἐδέχθησαν ἀπὸ τὰ ἀφιχθέντα φορτισμένα σωματίδια.

Ἐξ ἄλλου ἡ ἄφθονος ὑπεριώδης ἀκτινοβολία, ἀπορροφωμένη ἀπὸ τὴν ἀτμόσφαιραν, προκαλεῖ ἑκτακτον ἰονισμόν τῶν στρωμάτων τῆς ἰουσοσφαίρας (§ 80δ), ὁ ὁποῖος ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν μερικὴν ἢ ὀλικὴν ἀπορρόφησιν τῶν βραχέων ραδιοφωνικῶν κυμάτων ὑπ' αὐτῆς καί, κατὰ συνέπειαν, τὴν ἐξασθένησιν ἢ καὶ τὴν πλήρη κατασίγασιν τῶν μέσων τηλεπικοινωνίας εἰς τὰ κύματα αὐτά.

### Ἔσκησις

37. Πότε, ἐντὸς τοῦ 11οῦς κύκλου τῶν κηλίδων, πρέπει νὰ παρουσιάζωνται περισσότεραι καὶ ἐντονώτεραι α) προεξοχαί, β) ραδιοφωνικαὶ ἀκτινοβολαὶ καὶ γ) ἐκλάμψεις ;

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε ΤΟ ΗΛΙΑΚΟΝ ΣΥΣΤΗΜΑ

### I. Κίνησις τῶν πλανητῶν περὶ τὸν ἥλιον.

**52. Τὸ γεωκεντρικὸν καὶ ἡλιοκεντρικὸν σύστημα. α΄.** Εἰς τοὺς χρόνους τῆς Ἑλληνικῆς ἀρχαιότητος ἴσχυον δύο θεωρίαι.

Κατὰ τὴν πρώτην ἐξ αὐτῶν, τόσον ὁ ἥλιος, ὅσον καὶ οἱ πλανῆται, ἐπιστεύετο, ὅτι ἐκινουῦντο περὶ τὴν γῆν, ἢ ὁποῖα ἀπετέλει τὸ κέντρον τοῦ κόσμου. Διὰ τοῦτο, ἡ ἐν λόγῳ θεωρία ἐκλήθη **γεωκεντρικὸν σύστημα τοῦ κόσμου**. Βασικὸς ἐκπρόσωπός της ἦτο ὁ Πτολεμαῖος.

Κατὰ τὴν δευτέραν, οἱ πλανῆται, μεταξὺ τῶν ὁποίων συγκατελέγετο καὶ ἡ γῆ, ἐκινουῦντο περὶ τὸν ἥλιον, ὁ ὁποῖος ἀπετέλει τὸ κέντρον τοῦ κόσμου. Διὰ τοῦτο καὶ ἡ θεωρία αὐτὴ ἐκαλεῖτο **ἡλιοκεντρικὸν σύστημα τοῦ κόσμου**. Εἰσηγηταί της ὑπῆρξαν ὁ Πυθαγόρας καὶ ἡ σχολὴ του, κυριώτερος δὲ ἐκπρόσωπός της ἦτο ὁ Ἀρίσταρχος ὁ Σάμιος.

**β΄.** Ὁ Πολωνὸς ἀστρονόμος Νικ. Κοπέρνικος (1473 - 1543), μελετήσας τὰς θεωρίας τοῦ Ἀριστάρχου καὶ τῶν ἄλλων Ἑλλήνων ἡλιοκεντριστῶν, ὑπεστήριξε τὴν ὀρθότητα τῆς ἡλιοκεντρικῆς ιδέας καὶ συνετέλεσεν εἰς τὴν ἐδραίωσίν της. Ὡς ἐκ τούτου, ἐπεκράτησεν ἡ συνήθεια νὰ ἀποκαλῆται τὸ ἡλιοκεντρικὸν σύστημα « Κοπερνίκειον », ἂν καὶ ὁ Κοπέρνικος δὲν προσέθεσε τίποτε τὸ οὐσιῶδες εἰς τὰς δοξασίας τῶν ἀρχαίων Ἑλλήνων.

**53. Αἱ πραγματικαὶ καὶ αἱ φαινόμεναι κινήσεις τῶν πλανητῶν. α΄.** Ὅπως ἔχει πλεον διαπιστωθῆ, πράγματι, οἱ πλανῆται κινουῦνται περὶ τὸν ἥλιον, ἡ δὲ κίνησις των γίνεται ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς. Ἡ γῆ, ἐξ ἄλλου, εἶναι ἓνας ἐκ τῶν πλανητῶν.

**β΄.** Λόγῳ τῆς πραγματικῆς κινήσεώς των περὶ τὸν ἥλιον, οἱ πλανῆται φαίνονται νὰ ἀλλάσσουν συνεχῶς θέσιν εἰς τὸν οὐρανόν. Ὁ συνδυασμὸς ὁμως τῆς κινήσεώς των πρὸς τὴν κίνησιν τῆς γῆς ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν ἐξῆς φαινομενικὴν κίνησιν των:

Καθένιας ἐξ αὐτῶν διαγράφει ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας διαδοχικῶς μεγάλα τόξα ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς, τὰ ὁποῖα χωρίζονται ἀπὸ ἄλλα μικρότερα, γραφόμενα ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμάς. Με-

ταξύ τῶν μὲν καὶ τῶν δὲ λαμβάνουν χώραν αἱ καλούμεναι **στάσεις** τῶν πλανητῶν, διότι κατ' αὐτὰς οἱ πλανῆται φαίνονται, ὅτι παύουν πρὸς στιγμὴν νὰ κινουῦνται.

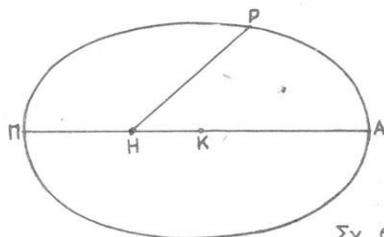
**54. Οἱ νόμοι τοῦ Κέπλερ καὶ τοῦ Νεύτωνος. α'.** Ὁ Γερμανὸς ἀστρονόμος J. Kepler (Ἰ. Κέπλερ, 1571 - 1630), μελετήσας τὰς παρατηρήσεις τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν, τὰς ὁποίας εἶχεν ἐκτελέσει, ὀλίγον πρὸ αὐτοῦ, ὁ Δανὸς ἀστρονόμος Tycho Brahe (Τύχων, 1546 - 1601), εὑρε τοὺς τρεῖς νόμους, οἱ ὁποῖοι διέπουν τὴν κίνησιν τῶν πλανητῶν περὶ τὸν ἥλιον.

**β'. Πρῶτος νόμος.** Αἱ τροχιαὶ τῶν πλανητῶν εἶναι ἑλλείψεις, τῶν ὁποίων τὴν μίαν ἑστίαν, κοινὴν δι' ὅλας τὰς πλανητικὰς τροχιάς, κατέχει ὁ ἥλιος. Κατὰ ταῦτα ὁ πλανήτης P (σχ. 6) διαγράφει τὴν ἑλλειψιν, τῆς ὁποίας ὁ ἥλιος κατέχει τὴν ἑστίαν H.

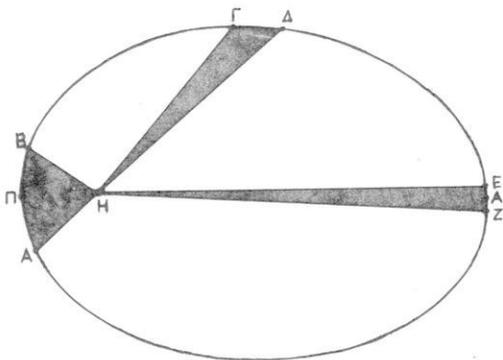
**γ'.** Καλοῦμεν **περιήλιον** τῆς ἑλλειπτικῆς τροχιάς τοῦ πλανήτου P, τὸ σημεῖον Π τοῦ μεγάλου ἄξονος αὐτῆς, εἰς τὸ ὁποῖον, ὅταν οὗτος εὐρίσκεται, ἔχει καὶ τὴν μικροτέραν ἀπόστασίν του ἀπὸ τὸν ἥλιον· ἐνῶ ὀνομάζομεν **ἀφήλιον** τὸ σημεῖον A τοῦ μεγάλου ἄξονος, εἰς τὸ ὁποῖον ὁ πλανήτης ἔχει τὴν μεγαλυτέραν ἀπόστασιν ἀπὸ τὸν ἥλιον. Τὸν μέγαν ἡμιάξονα ΠΚ = ΚΑ τῆς τροχιάς ὀνομάζομεν **μέσην ἀπόστασιν** τοῦ πλανήτου ἐκ τοῦ ἡλίου, τὴν δὲ εὐθεῖαν ΗΡ, ἣ ὁποία συνδέει τὰ κέντρα ἡλίου καὶ πλανήτου, εἰς τυχοῦσαν θέσιν τῆς τροχιάς του, καλοῦμεν **ἐπιβατικὴν ἀκτίνα**. Ἐξ ἄλλου, ὁ μέγας ἄξων τῆς τροχιάς ὀνομάζεται συνήθως **γραμμὴ τῶν ἀψίδων**.

Τὰ ἐπίπεδα τῶν τροχιῶν τῶν πλανητῶν σχηματίζουν συνήθως μικρὰν γωνίαν μεταξύ των. Διὰ τὴν μέτρησίν των, λαμβάνομεν ὡς βᾶσιν τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς τῆς γῆς, τὸ ὁποῖον καλοῦμεν **ἀκόμη ἐπίπεδον τῆς ἐκλειπτικῆς** (§ 113).

**δ'. Δεύτερος νόμος.** Ἡ ἐπιβατικὴ ἀκτίς τοῦ πλανήτου, κινουμένου περὶ τὸν ἥλιον, γράφει ἑμβαδὰ ἀνάλογα τῶν χρόνων. Κατὰ ταῦτα, τὰ ἑμβαδὰ ΗΑΒ, ΗΓΔ, ΗΕΖ (σχ. 7), τὰ ὁποῖα γράφει ἡ ἐπιβατικὴ ἀκτίς εἰς χρόνον t, π.χ. εἰς ἓνα μῆνα, εἶναι ἴσα. Τοῦτο



Σχ. 6.



Σχ. 7.

συμβαίνει, διότι ἡ ἐπιβα-  
τική ἀκτίς δὲν ἔχει σταθε-  
ρὸν μῆκος, ἀλλὰ λαμβάνει  
τὴν μικροτέραν τιμὴν εἰς  
τὸ περιήλιον Π καὶ τὴν με-  
γαλυτέραν εἰς τὸ ἀφήλιον  
Α. Συνεπῶς, ἡ **ταχύτης τοῦ**  
**πλανήτου** εἶναι μεγαλυτέ-  
ρα εἰς τὸ περιήλιον καὶ  
μικροτέρα εἰς τὸ ἀφήλιον,  
διὰ τοῦτο δὲ καὶ τὰ τόξα  
AB, ΓΔ, EZ εἶναι ἄνισα,  
ἥτοι:  $\widehat{AB} > \widehat{\Gamma\Delta} > \widehat{EZ}$ .

**ε'. Τρίτος νόμος. Τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων τῶν περιφορῶν τῶν πλανητῶν περὶ τὸν ἥλιον εἶναι ἀνάλογα πρὸς τοὺς κύβους τῶν μεγάλων ἡμιαξόνων τῶν τροχιῶν των.** Οὕτως, ἐὰν  $X_r$  καὶ  $X_{\pi}$  εἶναι, ἀντιστοίχως, οἱ χρόνοι τῆς περιφορᾶς τῆς γῆς καὶ τυχόντος πλανήτου, ἐνῶ  $\alpha_r$  καὶ  $\alpha_{\pi}$  εἶναι τὰ μῆκη τῶν μεγάλων ἡμιαξόνων τῶν τροχιῶν των, ἥτοι αἱ μέσαι ἀποστάσεις τῶν δύο πλανητῶν ἐκ τοῦ ἡλίου,

$$\text{θὰ ἔχωμεν :} \quad \frac{X_r^2}{X_{\pi}^2} = \frac{\alpha_r^3}{\alpha_{\pi}^3} \quad (1)$$

Ἐπειδὴ  $\alpha_r = 1$  α.μ. καὶ  $X_r = 1$  ἔτος, ἡ (1) γίνεταί

$$\frac{1 \text{ ἔτ}}{X_{\pi}^2} = \frac{1 \alpha.μ.}{\alpha_{\pi}^3} \quad (2)$$

Ἐκ τῆς (2) προκύπτει, ὅτι, ὅταν γνωρίζωμεν ἐκ τῶν παρατηρήσεων τὸν χρόνον, τὸν ὁποῖον χρειάζεται τυχὼν πλανήτης, διὰ νὰ συμπληρώσῃ τὴν περιφορὰν του περὶ τὸν ἥλιον, τότε εὐρίσκομεν ἀμέσως καὶ τὴν μέσην ἀπόστασίν του ἐκ τοῦ ἡλίου.

**στ'. Ὁ I. Newton (Ἰσαὰκ Νεύτων), ἔδωσε τὴν φυσικὴν ἐξηγησιν τῶν νόμων τοῦ Κέπλερ, διὰ τῆς ὑπ' αὐτοῦ ἀνακαλύψεως τοῦ νόμου τῆς παγκοσμίου ἐλξέως. Συμφώνως πρὸς αὐτόν, τὰ σώματα ἔλκονται κατ' εὐθὴν λόγον τῶν μαζῶν των καὶ κατ' ἀντίστροφον λόγον τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεών των.**

Ούτως, εάν  $M$  και  $m$  είναι αἱ μάζαι τοῦ ἡλίου καὶ τυχόντος πλανήτου καὶ  $r$  ἡ ἀπόστασις αὐτῶν, τότε οὔτοι ἔλκονται ἀμοιβαίως.

Ἐὰν  $F$  παριστᾷ τὴν ἀμοιβαίαν ἔλξιν, ἔχομεν  $F = \frac{M \cdot m}{r^2}$ . Τῆς ἔλκτικῆς αὐτῆς δυνάμεως εἶναι ἀποτέλεσμα ἡ κίνησις τοῦ πλανήτου περὶ τὸν ἥλιον, κατὰ τοὺς νόμους τοῦ Κέπλερ.

**55. Ἀποστάσεις τῶν πλανητῶν ἐκ τοῦ ἡλίου. α΄.** Ὁ ἀστρονόμος Bode (Μπόντε), τὸ 1772 εὔρε τὴν ἐξῆς σχέσιν: Ἐὰν λάβωμεν τὴν σειρὰν τῶν ἀριθμῶν 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96..., εἰς τὴν ὁποίαν ἕκαστος, πλὴν τοῦ πρώτου, εἶναι ὅρος γεωμ. προόδου μὲ λόγον 2 καὶ προσθέσωμεν εἰς καθένα ἐξ αὐτῶν τὸν 4 λαμβάνομεν 4, 7, 10, 16, 28, 52, 100... Ἐὰν ἤδη διαιρέσωμεν καθένα τῶν τελευταίων τούτων ἀριθμῶν διὰ τοῦ 10, θὰ λάβωμεν τελικῶς 0,4 0,7 1,0 1,6 2,8 5,2 10,0...

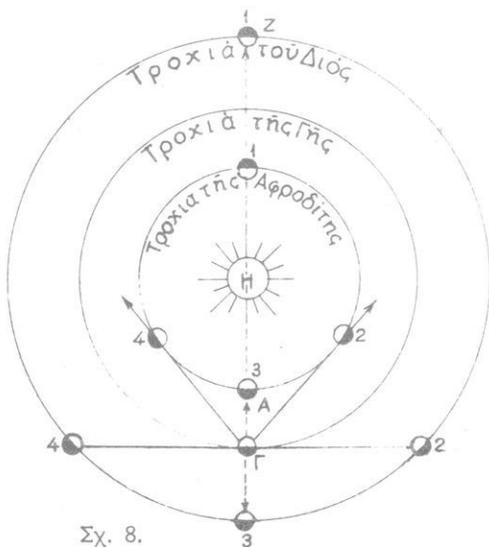
Ἄλλ' εὖν θεωρήσωμεν, ὅτι ὁ τρίτος ἐξ αὐτῶν 1,0 εἶναι ἡ μέση ἀπόστασις τῆς γῆς ἐκ τοῦ ἡλίου (1 α.μ.), τότε εὐρίσκομεν, ὅτι οἱ λοιποὶ ἀριθμοὶ ἀντιστοιχοῦν, κατὰ μεγάλην προσέγγισιν, εἰς τὰς ἀποστάσεις ἀπὸ τοῦ ἡλίου τῶν ἄλλων γνωστῶν ἀπὸ τῆς ἀρχαιότητος πλανητῶν, ὡς ἐξῆς:

<b>0,4</b>	<b>0,7</b>	<b>1,0</b>	<b>1,6</b>	<b>2,8</b>	<b>5,2</b>	<b>10,0...</b>
Ἐρμῆς	Ἀφροδίτη	Γῆ	Ἄρης		Ζεὺς	Κρόνος

**β΄.** Εἰς τὴν ἀπόστασιν 2,8 α.μ. δὲν ἦτο γνωστός κανεὶς πλανήτης. Ἀπὸ τοῦ 1801 ὅμως ἤρχισεν ἡ ἀνακάλυψις ἑνὸς μεγάλου πλήθους μικρῶν πλανητῶν, τῶν ὁποίων ἡ μέση ἀπόστασις ἐκ τοῦ ἡλίου ἀντιστοιχεῖ εἰς τὰς 2,8 α.μ. Πιστεύεται, ὅτι οὔτοι ἴσως προῆλθον ἀπὸ τὸν θριμματισμὸν ἑνὸς ἄλλοτε μεγάλου πλανήτου.

Εἰς τὸν πίνακα I (εἰς τὸ τέλος τοῦ κειμένου) παρέχονται αἱ ἀποστάσεις ἑνὸς ἑκάστου τῶν πλανητῶν ἐκ τοῦ ἡλίου εἰς ἑκατομ. km. καὶ εἰς α.μ., καθὼς ἐπίσης καὶ τὰ σπουδαιότερα τῶν στοιχείων τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν περὶ τὸν ἥλιον.

**56. Ταξινόμησις, συζυγίαι καὶ ἀποχαὶ τῶν πλανητῶν. α΄.** Λαμβανομένης ὑπ' ὄψιν τῆς θέσεως τῶν ἄλλων πλανητῶν ὡς πρὸς τὴν γῆν, οὔτοι διακρίνονται συνήθως α) εἰς ἐκείνους, οἱ ὅποιοι εὐρί-



Σχ. 8.

σκονται περισσότερο τῆς γῆς πλησίον τοῦ ἡλίου καί, ὡς ἐκ τούτου, διαγράφουν τὰς τροχιάς των ἐντὸς τῆς γηίνης τροχιάς, ὀνομάζονται δὲ **ἔσωτερικοί πλανῆται**· καί β) εἰς ἐκείνους, οἱ ὁποῖοι εὐρίσκονται πέραν τῆς γῆς καὶ διαγράφουν τὰς τροχιάς των ἔξω τῆς τροχιάς αὐτῆς, ὀνομάζονται δὲ **ἔξωτερικοί πλανῆται**.

β'. Θεωρήσωμεν τὸν ἥλιον H (σχ. 8), τὴν τροχίαν ἑνὸς ἔσωτερικοῦ πλανῆτου, ἔστω τῆς Ἀφροδίτης A, τῆς γῆς Γ, καὶ ἑνὸς ἔξωτερικοῦ πλανῆτου, ἔστω τοῦ Διὸς Z. Ἄς ὑποθέσωμεν

δέ, ὅτι αἱ ἐν λόγῳ τροχιαί κείνται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου.

Ἐν γένει, ὅταν ὁ ἥλιος, ἡ γῆ καὶ ὁ τυχὼν πλανῆτης κείνται ἐπ' εὐθείας γραμμῆς, τότε λέγομεν, ὅτι ὁ ἥλιος καὶ ὁ πλανῆτης εὐρίσκονται εἰς **συζυγίαν**. Διακρίνομεν, ἐξ ἄλλου, δύο περιπτώσεις. Ἐὰν ὁ ἥλιος καὶ ὁ πλανῆτης κείνται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τῆς γῆς, τότε λέγομεν, ὅτι εὐρίσκονται εἰς **συνόδον**· ἐνῶ, ὅταν κείνται ἐκατέρωθεν τῆς γῆς, τότε λέγομεν, ὅτι εἶναι εἰς **ἀντίθεσιν**. Ἄν, τέλος, τὰ τρία σώματα σχηματίζουν ὀρθὴν γωνίαν, λέγομεν, ὅτι εὐρίσκονται εἰς **τετραγωνισμόν**. Ὁ χρόνος μεταξύ δύο συνόδων ἑνὸς πλανῆτου μετὰ τοῦ ἡλίου λέγεται **συνοδικὴ περίοδος τοῦ πλανῆτου**.

Ἐκ τοῦ σχήματος προκύπτει, ὅτι ὁ ἔξωτερικὸς πλανῆτης Ζεὺς εἰς τὴν θέσιν 1 εὐρίσκεται ἐν συνόδῳ καὶ εἰς τὴν θέσιν 3 εἰς ἀντίθεσιν, ἐνῶ εἰς τὰς θέσεις 2 καὶ 4 εἰς τετραγωνισμόν. Ὁ ἔσωτερικὸς ὁμῶς πλανῆτης Ἀφροδίτη ποτὲ δὲν εὐρίσκεται εἰς ἀντίθεσιν, ἀλλ' ἔρχεται εἰς δύο συνόδους (1 καὶ 3). Ἐὰν κείται μεταξύ γῆς καὶ ἡλίου (θέσις 3), λέγομεν, ὅτι εἶναι εἰς **κατωτέραν συνόδον**, ἐνῶ, ἐὰν ὁ ἥλιος κείται μεταξύ γῆς καὶ πλανῆτου (θέσις 1), τότε λέγομεν, ὅτι εἶναι εἰς **ἀνωτέραν συνόδον**.

γ'. Καλοῦμεν **ἀποχὴν πλανῆτου** τὴν γωνίαν, τὴν ὁποίαν σχη-

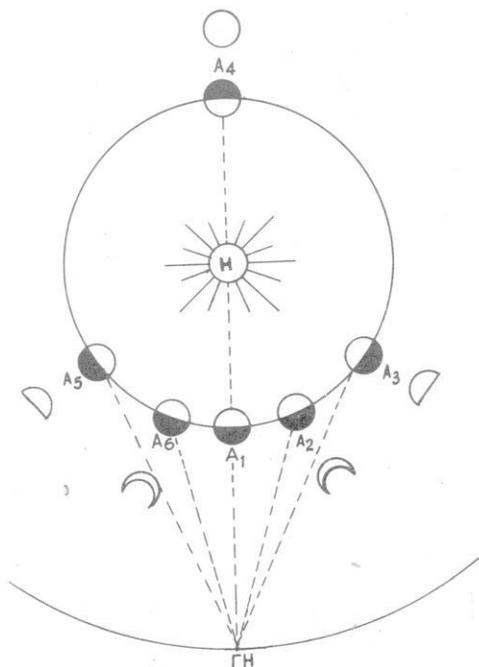
ματίζει οὗτος μετὰ τοῦ ἡλίου, ὅταν παρατηρῆται ἐκ τῆς γῆς. Ὅπως προκύπτει ἐκ τοῦ σχήματος, ἡ ἀποχὴ τοῦ ἐξωτερικοῦ πλανήτου λαμβάνει ὅλας τὰς τιμὰς ἀπὸ  $0^{\circ}$  ἕως  $360^{\circ}$ . Εἰς τὴν θέσιν 1 (σύνοδος) ἔχει τὴν τιμὴν  $0^{\circ}$ , εἰς τὴν θέσιν 2 (τετραγωνισμὸς) τιμὴν  $90^{\circ}$ , εἰς τὴν 3 (ἀντίθεσις) τιμὴν  $180^{\circ}$ , εἰς τὴν 4 (τετραγωνισμὸς) ἴσην πρὸς  $270^{\circ}$  καὶ τέλος, ἴσην πρὸς  $360^{\circ}$  πάλιν εἰς τὴν θέσιν 1. Προκειμένου ὁμως περὶ τοῦ ἐσωτερικοῦ πλανήτου, ἡ ἀποχὴ εἶναι ἴση πρὸς  $0^{\circ}$ , τόσον κατὰ τὴν ἀνωτέραν, ὅσον καὶ κατὰ τὴν κατωτέραν σύνοδον, λαμβάνει δὲ τὴν μεγίστην τιμὴν τῆς μόνον εἰς τὰς θέσεις 2 καὶ 4.

Ἡ μεγίστη αὐτῆ ἀποχὴ, διὰ τὴν Ἀφροδίτην μὲν, φθάνει τὰς  $48^{\circ}$ , διὰ τὸν Ἑρμῆν δέ, περιορίζεται εἰς τὰς  $28^{\circ}$  μόνον.

**57. Φάσεις τῶν πλανητῶν καὶ δορυφόροι των. α'.** Ἀναλόγως τῆς γωνίας, τὴν ὁποίαν σχηματίζει μετὰ τοῦ ἡλίου καθένας τῶν πλανητῶν, θεώμενος ἐκ τῆς γῆς, παρουσιάζει πρὸς ἡμᾶς καὶ ὀλόκληρον ἢ μέρος τοῦ φωτιζομένου ἀπὸ τὸν ἡλιον ἡμισφαιρίου του (σχ. 9).

Οἱ ἐξωτερικοὶ πλανῆται δὲν παρουσιάζουν φάσεις ἐντόνως αἰσθητάς, ὅπως οἱ ἐσωτερικοὶ πλανῆται.

**β'.** Οἱ πλανῆται Ἑρμῆς καὶ Ἀφροδίτη δὲν ἔχουν δορυφόρους. Τῆς γῆς δορυφόρος εἶναι ἡ Σελήνη. Ὁ Ἄρης ἔχει δύο δορυφόρους, ὁ Ζεὺς 12, ὁ Κρόνος 10, ὁ Οὐρανὸς 5 καὶ ὁ Ποσειδῶν 2. Δὲν γνωρίζομεν ἔαν ὑπάρχη κανεὶς δορυφόρος κινούμενος περὶ τὸν Πλούτωνα.



Σχ. 9.

## Ἀσκήσεις

38. Ἡ ἀπόσταση τοῦ Ἄρεως ἐκ τοῦ ἡλίου εἶναι ἴση πρὸς 1,524 α.μ. Εὐρετε πόσον διαρκεῖ ἡ περιφορά του γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιον.

39. Πόση εἶναι ἡ ἀπόσταση τοῦ Διὸς ἐκ τοῦ ἡλίου, ἂν ἡ διάρκειά τῆς περιφορᾶς του περὶ τὸν ἥλιον ἀνέρχεται εἰς 11 ἔτ., 315 ἡμ.

## II. Οἱ πλανῆται καὶ οἱ δορυφόροι των

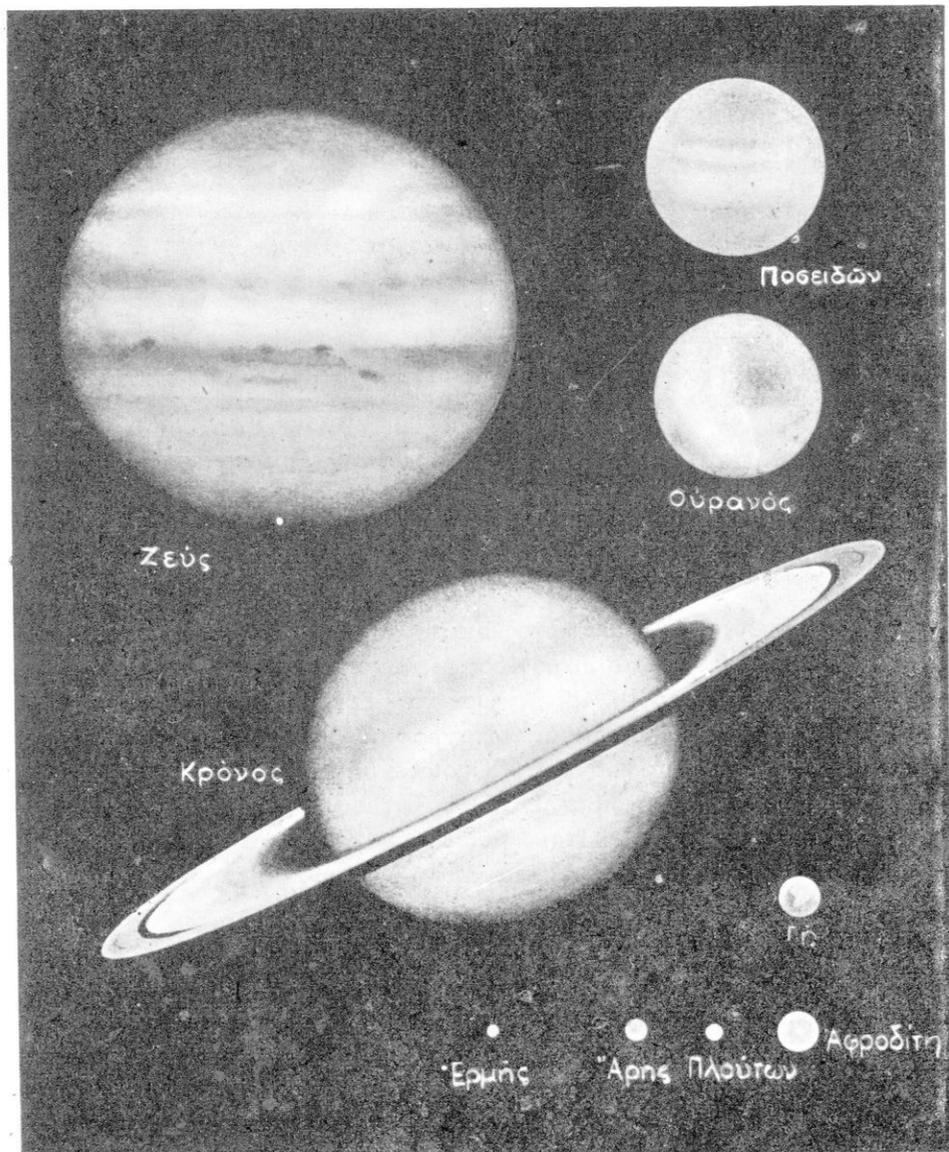
**58. Μεγέθη καὶ περιστροφή τῶν πλανητῶν.** α'. Εἰς τὸν πίνακα I παρέχονται ὅλα τὰ στοιχεῖα τῶν μεγάλων πλανητῶν. Εἰς τὸν δὲ πίνακα II (εἰς τὸ τέλος τοῦ κειμένου) τὰ κυριώτερα στοιχεῖα τῶν δορυφόρων.

β'. Ὅλοι οἱ πλανῆται περιστρέφονται περὶ ἄξονα. Οἱ περισσότερον βραδυκίνητοι ἐκ τῶν πλανητῶν εἶναι ὁ Ἑρμῆς καὶ ἡ Ἄφροδίτη, τῶν ὁποίων ἡ περιστροφή διαρκεῖ πολλὰς δεκάδας ἡμερῶν. Ἡ Γῆ καὶ ὁ Ἄρης περιστρέφονται εἰς 24 ὥρας. Ὅλοι ὅμως οἱ ἄλλοι πλανῆται, πλὴν τοῦ Πλούτωνος, παρὰ τὸ μέγα μέγεθός των, περιστρέφονται ταχύτατα, εἰς διάστημα μόνον 15 ἕως 10 ὥρῶν.

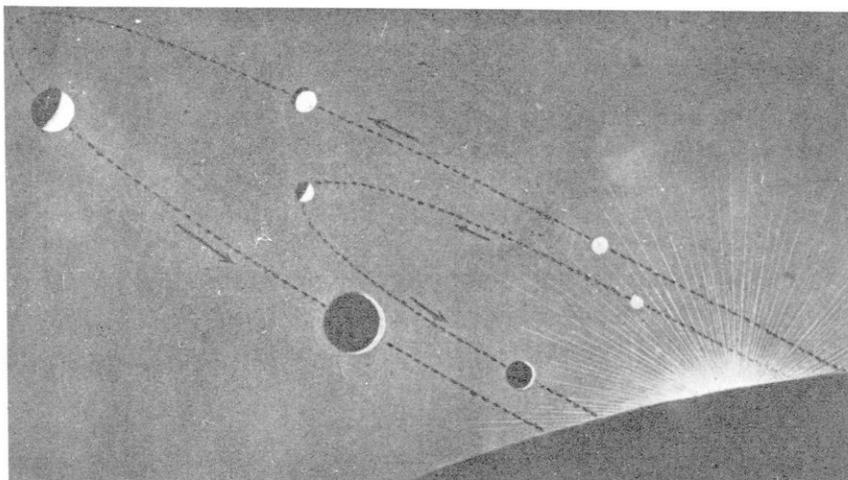
γ'. Πλὴν τῆς Ἄφροδίτης, ἡ ὁποία περιστρέφεται ἐξ Α πρὸς Δ (ἀνάδρομος φορά), ὅλοι οἱ πλανῆται κινοῦνται περὶ ἄξονα ἐκ Δ πρὸς Α (ὀρθή φορά).

δ'. Ὡς ἐκ τῆς ταχύτητος τῆς περιστροφῆς των, οἱ πλανῆται εἶναι πεπιεσμένοι εἰς τοὺς πόλους τοῦ ἄξονος περιστροφῆς των καὶ ἐξωγκωμένοι περὶ τὸν ἰσημερινόν των. Διὰ τοῦτο τὸ σχῆμά των δὲν εἶναι ἀκριβῶς σφαιρικόν, ἀλλ' ἑλλειψοειδές. Ἐὰν καλέσωμεν α τὴν ἰσημερινὴν ἀκτίνα ἐνὸς πλανῆτου καὶ β τὴν πολικὴν, ἦτοι τὸ ἥμισυ τοῦ ἄξονος περιστροφῆς του, τότε ὁ λόγος  $\frac{\alpha - \beta}{\alpha}$  καλεῖται **πλάτυνσις** τοῦ πλανῆτου.

**59. Ἑρμῆς.** Εἰς τὴν μέσην ἀπόστασιν τῶν 58 ἑκατ. km περίπου ὁ Ἑρμῆς κινεῖται περὶ τὸν ἥλιον εἰς 88 ἡμέρας. Λόγω τῆς μεγάλης ἐγγύτητός του πρὸς τὸν ἥλιον, δέχεται ἐξ αὐτοῦ φῶς καὶ θερμότητα ἑπτὰ φορὰς περισσότερον ἀπὸ τὴν γῆν. Λόγω δὲ τῆς μικρᾶς τιμῆς τῆς μεγίστης ἀποχῆς του, τῶν 28<sup>o</sup> (§ 56γ), ἂν καὶ ἀστήρ τοῦ α' μεγέθους, παρατηρεῖται πολὺ δυσκόλως ἐκ τῆς γῆς, ἐντὸς τοῦ



Εικ. 14. Συγκριτικά μεγέθη τών μεγάλων πλανητών.



Είκ. 15. Ὁ Ἑρμῆς (ἔσωτερικῶς) καὶ ἡ Ἀφροδίτη (ἔξωτερικῶς), κινούμενοι περὶ τὸν ἥλιον, ὅπως φαίνονται ἐκ τῆς γῆς. Διακρίνονται αἱ διαδοχικαὶ φάσεις των.

λυκαυγοῦς ἢ τοῦ λυκόφωτος, διὰ τοῦτο δὲ καὶ δὲν γνωρίζομεν πολλὰ περὶ αὐτοῦ. Εἶναι ὁ μικρότερος ἐκ τῶν πλανητῶν.

Ὁ Μάρινερ 10 προσήγγισε τὸν Ἑρμῆν (Ἀπρίλιος καὶ Ὀκτώβριος 1974). Αἱ ληφθεῖσαι φωτογραφίαι ἔδειξαν ὅτι ἡ ἐπιφάνειά του εἶναι γεμάτη ἀπὸ κρατῆρας. Ὁμοιάζει μὲ τὴν σελήνην.

Ὁ Ἑρμῆς περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαιρας, πολὺ ἀραιότερας ἀπὸ τὴν γηίνην. Ἡ θερμοκρασία του ἀνέρχεται εἰς  $+400^{\circ}\text{C}$ , εἰς τὸ ἡμισφαίριον ποὺ φωτίζεται ἀπὸ τὸν ἥλιον. Εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον, ἀντιθέτως, ἔχομεν  $-100^{\circ}\text{C}$ .

**60. Ἀφροδίτη.** Ἡ Ἀφροδίτη εἶναι ὁ λαμπρότερος ἀστὴρ τοῦ οὐρανοῦ μὲ μέγεθος κυμαινόμενον μεταξὺ  $-4,3$  καὶ  $-3,0$ . Ὀνομάζεται **Ἑωσφόρος** ἢ **Ἀύγερινός**, ὅταν φαίνεται τὴν πρωίαν εἰς τὸ λυκαυγές, καὶ **Ἑσπερος** ἢ **Ἀποσπερίτης**, κατὰ τὸ ἑσπέρας.

Κατὰ τὰς διαστάσεις, ὁμοιάζει περισσότερο τῶν ἄλλων πλανητῶν μὲ τὴν γῆν. Ἐκ παρατηρήσεων διὰ ραδιοτηλεσκοπιῶν ἐξάγεται ὡς χρόνος περιστροφῆς της, κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν, ἡ τιμὴ τῶν 243 ἡμερῶν.

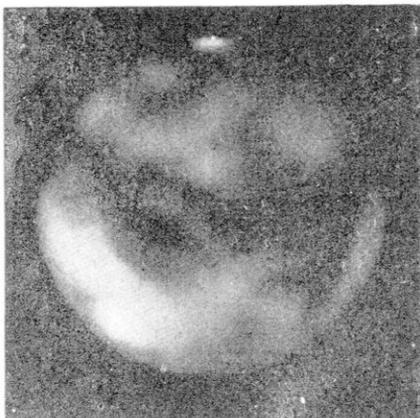
Ἡ Ἀφροδίτη περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας, πυκνοτέρας ἀπὸ τὴν γηίνην, εἰς τὴν ὁποίαν διεπιστώθη ἡ ὑπαρξίς νεφῶν. Μὲ τὰ διαστημόπλοια, τὰ ὁποῖα ἐστάλησαν εἰς τὴν Ἀφροδίτην μεταξύ 1962 καὶ 1974, εὐρέθη, ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρά της ἀποτελεῖται κατὰ 90% ἀπὸ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος καὶ μόνον κατὰ τὰ 5% ἀπὸ ἄζωτον, ἐνῶ τὸ ὀξυγόνον καὶ τὸ ὕδρογόνον περιορίζονται εἰς τὰ 1,5%. Ἡ θερμοκρασία ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας της εἶναι τῆς τάξεως τῶν + 450° C.

**61. Ἄρης. α΄.** Εἶναι ὁ περισσότερο γνωστὸς πλανήτης, διότι παρατηρεῖται ὑπὸ εὐνοϊκὰς συνθήκας κατὰ τὰς ἀνά διαιτίαν ἀντιθέσεις του, ἀλλὰ καὶ διότι ἀνά 15 περίπου ἔτη πλησιάζει τὴν γῆν εἰς ἀπόστασιν μόνον 55 ἑκατ. km ἀπ' αὐτῆς.

Ἡ διάμετρός του ἀντιστοιχεῖ εἰς τὰ 0,53 τῆς γηίνης. Ἡ ἔντασις τῆς βαρύτητος εἰς τὴν ἐπιφανείαν του περιορίζεται εἰς τὰ 0,38 τῆς γηίνης, εἰς τρόπον, ὥστε σῶμα βάρους 1 kg, μεταφερόμενον ἐπὶ τοῦ Ἄρεως, νὰ ζυγίζη μόνον 380 gr. Διὰ τοῦτο καὶ ἡ ταχύτης διαφυγῆς περιορίζεται ἐκεῖ εἰς 5 km/sec.

Ὁ Ἄρης περιστρέφεται περὶ ἄξονα εἰς χρόνον ἴσον σχεδὸν πρὸς ἐκεῖνον τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς, ἥτοι εἰς 24 ὥρ. 37 λ. 22,62 δ., ἐνῶ ὁ ἄξων τῆς περιστροφῆς του παρουσιάζει κλίσιν, ἴσην πρὸς 23° 59' ἔναντι τῶν 23° 27' τῆς κλίσεως τοῦ ἄξονος τῆς γῆς. Ὡς ἐξ αὐτῆς τῆς ἀντιστοιχίας τὸ ἔτος τοῦ Ἄρεως ἔχει τέσσαρας ἐποχάς, ἀναλόγους πρὸς τὰς γηίνας.

Εἰς τοὺς πόλους τοῦ Ἄρεως παρατηροῦνται, κατὰ τὴν ἐποχὴν τοῦ χειμῶνος καθενὸς ἡμισφαιρίου του, πάγοι, ἀνάλογοι πρὸς τοὺς γηίνους, οἱ ὁποῖοι ὁμως, κατὰ τὸ θέρος, ἐξαφανίζονται ἐντελῶς, προφανῶς λόγῳ τοῦ μικροῦ πλάτους των. Ἐξ ἄλλου, ἡ σπουδὴ τῶν φωτογραφιῶν τῆς ἀρειανῆς ἐπιφανείας, αἱ ὁποῖαι ἐλήφθησαν ἐκ διαστημοπλοίων, τὰ ὁποῖα προσήγγισαν τὸν Ἄρην μεταξύ 1962 καὶ 1972 μέχρις ἀποστάσεως 4.000 km, ἀπεκάλυψεν, ὅτι μεγάλαι ἐκτάσεις του καλύπτονται ἀπὸ κρατῆρας ἀναλόγους πρὸς τοὺς κρατῆρας τῆς Σελήνης, διαμέτρου 5 ἕως 120 km. Τὸ πλῆθος τῶν κρατῆρων τούτων ὑπολογίζεται εἰς 10.000, τὸ δὲ βάθος των νὰ φθάνη τὰ 4.000 m. Οἱ κρατῆρες καλύπτουν κυρίως τὰς ἐκτάσεις τῶν ἄλλοτε λεγομένων «διωρύγων» τοῦ Ἄρεως, διὰ τὰς ὁποίας ἐπι-



Εικ. 16. Φωτογραφία του πλανήτη Ἄρεως. Ἄνω διακρίνεται ὁ ἓνας πόλος του πλανήτη καλυπτόμενος ὑπὸ πάγων.

στεύετο, ὅτι ἦσαν τεχνικά ἔργα τῶν «κατοίκων» τοῦ Ἄρεως.

Ὁ Ἄρης περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαιράς πολὺ ἀραιᾶς, εἰς τὴν ὁποίαν ἀφθονεῖ τὸ ἄζωτον. Ἐπίσης παρατηροῦνται ὕδρατμοὶ καὶ νέφη ἐκ παγοκρυστάλλων, ἀλλὰ καὶ ἄμμου, τὴν ὁποίαν ἀνυσοῦν ἐκ τῆς ἐπιφανείας τῶν ἐρήμων τοῦ Ἄρεως ἄνεμοι, πνέοντες, ὅπως διεπιστώθη, μὲ ταχύτητα 36 km/h. Ἡ θερμοκρασία εἰς τὴν περιχρῆν τοῦ ἡμερινοῦ τοῦ Ἄρεως ἀνέρχεται κατὰ τὸ θέρος εἰς 30<sup>0</sup>

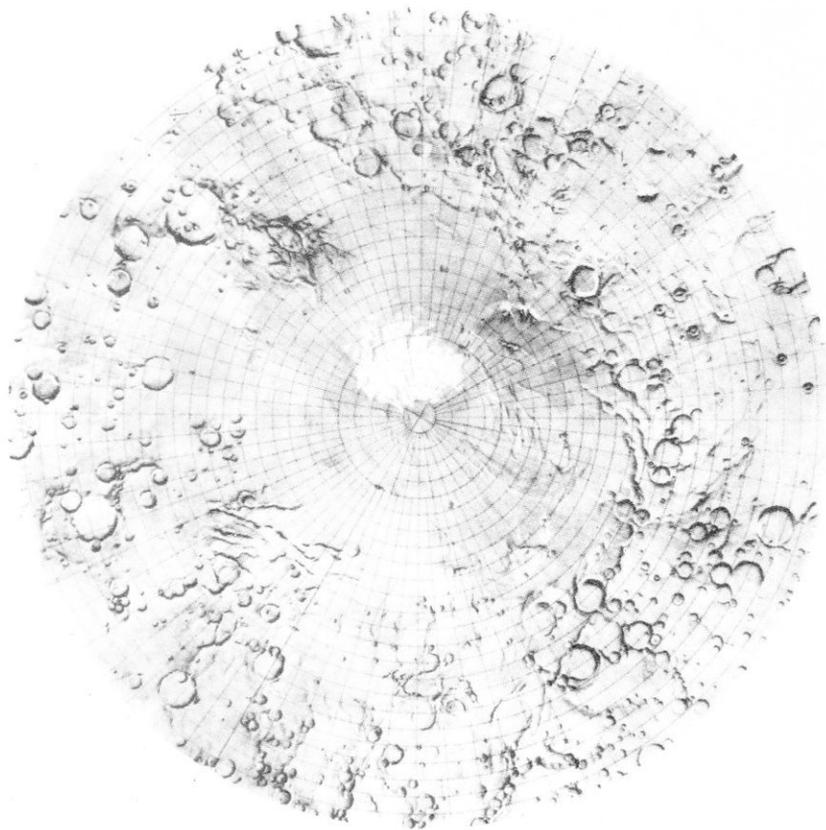
C, κατέρχεται δὲ εἰς τὰς πολικὰς περιοχὰς μέχρι τῶν - 60<sup>0</sup> C.

Αἱ φωτογραφίαι ἐκ τῶν διαστημοπλοίων ἀποδεικνύουν, ὅτι ἐπὶ τοῦ πλανήτη αὐτοῦ δὲν πρέπει νὰ ὑπάρχη ὕδωρ ἐν ὑγρᾷ καταστάσει, ἀφοῦ τὰ ὄρη καὶ οἱ κρατῆρες τοῦ Ἄρεως δὲν παρουσιάζουν διαβρώσεις. Φαίνεται λίαν πιθανόν, ὅτι ἡ κύμανσις τῆς θερμοκρασίας τοῦ πλανήτη, ἐν συνδυασμῷ πρὸς τὴν χαμηλὴν τιμὴν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, δὲν ἐπιτρέπουν τὴν τῆξιν τῶν πολικῶν χιόνων, ἀλλὰ τὴν ἐξάχνωσίν των, εἰς τρόπον ὥστε τὸ ὕδωρ νὰ μεταπίπτῃ κατ' εὐθείαν ἀπὸ τὴν ἀεριώδη κατάστασιν τῶν ὕδρατμῶν, εἰς ἐκείνην τοῦ πάγου καὶ ἀντιστρόφως.

Ἐπικρατεῖ τελευταίως ἡ ἄποψις, ὅτι εἰς τὸν Ἄρην ἡ ζωὴ καὶ ὑπὸ τὴν πλέον στοιχειώδη μορφήν αὐτῆς εἶναι προβληματική.

**β'.** Ἐκ τῶν δύο δορυφόρων τοῦ Ἄρεως, τοῦ **Φόβου** καὶ τοῦ **Δείμου**, ὁ πρῶτος παρουσιάζει τὸ μοναδικὸν φαινόμενον εἰς ὅλον τὸ ἡλιακὸν σύστημα νὰ περιφέρεται περὶ τὸν πλανήτην ἐντὸς 7 ὥρ. καὶ 39λ., ἥτοι εἰς χρόνον πολὺ μικρότερον ἀπὸ τὸν χρόνον περιστροφῆς τοῦ πλανήτη.

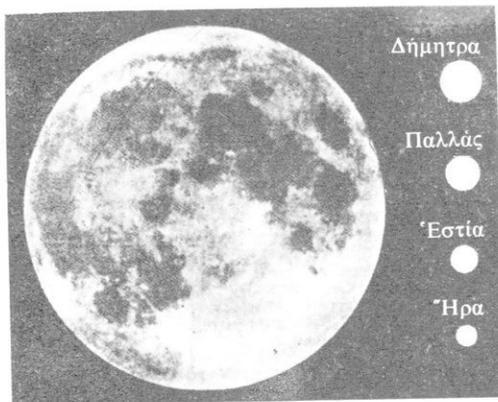
**62. Μικροὶ πλανῆται (ἀστεροειδεῖς).** Ὁ πρῶτος τῶν μικρῶν πλανητῶν ἀνεκαλύφθη τὸ 1801 ἀπὸ τὸν Ἰταλὸν ἀστρονόμον



Εικ. 16α. 'Ο πρώτος στερεογραφικός χάρτης τής Νοτίου Πολικῆς περιοχῆς τοῦ Ἄρεως ἐπὶ τῆ βάσει φωτογραφιῶν τοῦ Μάρινερ 9 (1972).

Ριάττι (Πιάτσι 1746 - 1826), ὅστις καὶ τὸν ὠνόμασε **Δήμητραν**. Οὗτος εἶναι καὶ ὁ μεγαλύτερος ὄλων, μὲ διάμετρον 770 km. Τὸ 1802 ἀνεκαλύφθη ὁ δεύτερος, ὀνομασθεὶς **Παλλὰς**, ὁ ὁποῖος ἔχει διάμετρον 490 km, καὶ μέχρι τοῦ 1807 ἀνεκαλύφθησαν ἄλλοι δύο ἢ **Ἑστία** καὶ ἢ **Ἥρα** ἔχοντες, ἀντιστοίχως, διάμετρον 390 καὶ 190 km. Ἐκτοτε ἀνεκαλύφθησαν μέχρι σήμερον (1975) πλέον τῶν 1850 μικροὶ πλανῆται, ὅλοι μικρότεροι τῶν τεσσάρων πρώτων.

Οἱ ἀστεροειδεῖς κινουῦνται περὶ τὸν ἥλιον εἰς τὴν μέσσην ἀπόστασιν τῶν 2,8 α.μ., ἀλλ' αἱ τροχιαὶ των ὁμως παρουσιάζουν ἐνίοτε



Εικ. 17. Συγκριτικά μεγέθη τών μεγάλων άστεροειδών ως προς τήν Σελήνην.

τόσον μεγάλας έκκεντρότητας, ώστε μερικοί πλησιάζουν τόν ήλιον περισσότερο του ΉΑρεως. Ο **Ίκαρος** μάλιστα έχει τó περιήλιόν του εις τήν άπόστασιν τών 28 έκατ. km άπό τόν ήλιον, ήτοι πλησιέστερον και του Έρμου, κατά τήν κίνησιν του δέ πλησιάζει τήν γήν εις άπόστασιν 16,5 έκατ. km. Άντιθέτως ó **Ίδαλγος** έχει τó άφή-

λίον του πλησίον του Κρόνου, εις τήν άπόστασιν έκ του ήλιου τών 9,4 α.μ.

**63. Ζεύς. α΄.** Ο Ζεύς είναι ó γίγας μεταξύ τών πλανητών. Δέν είναι μόνον ó μεγαλύτερος έξ αυτών, αλλά συγχρόνως είναι μεγαλύτερος όλων τών άλλων μαζί. Η διάμετρός του, ίση προς 140.720 km, και ó όγκος του 1318 φορές μεγαλύτερος τής γής. Άλλά και ή μάζα του είναι 318 φορές μεγαλυτέρα τής γηίνης και 2,5 φορές μεγαλυτέρα του συνόλου τών πλανητών και δορυφόρων. Παρά ταύτα ή πυκνότης του μόλις φθάνει εις 1,33, λαμβανομένης ως μονάδος τής πυκνότητος του ύδατος. Ο Ζεύς συμπληροί μίαν περιφοράν περι τόν ήλιον έντός 11 έτ. και 315 ήμ. περίπου.

Ο Ζεύς περιστρέφεται ταχύτατα, έντός μόνον 9 ώρ. 51 λ. Η περιστροφή του όμως δέν είναι όμοιόμορφος καθ' όλην του τήν έκτασιν, άλλ' έπιβραδύνεται προς τούς πόλους του.

Περιβάλλεται υπό πυκνής άτμοσφαιράς (θερμοκρασίας - 130° C), ή όποία περιέχει, κατά κύριον λόγον, ένώσεις άμμωνίας και μεθανίου. Διά τηλεσκοπίου δέν φαίνεται ή έπιφάνειά του, άλλά μόνον ή άτμόσφαιρά του, ή όποία παρουσιάζει πλατείας σκοτεινάς ταινίας, διαχωριζόμενας άπό φωτεινότερας ζώνας, έκτεινομένης παραλλήλως προς τόν ίσημερινόν του πλανήτου. Αί ζώναι και αί ταινίαι με-

ταβάλλουν συνεχῶς ὄψιν καὶ εὐ-  
ρος. Μεταξὺ αὐτῶν παρατηρεῖται  
ἡ καλουμένη «ἐρυθρὰ κηλὶς», μὲ  
διάμετρον τετραπλασίαν τῆς γηί-  
νης, ἡ ὁποία μετατοπίζεται ἀσθε-  
νῶς, ὡσάν αἰωρούμενος σχηματι-  
σμός, πρὸ τοῦ δίσκου τοῦ Διός.

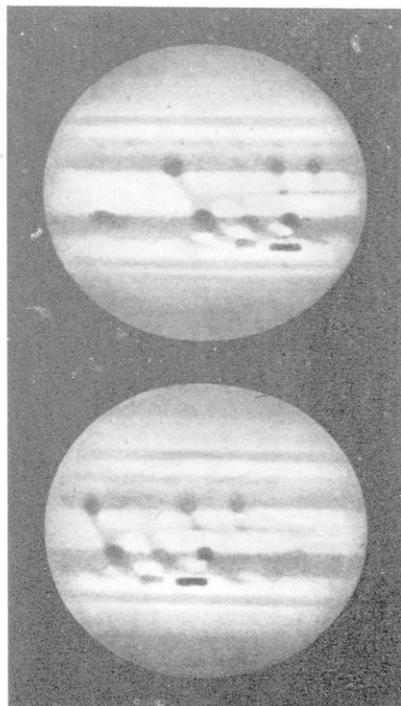
β'. Ἐκ τῶν 12 δορυφόρων τοῦ  
πλανήτου τούτου, οἱ τέσσαρες,  
**Γανυμήδης, Καλλιστώ, Ἴω** καὶ **Εὐ-  
ρώπη**, εἶναι πολὺ μεγάλοι, μὲ διά-  
μετρον ἀπὸ 4980 μέχρι 2880 km.  
Οἱ δύο πρῶτοι εἶναι μεγαλύτεροι  
τῆς σελήνης, τῆς ὁποίας ἡ διάμε-  
τρος περιορίζεται εἰς τὰ 3476 km.  
Οἱ ἔτεροι 8 φαίνονται μὲ ἰσχυρὰ  
τηλεσκόπια.

**64. Κρόνος. α'.** Ὁ Κρόνος  
εἶναι εἰς ἀπόστασιν 9,54 α.μ., πε-  
ριφέρεται δὲ περὶ τὸν ἥλιον ἐντὸς  
29 ἔτ. καὶ 167 ἡμ.

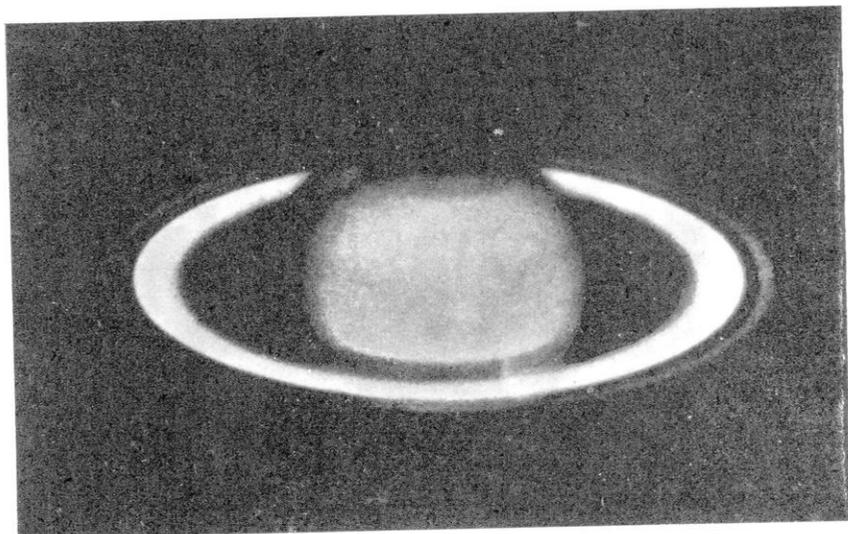
Περιστρέφεται περὶ ἄξονα ἐν-  
τὸς 10 ὥρ. καὶ 14 λ., παρουσιάζει  
δέ, ὅπως ὁ Ζεὺς, βραδυτέραν περι-  
στροφὴν μακρὰν τοῦ ἰσημερινοῦ  
του, δηλωτικὴν τῆς ρευστότητός του μέχρι μεγάλου βάθους ἐντὸς  
αὐτοῦ.

Ὅπως ὁ Ζεὺς, οὕτω καὶ ὁ Κρόνος, περιβάλλεται ὑπὸ πυκνῆς  
ἀτμοσφαίρας, ἀναλόγου συνθέσεως καὶ ὕψους, μετὰ ζωνῶν καὶ ται-  
νιῶν. Ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας του εὐρίσκεται ἴση πρὸς  $-155^{\circ}$  C.  
Πιστεύεται, ὅτι ὁ Κρόνος ἔχει τὴν ἰδίαν σύστασιν μὲ τὸν Δία.

β'. Τὸν Κρόνον περιβάλλει **δακτύλιος**, ὁ ὁποῖος τὸν καθιστᾷ  
τὸν θαυμασιώτερον τῶν πλανητῶν. Εἰς τὴν πραγματικότητα πρό-  
κειται περὶ τριῶν δακτυλίων συγκεντρικῶν, τῶν ὁποίων ἡ ἐσωτε-  
ρικὴ διάμετρος φθάνει τὰ 272.000 km, ἐνῶ τὸ συνολικόν των πλάτος



Εἰκ. 18. Δύο εἰκόνες τοῦ Διός, αἱ ὁ-  
ποῖαι δεικνύουν τὴν μετακίνησιν τῶν  
διαφόρων σχηματισμῶν του, ἐντὸς  
μῆς ὥρας, λόγω τῆς ταχείας περι-  
στροφῆς του.



Είκ. 19. Ὁ πλανήτης Κρόνος.

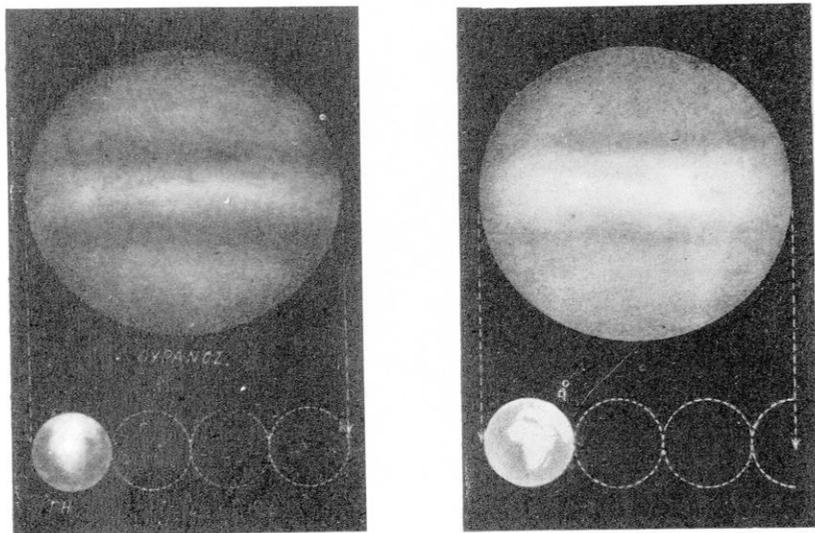
ἀνέρχεται εἰς τὰ 66.000 km. Τὸ πάχος των ὁμως εἶναι πολὺ μικρόν· περίπου 20 km.

Οἱ δακτύλιοι τοῦ Κρόνου δὲν εἶναι συμπαγῆς ὕλη, ἀλλὰ σύνολον σωματίων, πιθανῶς παγοκρυστάλλων, ἕκαστον τῶν ὁποίων περιφέρεται περὶ τὸν πλανήτην. Λόγω ὁμως τῆς μεγάλης ἀποστάσεως, ὅλα αὐτὰ τὰ σωματῖα δίδουν τὴν ἐντύπωσιν τοῦ συνεχοῦς δακτυλίου. Τὸ 1969 ἀνεκαλύφθη καὶ τέταρτος δακτύλιος. Ἔχει 10 δορυφόρους.

**65. Οὐρανός.** Τὸν πλανήτην αὐτὸν ἀνεκάλυψε τυχαίως ὁ W. Herschel τὴν 13ην Μαρτίου 1781. Περιστρέφεται εἰς 10 ὥρ. 49 λ. περὶ ἄξονα, τοῦ ὁποίου ἡ κλίσις φθάνει τὰς 98°. Οὕτω, δύναται νὰ λεχθῆ, ὅτι κυλιέται ἐπὶ τῆς τροχιάς του περὶ τὸν ἥλιον.

Ὁ Οὐρανός, ὅπως ὁ Ζεὺς καὶ ὁ Κρόνος, παρουσιάζει ζώνας καὶ ταινίας, ἐναλλάξ φωτεινὰς καὶ σκοτεινὰς. Ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας του κατέρχεται εἰς τοὺς  $-185^{\circ}$  C. Ὁ Οὐρανός ἔχει πέντε δορυφόρους.

**66. Ποσειδῶν.** Ἡ ὕπαρξις τοῦ πλανήτου τούτου διεπιστώθη



Εικ. 20. Οί πλανήται Ούρανός και Ποσειδών έν συγκρίσει πρὸς τὴν γῆν.

ἐκ τῶν παρῆλεξων, τὰς ὁποίας ἀσκεῖ ἐπὶ τοῦ Οὐρανοῦ. Ὁ Γάλλος μαθηματικὸς Le Verrier (Λεβερριέ, 1811 - 1877), ὑπελόγησε θεωρητικῶς καὶ ὑπέδειξε τὴν ἀκριβῆ θέσιν, εἰς τὴν ὁποίαν ἔπρεπε νὰ εὐρίσκεται ὁ ἄγνωστος πλανήτης, ὅπου δὲ καὶ πράγματι ἀνευρέθη τὴν 23ην Σεπτεμβρίου 1846 ὑπὸ τοῦ Γερμανοῦ ἀστρονόμου Galle (Γκάλλε), ὡς ἀστὴρ 8ου μεγέθους.

Ὁ Ποσειδῶν ἀπέχει ἐκ τοῦ ἡλίου 30,06 α.μ. ἤτοι 4,5 δισεκ. km περίπου καὶ συμπληροῖ τὴν περιφορὰν του εἰς 164,8 ἔτη. Ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας του εἶναι  $-200^{\circ}$  C. Ἔχει 2 δορυφόρους.

**67. Πλούτων.** Ὁ πλανήτης οὗτος ἀνεκαλύφθη φωτογραφικῶς τὸ 1930 καὶ εἶναι ὁ τελευταῖος γνωστὸς σήμερον πλανήτης.

Ἡ μέση ἀπόστασις τοῦ Πλούτωνος ἐκ τοῦ ἡλίου ἰσοῦται μὲ ἕξ περίπου δισεκ. km, ἡ δὲ περιφορὰ του συμπληροῦται εἰς 248 ἔτη. Ὁ Πλούτων φαίνεται ὡς ἀστὴρ 14,5 μεγέθους. Ἡ πραγματικὴ του διάμετρος ἰσοῦται μὲ 5800 km.

## Ἀσκήσεις

40. Εἰς τὴν γῆν, τῆς ὁποίας ἡ κλίσις τοῦ ἄξονος εἶναι ἴση μὲ  $23^{\circ} 27'$ , ἡ μὲν διακεκαυμένη ζώνη ἐκτείνεται  $23^{\circ} 27'$  ἑκατέρωθεν τοῦ ἰσημερινοῦ, αἱ δὲ κατεφυγμέναι καλύπτουν ἕκτασιν  $23^{\circ} 27'$  ἀπὸ τῶν γηίνων πόλων. Καθορίσατε ἐπακριβῶς τὴν θέσιν καὶ τὴν ἕκτασιν ἐκάστης τῶν ζωνῶν τῶν πλανητῶν Ἄρεως, Διὸς καὶ Κρόνου.

41. Εὗρετε εἰς ε.φ. τὴν ἀπόστασιν ἐκάστου τῶν πλανητῶν ἐκ τοῦ ἡλίου, βάσει τῶν δεδομένων τῶν στηλῶν 1 καὶ 2 τοῦ πίνακος I.

42. Εὗρετε τὴν ἕκτασιν τῆς ἐπιφανείας ἐκάστου τῶν πλανητῶν ὡς πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς, βάσει τῆς διαμέτρου τῶν πλανητῶν ἐκπεφρασμένης εἰς γηίνας διαμέτρους.

43. Εὗρετε πόση εἶναι ἡ μᾶζα τοῦ Διὸς ὡς πρὸς τὴν τοῦ ἡλίου.

44. Καθορίσατε τὰ ὄρια τῆς ἀποστάσεως ἑνὸς ἐκάστου τῶν πλανητῶν ἀπὸ τῆς γῆς, λαμβάνοντες ὡς βάσιν τὴν μέσσην ἀπόστασιν καθενὸς τῶν πλανητῶν ἐκ τοῦ ἡλίου.

45. Καθορίσατε τὸ ποσοστὸν τοῦ φωτὸς καὶ τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον δέχονται οἱ ἀστεροειδεῖς, ἐν σχέσει πρὸς ἐκεῖνο ποῦ φθάνει εἰς τὴν γῆν.

### III. Κομήται καὶ μετέωρα

**68. Μορφή, μέγεθος καὶ πλῆθος τῶν κομητῶν. α'.** Ἐκτὸς τῶν πλανητῶν καὶ τῶν δορυφόρων των, εἰς τὸ ἡλιακὸν σύστημα ἀνήκουν καὶ μερικὰ ἄλλα σώματα, τὰ ὁποῖα ὀνομάζονται **κομήται**.

Κάθε κομήτης ἀποτελεῖται ἀπὸ τρία μέρη : τὸν **πυρήνα**, ὁ ὁποῖος εἶναι τὸ λαμπρότερον τμήμα τοῦ κομήτου καὶ ἔχει τὴν ὄψιν ἀστέρος· τὴν **κόμην**, ἡ ὁποία ἔχει νεφελώδη ὄψιν καὶ περιβάλλει τὸν πυρήνα· καὶ τὴν **οὐράν**, ἡ ὁποία ἀποτελεῖ ἐπιμήκη προέκτασιν τῆς κόμης. Ὁ πυρὴν καὶ ἡ κόμη συναποτελοῦν τὴν **κεφαλὴν** τοῦ κομήτου. Μερικοὶ κομήται παρουσιάζουν καὶ πολλὰς οὐράς, δύο ἕως ἑξ. Κατὰ κανόνα, αἱ οὐραὶ τῶν κομητῶν διευθύνονται πρὸς τὸ ἀντίθετον μέρος ἐκείνου, ὅπου εὐρίσκεται ὁ ἥλιος.

**β'.** Σχεδὸν ὅλοι οἱ κομήται εἶναι σώματα τεραστίων διαστάσεων. Ἡ κεφαλὴ ἔχει συνήθως τὸ μέγεθος τῆς γῆς, δυνατὸν ὅμως νὰ εἶναι καὶ πλεον ἀπὸ 10 φορές μεγαλυτέρα. Ἐξ ἄλλου, τὸ μῆκος τῆς οὐρᾶς δύναται νὰ φθάσῃ καὶ τὰς 2 α.μ. Ὅσοι δὲ κομήται φαί-



Εικ. 21. Ὁ κομήτης τοῦ Μπρούξ.

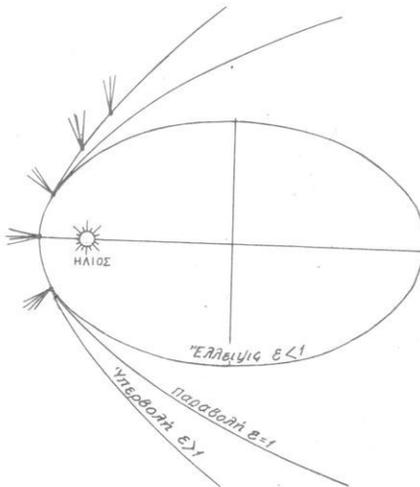
νονται διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ ἔχουν συνήθως οὐρὰν μήκους ἀπὸ 10 ἑκατ. km καὶ ἄνω. Εἶναι ὅμως δυνατὸν νὰ ὑπάρχουν κομήται ἄνευ οὐρᾶς.

γ'. Παρὰ τὸν μέγιστον ὄγκον των, ἡ μάζα τῶν κομητῶν εἶναι πολὺ μικρὰ πάντοτε. Κομήτης μετρίου μεγέθους ἔχει συνήθως μάζαν μικροτέραν καὶ τοῦ ἑκατομμυριοστοῦ τῆς γῆνης.

**69. Τροχιαὶ τῶν κομητῶν· περιοδικοὶ καὶ μὴ περιοδικοὶ κομηταί.** α'. Αἱ τροχιαὶ τῶν κομητῶν εἶναι, κατὰ κανόνα, ἢ λίαν ἐπιμήκεις ἑλλείψεις, ἢ παραβολαὶ ἢ ὑπερβολαὶ (σχ. 10).

β'. Ὅσοι κομηταί ἔχουν ἑλλειπτικὴν τροχίαν κινουῦνται περὶ τὸν ἥλιον ἐντὸς ὠρισμένου χρόνου, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ὀνομάζονται **περιοδικοί**. Ἀντιθέτως, ὅταν αἱ τροχιαὶ των εἶναι ἀνοικταὶ (παραβολαὶ ἢ ὑπερβολαί), ἔρχονται πλησίον τῆς ἡλιακῆς ἐστίας, εἰς τὸ περιήλιόν των, ἐφ' ἅπας καὶ δὲν ἐπανέρχονται πλέον εἰς αὐτό.

Διὰ τοῦτο οἱ κομηῆται αὐτοὶ καλοῦνται μὴ περιοδικοί.



Σχ. 10.

γῶ περιοδικοὶ κομηῆται διήλθον κάποτε πλησίον κάποιου ἀπὸ τοὺς μεγάλους πλανήτας, οἱ ὅποιοι, μὲ τὴν ἰσχυρὰν ἔλξιν των, μετέβαλον τὴν τροχίαν των, ἔγιναν περιοδικοὶ καὶ τὰ ἀφήλιά των εἶναι πλησίον ἐκείνου τοῦ πλανήτου, ὁ ὁποῖος καὶ τοὺς ἤ γ ρ ε υ σ ε ν. Ὡς ἐκ τούτου, οἱ κομηῆται αὐτοὶ διαχωρίζονται εἰς οἰ κ ο γ ε ν ε ἰ α ς. Καθεμία ἐξ αὐτῶν περιλαμβάνει τοὺς κομηῆτας ἐκείνου τοῦ πλανήτου, ὅστις μὲ τὴν ἄγραν του τοὺς κατέστησε περιοδικούς.

Σήμερον δεχόμεθα, ὡς πιθανώτερον τὴν ἐκδοχὴν, ὅτι οἱ κομηῆται, ἐν γένει, δὲν εἶναι ξένοι πρὸς τὸ ἡλιακὸν μας σύστημα, ἀλλ' ὅτι καὶ οἱ μὴ περιοδικοὶ ἀκόμη ἀνήκουν εἰς αὐτό, ἔχουν δὲ τὰ ἀφήλιά των εἰς μίαν πολὺ μεγάλην ἀπόστασιν ἐκ τοῦ ἡλίου. Ἡ ἀπόστασις αὐτὴ πιθανὸν νὰ ὑπερβαίνει καὶ τὰς 100.000 α.μ. Ἀλλὰ καὶ ἐκεῖ ἡ ἑλκτικὴ δύναμις τοῦ ἡλίου τοὺς συγκρατεῖ, ἐφ' ὅσον δὲν ὑπάρχει πλησίον των κανεὶς ἄλλος ἀστήρ, ὁ δὲ πλησιέστερος εὑρίσκεται εἰς ἀπόστασιν πλεόν των 4 ε.φ.

### 71. Φυσικὴ κατάστασις καὶ χημικὴ σύστασις τῶν κομητῶν.

α'. Τὸ φῶς τῶν κομητῶν εἶναι, ἐν μέρει, ἰδικόν των καὶ ὀφείλεται κυρίως εἰς ἐκρήξεις, αἱ ὅποια συμβαίνουν εἰς τοὺς πυρῆνας των. Τὸ μεγαλύτερον ὅμως μέρος τοῦ φωτός των εἶναι ἡλιακόν, τὸ ὅποιον

καί ανακλῶν. Διὰ τοῦτο ἄλλωστε καί φαίνονται λαμπρότεροι, καθ' ὅσον πλησιάζουν πρὸς τὸν ἥλιον.

**β'.** Ἡ φασματοσκοπικὴ ἔρευνα τῶν κομητῶν ἀπέδειξε, ὅτι ἡ ὕλη των συνίσταται κυρίως ἐκ μετάλλων, μάλιστα δὲ σιδήρου. Ἡ κεφαλὴ των ἀποτελεῖται ἀπὸ μεγάλα τεμάχια πάγου ἐκ μεθανίου, ἀμμωνίας καὶ ὕδατος μὲ διαφόρους προσμίξεις σιδήρου, νικελίου καὶ ἀσβεστίου.

**γ'.** Σήμερον δεχόμεθα, ὅτι οἱ πυρῆνες τῶν κομητῶν δὲν εἶναι συμπαγεῖς, ἀλλ' ἀποτελοῦνται ἀπὸ στερεὰ σώματα διαφόρων μεγεθῶν, τὰ ὅποια, ὡσὰν σμῆνος ἵπταμένων πτηνῶν, κινοῦνται ὁμαδικῶς ἐπὶ τῆς αὐτῆς τροχιάς. Αἱ οὐραί, τέλος, αἱ ὅποιαί ἀναπτύσσονται κυρίως, ὅταν οἱ κομηταὶ πλησιάζουν τὸν ἥλιον καὶ διευθύνονται πάντοτε ἀντιθέτως τοῦ ἡλίου (σχ. 10). Σχηματίζονται διὰ τῆς **πίεσεως τῆς ἀκτινοβολίας** τοῦ ἡλίου ἐπὶ τῶν μικρῶν σωματιδίων, τὰ ὅποια ἀπωθοῦνται ἀπὸ τὴν κόμη. Ὁφείλονται ἀκόμη καὶ εἰς τὸν « ἡλιακὸν ἄνεμον », ἥτοι τὴν σωματιακὴν ἀκτινοβολίαν, τὴν προερχομένην ἐκ τοῦ ἡλίου.

**72. Οἱ κομηταὶ τοῦ Biela καὶ τοῦ Halley. α'.** Ὁ κομήτης τοῦ Biela (Βιέλα) ἀνεκαλύφθη τὸ 1826 καὶ διεπιστώθη, ὅτι ἦτο περιδικός, τῆς οἰκογενείας τοῦ Διός, 6,6 ἐτῶν. Ἐνῶ ἐπανήρχετο κανονικῶς ἀνά 6,6 ἔτη, ἔξαφνα τὸ 1845 παρουσίασε διόγκωμα τῆς κεφαλῆς, τὸ ὅποιον τελικῶς ἀπέκόπη καὶ ἀπεμακρύνθη τοῦ κυρίως κομήτου, ἐνῶ γέφυρα φωτεινῆς ὕλης συνήνωνε τὰ δύο μέρη. Εἰς τὴν ἐπομένην ἐμφάνισιν, τὸ 1852, ἐφαίνετο διπλοῦς, μετὰ ταῦτα ὅμως, δὲν ἐπανῆλθε πλέον. Ὅταν, τέλος, τὴν 27ην Νοεμβρίου 1872 ἡ γῆ διῆλθεν ἐκ σημείου τῆς τροχιάς τῆς, ἀπὸ τὸ ὅποιον τότε ἔπρεπε νὰ διέλθη καὶ ὁ ἄλλοτε κομήτης, ἔλαβε χώραν ἑκτακτος **βροχὴ διαττόντων ἀστέρων**, ἀνερχομένων εἰς ἑκατομμύρια, ἡ ὅποια προφανῶς ὠφέιλετο εἰς τοὺς ἀναριθμήτους κόκκους τοῦ κονιορτοῦ, πού διέσπειρεν ὁ κομήτης.

**β'.** Ὁ κομήτης τοῦ Halley (Χάλλεϋ) εἶναι περιδικός μὲ περίοδον 76 ἐτῶν, τὸ δὲ ἀφήλιόν του εὐρίσκεται πλησίον τοῦ Ποσειδῶνος. Ὅπως διεπιστώθη, οὗτος παρετηρεῖτο πάντοτε, ὡσάκις διήρχετο ἐκ τοῦ περιηλίου του, λόγῳ τοῦ μεγάλου μεγέθους του. Ἀπὸ τῶν χρόνων τῆς ἀρχαιότητος (240 π.Χ.) ἔχει παρατηρηθῆ 28 φορές. Ἡ τελευταία διάβασίς του ἐκ τοῦ περιηλίου ἔγινε τὸν Ἀπρίλιον τοῦ 1910, ἡ δὲ προσεχὴς θὰ λάβῃ χώραν τὸ 1986. Κατ' αὐτὴν



Εικ. 22. Ὁ κομήτης τοῦ Χάλλεϋ, ὡς ἐφαίνετο τὴν 8ην Μαΐου (ν.ῆ.) 1910.

θὰ διήρχετο μεταξύ γῆς καὶ ἡλίου τὴν νύκτα τῆς 19ης πρὸς τὴν 20ὴν Μαΐου (ν.ῆ.).

Φαίνεται ὅτι τὸ βόρειον ἡμισφαίριον τῆς γῆς ἐβυθίσθη εἰς τὴν οὐρὰν τοῦ κομήτου. Ἐν τούτοις, οὐδὲν ἀξιόλογον φαινόμενον παρετηρήθη. Ἀπεδείχθη, κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, ὅτι πράγματι αἱ κομητικαὶ οὐραὶ συνίστανται ἐξ ἀραιοτάτης ὕλης καί, ὅτι ἡ παρουσία τῶν κομητῶν, παρὰ τὴν ἐπιβλητικότητά τῆς μορφῆς των, δὲν συνεπάγεται κινδύνους διὰ τὴν ἀνθρωπότητα.

**73. Μετέωρα. α'.** Καλοῦμεν **μετέωρα** τὰ μικρὰ σώματα, συνήθως τοῦ μεγέθους μικρῶν κόκκων ἄμμου καὶ χαλίκων, ἐνίοτε δὲ καὶ μεγαλύτερα, τὰ ὅποια εὐρίσκονται διεσπαρμένα εἰς τὸν χῶρον τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος.

Τὰ μετέωρα, προερχόμενα κυρίως ἀπὸ τὴν διάλυσιν κομητῶν, κινοῦνται μετὰ ταχυτήτων μεγάλων, συνήθως 15 ἕως 45 km/sec, ὅση εἶναι καὶ ἡ ταχύτης τῶν κομητῶν, τῶν κινουμένων ἐπὶ ἑλλειπτικῶν, παραβολικῶν καὶ ὑπερβολικῶν τροχιῶν.

Τὸ σύνολον τῶν μετεώρων ἀποτελεῖ τὴν **μετεωρικὴν ὕλην**.

**β'.** Ἐὰν ἡ γῆ, κινουμένη περὶ τὸν ἥλιον μὲ ταχύτητα 30 km/sec περίπου, συναντήσῃ μετέωρον, τότε, ὡς ἐκ τῆς συνθέσεως τῆς ταχύτητος γῆς καὶ μετεώρου, τοῦτο ὑφίσταται τὴν τριβὴν μετὰ τῶν μορίων τῆς γηίνης ἀτμοσφαιρας, ὥστε εἰς τὸ ὕψος τῶν 120 km, λόγω τῆς ἀναπτυσσομένης θερμότητος, διαπυροῦται ἐξωτερικῶς. Καὶ ἐὰν μὲν τοῦτο εἶναι μικρῶν διαστάσεων, τοῦ μεγέθους κόκκου ἄμμου, κατακαίεται καὶ ἀποτεφροῦται ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιρας, εἰς διάστημα 2 ἕως 3 δευτερολέπτων. Τὸ μετέωρον φαίνεται τότε ὡς ἀστὴρ κινούμενος ταχέως καὶ ἀφήνει ὀπισθὲν τοῦ φωτεινὴν οὐρανόν. Διὰ τοῦτο, ἐπεκράτησε νὰ ὀνομάζεται **διάττων ἀστὴρ**. Ἐὰν ὅμως ἔχη διαστάσεις μεγαλυτέρας, τότε πυρακτοῦται ἐξωτερικῶς καὶ ἐκρήγνυται, ὁπότε καὶ ἀκούεται κάποτε ἰσχυρὸς ὁ κρότος τῆς ἐκρήξεως. Τότε ἔχομεν φαινόμενον **βολίδος**. Τέλος, ἐὰν τὸ μετέωρον εἶναι μεγαλύτερον τοῦ μεγέθους καρυδίου, τότε, ὁπωςδήποτε, δὲν προλαμβάνει νὰ ἀποτεφρωθῇ ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιρας καὶ καταπίπτει, καιόμενον, ἐπὶ τοῦ ἐδάφους. Οἱ ἀνευρισκόμενοι ἐπὶ τῆς γῆς μετεωρίται ὀνομάζονται καὶ **μετεωρόλιθοι** ἢ καὶ **ἀερόλιθοι**. Μερικοὶ τούτων σχηματίζουν κρατῆρας, ὅπως εἶναι τῆς Ἀριζόνας καὶ τοῦ Κεμπέκ τῆς Ἀμερικῆς.

**74. Πλῆθος καὶ βροχαὶ διαττόντων. α'.** Ὑπολογίζεται ὅτι, κατὰ μέσον ὄρον, πίπτουν εἰς ἓνα τόπον 30 - 40 διάττοντες καθ' ὥραν. Ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀνέρχεται εἰς 10.000 τὴν ὥραν, ἐὰν ληφθοῦν ὑπ' ὄψιν καὶ ὅσοι ἄμυδροὶ φαίνονται μόνον εἰς τὰ τηλεσκόπια. Οὕτως, εὐρίσκεται, ὅτι τὸ πλῆθος τῶν διαττόντων, τὸ ὁποῖον πίπτει καθ' ἡμέραν εἰς ὅλην τὴν γῆν, ὑπερβαίνει τὰ 10 ἑκατομ. καὶ ὅτι ἐτησίως ὁ ἀριθμὸς τῶν φθάνει τὰ 4 δισεκ.

**β'.** Καθ' ὠρισμένας ἡμερομηνίας τοῦ ἔτους, οἱ παρατηρούμενοι διάττοντες εἶναι ἀφθονώτεροι τῶν συνήθων. Τότε λέγομεν, ὅτι ἔχομεν φαινόμενον **βροχῆς διαττόντων**.

Αἱ βροχαὶ διαττόντων ὀφείλονται εἰς μετεωρικὴν ὕλην, προερχομένην συνήθως ἀπὸ ὠρισμένους κομήτας, διαλυθέντας μερικῶς ἢ ὀλικῶς, διὰ μέσου τῆς ὁποίας διέρχεται ἡ γῆ καθ' ὠρισμένας ἡμέρας τοῦ ἔτους, ὅταν εὐρίσκεται εἰς τὴν περιοχὴν τῆς τομῆς τῆς τροχιᾶς τῆς μετὰ τῆς τροχιᾶς τοῦ κομήτου ἢ πλησίου αὐτῆς.

**75. Ζωδιακὸν καὶ ἀντιζωδιακὸν φῶς. α'.** Κατὰ τοὺς μῆνας Ἰανουάριον ἕως

Ἄπριλιον, μετὰ τὴν λήξιν τοῦ λυκόφωτος, φαίνεται εἰς τὸν δυτικὸν ὀρίζοντα, ὑπόλευκον καὶ διάχυτον, πολὺ ζωηρὸν φῶς ὡς τριγωνικὴ στήλη, ἐκτεινομένη κατὰ μῆκος τῆς ἐκλειπτικῆς· τὸ ὕψος τοῦ φωτός, εἰς τὴν Ἑλλάδα, φαίνεται νὰ περιορίζεται εἰς 50°. Ἀνάλογον φῶς παρατηρεῖται καὶ εἰς τὸν ἀνατολικὸν ὀρίζοντα, πρὸ τοῦ λυκαυγῶς (Ἰοκτώβριον καὶ Νοέμβριον). Τὸ καλοῦμεν **ζωδιακὸν φῶς**.

Τὸ φῶς αὐτὸ προέρχεται ἀπὸ τὴν ἀνάκλασιν τοῦ ἡλιακοῦ φωτός ὑπὸ σωματιδίων, τὰ ὅποια, ὡς ἀραιὸς κονιορτός, εὐρίσκονται διακεχυμένα εἰς τὸν χῶρον μεταξὺ τῶν πλανητῶν, κυρίως δὲ ἀπὸ τοῦ ἡλίου μέχρι τοῦ Ἄρεως. Ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ ζωδιακοῦ φωτός συνάγεται, ὅτι τὸ κονιορτώδες τοῦτο νέφος εἶναι φακοειδές καὶ ὅτι τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς τῆς γῆς εἶναι τὸ ἐπίπεδον συμμετρίας του.

**β'.** Τὸ **ἀντιζωδιακὸν φῶς**, ἐξ ἄλλου, πολὺ ἀσθενέστερον τοῦ ζωδιακοῦ καὶ τὸ πιθανώτερον ἀναλόγου προελεύσεως, παρατηρεῖται πάντοτε εἰς θέσεις τοῦ οὐρανοῦ, ἐκ διαμέτρου ἀντιθέτους ἐκείνων, εἰς τὰς ὁποίας εὐρίσκεται ὁ ἥλιος, ἐκτείνεται δὲ ἐπὶ μικρᾶς περιοχῆς τοῦ οὐρανοῦ, σχήματος ἐλλειπτικοῦ.

### Ἀσκήσεις

46. Εὑρετε τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ἡμιάξονος τῆς τροχιάς τοῦ κομήτου τοῦ Halley, τοῦ ὁποίου ἡ περίοδος εἶναι 76 ἔτη.

47. Εὑρετε εἰς πόσον χρόνον περιφέρεται γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιον κομήτης, τοῦ ὁποίου τὸ μὲν περιῆλιον ἀπέχει ἐκ τοῦ ἡλίου 0,8 α.μ., τὸ δὲ ἀφήλιον 5,4 α.μ.

48. Εὑρετε πόση εἶναι, κατὰ μέσον ὄρον, ἡ μᾶζα ἐκάστου τῶν διαττόντων, ἐὰν ληφθῇ ὑπ' ὄψιν, ὅτι τὸ συνολικὸν ἐτήσιον πλῆθος των φθάνει τὰ 4 δισεκατομμύρια καὶ ὅτι ἡ συνολικὴ μᾶζα των, ἐτησίως, ἀνέρχεται εἰς 25.000 τόννους.

Ι. Σχήμα καὶ φυσικὴ κατάστασις τῆς γῆς

76. Ἡ γήινη σφαῖρα· ἄξων αὐτῆς καὶ κύκλοι τῆς ἐπιφανείας τῆς. α'. Ἡ γῆ εἶναι σφαιρικὴ καὶ μεμονωμένη εἰς τὸ διάστημα. Ἐκτὸς πολλῶν ἄλλων ἀποδείξεων, τοῦτο πιστοποιοῦν πλέον αἱ φωτογραφίαι τῆς γῆς, αἱ ληφθεῖσαι ὑπὸ διαστημοπλοίων.

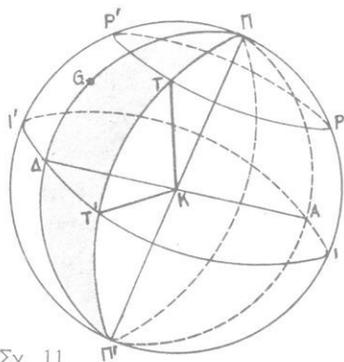
β'. Καλοῦμεν ἄξονα τῆς γήινης σφαίρας (σχ. 11) τὴν διάμετρον αὐτῆς ΠΠ', περὶ τὴν ὁποίαν περιστρέφεται. Τὰ πέρατα τοῦ ἄξονος Π καὶ Π' καλοῦνται πόλοι τῆς γῆς· βόρειος μὲν ὁ Π, ὁ ἑστραμμένος πρὸς βορρᾶν, νότιος δὲ ὁ Π', ἑστραμμένος πρὸς νότον.

γ'. Ὀνομάζεται ἰσημερινὸς τῆς γῆς ὁ μέγιστος κύκλος αὐτῆς ΙΤ'Ι', ὁ κάθετος πρὸς τὸν ἄξονά της καὶ διερχόμενος διὰ τοῦ κέντρου της Κ. Ὁ ἰσημερινὸς χωρίζει τὴν γῆν εἰς δύο ἡμισφαίρια, τὸ βόρειον ἡμισφαίριον καὶ τὸ νότιον ἡμισφαίριον. Οἱ παράλληλοι πρὸς τὸν ἰσημερινὸν μικροὶ κύκλοι, ὡς ὁ ΡΤΡ', καλοῦνται παράλληλοι κύκλοι τῆς γῆς.

δ'. Οἱ μέγιστοι κύκλοι, οἱ διερχόμενοι διὰ τῶν πόλων τῆς γῆς, ὅπως ὁ ΠΠΠ' καλοῦνται μεσημβρινοί. Ἐκ τούτων, ὁ διερχόμενος διὰ τοῦ ἀστεροσκοπέου τοῦ Greenwich (Γρήνουϊτς) τῆς Ἀγγλίας G, θεωρεῖται ὡς πρῶτος μεσημβρινός. Ὁ πρῶτος μεσημβρινός, ἔστω ΠΓΠ', χωρίζει τὴν γῆν εἰς δύο ἡμισφαίρια, ἐκ τῶν ὁποίων, τὸ μὲν ἀντιστοιχοῦν πρὸς τὴν ἡμιπεριφέρειαν ΔΙΑ καλεῖται ἀνατολικὸν ἡμισφαίριον, τὸ δὲ ἀντιστοιχοῦν πρὸς τὸ ἄλλο ἡμισφ. ΔΙ'Α δυτικὸν ἡμισφαίριον.

77. Γεωγραφικὰ συντεταγμένα. α'. Ἐστω τυχῶν τόπος Τ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς (σχ. 11) καὶ ΚΤ ἡ ἀκτίς τῆς γῆς, ἡ διερχομένη διὰ τοῦ Τ. Θεωρήσωμεν καὶ τὴν ΚΤ', τομὴν τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἰσημερινοῦ ὑπὸ τοῦ ἐπιπέδου ΠΠΠ' τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου Τ. Τότε, ἡ ἐπίπεδος γωνία Τ'ΚΤ, τῆς ὁποίας μέτρον εἶναι τὸ τόξον Τ'Τ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου Τ, καλεῖται γεωγραφικὸν πλάτος τοῦ τόπου τούτου καὶ συμβολίζεται διὰ τοῦ φ.

Τὸ γεωγραφ. πλάτος μετρεῖται ἀπὸ 0 ἕως 90° ἐπὶ τοῦ μεσημ-



Σχ. 11.

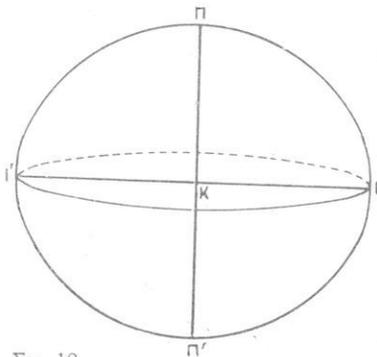
βρινοῦ τοῦ τόπου  $T$ , ἀρχῆς γενομένης ἐκ τῆς τομῆς  $T'$  τοῦ ἰσημερινοῦ καὶ καλεῖται **βόρειον** μὲν, ἂν ὁ τόπος κεῖται εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον τῆς γῆς, **νότιον** δέ, ἂν οὗτος κεῖται εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον. Οὕτως, τὸ γεωγραφ. πλάτος τοῦ τόπου  $T$  εἶναι βόρειον καὶ μετρεῖται ὑπὸ τοῦ τόξου  $T'T$ .

**β'.** Καλοῦμεν **γεωγραφικὸν μῆκος** τοῦ τόπου  $T$  καὶ τὸ συμβολίζομεν διὰ τοῦ  $L$ , τὴν διέδρον γωνίαν  $GΠΠ'T$ , τὴν σχηματιζομένην ὑπὸ τοῦ πρώτου μεσημβρινοῦ καὶ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου  $T$ . Ταύτης ἀντίστοιχος εἶναι ἡ ἐπίπεδος γωνία  $ΔΚΤ'$ .

Τὸ γεωγραφικὸν μῆκος μετρεῖται ἀπὸ  $0^{\circ}$  ἕως  $180^{\circ}$  ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ ἰσημερινοῦ, ἀρχῆς γενομένης ἐκ τῆς τομῆς  $\Delta$  τοῦ ἰσημερινοῦ ὑπὸ τοῦ  $\alpha'$  μεσημβρινοῦ, πρὸς τὸ  $A$  καὶ καλεῖται **ἀνατολικὸν** μὲν, ἂν ὁ τόπος κεῖται εἰς τὸ ἀνατολικὸν ἡμισφαίριον, **δυτικὸν** δέ, ἂν οὗτος κεῖται εἰς τὸ δυτικόν.

**γ'.** Τὸ γεωγραφικὸν πλάτος καὶ γεωγρ. μῆκος ἑνὸς τόπου καλοῦνται, ἀπὸ κοινοῦ, **γεωγραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ τόπου**.

**78. Τὸ γήινον ἔλλειψοειδές.** **α'.** Ἀκριβεῖς μετρήσεις τοῦ μήκους τόξων, διαφόρων μεσημβρινῶν τῆς γῆς, ὠδήγησαν εἰς τὸν καθορισμὸν τοῦ ἀκριβοῦς μεγέθους, ἀλλὰ καὶ τοῦ ἀκριβοῦς σχήματος τῆς γῆς. Οὕτως εὑρέθη, ὅτι οἱ μεσημβρινοὶ ἔχουν μῆκος  $40.009.152$  m, ἐνῶ ὁ ἰσημερινὸς εἶναι μεγαλύτερος κατὰ  $67.442$  m. Ἐκ τούτων προκύπτει, ὅτι ὁ μεσημβρινὸς  $ΠΠΠ'I'$ , (σχ. 12) εἶναι ἔλλειψις, τῆς ὁποίας, ὁ μὲν μέγας ἡμιάξων  $IK$  ἔχει μῆκος  $6.378.388$  m, ὁ δὲ μικρὸς ἡμιάξων  $KΠ$  εἶναι μικρότερος κατὰ  $21.476$  m.



Σχ. 12.

**β'.** Ἐκ τῶν δεδομένων τούτων προκύπτει, ὅτι τὸ ἀκριβές σχῆμα τῆς γῆς εἶναι ἔλλειψοειδές ἐκ περιστροφῆς, ἥτοι στερεόν, τὸ ὁποῖον γεννᾶται διὰ τῆς περιστροφῆς τῆς ἔλλειψεως  $ΠΠΠ'I'$

(του μεσημβριού) περί τὸν μικρὸν ἄξονα αὐτῆς ΠΠ'.

γ. Καλοῦμεν γεωειδὲς τὸ ἀκριβὲς ἔλλειψοειδὲς σχῆμα, τὸ ὁποῖον θὰ εἶχεν ἡ γῆ, ἐὰν δὲν ὑπῆρχεν ἡ ξηρὰ, ἢ δὲ ἐπιφάνεια τῆς θαλάσσης ἐπεξετείνετο καθ' ὅλην τὴν ἔκτασίν της. Ὡς πρὸς τὸ γεωειδὲς, τὸ μέσον ὕψος τῆς ξηρᾶς ἀνέρχεται εἰς 700 m., ἐνῶ τὸ μέσον βάθος τῆς θαλάσσης φθάνει τὰ 3.500 m.

## Ἀσκήσεις

49. Διατί οἱ μεσημβρινοὶ εἶναι ἴσοι πρὸς ἀλλήλους ;

50. Δείξατε, ὅτι τὸ γεωγραφ. μήκος τόπου T δύναται νὰ μετρηθῆ καὶ ἐπὶ τοῦ παραλλήλου κύκλου, τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ T.

51. Ποῖος εἶναι ὁ γεωμετρικὸς τόπος τῶν σημείων τῆς γήινης ἐπιφανείας, τῶν ἔχόντων α)  $\varphi = 0^\circ$ , β)  $\varphi = 55^\circ$  καὶ γ)  $\varphi = -40^\circ$ .

52. Ποῖος εἶναι ὁ γεωμ. τόπος τῶν σημείων τῆς γήινης ἐπιφανείας, τῶν ἔχόντων α)  $L = 0^\circ$ , β)  $L = 57^\circ$  καὶ γ)  $L = 180^\circ$ .

**79. Αἱ στοιβάδες τῆς γήινης σφαίρας.** Ὅπως ἀποδεικνύεται, κυρίως ἀπὸ τὴν σπουδὴν τῆς μεταδόσεως τῶν ἐπιμήκων σεισμικῶν κυμάτων (ἤτοι ἐκείνων, τὰ ὁποῖα διασχίζουν τὴν γῆν σχεδὸν διαμετρικῶς καὶ τῶν ὁποίων ἡ ταχύτης μεταβάλλεται ἀναλόγως τῆς πυκνότητος τῶν ἐσωτερικῶν στρωμάτων τῆς γῆς), ὁ πλανήτης μας διαχωρίζεται, βασικῶς, εἰς τρεῖς κυρίως ὑπερκειμένους ἀλλήλων στοιβάδας : τὸν πυρῆνα, τὸν μανδύαν καὶ τὸν φλοιόν.

**80. Ἡ ἀτμόσφαιρα. α'.** Ὑπεράνω τοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς ὑπάρχει ἡ ἀτμόσφαιρα. Τὸ ὕψος αὐτῆς δὲν εἶναι γνωστόν, οὔτε καὶ εἶναι εὐκόλον νὰ εὑρεθῆ. Διότι ἡ ὕλη τῆς ἀτμοσφαίρας, εἰς τὰς περιοχὰς πού εἶναι πέραν τῶν 3000 km, ἀναμιγνύεται μὲ τὴν ὕλην τοῦ μεσοπλανητικοῦ διαστήματος, ἢ ὁποῖα συνίσταται κυρίως ἀπὸ ἄτομα διαφόρων στοιχείων, μάλιστα δὲ σωματίδια.

Ἡ ἀτμόσφαιρα συνίσταται κυρίως ἐξ ἀζώτου (78%), ὀξυγόνου (21%) καὶ εὐγενῶν ἀερίων κ.λπ. (1%).

β'. Ἡ ἀτμόσφαιρα διαχωρίζεται εἰς πέντε στρώματα, τὰ ὁποῖα εἶναι :  
1. Ἡ τροπόσφαιρα, μέσου ὕψους 11 km. 2. Ἡ στρατόσφαιρα, ἀπὸ 11 ἕως 50 km ὕψος. 3. Ἡ μεσόσφαιρα, ἀπὸ 50 ἕως 80 km ὕψος. 4. Ἡ θερμοσφαιρα, ἀπὸ 80 ἕως 500 km ὕψος. 5. Ἡ ἐξώσφαιρα, τέλος, ἐκτείνεται ἀπὸ τὰ 500 km ὕψος καὶ ἄνω.

Ἡ ἐξώσφαιρα ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ ηλεκτρόνια καὶ ἰόντα, τὰ ὅποια συμπεριφέρονται ὅπως ἡ ὕλη τῶν ἀνωτέρων στοιβάδων τοῦ ἡλιακοῦ στέμματος. Τὴν κατάστασιν αὐτῆν τῆς ὕλης καλοῦμεν **πλάσμα**.

**γ'. Στρώμα ὄζοντος.** Εἰς τὸ ὕψος τῶν 15 ἕως 35 km ἡ στρατόσφαιρα καὶ ἡ μεσόσφαιρα εἶναι πλουσία εἰς ὄζον, διὰ τοῦτο καλεῖται ὁ ζ ο ν τ ὄ σ φ α ι ρ α. Ἐπειδὴ δὲ τὸ ὄζον προκαλεῖ μεγάλην ἀπορρόφησιν τῆς ὑπεριώδους ἀκτινοβολίας, ἡ ὁποία ἐπιδρᾷ πολὺ δυσμενῶς, ἀκόμη δὲ καὶ θανατηφόρος ἐπὶ τῶν ζωικῶν εἰδῶν, ἡ ὄζοντόσφαιρα ἀποτελεῖ διὰ τὰ ἔμβια ὄντα εἶδος προστατευτικοῦ μανδύου τῆς γῆς, ὁ ὁποῖος ἐξασφαλίζει τὴν παρουσίαν τῆς ζωῆς ἐπὶ τοῦ πλανήτου μας. Ἐὰν δι' οἰονδῆποτε λόγον ἐξηφανίζετο τὸ στρώμα τοῦτο, θὰ κατεστρέφετο, ἐντὸς ὥρων, ὀλόκληρος ἡ ζωὴ ἐπὶ τῆς γῆς.

**δ'. Ἴονόσφαιρα.** Ἀπὸ τοῦ ὕψους τῶν 60 km καὶ ἄνω παρατηροῦνται φαινόμενα ἰονισμού τῶν μορίων καὶ τῶν ἀτόμων τῆς ἀτμοσφαίρας, εἰς τρόπον ὥστε ὀλόκληρα στρώματα, μεγάλου πάχους, νὰ ἐμφανίζονται ἰονισμένα. Καλοῦμεν ἰ ο ν ὄ σ φ α ι ρ α ν τὸ σύνολον τῶν ἰονισμένων ἀτμοσφαιρικῶν στρωμάτων.

Τὰ στρώματα τῆς ἰονοσφαίρας ἀνακλοῦν τὰ ραδιοφωνικὰ κύματα. Οὕτω, διὰ τῶν διαδοχικῶν ἀνακλάσεων παρακάμπτεται ἡ δυσκολία μεταδόσεώς των ὡς ἐκ τῆς κυρτότητος τῆς γῆς, δύνανται δὲ νὰ φθάσουν εἰς δέκτας, ἀπέχοντας κατὰ πολὺ ἀπὸ τοὺς σταθμοὺς ἐκπομπῆς.

**81. Ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις. α'.** Ὡς ἐκ τῆς διαφόρου πυκνότητος τῶν στρωμάτων τῆς γῆνιους ἀτμοσφαίρας, τὸ φῶς τοῦ ἡλίου καὶ τῶν ἀστέρων, εἰσδύον ἀπὸ στρώματος εἰς στρώμα ὀλονέν καὶ μεγαλυτέρας ὀπτικῆς πυκνότητος, ὑπόκειται εἰς συνεχῆ διάθλασιν, τὴν ὁποίαν ὀνομάζομεν **ἀτμοσφαιρικὴν**. Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις εἶναι τόσο μεγαλυτέρα, ὅσον εἶναι μεγαλυτέρα καὶ ἡ πλαγιότης τῶν ἀκτίνων τοῦ φωτός, διὰ τοῦτο δὲ καὶ μηδενίζεται, ὅταν ἡ ἀκτὶς εἰσδύῃ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κατακορύφου. Ἀντιθέτως, λαμβάνει τὴν μεγαλυτέραν τῆς τιμὴν, ἴσην πρὸς 36' 36'', ὅταν τὸ φῶς διέρχεται διὰ στρωμάτων εὐρισκομένων εἰς τὸν ὀρίζοντα (εἰκ. 23).

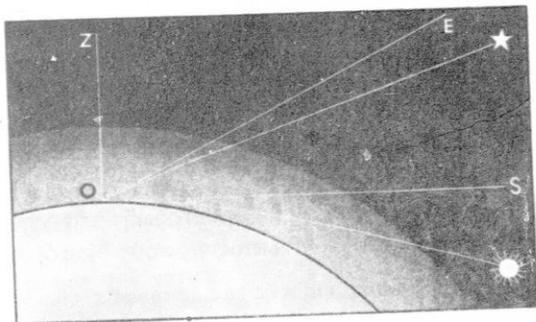
**β'.** Τὰ κυριώτερα ἀποτελέσματα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως εἶναι τὰ ἑξῆς:

1. **Παράτασις τῆς διαρκείας τῆς ἡμέρας.** Λόγω τῆς ἀτμ. διαθλάσεως, ὁ ἥλιος, ὅταν εὐρίσκεται πλησίον τοῦ ὀρίζοντος, ἀνυψοῦται φαινομενικῶς. Ἐπειδὴ δὲ ἡ φαινομένη διάμετρος του εἶναι ἴση πρὸς 32' περίπου, ἦτοι ὄση εἶναι καὶ ἡ τιμὴ τῆς ἀτμ. διαθλάσεως εἰς τὸν ὀρίζοντα, διὰ τοῦτο, ὅταν ὁ δίσκος του φαίνεται, ὅτι ἐφάπτεται τοῦ ὀρίζοντος διὰ νὰ δύσῃ, εἰς τὴν πραγματικότητα οὗτος ἔχει δύσει ἐντελῶς. Τὸ ἀντίστροφον γίνεται κατὰ τὴν ἀνατολήν του. Συνεπῶς, λόγῳ τῆς ἀτμ. διαθλάσεως, ἐπιμηκύνεται ἡ παρουσία τοῦ ἡλίου ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα καὶ οὕτω παρατείνεται ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας.

2. **Παραμόρφωσις τῶν σωμάτων πλησίον τοῦ ὀρίζοντος.** Ἀκόμη, λόγῳ τῆς ἀτμ. διαθλάσεως, ὁ δίσκος τοῦ ἡλίου καὶ τῆς σελήνης φαίνονται πεπλατυσμένοι καὶ ἐνίοτε παραμορφωμένοι πλησίον τοῦ ὀρίζοντος.

3. **Στίλβη τῶν ἀστέρων.** Λόγῳ τῆς ἀτμ. διαθλάσεως κυρίως, φαίνονται νὰ

σπινθηρίζουν και να μετατοπίζονται ελαφρώς, αλλά συνεχώς, περί την πραγματική των θέσιν. Το φαινόμενο τουτο καλείται στίλβη των άστέρων και είναι έντονότερον, όσον οι άστέρες εύρισκονται πλησιέστερον του όριζοντος.



Εικ. 23. Λόγω τής ατμοσφαιρικής διαθλάσεως, ο ήλιος και ο άστήρ, εύρισκόμενοι πλησίον του όριζοντος, άνυψοϋνται και φαίνονται εις τας θέσεις S και E άντιστοίχως.

## 82. Ζώναι Van Allen (Βάν Άλλεν) και πολικόν σέλας. α'.

Διὰ των τεχνητών δορυφόρων διεπιστώθη, ότι υπάρχουν δύο ζώναι, έντόνου σωματιακής ακτινοβολίας, ή πρώτη εις ύψος από 1.000 έως 8.000 km και ή δευτέρα από 10.000 έως 65.000 km, αι όποιαι ώνομάσθησαν ζώναι Βάν Άλλεν, από τὸ όνομα του έρευνητου, όστις πρώτος τας έπεσήμανε. Η έντονος ακτινοβολία των όφείλεται εις τα ταχέως κινούμενα σωματίδια, πρωτόνια και ήλεκτρόνια, επί των δυναμικών γραμμών του γήινου μαγνητικού πεδίου. Σημαντικωτέρα έμφανίζεται ή έξωτερική ζώνη, ή όποια και γεννάται από τα σωματίδια, τα όποια φθάνουν εις τήν γήν εκ του ήλιου (§ 51), σχηματίζουν δε ζώνην από πλάσμα, με έντονωτέραν ακτινοβολίαν, περί τον μαγνητικόν ίσημερινόν τής γής.

β'. Το πολικόν σέλας είναι φαινόμενον, παρατηρούμενον ίδια εις τας πολικάς περιοχάς τής γής, σπανίως δε εις μικρότερα πλάτη, μέχρι και  $\pm 35^\circ$ , πρό παντός κατά τα μέγιστα τής ήλικικής δραστηριότητος. Παρέχει τήν έντύπωσιν φωτεινού παραπετάσματος μετά κροσσών ή φωτεινών, έρυθρωπών, συνήθως, νεφών, τα όποια φαίνονται να πάλλωνται, αλλά και να μεταμορφοϋνται συνεχώς.

## Άσκήσεις

53. Δείξατε διατί ο δίσκος του ήλιου ή τής σελήνης φαίνεται πέπλατυσμένος πλησίον του όριζοντος.

54. Δικαιολογήσατε πώς συμβαίνει, ώστε ή στίλβη των άστέρων να περιορίζεται, όταν οϋτοι εύρισκονται προς τήν κατεύθυνσιν τής κατακορύφου.

## II. Αί κινήσεις τῆς γῆς

**83. Ἡ περιστροφή τῆς γῆς. α'.** Ἡ γῆ κινεῖται περὶ ἄξονα, κεκλιμένον ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς της περὶ τὸν ἥλιον κατὰ  $23^{\circ} 27'$ , εἰς χρόνον ἴσον πρὸς 23 ὥρ. 56 λ. καὶ 4,091 δ., ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς.

Ἀποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς εἶναι ἡ συνεχῆς διαδοχὴ τῆς **ἡμέρας** καὶ τῆς **νυκτὸς** εἰς τοὺς διαφόρους τόπους.

**β'.** Ἀποδείξεις τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς ὑπάρχουν πολλοί. Αἱ κυριώτεροι εἶναι :

1. Ἡ **φαινομένη ἡμερησία κίνησις τοῦ ἡλίου** καὶ ὀλοκλήρου τῆς οὐρανοῦ σφαίρας ἐξ Α πρὸς Δ, ἡ ὁποία εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς (§ 107).

2. Τὸ **ἔλλειψοειδὲς ἐκ περιστροφῆς σχῆμα** τῆς γῆς (§ 78β').

3. Ἡ **μεταβολὴ τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος**, συναρτήσῃ τοῦ γεωγρ. πλάτους. Οὕτως, ἐνῶ εἰς τοὺς πόλους τῆς γῆς ἡ τιμὴ τοῦ  $g$  εἶναι  $983,221 \text{ cm/sec}^2$ , εἰς τὸν ἰσημερινὸν ἔχομεν  $g = 978,049 \text{ cm/sec}^2$ , ἂν καὶ θὰ ἔπρεπε νὰ εἶναι  $981,441 \text{ cm/sec}^2$ , ἐὰν ἡ μεταβολὴ ὠφείλετο μόνον εἰς τὴν μεγαλυτέραν ἀπόστασιν ἐκ τοῦ κέντρου τῆς γῆς, λόγῳ τοῦ μεγαλυτέρου μήκους τῆς ἰσημερινῆς ἀκτίνος.

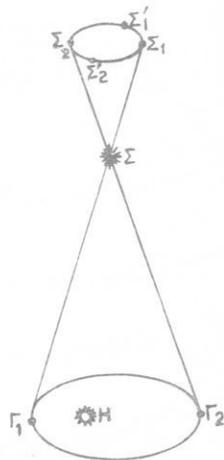
**84. Ἡ κίνησις τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον. α'.** Ὡς τρίτος, κατὰ σειράν, πλανήτης τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος, ἡ γῆ κινεῖται περὶ τὸν ἥλιον, ἐκ Δ πρὸς Α, εἰς τὴν μέσην ἀπ' αὐτοῦ ἀπόστασιν τῶν  $149.600.000 \text{ km}$  περίπου καὶ γράφει τὴν ἔλλειπτικὴν της τροχίαν περὶ ἐκεῖνον, μὲ μέσην ταχύτητα  $29,760 \text{ m/sec}$ , ἐντὸς  $365,256$  ἡμ.

**β'.** Μία ἀπὸ τὰς ἀποδείξεις τῆς περιφορᾶς τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον εἶναι καὶ ἡ **παραλλακτικὴ ἀπόδειξις**. Ὅπως ἐλέχθη (§ 22), καθεὶς τῶν πλησιεστέρων ἀστέρων γράφει ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ κατ' ἔτος μικρὰν ἔλλειψιν, τὴν ὁποίαν καλοῦμεν **παραλλακτικὴν τροχίαν** (σχ. 3 καὶ 13). Ἄλλ' ἐὰν ἡ γῆ δὲν ἐκινεῖτο περὶ τὸν ἥλιον Η, οἱ ἀστέρες δὲν θὰ ἔγραφον ἑτησίως τὴν τροχίαν αὐτήν.

**85. Ἀποτελέσματα τοῦ συνδυασμοῦ τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς καὶ τῆς κινήσεως αὐτῆς περὶ τὸν ἥλιον. α'.** Αἱ ἐποχαὶ τοῦ ἔτους καὶ ἡ ἀνισότης

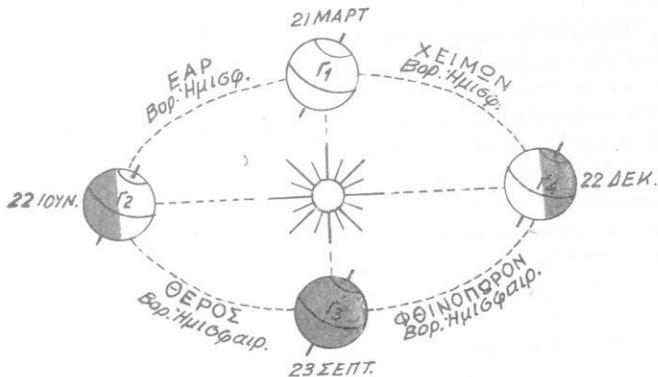
διαρκείας ημερών και νυκτών. Έστω ο ήλιος Η (σχ. 14), θεωρούμενος επί το απλούστερον, εις τὸ κέντρον τῆς ἑλλειπτικῆς τροχιάς τῆς γῆς περὶ αὐτόν.

Κατὰ τὴν 21ην Μαρτίου ἡ γῆ εὐρίσκεται εἰς τὴν θέσιν  $\Gamma_1$ . Τότε ὅλοι οἱ τόποι φωτίζονται ἕξ ἴσου, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ἔχουν ἡμέραν ἴσην πρὸς τὴν νύκτα. Ἄλλ' ἀπὸ τῆς 21ης Μαρτίου μέχρι τῆς 22ας Ἰουνίου, ὅποτε ἡ γῆ διανύει τὸ τόξον  $\Gamma_1\Gamma_2$ , ὅλοι οἱ τόποι τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου φωτίζονται τότε ὁλονὲν καὶ ἐπὶ περισσότερον χρόνον ἀπὸ τοὺς τόπους τοῦ νοτίου, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας εἰς αὐτοὺς συνεχῶς αὐξάνει, ἐνῶ εἰς τοὺς τόπους τοῦ νοτίου αὐξάνει συνεχῶς ἡ διάρκεια τῆς νυκτός. Κατὰ τὴν 22αν Ἰουνίου σημειοῦται ἡ μεγίστη διάρκεια τῆς ἡμέρας εἰς τὸ βόρειον καὶ ἡ ἐλαχίστη εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον. Τέλος, ἐνῶ ὁ Β. πόλος ἔχει συνεχῆ ἡμέραν, καθ' ὅλον τὸ διάστημα τοῦτο, ὁ Ν. πόλος ἔχει συνεχῆ νύκτα. Ἐξ ἄλλου, τὸ βόρειον ἡμισφαίριον θερμαίνεται ὁλονὲν καὶ περισσότερον, λόγῳ τῆς μεγαλύτερας διαρκείας τῆς ἡμέρας, ἀλλὰ καὶ διότι αἱ ἀκτίνες, ἡμέραν καθ' ἡμέραν, προσπίπτουν ὀλιγώτερον πλαγίως εἰς τοὺς τόπους αὐτοῦ. Διὰ τοῦτο καὶ ἐπικρατεῖ εἰς αὐτὸ ἡ ἐποχὴ τοῦ **ἔαρος**, ἐνῶ τὸ νότιον, τὸ ὁποῖον θερμαίνεται ὁλονὲν καὶ ὀλιγώτερον, διανύει τὴν ἐποχὴν τοῦ **φθινοπώρου**.

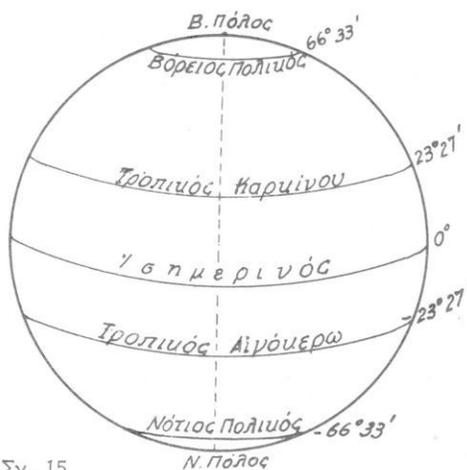


σχ. 13.

Ἀπὸ τῆς 22ας Ἰουνίου μέχρι τῆς 23ης Σεπτεμβρίου, ὅποτε ἡ γῆ διατρέχει τὸ τόξον  $\Gamma_2\Gamma_3$  τῆς τροχιάς τῆς, συγκεντροῦται εἰς τὸ βόρειον μεγαλύτερα ποσότης θερμότητος καὶ ἐπικρατεῖ ἡ ἐποχὴ τοῦ **θέρους**, ἐνῶ εἰς τὸ νότιον ἡ ἐποχὴ τοῦ **χειμῶνος**. Ἀπὸ τῆς 23ης Σεπτεμβρίου μέχρι τῆς 22ας Δεκεμβρίου, ἐπι-



σχ. 14.



Σχ. 15.

$\varphi = \pm 23^{\circ}27'$ . Ὁ ένας παράλληλος κύκλος καλεῖται **τροπικός τοῦ Καρκίνου**, ὁ δὲ ἄλλος **τροπικός τοῦ Αἰγίουπερω**. Ἡ ζώνη αὐτὴ καλεῖται **τροπικὴ** ἢ καὶ **διακεκαυμένη**.

Ἐξ ἄλλου, καλοῦμεν **βόρειον πολικὸν κύκλον** τὸν παράλληλον διὰ τὸν ὁποῖον  $\varphi = + 66^{\circ}33'$  καὶ **νότιον πολικὸν κύκλον** τὸν παράλληλον εἰς τὸν ὁποῖον εἶναι  $\varphi = - 66^{\circ}33'$ . Ὁ τροπικός τοῦ Καρκίνου μετὰ τοῦ βορείου πολικοῦ κύκλου ὀρίζουν τὴν **ζώνην**, ἢ ὁποῖα καλεῖται **βόρειος εὐκράτος**, ἐνῶ ὁ τροπικός τοῦ Αἰγίουπερω μετὰ τοῦ νοτίου πολικοῦ κύκλου ὀρίζουν τὴν **νότιον εὐκράτον ζώνην**.

Τέλος, μεταξύ βορείου πολικοῦ κύκλου καὶ βορείου πόλου ἐκτείνεται ἡ **βόρειος πολικὴ ἢ βόρειος κατεψυγμένη ζώνη**, ἐνῶ μεταξύ νοτίου πολικοῦ κύκλου καὶ νοτίου πόλου ἡ **νότιος πολικὴ ἢ νότιος κατεψυγμένη ζώνη**.

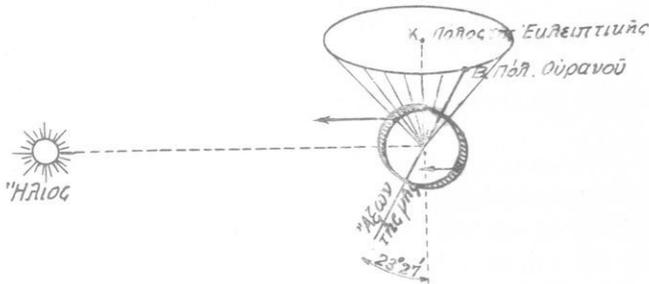
**86. Ἡ μετάπτωσης καὶ ἡ κλόνησις. α'.** Ἐκτὸς τῆς περιστροφῆς καὶ τῆς περιφορᾶς τῆς περὶ τὸν ἥλιον, ἡ γῆ ἐκτελεῖ καὶ ἄλλας δώδεκα κινήσεις, ἐκ τῶν ὁποίων αἱ σπουδαιότερα εἶναι ἡ μετάπτωσης καὶ ἡ κλόνησις.

**β'.** Ἡ **μετάπτωσης**, τὴν ὁποῖαν ἀνεκάλυψεν ὁ Ἕλληνας ἀστρονόμος Ἴππάρχος (190 - 120 π.Χ.), προκαλεῖται ὡς ἑξῆς: Λόγω τοῦ ἑλλειπσοειδοῦς σχήματός της, ἡ γῆ εἶναι ἑξωγκωμμένη περὶ τὸν ἰσημερινόν. Ἡ ἔλξις τοῦ ἡλίου ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ ἑξογκώματος εἶναι ἀνομοιόμορφος, μεγαλύτερα δὲ εἰς τὸ μέρος αὐτοῦ, τὸ στρεφόμενον πρὸς τὸν ἥλιον καί, συνεπῶς, τὸ πλησιέστερον, μικροτέρα δὲ εἰς τὸ ἐκ διαμέτρου ἀντίθετον (σχ. 16). Ἄλλ' ἡ ἀνομοιόμορφος αὐτὴ ἔλξις τείνει «να ἀνατρέψῃ» τὴν γῆν, ὁ δὲ ἄξων αὐτῆς ἀναγκάζεται νὰ ἐκτελῇ κινήσιν, ἀνάλογον πρὸς ἐκείνην τῆς σφούρας. Οὕτως ὁ ἄξων τῆς γῆς γράφει, ἐντὸς 25.800 περίπτου ἑτῶν, διπλοῦν κῶνον, τοῦ ὁποῖου ἡ κρυφὴ εὐρίσκεται εἰς τὸ κέντρον τῆς γῆς, ἡ δὲ κυκλικὴ βᾶσις, ἀκτίνας  $23^{\circ}27'$ , γράφεται ὑπὸ καθενὸς τῶν πόλων τῆς γῆς.

κρατεῖ εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον ἢ ἐποχὴ τοῦ **φθινοπώρου**, ἐνῶ εἰς τὸ νότιον ἢ ἐποχὴ τοῦ **ἔαρος**. Τέλος, ἀπὸ τῆς 22ας Δεκεμβρίου μέχρι τῆς 21ης Μαρτίου, ἐπικρατεῖ εἰς τὸ βόρειον ἢ ἐποχὴ τοῦ **χειμῶνος**, ἐνῶ εἰς τὸ νότιον ἢ ἐποχὴ τοῦ **θεροῦς**.

**β'. Αἱ ζῶναι τῆς γῆς.** Λόγω τῆς κλίσεως τοῦ ἄξωνος τῆς γῆς καὶ τῆς, ὡς ἐκ τούτου, ἀνίσου κατανομῆς τῆς θερμότητος καὶ τοῦ φωτός εἰς τοὺς διαφόρους τόπους αὐτῆς, ἡ ἐπιφάνεια τοῦ πλανήτου μας διαχωρίζεται εἰς πέντε ζῶνας (σχ. 15).

Ἡ πρώτη ἐκτείνεται ἐκατέρωθεν τοῦ ἰσημερινοῦ μέχρι



Σχ. 16.

γ'. Τὸ 1742 ὁ Ἄγγλος ἀστρονόμος Bradley (Μπράντλεϋ) ἀνεκάλυψε τὴν κλόνησιν. Αὐτὴ ὀφείλεται εἰς τὴν ἀνομοιόμορφον ἔλξιν, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ καὶ ἡ σελήνη ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ ἐξογκώματος τῆς γῆς.

### Ἀσκήσεις

55. Εὔρετε τὴν γωνιώδη ταχύτητα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς.
56. Εὔρετε τὴν γραμμικὴν ταχύτητα περιστροφῆς σημείου τῆς γῆς, κειμένου ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ αὐτῆς.
57. Εὔρετε τὴν γραμμικὴν ταχύτητα περιστροφῆς σημείου τῆς γῆς, κειμένου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς εἰς  $\varphi = \pm 45^\circ$ .
58. Ποῖον εἶναι τὸ  $\varphi$  τόπου τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, τοῦ ὁποίου ἡ γραμμικὴ ταχύτης περιστροφῆς εἶναι ἴση πρὸς 233 m/sec.
59. Εὔρετε τὸ εὔρος, εἰς μοίρας, ἐκάστης τῶν εὐκράτων ζωνῶν τῆς γῆς.
60. Καθορίσατε τὴν σειρὰν μεγέθους ἐκάστης τῶν ζωνῶν τῆς γῆς.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ Η ΣΕΛΗΝΗ

### Ι. Ἡ σελήνη ὡς δορυφόρος τῆς γῆς

**87. Ἀπόστασις καὶ μέγεθος τῆς σελήνης. α΄.** Ἀκριβεῖς μετρήσεις τῆς παραλλάξεως (§ 21, 22) τῆς σελήνης ἔδειξαν, ὅτι ἡ ἀπόστασις αὐτῆς ἐκ τῆς γῆς κυμαίνεται μεταξύ μιᾶς μεγίστης τιμῆς, ἴσης πρὸς 405.500 km καὶ μιᾶς ἐλαχίστης, ἴσης πρὸς 363.300 km. Ἐξ αὐτῶν προκύπτει, ὅτι ἡ μέση ἀπόστασις τῆς ἰσοῦται πρὸς 384.400 km.

**β΄.** Δεδομένου, ὅτι ἡ φαινομένη διάμετρος τῆς σελήνης, ἀναλόγως τῆς ἀποστάσεώς της, μεταβάλλεται μεταξύ 33' 49'' καὶ 28' 21'', ἡ μέση τιμὴ αὐτῆς ἰσοῦται πρὸς 31' 5''. Ἐκ τῆς ἀποστάσεως καὶ τῆς φαινομένης διαμέτρου, ὑπολογίζομεν τὴν πραγματικὴν διάμετρον, διὰ τῆς ἀπλῆς σχέσεως, κατὰ τὴν ὁποίαν, πᾶν σῶμα, τιθέμενον εἰς ἀπόστασιν ἴσην πρὸς 57 διαμέτρον αὐτοῦ, ἔχει φαινομένην διάμετρον, ἴσην πρὸς 1°, ἐνῶ ἡ φαινομένη του διαμέτρος εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν πραγματικὴν. Ἡ διάμετρος της εἶναι 3.476 km.

Τέλος, ἐκ τῆς σπουδῆς τῆς κινήσεως περὶ τὸν ἥλιον τοῦ κέντρου βάρους τοῦ συστήματος γῆς - σελήνης προκύπτει, ὅτι ἡ μᾶζα τῆς σελήνης ἰσοῦται πρὸς τὸ  $1/81$  τῆς μᾶζης τῆς γῆς, ἥτοι πρὸς  $73 \times 10^{18}$  τόννους καὶ ὅτι ἡ πυκνότης της εἶναι 3,33, λαμβανομένης ὡς μονάδος τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος. Ἐκ τῆς μᾶζης καὶ τῆς ἀκτίνος εὐρίσκομεν, ὅτι ἡ τιμὴ τοῦ  $g$  ἐπὶ τῆς σεληνιακῆς ἐπιφανείας περιορίζεται εἰς τὸ  $1/6$  τῆς γηίνης καὶ ὅτι ἡ ταχύτης διαφυγῆς ἐκ τῆς σελήνης εἶναι 2,4 km/sec.

**88. Κίνησις τῆς σελήνης περὶ τὴν γῆν. α΄.** Ἡ σελήνη, κινουμένη περὶ τὴν γῆν ἐκ Δ πρὸς Α, γράφει ἔλλειψιν, τῆς ὁποίας ἡ ἐκκεντρότης εἶναι μικρά, ὡς προκύπτει ἐκ τῆς μεγίστης καὶ ἐλαχίστης ἀποστάσεώς της ἀφ' ἡμῶν. Καλοῦμεν **περίγειον** καὶ **ἀπόγειον** τῆς σελήνης τὰ σημεῖα τῆς τροχιάς της, ὅπου σημειοῦνται αἱ ἄκραι τιμαὶ τῆς ἀποστάσεως, ἡ ἐλαχίστη καὶ ἡ μέγιστη ἀντιστοίχως.

**β΄.** Ὁ χρόνος, ὁ ἀπαιτούμενος διὰ μίαν πλήρη περιφορὰν τῆς σελήνης περὶ τὴν γῆν, ἰσοῦται πρὸς 27 ἡμ. 7 ὥρ. 43λ. 11,5δ. (27,322 ἡμ.) καὶ καλεῖται **ἀστρικός μῆν**. Ἐκ τούτου προκύπτει, ὅτι ἡ μέση

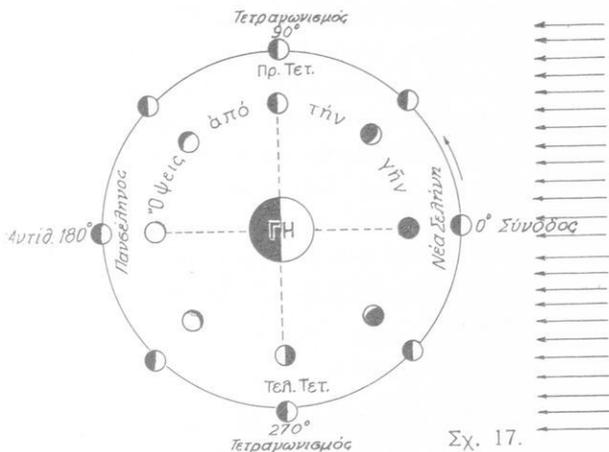
ταχύτης τῆς σελήνης, κινουμένης περί τὴν γῆν, ἰσοῦται πρὸς 1,02 km/sec.

### 89. Αἱ φάσεις τῆς σελήνης. α'. Ἀναλόγως τῆς ἀποχῆς της (§ 56γ) ἀπὸ τὸν ἥλιον,

ἡ σελήνη παρουσιάζει πρὸς ἡμᾶς, καθ' ἡμέραν διαφορετικὸν μέρος τοῦ φωτιζομένου ἀπὸ τὸν ἥλιον ἡμισφαιρίου της. Καλοῦμεν **φάσεις τῆς σελήνης** τὰς διαφόρους ὄψεις αὐτῆς, καθ' ἑκάστην περιφορὰν της περί τὴν γῆν, ὡς ἐκ τῆς συνεχοῦς μεταβολῆς τῆς ἀποχῆς της ἀπὸ τὸν ἥλιον.

Οὕτως, ὅταν ἡ σελήνη εὐρίσκεται εἰς σύνοδον μετὰ τοῦ ἡλίου (ἀποχὴ  $0^\circ$ ), στρέφει πρὸς τὴν γῆν (σχ. 17) τὸ μὴ φωτιζόμενον ἡμισφαίριόν της. Τότε λέγομεν, ὅτι ἔχομεν **νέαν σελήνην** (Ν.Σ.) ἢ **νουμηνίαν**. Ἀκολουθῶς, καθὼς ἡ ἀποχὴ μεγαλώνει, στρέφει πρὸς τὴν γῆν μικρὸν κατ' ἀρχὴν καὶ ἔπειτα ὄλον ἐν μεγαλύτερον μέρος τοῦ φωτιζομένου ἡμισφαιρίου της καὶ φαίνεται ὡς δρεπανοειδῆς κοιλόκυρτος **μηνίσκος**, ἐστραμμένος πρὸς ἀνατολὰς. Μετὰ 7 ἡμ. καὶ 9 ὥρ. περίπου ἀπὸ τῆς Ν.Σ., ὅταν ἔρχεται εἰς τετραγωνισμόν (ἀποχὴ  $90^\circ$ ), φαίνεται κατὰ τὸ ἡμισυ φωτισμένη, ἡ δὲ φάσις της καλεῖται **πρῶτον τέταρτον** (Π.Τ.). Καθὼς ἡ ἀποχὴ μεταβάλλεται ἀπὸ  $90^\circ$  ἕως  $180^\circ$  ἡ σελήνη καθ' ἡμέραν στρέφει πρὸς ἡμᾶς μεγαλύτερον μέρος τοῦ φωτιζομένου ἡμισφαιρίου της καὶ ὁ μηνίσκος εἶναι τώρα ἀμφίκυρτος. Μετὰ 7 ἡμ. καὶ 9 ὥρ. ἀπὸ τὸ Π.Τ., ἡ σελήνη ἔρχεται εἰς ἀντίθεσιν (ἀποχὴ  $180^\circ$ ), στρέφει δὲ πρὸς τὴν γῆν ὅλον τὸ φωτιζόμενον ἡμισφαίριόν της καὶ λέγομεν, ὅτι ἔχομεν **πανσέληνον**. Τότε ἡ σελήνη ἀνατέλλει, ὅταν ὁ ἥλιος δύη.

Καθὼς ἡ ἀποχὴ μεγαλώνει μεταξὺ  $180^\circ$  καὶ  $270^\circ$ , ἡ σελήνη στρέφει πρὸς τὴν γῆν πάλιν ὄλον ἐν μικρότερον μέρος τοῦ φωτιζομένου ἡμισφαιρίου της, γίνεται δὲ μηνίσκος ἀμφίκυρτος, ἀλλ' ἐστραμμένος



πρὸς δυσμᾶς. Μετὰ 7 ἡμ. καὶ 9 ὥρ. ἀπὸ τῆς πανσελήνου ἔρχεται πάλιν εἰς τετραγωνισμόν (ἀποχὴ 270°) καὶ φαίνεται ἡμιφώτιστος. Τότε λέγομεν, ὅτι εὐρίσκειται εἰς τὴν φάσιν τοῦ **τελευταίου τετάρτου** (Τ.Τ.). Τέλος, καθὼς ἡ ἀποχὴ τείνει πρὸς τὰς 360°, ὁ μηνίσκος τῆς σελήνης γίνεται κοιλίαιος καὶ συνεχῶς λεπτύνεται μέχρις ὅτου, μετὰ ἄλλας 7 ἡμ. καὶ 9 ὥρ., ἔλθῃ ἡ σελήνη καὶ πάλιν εἰς σύνοδον, ὁπότε καὶ θὰ γίνῃ νομηνία.

**β'.** Ἀπὸ συνόδου εἰς σύνοδον παρέρχονται ἐν συνόλῳ 29 ἡμ. 12 ὥρ. 44 λ. 2,86 δ. (29,531 ἡμ.), ὁ χρόνος δ' αὐτὸς καλεῖται **συνοδικὸς μῆν.**

**90. Περιστροφή καὶ σχῆμα τῆς σελήνης.** Ἡ σελήνη περιστρέφεται περὶ τὸν ἑαυτὸν της, ἐκ Δ πρὸς Α, εἰς χρόνον ἴσον πρὸς τὸν χρόνον τῆς περιφορᾶς της γύρω ἀπὸ τὴν γῆν, ἥτοι εἰς 27 ἡμ. 7 ὥρ. 43 λ. 11,5 δ. Ἡ ἰσότης αὐτὴ μεταξὺ τῶν χρόνων περιστροφῆς καὶ περιφορᾶς ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα νὰ στρέφῃ ἡ σελήνη πρὸς τὴν γῆν τὸ ἴδιον πάντοτε ἡμισφαίριον. Γίνεται ἐποπτικῶς ἀντιληπτόν, πῶς συμβαίνει τοῦτο, ἂν κινηθῇ κανεὶς περὶ κυκλικὴν τράπεζαν, εἰς τρόπον ὥστε νὰ βλέπῃ πάντοτε πρὸς τὸ κέντρον τῆς τραπέζης. Διότι τότε, κάμνει βαθμιαίως μίαν περιστροφὴν περὶ ἑαυτὸν, εἰς τὸν ἴδιον χρόνον, εἰς τὸν ὁποῖον κινεῖται περὶ τὸν γύρον τῆς τραπέζης.

### Ἀσκήσεις

61. Εὑρετε τὴν ἀπόστασιν τῆς σελήνης ἐκ τῆς γῆς, δοθείσης τῆς παραλλήλεως αὐτῆς, ὡς ἴσης πρὸς 57'2'',7.

62. Εὑρετε τὴν ἀκτίνα τῆς σεληνιακῆς σφαίρας, δοθείσης τῆς μέσης φαινομένης διαμέτρου αὐτῆς, ὡς ἴσης πρὸς 31'5''.

63. Εἰς ποίας ἀποστάσεις, μετρουμένας διὰ τῆς διαμέτρου του, πρέπει νὰ εὐρεθῇ σῶμα σφαιρικόν, ὥστε νὰ παρῶσιάζῃ φαινομένην διάμετρον, 30', 6', 1', 30'', 20'', 10'' καὶ 1''.

64. Εὑρετε μὲ πόσας γηῖνας ἀκτίνας ἰσοῦται ἡ μέση ἀπόστασις γῆς - σελήνης.

65. Ὑπὸ ποίαν φαινομένην διάμετρον πρέπει νὰ φαίνεται ἡ γῆ ἐκ τῆς σελήνης καὶ πόσας φορές μεγαλύτερος πρέπει νὰ φαίνεται ἐκεῖθεν ὁ δίσκος τῆς γῆς ;

66. Ὅρισατε τὴν ἀπόστασιν γῆς - σελήνης εἰς α.μ. καὶ ε.φ.

67. Πόσον πρέπει νὰ ζυγίξῃ ἐπὶ τῆς σελήνης σῶμα, ἔχον ἐπὶ τῆς γῆς βάρος 1 kg;

68. Εύρετε εις ποῖον ποσοστὸν τῆς ἐπιφανείας καὶ τοῦ ὄγκου τῆς γῆς ἀντιστοιχοῦν ἡ ἐπιφάνεια καὶ ὁ ὄγκος τῆς σελήνης.

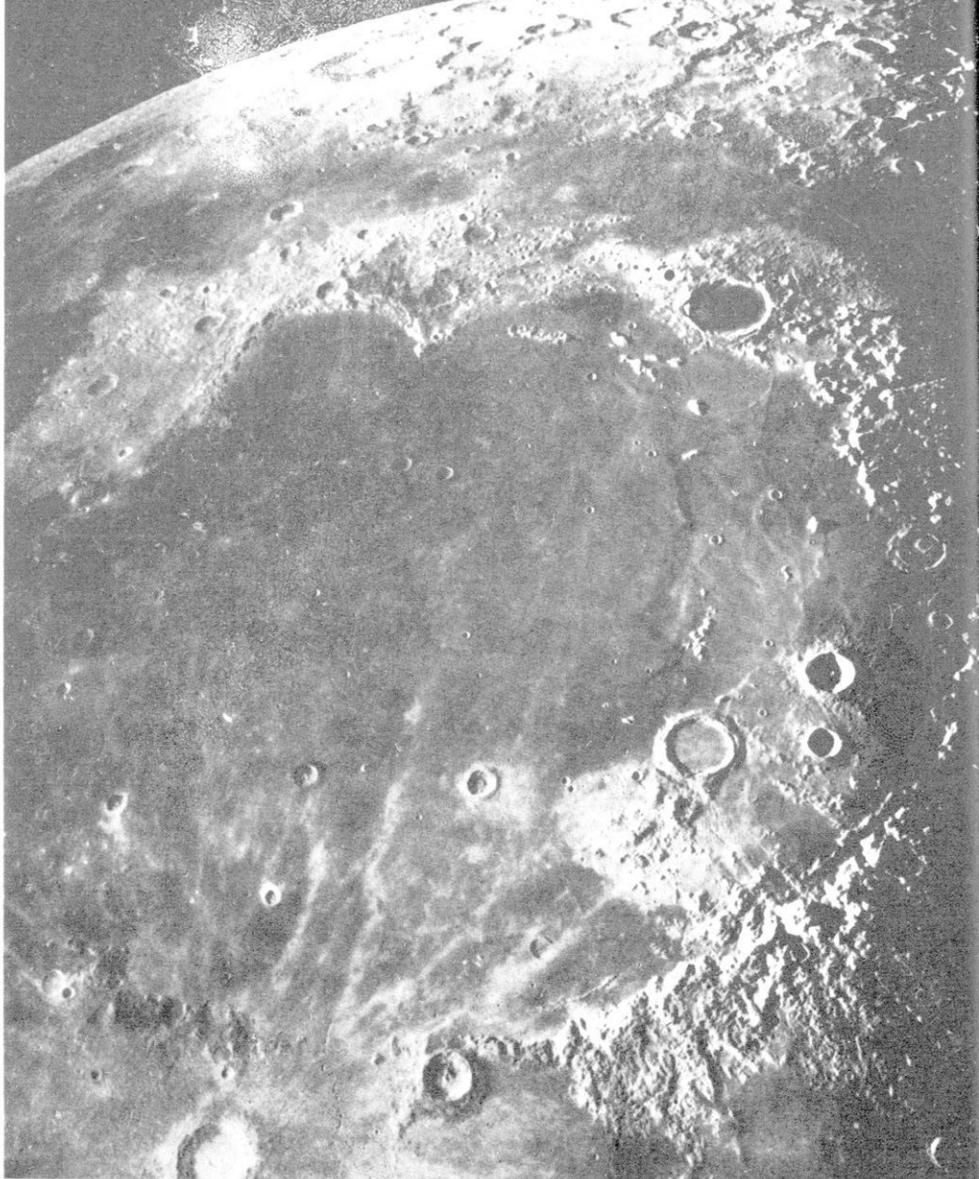
69. Εύρετε τὴν τιμὴν τῆς πυκνότητος τῆς σελήνης, ὡς πρὸς τὴν γῆν.

70. Ἐὰν ἡ γῆ εὐρίσκετο εἰς τὸ κέντρον τοῦ ἡλίου, ποῖαν θέσιν θὰ κατεῖχεν ἡ σελήνη, ὡς πρὸς τὸ κέντρον αὐτό, κινουμένη περὶ τὴν γῆν ;

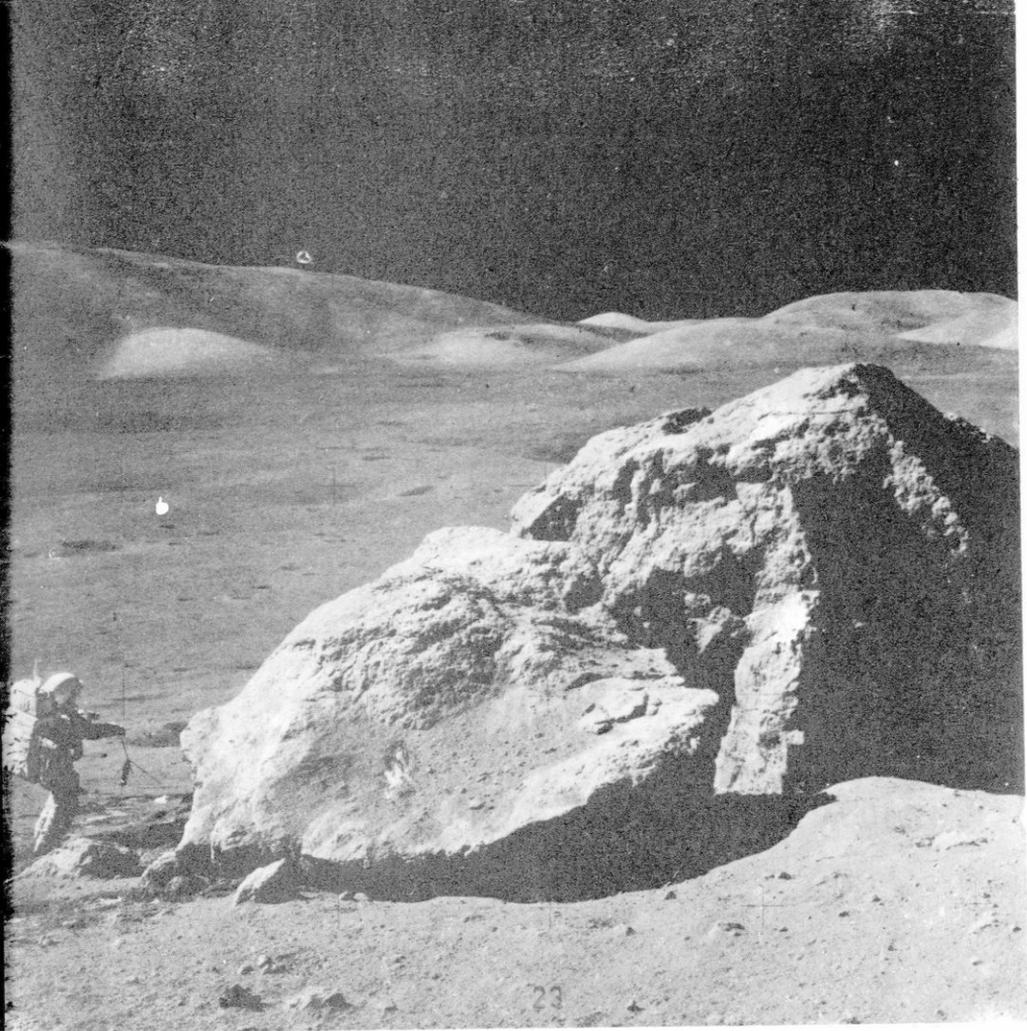
## II. Φυσικὴ κατάστασις τῆς σελήνης

**91. Ἐπιφάνεια τῆς σελήνης.** Ἡ σελήνη στερεῖται ὕδατος καὶ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος. Δι' αὐτὸ ἡ ἐπιφάνειά της παρουσιάζει τὴν μονότονον ἀχρωμίαν τῶν ἐρήμων. Τὴν μονοτονίαν τοῦ τοπίου διακόπτουν μόνον οἱ πολυάριθμοι κρατῆρες, οἱ ὅποιοι ὑπάρχουν ἐπὶ τῆς Σελήνης, σχηματισθέντες ἀπὸ τὴν πρόσκρουσιν μετεωριτῶν ἐπ' αὐτῆς, πού, ἀκριβῶς λόγῳ τῆς μὴ ὑπάρξεως διαβρωτικῆς ἐπιδράσεως ὕδατος ἢ ἀτμοσφαίρας, διετηρήθησαν ἐπὶ δισεκατομμύρια ἔτη. Εἰς τὰς ὀμαλὰς καὶ ἐπιπέδους ἐκτάσεις τοῦ σεληνιακοῦ ἐδάφους, τῶν ὁποίων τὸ χρῶμα εἶναι σχετικῶς βαθύτερον, εἶχε δοθῆ εἰς τὸ παρελθὸν τὸ ὄνομα «θάλασσα». Καὶ τοῦτο, διότι κατὰ τὰς παρατηρήσεις μὲ μικρὰ τηλεσκόπια εἶδιδετο ἡ ἐντύπωσις ὅτι ἦσαν ὠκεανοὶ ἀνάλογοι πρὸς τοὺς γηίνους, αὐτὸ δὲ τὸ ὄνομα χρησιμοποιεῖται ἀκόμη καὶ σήμερον παρ' ὄλον ὅτι ἔχει πλέον ἀποδειχθῆ, ὅτι οὐδέποτε αὐταὶ ἦσαν κεκαλυμμένα ὑπὸ ὕδατος.

**92. Θερμοκρασία καὶ ἐσωτερικὴ δομὴ.** Καθὼς δὲν ὑπάρχει ἀτμόσφαιρα διὰ νὰ προστατεύῃ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Σελήνης, αὕτη ὑποκειμένη εἰς τὴν ἄμεσον ἡλιακὴν ἀκτινοβολίαν κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς μακρᾶς σεληνιακῆς ἡμέρας (ἡ ὁποία ἀντιστοιχεῖ εἰς δεκατέσσαρας γηίνας ἡμέρας) θερμαίνεται εἰς θερμοκρασίας ἀνωτέρας τῶν  $100^{\circ}$  C, ὥστε καὶ ἂν ἀκόμη ἡ σελήνη εἶχεν ὕδωρ, τοῦτο θὰ ἐξητιμίζετο ἐξ ὀλοκλήρου. Κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς νυκτὸς ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας τῆς σελήνης πίπτει εἰς τοὺς  $-150^{\circ}$  C. Εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς σελήνης ἐπικρατοῦν θερμοκρασίαι ὀλίγων ἑκατοντάδων βαθμῶν Κελσίου καὶ συνεπῶς τοῦτο εὐρίσκεται εἰς στερεὰν κατάστασιν, ὅπως ἀπέδειξαν παρατηρήσεις τῆς μεταδόσεως σεισμικῶν κυμάτων διὰ τοῦ σεληνιακοῦ ὑπεδάφους. Ἐχομεν μόνον ἐνδείξεις διὰ τὴν ὑπαρξιν μι-



Εικ. 24. Περιοχή τῆς σεληνιακῆς ἐπιφανείας. Διακρίνονται δύο μεγάλοι ὄροσειραι (ἄνω καὶ κάτω), περιβάλλουσαι τὴν ἐπίπεδον ἑκτασιν τῆς «θαλάσσης τῶν ὄμβρων», ὅπως καὶ ἀρκετοὶ κρατῆρες.



Εικ. 25. Φωτογραφία βράχου και ὀρέων Σελήνης ἀπὸ τὸ Ἀπόλλων 17.

κροῦ ρευστοῦ ἢ πλαστικοῦ πυρῆνος διαμέτρου περὶ τὰ 1000 χλμ.

**93. Ἡλικία καὶ ἐξέλιξις.** Μελέτη τῶν σεληνιακῶν πετρωμάτων, ποὺ προσεκομίσθησαν ὑπὸ τῶν ἀστροναυτῶν, ἔδειξεν ὅτι αἱ διάφοροι περιοχαὶ τῆς σελήνης εὐρίσκοντο συνεχῶς εἰς στερεὰν κατάστασιν καὶ συνεπῶς εἰς χαμηλὰς σχετικῶς θερμοκρασίας, τοῦλάχιστον κατὰ τὰ τελευταῖα 4 - 4,5 δισεκατομμύρια ἔτη. Τοῦτο ἀποδεικνύει

ὅτι τούλάχιστον ἐπὶ 4 δισεκατομμύρια ἔτη ἡ σελήνη ἦτο ἐν ἀπολύτως ἄδρανές καὶ ψυχρὸν σῶμα, χωρὶς νὰ παρουσιάζῃ καμμίαν δραστηριότητα ἢ ἀλλαγὴν. Αἱ μόναι ἐμφανεῖς ἀλλαγαὶ προήρχοντο ἀπὸ τὴν πτώσιν εἰς διάφορα σημεῖα τῆς ἐπιφανείας τῆς τεραστίων μετεωριτῶν, μὲ ἀποτέλεσμα τὴν μερικὴν τήξιν τῶν πετρωμάτων τῆς περιοχῆς, λόγῳ τῆς μεγάλης θερμότητος ποὺ ἐδημιουργεῖτο κατὰ τὴν κρούσιν. Ἐνας ἀπὸ τοὺς νεωτέρους σχηματισμοὺς ποὺ ἐδημιουργήθησαν κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον εἶναι ὁ κρατῆρ Κοπέρνικος, ποὺ ἔχει ἡλικίαν περίπου 800.000.000 ἐτῶν.

### Ἀσκήσεις

71. Εὔρετε πόσον εἶναι ὑψηλότερα τὰ ὄρη τῆς σελήνης, ὡς πρὸς τὰ ὄρη τῆς γῆς, ἂν ληφθοῦν ὑπ' ὄψιν αἱ διαστάσεις γῆς καὶ σελήνης.

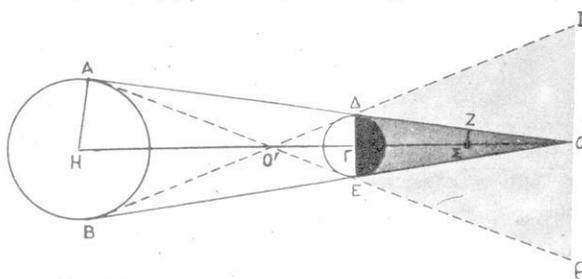
72. Διὰ τί ἡ ἀπουσία τῆς ἀτμοσφαιρας συνεπάγεται καὶ τὴν ἔλλειψιν ὕδατος ἐπὶ τῆς σελήνης ;

73. Διὰ τί ἡ ἔλλειψις ἀτμοσφαιρας εἰς τὴν σελήνην συνεπάγεται τὴν ἀπουσίαν διαχύτου φωτός, λυκαυγούς καὶ λυκόφωτος, ὡς καὶ παρασκιάς ;

74. Εἰς τὸν οὐρανὸν τῆς σελήνης φαίνονται οἱ ἀστέρες καὶ κατὰ τὴν ἡμέραν Διὰ τί ;

### III. Αἱ ἐκλείψεις καὶ παλίρροια

94. Ἡ σκιά καὶ ἡ παρασκιά τῆς γῆς. Ἡ γῆ καὶ οἱ ἄλλοι πλανῆται, ὅπως καὶ οἱ δορυφόροι των, ὡς σκοτεινὰ σφαιρικὰ σώματα, φωτιζόμενα ὑπὸ τοῦ ἡλίου, ρίπτουν ὀπισθέν των σκιάν, ἔχουσαν σχῆμα κώνου. Οὕτως, ἡ γῆ Γ (σχ. 18), φωτιζομένη ἀπὸ τὸν ἥλιον Η, ρίπτει τὴν κωνικὴν σκιάν ΔΟΕ, ἀλλὰ καὶ τὴν παρασκίαν



Σχ. 18

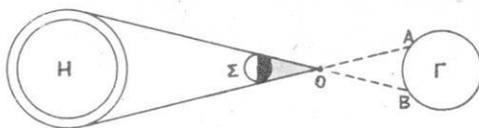
Ι ΔΕΘ, ἔχουσαν σχῆμα κολούρου κώνου, ὁ ὁποῖος προκύπτει ἀπὸ τὸν κῶνον ΙΟ'Θ. Οὗτος γεννᾶται ἀπὸ τὰς ἐσωτερικὰς ἐφαπτομένας ΑΕ καὶ ΒΔ, ἐνῶ ὁ κῶνος τῆς σκιάς ἀπὸ τὰς ἐξωτερικὰς ΑΔ καὶ ΒΕ.

**95. Αί έκλειψεις τῆς σελήνης.** Ὄταν ἡ σελήνη εισδύῃ εἰς τὸν κῶνον τῆς σκιάς τῆς γῆς, λέγομεν ὅτι ἔχομεν **ἐκλειψιν σελήνης**. Καί, ἐάν μὲν εισέλθῃ ὀλόκληρος ἡ σελήνη, τότε ἡ ἐκλειψις καλεῖται **ὀλική**, ἐάν δὲ εισδύσῃ μέρος μόνον αὐτῆς, τότε λέγεται **μερικὴ**.

Διὰ τὴν συμβῆ ὁμως ἐκλειψις σελήνης, θὰ πρέπει ἡ σκιά τῆς γῆς νὰ διευθύνεται πρὸς τὴν σελήνην. Τοῦτο, συνεπῶς, θὰ συνέβαινε καθ' ἐκάστην πανσέληνον, ὁπότε, λόγω τῆς ἀντιθέσεως σελήνης - ἡλίου, ἡ γῆ ρίπτει τὴν σκιάν της πρὸς τὸ μέρος τῆς σελήνης. Ἀλλὰ διὰ τὴν εισδύσῃ ἡ σελήνη εἰς τὴν σκιάν, καθ' ἐκάστην πανσέληνον, θὰ ἔπρεπε ἀκόμη νὰ συμπίπτουν τὰ ἐπίπεδα γῆνης καὶ σεληνιακῆς τροχιάς· διότι μόνον κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον τὰ τρία σώματα ἡλιος - γῆ - σελήνη θὰ εὐρίσκοντο ἐπ' εὐθείας. Ὅμως, τὰ ἐπίπεδα αὐτὰ σχηματίζουν γωνίαν ἴσην πρὸς  $5^{\circ} 8'$ , διὰ τοῦτο δὲ καὶ ἡ σκιά τῆς γῆς διέρχεται συνήθως, κατὰ τὴν πανσέληνον, ἄνωθεν ἢ κάτωθεν τῆς σελήνης καί, ὡς ἐκ τούτου, δὲν γίνεται τότε ἐκλειψις.

**96. Αἱ ἐκλειψεις τοῦ ἡλίου. α'.** Ὄταν ἡ σκιά τῆς σελήνης φθάσῃ εἰς τὴν γῆν, τότε, ὅπως ἡ σελήνη κινεῖται, ἡ σκιά της διατρέχει τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς, καλύπτουσα οὕτω μίαν λωρίδα αὐτῆς, εὖρους τὸ πολὺ 300 km. Τότε, καὶ εἰς ὅλους τοὺς τόπους, ἐκ τῶν ὁποίων διέρχεται ἡ σκιά, ὁ δίσκος τῆς σελήνης ἀποκρύπτει τὸν δίσκον τοῦ ἡλίου· διότι ἡ φαινομένη διάμετρος τῆς σελήνης εἶναι μεγαλύτερα τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ ἡλίου, ὅταν ἡ σκιά φθάσῃ ἕως τὴν γῆν. Εἰς τοὺς τόπους αὐτοὺς γίνεται **ὀλικὴ ἐκλειψις τοῦ ἡλίου**. Οἱ τόποι ὁμως τῆς γῆς, ἐπὶ τῶν ὁποίων προσπίπτει ὁ κόλινος κῶνος τῆς παρασκιάς, ἔχουν **μερικὴν ἐκλειψιν τοῦ ἡλίου**, διότι, εἰς αὐτοὺς, ὁ δίσκος τῆς σελήνης ἀποκρύπτει μέρος τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου.

**β'.** Ὄταν ὁμως ὁ κῶνος τῆς σκιάς τῆς σελήνης δὲν φθάσῃ εἰς τὴν γῆν (σχ. 19), τότε, εἰς ὅλους τοὺς τόπους, εἰς τοὺς ὁποίους φθάνει ὁ κατὰ κο-



Σχ. 19.

ρυφήν πρὸς τὴν σκιάν κῶνος AOB, ὁ δίσκος τῆς σελήνης ἀφίνει ἀκάλυπτον λεπτόν δακτύλιον γύρω ἀπὸ τὸ ἀποκρυπτόμενον μέρος τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου. Διὰ τοῦτο, λέγομεν τότε, ὅτι οἱ τόποι αὐτοὶ ἔχουν **δακτυλιοειδῆ ἔκλειψιν τοῦ ἡλίου**, ἐνῶ οἱ τόποι, τοὺς ὁποίους καλύπτει ἡ παρασικιά, ἔχουν μερικὴν ἔκλειψιν.

### Ἀσκήσεις

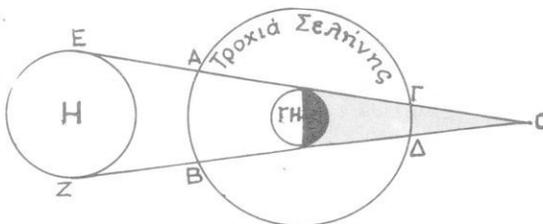
75. Εὑρετε τὸ μήκος τῆς σκιάς τῆς σελήνης : α) ὅταν ἡ γῆ εὑρίσκεται εἰς τὸ περιήλιον καὶ ἡ σελήνη εἰς τὸ περίγειον· β) ὅταν ἡ γῆ εὑρίσκεται εἰς τὸ ἀφήλιον καὶ ἡ σελήνη εἰς τὸ ἀπόγειον.

76. Σπουδάσατε εἰς τὸ σχ. 20 τὰ τόξα AB καὶ ΓΔ τῆς τροχιάς τῆς σελήνης καὶ δικαιολογήσατε διατί αἱ ἔκλειψεις τοῦ ἡλίου εἶναι περισσότεραι τῶν σεληνιακῶν.

77. Κατασκευάσατε σχῆμα, τὸ ὁποῖον νὰ παριστᾷ ἀπὸ κοινοῦ τὸν μηχανισμόν τῶν ἡλιακῶν καὶ τῶν σεληνιακῶν ἔκλειψεων.

**97. Τὸ φαινόμενον τῆς παλιρροίας καὶ ἡ σελήνη.** Ἐπὶ ἕξ ὥρας ἡ στάθμη τῶν ὑδάτων τῶν θαλασσῶν ἀνέρχεται συνεχῶς, κατόπιν δὲ ἀκολουθεῖ κάθοδος τῆς ἐπὶ ἄλλας ἕξ συνεχεῖς ὥρας. Οὕτως, ἀνὰ 24ωρον περίπου, παρατηροῦνται δύο ἄνοδοι καὶ δύο κάθοδοι. Ἡ ἄνοδος ὀνομάζεται **πλημμυρίς** καὶ ἡ κάθοδος **ἄμπωτις**. Ἀπὸ κοινοῦ, πλημμυρίς καὶ ἄμπωτις, ἀποτελοῦν τὸ φαινόμενον τῆς **παλιρροίας**. Ὑπάρχει σχέσηις μεταξὺ τῆς σελήνης καὶ τοῦ φαινομένου τῶν παλιρροιῶν.

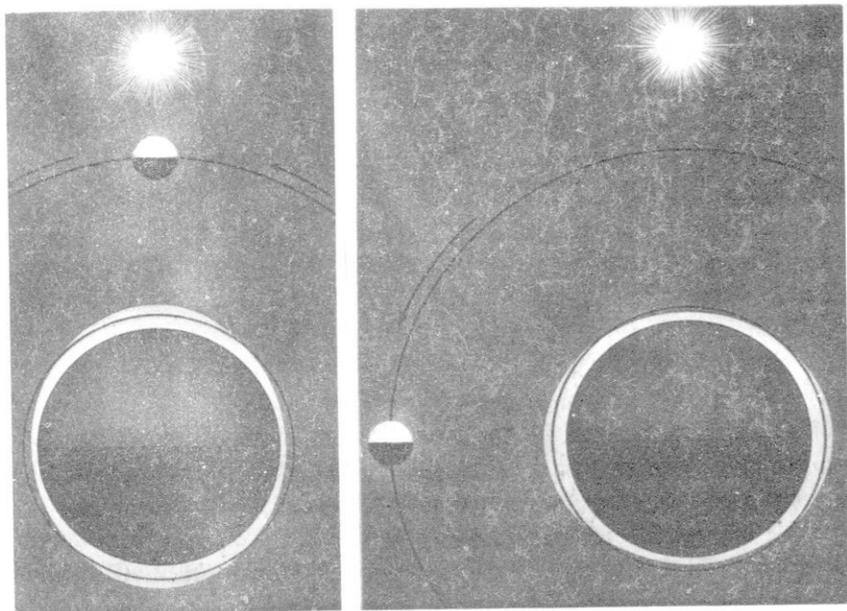
**98. Ἑρμηνεία τοῦ φαινομένου τῶν παλιρροιῶν.** Εἰς τὸν Νεύ-



των ἀφείλεται ἡ ἐξηγησις τοῦ φαινομένου τῶν παλιρροιῶν.

Ὅπως ἀποδεικνύεται, ἡ ἔλξις τῆς σελήνης ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ στοιχείου τῆς γῆς εἶναι κατὰ 2,2 φορές μεγαλυτέρα τῆς ἔλξεως, τὴν ὁποίαν

Σχ. 20.



Εικ. 26. Ἐξήγησις τοῦ φαινομένου τῶν παλιρροϊῶν. Ἀριστερά· κατὰ τὴν φάσιν τῆς Ν.Σ. ἡ συνδυασμένη ἔλξις σελήνης καὶ ἡλίου προκαλεῖ ἰσχυροτέραν παλίρροϊαν. Δεξιά, κατὰ τὸν τετραγωνισμόν, ἡ ἔλξις τῆς σελήνης ἐξουδετεροῦται μερικῶς ὑπὸ τῆς ἔλξεως τοῦ ἡλίου καὶ ἡ παλίρροια εἶναι ἀσθενεστέρα.

ἀσκει ἐπ' αὐτοῦ ὁ ἥλιος. Βάσει τοῦ δεδομένου τούτου, ὑποθέσωμεν, ὅτι ὅλη ἡ ἐπιφάνεια τῆς γῆς καλύπτεται ὑπὸ ὕδατων. Τότε, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς ἔλξεως τῆς σελήνης, τὰ ὕδατα τῶν θαλασσῶν θὰ συνωρεῦοντο περισσότερο πρὸς τὸ μέρος τῆς σελήνης, ἀλλ' ἐπὶ πλέον, ὅπως διδάσκει ἡ Μηχανικὴ τῶν ρευστῶν, καὶ εἰς τὸ ἐκ διαμέτρου ἀντίθετον μέρος τῆς γῆς. Ἄλλ' ἡ συσώρευσις αὐτὴ θὰ ἔδιδε εἰς τὴν γήινην σφαῖραν σχῆμα ἐλλειψοειδές (εἰκ. 26 ἀριστερά). Ἄν πρὸς τὸ μέρος τῆς σελήνης εὐρίσκεται καὶ ὁ ἥλιος (σύνοδος), τότε, ἡ συνδυασμένη ἔλξις ἡλίου καὶ σελήνης θὰ καταστήσῃ τὸ ἐλλειψοειδές περισσότερο πεπλατυσμένον· τοῦτο ἀκριβῶς συμβαίνει εἰς τὰς συζυγίας. Κατὰ τοὺς τετραγωνισμούς, ὁπότε σελήνη, γῆ καὶ ἥλιος σχηματίζουν ὀρθὴν γωνίαν καὶ ἡ ἔλξις τοῦ ἡλίου ἐξουδετερώνει μέρος τῆς ἔλξεως τῆς σελήνης καὶ τὸ ἐλλειψοειδές σχῆμα θὰ εἶναι ὀλιγώτερον

τονισμένον, έστραμμένον δέ, πάντοτε, πρὸς τὴν σελήνην (εἰκ. 26 δεξιά). Λόγω ὅμως καὶ τῆς περιστροφῆς τῆς, ἡ γῆ στρέφει, συνεχῶς, πρὸς τὴν σελήνην διαφορετικὰ μέρη τῆς ἐπιφανείας τῆς. Συνεπῶς καὶ τὸ ἔλλειψοειδές σχῆμα θὰ ἀλλάσῃ συνεχῶς τὴν θέσιν τῶν δύο ὑδατίνων ἐξογκώσεών του, τῶν π λ η μ μ υ ρ ῖ δ ω ν καὶ τῶν μεταξὺ τούτων ἀ μ π ω τ ῖ δ ω ν.

**99. Ἡ παλίρροια τοῦ Εὐρίπου. α'.** Ὁ διάυλος τοῦ Εὐρίπου εἶναι πλάτους 39 m, μήκους 40 m καὶ βάθους 8,5 m. Εἰς αὐτὸν παρουσιάζεται μοναδικόν, διὰ τὰς θαλάσσας, φαινόμενον : τὰ ὕδατά του κινουῦνται συνεχῶς, ἐνῶ συγχρόνως ἀλλάσσουν καὶ φορὰν κινήσεως, κατευθυνόμενα ἄλλοτε πρὸς τὸν βόρειον καὶ ἄλλοτε πρὸς τὸν νότιον Εὐβοϊκόν. Ἐπὶ 22 - 23 ἡμ. παρουσιάζει τοῦτο μίαν κανονικότητα καὶ ἀλλάσσει φορὰν, ἀνὰ 6 ὥρ. περίπου, ὅπως ἡ παλίρροια, κατὰ τὰς ὑπολοίπους 6 ἕως 7 ἡμέρας τοῦ μηνὸς τὸ ρεῦμα γίνεται ἀκανόνιστον.

**β'.** Σήμερον δεχόμεθα τὴν ἐξῆς ἐξήγησιν : Τὸ κῦμα τῆς παλιρροίας ἔρχεται κυρίως ἀπὸ τὴν Μεσόγειον Θάλασσαν εἰς τὴν Εὐβοϊαν καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸν βόρειον καὶ τὸν νότιον Εὐβοϊκόν, κατευθυνόμενον πρὸς τὸν Εὐρίπον. Λόγω ὅμως τοῦ διαφορετικοῦ μήκους τῆς διαδρομῆς, τὸ κῦμα τὸ ἐρχόμενον ἐκ νότου φθάνει ἐκεῖ 1 ὥρ. καὶ 15 λ. ἐνωρίτερον ἀπὸ τὸ ἐρχόμενον ἐκ βορρᾶ. Ὡς ἐκ τούτου οἱ περισσότεροι ὑδάτινοι ὄγκοι φθάνουν ἐκ νότου ἐνωρίτερον καὶ ἀνεβάζουν τὴν στάθμην εἰς τὸ μέρος αὐτὸ καὶ μάλιστα κατὰ 30 ἕως 40 cm, ὅποτε δημιουργεῖται ρεῦμα ἐκ νότου πρὸς βορρᾶν. Μετὰ ἐξ ὅμως ὥρας ἀντιστρέφονται αἱ συνθῆκαι καὶ δημιουργεῖται ἀντίθετον ρεῦμα, καθὼς ἡ ἄμπωτις διαδέχεται τὴν πλημμυρίδα. Διότι τότε εἰς τὸ βόρειον μέρος ἔχουν συσσωρευθῆ περισσότερα ὕδατα. Καί, ὅταν μὲν ἔχωμεν συζυγίας, ὅποτε ἡ ἔντασις τῆς παλιρροίας εἶναι μεγάλη, τὸ ρεῦμα παρουσιάζεται κανονικόν. Κατὰ τοὺς τετραγωνισμούς ὅμως, τὸ ρεῦμα εἶναι ἀσθενέστερον, ἢ διαμόρφωσις τοῦ βυθοῦ τῶν δύο λιμένων, οἱ πνεόντες ἄνεμοι καὶ ἄλλα αἷτια συντελοῦν, ὥστε τοῦτο νὰ παρουσιάζῃ τὰς ἀνωμαλίας.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η Η ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΣΦΑΙΡΑ

## Ι. Γῆ καὶ οὐράνιος σφαῖρα

**100. Οὐράνιος σφαῖρα· σχῆμα καὶ χρώμα τοῦ οὐρανοῦ. α'.**  
Ὀνομάζομεν οὐράνιον σφαῖραν, τὴν σφαῖραν ἐπὶ τῆς ὁποίας φαίνονται νὰ εἶναι καθηλωμένοι οἱ ἀστέρες καὶ ἡ ὁποία περιβάλλει τὴν γῆν.

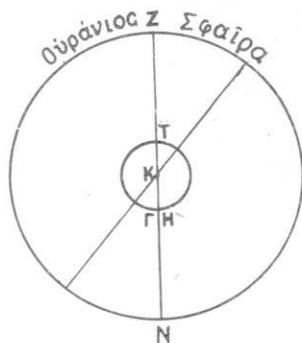
Κέντρον τῆς σφαίρας ταύτης εἶναι τὸ κέντρον Κ τῆς γῆς (σχ. 21). Ἐπειδὴ ὁμως ἡ ἀκτίς τῆς οὐρανόσφαιρας δύναται νὰ θεωρηθῆ ὡς ἔχουσα ἄπειρον μῆκος, διὰ τοῦτο, ἡ μὲν ἀκτίς ΚΤ τῆς γῆϊνης σφαίρας εἶναι δυνατὸν νὰ θεωρηθῆ ἀμελητέα, τὸ δὲ τυχὸν σημεῖον Τ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς δύναται νὰ ληφθῆ ὡς κέντρον τῆς οὐρανόσφαιρας. Κατὰ ταῦτα, ἀντὶ τῆς ἀκτίνος ΚΖ τῆς οὐρανόσφαιρας, δύναται νὰ ληφθῆ ἡ ΤΖ ἢ, ἐπὶ τὸ ἀπλούστερον, ὁ τόπος Τ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς δύναται νὰ θεωρηθῆ, ὡς συμπίπτων πρὸς τὸ κέντρον Κ τῆς οὐρανόσφαιρας καὶ τῆς γῆϊνης σφαίρας.

**β'.** Ἡ οὐράνιος σφαῖρα ὀνομάζεται ἀκόμη οὐράνιος θόλος ἢ ἀπλῶς, οὐρανός. Τὸ κυανοῦν χρώμα τοῦ ὀφείλεται κυρίως εἰς τὴν διάχυσιν τῆς κυανῆς ἰδίως ἀκτινοβολίας τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς ὑπὸ τῶν μορίων τῆς γῆϊνης ἀτμοσφαίρας.

**101. Κατακόρυφος τόπος· κατακόρυφοι κύκλοι. α'.** Κατακόρυφος τόπος Τ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς καλεῖται ἡ διεύθυνσις τῆς βαρῦτητος εἰς τὸν τόπον Τ. Ἡ κατακόρυφος τοῦ τόπου Τ ὀρίζεται καὶ ὡς ἡ διεύθυνσις τῆς γῆϊνης ἀκτίνος, τῆς διερχομένης ἐξ αὐτοῦ.

Ἐκαστον σημεῖον τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς ἔχει ἰδίαν κατακόρυφον.

**β'.** Ἡ κατακόρυφος ἑνὸς τόπου, ἔστω τοῦ Τ (σχ. 21), προεκτεινομένη νοερῶς πρὸς τὰ ἄνω, συναντᾷ τὴν οὐράνιον σφαῖραν εἰς σημεῖον Ζ, καλούμενον **Ζενιθ** τοῦ τόπου Τ. Ἐὰν ἡ κατακόρυφος προεκταθῆ νοερῶς καὶ πρὸς τὰ κάτω, ὑπὸ τοὺς πόδας τοῦ παρατηρητοῦ, τοῦ ἰσταμένου



Σχ. 21.

εἰς τὸν τόπον  $T$ , τότε, διερχομένη ἐκ τοῦ κέντρου  $K$  τῆς γῆς καὶ ἐπεκτεινομένη ἐπ' ἄπειρον, συναντᾷ τὴν οὐράνιον σφαῖραν εἰς τὸ σημεῖον  $N$ , ἐκ διαμέτρου ἀντίθετον πρὸς τὸ  $Z$ , τὸ ὅποιον καὶ καλεῖται **Ναδιρ** τοῦ τόπου  $T$ .

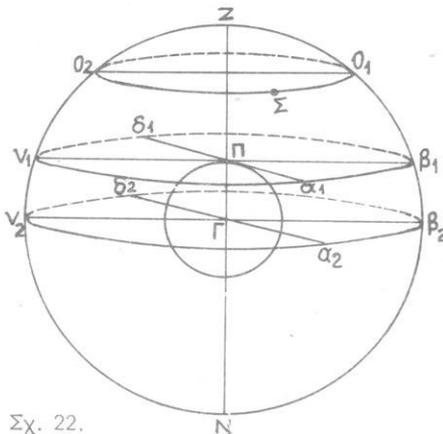
Ἡ  $Z_2N_2$  εἶναι ἡ κατακόρυφος τοῦ τόπου  $T_2$ , ἐνῶ ἡ  $Z_1N_1$  εἶναι ἡ τοῦ τόπου  $T_1$ .

γ'. Ὀνομάζονται **κατακόρυφα ἐπίπεδα**, τὰ ἄπειρα ἐπίπεδα, τὰ ὅποια διέρχονται ἐκ τῆς κατακορύφου ἑνὸς τόπου. Καθὲν τῶν κατακορύφων ἐπιπέδων τέμνει τὴν οὐράνιον σφαῖραν κατὰ κύκλον μέγιστον, ὅστις ὀνομάζεται **κατακόρυφος κύκλος**.

**102. Φυσικὸς καὶ αἰσθητὸς ὀρίζων· ὀριζόντιοι κύκλοι.** α'. Καλεῖται **φυσικὸς ὀρίζων** ἑνὸς τόπου ἢ γραμμῆ, κατὰ τὴν ὁποίαν ὁ οὐρανὸς φαίνεται, ὅτι ἐγγίζει τὴν γῆν.

β'. Κάθε ἐπίπεδον, κάθετον πρὸς τὴν κατακόρυφον, καλεῖται **ὀριζόντιον ἐπίπεδον**.

γ'. Ἐστω παρατηρητῆς, ἰστάμενος εἰς τὸ σημεῖον  $\Pi$  τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς  $\Gamma$  (σχ. 22). Τότε, τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, τὸ διερχόμενον ἐκ τῶν ὀφθαλμῶν του, θὰ τέμνη τὴν οὐράνιον σφαῖραν κατὰ κύκλον  $\beta_1\delta_1\nu_1\alpha_1$ , τοῦ ὁποῦ κέντρον εἶναι τὸ σημεῖον  $\Pi$ , ἐνῶ ἡ διάμετρος του  $\beta_1\nu_1$  εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν κατακόρυφον  $ZN$ . Τὸν κύκλον τοῦτον ὀνομάζομεν **αἰσθητὸν ὀρίζοντα** τοῦ σημείου  $\Pi$ .



Σχ. 22.

**103. Ζενιθία ἀπόστασις καὶ ὕψος ἀστέρος.** α'. Καλοῦμεν **ζενιθίαν ἀπόστασιν** ἑνὸς σημείου τῆς οὐρανίου σφαίρας ἢ ἑνὸς ἀστέρος, κατὰ τινὰ στιγμὴν, τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τούτου ἀπὸ τοῦ ζενιθ τοῦ τόπου, εἰς τὸν ὅποιον ἰστάμεθα.

Ἡ ζενιθία ἀπόστασις συμβολίζεται μὲ τὸ γράμμα  $z$ :

μετρείται ἐπὶ τοῦ κατακορύφου κύκλου, τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ σημείου ἢ τοῦ ἀστέρος, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τοῦ ζηνίθ· μεταβάλλεται ἀπὸ  $0^{\circ}$  ἕως  $180^{\circ}$ . Ἡ  $z$  τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$  (Σχ. 23) εἶναι ἡ  $ZO\Sigma$ , τῆς ὁποίας μέτρον εἶναι τὸ τόξον  $Z\Sigma$ .

**β'.** Καλοῦμεν ὕψος ἑνὸς σημείου ἢ ἑνὸς ἀστέρος, κατὰ τινα στιγμήν, τὴν γωνιώδη ἀπόστασίν του ἀπὸ τοῦ ὀρίζοντος τοῦ τόπου, εἰς τὸν ὁποῖον ἰστάμεθα.

Διὰ νὰ εὕρωμεν τὸ ὕψος ἑστω τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$  (σχ. 23), φέρομεν τὸν κατακόρυφόν του  $ZZN$  καί, ἐκ τοῦ  $O$ , ἀκτίνας  $O\Sigma$  καὶ  $O\Sigma'$ . Ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$  ἀπὸ τοῦ ὀρίζοντος θὰ εἶναι ἡ γωνία  $\Sigma'O\Sigma$ , τῆς ὁποίας μέτρον εἶναι τὸ τόξον  $\Sigma'\Sigma$ .

Τὸ ὕψος συμβολίζεται μὲ τὸ γράμμα  $u$ · μετρείται ἐπὶ τοῦ κατακορύφου κύκλου, τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ σημείου ἢ τοῦ ἀστέρος, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τοῦ σημείου  $\Sigma'$  τοῦ ὀρίζοντος· δύναται νὰ μεταβληθῆ ἀπὸ  $0^{\circ}$  ἕως  $90^{\circ}$  ἀπολύτως· καὶ εἶναι θετικὸν μὲν, ἔὰν ὁ ἀστὴρ εὐρίσκειται πρὸς τὸ ἄνω τοῦ ὀρίζοντος ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ, τὸ περιέχον τὸ ζηνίθ, ἀρνητικὸν δὲ ἔὰν ὁ ἀστὴρ κεῖται εἰς τὸ κάτω τοῦ ὀρίζοντος ἡμισφαίριον, τὸ περιέχον τὸ ναδίρ.

### Ἀσκήσεις

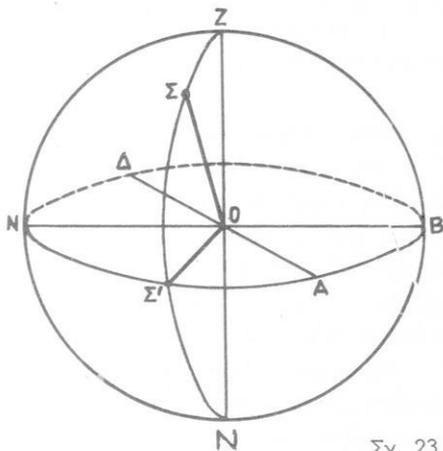
78. Δείξατε διατί ἡ  $z$  δύναται νὰ μεταβληθῆ ἀπὸ  $0^{\circ}$  ἕως  $180^{\circ}$ .

79. Ἐὰν ἡ ζηνιθία ἀπόστασις ἀστέρος, κατὰ τινα στιγμήν, μετρομένη εἰς ἕνα τόπον, εὐρεθῆ ἴση μὲ  $z$ , νὰ εὐρεθοῦν οἱ τόποι εἰς τοὺς ὁποίους ὁ αὐτὸς ἀστὴρ ἔχει τὴν αὐτὴν  $z$  κατὰ τὴν ἰδίαν στιγμήν.

80. Δείξατε, ὅτι τὸ ὕψος εἶναι πάντοτε τὸ συμπλήρωμα τῆς ζηνιθίας ἀποστάσεως· ἦτοι, ὅτι ἰσχύει ἡ σχέση  $z + u = 90^{\circ}$ .

81. Ἀστὴρ τινὸς τὸ ὕψος, εἰς ἕνα τόπον καὶ κατὰ τινα στιγμήν, εἶναι  $u = 37^{\circ} 51' 28''$ . Πόση εἶναι ἡ  $z$  αὐτοῦ;

82. Ἀστὴρ τινὸς ἡ ζηνιθία ἀπόστασις, εἰς ἕνα τόπον καὶ κατὰ τινα σι-



Σχ. 23.

γμήν, είναι  $z = 106^{\circ} 32' 48''$ . Πόσον είναι τὸ  $u$  αὐτοῦ ;

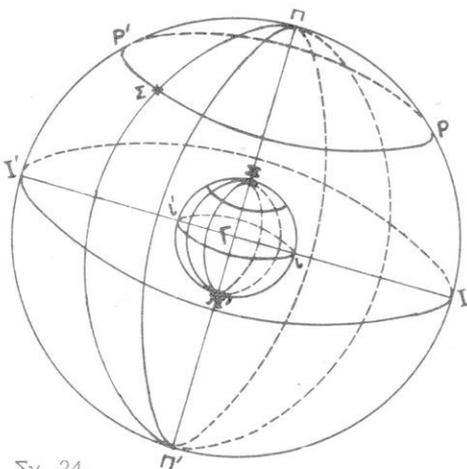
83. Τὸ ὕψος ἀστέρος, κειμένου ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα, είναι  $u = -35^{\circ} 15' 27''$ . Πόση είναι ἡ  $z$  αὐτοῦ ;

**104. Ἄξων τοῦ κόσμου καὶ οὐράνιος ἰσημερινός.** α'. Ἐστω  $\Gamma$  ἢ  $\gamma\eta$ , κατέχουσα τὸ κέντρον τῆς οὐρανίου σφαίρας καὶ  $\pi\pi'$  ὁ ἄξων περιστροφῆς τῆς γῆς, ἐνῶ  $\pi$  καὶ  $\pi'$  εἶναι ὁ βόρειος καὶ ὁ νότιος πόλος αὐτῆς, ἀντιστοίχως. Ἐὰν ὁ ἄξων τῆς γῆς ἐπεκταθῆ ἐπ' ἄπειρον καὶ ἀπὸ τὰ δύο μέρη του, τότε θὰ τμήσῃ τὴν οὐράνιον σφαῖραν κατὰ τὰ σημεῖα  $\Pi$  καὶ  $\Pi'$ , ἀντίστοιχα τῶν  $\pi$  καὶ  $\pi'$  τῆς γῆς (σχ. 24).

Καλοῦμεν **ἄξωνα τῆς οὐρανίου σφαίρας** ἢ καὶ **ἄξωνα τοῦ κόσμου** αὐτὸν τοῦτον τὸν ἄξωνα τῆς γῆς, προεκτεινόμενον ἐπ' ἄπειρον, ἕως ὅτου τμήσῃ τὴν οὐράνιον σφαῖραν καὶ καταστῆ διάμετρος αὐτῆς.

Ἐξ ἄλλου, ὀνομάζομεν **βόρειον πόλον** τῆς οὐρανίου σφαίρας τὸ σημεῖον  $\Pi$ , ἀντίστοιχον τοῦ γηίνου βορείου πόλου  $\pi$  καὶ **νότιον πόλον** αὐτῆς τὸ σημεῖον  $\Pi'$ , ἀντίστοιχον τοῦ γηίνου νοτίου πόλου  $\pi'$ .

β'. Ἐὰν τὸ ἐπίπεδον τοῦ ἰσημερινοῦ τῆς γῆς  $u$  προεκταθῆ ἐπ' ἄπειρον, θὰ τμήσῃ τὴν οὐράνιον σφαῖραν, κατὰ μέγιστον κύκλον αὐτῆς, τὸν  $\Pi\Pi'$ , ἀντίστοιχον πρὸς τὸν γηῖνον ἰσημερινόν, τὸν ὁποῖον καὶ καλοῦμεν **οὐράνιον ἰσημερινόν**.



Σχ. 24.

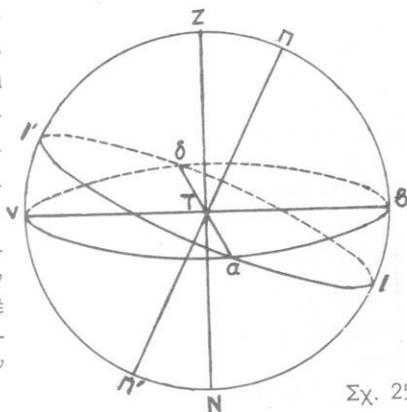
**105. Ὠριαῖοι καὶ παράλληλοι κύκλοι.** α'. Οἱ ἄπειροι μέγιστοι κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας, οἱ ἔχοντες ὡς διάμετρόν των τὸν ἄξωνα τοῦ κόσμου, ὀνομάζονται **ὠριαῖοι κύκλοι**. Οἱ ὠριαῖοι κύκλοι εἶναι οἱ ἀντίστοιχοι πρὸς τοὺς μεσημβρινούς τῆς γῆς (§ 76δ).

Ἐὰν  $\Sigma$  εἶναι τυχὸν σημεῖον τῆς οὐρανίου σφαίρας ἢ ἕνας ἀστήρ, τότε τὸ ἡμικύκλιον  $\Pi\Sigma\Pi'$  (σχ. 24) τοῦ ὠριαίου

κύκλου, τὸ περιέχον τὸ Σ, καλεῖται **ὠριαῖος τοῦ σημείου ἢ τοῦ ἀστέρος Σ**.

**β'.** Οἱ ἄπειροι μικροὶ κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας, οἱ παράλληλοι πρὸς τὸν οὐράνιον ἰσημερινόν, ὅπως ὁ ΡΣΡ' (σχ. 24), καλοῦνται **παράλληλοι κύκλοι**.

Οἱ παράλληλοι κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας εἶναι οἱ ἀντίστοιχοι τῶν παραλλήλων κύκλων τῆς γῆς. Ὅπως δὲ οἱ γήϊνοι, οὕτω καὶ οἱ οὐράνιοι παράλληλοι κύκλοι ἔχουν τὰ κέντρα των ἐπὶ τοῦ ἄξονος ΠΠ'.



Σχ. 25.

**106. Μεσημβρινὸν ἐπίπεδον καὶ οὐράνιος μεσημβρινὸς τόπου· κύρια σημεῖα τοῦ ὀρίζοντος.** α'. Ἐστω ὁ τόπος Τ (σχ. 25), θεωρούμενος ὡς συμπίπτων μὲ τὸ κέντρον τῆς γήϊνης καὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, ΖΝ ἢ κατακόρυφος αὐτοῦ καὶ ΠΠ' ὁ ἄξων τοῦ κόσμου.

Καλοῦμεν **μεσημβρινὸν ἐπίπεδον** τοῦ τόπου Τ, τὸ ὀριζόμενον ὑπὸ τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου ΠΠ' καὶ τῆς κατακόρυφου τοῦ τόπου ΖΝ.

Τὸ μεσημβρινὸν ἐπίπεδον τοῦ τόπου Τ τέμνει τὴν οὐράνιον σφαῖραν κατὰ μέγιστον κύκλον αὐτῆς, τὸν ΠΖΠ'Ν, τὸν ὁποῖον ὀνομάζομεν **οὐράνιον μεσημβρινὸν** τοῦ τόπου Τ.

**β'.** Ἐστω βδνα ὁ αἰσθητὸς ὀρίζων εἰς τὸν τόπον Τ, κάθετος ἐπὶ τὴν κατακόρυφον ΖΝ καὶ ΙδΙ'α ὁ οὐράνιος ἰσημερινός, κάθετος ἐπὶ τὸν ἄξωνα τοῦ κόσμου ΠΠ'. Τότε, ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς τοῦ τόπου, ὁ ΠΖΠ'Ν, τέμνει καθέτως τὸν ὀρίζοντα, κατὰ τὴν κοινὴν διάμετρον των βν, τὴν ὁποῖαν καὶ ὀνομάζομεν **μεσημβρινὴν γραμμὴν**.

Ἐξ ἄλλου, ἡ διάμετρος τοῦ ὀρίζοντος α δ, ἢ κάθετος ἐπὶ τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν, συνεπῶς δὲ καὶ ἐπὶ τὸν μεσημβρινόν, καλεῖται **ἄξων τοῦ μεσημβρινοῦ**.

**γ'.** Ἡ μεσημβρινὴ γραμμὴ βν καὶ ὁ ἄξων τοῦ μεσημβρινοῦ αδ διαιροῦν τὸν ὀρίζοντα εἰς τέσσαρα ὀρθογώνια τεταρτημόρια.

Τὰ πέρατα τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς β καὶ ν καλοῦνται, ἀντιστοίχως, **βορρᾶς** καὶ **νότος**· ἐνῶ τὰ πέρατα τοῦ ἄξονος τοῦ μεσημβρινοῦ α καὶ δ ὀνομάζονται κατὰ σειρᾶν, **ἀνατολὴ** καὶ **δύσις**. Ἀπὸ κοινοῦ, τὰ τέσσαρα αὐτὰ σημεῖα λέγονται **κύρια σημεῖα τοῦ ὀρίζοντος**.

## Ἀσκήσεις

84. Δείξατε, ὅτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς εἶναι κύκλος κατακόρυφος.
85. Δείξατε, ὅτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς εἶναι ὠριαῖος κύκλος.
86. Δείξατε, ὅτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν ὀρίζοντα τοῦ τόπου, ὅπου ἰστάμεθα.
87. Δείξατε, ὅτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινός, εἰς τυχόντα τόπον, εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν οὐράνιον ἰσημερινόν.
88. Δείξατε, ὅτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινός εἶναι κάθετος ἐπὶ τοὺς παραλλήλους κύκλους.
89. Εὑρετε τὸ  $\nu$  καὶ τὴν  $\zeta$  ἐκάστου τῶν κυρίων σημείων τοῦ ὀρίζοντος.
90. Δείξατε, ὅτι ὅλα τὰ σημεία τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, τὰ ὅποια εὐρίσκονται ἐπὶ τοῦ ἰδίου γηίνου μεσημβρινοῦ, ἔχουν καὶ τὸν ἴδιον οὐράνιον μεσημβρινόν.
91. Δείξατε, ὅτι ὁ ὀρίζων καὶ ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς διχοτομοῦνται.

**107. Φαινομένη περιστροφή τῆς οὐρανίου σφαίρας καὶ νόμοι αὐτῆς. α΄.** Ὅλοι οἱ ἀστέρες, ἐκτὸς τοῦ ἡλίου, τῆς σελήνης καὶ τῶν πλανητῶν, φαίνονται ὡσάν νὰ εἶναι  $\kappa \alpha \theta \eta \lambda \omega \mu \acute{\epsilon} \nu \omicron \iota$  ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς (κοίλης) ἐπιφανείας τῆς οὐρανίου σφαίρας, εἰς τρόπον ὥστε αἱ σχετικαὶ θέσεις των, ὡς πρὸς ἀλλήλους, νὰ μένουν πάντοτε σταθεραί. Διὰ τοῦτο ὠνομάσθησαν ὑπὸ τῶν ἀρχαίων Ἑλλήνων ἀστρονόμων **ἀπλανεῖς ἀστέρες**, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τοὺς πλανήτας, οἱ ὅποιοι, σὺν τῷ χρόνῳ, ἀλλάσσουσιν συνεχῶς θέσιν μεταξὺ τῶν ἀπλανῶν.

Ὅλοι ἐν γένει οἱ ἀστέρες φαίνονται καθ' ἐκάστην νὰ ἀνατέλλουν, ὅπως ὁ ἥλιος, καὶ ἐν συνεχείᾳ νὰ διατρέχουν τὸν οὐρανόν, προχωροῦντες πρὸς τὸ δυτικὸν μέρος τοῦ ὀρίζοντος, ὅπου συνήθως δύουσιν, διὰ νὰ ἀνατεῖλουν ἐκ νέου, μετὰ πάροδον ἐνὸς 24ώρου ἀπὸ τῆς προηγουμένης ἀνατολῆς των.

**β΄.** Ἡ περιστροφή τῆς οὐρανίου σφαίρας δὲν εἶναι πραγματικὴ, ἀλλὰ φαινομενικὴ. Εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς περὶ τὸν ἄξονά της (§ 83). Λαμβάνει δηλαδὴ καὶ ἐδῶ χώραν τὸ γνωστὸν φαινόμενον, κατὰ τὸ ὅποιον, ἐὰν εὐρισκώμεθα ἐπὶ ἐνὸς κινητοῦ (πλοίου, σιδηροδρόμου κ.ἄ.), μένομεν μὲ τὴν ἀπατηλὴν ἐντύπωσιν, ὅτι κινοῦνται αἱ οἰκίαι, τὰ δένδρα κ.λπ., κατ' ἄν τ ἰ θ ε τ ο ν φ ο ρ ἄ ν ἐκείνης, πρὸς τὴν ὅποιαν κινούμεθα ἡμεῖς. Ὅπως δὲ ἀκριβῶς, ἐὰν πε-

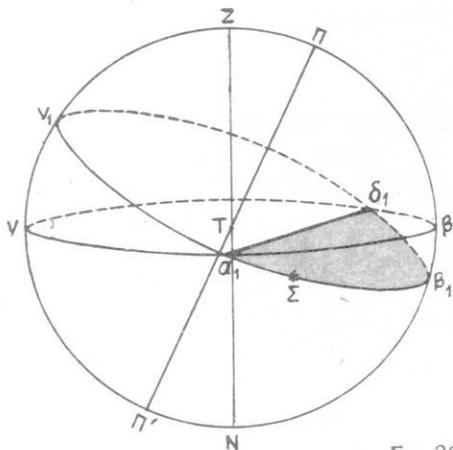
ριστραφή κάποιος περί τὸν ἑαυτὸν του, νομίζει ὅτι καὶ τὰ γύρω του ἀντικείμενα κινουῦνται κυκλικῶς, ἀλλὰ κατ' ἀντίθετον φοράν, κατὰ τὸν ἴδιον τρόπον, λόγω τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς περί τὸν ἄξονά της, ἐκ  $\delta \nu \sigma \mu \omega \nu$  πρὸς ἀνατολάς, ἡμεῖς, ὡς εὐρισκόμενοι ἐπ' αὐτῆς, μένομεν μὲ τὴν ἐντύπωσιν, ὅτι κινεῖται ἡ περιβάλλουσα τὴν γῆν οὐράνιος σφαῖρα, ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμάς, περί τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου.

**108. Ἀνατολαὶ καὶ δύσεις τῶν ἀστέρων ἡμερήσια καὶ νυκτερινὰ τόξα αὐτῶν.** α'. Ἐνας ἀστήρ ἔστω  $\Sigma$  (σχ. 26), καθὼς διαγράφει τὴν περιφέρειαν τοῦ παραλλήλου τοῦ κύκλου  $\Sigma \alpha_1 \nu_1 \delta_1 \beta_1 \Sigma$ , ὅταν φθάσῃ εἰς τὸ σημεῖον  $\alpha_1$ , τομὴν τῆς τροχιάς του μετὰ τοῦ ὀρίζοντος  $\alpha_1 \nu_1 \delta_1 \beta_1$  εἰς τὸν τόπον  $T$ , λέγομεν ὅτι **ἀνατέλλει**. Ἐπειδὴ δὲ εὐρίσκεται τότε ἐπὶ τοῦ ὀρίζοντος, τὸ ὕψος του εἶναι ἴσον πρὸς  $0^\circ$ . Ἐν συνεχείᾳ, προχωρεῖ καὶ φθάνει εἰς τὸ σημεῖον  $\nu_1$ , ὁπότε ἔχει καὶ τὸ μεγαλύτερον ὕψος αὐτοῦ ὑπεράνω τοῦ ὀρίζοντος, ἴσον πρὸς τὸν τόξον  $\nu \nu_1$ . Κατόπιν, τὸ ὕψος του ἔλαττουται, καθὼς οὗτος προχωρεῖ μέχρι τοῦ σημείου  $\delta_1$ , τὸ ὅποιον εἶναι τὸ ἄλλο ἄκρον τῆς τομῆς  $\alpha_1 \delta_1$  τῆς τροχιάς του μετὰ τοῦ ὀρίζοντος. Τότε, πάλιν τὸ ὕψος του γίνεται  $\nu = 0^\circ$ , λέγομεν δὲ ὅτι ὁ ἀστήρ, κατὰ τὴν στιγμήν ἐκεῖνην, **δύει**.

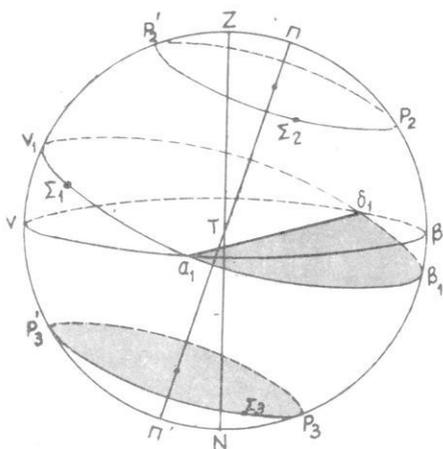
**β'.** Καλοῦμεν **ἡμερήσιον τόξον** ἀστέρος τὸ τόξον, τὸ ὅποιον διαγράφει οὗτος ὑπεράνω τοῦ ὀρίζοντος τοῦ τόπου, ὅπου ἰστάμεθα, ὅπως εἶναι τὸ τόξον  $\alpha_1 \nu_1 \delta_1$  τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$  (σχ. 26)· καὶ **νυκτερινὸν τόξον** αὐτοῦ, τὸ διαγραφόμενον ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα τοῦ τόπου, ὡς εἶναι τὸ τόξον  $\delta_1 \beta_1 \alpha_1$ .

**109. Μεσουρανῆσεις τῶν ἀστέρων εἰς ἓνα τόπον.** α'. Καλοῦμεν **ἄνω μεσουράνησιν ἀστέρος** τὴν στιγμήν, κατὰ τὴν ὁποίαν ἔχει οὗτος τὸ μεγαλύτερον ὕψος του εἰς ἓνα τόπον, ἀνεξαρτήτως ἀν εἶναι ἀειφανῆς ἢ ἀφανῆς εἰς τὸν τόπον αὐτόν· λέγομεν δὲ, ὅτι τότε ὁ ἀστήρ **μεσουρανεῖ ἄνω**.

Κατὰ τὸν ὀρισμὸν τοῦτον, ὁ ἀστήρ  $\Sigma_1$  (σχ. 27) μεσουρανεῖ ἄνω εἰς τὸ σημεῖον  $\nu_1$  τῆς τροχιάς του, ἐνῶ ὁ ἀειφανῆς ἀστήρ  $\Sigma_2$  ἔχει τὴν ἄνω μεσουράνησίν του εἰς τὸ σημεῖον  $P'_2$  καὶ ὁ ἀφανῆς  $\Sigma_3$  εὐρίσκεται εἰς τὴν ἄνω μεσουράνησίν του, ὅταν φθάσῃ εἰς τὸ σημεῖον  $P'_3$  τῆς τροχιάς του.



σχ. 26.



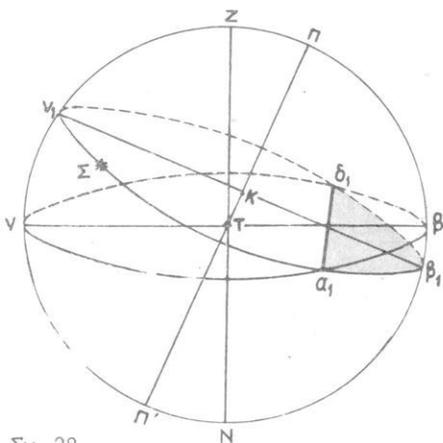
Σχ. 27.

ναί τὰ σημεῖα τῆς ἄνω καὶ τῆς κάτω μεσουρανήσεως τοῦ ἀστέρος Σ, ἀντιστοίχως.

Ἄρα ἡ τομὴ  $\nu_1\beta_1$  διέρχεται ἐκ τοῦ Κ καὶ εἶναι διάμετρος τοῦ παραλλήλου κύκλου.

Ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς τέμνει καθένα τῶν παραλλήλων κύκλων, τοὺς ὁποίους διαγράφουν οἱ ἀστέρες, κατὰ διάμετρον, ἥτις ἔχει ὡς πέρατά της τὰ σημεῖα τῆς ἄνω καὶ κάτω μεσουρανήσεως καθενὸς ἀστέρος.

Κατὰ ταῦτα, τὰ τόξα  $\nu_1\delta_1\beta_1$  καὶ  $\beta_1\alpha_1\nu_1$  εἶναι ἴσα, ὡς ἡμιπεριφέρειαι τοῦ παραλλήλου κύκλου τοῦ ἀστέρος Σ.



Σχ. 28.

β'. Κατ' ἀντίστοιχον τρόπον, καλοῦμεν **κάτω μεσουράνησιν ἀστέρος** τὴν στιγμὴν, κατὰ τὴν ὁποίαν ἔχει οὗτος τὸ μικρότερον ὕψος του εἰς ἓνα τόπον καὶ λέγομεν, ὅτι τότε ὁ ἀστὴρ **μεσουρανεῖ** κάτω.

**110. Δύο θεμελιώδεις ιδιότητες τοῦ οὐρανόου μεσημβρινοῦ.** α'. Ἐστὸ τυχὼν ἀμφιφανὴς ἀστὴρ Σ (σχ. 28) καὶ  $\alpha_1\nu_1\delta_1\beta_1\alpha_1$  ὁ παράλληλος, τὸν ὁποῖον διαγράφει, λόγῳ τῆς φαινομένης περιστροφῆς τῆς οὐρανόου σφαίρας ἐνῶ  $\alpha_1\nu_1\delta_1\beta_1\alpha_1$  εἶναι ὁ ὀρίζων τοῦ τόπου Τ, εἰς τὸν ὁποῖον ἰστάμεθα, καὶ ΠΖΠ'ΝΠ ὁ μεσημβρινὸς τοῦ τόπου Τ. Τότε  $\nu_1$  καὶ  $\beta_1$  εἶ-

ναι τὰ σημεῖα τῆς ἄνω καὶ τῆς κάτω μεσουρανήσεως τοῦ ἀστέρος Σ.

β'. Ἐξ ἄλλου,  $\alpha_1\delta_1$  εἶναι ἡ τομὴ τοῦ παραλλήλου κύκλου τοῦ ἀστέρος ὑπὸ τοῦ ὀρίζοντος. Ἄλλ' ὁ μεσημβρινὸς εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν ὀρίζοντα, ὡς περιέχων τὴν ΖΝ καί, ἐπὶ πλέον, κάθετος ἐπὶ τὸν παράλληλον τοῦ ἀστέρος, ὡς περιέχων τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου ΠΠ'. Συνεπῶς, εἶναι κάθετος καὶ ἐπὶ τὴν τομὴν τῶν  $\alpha_1\delta_1$ . Ἀλλὰ τότε, ἡ  $\alpha_1\delta_1$ , ὡς κάθετος ἐπὶ τὸν μεσημβρινόν, θὰ εἶναι κάθετος καὶ ἐπὶ τὴν  $\nu_1\beta_1$  (τομὴν τοῦ παραλλήλου κύκλου ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ), διότι ἡ  $\nu_1\beta_1$  κεῖται ἐπὶ τοῦ μεσημβρινοῦ.

Ἐπομένως, τὸ τόξον  $\alpha_1 \nu_1$  εἶναι ἴσον πρὸς τὸ  $\nu_1 \delta_1$ · καὶ τὸ τόξον  $\alpha_1 \beta_1$  εἶναι ἴσον πρὸς τὸ  $\beta_1 \delta_1$ .

Ἐὐρανόιο μεσημβρινὸς διχοτομεῖ, τόσον τὰ ἡμερήσια, ὅσον καὶ τὰ νυκτερινὰ τόξα τῶν ἀστέρων.

**111. Ἀπόκλισις καὶ πολικὴ ἀπόστασις ἀστέρος. α'.**  
Καλοῦμεν ἀπόκλισιν ἑνὸς ἀστέρος  $\Sigma$  (σχ. 29) τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τοῦ ἀπὸ τὸν οὐράνιον ἰσημερινὸν  $\Gamma \Sigma' \Gamma'$ .

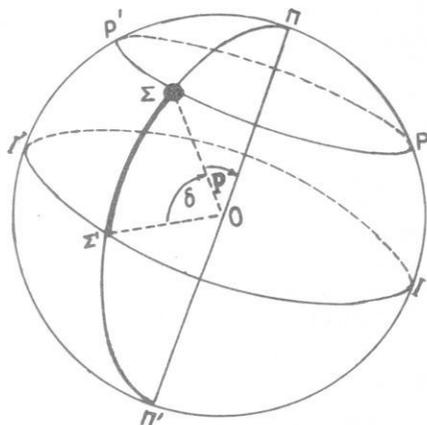
Διὰ νὰ εὐρωμεν τὴν ἀπόκλισιν τοῦ  $\Sigma$ , φέρομεν τὸν ὠριαῖον αὐτοῦ  $\Pi \Sigma \Sigma' \Pi'$  καὶ ἐκ τοῦ  $O$  τὰς δύο ὀπτικές ἀκτίνες  $O\Sigma$  καὶ  $O\Sigma'$ . Ἡ  $O\Sigma'$  κατευθύνεται πρὸς τὸ  $\Sigma'$ , τομὴν τοῦ ἰσημερινοῦ ὑπὸ τοῦ ὠριαίου τοῦ ἀστέρος. Τότε, ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$  ἀπὸ τὸν ἰσημερινὸν θὰ εἶναι ἡ γωνία  $\Sigma'O\Sigma$ , τῆς ὁποίας μέτρον εἶναι τὸ τόξον  $\Sigma'\Sigma$ , τοῦ ὠριαίου τοῦ  $\Sigma$ .

Ἡ ἀπόκλισις συμβολίζεται μὲ τὸ γράμμα  $\delta$ · μετρεῖται ἐπὶ τοῦ ὠριαίου τοῦ ἀστέρος, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τοῦ σημείου  $\Sigma'$  τοῦ ἰσημερινοῦ· δύναται νὰ μεταβληθῆ ἀπὸ  $0^\circ$  ἕως  $90^\circ$  ἀπολύτως· καὶ εἶναι θετικὴ μὲν, ἐὰν ὁ ἀστὴρ εὐρίσκεται εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ, ἀρνητικὴ δέ, ἐὰν ὁ ἀστὴρ κεῖται εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον.

**β'.** Καλοῦμεν **πολικὴν ἀπόστασιν** ἑνὸς ἀστέρος, τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τοῦ ἀπὸ τοῦ βορείου πόλου τῆς οὐρανόιο σφαίρας.

Οὕτως, ἡ πολικὴ ἀπόστασις τοῦ  $\Sigma$  (σχ. 29) εἶναι ἡ γωνία  $\Pi O\Sigma$ , τῆς ὁποίας μέτρον εἶναι τὸ τόξον  $\Pi\Sigma$  τοῦ ὠριαίου τοῦ  $\Sigma$ .

Ἡ πολικὴ ἀπόστασις συμβολίζεται μὲ τὸ γράμμα  $P$ · μετρεῖται ἐπὶ τοῦ ὠριαίου τοῦ ἀστέρος, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τοῦ βορείου πόλου τῆς οὐρανόιο σφαίρας· καὶ δύναται νὰ μεταβληθῆ ἀπὸ  $0^\circ$  ἕως  $180^\circ$ .



Σχ. 29.

### Ἀσκήσεις

92. Καθορίσατε ποῖα ἀντιστοιχίαι ὑπάρχουν μεταξύ ὕψους καὶ ζενιθίας

ἀποστάσεως ἀφ' ἐνὸς (§ 103) καὶ ἀποκλίσεως καὶ πολιτικῆς ἀποστάσεως ἀφ' ἑτέρου, ὡς καὶ κατὰ τί διαφέρουν.

93. Ἀποδείξατε, ὅτι ἐνῶ ἡ  $z$  καὶ  $u$  μεταβάλλονται μετὰ τοῦ τόπου εἰς τὸν ὁποῖον ἰστάμεθα, ἀντιθέτως, ἡ  $\delta$  καὶ ἡ  $P$  εἶναι ἀνεξάρτητοι τοῦ τόπου.

94. Δείξατε, ὅτι, ἐνῶ ἡ  $z$  καὶ τὸ  $u$  μεταβάλλονται μετὰ τοῦ χρόνου, ἀντιθέτως αἱ  $\delta$  καὶ  $P$  εἶναι ἀνεξάρτητοι καὶ τοῦ χρόνου.

95. Δείξατε, ὅτι ἡ  $P$  εἶναι πάντοτε τὸ συμπλήρωμα τῆς  $\delta$ : ἦτοι, ὅτι ἰσχύει πάντοτε ἡ σχέσις  $\delta + P = 90^\circ$ .

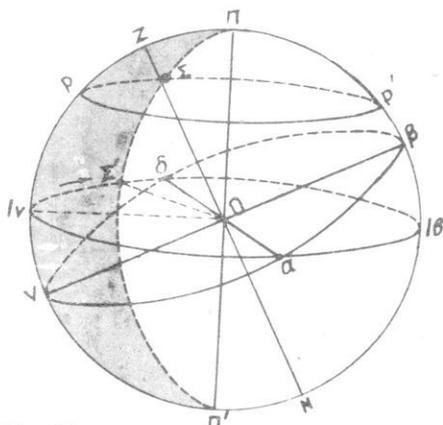
96. Ἀστέρως τινὸς ἡ ἀπόκλισις εἶναι  $\delta = 46^\circ 38' 27''$ . Πόση εἶναι ἡ  $P$  τοῦ ἀστέρος τούτου;

97. Ἡ  $P$  ἐνὸς ἀστέρος εἶναι ἴση μετὰ  $112^\circ 34' 29''$ . Πόση εἶναι ἡ  $\delta$  αὐτοῦ;

98. Ἡ  $\delta$  ἐνὸς ἀστέρος εἶναι ἴση πρὸς  $-31^\circ 15' 45''$ . Πόση εἶναι  $P$  αὐτοῦ;

**112. Ὁριαία γωνία ἀστέρος.** Ἐστω ὁ τόπος  $O$  καὶ βανδβ ὁ ὀρίζων αὐτοῦ (σχ. 30).

Ἐστω ἤδη ὁ ἀστὴρ  $\Sigma$  καὶ ὁ ὠριαῖος αὐτοῦ  $\Pi\Sigma\Pi'$ , ὅστις τέμνει τὸν οὐράνιον ἰσημερινὸν  $I_\beta \alpha I_\nu$ ,  $\delta$  εἰς τὸ σημεῖον  $\Sigma'$ . Ὁ ὠριαῖος οὐτος σχηματίζει μετὰ τοῦ μεσημβρινοῦ  $\Pi Z \Pi' N$  τὴν διέδρον γωνίαν  $I_\nu \Pi \Pi' \Sigma$ , τῆς ὁποίας ἀντίστοιχος, ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἰσημερινοῦ, εἶναι ἡ γωνία  $I_\nu O \Sigma'$ : διότι τὸ σημεῖον  $I_\nu$  εἶναι ἐκεῖνο, κατὰ τὸ ὁποῖον ὁ οὐράνιος ἰσημερινὸς τέμνεται ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ. Ἡ διέδρος γωνία  $I_\nu \Pi \Pi' \Sigma$  καὶ ἡ ἀντίστοιχὸς τῆς ἐπίπεδος  $I_\nu O \Sigma'$  ἔχουν ὡς μέτρον τὸ τόξον  $I_\nu \Sigma'$  τοῦ ἰσημερινοῦ.



Σχ. 30.

Καλοῦμεν **ὠριαίαν γωνίαν τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$**  ἡ τυχόντος σημείου τῆς οὐρανίου σφαίρας, τὴν διέδρον γωνίαν, τὴν ὁποίαν σχηματίζει ὁ ὠριαῖος τοῦ ἀστέρος ἢ τοῦ σημείου μετὰ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου, ὅπου ἰστάμεθα.

Ἡ ὠριαία γωνία συμβολίζεται μετὰ τὸ γράμμα  $H$ : μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ ἰσημερινοῦ, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τοῦ σημείου  $I_\nu$ , εἰς τὸ ὁποῖον ὁ ἰσημερινὸς

τέμνεται ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ, κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν, ἥτοι ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς (ὅπως κινεῖται φαινομενικῶς ἡ οὐράνιος σφαῖρα): δύναται δὲ νὰ μεταβληθῇ ἀπὸ  $0^{\circ}$  ἕως  $360^{\circ}$ .

### Ἀσκήσεις

99. Πόση εἶναι ἡ ὠριαία γωνία καθενὸς τῶν κυρίων σημείων τοῦ ὀρίζοντος;

100. Ὅρίσατε τοὺς γεωμετρικοὺς τόπους τῶν σημείων τῆς οὐρανίου σφαίρας, τῶν ἐχόντων α)  $H=0^{\circ}$  β)  $H=90^{\circ}$  γ)  $H=180^{\circ}$  δ)  $H=270^{\circ}$  καὶ ε)  $H=37^{\circ}23'$ .

101. Δείξατε, μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ σχ. 30, ὅτι ἡ ὠριαία γωνία  $H$  καὶ ἡ ἀπόκλισις  $\delta$  ἐνὸς ἀστέρος, ἀπὸ κοινοῦ θεωρούμεναι, δύνανται νὰ χρησιμεύσουν διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς θέσεως τοῦ ἀστέρος ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, ἥτοι ὡς συντεταγμένα τοῦ ἀστέρος τούτου.

## II. Ὁ ἥλιος εἰς τὴν οὐράνιον σφαῖραν

**113. Ἐκλειπτική. α.** Μία συστηματικὴ παρακολούθησις τοῦ ἡλίου, ἡμέραν καθ' ἡμέραν, ἀποδεικνύει, ὅτι οὗτος δὲν μένει ἀκίνητος ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας.

Ἐκτὸς τῆς καθημερινῆς κινήσεώς του, ἡ ὁποία εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς φαινομένης κινήσεως τῆς οὐρανίου σφαίρας, οὗτος ἀλλάσσει συνεχῶς θέσιν εἰς τὸν οὐρανόν, εἰς τρόπον ὥστε, ἐντὸς ἐνὸς ἔτους ἀκριβῶς, νὰ διαγράφη πάντοτε καὶ σταθερῶς μίαν πλήρη κυκλικὴν τροχίαν, κατὰ μῆκος μεγίστου κύκλου τῆς οὐρανίου σφαίρας.

Ὁ μέγιστος κύκλος τῆς ἔτησις τροχιάς τοῦ ἡλίου ὠνομάσθη, ἀπὸ τοὺς ἀρχαίους Ἑλληνας ἀστρονόμους, **Ἐκλειπτική.**

**β.** Ἡ ἔτησία κίνησις τοῦ ἡλίου κατὰ μῆκος τῆς ἐκλειπτικῆς, δὲν εἶναι πραγματικὴ, ἀλλὰ φαινομενικὴ. Ὅπως δὲ ἡ ἡμερησία κίνησις αὐτοῦ, ἀλλὰ καὶ ὀλοκλήρου τῆς οὐρανίου σφαίρας, εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς, καθ' ὅμοιον τρόπον, ἡ φαινομένη ἔτησία κίνησις τοῦ ἡλίου κατὰ μῆκος τῆς ἐκλειπτικῆς ὀφείλεται εἰς τὴν πραγματικὴν κίνησιν τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον.

Πράγματι· ἂν  $\Gamma_1$  εἶναι τυχούσα θέσις τῆς γῆς ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς τροχιάς αὐτῆς περὶ τὸν ἥλιον  $H$  (σχ. 31), τότε, ἐκ τῆς θέσεως





## Ἀσκήσεις

102. Εὑρετε τὴν ἀπόκλισιν τῶν σημείων  $\gamma$ ,  $\Gamma$ ,  $\gamma'$  καὶ  $\Gamma'$ .

103. Καθορίσατε τοὺς γεωμετρικοὺς τόπους τῶν σημείων τῆς οὐρανόου σφαι-  
ρας, τὰ ὅποια ἔχουν α)  $\delta = +23^\circ 27'$  καὶ β)  $\delta = -23^\circ 27'$ .

**115. Ζωδιακὴ ζώνη.** Κατὰ τοὺς χρόνους τῆς ἀρχαιότητος, εἶχε διαπι-  
στωθῆ ὑπὸ τῶν Ἑλλήνων ἀστρονόμων, ὅτι οἱ πλανῆται, κινούμενοι περὶ τὸν ἥλιον,  
διαγράφουν τὰς τροχιάς αὐτῶν ἐντὸς στενῆς ζώνης τοῦ οὐρανοῦ, πλάτους μόλις  
 $16^\circ$ , ἢ ὅποια καὶ ἐδιχοτομεῖτο ὑπὸ τῆς ἐκλειπτικῆς.

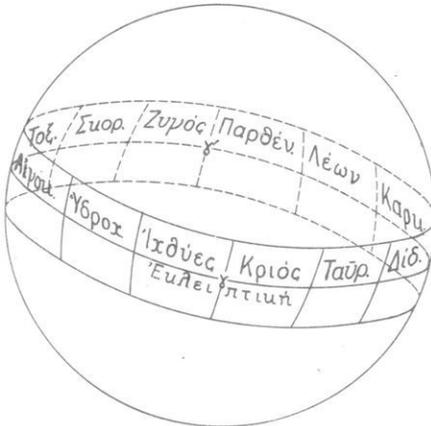
Ἡ ἐν λόγῳ ζώνη διεχωρίζετο εἰς δώδεκα ἴσα μέρη (σχ. 34), τὰ ὅποια ὠνο-  
μάσθησαν **οἴκοι (τοῦ ἡλίου)**, διότι ἐντὸς ἑκάστου ἐξ αὐτῶν παραμένει ὁ ἥλιος  
ἐπὶ ἓνα μῆνα κατ' ἔτος, καθὼς διατρέχει τὴν ἐκλειπτικὴν. Ἐπειδὴ δέ, εἰς ἕκαστον  
τῶν δώδεκα αὐτῶν μερῶν, τῶν **δωδεκατημορίων**, ὅπως ἀκόμη λέγονται, οἱ εὐρί-  
σκόμενοι ἀστέρες ἀπετέλουν ἀντιστοίχως καὶ ἀπὸ ἓνα ἀστερισμόν, ὁ ὁποῖος ἔφε-  
ρε, κατὰ κανόνα, τὸ ὄνομα ἑνὸς ζώου, διὰ τοῦτο, οἱ «οἴκοι» ὠνομάζοντο καὶ  
**ζῳδία**, ἐνῶ ὁλόκληρος ἡ ζώνη ὠνομάσθη **ζωδιακὴ ζώνη** ἢ καὶ **ζωδιακὸς κύκλος**.

Τὰ ζῳδία ἀρχίζον ἀπὸ τὸ ἑαρινὸν σημεῖον  $\gamma$  καὶ ἕκαστον ἐκτείνεται ἐπὶ  
μήκους  $30^\circ$ .

### III. Οὐρανογραφικὰ συντεταγμένοι

**116. Ὁρθὴ ἀναφορὰ ἀστέρος. α'.** Ἐστω ὁ τόπος  $O$  καὶ βανδβ  
ὁ ὀρίζων αὐτοῦ (σχ. 35).

Εἰς τὸ σχῆμα τοῦτο, τοῦ ὀρισμοῦ τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς, ὁ ὀρίζων χρειάζε-  
ται μόνον διὰ τὴν ἀναγνώρισιν τῆς  
θέσεως τῶν κυρίων σημείων τοῦ ὀρί-  
ζοντος, πρὸς καθορισμόν τῆς ἐκ δυ-  
σμῶν πρὸς ἀνατολᾶς (ὀρθῆς) φο-  
ρᾶς.



Σχ. 34.

Ἐστω ἤδη ὁ ἰσημερινὸς  $\gamma\gamma'$   
καὶ ἡ ἐκλειπτικὴ  $\gamma\Gamma\gamma'\Gamma'$ , ἐνῶ  
 $\gamma\gamma'$  εἶναι ἡ τομὴ αὐτῶν, ἤτοι  
ἡ γραμμὴ τῶν ἰσημεριῶν. Θεω-  
ρήσωμεν ἀκόμη τὸν κόλουρον  
τῶν ἰσημεριῶν  $\Pi\gamma\Pi'\gamma'$ , ἤτοι  
τὸν ὠριαῖον, τὸν διερχόμενον  
ἐκ τῶν ἰσημεριῶν σημείων  $\gamma$   
καὶ  $\gamma'$ , ὅπως ἐπίσης καὶ τὸν  
ὠριαῖον τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$ , ἤτοι

τὸ ἡμικύκλιον ΠΣΠ΄. Ὁ ὠριαῖος οὗτος τέμνει τὸν οὐράνιον ἰσημερινὸν εἰς τὸ σημεῖον Σ΄.

Καλοῦμεν ὀρθὴν ἀναφορὰν τοῦ ἀστέρος Σ ἢ τυχόντος ἄλλου σημείου τῆς οὐρανίου σφαίρας, τὴν διέδρον γωνίαν, τὴν ὁποῖαν σχηματίζει ὁ ὠριαῖος αὐτοῦ μετὰ τοῦ ὠριαίου τοῦ γ.

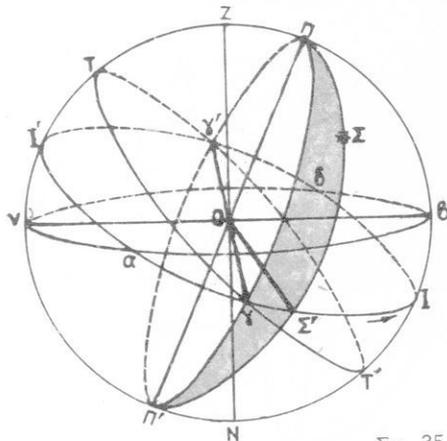
Κατὰ ταῦτα, ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ τοῦ ἀστέρος Σ εἶναι ἡ διέδρος γωνία γΠΠ΄Σ, τὴν ὁποῖαν σχηματίζει ὁ ὠριαῖος τοῦ ἀστέρος ΠΣΠ΄ μετὰ τοῦ ἡμικυκλίου τοῦ κολούρου τῶν ἰσημεριῶν, τὸ ὁποῖον διέρχεται ἐκ τοῦ ἑαρινοῦ σημείου γ, ἥτοι μετὰ τοῦ ΠγΠ΄. Τῆς γωνίας ταύτης ἀντίστοιχος εἶναι ἡ ἐπίπεδος γωνία γΟΣ΄, κειμένη ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἰσημερινοῦ, τῆς ὁποίας τὸ μέτρον γΣ΄ εἶναι καὶ τὸ μέτρον τῆς διέδρου.

Ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ συμβολίζεται μὲ τὸ γράμμα α· μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ ἰσημερινοῦ, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τοῦ γ, κατὰ τὴν ὀρθὴν ἢ ν φορὰν, ἥτοι ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς καὶ μεταβάλλεται ἀπὸ 0° ἕως 360°.

β'. Μεταξὺ ὀρθῆς ἀναφορᾶς καὶ ὠριαίας γωνίας (§ 112) ὑπάρχουν, συνεπῶς, αἱ ἐξῆς διαφοραὶ :

α) Ἐνῶ εἰς τὴν ὠριαίαν γωνίαν λαμβάνεται, ὡς πρῶτος κἀθετος κύκλος ἐπὶ τὸν ἰσημερινόν, ὁ μεσημβρινὸς τοῦ τόπου καὶ ἐξ αὐτοῦ ἀρχίζουσιν αἱ μετρήσεις, εἰς τὴν ὀρθὴν ἀναφορὰν, ὡς πρῶτος κἀθετος κύκλος ἐπὶ τὸν ἰσημερινόν λαμβάνεται ὁ ὠριαῖος τοῦ γ.

β) Ἐνῶ ἡ ὠριαία γωνία μετρεῖται κατὰ τὴν ἀναδρομον φορὰν (A → Δ), ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ μετρεῖται κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν (Δ → A).



Σχ. 35.

## Άσκήσεις

104. Ποίος είναι ο γεωμετρικός τόπος των σημείων, των έχοντων  $\alpha = 247^\circ$  ;  
 105. Εύρετε την ὀρθή ἀναφοράν τοῦ σημείου  $\gamma'$  καὶ τῶν τροπῶν  $\Gamma$  καὶ  $\Gamma'$ .  
 106. Ὄταν τὸ  $\gamma$  μεσουρανήῃ ἄνω, πόση εἶναι ἡ  $\alpha$  ἐνὸς ἐκάστου τῶν κυρίων σημείων τοῦ ὀρίζοντος ;  
 107. Ποία εἶναι ἡ  $\alpha$  ἀστέρος, ὅστις δύνει, ὅταν τὸ  $\gamma$  ἀνατέλλῃ ;

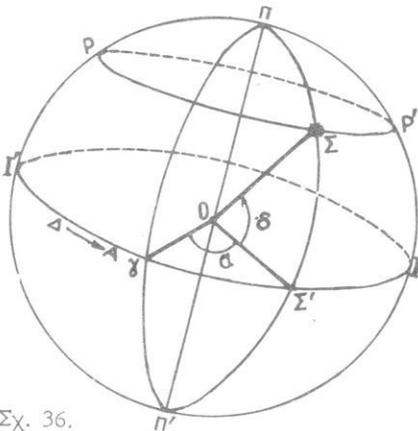
### 117. Ὅρισμός τῆς θέσεως σημείου ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας.

**α'.** Ἐστω ἀστήρ  $\Sigma$ , τοῦ ὁποίου ὁ μὲν ὠριαῖος εἶναι ὁ  $\Pi\Sigma\Pi'$  (σχ. 36), ὁ δὲ παράλληλός του ὁ  $\rho\Sigma\rho'$ . Ἐὰν  $\Pi\gamma\Pi'$  εἶναι ὁ ὠριαῖος τοῦ  $\gamma$ , τότε ἡ μὲν ὀρθὴ ἀναφορὰ αὐτοῦ εἶναι ἴση πρὸς τὴν γωνίαν  $\gamma\Omega\Sigma'$  (ὅπου  $\Sigma'$  εἶναι τὸ σημεῖον, καθ' ὃ ὁ ὠριαῖος τοῦ ἀστέρος τέμνει τὸν ἰσημερινόν), ἡ δὲ ἀπόκλισις αὐτοῦ ἴση πρὸς τὴν γωνίαν  $\Sigma'\Omega\Sigma$  (§ 111α). Καὶ τῆς μὲν ὀρθῆς ἀναφορᾶς αὐτοῦ ( $\alpha$ ) μέτρον εἶναι τὸ τόξον  $\gamma\Sigma'$  τοῦ ἰσημερινοῦ, μετρούμενον κατὰ τὴν ὀρθὴν φοράν, τῆς δὲ ἀποκλίσεως ( $\delta$ ) μέτρον εἶναι τὸ τόξον  $\Sigma'\Sigma$ , μετρούμενον ἐπὶ τοῦ ὠριαίου τοῦ ἀστέρος.

Συνεπῶς, διὰ τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς καὶ τῆς ἀποκλίσεως, εἶναι δυνατὸν νὰ καθορισθῇ ἐντελῶς ἡ θέσις τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$  ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, ἐφ' ὅσον καὶ αἱ δύο αὐταὶ συντεταγμέναι εἶναι ἀνεξάρτητοι καὶ τοῦ τόπου τῆς παρατηρήσεως καὶ τοῦ χρόνου.

Ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ καὶ ἡ ἀπόκλισις χρησιμεύουν ἀπὸ κοινοῦ διὰ τὸν καθορισμὸν τῆς θέσεως τυχόντος ἀστέρος ἢ σημείου ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, καλοῦνται δὲ **οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι** τοῦ σημείου.

**β'.** Αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι παρουσιάζουν μίαν σχεδὸν πλήρη ἀντιστοιχίαν πρὸς τὰς γεωγραφικὰς (§ 77). Διότι, ἡ μὲν ἀπόκλισις εἶναι ἐντελῶς ἀντίστοιχος πρὸς τὸ γεωγραφικὸν πλάτος, ἡ δὲ ὀρθὴ ἀναφορὰ εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ γεωγραφικὸν μῆκος.



Σχ. 36.

## Άσκησης

108. Ποῖα εἶναι αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμένα τῶν σημείων  $\gamma$ ,  $\gamma'$ ,  $\Gamma$ ,  $\Gamma'$  τῆς ἐκλειπτικῆς ; (σχ. 35).

109. Ποῖα εἶναι αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμένα τοῦ ἡλίου, κατὰ τὸ χειμερινὸν ἡλιοστάσιόν του καὶ κατὰ τὴν φθινοπωρινὴν ἰσημερίαν ;

110. Κατὰ τί διαφέρει, ὡς πρὸς τὴν θέσιν, τὸ σημεῖον  $\gamma$  ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ, ἀπὸ τὸ Γκρήνουιτς ἐπὶ τῆς γῆς, τοῦ ὁποῦ τοῦ γεωγραφικὸν πλάτος εἶναι  $\varphi = +51^\circ 28' 38''$ , 2 ;

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ

**118. Αἱ δύο μεγάλαι μονάδες μετρήσεως τοῦ χρόνου. α'.**  
Διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ χρόνου χρησιμοποιοῦνται, ὡς μονάδες :

α) Ἡ διάρκεια τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς περὶ τὸν ἄξονά της, τὴν ὁποῖαν καλοῦμεν, ἐν γένει, **ἡμέραν**· καὶ

β) ἡ διάρκεια τῆς περιφορᾶς τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον, τὴν ὁποῖαν, ἐν γένει, καλοῦμεν **ἔτος**.

**β'.** Διὰ τὸν καθορισμὸν τοῦ ἀκριβοῦς μεγέθους τῶν δύο αὐτῶν χρονικῶν μονάδων, χρησιμεύουν τὰ φαινόμενα, τὰ ὁποῖα προκαλοῦν ἡ περὶ ἄξονα περιστροφή τῆς γῆς καὶ ἡ περὶ τὸν ἥλιον περιφορά αὐτῆς.

### I. Ἡ ἡμέρα

**119. Ἄστρικὴ ἡμέρα, ἀστρικός χρόνος, ἀστρικά ὥρολόγια. α'.** Εἰς τὴν Ἀστρονομίαν δὲν χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν μέτρησιν τῆς διαρκείας τῆς ἡμέρας ὁ ἥλιος, ἀλλὰ τὸ ἔαρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον γ. Τοῦτο δέ, διότι τὸ γ εἶναι ὠρισμένον σημεῖον τῆς οὐρανοῦ σφαίρας καὶ σχεδὸν σταθερόν, ἀφοῦ ἡ ἔτησις μετατόπισίς του, λόγῳ τῆς μεταπτώσεως, κατὰ 50'', 2 μόνον δύναται νὰ θεωρηθῆ ἀμελητέα. Ἀντιθέτως, ὁ ἥλιος κινεῖται, κατὰ μέσον ὄρον, 1<sup>ο</sup> περίπου ἡμερησίως, ἀφοῦ διατρέχει ὁλόκληρον τὴν περιφέρειαν τῆς ἐκλειπτικῆς ἐντὸς 365,242217 ἡμ., τὸ σπουδαιότερον δέ, δὲν κινεῖται ὁμαλῶς, ἀλλὰ ἀνισοταχῶς.

**β'.** Ὅπως οἱ ἀστέρες, οὕτω καὶ τὸ γ, λόγῳ τῆς φαινομένης περιστροφῆς τῆς οὐρανοῦ σφαίρας (§ 107), διαγράφει καθημερινῶς μίαν πλήρη περιφέρειαν. Ἐπειδὴ δὲ κεῖται ἐπὶ τοῦ ἰσημεριοῦ, ἀντὶ παραλλήλου, διαγράφει αὐτὸν τοῦτον τὸν ἰσημερινόν.

Ἐὰν λάβωμεν, ὡς ἀρχὴν τῶν συνεχῶν περιφορῶν τοῦ γ, μίαν ἐκ τῶν ἄνω μεσουρανήσεών του, εἶναι προφανές, ὅτι τοῦτο θὰ ἐπανέρχεται πάντοτε εἰς αὐτήν, ἀνὰ μίαν ἀστρικήν ἡμέραν, ἥτοι ἀνὰ 23 ὥρ. 56 λ. 4 δ.

Διὰ τοῦτο καὶ ὀνομάζομεν **ἀστρικήν ἡμέραν τὸν χρόνον**, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἄνω μεσουρανήσεων τοῦ ἔαρινοῦ ἰσημεριοῦ σημείου γ.

Ἐξ ἄλλου, ὅταν ὁ χρόνος μετρηῖται εἰς ἀστρικούς ἡμέρας καὶ τὰς ὑποδιαιρέσεις τῆς ἀστρικῆς ἡμέρας, καλεῖται **ἀστρικός χρόνος**.

δ'. Ἐφ' ὅσον τὸ  $\gamma$  διαγράφει τὴν περιφέρειαν τοῦ ἰσημερινοῦ, ἦτοι  $360^\circ$ , εἰς μίαν ἀστρικήν ἡμέραν, ἐντὸς μιᾶς ἀστρικῆς ὥρας θὰ διανύη  $\frac{360^\circ}{24^\circ} = 15^\circ$ . Συνεπῶς, μετὰ μίαν ἀστρικήν ὥραν ἀπὸ τῆς ἄνω μεσουρανήσεώς του, ὁ ὠριαῖος αὐτοῦ θὰ σχηματίζῃ μετὰ τοῦ μεσημβρινοῦ ὠριαίαν γωνίαν (§ 112), ἴσην πρὸς  $15^\circ$  καὶ μετὰ δύο, τρεῖς, τέσσαρας κ.λπ. ἀστρικός ὥρας, ἡ ὠριαία του γωνία θὰ εἶναι, ἀντιστοίχως,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$  κ.ο.κ.

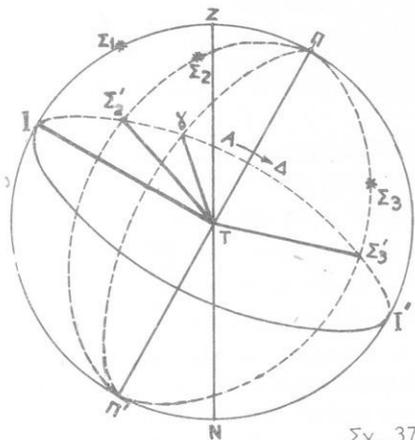
Συνεπῶς, ὁ **ἀστρικός χρόνος, κατὰ τινα στιγμήν, ἰσοῦται μὲ τὴν ὠριαίαν γωνίαν τοῦ  $\gamma$  κατὰ τὴν στιγμήν ταύτην.**

### Ἀσκήσεις

111. Ποίαν (ἀστρικήν) ὥραν δεικνύει τὸ (ἀστρικόν) ὠρολόγιον εἰς ἓνα τόπον, ὅταν ἀνατέλλῃ καὶ ὅταν δύῃ α) τὸ  $\gamma'$  β) τὸ  $\gamma'$ ; (Διὰ τὴν λύσιν πρέπει νὰ γίνῃ χρῆσις τῆς § 110).

112. Ἐάν ἀστὴρ ἀνατέλλῃ, ὅταν τὸ  $\gamma$  μεσουρανή ἄνω καὶ ἐάν τὸ ἡμερήσιον τόξον του διαρκῆ 9 ὥρ. 50 λ. 8 δ., α) κατὰ ποίαν ὥραν θὰ μεσουρανήσῃ ἄνω καὶ β) κατὰ ποίαν ὥραν θὰ δύσῃ;

**120. Θεμελιώδεις σχέσεις μεταξύ ἀστρικοῦ χρόνου (T), ὀρθῆς ἀναφορᾶς (α) καὶ ὠριαίας γωνίας (H). α'.** Ἐστω ἀστὴρ  $\Sigma_1$  (σχ. 37), ὁ ὁποῖος εὑρίσκεται ἐπὶ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου T, κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησίν του. Ἐάν  $\gamma$  εἶναι τὸ ἑαρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον καὶ ΠγΠ' ὁ ὠριαῖος του, τότε ἡ ὠριαία γωνία του ITγ μετρεῖ τὸν ἀστρικὸν χρόνον T, κατὰ τὴν στιγμήν τῆς ἄνω μεσουρανήσεως τοῦ ἀστέρος  $\Sigma_1$ . Ἐξ ἄλλου ὅμως ἡ ἰδία γωνία, μετρομένη κατ' ὀρθήν



Σχ. 37.

φοράν (ἐκ τοῦ  $\gamma$  πρὸς τὸ  $l$ ), εἶναι ἴση μὲ τὴν ὀρθὴν ἀναφορὰν  $\alpha_1$  τοῦ ἀστέρος  $\Sigma_1$ . Ἦτοι ἔχομεν :

$$T = \alpha_1 \quad (1)$$

Συνάγεται ἐκ τῶν ἀνωτέρω, ὅτι, ὅταν ἕνας ἀστήρ μεσουρανήῃ ἄνω, τότε ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ του ἰσοῦται πρὸς τὸν ἀστρικὸν χρόνον.

Τοῦτο σημαίνει ὅτι, διὰ νὰ εὕρωμεν τὴν ὀρθὴν ἀναφορὰν ἀστέρος, ἀρκεῖ νὰ ἐπισημάνωμεν τὴν στιγμὴν, κατὰ τὴν ὁποῖαν οὗτος εὐρίσκεται εἰς τὴν ἄνω μεσουράνησίν του.

β'. Ἐστω ἡδη ὁ ἀστήρ  $\Sigma_2$ , ὁ ὁποῖος ἀ κ ο λ ο υ θ εῖ τὸ  $\gamma$ , ἥτοι εὐρίσκεται πρὸς ἀνατολὰς αὐτοῦ καὶ μεταξὺ τοῦ ὠριαίου τοῦ  $\gamma$  καὶ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου. Ἡ ὠριαία γωνία του  $H_2$  εἶναι ἴση πρὸς τὸ τόξον  $l\Sigma'_2$ , ἐνῶ ἡ ὀρθὴ του ἀναφορὰ  $\alpha_2$  ἰσοῦται πρὸς τὸ  $\gamma\Sigma'_2$ . Συνεπῶς, ὁ ἀστρικός χρόνος  $T = \text{τόξ. } l\gamma$  εἶναι ἴσος πρὸς τὸ ἄθροισμα  $H_2 + \alpha_2$ .

Κατὰ ταῦτα, ὁ ἀστρικός χρόνος  $T$  ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῆς ὠριαίας γωνίας καὶ τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς ἀστέρος, ὁ ὁποῖος ἀ κ ο λ ο υ θ εῖ τὸ  $\gamma$  εἰς τὴν ἡμερησίαν κίνησιν τῆς οὐρανόσφαιρας.

Ἦτοι ἔχομεν τότε

$$T = H + \alpha \quad (2)$$

Ἐὰν τώρα θεωρήσωμεν καὶ τὸν ἀστέρα  $\Sigma_3$ , ὁ ὁποῖος π ρ ο η γ εῖ τ αῖ τοῦ  $\gamma$ , εἰς τὴν φαινομένην κίνησιν τῆς οὐρανόσφαιρας, τότε ἡ ὠριαία του γωνία  $H_3$  εἶναι ἴση πρὸς τὸ τόξον  $l\Sigma'_3$ , ἐνῶ ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ του  $\alpha_3$ , θὰ εἶναι τὸ τόξον  $\gamma l\Sigma'_3$  (τῆς κοίλης γωνίας). Ἐξ ἄλλου, τὸ ἀπομένον τόξον ἐκ τῆς περιφερείας τοῦ ἰσημερινοῦ, ἥτοι τὸ  $\gamma\Sigma'_3$  θὰ εἶναι ἴσον πρὸς 24 ὥρ. -  $\alpha_3$ . Ἐπομένως ἔχομεν :

$$H_3 = l\Sigma'_3 = l\gamma + \gamma\Sigma'_3$$

καὶ ἐπειδὴ  $l\gamma = T$  καὶ  $\gamma\Sigma'_3 = 24$  ὥρ. -  $\alpha_3$ , θὰ εἶναι

$$H_3 = T + 24 \text{ ὥρ.} - \alpha_3 \quad \eta$$

$$T + 24 \text{ ὥρ.} = H_3 + \alpha_3 \quad (3)$$

Συνεπῶς, τὸ ἄθροισμα τῆς ὠριαίας γωνίας καὶ τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς ἀστέρος, ὁ ὁποῖος π ρ ο π ο ρ ε ῦ ε τ αῖ τοῦ  $\gamma$  εἰς τὴν ἡμερησίαν κίνησιν τῆς οὐρανόσφαιρας, ἰσοῦται πρὸς τὸν ἀστρικὸν του χρόνον, ηὔξημένον κατὰ 24 ὥρας, ἥτοι κατὰ μίαν ἀστρικήν ἡμέραν.

## Ἀσκήσεις

113. Ἀστὴρ μεσουρανεῖ ἄνω τὴν 23 ὥρ. 35 λ. 47,8 δ., πόση εἶναι ἡ ὀρθὴ ἀναφορά του ;

114. Ποία εἶναι ἡ ἀστρική ὥρα εἰς τόπον T, εἰς τὸν ὁποῖον μεσουρανεῖ ἄνω ἀστὴρ ἔχων  $\alpha = 3$  ὥρ. 9 λ. 39 δ. ;

115. Κατὰ τὴν 6 ὥρ. 7 λ. 8,2 δ. ἡ H ἐνὸς ἀστέρος εἶναι ἴση πρὸς 14 ὥρας 19 λ. 3,8 δ. Πόση εἶναι ἡ  $\alpha$  τοῦ ἀστέρος ;

116. Ἡ  $\alpha$  ἐνὸς ἀστέρος εἶναι 12 ὥρ. 6 λ. 0 δ. Πόση εἶναι ἡ ὠριαία γωνία του κατὰ τὴν 7 ὥρ. 3 λ. 47,6 δ. ;

117. Κατὰ ποῖον ἀστρικὸν χρόνον, ἀστὴρ ἀκολουθῶν τὸ  $\gamma$ , τοῦ ὁποῖου ἡ ὀρθὴ ἀναφορά εἶναι  $\alpha = 2$  ὥρ. 7 λ. 0 δ., θὰ ἔχη ὠριαίαν γωνίαν  $H = 5$  ὥρ., 0 λ. 6, 3 δ. ;

**121. Ἀληθὴς ἡλιακὴ ἡμέρα, ἀληθὴς ἡλιακὸς χρόνος, ἡλιακὰ ὠρολόγια. α΄.** Καλοῦμεν ἀληθῆ ἡλιακὴν ἡμέραν τὸν χρόνον, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἄνω μεσουρανήσεων (μεσημβριῶν) τοῦ κέντρου τοῦ δίσκου τοῦ ἡλίου.

Ἐξ ἄλλου, ὀνομάζομεν ἀληθῆ μεσημβριάν τὴν στιγμὴν τῆς ἄνω μεσουρανήσεως τοῦ κέντρου τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου καὶ ἀληθὲς μεσονύκτιον τὴν στιγμὴν τῆς κάτω μεσουρανήσεως αὐτοῦ.

Ἐπειδὴ ὁ ἥλιος, συγχρόνως πρὸς τὴν ἡμερησίαν του κίνησιν, κινεῖται συνεχῶς καὶ ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς, διὰ τοῦτο, καθ' ἑκάστην μεσημβριάν, ὅταν ἐπανερχεται ἐπὶ τοῦ μεσημβρινοῦ ἐνὸς τόπου, ἡ ὀρθὴ του ἀναφορά, ὡς γωνιώδης ἀπόστασις του ἀπὸ τὸ  $\gamma$ , διαρκῶς μεταβάλλεται καί, καθ' ἡμέραν, συνεχῶς αὐξάνει περίπου κατὰ  $1^{\circ}$  (§ 119α).

Οὕτως, ἐὰν τὴν 21ην Μαρτίου συμβῆ, ὥστε τὸ κέντρον τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου νὰ συμπίσῃ μετὰ τοῦ  $\gamma$ , ἀκριβῶς κατὰ τὴν μεσημβριάν, τότε, εἰς τὸ διάστημα τῆς ἀστρικῆς ἡμέρας ἀπὸ 21ης ἕως 22ας Μαρτίου, ὁ ἥλιος θὰ φύγῃ ἀπὸ τὸ  $\gamma$  καὶ θὰ κινηθῆ κατ' ὀρθὴν φορὰν, κατὰ  $1^{\circ}$  περίπου. Τὸ ἀποτέλεσμα αὐτῆς τῆς μεταθέσεως θὰ εἶναι, ὅτι τὴν 22αν Μαρτίου, ὅταν τὸ  $\gamma$  θὰ διέρχεται ἐκ τοῦ μεσημβρινοῦ καὶ θὰ ἔχη συμπληρωθῆ μία ἀστρική ἡμέρα, ὁ ἥλιος θὰ εὑρίσκεται ἀ ν α τ ο λ ι κ ὡ τ ε ρ ο ν τοῦ  $\gamma$  κατὰ  $1^{\circ}$  καὶ οὕτω θὰ διέλθῃ ἐκ τοῦ μεσημβρινοῦ 4 λ. περίπου βραδύτερον τοῦ  $\gamma$ . ( $1^{\circ} = 4$  λ.).

Τὸ ἴδιον θὰ γίνεται κάθε ἡμέραν· ὁ ἥλιος θὰ ἔρχεται εἰς τὸν μεσημβρινὸν καὶ θὰ γίνεται μεσημβρία, κατὰ 4 λ. ἀστρικοῦ χρόνου περίπου, β ρ α δ ὕ τ ε ρ ο ν ἀπὸ τὴν προηγουμένην. Διὰ τοῦτο καὶ ἡ ἡλιακὴ ἡμέρα θὰ ἔχη συνεχῶς διάρκειαν 24 ὥρ., ἐνῶ ἡ ἀστρική θὰ διαρκῆ 4 λ. ὀλιγώτερον.

Ἐπομένως, ἡ ἡλιακὴ ἡμέρα εἶναι με γ α λ υ τ έ ρ α ς διάρκειας ἀπὸ τὴν ἀστρικήν, πάντοτε, κατὰ 4 λ. περίπου.

**β'.** Ὅπως ὠνομάσαμεν ἀστρικὸν χρόνον τὴν ὠριαίαν γωνίαν τοῦ γ κατὰ τινα στιγμήν (§ 119 δ), καθ' ὅμοιον τρόπον, **καλοῦμεν ἀληθῆ ἡλιακὸν χρόνον εἰς ἓνα τόπον, κατὰ τινα στιγμήν, τὴν ὠριαίαν γωνίαν τοῦ κέντρου τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου, εἰς τὸν θεωρούμενον τόπον, κατὰ τὴν στιγμήν ταύτην.**

**122. Μέσος ἥλιος, μέση ἡλιακὴ ἡμέρα, μέσος ἡλιακὸς χρόνος, ὠρολόγια μέσου ἡλιακοῦ χρόνου.** α'. Ἐπειδὴ ὁ ἥλιος, ἂν καὶ ρυθμίζῃ βασικῶς τὰ τοῦ καθημερινοῦ βίου (μὲ τὰ φαινόμενα τῆς διαδοχῆς ἡμέρας καὶ νυκτός, τὰ ὅποια προκαλεῖ), δὲν προσφέρεται ὁμως διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ χρόνου, ἐθεσπίσθη νὰ γίνεται ἡ μέτρησις μὲ τὴν βοήθειαν ἑνὸς φανταστικοῦ ἡλίου, διὰ τὸν ὅποιον δεχόμεθα, ὅτι ἰσχύουν τὰ ἑξῆς :

- α) ὅτι κινεῖται ἰσοταχῶς,
- β) ὅτι δὲν διατρέχει τὴν ἐκλειπτικήν, ἀλλὰ τὸν οὐράνιον ἰσημερινόν,
- γ) ὅτι συμπληρῶνει τὴν περιφέρειαν τοῦ ἰσημερινοῦ εἰς τὸν ἴδιον χρόνον, τὸν ὅποιον χρειάζεται ὁ ἀληθὴς ἥλιος, διὰ νὰ συμπληρώσῃ τὴν περιφέρειαν τῆς ἐκλειπτικῆς, ἥτοι εἰς ἓν ἔτος.

Ὁ πλαστός αὐτὸς ἥλιος καλεῖται **μέσος ἥλιος.**

**β'.** Καλοῦμεν **μέσην ἡλιακὴν ἡμέραν τὸν χρόνον, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξύ δύο διαδοχικῶν ἄνω μεσουρανήσεων τοῦ κέντρου τοῦ δίσκου τοῦ « μέσου ἡλίου ».**

Εἶναι προφανές ὅτι, λόγῳ τῆς ἰσοταχοῦς κινήσεως τοῦ μέσου ἡλίου, ἡ διαφορά μεταξύ ἀστρικῆς καὶ μέσης ἡλιακῆς ἡμέρας γίνεται πλέον σταθερὰ καὶ ἴση πρὸς 3λ. καὶ 56 δ., ἥτοι ἴση πρὸς τὴν μέσην διάρκειαν τῶν 365 ἀληθῶν ἡλιακῶν ἡμερῶν τοῦ ἔτους.

Ἡ στιγμή τῆς ἄνω μεσουρανήσεως τοῦ μέσου ἡλίου καλεῖται **μέση μεσημβρία**, ἐνῶ ἡ στιγμή τῆς κάτω μεσουρανήσεως αὐτοῦ ὀνομάζεται **μέσον μεσονύκτιον.**

Συμφώνως πρὸς τὸν ὀρισμὸν τῆς, ἡ μέση ἡλιακὴ ἡμέρα, ἀστρονομικῶς, ἀρχίζει ἀπὸ τὴν μεσημβρίαν. Διὰ λόγους ὁμως πρακτικοῦς, εἰς τὴν καθημερινὴν ζωὴν, ἀρχίζει ἀπὸ τὸ μεσονύκτιον.

**γ'.** Καλοῦμεν **μέσον ἡλιακὸν χρόνον, κατὰ τινα στιγμήν, τὴν ὠριαίαν γωνίαν τοῦ κέντρου τοῦ δίσκου τοῦ μέσου ἡλίου εἰς τὸν τόπον, ὅπου εὐρισκόμεθα, κατὰ τὴν στιγμήν ταύτην.**

**123. Ἐξίσωσις τοῦ χρόνου. α'.** Καλοῦμεν ἐξίσωσιν τοῦ χρόνου καὶ τὴν συμβολίζομεν μὲ τὸ γράμμα  $\epsilon$  τὴν διαφορὰν τοῦ ἀληθοῦς ἡλιακοῦ χρόνου ( $X_{\alpha}$ ) ἀπὸ τὸν μέσον ἡλιακὸν χρόνον ( $X_{\mu}$ ), κατὰ τινὰ ἡμέραν τοῦ ἔτους. Ἦτοι ἔχομεν :

$$\epsilon = X_{\mu} - X_{\alpha}. \quad (1)$$

**β'.** Εἶναι προφανὲς ὅτι, ἐὰν ὁ μέσος ἥλιος ὑπῆρχε πράγματι, τότε, ὁ ἀληθὴς ἥλιος, ἄλλοτε μὲν θὰ προεπορεύετο αὐτοῦ, ἄλλοτε δὲ θὰ τὸν ἠκολούθει. Ἐπομένως καὶ ἡ ἐξίσωσις τοῦ χρόνου εἶναι ἄλλοτε θετικὴ καὶ ἄλλοτε ἀρνητικὴ, ἀκόμη δὲ καὶ ἴση πρὸς μηδέν. Ἦτοι ἔχομεν :

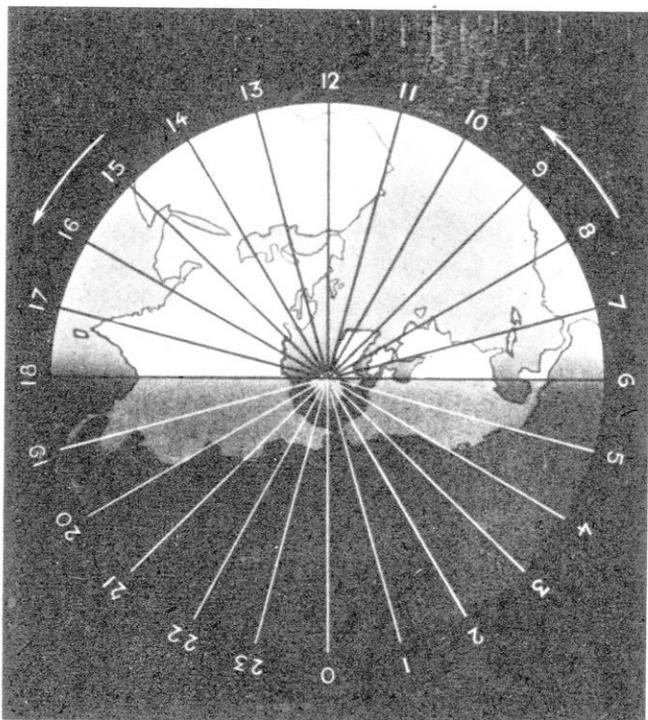
$$\epsilon > 0. \quad (2)$$

**124. Παγκόσμιος χρόνος. α'.** Ἐφ' ὅσον, τόσον ὁ ἀστρικός, ὅσον καὶ ὁ ἀληθὴς καὶ ὁ μέσος ἡλιακὸς χρόνος ὀρίζονται διὰ τῆς ὠριαίας γωνίας, καὶ ἐφ' ὅσον ἡ ὠριαία γωνία ἀλλάσσει ἀπὸ τόπου εἰς τόπον, διότι ἀλλάσσει ὁ μεσημβρινός, συνάγεται, ὅτι ὅλοι αὐτοὶ οἱ χρόνοι εἶναι τ ο π ι κ ο ί. Τοῦτο ἄλλωστε φαίνεται σαφέστερον ἐκ τοῦ γεγονότος, ὅτι ἡ ἀρχὴ τῆς ἀστρικῆς ἡμέρας, ἦτοι ἡ ἄνω μεσουράνησις τοῦ  $\gamma$ , καθὼς καὶ ἡ μεσημβρία, εἴτε ἡ ἀληθὴς εἴτε ἡ μέση, εἰς ἓνα τόπον, διαφέρουν ἀπὸ τὴν μεσουράνησιν τοῦ  $\gamma$  καὶ τὴν μεσημβρίαν εἰς ἓνα ἄλλον τόπον, ἀνατολικώτερον ἢ δυτικώτερον. Διότι καὶ οἱ μεσημβρινοὶ τῶν δύο τόπων εἶναι διαφορετικοί.

Καλοῦμεν **τοπικὸν χρόνον**, τόσον τὸν ἀστρικόν, ὅσον καὶ τὸν ἡλιακόν, εἴτε τὸν ἀληθῆ εἴτε τὸν μέσον, ὅταν μετρητῆται διὰ τῆς ὠριαίας γωνίας εἰς τὸν τόπον αὐτόν.

**β'.** Διὰ νὰ μὴ ἔχη ὁ κάθε τόπος ἰδικόν του μέσον ἡλιακὸν χρόνον, τ ο π ι κ ο ν, ὁπότε ἄλλη θὰ ἦτο ἡ ὥρα εἰς τὰς Ἀθήνας καὶ ἄλλη εἰς τὰς Πάτρας ἢ τὴν Μυτιλήνην, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον θὰ ἐδυσχέραине τὰ μέγιστα, ὄχι μόνον τὰς πάσης φύσεως τηλεπικοινωνίας καὶ τὰς συγκοινωνίας, ἀλλὰ καὶ τὴν ἐγ γένει συνεννόησιν, εἰσήχθη τὸ σύστημα τοῦ **παγκοσμίου χρόνου**, τὸ ὁποῖον στηρίζεται εἰς τὸν χωρισμὸν τῆς γῆς εἰς 24 ἴσας ὠριαίας ἀτράκτους.

Καλεῖται ἄ τ ρ α κ τ ο ς τὸ μέρος τῆς σφαίρας, τὸ ὀριζόμενον ὑπὸ δύο μεσημβρινῶν αὐτῆς. Συνεπῶς, αἱ 24 ἴσαι ἀτρακτοὶ τῆς γῆς παρέχουν εἰς αὐτὴν μορφήν πορτοκαλίου, ἀποτελουμένου ἀπὸ 24 ἴσας φέτας.



Εικ. 27. Αί 24 άτρακτοι τής γής.

Έκάστη άτρακτος έχει εύρος  $15^{\circ}$  (διότι  $360^{\circ} : 24 = 15^{\circ}$ ). Έπειδή δέ  $15^{\circ} = 1$  ώρ., δια τούτο αί 24 άτρακτοι καλοῦνται ώ ρ ι α ῖ α ι.

Είαι φανερόν, ότι τό εύρος τών  $15^{\circ} = 1$  ώρ., έκάστης άτράκτου, άντιστοιχεί εις τήν διαφοράν τοῦ γεωγραφικοῦ μήκουσ τών δύο μεσημβρινών τής γής, οί όποιοί όρίζουν κάθε μίαν άτρακτον.

Αί 24 άτρακτοι τής γής άριθμοῦνται, κατά σειράν, άπό 0 έως 23 (όπως αί ώραι), λαμβάνεται δέ ως μηδενική ή άτρακτος εκείνη, ή όποία διχοτομείται ὑπό τοῦ πρώτου μεσημβρινοῦ, τοῦ Greenwich (Γκρήνουίτς), όπως φαίνεται εις τήν εικ. 27.

Βάσει τοῦ συστήματος τούτου, τών 24 άτράκτων, συνεφωνήθη όπως όλοι οί τόποι, οί περιεχόμενοι εις έκάστην άτρακτον, έχουν τήν ίδίαν ώραν· και μάλιστα τήν ώραν, ή όποία άντιστοιχεί εις τόν γήινον μεσημβρινόν, τόν διχοτομοῦντα τήν άτρακτον.

Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, τόποι εὕρισκόμενοι εἰς διαφορετικὰς ἀτράκτους, κατὰ μίαν τυχοῦσαν στιγμὴν, διαφέρουν μόνον κατὰ ἀκεραίας ὥρας. Οὕτω, τὰ ὠρολόγια δεικνύουν τὴν ὥραν τῆς τάξεως τῆς ἀτράκτου (0, 1, 2...23 ὥρ.), τὰ ἴδια δὲ πάντοτε λεπτὰ καὶ δευτερόλεπτα εἰς ὅλας τὰς ἀτράκτους.

γ'. Ἡ Εὐρώπη ἐκτείνεται μεταξὺ τῶν τριῶν πρώτων ἀτράκτων. Αἱ ἀντιστοιχοῦσαι εἰς αὐτὰς ὥραι ὀνομάζονται ὡς ἑξῆς: ἡ τῆς μηδενικῆς ἀτράκτου, **ὥρα δυτικῆς Εὐρώπης**; ἡ τῆς 1ης ἀτράκτου, **ὥρα κεντρικῆς Εὐρώπης**; καὶ ἡ τῆς 2ας **ὥρα ἀνατολικῆς Εὐρώπης**.

Ἡ Ἑλλάς ἐκτείνεται ἐπὶ τῆς 1ης καὶ τῆς 2ας ἀτράκτου. Διὰ τὴν μὴ ἔχωμεν ὅμως δύο διαφορετικὰς ὥρας, ἀπεφασίσθη, ὅπως ὅλη ἡ χώρα ἔχει τὴν ὥραν τῆς 2ας ἀτράκτου, ἥτοι τῆς ἀνατολικῆς Εὐρώπης, ἡ ὁποία διαφέρει ἀπὸ τὴν ὥραν τῆς ἀτράκτου τοῦ Greenwich κατὰ δύο ὥρας.

Ἐπειδὴ τὸ γεωγρ. μῆκος τῶν Ἀθηνῶν εἶναι  $L = 1$  ὥρ. 34λ. 52δ. Α., ὁ τοπικὸς Ἀθηνῶν διαφέρει σταθερῶς τοῦ παγκοσμίου χρόνου κατὰ 2 ὥρ. — (1 ὥρ. 34 λ. 52 δ.) = 25 λ. 8 δ.

### Ἀσκήσεις

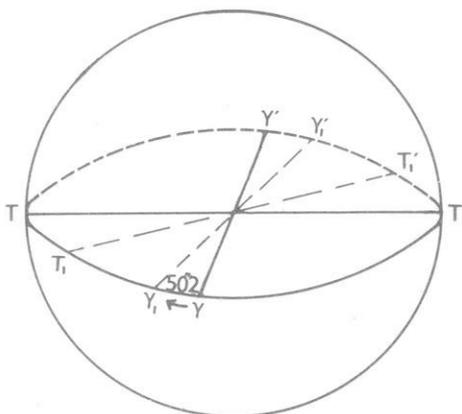
118. Εὑρετε πόσον διαρκεῖ τὸ προμεσημβρινὸν μῆμα τῆς ἡμέρας καὶ πόσον τὸ μεταμεσημβρινὸν α) τὴν 14ην Μαΐου, β) τὴν 26ην Ἰουλίου καὶ γ) τὴν 3ην Νοεμβρίου εἰς τὰς Πάτρας, ὅπου  $L = 21^{\circ} 44' 20''$  Α.

119. Ποίαν διαφορὰν τοπικοῦ χρόνου παρουσιάζει ἡ Ἀλεξανδρούπολις ( $L = 25^{\circ} 53' 40''$  Α.), ἀπὸ τὰς Ἀθήνας;

120. Τὸ Τόκιον ἔχει  $L = 9$  ὥρ. 18 λ. 10 δ. Εὑρετε α) εἰς ποίαν ἀτράκτον ἀνήκει ἡ Ἰαπωνία καὶ ποίαν ὥραν δεικνύουν ἐκεῖ τὰ ὠρολόγια, ὅταν εἰς τὴν Ἑλλάδα ἔχωμεν 7 ὥρ. 31 λ. 25 δ.

121. Διατί, κινούμενοι ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς, ὅταν συμπληρώσωμεν τὸν γῦρον τῆς γῆς, κερδίζομεν πάντοτε μίαν ἀκεραίαν ἡμέραν, ὅπως συνέβη μὲ τοὺς ταξιδιώτας τοῦ ἔργου τοῦ Ἰουλίου Βέρν « Ὁ γῦρος τῆς γῆς εἰς 80 ἡμέρας »;

122. Ἐνα πυραυλοκίνητον ἀεροπλάνον, τὸ ὁποῖον ἀναπτύσσει ταχύτητα ἴσην πρὸς τὴν περιστροφὴν τῆς γῆς, ἀναχωρεῖ ἀπὸ τὸ ἀεροδρόμιον τοῦ Ἑλληνικοῦ τὴν μεσημβριάν τῆς 1ης Ἀπριλίου καὶ κινεῖται ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς. α) Διατί καθ' ὅλην τὴν διαδρομὴν του θὰ ἔχη συνεχῶς μεσημβριάν; β) Ποίαν ἡμερομηνίαν πρέπει νὰ δεικνύη τὸ ἡμερολόγιόν του, ὅταν ἐπιστρέψῃ, μετὰ 24 ὡρον, εἰς τὸ ἀεροδρόμιον Ἑλληνικοῦ καὶ διατί;



Σχ. 38.

## II. Τὸ ἔτος.

**125. Ἀστρικόν, τροπικόν καὶ πολιτικόν ἔτος.** α'. Καλοῦμεν **ἀστρικόν ἔτος** τὸν χρόνον, ὁ ὁποῖος ἀπαιτεῖται διὰ νὰ συμπληρώσῃ ἡ γῆ μίαν περιφορὰν τῆς περὶ τὸν ἥλιον, ἢ, ὅπερ τὸ αὐτό, τὸν χρόνον, ὁ ὁποῖος ἀπαιτεῖται διὰ νὰ διαγράψῃ ὁ ἥλιος μίαν πλήρη περιφέρειαν κύκλου, κινούμενος ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς.

Τὸ ἀστρικόν ἔτος εἶναι ἴσον πρὸς 365,256374 μέσας ἡλιακὰς ἡμέρας.

β'. Ἐστω ὅτι, κατὰ τὴν ἑαρινὴν ἰσημερίαν τυχόντος ἔτους, ἡ γραμμὴ τῶν ἰσημεριῶν κατέχει τὴν θέσιν  $\gamma\gamma'$  τῆς ἐκλειπτικῆς  $\gamma\Gamma\gamma'T'$  (σχ. 38) καὶ ὅτι  $\gamma$  εἶναι τὸ ἑαρινὸν σημεῖον. Τότε, διαρκούντος ἑνὸς ἔτους, κατὰ τὸ ὁποῖον ὁ ἥλιος θὰ φαίνεται κινούμενος κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν, λόγῳ τῆς μεταπτώσεως τῶν ἰσημεριῶν, ἡ  $\gamma\gamma'$  θὰ μετατεθῇ κατ' ἀνὰδρομον φορὰν καὶ θὰ λάβῃ τὴν θέσιν  $\gamma_1\gamma'_1$ , ἐνῶ  $\gamma_1$  θὰ εἶναι ἡ νέα θέσις τοῦ  $\gamma$ , διαφέρουσα τῆς ἀρχικῆς κατὰ  $50'',2$ . Συνεπῶς, μετὰ ἓν ἔτος, ἡ νέα ἰσημερία θὰ συμβῇ, ὅταν ὁ ἥλιος θὰ ἔλθῃ εἰς τὴν θέσιν  $\gamma_1$ . Ἀλλὰ τότε ὁ ἥλιος δὲν θὰ ἔχῃ διαγράψῃ ἀκόμη τὴν πλήρη περιφέρειαν τῆς ἐκλειπτικῆς. Θὰ ἔχῃ διανύσει μόνον τὸ τόξον  $\gamma\Gamma\gamma_1$ , τὸ ὁποῖον διαφέρει τῆς περιφερείας κατὰ  $50'',2$ . Ἐπομένως, μεταξύ δύο ἑαρινῶν ἰσημεριῶν, δὲν περιλαμβάνεται ἓνα πλήρες ἀστρικόν ἔτος, ἀλλὰ χρονικὸν διάστημα μικρότερον.

Καλοῦμεν **τροπικόν ἔτος** τὸν χρόνον, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξύ δύο διαβάσεων τοῦ κέντρου τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου ἀπὸ τὸ ἑαρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον  $\gamma$ , ἤτοι μεταξύ δύο διαδοχικῶν ἰσημεριῶν.

Τὸ τροπικόν ἔτος ἰσοῦται πρὸς 365,242217 μέσας ἡλιακὰς ἡμέρας. Εἰς τὸν καθημερινὸν βίον δὲν μετροῦμεν τὰ ἀστρικά ἔτη, ἀλλὰ τὰ τροπικά, διότι αὐτὰ ὑποπίπτουν εἰς τὴν ἀντίληψίν μας, ὡς ἐκ τῆς συνεχοῦς ἐναλλαγῆς τῶν ἐποχῶν τοῦ ἔτους.

γ'. Ἐπειδὴ ἡ διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους δὲν εἶναι ἴση μὲ ἀ-  
κέραιον ἀριθμὸν ἡμερῶν καὶ ἔπειδή, εἰς τὸν πρακτικὸν βίον, τὸ  
ἔτος τοῦτο δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ χρησιμοποιηθῆ πρὸς μέτρησιν τῶν  
ἔτῶν, διὰ τοῦτο εἰσῆχθη ὁ θεσμὸς τοῦ **πολιτικοῦ ἔτους**, ἀποτελου-  
μένου ἀπὸ ἀκέραιον, πάντοτε, ἀριθμὸν ἡμερῶν.

Ἡ ἐναρμόνισις μεταξὺ τῆς φυσικῆς διαρκείας τοῦ τροπικοῦ ἔ-  
τους καὶ τῆς, κατὰ συνθήκην, διαρκείας τῶν πολιτικῶν ἔτῶν, ἔδωσεν  
ἀφορμὴν εἰς τὴν εἰσαγωγὴν, κατὰ καιροῦς, διαφόρων **ἡμερολογίων**.

**126. Ἡμερολόγια ἡλιακά, σεληνιακά, σεληνοηλιακά.** α'. Ἀπὸ τῆς ἀρ-  
χαιότητος, πολλοὶ λαοί, ὅπως οἱ Ἕλληνες τῶν Ὀρφικῶν χρόνων, εἰς τὸν καθορι-  
σμὸν τῆς διαρκείας τοῦ ἔτους, δὲν ἐλάμβανον ὑπ' ὄψιν τὴν διάρκειαν τοῦ τροπικοῦ  
ἔτους, ἀλλ' ἐπρόσεχον νὰ περιέχῃ τὸ ἔτος των, πάντοτε, ἓνα ἀκέραιον πλῆθος ἡμε-  
ρῶν καὶ τῶσων, ὅσαι ἀντιστοιχοῦν εἰς ἓνα ὠρισμένον ἀριθμὸν σ υ ν ο δ ι κ ῶ ν  
μηνῶν (§ 89β). Συνεπῶς, ἐλάμβανον ὑπ' ὄψιν μόνον τὰς φάσεις τῆς σελήνης καὶ  
ὄχι τὴν διάρκειαν τοῦ τροπικοῦ ἔτους. Τὰ ἡμερολόγια αὐτὰ καλοῦνται **σεληνιακά**.

Τὰ ἡμερολόγια, εἰς τὰ ὅποια τὸ ἔτος ρυθμίζεται μὲ βάσιν, τόσον τὸ τροπι-  
κὸν ἔτος, ὅσον καὶ τὰς φάσεις τῆς σελήνης, ὀνομάζονται **σεληνοηλιακά**.

Τέλος, εἰς ἄλλα ἡμερολόγια, ὅπως εἶναι τὸ ἐν χρῆσει, λαμβάνεται ὑπ' ὄψιν  
μόνον ἡ διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους καὶ ἀγνοοῦνται παντελῶς ἡ κινήσεις τῆς σε-  
λήνης περὶ τὴν γῆν καὶ αἱ φάσεις τῆς σελήνης. Τὰ ἡμερολόγια αὐτὰ καλοῦνται  
**ἡλιακά**. Τὸ **ἡμερολόγιον τοῦ Νουμά** εἶναι σεληνοηλιακὸν καὶ φέρει τὸ ὄνομα τοῦ  
Ρωμαίου αὐτοκράτορος Νουμά (715 - 672 π.Χ.), ἔπειδὴ ἐκεῖνος τὸ εἰσῆγαγεν,  
ἐκρησμίμοιήθη δὲ εἰς τὸ Ρωμαϊκὸν κράτος ἀπὸ τὸ 700 μέχρι τὸ 44 π.Χ.

**127. Τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον.** Τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον  
εἶναι τὸ καλούμενον σήμερον **π α λ α ι ὶ ο ν** ἡμερολόγιον. Εἰσῆχθη  
τὸ 44 π.Χ. καθ' ὄλην τὴν ἑκτασιν τοῦ Ρωμαϊκοῦ κράτους, ὑπὸ τοῦ  
Ρωμαίου αὐτοκράτορος Ἰουλίου Καίσαρος, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ἐκλή-  
θη Ἰουλιανόν.

Ἐπειδὴ τὸ ἔτος ἐλογίζετο ἕως τότε ἴσον πρὸς 365 ἡμ., ἥτοι μ ι -  
κ ρ ὀ τ ε ρ ο ν τοῦ τροπικοῦ ἔτους κατὰ 0,242217 ἡμ. = 5 ὥρ. 48 λ.  
καὶ 48 δ. περίπου, διὰ τοῦτο, εἰς τὸ διάστημα ἀπὸ τοῦ 700 π.Χ.  
ἕως τὸ 45 π.Χ., αἱ μετρούμεναι χρονολογίαι ἦτο φυσικὸν νὰ  
π ρ ο χ ω ρ ο ῦ ν ταχύτερον ἀπὸ τὰς ἐποχάς. Οὕτω, κατὰ τὴν ἑα-  
ρινὴν ἰσημερίαν τοῦ 45 π.Χ. (23 Μαρτίου τότε), τὸ ἡμερολόγιον  
προεπορεύετο κατὰ 80 ἡμέρας καὶ ἔλεγε 12 Ἰουνίου.

Ὁ Ἰούλιος Καίσαρ ἐκάλεσε τότε, ἀπὸ τὴν Ἀλεξάνδρειαν, τὸν Ἕλ-  
ληνα ἀστρονόμον Σωσιγένη, νὰ διορθώσῃ τὸ ἡμερολόγιον. Ἐκεῖνος

εισηγάγε τὸ τροπικὸν ἔτος εἰς τὴν μέτρησιν τῶν ἔτῶν. Πρὸς τοῦτο, ἐπεμήκυνε τὸ ἔτος 45 π.Χ. κατὰ 80 ἡμέρας, αἱ ὁποῖαι ὅμως δὲν ἐμετρήθησαν· διότι τόσαι ἀκριβῶς εἶχον μετρηθῆ ἐπὶ πλεον ἕως τότε, χωρὶς, εἰς τὴν πραγματικότητα, νὰ διανυθοῦν. Οὕτω, τὸ 44 π.Χ., ἡ ἔαρινή ἰσημερία ἤλθεν εἰς τὴν φυσικὴν τῆς θέσιν, εἰς τὴν 23ην Μαρτίου.

Ὁ Σωσιγένης ὅμως ὑπελόγιζε τὴν διάρκειαν τοῦ τροπικοῦ ἔτους, ὡς ἴσῃν πρὸς 365,25 ἡμ., ἦτοι με γ α λ υ τ έ ρ α ν τῆς πραγματικῆς. Διὰ τοῦτο καὶ ἐθέσπισεν, ὅπως τὰ ἔτη ἔχουν 365 ἡμέρας, ἀνὰ τέταρτον δὲ ἔτος νὰ προστίθεται μία ἀκόμη ἡμέρα ( $0,25 \times 4 = 1$  ἡμ.). Τὰ ἔτη αὐτά, τῶν 366 ἡμερῶν, ὠνομάσθησαν δ ῖ σ ε κ τ α. Τοῦτο δέ, διότι ἡ 366ῃ ἡμέρα παρενεβάλλετο ἀρχικῶς μεταξὺ 24ης καὶ 25ης Φεβρουαρίου, ἡ ὁποία τότε ὠνομάζετο « ἔ κ τ η πρὸ τῶν καλενδῶν τοῦ Μαρτίου », ἐμετρεῖτο δέ, διὰ δευτέραν φοράν, ὡς δ ῖ σ ε κ τ η. Σήμερον ἡ 366ῃ ἡμέρα τῶν δισέκτων ἔτῶν μετρεῖται, ὡς 29η Φεβρουαρίου.

Κατὰ τοὺς Χριστιανικοὺς χρόνους, ἐθεσπίσθη νὰ λαμβάνωνται ὡς δ ῖ σ ε κ τ α, ἐκεῖνα τὰ ἔτη, τῶν ὁποίων ὁ ἀριθμὸς εἶναι διαιρετὸς διὰ τοῦ 4.

**128. Τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον. α΄.** Ἐπειδὴ τὸ ἔτος τοῦ Ἰουλιανοῦ ἡμερολογίου ὑπελογίζετο με γ α λ υ τ έ ρ ο ν τοῦ τροπικοῦ, κατὰ  $365,25 - 365,242217 = 0,007783$  ἡμ., διὰ τοῦτο, ἀνὰ 129 ἔτη, ἡ διαφορὰ ἀνῆρχετο εἰς  $0,007783 \times 129 = 1,004$  ἡμέρα. Συνεπῶς, ἀνὰ 129 ἔτη αἱ μετρούμεναι ἡμερομηνιαὶ θὰ κ α θ υ σ τ έ ρ ο υ ν, ὡς πρὸς τὰς ἐποχάς, κατὰ μίαν ἡμέραν. Ἦρχισε δηλαδὴ νὰ συμβαίνει τῶρα τὸ ἀντίθετον ἐκείνου, τὸ ὁποῖον συνέβη μὲ τὸ ἡμερολόγιον τοῦ Νουμᾶ.

Πράγματι· ἐνῶ τὸ 44 π.Χ., ὅτε ἐθεσπίσθη τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον, ἡ ἔαρινή ἰσημερία ἔλαβε χώραν εἰς τὰς 23 Μαρτίου, τὸ 85 μ.Χ. τὸ ἡμερολόγιον τὴν ἐπεσήμανε εἰς τὰς 22 Μαρτίου καὶ τὸ 214 μ.Χ. τὴν μετέφερεν ἄλλην μίαν ἡμέραν ἐνωρίτερον, εἰς τὰς 21 Μαρτίου, ὅποτε καὶ ἐσημειοῦτο μέχρι τὸ 343 μ.Χ. Διὰ τοῦτο, τὸ 325 μ.Χ., ὅτε συνῆλθεν ἡ Α΄ Οἰκουμενικὴ Σύνοδος καὶ ὥρισε πότε θὰ ἐορτάζεται τὸ Πάσχα, ἡ ἰσημερία, κατὰ τὸ ἡμερολόγιον, ἐγένετο εἰς τὰς 21 Μαρτίου.

Ἡ καθυστέρησις αὐτῆ τοῦ ἡμερολογίου, ὡς πρὸς τὰς ἐποχάς, ἐσυνεχίζετο καὶ τὸ 1582 ἡ ἰσημερία τοῦ ἔαρος ἐσημειοῦτο ἡμερολογια-

κῶς εἰς τὰς 11 Μαρτίου, ἤτοι δέκα ἡμέρας ἑνωρίτερον ὡς πρὸς τὸ 325 μ.Χ. Δὲ τοῦτο, ὁ πάππας Γρηγόριος ὁ ΙΓ' ἠναγκάσθη τότε, νὰ ἀναθέσῃ εἰς τὸν ἐκ Καλαβρίας ἀστρονόμον Lilio, ὅπως α) ἑναρμονίση τὸ ἡμερολόγιον μὲ τὰς ἐποχὰς καὶ β) τὸ μεταρρυθμίση, ὥστε νὰ παύσῃ ἡ παρατηρουμένη ἀνωμαλία.

Ὁ Lilio, διὰ νὰ καλύψῃ, πρῶτον, τὴν ἡμερολογιακὴν καθυστέρησιν τῶν δέκα ἡμερῶν, ἀπὸ τοῦ 325 μέχρι τὸ 1582 μ.Χ., μετωνόμασε τὴν 4ην Ὀκτωβρίου 1582 εἰς 15ην Ὀκτωβρίου, διότι, πράγματι, αἱ ἡμέραι αὐταὶ ἂν καὶ διηνύθησαν, ἐν τούτοις δὲν εἶχον μετρηθῆ. Ἐξ ἄλλου, διὰ νὰ μὴ ἐπαναληφθῆ τὸ λάθος, ὥρισεν ὅπως, ἀνὰ 400 ἔτη, θεωροῦνται ὡς δισεκτα, ὄχι τὰ 100, ἀλλὰ μόνον τὰ 97. Διότι, ἀνὰ τέσσαρας αἰῶνας, ἡ ἔτησίᾳ διαφορά τῶν 0,007783 ἡμ. γίνεται :  $0,007783 \times 400 = 3,1132$  ἡμέραι. Διὰ τοῦτο καὶ εἰσήγαγε τὸν ἐξῆς κανόνα πρὸς ὑπολογισμόν τῶν δισέκτων ἐτῶν : **Ἐκ τῶν ἐπαιωνίων ἐτῶν (1600, 1700, 1800, 1900, 2000 κ.ο.κ.), δισεκτα θὰ εἶναι μόνον ἐκεῖνα, τῶν ὁποίων ὁ ἀριθμὸς τῶν αἰώνων (16, 17, 18, 19, 20 κ.λπ.) εἶναι διαιρετὸς διὰ τοῦ 4.** Οὕτω, συμφῶνως πρὸς αὐτόν, δισεκτα εἶναι μόνον τὰ ἔτη 1600, 2000, 2400 κ.ο.κ., ἐνῶ κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον ὅλα τὰ ἐπαιώνια ἔτη ἦσαν δισεκτα.

Μὲ τὴν ρύθμισιν αὐτὴν ὑπάρχει καὶ πάλιν καθυστέρησις τοῦ ἡμερολογίου, ἀλλὰ τῶρα μία περίπου ἡμέρα ἀνὰ 4000 ἔτη.

Ἐκ τοῦ ὀνόματος τοῦ πάππα Γρηγορίου ΙΓ' τὸ ἡμερολόγιον τοῦτο ὠνομάσθη **Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον.**

**β'.** Τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον, γενόμενον δεκτὸν ὑφ' ὅλων τῶν πολιτισμένων κρατῶν, εἰσῆχθη εἰς τὴν Ἑλλάδα τὸ 1923. Ἐπειδὴ δέ, ἀπὸ τοῦ 1582 ἕως τὸ 1923 μ.Χ., εἶχεν ἐπέλθει καθυστέρησις τοῦ Ἰουλιανοῦ ἡμερολογίου καὶ ἄλλων τριῶν ἡμερῶν, ἤτοι 13 ἡμερῶν ἐν συνόλῳ ἀπὸ τοῦ 325 μ.Χ., διὰ τοῦτο μετωνομάσθη ἡ 16η Φεβρουαρίου 1923 εἰς 1ην Μαρτίου.

Παρ' ἡμῖν, τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον καλεῖται, συνήθως, ν ε ο ν, διὰ νὰ ἀντιδιαστέλλεται πρὸς τὸ π α λ α ι ο ν, τὸ Ἰουλιανόν.

### **129. Καθορισμὸς τῆς ἡμερομηνίας τῆς ἑορτῆς τοῦ Πάσχα.**

Ἐπειδὴ τὸ Ἑβραϊκὸν πάσχα ἐωρτάζετο κατὰ τὴν ἡμέραν τῆς πανσελήνου, ἡ ὁποία ἐλάμβανε χώραν μετὰ τὴν ἑαρινὴν ἰσημερίαν, καὶ

ἐπειδὴ ὁ Ἰησοῦς Χριστὸς ἀνέστη μετὰ τὴν ἑορτὴν τοῦ Ἑβραϊκοῦ πάσχα, καὶ συνεπῶς, μετὰ τὴν ἑαρινὴν πανσέληνον, διὰ τοῦτο ἢ ἐν Νικαίᾳ Ἀ΄ Οἰκουμενικῆ Σύνodos, τὸ 325 μ.Χ., ἐθέσπισε τὸν ἑξῆς κανόνα, διὰ τὸν ἑορτασμόν τοῦ Πάσχα:

**Τὸ Χριστιανικὸν Πάσχα πρέπει νὰ ἑορτάζεται τὴν πρώτην Κυριακὴν μετὰ τὴν πανσέληνον, ἣτις θὰ σημειωθῇ κατὰ ἢ μετὰ τὴν ἑαρινὴν ἰσημερίαν. Ἐὰν δὲ ἡ πανσέληνος αὐτὴ συμβῇ Κυριακὴν, τότε τὸ Πάσχα θὰ ἑορτάζεται τὴν ἐπομένην Κυριακὴν.** Τοῦτο δέ, διὰ νὰ μὴ συμπίπτῃ τὸ Χριστιανικὸν μὲ τὸ Ἑβραϊκὸν πάσχα.

Συνεπῶς, διὰ νὰ εὐρωμεν πότε θὰ ἑορτασθῇ τὸ Πάσχα τυχόντος ἔτους, ἀρκεῖ νὰ γνωρίζωμεν ποία εἶναι ἡ ἡμερομηνία τῆς ἑαρινῆς πανσελήνου καί, ἐν συνεχείᾳ, νὰ εὐρωμεν τὴν πρώτην, μετὰ ταύτην, Κυριακὴν.

Ἡ ἡμερομηνία τῆς ἑαρινῆς πανσελήνου ὑπολογίζεται ὑπὸ τῶν Ὁρθοδόξων, διὰ τοῦ καλουμένου κύκλου τοῦ Μέτωνος.

**130. Τὸ παγκόσμιον ἡμερολόγιον. α΄.** Κατὰ τὸ ἡμερολόγιον τοῦτο, τὸ ἔτος διαιρεῖται εἰς 4 τρίμηνα ἢ 91 ἡμερῶν ἕκαστον, ἥτοι ἐκ 13 πλήρων ἐβδομάδων ( $13 \times 7 = 91$ ). Οἱ πρώτοι μῆνες τῶν τριμήνων, ἥτοι οἱ Ἰανουάριος, Ἀπρίλιος, Ἰούλιος καὶ Ὀκτώβριος ἔχουν 31 ἡμέρας, ἐνῶ ὅλοι οἱ ἄλλοι ἔχουν 30 ἡμέρας. Οὕτω, τὸ συνολικὸν πλῆθος τῶν ἀριθμησίων ἡμερῶν τοῦ ἔτους θὰ εἶναι  $4 \times 91 = 364$  ἡμέραι, ἥτοι 52 πλήρεις ἐβδομάδες ( $52 \times 7 = 364$ ).

Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, ἡ 1η ἡμέρα τοῦ ἔτους, ὅπως καὶ ἡ 1η ἑκάστου τῶν τριμήνων, θὰ εἶναι πάντοτε Κυριακὴ. Ἐξ ἄλλου ἡ 1η ἡμέρα τῶν δευτέρων μηνῶν τῶν τριμήνων (1η Φεβρουαρίου, 1η Μαΐου, 1η Αὐγούστου καὶ 1η Νοεμβρίου) θὰ εἶναι πάντοτε Τετάρτη, ἐνῶ ἡ 1η τῶν τρίτων μηνῶν τῶν τριμήνων (1η Μαρτίου, 1η Ἰουνίου, 1η Σεπτεμβρίου καὶ 1η Δεκεμβρίου) θὰ εἶναι σταθερῶς Παρασκευὴ. Οὕτως ὁμοίως, ὅλοι αἱ ἡμερομηνίαί θὰ συμπίπτουν πάντοτε πρὸς μίαν καὶ τὴν αὐτὴν ἡμέραν τῆς ἐβδομάδος ἑκάστη: καὶ μία ἑορτὴ, π.χ. τοῦ Ἁγίου Δημητρίου, ἑορταζομένη εἰς τὰς 26 Ὀκτωβρίου, θὰ εἶναι πάντοτε Πέμπτη.

Ἐξ ἄλλου, τὸ Πάσχα θὰ ἑορτάζεται σταθερῶς τὴν Κυριακὴν 8ην Ἀπριλίου καὶ αἱ κινήται ἑορταί θὰ σταθεροποιηθοῦν.

Ἡ 365η ἡμέρα τοῦ ἔτους θὰ εἶναι ἡμέρα, ἐκ τῶν ἀριθμῶν καὶ ἀνευ ὀνόματος, θὰ ἀποκαλῆται δὲ λευκὴ ἡμέρα. Αὕτη θὰ παρεμβάλλεται πάντοτε μεταξύ τῆς 30ῆς Δεκεμβρίου (Σαββάτου) καὶ τῆς 1ης τοῦ ἔτους (Κυριακῆς) καὶ θὰ εἶναι παγκοσμίου ἑορτασμοῦ.

Εἰς τὰ δισεκτα ἔτη θὰ ὑπάρχῃ καὶ δευτέρα λευκὴ ἡμέρα, παγκοσμίου ἑορτασμοῦ, θὰ παρεμβάλλεται δὲ μεταξύ τῆς 30ῆς Ἰουνίου (Σαββάτου), τελευταίας ἡμέρας τοῦ Ἰου ἐξαμήνου, καὶ τῆς 1ης Ἰουλίου (Κυριακῆς).

**β΄.** Τὸ ἡμερολόγιον τοῦτο, ὀνομασθὲν παγκόσμιον, θὰ ἰσχύῃ, πράγματι, εἰς

ὄλον τὸν κόσμον, διότι ἤδη τὸ ἀπεδέχθησαν ὁ Ο.Η.Ε., ὅλοι οἱ ἀρχηγοὶ τῶν διαφορῶν θρησκειῶν, ἀλλὰ καὶ γενικώτερον ὅλοι οἱ παγκόσμιοι ὀργανισμοὶ (οἰκονομικοί, ἐργατικά συνδικάτα κ.λπ.). Δὲν ἔχει ὅμως ἀκόμη τεθῆ εἰς χρῆσιν, διότι πρέπει νὰ γίνη, πρῶτον, ἡ σχετικὴ διαφώτισις τῶν λαῶν. Ἡ ἀπλότης του καταφαίνεται ἀπὸ τὸ γεγονός, ὅτι τοῦτο κεφαλαιούται εἰς τὸν κατωτέρω μικρὸν πίνακα :

#### ΝΕΟΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΝ ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟΝ

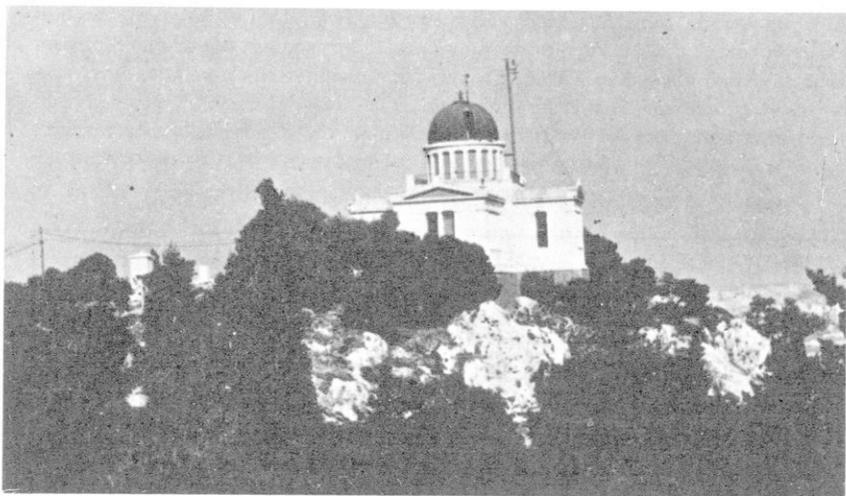
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ ΑΠΡΙΛΙΟΣ ΙΟΥΛΙΟΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ ΜΑΪΟΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ ΙΟΥΝΙΟΣ Σ/ΜΒΡΙΟΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
Κ. Δ. Τ. Τ. Π. Π. Σ.	Κ. Δ. Τ. Τ. Π. Π. Σ.	Κ. Δ. Τ. Τ. Π. Π. Σ.
1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4	1 2
8 9 10 11 12 13 14	5 6 7 8 9 10 11	3 4 5 6 7 8 9
15 16 17 18 19 20 21	12 13 14 15 16 17 18	10 11 12 13 14 15 16
22 23 24 25 26 27 28	19 20 21 22 23 24 25	17 18 19 20 21 22 23
29 30 31	26 27 28 29 30	24 25 26 27 28 29 30
Σ η μ ε ί ω σ ι ς : Μετὰ τὴν 30ὴν Δεκεμβρίου, ἡ λευκὴ ἡμέρα τῶν κοινῶν ἐτῶν. Μετὰ τὴν 30ὴν Ἰουνίου, ἡ λευκὴ ἡμέρα τῶν δισέκτων ἐτῶν.		

#### Ἀσκήσεις

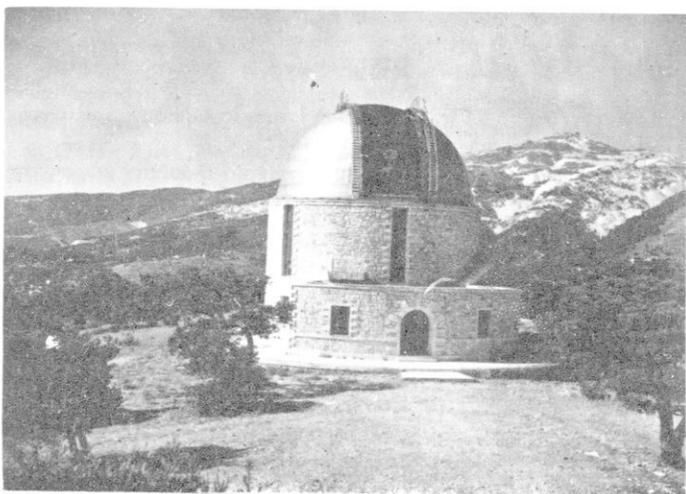
123. Δοθέντος, ὅτι τὸ 44 π.Χ., ἡ ἔαρινή ἰσημερία ἐλάμβανε χώραν τὴν 23ην Μαρτίου, καθορίσατε πότε συνέβαινε κατὰ τὸ 1453 μ.Χ.

124. Δοθέντος, ὅτι τὸ 325 μ.Χ. ἡ ἔαρινή ἰσημερία ἐλάμβανε χώραν τὴν 21ην Μαρτίου, εὑρετε ἔτος κατὰ τὸ ὁποῖον αὕτη συνέβαινε τὴν 15ην Μαρτίου.

125. Εὑρετε εἰς ποῖαν ἡμερομηνίαν τοῦ Γρηγοριανοῦ ἡμερολογίου ἀντιστοιχεῖ ἡ 29η Μαΐου τοῦ 1453.



Είκ. 28. Τὸ Ἀστεροσκοπεῖον Ἀθηνῶν, ἐν λειτουργίᾳ ἀπὸ τὸ 1846.



Είκ. 29. Τὸ Ἀστεροσκοπεῖον Πεντέλης, ἐν λειτουργίᾳ ἀπὸ τὸ 1960.

**131. Μικροκοσμογονία και μακροκοσμογονία. α'. 'Η Κοσμογονία** είναι ο κλάδος τῆς Ἀστρονομίας, ὁ ὁποῖος ἀσχολεῖται μὲ τὸ πρόβλημα τῆς προελεύσεως καὶ ἐξελίξεως τοῦ σύμπαντος.

**β'. 'Η Κοσμογονία** διαιρεῖται εἰς δύο μέρη: Εἰς τὴν μικροκοσμογονίαν, ἡ ὁποία ἀσχολεῖται μὲ τὴν προέλευσιν καὶ ἐξέλιξιν τοῦ ἡλιακοῦ μας συστήματος καὶ εἰς τὴν μακροκοσμογονίαν, ἡ ὁποία πραγματεύεται τὴν προέλευσιν καὶ ἐξέλιξιν τῶν ἀστέρων, τῶν γαλαξιδῶν, καθὼς καὶ ὀλοκλήρου τοῦ Σύμπαντος.

**132. Προέλευσις τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος. α'.** Κατὰ τὰ τέλη τοῦ 18ου αἰῶνος εἰσήχθη ἡ κοσμογονικὴ θεωρία τοῦ Laplace (Λαπλάς), ἡ ὁποία ἐπεκράτησεν ἐπὶ 100 καὶ πλέον ἔτη.

Εἰς τὰς ἀρχὰς τοῦ 20οῦ αἰῶνος ἦλθεν ἡ θεωρία τοῦ Jeans (Τζήνς), ἡ ὁποία, μὲ μερικὰς τροποποιήσεις καὶ συμπληρώσεις, ἴσχυε μέχρι τοῦ 1940. Ἀνήκει εἰς τὰς δυαδικὰς θεωρίας.

**β'.** Τὸ 1944 διευτυπώθη μία νέα θεωρία ὑπὸ τοῦ Γερμανοῦ ἀστροφυσικοῦ Carl von Weizsaecker (Βαϊτςζαϊκερ), ἡ ὁποία συνεπληρώθη καὶ ἐγενικεύθη (1951) ὑπὸ τοῦ Ἀμερικανοῦ ἀστρονόμου G. Kuiper (Κούπερ). Αὕτῃ ἡ θεωρία ἰσχύει σήμερον, ὡς ἡ ἀκριβεστέρα ἐξελικτικὴ θεωρία, περὶ τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος.

**133. Χαρακτηριστικὰ γνωρίσματα τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος.** Τὸ ἡλιακὸν σύστημα παρουσιάζει ὠρισμένα χαρακτηριστικὰ γνωρίσματα. Ἐκ τούτων ἐνδιαφέρουν, κυρίως, τὰ ἑξῆς:

1) Οἱ μεγάλοι πλανῆται κινουῦνται περὶ τὸν ἥλιον κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν (ἐκ Δ πρὸς Α) καὶ ἐπὶ τοῦ ἰδίου περιήτου ἐπιπέδου.

2) Ἐπίσης οἱ ἀστεροειδεῖς περιφέρονται περὶ τὸν ἥλιον ἐκ Δ πρὸς Α καὶ ἐπὶ τοῦ ἰδίου περιήτου ἐπιπέδου. Καὶ οἱ περισσότεροι δορυφόροι κινουῦνται, κατὰ τὸν ἴδιον τρόπον, περὶ τοὺς οἰκείους πλανήτας των.

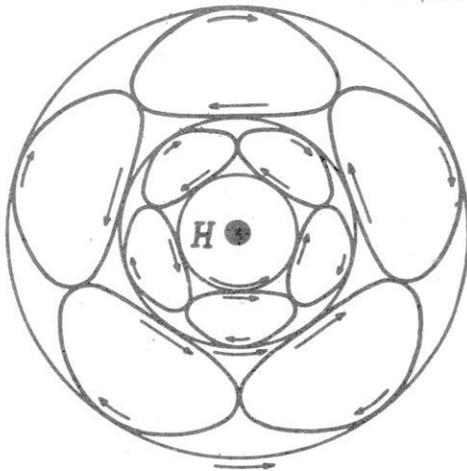
3) Ὁ ἥλιος καὶ ὄλοι οἱ πλανῆται, πλὴν ἑνός, περιστρέφονται ἐκ Δ πρὸς Α περὶ τὸν ἄξονά του ἕκαστος. Τὸ ἴδιον συμβαίνει καὶ μὲ τοὺς δακτυλίους τοῦ Κρόνου.

4) Ἴσχύει ἐπὶ τῶν πλανητῶν ὁ νόμος ἀποστάσεων τοῦ Bode.

**134. Ἡ «Πρωτοπλανητικὴ θεωρία»:** α'. Ἡ σύγχρονος θεωρία ἀναχωρεῖ ἀπὸ τὴν ὑπόθεσιν, ὅτι ὑπῆρχεν ἀρχικῶς ἓνα νεφέλωμα. Εἰς τὸ κέντρον τοῦ διεμορφώθη ἓνας πυρῆν, ὁ π ρ ω τ ο ἤ λ ι ο ς. Πέριξ αὐτοῦ ὑπῆρχεν ἓνα πολὺ ἐκτεταμένον κέλυφος ἀεριώδους ὕλης, ἀπὸ ὕδρογονον καὶ ἥλιον, μὲ μᾶζαν τὸ 0,1 τῆς μάζης τοῦ πρωτοηλίου.

β'. Ὁ Weizsaecker ὑπέθεσεν, ὅτι ἡ κεντρικὴ μᾶζα (ὁ πρωτοῆλιος) διεμορφώθη εἰς τὸν σημερινὸν ἥλιον. Εἰς τὸ νεφελικὸν κέλυφος, λόγῳ ἐσωτερικῶν τριβῶν, ἐσχηματίσθησαν στρόβιλοι. Οἱ στρόβιλοι αὐτοὶ διετάχθησαν εἰς δακτυλίους, ἀνὰ πέντε εἰς ἕκαστον δακτύλιον, καὶ ὅλοι μαζί οἱ δακτύλιοι περιστρέφοντο περὶ τὸ κοινὸν κέντρον των, τὸν ἥλιον. Αἱ τριβαὶ μεταξύ δύο στρόβιλων, διαφορετικῶν δακτυλίων, προῦκάλεσαν τὸν σχηματισμὸν συμπυκνώσεων, αἱ ὁποῖαι ἔπειτα ἀπετέλεσαν τοὺς πλανήτας (εἰκ. 30).

γ'. Τὴν θεωρίαν αὐτὴν τοῦ Weizsaecker ἐπεξέτεινε καὶ συνεπλήρωσεν ἀργότερον ὁ Kuiper. Κατ' αὐτόν, οἱ στρόβιλοι, οἱ ὁποῖοι ἐσχηματίσθησαν εἰς τὸ ἥλιακὸν νεφέλωμα, δὲν εἶχον οὔτε τὸ ἴδιον μέγεθος, οὔτε καὶ τὴν διάταξιν τοῦ Weizsaecker.



Εἰκ. 30. Οἱ στρόβιλοι ἐκ τῶν ὁποίων ἐσχηματίσθησαν οἱ πλανῆται, κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Weizsaecker.

Ἐκ τῶν στρόβιλων ἐσχηματίσθησαν συμπυκνώσεις, καθ' ὅλην τὴν ἕκτασιν τοῦ νεφελικοῦ δίσκου, αἱ ὁποῖαι κατόπιον ἀπετέλεσαν τοὺς πρωτοπλανήτας. Οἱ κεντρικοὶ πυρῆνες αὐτῶν περιεῖχον στερεὰν ὕλην, τὸ δὲ περίβλημά των περιεῖχεν ὕδρογονον, ἥλιον, ὕδρατμούς, ἀμμωνίαν.

Εἰς τὴν ἀρχὴν ἐδημιουργήθησαν πολλοὶ πρωτοπλανῆται. Καθὼς ὅμως

ἐκινουῦντο περὶ τὸν ἥλιον, συνεκρούοντο πρὸς ἀλλήλους εἰς τὰς περιοχάς, ὅπου αἱ τροχιαὶ τῶν ἐπλησίαζον μεταξύ των. Ἔνεκα τούτου μερικοὶ κατεστράφησαν, ἐνῶ ἄλλων ἡ μᾶζα ἠύξησεν. Οἱ δορυφόροι τῶν πλανητῶν ἐδημιουργήθησαν ἀπὸ τοὺς πρωτοπλανήτας. Μερικοὶ δηλαδή πρωτοπλανῆται, λόγῳ ὠρισμένων αἰτίων, ἐσχημάτισαν περὶ αὐτοὺς περιστρεφόμενον δίσκον, ἀνάλογον πρὸς τὸν σχηματισθέντα γύρω ἀπὸ τὸν πρωτοῆλιον, ἀπὸ τὸν ὁποῖον ἐδημιουργήθησαν οἱ δορυφόροι.

**135. Διαστολὴ τοῦ Σύμπαντος.** Ὁ Ἀμερικανὸς ἀστρονόμος Slipher (Σλάιφερ) παρετήρησεν ἤδη ἀπὸ τὸ 1912, ὅτι οἱ πλείστοι γαλαξίαι παρουσιάζον μετάθεσιν τῶν γραμμῶν τοῦ φάσματός των πρὸς τὸ ἐρυθρὸν, ἢ ὅποια ἐφανέρωνεν, ὅτι οἱ γαλαξίαι ἀπομακρύνονται μὲ ταχύτητα μερικῶν ἑκατοντάδων χιλιομέτρων κατὰ δευτερόλεπτον. Βραδύτερον, οἱ Ἀμερικανοὶ ἀστρονόμοι Hubble (Χάμπλ) καὶ Humason (Χιούμασον) διεπίστωσαν, ὅτι τὸ φαινόμενον τῆς ἀπομακρύνσεως παρουσιάζουν καὶ οἱ πολὺ ἀπομακρυσμένοι ἐξ ἡμῶν ἀμυδροὶ γαλαξίαι. Μάλιστα δὲ εὔρον, ὅτι ὅσον μακρύτερα εὐρίσκονται οἱ γαλαξίαι, τόσοσιν αἱ ταχύτητες ἀπομακρύνσεώς των εἶναι μεγαλύτεραι.

Ἐφ' ὅσον οἱ γαλαξίαι ἀπομακρύνονται ἀφ' ἡμῶν, μὲ ταχύτητας τόσοσιν μεγαλύτερας, ὅσον μεγαλύτερα εἶναι καὶ ἡ ἀπόστασις των, τὸ σύμπαν φαίνεται νὰ διαστελλεται. Διὰ τοῦτο καὶ τὸ φαινόμενον τῆς ἀπομακρύνσεως τῶν γαλαξιῶν ὀνομάζεται **διαστολὴ τοῦ Σύμπαντος**.

**136. Ἡλικία τοῦ Σύμπαντος.** Γίνεται δεκτόν, ὅτι οἱ γαλαξίαι προῆλθον ἀπὸ τὴν ἔκρηξιν τοῦ ἀρχικοῦ σύμπαντος - ἄτομον. Ἐὰν αἱ ταχύτητες ἐκ τῆς ἐκρήξεως, αἱ ὅποια θὰ ἔπρεπε νὰ εἶναι διάφοροι, παραμένουν σταθεραὶ, τότε αἱ ἀποστάσεις τῶν γαλαξιῶν θὰ πρέπει νὰ εἶναι ἀνάλογοι τῶν ταχυτήτων των. Τότε δυνάμεθα καὶ νὰ ὑπολογίσωμεν πότε ἐγένεν ἡ ἀρχικὴ ἔκρηξις. Διότι, ἀφοῦ γνωρίζομεν τὰς ἀποστάσεις ἀρκετῶν ἐκ τῶν πλέον μακρυσμένων σημηῶν γαλαξιῶν, δυνάμεθα νὰ εὔρωμεν πρὸ πόσο ἡ χρονὸς ὅλοι οἱ γαλαξίαι καὶ τὰ σμήνη γαλαξιῶν ἦσαν συγκεντρωμένα εἰς τὴν ἀρχικὴν σφαῖραν. Οἱ ὑπολογισμοί, βάσει τοῦ νόμου τῆς δια-

στολή, δίδουν τήν τιμήν  $10^{10}$  ἔτη. Ἐπομένως, ἀπὸ τότε ποῦ ἤρχισεν ἡ διαστολή, μέχρι σήμερον, ἔχουν παρέλθει  $10^{10}$  ἔτη. Τὸ διάστημα τοῦτο τὸ ὀνομάζομεν « ἡλικίαν τοῦ σύμπαντος ». Ὡστε, ἐκ τοῦ νόμου τῆς διαστολῆς τοῦ σύμπαντος συνάγεται ἡλικία τοῦ σύμπαντος τῆς τάξεως τῶν  $10^{10}$  ἐτῶν.

Γίνεται δεκτὸν σήμερον ὅτι ἡ ἡλικία τοῦ σύμπαντος εἶναι τῆς τάξεως τῶν 10 ἢ 12 δισεκατομμυρίων ἐτῶν.

**137. Ἀρχὴ καὶ τέλος τοῦ Σύμπαντος.** Παρὰ τὸ γεγονός, ὅτι ἡ Κοσμολογία εἰσέδυσεν εἰς τὰ βάρη τοῦ παρελθόντος, μέχρι τῆς ἀρχῆς τῆς διαστολῆς τοῦ σύμπαντος, ὅταν ἤρχισεν ὁ σχηματισμὸς τῶν στοιχείων τῆς ὕλης, ὅμως δὲν κατάρθωσε νὰ δώσῃ καμμίαν ἀπάντησιν εἰς τὸ βασικὸν ἐρώτημα : Πῶς εὑρέθη τὸ ἀρχικὸν ὑπερπυκνὸν σύμπαν - ἄτομον καὶ πῶς ἔλαβε τοῦτο τὴν πρώτην κίνησιν ; Τὸ ζήτημα τοῦτο, καθαρῶς μεταφυσικόν, ὁ ἀνθρώπινος νοῦς εἶναι ἀνίσχυρος νὰ τὸ ἀντιμετωπίσῃ. Καὶ ἐπειδὴ δὲν δύναται νὰ εὐσταθήσῃ ἢ ὑπόθεσις, ὅτι τοῦτο ἔγινε μόνον του καὶ κατὰ τύχην, ὁ ἐπιστήμων προσφεύγει εἰς τὴν μόνην λογικὴν δυνατότητα, τῆς δημιουργίας του ὑπὸ ἐξωτερικῆς, ὡς πρὸς αὐτό, Ἀνωτέρας Λειτουργίας. Ὁρθῶς δὲ λέγεται, ὅτι ὁ Δημιουργὸς τοῦ παντὸς δὲν ἀποδεικνύεται, ἀλλ' ἀποκαλύπτεται ἐντὸς τοῦ Σύμπαντος.

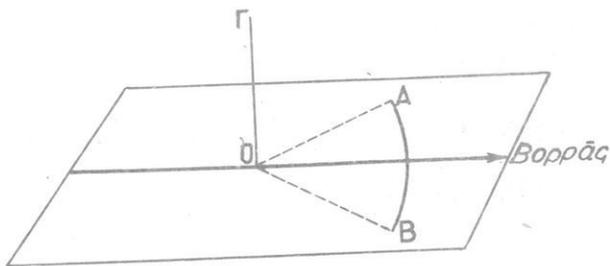
Γράφει ὁ σύγχρονος Ἀγγλὸς ἀστρονόμος, καθηγητῆς W. Smart : « Ὄταν σπουδάζωμεν τὸ Σύμπαν, ἐκτιμῶμεν τὸ μέγεθος καὶ τὴν ρυθμικότητά του καὶ ὀδηγούμεθα εἰς τὸ νὰ ἀναγνωρίσωμεν Δημιουργικὴν Δύναμιν καὶ Κοσμικὸν Σκοπὸν, ὁ ὁποῖος ὑπερβαίνει τὰ ὅρια τῆς ἀνθρωπίνης καταλήψεως... Διὰ πολλοὺς ἀπὸ ἡμᾶς, ἐπιστήμονας καὶ μὴ ἐπιστήμονας ἀδιάφορον, ἡ πίστις εἰς Θεὸν Δημιουργὸν εἶναι περισσότερον ἀναγκαία τώρα, παρὰ ἄλλοτε. Τούλάχιστον δι' ἓνα ἀστρονόμον ἰσχύει ὅτι : « Οἱ οὐρανοὶ δημιουργοῦνται δόξαν Θεοῦ, ποίησιν δὲ χειρῶν αὐτοῦ ἀναγγέλλει τὸ στερέωμα » (Ψαλμ. ιγ', 2).

**138. Γνώμων.** α'. Ὁ γνώμων εἶναι τὸ ἀπλούστερον τῶν ἀστρονομικῶν ὀργάνων, ἐχρησιμοποιήθη δέ, κατὰ τὴν ἀρχαιότητα, ὑπὸ τῶν ἀστρονόμων τῶν διαφόρων λαῶν καὶ μάλιστα ἀπὸ τοὺς Ἑλληνας.

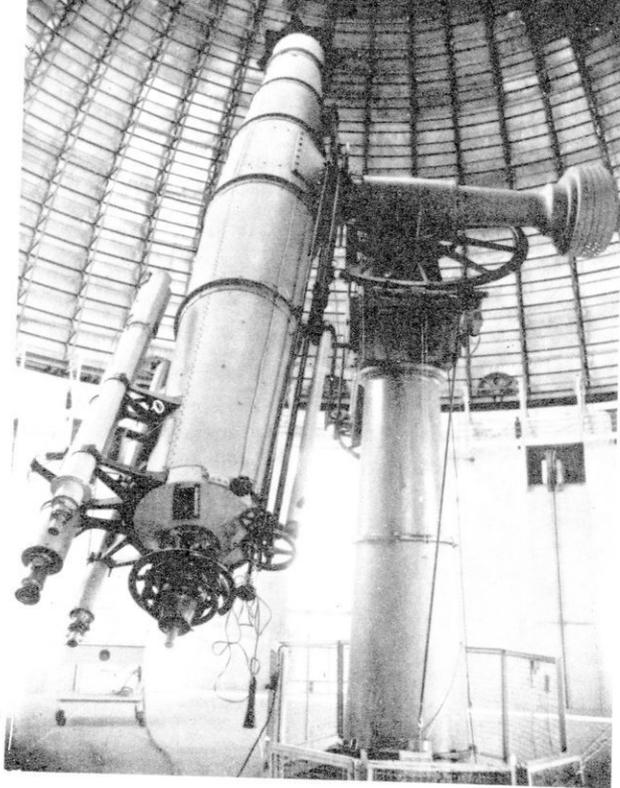
Καλεῖται γνώμων στῦλος, στερεωμένος κατακορύφως ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου καὶ ἐκτεθειμένος εἰς τὰς ἀκτῖνας τοῦ ἡλίου, ὥστε νὰ ρίπτῃ ὀπισθὲν τοῦ σκιάν.

β'. Μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ γνώμονος εἶναι δυνατόν νὰ μελετηθοῦν πολλὰ ἀστρονομικὰ φαινόμενα, κυριώτερα τῶν ὁποίων εἶναι: α) ἡ ἡμερομηνία τῆς ἐνάρξεως ἐκάστης τῶν ἐποχῶν τοῦ ἔτους· β) ἡ διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους· γ) ἡ τιμὴ τῆς λοξώσεως τῆς ἐκλειπτικῆς· δ) ἡ μεταβολὴ τῆς ἀποκλίσεως τοῦ ἡλίου καθ' ἐκάστην· ε) ὁ ἀληθὴς ἡλιακὸς χρόνος κατὰ τὴν ἡμέραν· καὶ στ) νὰ καθορισθοῦν ἀκριβῶς τὰ κύρια σημεῖα τοῦ ὀριζοντος εἰς ἓνα τόπον.

γ'. Διὰ τὸν καθορισμὸν τῆς διευθύνσεως τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς, ἐργαζόμεθα ὡς ἑξῆς: Κατὰ τινὰ στιγμήν, πρὸ τῆς μεσημβρίας, σημειοῦμεν ἐπακριβῶς τὸ μῆκος  $OA$  τοῦ γνώμονος  $OG$  (σχ. 39). Κατόπιν, μὲ κέντρον τὸ  $O$  καὶ ἀκτῖνα  $OA$  φέρομεν περιφέρειαν κύκλου. Ἡ σκιά, καθὼς βαίνομεν πρὸς τὴν μεσημβρίαν, γίνεται συνεχῶς μικροτέρα, λαμβάνει δὲ τὸ μῆκός της τὴν ἐλαχίστην τιμὴν, ἀκριβῶς κατὰ τὴν μεσημβρίαν. Ἐπειτα, τὸ μῆκός της μεγαλώνει καὶ ἔρχεται στιγμή, ὅτε ρίπτει σκιάν μήκους  $OB = OA$ , ὁπότε καὶ περατοῦται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ χαραχθέντος κύκλου. Τότε, ἡ διχοτόμος τῆς γωνίας  $AOB$  εἶναι ἡ διεύθυνσις τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς.



Σχ. 39.



Εικ. 31. Τὸ διοπτρικὸν τηλεσκόπιον τοῦ Ἀστεροσκοπείου Πεντέλης· διάμετρος φακοῦ 625 mm.

ἀκρίβειαν μὲ προσέγγισιν ἑνὸς ἑκατοντάκις χιλιοστοῦ τοῦ δευτερολέπτου.

**140. Τηλεσκόπια.** α'. Τὸ ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον ἀποτελεῖται ἐκ σὼλῆνος, ὁ ὁποῖος, εἰς μὲν τὸ ἓν ἄκρον του, τὸ στρεφόμενον πρὸς τὸ παρατηρούμενον ἀντικείμενον, φέρει σύστημα φακῶν, καλούμενον **ἀντικειμενικόν**, εἰς δὲ τὸ ἄλλο ἄκρον του, ὅπου προσαρμόζεται ὁ ὀφθαλμὸς τοῦ παρατηρητοῦ, φέρει ἄλλο σύστημα φακῶν, καλούμενον **προσοφθάλμιον**.

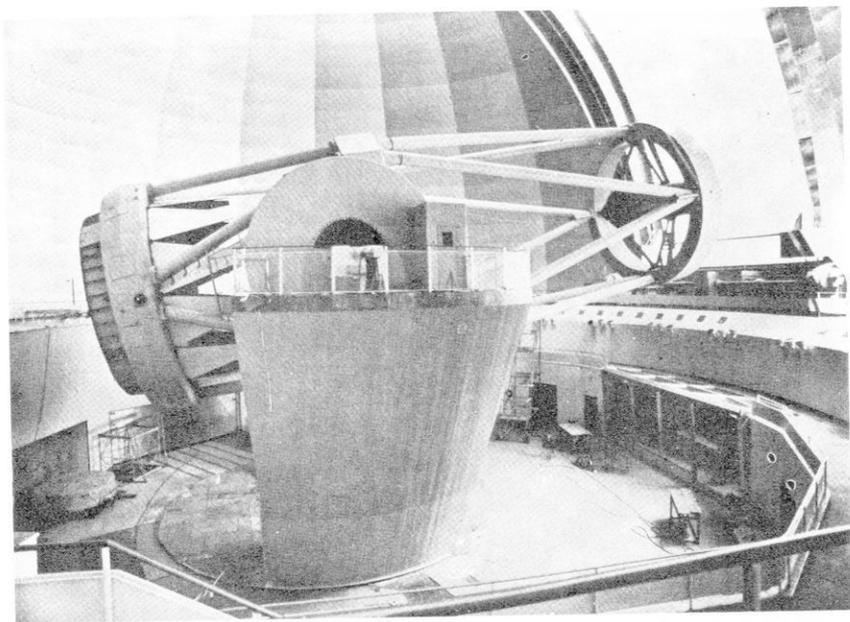
β'. Τηλεσκόπιον, μὲ ἀντικειμενικὸν σύστημα ἐκ φακῶν, καλεῖται **διοπτρικόν** (εἰκ. 31).

γ'. Εἶναι δυνατὸν, ἀντὶ φακῶν, νὰ χρησιμοποιηθῇ ὡς ἀντικει-

δ'. Μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ γινώμονος λειτουργοῦν τὰ ἡλιακὰ ὥρολόγια.

**139. Χρονόμετρα καὶ ἔκκρεμῆ.** Διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ χρόνου, εἴτε τοῦ ἀστρικοῦ, εἴτε τοῦ μέσου ἡλιακοῦ, χρησιμοποιοῦμεν ὥρολόγια ἀκρίβειας, τὰ ὁποῖα ὀνομάζομεν **χρονόμετρα**. Τὸ σφάλμα των εἶναι δυνατὸν νὰ περιορισθῇ εἰς μικρὸν κλάσμα, συνήθως τῆς τάξεως τοῦ ἑκατοστοῦ τοῦ δευτερολέπτου καθ' ἡμέραν.

Μεταπολεμικῶς κατασκευάζονται **ἠλεκτρονικὰ χρονόμετρα**, τὰ ὁποῖα εἶναι δυνατὸν νὰ περιορίσουν τόσον πολὺ τὸ σφάλμα των, ὥστε τοῦτο νὰ καταντᾷ ἐντελῶς ἀμελητέον. Αὐτὰ παρέχουν

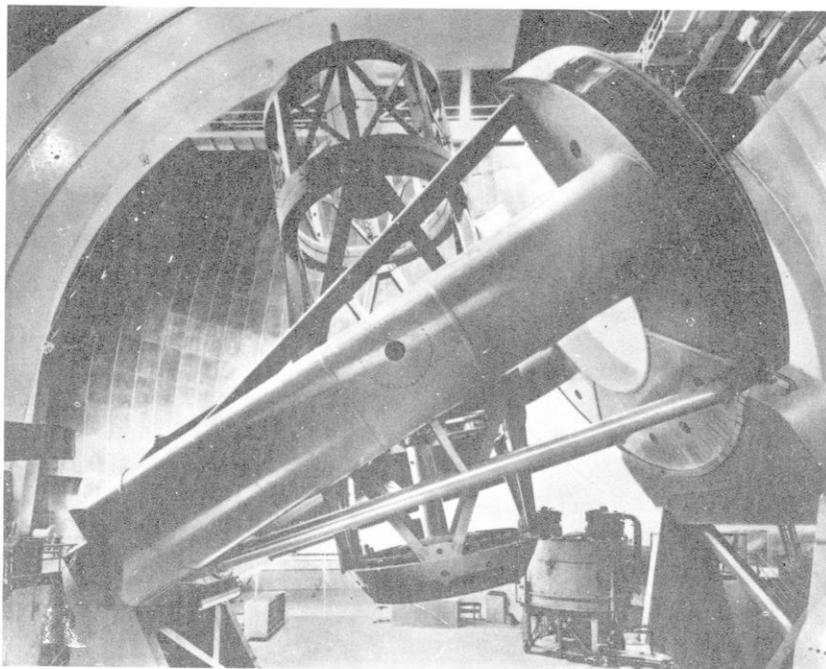


Είκ. 32. Τὸ μεγαλύτερον κατοπτρικὸν τηλεσκόπιον τοῦ κόσμου, ἐγκατα-  
σταθὲν εἰς Καύκασον (Σοβιετικὴ Ἑνωσις)· διάμετρος κατόπτρου 6 μ.

μενικὸν σύστημα κοῖλον κάτοπτρον, ὑάλινον ἢ μεταλλικόν. Αὐτὸ εἶναι τὸ **κατοπτρικὸν** τηλεσκόπιον (εἰκ. 32).

δ'. Προσφεύγομεν εἰς τὴν χρησιμοποίησιν κατόπτρων, διότι ἡ κατασκευὴ φακῶν, διαμέτρου μεγαλυτέρας τοῦ μέτρου, δὲν εἶναι εὐχερής, κυρίως, λόγω τῆς ἀνάγκης νὰ λειανθοῦν τέσσαρες ἐπιφάνειαι, ἀνὰ δύο δι' ἕκαστον φακόν· ἐνῶ εἰς τὰ κάτοπτρα λειαίνεται μία μόνον ἐπιφάνεια, ἢ ἀνακλαστικὴ.

**141. Τὰ μεγαλύτερα τηλεσκόπια.** α'. Τὰ μεγαλύτερα τῶν ὑπαρχόντων σήμερον (1975) τηλεσκοπίων εἶναι : ἐκ τῶν διοπτρικῶν μὲν, ἐκεῖνο τοῦ ἀστεροσκοπέιου τοῦ Yerkes (Γέρκις) τῆς Ἀμερικῆς, διαμ. 1,02 m καὶ ἐστιακῆς ἀποστάσεως 19,3 m, ἐκ τῶν κατοπτρικῶν δέ, πρῶτον εἶναι τῆς Σοβιετικῆς Ἑνώσεως, Καύκασος, διαμ. 6 μ. (εἰκ. 32) καὶ δεύτερον ἐν Ἀμερικῇ τὸ τηλεσκόπιον τοῦ ἀστεροσκοπέιου τοῦ Palomar (Πάλομαρ), διαμέτρου 5 μ καὶ ἐστιακῆς ἀποστάσεως 16,8 m (εἰκ. 33).



Εικ. 33. Τὸ μεγαλύτερον μέχρι τώρα κατοπτρικὸν τηλεσκόπιον τοῦ κόσμου, εἰς τὸ Ἀστεροσκοπεῖον τοῦ Palomar τῆς Ἀμερικῆς· διάμετρος κατόπτρου 5 m.

β'. Εἰς τὴν Εὐρώπῃν τὸ μεγαλύτερον διοπτρικὸν τηλεσκόπιον εἶναι τοῦ ἀστεροσκοπεῖου τῆς Meudon (Μεντόν) τῶν Παρισίων, διαμέτρου 83 cm καὶ ἐστ. ἀποστάσεως 16,2 m. Ἐν Ἑλλάδι διατίθεται τὸ διοπτρικὸν τηλεσκόπιον τοῦ ἀστρονομικοῦ σταθμοῦ Πεντέλης, διαμέτρου 62,3 cm καὶ ἐστ. ἀποστ. 8,8 m (εἰκ. 31), τὸ ὁποῖον εἶναι ἓνα ἀπὸ τὰ σχετικῶς μεγαλύτερα εἰς τὸν κόσμον.

**142. Ἰσημερινὰ καὶ μεσημβρινὰ τηλεσκόπια.** α'. Τὰ τηλεσκόπια, τὰ ὁποῖα χρησιμεύουν διὰ τὴν ἔρευναν τῆς φυσικῆς καταστάσεως τῶν οὐρανίων σωμάτων καὶ γενικώτερον εἰς τὴν σπουδὴν τοῦ σύμπαντος, στηρίζονται ἐπὶ συστήματος δύο ἀξόνων. Ἐπειδὴ δὲ εὐκόλως μετρῶνται ἐπ' αὐτῶν ἡ ὠριαία γωνία καὶ ἡ ἀπόκλισις, αἱ ὁποῖαι ἀπὸ κοινοῦ καλοῦνται **ἰσημερινὰ συντεταγμέναι**, διὰ τοῦτο καὶ τὸ ὅλον σύστημα στηρίξεως καλεῖται **ἰσημερινόν** καὶ τὸ τηλεσκόπιον λέγεται τότε **ἰσημερινόν τηλεσκόπιον**.

β'. Ἐὰν τὸ τηλεσκόπιον προορίζεται μόνον διὰ τὸν καθορισμὸν τῶν συντεταγμένων τῶν ἀστέρων, καλεῖται **μεσημβρινὸν τηλεσκόπιον**.

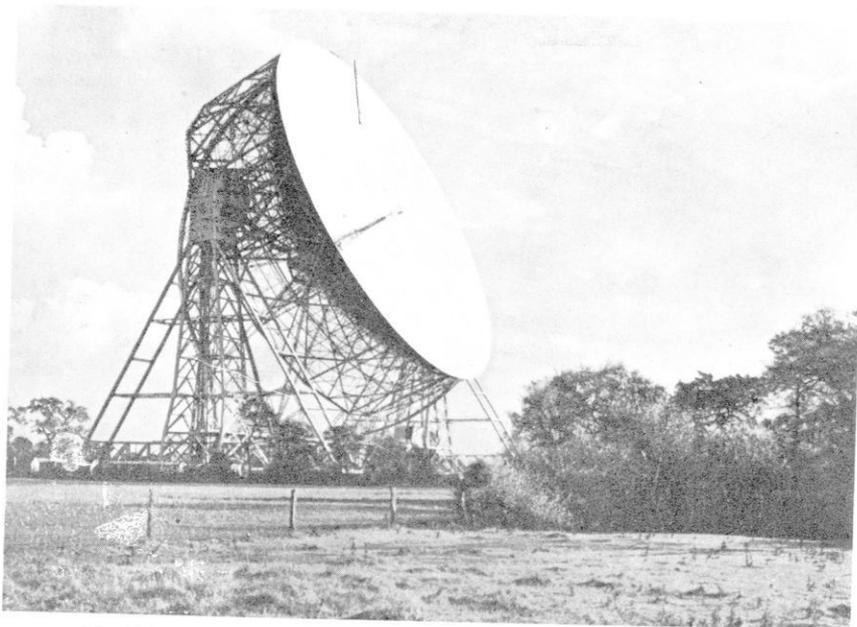
**143. Τὰ τηλεσκόπια Schmidt (Σμίτ).** α'. Μεταπολεμικῶς κατεσκευάσθησαν τηλεσκόπια, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν σύνθεσιν διοπτρικοῦ καὶ κατοπτρικοῦ τηλεσκοπίου. Ἐκ τοῦ ὀνόματος τοῦ ἐφευρέτου τῶν, αὐτὰ καλοῦνται τηλεσκόπια Σμίτ.

β'. Τὰ τηλεσκόπια Σμίτ ἔχουν τὸ μέγα πλεονέκτημα νὰ εἶναι μικρὰ εἰς μῆκος, διὰ τοῦτο δὲ νὰ ἔχουν καὶ εὐρὺ ὀπτικὸν πεδίου, ὥστε νὰ φωτογραφίζουσι ἐκτάσεις ἀκόμη καὶ πολλῶν τετραγωνικῶν μοιρῶν τοῦ οὐρανοῦ, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ συνήθη τηλεσκόπια, διοπτρικά ἢ κατοπτρικά, τὰ ὁποῖα ἔχουν τόσον περισσότερον περιορισμένον ὀπτικὸν πεδίου, ὅσον εἶναι μεγαλύτερα. Τὸ πεδίου αὐτῶν περιορίζεται, συνήθως, εἰς ὀλίγα τετραγωνικὰ λεπτὰ τῆς μοίρας. Ἐξ ἄλλου, τὰ τηλεσκόπια Σμίτ ἠμποροῦν νὰ φωτογραφήσουσι, εἰς βραχὺν σχετικῶς χρόνον, πολὺ ἀμυδροὺς ἀστέρας, ἐνῶ εἰς τὰ συνήθη χρειάζεται πολὺ ὥρος ἕκθεσις, διὰ τὰ ἀμυδρὰ ἀντικείμενα, ὅπως εἶναι οἱ μακρυνοὶ γαλαξίαι.

**144. Εἰδικὰ ἀστρονομικὰ ὄργανα.** Διὰ τὴν εἰδικὴν σπουδὴν τῶν οὐρανίων σωμάτων, προσαρμύζονται εἰς τὴν θέσιν τοῦ προσοφθαλμίου συστήματος τῶν τηλεσκοπίων ἄλλα αὐτοτελῆ ὄργανα, κυριώτερα τῶν ὁποίων εἶναι : α) **μικρόμετρα**, διὰ τὴν ἀκριβῆ μέτρησιν τῶν φαινομένων διαμέτρων τῶν σωμάτων καὶ τῶν γωνιωδῶν ἀποστάσεων αὐτῶν· β) **φωτογραφικοὶ θάλαμοι**, διὰ τὴν φωτογράφισιν τῶν ἀστέρων· γ) **φωτόμετρα**, διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ἐντάσεως τοῦ φωτὸς τῶν ἀστέρων, καὶ δ) **φασματοσκόπια** καὶ **φασματογράφοι**, διὰ τὴν σπουδὴν τοῦ φάσματος τῶν οὐρανίων σωμάτων.

**145. Ραδιοηλεκτροσκόπια.** α'. Τὰ τελευταῖα ἔτη κατασκευάζονται καὶ **ραδιοηλεκτροσκόπια** (εἰκ. 34), τὰ ὁποῖα δὲν εἶναι ὀπτικὰ ὄργανα, ἀλλὰ δέκται ραδιοφωνικῶν κυμάτων.

β'. Ἡ σπουδὴ τῶν οὐρανίων σωμάτων καὶ γενικώτερον τοῦ σύμπαντος, διὰ τῶν «ηλεκτροσκοπίων» αὐτῶν, ἤνοιξε νέους ὀρίζοντας, ἐδημιουργήθη δέ, κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, νέος κλάδος τῆς Ἀστρονομίας, ἡ **Ραδιαστρονομία**, ἐνῶ οἱ ἀστέρες, οἱ ὁποῖοι ἐκπέμπουσι τὰ φυσικὰ αὐτὰ ραδιοκύματα, ὠνομάσθησαν **ραδιαστέρες** καὶ οἱ γαλαξίαι **ραδιογαλαξίαι**.



Είκ. 34. Τὸ μεγάλο Ραδιοτηλεσκόπιον τοῦ Jodrell Bank ἐν Manchester.

γ'. Τὰ μεγαλύτερα σήμερον (1975) ραδιοτηλεσκόπια τοῦ κόσμου εὐρίσκονται εἰς Green Bank Δυτ. Βιργινίας (Η.Π.Α.) καὶ εἰς τὴν Βόννην τῆς Γερμανίας μὲ διάμετρον κατόπτρου 100 μ.

### Ἀσκήσεις

126. Δικαιολογήσατε, διατί εἶναι δυνατός, διὰ τοῦ γνώμονος, ὁ καθορισμός :

α) τῆς ἡμερομηνίας ἐνάρξεως τῶν ἐποχῶν· β) τῆς διάρκειας τοῦ τροπικοῦ ἔτους· γ) τῆς λοξώσεως τῆς ἐκλειπτικῆς καὶ δ) τῆς ἀποκλίσεως τοῦ ἡλίου καθ' ἡμέραν.

127. Διατί ἡ διχοτόμος τῆς γωνίας AOB (σχ. 39) ὀρίζει τὴν διεύθυνσιν τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς ;

128. Ὑποδείξατε ἄλλον τρόπον καθορισμοῦ τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς, διὰ τοῦ γνώμονος.

129. Κατασκευάσατε γνώμονα καὶ ὀρίσατε τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν εἰς τὴν αὐλὴν τοῦ σχολείου.

130. Διατί, ἂν γνωρίζωμεν τὴν ἀκριβῆ στιγμὴν τῆς ἀλ η θ ο ὤ ς μεσημβρίας, εἶναι δυνατόν νὰ ὀρίσωμεν ἀμέσως, διὰ τῆς σκιάς τοῦ γνώμονος, τὴν διεύθυνσιν τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς ;

**Εισαγωγή.** Τὰ ταξίδια εἰς τὸ διάστημα καὶ ἡ ἀστροναυτικὴ ἔχουν τὴν ἰστορίαν των. Ἡ πρώτη ἀρχὴ των βυθίζεται εἰς τὴν ἑλληνικὴν προϊστορίαν. Ὁ μυθικὸς Ἴκαρος ἐπέταξε πρῶτος εἰς τὸ διάστημα, διὰ τεχνητῶν πτερυγῶν, αἱ ὁποῖαι διελύθησαν ἀπὸ τὴν θερμότητα τοῦ ἡλίου καὶ ἐπνίγη εἰς τὸ ὄνομασθὲν ἔκτοτε Ἴκάριον πέλαγος.

Κατὰ τοὺς νεωτέρους χρόνους ὁ Ρῶσος Κ. Tsiolkovsky (Τσιολκόβσκι), κατὰ τὴν περίοδον 1883 - 1914, ἐξετάζει προβλήματα μηχανικῆς εἰς χῶρον μὴ ὑποκείμενον εἰς τὴν βαρύτητα καὶ μελετᾷ τὴν κατασκευὴν μηχανῶν, κινουμένων εἰς τὸ διάστημα ἐξ ἀντιδράσεως. Ὁ Ἀμερικανὸς R. Goddard (Γκόντάρντ), κατὰ τὸ 1919, μελετᾷ τοὺς πυραύλους καὶ τὴν 16ην Μαρτίου 1926 ἐξαπολύει τὸν πρῶτον πύραυλον.

Ἀκολουθῶς οἱ Γερμανοὶ H. Oberth (Ὁμπερθ), W. Hohmann (Ὁμαν) καὶ W. Ley (Λῆ) δημοσιεύουν μελέτας περὶ πυραύλων καὶ περὶ τοῦ τρόπου κατακτήσεως τῶν οὐρανίων σωμάτων.

Ἀπὸ τοῦ ἔτους 1937 οἱ Γερμανοὶ ἀρχίζουν εὐρὺ πρόγραμμα κατασκευῆς πυραύλων μὲ κυρίως ὑπεύθυνον τὸν Wernher von Braun (Βέρνερ φὸν Μπράουν). Τὸ 1942 ἐκτοξεύεται ἐπιτυχῶς ὁ πρῶτος τῶν πυραύλων V - 2, ἀνελθὼν εἰς ὕψος 95 km, καὶ μὲ αὐτοὺς οἱ Γερμανοὶ βομβαρδίζουν τὴν Ἀγγλίαν κατὰ τὸν Β' Παγκόσμιον Πόλεμον.

**Ἡ ἐπιστῆμη τοῦ διαστήματος ἤρchiσε τὴν 4ην Ὀκτωβρίου 1957, ὅποτε ἐξετοξεύθη ἐπιτυχῶς ὁ πρῶτος τεχνητὸς δορυφόρος τῆς γῆς.**

**146. Ταχύτης διαφυγῆς. α'.** Βασικὴ εἶναι ἡ σημασία τῆς ταχύτητος διαφυγῆς. Ταχύτης διαφυγῆς εἶναι ἡ ταχύτης, τὴν ὁποῖαν πρέπει νὰ ἀναπτύξη σῶμα, ἐκτοξευόμενον ἐκ τῆς ἐπιφανείας πλανῆτου (ἢ δορυφόρου), διὰ νὰ ὑπερικήσῃ τὴν ἑλξιν καὶ νὰ φύγῃ εἰς τὸ διάστημα, ὑποτιθεμένου, ὅτι δὲν ὑπάρχει ἀντίστασις εἰς τὴν κίνησίν του. Τοῦτο ἐκφράζεται ὑπὸ τῆς σχέσεως :

$$V^2 = 2G \frac{M}{R}$$

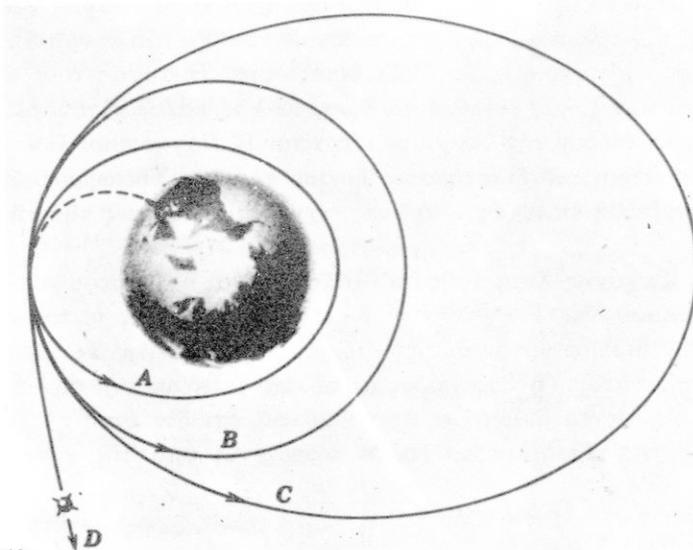
ὅπου V εἶναι ἡ ταχύτης διαφυγῆς, M ἡ μᾶζα τοῦ σώματος (τῆς γῆς

ή τυχόντος πλανήτη) και  $R$  ή ακτίς αὐτοῦ.

Ἡ ταχύτης διαφυγῆς ἐκ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, μὴ λαμβανομένης ὑπ' ὄψιν τῆς ἀντιστάσεως τῆς ἀτμοσφαιρας, εἶναι  $11,18 \text{ km/sec}$ , ἐκ τῆς σελήνης  $2,38 \text{ km/sec}$  καὶ ἐκ τοῦ ἡλίου  $618 \text{ km/sec}$ .

**β'.** Ἡ ταχύτης διαφυγῆς ἐλαττώνεται, καθ' ὅσον τὸ μικρὸν σῶμα ἀπομακρύνεται τοῦ μεγαλύτερου σώματος. Ἐὰν τὸ μικρότερον σῶμα ἔχη ταχύτητα μικροτέραν τῆς ταχύτητος διαφυγῆς, τοῦτο οὐδέποτε ἐγκαταλείπει τὸ κύριον σῶμα· ἢ περιφέρεται περὶ τὸ μεγαλύτερον ἢ πίπτει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας του.

**147. Κινήσεις τῶν τεχνητῶν δορυφόρων.** α', Αἱ κινήσεις τῶν τεχνητῶν δορυφόρων ἀκολουθοῦν τοὺς τρεῖς νόμους τοῦ Κέπλερ (§ 54), οἱ ὅποιοι ἰσχύουν διὰ τοὺς φυσικοὺς δορυφόρους καὶ τοὺς πλανήτας. Ἡ διάρκεια ἐκάστης περιόδου περιφορᾶς (τεχνητοῦ δορυφόρου) ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν μέσην ἀκτίνα τῆς τροχιάς τοῦ δορυφόρου καὶ ἀπὸ τὴν μάζαν τῆς γῆς. Ἡ μέση ἀκτίς καὶ τὸ σχῆμα (ἢ μορφή) τῆς τροχιάς ἐξαρτῶνται α) ἀπὸ τὸ ὕψος, εἰς τὸ ὁποῖον ὁ δορυφόρος θὰ τεθῆ εἰς τὴν τροχίαν, προωθούμενος ὑπὸ τοῦ πυραύ-



Σχ. 40.

λου· β) από τὴν ταχύτητα, τὴν ὁποῖαν θὰ ἔχη ὁ δορυφόρος, κατὰ τὴν στιγμήν τῆς εἰσόδου του εἰς τὴν τροχίαν· καὶ γ) ἀπὸ τὴν διεύθυνσίν του, ὡς πρὸς τὸν γήινον ὀρίζοντα.

β'. Διὰ νὰ κινηθῆ ἕνας δορυφόρος ἐπὶ κυκλικῆς τροχιάς (σχ. 40 τροχιά Β) θὰ πρέπει ἢ ταχύτητος του, εἰς τὸ ἀντίστοιχον ὕψος, νὰ εἶναι ὠρισμένη.

Ἐὰν ἡ ταχύτης εἶναι μικροτέρα ἀπὸ ἐκείνην πού δίδει κυκλικὴν τροχίαν καὶ ἡ διεύθυνσις τῆς τροχιάς εἶναι παράλληλος πρὸς τὸν τοπικὸν ὀρίζοντα, τότε ὁ δορυφόρος θὰ διαγράψῃ τὴν ἔλλειπτικὴν τροχίαν Α. Ἐὰν δὲ ἡ ταχύτης εἶναι μεγαλυτέρα τῆς κυκλικῆς ταχύτητος, τότε θὰ διαγράψῃ τὴν ἔλλειπτικὴν τροχίαν Γ (σχ. 40).

**148. Αἱ τρεῖς κοσμικαὶ ταχύτητες. α'.** Ἡ ταχύτης, τὴν ὁποῖαν πρέπει νὰ ἔχη ἕνα σῶμα εἰς ὠρισμένον ὕψος διὰ νὰ τεθῆ εἰς κυκλικὴν τροχίαν, ὀνομάζεται πρῶτη κοσμικὴ ταχύτης.

β'. Ὄταν ἕνα σῶμα ἀποκτήσῃ τὴν ταχύτητα διαφυγῆς, ἧτοι 11,2 km/sec, τότε θὰ διαγράψῃ μίαν παραβολὴν (σχ. 40, τροχιά D). Ἐὰν τέλος τὸ σῶμα κινηθῆ μὲ ταχύτητα μεγαλυτέραν τῶν 11,2 km/sec, θὰ διαγράψῃ μίαν ὑπερβολήν. Καὶ εἰς τὰς δύο αὐτὰς περιπτώσεις, τὸ σῶμα θὰ ἐγκαταλείψῃ τὴν γῆν καὶ δὲν θὰ ἐπανέλθῃ εἰς αὐτήν.

Ἡ ταχύτης διαφυγῆς ὀνομάζεται καὶ παραβολικὴ ταχύτης ἢ καὶ δευτέρα κοσμικὴ ταχύτης.

Σῶμα, κινούμενον μὲ τὴν δευτέραν κοσμικὴν ταχύτητα, καθίσταται τεχνητὸς πλανήτης, περιφέρεται δηλαδὴ περὶ τὸν ἥλιον καὶ ὑπόκειται εἰς τὴν ἔλξιν αὐτοῦ.

γ'. Ἐἰς σῶμα διὰ νὰ μὴ τεθῆ εἰς τροχίαν περὶ τὸν ἥλιον καὶ νὰ φύγῃ πέραν τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος, πρέπει νὰ ἀναχωρήσῃ ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς καὶ πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως αὐτῆς περὶ τὸν ἥλιον, μὲ ταχύτητα 16,6 km/sec. Ἡ ταχύτης αὕτη καλεῖται τρίτη κοσμικὴ ταχύτης. Τελευταίως (1974) κατεσκευάσθησαν πύραυλοι, οἱ ὁποῖοι δίδουν τοιαύτην ταχύτητα.

**149. Ἀρχὴ τῆς δράσεως καὶ ἀντιδράσεως καὶ τεχνικὴ τῶν πυραύλων. α'.** Προκειμένου νὰ τεθοῦν δορυφόροι εἰς τροχίαν περὶ τὴν γῆν ἢ νὰ προωθηθοῦν ὀχήματα πρὸς τὴν σελήνην ἢ τοὺς ἄλλους

πλανήτας, πρέπει να χρησιμοποιηθοῦν προωθητικοὶ πυράυλοι. Διότι εἰς τὴν ἀνωτέραν ἀτμόσφαιραν, ἐλλείπει πυκνοῦ στρώματος ἀέρος, δὲν δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν ἔλικες, διὰ τὴν προώθησιν τοῦ ὀχήματος, οὔτε πετέρυγια, διὰ νὰ δώσουν σταθερὰν διεύθυνσιν εἰς αὐτό.

**β'.** Ἡ κίνησις τοῦ ὀχήματος (πυράυλου) εἰς τὸ διάστημα στηρίζεται εἰς τὸ γνωστὸν ἀξίωμα τῆς δρασσεως καὶ ἀντιδρασσεως.

Δρᾶσις = Ἀντίδρασις.

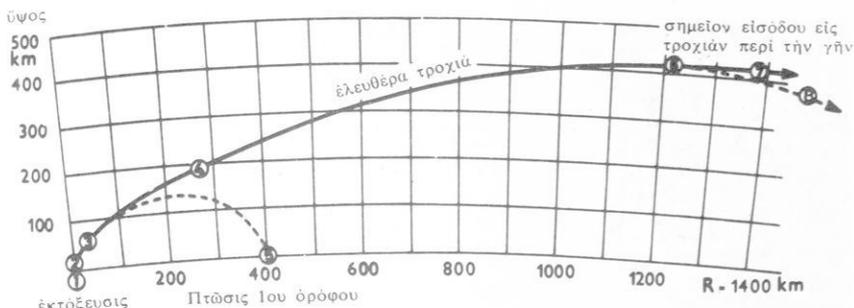
Προκαλοῦμεν καῦσιν, ἡ ὁποία παράγει ἐνέργειαν καὶ μὲ τὴν βοήθειαν τῆς ἐνεργείας αὐτῆς προωθοῦνται τὰ ἐκ τῆς καύσεως ἀέρια. Εἰς τὸν πύραυλον χρησιμοποιεῖται μίγμα καυσίμου οὐσίας μετὰ τοῦ ἀπαιτουμένου διὰ τὴν καῦσιν ὀξυγόνου. Ἡ παραγομένη ἐντὸς αὐτοῦ ἀπαραίτητος ποσότης ἀερίων ἐξέρχεται καὶ κινεῖται πρὸς τὰ ὀπίσω, τὸ ὄλον δὲ ὄχημα, ὡς ἐκ τῆς ἀρχῆς τῆς ἀντιδράσεως, προωθεῖται πρὸς τὴν ἀντίθετον φορὰν. Τὸ παραγόμενον ἀέριον εὐρίσκεται ὑπὸ ὑψηλὴν θερμοκρασίαν καὶ πίεσιν, οὔτω δέ, ἐξερχόμενον, ὑφίσταται ἐκτόνωσιν πρὸς μίαν διεύθυνσιν, δίδον κίνησιν εἰς τὸ ὄχημα, ἀκριβῶς, πρὸς τὴν ἀντίθετον κατεύθυνσιν.

**γ'.** Ἡ τεχνικὴ τῶν πυράυλων ἐν προκειμένῳ ἔχει προχωρήσει ἐξαιρετικὰ καὶ συνεχῶς ἐξελισσεται. Προτιμῶνται ἐν γένει τὰ ὑγρὰ καύσιμα, διότι ἡ ρύθμισις τῆς καύσεως τῶν εἶναι εὐκολωτέρα.

**δ'.** Ἰδεώδης λύσις, ἐν προκειμένῳ, θὰ ἦτο ἡ χρησιμοποίησις τῆς ἀτομικῆς ἐνεργείας. Θὰ εἴχομεν ἐλάχιστον βάρους καυσίμου ὕλης, ἐν σχέσει μὲ τὴν παραγομένην ἐνέργειαν. Δὲν δυνάμεθα ὅμως ἀκόμη νὰ προχωρήσωμεν εἰς τὴν λύσιν αὐτήν, διὰ δύο λόγους. Πρῶτον, διότι τὸ βᾶρος τοῦ ἀτομικοῦ ἀντιδραστήρου θὰ ἦτο τεράστιον· καὶ δευτερον, διότι δὲν εἶναι εὐκόλον νὰ μετατρέψωμεν τὴν παραγομένην ἀτομικὴν ἐνέργειαν εἰς κινητικὴν ἐνέργειαν (ἐπιτάχυνσιν).

**ε'.** Ἐχουν κατασκευασθῆ διαφόρων τύπων πύραυλοι. Τελευταῖος τύπος εἶναι ὁ πύραυλος «Κρόνος V» (εἰκ. 35α καὶ 35β), διὰ τοῦ ὁποίου ἐξετοξεύθησαν τὰ διαστημόπλοια τοῦ προγράμματος «Ἀπόλλων».

**150. Τοποθέτησις δορυφόρου ἐπὶ τροχιᾶς. α'.** Ἐπειδὴ ἡ γῆ περιστρέφεται περὶ τὸν ἄξονά της ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς, ἡ ἐκτόξευσις τῶν δορυφόρων γίνεται κατὰ τὴν ἰδίαν διεύθυνσιν. Γίνεται δὲ τοῦτο, διὰ νὰ ἐκμεταλλευθῶμεν καὶ τὴν ταχύτητα περιστρο-



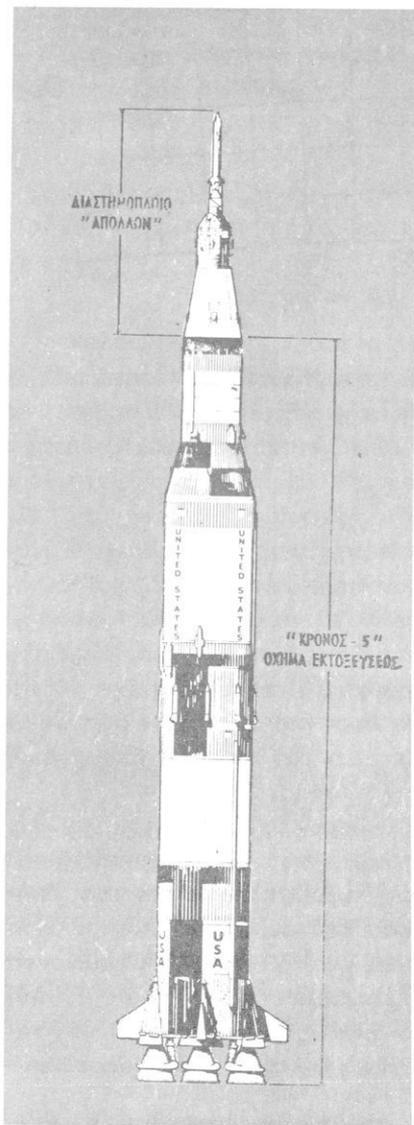
Σχ. 41.

φής τής γής εις τήν προώθησιν του πυραύλου. Εις τόν ισημερινόν, ή έφαπτομενική ταχύτης περιστροφής τής γής είναι 465 m/sec· εις γεωγραφικόν πλάτος  $30^{\circ}$  γίνεται 402 m/sec και εις πλάτος  $45^{\circ}$  είναι 328 m/sec.

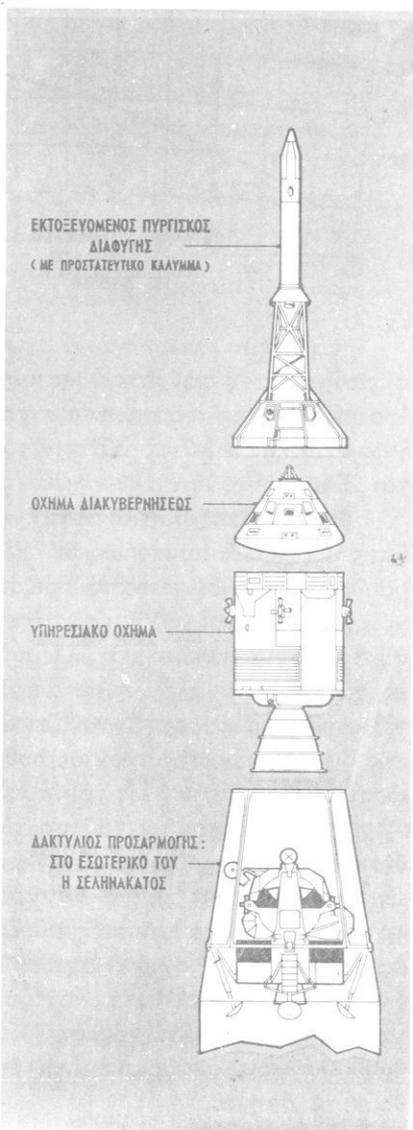
β'. Η εκτόξευσις γίνεται κατ' αρχάς κατακορύφως (σχ. 41, θέσις 1), αλλά συντόμως δι' ειδικού μηχανισμού, λαμβάνει ο πυραυλος κλίσιν ως πρὸς τὸ ὀριζόντιον επίπεδον (θέσις 2) και, συνεχῶς ἀνυψούμενος, φθάνει εις τὸ σημεῖον, εις τὸ ὁποῖον θὰ τοποθετηθῆ εις τροχιάν κυκλικήν ἢ ἔλλειπτικὴν (θέσις 6). Τοῦτο ὑπολογίζεται ἐκ προτέρου, ἀναλόγως τοῦ προγράμματος, τὸ ὁποῖον ἔχει νὰ ἐκτελέσῃ ὁ δορυφόρος. Κανονίζεται τὸ ὕψος και ἀναλόγως αὐτοῦ και τῆς διευθύνσεως τῆς τροχιάς ρυθμίζεται ἡ ταχύτης τοῦ δορυφόρου, ὥστε νὰ τοποθετηθῆ εις τήν προϋπολογισθεῖσαν τροχιάν.

Μετὰ τήν καῦσιν τοῦ πρώτου ὀρόφου τοῦ πυραύλου (σχ. 41, θέσις 3), ἀποχωρίζεται οὗτος τοῦ ὑπολοίπου ὀχήματος και πίπτει εις τήν γῆν (θέσις 5), ἐνῶ συγχρόνως, πυροδοτεῖται ὁ δεύτερος ὀροφος. Μετὰ τήν καῦσιν και τοῦ ὀρόφου τούτου, τὸ ὑπόλοιπον ὄχημα διαγράφει τροχιάν, σχεδὸν παράλληλον πρὸς τὸν ὀρίζοντα (θέσεις 4 ἔως 6). Τότε, ἀρχίζει ἡ ἔλευθερά πτήσις (θέσις 4) λόγω ἀδρανείας. Εἰς τὸ χρονικόν, αὐτὸ διάστημα ἐπεμβαίνουν οἱ σταθμοὶ ἐλέγχου, οἱ εὐρίσκόμενοι ἐπὶ τῆς γῆς, οἱ ὁποῖοι παρακολουθοῦν τὸ ὄχημα.

γ'. Η διάρκεια ζωῆς τοῦ δορυφόρου, δηλαδή ὁ χρόνος, καθ' ὃν οὗτος θὰ κινῆται ἐπὶ τῆς τροχιάς του, ἐξαρτᾶται κυρίως ἀπὸ τὸ ὕψος, εις τὸ ὁποῖον περιφέρεται και ἀπὸ τήν μορφήν τῆς τροχιάς του. Ἐὰν κινῆται πλησίον τῆς γῆς, ὅπου ἡ ἀτμόσφαιρα είναι κάπως πυκνή, λόγω τῆς τριβῆς, οὗτος θὰ πε-



Εικ. 35α. Ο πύραυλος Κρόνος V, δια του οποίου εξετοξεύθησαν τὰ διαστημόπλοια «Απόλλων».



Εικ. 35β. Τὰ τέσσερα κύρια μέρη του διαστημοπλοίου «Απόλλων».

ριφέρεται όλονέν και επί μικροτέρας τροχιάς, διότι υπόκειται συνεχώς εις βραδείαν «πτώσιν», πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ πλανήτου μας. Ἐπίσης, ἐὰν ἡ τροχία του εἶναι πολὺ ἑλλειπτική και πάλιν ἡ διάρκεια ζωῆς του εἶναι σχετικῶς μικρά. Συνήθως, κυμαίνεται ἀπὸ μερικοὺς μῆνας μέχρι 10.000 ἔτη ἢ και περισσότερον, ὅπως προβλέπεται δι' αὐτοὺς.

**151. Ἐρευναὶ διὰ τῶν τεχνητῶν δορυφόρων. α'.** Ἀπὸ τῆς 4ης Ὀκτωβρίου 1957, ὅποτε ἐτέθη εἰς τροχίαν ὁ δορυφόρος Sputnik I, ἔχουν ἐκτοξευθῆ πολλοί, ἑκατοντάδες τεχνητῶν δορυφόρων, μὲ σκοπὸν τὴν ἐκτέλεσιν εἰδικῶν ἐπιστημονικῶν προγραμμιῶτων.

Ὁ Sputnik I ἐμέτρησε τὴν θερμοκρασίαν και τὴν ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν, ἀπὸ τοῦ ὕψους τῶν 80 km και ἄνω. Εὐρέθη, ὅτι ἡ πυκνότης τῆς ἀτμοσφαιρας μεταβάλλεται μεταξύ ἡμέρας και νυκτὸς ἢ μὲ τὰς ἐποχὰς τοῦ ἔτους. Εἰς τὸ ὕψος τῶν 500 km ἡ πυκνότης της, κατὰ τὴν ἡμέραν εἶναι 3 - 4 φορὰς μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν πυκνότητα κατὰ τὴν νύκτα και εἰς τὰ 1.500 km ἡ πυκνότης κατὰ τὴν ἡμέραν εἶναι 80 φορὰς μεγαλυτέρα τῆς νυκτερινῆς πυκνότητος. Ὁ Sputnik I διέγραψεν ἑλλειπτικὴν τροχίαν. Βραδύτερον ἐξετοξεύθησαν οἱ Sputnik II και III.

**β'.** Τὸ 1958, οἱ Explorer 1 και Explorer 3 ἀνεκάλυψαν τὰς ζώνας ἀκτινοβολίας Van Allen (§ 82β). Ἐπίσης, ἄλλοι τεχνητοὶ δορυφόροι ἐμέτρησαν διάφορα στοιχεῖα τῆς γηίνης ἀτμοσφαιρας εἰς μεγάλα ὕψη, καθὼς και τὰς διαφόρους ἀκτινοβολίας (ἀκτῖνας X, ὑπεριώδη ἀκτινοβολίαν κ.λπ.). Ἐμέτρησαν ἐπίσης τοὺς μετεωρίτας, τοὺς κινουμένους εἰς τὸ διάστημα. Ἰδιαιτέρως, ὁ Explorer 6 (1959) ἐμέτρησε τὸ μαγνητικὸν πεδίου τῆς γῆς, τὰς ζώνας ἀκτινοβολίας και τὴν μετάδοσιν τῆς ραδιοακτινοβολίας.

**γ'.** Βραδύτερον (1962), ἄλλοι δορυφόροι ἔφερον μεθ' ἑαυτῶν μικρὰ τηλεσκόπια και ἄλλα ἀστρονομικὰ ὄργανα, μὲ τὰ ὅποια ἐξετέλεσαν ἐνδιαφερούσας παρατηρήσεις τοῦ ἡλίου, διότι ἐκεῖ ὑψηλὰ δὲν ἐμποδίζει εἰς τοῦτο ἡ ἀτμόσφαιρα τῆς γῆς. Αὐτοὶ οἱ δορυφόροι ὠνομάσθησαν «τ ρ ο χ ι α κ ἄ ἡ λ ι α κ ἄ π α ρ α τ η ρ η τ ῆ ρ ι α», ἔτεροι δὲ ἐξετέλεσαν παρατηρήσεις τῶν ἀστέρων.

**δ'.** Ἐπίσης, οἱ δορυφόροι μὲ τὰ ὀνόματα Τίρος και Nimbus ἐστάλησαν μὲ εἰδικὸν πρόγραμμα μελέτης τῆς ἀτμοσφαιρας, τὸ ὅποιον ἀνεφέρετο εἰς τὴν πρόγνωσιν τοῦ καιροῦ. Εἶναι οἱ μ ε τ ε ω ρ ὀ λ ο γ ι κ οἱ δ ο ρ υ φ ὄ ρ ο ι.

ε'. Έχουμεν ακόμη και τούς τηλεπικοινωνιακούς δορυφόρους, οί οποίοι χρησιμοποιούνται εύρέως διά τήν εύκολον και ταχυτάτην άναμετάδοσιν ειδήσεων μεταξύ τών ήπειρων, ραδιοφωνικῶν προγραμμάτων, καθώς και προγραμμάτων τηλεοράσεως. 'Ο Courier IB (1960) — ζωῆς 1.000 ἐτών — εἶναι ὁ πρῶτος τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος, ὁ ὁποῖος διά διαφόρων διόδων (καναλιῶν), δύναται νά μεταβιβάζη μέχρις 68.000 λέξεις κατά λεπτόν. Εἰς εύρειαν χρῆσιν εἶναι και οἱ Telstar, ειδικοί διά διηπειρωτικᾶς μεταβιβάσεως προγραμμάτων τηλεοράσεως και τηλεφωνικῆς ἐπικοινωνίας.

στ'. Ἐξ ἄλλου, οἱ ναυτιλιακοὶ δορυφόροι προσδιορίζουν μέ ἀκρίβειαν τήν θέσιν τῶν πλοίων ἐπὶ τῶν ὠκεανῶν και τὰ διευκολύνουν εἰς τήν ἐκτέλεσιν τῶν δρομολογίων των, κατά τόν συντομώτερον και ἀσφαλέστερον τρόπον. Οἱ γεωδαιτικοὶ δορυφόροι μελετοῦν τὸ ἀκριβές σχῆμα τῆς γῆς, ἄλλοι δὲ χρησιμοποιοῦνται ἀκόμη και διά τήν ἀνίχνευσιν κοιτασμάτων πετρελαίου, μετάλλων ἢ και θαλασσίου πλοῦτου.

**152. Ἐξέδραι τοῦ διαστήματος. α'.** Εἰς τὸ πρόγραμμα ἐρευνῶν τοῦ διαστήματος περιλαμβάνεται και ἡ κατασκευή μονίμου ἐξέδρας, κινουμένης περὶ τήν γῆν. Ἀπὸ πολλῶν ἐτῶν ὁ W. von Braun ἐξεπόνησε τὰ σχέδια ἐξέδρας, ἡ ὁποία θά περιφέρειται διαρκῶς περίξ τῆς γῆς, εἰς μίαν ἀπόστασιν 1.000 km ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας της. Ὡς πρὸς τόν σκοπὸν τῆς κατασκευῆς της, ὁ Braun ἔγραφε (1958) τὰ ἐξῆς : «Ὁ Σταθμὸς τοῦ διαστήματος (ἐξέδρα τοῦ διαστήματος), μέ ὄλας τὰς δυνατότητάς του διά τήν ἔρευναν τοῦ διαστήματος, διά τήν ἐπιστημονικὴν πρόσοδον, ἀλλά και διά τήν διατήρησιν τῆς εἰρήνης (ἢ διά τὸν ἐξαφανισμὸν τοῦ πολιτισμοῦ μας), δύναται νά κατασκευασθῆ. Διά πολλοὺς λόγους, ἡ κατασκευή τοῦ Σταθμοῦ αὐτοῦ εἶναι ἀναπόφευκτος ἀνάγκη, οὐχὶ δὲ ὀλιγώτερον λόγω τῆς ἀκορέστου περιεργείας τοῦ ἀνθρώπου, ὁ ὁποῖος κάποτε (εἰς τὸ παρελθόν), ὠδηγήθη εἰς τήν θάλασσαν και ἀκολουθῶς εἰς τήν ἀτμόσφαιραν... Ἐὰν ὁ Σταθμὸς οὗτος δὲν γίνη μέ τὸν σκοπὸν τῆς διατηρήσεως τῆς εἰρήνης, τότε θά πραγματοποιηθῆ δι' ἄλλους λόγους, ὅπως εἶναι ὁ ἀφανισμός».

Εἰς τήν ἐξέδραν αὐτὴν ὑπολογίζεται, ὅτι θά ὑπάρχουν χῶροι διά τήν συνεχῆ διαμονὴν 20 ἢ και περισσοτέρων ἀτόμων, τὰ ὁποία θά ἐκτελοῦν ὠρισμένα προγράμματα ἐρεύνης. Δύνανται ὅμως αἱ ἐξέδραι νά παρακολουθοῦν και νά ἐλέγχουν, ἴσως δὲ και νά κατευθύνουν διαφόρους ἐνεργείας τοῦ ἀνθρώπου ἐπὶ τοῦ πλανῆτου μας.

β'. Αἱ ἐξέδραι τοῦ διαστήματος ἔχουν και ἓνα ἄλλον σκοπὸν. Δύνανται νά χρησιμοποιοῦνται και ὡς πεδία, ἀπὸ τὰ ὁποία θά ἐκκινοῦν διαστημόπλοια διά τὸν πέραν τῆς γῆς χῶρον. Ἡ ἀπὸ τοῦ πεδίου τῆς ἐξέδρας ἐκτόξευσις θά εἶναι πολὺ

εύκολωτέρα, διότι, πρακτικῶς δὲν θὰ ὑπάρχη τὸ ἐμπόδιον τῆς ἀντιστάσεως τῆς ἀτμοσφαιράς.

γ'. Ὡς πρώτη ἐξέδρα τοῦ διαστήματος ἐξετοξεύθη τὸ 1973 τὸ διαστημικὸν ἐργαστήριον Skylab (Σκάϊλαμπ) διὰ πυραύλου Κρόνου, ὁμοίου πρὸς τοὺς χρησιμοποιηθέντας κατὰ τὸ πρόγραμμα «'Απόλλων». Ἐν συνεχείᾳ ἀπεστάλησαν καὶ εἰργάσθησαν ἐπ' αὐτοῦ τρία πληρώματα ἐκ 3 ἀστροναυτῶν ἕκαστον, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ πρῶτον παρέμεινεν ἐπὶ τοῦ Skylab 28 ἡμέρας, τὸ δεῦτερον 56 καὶ τὸ τρίτον 85 ἡμέρας. Μεταξὺ τῶν ἐκτελεσθέντων πειραμάτων περιλαμβάνοντο παρατηρήσεις τοῦ Ἡλίου καὶ ἄλλων ἀστέρων, γεωγραφικαί, ὠκεανογραφικαί καὶ μετεωρολογικαὶ παρατηρήσεις τῆς γῆς, καθὼς καὶ μελέτη τῆς ἀντοχῆς τοῦ ἀνθρωπίνου ὀργανισμοῦ ὑπὸ συνθήκας μηδενικῆς βαρύτητος ἐπὶ μακρὸν χρόνον.

**153. Διαστημόπλοια. Α'. Γενικά. α'.** Εἰς τὸ εὐρύτερον πρόγραμμα ἐρεῦνης τοῦ διαστήματος περιλαμβάνεται καὶ ἡ ἀποστολὴ διαστημοπλοίων εἰς τὸν πέραν τοῦ πεδίου ἕλξεως τῆς γῆς χῶρον, ἢ ὅποια ἤδη μερικῶς ἔχει πραγματοποιηθῆ.

Τὰ διαστημόπλοια ἔχουν σκοπὸν νὰ ἐρευνήσουν : α) Τὸν χῶρον, ὃ ὁποῖος ὑπάρχει μεταξὺ γῆς, σελήνης, πλανητῶν καὶ τοῦ ἡλίου καὶ β) τὰ ἄλλα οὐράνια σώματα, ὅπως εἶναι ἡ σελήνη, ἡ Ἄφροδίτη, ὁ Ἑρμῆς, ὁ Ἄρης, ὁ Ζεὺς, ὁ Κρόνος, ὁ Οὐρανός, ὁ Ποσειδῶν καὶ ὁ Πλούτων.

β'. Εἰς τὴν ἐπιτυχίαν ἀποστολῆς διαστημοπλοίων εἰς τὸ διάστημα συνετέλεσαν πρωτίστως δύο παράγοντες. Ἡ τεχνικὴ ἐπιστήμη, μὲ τὴν βοήθειαν τῆς ὁποίας ἐσχεδιάσθησαν καὶ κατεσκευάσθησαν ἰσχυροὶ πύραυλοι ἐκτοξεύσεως μεγάλων μαζῶν, εἰδικαὶ διαστημοσυσκευαὶ μὲ ἄρτιον ἐξοπλισμὸν καὶ ἐξαίρετα ἠλεκτρονικὰ συστήματα παρακολουθήσεως καὶ ἐλέγχου τῶν διαστημικῶν πτήσεων· ἀλλὰ καὶ ἡ μαθηματικὴ ἐπιστήμη, διότι ἔλυσε πολλὰ καὶ δύσκολα προβλήματα, σχετικὰ μὲ τὴν εὐρεσιν τῶν τροχιῶν, τὰς ὁποίας ἔπρεπε νὰ ἀκολουθήσουν τὰ διαστημόπλοια.

γ'. Τὸ πρῶτον διαστημόπλοιο, τὸ ὁποῖον ἐξετοξεύθη μὲ τὸν σκοπὸν νὰ καταστή τεχνητὸς, πλανήτης, ἦτο τὸ ρωσικὸν Luna 1 (1959). Διήλθε πλησίον τῆς σελήνης καὶ διετήρησεν ἐπαφὴν μὲ τὴν γῆν, μέχρι τῆς ἀποστάσεως τῶν 6.000.000 km. Ἠκολούθησεν ὑπερβολικὴν τροχίαν (σχ. 42). Τοῦ ἐδόθη ταχύτης 13 km/sec, ἦτοι 1,8 km/sec μεγαλυτέρα τῆς ταχύτητος διαφυγῆς. Τὸ 1959 ἐξετοξεύθη ὑπὸ τῶν Ἀμερικανῶν ὁ τεχνητὸς πλανήτης Pioneer 4, ὃ ὁποῖος διήλθεν εἰς ἀπόστασιν 60.000 km ἀπὸ τῆς σελήνης καὶ ἦτο εἰς τη-



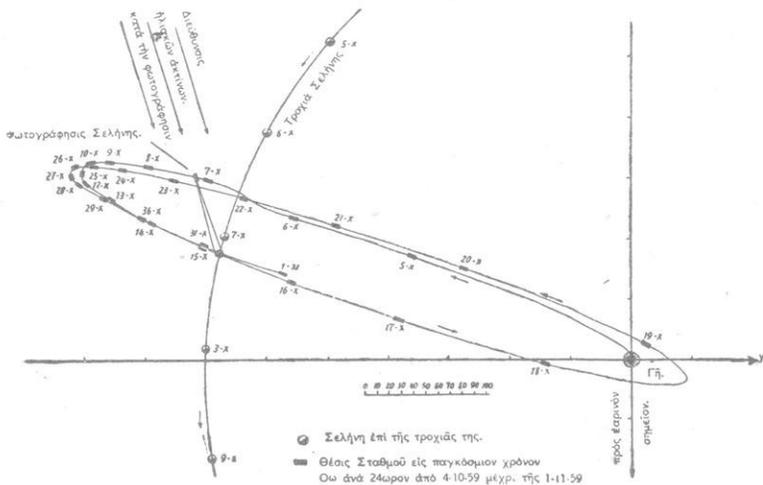
Σχ. 42.

λεπτικοινωνίαν με τήν γήν μέχρις αποστάσεως 650.000 km.

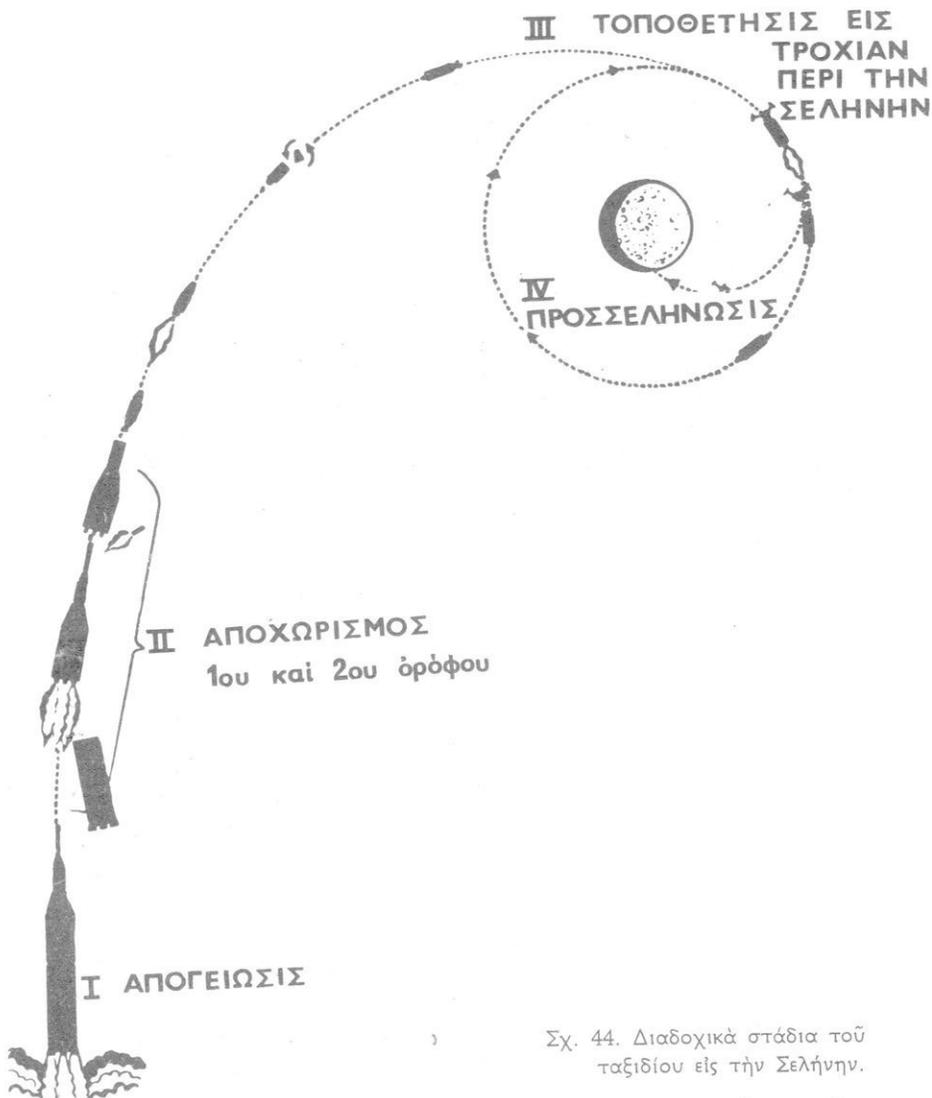
**Β'. Διαστημόπλοια προς τήν σελήνην καί δορυφόροι τῆς σελήνης.**

**α'.** Τò πρῶτον διαστημόπλοιον, τὸ ὁποῖον ἐφθασεν εἰς τήν σελήνην, ἐπροχώρησε πέραν αὐτῆς καί ἠκολούθησεν ἑλλειπτικὴν τροχιάν, ἐπλησίασε δὲ ἐκ νέου τὸν πλανήτην μας, εἶναι ὁ Luna 3. Ἀνεχώρησεν ἐκ τῆς γῆς τὴν 4 - 10 - 1959. Τὴν 6ην πρὸς 7ην Ὀκτωβρίου εὐρίσκετο ὀπισθεν τῆς σελήνης (σχ. 43). ἔλαβεν, ἐξ ἀποστάσεως 60.000 km, πολλὰς φωτογραφίας τῆς ἀοράτου πλευρᾶς της, ἡ ὁποία τότε ἐφωτίζετο ὑπὸ τοῦ ἡλίου καί τὰς ἀπέστειλεν εἰς τήν γῆν. Ὁ Luna 3 ἔπειτα κατεστράφη.

**β'.** Τὸ ἔτος 1966 προσεδάφισθησαν ὁμαλῶς ἐπὶ τοῦ « ὠκεανοῦ τῶν καταγίδων » ὁ Luna 9 τῶν Ρώσων καὶ ὁ Surveyor 1 (Σερβεῦορ)



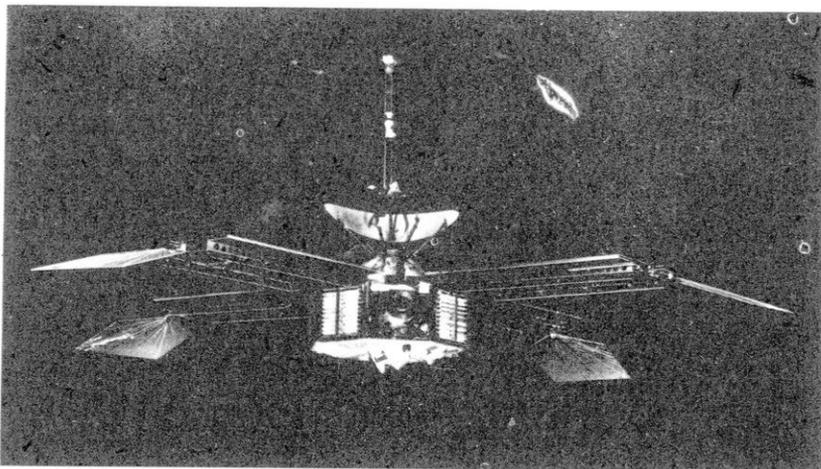
Σχ. 43. Τροχιά τοῦ Luna 3 ἀπὸ 4ης Ὀκτωβρίου ἕως 1ης Νοεμβρίου 1959.



Σχ. 44. Διαδοχικά στάδια τοῦ ταξιδίου εἰς τὴν Σελήνην.

τῶν Ἀμερικανῶν. Ἔλαβον χιλιάδας φωτογραφιῶν τῆς ἐπιφανείας τῆς σελήνης, τῶν ἀνωμαλιῶν καὶ τῶν ὀρέων τῶν περιοχῶν, εἰς τὰς ὁποίας προσεδάφισθησαν, καὶ τὰς ἀπέστειλαν εἰς τὴν γῆν (σχ. 44).

γ'. Ἡ μελέτη τῆς σεληνιακῆς ἐπιφανείας συνεπληρώθη τὰ ἔτη 1966 - 1968, τὰ μέγιστα, μὲ τὴν βοήθειαν τῶν τεχνητῶν δορυφόρων



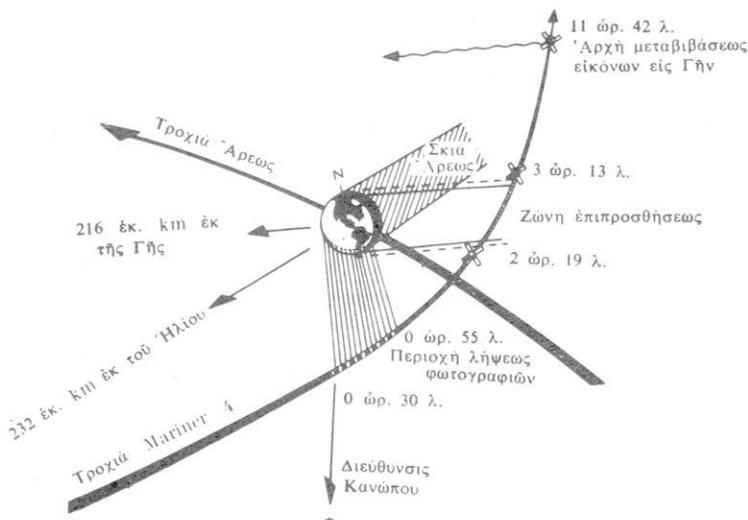
Εικ. 36. 'Ο Μάρινερ 4.

τῆς σελήνης. Οἱ δορυφόροι οὗτοι, περιφερόμενοι περὶ τὴν σελήνην, ἔλαβον ἀπὸ ὕψους 360 km - 1.000 km φωτογραφίας τῆς ἐπιφανείας τῆς, τοῦ ὄρατοῦ καὶ ἀοράτου ἡμισφαιρίου, καὶ τὰς ἀπέστειλαν εἰς τὴν γῆν. Οὕτως, ἐγίνε πλήρης τοπογραφικὸς χάρτης τοῦ δορυφόρου μας. Ἐμελέτησαν ἀκόμη τὸ μαγνητικὸν πεδίου τῆς σελήνης, τὴν πυκνότητα τῶν μετεωριτῶν, καθὼς καὶ διαφόρους ἀκτινοβολίας περὶ τὴν σελήνην.

δ'. Ὁ Lunar Orbiter ἐπέτυχε νὰ φωτογραφῆσῃ τὴν γῆν ἐκ τῆς ἀποστάσεως τῆς σελήνης. Εἶναι ἡ πρώτη φωτογραφία τοῦ πλανήτου μας, ληφθεῖσα ἐκ σταθμοῦ εὐρισκομένου ἐκτὸς τῆς γῆς καὶ μάλιστα εἰς τὴν ἀπόστασιν τῶν 380.000 km.

Ἦτο πρόβλημα δύσκολον νὰ τεθοῦν οἱ δορυφόροι οὗτοι εἰς τροχίαν περὶ τὴν σελήνην, ἀλλ' ἐπετεύχθη τοῦτο, τόσον ὑπὸ τῶν Ἀμερικανῶν μὲ τοὺς Lunar Orbiter, 1, 2 καὶ 3, ὅσον καὶ ὑπὸ τῶν Ρώσων μὲ τοὺς Luna 10, 11 καὶ 12.

Γ'. Διαστημόπλοια πρὸς τοὺς πλανήτας. α'. Τὸν Αὐγούστου τοῦ 1962 οἱ Ἀμερικανοὶ ἐξετόξευσαν ἐπιτυχῶς τὸν Mariner 2, μὲ τὸν σκοπὸν νὰ πλησιάσῃ τὸν πλανήτην Ἀφροδίτη. Πρὸς τοῦτο, ἐτέθη οὗτος εἰς προϋπολογισθεῖσαν τροχίαν περὶ τὸν ἥλιον. Ἐγίνε δηλαδὴ



Σχ. 45. Τροχιά τοῦ Μάρινερ 4, διερχομένου πλησίον τοῦ Ἄρεως.

τεχνητὸς πλανήτης. Ἄλλ' ὑπελογίσθη νὰ διαγράψῃ τροχίαν τοιαύτην, ὥστε τὸ ἐπίπεδόν της νὰ εὐρίσκεται ἐγγὺς τοῦ ἐπιπέδου τροχιάς τῆς Ἄφροδίτης καὶ ἡ ἐκτόξευσις ἔγινεν εἰς τοιοῦτον χρόνον, ὥστε νὰ συμπέσῃ νὰ διέρχωνται ταυτοχρόνως ἀμφοτέρω οἱ πλανῆται — Ἄφροδίτη καὶ Mariner 2 — ἀπὸ τὸ ἐγγύτερον σημεῖον τῆς τροχιάς των, διὰ νὰ ἔχουν τὴν πλησιεστέραν ἀπόστασιν.

Ὁ Mariner 2 εἶχε βάρος 200 kgr καί, κατόπιν ταξιδίου  $3\frac{1}{2}$  μηνῶν, διήλθεν εἰς ἀπόστασιν 33.000 km ἀπὸ τὴν Ἄφροδίτην, τὴν 14ην Δεκεμβρίου 1962. Κατὰ τὴν διαδρομὴν του, διωρθώθη ἡ πορεία του ἐκ τῶν ἐπιγείων σταθμῶν. Περίπου 100 ὥρας προτοῦ φθάσῃ εἰς τὴν μικροτέραν ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς Ἄφροδίτης, ἤρχισαν νὰ λειτουργοῦν δύο ἀκτινόμετρα, ἓνα διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ὑπερύθρου ἀκτινοβολίας καὶ ἕτερον διὰ τὴν μέτρησιν μικροκυμάτων. Μετ' ὀλίγον, ὁ Mariner 2 μετέδωκεν εἰς τὴν γῆν τὰς μετρήσεις τῆς θερμοκρασίας τῆς Ἄφροδίτης, αἱ τιμαὶ δὲ αὐταὶ σχεδὸν συνέπιπτον μετὰς γνωστὰς ἐκ τῶν ἀστρονομικῶν παρατηρήσεων.

β'. Τὴν 14ην -15ην Ἰουλίου 1965, κατόπιν ταξιδίου 228 ἡμερῶν, ὁ Mariner 4 ἐπλησίασε τὸν Ἄρην εἰς ἀπόστασιν 10.000 km (εἰκ. 36 καὶ σχ. 45) καὶ ἔλαβεν 22 φωτογραφίας τοῦ πλανήτου. Τὴν

ἐποχὴν ἐκείνην ὁ Ἄρης εὐρίσκετο εἰς ἀπόστασιν 216 ἑκατομ. km ἀπὸ τῆς γῆς καὶ 232 ἑκατομ. km ἐκ τοῦ ἡλίου. Αἱ φωτογραφίαι παρουσιάζουν ὄροσειρὰς καὶ πολλοὺς κρατῆρας, παρομοίους μὲ τοὺς τῆς σελήνης. Ἐμελέτησεν ἀκόμη τὴν θερμοκρασίαν καὶ τὴν πυκνότητα τῆς ἀτμοσφαίρας τοῦ Ἄρεως, καθὼς ἐπίσης καὶ τὸ μαγνητικὸν πεδίον αὐτοῦ. Παρομοίας παρατηρήσεις ἐξετέλεσαν τὸ 1969 οἱ Mariner 6 καὶ 7. Τὸ 1971 καὶ 1972 οἱ Mariner 9 καὶ Mars 2 καὶ 3, κινούμενοι ἐπὶ μῆνας περὶ τὸν Ἄρην, ἔστειλαν φωτογραφίας τοῦ πλανήτου καὶ τοῦ δορυφόρου του Φόβου. Ὁ Μάρινερ 9 ἔγινε δορυφόρος τοῦ Ἄρεως (§ 61α καὶ εἰκ. 16α).

γ'. Τὸν Ὀκτώβριον 1967 ἐπλησίασε τὴν Ἀφροδίτην ὁ Mariner 5 καὶ ὁ Venera 4, ὁ ὁποῖος ἔρριψε ἐπ' αὐτῆς εἰδικὴν ἄκατον μὲ ἐπιστημονικὰ ὄργανα. Τὸ διαστημόπλοιον «Mariner 10» προσήγγισε τὴν Ἀφροδίτην κατὰ τὸν Φεβρουάριον 1974, ἐν συνεχείᾳ δὲ τὸν Ἀπρίλιον καὶ Ὀκτώβριον 1974, ὅτε ἐπλησίασε καὶ τὸν Ἑρμῆν, μετέδωσε τὰς πρῶτας φωτογραφίας μὲ λεπτομερείας τῆς ἀγνώστου μέχρι τοῦδε ἐπιφανείας αὐτοῦ.

δ'. Τὸ διαστημόπλοιον «Πρωτοπόρος 10» κατὰ τὸν Δεκέμβριον 1973 ἐφωτογράφησε τὸν πλανήτην Δία, ἀκολουθῶν δὲ κατηυθύνθη πρὸς τὸν Κρόνον. Ὑπολογίζεται, ὅτι μετὰ τὸ τέλος τοῦ αἰῶνός μας τὸ διαστημόπλοιον αὐτὸ θὰ εἶναι τὸ πρῶτον ἀντικείμενον, κατασκευασμένον ἀπὸ ἀνθρωπίνης χεῖρας, τὸ ὁποῖον θὰ διαφύγη ἀπὸ τοῦ ἡλιακοῦ μας συστήματος. Πληρέστερον πρόγραμμα ἐξετέλεσεν ὁ «Πρωτοπόρος 11» διελθὼν τὸν Δεκέμβριον 1974 πλησίον τοῦ Διός.

**154. Διαπλανητικὰ ταξίδια. α'.** Ὡς τὸ πρῶτον ἐπηνδρωμένον διαστημόπλοιον δύνανται νὰ θεωρηθῇ ὁ τεχνητὸς δορυφόρος Worstok 1 (1961), ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἐπέβαινεν ὁ Ρῶσος ἀστροναύτης Gagarin. Ἐξετέλεσε μίαν περιφορὰν περὶ τὴν γῆν καὶ προσεγειώθη ὁμαλῶς. Ἐπειτα ὁ Ἀμερικανὸς ἀστροναύτης Glenn ἐξετέλεσε τρεῖς περιφορὰς περὶ τὴν γῆν καὶ προσεθαλασσωθῆ ὁμαλῶς, ἐπιβαίνων τοῦ διαστημοπλοίου Mercury 6 (1962).

Αἱ περίξ τῆς γῆς ἐπηνδρωμένα πτήσεις συνεχίσθησαν ἔκτοτε μὲ κάπως ταχύν ρυθμόν, τῶν τοιούτων δὲ δορυφόρων ἐπέβαινον ἀργότερον δύο ἢ τρεῖς ἀστροναῦται.

β'. Οι άστροναύται, προκειμένου να πετάξουν εις τὸ διάστημα, ὑποβάλλονται εἰς πολλὰς καὶ μακροχρονίους ἀσκήσεις. Ἐπιλέγονται συνήθως μεταξύ τῶν ἐμπειροτέρων ἀεροπόρων. Δοκιμάζονται ἀπὸ ἀπόψεως διαμονῆς των εἰς κλειστὸν χῶρον, μεταβολῆς τῆς ἐπιταχύνσεώς των, ψυχικῆς ἀντογῆς των κ.λπ. Ἐπίσης ἀσκοῦνται εἰς τὴν ἀκριβῆ καὶ ταχεῖαν ἐκτέλεσιν πολλῶν καὶ λεπτῶν χειρισμῶν, ὥστε νὰ δύνανται νὰ κυβερνήσουν τὸ διαστημόπλοιον ἐπιτυχῶς καὶ νὰ ἐκτελέσουν ποικίλας παρατηρήσεις.

Εἰδικώτερον, ὡς πρὸς τὸ ζήτημα τῆς μεταβολῆς τῆς ἐπιταχύνσεως τῆς βαρύτητος, ἀσκοῦνται, ὥστε νὰ δύναται ὁ ὄργανισμὸς των νὰ ἀνθέξῃ εἰς αὐξῆσιν τῆς τιμῆς της κατὰ 4 - 9 φορές ὡς πρὸς τὴν τιμὴν τοῦ  $g$ . Ἐπίσης ἐθίζονται, ὥστε νὰ εὐρίσκωνται ὑπὸ μηδενικῆν τιμὴν ( $g = 0$ ), ἤτοι νὰ κινουῦνται εἰς τὸ διάστημα, χωρὶς νὰ ἔχουν βάρος.

Κατὰ τὴν ἐκκίνησίν των τὸ διαστημόπλοιον (ὅταν εὐρίσκεται ἠνωμένον μετὰ τοῦ πυραύλου) ἀποκτᾶ εἰς μικρὸν χρονικὸν διάστημα (ὀλίγων λεπτῶν) ἐπιτάχυνσιν 5πλασίαν ἢ 9πλασίαν τῆς ἐπὶ τῆς γῆς. Οὕτω δέ, τὸ βάρος τῶν ἀστροναυτῶν αὐξάνει εἰς τὸ 9πλάσιον. Ὅταν ὁμως τεθῆ τοῦτο εἰς τροχίαν, ἡ ἐπιτάχυνσις μηδενίζεται. Ἐπομένως, οἱ ἀστροναῦται περιφέρονται περὶ τὴν γῆν ἢ καὶ περὶ τὴν σελήνην, ἄνευ ἕλξεως τινός, «ἴστανται» δὲ εἰς ὅποιανδήποτε θέσιν εὐρίσκονται, χωρὶς νὰ ἔχουν τὸ αἶσθημα, ὅτι δὲν εἶναι ἐν ἰσορροπῳίᾳ. Τοῦτο συμβαίνει, διότι ἡ κεντρομόλος δύναμις ἀντισταθμίζεται, ἀνὰ πᾶσαν στιγμὴν, ἀπὸ τὴν δημιουργουμένην ἀντίθετον αὐτῆς δύναμιν, τὴν φυγόκεντρον, καὶ οὕτως οἱ ἀστροναῦται δὲν ἔχουν βάρος, κατὰ τὴν κυκλικὴν περὶ τὴν γῆν ἢ τὴν σελήνην περιφορὰν των. Ἐὰν ἡ τροχία ἦτο αἰσθητῶς ἑλλειπτικὴ, τότε οἱ ἀστροναῦται θὰ ἐκινουῦντο, ἔχοντες  $g$  διάφορον τοῦ μηδενός. Δηλαδή θὰ εἶχον βάρος κυμαίνομενον. Ὅταν οἱ ἀστροναῦται ἐγκαταλείψουν τὴν κυκλικὴν τροχίαν καὶ εἰσέλθουν εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν τῆς γῆς, πάλιν ἡ ἐπιτάχυνσις αὐξάνει καί, ὅταν φθάσουν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς, ἀποκτοῦν τὸ κανονικὸν των βάρος.

Τὰ μέχρι τοῦδε γενόμενα ταξίδια περὶ τὴν γῆν ἔδειξαν, ὅτι ὁ ἄνθρωπος, κατόπιν εἰδικῶν ἀσκήσεων, ἐθίζεται εἰς τὰς συνθήκας τοῦ διαστήματος διὰ χρονικὸν διάστημα 10 ἢ περισσοτέρων ἑβδομάδων.

γ'. Τὸ πρόγραμμα τῶν Ἀμερικανῶν εἰς τὸν τομέα τῶν διαπλανητικῶν ταξιδίων ἐσχεδιάσθη ἀπὸ τοῦ ἔτους 1961 καὶ ἤρχισε πραγματοποιοῦμενον ἐν συνεχείᾳ ὡς ἀκολούθως :

1ον Πρόγραμμα «Ἐρμῆς» (Mercury). Κατασκευὴ καὶ ἀποστολὴ πέριξ τῆς γῆς δορυφόρων μὲ πλήρωμα ἓνα ἄνδρα.

2ον Πρόγραμμα «Δίδυμοι» (Gemini). Κατασκευὴ καὶ ἀποστολὴ πέριξ τῆς γῆς διαστημοπλοίων μὲ πλήρωμα δύο ἀστροναυτῶν. «Περίπατοι» ἀστροναυτῶν εἰς τὸ διάστημα. Συνάντησις διαστημοπλοίων εἰς τὸ διάστημα καὶ ἀποχωρισμὸς αὐτῶν.

3ον Πρόγραμμα «Ἀπόλλων» (Apollo). Χρησιμοποίησις μεγαλυτέρων καὶ εὐρυχωροτέρων διαστημοπλοίων διὰ τρεῖς ἀστροναύτας. Κατασκευὴ μεγάλης προωστικῆς δυνάμεως πυραύλων, διὰ τὴν τοποθέτησιν τῶν διαστημοπλοίων ἐπὶ τροχιάς. Ἐχρησιμοποιήθη ὁ πύραυλος «Κρόνος V».



Εικ. 37. Φωτογραφία τῆς γῆς, αἰωρουμένης εἰς τὸ διάστημα, πλησίον τοῦ ὀρίζοντος σεληνιακοῦ τοπίου, ληφθεῖσα ἀπὸ τὸ «Ἀπόλλων 8».

Το πρόγραμμα «'Απόλλων» είχε ως τελικόν σκοπόν τήν προσεδάφισιν ανθρώπων επί τῆς σελήνης. Τά κυριώτερα εἶναι τὰ ἑξῆς :

«'Α π ό λ λ ω ν 8» (Δεκέμβριος 1968). Ταξίδι τριῶν ἀστροναυτῶν εἰς τήν σελήνην, 10 περιφοραὶ περὶ αὐτήν (εἰς ὕψος, 110 km) καὶ ἐπάνοδος εἰς τήν γῆν. Ἡ ἀποστολὴ αὕτη ἐπέτυχε πλήρως (Βλ. εἰκ. 37).

«'Α π ό λ λ ω ν 11» (Ἰούλιος 1969). Ἀποστολὴ τριῶν ἀστροναυτῶν εἰς σελήνην διὰ πυραύλου Κρόνος V (εἰκ. 35α, β). Κόθοδος τῆς σεληνακάτου «'Αετὸς» εἰς τήν θάλασσαν τῆς Ἡρεμίας καὶ εἰς μέρος ποῦ εἶχεν ἐπιλεγῆ ἀπὸ τὰς ἀποστολάς τῶν Lunar Orbiter, τῶν Surveyor καὶ τῶν ἀστροναυτῶν τοῦ «'Απόλλων». Ἐξοδος τῶν δύο ἀστροναυτῶν εἰς τήν ἐπιφάνειαν τῆς σελήνης. Λήψις φωτογραφιῶν, ἐγκατάστασις σειсмоγράφου καὶ κατόπτρου ἀκτίνων Λέιζερ, μέτρησις ἀκτινοβολιῶν καὶ δειγματοληψία ἐκ τοῦ ἐδάφους.

«'Α π ό λ λ ω ν 12» (Νοέμβριος 1969). Ἀποστολὴ τριῶν ἀστροναυτῶν εἰς τήν σελήνην. Ἀποβίβασις τῶν δύο ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς, ἐγκατάστασις ἐτέρου σεισογράφου, μαγνητομέτρου καὶ ἄλλων ὀργάνων καὶ μικροῦ «πυρηνικοῦ» ἐργοστασίου ἐνεργείας, διὰ λειτουργίαν ὀργάνων καὶ ἀποστολῆν τῶν παρατηρήσεων εἰς τήν γῆν.

«'Α π ό λ λ ω ν 14» (Φεβρουάριος 1971). Ἡ σεληνάκατος «'Αντάρης» προσεδάφισθη ἐπὶ τῆς ὀροσειραῖς Fra Mauro καὶ οἱ ἀστροναῦται ἐξετέλεσαν πλήρως τήν ἀποστολῆν των.

«'Α π ό λ λ ω ν 15» (Ἰούλιος 1971). Ἡ σεληνάκατος «'Ιέραξ» κατήλθεν ἐπὶ τῶν Ἀπενίνων ὄρεων, πλησίον τῆς χαράδρας Handley. Οἱ ἀστροναῦται ἔκαμαν τρεῖς ἐξόδους καὶ ἐξηρεύνησαν μὲ τήν βοήθειαν ἐιδικοῦ αὐτοκινήτου «Rover» περιοχὴν ἀκτίνος πλέον τῶν 50 km.

«'Α π ό λ λ ω ν 16» (Ἀπρίλιος 1972). Ἡ σεληνάκατος προσεδάφισθη βορείως τοῦ κρατήρος Καρτεσίου. Οἱ ἀστροναῦται περισυνέλεξαν πέτρωματα καὶ ἐξηρεύνησαν διαδρομὴν 25 km διὰ τοῦ ἐιδικοῦ αὐτοκινήτου «Rover».

«'Α π ό λ λ ω ν 17» (Δεκέμβριος 1972). Ἡ σεληνάκατος προσεδάφισθη νοτίως τοῦ κρατήρος Λίττροβ. Αὕτη ἦτο καὶ ἡ τελευταία τῶν ἀποστολῶν.

δ'. Ἐκ τῶν ἀποστολῶν τῆς Σοβιετικῆς Ἐνώσεως σημαντικωτέρα εἶναι ἡ τοῦ προγράμματος «Σογιούζ». Περιφορὰ ἀστροναυτῶν περὶ τήν γῆν. Προπαρασκευαστικὴ πτήσις διὰ τήν συνεργασίαν Ρωσίας - Ἀμερικῆς τὸν Ἰούλιον 1975.

**155. Τὸ μέλλον τῆς Ἀστροναυτικῆς.** Ἡ αὐτοπρόσωπος παρουσία τοῦ ἀνθρώπου εἰς τὰ ἄλλα οὐράνια σώματα ἀνοίγει μίαν νέαν ἐποχὴν εἰς τήν ἐπιστήμην τοῦ διαστήματος, δημιουργεῖ πολλὰς προοπτικὰς εἰς ποικίλας ἐκδηλώσεις τῆς ἀνθρωπίνης δραστηριότητος καὶ θέτει, ἐκ νέου, ὑπὸ μελέτην καὶ συζήτησιν γενικώτερα προβλήματα περὶ τῆς ζωῆς καὶ τοῦ κόσμου.

Παρὰ ταῦτα, ἐὰν ληφθῆ ὑπ' ὄψιν, ὅτι ἡ ἀπόστασις τῆς σελήνης ἐκ τῆς γῆς, τῶν 384.000 km, μόλις ὑπερβαίνει τὸ ἐν δευτερόλεπτον τοῦ ἔτους φωτός, ἐνῶς ἡ ἀκτίς τοῦ ὄλου σύμπαντος ἀνέρχεται εἰς δέκα καὶ πλεόν δισεκατομμύρια ε.φ., γίνεται φανερόν, ὅτι ὁ ἀνθρώπος μόλις κατάρθρωσε νὰ πραγματοποιήσῃ μικρότατον βῆμα ἐντὸς τοῦ σύμπαντος καὶ ὅτι δὲν εἶναι ὀρθόν νὰ λέγεται ὅτι θὰ καταστή ὁ «κατακτητὴς του» !

## ΒΙΟΓΡΑΦΙΑΙ

Δ. Αιγινήτης, Καθηγητής τοῦ Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν καὶ Διευθυντῆς τοῦ Ἐθνικοῦ Ἀστεροσκοπείου Ἀθηνῶν (1862 - 1934).

Ὁ Ἐρατοσθένης (περίπου 284 - 192 π.Χ.) εἶναι ὁ πρῶτος, ὅστις ἐμέτρησε τὸ μέγεθος τῆς γῆς, μὲ ἀρκετὴν μάλιστα ἀκρίβειαν, κατὰ τὸ 250 π.Χ. Οὗτος κατεμέτρησε τὸ μήκος τοῦ τόξου τοῦ μεσημβρινοῦ, τοῦ περιλαμβανομένου μεταξύ Ἀλεξανδρείας καὶ Συήνης. Εὕρεν, ὅτι τοῦτο ἦτο ἴσον μὲ 7<sup>ο</sup> 12' καὶ ὅτι εἶχε μήκος 5000 σταδίων. Συνεπῶς, τὸ μήκος τοῦ ὅλου μεσημβρινοῦ ἀνῆρχετο εἰς 250.000 στ. = 39.375.000 m· διότι τὸ στάδιον ἰσοῦτο πρὸς 157,5 m.

Ὁ Ἰππάρχος (180 - 120 π.Χ.) ὑπῆρξεν ἐκ τῶν μεγαλύτερων ἀστρονόμων ὄλων τῶν ἐποχῶν. Εἰς αὐτὸν ὀφείλεται ἡ ἀνακάλυψις καὶ τῆς τρίτης κινήσεως τῆς γῆς, τῆς καλουμένης μεταπτώσεως, ἀλλὰ καὶ τόσων ἄλλων, ὥστε δικαίως ὠνομάσθη «πατὴρ τῆς Ἀστρονομίας».

Ὁ Κλαύδιος Πτολεμαῖος (Β' αἰὼν μ.Χ.) θεωρεῖται, ἐπίσης, ἐκ τῶν μεγαλύτερων ἀστρονόμων. Τὸ ἔργον του «Μαθηματικὴ Σύνταξις» εἶναι τὸ σημαντικώτερον ἀστρονομικὸν βιβλίον τῆς ἀρχαιότητος.

Στ. Πλακίδης, ὁμότιμος Καθηγητῆς τῆς Ἀστρονομίας εἰς τὸ Πανεπιστήμιον Ἀθηνῶν καὶ τέως Διευθυντῆς τοῦ Ἐθνικοῦ Ἀστεροσκοπείου Ἀθηνῶν.

W. Baade (1893 - 1960), Γερμανὸς ἀστρονόμος ἐκ τῶν κυριωτέρων ἐρευνητῶν τῶν γαλαξιδῶν καὶ γενικώτερον τοῦ Σύμπαντος.

E. Barnard (1857 - 1923). Ἐπιφανὴς Ἀμερικανὸς ἀστρονόμος, ἀσχοληθεὶς περισσότερον μὲ τὴν ἀπαρίθμησιν καὶ σπουδὴν τῶν μεγάλων σκοτεινῶν νεφελωμάτων.

Wernher von Braun, διάσημος Γερμανὸς τεχνικὸς ἐπὶ τῶν πυραύλων καὶ τῆς διαστημικῆς ἐρεῦνης, γεννηθεὶς τὸ 1912. Ἀπὸ τοῦ 1946 ἐργάζεται ἐν Ἀμερικῇ. Τὸ 1958 ἐξετόξευσε τὸν πρῶτον ἀμερικανικὸν δορυφόρον «Explorer». Θεωρεῖται ὡς ὁ μεγαλύτερος εἰδικὸς ἐπὶ τῆς ἐρεῦνης τοῦ διαστήματος, διὰ τῶν διαστημοπλοίων.

A. Einstein (1879 - 1955), Γερμανοεβραῖος φυσικὸς, ἀστρονόμος καὶ κοσμολόγος, εἰσηγητῆς τῆς περιφήμου θεωρίας τῆς σχετικότητος, θεωρούμενος ὡς μία ἀπὸ τὰς μεγαλύτερας μορφὰς τοῦ αἰῶνος μας.

A. S. Eddington (1882 - 1944), ἐπιφανὴς Βρετανὸς ἀστρονόμος, διακριθεὶς εἰς τὴν ἐρευναν τῆς ἐσωτερικῆς συστάσεως τῶν ἀστέρων, ἀλλὰ καὶ τοῦ Σύμπαντος ὀλοκλήρου.

Galileo Galilei (1564 - 1642), διάσημος Ἰταλὸς μαθηματικὸς, φυσικὸς καὶ ἀστρονόμος.

E. Halley (1656 - 1742), περίφημος Ἀγγλὸς ἀστρονόμος, γνωστὸς ἀπὸ τὸν κομήτην, ὁ ὁποῖος φέρει τὸ ὄνομά του (βλ. § 73β).

W. Herschel (1738 - 1822), Γερμανός αστρονόμος εκ τών μεγαλύτερων, ζήσας και εργασθείς εν Ἀγγλίᾳ, εἰς τὸν ὅποιον, ἐκτὸς τὸσων ἄλλων, ὀφείλεται καὶ ἡ ἀνακάλυψις τοῦ πλανῆτου Οὐρανοῦ.

Fr. Hoyle, Ἀγγλος ἀστροφυσικὸς, γεννηθεὶς τὸ 1915. Εἶναι καθηγητὴς εἰς τὸ Πανεπιστήμιον τοῦ Manchester καὶ θεωρεῖται ἕνας εκ τών μεγαλύτερων συγχρόνων ἀστρονόμων.

E. Hubble (1889 - 1953), διάσημος Ἀμερικανὸς ἀστρονόμος εκ τών κυριωτέρων ἐρευνητῶν τοῦ Σύμπαντος, ὅστις διετύπωσε, κατ' ἀντιδιαστολὴν πρὸς τὸν νόμον τῆς ἔλξεως, τὸν νόμον τῆς διαστολῆς τοῦ σύμπαντος, εἰς τὸν ὅποιον ὑπακούουν οἱ γαλαξίαι.

J. Jeans (1877 - 1946), διάσημος Ἀγγλος ἀστροφυσικὸς καὶ κοσμολόγος. Ἠσχολήθη μετὰ τὴν συμπεριφορὰν τῶν ἀερίων, τῶν ὑγρῶν καὶ τῶν στερεῶν, τὰ ὅποια ὑπόκεινται εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῆς βαρῦτητος καὶ εὐρίσκονται ἐν περιστροφῇ. Θεωρεῖται ὡς ἕνας εκ τών μεγαλύτερων ἐπιστημόνων καὶ φιλοσόφων τῶν νεωτέρων χρόνων.

J. Kepler (1571 - 1630), διάσημος Γερμανὸς ἀστρονόμος, ἀνακάλυψας τοὺς 3 νόμους κινήσεως τῶν πλανητῶν. Ὦνομάσθη «νομοθέτης τοῦ Οὐρανοῦ».

N. Kopernicus (1473 - 1543), ἐπιφανὴς Πολωνὸς ἀστρονόμος. Ἐγένετο παγκοσμίως γνωστὸς ὡς εἰσηγητὴς καὶ ὑποστηρικτὴς τοῦ ἡλιοκεντρικοῦ συστήματος, τὸ ὅποιον ἐπένοησε τὸν 3ον π.Χ. αἰῶνα ὁ Ἕλληνας ἀστρονόμος Ἀρίσταρχος ὁ Σάμιος.

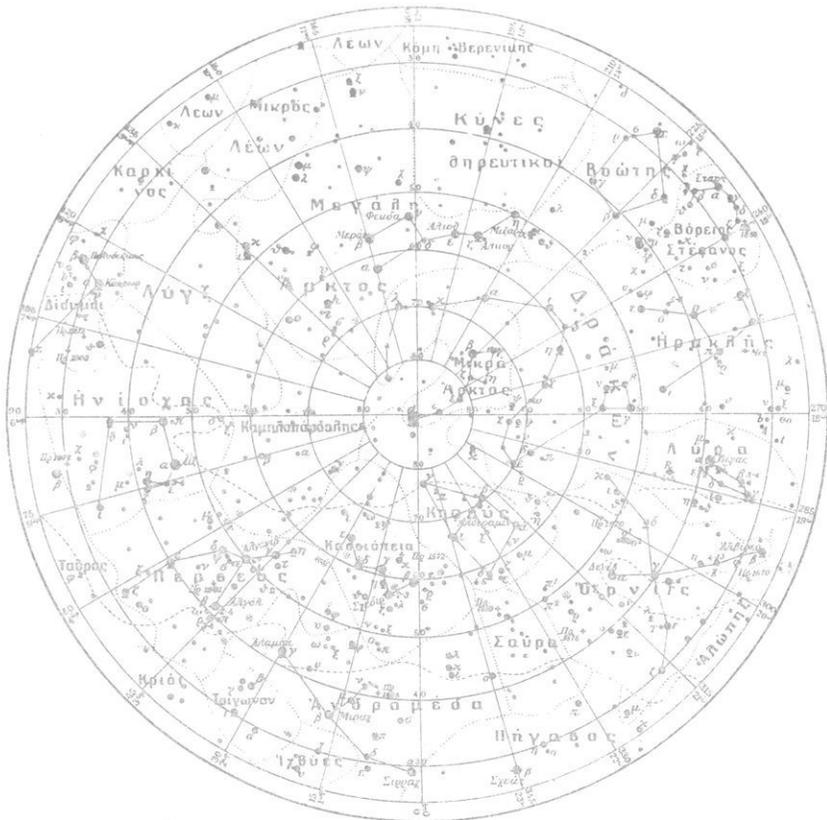
P. Laplace (1749 - 1827), διαπρεπὴς Γάλλος ἀστρονόμος καὶ μαθηματικὸς, γνωστότατος διεθνῶς, κυρίως ἀπὸ τὴν κοσμογονικὴν του θεωρίαν.

G. Lemaitre (1894 - 1967), διάσημος Βέλγος ἀστροφυσικὸς, μαθηματικὸς καὶ κοσμολόγος.

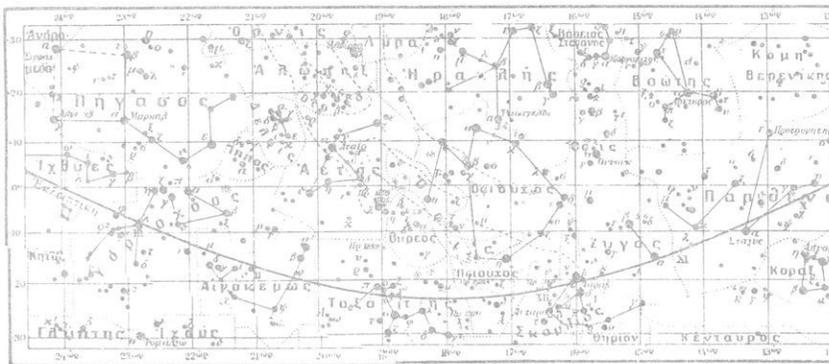
Isaac Newton (1643 - 1727), διάσημος Ἀγγλος ἀστρονόμος, μαθηματικὸς καὶ φυσικὸς, θεωρούμενος ὡς «πατὴρ τῆς Οὐρανίου Μηχανικῆς».

H. N. Russell, διάσημος Ἀμερικανὸς ἀστροφυσικὸς (1877 - 1957), ὁ ὁποῖος συνέβαλε τὰ μέγιστα εἰς τὰς γνώσεις μας περὶ τῆς χημικῆς συστάσεως τοῦ Σύμπαντος καὶ τῆς ἐξελίξεως τῶν ἀστέρων.

Carl von Weizsaecker (1910 - ), ἕνας εκ τῶν μεγαλύτερων συγχρόνων ἀστρονόμων καὶ φυσικῶν, ἀσχοληθεὶς καὶ μετὰ προβλήματα φιλοσοφίας.



Βόρειον ημισφαίριον



ΑΓ/ΚΤ

Ήσημερινή ζώνη



ΠΙΝΑΚΙ  
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

Πλανήτης	Απόσταση εκ του ήλιου		Περιφορά περί τον ήλιον		Ταχύτης περιφ. χλμ/δευτ.	Συνοδική περίοδος εις ημέρας	Τροχιάς		Διάμετρος	Μέγεθος (Γῆ = 1)			Ενταση βαρύτητας	Κριτική ταχύτης km/sec	Περστροφή		Πλάτυνσις
	Εις εκτροχιά χλμ.	Εις αμ.	Χρόνος περιφορ. ημερ.	Εκκεντρότης			Κλίσις ως πρὸς τὴν ἑκκεντρικὴν	Όγκος		Μαζα	Πυκνότης	Χρόνος ἡμ. ὄρ. λ.			Κλίσις ἄξονος ὡς πρὸς τὴν τροχιάν		
* Ἐρμῆς	58	0,387	88	47,8	116	0,206	7	0	0,37	0,05	0,06	0,98	0,42	3,6	59 21 46		0
* Ἀφροδίτη	108	0,723	225	35,0	584	0,007	3 24	0	0,96	0,88	0,82	0,91	0,87	10,3	243 16 48	23;	1:303
Γῆ	149,5	1	365	29,8	—	0,017	0	0	1	1	1	1	1	11,2	23 56 23	27	1:293
* Ἄρηις	228	1,524	1 322	24,2	780	0,093	1 51	0	0,53	0,15	0,11	0,69	0,38	5,0	24 37 23	59	1:288
Ζεὺς	778	5,203	11 315	13,1	399	0,048	1 19	1	11,2	318,00	0,24	2,64	61,6	9 51	3	5	1:15
Κρόνος	1.426	9,539	29 167	9,7	378	0,056	2 30	9,4	769	95,22	0,13	1,13	37	10 14	26	44	1:10
Ὀυρανός	2.868	19,18	84 7	6,8	370	0,047	0 46	4,0	50	14,55	0,22	1,07	22	10 49	98		1:12
Ποσειδών	4.494	30,06	164 280	5,4	367	0,009	1 47	3,5	42	17,23	0,22	1,41	25	14	28	48	;
Πλούτων	5.896	39,5	248	4,7	367	0,247	17 9	0,54	0,16	0,9;	5,6;	;	;	6 9	;	;	;

ΠΙΝΑΞ ΙΙ  
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΔΟΥΡΥΦΟΡΩΝ

ΑΔΕ. αριθμός	Σύμβολο	*Όνομα	*Αστρικών μέγεθος	Διάμετρος εις χλμ.	*Απόσταση εκ του πλανήτου εις άκτινας του πλαν.	Χρόνος Περιφοράς *Ημ. ώρ. λ.	Φορά κινήσεως	*Ετος *Ανακα- λύψεως	*Όνομα *Ανακαλύ- ψαντος
Γ Η									
1		Σελήνη	-12,7	3.476	60,28	27 7 43	'Ορθή	-	-
Α Ρ Η Σ									
1	I	Φόβος	11,5	16	2,77	7 39	'Ορθή	1877	'Α. Χάλ
2	II	Δείμος	12,5	8	6,95	1 6 18	»	1877	'Α. Χάλ
Ζ Ε Υ Σ									
1	V	'Αμόλθεια	13,0	160	2,53	11 57	'Ορθή	1892	Μπαρνάρ
2	I	'Ιώ	5,5	3.220	5,91	1 18 28	»	1610	Γαλιλαίος
3	II	Εύρώπη	5,7	2.880	9,40	3 13 14	»	1610	»
4	III	Γανυμήδης	5,1	4.980	14,99	7 3 43	»	1610	»
5	IV	Καλλιστώ	6,3	4.500	26,36	16 16 32	»	1610	»
6	VI		13,7	120	160	250 14	»	1904	Περραίν
7	VII		16,2	40	164	259 14	»	1905	»
8	X		17,9	20	165	260 12	»	1938	Νικόλασον
9	XII		18,1	20	293	625	'Ανάδρ.	1951	»
10	XI		17,5	22	317	700	»	1938	»
11	VIII		16,2	40	329	739	»	1908	Μελόττ
12	IX		17,7	22	338	758	»	1914	Νικόλασον
Κ Ρ Ο Ν Ο Σ									
1	XI	'Ιανός						1967	Ντολφούς
2	I	Μίμος	12,1	520	3,07	22 37	'Ορθή	1789	Όυλα *Ερσελ
3	II	'Εγιάλαδος	11,7	600	3,94	1 8 53	»	1789	»
4	III	Τηθύς	10,6	1.200	4,88	1 21 18	»	1684	Κασσινί
5	IV	Διώνη	10,7	1.300	6,24	2 17 41	»	1684	»
6	V	Ρέα	10	1.800	8,72	4 12 25	»	1672	»
7	VI	Τιτάν	8,3	5.000	20,2	15 22 41	»	1655	Χαυτήκινς
8	VII	'Υπερίων	14	400	24,5	21 6 38	»	1848	Μπόντα
9	VIII	'Ιασπετός	11	1.200	58,9	79 7 55	»	1671	Κασσινί
10	IX	Φοίβη	14,5	300	214,4	550 11 24	'Ανάδρ.	1898	Πίφερνιγκ
Ο Υ Ρ Α Ν Ο Σ									
1	V	Μιράντα	17	200	5,2	1 9 56	'Ορθή	1948	Κότπερ
2	I	'Αριήλ	15,5	600	7,7	2 12 29	'Ανάδρ.	1851	Λάσσελ
3	II	Ούμβρηλ	16	400	10,7	4 3 28	»	1851	»
4	III	Τιτανία	14	1.000	17,6	8 16 56	»	1787	Όυλα *Ερσελ
5	IV	'Οφερών	14,2	800	23,6	13 11 7	»	1787	»
Π Ο Σ Ε Ι Δ Ω Ν									
1	I	Τρίτων	13,6	4.000	13,3	5 21 3	'Ανάδρ.	1846	Λάσσελ
2	II	Νηρεύς	19,5	300	211	359 10	'Ορθή	1949	Κότπερ

**ΟΙ 88 ΑΣΤΕΡΙΣΜΟΙ**  
**ΤΑ ΔΙΕΘΝΗ ΟΝΟΜΑΤΑ ΤΩΝ ΚΑΙ ΤΑ ΣΥΜΒΟΛΑ ΤΩΝ**

**Α'. Βόρειοι**                      **άστερισμοί, άειφανείς εις την Έλλάδα (6)**

1. Μεγάλη Άρκτος· Ursa Major UMa	5. Δράκων· Draco	Dra
2. Μικρά Άρκτος· Ursa minor UMi	6. Καμηλοπάρδαλις· Camelopardal	Cam
3. Κασσιόπη· Cassiopeia Cas		
4. Κηφείος· Cepheus Cep		

**Β'. Βόρειοι**                      **άστερισμοί, άμφιφανείς εις την Έλλάδα (23)**

7. Άνδρομέδα· Andromeda And	18. Όφις· Serpens	Ser
8. Τρίγωνον· Triangulum Tri	19. Όφιοϋχος· Ophiuchus	Oph
9. Περσείος· Perseus Per	20. Άσπίς· Scutum	Sct
10. Άνίοχος· Auriga Aur	21. Λύρα· Lyra	Lyr
11. Λύγξ· Lynx Lyn	22. Κύκνος· Cygnus	Cyg
12. Μικρός Λέων· Leo Minor LMi	23. Βέλος· Sagitta	Sga
13. Θηρευτικοί κύνες· Canes Venatici CVn	24. Άετός· Aquila	Aql
14. Κόμη· Coma Com	25. Άλώπηξ· Vulpecula	Vul
15. Βοώτης· Bootes Boo	26. Δελφίν· Delphinus	Del
16. Βόρειος Στέφανος· Corona Borealis CrB	27. Ίππάριον· Equuleus	Equ
17. Ηρακλής· Hercules Her	28. Σάυρα· Lacerta	Lac
	29. Πήγασος· Pegasus	Peg

**Γ'. Άστερισμοί του Ζωδιακού Κύκλου, όρατοί εις την Έλλάδα (12)**

30. Κριός· Aries Ari	36. Ζυγός· Libra	Lib
31. Ταύρος· Taurus Tau	37. Σκορπιός· Scorpius	Sco
32. Δίδυμοι· Gemini Gem	38. Τοξότης· Sagittarius	Sgr
33. Καρκίνος· Cancer Cnc	39. Αιγόκερως· Capricornus	Cap
34. Λέων· Leo Leo	40. Ύδροχόος· Aquarius	Aqr
35. Παρθένος· Virgo Vir	41. Ίχθύες· Pisces	Psc

**Δ'. Νότιοι**                      **άστερισμοί, όρατοί εις την Έλλάδα (28)**

42. Κήτος· Cetus Cet	49. Τρόπις· Carina	Car
43. Ήριδανός· Eridanus Eri	50. Πρύμνα· Puppis	Pup
44. Όρίων· Orion Ori	51. Ίστία· Vela	Vel
45. Λαγώς· Lepus Lep	52. Ύδρα· Hydra	Hya
46. Περιστερά· Columba Col	53. Κρατήρ· Crater	Crt
47. Μέγας Κύων· Canis Major CMa	54. Κόραξ· Corvus	Crv
48. Μικρός Κύων· Canis Minor CMI	55. Κένταυρος· Centaurus	Cen

56. Λύκος· Lupus	Lup	63. Μονόκερωσ· Monoceros	Mon
57. Βωμός· Ara	Ara	64. Πυξίς· Pyxis	Pyx
58. Νότιος Στέφανος· Corona Au- stralis	CrA	65. Άντλία· Antlia	Ant
59. Νότιος Ίχθύς· Piscis Au- stralis	PsA	66. Έξάς· Sextans	Sex
60. Γλύπτης· Sculptor	Scl	67. Γνώμων· Norma	Nor
61. Φοῖνιξ· Phoenix	Phe	68. Μικροσκόπιον· Microscopium	Mic
62. Κάμινος· Fornax	For	69. Γερανός· Grus	Gru

### Ε. Νότιοι

άστερισμοί, άέραιοι εις Έλλάδα (19)

70. Τουκάνα· Tucana	Tuc	80. Διαβήτης· Circinus	Cir
71. Ωρολόγιον· Horologium	Hor	81. Μυΐα· Musca	Mus
72. Γλυφεΐον· Coelum	Coe	82. Νότιος Σταυρός· Crux	Cru
73. Ύδρος· Hydros	Hyi	83. Πτηνόν· Apus	Aps
74. Δίκτυον· Reticulum	Ret	84. Νότιον Τρίγωνον· Triangulum Australe	TrA
75. Δοράς· Dorado	Dor	85. Όκτάς· Octas	Oct
76. Όκριβας· Pictor	Pic	86. Ταώς· Pavo	Pav
77. Τράπεζα· Mensa	Men	87. Τηλεσκόπιον· Telescopium	Tel
78. Ίπτάμενος Ίχθύς· Volans	Vol	88. Ίνδός· Indus	Ind.
79. Χαμαιλέων· Chamaeleon	Cha		



024000029863

ΕΚΔΟΣΙΣ Ζ', 1975 (VIII) ΑΝΤΙΤ. 80.000 ΣΥΜΒΑΣ. 2554/5-4-75

ΕΚΤΥΠΩΣΙΣ Ε. ΧΑΤΖΑΡΑ; ΒΙΒΛΙΟΔ: Α/ΦΟΙ ΧΑΤΖΗΧΡΥΣΟΥ







