

Δ. ΚΩΤΣΑΚΗ - Κ. ΧΑΣΑΠΗ



# ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

ΣΤ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ 1974



19467

ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

ΔΩΡΕΑΝ



ΔΗΜ. ΚΩΤΣΑΚΗ καὶ ΚΩΝΣΤ. ΧΑΣΑΠΗ (†)

# ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

ΣΤ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ  
ΑΘΗΝΑΙ 1974



## ΠΙΝΑΞ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	Σελίς
ΕΙΣΑΓΩΓΗ. 'Ο Ούρανός και τὸ Σύμπαν .....	9 - 10
Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο Ν Α'. ΤΟ ΣΥΜΠΑΝ .....	11 - 18
1. 'Ορισμός τοῦ Σύμπαντος. 2. Σχήμα τοῦ Σύμπαντος. 3. *Ἐκτασις τοῦ Σύμπαντος. 4. Γαλαξίαι. 5. Πλήθος τῶν γαλαξιδῶν. 6. Μορφαι τῶν γαλαξιδῶν. 7. Σύστασις τῶν γαλαξιδῶν. 8. Μέγεθος τῶν γαλαξιδῶν. 9. Τοπική ὁμάς γαλαξιδῶν.	
Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο Ν Β'. Ο ΓΑΛΑΞΙΑΣ ΜΑΣ .....	19 - 24
10. Σύστασις, σχῆμα καὶ διαστάσεις τοῦ γαλαξίου. 11. Δομή τοῦ γαλαξίου. «Τοπικὸν σύστημα». 12. Περιστροφή τοῦ γαλαξίου. 13. Τὸ ἠλιακὸν σύστημα. 14. Σχέσις τῆς γῆς πρὸς τὸν γαλαξίαν καὶ τὸ Σύμπαν.	
Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο Ν Γ'. ἈΣΤΕΡΕΣ ΚΑΙ ἈΣΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ .....	25 - 46
I. ΟΝΟΜΑΣΙΑ, ΛΑΜΠΡΟΤΗΣ ΚΑΙ ΠΛΗΘΟΣ ΤΩΝ ἈΣΤΕΡΩΝ — ἈΣΤΕΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΥΡΑΝΟΓΡΑΦΙΑ .....	25 - 30
15. Οἱ 88 ἀστερισμοί. 16. 'Ονομασίαι τῶν ἀστέρων. 17. Λαμπρότης τῶν ἀστέρων. 18. Τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων. 19. Κατάλογοι τῶν ἀστέρων καὶ χάρται τοῦ οὐρανοῦ. 20. Οὐρανογραφία.	
II. ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ἈΣΤΕΡΩΝ .....	31 - 36
21. 'Απόστασις τοῦ ἡλίου ἐκ τῆς γῆς. 'Αστρονομική μονὰς. 22. Παραλλάξεις τῶν ἀστέρων. 'Η μονὰς παρσέκ. 23. 'Αποστάσεις τῶν ἀστέρων. 'Απόλυτον μέγεθος. 24. Πραγματικαὶ κινήσεις τῶν ἀστέρων. 25. 'Μεταβατικὴ κίνησις τοῦ ἡλίου.	
III. ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΩΝ ἈΣΤΕΡΩΝ .....	36 - 39
26. Χρώματα τῶν ἀστέρων. 27. Φασματικοὶ τύποι τῶν ἀστέρων. 28. Διάμετροι τῶν ἀστέρων. 29. 'Αστέρες γίγαντες καὶ νῆνοι.	
IV. ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΙ ἈΣΤΕΡΕΣ .....	39 - 42
30. 'Ορισμός καὶ ταξινόμησις τῶν μεταβλητῶν ἀστέρων. 31. Τὰ αἷτια τῆς φωτεινῆς κυμάνσεως τῶν μεταβλητῶν. 32. Τὸ διάγραμμα Χέρτσμπρουνγκ - Ράσεελ. 33. 'Η ἐξέλιξις τῶν ἀστέρων.	
V. ἈΣΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ .....	42 - 46
34. Διπλοὶ ἀστέρες. 35. Πολλαπλοὶ ἀστέρες. 36. 'Αστρικά σμήνη	

	Σελίς
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'. Ο ΗΛΙΟΣ .....	47 - 59
I. ΣΧΗΜΑ, ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ .....	47 - 53
37. Σχήμα καί περιστροφή 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 φωτοσφαιρικαὶ σχηματισμοί. 48. Ὁ ἐνδεκαετὴς κύκλος τῶν ἡλιακῶν κηλίδων. 49. Τὰ φαινόμενα τῆς χρωμοσφαιρας.	
III. ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ ΕΠΙ ΤΗΣ ΓΗΣ .....	57 - 59
50. Γήινα φαινόμενα, ἐκολουθοῦντα τὸν 11ετῆ κύκλον. 51. Αἱ ἐκλάμψεις καὶ τὰ ἠλεκτρομαγνητικὰ γήινα φαινόμενα.	
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'. ΤΟ ΗΛΙΑΚΟΝ ΣΥΣΤΗΜΑ .....	60 - 85
I. ΚΙΝΗΣΙΣ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΗΛΙΟΝ .....	60 - 65
52. Τὸ γεωκεντρικὸν καὶ ἠλιοκεντρικὸν σύστημα. 53. Αἱ πραγματικαὶ καὶ αἱ φαινόμενα κινήσεις τῶν πλανητῶν. 54. Οἱ νόμοι τοῦ Κέπλερ καὶ τοῦ Νεύτωνος. 55. Ἀποστάσεις τῶν πλανητῶν ἐκ τοῦ ἡλίου. 56. Ταξινομήσις, συζυγία καὶ ἀποχαὶ τῶν πλανητῶν. 57. Φάσεις τῶν πλανητῶν καὶ δορυφόροι των.	
II. ΟΙ ΠΛΑΝΗΤΑΙ ΚΑΙ ΟΙ ΔΟΥΡΥΦΟΡΟΙ ΤΩΝ .....	66 - 77
58. Τὰ μεγέθη τῶν πλανητῶν καὶ τῶν δορυφόρων. 59. Περιστροφή τῶν πλανητῶν. 60. Ἑρμῆς. 61. Ἀφροδίτη. 62. Ἄρης. 63. Μικροὶ πλανῆται (ἀστεροειδεῖς). 64. Ζεὺς. 65. Κρόνος. 66. Οὐρανός. 67. Ποσειδῶν. 68. Πλούτων.	
III. ΚΟΜΗΤΑΙ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΑ .....	77 - 85
69. Μορφή, μέγεθος καὶ πλῆθος τῶν κομητῶν. 70. Τροχιαὶ τῶν κομητῶν· περιοδικοὶ καὶ μὴ περιοδικοὶ κομηταὶ 71. Θεωρία τῆς ἄγρας· οἰκογένεια καὶ προέλευσις τῶν κομητῶν. 72. Φυσικὴ κατάσταση καὶ χημικὴ σύστασις τῶν κομητῶν. 73. Οἱ κομηταὶ τοῦ Βιέλα καὶ τοῦ Χάλλεϋ. 74. Μετέωρα. 75. Πλῆθος καὶ βροχαὶ διαττόντων. 76. Οἱ ἀερόλιθοι. 77. Ζφδιακὸν καὶ ἀντιηλιακὸν φῶς.	
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'. Η ΓΗ .....	86 - 96
I. ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΤΗΣ ΓΗΣ .....	86 - 92
78. Ἡ γήϊνη σφαῖρα· ἄξων αὐτῆς καὶ κύκλοι τῆς ἐπιφανείας της. 79. Γεωγραφικαὶ συντεταγμένα. 80. Τὸ γήϊνον ἔλλειψοειδές. 81. Αἱ στοιβάδες τῆς γήϊνης σφαίρας. 82. Ἡ ἀτμόσφαιρα. 83. Ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις. 84. Ὁ γήϊνος μαγνητισμός.	



	Σελίς
II. ΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΓΗΣ .....	92 - 96
85. Ἡ περιστροφή τῆς γῆς. 86. Ἡ κίνησις τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον.	
87. Ἀποτελέσματα τοῦ συνδυασμοῦ τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς καὶ τῆς κινήσεως αὐτῆς περὶ τὸν ἥλιον. 88. Ἡ μετάπτωσις καὶ ἡ κλόνησις.	
Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο Ν Ζ'. Η ΣΕΛΗΝΗ .....	97 - 109
I. Η ΣΕΛΗΝΗ ΩΣ ΔΟΥΡΥΦΟΡΟΣ ΤΗΣ ΓΗΣ .....	97 - 100
89. Ἀπόστασις καὶ μέγεθος τῆς σελήνης. 90. Κίνησις τῆς σελήνης περὶ τὴν γῆν. 91. Αἱ φάσεις τῆς σελήνης. 92. Περιστροφή καὶ σχῆμα τῆς σελήνης.	
II. ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΤΗΣ ΣΕΛΗΝΗΣ .....	100 - 103
93. Ἐπιφάνεια τῆς σελήνης. 94. Θερμοκρασία καὶ ἐσωτερικὴ δομὴ. 95. Ἡλικία καὶ ἐξέλιξις.	
III. ΑΙ ΕΚΛΕΪΦΕΙΣ ΚΑΙ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΙ .....	104 - 109
96. Ἡ σκιά καὶ ἡ παρασκιά τῆς γῆς. 97. Αἱ ἐκλείψεις τῆς σελήνης. 98. Αἱ ἐκλείψεις τοῦ ἡλίου. 99. Τὸ φαινόμενον τῆς παλιρροίας καὶ ἡ σελήνη. 100. Ἐρμηνεῖα τοῦ φαινομένου τῶν παλιρροιῶν. 101. Ἡ παλιρροία τοῦ Εὐρίπου.	
Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο Ν Η'. Η ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΣΦΑΙΡΑ .....	110 - 133
I. ΓΗ ΚΑΙ ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΣΦΑΙΡΑ .....	110 - 124
102. Οὐράνιος σφαῖρα· σχῆμα καὶ χρῶμα τοῦ οὐρανοῦ. 103. Κατακόρυφος τόπου· κατακόρυφοι κύκλοι. 104. Φυσικὸς καὶ αἰσθητὸς ὀρίζων· ὀριζόντιοι κύκλοι. 105. Ζενιθία ἀπόστασις καὶ ὕψος ἀστέρων. 106. Ἄξων τοῦ κόσμου καὶ οὐράνιος ἰσημερινός. 107. Ὁριζιαῖοι καὶ παράλληλοι κύκλοι. 108. Μεσημβρινὸν ἐπίπεδον καὶ οὐράνιος μεσημβρινός τόπου· κύρια σημεῖα τοῦ ὀρίζοντος. 109. Φαινόμενη περιστροφή τῆς οὐρανοῦ σφαίρας καὶ νόμοι αὐτῆς. 110. Ἀνατολαὶ καὶ δύσεις τῶν ἀστέρων· ἡμερήσια καὶ νυκτερινὰ τόξα αὐτῶν. 111. Μεσουρανήσεις τῶν ἀστέρων εἰς ἓνα τόπον. 112. Δύο θεμελιώδεις ιδιότητες τοῦ οὐρανοῦ μεσημβρινοῦ 113. Ἀπόκλισις καὶ πολικὴ ἀπόστασις ἀστέρων. 114. Ὁριζιαὶ γωνία ἀστέρων.	
II. Ο ΗΛΙΟΣ ΕΙΣ ΤΗΝ ΟΥΡΑΝΙΟΝ ΣΦΑΙΡΑΝ .....	124 - 130
115. Ἐκλειπτικὴ. 116. Ἴσημερία καὶ ἔτροπαί. 117. Ἀνισότης διαρκείας τῶν ὥρων τοῦ ἔτους. 118. Μεταβολὴ τῆς διαρκείας τῶν ὥρων τοῦ ἔτους. 119. Ζωδιακὴ ζώνη.	
III. ΟΥΡΑΝΟΓΡΑΦΙΚΑΙ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΑΙ .....	130 - 133
120. Ὁρθὴ ἀναφορὰ ἀστέρων. 121. Ὁρισμὸς τῆς θέσεως σημείου ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας.	

	Σελίς
ΚΕΦ Α Λ Α Ι Ο Ν Θ'. Η ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ .....	134 - 153
122. Αί δύο μεγάλαι μονάδες μετρήσεως του χρόνου.	
I. Η ΗΜΕΡΑ .....	134 - 145
123. Ἀστρική ημέρα, αστρικός χρόνος, αστρικά ώρολόγια. 124. Θεμελιώδεις σχέσεις μεταξύ αστρικοῦ χρόνου (Τ), ὀρθῆς ἀναφορᾶς (α) καί ὠριαίας γωνίας (Η). 125. Ἀληθῆς ἡλιακή ημέρα, ἀληθῆς ἡλιακός χρόνος, ἡλιακά ὠρολόγια. 126. Μέσος ἥλιος, μέση ἡλιακή ημέρα, μέσος ἡλιακός χρόνος, ὠρολόγια μέσου ἡλιακοῦ χρόνου. 127. Ἐξίσωσις του χρόνου. 128. Παγκόσμιος χρόνος. 129. Ἀρχή καί ἀλλαγὴ τῆς ἡμέρας.	
II. ΤΟ ΕΤΟΣ .....	145 - 153
130. Ἀστρικόν, τροπικόν καί πολιτικόν ἔτος. 131. Ἡμερολόγια ἡλιακά, σεληνιακά, σεληνοηλιακά. 132. Τὸ ἡμερολόγιον του Νουμᾶ. 133. Τὸ Ἰουλιανόν ἡμερολόγιον. 134. Τὸ Γρηγοριανόν ἡμερολόγιον. 135. Καθορισμὸς τῆς ἡμερομηνίας τῆς ἐορτῆς του Πάσχα. 136. Ὁ κύκλος Μῆτωνος. 137. Τὸ παγκόσμιον ἡμερολόγιον.	
ΚΕΦ Α Λ Α Ι Ο Ν Ι'. ΚΟΣΜΟΓΟΝΙΑ .....	154 - 162
138. Μικροκοσμογονία καί μακροκοσμογονία. 139. Προέλευσις του ἡλιακοῦ συστήματος. 140. Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του ἡλιακοῦ συστήματος 141. Παλαιότεραι θεωρίαι. 142. Ἡ «πρωτοπλανητικὴ θεωρία». 143. Γένεσις τῶν ἀστέρων καί τῶν γαλαξιδῶν. 144. Διαστολὴ του Σύμπαντος. 145. Ἡλικία του Σύμπαντος. 146. Ἀρχὴ καί τέλος του Σύμπαντος.	
ΚΕΦ Α Λ Α Ι Ο Ν ΙΑ'. ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ .....	163 - 170
147. Γνώμων. 148. Χρονόμετρα καί ἔκκρεμη. 149. Τηλεσκόπια. 150. Εἰδικὰ ἀστρονομικὰ ὄργανα. 151. Ραδιοτηλεσκόπια.	
ΚΕΦ Α Λ Α Ι Ο Ν ΙΒ'. ΑΣΤΡΟΝΑΥΤΙΚΗ .....	171 - 191
Εἰσαγωγὴ .....	171 - 172
152. Ταχύτης διαφυγῆς. 153. Κίνησις τῶν τεχνητῶν δορυφόρων. 154. Αἱ τρεῖς κοσμικαὶ ταχύτητες. 155. Ἀρχὴ τῆς δράσεως καί ἀντιδράσεως καί τεχνικὴ τῶν πυραύλων. 156. Τοποθέτησις δορυφόρου ἐπὶ τροχιάς. 157. Ἐρευναι διὰ τῶν τεχνητῶν δορυφόρων. 158. Ἐξέδρα του διαστήματος. 159. Διαστημόπλοια. 160. Διαπλανητικὰ ταξίδια. 161. Τὸ μέλλον τῆς Ἀστροναυτικῆς. Οἱ 88 ἀστερισμοί. Χάρται του Οὐρανοῦ.	
ΒΙΟΓΡΑΦΙΑΙ .....	192 - 193
ΧΑΡΤΑΙ ΟΥΡΑΝΟΥ .....	194 - 195
ΠΙΝΑΚΕΣ I-II. Στοιχεῖα πλανητῶν καί δορυφόρων .....	196 - 197
ΟΙ 88 ΑΣΤΕΡΙΣΜΟΙ .....	198 - 199

# 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 περιβάλλουν 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 πραγματική, ἀλλὰ φανταστική.

Ἐπὶ τῆς οὐράνιου σφαίρας φαίνονται διάφορὰ ἀντικείμενα, τὰ **οὐράνια σώματα**. Εἰς τὰ οὐράνια σώματα ἀνήκουν ὁ ἥλιος, ἡ σελήνη, οἱ πλανῆται, οἱ κομήται, οἱ ἀστέρες, τὰ φωτεινὰ καὶ σκοτεινὰ νεφελώματα, ἡ μεταξὺ τῶν ἀστέρων ὑπάρχονσα 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 δύνανται νὰ φωτογραφηθοῦν 5.000.000.000 ἀστέρες.

Ἡ **Γαλαξίας** μας ὑπολογίζεται, ὅτι ἔχει πλέον τῶν 150 δισεκατομμυρίων ἀστέρων. Καὶ ὑπάρχουν τρισεκατομμύρια γαλαξίων μὲ ἀριθμὸν ἀνάλογον τῶν ἀστέρων τοῦ ἰδιοῦ μας **Γαλαξίου** !

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

Ἡ **Ἀστρονομία** εἶναι ἡ ἐπιστήμη ποῦ 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 ποῦ τὰς προκαλοῦν. β) Τὴν **Φυσικὴν Ἀστρονομίαν** ἢ **Ἀστροφυσικήν**, 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-

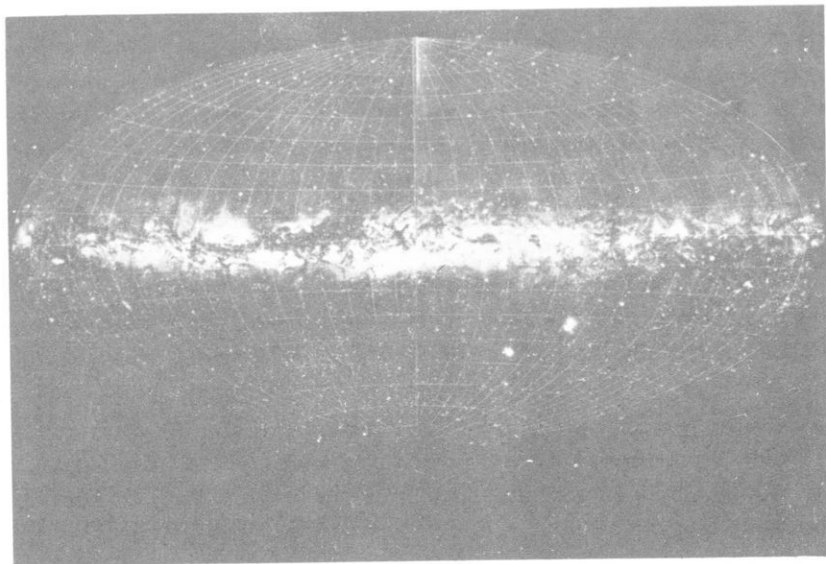
σεις τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν ὠδήγησαν τὸν Νεύτωνα εἰς τὴν μεγάλην ἀνακάλυψιν τοῦ νόμου τῆς βαρῦτητος, ποὺ εἶναι ἡ κυριώτερα βάσις τῆς συγχρόνου θετικῆς ἐπιστήμης. Ἡ ὀπτική (τηλεσκόπιον, μικροσκόπιον) ἀνεπτύχθη πολὺ μὲ τὴν ἔρευναν τῶν οὐρανίων σωμάτων. Ἡ φασματοσκοπία ἔχει ἀστρονομικὴν προέλευσιν. Ἡ Ἀκρόμη ἢ Χρονομετρία, ἢ Ναυτιλία καὶ ἢ Γεωδαισία σχετίζονται στενῶς μὲ τὴν Ἀστρονομίαν. Τελευταίως μάλιστα, ἡ συμβολὴ τῆς ἠῤῥησε, ἰδίως εἰς τὸν τομέα ἐρεύνης τοῦ διαστήματος, διὰ τῶν τεχνητῶν δορυφόρων καὶ τῶν διαστημοπλοίων.

Ἡ ἀξία ὅμως 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 ἐξαίρετον γύμνασμα διὰ τὸ πνεῦμα τοῦ ἀνθρώπου. Ἐνισχύει τὴν μνήμην καὶ δύνει τὴν κρίσιν διευρύνει τὴν σκέψιν καὶ ἀναπτέρωνει τὴν φαντασίαν. Ἡ θαυμαστή τάξις καὶ ἡ ὑπέροχος ἁρμονία, ποὺ 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 καθηγητὴς Πλακίδης, ἀποκαλύπτῃ διὰ τῶν θαυμασίων αὐτῆς εἰς τὸν ἄνθρωπον τὸ μεγαλεῖον τοῦ λογικοῦ, διὰ τοῦ ὁποῖου ἐπροικίσθη οὗτος ὑπὸ τῆς Θεῖας 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 στενῶς 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 ἐκεῖνην, ἡ ὁποία εὐρίσκεται ὀπισθεν τοῦ Σύμπαντος».

Πολὺν δὲ χαρακτηριστικῶς γράφει ὁ Δ. Αἰγινήτης ὅτι ἡ Ἀστρονομία παρουσιάζει «τὴν συγγένειαν τῆς ἰδικῆς μας διανοίας πρὸς τὸν Ἄπειρον 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 διαφορά μεταξὺ ὕλης καὶ ἐνεργείας, ἀλλ' ἡ μὲν ὕλη «ἐξαύλουμένη» γίνεται ἐνέργεια, ἡ δὲ ἐνέργεια «ὑλοποιουμένη» εἶναι δυνατόν 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 ὁλος ὁ χῶρος, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ὑπάρχουν τὰ ὑλικά σώματα, ἡ ἀπαντᾶται καὶ μεταδίδεται ἡ ἐνέργεια ὑπὸ οἰανδήποτε μορφήν τῆς.

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

Όσον και εάν, εκ πρώτης όψεως, 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 (Ἄϊνστάϊν).

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

Τοῦτο σημαίνει ὅτι τὸ Σύμπαν δύναται νὰ ἐξομοιωθῆ με μίαν σφαῖραν, ἡ ὁποία συνεχῶς ἢ διογκοῦται καί, σὺν τῷ χρόνῳ, καταλαμβάνει ὅλον ἐν μεγαλυτέραν ἔκτασιν, ἢ ἀντιθέτως σμικρύνεται.

**γ'.** Πράγματι· σήμερον δεχόμεθα, ὅτι εἰς τὸ μακρυνὸν παρελθόν, ὀλόκληρος ἢ ποσότης τῆς ὕλης καὶ τῆς ἐνεργείας τοῦ Σύμπαντος, εὐρίσκετο περιωρισμένη εἰς ἓνα μικρὸν, σχετικῶς, χῶρον καὶ ὅτι, σὺν τῇ παρόδῳ τῶν δισεκατομμυρίων ἐτῶν τῆς ἱστορίας του, τὸ Σύμπαν συνεχῶς διεστέλλετο, ἡ δὲ διαστολή του συνεχίζεται.

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

**Ἔτος φωτός** εἶναι τὸ μήκος, τὸ ὁποῖον διανύει τὸ φῶς, ἐὰν κινῆται συνεχῶς, μετὰ 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 ἰσχύν τῶν σημερινῶν τηλεσκοπίων, δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ἴδωμεν μέχρι τῶν ὀρίων τοῦ Σύμπαντος.

Διὰ τοῦ μεγαλυτέρου τηλεσκοπίου, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται εἰς τὸ ἀστεροσκοπεῖον 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 κατορθωθῆ νὰ «ἴδωμεν» αὐτὸ εἰς ὅλην του τὴν ἔκτασιν.

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

Ἐνομάζομεν **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 γαλαξιών, εὐρίσκεται διεσκορπισμένη καὶ ἀραιοτάτη ὕλη, ἐξ ἀερίων καὶ κόνεως, συχνὰ πολὺ ἀραιότερα τοῦ κενοῦ, τὸ ὅποιον ἐπιτυγχάνομεν τεχνικῶς. Ἡ ὕλη αὕτη δύναται νὰ θεωρηθῆ, ὅτι πληροῖ, ἐν γένει, τὸν χῶρον τοῦ Σύμπαντος. Ἐπειδὴ δὲ καταλαμβάνει ὅλον τὸ μεσογαλαξιακὸν διάστημα, ἦτοι τὸ διάστημα μεταξύ τῶν γαλαξιών, διὰ τοῦτο καλεῖται **μεσογαλαξιακὴ ὕλη**.

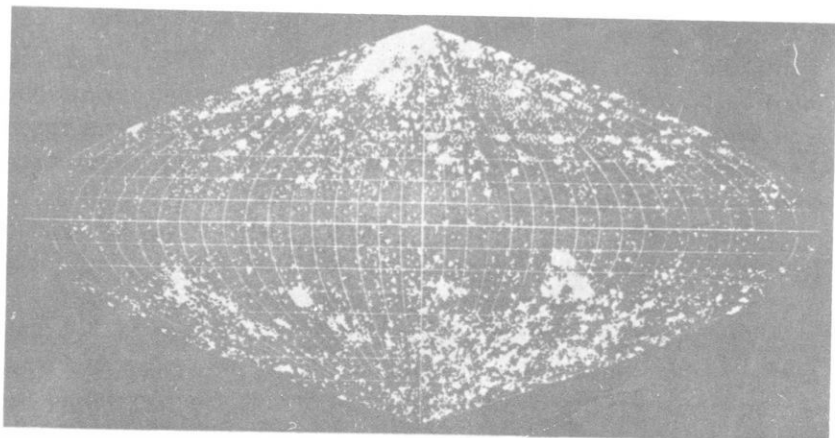
**5. Πλῆθος τῶν γαλαξιών. α΄.** Δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ καταμετρηθοῦν μὲ ἀκρίβειαν ὅλοι οἱ γαλαξίαι τοῦ Σύμπαντος καὶ τοῦτο διότι, ὡς ἐλέχθη (§ 3β), μὲ τὰ τηλεσκόπια εἰσδύομεν εἰς τὸν χῶρον μέχρι ἐνὸς ὠρισμένου βάθους, τὸ ὅποιον ἀντιπροσωπεύει, τὸ πιθανώτερον, μόνον τὸ ἥμισυ τῆς ἀκτίνος τοῦ Σύμπαντος.

Ἐκτὸς τούτου, ὅσον μακρότερον ἀπὸ ἡμᾶς εὐρίσκονται οἱ γαλαξίαι, τόσον καὶ διακρίνονται μετὰ μεγαλυτέρας δυσκολίας, ὡς ἀμυδρότατ' ἀντικείμενα. Ἐξ ἄλλου, ἡ μεσογαλαξιακὴ ὕλη, ἡ ὅποια εὐρίσκεται εἰς τὸν χῶρον, ἀπορροφᾷ τὸ φῶς τῶν γαλαξιών, 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 πλῆθος τῶν γαλαξιών. Εἰς τὸν ὑπολογισμὸν ὁμως αὐτὸν περιοριζόμεθα μόνον εἰς τὴν  $\tau \acute{\alpha} \xi \iota \nu \tau \omicron \upsilon \pi \lambda \acute{\eta} \theta \omicron \upsilon \varsigma$ .

Οὕτως εὐρέθη, ὅτι οἱ γαλαξίαι πρέπει νὰ ἀνέρχονται εἰς τὴν  $\tau \acute{\alpha} \xi \iota \nu \tau \omicron \upsilon \nu \tau \rho \iota \sigma \epsilon \kappa \alpha \tau \omicron \mu \mu \rho \acute{\iota} \omega \nu$ . Ὄταν 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, περιττεύει δὲ ἡ μεγαλυτέρα ἀκρίβεια.

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



Εικ. 2. Κατανομή τῶν νεφελοειδῶν (γαλαξιδῶν) εἰς τὴν οὐράνιον σφαῖραν.

α'. Τοὺς γαλαξίας πού ἔχουν σχῆμα ἑλλειπτικόν τοὺς ὀνομάζομεν **ἑλλειπτικούς** καὶ τοὺς συμβολίζομεν μὲ τὸ γράμμα E. Τὸ πλῆθος τῶν ἀντιπροσωπεύει τὰ 17% τοῦ συνόλου τῶν γαλαξιδῶν.

β'. Οἱ περισσότεροι ὅμως γαλαξίαι παρουσιάζουν ὄψιν σπειροειδῆ. ἔχουν δηλαδὴ οὗτοι ἓνα πυρῆνα, ἀπὸ τὸν ὁποῖον ἐκφύονται δύο βραχίονες, οἱ ὁποῖοι ἐλίσσονται σπειροειδῶς περὶ τὸν πυρῆνα. Διὰ τοῦτο τοὺς γαλαξίας αὐτοὺς τοὺς ὀνομάζομεν **σπειροειδεῖς**. Τὸ πλῆθος τῶν ἀντιπροσωπεύει τὰ 80% τοῦ συνόλου τῶν γαλαξιδῶν.

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

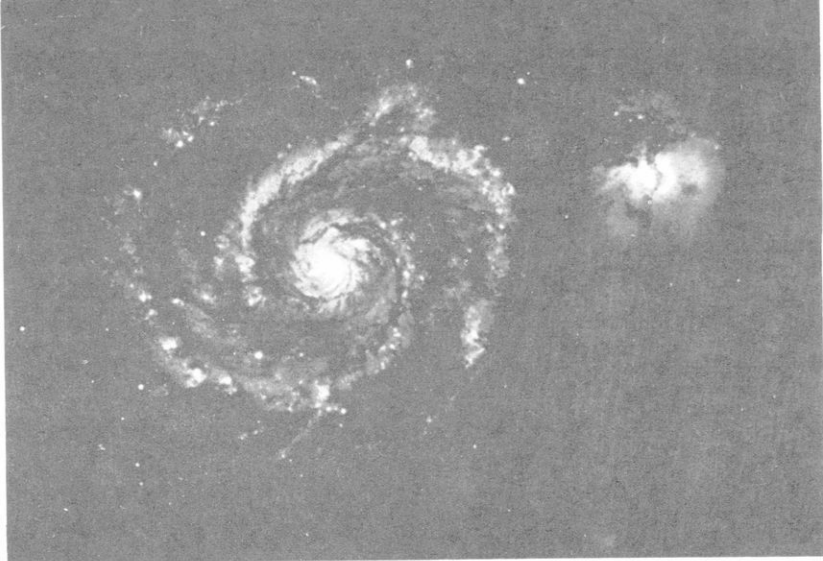
δ'. Θεωρεῖται ὡς λίαν πιθανόν, ὅτι αἱ μορφαὶ αὐταὶ τῶν γαλαξιδῶν μαρτυροῦν καὶ τὸν τρόπον, κατὰ τὸν ὁποῖον οὗτοι ἐξελίσσονται.

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

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

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





Εικ. 3. Ὁ σπειροειδῆς γαλαξίας N.G.C. 5194 εἰς τὸν ἀστερισμὸν τῶν Θηρευτικῶν Κυνῶν.

νὰ καταμετρηθῆ· διότι, λόγω τῆς μεγάλης ἀποστάσεως τῶν γαλαξιών, δὲν εἶναι συνήθως δυνατὸν καὶ νὰ διακρίνωμεν τοὺς ἀστέρας τῶν, 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 ὁμως μεθόδων βεβαιούμεθα, ὅτι τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων ἐκάστου γαλαξίου εἶναι τῆς τάξεως τῶν δεκάδων ἕως ἑκατοντάδων δισεκατομμυρίων.

**β'.** Τὰ **νεφελώματα** καθ' ἑνὸς γαλαξίου εἶναι ὕλη νεφελώδης, σχετικῶς πυκνῆ, συνήθως δὲ σκοτεινῆ, ἐκτὸς ἂν φωτίζεται ἀπὸ γειτονικούς πρὸς αὐτὴν ἀστέρας, ὅποτε φαίνεται φωτεινῆ. 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, ἡφοι τὸν

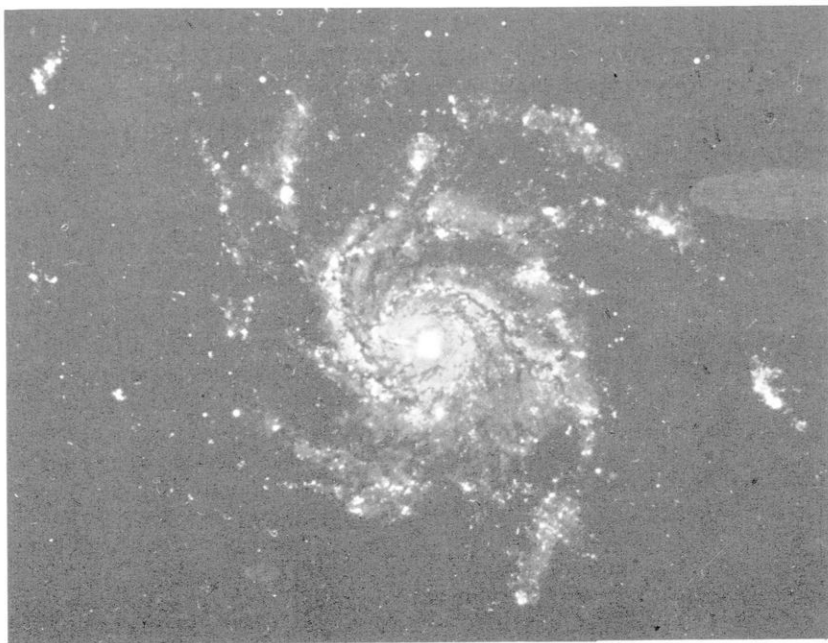


Εικ. 4. Ὁ μέγας σπειροειδής γαλαξίας  
εἰς τὸν ἀστερισμὸν τῆς Ἀνδρομέδας.

χῶρον 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 χῶρον 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 ἑλλειψοειδοῦς  
(φακοειδοῦς) σχήματός του, ἐνῶ ὁ ἄλλος παρέχει τὸ μῆκος τοῦ μικροῦ  
ἄξονος, ὁ ὁποῖος ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ «πάχος» τοῦ γαλα-  
ξίου.



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 ὅμως εἶναι τῆς τάξεως τῶν χιλιάδων ἢ καὶ τῶν δεκάδων χιλιάδων ε.φ. Εἰς τοὺς πολὺ μεγάλους γαλαξίας δυνατὸν νὰ φθάνη ἢ καὶ νὰ ὑπερβαίη ἀκόμη καὶ τὰς ἑκατὸν χιλιάδας ε.φ. Συνήθως, τὰ μεγέθη τῶν μεγάλων ἄξονων 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.** Μεταξὺ 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 γαλαξιών τῆς τοπικῆς ομάδος συγκαταλέγεται καὶ ἐκεῖνος ὁ γαλαξίας, τοῦ ὁποῖου ἕνας ἐκ τῶν ἀστέρων του εἶναι καὶ ὁ ἥλιος μας. Εἰς αὐτὸν ἐπομένως εὐρίσκεται καὶ ἡ γῆ μας, ἡ ὁποία κινεῖται περὶ τὸν ἥλιόν μας. Ἄλλος 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 ἤρξατο 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 αὕτη 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.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β Ο ΓΑΛΑΞΙΑΣ ΜΑΣ

**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 Ἑλληνες ὠνόμασαν **Γαλαξίαν**, ὡς ἐκ τῆς γαλακτοχόρου ὀψεῶς τῆς.

Εἶναι χαρακτηριστικόν, ὅτι πρῶτος ὁ Δημόκριτος (περίπτ. 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, συμφοτιζομένων ἀλλήλοις, συναυασμὸς διὰ τὴν πύκνωσιν**· ὅ,τι δηλαδὴ λέγει καὶ ἡ σύγχρονος Ἀστρονομία, ὡς πρὸς τὴν σύστασιν τοῦ γαλαξίου.

**β΄.** Ὁ γαλαξίας φαίνεται ὡσὰν μία ζώνη εἰς τὸν οὐρανόν, ὄχι διότι τοῦτο εἶναι καὶ τὸ πραγματικόν του σχῆμα. Ἐχομεν 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 ὡσὰν 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 ὁμως, ποὺ εὐρίσκονται μακρὰ μᾶς, δὲν κατορθώνομεν νὰ τὰ διαχωρίσωμεν. Τὰ βλέπομεν νὰ σχηματίζουν γύρω μας ἓνα ἄμορφον σύνολον, εἰς τὸ ὁποῖον συγχέονται οἱ κορμοί, οἱ κλάδοι καὶ τὰ φύλλωμάτα 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 ἡ φωτεινὴ γαλακτόχρος 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 μία σφαῖρα, εἰς τὸ κέντρον τῆς ὁποίας εὐρίσκεται ἡ γῆ, εἰς τρόπον ὥστε ὁλος ὁ οὐρανὸς νὰ ἔχη αὐ-

τὴν τὴν γαλακτώδη ὄψιν. Ἐχει τὸ σχῆμα φακοῦ, ἡ δὲ 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, ὡσάν μιὰ κυκλικὴ φωτεινὴ ζώνη.

γ'. Ἐπιμελημένοι ἔρευνοι, τὰς ὁποίας ἤρχισε πρὸ διακοσίων περίπου ἐτῶν ὁ W. Herschel (Οὐίλ. Ἑρσελ) 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.

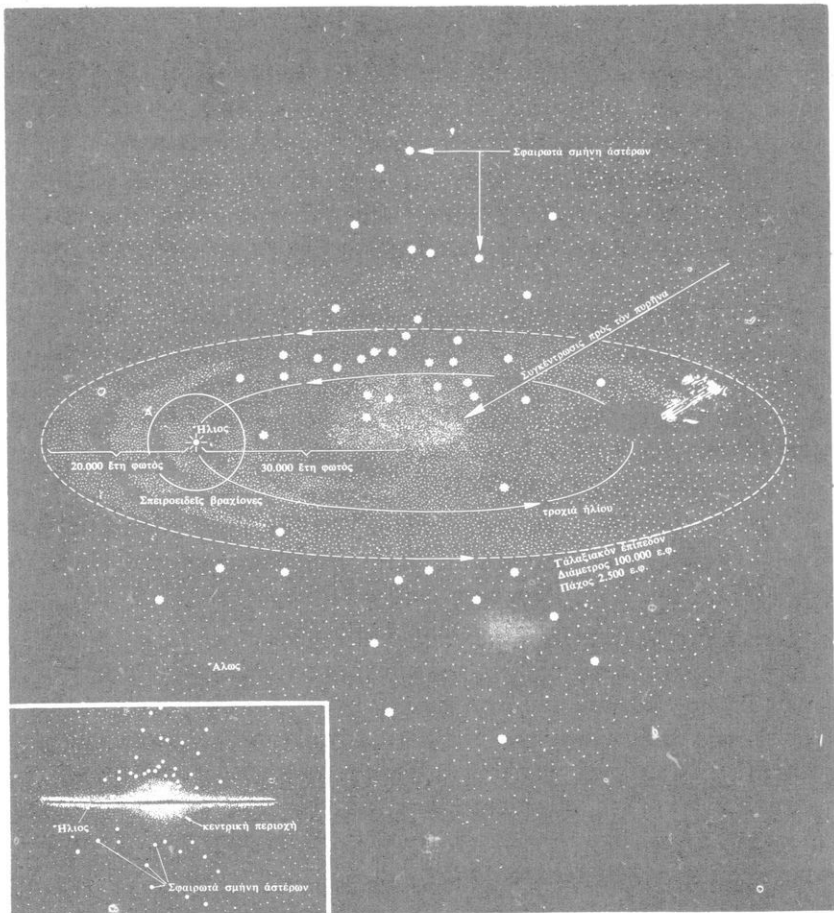
Ἐπολογίζεται, ὅτι ἡ διάμετρος τοῦ γαλαξίου εἶναι τῆς τάξεως τῶν 100.000 ε.φ., ἐνῶ τὸ πάχος του περιορίζεται εἰς τὰ 10.000 ε.φ.

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

ε'. Ὁρισμένοι περιοχαὶ τοῦ οὐρανοῦ ἐκπέμπουν ἔντονα ραδιοφωνικὰ κύματα. Αἱ πηγαὶ αὐταὶ ὀνομάζονται ραδιαστέρες ἢ ραδιοπηγαί. Ἡ ὕπαρξις των διαπιστώνεται διὰ τῶν ραδιοτηλεσκοπίων. Οἱ «ραδιαστέρες», κατὰ κανόνα, δὲν φαίνονται διὰ τῶν ὀπτικῶν τηλεσκοπίων. Οὗτοι εἶναι ὑπολείμματα «ὑπερνέων» ἀστέρων (§ 30δ). 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, πού ἐκπέμπουν πολὺ ρυθμικὴν ραδιοφωνικὴν ἀκτινοβολίαν. Αὗται 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 εξ αυτών απαρτίζεται εκ των λαμπροτέρων κυρίως άστέρων του ούρανου, άνερχομένων περίπου εις πεντακοσίους.

Παρά τὸ γεγονός, ὅτι οἱ άστέρες αὐτοὶ φαίνονται κατεσπαρμένοι πρὸς πᾶσαν διεύθυνσιν εἰς τὸν οὐρανόν, εἰς τὴν πραγματικότητα ὅμως ἀποτελοῦν σμήνος. Διότι ἐπιμελημένα μετρήσεις τῆς ἀποστάσεως 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 άστέρες. Τοῦτο ἀποδεικνύει,

ὅτι ὄχι μόνον ἀποτελοῦν σηῆνος, ἀλλ' ὅτι εἰς τὸ σηῆνος αὐτὸ ἀνήκει καὶ ὁ ἥλιος μας, ὡς ἀστὴρ τοῦ γαλαξίου μας. Συνεπῶς εἰς τὸ σηῆνος τοῦτο εὐρίσκόμεθα 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 ὀλόκληρος ὁ γαλαξίας περιστρέφεται. Ἡ περιστροφή του γίνεται γύρω ἀπὸ τὸν μικρὸν ἄξονα τοῦ ἑλλειψοειδοῦς πυρῆνός του (§ 8 καὶ 10 γ), ὁ δὲ χρόνος, ὁ ἀπαιτούμενος διὰ μίαν περιστροφὴν ἀνέρχεται εἰς 200 περίπου ἑκατομύρια 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 τοῦ-των, 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 ἀστὴρ 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.**



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

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

Τέλος, κινουῦνται περὶ τὸν ἥλιον καὶ μερικαὶ δεκάδες ἄλλων σωμάτων, ὀγκωδεστέρων ἀπὸ τοὺς πλανήτας, ἀλλὰ πολὺ ἐλαφροτέρων, τὰ ὁποῖα, ἕπειδὴ 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.) τόνους. Ἐκ τοῦ στοιχείου τούτου προκύπτει, ὅτι ἡ κατὰ 330.000 φορὰς μεγαλυτέρα μᾶζα τοῦ ἡλίου εἶναι ἴση πρὸς  $1,815^{27}$  τόνους (1,8 περίπου ὀκτάκις ἑκατ. τόν.).

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

**β’.** Ἐξ ἄλλου, ἔμετρήθη ἡ διάμετρος τῆς γηίνης 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, ὄχι 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 ἄκτις της, συγκρινομένη πρὸς ἐκείνην τοῦ γαλαξίου, κατανατᾶ πλέον ἀσήμαντος, ἀφοῦ ὁ λόγος τῶν μεγεθῶν των εἶναι, πράγματι, κλάσμα ἀμελητέον.

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

είναι κ̄αν δυνατὸν ν̄α συγκριθῆ̄ πρὸς τὸ μέγεθος τοῦ ὄλου Σύμπαντος, ἀφοῦ ὁ γαλαξίας ὀλόκληρος μόλις 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 τουλάχιστον δισεκατομμυρίων ἐτῶν φωτός, τείνει πλέον πρὸς τὸ μηδέν !

## Ἐσκήσεις

5. Νὰ εὐρεθῆ̄ ποίαις 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 ὄλον πλῆθος τῶν γαλαξιῶν τοῦ Σύμπαντος εἶναι τῆς τάξεως τῶν  $10^{12}$ .

6. Πόσοι γαλαξίαι πρέπει νὰ ὑπάρχουν εἰς ἓνα χῶρον τοῦ Σύμπαντος, ἔχοντα ἀκτίνα  $10^8$  ἔτη φωτός, ὅταν ληφθῆ̄ ὡς μέση ἀπόστασις τῶν γαλαξιῶν ἀπ' ἀλλήλων, ἡ ἀπόστασις τῶν  $10^8$  ε.φ. καὶ θεωρηθῆ̄, ὅτι οἱ γαλαξίαι οὗτοι διαμοιράζονται ὁμοιόμορφως εἰς τὸν χῶρον τοῦτον;

7. Ἐὰν τὸ ὄλον 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 ; (Ἐπιτίθεται, ὅτι ἡ κατανομή τῶν ἀστέρων εἰς αὐτὸν εἶναι ὁμοιόμορφη).

8. Ἐὰν ἡ ἀπόστασις τῆς γῆς ἀπὸ τὸν ἥλιον, ἴση πρὸς  $1,5 \times 10^8$  km, ληφθῆ̄ ὡς μονὰς μετρήσεως τῶν ἀποστάσεων («ἀστρονομικὴ μονάδα»), τότε πόσοι 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. Εὐρετε πόση εἶναι ἡ ἀπόστασις τοῦ ἡλίου α) μακρὰν τοῦ γαλαξιακοῦ ἐπιπέδου καὶ β) ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ γαλαξίου εἰς ἀστρονομικὰς μονάδας.

11. Πόσον χρόνον χρειάζεται ὁ ἥλιος καὶ ἡ γῆ διὰ νὰ κάμουν 100 περιφορὰς γύρω ἀπὸ τὸν ἄξονα τοῦ γαλαξίου ;

12. Ἐὰν ἡ ἀπόστασις γῆς - ἡλίου, ἴση πρὸς  $1,5 \times 10^8$  km, ληφθῆ̄ ὡς μονὰς μετρήσεων τῶν ἀποστάσεων, τότε, πόσας τοιαύτας μονάδας ἀπέχει ἀπὸ τὸν ἥλιον ὁ τελευταῖος πλανήτης, ὁ Πλούτων ;

13. Εὐρετε τὸν λόγον : τοῦ μεγέθους τῆς ἀκτίνος τῆς γῆς α) ὡς πρὸς ἐκείνην τοῦ γαλαξίου καὶ β) ὡς πρὸς ἐκείνην τοῦ Σύμπαντος.

14. Εὐρετε τὸν λόγον: τοῦ μεγέθους τῆς ἀκτίνος τοῦ ἡλίου α) ὡς πρὸς ἐκείνην τοῦ γαλαξίου καὶ β) ὡς πρὸς ἐκείνην τοῦ Σύμπαντος.

15. Εὐρετε τὸν λόγον : τῆς ἀποστάσεως γῆς - ἡλίου, α) ὡς πρὸς τὴν ἀκτίνα τοῦ γαλαξίου καὶ β) ὡς πρὸς ἐκείνην τοῦ Σύμπαντος.

16. Εὐρετε 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, σχηματίζουσι μερικά εὐδιάκριτα συμπλέγματα, τὰ ὁποῖα, βοηθοῦσης καὶ τῆς φαντασίας, εὐρίσκομεν νὰ ἔχουσι τὴν μορφήν διαφόρων ἀντικειμένων, ζῶων 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 ἰδιαίτερον ὄνομα, ληφθὲν ἀπὸ τὴν ἑλληνικὴν μυθολογίαν.

Ὑπάρχουσι π.χ. οἱ ἀστερισμοὶ τοῦ **Ἡρακλέους**, τοῦ **Ὀρίωνος**, 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 ἔποχάς, ἐκτὸς τῶν 48 ἐν συνόλῳ ἀστερισμῶν, τοὺς ὁποίους εἰσήγαγον οἱ Ἕλληνες, προσετέθησαν καὶ ἄλλοι.

**β'.** Σήμερον, ἡ «Διεθνὴς Ἀστρονομικὴ Ἐνωσις» ἀπεφάσισε 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 : Μεγάλη Ἄρκτος, Μικρὰ Ἄρκτος, Κασσιόπη, Κηφεύς, Δράκων καὶ Καμηλοπάρδαλις εἶναι ὄρατοὶ ἐξ Ἑλλάδος καθ' ὅλην τὴν νύκτα καὶ ὅλας τὰς ἔποχάς 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 ἔποχάς καὶ ὥρας τῆς νυκτός, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ὀνομάζονται **ἀμφιφανεῖς ἀστερισμοί**. Αὐτοὶ χωρίζονται εἰς 23 **βoreίους**, ἧτοι εὐρίσκομένους εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ,

12 ζωδιακούς (βλ. § 119) και 28 νοτίους, ώς εύρισκομένους εις τὸ νότιον ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ.

Οἱ ὑπόλοιποι 19 ἀστερισμοὶ δὲν φαίνονται ποτὲ ἀπὸ τὴν Ἑλλάδα, διότι εὕρισκονται εἰς 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 ἰδιαιτέρον 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 (ἀετὸς ἱπτάμενος).

**β'.** Τόσον ὅμως αὐτοὶ οἱ 30 ἀστέρες, ὅσον καὶ ὅλοι οἱ ἄλλοι, οἱ ὀρατοὶ χωρὶς τηλεσκόπιον εἰς 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, εἰς τὸν ἀστερισμὸν τῆς Λύρας, λέγεται καὶ α Lyr (α τῆς Λύρας).

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

**17. Λαμπρότης τῶν ἀστέρων. α'.** Ὅπως διαπιστώνει κανεὶς ἀμέσως, ὅλοι οἱ ἀστέρες δὲν παρουσιάζουν τὴν ἴδιαν λαμπρότητα. Μερικοὶ εἶναι ἐξόχως λαμπροί, ἐνῶ ἄλλοι φαίνονται ὀλονέν καὶ ἀμυδρότεροι, διὰ τὴν κατὰ τὴν ἰσχύοντα εἰς ἐκείνους οἱ ὁποῖοι διακρίνονται μετὰ δυσκολίας.

Ἀπὸ τοὺς ἀρχαίους Ἕλληνας ἀστρονόμους καὶ πρὸ παντὸς τὸν Ἰππάρχον καὶ τὸν Πτολεμαῖον, οἱ ἀστέρες ἐταξινομήθησαν, ἀναλόγως τῆς λαμπρότητός των, εἰς **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' ὁμοίον δὲ τρόπον, οἱ ἀστέρες καθενὸς τῶν ἐπομένων μεγεθῶν εἶναι ἀμυδρότεροι ἐκείνων τοῦ προηγουμένου, ἐνῶ εἰς τὸ ἕκτον ἀντιστοιχοῦν οἱ μόλις ὀρατοί.

γ'. Πρῶτος ὁ Γερμανὸς ἀστρονόμος J. Herschel ("Ἐρσελ) 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 ἀστὴρ τοῦ ε' μεγέθους εἶναι  $c$  φορές λαμπρότερος ἀστέρος τοῦ στ' μεγέθους, τότε, ἕνας ἀστὴρ τοῦ δ' μεγέθους θὰ εἶναι  $c^2$  φορές λαμπρότερος τοῦ ἰδίου ἀστέρος (τοῦ στ' μεγέθους), ἐνῶ, ἀστὴρ τοῦ γ' μεγέθους θὰ εἶναι  $c^3$  φορές λαμπρότερος ἐκείνου. Κατ' ἀκολουθίαν ἀστὴρ τοῦ β' μεγέθους θὰ εἶναι κατὰ  $c^4$  λαμπρότερος καὶ ἀστὴρ α' μεγέθους θὰ εἶναι κατὰ  $c^5$  φορές μεγαλύτερος λαμπρότητος τοῦ ἀστέρος τοῦ στ' μεγέθους. Συνεπῶς, θὰ ἔχωμεν

$$\frac{L_1}{L_6} = c^5 = 100, \text{ δυνάμει τῆς (1). Ὄποτε, } c^5 = 100 \text{ καὶ}$$

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

Ἐπομένως, οἱ ἀστέρες ἑνὸς 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, ἡ μετάβασις ἀπὸ μεγέθους εἰς μέγεθος δὲν γίνεται ἀποτόμως. Ὑπάρχει πάντοτε μία κλιμάκωσις λαμπροτήτων. Διὰ καταλλήλων φωτομέτρων εἶναι δυνατόν νὰ μετρηθῇ ἀκριβῶς ἡ λαμπρότης καθενὸς ἀστέρος, ἡ ὁποία καὶ καθορίζεται, ὄχι μόνον εἰς ἀκέραιον μέγεθος, ἀλλὰ καὶ διὰ τῶν δεκατῶν αὐτοῦ. Οὕτως, ὁ ἀστὴρ Λ α μ π α δ ί α ς (α τοῦ ἀστερισμοῦ τοῦ Ταύρου) ἔχει μέγεθος 1,1, ἐνῶ ὁ Πολυδεύκης (β τῶν Διδύμων) εἶναι 1,2 μεγέθους καὶ ὁ Β α σ ι λ ί σ κ ο ς (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 μεγαλυτέραν 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 ἢ Αἶξ (α τοῦ Ἡνιόχου) καὶ ὁ Ἀρκτοῦρος (α τοῦ Βοώτου) εἶναι 0,2 μεγέθους.

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

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

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

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

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

Τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων, τοὺς ὁποίους δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν μέχρι 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 θέσεως των εἰς τὸν οὐρανόν, τὸ μέγεθός των, τὸν δείκτην τοῦ χρώματός των, τὸν φασματικὸν τύπον των καὶ ἄλλα ἀκόμη στοιχεῖα χαρακτηριστικά, ὅπως ἡ ἀπόστασις των, αἱ διαστάσεις των κ.λπ.

**β'.** Βάσει τῶν καταλόγων τῶν ἀστέρων, ἀλλὰ καὶ μὲ τὴν βοήθειαν τῆς φωτογραφίας, συντάσσονται ἀκριβεῖς χάρται καὶ ἀτλαντες 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. χαρτ. 1 καὶ 2 ἐκτὸς κειμένου).

**20. Οὐρανογραφία. α'.** Ἡ ἀνεύρεσις καὶ ἀναγνώρισις τῶν ἀστερισμῶν καὶ τῶν ἀστέρων 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 ὐ ρ ἄ ν αὐτῆς. Οἱ ἀστέρες τῆς Μεγάλης Ἄρκτου εἶναι 2ου μεγέθους, πλην 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 ἕνας ἐκ τῶν ἑπτὰ ἀστέρων, οἱ ὁποῖοι καθορίζουν 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.

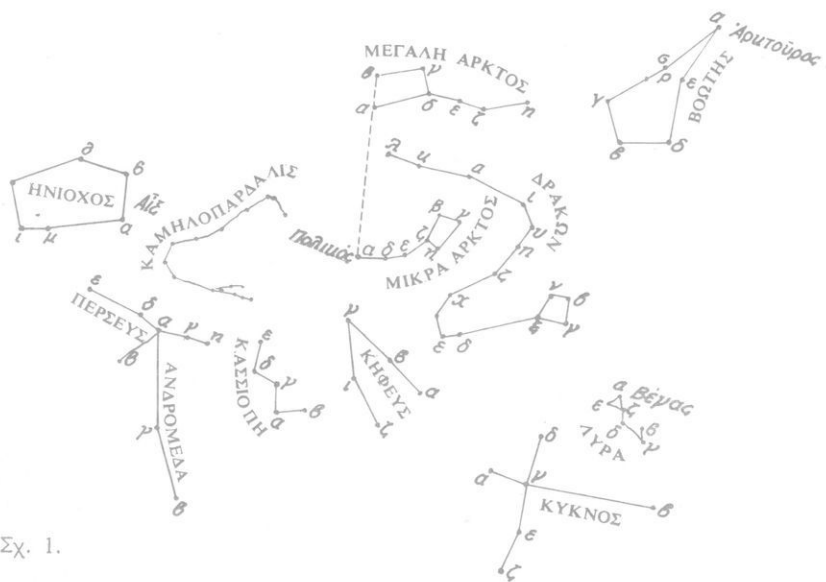
Οἱ ἀστέρες τῆς Μικρᾶς Ἄρκτου εἶναι ἀμυδροὶ ἐκτὸς τοῦ πολικοῦ καὶ τῶν β καὶ γ, οἱ ὁποῖοι εἶναι 2ου μεγέθους.

**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 περισσότερο 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  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  καὶ  $\epsilon$ , ὅλοι λαμπροὶ τοῦ 2ου καὶ 3ου μεγέθους, σχηματίζουν τὸ γράμμα W.

ζ'. Πέραν τῶν ἑξ αὐτῶν ἀστερισμῶν, τῶν ἀειφανῶν διὰ τὴν Ἑλλάδα, μετὰ τὴν βοήθειαν τοῦ σχήματος, εὐρίσκομεν τοὺς λαμπροὺς ἀστερισμοὺς: τοῦ **Βωώτου** μετὰ τὸν ἀστέρα Ἄρκτουρον τοῦ 1ου μεγέθους (εἰς τὴν προέκτασιν τῆς γραμμῆς  $\zeta$  - τῆς οὐρᾶς τῆς Μεγάλης Ἄρκτου): τὴν **Λύραν** μετὰ τὸν λαμπρότερον ἀστέρα τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου, τὸν **Βέγαν**, καὶ τὸν **Κύκνον**, τοῦ ὁποίου ὁ ἀστὴρ  $\alpha$  εἶναι τοῦ 1ου μεγέθους, ἀμφοτέρους πρὸς τὸ μέρος τοῦ Κηφέως καὶ τοῦ Δράκοντος: τὸν **Περσεά** καὶ τὴν Ἄνδρομέδαν, λαμπροὺς ἀστερισμοὺς, ἐκεῖθεν τῆς Κασσιόπης: τέλος δὲ τὸν Ἅνιοχον μετὰ τὸν λαμπρὸν ἀστέρα του  $\alpha$ , τὴν **Αἶγα**, ἐκεῖθεν τῆς Καμηλοπαρδάλεως. Καθ' ὅμοιον τρόπον, μετὰ τὴν βοήθειαν τῶν χαρτῶν, εἶναι δυνατὴ ἡ ἀνεύρεσις καὶ ἀναγνώρισις ὅλων 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 πανσέληνος ἀπὸ ἑνα ἀστὴρα πρώτου μεγέθους;
19. Εὑρετε μετὰ πόσους ἀστέρας τοῦ 1ου μεγέθους ἰσοῦται ἡ λαμπρότης τοῦ ἡλίου.
20. Εὑρετε μετὰ πόσας πανσέληνους ἰσοῦται ἡ λαμπρότης τοῦ ἡλίου.

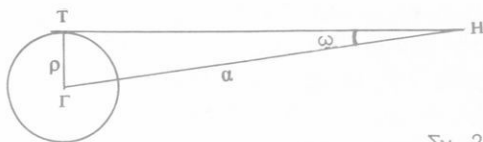


## II. Ἀποστάσεις καὶ κινήσεις τῶν ἀστέρων

### 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 ἀντιστοιχῶς.

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



Σχ. 2.

ὀριζοντίαν παράλλαξιν τοῦ ἡλίου τὴν γωνίαν ΤΗΓ = ω, ὑπὸ τὴν ὁποίαν φαίνεται ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ ἡλίου Η ἡ ἀκτίς τῆς γῆς ΓΤ = ρ.

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

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

Συνεπῶς, ἐὰν γνωρίζωμεν τὴν ὀριζοντίαν παράλλαξιν ω τοῦ ἡλίου, δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν τὴν ἀπόστασίν του α ἐκ τῆς γῆς, ἔφ' ὅσον εἶναι γνωστὴ ἡ ἀκτίς ρ τῆς γηίνης σφαίρας.

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

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

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 μόνος μετρήσεως τῶν γειτονικῶν πρὸς τὴν γῆν οὐρανίων σωμάτων καὶ καλεῖται **ἀστρονομικὴ μονάς**.

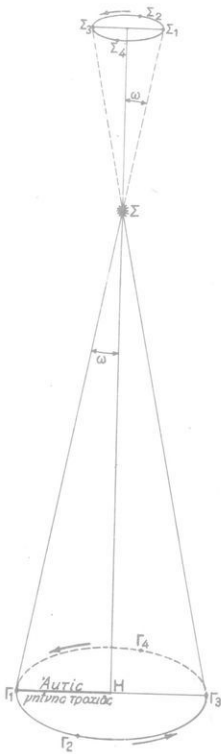
Ἐφ' ἐξῆς θὰ συμβολίζεται διὰ τῶν ἀρχικῶν α.μ.

**22. Παραλλάξεις τῶν ἀστέρων.** Ἡ μονὰς παρσέκ. α'. Ἐστω Η ὁ ἥλιος καὶ  $\Gamma_1\Gamma_2\Gamma_3 \dots \Gamma_1$  ἡ τροχιά τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον, ἐνῶ τὰ σημεῖα  $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \dots$  εἶναι αἱ διάφοροι θέσεις αὐτῆς ἐπὶ τῆς τροχιάς της, κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἐτησίας περιφορᾶς της περὶ τὸν ἥλιον (σχ. 3). Ἐστω δὲ καὶ ὁ ἀστήρ Σ 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 ἀστήρ φαίνεται, ὅτι κινεῖται καὶ διαγράφει τὸ τόξον  $\Sigma_1\Sigma_2$ . Οὕτως, ἐνῶ ἡ γῆ ἐκτελεῖ τὴν ἐτησίαν κίνησιν της περὶ τὸν ἥλιον, ὁ ἀστήρ Σ φαίνεται, ὅτι διαγράφει τὴν τροχιάν  $\Sigma_1\Sigma_2\Sigma_3 \dots \Sigma_1$  ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ, ἡ ὁποία καλεῖται **παραλλακτικὴ τροχιά τοῦ ἀστέρος Σ**.

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

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

Μόνον 100 περίπου ἀστέρες παρουσιάζουν παράλλαξιν, αἰσθητὴν ὀπτικῶς, εἶναι δὲ μόλις 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 εὕρωμεν 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 δυνάμεθ' ἵνα 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, ὅποτε, διὰ τὴν ἀνεύρεσιν τῶν ἀποστάσεων τῶν ἀστέρων εἶναι ἀρκετὸν νὰ γνωρίσωμεν μόνον τὴν παράλλαξιν τῶν.

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

Καλοῦμεν **παρσέκ** τὴν ἀπόστασιν, εἰς τὴν ὁποίαν 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:

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

**23. Ἀποστάσεις τῶν ἀστέρων. 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 ὁποίαν παρουσιάζουν οἱ ἀστέρες, ναὶ μὲν

ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἀπόστασίν των, σχετίζεται ὁμως κατ' οὐσίαν μὲ τὴν θερμοκρασίαν των καὶ τὰς πραγματικὰς των διαστάσεις, δηλαδή μὲ τὴν πραγματικὴν φωτεινότητά των. Διὰ τοῦτο, ἕνας ἀστὴρ, μικρὸς κατὰ τὰς διαστάσεις καὶ ὀλίγον φωτεινός, εἶναι δυνατὸν νὰ φαίνεται λαμπρός, ἔαν 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 ὁποίαν θὰ εἶχον, ἔαν 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 ἀστὴρ 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 ἑξῆς :

Ἀστὴρ	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 (Ἄλτάϊρ)	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 ὁποίου ἡ ἔτησία παράλλαξις εἶναι ἴση μὲ 0'',219.
- Εὑρετε εἰς ε.φ. τὴν ἀπόστασιν ἀστέρος, τοῦ ὁποίου ἡ ἔτησία παράλλαξις εἶναι ἴση πρὸς 0'',001.
- Πόση εἶναι ἡ ἀπόστασις τοῦ ἡλίου ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ γαλαξίου εἰς παρσέκ καὶ ἀ.μ.;

## 24. Πραγματικά 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 τὸ νὰ τοὺς ἀντιδιαστέλλουν πρὸς τοὺς πέντε μόνον γνωστούς τότε πλανήτας, οἱ ὅποιοι ἐφαίνοντο νὰ κινουῦνται μεταξὺ τῶν ἀπλανῶν.

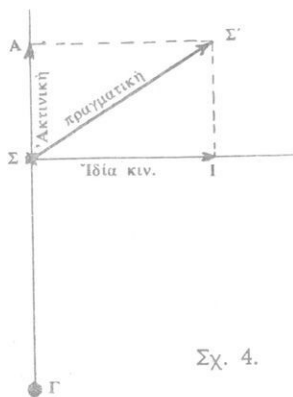
Πρῶτος ὁ Halley (Χάλλεϋ), τὸ 1718, ἀπέδειξεν, ὅτι οἱ λαμπροὶ ἀστέρες Σείριος, Ἄρκτουρος καὶ Λαμπαδίας κινουῦνται. Σήμερον γνωρίζομεν, ὅτι ὅλοι οἱ ἀστέρες κινουῦνται, ἀσχέτως ἂν αἱ κινήσεις των δὲν γίνονται αἰσθηταὶ εἰς μικρὰ χρονικὰ διαστήματα, ὀλίγων δεκάδων ἢ ἑκατοντάδων ἐτῶν.

β'. Ἐστω ἀστήρ Σ, θεώμενος ἐκ τῆς γῆς Γ (σχ. 4) καὶ ἔστω ΣΣ' ἡ πραγματικὴ κίνησις του εἰς τὸν χῶρον. Ὁ γῆινος 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 ὁποίαν ἀντιλαμβανόμεθα ὁ π τ ι κ ῶ ς, 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 ἀστήρ ἀπομακρύνεται τῆς γῆς, ἢ ἐκ τοῦ Σ πρὸς τὸ Γ, ἂν ὁ ἀστήρ μᾶς πλησιάζῃ. Τοῦτο ἐξακριβοῦται μὲ τὴν γνωστὴν μέθοδον Doppler - Fizeau. Διότι, ἂν ὁ ἀστήρ μᾶς πλησιάζῃ, τότε αἱ γραμμαὶ τοῦ φάσματός του παρουσιάζουν μεταθέσειν πρὸς τὸ ἰώδες: ἐνῶ, ὅταν ὁ ἀστήρ ἀπομακρύνεται, τότε αἱ γραμμαὶ μετατίθενται πρὸς τὸ ἐρυθρὸν μέρος τοῦ φάσματός του.

Τὴν ταχύτητα  $t$  τοῦ ἀστέρος, τὴν ὁποίαν 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 μετατόπισίς της.

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°,5 (δση εἶναι ἡ φαινόμενη διάμετρος τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου).

Ὁ ἀστήρ, ὅστις παρουσιάζει τὴν μεγαλυτέραν γνωστὴν ἴδιαν κίνησιν, εἶναι ὁ καλούμενος ἀ σ τ ῆ ρ τ ο ὺ Μ π α ρ ν ά ρ ν τ, μεγέθους 9,7. Οὗτος κινεῖται ἐτησίως κατὰ 10'', 3 καὶ ἐντὸς 352 ἐτῶν μετατοπίζεται κατὰ 1°.

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

α Κενταύρου 3'',68· Σείριος 1'',32· Προκύνων 1'',25· Ἀλτάίρ 0'',66.

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

**25. Μεταβατικὴ κίνησις τοῦ ἡλίου.** Ἐξηκριβώθη, ὅτι ὁ ἥλιος, ὅπως ὅλοι οἱ ἀστέρες, κινεῖται εἰς τὸν χῶρον. Ἡ κίνησις του διαπιστοῦται ὡς ἐξῆς: Ὅπως, ὅταν κινούμεθα ἐντὸς δάσους, τὰ δένδρα, πρὸς τὰ ὁποῖα προχωροῦμεν, φαίνονται ὅτι «άνοιγουν», ἐνῶ ἀντιθέτως, ἐκεῖνα ποῦ ἀφίνομεν ὀπίσω, φαίνονται ὅτι συγκλίνουν μεταξύ των, καθ' ὅμοιον τρόπον καὶ οἱ γειτονικοὶ πρὸς τὸν ἥλιον ἀστέρες, διὰ μέσου τῶν ὁποίων ἐκεῖνος προχωρεῖ, «άνοιγουν» 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 πλησίον τοῦ ἀστέρος ο τοῦ Ἡρακλέους, αὐτὸς δὲ συντεταγμέναι του (§ 121) 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 διαπυρωθῇ, παρουσιάζει ἀρχικῶς χρῶμα ἐρυθρὸν (ἐρυθροπύρωσις), κατόπιν δέ, ὑφουμένης τῆς θερμοκρασίας του, τὸ χρῶμά του γίνεται ὀλονὲν καὶ λευκότερον, μέχρι τοῦ κυανοχρώου (λευκοπύρωσις).

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

**27. Φασματικοί τύποι τῶν ἀστέρων.** α'. Ὅλοι σχεδόν οἱ ἀστέρες παρουσιάζουν φάσμα ἀπορροφῆσεως καὶ πολὺ ὀλίγοι φάσμα ἐκπομπῆς.

Τὸ φάσμα ἀπορροφῆσεως ἀποδεικνύει, ὅτι οἱ ἀστέρες εἶναι διάπυροι καὶ περιβάλλονται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας 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 ἀπορροφῆσεως. Ἐξ ἄλλου, τὸ φάσμα ἐκπομπῆς μὲ φωτεινὰς γραμμὰς, τὸ ὁποῖον παρουσιάζουν ἐλάχιστοι ἀστέρες, ἀποδεικνύει, ὅτι καὶ αὐτοὶ εὐρίσκονται εἰς διάπυρον κατάστασιν καὶ ὅτι περιβάλλονται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας, 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, ἢ 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 ἀπορροφῆσεως, εἰς τὸ ὁποῖον 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 ὕδρογόνου.** Εἰς τὸ φάσμα ἀπορροφῆσεως αὐτῶν ἐπικρατοῦν αἱ γραμμαὶ τοῦ ὕδρογόνου. 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 αὐτοὺς.

3. **Ἀστέρες ἰονισμένου ἀσβεστίου.** Εἰς τὸ φάσμα των ἐπικρατοῦν πρῶτον αἱ γραμμαὶ τοῦ ἰονισμένου ἀσβεστίου καὶ ἔπειτα τοῦ ὕδρογόνου. Ἡ θερμοκρασία των εἶναι χαμηλότερα τῶν 8000<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°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 ὅμοιον πρὸς ἐκεῖνον, τὸ ὅποιον παρουσιάζουν αἱ κηλίδες τοῦ ἡλίου μας (§ 47 γ'), μὲ ἀφθόνους μεταλλικὰς γραμμὰς καὶ περισσότερον ἠλαττωμένας τὰς γραμμὰς τοῦ ὕδρογόνου. Ἡ θερμοκρασία των κατέρχεται εἰς τοὺς 4600° K καὶ ἔχουν χρῶμα χρυσοκίτρινον. Εἰς αὐτούς ἀνήκει ὁ Ἄρκτουρος (α Βοώτου) καὶ ὁ Λαμπαδιάς (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 φαινομενικαὶ διάμετροι ἀρκετῶν ἀστέρων, αἱ ὁποῖαι εὐρίσκονται πάντοτε μικρότεραι τῶν 0'', 05. Ἐξ αὐτῶν ἐμετρήθησαν καὶ αἱ πραγματικαὶ διάμετροί των, διότι ἰσχύει ἡ σχέση :

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

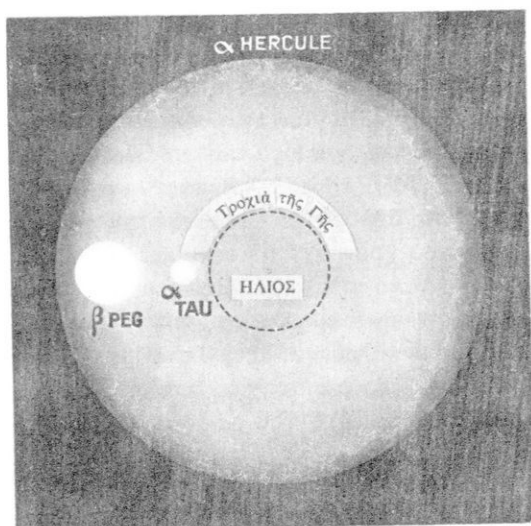
**β'.** Εἶναι ὅμως δυνατὸν νὰ εὑρεθοῦν αἱ διαστάσεις τῶν ἀστέρων καὶ ἐκ τοῦ ἀπολύτου μεγέθους των (§ 23), ἐφ' ὅσον τοῦτο ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἐπιφανειακὴν θερμοκρασίαν των, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὴν ἔκτασιν τῆς ἐπιφανείας των. Ἐπομένως, ἐκ τοῦ ἀπολύτου μεγέθους, ὅταν γνωρίζωμεν τὴν θερμοκρασίαν τῆς ἐπιφανείας ἑνὸς 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 Ἀντάρης (α τοῦ Σκορπιού), μὲ θερμοκρασίαν μόνον 3000° K, παρουσιάζει μεγίστην φωτεινότητα, διότι ὁ ὄγκος του εἶναι πολὺ μεγάλος. Ἡ ἀκτίς του ὑπολογίζεται 160 φορές μεγαλυτέρα τῆς ἡλιακῆς καὶ ὁ ὄγκος του  $4,1 \times 10^6$  μεγαλύτερος.

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



Εικ. 7. Συγκριτικά μεγέθη του ήλιου πρὸς τοὺς γίγαντας ἀστέρας α Ταύρου (α Τau), β Πηγᾶσου (β Peg) καὶ α Ἡρακλέους (α Hercule). Ἐντὸς τοῦ τελευταίου θὰ ἠδύνατο νὰ χωρέσῃ ὁ ἥλιος καὶ ἡ περὶ αὐτὸν κινουμένη γῆ.



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

Μεταξὺ τῶν ὑπεργίγαντων 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 ἡλιακᾶς, 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 ταξινομήσις τῶν μεταβλητῶν ἀστέρων.

α'. Ὀνομάζονται μεταβλητοὶ ἀστέρες, ὅσοι δὲν ἔχουν σταθερὰν λαμ-

πρότητα, αλλά παρουσιάζουν κύμανσιν τῆς φωτεινότητός των.

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

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

Ἄλλοι πάλιν ἔχουν μεγάλην περίοδον ἀπὸ 50 μέχρι 700 ἡμερῶν. Διὰ τοῦτο λέγονται **μεταβλητοὶ μακρᾶς περιόδου**. Τοιοῦτος εἶναι ὁ τοῦ Κήτους, ὁ λεγόμενος καὶ θ α μ ἄ σ ι ο ς (Mira).

**δ'.** Μεταξὺ τῶν ἀνωμάτων 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. Οὗτοι 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 κινοῦνται ἄλλοι ἀστέρες μικρότερας λαμπρότητος. Ὄταν ὁ ἀμυδρότερος ἀστὴρ ἔρχεται μεταξὺ ἡμῶν καὶ τοῦ μεταβλητοῦ, τότε τὸν ἀποκρύπτει. Γίνεται δηλαδὴ ἓνα εἶδος ἐκ λ ε ἰ ψ ε ω ς.

β'. Οί άλλοι περιοδικοί μεταβλητοί, βραχείας και μακρᾶς περιόδου, καθὼς και οί ἀνώμαλοι, τὸ πιθανώτερον, ὑπόκεινται εἰς μίαν συνεχῆ διαστολήν και συστολήν· π ἄ λ λ ο ν τ α ι. Διὰ τοῦτο, ὅταν ἔχουν τὸν μεγαλύτερον ὄγκον των, παρουσιάζουν τὸ μέγιστον τῆς λαμπρότητός των, ἐνῶ, ὅταν σμικρύνωνται εἰς ὄγκον, ἐμφανίζουν και τὸ ἐλάχιστον τῆς φωτεινότητός των.

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

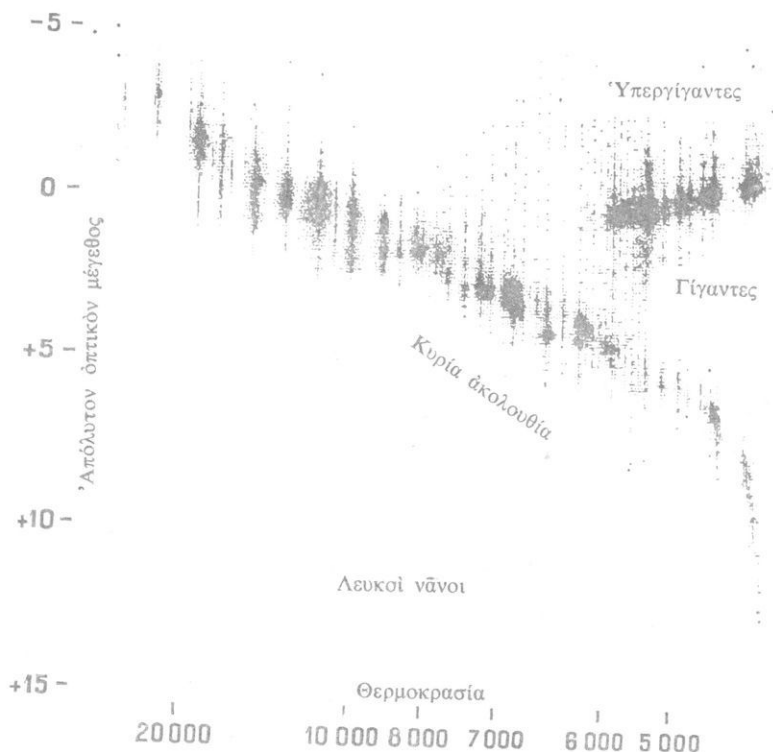
Οί «ὑπερνέοι» διαφέρουν ἀπὸ τοὺς νέους κατὰ τὴν σφοδρότητα τῆς ἐκρήξεως, ἀλλὰ και διότι γίνονται ἕως 100.000.000 φορές λαμπρότεροι.

**32. Τὸ διάγραμμα Χέρτσμπρουγκ — Ράσσελ.** α'. Ὁ Δανὸς ἀστρονόμος Hertzsprung (Χέρτσμπρουγκ) και ὁ Ἀμερικανὸς Russell (Ράσσελ) εὑρον ὅτι, ἐὰν ἐξετασθῆ τὸ ἀπόλυτον μέγεθος τῶν ἀστέρων (§ 23), τὸ ὁποῖον εἶναι συνδεδεμένον μετὰς πραγματικᾶς των διαστάσεις και συσχετισθῆ πρὸς τοὺς φασματικούς τύπους αὐτῶν (§ 27δ), οί ὁποῖοι φανερώνουν τὰς θερμοκρασίας και τὴν φυσικοχημικὴν κατάστασίν των, τότε προκύπτει, ὅτι μετὰξὺ τῶν δύο αὐτῶν χαρακτηριστικῶν στοιχείων τῶν ἀστέρων ὑπάρχει σχέσηις, ἡ ὁποία δηλοῖ και τὴν ἐξέλιξίν των.

Πράγματι· ἂν κατασκευάσωμεν διάγραμμα (εἰκ. 8) ὅπου, εἰς μὲν τὸν ἄξονα τῶν τετμημένων ἀντιστοιχοῦν οί κυριώτεροι φασματικοί τύποι ἢ αἱ θερμοκρασίαι τῶν ἀστέρων, εἰς δὲ τὸν ἄξονα τῶν τεταγμένων τὰ ἀπόλυτα μεγέθη τῶν ἀστέρων, τότε τὸ διάγραμμα τοῦτο ἀποκαλύπτει: α) ὅτι οί ἀστέρες δὲν διανέμονται τυχαίως εἰς αὐτὸ και β) ὅτι ὑπάρχει σαφὴς σχέσηις μετὰξὺ θερμοκρασίας (ἢ φασματικοῦ τύπου) και ἀπολύτου μεγέθους.

β'. Ἐξ ἄλλου, κατὰ κύριον λόγον, οί ἀστέρες διανέμονται κατὰ μῆκος περιπέου τῆς διαγωνίου, ἀπὸ τὸ  $-1$  ἀπόλυτον μέγεθος (ἄνω ἀριστερὰ) ἕως τὰ  $+10$  (κάτω δεξιὰ). Αὐτὴ ἡ σειρά, εἰς τὴν ὁποίαν, κυρίως, ἀπαντῶνται οί ἀστέρες, λέγεται, κυρία ἀκολουθία τῶν ἀστέρων.

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



Εικ. 8. Τὸ διάγραμμα Hertzsprung - Russell.

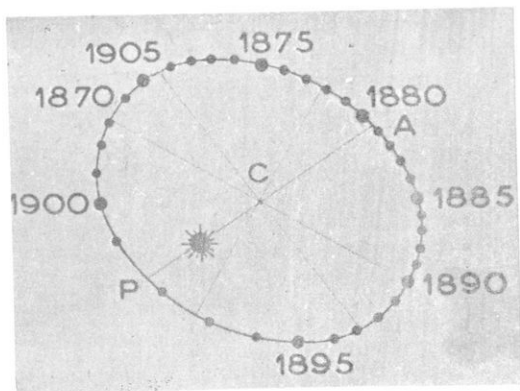
β'. Βάσει τῶν δεδομένων τούτων ὑπολογίζεται, ὅτι οἱ ἀστέρες ἔχουν διαφόρους ἡλικίας. Οὕτως οἱ τοῦ στοιχείου ἡλίου ἀστέρες εἶναι οἱ νεώτεροι, με ἡλικίαν  $10^7$  ἐτῶν. Οἱ τοῦ ὕδρογόνου μεγαλυτέρας ἡλικίας,  $3 \times 10^8$  ἐτῶν, ἐνῶ οἱ ἀστέρες τῶν ἐπομένων τύπων ὡς καὶ τοῦ ἡλίου μας ἔχουν ἤδη ζήσει δισεκατομύρια 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. Τροχὰ τῶν ἀστέρων τοῦ συνοδοῦ τοῦ ἀστέρος ζ Ἡρακλέους, 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 ἐκινουῦντο 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 μάξης, εἰς τρόπον ὥστε, ὁ ἔχων τὴν μικρότεραν μάξαν ἀστὴρ νὰ κινῆται περὶ τὸν μεγαλύτερον. Ἀκριβέστερον, καὶ οἱ δύο ἀστέρες κινουῦνται περὶ τὸ κοινὸν κέντρον τῆς μάξης των (εἰκὼν 9).

Ὁ μικρότερος ἀστὴρ ὀνομάζεται **συνοδός**.

Περίπου 500 ἀστέρων γνωρίζομεν τὰ πλήρη στοιχεῖα τῆς τροχίᾳς 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 ἐνὸς ζεύγους, εἶναι δυνατὸν νὰ εὔρωμεν καὶ τὴν μάξαν ἐκάστου.

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

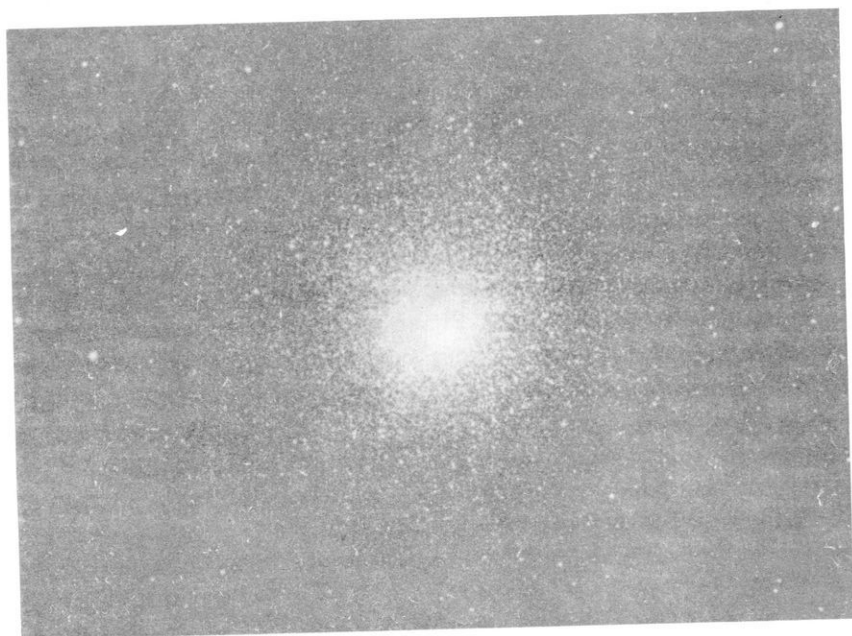
Ἐξ ἄλλου, πολλᾶκις διαπιστοῦται ἡ παρουσία τοῦ συνοδοῦ φασματοσκοπικῶς, διότι ὁ διπλοῦς ἀστήρ παρουσιάζει τότε ἕνα περιοδικὸν διπλασιασμὸν τῶν γραμμῶν τοῦ φάσματός του. Διὰ τοῦτο καὶ οἱ ἀστέρες αὗτοι καλοῦνται **φασματοσκοπικῶς διπλοὶ**. Αἱ περίοδοι αὐτῶν εἶναι συνήθως πολὺ μικραί, περιοριζόμεναι εἰς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

**35. Πολλαπλοὶ ἀστέρες. α'.** Ὅπως δύο ἀστέρες ἀποτελοῦν συνήθως ἕνα διπλοῦν, καθ' ὅμοιον ἔντελῶς τρόπον τρεῖς ἀστέρες ἀποτελοῦν ἕνα **τριπλοῦν ἀστέρα**. Ἡ φαινομένη ἀπόστασις τοῦ τρίτου ἀστέρος ἀπὸ τοὺς δύο ἄλλους, οἱ ὁποῖοι συγκροτοῦν διπλοῦν, δυνατὸν νὰ φθάσῃ 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 κινουῦνται περὶ τὸ κοινὸν κέντρον τῆς μάζης των, ἐνῶ τὰ κέντρα βάρους τῶν δύο διπλῶν κινουῦνται 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. Ἀστρικὰ σμήνη. α'.** Ἐκτὸς τῶν συστημάτων ἐξ ὀλίγων ἀστέρων, ὑπάρχουν καὶ πολυμελέστερα. Αὐτὰ καλοῦνται, ἐν γένει, **ἀστρικὰ 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 **Υάδες** καὶ ἡ **Φάτνη**, ὁρατὰ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ.

Αἱ **Πλειάδες** ἀποτελοῦνται ἀπὸ 300 περίπου ἀστέρων, 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 ἀπόστασίς των ἴσως φθάνει τὰ 450 ε.φ.

γ'. Τέλος, ἐκτὸς τῶν ἀνοικτῶν σμηνῶν ὑπάρχουν καὶ τὰ **σφαιρωτὰ** σμήνη, τὰ ὁποῖα εἶναι καὶ τὰ ὀπιδαιότερα. 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 τοῦ ἐμετρήθησαν περὶ τοὺς 50.000 ἀστέρες, ἐκτὸς ἐκείνων οἱ ὁποῖοι

εύρισκονται περί τὸ κέντρον τοῦ σμήνου, καὶ οἱ ὅποιοι εἶναι ἀδύνατον νὰ μετρηθοῦν λόγω 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 πυκνὰς περιοχὰς τῶν γαλαξιῶν· εἰς τοὺς πυρηνὰς των καὶ εἰς τὰ σφαιρωτὰ σμήνη. Εἰς τὸν **ἀστρικὸν πληθυσμὸν II** ἀντιστοιχοῦν ὅσοι συγκροτοῦν τοὺς βραχίονας τῶν γαλαξιῶν καὶ τὰ ἀνοικτὰ σμήνη.

### Ἄσκήσεις

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

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



# ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ Ο ΗΛΙΟΣ

## I. Σχήμα, μέγεθος και κατάστασις τοῦ ἡλίου

**37. Σχήμα και περιστροφή τοῦ ἡλίου.** 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 τόσοσν ἡ ὀπτική, ὅσον καὶ ἡ φασματοσκοπικὴ ἐξέτασις, ἡ ἡλιακὴ σφαῖρα κινεῖται περὶ ἄξονα, ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀναστολάς, συμπληρώνει δὲ μίαν περιστροφὴν, κατὰ μέσον ὄρον, εἰς 25 ἡμ. καὶ 23λ. περίπου.

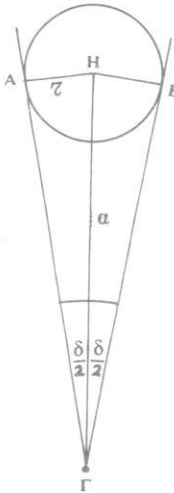
Ὁ χρόνος ὁμοῦς αὐτὸς δὲν εἶναι ὁ ἴδιος εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῆς ἡλιακῆς ἐπιφανείας. Οὕτως, εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ Ἰσημερινοῦ τοῦ ἡλίου περιορίζεται εἰς τὰς 24 ἡμ. καὶ 15 ὥρ., ἐνῶ εἰς ἀπόστασιν 45° ἀπὸ τοῦ Ἰσημερινοῦ φθάνει τὰς 28,5 ἡμ. περίπου καὶ γίνεται ἀκόμη μεγαλύτερος, καθ' ὅσον πλησιάζομεν πρὸς τοὺς 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 ὁποῖαν 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 (§ 86α), εἰς τρόπον ὥστε, περὶ τὴν 1ην Ἰανουαρίου,



Σχ. 5.

ἡ ἀπόστασις ΓΗ λαμβάνει τὴν ἐλαχίστην τιμὴν, τῶν 147.100.000 km περίπου, ἐνῶ περὶ τὴν 2αν Ἰουλίου 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 v τοὺς ὄγκους αὐτῶν, τότε, δύναμι 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 ἴσον πρὸς τὸν λόγον τῶν κύβων τῶν ἀκτίνων 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 αὐτοῦ, 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 μάζα τοῦ ἡλίου εἶναι 332.488 φορές μεγαλύτερα 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 ὑπερνηκῆσῃ τὴν ἡλιακὴν 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 ζυγίξῃ, 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 τῆς λαμπρότητος τοῦ ἡλίου ἀπέδειξαν, ὅτι οὗτος εἶναι κατὰ  $12 \times 10^{10}$  φορές λαμπρότερος ἀστέρος τοῦ α' μεγέθους, καὶ κατὰ  $23 \times 10^7$  φορές λαμπρότερος τοῦ φωτὸς ὄλων τῶν ἀστέρων. Διὰ τοῦτο ἄλλωστε κατὰ τὴν ἡμέραν τοὺς ἀποκρύπτει. Τέλος, εἶναι κατὰ  $56 \times 10^4$  φορές λαμπρότερος τῆς πανσελήνου.

**β'.** Ὁ ἥλιος φαίνεται τόσο λαμπρός, λόγω τῆς μικρᾶς, σχετικῶς, ἀποστάσεώς του ἐκ τῆς γῆς, ἐν σχέσει πρὸς τοὺς ἀστέρας. Ἐὰν ὁμως μετεφέρετο εἰς ἀπόστασιν ἴσην πρὸς 10 παρσέκ, τότε θὰ ἐφαίνετο ὡς ἀμυδρὸς ἀστήρ, τοῦ πέμπτου περιπίου μεγέθους. Ἄκριβέστερον τὸ ἀπόλυτον μέγεθος του εἶναι ἴσον πρὸς 4,8.

**γ'.** Παρατηρούμενος διὰ τηλεσκοπίου ὁ ἥλιος δὲν φαίνεται ὁμοιόμορφως φωτεινὸς καθ' ὅλην τὴν ἑκτασιν τοῦ δίσκου του, ἀλλὰ λαμπρότερος περὶ τὸ κέντρον καὶ ἀμυδρότερος περὶ τὰ χεῖλη αὐτοῦ.

Τοῦτο μαρτυρεῖ, ὅτι ἡ ἡλιακὴ σφαῖρα περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαιρας, ἡ ὁποία ἀπορροφᾷ τὸ φῶς αὐτοῦ.

**40. Ἡ ἡλιακὴ σταθερά. α'.** Καλοῦμεν ἡλιακὴν σταθερὰν τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος καί, γενικώτερον, τῆς ἐνεργείας τοῦ ἡλίου, τὸ ὁποῖον δέχεται ἐπιφάνεια ἴση πρὸς  $1 \text{ cm}^2$ , ἐὰν ἐκτεθῇ καθέτως πρὸς τὰς ἡλιακὰς ἀκτίνας ἐπὶ  $1 \text{ min}$ . Εὐρέθη δέ, ὅτι ἡ ἡλιακὴ σταθερὰ εἶναι ἴση πρὸς 1,938 θερμίδας· ἦτοι, ὅτι ἀνυψοῖ τὴν θερμοκρασίαν μάζης  $1 \text{ gr}$ . ὕδατος κατὰ  $1^{\circ},938 \text{ C}$  εἰς  $1 \text{ min}$ , ἢ, ὅπερ τὸ αὐτό, ὅτι εἰς  $1 \text{ min}$  ἀνυψοῖ κατὰ  $1^{\circ} \text{ C}$  τὴν θερμοκρασίαν μάζης ὕδατος  $1,938 \text{ gr}$ .

**β'.** Ἐὰν ληφθῇ ὑπ' ὄψιν καὶ ἡ ἐνέργεια, τὴν ὁποίαν ἀπορροφᾷ ἡ γῆνη ἀτμόσφαιρα, χωρὶς νὰ φθάνη εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς, τότε ἡ ἡλιακὴ σταθερὰ ἀνέρχεται εἰς 2,04 θερμίδας.

**γ'.** Ἐξ ἄλλου, ἂν λάβωμεν ὡς τιμὴν τῆς ἡλιακῆς σταθερᾶς τὰς 1,938 θερμίδας, τότε εὐρίσκομεν, ὅτι αὕτη εἶναι ἰσοδύναμος πρὸς  $1,35 \times 10^6 \text{ erg/sec}$ .

**41. Προέλευσις τῆς ἡλιακῆς ἐνεργείας. α'.** Ἐπειδὴ ἡ θερμότης, τὴν ὁποίαν δέχεται ἡ γῆ ἐκ τοῦ ἡλίου, δὲν μετεβλήθη αἰσθητῶς κατὰ τὰς τελευταίας δέκα, τουλάχιστον, χιλιετίας, ὅπως τοῦτο ἀποδεικνύεται ἀπὸ τὴν σταθερότητα, ἐν γένει, τοῦ κλίματος τῆς γῆς,

κατὰ τὸ διάστημα τοῦτο, συνάγεται τὸ συμπέρασμα, ὅτι ὁ ἥλιος συνεχῶς ἀναπληροῖ τὴν ἀκτινοβολουμένην ἐνέργειάν του.

β'. Πρὸς ἐξήγησιν τῆς συνεχοῦς ἀνανεώσεως τῆς ἀκτινοβολουμένης ἡλιακῆς ἐνεργείας ἔχουν προταθῆ κατὰ καιροὺς διάφοροι θεωρίαι, σπουδαιότεραι τῶν ὁποίων εἶναι :

Α'. Ἡ ὑπόθεσις τῆς συστολῆς τοῦ ἡλίου, ἡ ὁποία διευτυπώθη ἀρχικῶς τὸ 1854 ἀπὸ τὸν Helmholtz (Χέλμολτς) καὶ συνεπληρώθη τὸ 1893 ἀπὸ τὸν λόρδον Kelvin (Κέλβιν). Κατ' αὐτὴν ἡ ἀκτινοβολία τοῦ ἡλίου προκαλεῖ τὴν ψύξιν αὐτοῦ καί, συνεπῶς, τὴν συστολὴν του. Ἄρα μετατροπὴν τῆς δυνάμεως ἐνεργείας εἰς θερμικὴν.

Ἄλλ' ἐὰν κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον συνετηρεῖτο ἡ ἡλιακὴ ἐνέργεια, τότε ἡ ἡλικία τοῦ ἡλίου θὰ ἔπρεπε νὰ μὴ εἶναι μεγαλυτέρα τῶν  $3 \times 10^7$  ἐτῶν, ἐνῶ ἡ ἡλικία τῆς γῆς, διὰ πολλῶν μεθόδων, εὐρίσκεται πολὺ μεγαλυτέρα, ἤτοι τῆς τάξεως τῶν  $4,5 \times 10^9$  ἐτῶν. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἡ συστολὴ λόγῳ βαρύτητος εἶναι ἀνεπαρκής, ὡς κυρία πηγὴ ἐνεργείας τοῦ ἡλίου.

Β. **Θερμοπυρηνικαὶ ἀντιδράσεις.** Κατὰ τὰς θερμοπυρηνικὰς ἀντιδράσεις, μᾶζα  $m$  μετατρέπεται εἰς ἐνέργειαν  $E$ , συμφώνως πρὸς τὸν τύπον τοῦ Einstein:  $E = mc^2$ , ὅπου  $c$  εἶναι ἡ ταχύτης φωτός. Εἰς τὸν ἥλιον ἔχομεν τὸν «κύκλον τοῦ ἀνθρακος», ὁ ὁποῖος διευτυπώθη τὸ 1938 ὑπὸ τῶν Bethe, (Μπέθε) καὶ Weizsaecker (Βάϊτσαζαϊκερ) καὶ τὸν κύκλον «πρωτονίου - πρωτονίου». Κατὰ τὰς ἀντιδράσεις αὐτὰς μέρος τῆς μεταστοιχειουμένης ὕλης, ἴσον πρὸς τὸ 0,027 αὐτῆς, μετατρέπεται εἰς ἐνέργειαν, τὴν ὁποίαν ἀκτινοβολεῖ ὁ ἥλιος.

Ἐπομένως αἱ θερμοπυρηνικαὶ ἀντιδράσεις εἶναι ἱκαναὶ νὰ δίδουν τὰ τεράστια ποσὰ τῆς ἀκτινοβολουμένης ἐνεργείας καὶ νὰ προβλέψουν καὶ τὸ μακρὸν χρονικὸν διάστημα τῆς ζωῆς τοῦ ἡλίου.

Ἐπομένως αἱ θερμοπυρηνικαὶ ἀντιδράσεις εἶναι ἱκαναὶ νὰ δίδουν τὰ τεράστια ποσὰ τῆς ἀκτινοβολουμένης ἐνεργείας καὶ νὰ προβλέψουν καὶ τὸ μακρὸν χρονικὸν διάστημα τῆς ζωῆς τοῦ ἡλίου.

Ἐπομένως αἱ θερμοπυρηνικαὶ ἀντιδράσεις εἶναι ἱκαναὶ νὰ δίδουν τὰ τεράστια ποσὰ τῆς ἀκτινοβολουμένης ἐνεργείας καὶ νὰ προβλέψουν καὶ τὸ μακρὸν χρονικὸν διάστημα τῆς ζωῆς τοῦ ἡλίου.

Ἐπομένως αἱ θερμοπυρηνικαὶ ἀντιδράσεις εἶναι ἱκαναὶ νὰ δίδουν τὰ τεράστια ποσὰ τῆς ἀκτινοβολουμένης ἐνεργείας καὶ νὰ προβλέψουν καὶ τὸ μακρὸν χρονικὸν διάστημα τῆς ζωῆς τοῦ ἡλίου.

Ἐπομένως αἱ θερμοπυρηνικαὶ ἀντιδράσεις εἶναι ἱκαναὶ νὰ δίδουν τὰ τεράστια ποσὰ τῆς ἀκτινοβολουμένης ἐνεργείας καὶ νὰ προβλέψουν καὶ τὸ μακρὸν χρονικὸν διάστημα τῆς ζωῆς τοῦ ἡλίου.

42. **Θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἡλίου.** Διὰ διαφόρων μεθόδων εὐρίσκεται, ὅτι ἡ θερμοκρασία ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἡλίου ἀνέρχεται εἰς  $6000^\circ \text{C}$  περίπου.

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  $14 \times 10^8$  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 διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ 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 ὁμοκέντρον **σ τ ο ι β ἄ 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 **πυρῆν** αὐτῆς, ὁ ὁποῖος ἐκτείνεται ἀπὸ τὸ κέντρον τῆς, μέχρις ἀποστάσεως 400 χλμ. κάτω ἀπὸ τὴν ἐπιφανείαν τοῦ ἡλίου.

Ἐπολογίζεται, ὅτι εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ κέντρου ἡ πυκνότης τῆς ἡλιακῆς ὕλης εἶναι 70 φορὰς μεγαλυτέρα τοῦ ὕδατος καὶ ἡ πίεσις ἀνέρχεται εἰς  $2 \times 10^{11}$  ἀτμοσφαιρας. Ὑπὸ τὰς συνθήκας αὐτὰς καὶ τὴν θερμοκρασίαν τῶν  $14 \times 10^8$  βαθμῶν, τὰ ἄτομα τῶν στοιχείων εὐρίσκονται εἰς ἰονισμένην κατάστασιν καὶ τόσον συμπιεσμένα, ὥστε ἡ ὕλη τοῦ πυρῆνος, ἂν καὶ ἀερίωδης, εἶναι ἀνένδοτος καὶ συνεκτικὴ περισσότερον καὶ ἀπὸ τὰ στερεά. Ἐξ ἄλλου, ἡ ἄκτινοβολία 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 ὅλη ἡ ἄκτινοβολουμένη ὑπὸ τοῦ ἡλίου ἐνέργεια, ἡ θερμότης καὶ τὸ φῶς, ἐκλήθη **φωτόσφαιρα**. Ὁ δίσκος τοῦ ἡλίου ἀντιστοιχεῖ, συνεπῶς, εἰς τὴν φωτόσφαιραν.

Γ'. **Ἡ ἀτμόσφαιρα.** Ὑπεράνω τῆς φωτοσφαίρας ὑπάρχει ἠλιακὴ ὕλη καὶ μάλιστα εἰς στρώμα μεγάλου πάχους. Τοῦτο καλεῖται ἀτμόσφαιρα.

Ἡ ἠλιακὴ ἀτμόσφαιρα χωρίζεται εἰς δύο στοιβάδας.

Ἡ πρώτη ἐξ αὐτῶν, ἣ ὁποία εὐρίσκεται εὐθύς ἀμέσως ὑπεράνω τῆς φωτοσφαίρας καλεῖται **χρωμόσφαιρα**. Τὸ ὕψος τῆς φθάνει, τὸ πολὺ, εἰς τὰ 15.000 km, ἣ δὲ θερμοκρασία τῆς ἀνέρχεται εἰς τοὺς 100.000° K. Παρουσιάζει ἔντονον ρόδινον χρῶμα, ἐξ οὗ καὶ ἔλαβε τὸ ὄνομά τῆς «χρωμόσφαιρα». Ὑπεράνω τῆς χρωμοσφαίρας εὐρίσκεται τὸ **στέμμα**, τοῦ ὁποίου τὰ ὄρια φθάνουν εἰς τὴν ἀπόστασιν τῶν πέντε ἠλιακῶν ἀκτίνων. Ἡ θερμοκρασία του ἀνέρχεται εἰς τοὺς  $10^6$  ἕως  $1,5 \times 10^6$  βαθμούς.

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

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

**44. Τὸ ἠλιακὸν φάσμα. α'.** Τὸ φάσμα τῆς φωτοσφαίρας εἶναι συνεχές. Λόγω ὅμως τῆς χαμηλοτέρας θερμοκρασίας τῆς ὑπερκειμένης ἀτμοσφαίρας, τὸ φῶς τοῦ ἡλίου παρέχει φάσμα ἀπορροφῆσεως μὲ πολλὰς σκοτεινὰς γραμμὰς.

β'. Κατὰ τὰς ὀλικὰς ἐκλείψεις τοῦ ἡλίου, μόλις γίνεται ἡ πλήρης ἀπόκρυψις τοῦ ἠλιακοῦ δίσκου, αἱ σκοτεινὰι γραμμαὶ τοῦ ἠλιακοῦ φάσματος παύουν, πρὸς στιγμὴν, νὰ εἶναι σκοτεινὰι καὶ γίνονται ὄλαι λαμπραί. Τοῦτο συμβαίνει, διότι παύει πλεόν νὰ ἔρχεται φῶς ἀπὸ τὴν φωτόσφαιραν, τὸ ὁποῖον καὶ νὰ ἀπορροφᾶται ὑπὸ τοῦ χαμηλοτέρου στρώματος τῆς χρωμοσφαίρας, τὸ ὁποῖον καλεῖται ἀπορροφητικὴ στοιβάς. Ὀνομάζεται ἀκόμη καὶ «ἀνατρεπτικὴ στοιβάς», ὡς ἐκ τῆς παρατηρουμένης ἀνατροπῆς τῶν σκοτεινῶν γραμμῶν εἰς λαμπράς, κατὰ τὰς ὀλικὰς ἠλιακὰς ἐκλείψεις. Ἐπειδὴ δὲ τὸ φαινόμενον τοῦτο διαρκεῖ ἐπ' ἐλάχιστον χρόνον, εἰς τὴν ἀρχὴν καὶ τὸ τέλος τῶν ὀλικῶν φάσεων τῶν ἠλιακῶν ἐκλείψεων, διὰ τοῦτο καὶ τὸ φάσμα, μὲ τὰς λαμπράς γραμμὰς, καλεῖται ἀστραπιαῖον.

**45. Μορφαὶ τῆς ἠλιακῆς ἀκτινοβολίας. α'.** Τὸ ἠλιακὸν φάσμα δὲν περιορίζεται μόνον εἰς τὸ ὄρατὸν τμημά του ( $7500 - 3400 \text{ \AA}$ ), ἀλλ' ἐκτείνεται καὶ πέραν, τόσον τοῦ ἐρυθροῦ, ὅσον καὶ τοῦ ἰώδους μέρους αὐτοῦ, εἰς τὰς **υπερύθρους** ἀκτινοβολίας ( $20$  μικρὰ ἕως  $7500 \text{ \AA}$ ) καὶ τὰς **υπεριώδεις** ( $3400 - 2000 \text{ \AA}$ ).

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 ἀκτινοβολία 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 ὕπαρξις 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 δυνατόν νὰ ὑπάρχουν μόνον εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ἡλίου.

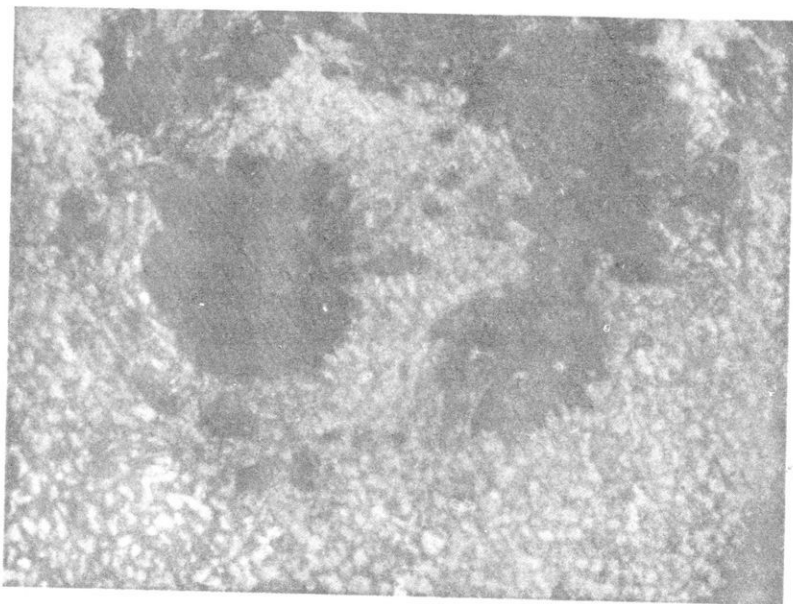
β'. Αἱ περισσότεραι τῶν γραμμῶν τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος ἀντιστοιχοῦν εἰς τὸν σίδηρον. Ἐν τούτοις ὁμως τὰ περισσότερον ἀφθονοῦντα στοιχεῖα εἰς τὸν ἥλιον εἶναι τὸ ὕδρογόνον καὶ τὸ ἥλιον, τὸ ὁποῖον ἔλαβε τὸ ὄνομα τοῦτο, διότι παρατηρήθη τὸ πρῶτον ἐπὶ τοῦ ἡλίου καὶ κατόπιν ἀνεκαλύφθη εἰς τὴν γῆν.

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 ὁμοίως 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.

Μεταξύ τῶν κόκκων παρατηροῦνται συνήθως μελανὰ στίγματα, τὰ ὁποῖα 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 ὁποῖα 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 ὁποῖαι περιβάλλονται ἀπὸ ὀλιγώτερον σκοτεινὰς στεφάνας, ἰνώδους ὕφης. Καὶ τὸ μὲν κεντρικὸν πολὺ σκοτεινὸν τμήμα τῆς κηλίδος λέγεται **σκιὰ**, ἡ 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 ἐ 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 γήινης διαμέτρου, φαίνονται καὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Τὸ συνηθέστερον, αἱ κηλίδες εἶναι κοιλότητες τῆς φωτοσφαίρας, ὅμοιαι μὲ χροάνας, βάθους μέχρι 800 km.

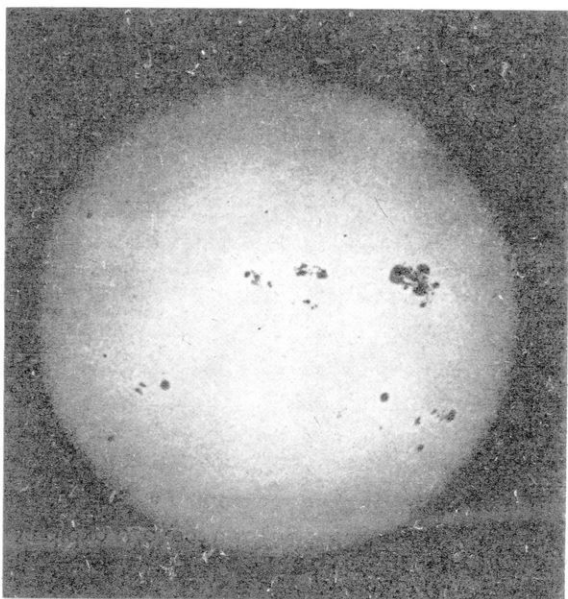
Ἡ θερμοκρασία τῶν κηλίδων εἶναι ἴση πρὸς 4600° C, ἦτοι πολὺ ταπεινότερα τῆς φωτοσφαίρας, εἰς τοῦτο δὲ ὀφείλεται καὶ τὸ μελανὸν χρῶμά των. Συμβαίνει δηλαδὴ ἐδῶ ὅ,τι ἀκριβῶς καὶ μὲ τὴν φλόγα κηρίου, ἐὰν τοποθετηθῇ ἐμπρὸς εἰς ἓνα ἠλεκτρικὸν λαμπτήρα. Ἡ φλόγα τοῦ κηρίου φαίνεται μαύρη, λόγῳ τῆς ταπεινότερας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

**48. Ὁ ἐνδεκαετῆς κύκλος τῶν ἡλιακῶν κηλίδων.** Ὁ Schwabe (Σβάμπε) πρῶτος διεπίστωσεν, ὅτι αἱ κηλίδες δὲν ἐμφανίζονται μὲ τὴν ἴδιαν πάντοτε συχνότητα. Ὑπάρχουν πάντοτε ἓνα ἕως δύο ἔτη, κατὰ τὰ ὁποῖα φαίνονται σπανίως ὀλίγαι μόνον κηλίδες. Ἐπειτα, ἐπὶ τέσσαρα περίπου ἔτη συνεχῶς γίνονται ὅλον ἐν καὶ περισσότεραι, διὰ 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 νὰ ἐπανέλθωμεν καὶ πάλιν εἰς τὸ ἐ 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, τὸσον τῆς φωτοσφαίρας, ὅσον καὶ τῆς ἀτμοσφαίρας τοῦ ἡλίου.

**49. Φαινόμενα τῆς χρωμοσφαίρας.** Μὲ τὴν βοήθειαν ἐιδικῶν ὀργάνων (§ 150), τὰ ὁποῖα ἐπιτρέπουν τὴν σπουδὴν τῆς ἡλιακῆς

Εικ. 12. Φωτογραφία του ήλιου κατά τὸ μέγιστον τῆς δραστηριότητος αὐτοῦ. Διακρίνονται πολλαὶ καὶ μεγάλαὶ ὁμάδες κηλίδων.



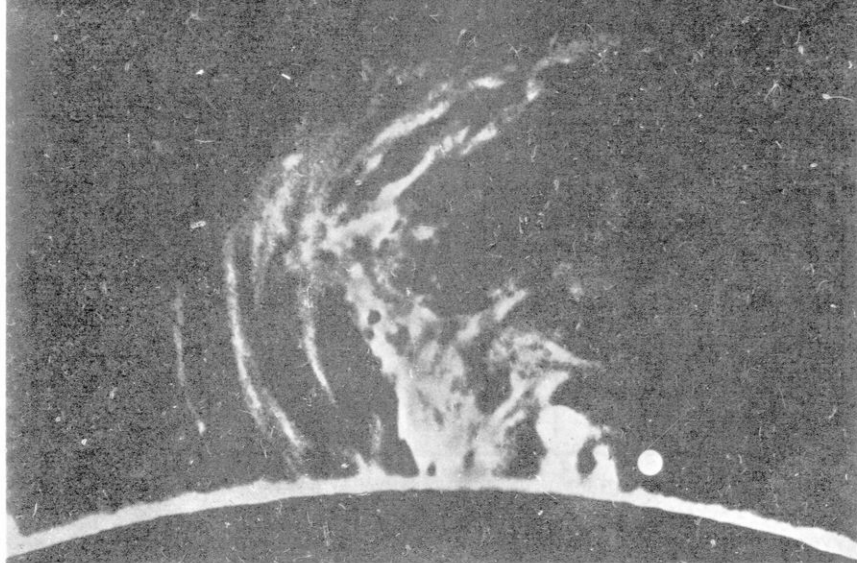
ἀτμοσφαίρας, διεπιστώθη, ὅτι ἡ κυριώτερα στοιβὰς αὐτῆς, ἡ χρωμόσφαιρα, ἔχει ὑψὴν ἰνώδη.

**α. Προεξοχαί.** Ὁ κυριώτερος τῶν χρωμοσφαιρικῶν σχηματισμῶν εἶναι αἱ **προεξοχαί**, εἶδος πυρίνων γλωσσῶν, ροδίνου χρώματος, αἱ ὅποια, ἄλλοτε μὲν εἶναι διάχυτοι ὡς νέφη καὶ χαρακτηρίζονται ἡ ρ ε μ ο ι, ἄλλοτε δὲ παρουσιάζουν μορφήν πελωρίων πιδάκων, ὁπότε χαρακτηρίζονται ὡς ἐ κ ρ η κ τ ι κ α ἰ. Τὸ ὕψος των φθάνει συνήθως τὰ 40.000 km ἂν καὶ παρατηρήθησαν προεξοχαί μὲ 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 ζώνας, ὅπως αἱ κηλίδες, ἡ δὲ συχνότης των ἀκολουθεῖ τὸν 11ετῆ κύκλον.

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

Αἱ ἐκλάμψεις ἐπέμπουν ὑπεριώδη καὶ κοσμικὴν ἀκτινοβολίαν, ἀκτῖνας X καὶ ραδιοκύματα, καθὼς καὶ ὕλικά σωματίδια.



Εικ. 12α. Ήλιακή προεξοχή ύψους 225.000 km. Ο λευκός κυκλικός δίσκος παριστᾶ τὰς σχετικές διαστάσεις τῆς γῆς.

### III. Ἐπιδράσεις τοῦ ἡλίου ἐπὶ τῆς γῆς

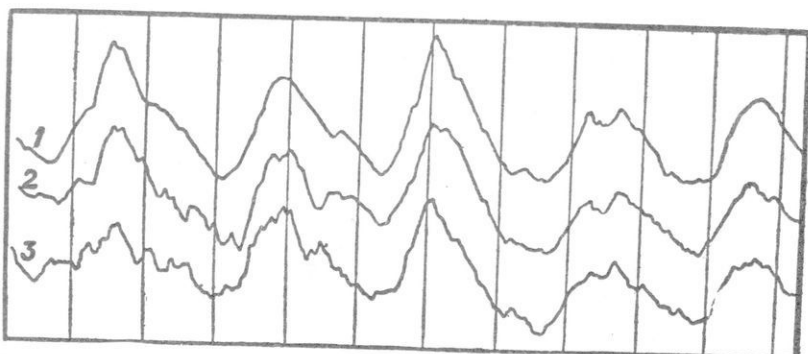
#### 50. Γῆινα φαινόμενα, ἀκολουθοῦντα τὸν 11ετῆ κύκλον.

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», ἤτοι διαταραχαὶ τοῦ γῆινου 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 γῆινος μαγνητισμὸς καὶ τὰ σπουδαιότερα μετεωρολογικὰ φαινόμενα, ὅπως ἡ διακύμανσις τῆς θερμοκρασίας καὶ ἡ βροχόπτωσης, τέλος δὲ καὶ αὕτῃ ἀκόμη ἡ στάθμη τῶν ὑδάτων τῶν λιμνῶν, ἀκολουθοῦν ἐν γένει τὸν 11ετῆ κύκλον τῆς ἡλιακῆς δραστη-



Εικ. 13. Η (1) καμπύλη παριστά την κύμανση των ηλικιών κηλίδων εις διάστημα 55 έτων (5 κύκλων 11ετών)· η (2) καμπύλη αντιστοιχεί εις την κύμανση των μαγνητικών διαταραχών και η (3) είναι η καμπύλη συχνότητας του σέλαος κατά τὸ ἴδιον διάστημα. Αἱ τρεῖς καμπύλαι παρουσιάζουν τὰς ἰδίας διακυμάνσεις καὶ πρὸ παντὸς τὰ ἴδια μέγιστα καὶ ἐλάχιστα.

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

Παρομοία σχέσις ἀνευρίσκεται ἐνίοτε καὶ εις μερικά τῶν βιολογικῶν φαινομένων, ἰδίᾳ δὲ εις τὴν ἀνάπτυξιν τῆς βλαστήσεως. Οὕτως, ἡ ἐξέτασις τῶν δακτυλίων τῶν παρατηρουμένων εις ἐγκαρσίαν τομὴν τοῦ κορμοῦ τῶν δένδρων, ἀποδεικνύει, ὅτι οἱ δακτύλιοι αὐτοὶ εἶναι παχύτεροι περὶ τὰ ἔτη τῶν μεγίστων καὶ στενώτεροι κατὰ τὰ ἔτη τῶν ἐλαχίστων καὶ συνεπῶς, ὅτι ἡ ἐτησία αὐξησις τῶν δένδρων καί, γενικώτερον, τῆς βλαστήσεως ἀκολουθεῖ τὸν 11ετῆ ἡλιακὸν κύκλον.

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

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

γῆς, κινούμενα σπειροειδῶς κατὰ μήκος 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 μορφὴν σέλαος τὴν ἐνέργειαν, τὴν ὁποῖαν ἐδέχθησαν ἀπὸ τὰ ἀφιχθέντα φορτισμένα σωματίδια.

Ἐξ ἄλλου ἡ ἄφθονος ὑπεριώδης ἀκτινοβολία, ἀπορροφωμένη ἀπὸ τὴν ἀτμόσφαιραν, προκαλεῖ ἕκτακτον ἰονισμόν τῶν στρωμάτων τῆς ἰονοσφαίρας (§ 82δ), 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 11ου κύκλου τῶν κηλίδων, πρέπει νὰ παρουσιάζωνται περισσότεραι καὶ ἐντονώτεραι α) προεσοχαί, β) ραδιοφωνικαὶ ἀκτινοβολαὶ καὶ γ) ἐκλάμψεις;

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε ΤΟ ΗΛΙΑΚΟΝ ΣΥΣΤΗΜΑ

### Ι. Κινήσεις τῶν πλανητῶν περί 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 περί τὴν γῆν, ἢ ὅποια ἀπετέλει τὸ κέντρον τοῦ κόσμου. Διὰ τοῦτο, ἢ 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 περί τὸν ἥλιον, ὁ ὅποιος ἀπετέλει τὸ κέντρον τοῦ κόσμου. Διὰ τοῦτο καὶ ἡ θεωρία αὐτὴ ἐκαλεῖτο **ἡλιοκεντρικὸν σύστημα τοῦ κόσμου**. Εἰσηγηταί της ὑπῆρξαν ὁ Πυθαγόρας καὶ ἡ σχολή 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 ἰδέας 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 πλέον διαπιστωθῆ, πράγματι, οἱ πλανῆται κινουῦνται περί τὸν ἥλιον, ἢ δὲ κινήσεις των γίνεται ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς. Ἡ γῆ, ἐξ ἄλλου, εἶναι ἓνας ἐκ τῶν πλανητῶν.

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

Καθένας ἐξ αὐτῶν διαγράφει ἐπὶ τῆς οὐρανόσφαιρας διαδοχικῶς μεγάλα τόξα ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς, τὰ ὅποια 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' αὐτάς οἱ πλανῆται φαίνονται, ὅτι παύουν πρὸς στιγμὴν νὰ κινοῦνται.

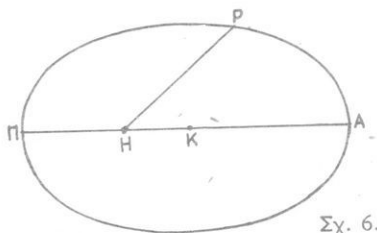
**54. Οἱ νόμοι τοῦ Κέπλερ καὶ τοῦ Νεύτωνος. α'.** Ὁ Γερμανὸς ἀστρονόμος J. Kepler (Ἰ. Κέπλερ, 1571 - 1630), μελετήσας τὰς παρατηρήσεις τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν, τὰς ὁποίας εἶχεν ἐκτελέσει, ὀλίγον πρὸ αὐτοῦ, ὁ Δανὸς ἀστρονόμος Tycho Brahe (Τύχων, 1546 - 1601), εὔρε τοὺς τρεῖς νόμους, οἱ ὅποιοι διέπουν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

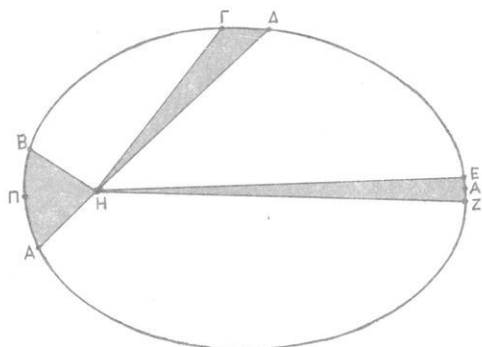
**β'. Πρῶτος νόμος. Αἱ τροχιαὶ τῶν πλανητῶν εἶναι ἑλλείψεις, τῶν ὁποίων τὴν μίαν ἐστίν, κοινὴν δι' ὅλας τὰς πλανητικὰς τροχιάς, κατέχει ὁ ἥλιος.** Κατὰ ταῦτα ὁ πλανήτης P (σχ. 6) διαγράφει τὴν ἑλλειψιν, τῆς ὁποίας ὁ ἥλιος κατέχει τὴν ἐστίαν H.

**γ'. Καλοῦμεν περιῆλιον** τῆς ἑλλειπτικῆς τροχιάς τοῦ πλανήτου P, τὸ σημεῖον Π τοῦ μεγάλου ἄξονος αὐτῆς, εἰς τὸ ὁποῖον, ὅταν οὗτος εὐρίσκεται, ἔχει καὶ τὴν μικροτέραν ἀπόστασιν τοῦ 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 PK = KA τῆς τροχιάς ὀνομάζομεν **μέσην ἀπόστασιν** τοῦ πλανήτου ἐκ τοῦ ἡλίου, τὴν δὲ εὐθείαν HP, ἣ ὁποία συνδέει τὰ κέντρα ἡλίου καὶ πλανήτου, εἰς τυχούσαν 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 μέτρησιν των, λαμβάνομεν ὡς βάσιν τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς τῆς γῆς, τὸ ὁποῖον καλοῦμεν ἀκόμη **ἐπίπεδον τῆς ἐκλειπτικῆς** (§ 115).

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





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  
ΑΒ, ΓΔ, ΕΖ εἶναι ἄνισα,  
ἥτοι :  $\widehat{ΑΒ} > \widehat{ΓΔ} > \widehat{ΕΖ}$ .

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  $X_{\Gamma}$  καὶ  $X_{\Pi}$  εἶναι, ἀντιστοίχως, οἱ χρόνοι τῆς περιφορᾶς τῆς γῆς καὶ τυχόντος πλανήτου, ἐνῶ  $\alpha_{\Gamma}$  καὶ  $\alpha_{\Pi}$  εἶναι τὰ μήκη τῶν μεγάλων ἡμιαξόνων τῶν τροχιῶν των, ἥτοι αἱ μέσαι ἀποστάσεις τῶν δύο πλανητῶν ἐκ τοῦ ἡλίου,

$$\text{θα ἔχωμεν :} \quad \frac{X_{\Gamma}^2}{X_{\Pi}^2} = \frac{\alpha_{\Gamma}^3}{\alpha_{\Pi}^3} \quad (1)$$

Ἐπειδὴ  $\alpha_{\Gamma} = 1$  α.μ. καὶ  $X_{\Gamma} = 1$  ἔτος, ἡ (1) γίνεται

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

Ἐκ τῆς (2) προκύπτει, ὅτι, ὅταν γνωρίζωμεν ἐκ τῶν παρατηρήσεων τὸν χρόνον, τὸν ὁποῖον χρειάζεται τυχὸν 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 ἐξηγήσιν τῶν νόμων τοῦ Κέπλερ, διὰ τῆς ὑπ' αὐτοῦ ἀνακαλύψεως τοῦ νόμου τῆς παγκοσμίου ἔλξεως. Συμφώνως πρὸς αὐτόν, τὰ σώματα ἔλκονται κατ' εὐθὴν λόγον τῶν μαζῶν των καὶ κατ' ἀντίστροφον λόγον τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεών των.



Οὕτως, ἐὰν  $M$  καὶ  $m$  εἶναι αἱ μᾶζαι τοῦ ἡλίου καὶ τυχόντος πλανήτου καὶ  $r$  ἡ ἀπόστασις αὐτῶν, τότε οὗτοι 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 εὑρε τὴν ἐξῆς σχέσιν: Ἐὰν λάβωμεν τὴν σειρὰν τῶν ἀριθμῶν 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96 . . ., εἰς τὴν ὁποίαν ἕκαστος, πλὴν τοῦ πρώτου, εἶναι ὄρος γεωμ. προόδου με 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 . . .

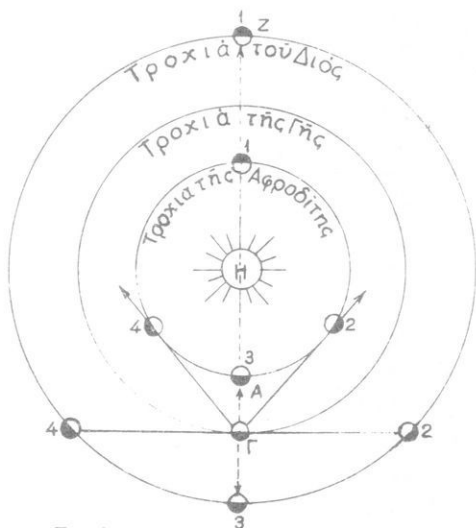
Ἄλλ' ἐὰν θεωρήσωμεν, ὅτι ὁ τρίτος ἐξ αὐτῶν 1,0 εἶναι ἡ μέση ἀπόστασις τῆς γῆς ἐκ τοῦ ἡλίου (1 α.μ.), τότε εὐρίσκομεν, ὅτι οἱ λοιποὶ ἀριθμοὶ ἀντιστοιχοῦν, κατὰ μεγάλην προσέγγισιν, εἰς τὰς ἀποστάσεις ἀπὸ τοῦ ἡλίου τῶν ἄλλων γνωστῶν ἀπὸ τῆς ἀρχαιότητος πλανητῶν, ὡς ἐξῆς :

0,4	0,7	1,0	1,6	2,8	5,2	10,0 . . .
Ἑρμῆς	Ἀφροδίτη	Γῆ	Ἄρης		Ζεὺς	Κρόνος

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

Εἰς τὸν πίνακα I (εἰς τὸ τέλος τοῦ κειμένου) παρέχονται αἱ ἀποστάσεις ἑνὸς ἐκάστου 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, οὗτοι διακρίνονται συνήθως α) εἰς ἐκείνους, οἱ ὁποῖοι εὐρί-



Σχ. 8.

σκονται περισσότερον τῆς γῆς πλησίον τοῦ ἡλίου καί, ὡς ἐκ τούτου, διαγράφουν τὰς τροχιάς των ἐντὸς τῆς γηϊνῆς τροχιάς, ὀνομάζονται δὲ **ἔσωτερικοὶ πλανῆται**· καὶ β) εἰς ἐκείνους, οἱ ὅποιοι εὐρίσκονται πέραν τῆς γῆς καὶ διαγράφουν τὰς τροχιάς των ἔξω τῆς τροχιάς αὐτῆς, ὀνομάζονται δὲ **ἔξωτερικοὶ πλανῆται**.

β'. Θεωρήσωμεν τὸν ἥλιον Η (σχ. 8), τὴν τροχίαν ἑνὸς ἔσωτερικοῦ πλανήτου, ἔστω τῆς Ἀφροδίτης Α, τῆς γῆς Γ, καὶ ἑνὸς ἔξωτερικοῦ πλανήτου, ἔστω τοῦ Διὸς Ζ. Ἄς ὑποθέσωμεν

δέ, ὅτι αἱ ἐν λόγῳ τροχιαὶ κεῖνται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου.

Ἐν γένει, ὅταν ὁ ἥλιος, ἡ γῆ καὶ ὁ τυχῶν πλανήτης κεῖνται ἐπ' εὐθείας γραμμῆς, τότε λέγομεν, ὅτι ὁ ἥλιος καὶ ὁ πλανήτης εὐρίσκονται εἰς **συσυζίαν**. Διακρίνομεν, ἐξ ἄλλου, δύο περιπτώσεις. Ἐάν ὁ ἥλιος καὶ ὁ πλανήτης κεῖνται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τῆς γῆς, τότε λέγομεν, ὅτι εὐρίσκονται εἰς **σύνοδον**· ἐνῶ, ὅταν κεῖνται ἑκατέρωθεν τῆς γῆς, τότε λέγομεν, ὅτι εἶναι εἰς **ἀντίθεσιν**. Ἄν, τέλος, τὰ τρία σώματα σχηματίζουσι ὀρθὴν γωνίαν, λέγομεν, ὅτι εὐρίσκονται εἰς **τετραγωνισμόν**. Ὁ χρόνος μεταξὺ δύο συνόδων ἑνὸς πλανήτου μετὰ τοῦ ἡλίου λέγεται **συνοδικὴ περίοδος τοῦ πλανήτου**.

Ἐκ τοῦ σχήματος προκύπτει, ὅτι ὁ ἔξωτερικός πλανήτης 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 ἔσωτερικός ὁμοῦ πλανήτης Ἀφροδίτη ποτὲ δὲν εὐρίσκεται εἰς ἀντίθεσιν, ἀλλ' ἔρχεται εἰς δύο συνόδους (1 καὶ 3). Ἐάν κείται μεταξύ γῆς καὶ ἡλίου (θέσις 3), λέγομεν, ὅτι εἶναι εἰς **κατωτέραν σύνοδον**, ἐνῶ, ἐάν ὁ ἥλιος κείται μεταξύ γῆς καὶ πλανήτου (θέσις 1), τότε λέγομεν, ὅτι εἶναι εἰς **ἀνωτέραν σύνοδον**.

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

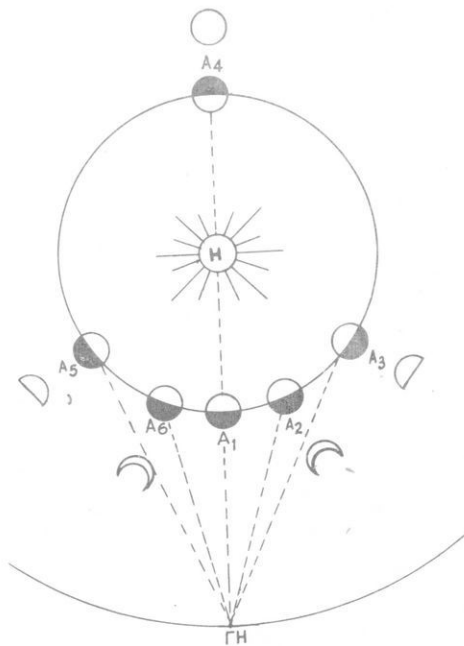
ματίζει οὗτος μετὰ τοῦ ἡλίου, ὅταν παρατηρῆται ἐκ τῆς γῆς. Ὅπως προκύπτει ἐκ τοῦ σχήματος, ἡ ἀποχὴ τοῦ ἐξωτερικοῦ πλανήτου λαμβάνει ὅλας τὰς τιμὰς ἀπὸ  $0^{\circ}$  ἕως  $360^{\circ}$ . Εἰς τὴν θέσιν 1 (σύνοδος) ἔχει τὴν τιμὴν  $0^{\circ}$ , εἰς τὴν θέσιν 2 (τετραγωνισμὸς) τιμὴν  $90^{\circ}$ , εἰς τὴν 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 αὐτὴ ἀποχὴ, διὰ τὴν Ἀφροδίτην μὲν, φθάνει τὰς  $48^{\circ}$ , διὰ τὸν Ἑρμῆ δέ, περιορίζεται εἰς τὰς  $28^{\circ}$  μόνον.

**57. Φάσεις τῶν πλανητῶν καὶ δορυφόροι των. α'.** Ἀναλόγως τῆς γωνίας, τὴν ὁποίαν σχηματίζει μετὰ τοῦ ἡλίου καθένas 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 Ἑρμῆ 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 ἐὰν ὑπάρχη κανεὶς δορυφόρος κινούμενος περὶ τὸν Πλούτωνα. Συνεπῶς,



Σχ. 9.

τὸ πλῆθος τῶν γνωστῶν δορυφόρων ἀνέρχεται εἰς 32 (βλ. πιν. II εἰς τὸ τέλος τοῦ κειμένου)

### Ἄσκῆσις

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

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

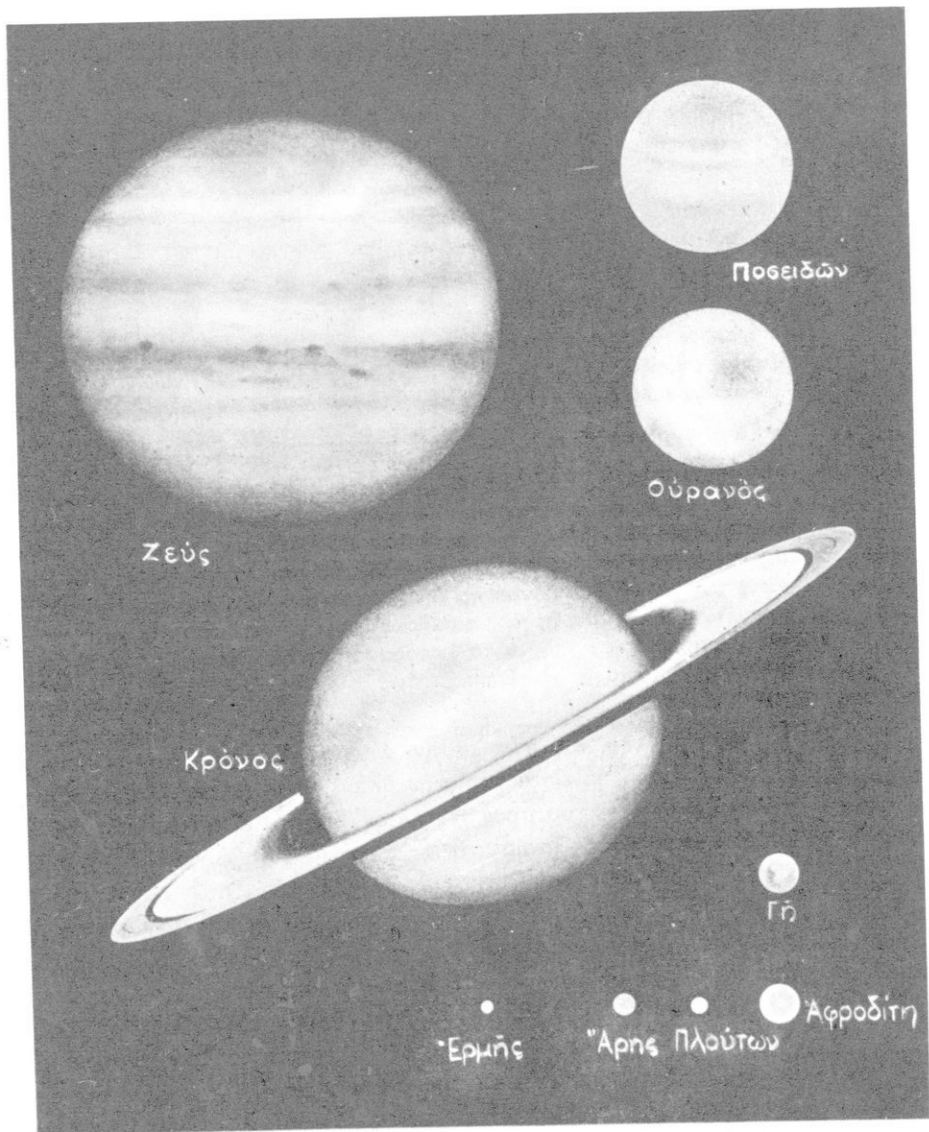
## II. Οἱ πλανῆται καὶ οἱ δορυφόροι των

**58. Τὰ μεγέθη τῶν πλανητῶν καὶ τῶν δορυφόρων. α'.** Εἰς τὸν πίνακα I παρέχονται ὅλα τὰ στοιχεῖα τοῦ μεγέθους τῶν πλανητῶν. Ἐκ τούτων προκύπτει ὅτι οἱ πλανῆται διαφέρουν πολὺ κατὰ τὸ μέγεθος. Μεγαλύτερος εἶναι ὁ Ζεὺς μὲ διάμετρον 11 πλάσιαν τῆς γῆνης καὶ ἀκολουθοῦν οἱ πέραν αὐτοῦ πλανῆται Κρόνος, Οὐρανὸς καὶ Ποσειδῶν, ἐνῶ οἱ ἐσωτερικοὶ πλανῆται Ἑρμῆς καὶ Ἄφροδίτη, καθὼς ἐπίσης ὁ Ἄρης καὶ ὁ Πλούτων ἔχουν μέγεθος μικρότερον τῆς γῆς. Μικρότερος ὅλων εἶναι ὁ Ἑρμῆς μὲ διάμετρον 4840 km. Ἡ διάμετρος τῆς γῆς εἶναι ἴση πρὸς 12.742 km.

**β'.** Οἱ δορυφόροι ἐξ ἄλλου εἶναι, ἐν γένει, μικρὰ σώματα. Ἐν τούτοις, ἐκ τῶν δορυφόρων τοῦ Διός, ὁ **Γανυμήδης** (διάμετρος 4980 km) καὶ ἡ **Καλλιτώ** (διάμετρος 4500 km), καθὼς ἐπίσης καὶ ἐκ τῶν δορυφόρων τοῦ Ποσειδῶνος, ὁ **Τρίτων** (διάμετρος 4000 km), εἶναι μεγάλοι, σχεδὸν ὅσον καὶ ὁ πλανήτης Ἑρμῆς. Τὰ μικρότερα μέλη τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος εἶναι οἱ δύο δορυφόροι τοῦ Ἄρεως, **Φόβος** καὶ **Δεῖμος**, τῶν ὁποίων ἡ διάμετρος περιορίζεται, ἀντιστοίχως, εἰς τὰ 16 καὶ 8 km. Ἡ Σελήνη εἶναι ὁ πέμπτος εἰς μέγεθος ἐξ ὅλων τῶν δορυφόρων, μὲ διάμετρον 3476 km.

Εἰς τὸν πίνακα II (εἰς τὸ τέλος τοῦ κειμένου) παρέχονται τὰ κυριώτερα στοιχεῖα τῶν δορυφόρων.

**59. Περιστροφὴ τῶν πλανητῶν. α'.** Ὅλοι οἱ πλανῆται περιστρέφονται περὶ ἄξονα. Οἱ περισσότερον βραδυκίνητοι ἐκ τῶν



Εικ. 14. Συγκριτικά μεγέθη τών μεγάλων πλανητών.

πλανητῶν εἶναι ὁ Ἑρμῆς καὶ ἡ Ἀφροδίτη, τῶν ὁποίων ἡ περιστροφὴ 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 ὡρῶν.

β'. Πλὴν τῆς Ἀφροδίτης, ἡ ὁποία περιστρέφεται ἐξ Α πρὸς Δ (ἀνάδρομος φορά), ὅλοι οἱ πλανῆται κινουῦνται περὶ ἄξονα ἐκ Δ πρὸς Α (ὀρθή φορά), ὅπως δηλαδὴ περιφέρονται καὶ περὶ τὸν ἥλιον.

γ'. Ὡς ἐκ τῆς ταχύτητος τῆς περιστροφῆς των, οἱ πλανῆται εἶναι πεπεισμένοι εἰς τοὺς πόλους τοῦ ἄξονος περιστροφῆς των καὶ ἐξωγκωμένοι περὶ τὸν ἰσημερινόν των. Διὰ τοῦτο τὸ σχῆμά των δὲν εἶναι ἀκριβῶς σφαιρικόν, ἀλλ' ἔλλειψοειδές (ώσοειδές).

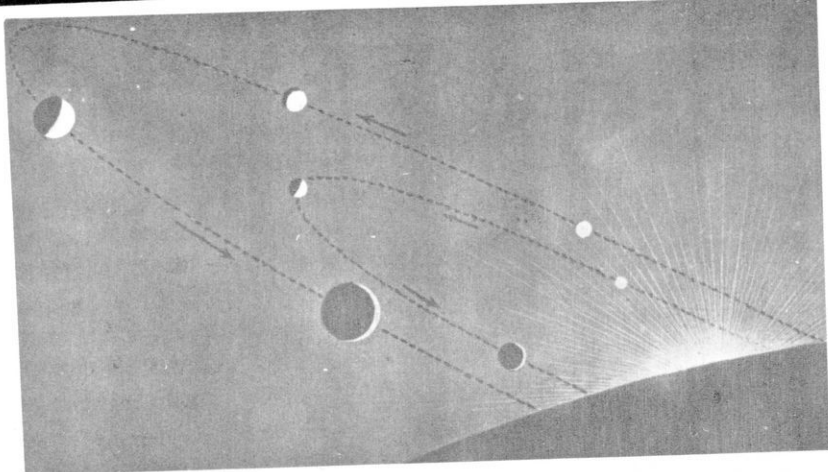
Ἐὰν καλέσωμεν α τὴν ἰσημερινὴν ἀκτῖνα ἐνὸς πλανήτου καὶ β τὴν πολικὴν, ἥτις τὸ ἡμισυ τοῦ ἄξονος περιστροφῆς του, τότε ὁ λόγος  $\frac{\alpha - \beta}{\alpha}$  καλεῖται **πλάτυνσις** τοῦ πλανήτου.

δ'. Οἱ ἄξονες περιστροφῆς τῶν πλανητῶν παρουσιάζουν διαφόρους κλίσεις, ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς των περὶ τὸν ἥλιον. Ἡ ἐν λόγω κλίσις ἔχει μεγάλην σπουδαιότητα, διότι ἐξ αὐτῆς ἐξαρτῶνται: α) ὁ σχηματισμὸς καὶ τὸ εὖρος τῶν ζωνῶν, **διακεκαυμένης**, **εὐκράτων** καὶ **πολικῶν**, εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῶν πλανητῶν· β) ἡ ὑπαρξις τῶν τεσσάρων ἐποχῶν τοῦ ἔτους· καὶ γ) ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας καὶ τῆς νυκτὸς εἰς τὰ διάφορα πλάτη τῆς ἐπιφανείας τῶν πλανητῶν, ἀναλόγως τῆς ἐποχῆς τοῦ ἔτους.

**60. 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 φορές περισσότερον ἀπὸ τὴν γῆν. Λόγω δὲ τῆς μικρᾶς τιμῆς τῆς μεγίστης ἀποχῆς του, τῶν 28° (§ 56γ), ἂν καὶ ἀστὴρ τοῦ α' μεγέθους, παρατηρεῖται πολὺ δυσκόλως ἐκ τῆς γῆς, ἐντὸς τοῦ 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 1974). Αἱ ληφθεῖσαι φωτογραφίαι ἔδειξαν ὅτι ἡ ἐπιφάνειά του εἶναι γεμάτη ἀπὸ κρατήρας. Ὁμοιάζει μὲ τὴν σελήνην.

Ὁ Ἑρμῆς περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαιρας, πολὺ ἀραιότερας ἀπὸ τὴν γῆϊνην. Ἡ θερμοκρασία του, ἀνέρχεται εἰς + 400° C, εἰς



Εικ. 15. Ο Έρμης (έσωτερικῶς) καὶ ἡ Ἀφροδίτη (έξωτερικῶς), κινούμενοι περὶ τὸν ἥλιον, ὅπως φαίνονται ἐκ τῆς γῆς. Διακρίνονται αἱ διαδοχικαὶ φάσεις των.

τὸ ἡμισφαίριον ποὺ φωτίζεται ἀπὸ τὸν ἥλιον. Εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον, ἀντιθέτως, ἔχομεν  $-100^{\circ}\text{C}$ .

Ἐπιτὸν αὐτὰς τὰς συνθήκας δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ὑπάρχη ἐπὶ τοῦ Ἐρμού ζωή, ἀνάλογος πρὸς τὴν γῆιν.

**61. Ἀφροδίτη.** Ἡ Ἀφροδίτη εἶναι ὁ λαμπρότερος ἀστὴρ τοῦ οὐρανοῦ μὲ μέγεθος κυμαινόμενον μεταξὺ  $-4,3$  καὶ  $-3,0$ . Ὀνομάζεται Ἐωσφόρος ἢ Ἀύγερινος, ὅταν φαίνεται τὴν πρωΐαν εἰς τὸ λυκαυγὲς καὶ Ἑσπερος ἢ Ἀποσπερίτης, κατὰ τὸ ἑσπέρας.

Εἰς τὴν μέσην ἀπόστασιν τῶν 108 ἑκατ. km ἀπὸ τοῦ ἡλίου, κινεῖται περὶ αὐτὸν ἐντὸς 225 ἡμερῶν. Λόγω τῆς ἐγγύτητός της πρὸς τὸν ἥλιον, ἐν σχέσει μὲ τὴν γῆν, δέχεται ἐξ αὐτοῦ διπλάσιον ποσὸν φωτὸς καὶ θερμότητος. Ὡς ἐσωτερικὸς πλανήτης δὲν φαίνεται ὑπὸ καλὰς συνθήκας· εἶναι ὅμως περισσότερο γνωστὴ ἐν σχέσει πρὸς τὸν Ἐρμῆ, ἐπειδὴ ἡ μεγίστη ἀποχὴ της φθάνει τὰς  $48^{\circ}$ .

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 ἀτμοσφαιρας, πυκνοτέρας ἀπὸ τὴν γῆιν, εἰς τὴν ὁποίαν διεπιστώθη ἡ ὕπαρξις νεφῶν. Μὲ τὰ δια-

στημόπλοια, τὰ ὁποῖα ἐστάλησαν εἰς τὴν Ἀφροδίτην μεταξύ 1962 καὶ 1974, εὐρέθη, ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρά της ἀποτελεῖται κατὰ 90% ἀπὸ διοξείδιον τοῦ ἀνθρακος καὶ μόνον κατὰ τὰ 5% ἀπὸ ἄζωτον, ἐνῶ τὸ ὀξυγόνον καὶ τὸ ὕδρογόνον, ἀπὸ κοινοῦ, περιορίζονται εἰς τὰ 1,5%. Ἡ θερμοκρασία ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας της εἶναι τῆς τάξεως τῶν + 450° C.

Ἡ μεγάλη θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας της ὀφείλεται εἰς ἓνα «φαινόμενον θερμοκηπίου», πού προκαλοῦν τὰ νέφη τῆς Ἀφροδίτης, δεδομένου ὅτι ἐμποδίζουν τὴν ἔντονον σκοτεινὴν ἀκτινοβολίαν τοῦ ἑδάφους, νὰ διαφύγη εἰς τὸ διάστημα.

Λόγω τῆς ὑψηλῆς θερμοκρασίας δὲν φαίνεται, ὅτι ὑπάρχει ὀργανικὴ ζωὴ ἐπὶ τῆς Ἀφροδίτης.

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

Ἡ διάμετρος του ἀντιστοιχεῖ εἰς τὰ 0,53 τῆς γῆνης. Ἡ ἔντασις τῆς βαρύτητος εἰς τὴν ἐπιφάνειάν του περιορίζεται εἰς τὰ 0,38 τῆς γῆνης, 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 ἑκείνον τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς, ἤτοι εἰς 24 ὥρ. 37λ. 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 καὶ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ Ἄρεως διαχωρίζεται εἰς πέντε ζώνας, ὅπως ἡ γῆνη, ἐξ ἄλλου δὲ τὸ ἔτος τοῦ Ἄρεως ἔχει τέσσαρας ἐποχάς, ἀναλόγους πρὸς τὰς γῆνας.

Εἰς τοὺς πόλους τοῦ Ἄρεως παρατηροῦνται, κατὰ τὴν ἐποχὴν τοῦ χειμῶνος καθενὸς ἡμισφαιρίου του, πάγοι, ἀνάλογοι, πρὸς τοὺς γῆνους, οἱ ὁποῖοι ὁμως, κατὰ τὸ θέρος, ξεσφαιρίζονται ἐντελῶς, προφανῶς λόγῳ τοῦ μικροῦ πάχους 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 4000 km., ἀπεκάλυψαν, ὅτι μεγάλα ἐκτά-



σεις του καλύπτονται από κρατήρας ανάλογους προς τους κρατήρας της Σελήνης, διαμέτρου 5 έως 120 km. Το πλήθος των κρατήρων τούτων υπολογίζεται εις 10.000, τὸ δὲ βάθος των νὰ φθάνη τὰ 4.000 m. Οἱ κρατήρες καλύπτουν κυρίως τὰς ἐκτάσεις τῶν ἄλλοτε λεγομένων «διωρῶγων» τοῦ Ἄρεως, διὰ τὰς ὁποίας ἐπιστεύετο, ὅτι ἦσαν τεχνικὰ ἔργα τῶν «κατοίκων» τοῦ Ἄρεως.



Εἰκ. 16. Φωτογραφία τοῦ πλανήτου Ἄρεως. Ἄνω διακρίνεται ὁ ἓνας πόλος τοῦ πλανήτου καλυπτόμενος ὑπὸ πάγων.

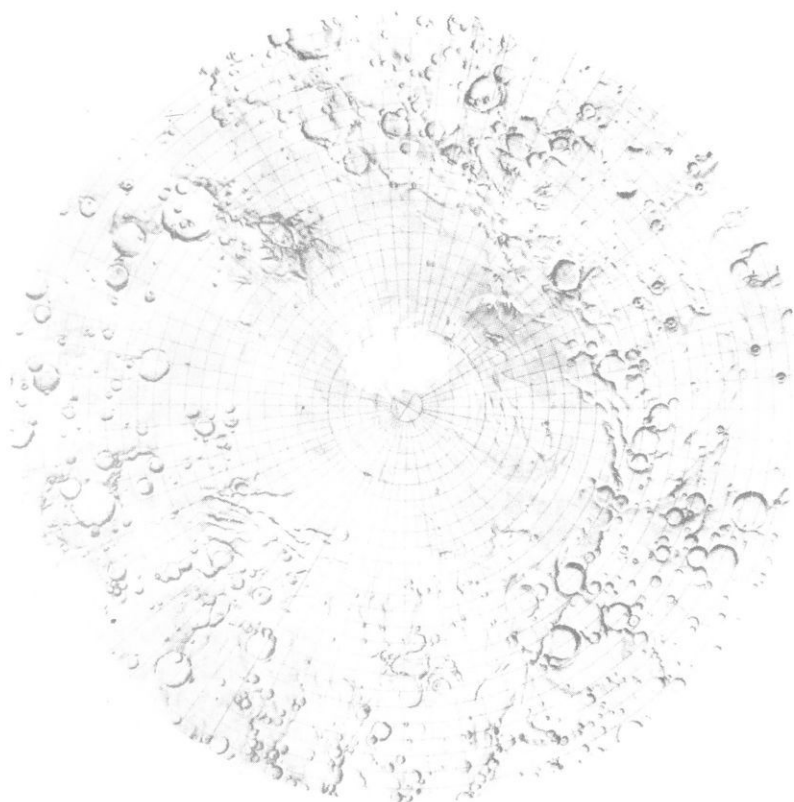
Ὁ Ἄρης περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαιράς πολὺ ἀραιᾶς, εἰς τὴν ὁποίαν ἀφθονεῖ τὸ ἄζωτον.

Ἐπίσης παρατηροῦνται ὕδατιμοὶ καὶ νέφη ἐκ παγοκρυστάλλων ἀλλὰ καὶ ἄμμου, τὴν ὁποίαν ἀνυψοῦν ἐκ τῆς ἐπιφανείας τῶν ἐρήμων τοῦ Ἄρεως ἄνεμοι, πνέοντες, ὅπως διεπιστώθη, μὲ ταχύτητα 36 km/h. Ἡ θερμοκρασία εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ ἰσημερινοῦ τοῦ Ἄρεως ἀνέρχεται κατὰ τὸ θέρος εἰς 30° C, κατέρχεται δὲ εἰς τὰς πολικὰς περιοχὰς μέχρι τῶν - 60° C.

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

Βάσει τῶν δεδομένων τούτων ἐπικρατεῖ τελευταίως ἡ ἄποψις, ὅτι εἰς τὸν Ἄρην ἡ ζωὴ καὶ ὑπὸ τὴν πλέον στοιχειώδη μορφήν αὐτῆς εἶναι προβληματικὴ.

β'. Ἐκ τῶν δύο δορυφόρων τοῦ Ἄρεως, τοῦ **Φόβου** καὶ τοῦ **Δείμου**, ὁ πρῶτος παρουσιάζει τὸ μοναδικόν φαινόμενον εἰς ὅλον τὸ ἥλιακόν σύστημα, νὰ περιφέρεται περὶ τὸν πλανήτην ἐντὸς 7 ὥρ.



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

καὶ 39λ., ἥτοι εἰς χρόνον πολὺ μικρότερον ἀπὸ τὸν χρόνον περιστροφῆς τοῦ πλανῆτου.

**63. Μικροὶ πλανῆται ( ἄστεροειδεῖς ).** 'Ο πρῶτος τῶν μικρῶν πλανητῶν ἀνεκαλύφθη τὸ 1801 ἀπὸ τὸν Ἴταλὸν ἀστρονόμον 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 **Παλλάς**, ὁ ὁποῖος ἔχει διάμετρον 490 km καὶ μέχρι τοῦ 1807 ἀνεκαλύφθησαν ἄλλοι δύο ἢ **Ἑστία** καὶ

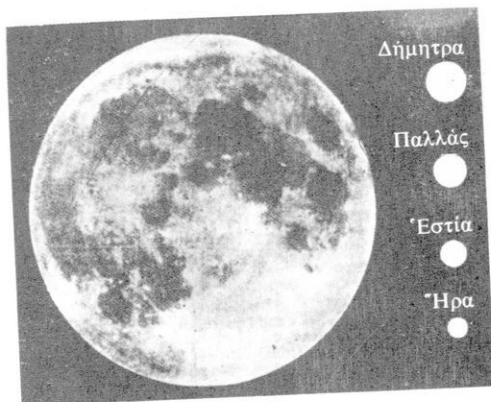
ή **Ήρα** έχοντες, αντι-στοίχως, διάμετρον 390 και 190 km. Έκτοτε άνεκαλύφθησαν μέχρι σήμερον (1974) πλέον τών 1650 μικροί πλανήται, όλοι μικρότεροι τών τεσσάρων πρώτων.

Οί άσπεροειδεΐς κινούνται περι τόν ήλιον εις τήν μέσην άπόστασιν τών 2,8 α.μ., άλλ' αΐ τροχιαΐ των όμως παρουσιάζουν ένιοτε

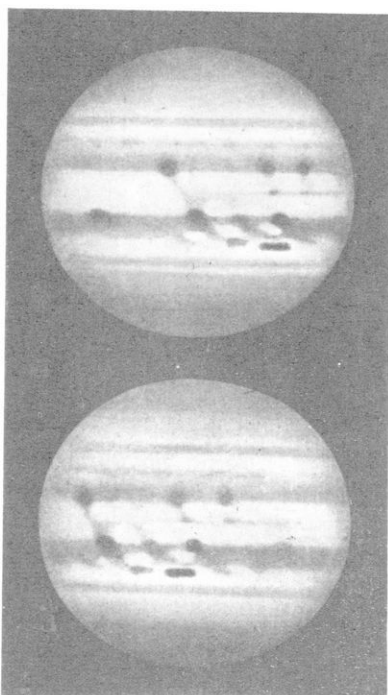
τόσον μεγάλας έκκεντρότητας, ώστε μερικοί πλησιάζουν τόν ήλιον περισσότερο του **Άρεως**. Ο **Ίκαρος** μάλιστα έχει τό περιήλιόν του εις τήν άπόστασιν τών 28 έκατ. km από τόν ήλιον, ήτοι πλησιέστερον και του **Έρμου**, κατά τήν κίνησίν του δε πλησιάζει τήν γήν εις άπόστασιν 16,5 έκατ. km. Αντιθέτως ό **Ίδαλγός** έχει τό άφήλιόν του πλησίον του Κρόνου, εις τήν άπόστασιν έκ του ήλιου τών 9,4 α.μ.

Τό πρόβλημα τής προελεύσεως τών άσπεροειδών δε έχει λυθί. Ή υπόθεση, ότι ούτοι προήλθον έκ τής έκρήξεως ένός μεγάλου πλανήτου, άν και ή φυσικώτερα, προσκρούει πολύ εις τό ότι ή ύλη όλων μαζί τών μικρών πλανητών αντιπροσωπεύει μόλις τό 1/20 τής μάζης τής σελήνης.

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



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



Εικ. 18. Δύο εικόνες τοῦ Διός, αἱ ὁποῖα δεικνύουν τὴν μετακίνησιν τῶν διαφόρων σχηματισμῶν του, ἐντὸς μιᾶς ὥρας, λόγω τῆς ταχείας περιστροφῆς του.

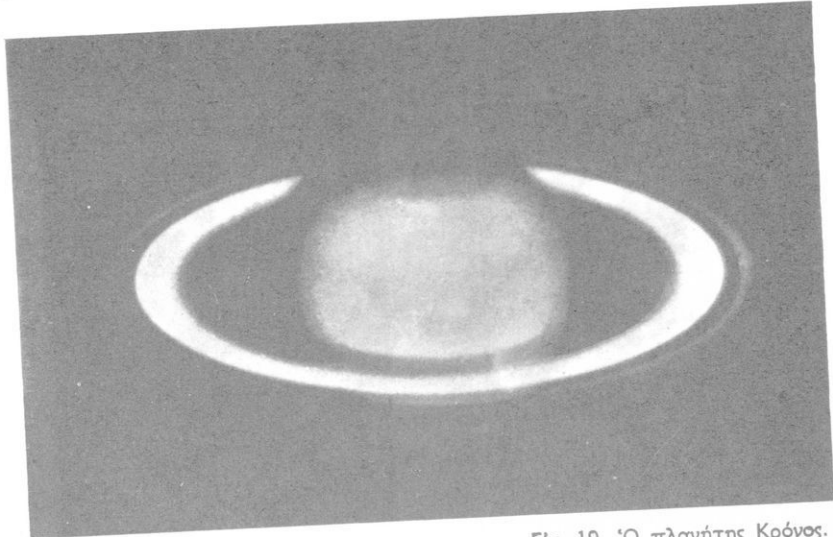
Ὁ Ζεὺς περιστρέφεται ταχύτατα, ἐντὸς μόνον 9 ὥρ. 51 λ. Ἡ περιστροφή του ὁμως δὲν εἶναι ὁμοίομορφος καθ' ὅλην του τὴν ἔκτασιν, ἀλλ' ἐπιβραδύνεται πρὸς τοὺς πόλους του.

Περιβάλλεται ὑπὸ πυκνῆς ἀτμοσφαιρας (θερμοκρασίας  $-130^{\circ}$  C), ἡ ὁποία περιέχει, κατὰ κύριον λόγον ἐνώσεις ἀμμωνίας καὶ μεθανίου. Διὰ τηλεσκοπίου δὲν φαίνεται ἡ ἐπιφάνειά του, ἀλλὰ μόνον ἡ ἀτμόσφαιρά του, ἡ ὁποία παρουσιάζει πλατείας σκοτεινὰς ταινίας, διαχωριζομένας ἀπὸ φωτεινοτέρας ζώνας, ἐκτεινομένης παραλλήλως πρὸς τὸν ἰσημερινὸν τοῦ πλανῆτου. Αἱ ζῶναι καὶ αἱ ταινίαι μεταβάλλουν συνεχῶς ὄψιν καὶ εὖρος. Μεταξὺ αὐτῶν παρατηρεῖται ἡ καλουμένη «ἐρυθρὰ κηλίς», με διάμετρον τετραπλασίαν τῆς γῆνης, ἡ ὁποία μετατοπίζεται ἀσθενῶς, ὡσάν αἰωρούμενος σχηματισμός, πρὸ τοῦ δίσκου τοῦ Διός.

Οὐδεὶς λόγος περὶ ζωῆς, ἀναλόγου πρὸς τὴν γῆϊνήν, εἶναι δυνατόν νὰ γίνῃ προκειμένου περὶ τοῦ Διός.

**β'.** Ἐκ τῶν 12 δορυφόρων τοῦ πλανῆτου τούτου, οἱ τέσσαρες, **Γανυμήδης, Καλλιστώ, Ἰώ** καὶ **Εὐρώπη**, εἶναι πολὺ μεγάλοι, με διάμετρον ἀπὸ 4980 μέχρι 2880 km. Οἱ δύο πρῶτοι εἶναι μεγαλύτεροι τῆς σελήνης, τῆς ὁποίας ἡ διάμετρος περιορίζεται εἰς τὰ 3476 km. Οἱ ἕτεροι 8 φαίνονται με ἰσχυρὰ τηλεσκοπία.

**65. Κρόνος. α'.** Εἰς τὴν μέσην ἀπόστασιν τῶν 9,54 α.μ. κινεῖται περὶ τὸν ἥλιον ὁ Κρόνος, ἔκτος κατὰ σειρὰν πλανῆτης καὶ συμπληροῖ τὴν περιφορὰν του ἐντὸς 29 ἔτ. καὶ 167 ἡμ.



Εικ. 19. 'Ο πλανήτης Κρόνος.

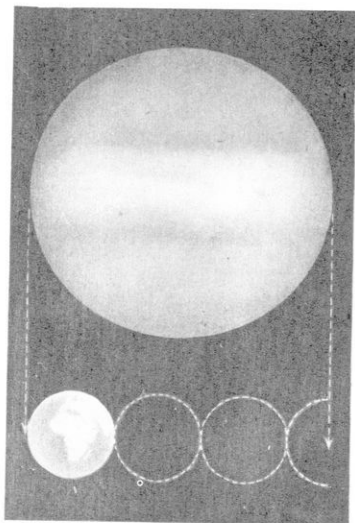
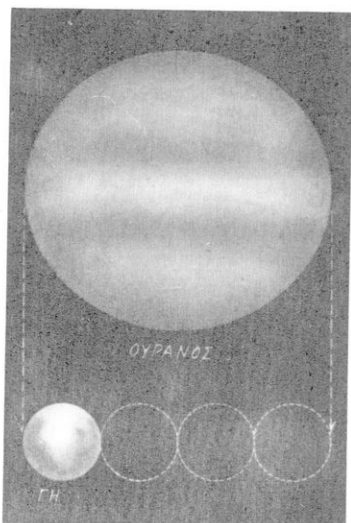
Περιστρέφεται περί άξονα εντός 10 ώρ. και 14λ., παρουσιάζει δέ, όπως ο Ζεύς, βραδυτέραν περιστροφήν μακράν του ήσημεριου του, δηλωτικήν τής ρευστότητός του μέχρι μεγάλου βάθους εντός αυτού.

Όπως ο Ζεύς, ούτω και ο Κρόνος, περιβάλλεται υπό πυκνής ατμοσφαιρας, αναλόγου συνθέσεως και όψεως, μετά ζωνών και ταινιών. Η θερμοκρασία τής επιφανείας του εύρίσκεται ίση προς  $-155^{\circ}\text{C}$ . Πιστεύεται, ότι ο Κρόνος έχει τήν ίδιαν σύστασιν με τον Δία.

β'. Τον Κρόνον περιβάλλει **δακτύλιος**, ο όποιος τον καθιστά τον θαυμασιώτερον των πλανητών. Εισ τήν πραγματικότητα πρόκειται περί τριών δακτυλίων συγκεντρικών, των όποιών η έσωτερική διάμετρος φθάνει τα 272.000 km, ενώ τού συνολικόν των πλάτος ανέρχεται εις τα 66.000 km. Τό πάχος των όμως είναι πολύ μικρόν περίπου 20 km. Από του έσωτερικού χείλους του δακτυλίου μέχρι τής επιφανείας του πλανήτου η απόστασις μόλις φθάνει τα 40.000 km.

Οί δακτύλιοι του Κρόνου δέν είναι συμπαγής ύλη, αλλά σύνολον σωματίων, πιθανώς παγοκρυστάλλων, έκαστον των όποιών περιφέρεται περί τον πλανήτην. Λόγω όμως τής μεγάλης απόστάσεως, όλα αυτά τα σωματία δίδουν τήν εντύπωσιν του συνεχούς δακτυλίου. Τό 1969 ανεκαλύφθη και τέταρτος δακτύλιος.

Ό Κρόνος έχει 10 δορυφόρους, όλοι όμως πλην του **Τιτάνος**, είναι μικρότεροι τής Σελήνης.



Εικ. 20. Οι πλανήται Ουράνος και Ποσειδών εν συγκρίσει προς την γην.

**66. Ουράνος.** 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 κυλίεται ἐπὶ τῆς τροχιᾶς του περὶ τὸν ἥλιον.

Ὁ Ουράνος, ὅπως ὁ Ζεὺς καὶ ὁ Κρόνος, παρουσιάζει ζώνας καὶ ταινίας, ἐναλλάξ φωτεινὰς καὶ σκοτεινὰς, παραλλήλους πρὸς τὸν ἡμερινὸν του, ὀφειλομένας εἰς τὴν περιβάλλουσαν αὐτὸν πυκνὴν ἀτμόσφαιραν, εἰς τὴν ὁποίαν κυριαρχεῖ τὸ μεθάνιον καὶ τὸ μοριακὸν ὕδρογονόν. Ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας του κατέρχεται εἰς τοὺς  $-185^{\circ}$  C. Ὁ Ουράνος ἔχει πέντε δορυφόρους.

**67. Ποσειδών.** Ἡ ὕπαρξις τοῦ πλανήτου τούτου διεπιστώθη ἐκ τῶν παρῆλξεων, τὰς ὁποίας ἀσκεῖ ἐπὶ τοῦ Ουράνου. Ὁ Γάλλος μαθηματικὸς Le Verrier (Λεβερριέ, 1811 - 1877), ὑπελόγησε θεωρητικῶς καὶ ὑπέδειξε τὴν ἀκριβῆ θέσιν, εἰς τὴν ὁποίαν ἔπρεπε νὰ εὑρίσκειται ὁ ἄγνωστος πλανήτης, ὅπου δὲ καὶ πράγματι ἀνευρέθη τὴν 23ην Σεπτεμβρίου 1846 ὑπὸ τοῦ Γερμανοῦ ἀστρονόμου Galle (Γκάλλε), ὡς ἀστήρ 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 ὑπολογίζεται εἰς  $-200^{\circ}$  C.

Ἐκ τῶν δύο δορυφόρων του, ὁ **Τρίτων** εἶναι μεγαλύτερος καὶ ἀπὸ τὴν σελήνην.

**68. Πλούτων.** Ὁ πλανήτης οὗτος ἀνεκαλύφθη φωτογραφικῶς τὸ 1930 καὶ εἶναι ὁ τελευταῖος γνωστός 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 ἀστήρ 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  $23^{\circ} 27'$  ἐκατέρωθεν τοῦ ἰσημερινοῦ, αἱ δὲ κατεφυγμέναι καλύπτουν ἕκτασιν  $23^{\circ} 27'$  ἀπὸ τῶν γηϊνῶν πόλων. Καθορίσατε ἐπακριβῶς τὴν θέσιν καὶ τὴν ἕκτασιν ἐκάστης τῶν ζωνῶν τῶν πλανητῶν Ἄρεως, Διὸς καὶ Κρόνου.

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

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

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

44. Καθορίσατε τὰ ὅρια τῆς ἀποστάσεως ἐνὸς ἐκάστου τῶν πλανητῶν ἀπὸ τῆς γῆς, λαμβάνοντες ὡς βάσιν τὴν μέσην 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

**69. 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 **πυρῆνα**, ὁ ὁποῖος εἶναι τὸ λαμπρότερον τμῆμα τοῦ κομήτου καὶ ἔχει τὴν ὄψιν ἀστέρος·



Εικ. 21. Ὁ κομήτης τοῦ Μπρούξ.

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.

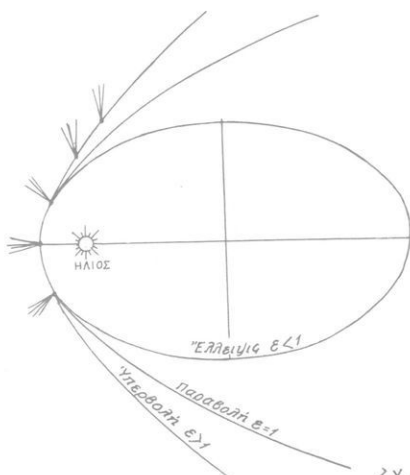
**β'.** Σχεδὸν ὅλοι οἱ κομήται εἶναι σώματα τεραστίων διαστάσεων. Ἡ κεφαλὴ ἔχει συνήθως τὸ μέγεθος τῆς γῆς, δυνατὸν ὅμως νὰ εἶναι καὶ πλεόν ἀπὸ 10 φορές μεγαλυτέρα. Ἐξ ἄλλου, τὸ μήκος τῆς οὐρᾶς δύναται νὰ φθάσῃ καὶ τὰς 2 α.μ. Ὅσοι δὲ κομήται φαίνονται διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ ἔχουν συνήθως οὐρὰν μήκους ἀπὸ 10 ἑκατ. km καὶ ἄνω. Εἶναι ὅμως δυνατὸν νὰ ὑπάρχουν κομήται ἄνευ οὐρᾶς καὶ μὲ διάμετρον τοῦ πυρήνος, περιοριζομένην εἰς τὰ 100 km μόνον.

**γ'.** Παρὰ τὸν μέγιστον ὄγκον των, ἡ μᾶζα τῶν κομητῶν εἶναι πολὺ μικρὰ πάντοτε. Κομήτης μετρίου μεγέθους ἔχει συνήθως μᾶζαν μικροτέραν καὶ τοῦ ἑκατομμυριοστοῦ τῆς γῆινης. Διὰ τοῦτο οἱ



πλανῆται καὶ οἱ δορυφόροι τῶν δὲν διαταράσσονται, ὅταν οἱ κομῆται διέρχονται κάποτε πολὺ πλησίον τῶν.

δ'. Οἱ κομῆται εἶναι τόσον πολλοί, ὥστε κάποτε παρατηροῦνται διὰ τῶν τηλεσκοπίων περισσότεροι τῶν 10 ἑτησίως καί, κατὰ μέσον ὄρον, 5 ἕως 6. Οἱ πολὺ μεγάλοι κομῆται εἶναι περίπου 2%



σχ. 10.

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

β'. "Ὅσοι κομῆται ἔχουν ἑλλειπτικὴν τροχιάν κινοῦνται περὶ τὸν ἥλιον ἐντὸς ὠρισμένου χρόνου, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ὀνομαζοῦνται **περιοδικοί**. Ἀντιθέτως, ὅταν αἱ τροχιαὶ τῶν εἶναι ἀνοικταὶ (παραβολαὶ ἢ ὑπερβολαὶ), ἔρχονται πλησίον τῆς ἡλιακῆς ἐστίας, εἰς τὸ περιήλιόν τῶν, ἐφ' ἅπαξ καὶ δὲν ἐπανέρχονται πλέον εἰς αὐτό. Διὰ τοῦτο οἱ κομῆται αὗτοι καλοῦνται **μὴ περιοδικοί**.

γ'. Ἐπὶ τοῦ συνόλου τῶν γνωστῶν κομητῶν, 20% εἶναι περιοδικοὶ καὶ ἐκ τῶν ὑπολοίπων, μὴ περιοδικῶν, οἱ 75% ἔχουν τροχιάς παραβολικὰς, οἱ ἄλλοι δὲ 5% ὑπερβολικὰς.

Οἱ κομῆται γίνονται ὄρατοί, ὅταν διέρχονται πλησίον τοῦ περιηλίου τῶν, ὁπότε καὶ φαίνονται, συνήθως, περὶ τοὺς τρεῖς μῆνας.

**71. Θεωρία τῆς ἄγρας· οἰκογένειαι καὶ προέλευσις τῶν κομητῶν.** Ἐκ τῶν 69 περιοδικῶν κομητῶν, μὲ περίοδον μικροτέραν τῶν 100 ἐτῶν, οἱ 45 ἔχουν τὸ ἀφήλιον τῆς τροχιάς τῶν πλησίον τοῦ Διός, ἐνῶ τῶν ὑπολοίπων ἄλλων τὰ ἀφήλια εὐρίσκονται πλησίον τῶν πλανητῶν Κρόνου, Οὐρανοῦ καὶ Ποσειδῶνος. Ἐκ τῶν δεδομένων τούτων συνάγεται τὸ συμπέρασμα, ὅτι οἱ ἐν λόγῳ περιοδικοὶ κομῆται διήλθον κάποτε πλησίον κάποιου ἀπὸ τοῦς

μεγάλους πλανήτας, οί όποιοι, με την ίσχυράν έλξιν των, μετέβαλον την τροχίαν των, ώστε να καταστούν περιοδικοί και να έχουν τα άφήλιά των πλησίον εκείνου του πλανήτου, ό όποιος και τους ή γ ρ ε υ σ ε ν.

Ως εκ τούτου, οί κομηται αυτοί διαχωρίζονται εις οί κ ο γ ε ν ε ί α ς. Καθεμία εξ αυτών περιλαμβάνει τους κομήτας εκείνου του πλανήτου, όστις με την άγραν του τους κατέστησε περιοδικούς.

Σήμερον δεχόμεθα, ως πιθανώτεραν την έκδοχήν, ότι οί κομηται, εν γενει, δέν είναι ξένοι προς τό ήλιακόν μας σύστημα, άλλ' ότι και οί μη περιοδικοί άκόμη άνήκουν εις αυτό, έχουν δε τα άφήλιά των εις μίαν πολύ μεγάλην άπόστασιν εκ του ήλιου. 'Η άπόστασις αυτή πιθανόν να ύπερβαινη και τας 100.000 α.μ. 'Αλλά και εκεί ή έλκτική δύναμις του ήλιου τους συγκρατεί, έφ' όσον δέν ύπάρχει πλησίον των κανεις άλλος άστήρ, ό δε πλησιέστερος εύρίσκεται εις άπόστασιν πλέον των 4 ε.φ.

## 72. Φυσική κατάστασις και χημική σύστασις τών κομητών.

α'. Το φώς τών κομητών είναι, εν μέρει, ιδικόν των και όφείλεται κυρίως εις έκρήξεις, αί όποιαι συμβαίνουν εις τους πυρήνας των. Το μεγαλύτερον όμως μέρος του φωτός των είναι ήλιακόν, τό όποιον και ανακλοϋν. Διά τουτο άλλωστε και φαίνονται λαμπρότεροι, καθ' όσον πλησιάζουν προς τον ήλιον. 'Αλλά και ή πόλωσις του φωτός των μαρτυρεί την άνάκλασιν του ήλιακού φωτός υπό σωματιδίων, ώς εκείνα του κοινοροτου.

β'. 'Η φασματοσκοπική έρευνα τών κομητών απέδειξεν, ότι ή ύλη των συνίσταται κυρίως εκ μετάλλων, μάλιστα δε σιδήρου. 'Η κεφαλή των άποτελείται από μεγάλα τεμάχια πάγου εκ μεθανίου, άμμωνίας και ύδατος με διαφόρους προσμίξεις σιδήρου, νικελίου και άσβεστιού.

γ'. Σήμερον δεχόμεθα, ότι οί πυρήνες τών κομητών δέν είναι συμπαγείς, άλλ' άποτελοϋνται από στερεά σώματα διαφόρων μεγεθών, τα όποια, ώσαν σμη- νος ίπταμένων πτηνών, κινούνται όμαδικώς επί της αυτής τροχιάς. Το σύνολον τών στερεών τούτων και σχετικώς μεγάλων τεμαχίων περιβάλλεται υπό κοινορο- τώδους και εν μέρει αεριώδους ύλης, ή όποια και σχηματίζει την κόμην. Αί ου- ραι, τέλος, αί όποιαι αναπτύσσονται κυρίως, όταν οί κομηται πλησιάζουν τον ήλιον, άλλά και διευθϋνονται πάντοτε άντιθέτως του ήλιου (σχ. 10), σχηματίζονται δια της πιέσεως της άκτινοβολίας του ήλιου επί των μικρών σωματιδίων, τα όποια, κατ' αυτών τον τρόπον, άπωθούνται από την κόμην. 'Οφείλονται άκόμη και εις τον «ήλιακόν άνεμον», ήτοι την σωματιακήν άκτινοβολίαν, την προερχο- μένην εκ του ήλιου.

Εικ. 22. 'Ο κομήτης του Χάλλεϋ, ὡς ἐφαίνετο τὴν 8ην Μαΐου (ν.ή.) 1910.

**73. Οἱ κομήται τοῦ Biela καὶ τοῦ Halley. α'.** 'Ο κομήτης τοῦ Biela (Βιέλα) παρέσχε τὴν ἀπόδειξιν, περὶ τῆς καταστάσεως αὐτῆς τῶν κομητῶν.

Οὗτος ἀνεκαλύφθη τὸ 1826 καὶ διεπιστώθη, ὅτι ἦτο περιοδικός, τῆς οἰκογενείας τοῦ Διός, 6,6 ἐτῶν. Ἐνῶ ἐπανήρχετο κανονικῶς ἀνὰ 6,6 ἔτη, ἔξαφνα τὸ 1845 παρουσίασε διόγκωμα τῆς κεφαλῆς, τὸ ὁποῖον τελικῶς ἀπεκόπη 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 ἐπανήλθε πλέον. Ὄταν, τέλος, τὴν 27ην Νοεμβρίου 1872 ἡ γῆ διῆλθεν ἐκ σημείου τῆς τροχιᾶς της, ἀπὸ τὸ ὁποῖον τότε ἔπρεπε νὰ διέλθῃ καὶ ὁ ἄλλοτε κομήτης, ἔλαβε χώραν ἑκτακτος **βροχῆ διαττόντων ἀστέρων**, ἀνερχομένων εἰς ἑκατομμύρια, ἡ ὁποία προφανῶς ὠφέιλετο εἰς τοὺς ἀναριθμήτους κόκκους τοῦ κονιορτοῦ, τοὺς ὁποίους διέσπειρεν ὁ κομήτης, κατὰ μῆκος τῆς τροχιᾶς του.

**β'.** 'Ο κομήτης τοῦ Halley (Χάλλεϋ) εἶναι περιοδικός μετὰ περίοδον 76 ἐτῶν, τὸ δὲ ἀφήλιόν του εὐρίσκεται πλησίον τοῦ Ποσειδῶνος. Ὅπως διεπιστώθη, οὗτος παρετηρεῖτο πάντοτε, ὡσάκις

διήρχετο ἐκ τοῦ περιηλίου του, λόγω τοῦ μεγάλου μεγέθους του. Ἐκ τῶν χρόνων τῆς ἀρχαιότητος (240 π.Χ.) ἔχει παρατηρηθῆ 28 φορές. Ἡ τελευταία διάβασις του ἐκ τοῦ περιηλίου ἔγινε τὸν Ἀπρίλιον τοῦ 1910, ἡ δὲ προσεχὴς θὰ λάβῃ χώραν τὸ 1986.

Κατὰ τὴν τελευταίαν ἐμφάνισίν του, θὰ διήρχετο μεταξὺ γῆς καὶ ἡλίου τὴν νύκτα τῆς 19ης πρὸς τὴν 20ὴν Μαΐου (ν.ῆ.). Ἐπειδὴ δὲ ἡ οὐρά του, διευθυνομένη ἀντιθέτως τοῦ ἡλίου καί, ἐπομένως, πρὸς τὴν γῆν, εἶχε μῆκος 110 ἑκατ. km, ἐνῶ ἡ ἀπόστασις τῆς κεφαλῆς του ἀπὸ τὴν γῆν περιωρίζετο εἰς τὰ 23 ἑκατ. km μόνον, ἦτο φανερόν, ὅτι ἡ γῆ θὰ διήρχετο διὰ μέσου τῆς οὐραῖς του. Ἐπειδὴ δέ, ἐξ ἄλλου, εἶχε διαπιστωθῆ φασματοσκοπικῶς, ὅτι εἰς τὴν κεφαλὴν τοῦ κομήτου ὑπῆρχε τὸ δηλητηριῶδες ἀέριον ὕδροκυάνιον, ἡ ἀνθρωπότης ὀλόκληρος κατεθορυβήθη.

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

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

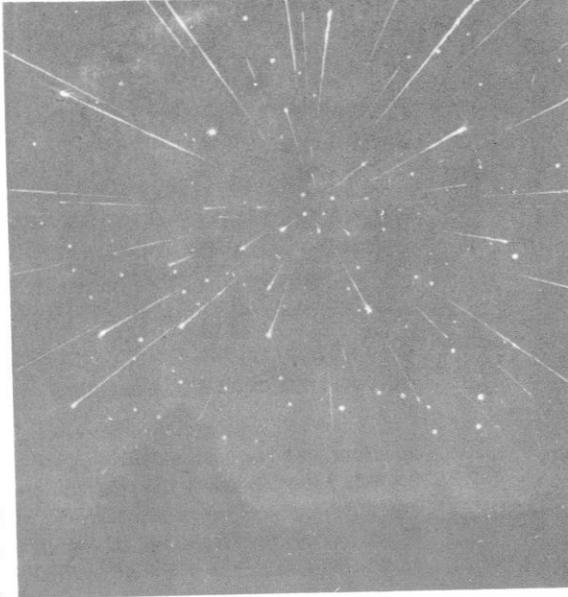
Τὰ μετέωρα, προερχόμενα κυρίως ἀπὸ τὴν διάλυσιν κομητῶν, κινοῦνται μετὰ ταχυτήτων μεγάλων, συνήθως 15 ἕως 45 km/sec, ὅση εἶναι καὶ ἡ ταχύτης τῶν κομητῶν, τῶν κινουμένων ἐπὶ ἑλλειπτικῶν, παραβολικῶν καὶ ὑπερβολικῶν τροχιῶν<sup>1</sup>.

Τὸ σύνολον τῶν μετεώρων ἀποτελεῖ τὴν καλουμένην **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

1. Ταχύτης ἕως 42 km/sec ἀντιστοιχεῖ εἰς ἑλλειπτικὴν τροχίαν· ἴση πρὸς 42 km/sec εἰς παραβολικὴν· καὶ μεγαλύτερα τῶν 42 km/sec εἰς ὑπερβολικὴν.

των μορίων τῆς γηίνης ἀτμοσφαι-  
ρας, ὥστε εἰς τὸ ὕψος τῶν 120 km,  
λόγω τῆς ἀναπτυσσομένης θερμό-  
τητος, διαπυροῦται ἐξωτερικῶς.  
Καὶ ἐὰν μὲν τοῦτο εἶναι μικρῶν  
διαστάσεων, τοῦ μεγέθους κόκκου  
ἄμμου, κατακαίεται καὶ ἀποτε-  
φροῦται ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιρας,  
εἰς διάστημα 2 ἕως 3 δευτερολέ-  
πτων. Τὸ μετέωρον φαίνεται τότε  
ὡς ἀστὴρ κινούμενος ταχέως καὶ  
ἀφήνει ὀπισθὲν του φωτεινὴν οὐ-  
ράν. 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 ἐ-  
κρήξεως. Τότε λέγομεν, ὅτι ἔχομεν  
φαινόμενον **βολίδος**. Τέλος, ἐὰν τὸ  
μετέωρον εἶναι μεγαλύτερον τοῦ  
μεγέθους καρυδίου, τότε, ὅπωςδήποτε, δὲν προλαμβάνει νὰ ἀπο-  
τεφρωθῇ ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιρας καὶ καταπίπτει, καιόμενον, ἐπὶ τοῦ  
ἐδάφους. Οἱ ἀνευρισκόμενοι ἐπὶ τῆς γῆς μετεωρίται ὀνομάζονται καὶ  
**μετεωρόλιθοι** ἢ καὶ **ἀερόλιθοι**.



Εἰκ. 23. Ἡ βροχὴ τῶν διαττόντων  
τῆς 9ης Ὀκτωβρίου 1933. Ὅλα τὰ  
μετέωρα προέρχονται ἀπὸ τὸ «ἀκτι-  
νοβόλον» σημεῖον, τὸ εὐρισκόμενον με-  
ταξὺ τῶν τεσσάρων ἀστέρων τῆς κε-  
φαλῆς τοῦ Δράκοντος.

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

**β'.** Καθ' ὥρισμένης ἡμερομηνίας τοῦ ἔτους, οἱ παρατηρούμενοι  
διάττοντες εἶναι ἀφθονώτεροι τῶν συνήθων (τῶν καλουμένων, πρὸς

διάκρισιν, **σποραδικῶν**). 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' ὠρισμένης ἡμέρας τοῦ ἔτους, ὅταν εὑρίσκεται εἰς τὴν περιοχὴν τῆς τομῆς τῆς τροχιάς τῆς μετὰ τῆς τροχιάς τοῦ κομήτου ἢ πλησίον αὐτῆς. Διὰ τοῦτο καὶ ὅλοι οἱ διάττοντες τῆς βροχῆς φαίνονται, ὅτι προέρχονται ἀπὸ ὠρισμένου σημείου τοῦ οὐρανοῦ, τὸ ὁποῖον καλεῖται **ἀκτινοβόλον** (εἰκ. 23).

Συνολικῶς λαμβάνουν χώραν ἑνέα βροχαὶ διαττόντων ἑτησίως, σπουδαιότερα τῶν ὁποίων εἶναι ἡ σημειουμένη μεταξύ 9ης καὶ 14ης Αὐγούστου, ὅποτε τὸ πλῆθος τῶν λαμπρῶν μόνον διαττόντων ὑπολογίζεται εἰς 46 καθ' ὥραν. Τὸ ἀκτινοβόλον αὐτῶν εὑρίσκεται εἰς τὴν κατεύθυνσιν τοῦ ἀστέρος η τοῦ Περσεύς, διὰ τοῦτο δὲ καὶ καλοῦνται **Περσεΐδαι**. Ἡ βροχὴ αὕτη ὀφείλεται εἰς τὸ μετεωρικὸν σμήνος, τὸ προερχόμενον ἀπὸ τὸν κομήτην τοῦ Tuttle, τοῦ 1866.

**76. Οἱ ἀερόλιθοι. α'.** Ἀνέρχονται εἰς 700 περίπου οἱ ἀνευρεθέντες εἰς τὴν γῆν ἀερόλιθοι, ὁ μεγαλύτερος δὲ ὄλων, βάρους 36,5 τόνων, ἔπεσεν εἰς τὴν Γροιλανδίαν.

Ἐνίοτε συμβαίνει, ἔαν ὁ ἀερόλιθος ἐκραγῆ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν ἢ ἔαν ἡ γῆ διέλθῃ διὰ μέσου σμήνους μετεώρων, νὰ πέσῃ εἰς τὴν γῆν ἢ καλοῦμένη **χάλαζα ἐκ λίθων**.

Ἡ χημικὴ ἀνάλυσις τῶν ἀερολίθων ἔδειξεν, ὅτι ἐνίοτε περιέχονται εἰς αὐτοὺς μέταλλα καὶ μάλιστα σίδηρος εἰς μεγάλην ἀναλογίαν. Διὰ τοῦτο οἱ ἀερόλιθοι διαχωρίζονται εἰς **σιδηρίτας**, περιέχοντας σίδηρον, καὶ εἰς **μετεωρολίθους**, οἱ ὅποιοι εἶναι πετρώδεις.

**β'.** Ἡ πτώσις τῶν μετεωριτῶν συνεπάγεται συνήθως τὴν διάνοιξιν κρατήρων ἐπὶ τῆς γῆς, οἱ ὅποιοι, πρὸς διάκρισιν ἀπὸ τοὺς ἠφαιστειακοὺς, καλοῦνται **μετεωρικοὶ κρατῆρες**. Ὁ μεγαλύτερος ἐξ αὐτῶν εὑρίσκεται εἰς Κεμπέκ τῆς Ἀμερικῆς, ἔχει δὲ διάμετρον 4600 m καὶ ὕψος τειχωμάτων 165 m.

**77. Ζφδιακὸν καὶ ἀντιηλιακὸν φῶς. α'.** Κατὰ τοὺς μῆνας Ἰανουάριον ἕως Ἀπρίλιον, μετὰ τὴν λῆξιν 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 λυκαυγοῦς, τοὺς μῆνας Ὀκτώβριον καὶ Νοέμβριον. Τοῦτο καλοῦμεν ζῳδιακὸν φῶς.

Τὸ φῶς αὐτὸ προέρχεται ἀπὸ τὴν ἀνάκλασιν τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς ὑπὸ σωματιδίων, τὰ ὁποῖα, ὡς ἀραιὸς κονιορτός, εὐρίσκονται διακεχυμένα εἰς τὸν χῶρον μεταξὺ τῶν πλανητῶν, κυρίως δὲ ἀπὸ τοῦ ἡλίου μέχρι τοῦ Ἄρεως. Ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ ζῳδιακοῦ φωτὸς συνάγεται, ὅτι τὸ κονιορτῶδες τοῦτο νέφος εἶναι φακοειδὲς καὶ ὅτι τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιᾶς τῆς γῆς εἶναι τὸ ἐπίπεδον συμμετρίας του.

**β'.** Τὸ ἀντιηλιακὸν φῶς, ἐξ ἄλλου, πολὺ ἀσθενέστερον τοῦ ζῳδιακοῦ 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 ἑλλειπτικοῦ.

### Ἀσκήσεις

46. Εὑρετε τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ἡμιάξονος τῆς τροχιᾶς 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 περιήλιον 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 ληθῆ ὑπ' ὄψιν, ὅτι τὸ συνολικὸν ἐτήσιον πληθὸς των φθάνει τὰ 4 δισεκατομύρια καὶ ὅτι ἡ συνολικὴ μᾶζά των, ἐτησίως, ἀνέρχεται εἰς 25.000 τόννους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ Η ΓΗ

### Ι. Σχήμα και φυσική κατάσταση τῆς γῆς

78. Ἡ γηῖνη σφαῖρα· ἄξων αὐτῆς καὶ κύκλοι τῆς ἐπιφανείας τῆς α'. Ἡ γῆ εἶναι σφαιρική καὶ μεμονωμένη εἰς τὸ διάστημα. Ἐκτὸς πολλῶν ἄλλων ἀποδείξεων, τοῦτο πιστοποιοῦν πλέον αἱ φωτογραφίαι τῆς γῆς, αἱ ληφθεῖσαι ὑπὸ διαστημοπλοίων, ἀπὸ μεγάλων ἔξ αὐτῆς ἀποστάσεων.

β'. Καλοῦμεν ἄξονα τῆς γηῖνης 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 ἔστραμμένος πρὸς βορρᾶν, νότιος δὲ ὁ Π', ἔστραμμένος πρὸς νότον.

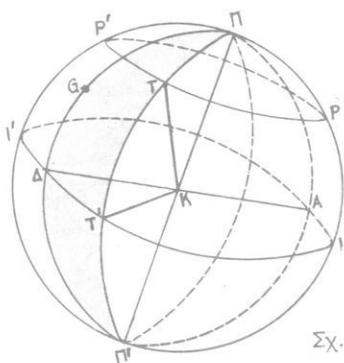
γ'. Ὀνομάζεται ἰσημερινὸς τῆς γῆς ὁ μέγιστος κύκλος αὐτῆς ΙΓ'Ι', ὁ κάθετος πρὸς τὸν ἄξονά της καὶ διερχόμενος διὰ τοῦ κέντρου της Κ. Ὁ ἰσημερινὸς χωρίζει τὴν γῆν εἰς δύο ἡμισφαίρια, ἐκ τῶν ὁποίων, τὸ μὲν περιέχον τὸν βόρειον πόλον αὐτῆς καλεῖται βόρειον ἡμισφαίριον, τὸ δὲ περιέχον τὸν νότιον πόλον της λέγεται νότιον ἡμισφαίριον. Οἱ ἄπειροι παράλληλοι πρὸς τὸν ἰσημερινὸν μικροὶ κύκλοι, ὡς ὁ ΡΤΡ', καλοῦνται παράλληλοι κύκλοι τῆς γῆς.

δ'. Οἱ ἄπειροι μέγιστοι κύκλοι, οἱ διερχόμενοι διὰ τῶν πόλων τῆς γῆς, ὅπως ὁ ΠΠΠ' καλοῦνται μεσημβρινοί. Ἐκ τούτων, ὁ διερχόμενος διὰ τοῦ ἀστεροσκοπείου 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 τοῦ ἰσημερινοῦ καλεῖται ἀνατολικὸν ἡμισφαίριον, τὸ δὲ ἀντιστοιχοῦν πρὸς τὸ ἄλλο ἡμισφ. ΔΙ'Α τοῦ ἰσημερινοῦ καλεῖται δυτικὸν ἡμισφαίριον.

79. 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 μεσημβρινοῦ 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 αὐτῆς. Οὕτω, τὸ γεωγρ. πλάτος τοῦ τόπου T εἶναι βόρειον καὶ μετρεῖται ὑπὸ τοῦ τόξου T'T.



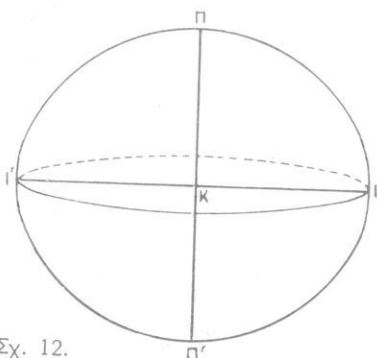
Σχ. 11.

**β'.** Καλοῦμεν **γεωγραφικὸν μῆκος** τοῦ τόπου T καὶ τὸ συμβολίζομεν διὰ τοῦ L, τὴν διεδρον γωνίαν GΠΠ'T, τὴν σχηματιζομένην ὑπὸ τοῦ πρώτου μεσημβρινοῦ καὶ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου T. Ταύτης ἀντίστοιχος εἶναι ἡ ἐπίπεδος γωνία ΔKT' τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἰσημερινοῦ, τῆς ὁποίας μέτρον εἶναι τὸ τόξον ΔT' τῆς περιφερείας τοῦ ἰσημερινοῦ.

Τὸ γεωγραφικὸν μῆκος μετρεῖται ἀπὸ 0° ἕως 180° ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ ἰσημερινοῦ, ἀρχῆς γενομένης ἐκ τῆς τομῆς Δ τοῦ ἰσημερινοῦ ὑπὸ τοῦ α' μεσημβρινοῦ, πρὸς τὸ A· καὶ καλεῖται **ἀνατολικὸν** μὲν, ἂν ὁ τόπος κεῖται εἰς τὸ ἀνατολικὸν ἡμισφαίριον, **δυτικὸν** δέ, ἂν οὗτος κεῖται εἰς τὸ δυτικὸν ἡμισφαίριον. Οὕτω, τὸ γεωγρ. μῆκος τοῦ τόπου T εἶναι ἀνατολικὸν καὶ μετρεῖται ὑπὸ τοῦ τόξου ΔT'.

**γ'.** Ἐπειδὴ ὁ τόπος T κεῖται εἰς τὴν τομὴν τοῦ μεσημβρινοῦ αὐτοῦ ΠΠΠ' καὶ τοῦ παραλλήλου του PTP', εἶναι προφανές, ὅτι τὸ γεωγρ. μῆκος καὶ τὸ γεωγρ. πλάτος αὐτοῦ, ὀρίζουν τὴν θέσιν του ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς. Διότι, τὸ μὲν πλάτος ὀρίζει τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τοῦ παραλλήλου τοῦ τόπου ἀπὸ τὸν ἰσημερινόν, καθὼς καὶ τὸ ἡμισφαίριον, βόρειον ἢ νότιον, τὸ δὲ μῆκος ὀρίζει τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου ἀπὸ τὸν πρῶτον μεσημβρινόν, καθὼς καὶ τὸ ἡμισφαίριον, ἀνατολικὸν ἢ δυτικόν. Διὰ τοῦτο, τὸ γεωγρ. πλάτος καὶ γεωγρ. μῆκος ἐνὸς τόπου καλοῦνται, ἀπὸ κρινοῦ, **γεωγραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ τόπου.**

**80. Τὸ γήϊνον 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 μεσημβρινοί, ἴσοι πρὸς ἀλλήλους, ἔχουν μῆκος 40.009.152 m, ἐνῶ ὁ ἰσημερινός εἶναι μεγαλύτερος κατὰ 67.442 m. Ἐκ τῶν δεδομένων τούτων προκύπτει, ὅτι ὁ μεσημβρινός ΠΠΠ',



Σχ. 12.

(σχ. 12) είναι έλλειψις, τῆς ὁποίας, ὁ μὲν μέγας ἡμιάξων ΙΚ, ὅστις καὶ καλεῖται **ἰσημερινή ἄκτις** τῆς γῆς, ἔχει μῆκος 6.378.388 m, ὁ δὲ μικρὸς ἡμιάξων ΚΠ, ὅστις καλεῖται **πολική ἄκτις**, εἶναι μικρότερος κατὰ 21.476 m.

**β'.** Ἐκ τῶν δεδομένων τούτων προκύπτει, ὅτι τὸ ἀκριβὲς σχῆμα τῆς γῆς εἶναι ἔλλειψοειδὲς ἐκ περιστροφῆς, ἥτοι στερεόν, τὸ ὁποῖον γεννᾶται διὰ τῆς περιστροφῆς τῆς ἐλλείψεως ΠΙΠ'Ι' (τοῦ μεσημβρινοῦ) περὶ τὸν μικρὸν ἄξονα αὐτῆς ΠΠ'.

**γ'.** Ἀπὸ τὰ μήκη τῆς ἰσημερινῆς καὶ τῆς πολικῆς ἀκτίνος προκύπτει, ὅτι ἡ μὲν ἐπιφάνεια τῆς γῆς εἶναι ἴση πρὸς 510.101.000 km<sup>2</sup>, ἐκ τῶν ὁποίων μόνον τὰ 148.900.000 ἀντιστοιχοῦν εἰς τὴν ξηράν, ὁ δὲ ὄγκος τῆς ἀνέρχεται εἰς 1.083.320.000.000 km<sup>3</sup>.

Ἐξ ἄλλου, διὰ διαφόρων μεθόδων εὐρέθη, ὅτι ἡ μέση ταχύτης ἀνέρχεται εἰς 5.977.10<sup>18</sup> τόνους, ἐνῶ ἐκ τῆς μάζης καὶ τοῦ ὄγκου προκύπτει, ὅτι ἡ μέση πυκνότης αὐτῆς εἶναι ἴση μὲ 5,517. Τέλος, ἡ μὲν ἔντασις τῆς βαρύτητος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, εἰς γεωργ. πλάτος 45°, εἶναι 9,81 m/sec<sup>2</sup>, ἡ δὲ ταχύτης διαφυγῆς, ἥτοι ἡ ταχύτης ὑπερικήσεως τῆς ἐλξεως τῆς γῆς, ἰσοῦται μὲ 11,178 m/sec.

**δ'.** Καλοῦμεν γεωειδὲς τὸ ἀκριβὲς ἔλλειψοειδὲς σχῆμα, τὸ ὁποῖον θὰ εἶχεν ἡ γῆ, ἐὰν δὲν ὑπῆρχεν ἡ ξηρά, ἡ δὲ ἐπιφάνεια τῆς θαλάσσης ἐπεξετείετο καθ' ὅλην τὴν ἑκτασίαν τῆς. Ὡς πρὸς τὸ γεωειδὲς, τὸ μέσον ὕψος τῆς ξηρᾶς ἀνέρχεται εἰς 700 m., ἐνῶ τὸ μέσον βάθος τῆς θαλάσσης φθάνει τὰ 3.500 m.

**ε'.** Ἐκ τῶν διαστάσεων τοῦ γηίνου ἔλλειψοειδοῦς ὠρίσθη ἡ μονὰς μήκος: τὸ **μέτρον**. Τοῦτο ἐλήφθη ἴσον πρὸς τὸ 1/10<sup>7</sup> τοῦ μήκους τοῦ τετάρτου τοῦ μεσημβρινοῦ τῆς γῆς. Ἐπειδὴ ὁμως αἱ παλαιότερα μετρήσεις τοῦ μήκους τοῦ μεσημβρινοῦ δὲν ἦσαν ἀκριβεῖς, διὰ τοῦτο τὸ μήκος τοῦ χρησιμοποιουμένου μέτρου εἶναι κατὰ 0,2 mm μεγαλύτερον τοῦ ὡς ἄνω ὀριζομένου.

## Ἀσκήσεις

49. Διατί οἱ μεσημβρινοὶ εἶναι ἴσοι πρὸς ἀλλήλους ;
50. Δείξατε, ὅτι τὸ γεωγραφ. μήκος τόπου Τ δύναται νὰ μετρηθῇ καὶ ἐπὶ τοῦ παραλλήλου κύκλου, τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ Τ.
51. Ποῖος εἶναι ὁ γεωμετρικὸς τόπος τῶν σημείων τῆς γηίνης ἐπιφανείας, τῶν ἐχόντων α)  $\varphi = 0^\circ$ , β)  $\varphi = 55^\circ$  καὶ γ)  $\varphi = -40^\circ$ .
52. Ποῖος εἶναι ὁ γεωμ. τόπος τῶν σημείων τῆς γηίνης ἐπιφανείας, τῶν ἐχόντων α)  $L = 0^\circ$ , β)  $L = 57^\circ$  καὶ γ)  $L = 180^\circ$ .

53. Εύρετε την τιμήν τῆς πλατύσεως τῆς γῆς.

54. Εύρετε τὴν ἀκριβῆ ποσοστιαίαν ἀναλογίαν ξηρᾶς καὶ θαλάσσης, ὡς πρὸς τὴν ὅλην ἐπιφάνειαν τῆς γῆς.

55. Τὸ ναυτικὸν μίλιον ὀρίζεται ὡς τὸ μῆκος τόξου 1' τοῦ μεσημβρινοῦ. Εὐρετε πόσον εἶναι τὸ μῆκος τούτου εἰς μέτρα.

**81. Αἱ στοιβάδες τῆς γηϊνῆς σφαίρας.** Ὅπως ἀποδεικνύεται, κυρίως ἀπὸ τὴν σπουδὴν τῆς μεταδόσεως τῶν ἐπιπέδων 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 ὑπερκειμέναις ἀλλήλων στοιβάδας: τὸν πυρῆνα, τὸν μανδύαν καὶ τὸν φλοιόν.

**82. Ἡ ἀτμόσφαιρα. α'.** Ὑπεράνω τοῦ φλοιοῦ ὑπάρχει ἡ τελευταία στοιβάς τῆς γῆς, ἡ ἀτμόσφαιρα.

Τὸ ὕψος αὐτῆς δὲν εἶναι γνωστόν, οὔτε καὶ εἶναι εὐκόλον νὰ εὐρεθῆ. Διότι ἡ ὕλη τῆς ἀτμοσφαίρας, εἰς τὰς περιοχὰς ποὺ εἶναι πέραν τῶν 3000 km, ἀναμιγνύεται μὲ τὴν ὕλην τοῦ μεσοπλανητικοῦ διαστήματος, ἡ ὁποία συνίσταται κυρίως ἀπὸ ἄτομα διαφόρων στοιχείων, μάλιστα δὲ σωματίδια. Πάντως, εἰς τὸ ὕψος τῶν 100 km ἡ πυκνότης της περιορίζεται εἰς τὸ  $1/10^6$  ἐκείνης, τὴν ὁποίαν ἔχει εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης καὶ ἡ πίεσις 1 mm, ἔναντι τῶν 760 mm ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης.

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 ὕψους. 3. Ἡ μεσόσφαιρα, ἀπὸ 50 ἕως 80 km ὕψους. 4. Ἡ θερμοσφαιρα, ἀπὸ 80 ἕως 500 km ὕψους. 5. Ἡ ἐξώσφαιρα τέλος, ἐκτείνεται ἀπὸ τὰ 500 km ὕψους καὶ ἄνω.

Ἡ ἐξώσφαιρα ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ ἠλεκτρόνια καὶ ἰόντα, τὰ ὁποῖα, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τῆς γῆς (§ 84α), συμπεριφέρονται ὅπως ἡ ὕλη τῶν ἀνωτέρων στοιβάδων τοῦ ἡλιακοῦ στέμματος. Τὴν κατάστασιν αὐτὴν 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 δὲ καὶ ἡ στοιβάς αὐτὴ καλεῖται ὄζοντος σφαιρα. Ἐπειδὴ δὲ τὸ ὄζον προκαλεῖ μεγάλην ἀπορρόφησιν τῆς ὑπεριώδους ἀκτινοβολίας, ἡ ὁποία ἐπιδρᾷ πολὺν δυσμενῶς, ἀκόμη δὲ καὶ θανατηφόρος ἐπὶ τῶν ζωϊκῶν εἰδῶν, ἡ ὄζοντοςφαιρα ἀποτελεῖ διὰ τὰ ἔμβια ὄντα εἶδος προ-

στατευτικοῦ μανδύου τῆς γῆς, ὁ ὁποῖος ἐξασφαλίζει τὴν παρουσίαν τῆς ζωῆς ἐπὶ τοῦ πλανήτου μας. Ἐὰν δι' οἰονδήποτε λόγον ἐξηφανίζετο τὸ στρώμα τοῦτο, θὰ κατεστρέφετο, ἐντὸς ὥρων, ὁλόκληρος ἡ ζωὴ ἐπὶ τῆς γῆς.

**δ'. Ἴονόσφαιρα.** Ἀπὸ τοῦ ὕψους τῶν 60 km καὶ ἄνω παρατηροῦνται φαινόμενα Ἴονισμοῦ τῶν μορίων καὶ τῶν ἀτόμων τῆς ἀτμοσφαιρας, εἰς τρόπον ὥστε ὁλόκληρα στρώματα, μεγάλου πάχους, νὰ ἐμφανίζονται Ἴονισμένα. Καλοῦμεν Ἴονόσφαιραν τὸ σύνολον τῶν Ἴονισμένων ἀτμοσφαιρικῶν στρωμάτων. Ἐξ αὐτῶν τὰ κυριώτερα εἶναι :

1. Τὸ **στρώμα D** εἰς ὕψος 60 ἕως 80 km 2. Τὸ **στρώμα E**, εἰς τὸ ὕψος τῶν 100 - 150 km. 3. Τὸ **στρώμα F**.

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

**83. Ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις. α'.** Ὡς ἐκ τῆς διαφόρου πυκνότητος τῶν στρωμάτων τῆς γηίνης ἀτμοσφαιρας, τὸ φῶς τοῦ ἡλίου καὶ τῶν ἀστέρων, εἰσδύον ἀπὸ στρώματος εἰς στρώμα, ἦτοι ἀπὸ τινος μέσου μικρότερας ὁπτικῆς πυκνότητος, εἰς ἄλλα, ὀλονέν καὶ μεγαλυτέρας ὀπτικῆς πυκνότητος, ὑπόκειται εἰς συνεχῆ διάθλασιν, τὴν ὁποίαν ὀνομάζομεν **ἀτμοσφαιρικὴν**. Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις εἶναι τόσον μεγαλυτέρα, ὅσον εἶναι μεγαλυτέρα καὶ ἡ πλαγιότης τῶν ἀκτίνων τοῦ φωτός, διὰ τοῦτο δὲ καὶ μηδενίζεται, ὅταν ἡ ἀκτίς εἰσδύῃ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κατακορύφου. Ἀντιθέτως, λαμβάνει τὴν μεγαλυτέραν τῆς τιμὴν, ἴσην πρὸς 36' 36'', ὅταν τὸ φῶς προέρχεται ἐκ τῶν σωμάτων, τῶν εὕρισκομένων εἰς τὸν ὀρίζοντα.

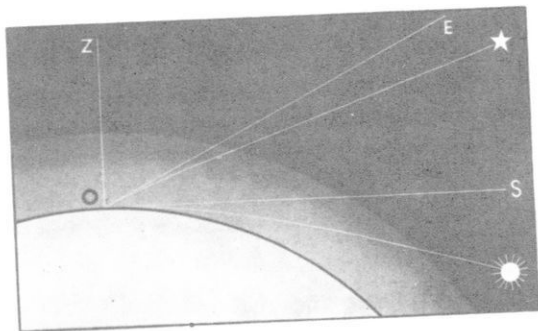
**β'.** Τὰ κυριώτερα ἀποτελέσματα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως εἶναι τὰ ἐξῆς :

1. **Παράτασις τῆς διαρκείας τῆς ἡμέρας.** Λόγω τῆς ἀτμ. διαθλάσεως, ὁ ἥλιος, ὅταν εὕρσκεται πλησίον τοῦ ὀρίζοντος, ἀνυψοῦται φαινομενικῶς. Ἐπειδὴ δὲ ἡ φαινομένη διάμετρος του εἶναι ἴση πρὸς 32' περίπου, ἦτοι ὅση 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, ὀπότε, ὅταν πράγματι ἀρχίῃ νὰ ἀνατέλλῃ, φαίνεται ὅτι ἤδη ἀνέτειλεν ἐντελῶς. Συνεπῶς, λόγῳ τῆς ἀτμ. διαθλάσεως, ἐπιμηκύνεται ἡ παρουσία τοῦ ἡλίου ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα καὶ οὕτω παρατείνεται ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας.

2. **Μεγέθυνσις τῶν σωμάτων εἰς τὸν ὀρίζοντα.** Ἐξ ἄλλου, πλησίον τοῦ ὀρίζοντος, τὰ σώματα μεγεθύνονται, λόγῳ τῆς ἀτμοσφαιρ. διαθλάσεως. Οὕτως, οἱ ἀστέρες φαινομενικῶς ἀφίστανται καὶ οἱ ἀστερισμοὶ φαίνονται μεγαλυτέροι, ὅπως τὸ ἴδιον συμβαίνει καὶ μὲ τοὺς δίσκους τοῦ ἡλίου καὶ τῆς σελήνης.

3. **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.

4. **Στίλβη των άστέρων.**  
 Τέλος, λόγω τής άτμ. διαθλάσεως κυρίως, προκαλείται τὸ φαινόμενον, κατὰ τὸ ὅποῖον οἱ άστέρες φαίνονται νὰ σπινθηρίζουν καὶ νὰ μετατοπίζονται ἑλαφρῶς, ἀλλὰ συνεχῶς, περὶ τὴν πραγματικὴν των θέσιν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται στίλβη των άστέρων καὶ εἶναι ἔντονώτερον, ὅσον οἱ άστέρες εὐρίσκονται πλησίον ἑστέρον τοῦ ὀρίζοντος.



Εἰκ. 24. Λόγω τής ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως, ὁ ἥλιος καὶ ὁ άστήρ, εὐρίσκόμενοι πλησίον τοῦ ὀρίζοντος, ἀνυψοῦνται καὶ φαίνονται εἰς τὰς θέσεις S καὶ E ἀντιστοίχως.

84. **Ὁ γήινος μαγνητισμός. α΄.** Ἡ διεύθυνσις τής μαγνητικῆς βελόνης, στρεφομένης πρὸς βορρᾶν, ἀποδεικνύει ὅτι ἡ γῆ ἀποτελεῖ πελώριον μαγνήτην, τοῦ ὅποῖου ὁ βόρειος μαγνητικὸς πόλος εὐρίσκεται πλησίον τοῦ νότιου πόλου τοῦ ἄξονος περιστροφῆς τής γῆς, ὁ δὲ νότιος μαγνητικὸς πόλος πλησίον τοῦ βορείου πόλου τοῦ ἄξονος τής γῆς.  
 Ὁ γεωμαγνητικὸς ἄξων τής γῆς σχηματίζει μετὰ τοῦ ἄξονος τής περιστροφῆς γωνίαν  $11^{\circ},4$ .

β΄. **Ζώναι Van Allen (Βάν Άλλεν).** Διὰ τῶν τεχνητῶν δορυφόρων διεπιστώθη, ὅτι ὑπάρχουν δύο ζώναι, ἐντὸν τοῦ σωματικῆς ἀκτινοβολίας, ἡ πρώτη εἰς ὕψος ἀπὸ 1000 ἕως 8000 km καὶ ἡ δευτέρα ἀπὸ 10.000 ἕως 65.000 km, αἱ ὁποῖαι ὠνομάσθησαν ζώναι Βάν Άλλεν, ἀπὸ τὸ ὄνομα τοῦ ἐρευνητοῦ, ὅστις πρῶτος τὰς ἐπεσήμανε. Ἡ ἔντονος ἀκτινοβολία των ὀφείλεται εἰς τὰ ταχέως κινούμενα σωματίδια, πρωτόνια καὶ ἠλεκτρόνια, ἐπὶ τῶν δυναμικῶν γραμμῶν τοῦ γήινου μαγνητικοῦ πεδίου. Σημαντικωτέρα ἐμφανίζεται ἡ ἐξωτερικὴ ζώνη, ἡ ὁποία καὶ γεννᾶται ἀπὸ τὰ σωματίδια, τὰ ὁποῖα φθάνουν εἰς τὴν γῆν ἐκ τοῦ ἡλίου (§ 51), σχηματίζουν δὲ ζώνην ἀπὸ πλάσμα, με ἔντονωτέραν ἀκτινοβολίαν, περὶ τὸν μαγνητικὸν ἰσημερινὸν τής γῆς.

Αἱ ζώναι Βάν Άλλεν σχετίζονται στενῶς μετὰ τὸ φαινόμενον τοῦ πολικοῦ σέλας.

γ΄. Τὸ πολικὸν σέλας εἶναι φαινόμενον, παρατηρούμενον ἰδίᾳ εἰς τὰς πολικὰς περιοχὰς τής γῆς, σπανίως δὲ εἰς μικρότερα πλάτη, μέχρι καὶ  $\pm 35^{\circ}$ , πρὸ παντὸς κατὰ τὰ μέγιστα τής ἡλιακῆς δραστηριότητος. Παρέχει τὴν ἐντύπωσιν φωτεινοῦ παραπετάσματος μετὰ κροσσῶν ἢ φωτεινῶν, ἐρυθρωπῶν συνήθως, νεφῶν, τὰ ὁποῖα φαίνονται νὰ πάλλυνται, ἀλλὰ καὶ νὰ μεταμορφοῦνται συνεχῶς.

## Άσκησης

56. Δείξτε διατί ο δίσκος του ήλιου ή της σελήνης φαίνεται πεπλατυσμένος πλησίον του ορίζοντος.

57. Δικαιολογήσατε πώς συμβαίνει ώστε η στίλβη των αστερών να περιορίζεται, όταν οὔτοι εύρισκωνται πρὸς τὴν κατεύθυνσιν τῆς κατακορύφου.

## II. Αἱ κινήσεις τῆς γῆς

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

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

1. Ἡ φαινόμενη ἡμερησία κινήσις τοῦ ἡλίου καὶ ὀλοκλήρου τῆς οὐρανίου σφαίρας ἐξ Α πρὸς Δ., ἡ ὁποία εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς (§ 109).

2. Τὸ ἔλλειψοειδὲς ἐκ περιστροφῆς σχῆμα τῆς γῆς (§ 80β').

3. Ἡ ἀπόκλισις τῶν πιπτόντων σωμάτων, ἐκ τῆς κατακορύφου διευθύνσεως, πρὸς ἀνατολάς.

4. 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 ἀκτίνας.

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

86. Ἡ κινήσις τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον. α'. Ὡς τρίτος, κατὰ σειρὰν, 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 τῆς τροχιᾶν περὶ ἐκεῖνον, μὲ μέσην ταχύτητα  $29,760 \text{ m/sec}$ , ἐντὸς  $365,256$  ἡμ.

β'. Ἀποδείξεις τῆς περιφορᾶς τῆς γῆς  
περὶ τὸν ἥλιον ὑπάρχουν πολλοί, σπουδαιότε-  
ραι τῶν ὁποίων εἶναι αἱ ἑξῆς :

1. Ἡ παραλλακτικὴ ἀπόδειξις. Ὅπως ἐ-  
λέχθη, (§ 22) καθὲς τῶν πλησιεστέρων ἀ-  
στέρων γράφει ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ κατ' ἔτος μι-  
κράν ἔλλειψιν, τὴν ὁποίαν καλοῦμεν **παραλλα-  
κτικὴν τροχιάν** (σχ. 3 καὶ 13). Ἄλλ' ἐὰν ἡ  
γῆ δὲν ἐκινεῖτο περὶ τὸν ἥλιον Η, οἱ ἀστέρες  
δὲν θὰ ἔγραφον ἐτησίως τὴν τροχιάν αὐτήν.

2. Ἡ ἐτησία ἀποπλάνησις τοῦ φωτός.  
Ἄλλ' ἐνῶς ἐκ τῆς θέσεως  $\Gamma_1$  τῆς γῆς (σχ. 13)  
ὁ ἀστὴρ  $\Sigma$  θὰ ἔπρεπε νὰ παρατηρῆται εἰς τὴν  
θέσιν  $\Sigma_1$ , ἐν τούτοις φαίνεται εἰς τὴν  $\Sigma'_1$ , καὶ ἐκ  
τῆς θέσεως  $\Gamma_2$  τῆς γῆς παρατηρεῖται μετατο-  
πισμένος ἐκ τοῦ  $\Sigma_2$  εἰς τὸ  $\Sigma'_2$ . Καθ' ὅμοιον  
τρόπον μετατοπίζεται καὶ εἰς ὅλας τὰς ἐνδιαμέσους θέσεις. Ἡ μετα-  
τόπισις αὐτὴ καλεῖται ἐτησίᾳ ἀποπλάνησις τοῦ φωτός.

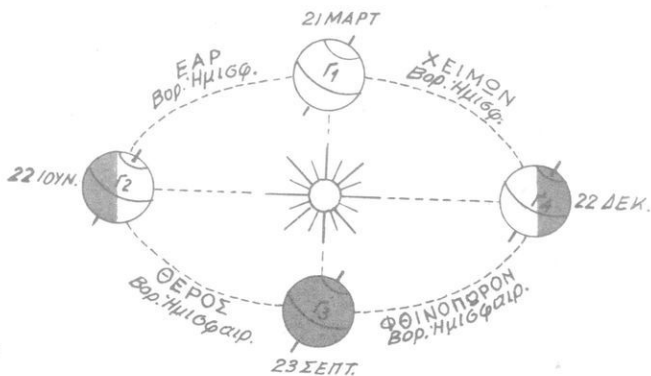


Σχ. 13.

87. Ἀποτελέσματα τοῦ συνδυασμοῦ τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς καὶ τῆς  
κινήσεως αὐτῆς περὶ τὸν ἥλιον. α'. Αἱ ἐποχὶ τοῦ ἔτους καὶ ἡ ἀνίσότης διαρ-  
κειᾶς ἡμερῶν καὶ νυκτῶν. Ἔστω ὁ ἥλιος Η (σχ. 14), θεωρούμενος ἐπὶ τὸ ἀπλού-  
στερον, εἰς τὸ κέντρον τῆς ἑλλειπτικῆς τροχιᾶς τῆς γῆς περὶ αὐτόν.

Κατὰ τὴν 21ην Μαρτίου ἡ γῆ εὐρίσκεται εἰς τὴν θέσιν  $\Gamma_1$ . Τότε ὅλοι οἱ τόποι  
φωτίζονται ἕξ ἴσων, 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 ὀλονὲν καὶ ἐπὶ περισσό-  
τερον χρόνον ἀπὸ τοὺς τόπους τοῦ νοτίου, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας  
εἰς αὐτοὺς συνεχῶς αὐξάνει, ἐνῶς 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, ἐνῶς ὁ Β.  
πόλος ἔχει συνεχῆ ἡμέραν, καθ' ὅλον τὸ διάστημα τοῦτο, ὁ Ν. πόλος ἔχει συνεχῆ  
νύκτα. Ἐξ ἄλλου, τὸ βόρειον ἡμισφαίριον θερμαίνεται ὀλονὲν καὶ περισσότερον,  
λόγω τῆς μεγαλυτέρας διάρκειας 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**, ἐνῶς τὸ νότιον, τὸ ὁποῖον θερμαίνεται  
ὀλονὲν καὶ ὀλιγώτερον, διανύει τὴν ἐποχὴν τοῦ **φθινοπώρου**.

Ἀπὸ τῆς 22ας Ἰουνίου μέχρι τῆς 23ης Σεπτεμβρίου, ὅποτε ἡ γῆ διατρέχει τὸ  
τόξον  $\Gamma_2\Gamma_3$  τῆς τροχιᾶς τῆς, ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας συνεχῶς περιορίζεται εἰς τοὺς



Σχ. 14.

τόπους του βόρειου ημισφαιρίου, ενώ αυξάνει εις τούς τόπους του νοτίου· και την 23ην Σεπτεμβρίου, όλοι πάλιν οι τόποι της γης έχουν ίσην διάρκειαν ημέρας και νυκτός. Δι' άλλους τρεις μήνας ό Β. πόλος έχει συνεχῆ ἡμέραν και ό Ν. πόλος συνεχῆ νύκτα. Ἐξ άλλου, λόγω της συνεχιζομένης μεγαλυτέρας διαρκείας της ἡμέρας εις τούς τόπους του βόρειου συγκεντρώνται εις τό βόρειον μεγαλυτέρα ποσότης θερμότητος, δια τούτο δὲ και ἐπικρατεῖ εις αὐτό ἡ ἐποχὴ του **θέρους**, ενώ εις τό νότιον ἡ ἐποχὴ του **χειμῶνος**.

Ἀπό της 23ης Σεπτεμβρίου μέχρι της 22ας Δεκεμβρίου, ὁπότε ἡ γῆ διατρέχει τό τόξον  $\Gamma_3\Gamma_4$  της τροχιάς της, ἡ διάρκεια της ἡμέρας γίνεται συνεχῶς μικροτέρα της διαρκείας της νυκτός. Κατὰ τὴν 22αν Δεκεμβρίου σημειοῦται ἡ ἐλαχίστη διάρκεια της ἡμέρας εις τό βόρειον και ἡ μεγίστη εις τό νότιον ἡμισφαίριον. Καί ενώ ό Β. πόλος έχει συνεχῆ νύκτα καθ' ὅλον τό διάστημα τούτο, ό Ν. πόλος ἀντιθέτως έχει συνεχῆ ἡμέραν. Ἐξ άλλου, τό Β. ἡμισφαίριον, λόγω της μικροτέρας διαρκείας της ἡμέρας, ἀλλά και λόγω της καθ' ἡμέραν μεγαλυτέρας πλαγιότητος τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων, θερμαίνεται πλέον πολύ ὀλίγον, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τό Ν. ἡμισφαίριον. Διὰ τούτο και ἐπικρατεῖ εις τό βόρειον ἡ ἐποχὴ του **φθινοπώρου**, ενώ εις τό νότιον ἡ ἐποχὴ του **εαρος**.

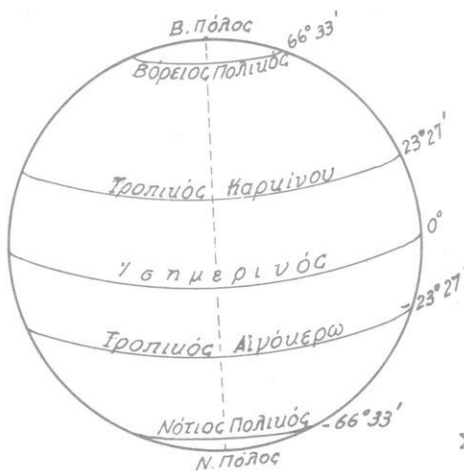
Τέλος, ἀπό της 22ας Δεκεμβρίου μέχρι της 21ης Μαρτίου, ὁπότε ἡ γῆ διατρέχει τό τόξον  $\Gamma_4\Gamma_1$  της τροχιάς της, ἡ διάρκεια της ἡμέρας συνεχῶς αυξάνει εις τούς τόπους του βόρειου ημισφαιρίου και ἐλαττοῦται εις τούς τόπους του νοτίου, ενώ τὴν 21ην Μαρτίου, ὅλοι πάλιν οι τόποι της γης έχουν ίσην διάρκειαν ἡμέρας και νυκτός. Δι' άλλους τρεις μήνας, ἐπὶ πλέον, ό βόρειος πόλος έχει συνεχῆ νύκτα, ενώ ό νότιος έχει συνεχῆ ἡμέραν. Ἐξ άλλου, λόγω της συνεχιζομένης μικροτέρας διαρκείας της ἡμέρας εις τούς τόπους του βόρειου ημισφαιρίου, συγκεντρώνται εις τό βόρειον μικροτέρα ποσότης θερμότητος και τοιοῦτοτρόπως ἐπικρατεῖ εις αὐτό ἡ ἐποχὴ του **χειμῶνος**, ενώ εις τό νότιον ἡ ἐποχὴ του **θέρους**.

**β'. Αἱ ζῶναι της γης.** Λόγω της κλίσεως του ἄξονος της γης και της, ὡς ἐκ



τούτου, άνίσου κατανομής τής θερμότητας και του φωτός εις τούς διαφόρους τόπους αὐτῆς, ἡ ἐπιφάνεια τοῦ πλανήτου μας διαχωρίζεται εἰς πέντε ζώνας (σχ. 15).

Ἡ πρώτη ἐξ αὐτῶν ἐκτείνεται ἐκατέρωθεν τοῦ Ἰσημερινοῦ μέχρι  $\varphi = \pm 23^{\circ}27'$ , ἐνῶ ὁ μὲν ἕνας παράλληλος κύκλος, καλεῖται **τροπικὸς τοῦ Καρκίνου**, ὁ δὲ ἄλλος **τροπικὸς τοῦ Αἰγόκερω**. Ἐπειδὴ ἡ ἐν λόγω ζώνη ἔχει ὡς ὄρια τῆς τούς δύο τροπικούς κύκλους, καλεῖται **τροπικὴ** ἀκόμη δὲ λέγεται καὶ **διακεκαυμένη**.



Σχ. 15.

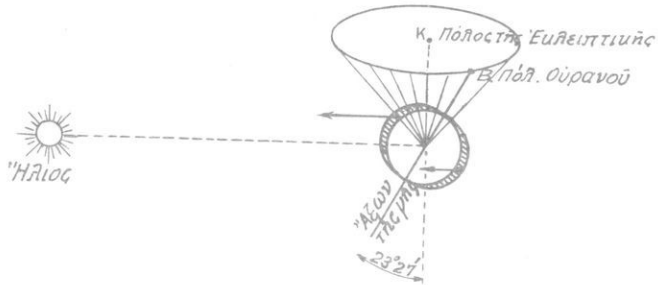
Ἐξ ἄλλου, καλοῦμεν **βόρειον πολικὸν κύκλον** τὸν παράλληλον διὰ τὸν ὁποῖον  $\varphi = +66^{\circ}33'$  καὶ **νότιον πολικὸν κύκλον** τὸν παράλληλον εἰς τὸν ὁποῖον εἶναι  $\varphi = -66^{\circ}33'$ . Ὁ τροπικὸς τοῦ Καρκίνου μετὰ τοῦ βόρειου πολικοῦ κύκλου ὀρίζουν τὴν ζώνην, ἡ ὅποια καλεῖται **βόρειος εὐκρατος**, ἐνῶ ὁ τροπικὸς τοῦ Αἰγόκερω μετὰ τοῦ νοτίου πολικοῦ κύκλου ὀρίζουν τὴν **νότιον εὐκρατον ζώνην**.

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

**88. 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 ὁποίαν ἀνεκάλυψεν ὁ Ἕλληνας ἀστρονόμος Ἴππαρχος (190 - 120 π.Χ.), προκαλεῖται ὡς ἑξῆς: Λόγω τοῦ ἐλλειψοειδοῦς σχήματός της, ἡ γῆ εἶναι ἐξωγκωμένη περὶ τὸν ἰσημερινόν. Ἡ ἔλξις τοῦ ἡλίου ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ ἐξωγκώματος εἶναι ἀναμοιόμορφος, μεγαλυτέρα 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 αὕτη ἔλξις τείνει «νὰ ἀνατρέψη» τὴν γῆν, ὁ δὲ ἄξων αὐτῆς ἀναγκάζεται νὰ ἐκτελῇ κίνησιν, ἀνάλογον πρὸς ἐκείνην τῆς σφούρας. Οὕτως ὁ ἄξων τῆς γῆς γράφει, ἐντὸς 25.800 περίπου ἐτῶν, διπλοῦν σις, ἀκτίνας  $23^{\circ}27'$  γράφεται ὑπὸ καθενὸς τῶν πόλων τῆς γῆς.

Τὸν κύκλον τῆς βάσεως τοῦ κώνου βλέπομεν νὰ γράφεται καὶ ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ. Διότι ὁ ἄξων τῆς γῆς, προεκτεινόμενος νοερώς, τέμνει τὸν οὐρανὸν εἰς δύο σημεία, τὰ ὁποῖα ὀνομάζομεν πόλους τοῦ οὐρανοῦ. Πλησίον τοῦ βόρειου οὐρανοῦ πόλου εὐ-



Σχ. 16.

ρίσκεται ὁ πολικὸς ἀστήρ (§ 20 γ). Οὕτως ὁ βόρειος πόλος τοῦ οὐρανοῦ μετατοπίζεται συνεχῶς, λόγω μεταπτώσεως, καὶ γράφει ἐπίσης κύκλον, ἐντὸς 25.800 ἐτῶν, τοῦ ὁποῦ τοῦ κέντρον Κ καλεῖται **βόρειος πόλος τῆς ἐκλειπτικῆς**. Ἀποτέλεσμα τῆς μετατοπίσεως τοῦ οὐρανοῦ πόλου εἶναι νὰ ἀλλάσῃ συνεχῶς ὁ πολικὸς ἀστήρ. Οὕτω, πρὸ 6.000 ἐτῶν πολικὸς ἦτο ὁ ἀστήρ α τοῦ Δράκοντος καὶ μετὰ 12.000 ἔτη θὰ εἶναι ὁ Βέγας.

γ'. Τὸ 1742 ὁ Ἄγγλος ἀστρονόμος Bradley (Μπράντλεϋ,,) ἀνεκάλυψε τὴν τετάρτην κίνησιν τῆς γῆς, ἡ ὁποία ὠνομάσθη **κλόνησις**. Αὐτὴ ὀφείλεται εἰς τὴν ἀνομοιόμορφον ἔλξιν, τὴν ὁποῖαν ἀσκεῖ καὶ ἡ σελήνη ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ ἐξογκώματος τῆς γῆς. Ἡ ἔλξις τῆς σελήνης δὲν συμπίπτει, ἐν γένει, μετὴν ἔλξιν τοῦ ἡλίου, κατὰ διεύθυνσιν καὶ ὡς ἐκ τούτου ὁ γήϊνος ἰσημερινός, καθὼς καὶ ὁ ἄξων τῆς γῆς, ὑπόκειται καὶ εἰς ἄλλην κίνησιν. Οὕτως, ὁ ἄξων τῆς γῆς γράφει ἀνὰ 9 ἔτ. καὶ 4 μῆν., μικρὰς ἡμιελλείψεις. Ἡ συνισταμένη τῆς μεταπτώσεως καὶ τῆς κλονήσεως εἶναι μίαν σπειροειδῆ γραμμὴν, ἀποτελουμένη ἀπὸ 2.800 μικρὰς ἡμιελλείψεις, αἱ ὁποῖαι γράφονται ἐντὸς τῶν 25.800 ἐτῶν.

### Ἀσκήσεις

58. Εὑρετε τὴν γωνιώδη ταχύτητα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς.
59. Εὑρετε τὴν γραμμικὴν ταχύτητα περιστροφῆς σημείου τῆς γῆς, κειμένου ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ αὐτῆς.
60. Εὑρετε τὴν γραμμικὴν ταχύτητα περιστροφῆς σημείου τῆς γῆς, κειμένου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς εἰς  $\varphi = \pm 45^\circ$ .
61. Ποῖον εἶναι τὸ  $\varphi$  τόπου τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, τοῦ ὁποῦ ἡ γραμμικὴ ταχύτης περιστροφῆς εἶναι ἰση πρὸς 233 m/sec.
62. Εὑρετε τὸ εὖρος, εἰς μοίρας, ἐκάστης τῶν εὐκρατῶν ζωνῶν τῆς γῆς.
63. Καθορίσατε τὴν σειρὰν μεγέθους ἐκάστης τῶν ζωνῶν τῆς γῆς.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ Η ΣΕΛΗΝΗ

### I. Ἡ σελήνη ὡς δορυφόρος τῆς γῆς

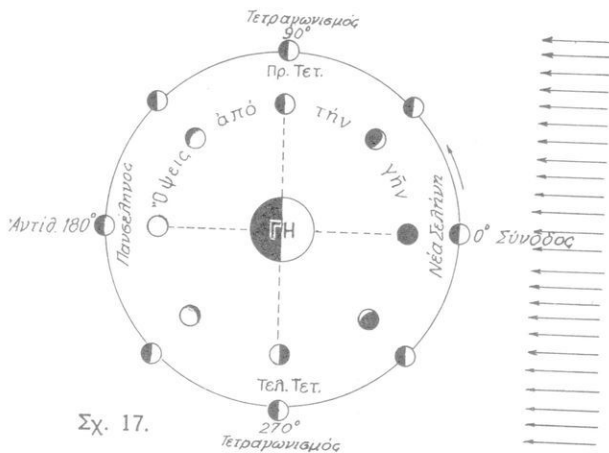
89. Ἀπόστασις καὶ μέγεθος τῆς σελήνης. α'. Ἀκριβεῖς μετρήσεις τῆς παραλλάξεως (§ 21, 22) τῆς σελήνης ἔδειξαν, ὅτι ἡ ἀπόστασις αὐτῆς ἐκ τῆς γῆς κυμαίνεται μεταξύ μιᾶς μεγίστης τιμῆς, ἴσης πρὸς 405.500 km καὶ μιᾶς ἐλαχίστης, ἴσης πρὸς 363.300 km. Ἐξ αὐτῶν προκύπτει, ὅτι ἡ μέση ἀπόστασίς της ἰσοῦται πρὸς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

β'. Δεδομένου, ὅτι ἡ φαινομένη διάμετρος τῆς σελήνης, ἀνάλογως 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 διαμέτρους αὐτοῦ, ἔχει φαινομένην διάμετρον, ἴσην πρὸς 1<sup>ο</sup>, ἐνῶ ἡ φαινομένη του διαμέτρος εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν πραγματικὴν. Οὕτως εὐρίσκομεν, ὅτι ἡ διάμετρος τῆς σελήνης εἶναι ἴση πρὸς 3.476 km (0,273 τῆς γηϊνῆς).

Ἐκ τῆς ἀκτίνας τῆς σελήνης προκύπτει, ὅτι ἡ ἐπιφάνειά της εἶναι τετραπλασία περίπου τῆς Εὐρώπης, ὁ δὲ ὄγκος της ἴσος πρὸς  $22 \times 10^9$  km<sup>3</sup>, ἐνῶ ἐκ τῶν δεδομένων τούτων συνάγεται, ὅτι ὁ δορυφόρος μας εἶναι ὁ πέμπτος, εἰς μέγεθος, μεταξύ ὄλων τῶν δορυφόρων τῶν πλανητῶν.

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  $\frac{1}{81}$  τῆς μάζης τῆς γῆς, ἤτοι πρὸς  $73 \times 10^{18}$  τόννους καὶ ὅτι ἡ πυκνότης της εἶναι 3,33, λαμβανομένης ὡς μονάδος τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος. Ἐκ τῆς μάζης καὶ τῆς ἀκτίνας εὐρίσκομεν, ὅτι ἡ τιμὴ τοῦ g ἐπὶ τῆς σεληνιακῆς ἐπιφανείας περιορίζεται εἰς τὸ  $\frac{1}{6}$  τῆς γηϊνῆς καὶ ὅτι ἡ ταχύτης διαφυγῆς ἐκ τῆς σελήνης εἶναι ἴση πρὸς 2,4 km/sec.

90. 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



Σχ. 17.

σελήνης τὰ σημεῖα τῆς τροχιάς της, ὅπου σημειοῦνται αἱ ἄκραι τιμαὶ τῆς ἀποστάσεως, ἡ ἐλαχίστη καὶ ἡ μεγίστη ἀντιστοιχῶς.

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 ἁ-

**στρικός μῆν.** Ἐκ τούτου προκύπτει, ὅτι ἡ μέση ταχύτης τῆς σελήνης, κινουμένης περὶ τὴν γῆν, ἰσοῦται πρὸς 1,02 km/sec.

**91. 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 περὶ τὴν γῆν, ὡς ἐκ τῆς συνεχοῦς μεταβολῆς τῆς ἀποχῆς της ἀπὸ τὸν ἥλιον.

Οὕτως, ὅταν ἡ σελήνη εὐρίσκεται εἰς σύνθετον 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 **νομηνίαν**. Ἀκολουθῶς, καθὼς ἡ ἀποχὴ μεγαλώνει, στρέφει πρὸς τὴν γῆν μικρὸν κατ' ἀρχὴν καὶ ἔπειτα ὅλον 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 ἡμισφωτισμένην, 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 7ημ. καὶ 9ῶρ. 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 δύῃ. Κατὰ τὸ διάστημα ἀπὸ τῆς Ν.Σ. μέχρι τῆς πανσελήνου ἡ σελήνη καλεῖται **αὔξουσα**.

Καθὼς ἡ ἀποχὴ μεγαλώνει μεταξύ 180° καὶ 270°, ἡ σελήνη στρέφει πρὸς τὴν γῆν πάλιν ὅλον ἐν καὶ μικρότερον μέρος τοῦ φωτιζομένου ἡμισφαιρίου της, γίνεται δὲ μηνίσκος ἀμφίκυρτος, ἀλλ' ἔστραμμένος πρὸς δυσμάς. Μετὰ 7 ἡμ. καὶ 9 ὥρ. ἀπὸ τῆς πανσελήνου ἔρχεται πάλιν εἰς τετραγωνισμόν (ἀποχὴ 270°) καὶ φαίνεται ἡμιφώτιστος. Τότε λέγομεν, ὅτι εὐρίσκεται εἰς τὴν φάσιν τοῦ **τελευταίου τετάρτου** (Τ.Τ.). Τέλος, καθὼς ἡ ἀποχὴ τείνει πρὸς τὰς 360°, ὁ μηνίσκος τῆς σελήνης γίνεται κοιλόκυρτος καὶ συνεχῶς λεπτύνεται μέχρις ὅτου, μετὰ ἄλλας 7 ἡμ. καὶ 9 ὥρ., ἔλθῃ ἡ σελήνη καὶ πάλιν εἰς σύνοδον, ὁπότε καὶ θὰ γίνῃ νομηνία. Ἀπὸ τῆς πανσελήνου μέχρι τῆς Ν.Σ. ἡ σελήνη λέγεται **φθίνουσα**.

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

**γ'.** Κατὰ τὰς πρώτας καὶ τελευταίας ἡμέρας τοῦ κύκλου τῶν φάσεων, ὅταν ἡ σελήνη φαίνεται ὡς κοιλόκυρτος μηνίσκος, τὸ ὑπόλοιπον μέρος τῆς ἐπιφανείας της δὲν εἶναι ἐντελῶς σκοτισμένον, ἀλλὰ παρουσιάζει ἀσθενὲς φέγγος, τὸ ὁποῖον ὀνομάζεται **τεφρώδες φῶς**. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸ φῶς, τὸ ὁποῖον ἀνακλᾷ πρὸς τὴν σελήνην ἡ γῆ καὶ τὸ ὁποῖον, ἐν συνεχείᾳ, ἀντανακλᾷται καὶ πάλιν ἀπὸ τῆς σελήνης. Τὸ τεφρώδες φῶς δὲν φαίνεται μετὰ τὸ Π.Τ. καὶ ἔπειτα ἀπὸ τὴν πανσέληνον, μέχρι καὶ τοῦ Τ.Τ., διότι τὸ ἀφανίζει τὸ ἐντονον φῶς τοῦ φωτιζομένου, ἀπὸ τὸν ἥλιον, μέρος τοῦ δίσκου της.

**92. Περιστροφή καὶ σχῆμα τῆς σελήνης.** **α'.** Ἡ σελήνη περιστρέφεται περὶ τὸν ἑαυτὸν της, ἐκ Δ πρὸς Α, εἰς χρόνον ἴσον πρὸς τὸν χρόνον τῆς περιφορᾶς της γύρω ἀπὸ τὴν γῆν, ἤτοι εἰς 27 ἡμ. 7 ὥρ. 43 λ. 11,5 δ. Ἡ ἰσότης αὕτη μεταξύ 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.

**β'.** Ἐκτὸς τῆς περιστροφῆς καὶ τῆς περιφορᾶς της περὶ τὴν γῆν, ἡ σελήνη

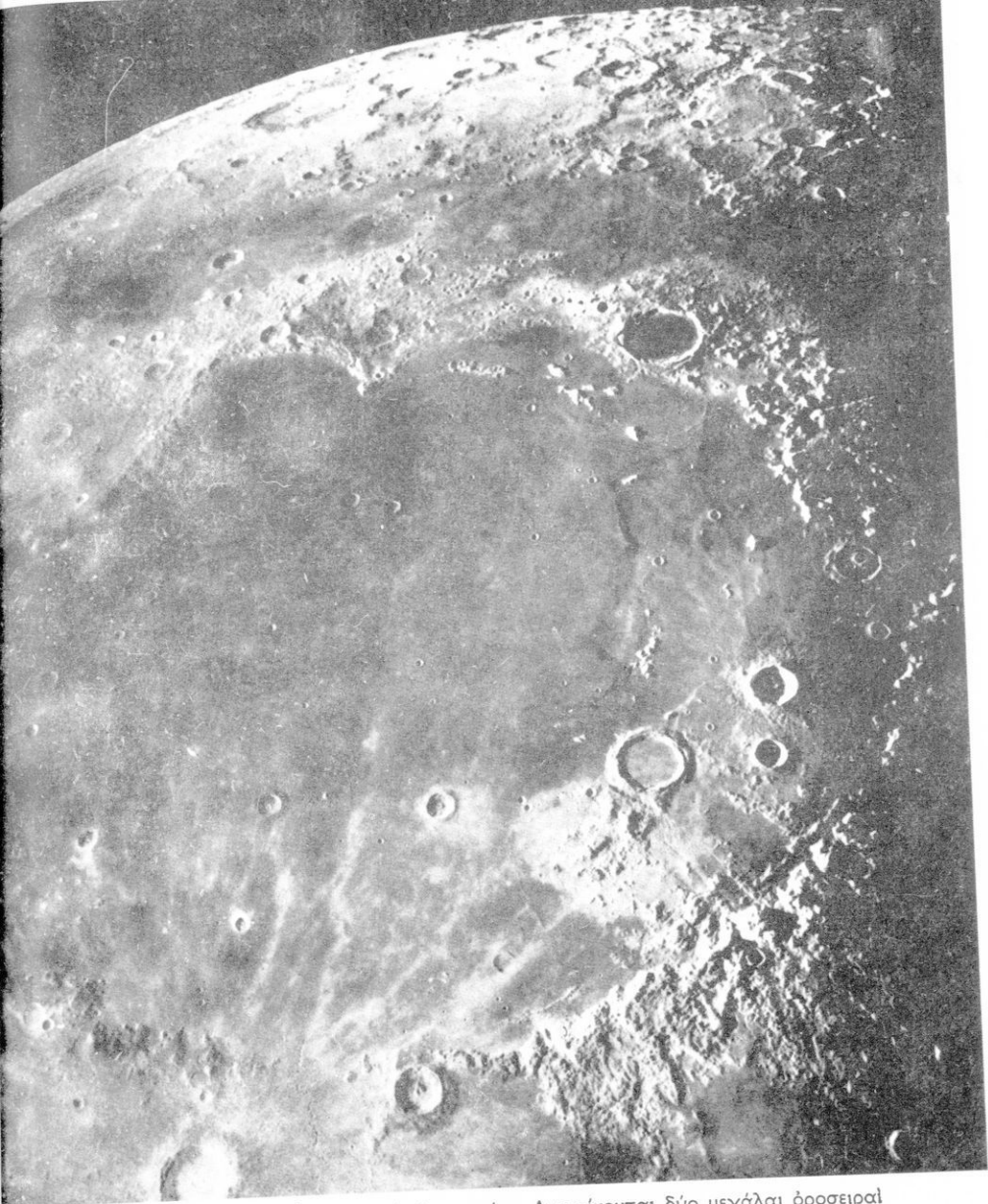
ὑπόκειται καὶ εἰς τρίτην κίνησιν, τὴν ὁποῖαν ὀνομάζομεν **λίκνισιν**. Λόγω τῆς λικνίσεως δὲν βλέπομεν μόνον τὸ ἐν ἀκριβῶς ἡμισφαίριον τῆς σελήνης, ἀλλὰ καὶ μέρος τοῦ ἄλλου, εἰς τρόπον ὥστε, ἐκ περιτροπῆς, νὰ γίνωνται ὄρατὰ τὰ 0,59 τῆς ὅλης σεληνιακῆς ἐπιφανείας.

### Ἐσκήσεις

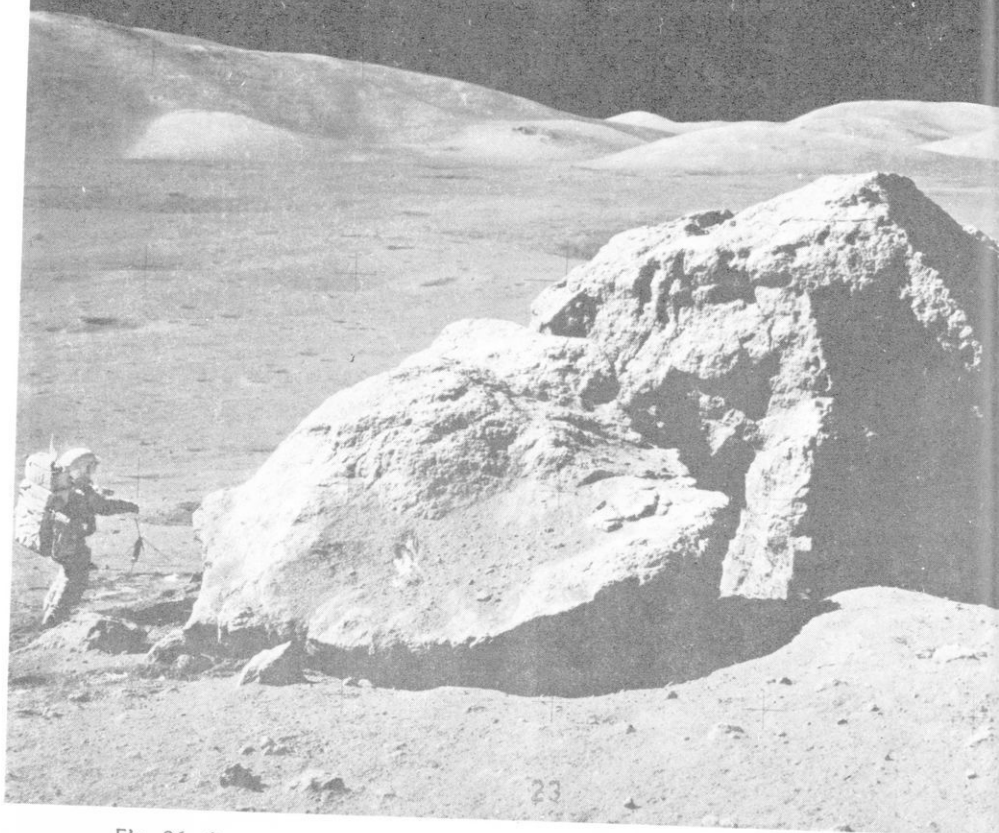
64. Εὑρετε τὴν ἀπόστασιν τῆς σελήνης ἐκ τῆς γῆς, δοθείσης τῆς παραλλάξεως αὐτῆς, ὡς ἴσης πρὸς  $57' 2''$ , 7.
65. Εὑρετε τὴν ἀκτίνα τῆς σεληνιακῆς σφαίρας, δοθείσης τῆς μέσης φαινομένης διαμέτρου αὐτῆς, ὡς ἴσης πρὸς  $31' 5''$ .
66. Εἰς ποίας ἀποστάσεις, μετρουμένας διὰ τῆς διαμέτρου του, πρέπει νὰ εὐρεθῇ σῶμα σφαιρικόν, ὥστε νὰ παρουσιάξῃ φαινομένην διάμετρον,  $30', 6', 1', 30'', 20'', 10''$  καὶ  $1''$ .
67. Εὑρετε μὲ πόσας γηῖνας ἀκτίνας ἰσοῦται ἡ μέση ἀπόστασις γῆς - σελήνης.
68. Ὑπὸ ποίαν φαινομένην διάμετρον πρέπει νὰ φαίνεται ἡ γῆ ἐκ τῆς σελήνης καὶ πόσας φορές μεγαλύτερος πρέπει νὰ φαίνεται ἐκείθεν ὁ δίσκος τῆς γῆς ;
69. Ὅρίσατε τὴν ἀπόστασιν γῆς - σελήνης εἰς α.μ. καὶ ε.φ.
70. Πόσον πρέπει νὰ ζυγίσῃ ἐπὶ τῆς σελήνης σῶμα, ἔχον ἐπὶ τῆς γῆς βάρος 1 kg ;
71. Εὑρετε εἰς ποῖον ποσοστὸν τῆς ἐπιφανείας καὶ τοῦ ὄγκου τῆς γῆς ἀντιστοιχοῦν ἡ ἐπιφάνεια καὶ ὁ ὄγκος τῆς σελήνης.
72. Εὑρετε τὴν τιμὴν τῆς πυκνότητος τῆς σελήνης, ὡς πρὸς τὴν γηίνην.
73. Ἐὰν ἡ γῆ εὐρίσκετο εἰς τὸ κέντρον τοῦ ἡλίου, ποῖαν θέσιν θὰ κατεῖχεν ἡ σελήνη, ὡς πρὸς τὸ κέντρον αὐτό, κινουμένη περὶ τὴν γῆν ;
74. Εὑρετε τὴν ἐκκεντρότητα τῆς σεληνιακῆς τροχιάς καὶ ὀρίσατε σχηματικῶς τὴν θέσιν τοῦ περιγείου καὶ τοῦ ἀπογείου τῆς σελήνης.
75. Εὑρετε τὴν πλάτυσιν τῆς σελήνης, ἐὰν ὁ μικρὸς ἄξων αὐτῆς διαφέρῃ κατὰ 50 μέτρα ἀπὸ τὸν μεγάλον ἄξονά της (βλ. § 59γ).

## II. Φυσικὴ κατάσταση τῆς σελήνης.

**93. 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 ἀτμοσφαιράς, διετηρήθησαν ἐπὶ δισεκατομμύρια ἔτη. Εἰς τὰς ὀμαλὰς καὶ ἐπιπέδους ἐκτάσεις τοῦ σεληνιακοῦ ἐδάφους,



Εικ. 25. Περιοχή της σεληνιακής επιφανείας. Διακρίνονται δύο μεγάλοι ὄρσοι (ἄνω καὶ κάτω), περιβάλλουσαι τὴν ἐπίπεδον ἑκτασιν τῆς «θαλάσσης τῶν ὄμβρων», ὅπως καὶ ἄρκετοὶ κρατῆρες.



Εικ. 26. Φωτογραφία βράχου και ορέων Σελήνης από τὸ Ἀπόλλων 17.

τῶν ὁποίων τὸ χρῶμα εἶναι σχετικῶς βαθύτερον, εἶχε δοθῆ εἰς τὸ παρελθὸν τὸ ὄνομα «θάλασσαι». Καὶ τοῦτο, διότι κατὰ τὰς παρατηρήσεις μὲ μικρὰ τηλεσκόπια ἐδίδετο ἡ ἐντύπωσις ὅτι ἦσαν ὠκεανοὶ ἀνάλογοι πρὸς τοὺς γηίνους, αὐτὸ δὲ τὸ ὄνομα χρησιμοποιεῖται ἀκόμη καὶ σήμερον παρ' ὅλον ὅτι ἔχει πλέον ἀποδειχθῆ, ὅτι οὐδέποτε αὐταὶ ἦσαν κεκαλυμμένα ὑπὸ ὕδατος.



**94. Θερμοκρασία και έσωτερική δομή.** Καθώς δέν υπάρχει ατμόσφαιρα διά τήν προστατεύση τήν επιφάνειαν τῆς Σελήνης, αὕτη υποκειμένη εἰς τήν άμεσον ήλιακήν άκτινοβολίαν κατά τήν διάρκειαν τῆς μακρᾶς σεληνιακῆς ήμέρας (ή όποία άντιστοιχεῖ εἰς δεκατέσσαρας γήϊνας ήμέρας) θερμαίνεται εἰς θερμοκρασίας άνωτέρας τῶν 100° C, ὥστε καί άν άκόμη ή σελήνη εἶχεν ὕδωρ τοῦτο θά εξητμίζετο έξ ολοκλήρου. Κατά τήν διάρκειαν τῆς νυκτὸς ή θερμοκρασία τῆς επιφανείας τῆς σελήνης πίπει εἰς τούς—150° C. Εἰς τὸ έσωτερικὸν τῆς σελήνης επικρατοῦν θερμοκρασίαι ὀλίγων εκατοντάδων βαθμῶν Κελσίου καί συνεπῶς τοῦτο εὔρσκεται εἰς στερεάν κατάστασιν ὅπως απέδειξαν παρατηρήσεις τῆς μεταδόσεως σεισμικῶν κυμάτων διά τοῦ σεληνιακοῦ ὑπεδάφους. Ἐχομεν μόνον ένδείξεις διά τήν ὕπαρξιν μικροῦ ρευστοῦ ή πλαστικοῦ πυρῆνος μή ὑπερβαίνοντος τὰ 1000 χλμ. εἰς διάμετρον.

**95. Ἡλικία καί εξέλιξις.** Μελέτη τῶν σεληνιακῶν πετρωμάτων, πού προσεκομίσθησαν ὑπό τῶν άστροναυτῶν, ἔδειξεν ὅτι αἱ διάφοροι περιοχαί τῆς σελήνης εὔρσκοντο συνεχῶς εἰς στερεάν κατάστασιν καί συνεπῶς εἰς χαμηλὰς σχετικῶς θερμοκρασίας τουλάχιστον κατά τὰ τελευταῖα 4 - 4,5 δισεκατομμύρια ἔτη. Τοῦτο άποδεικνύει ὅτι τουλάχιστον ἐπὶ 4 δισεκατομμύρια ἔτη ή σελήνη ἦτο έν άπολύτως άδρανές καί ψυχρὸν σῶμα, χωρὶς νά παρουσιάζη καμίαν δραστηριότητα ή άλλαγήν. Αἱ μόναι ἔμφανεις άλλαγαί προήρχοντο άπό τήν πτώσιν εἰς διάφορα σημεῖα τῆς επιφανείας της τεραστίων μετεωριτῶν, μέ άποτέλεσμα τήν μερικὴν τῆξιν τῶν πετρωμάτων τῆς περιοχῆς, λόγω τῆς μεγάλης θερμότητος πού ἔδημιουργεῖτο κατά τήν κροῦσιν. Ἐνας άπό τούς νεωτέρους σχηματισμούς πού ἔδημιουργήθησαν κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον εἶναι ὁ κρατήρ Κοπέρνικος, πού ἔχει ήλικίαν περίπου 800.000.000 ἔτῶν.

#### Ἄσκήσεις

\*76. Εὔρετε πόσον εἶναι ὕψηλότερα τὰ ὄρη τῆς σελήνης, ὡς πρὸς τὰ ὄρη τῆς γῆς, άν ληφθοῦν ὑπ' ὄψιν αἱ διαστάσεις γῆς καί σελήνης.

77. Διατί ή άπουσία τῆς ατμοσφαιρας συνεπάγεται καί τήν ἔλλειψιν ὕδατος ἐπὶ τῆς σελήνης ;

78. Διατί ή ἔλλειψις ατμοσφαιρας εἰς τήν σελήνην συνεπάγεται τήν άπουσίαν διαχύτου φωτός, λυκαυγοῦς καί λυκόφωτος, ὡς καί παρασκιᾶς ;

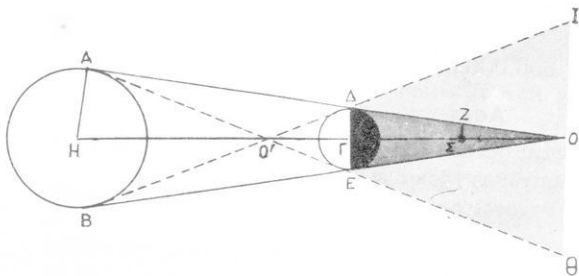
79. Εἰς τὸν οὐρανὸν τῆς σελήνης φαίνονται οἱ άστέρες καί κατά τήν ήμέραν. Διατί ;

### III. Αί εκλείψεις και παλίρροιαι

96. 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 παρασκιάν ΙΔΕΘ, ἔχουσαν σχῆμα κολούρου κώνου, ὁ ὁποῖος προκύπτει ἀπὸ τὸν κώνον ΙΟ'Θ. Οὗτος γεννᾶται ἀπὸ τὰς ἐσωτερικὰς ἐφαπτομένας ΑΕ καὶ ΒΔ, ἐνῶ ὁ κώνος τῆς σκιάς ἀπὸ τὰς ἐξωτερικὰς ΑΔ καὶ ΒΕ.

97. Αἱ ἐκλείψεις τῆς σελήνης. Ὅταν ἡ σελήνη εἰσδύῃ εἰς τὸν κώνον τῆς σκιάς τῆς γῆς, λέγομεν ὅτι ἔχομεν ἐκλειψιν σελήνης. Καί, ἐὰν μὲν εἰσέλθῃ ὀλόκληρος ἡ σελήνη, τότε ἡ ἐκλειψις καλεῖται ὀλική, ἐὰν δὲ εἰσδύσῃ μέρος μόνον αὐτῆς, τότε λέγεται μερικὴ.

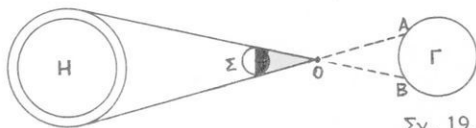
Διὰ τὰ συμβῆῃ ὅμως ἐκλειψις σελήνης, θὰ πρέπει ἡ σκιά τῆς γῆς νὰ διευθύνεται πρὸς τὴν σελήνην. Τοῦτο, συνεπῶς, θὰ συνέβαινε καθ' ἑκάστην πανσέληνον, ὅποτε, λόγῳ τῆς ἀντιθέσεως σελήνης - ἡλίου, ἡ γῆ ρίπτει τὴν σκιάν της πρὸς τὸ μέρος τῆς σελήνης. Ἀλλὰ διὰ τὰ εἰσδύῃ ἡ σελήνη εἰς τὴν σκιάν, καθ' ἑκάστην 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.



Σχ. 18.

98. Αἱ ἐκλείψεις τοῦ ἡλίου. α'. Ὅταν ἡ σκιά τῆς σελήνης φθάνη εἰς τὴν γῆν, τότε, ὅπως ἡ σελήνη κινεῖται, ἡ σκιά της διατρέχει τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς, καλύπτουσα οὕτω μίαν λωρίδα αὐτῆς, εὗρους

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 διάμε-



Σχ. 19.

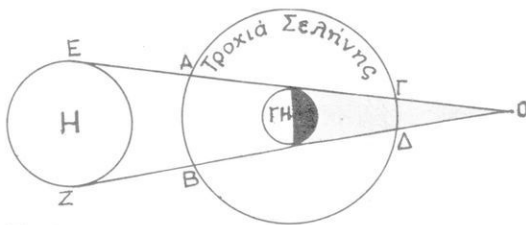
τρος τῆς σελήνης εἶναι μεγαλυτέρα τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ ἡλίου, ὅταν ἡ σκιά φθάνη ἕως τὴν γῆν. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, εἰς τοὺς τόπους αὐτοὺς γίνεται **ὀλικὴ ἔκλειψις τοῦ ἡλίου**. Οἱ τόποι ὅμως τῆς γῆς, ἐπὶ τῶν ὁποίων προσπίπτει ὁ κόλουρος κῶνος τῆς παρασκιᾶς, ἔχουν **μερικὴν ἔκλειψιν τοῦ ἡλίου**, διότι, εἰς αὐτοὺς, ὁ δίσκος τῆς σελήνης ἀποκρύπτει μέρος τοῦ ἡλιακοῦ καὶ μάλιστα τόσον μικρότερον, ὅσον ὁ τόπος εὐρίσκεται πλησιέστερον πρὸς τὰ ὅρια τῆς παρασκιᾶς.

**β'.** Ὅταν ὅμως ὁ κῶνος τῆς σκιᾶς τῆς σελήνης δὲν φθάνη εἰς τὴν γῆν (σχ. 19), τότε, εἰς ὅλους τοὺς τόπους, εἰς τοὺς ὁποίους φθάνει ὁ κατὰ κορυφὴν πρὸς τὴν σκιάν κῶνος AOB, ὁ δίσκος τῆς σελήνης, (ὁ ὁποῖος ἔχει τώρα μικροτέραν φαινομένην διάμετρον ἀπὸ τὸν δίσκον τοῦ ἡλίου), 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 καὶ πάλιν, οἱ τόποι τοὺς ὁποίους καλύπτει ἡ παρασκιά, ἔχουν μερικὴν ἔκλειψιν.

**γ'.** Αἱ ὀλικαὶ ἐκλείψεις τοῦ ἡλίου εἶναι ἀπὸ τὰ περισσότερον ἐντυπωσιακὰ ἀλλὰ καὶ ἐνδιαφέροντα ἀστρονομικὰ φαινόμενα. Ὀλίγον πρὶν καλυφθῆ ὅλος ὁ δίσκος τοῦ ἡλίου, ὅπως καὶ μόλις ἀρχίσῃ νὰ ἀποκαλύπτεται, περιβάλλεται ἀπὸ φωτεινὸν κομβολόγιον ἐπὶ 6 - 8 δευτερολ. Κατὰ τὴν ὀλικὴν ἐκλείψιν φαίνεται ἡ ἀτμόσφαιρα τοῦ ἡλίου μὲ τὰς προεσοχὰς καὶ τὸ στέμμα, ἀλλὰ καὶ οἱ ἀστέρες. Ἐπὶ τῆς γῆς πνέει ὁ λεγόμενος «ἀνεμος τῆς ἐκλείψεως», ἡ θερμοκρασία καταπίπτει καὶ περιέργει σκιαὶ διατρέχουν τὸ ἔδαφος. Ἡ σκιά τῆς σελήνης φαίνεται ὡσάν κινουμένη στήλη καπνοῦ καὶ νομίζει κανεὶς, ὅτι θὰ ἐκσπάσῃ καταιγίς.

### Ἀσκήσεις

80. Εὑρετε τὸ μήκος τῆς σκιᾶς τῆς σελήνης : α) ὅταν ἡ γῆ εὐρίσκεται εἰς τὸ περιήλιον καὶ ἡ σελήνη εἰς τὸ περίγειον· β) ὅταν ἡ γῆ εὐρίσκεται εἰς τὸ ἀφήλιον καὶ ἡ σελήνη εἰς τὸ ἀπόγειον.



Σχ. 20.

81. Σπουδάσατε εις τὸ σχ. 20 τὰ τόξα AB καὶ ΓΔ τῆς τροχιάς τῆς σελήνης καὶ δικαιολογήσατε διατὶ αἱ ἐκλείψεις τοῦ ἡλίου εἶναι περισσότεραι τῶν σεληνιακῶν.

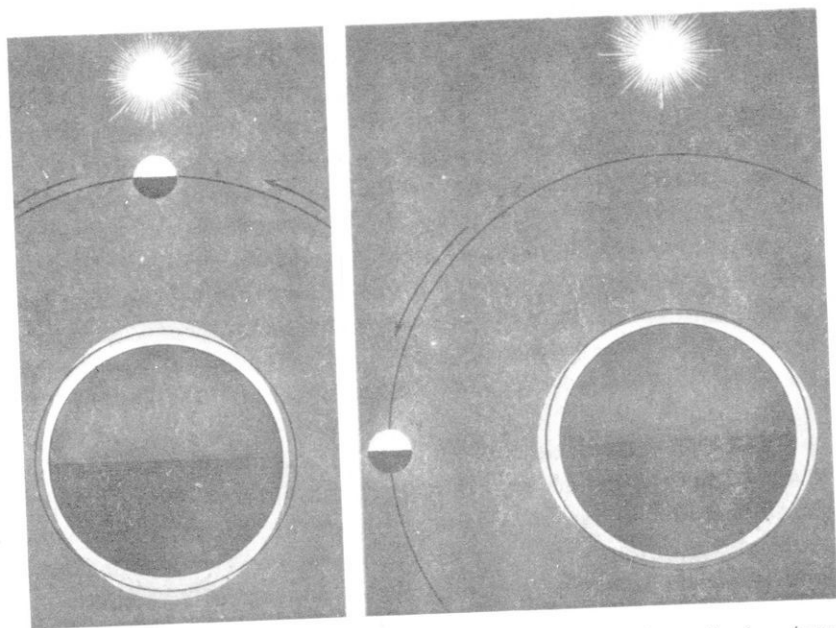
82. Κατασκευάσατε σχῆμα, τὸ ὁποῖον νὰ παριστᾷ ἀπὸ κοινοῦ τὸν μηχανισμόν τῶν ἡλιακῶν καὶ τῶν σεληνιακῶν ἐκλείψεων.

**99. Τὸ φαινόμενον τῆς παλίρροιας 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 24 ὥρον καὶ ἀκριβέστερον, ἀνὰ 24 ὥρ. 50 λ. 30 δ., παρατηροῦνται δύο ἄνοδοι καὶ δύο κάθοδοι. Ἡ ἄνοδος ὀνομάζεται **πλημμυρίς** καὶ ἡ κάθοδος **ἄμπωτις**. Ἀπὸ κοινοῦ, πλημμυρίς καὶ ἄμπωτις, ἀποτελοῦν τὸ φαινόμενον, τὸ ὁποῖον καλοῦμεν **παλίρροιαν**.

Ἐπίσης ὑπάρχει σχέσηις μεταξὺ τῆς σελήνης καὶ τοῦ φαινομένου τῶν παλίρροιαν. Ἐπειδὴ ἐπὶ πλέον τὸ ὕψος τῆς στάθμης τῶν ὑδάτων ἐξαρτᾶται ὄχι μόνον ἀπὸ τὴν ἀπόστασιν τῆς σελήνης ἐκ τῆς γῆς, ἀλλὰ καὶ τῆς γῆς ἐκ τοῦ ἡλίου, προκύπτει ὅτι καὶ ὁ ἡλιος ἔχει σχέσιν πρὸς τὴν παλίρροιαν. Μάλιστα διαπιστοῦται, ὅτι τὸ ὕψος τῶν ὑδάτων ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν φάσιν τῆς σελήνης, ἤτοι ἀπὸ τὴν θέσιν τῆς, ὡς πρὸς τὸν ἥλιον.

**100. Ἑρμηνεία τοῦ φαινομένου τῶν παλίρροιαν.** Εἰς τὸν Νεῦτωνα ὀφείλεται ἡ ἐξήγησις τοῦ φαινομένου τῶν παλίρροιαν, ἂν καί, τὸσον ὁ Πυθέας ὁ Μασσαλιώτης, ὅσον καὶ ὁ Σέλευκος, ἀλλὰ καὶ ὁ Ποσειδώνιος, διεπίστωσαν πρῶτοι, ὅτι ὑπάρχει σχέσηις μεταξὺ σελήνης καὶ παλίρροιαν.

Ὅπως ἀποδεικνύεται, ἡ ἔλξις τῆς σελήνης ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ στοιχείου τῆς γῆς εἶναι κατὰ 2,2 φορές μεγαλύτερα τῆς ἔλξεως, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἐπ' αὐτοῦ ὁ ἥλιος. Βάσει τοῦ δεδομένου τούτου, ὑποθέσωμεν, ὅτι ὅλη ἡ ἐπιφάνεια τῆς γῆς καλύπτεται ὑπὸ ὑδάτων. Τότε, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς ἔλξεως τῆς σελήνης, τὰ ὕδατα τῶν θαλασσῶν θὰ συσσωρεύοντο περισσότερο πρὸς τὸ μέρος τῆς σελήνης, ἀλλ' ἐπὶ πλέον,



Εικ. 27. Ἐξήγησις τοῦ φαινομένου τῶν παλίρροιας. Ἀριστερά: κατὰ τὴν φάσιν τῆς Ν.Σ. ἡ συνδυασμένη ἔλξις σελήνης καὶ ἡλίου προκαλεῖ ἰσχυροτέραν παλίρροιαν. Δεξιά, κατὰ τὸν τετραγωνισμόν, ἡ ἔλξις τῆς σελήνης ἐξουδετεροῦται μερικῶς ὑπὸ τῆς ἔλξεως τοῦ ἡλίου καὶ ἡ παλίρροια εἶναι ἀσθενεστέρα.

ὅπως διδάσκει ἡ Μηχανικὴ τῶν ρευστῶν, καὶ εἰς τὸ ἐκ διαμέτρου ἀντίθετον μέρος τῆς γῆς. Ἄλλ' ἡ συσῶρευσις αὐτὴ θὰ ἔδιδε εἰς τὴν γῆν σφαῖραν σχῆμα ἑλλειψοειδές (εἰκ. 27 ἀριστερά). Ἄν ἤδη ὑποθέσωμεν, ὅτι πρὸς τὸ μέρος τῆς σελήνης εὐρίσκεται καὶ ὁ ἥλιος (σύνοδος), τότε, ἡ συνδυασμένη ἔλξις ἡλίου καὶ σελήνης θὰ καταστήσῃ τὸ ἑλλειψοειδές περισσότερον πεπλατυσμένον· τοῦτο ἀκριβῶς συμβαίνει εἰς τὰς συζυγίας. Ἀντιθέτως, εἰς τοὺς τετραγωνισμούς, ὅποτε σελήνη, γῆ καὶ ἥλιος σχηματίζουν ὀρθὴν γωνίαν, ἡ ἔλξις τοῦ ἡλίου θὰ ἐξουδετερώσῃ μέρος τῆς ἔλξεως τῆς σελήνης καὶ τὸ ἑλλειψοειδές σχῆμα θὰ εἶναι ὀλιγώτερον τονισμένον, ἐστραμμένον δέ, πάντοτε, πρὸς τὴν σελήνην (εἰκ. 27 δεξιά). Λόγῳ ὅμως καὶ τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς, ἡ γῆ στρέφει, συνεχῶς, πρὸς τὴν σελήνην διαφορετικὰ μέρη τῆς ἐπιφανείας τῆς. Συνεπῶς, καὶ τὸ ἑλλειψοειδές σχῆμα θὰ ἀλλάσῃ συνεχῶς τὴν θέσιν τῶν δύο ὑδατίνων ἐξογκώσεων του,

τῶν π λ η μ υ ρ ί δ ω ν, ὅπως καὶ τῶν μεταξὺ τούτων ἀ μ π ω τ ί δ ω ν. Ἐπειδὴ δὲ ἡ περιστροφή τῆς γῆς, ἐκ Δ πρὸς Α, γίνεται εἰς 24 ὥρας, ἡ μετατόπισις τῶν ὕδατινων ἐξογκωμάτων θὰ γίνεται εἰς τὸν ἴδιον χρόνον, ἀλλ' ἐξ Α πρὸς Δ. Διότι τὰ ὕδατα κινουῦνται συνεχῶς πρὸς τὰ ὀπίσω, ἦτοι πρὸς τὸ μέρος ποῦ ἀφίνουν τὴν σελήνην, καθὼς ἡ γῆ περιστρέφεται. Μὲ ἄλλους λόγους, ἓνα πελώριον κῦμα κινεῖται συνεχῶς κατὰ τὴν ἀντίθετον διεύθυνσιν τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς, πρὸς τὸ μέρος, ἀκριβῶς, ὅπου εὐρίσκεται ἡ σελήνη. Φυσικά, αἱ ἡπειροὶ ἐμποδίζουν τὸ κῦμα καὶ συνεχῶς ἀλλάσσουν τὴν κανονικὴν πορείαν του, ὅπως ἐπίσης καὶ τὴν ὥραν τῆς πλημμυρίδος καὶ τῆς ἀμπώτιδος, κατὰ τόπους, ἀναλόγως τῆς διατάξεως τῶν ἀκτῶν.

**101. Ἡ παλίρροια τοῦ Εὐρίπου. α'.** Ὁ διάυλος τοῦ Εὐρίπου εἶναι λωρὶς τῆς θαλάσσης, πλάτους 39 m, μήκους 40 m καὶ βάθους 8,5 m, συνδέουσα τὸν βόρειον Εὐβοϊκὸν μὲ τὸν νότιον. 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. Ἡ συστηματικὴ σπουδὴ τοῦ ρεύματος ἔδειξεν ὅτι, ἐνῶ 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, δύναται δὲ νὰ ἀλλάξη φορὰν ἀκόμη καὶ 14 φορὰς τὸ 24ωρον. Τὸ κανονικὸν ρεῦμα ἀντιστοιχεῖ εἰς τὰς συζυγίας, ἦτοι εἰς 11 - 12 ἡμέρας περὶ τὴν Ν.Σ. καὶ ἄλλας τόσας περὶ τὴν πανσέλληνον, ἐνῶ τὸ ἀκανόνιστον παρατηρεῖται κατὰ τοὺς τετραγωνισμούς, Π.Τ. καὶ Τ.Τ.

**β'.** Ἡ ἐξήγησις τῶν φαινομένων τοῦ ρεύματος τοῦ Εὐρίπου ἀπησχόλησε τὸν Ἄριστοτέλη καὶ τὸν Ἐρατοσθένη εἰς τὴν ἀρχαιότητα, ἀλλὰ καὶ πολλοὺς τῶν ἐπιστημόνων ἀπὸ τοῦ παρελθόντος αἰῶνος καὶ ἐφ' ἑξῆς, μεταξὺ τῶν ὁποίων πρωτεύουσαν θέσιν κατέχει ὁ Δ. Αἰγινήτης. Σήμερον δεχόμεθα τὴν ἐξῆς ἐξήγησιν τῶν φαινομένων τοῦ Εὐρίπου:

Τὸ κῦμα τῆς παλιρροίας φθάνει εἰς τὴν Εὐβοίαν καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸν βόρειον καὶ τὸν νότιον Εὐβοϊκόν, κατευθυνόμενον πρὸς τὸν Εὐρίπον. Λόγῳ ὅμως τοῦ διαφορητικοῦ 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, εἶναι φυσικόν, οἱ περισσότεροι ὑδάτινοι ὄγκοι, οἱ ὅποιοι φθάνουν ἐκ νότου ἐνωρίτερον, νὰ ἀνεβάσουν τὴν στάθμην εἰς τὸ μέρος αὐτὸ καὶ μάλιστα κατὰ 30 ἕως 40 cm, ὁπότε δημιουργεῖται ρεῦμα ἐκ νότου πρὸς βορρᾶν. Μετὰ ἕξ ὁμως ὥρας ἀντιστρέφονται αἱ συνθήκαι 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, ὁπότε ἡ ἔντασις τῆς παλιρροίας εἶναι μεγάλη, τὸ ρεῦμα παρουσιάζεται κανονικόν. Κατὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς ὁμως, ὁπότε τὸ ρεῦμα εἶναι ἀσθενέστερον, ἡ διαμόρφωσις τοῦ βυθοῦ εἰς τοὺς ἐκεῖ δύο λιμένας, οἱ πνέοντες ἄνεμοι καὶ ἄλλα αἷτια συντελοῦν, ὥστε τοῦτο νὰ παρουσιάζη τὰς παρατηρουμένας ἀνωμαλίας.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η Η ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΣΦΑΙΡΑ

## Ι. Γῆ καὶ οὐράνιος σφαῖρα

### 102. Οὐράνιος σφαῖρα· σχῆμα καὶ χρῶμα 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 ὅμως ἡ ἀκτίς τῆς οὐρανόσφαιρας δύναται νὰ θεωρηθῆ ὡς ἔχουσα ἄπειρον μῆκος, διὰ τοῦτο, ἡ μὲν ἀκτίς ΚΤ τῆς γῆϊνης σφαίρας εἶναι δυνατόν νὰ θεωρηθῆ ἀμελητέα, τὸ δὲ τυχὸν σημεῖον Τ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς δύναται νὰ ληφθῆ ὡς κέντρον τῆς οὐρανόσφαιρας. Κατὰ ταῦτα, ἀντὶ τῆς ἀκτίδος ΚΖ τῆς οὐρανόσφαιρας, δύναται νὰ ληφθῆ ἡ ΤΖ ἡ ἀκόμη, 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.

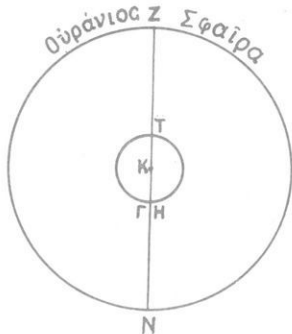
β'. Ἡ οὐράνιος σφαῖρα ὀνομάζεται ἀκόμη οὐράνιος θόλος ἢ ἀπλῶς, οὐρανός.

### 103. Κατακόρυφος τόπος· κατακόρυφοι κύκλοι. α'. Κατακόρυφος τόπος Τ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς καλεῖται ἡ διεύθυνσις τῆς βαρύτητος

εἰς τὸν τόπον Τ. Ἐπειδὴ δὲ ἡ διεύθυνσις τῆς βαρύτητος εἰς ἕνα τόπον δύναται νὰ θεωρηθῆ ὡς συμπίπτουσα πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς ἀκτίδος τῆς γῆϊνης σφαίρας, τῆς διερχομένης ἐκ τοῦ τόπου, διὰ τοῦτο ἡ κατακόρυφος τοῦ τόπου Τ ὀρίζεται καὶ ὡς ἡ διεύθυνσις τῆς γῆϊνης ἀκτίδος, τῆς διερχομένης ἐξ αὐτοῦ.

Κατὰ ταῦτα, ἕκαστον σημεῖον τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς ἔχει ἰδίαν κατακόρυφον.

β'. Ἡ κατακόρυφος ἐνὸς τόπου, ἔστω τοῦ  $T_1$  (σχ. 22), προεκτεινομένη νοερῶς πρὸς τὰ ἄνω, συναντᾷ τὴν οὐράνιον σφαῖραν εἰς σημεῖον  $Z_1$ , καλούμενον Ζενιθ τοῦ τόπου  $T_1$ . Ἐὰν ἡ κατακόρυφος προεκταθῆ νοερῶς καὶ πρὸς τὰ κάτω, ὑπὸ τοὺς πόδας τοῦ παρατηρητοῦ, τοῦ ἴστα-



σχ. 21.

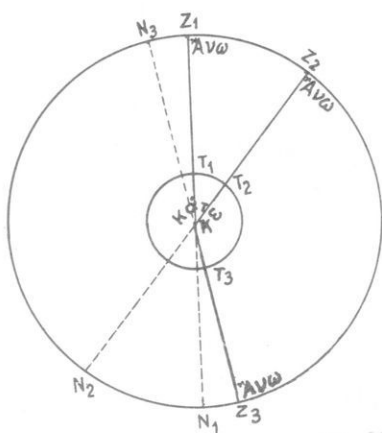


μένου εις τὸν τόπον  $T_1$ , τότε, διερχομένη ἐκ τοῦ κέντρου  $K$  τῆς γῆς καὶ ἐπεκτεινομένη ἐπ' ἄπειρον, συναντᾷ τὴν οὐράνιον σφαῖραν εἰς τὸ σημεῖον  $N_1$ , ἐκ διαμέτρου ἀντίθετον πρὸς τὸ  $Z_1$ , τὸ ὁποῖον καὶ καλεῖται **Ναδιρ** τοῦ τόπου  $T_1$ .

Κατὰ τὰ ἀνωτέρω, ἡ μὲν  $Z_1N_1$  εἶναι ἡ κατακόρυφος τοῦ τόπου  $T_1$ , ἐνῶ ἡ  $Z_2N_2$  εἶναι ἡ κατακόρυφος τοῦ τόπου  $T_2$ .

γ'. Ὀνομάζονται **κατακόρυφα ἐπίπεδα**, τὰ ἄπειρα ἐπίπεδα, τὰ ὁποῖα διέρχονται ἐκ τῆς κατακόρυφου ἑνὸς τόπου.

δ'. Καθὲν τῶν κατακόρυφων ἐπιπέδων τέμνει τὴν οὐράνιον σφαῖραν κατὰ κύκλον μέγιστον, ὅστις ὀνομάζεται **κατακόρυφος κύκλος**.

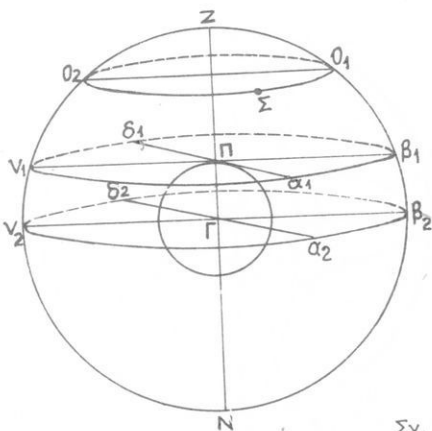


Σχ. 22.

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

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

γ'. Ἐστω παρατηρητὴς, ἰστάμενος εἰς τὸ σημεῖον  $\Pi$  τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς  $\Gamma$  (σχ. 23). 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 ὁποῖου κέντρον εἶναι τὸ σημεῖον  $\Pi$ , ἐνῶ ἡ διάμετρος του  $\beta_1\nu_1$  εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν κατακόρυφον



Σχ. 23.

ZN. Τὸν κύκλον τοῦτον ὀνομάζομεν **αἰσθητὸν ὀρίζοντα** τοῦ σημείου Π.

δ'. Οἱ ἄπειροι κύκλοι τῆς οὐρανόσφαιρας, οἱ παράλληλοι πρὸς τὸν αἰσθητὸν ὀρίζοντα ἐνὸς τόπου, ὅπως ὁ κύκλος  $O_1SO_2$ , καλοῦνται **ὀριζόντιοι κύκλοι** ἢ καὶ, διὰ τοῦ ἀραβικοῦ ὀνόματός των, **ἀλμικανταράτοι**. Οἱ ὀριζόντιοι κύκλοι εἶναι τομαὶ τῆς οὐρανόσφαιρας, ὑπὸ τῶν ὀριζοντιῶν ἐπιπέδων, καὶ ἔχουν τὰ κέντρα των ἐπὶ τῆς κατακορύφου ZN.

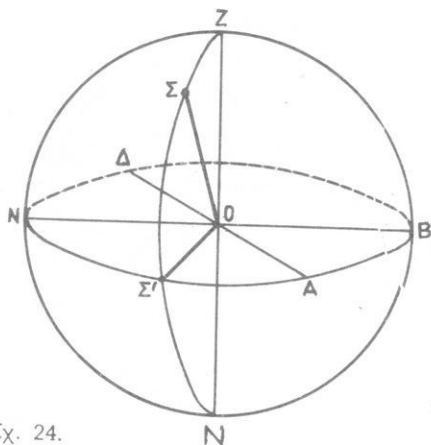
\*Όλοι οἱ ὀριζόντιοι κύκλοι εἶναι μικροί, ἐκτὸς τοῦ αἰσθητοῦ ὀριζοντος, ὁ ὁποῖος εἶναι μέγιστος, διότι ἔχει ὡς κέντρον τοῦ τὸ κέντρον τῆς οὐρανόσφαιρας.

**105. Ζενιθία ἀπόστασις καὶ ὕψος ἀστέρος. α'.** Καλοῦμεν **ζενιθίαν ἀπόστασιν** ἐνὸς σημείου τῆς οὐρανόσφαιρας ἢ ἐνὸς ἀστέρος, κατὰ τινα στιγμὴν, τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τούτου ἀπὸ τοῦ ζενίθ τοῦ τόπου, εἰς τὸν ὁποῖον ἰστάμεθα.

Ἡ ζενιθία ἀπόστασις συμβολίζεται μὲ τὸ γράμμα  $z$ · μετρεῖται ἐπὶ τοῦ κατακορύφου κύκλου, τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ σημείου ἢ τοῦ ἀστέρος, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τοῦ ζενίθ· δύναται δὲ νὰ μεταβληθῇ ἀπὸ  $0^\circ$  ἕως  $180^\circ$ .

Οὕτως, ἡ  $z$  τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$  (σχ. 24) εἶναι ἡ  $ZO\Sigma$ , τῆς ὁποίας μέτρον εἶναι τὸ τόξον  $Z\Sigma$ .

**β'.** Καλοῦμεν **ὑψος** ἐνὸς σημείου ἢ ἐνὸς ἀστέρος, κατὰ τινα στιγμὴν, τὴν γωνιώδη ἀπόστασίν του ἀπὸ τοῦ ὀριζοντος τοῦ τόπου, εἰς τὸν ὁποῖον ἰστάμεθα.



σχ. 24.

Διὰ νὰ εὑρωμεν τὸ ὕψος ἔστω τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$  (σχ. 24), φέρομεν τὸν κατακορύφον του  $ZZN$  καί, ἐκ τοῦ  $O$ , τὰς δύο ὀπτικὰς ἀκτῖνας  $O\Sigma$  καὶ  $O\Sigma'$ . Ἡ  $O\Sigma'$  κατευθύνεται πρὸς τὸ σημεῖον  $\Sigma'$ , τομὴν τοῦ ὀριζοντος ὑπὸ τοῦ κατακορύφου τοῦ ἀστέρος. Τότε, ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$  ἀπὸ τοῦ ὀριζοντος θὰ εἶναι ἡ γωνία  $\Sigma'Ο\Sigma$ , τῆς ὁποίας μέτρον εἶναι τὸ τόξον  $\Sigma'\Sigma$ .

Τὸ ὕψος συμβολίζεται μὲ

τὸ γράμμα  $\nu$  μετρεῖται ἐπὶ τοῦ κατακορύφου κύκλου, τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ σημείου  $\eta$  τοῦ ἀστέρος, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τοῦ σημείου  $\Sigma'$  τοῦ ὀρίζοντος· δύναται νὰ μεταβληθῆ ἀπὸ  $0^\circ$  ἕως  $90^\circ$  ἀπολύτως· καὶ εἶναι θετικὸν μὲν, ἂν ὁ ἀστὴρ εὐρίσκεται πρὸς τὸ ἄνω τοῦ ὀρίζοντος ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ, τὸ περιέχον τὸ ζενίθ, ἀρνητικὸν δὲ ἂν ὁ ἀστὴρ κεῖται εἰς τὸ κάτω τοῦ ὀρίζοντος ἡμισφαίριον, τὸ περιέχον τὸ ναδίρ.

### Ἀσκήσεις

83. Δείξατε διατὶ ἢ  $z$  δύναται νὰ μεταβληθῆ ἀπὸ  $0^\circ$  ἕως  $180^\circ$ .

84. Ἐάν ἡ ζενιθία ἀπόστασις ἀστέρος, κατὰ τινα στιγμὴν, μετρούμενη εἰς ἓνα τόπον, εὐρεθῆ ἴση μὲ  $z$ , νὰ εὐρεθοῦν οἱ τόποι εἰς τοὺς ὁποίους ὁ αὐτὸς ἀστὴρ ἔχει τὴν αὐτὴν  $z$  κατὰ τὴν ἴδιαν στιγμὴν.

85. Δείξατε, ὅτι τὸ ὕψος εἶναι πάντοτε τὸ συμπλήρωμα τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως· ἦτοι, ὅτι ἰσχύει ἡ σχέση  $z + \nu = 90^\circ$ .

86. Ἀστὴρ τινὸς τὸ ὕψος, εἰς ἓνα τόπον καὶ κατὰ τινα στιγμὴν, εἶναι  $\nu = 37^\circ 51' 28''$ . Πόση εἶναι ἡ  $z$  αὐτοῦ;

87. Ἀστὴρ τινὸς ἡ ζενιθία ἀπόστασις, εἰς ἓνα τόπον καὶ κατὰ τινα στιγμήν, εἶναι  $z = 106^\circ 32' 48''$ . Πόσον εἶναι τὸ  $\nu$  αὐτοῦ;

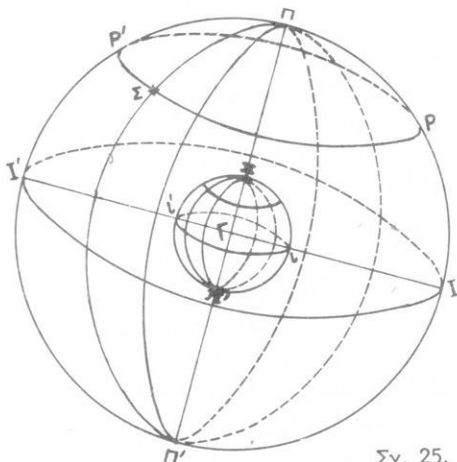
88. Τὸ ὕψος ἀστέρος, κειμένου ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα, εἶναι  $\nu = -35^\circ 15' 27''$ . Πόση εἶναι ἡ  $z$  αὐτοῦ;

89. Πότε ἡ  $z$  λαμβάνει τιμὰς μεγαλυτέρας τῶν  $90^\circ$  ἐν σχέσει πρὸς τὰς τιμὰς τοῦ  $\nu$ ;

90. Πότε τὸ  $\nu$  λαμβάνει ἀρνητικὰς τιμὰς ἐν σχέσει πρὸς τὰς τιμὰς τῆς  $z$ ;

91. Πότε αἱ τιμαὶ τοῦ  $z$  καὶ τοῦ  $\nu$  εἶναι ἀμφότεραι θετικαί;

**106. Ἄξων τοῦ κόσμου καὶ οὐράνιος ἰσημερινός. α'.**  
Ἔστω  $\Gamma$  ἡ  $\gamma\eta$ , κατέχουσα τὸ κέντρον τῆς οὐρανοῦ σφαίρας καὶ  $\pi\pi'$  ὁ ἄξων περιστροφῆς τῆς  $\gamma\eta$ , ἐνῶ  $\pi$  καὶ  $\pi'$  εἶναι ὁ βόρειος καὶ ὁ νότιος πόλος αὐτῆς, ἀντιστοίχως. Ἐάν ὁ ἄξων τῆς  $\gamma\eta$  ἐπεκταθῆ ἐπ' ἄπειρον καὶ ἀπὸ τὰ δύο μέρη του, τότε θὰ τμήσῃ τὴν οὐράνιον σφαῖραν κατὰ τὰ σημεία  $\Pi$  καὶ  $\Pi'$ , ἀντίστοιχα τῶν  $\pi$  καὶ  $\pi'$  τῆς  $\gamma\eta$  (σχ. 25).



Σχ. 25.

Καλοῦμεν ἄξονα τῆς οὐρανίου σφαίρας ἢ καὶ ἄξονα τοῦ κόσμου αὐτὸν τοῦτον τὸν ἄξονα τῆς γῆς, προεκτεινόμενον ἐπ' ἄπειρον, ἕως οὗτου τμήση τὴν οὐράνιον σφαῖραν καὶ καταστῆ διάμετρος αὐτῆς.

Ἐξ ἄλλου, ὀνομάζομεν **βόρειον πόλον** τῆς οὐρανίου σφαίρας τὸ σημεῖον Π, ἀντίστοιχον τοῦ γῆϊνου βορείου πόλου π' καὶ **νότιον πόλον** αὐτῆς τὸ σημεῖον Π', ἀντίστοιχον τοῦ γῆϊνου νοτίου πόλου π'.

**β'.** Ἐάν τὸ ἐπίπεδον τοῦ ἰσημερινοῦ τῆς γῆς ιι' προεκταθῆ ἐπ' ἄπειρον, θὰ τμήση τὴν οὐράνιον σφαῖραν, κατὰ μέγιστον κύκλον αὐτῆς, τὸν ΙΙ', ἀντίστοιχον πρὸς τὸν γῆϊνον ἰσημερινόν, τὸν ὁποῖον καὶ καλοῦμεν **οὐράνιον ἰσημερινόν**.

Ἡ οὐράνιος σφαῖρα διαχωρίζεται ὑπὸ τοῦ οὐρανίου ἰσημερινοῦ εἰς δύο ἡμισφαίρια, ὅπως ἡ γῆϊνη σφαῖρα διαχωρίζεται, ὑπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ αὐτῆς, εἰς τὸ βόρειον καὶ νότιον ἡμισφαίριον. Κατ' ἀναλογίαν, ὀνομάζομεν **βόρειον ἡμισφαίριον** τῆς οὐρανίου σφαίρας, τὸ περιέχον τὸν βόρειον πόλον αὐτῆς καὶ **νότιον ἡμισφαίριον**, τὸ περιέχον τὸν νότιον πόλον τῆς.

**107. Ὁριαῖοι καὶ παράλληλοι κύκλοι. α'.** Οἱ ἄπειροι μέγιστοι κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας, οἱ ἔχοντες ὡς διάμετρόν των τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου, ὀνομάζονται **ὠριαῖοι κύκλοι**. Οἱ ὠριαῖοι κύκλοι εἶναι οἱ ἀντίστοιχοι πρὸς τοὺς μεσημβρινούς τῆς γῆς (§ 78δ).

Ἐάν Σ εἶναι τυχὸν σημεῖον τῆς οὐρανίου σφαίρας ἢ ἓνας ἀστήρ, τότε τὸ ἡμικύκλιον ΠΣΠ' (σχ. 25) 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. 25), καλοῦνται **παράλληλοι κύκλοι**.

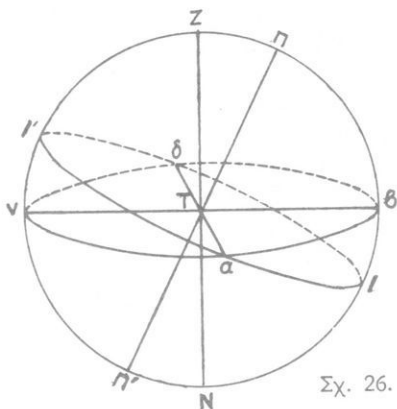
Οἱ παράλληλοι κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας εἶναι οἱ ἀντίστοιχοι τῶν παραλλήλων κύκλων τῆς γῆς. Ὅπως δὲ οἱ γῆϊνοι, οὕτω καὶ οἱ οὐράνιοι παράλληλοι κύκλοι ἔχουν τὰ κέντρα των ἐπὶ τοῦ ἄξονος ΠΠ'.

**108. Μεσημβρινὸν ἐπίπεδον καὶ οὐράνιος μεσημβρινὸς τόπου· κύρια σημεῖα τοῦ ὀρίζοντος. α'.** Ἐστω ὁ τόπος Τ (σχ. 26), θεωρούμενος ὡς συμπίπτων μὲ τὸ κέντρον τῆς γῆϊνης 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  $T$  τέμνει τὴν οὐράνιον σφαιρὰν κατὰ μέγιστον κύκλον αὐτῆς, τὸν  $PZΠ'N$ , τὸν ὁποῖον ὀνομάζομεν **οὐράνιον μεσημβρινὸν** τοῦ τόπου  $T$ .

**β'.** Ἐστω  $\beta\delta\alpha$  ὁ αἰσθητὸς ὀρίζων εἰς τὸν τόπον  $T$ , κάθετος ἐπὶ τὴν κατακόρυφον  $ZN$  καὶ  $I\delta I'$  ὁ οὐράνιος ἰσημερινός, κάθετος ἐπὶ τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου  $PP'$ . Τότε, ὁ οὐράνιος μεσημβρινός τοῦ τόπου, ὁ  $PZΠ'N$ , τέμνει καθέτως τὸν ὀρίζοντα, κατὰ τὴν κοινὴν διάμετρόν των  $\beta\nu$ , τὴν ὁποῖαν καὶ ὀνομάζομεν **μεσημβρινὴν γραμμὴν**.



Σχ. 26.

Ἐξ ἄλλου, ἡ διάμετρος τοῦ ὀρίζοντος  $\alpha\delta$ , ἡ κάθετος ἐπὶ τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν, συνεπῶς δὲ καὶ ἐπὶ τὸν μεσημβρινόν, καλεῖται **ἄξων τοῦ μεσημβρινοῦ**.

**γ'.** Ἡ μεσημβρινὴ γραμμὴ  $\beta\nu$  καὶ ὁ ἄξων τοῦ μεσημβρινοῦ  $\alpha\delta$  διαιροῦν τὸν ὀρίζοντα εἰς τέσσαρα ὀρθογώνια τεταρτημόρια.

Τὰ πέρατα τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς  $\beta$  καὶ  $\nu$  καλοῦνται, ἀντιστοίχως, **βορρᾶς** καὶ **νότος**· ἐνῶ τὰ πέρατα τοῦ ἄξονος τοῦ μεσημβρινοῦ  $\alpha$  καὶ  $\delta$  ὀνομάζονται κατὰ σειρὰν, **ἀνατολὴ** καὶ **δύσις**. Ἀπὸ κοινοῦ, τὰ τέσσαρα αὐτὰ σημεῖα λέγονται **κύρια σημεῖα τοῦ ὀρίζοντος**.

**δ'.** Θὰ ἀποδείξωμεν, ὅτι ὁ ἄξων τοῦ μεσημβρινοῦ  $\alpha\delta$  συμπίπτει πρὸς τὴν τομὴν τοῦ ἰσημερινοῦ ὑπὸ τοῦ ὀρίζοντος.

Πράγματι· ὁ οὐράνιος μεσημβρινός εἶναι κάθετος, ἐξ ὀρισμοῦ (§ 108α), τὸσον πρὸς τὸν ὀρίζοντα, ὅσον καὶ πρὸς τὸν ἰσημερινόν, διότι περιέχει τὴν κατακόρυφον, κάθετον ἐπὶ τὸν ὀρίζοντα καὶ τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου, κάθετον ἐπὶ τὸν ἰσημερινόν. Ὅθεν καὶ ἡ μεσημβρινὴ γραμμὴ  $\beta\nu$  (σχ. 26), ὡς κειμένη ἐπὶ τοῦ ἐπίπεδου τοῦ μεσημβρινοῦ, θὰ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν τομὴν, ἔστω  $\alpha\delta$ , ὀρίζοντος καὶ ἰσημερινοῦ. Ἀλλὰ τότε ἡ τομὴ  $\alpha\delta$  θὰ πρέπει νὰ συμπίπτῃ πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ μεσημβρινοῦ  $\alpha\delta$ , κάθετον ἐξ ὀρισμοῦ (§ 108β) ἐπὶ τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν. Κατὰ ταῦτα, ὁ οὐράνιος ἰσημερινός τέμνει τὸν ὀρίζοντα κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ μεσημβρινοῦ  $\alpha\delta$ .

### Ἀσκήσεις

92. Δείξατε, ὅτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινός εἶναι κύκλος κατακόρυφος.
93. Δείξατε, ὅτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινός εἶναι ὠριαῖος κύκλος.

94. Δείξατε, ότι ο οὐράνιος μεσημβρινός είναι κάθετος ἐπὶ τὸν ὀρίζοντα τοῦ τόπου, ὅπου ἰστάμεθα.

95. Δείξατε, ότι ο οὐράνιος μεσημβρινός, εἰς τυχόντα τόπον, εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν οὐράνιον ἰσημερινόν.

96. Δείξατε, ότι ο οὐράνιος μεσημβρινός εἶναι κάθετος ἐπὶ τοὺς παραλλήλους κύκλους.

97. Εὑρετε τὸ  $u$  καὶ τὴν  $z$  ἐκάστου τῶν κυρίων σημείων τοῦ ὀρίζοντος.

98. Δείξατε, ότι ὅλα τὰ σημεία τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται ἐπὶ τοῦ ἰδίου γήινου μεσημβρινοῦ, ἔχουν καὶ τὸν ἴδιον οὐράνιον μεσημβρινόν.

99. Ποῖον ἐπίπεδον ὀρίζουν ἡ κατακόρυφος ἐνὸς τόπου καὶ ἡ μεσημβρινὴ γραμμὴ καὶ ποῖον ἡ μεσημβρινὴ γραμμὴ μετὰ τοῦ ἄξονος τοῦ μεσημβρινοῦ;

100. Δείξατε, ότι ὁ ὀρίζων καὶ ὁ οὐράνιος μεσημβρινός διχοτομοῦνται.

**109. Φαινομένη περιστροφή τῆς οὐρανόσφαιρας 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 οὐρανόσφαιρας, εἰς τρόπον ὥστε αἱ σχετικαὶ θέσεις των, ὡς πρὸς ἀλλήλους, νὰ μένουν πάντοτε σταθεραί. Διὰ τοῦτο ὠνομάσθησαν ὑπὸ τῶν ἀρχαίων Ἑλλήνων ἀστρονόμων **ἄπλανεῖς ἀστέρες**, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τοὺς πλανήτας, οἱ ὁποῖοι, σὺν τῷ χρόνῳ, ἀλλάσσουν συνεχῶς θέσιν μεταξὺ τῶν ἀπλανῶν.

Οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες ὠνόμαζον πλανήτας ἀκόμη καὶ τὸν ἥλιον καὶ τὴν σελήνην, διότι μετέβαλλον θέσιν εἰς τὸν οὐρανόν, ὅπως οἱ πλανῆται.

**β'.** "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 δύνουν, διὰ νὰ ἀνατείλουν ἐκ νέου, μετὰ πάροδον ἐνὸς 24ώρου ἀπὸ τῆς προηγουμένης ἀνατολῆς των.

Ἡ σπουδὴ αὐτῶν τῶν καθημερινῶν κινήσεων τῶν ἀστέρων ἀπέδειξεν, ὅτι ὁλόκληρος ἡ οὐράνιος σφαῖρα φαίνεται, ὅτι **περιστρέφεται**· λόγῳ δὲ τῆς περιστροφῆς τῆς, οἱ ἀστέρες, ὡς καθηλωμένοι ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς, φαίνονται, ὅτι συμπαρασύρονται εἰς τὴν περιστροφὴν τῆς.

**γ'.** Ἡ **περιστροφή τῆς οὐρανόσφαιρας** δὲν εἶναι πραγματικὴ, ἀλλὰ φαινομενικὴ. Εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς περὶ τὸν ἄξονά τῆς (§ 85). Λαμβάνει δηλαδὴ καὶ ἐδῶ χώραν τὸ γνωστὸν φαινόμενον, κατὰ τὸ ὁποῖον, ἐὰν εὐρισκώμεθα ἐπὶ ἐνὸς κινητοῦ

(πλοίου, σιδηροδρόμου κ.ά.), μένομεν με τήν ἀπατηλήν ἐντύπωσιν, ὅτι κινουῦνται αἱ οἰκίαι, τὰ δένδρα κ.λπ., κατ' ἄν τ ἰ θ ε τ ο ν φ ο ρ ἄ ν ἐκείνης, πρὸς τήν ὁποίαν κινούμεθα ἡμεῖς. Ὅπως δὲ ἀκριβῶς, ἐὰν περιστραφῇ κάποιος περὶ 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 περὶ τὸν ἄξονά της, ἐκ δ υ σ μ ῶ ν πρὸς ἄ ν α τ ο λ ἄ ς, ἡμεῖς, ὡς εὕρισκόμενοι ἐπ' αὐτῆς, μένομεν με τήν ἐντύπωσιν, ὅτι κινεῖται ἡ περιβάλλουσα τήν γῆν οὐράνιος σφαῖρα, ἐξ ἄ ν α τ ο λ ῶ ν πρὸς δ υ σ μ ἄ ς, περὶ τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου. Τοῦτο δέ, διότι ὁ ἄξων τοῦ κόσμου εἶναι αὐτὸς οὗτος ὁ ἄξων τῆς γῆς, προεκτεινόμενος μέχρι τῆς οὐρανόσφαιρας (§ 106).

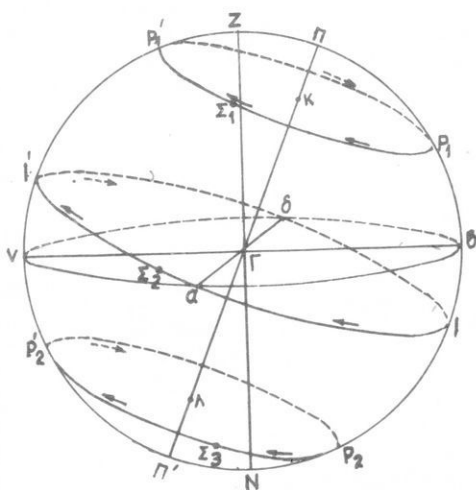
δ'. Ἡ ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς φορά (τῆς πραγματικῆς κινήσεως τῆς γῆς), καλεῖται **ὀρθή φορά**: ἐνῶ ἡ ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμᾶς (τῆς φαινομένης περιστροφῆς τῆς οὐρανόσφαιρας), καλεῖται **ἀνάδρομος φορά**.

ε'. Λόγω τῆς φαινομένης κινήσεως τῆς οὐρανόσφαιρας, οἱ ἀστέρες ὑπακούουν εἰς τοὺς ἑξῆς τέσσαρας νόμους:

Νόμος 1ος. Ἐκαστος ἀστὴρ διαγράφει, κατ' ἀνάδρομον φοράν καὶ καθ' ἑκάστην, περιφέρειαν παραλλήλου κύκλου τῆς οὐρανόσφαιρας.

Διότι, πᾶν σημεῖον σφαίρας περιστρεφομένης, διαγράφει τροχίαν παραλλήλου κύκλου αὐτῆς· ἦτοι κύκλου, ἔχοντος τὸ κέντρον του ἐπὶ τοῦ ἄξωνος τῆς περιστροφῆς καὶ καθέτου πρὸς τὸν ἄξονα τοῦτου.

Οὕτως, ὁ ἀστὴρ  $\Sigma_1$  (σχ. 27) διαγράφει τὴν περιφέρειαν  $\Sigma_1 P_1 P_2 \Sigma_1$ , τῆς ὁποίας τὸ κέντρον  $K$  κεῖται ἐπὶ τοῦ ἄξωνος τοῦ κόσμου καὶ ἦτις εἶναι κάθετος ἐπ' αὐτόν. Ὁ ἀστὴρ  $\Sigma_2$ , κείμενος ἐπὶ τοῦ οὐρανόσφαιρου, διαγράφει τὴν περιφέρειαν τοῦ ἰσημερινοῦ  $\Sigma_2 I \Sigma_2$ , τῆς ὁποίας τὸ κέντρον  $\Gamma$  εἶναι καὶ τὸ κέντρον τῆς οὐρανόσφαιρας, κείμενος ἐπίσης ἐπὶ τοῦ ἄξωνος  $\Pi \Pi'$ .



Σχ. 27.

Τὰ βέλη δεικνύουν τὴν ἀνάδρομον φοράν, ἐξ ἀνατολῶν ( $\alpha$ ) πρὸς δυσμᾶς ( $\delta$ ), ἐνῶ ὁ κύκλος  $\beta\alpha\nu\delta$  εἶναι ὁ ὀρίζων τοῦ τόπου  $\Gamma$ .

**Νόμος 2ος.** Ὁ χρόνος, ὁ ὁποῖος ἀπαιτεῖται διὰ νὰ συμπληρωθῇ τυχὼν ἀστὴρ μίαν περιφέρειαν, εἶναι σταθερὸς καὶ δι' ὅλους τοὺς ἀστέρας ὁ αὐτός· ὀνομάζεται δὲ ἀστρική ἡμέρα καὶ ἰσοῦται πρὸς τὸν χρόνον τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς: 23 ὥρ. 56 λ. 4 δ (§ 85α).

Οὕτως, οἱ ἀστέρες  $\Sigma_1$  καὶ  $\Sigma_2$ , ἀνεξαρτήτως τῆς θέσεώς των ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας, συμπληρῶνουν ἕκαστος μίαν περιφέρειαν μετὰ μίαν ἀστρικήν ἡμέραν.

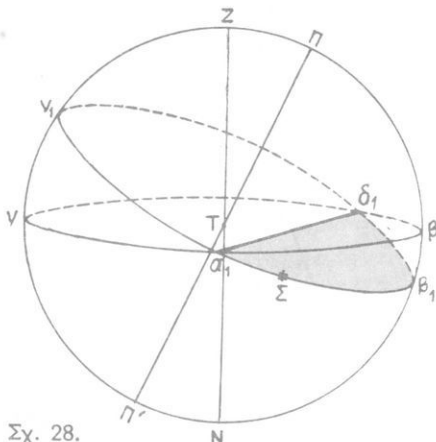
**Νόμος 3ος.** Κατὰ τὴν κίνησιν των περὶ τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου, οἱ ἀστέρες κινῶνται ὁμαλῶς· ἦτοι εἰς ἴσους χρόνους διατρέχουν ἴσα τόξα τῆς τροχιᾶς των.

Οὕτως, ὁ ἀστὴρ  $\Sigma_2$ , διὰ νὰ διατρέξῃ τὴν ἡμιπεριφέρειαν  $\alpha\lambda'\delta$ , χρειάζεται τὸσον χρόνον, ὅσος ἀπαιτεῖται διὰ νὰ διανύσῃ καὶ τὴν ἡμιπεριφέρειαν  $\delta\lambda\alpha$ .

**Νόμος 4ος.** Κατὰ τὴν κίνησιν των περὶ τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου, οἱ ἀστέρες, ἀνὰ δύο θεωρούμενοι, δὲν μεταβάλλουν τὰς γωνιώδεις ἀποστάσεις των.

Τοῦτο συμβαίνει, διότι οἱ ἀστέρες, πλὴν τοῦ ἡλίου, τῆς σελήνης καὶ τῶν πλανητῶν, φαίνονται καθηλωμένοι ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας, ὡσὰν ἐκείνη νὰ ἦτο σφαῖρα στερεά.

**110. Ἀνατολαὶ καὶ δύσεις τῶν ἀστέρων· ἡμερησία καὶ νυκτερινὰ τόξα αὐτῶν.** α'. Λόγω τοῦ 1ου νόμου τῆς φαινομενικῆς κινήσεως τῶν ἀστέρων (§ 109ε), ἕνας ἀστὴρ ἔστω  $\Sigma$  (Σχ. 28), 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 τροχιᾶς του μετὰ τοῦ ὀριζήντος  $\alpha_1\nu_1\beta_1$  εἰς τὸν τόπον  $T$ , λέγομεν ὅτι ἀνατέλλει. Ἐπειδὴ δὲ εὐρίσκεται τότε ἐπὶ τοῦ ὀριζήντος, 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 ὀριζήντος, ἴσον πρὸς τὸ τόξον  $\nu_1$ . Κατόπιν, τὸ ὕψος του ἐλαττοῦται, καθὼς



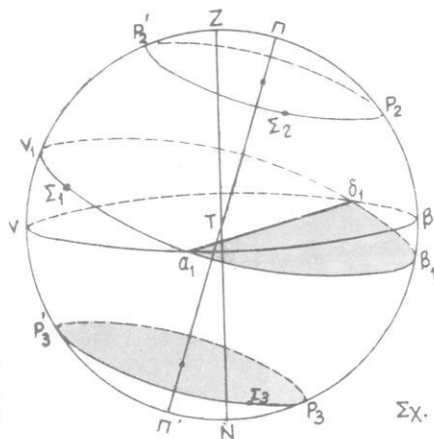
Σχ. 28.

οὗτος προχωρεῖ μέχρι τοῦ σημείου  $\delta_1$ , τὸ ὁποῖον εἶναι τὸ ἄλλο ἄκρον τῆς τομῆς  $\alpha_1\delta_1$  τῆς τροχιᾶς του μετὰ τοῦ ὀριζήντος. Τότε, πάλιν τὸ ὕψος του γίνεται  $\nu = 0^\circ$ , λέγομεν δὲ ὅτι ὁ ἀστὴρ, κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην, δύει. Ἐπειτα, προχωρεῖ ἐπὶ τοῦ τμήματος τῆς τροχιᾶς του, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται κάτω τοῦ ὀριζήντος καὶ φθάνει εἰς τὸ σημεῖον  $\beta_1$ , εἰς τὸ ὁποῖον τὸ ὕψος του εἶναι ἀρνητικόν ( $\nu = -\beta_1$ ). Τότε τὸ ὕψος λαμβάνει τὴν μεγαλύτεραν ἀπόλυτον τιμὴν, κατὰ τὴν διαδρομὴν τοῦ ἀστέρος ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα τοῦ τόπου. Ἀπὸ τὸ σημεῖον  $\beta_1$  ὁ ἀστὴρ ἀρχίζει νὰ



πλησιάζει και πάλιν προς τον ορίζοντα, καθώς προχωρεί προς το  $\alpha_1$  και το ύψος του παραμένει μὲν ἀρνητικόν, ἀλλὰ συνεχῶς αὐξάνει, διότι ἡ ἀπόλυτος τιμὴ του γίνεται ὀλονὲν και μικρότερα. Τέλος δὲ ἐπανερχεται εἰς τὸ  $\alpha_1$ , ὁπότε τὸ ὕψος του γίνεται πέλιν  $v = 0$ .

**β'.** Καλοῦμεν **ἡμερήσιον τόξον** ἀστέρος τὸ τόξον, τὸ ὁποῖον διαγράφει οὗτος ὑπεράνω τοῦ ορίζοντος τοῦ τόπου, ὅπου ἰστάμεθα, ὅπως εἶναι τὸ τόξον  $\alpha_1\nu_1\delta_1$  τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$  (σχ. 28) και **νυκτερινὸν τόξον** αὐτοῦ, τὸ διαγραφόμενον ὑπὸ τὸν ορίζοντα τοῦ τόπου, ὡς εἶναι τὸ τόξον  $\delta_1\beta_1\alpha_1$ .



Σχ. 29.

**111. Μεσουρανήσεις τῶν ἀστέρων εἰς ἓνα τόπον. α'.** Καλοῦμεν **ἄνω μεσουράνησιν ἀστέρος** τὴν στιγμήν, κατὰ τὴν ὁποῖαν ἔχει οὗτος τὸ μεγαλύτερον ὕψος του εἰς ἓνα τόπον, ἀνεξαρτήτως ἂν εἶναι ἀειφανὴς ἢ ἀφανὴς εἰς τὸν τόπον αὐτόν· λέγομεν δὲ, ὅτι τότε ὁ ἀστὴρ **μεσουρανεῖ ἄνω**.

Κατὰ τὸν ὀρισμὸν τοῦτον, ὁ ἀστὴρ  $\Sigma_1$  (σχ. 29) μεσουρανεῖ ἄνω εἰς τὸ σημεῖον  $\nu_1$  τῆς τροχιάς του, ἐνῶ ὁ ἀειφανὴς ἀστὴρ  $\Sigma_2$  ἔχει τὴν ἄνω μεσουράνησίν του εἰς τὸ σημεῖον  $P'_2$  και ὁ ἀφανὴς  $\Sigma_3$  εὐρίσκεται εἰς τὴν ἄνω μεσουράνησίν του, ὅταν φθάσει εἰς τὸ σημεῖον  $P'_3$  τῆς τροχιάς του.

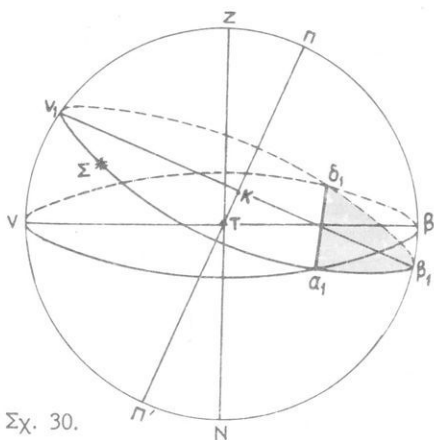
**β'.** Κατ' ἀντίστοιχον τρόπον, καλοῦμεν **κάτω μεσουράνησιν ἀστέρος** τὴν στιγμήν, κατὰ τὴν ὁποῖαν ἔχει οὗτος τὸ μικρότερον ὕψος του εἰς ἓνα τόπον και λέγομεν, ὅτι τότε ὁ ἀστὴρ **μεσουρανεῖ κάτω**.

Οὕτω, τοῦ ἀστέρος  $\Sigma_1$  ἡ κάτω μεσουράνησις γίνεται εἰς τὸ σημεῖον  $\beta_1$  τῆς τροχιάς του, ἐνῶ ὁ μὲν ἀειφανὴς ἀστὴρ  $\Sigma_2$  μεσουρανεῖ κάτω εἰς τὸ σημεῖον  $P_2$ , ὁ δὲ ἀφανὴς ἀστὴρ  $\Sigma_3$  εὐρίσκεται εἰς τὴν κάτω μεσουράνησίν του, ὅταν φθάσει εἰς τὸ σημεῖον  $P_3$  τοῦ παραλλήλου του κύκλου. Διότι τὰ σημεία  $\beta_1, P_2, P_3$  εἶναι τὰ ἔχοντα τὸ μικρότερον ὕψος εἰς τὴν τροχίαν καθ' ἑνὸς τῶν ἐν λόγῳ ἀστέρων, ἀντιστοιχῶς.

**γ'.** Εἰδικῶς, τὴν μὲν ἄνω μεσουράνησιν τοῦ ἡλίου, εἰς ἓνα τόπον, τὴν ὀνομάζομεν **μεσημβριαν**· τὴν δὲ κάτω μεσουράνησιν αὐτοῦ τὴν καλοῦμεν **μεσονύκτιον**.

### \* Ἀσκήσεις

101. Δείξατε, ὅτι ὅσον χρόνον χρειάζεται ἓνας ἀστὴρ διὰ νὰ διανύσῃ τὸ τόξον τῆς τροχιάς του, ἀπὸ τῆς ἄνω μέχρι τῆς κάτω μεσουρανήσεώς του, τὸν ἴδιον χρόνον χρειάζεται και διὰ νὰ διανύσῃ τὸ τόξον, ἀπὸ τῆς κάτω μέχρι τῆς ἄνω μεσουρανήσεώς του. (Χρειάζεται διὰ τὴν λύσιν και ὁ 3ος νόμος τῆς φαινομένης κινήσεως τῶν ἀστέρων, § 109 ε).



Σχ. 30.

του μεσημβρινοῦ· ἐνῶ τὸ κέντρον Κ τοῦ παραλλήλου κύκλου κεῖται ἐπὶ τοῦ ἄξονος ΠΠ' (§ 109ε, 1ος νόμος). Ἐπειδὴ ὁμως, ὁ μεσημβρινὸς περιέχει τὸν ἄξονα τοῦτον, θὰ περιέχη καὶ τὸ Κ. Ἄρα ἡ τομὴ  $\nu_1\beta_1$  διέρχεται ἐκ τοῦ Κ καὶ εἶναι διάμετρος τοῦ παραλλήλου κύκλου.

Συνεπῶς, 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.

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 των  $\alpha_1\delta_1$ . 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  $\beta_1\delta_1$ .

Προκύπτει ὁθεν, ὅτι : ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς διχοτομεῖ, τόσον τὰ ἡμερήσια, ὅσον καὶ τὰ νυκτερινὰ τόξα τῶν ἀστέρων.

### Ἀσκήσεις

Εἰς τὰς κατωτέρω ἀσκήσεις θὰ πρέπει νὰ ληφθῇ ὑπ' ὄψιν ἡ ἀκριβὴς διάρκεια τῆς ἀστρικής ἡμέρας (§ 109ε, νόμος 2ος).

102. Ἄστηρ Σ διαγράφει τὸ ἡμερήσιον τόξον του εἰς 14 ὥρ. 30 λ. καὶ 20 δ. Πόσον χρόνον χρειάζεται, διὰ νὰ διανύσῃ τὸ νυκτερινόν τόξον του ;

112. Δύο θεμελιώδεις ιδιότητες τοῦ οὐρανόου μεσημβρινοῦ. α'. Ἐστω τυχόν ἀμφιφανὴς ἀστήρ Σ (σχ. 30) καὶ  $\alpha_1\nu_1\delta_1\beta_1\alpha_1$  ὁ παράλληλος, τὸν ὁποῖον διαγράφει, λόγω 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  $\beta_1$  εἶναι τὰ σημεῖα τῆς ἄνω καὶ τῆς κάτω μεσουρανήσεως τοῦ ἀστέρος Σ, ἀντιστοίχως.

Ἄλλ' ἡ  $\nu_1\beta_1$  εἶναι ἡ τομὴ τοῦ παραλλήλου, τὸν ὁποῖον διαγράφει ὁ ἀστήρ, ὑπὸ τοῦ ἐπιπέδου

103. Πόσος χρόνος παρέρχεται από τῆς ἄνω μέχρι τῆς κάτω μεσουρανήσεως ἄστέρος τινός και πόσος ἀπὸ τῆς κάτω μέχρι τῆς ἄνω ;

104. Ἐὰν ἀπὸ τῆς ἀνατολῆς ἑνὸς ἀστέρος μέχρι τῆς ἄνω μεσουρανήσεως του παρέρχωνται 5 ὥρ. 20 λ. 8 δ., πόσος χρόνος παρέρχεται α) ἀπὸ τῆς ἄνω μεσουρανήσεως μέχρι τῆς δύσεώς του· β) ἀπὸ τῆς δύσεως μέχρι τῆς κάτω μεσουρανήσεως και γ) ἀπὸ τῆς κάτω μεσουρανήσεως μέχρι τῆς ἀνατολῆς του ;

105. Ἐὰν ἕνας ἀστὴρ ἀνατέλλῃ τὴν 8 ὥρ. 30 λ. και ἔαν δύῃ τὴν 14 ὥρ. 40 λ. 30 δ., πότε μεσουρανεῖ ἄνω και πότε κάτω ;

106. Ἐὰν ἕνας ἀστὴρ εὐρίσκεται ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ ἰσημερινοῦ, πόσον διαρκεῖ τὸ ἡμερήσιον και πόσον τὸ νυκτερινὸν τόξον του ;

107. Πόσον χρόνον χρειάζεται ἀστὴρ, κείμενος ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ ἰσημερινοῦ, διὰ νὰ διατρέξῃ τὸ τόξον του, ἀπὸ τῆς ἄνω μεσουρανήσεως μέχρι τῆς δύσεώς του ;

108. Ἀστὴρ κείμενος ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ ἀνατέλλει τὴν 6 ὥρ. 12 λ. 26δ. α) πότε θὰ μεσουρανήσῃ ἄνω ; β) πότε θὰ δύσῃ ; γ) πότε θὰ μεσουρανήσῃ κάτω ;

109. Ἐὰν ἀστὴρ μεσουρανήσῃ ἄνω τὴν 7 ὥρ. 14 λ. 10 δ. και δύῃ τὴν 12 ὥρ. 36 λ. α) πότε ἀνατέλλει ; β) πότε μεσουρανεῖ κάτω ;

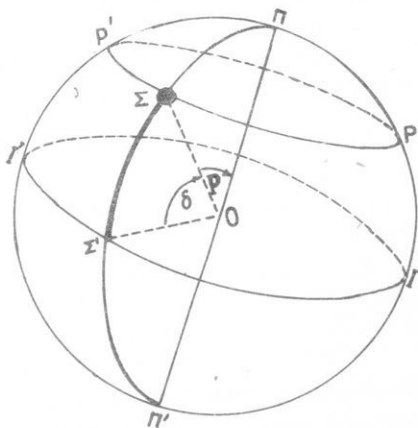
110. Ἐὰν ἀστὴρ διανύῃ τὸ ἡμερήσιον τόξον του εἰς 16 ὥρ. 24 λ. 2 δ. και μεσουρανήσῃ κάτω τὴν 5 ὥρ. 30 λ. 30 δ., α) πότε ἀνατέλλει ; β) πότε μεσουρανεῖ ἄνω ; γ) πότε δύει ;

111. Ποῦ πρέπει νὰ εὐρίσκεται ἀστὴρ, τοῦ ὁποῖου τὸ ἡμερήσιον τόξον εἶναι ἴσον πρὸς τὸ νυκτερινόν ;

**113. Ἀπόκλιση και πολικὴ ἀπόστασις ἀστέρος. α'.** Καλοῦμεν ἀπόκλισην ἑνὸς ἀστέρος  $\Sigma$  (σχ. 31) τὴν γωνιώδη ἀπόστασίν του ἀπὸ τὸν οὐράνιον ἰσημερινὸν  $\text{ΙΣ}'\text{Ι}$ .

Διὰ νὰ εὐρωμεν τὴν ἀπόκλισην τοῦ  $\Sigma$ , φέρομεν τὸν ὠριαῖον αὐτοῦ  $\text{ΠΣΣ}'\text{Π}'$  και ἐκ τοῦ  $\text{Ο}$  τὰς δύο ὀπτικὰς ἀκτῖνας  $\text{ΟΣ}$  και  $\text{ΟΣ}'$ . Ἡ  $\text{ΟΣ}'$  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  $\Sigma'\text{ΟΣ}$ , τῆς ὁποίας μέτρον εἶναι τὸ τόξον  $\Sigma'\Sigma$ , τοῦ ὠριαίου τοῦ  $\Sigma$ .

Ἡ ἀπόκλισις συμβολί-



Σχ. 31.

ζεται με τὸ γράμμα δ· μετρεῖται ἐπὶ τοῦ ὠριαίου τοῦ ἀστέρος, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τοῦ σημείου Σ' 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** ἐνὸς ἀστέρος, τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν του ἀπὸ τοῦ βορείου πόλου τῆς οὐρανοῦ σφαίρας.

Οὕτως, ἡ πολικὴ ἀπόστασις τοῦ Σ (σχ. 31) εἶναι ἡ γωνία ΠΟΣ, τῆς ὁποίας μέτρον εἶναι τὸ τόξον ΠΣ τοῦ ὠριαίου τοῦ Σ.

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

### Ἀσκήσεις

112. Καθορίσατε ποῖα ἀντιστοιχία ὑπάρχουν μεταξὺ ὕψους καὶ ζενιθίας ἀποστάσεως ἀφ' ἐνὸς (§ 105) καὶ ἀποκλίσεως καὶ πολικῆς ἀποστάσεως ἀφ' ἑτέρου, ὡς καὶ κατὰ τί διαφέρουν.

113. Ἀποδείξατε, ὅτι ἐνῶς ἡ z καὶ υ μεταβάλλονται μετὰ τοῦ τόπου εἰς τὸν ὁποῖον ἰστάμεθα, ἀντιθέτως, ἡ δ καὶ ἡ Ρ εἶναι ἀνεξάρτητοι τοῦ τόπου.

114. Δείξατε, ὅτι, ἐνῶς ἡ z καὶ τὸ υ μεταβάλλονται μετὰ τοῦ χρόνου, ἀντιθέτως αὐτὰ δ καὶ Ρ εἶναι ἀνεξάρτητοι καὶ τοῦ χρόνου.

115. Δείξατε, ὅτι ἡ Ρ εἶναι πάντοτε τὸ συμπλήρωμα τῆς δ· ἤτοι, ὅτι ἰσχύει πάντοτε ἡ σχέσις  $\delta + P = 90^\circ$ .

116. Ἀστὴρ τινὸς ἡ ἀπόκλισις εἶναι  $\delta = 46^\circ 38' 27''$ . Πόση εἶναι ἡ Ρ τοῦ ἀστέρος τούτου;

117. Ἡ Ρ ἐνὸς ἀστέρος εἶναι ἴση μετὰ  $112^\circ 34' 29''$ . Πόση εἶναι ἡ δ αὐτοῦ;

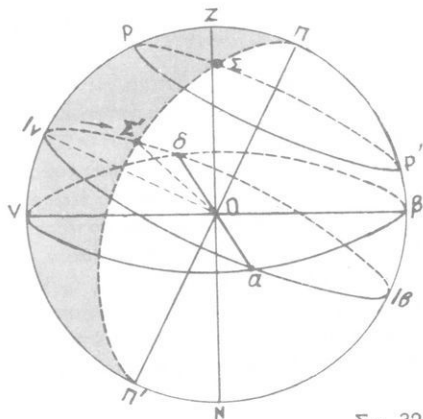
118. Ἡ δ ἐνὸς ἀστέρος εἶναι ἴση πρὸς  $-31^\circ 15' 45''$ . Πόση εἶναι ἡ Ρ αὐτοῦ;

**114. Ὠριαία γωνία ἀστέρος. α'.** Ἐστω ὁ τόπος Ο καὶ βανδβ ὁ ὀρίζων αὐτοῦ (σχ. 32).

Εἰς τὸ σχῆμα τοῦτο, τοῦ ὀρισμοῦ τῆς ὠριαίας γωνίας, ὁ ὀρίζων χρειάζεται μόνον διὰ τὸν καθορισμὸν τῆς θέσεως τῶν κυρίων σημείων τοῦ ὀρίζοντος: β(βορ-ρᾶ), α (ἀνατολῆς), ν (νότου) καὶ δ(δύσεως), εἰς τὸν τόπον Ο.

Ἐστω ἤδη ὁ ἀστὴρ Σ καὶ ὁ ὠριαῖος αὐτοῦ ΠΣΠ', ὅστις τέμνει τὸν οὐράνιον ἰσημερινὸν  $I_\beta$  α  $I_\nu$ , δ εἰς τὸ σημεῖον Σ'. Ὁ ὠριαῖος οὐ-τος σχηματίζει μετὰ τοῦ μεσημβρινοῦ ΠΖΠ'Ν τὴν διεδρον γωνίαν  $I_\nu$ ΠΠ'Σ, τῆς ὁποίας ἀντίστοιχος, ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἰσημερινοῦ,

είναι ή γωνία  $\angle \text{O}\Sigma'$ · διότι τὸ σημεῖον  $\text{I}_\nu$  εἶναι ἐκεῖνο, κατὰ τὸ ὁποῖον ὁ οὐράνιος ἰσημερινὸς τέμνεται ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ. Ἡ διέδρος γωνία  $\angle \text{I}_\nu \text{ΠΠ}'\Sigma$  καὶ ἡ ἀντίστοιχὸς τῆς ἐπίπεδος  $\angle \text{I}_\nu \text{O}\Sigma'$  ἔχουν ὡς μέτρον τὸ τόξον  $\text{I}_\nu \Sigma'$  τοῦ ἰσημερινοῦ.



Σχ. 32.

Καλοῦμεν **ὠριαίαν γωνίαν τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$**  ἢ τυχόντος σημείου τῆς οὐρανόσφαιρας, τὴν διέδρον γωνίαν, τὴν ὁποῖαν 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 περιφέρειας τοῦ ἰσημερινοῦ, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τοῦ σημείου  $\text{I}_\nu$ , εἰς τὸ ὁποῖον ὁ ἰσημερινὸς τέμνεται ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ, κατὰ τὴν  $\alpha \nu \delta \rho \omicron \mu \omicron \nu$  φοράν, ἥτοι ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς (ὅπως κινεῖται φαινομενικῶς ἡ οὐράνιος σφαῖρα)· δύναται δὲ νὰ μεταβληθῇ ἀπὸ  $0^\circ$  ἕως  $360^\circ$ .

**β'.** Ὁ οὐράνιος μεσημβρινός, ὡς μέγιστος κύκλος, διαχωρίζει τὴν οὐράνιον σφαῖραν εἰς δύο ἡμισφαίρια. Ἐκ τούτων, ὀνομάζομεν **ἀνατολικὸν ἡμισφαῖριον**, τὸ περιέχον τὸ σημεῖον τῆς ἀνατολῆς καὶ **δυτικὸν ἡμισφαῖριον**, τὸ περιέχον τὸ σημεῖον τῆς δύσεως.

**γ'.** Ἐπειδὴ ὁ ἀστὴρ  $\Sigma$  κινεῖται συνεχῶς ἐπὶ τοῦ παραλλήλου κύκλου τοῦ  $\Sigma \text{P}'\text{P}$ , διὰ τοῦτο ἡ ὠριαία γωνία του μεταβάλλεται μετὰ τοῦ χρόνου, ἐντὸς καθενὸς 24ώρου. Γίνεται  $0^\circ$ , ὅταν ὁ ἀστὴρ διέρχεται ἐκ τοῦ μεσημβρινοῦ, κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησιν του, ἥτοι ὅταν εὐρίσκεται εἰς τὸ σημεῖον  $\text{P}$ · ἔπειτα αὐξάνει ἀπὸ  $0^\circ$  ἕως  $180^\circ$ , καθὼς ὁ ἀστὴρ διατρέχει τὴν ἡμιπερίφειραν τοῦ παραλλήλου του, τὴν εὐρισκομένην εἰς τὸ δυτικὸν ἡμισφαῖριον καὶ λαμβάνει τὴν τιμὴν  $180^\circ$ , ὅταν φθάσῃ εἰς τὸ σημεῖον  $\text{P}'$ , τομὴν τῆς τροχιάς του ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ, κατὰ τὴν κάτω μεσουράνησιν του· κατόπιν δὲ αὐξάνει ἀπὸ  $180^\circ$  ἕως  $360^\circ$ , καθὼς ὁ ἀστὴρ διατρέχει τὴν ἄλλην ἡμιπερίφειραν τῆς τροχιάς του, τὴν περιεχομένην εἰς τὸ ἀνατολικὸν ἡμισφαῖριον· καὶ μηδενίζεται, ὅταν ὁ ἀστὴρ ἐπανέλθῃ ἐκ νέου εἰς τὸ σημεῖον  $\text{P}$  τῆς ἄνω μεσουρανήσεώς του.

## Ἀσκήσεις

119. Πόση είναι ἡ ὠριαία γωνία καθενὸς τῶν κυρίων σημείων τοῦ ὀρίζοντος ;
120. Ὅρισατε τοὺς γεωμετρικοὺς τόπους τῶν σημείων τῆς οὐρανόσφαιρας, τῶν ἐχόντων α)  $H = 0^\circ$  β)  $H = 90^\circ$  γ)  $H = 180^\circ$  δ)  $H = 270^\circ$  καὶ ε)  $H = 37^\circ 23'$ .
121. Δείξατε, μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ σχ. 32, 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 οὐρανόσφαιρας, ἥτοι ὡς  $\sigma \upsilon \nu \tau \epsilon \tau \alpha \gamma \mu \acute{\epsilon} \nu \alpha \iota$  τοῦ ἀστέρος τούτου.
122. Δείξατε ὅτι ἡ  $H$  καὶ ἡ  $\delta$ , χρησιμοποιοῦμεναι ὡς συντεταγμέναι ἐνὸς ἀστέρος (ὡς ἡ ἄσκ. 121), δὲν εἶναι σταθεραὶ, ἀλλὰ μεταβάλλονται μετὰ τοῦ  $\chi \rho \acute{o} \nu \omicron \upsilon$  καὶ τοῦ  $\tau \acute{o} \pi \omicron \upsilon$ , εἰς τὸν ὁποῖον εὐρίσκόμεθα, καθορίσατε δὲ ποία ἐκ τῶν δύο συντεταγμένων μεταβάλλεται καὶ ποία παραμένει σταθερὰ καὶ διατί.

## II. Ὁ ἥλιος εἰς τὴν οὐράνιον σφαῖραν

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

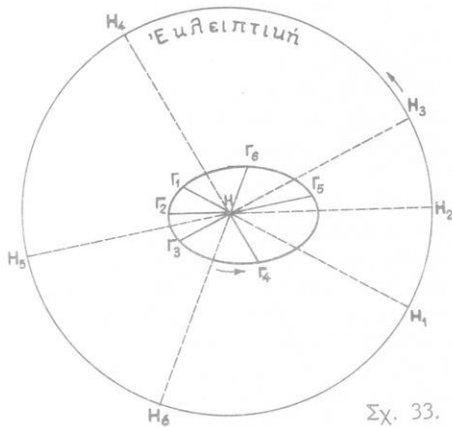
Ἐκτὸς τῆς καθημερινῆς κινήσεώς του, ἡ ὁποία εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς φαινομένης κινήσεως τῆς οὐρανόσφαιρας (§ 109 β), οὗτος ἀλλάσσει συνεχῶς θέσιν εἰς τὸν οὐρανόν, εἰς τρόπον ὥστε, ἐντὸς ἐνὸς ἔτους ἀκριβῶς, νὰ διαγράφη πάντοτε καὶ σταθερῶς μίαν πλήρη κυκλικὴν τροχίαν, κατὰ μῆκος μεγίστου κύκλου τῆς οὐρανόσφαιρας.

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

**β'.** Ἡ ἐτησία κινήσις τοῦ ἡλίου κατὰ μῆκος τῆς ἐκλειπτικῆς, δὲν εἶναι πραγματικὴ, ἀλλὰ φαινομενικὴ. Ὅπως δὲ ἡ ἡμερησία κινήσις αὐτοῦ, ἀλλὰ καὶ ὀλοκλήρου τῆς οὐρανόσφαιρας, εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς (§ 109 γ), καθ' ὅμοιον τρόπον, ἡ φαινομένη ἐτησία κινήσις 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. 33), τότε, ἐκ τῆς θέσεως ταύτης παρατηρούμενος ὁ ἥλιος, φαίνεται ἐπὶ τῆς οὐρανόσφαιρας εἰς τὴν θέσιν  $H_1$ , ἡ ὁποία ὀρίζεται ἀπὸ τὴν προέκτασιν τῆς ὀπτι-

κῆς ἀκτῖνος  $\Gamma_1\text{H}$  (τῆς διεθυνο-  
 μένης ἐκ τῆς γῆς  $\Gamma$  πρὸς τὸν  
 ἥλιον  $\text{H}$ ) μέχρις οὗτου αὐτῆ  
 τμήση τὴν οὐράνιον σφαῖραν.  
 Καθὼς ἡ γῆ κινεῖται ἐκ δυσμῶν  
 πρὸς ἀνατολὰς περὶ τὸν ἥλιον,  
 ὅταν μετὰ τι διάστημα, π.χ.  
 μετὰ ἓνα μῆνα, φθάση εἰς τὴν  
 θέσιν  $\Gamma_2$ , τότε ὁ ἥλιος θὰ φαί-  
 νεται προβαλλόμενος, καθ' ὁ-  
 μοιον τρόπον, εἰς τὴν θέσιν  $\text{H}_2$   
 ἐπὶ τῆς οὐράνιου σφαίρας. Μετὰ  
 ἓνα ἀκόμη μῆνα, ἐκ τῆς θέσεως  
 $\Gamma_3$  τῆς γῆς, ὁ ἥλιος θὰ φαίνεται



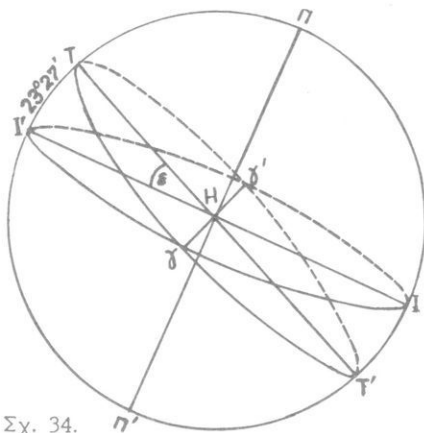
εἰς τὴν θέσιν  $\text{H}_3$  ἐπὶ τῆς οὐράνιου σφαίρας κ.ο.κ. Ἐπομένως, ὅπως ἡ  
 γῆ κινεῖται κατ' ὀρθὴν φοράν περὶ τὸν ἥλιον, ἐκεῖνος φαίνεται ἰ-  
 ὅτι κινεῖται ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ κατὰ τὴν ἰδίαν φοράν. Ὄταν δὲ ἡ γῆ  
 συμπληρώνη τὴν ἐτησίαν τῆς περιφορᾶν ἐπὶ τῆς ἔλλειπτικῆς τῆς τρο-  
 χιᾶς περὶ τὸν ἥλιον καὶ ἐπανέρχεται εἰς τὸ  $\Gamma_1$ , ἐκεῖνος συμπληρώνει  
 τὸν μέγιστον κύκλον τῆς οὐράνιου σφαίρας  $\text{H}_1, \text{H}_2, \dots, \text{H}_6, \text{H}_1$ .

Προκύπτει ἐκ τούτων, ὅτι ἡ ἔκλειπτικὴ εἶναι ὁ τόπος τῶν θέ-  
 σεων, εἰς τὰς ὁποίας φαίνεται ὁ ἥλιος ἐπὶ τῆς οὐράνιου σφαίρας κατὰ  
 τὴν διάρκειαν ἑνὸς ἔτους, ἐκ τῶν διαδοχικῶν θέσεων τῆς γῆς κατὰ  
 τὴν ἐτησίαν περιφορᾶν τῆς περὶ τὸν ἥλιον.

γ'. Ἐπειδὴ ἡ ἀπόστασις τῆς γῆς ἐκ τοῦ ἡλίου δύναται νὰ θεω-  
 ρηθῆ ἀμελητέα, πρὸ τοῦ ἀπείρου μήκους τῆς ἀκτῖνος τῆς οὐράνιου  
 σφαίρας, διὰ τοῦτο, ὅπως ἄλλοτε (§ 102α) ἐθεωρήσαμεν ὀλόκληρον  
 τὴν γῆν, ὡς σημεῖον —κέντρον—τῆς οὐράνιου σφαίρας, καθ' ὅμοιον  
 τρόπον, τῶρα, δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν, ὡς σημεῖον — κέντρον —  
 αὐτῆς, ὀλόκληρον τὴν τροχίαν τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον.

Ἐξηγεῖται, κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, διατι ἡ ἔκλειπτικὴ φαί-  
 νεται ὡς μέγιστος κύκλος τῆς οὐράνιου σφαίρας, ἔχων ὡς  
 κέντρον, ὄχι ἀπλῶς τὴν γῆν, ἀλλ' ὀλόκληρον τὴν τροχίαν αὐτῆς  
 περὶ τὸν ἥλιον.

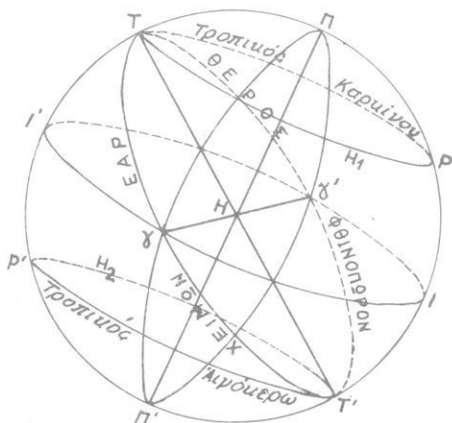
δ'. Ἐὰν  $\text{H}$  εἶναι τὸ κέντρον τῆς οὐράνιου σφαίρας καὶ  $\text{ΠΠ}'$  ὁ  
 ἄξων αὐτῆς (σχ. 34), ἐνῶ  $\text{ΥΥ}'$  εἶναι ὁ ἰσημερινός της, τότε  $\gamma\text{T}\gamma'\text{T}'$



Σχ. 34.

ἥλιον. Ἐπειδὴ δέ, εἰς τὴν οὐράνιον σφαῖραν, ὁ μὲν ἄξων τῆς γῆς καθίσταται ἄξων τοῦ κόσμου, ὁ δὲ γῆινος ἰσημερινὸς ἐμφανίζεται ὡς οὐράνιος, ἐνῶ ἡ τροχιά τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον παρουσιάζεται ὡς ἡ ἐκλειπτική, διὰ τοῦτο καὶ ἡ γωνία γῆινου ἰσημερινοῦ καὶ τροχιάς τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν λόξωσιν τῆς ἐκλειπτικῆς.

**116. Ἴσημερία καὶ τροπαί.** α'. Ἡ διάμετρος γγ' τῆς οὐράνιου σφαίρας (σχ. 35), κατὰ τὴν ὁποίαν τέμνονται ὁ οὐράνιος ἰσημερινὸς Ιγ'Ιγ' καὶ ἡ ἐκλειπτικὴ Τγ'Τγ', καλεῖται **ἰσημερινὴ γραμμὴ**, ἐνῶ τὰ πέρατα αὐτῆς γ καὶ γ' ὀνομάζονται **ἰσημερινὰ σημεῖα**.



Σχ. 35.

εἶναι ἡ ἐκλειπτικὴ, σχηματίζουσα μετὰ τοῦ ἰσημερινοῦ τὴν διέδρον γωνίαν Ι'γγ'Τ, τῆς ὁποίας ἀντίστοιχος εἶναι ἡ ἐπίπεδος γωνία Ι'ΗΤ = ε, ἔχουσα μέτρον τὸ τόξον Ι'Τ, ἢ τὸ ΙΤ'.

Ἡ γωνία αὕτη εἶναι σταθερά, ἴση πρὸς 23° 27' καὶ καλεῖται **λόξωσις τῆς ἐκλειπτικῆς**.

Ἡ λόξωσις τῆς ἐκλειπτικῆς εἶναι, εἰς τὴν πραγματικότητά, ἡ κλίσις τὴν ὁποίαν παρουσιάζει ὁ ἄξων τῆς γῆς ἢ, ὅπερ τὸ αὐτό, ἡ γωνία τὴν ὁποίαν σχηματίζει ὁ ἰσημερινὸς τῆς μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς τροχιάς αὐτῆς περὶ τὸν

ἥλιον. Ἐκ τούτων, τὸ μὲν γ, εἰς τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται ὁ ἥλιος κατὰ τὴν ἔαρινὴν ἰσημερίαν (21ν Μαρτίου), καλεῖται **ἔαρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον** ἐνῶ τὸ γ' εἰς τὸ ὁποῖον φθάσει ὁ ἥλιος μετὰ ἕξ μηνῶν, κατὰ τὴν φθινοπωρινὴν ἰσημερίαν (23ν Σεπτεμβρίου), ὀνομάζεται **φθινοπωρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον**.

Ὁ ὠριαῖος κύκλος ΠγΠ'γ' ὁ διερχόμενος διὰ τῶν ἰσημερινῶν σημείων καλεῖται **κόλουρος τῶν ἰσημερινῶν**.

β'. Ἀπὸ τὸ ἐαρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον ὁ ἥλιος ἀνέρχεται εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ καί, συνεχῶς ἀπομακρυνόμενος ἀπὸ τὸν



Ισημερινόν, μετά τρεῖς μῆνας (τὴν 22 Ἰουνίου), φθάνει εἰς τὸ βορειότερον σημεῖον τῆς ἐκλειπτικῆς, τὸ Τ, ἀπὸ τὸ ὅποιον πλέον ἀρχίζει νὰ κατέρχεται, τ ρ ε π ὀ μ ε ν ο ς καὶ πάλιν πρὸς τὸν ἰσημερινόν. Ὡς ἐκ τοῦ λόγου τούτου, τὸ σημεῖον Τ ὀνομάζεται **θερινὸν τροπικὸν σημεῖον** ἢ ἀπλῶς **θερινὴ τροπή**. Ἐξ ἄλλου, ἐπειδὴ ἐπὶ τινὰς ἡμέρας, πρὸ καὶ μετὰ τὴν θερινὴν τροπήν, ὁ ἥλιος φαίνεται βραδυπορῶν ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς (§ 117), ὡ σ ἄ ν ν ἄ ἴ σ τ α τ α ι, διὰ τοῦτο τὸ θερινὸν τροπικὸν σημεῖον ὀνομάζεται ἀκόμη καὶ **θερινὸν ἡλιοστάσιον**.

Ἐκ τοῦ Τ ὁ ἥλιος πορεύεται συνεχῶς πρὸς ν ὄ τ ο ν καὶ ἀφοῦ, μετὰ τρεῖς μῆνας, φθάσῃ εἰς τὸ γ', συνεχίζει κατερχόμενος ἤδη εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ, τελικῶς δέ, μετὰ ἄλλους τρεῖς μῆνας (τὴν 22αν Δεκεμβρίου), φθάνει εἰς τὸ σημεῖον Τ', τὸ νοτιώτερον τῆς τροχιάς του, ἀπὸ τὸ ὅποιον ἀρχίζει ἐφ' ἐξῆς νὰ ἀνέρχεται, τ ρ ε π ὀ μ ε ν ο ς ἐκ νέου πρὸς τὸν ἰσημερινόν. Διὰ τοῦτο, τὸ σημεῖον Τ' καλεῖται **χειμερινὸν τροπικὸν σημεῖον** ἢ ἀπλῶς **χειμερινὴ τροπή**. Ἐξ ἄλλου, ἐπειδὴ ἐπ' ὀλίγας ἡμέρας, πρὸ καὶ μετὰ τὴν χειμερινὴν τροπήν, ὁ ἥλιος φαίνεται καὶ πάλιν βραδυπορῶν ἐπὶ τῆς τροχιάς του, διὰ τοῦτο τὸ χειμερινὸν τροπικὸν σημεῖον ὀνομάζεται ἀκόμη καὶ **χειμερινὸν ἡλιοστάσιον**.

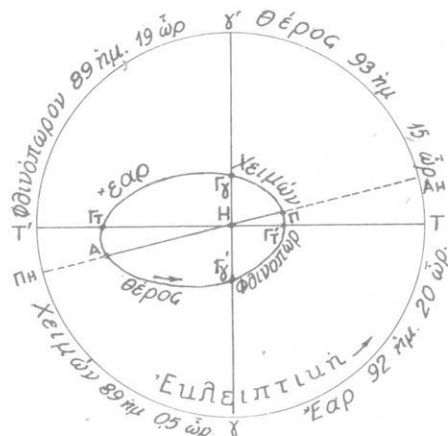
γ'. Ἡ διάμετρος τῆς οὐρανίου σφαίρας ΤΤ', ἡ συνδέουσα τὰ σημεῖα τῶν τροπῶν, καλεῖται **γραμμὴ τῶν τροπῶν** ἢ **γραμμὴ τῶν ἡλιοστασίων**.

Ὁ παράλληλος κύκλος ΤΗ<sub>1</sub>Ρ, ὁ διερχόμενος ἐκ τῆς θερινῆς τροπῆς Τ, καλεῖται **τροπικὸς τοῦ Καρκίνου**, ἐνῶ ὁ παράλληλος Τ'Η<sub>2</sub>Ρ', ὁ διερχόμενος διὰ τῆς χειμερινῆς τροπῆς Τ', ὀνομάζεται **τροπικὸς τοῦ Αἰγόκερω**.

**117. Ἄνισότης διαρκείας τῶν ὥρῶν τοῦ ἔτους.** Ἡ ἰσημερινὴ γραμμὴ γγ' καὶ ἡ γραμμὴ τῶν τροπῶν ΤΤ', κ ἄ θ ε τ ο ι πρὸς ἀλλήλας, χωρίζουν τὴν ἐκλειπτικὴν εἰς τέσσαρα ἴσα τεταρτημόρια, τὰ ὅποια, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τὸ σημεῖον γ, ἀντιστοιχοῦν κατὰ σειρὰν πρὸς τὸ **ἔαρ**, τὸ **θέρους**, τὸ **φθινόπωρον** καὶ τὸν **χειμῶνα**.

Ἄν καὶ τὰ τόξα γΤ, Τγ', γ'Τ' καὶ Τ'γ' εἶναι ἴσα, ὅμως αἱ ἐποχαὶ ἔχουν διαφορετικὴν διάρκειαν ὡς πρὸς ἀλλήλας. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι ὁ ἥλιος κινεῖται ἀ ν ι σ ο τ α χ ῶ ς ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς. Ἡ ἀνισοταχὴς κίνησις τοῦ ἡλίου ἐξηγεῖται ὡς ἐξῆς:

Ἐστω (σχ. 36), ὅτι ἡ γῆ εὐρίσκεται ἐπὶ τῆς τροχιάς της εἰς τὸ σημεῖον Γγ. Τότε ὁ ἥλιος προβάλλεται ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς εἰς τὸ γ καὶ ἀρχίζει τὸ ἔαρ. Ἀπὸ τοῦ Γγ ἡ γῆ προχωρεῖ καὶ διαγράφει τὸ τόξον ΓγΓΤ, τοῦ ἔαρος, ἐνῶ ὁ ἥλιος φαίνεται,



Σχ. 36.

ὅτι διατρέχει τὸ τόξον  $\gamma\tau$  τῆς ἐκλειπτικῆς. Ὅμως, καθὼς ἡ γῆ ἀπομακρύνεται ἐκ τοῦ ἡλίου  $H$  καὶ πλησιάζει πρὸς τὸ ἀήλιον (§ 54,  $\gamma$ ) τῆς τροχιάς τῆς  $A$ , κινεῖται καὶ ὀλονὲν  $\beta\rho\alpha\delta\acute{\upsilon}\tau\epsilon\rho\omicron\nu$ , ἐπειδὴ ἡ ἀσκουμένη ἐπ' αὐτῆς ἑλκτική δύναμις τοῦ ἡλίου γίνεται ὀλονὲν καὶ μικροτέρα. Συνεπῶς καὶ ὁ ἥλιος θὰ φαίνεται ὅτι διατρέχει τὸ τόξον  $\gamma\tau$  μὲ ταχύτητα συνεχῶς ἐπιβραδυνομένην. Ὑπ' αὐτὰς τὰς συνθήκας τὸ ἔαρ διαρκεῖ 92 ἡμ. καὶ 20 ὥρ. περίπου.

Μετὰ ταῦτα, ἡ γῆ θὰ διαγράψῃ τὸ τόξον  $\Gamma\tau\gamma'$  τῆς τροχιάς τῆς, τὸ ἀντιστοιχοῦν εἰς τὸ  $\theta\acute{\epsilon}\rho\omicron\varsigma$ , ἐνῶ ὁ ἥλιος θὰ φαίνεται διατρέχων ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς τὸ τόξον  $\tau\gamma'$ . Ἀλλὰ τὸ τόξον  $\Gamma\tau\gamma'$  τῆς γῆϊνης τροχιάς, ἀφ' ἐνὸς μὲν εἶναι τὸ μεγαλύτερον ὄλων, ἀφ' ἑτέρου δὲ περιέχει καὶ τὸ ἀήλιον  $A$ , εἰς τὸ ὁποῖον φθάνει ἡ γῆ τὴν  $1\eta\upsilon$  Ἰουλίου, ὅπου δὲ καὶ ἀναπτύσσει τὴν μικροτέραν τῆς ταχύτητα. Διὰ τοῦτο καὶ ὁ ἥλιος, εἰς τὸ ἀντίστοιχον σημεῖον τῆς ἐκλειπτικῆς  $AH$ , γειτονικὸν τοῦ θερινοῦ ἡλιοστασίου  $T$ , φαίνεται ὅτι κινεῖται βραδύτατα, ὅτι ἴστανται. Διὰ τοὺς λόγους αὐτοὺς τὸ θέρος εἶναι ἡ μακροτέρα ἐποχὴ, διαρκείας 93 ἡμ. καὶ 15 ὥρ. περίπου.

Ἐν συνεχείᾳ, ἡ γῆ διατρέχει τὸ τόξον  $\gamma\gamma'\Gamma\tau$ , τοῦ φθινοπώρου, ἐνῶ ὁ ἥλιος φαίνεται κινούμενος ἀπὸ τοῦ  $\gamma'$  μέχρι τῆς χειμερινῆς τροπῆς  $T'$ . Ἡ κίνησις ὁμως ἀμφοτέρων γίνεται ὀλονὲν καὶ ταχύτερα, ἀφοῦ ἡ γῆ πλησιάζει πρὸς τὸ περιήλιον τῆς  $\Pi$ . Διὰ τοῦτο καὶ τὸ φθινόπωρον διαρκεῖ μόνον 89 ἡμ. καὶ 19 ὥρ. περίπου.

Τέλος, κατὰ τὸν χειμῶνα, ἡ μὲν γῆ διατρέχει τὸ τόξον  $\Gamma\tau\gamma\gamma'$ , τὸ περιέχον τὸ περιήλιον, εἰς τὸ ὁποῖον φθάνει τὴν  $1\eta\upsilon$  Ἰανουαρίου, ὁ δὲ ἥλιος διανύει τὸ τόξον  $\tau\gamma'$  τῆς ἐκλειπτικῆς, ταχύτερον ὄλων, ἀφοῦ καὶ ἡ γῆ κινεῖται ἤδη ταχύτερον, ὡς ἐκ τῆς ἐγγυτήτος τῆς πρὸς τὸν ἥλιον. Ὡς ἐκ τούτου, ὁ χειμῶν εἶναι ἡ βραχυτέρα ἐποχὴ, διαρκείας 89 ἡμ. καὶ 0,5 ὥρ. περίπου.

## Ἀσκήσεις

123. Εὑρετε τὴν ἀπόκλισιν τῶν σημείων  $\gamma$ ,  $T$ ,  $\gamma'$  καὶ  $T'$ .

124. Καθορίσατε τοὺς γεωμετρικοὺς τόπους τῶν σημείων τῆς οὐρανοῦ σφαιράς, τὰ ὁποῖα ἔχουν α)  $\delta = +23^\circ 27'$  καὶ β)  $\delta = -23^\circ 27'$ .

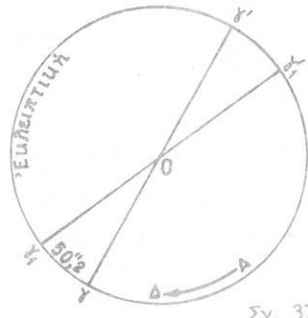
125. Ποῖον παράλληλον κύκλον διαγράφει ὁ ἥλιος, λόγῳ τῆς φαινομένης ἡμερησίας κινήσεως τῆς οὐρανοῦ σφαιράς: α) ὅταν εὑρίσκειται εἰς τὸ  $\gamma'$  β) ὅταν εὑρίσκειται εἰς τὸ  $T$  γ) ὅταν εἶναι εἰς τὸ  $\gamma'$  καὶ δ) ὅταν εἶναι εἰς τὸ  $T'$ ; (Χρησιμοποίησατε τὸ σχ. 35).

**118. Μεταβολὴ τῆς διαρκείας τῶν ὥρῶν τοῦ ἔτους. α'.** Λόγῳ τῆς τρίτης κινήσεως τῆς γῆς, τῆς μεταπτώσεως (§ 88β'), ὡς γνωστὸν, ὁ ἄξων τῆς γῆς μεταβάλλει συνεχῶς θέσιν. Ὡς ἐκ τούτου καὶ ὁ γῆϊνος ἡμερινὸς συνεχῶς μετατοπίζεται. Ἐπομένως, θὰ ἀλλάσσουν συνεχῶς θέσιν, τόσον ὁ ἄξων τοῦ κόσμου, ὅσον καὶ ὁ οὐράνιος ἡμερινός, ἐν σχέσει πρὸς τὴν ἐκλειπτικὴν. Διὰ τοῦτο καὶ ἡ τομὴ ἡμερινοῦ καὶ ἐκλειπτικῆς, ἥτοι ἡ ἡμερινὴ γραμμὴ  $\gamma\gamma'$ , ἐπίσης θὰ ἀλλάσῃ συνεχῶς θέσιν ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐκλειπτικῆς. Οὕτως, ἐάν σήμερον ἡ ἡμερινὴ γραμμὴ

είναι ή γγ' (σχ. 37), μετά έν έτος θα εύρεθί είς τήν θέσιν γ<sub>1</sub>γ<sub>1</sub>', τὸ δέ γ θα καταλάβη τήν θέσιν γ<sub>1</sub>. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **μετάπτωσης τῶν ἰσημεριῶν**.

Ἐπειδὴ ή μετάπτωσης τοῦ ἄξονος τῆς γῆς γίνεται κατὰ τήν ἀνάδρομον φοράν και ή περίοδος τῆς είναι ἴση πρὸς 25.800 ἔτη, ἔπεται ὅτι τὸ γ, κινούμενον συνεχῶς ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμάς, θα διαγράφῃ ὀλόκληρον τὸν κύκλον τῆς ἐκλειπτικῆς ἐνὸς τῆς περιόδου τῶν 25.800 ἐτῶν και ὅτι ή ἔτησία μετατόπισις αὐτοῦ ἰσοῦται πρὸς  $360^\circ : 25.800 = 50' , 2$ .

β'. Ἐφ' ὅσον ή ἰσημερινή γραμμὴ γγ' (σχ. 36) συνεχῶς μετατοπίζεται ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐκλειπτικῆς, ἔπεται, ὅτι θα ἀλλάσση συνεχῶς και θέσιν, ὡς πρὸς τήν γραμμὴν τῶν ἀψίδων ΑΠ, ἥτοι τήν γραμμὴν, ή ὅποια συνδέει τὸ περιήλιον μετὸ ἀφήλιον τῆς γῆινης τροχιάς. Ἄλλὰ τότε και τὰ μήκη τῶν τόξων ΓγΓΤ, ΓΤΓγ', Γγ'ΓΤ', ΓΤΓγ θα μεταβάλλωνται, ὅπως και ή ταχύτης τῆς γῆς (ἐπομένως δέ και τοῦ ἡλίου, κινουμένου ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς) και δὲν θα είναι πάντοτε, ὅπως παρουσιάζονται σήμερον, κατὰ τὰς διαφόρους ἐποχὰς τοῦ ἔτους (§ 117).



Σχ. 37.

**119. Ζωδιακὴ ζώνη. α'.** Κατὰ τοὺς χρόνους τῆς ἀρχαιότητος, εἶχε διαπιστωθῆ ὑπὸ τῶν Ἑλλήνων ἀστρονόμων, ὅτι οἱ πλανῆται, κινούμενοι περὶ τὸν ἥλιον, διαγράφουν τὰς τροχιάς αὐτῶν ἐντὸς στενῆς ζώνης τοῦ οὐρανοῦ, πλάτους μόλις  $16^\circ$ , ή ὅποια και ἔδιχοτομεῖτο ὑπὸ τῆς ἐκλειπτικῆς.

Ἡ ἐν λόγῳ ζώνη διεχωρίζετο εἰς δώδεκα ἴσα μέρη (σχ. 38), τὰ ὅποια ὠνομάσθησαν **οἴκοι (τοῦ ἡλίου)**, διότι ἐντὸς ἐνὸς ἐκάστου ἐξ αὐτῶν παραμένει ὁ ἥλιος ἐπὶ ἓνα μῆνα κατ' ἔτος, καθὼς διατρέχει τήν ἐκλειπτικὴν. Ἐπειδὴ δέ, εἰς ἕκαστον τῶν δώδεκα αὐτῶν μερῶν, τῶν **δωδεκατημοριῶν**, ὅπως ἀκόμη λέγονται, οἱ εὐρισκόμενοι ἀστέρες ἀπετέλουσαν ἀντιστοιχῶς και ἀπὸ ἓνα ἀσπερισμὸν, ὁ ὅποῖος ἔφερε, κατὰ κανόνα, τὸ ὄνομα ἐνὸς ζώου, διὰ τοῦτο, οἱ «οἴκοι» ὠνομάζοντο και **ζῶδια**, ἐνῶ ὀλόκληρος ή ζώνη ὠνομάσθη **ζωδιακὴ ζώνη** ή και **ζωδιακὸς κύκλος**.



Σχ. 38.

Τὰ ζῶδια ἀρχίζουν ἀπὸ τὸ ἑαρινὸν σημεῖον γ και ἕκαστον ἐκτείνεται ἐπὶ μήκους  $30^\circ$ , φέρουν δέ, κατὰ σειράν, τὰ ἐξῆς ὀνόματα:

**Κριός, Ταύρος, Δίδυμοι** (Κάστωρ και Πολυδεύκης),

**Καρκίνος, Λέων, Παρθένος** (Περσεφόνη),

**Χηλιδι Σκορπίου** (μετονομασθείσαι βραδύτερον εις **Ζυγόν**), **Σκορπίος, Τοξότης** (Κένταυρος), **Αιγόκερως** (Πάν), **Ύδροχόος** (Γανυμήδης) και **Ίχθύες**.

β'. Ἐντὸς τῶν τελευταίων 2150 ἐτῶν, τὸ  $\gamma$ , ἡ ἀρχὴ τῶν ζῳδίων, μετεποτίσθη λόγῳ τῆς μεταπτώσεως (118α) κατὰ  $50'',2 \times 2150 = 30^\circ$  περίπου.

Ὡς ἐκ τούτου, ἐνῶ ὁ πρῶτος οἶκος τοῦ Κριοῦ, ἀντεστοιχοῦσεν ἄλλοτε εἰς τὸν πρῶτον ἀστειρισμὸν τῶν ἰχθύων, σήμερον εἰς τὸν οἶκον τοῦτον ἀντιστοιχεῖ πλέον ὁ τελευταῖος ἀστερισμὸς, τῶν ἰχθύων. Οὕτω δέ, τὴν 21ην Μαρτίου ὁ ἥλιος δὲν εἰσέρχεται πλέον εἰς τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Κριοῦ, ἀλλ' εἰς ἐκεῖνον τῶν ἰχθύων.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλοῦμεν **μετάπτωσιν τῶν ζῳδίων**.

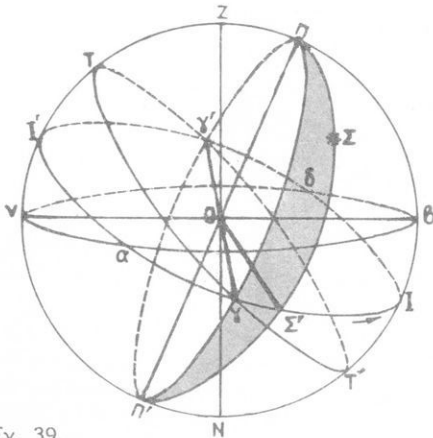
### III. Οὐρανογραφικαὶ συντεταγμένα

**120. Ὁρθὴ ἀναφορὰ ἀστέρος. α'.** Ἐστω ὁ τόπος  $O$  καὶ βανδβ ὁ ὀρίζων αὐτοῦ (σχ. 39).

Εἰς τὸ σχῆμα τοῦτο, τοῦ ὀρισμοῦ τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς, ὁ ὀρίζων χρειάζεται μόνον διὰ τὴν ἀναγνώρισιν τῆς θέσεως τῶν κυρίων σημείων τοῦ ὀριζοντος, πρὸς καθορισμὸν τῆς ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολᾶς (ὀρθῆς) φορᾶς.

Ἐστω ἤδη ὁ ἰσημερινὸς  $I\gamma I\gamma'$  καὶ ἡ ἐκλειπτικὴ  $\gamma T\gamma'T'$ , ἐνῶ  $\gamma\gamma'$  εἶναι ἡ τομὴ αὐτῶν, ἥτοι ἡ γραμμὴ τῶν ἰσημεριῶν. Θεωρήσωμεν ἀκόμη, τὸν κόλουρον τῶν ἰσημεριῶν  $\Pi\gamma\Pi'\gamma'$ , ἥτοι τὸν ὠριαῖον, τὸν διερχόμενον ἐκ τῶν ἰσημεριῶν σημείων  $\gamma$  καὶ  $\gamma'$ , ὅπως ἐπίσης καὶ τὸν ὠριαῖον τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$  ἥτοι τὸ ἡμικύκλιον  $\Pi\Sigma\Pi'$ . Ὁ ὠριαῖος οὗτος τέμνει τὸν οὐράνιον ἰσημερινὸν εἰς τὸ σημεῖον  $\Sigma'$ .

Καλοῦμεν **ὀρθὴν ἀναφορὰν τοῦ ἀστέρος  $\Sigma$**  ἢ τυχόντος ἄλλου σημείου τῆς οὐρανοῦ σφαίρας, τὴν διέδρον γωνίαν, τὴν ὁποῖαν σχηματίζει ὁ ὠριαῖος αὐτοῦ μετὰ τοῦ ὠριαίου τοῦ  $\gamma$ .



Σχ. 39.

Κατὰ ταῦτα, ἡ ὀρθή ἀναφορά τοῦ ἀστέρος Σ εἶναι ἡ διέδρος γωνία  $\gamma\text{ΠΠ}'\Sigma$ , τὴν ὁποῖαν σχηματίζει ὁ ὠριαῖος τοῦ ἀστέρος  $\text{ΠΣΠ}'$  μετὰ τοῦ ἡμικυκλίου τοῦ κολούρου τῶν ἰσημεριῶν, τὸ ὁποῖον διέρχεται ἐκ τοῦ ἑαρινοῦ σημείου  $\gamma$ , ἥτοι μετὰ τοῦ  $\text{Π}\gamma\text{Π}'$ . Τῆς γωνίας ταύτης ἀντίστοιχος εἶναι ἡ ἐπίπεδος γωνία  $\gamma\text{ΟΣ}'$ , κειμένη ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἰσημερινοῦ, τῆς ὁποίας τὸ μέτρον  $\gamma\Sigma'$  εἶναι καὶ τὸ μέτρον τῆς διέδρου.

Ἡ ὀρθή ἀναφορά συμβολίζεται μὲ τὸ γράμμα  $\alpha'$  μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ ἰσημερινοῦ, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τοῦ  $\gamma$ , κατὰ τὴν ὀρθὴν φοράν, ἥτοι ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς καὶ μεταβάλλεται ἀπὸ  $0^\circ$  ἕως  $360^\circ$ .

Τὸ ὄνομα «ὀρθή ἀναφορά», ὀφείλεται εἰς τὴν ὀρθὴν φοράν, κατὰ τὴν ὁποῖαν μετρῶνται αἱ γωνίαί.

**β'.** Μεταξὺ ὀρθῆς ἀναφορᾶς καὶ ὠριαίας γωνίας (§114α) ὑπάρχουν, συνεπῶς, αἱ ἑξῆς διαφοραί :

α) Ἐνῶ εἰς τὴν ὠριαίαν γωνίαν λαμβάνεται, ὡς πρῶτος κἀθετος κύκλος ἐπὶ τὸν ἰσημερινόν, ὁ μεσημβρινὸς τοῦ τόπου καὶ ἐξ αὐτοῦ ἀρχίζουσι αἱ μετρήσεις, εἰς τὴν ὀρθὴν ἀναφοράν, ὡς πρῶτος κἀθετος κύκλος ἐπὶ τὸν ἰσημερινόν λαμβάνεται ὁ ὠριαῖος τοῦ  $\gamma$ .

β) Ἐνῶ ἡ ὠριαία γωνία μετρεῖται κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν ( $A \rightarrow \Delta$ ), ἡ ὀρθὴ ἀναφορά μετρεῖται κατὰ τὴν ὀρθὴν φοράν ( $\Delta \rightarrow A$ ).

γ'. Ἐπειδὴ ἡ ὠριαία γωνία μετρεῖται ἀπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου, διὰ τοῦτο διαφέρει ἀπὸ τόπου εἰς τόπον. Ἐξ ἄλλου, ἔπειδὴ ἡ οὐράνιος σφαῖρα περιστρέφεται συνεχῶς, διὰ τοῦτο καὶ ἡ ὠριαία γωνία μεταβάλλεται συνεχῶς μετὰ τοῦ χρόνου εἰς τὸ διάστημα μιᾶς ἀστρικής ἡμέρας. Συνεπῶς, ἡ ὠριαία γωνία μεταβάλλεται καὶ ἐξαρτᾶται, τόσον ἀπὸ τὸν τόπον τῆς παρατηρήσεως, ὅσον καὶ ἀπὸ τὸν χρόνον, κατὰ τὸν ὁποῖον ἔγινε ἡ μέτρησις τῆς.

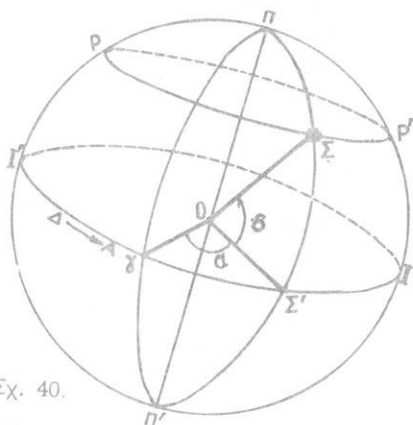
Ἀντιθέτως, ἡ ὀρθὴ ἀναφορά δὲν ἐξαρτᾶται, οὔτε ἀπὸ τὸν τόπον οὔτε ἀπὸ τὸν χρόνον. Διότι, τὸ σημεῖον  $\gamma$ , ἀπὸ τοῦ ὁποῖου ἀρχίζουσι αἱ μετρήσεις, εἶναι ἄσχετον πρὸς τὸν τόπον, ὅπου εὕρισκόμεθα. Εἶναι σημεῖον τῆς οὐρανίου σφαίρας ὠρισμένον καὶ, ἂν δὲν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν τὴν βραδείαν του μεταβολὴν, λόγῳ τῆς μεταπτώσεως (§ 118α), τοῦτο δύναται νὰ θεωρηθῆ καὶ σταθερόν. Ἐξ ἄλλου, ἔπειδὴ τὸ  $\gamma$  ἀκολουθεῖ τὴν φαινομένην περιστροφὴν τῆς οὐρανίου σφαίρας, ὅπως καὶ ὁ τυχὼν ἀστήρ, διὰ τοῦτο, συμφώνως πρὸς τὸν 4ον νόμον τῆς φαινομένης αὐτῆς κινήσεως (§ 109ε), ἡ γωνιώδης ἀπόστασις μετὰξ αὐτοῦ καὶ τυχόντος ἀστέρος δὲν μεταβάλλεται. Συνεπῶς, ἡ ὀρθὴ ἀναφορά εἶναι ἀνεξάρτητος καὶ τοῦ χρόνου.

## Ἀσκήσεις

126. Ποῖος εἶναι ὁ γεωμετρικὸς τόπος τῶν σημείων, τῶν ἐχόντων  $\alpha = 247^\circ$ ;  
 127. Εὔρετε τὴν ὀρθὴν ἀναφορὰν τοῦ σημείου  $\gamma'$  καὶ τῶν τροπῶν  $\Gamma$  καὶ  $\Gamma'$ .  
 128. Ὄταν τὸ  $\gamma$  μεσουρανή ἄνω, πόση εἶναι ἡ  $\alpha$  ἐνὸς ἐκάστου τῶν κυρίων σημείων τοῦ ὀρίζοντος;  
 129. Ποῖα εἶναι ἡ  $\alpha$  ἀστέρος, ὅστις δύνει ὅταν τὸ  $\gamma$  ἀνατέλλῃ;

**121. Ὅρισμός τῆς θέσεως σημείου ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας.**  
**α'.** Ἐστω ἀστήρ  $\Sigma$ , τοῦ ὁποίου ὁ μὲν ὠριαῖος εἶναι ὁ  $\Pi\Sigma\Pi'$  (σχ. 40), 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  $\Sigma'\Omega\Sigma$  (§ 113, α). 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 συντεταγμένα εἶναι ἀνεξάρτητοι καὶ τοῦ τόπου τῆς παρατηρήσεως καὶ τοῦ χρόνου. Ἐξ ἄλλου, διὰ τυχόντος σημείου τῆς οὐρανίου σφαίρας, ὅπως τὸ  $\Sigma$ , διέρχονται ἕνας καὶ μόνος ὠριαῖος κύκλος καὶ ἕνας καὶ μόνος παράλληλος κύκλος, τὸ δὲ σημεῖον  $\Sigma$ , εὐρισκόμενον εἰς τὴν τομὴν αὐτῶν, εἶναι ἐντελῶς ὠρισμένον καὶ ἕνα καὶ μόνον.



Σχ. 40.

Διὰ τοῦτο ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ καὶ ἡ ἀπόκλισις χρησιμεύουν ἀπὸ κοινοῦ διὰ τὸν καθορισμὸν τῆς θέσεως τυχόντος ἀστέρος ἢ σημείου ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, καλοῦνται δέ, ἀπὸ κοινοῦ, **οὐρανογραφικαὶ συντεταγμένα** τοῦ σημείου.

**β'.** Αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμένα παρουσιάζουν μίαν σχεδὸν πλήρη ἀντιστοιχίαν πρὸς τὰς γεωγραφικὰς (§ 79). Διότι, ἡ μὲν ἀπόκλισις εἶναι ἐντελῶς ἀντίστοιχος πρὸς τὸ  $\gamma$  ε-

ω γεωγραφικὸν πλάτος, ἢ δὲ ὀρθὴ ἀναφορά εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ γεωγραφικὸν μῆκος.

Πράγματι· εἰς ἀμφοτέρα τὰ συστήματα, ὡς βασικὸς κύκλος λαμβάνεται ὁ ἰσημερινός, διὰ τὴν μέτρησιν δὲ τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους καὶ τῆς ἀποκλίσεως χρησιμοποιοῦνται οἱ παράλληλοι κύκλοι, ἐπὶ τῶν ὁποίων κείνται, εἴτε οἱ γῆινοι τόποι, εἴτε τὰ σημεῖα τῆς οὐρανόυ σφαίρας.

Διὰ τὴν μέτρησιν, ἐξ ἄλλου, τοῦ μήκους εἰς τὴν γῆν καὶ τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς εἰς τὸν οὐρανόν, χρησιμοποιοῦνται οἱ ἴδιοι κύκλοι, μὲ διαφορετικὴν ὀνομασίαν· εἰς τὴν γῆν οἱ μεσημβρινοί, εἰς τὸν οὐρανὸν οἱ ὠριαῖοι. Τέλος, ὁ μὲν πρῶτος μεσημβρινός τῆς γῆς, πρῶτος κάθετος κύκλος ἐπὶ τὸν ἰσημερινόν, διέρχεται ἀπὸ ὠρισμένου σημείου τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, ἀπὸ τὸ ἀστεροσκοπεῖον τοῦ Greenwich (Γκρήνουϊτς), ὁ δὲ «πρῶτος ὠριαῖος» τοῦ οὐρανοῦ διέρχεται ἐπίσης ἀπὸ ὠρισμένου σημείου τῆς οὐρανόυ σφαίρας, ἀπὸ τὸ ἑαρινὸν ἰσημερινόν σημεῖον γ.

### Ἀσκήσεις

130. Ποῖα εἶναι αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμένα τῶν σημείων γ, γ', Τ, Τ' τῆς ἐκλειπτικῆς; (σχ. 39).

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

132. Κατὰ τί διαφέρει, ὡς πρὸς τὴν θέσιν, τὸ σημεῖον γ ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ, ἀπὸ τὸ Γκρήνουϊτς ἐπὶ τῆς γῆς, τοῦ ὁποίου τὸ γεωγραφικὸν πλάτος εἶναι  $\varphi = +51^{\circ} 28' 38''$ , 2 ;

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ

**122. 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 ὁποίαν καλοῦμεν, ἐν γένει, **ἡμέραν**· καὶ

β) ἡ διάρκεια τῆς περιφορᾶς τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον, τὴν ὁποίαν, 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 περιφορὰ αὐτῆς.

Οὕτω, διὰ τὸν καθορισμὸν τῆς διαρκείας τῆς ἡμέρας, χρησιμεύει ἡ φαινομένη ἡμερησία κίνησις τῆς οὐρανίου σφαίρας, ἡ ὁποία προκαλεῖ καὶ τὴν φαινομένην ἡμερησίαν περιφορὰν τοῦ ἡλίου καὶ τῶν ἀστέρων (§ 109). Διὰ τὸν καθορισμὸν δὲ τῆς διαρκείας τοῦ ἔτους, χρησιμοποιεῖται ἡ ἔτησία φαινομένη κίνησις τοῦ ἡλίου ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς (§ 115).

Εἰς τὰ ἐπόμενα θὰ ἐξετάσωμεν, πρῶτον, τὰ ἀναφερόμενα εἰς τὴν ἡμέραν καί, κατόπιν, τὰ ἀφορῶντα εἰς τὸ ἔτος.

### I. Ἡ ἡμέρα

**123. Ἀστρική ἡμέρα, ἀστρικός χρόνος, ἀστρικά ὥρολόγια.**

**α.** Εἰς τὴν Ἀστρονομίαν δὲν χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν μέτρησιν τῆς διαρκείας τῆς ἡμέρας ὁ ἥλιος, ἀλλὰ τὸ ἑαρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον γ. Τοῦτο δέ, διότι τὸ γ εἶναι ὠρισμένον σημεῖον τῆς οὐρανίου σφαίρας καὶ σχεδὸν σταθερόν, ἀφοῦ ἡ ἔτησία μετατόπισίς του, λόγῳ τῆς μεταπτώσεως, κατὰ 50'',2 μόνον (§ 118α), δύναται νὰ θεωρηθῇ ἀμελητέα. Ἀντιθέτως, ὁ ἥλιος κινεῖται, κατὰ μέσον ὄρον, 1<sup>ο</sup> περίπου ἡμερησίως, ἀφοῦ διατρέχει ὀλόκληρον τὴν περιφέρειαν τῆς ἐκλειπτικῆς ἐντὸς 365,242217 ἡμ., τὸ σπουδαιότερον δέ, δὲν κινεῖται ὁμαλῶς, ἀλλὰ ἀνισοταχῶς· (§117).

**β'.** Ὅπως οἱ ἀστέρες, οὕτω καὶ τὸ γ, λόγῳ τῆς φαινομένης περιστροφῆς τῆς οὐρανίου σφαίρας (§ 109β), διαγράφει καθημερινῶς



μίαν πλήρη περιέφρειαν. Ἐπειδὴ δὲ κεῖται ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ, 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 (§ 109ε, νόμος 2ος), ἥτοι ἀνὰ 23 ὥρ. 56 λ. 4 δ.

Διὰ τοῦτο καὶ ὀνομάζομεν **ἀστρικήν ἡμέραν τὸν χρόνον, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξύ δύο διδαδοχικῶν ἄνω μεσουρανήσεων τοῦ ἑαρινοῦ ἰσημερινοῦ σημείου γ.**

Ἐξ ἄλλου, ὅταν ὁ χρόνος μετρεῖται εἰς ἀστρικὰς ἡμέρας καὶ τὰς ὑποδιαίρεσεις τῆς ἀστρικῆς ἡμέρας, καλεῖται **ἀστρικός χρόνος.**

γ'. Διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ ἀστρικοῦ χρόνου, κατασκευάζονται εἰδικὰ ὠρολόγια, τὰ ὁποῖα καλοῦνται, ἐπίσης, **ἀστρικά ὠρολόγια, ἢ ἀστρικά χρονόμετρα.**

Μία ἀστρική ἡμέρα ὑποδιαίρεται εἰς τὰ ἀστρικά ὠρολόγια εἰς 24 **ἀστρικὰς ὥρας**, ἐνῶ ἑκάστη ἀστρική ὥρα περιέχει 60 **ἀστρικά πρῶτα λεπτά** καὶ καθὲν ἀστρικὸν λεπτόν 60 **ἀστρικά δευτερόλεπτα.**

Εἶναι προφανές, ὅτι αἱ ἀστρικά ὥραι, καθὼς καὶ τὰ ἀστρικά λεπτά καὶ δευτερόλεπτα, εἶναι μικροτέρα διαρκείας, ἐν σχέσει πρὸς τὰς ὥρας, τὰ λεπτά καὶ δευτερόλεπτα, τὰ ὁποῖα δεικνύουσιν τὰ συνήθη ὠρολόγια· καὶ τοῦτο, διότι καὶ ἡ ἀστρική ἡμέρα, ὡς ἔχουσα διάρκειαν 23 ὥρ. 56 λ. καὶ 4 δ, εἶναι κατὰ 3 λ. καὶ 56 δ. μικρότερα τῆς διαρκείας, τὴν ὁποίαν μετροῦν τὰ συνήθη ὠρολόγια.

δ'. Ἐφ' ὅσον τὸ γ διαγράφει τὴν περιφέρειαν τοῦ ἰσημερινοῦ, ἥτοι  $360^{\circ}$ , 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 (§ 114), ἴσην πρὸς  $15^{\circ}$  καὶ μετὰ δύο, τρεῖς, τέσσαρας κ.λπ. ἀστρικὰς ὥρας, ἡ ὠριαία του γωνία θὰ εἶναι, ἀντιστοίχως,  $30^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$  κ.ο.κ.

Συνεπῶς, ὁ **ἀστρικός χρόνος, κατὰ τινὰ στιγμήν, ἰσοῦται μετὰ τὴν ὠριαίαν γωνίαν τοῦ γ κατὰ τὴν στιγμήν ταύτην.**

Ὁ ἀστρικός χρόνος συμβολίζεται διὰ τοῦ T.

ε'. Προκύπτει ἐκ τῶν ἀνωτέρω ὅτι, ἀντὶ νὰ μετῶμεν τὴν ὠριαίαν γωνίαν καὶ τὴν ὀρθὴν ἀναφορὰν εἰς μοίρας καὶ ὑποδιαίρεσεις αὐτῶν, δυνάμεθα νὰ τὰς μετῶμεν μετὰ ἀστρικὰς ὥρας, ἀστρικά λεπτά καὶ δευτερόλεπτα.

Διὰ τὴν μετατροπὴν τῶν μοιρῶν εἰς ὥρας καὶ ταναπάλιον, ἰσχύουν αἱ ἑξῆς σχέσεις :

1 ἀστρική ὥρα	= 15°	1° = 4 ἀστρικά λεπτά
1 ἀστρικὸν λεπτόν	= 15'	1' = 4 ἀστρικά δευτερόλεπτα
1 ἀστρικὸν δευτερόλεπτον	= 15''	1'' = 0,66... ἀστρικοῦ δευτερολ.

### Ἀσκήσεις

133. Ποῖαν (ἀστρικήν) ὥραν δεικνύει τὸ (ἀστρικόν) ὠρολόγιον εἰς ἓνα τόπον, ὅταν ἀνατέλλῃ καὶ ὅταν δύῃ α) τὸ γ· β) τὸ γ' ; (Διὰ τὴν λύσιν πρέπει νὰ γίνῃ χρῆσις τῆς § 112 καὶ τῶν ἀσκ. 105, 106).

134. Ἐάν ἀστὴρ ἀνατέλλῃ, ὅταν τὸ γ μεσουραῆ ἄνω καὶ ἐάν τὸ ἡμερήσιον τόξον του διαρκῆ 9 ὥρ. 50 λ. 8 δ., α) κατὰ ποῖαν ὥραν θὰ μεσουρανήσῃ ἄνω καὶ β) κατὰ ποῖαν ὥραν θὰ δύσῃ ;

135. Λύσατε τὰς ἀσκήσεις 119 καὶ 120 μὲ τὰ δεδομένα καὶ τὰ ζητούμενα ἐκπεφρασμένα εἰς ἀστρικὸν χρόνον.

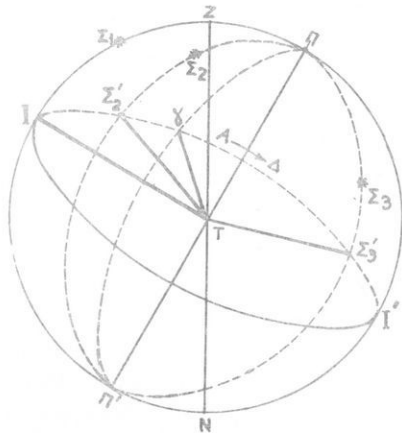
**124. Θεμελιώδεις σχέσεις μεταξύ ἀστρικοῦ χρόνου (T), ὀρθῆς ἀναφορᾶς (α) καὶ ὠριαίας γωνίας (H).** α'. Ἐστω ἀστὴρ Σ<sub>1</sub> (σχ. 41), ὁ ὁποῖος εὐρίσκεται ἐπὶ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου T, κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησίν του. Ἐάν γ εἶναι τὸ ἑαρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον καὶ ΠγΠ' ὁ ὠριαῖος του, τότε ἡ ὠριαία γωνία του ΠTγ μετρεῖ τὸν ἀστρικὸν χρόνον T, κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἄνω μεσουρανήσεως τοῦ ἀστέρος Σ<sub>1</sub>. Ἐξ ἄλλου ὅμως ἡ ἴδια γωνία, μετρουμένη κατ'

ὀρθὴν φορὰν (ἐκ τοῦ γ πρὸς τὸ I), εἶναι ἴση μὲ τὴν ὀρθὴν ἀναφορὰν α<sub>1</sub> τοῦ ἀστέρος Σ<sub>1</sub>.  
\*Ἦτοι ἔχομεν :

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

Συνάγεται ἐκ τῶν ἀνωτέρω, ὅτι, ὅταν ἓνας ἀστὴρ μεσουραῆ ἄνω, τότε ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ του ἰσοῦται πρὸς τὸν ἀστρικὸν χρόνον.

Τοῦτο σημαίνει ὅτι, διὰ νὰ εὕρωμεν τὴν ὀρθὴν ἀναφορὰν ἀστέρος, ἀρκεῖ νὰ ἐπιστημάνω-



Σχ. 41.

μεν τήν στιγμήν, κατὰ τήν ὁποίαν οὗτος εὐρίσκεται εἰς τήν ἄνω μεσουράνησίν του.

β'. Ἐστω ἤδη ὁ ἀστήρ  $\Sigma_2$ , ὁ ὁποῖος ἀκ ο λ ο υ θ ε ἰ τ ὸ γ, ἥτοι εὐρίσκεται πρὸς ἀνατολὰς αὐτοῦ καὶ μεταξὺ τοῦ ὠριαίου τοῦ γ καὶ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου. Ἡ ὠριαία γωνία του  $H_2$  εἶναι ἴση πρὸς τὸ τόξον  $I\Sigma'_2$ , ἐνῶ ἡ ὀρθή του ἀναφορά  $\alpha_2$  ἰσοῦται πρὸς τὸ τόξον  $\gamma\Sigma'_2$ . Συνεπῶς, ὁ ἀστρικός χρόνος  $T = \text{τόξ. } I\gamma$  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 ἀκ ο λ ο υ θ ε ἰ τ ὸ γ εἰς τήν ἡμερησίαν κίνησιν τῆς οὐρανίου σφαίρας.

Ἦτοι ἔχομεν τότε

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

Ἐὰν τώρα θεωρήσωμεν καὶ τὸν ἀστέρα  $\Sigma_3$ , ὁ ὁποῖος π ρ ο η γ ε ἰ τ α ἰ τοῦ γ, εἰς τήν φαινόμενην κίνησιν τῆς οὐρανίου σφαίρας, τότε ἡ ὠριαία του γωνία  $H_3$  εἶναι ἴση πρὸς τὸ τόξον  $I\Sigma'_3$ , ἐνῶ ἡ ὀρθή ἀναφορά του  $\alpha_3$ , θὰ εἶναι τὸ τόξον  $\gamma I I \Sigma'_3$  (τῆς κοίλης γωνίας). Ἐξ ἄλλου, τὸ ἀπομένον τόξον ἐκ τῆς περιφερείας τοῦ ἰσημερινοῦ, ἥτοι τὸ  $\gamma\Sigma'_3$  θὰ εἶναι ἴσον πρὸς  $24 \text{ ὠρ.} - \alpha_3$ . Ἐπομένως ἔχομεν :

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

καὶ ἐπειδὴ  $I\gamma = T$  καὶ  $\gamma\Sigma'_3 = 24 \text{ ὠρ.} - \alpha_3$ , θὰ εἶναι

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

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

Συνεπῶς, τὸ ἄθροισμα τῆς ὠριαίας γωνίας καὶ τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς ἀστέρος, ὁ ὁποῖος π ρ ο π ο ρ ε ὑ ε τ α ἰ τοῦ γ εἰς τήν ἡμερησίαν κίνησιν τῆς οὐρανίου σφαίρας, ἰσοῦται πρὸς τὸν ἀστρικὸν του χρόνον, ηὔξημένον κατὰ 24 ὥρας, ἥτοι κατὰ μίαν ἀστρικήν ἡμέραν.

Ἡ πρακτικὴ σημασία τῶν τύπων (2) καὶ (3) συνίσταται εἰς τὸ ὅτι ἡμετροῦντες, μὲ τὰ τηλεσκόπια, τὴν ὠριαίαν γωνίαν ἐνὸς ἀστέρος, κατὰ τινὰ ἀστρικήν στιγμήν, εὐρίσκομεν ἀμέσως τὴν ὀρθὴν του ἀναφορᾶν. Ἡ ἀντιστρόφως, γνωρίζοντες τὴν ὀρθὴν ἀναφορᾶν ἀστέρος, εὐρίσκομεν πόση εἶναι ἡ ὠριαία του γωνία, καθ' ὠρισμένην ἀστρικήν στιγμήν. Τέλος, τὸ καὶ σπουδαιότερον, διὰ τὰ ρυθμισώμεν τὸ ἀστρικὸν ὥρολόγιον εἶναι ἀρκετὸν νὰ μετρήσωμεν τὴν ὠριαίαν γωνίαν τυχόντος ἀστέρος, τοῦ ὁποῖου γνωρίζομεν τὴν ὀρθὴν ἀναφορᾶν, ὁπότε οἱ τύποι (1) (2) καὶ (3) μᾶς παρέχουν τὸν ἀκριβῆ ἀστρικὸν χρόνον, κατὰ τὴν στιγμήν τῆς μετρήσεως.

### Ἄσκήσεις

136. Ἄστηρ μεσουρανεῖ ἄνω τὴν 23 ὠρ. 35 λ. 47,8 δ, πόση εἶναι ἡ ὀρθὴ ἀναφορά του ;

137. Ποία είναι η άστρική ώρα εις τόπον T, εις τὸν ὁποῖον μεσουρανεῖ ἄνω ἀστήρ ἔχων  $\alpha = 3$  ὥρ. 9 λ. 39 δ. ;

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

139. 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. ;

140. Κατὰ ποῖον ἀστρικὸν χρόνον, ἀστήρ 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. ;

141. Ἐνας ἀστήρ προπορεύεται τοῦ  $\gamma$  καὶ κατὰ τινα στιγμὴν ἡ H αὐτοῦ εἶναι 7 ὥρ. 9 λ. 8 δ., ἐνῶ ἔχει  $\alpha = 19$  ὥρ. 33 λ. 44 δ. Ποῖος εἶναι ὁ ἀστρικός χρόνος κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην ;

142. Ἀστήρ, ὁ ὁποῖος προπορεύεται τοῦ  $\gamma$ , ἔχει  $H = 19$  ὥρ. 7 λ. 6 δ., ὅταν T εἶναι 2 ὥρ. 3 λ. 4 δ. Πόση εἶναι ἡ  $\alpha$  τοῦ ἀστέρος ;

143. Ποία εἶναι ἡ H ἀστέρος, προπορευομένου τοῦ  $\gamma$ , κατὰ τὴν 5 ὥρ. 8 λ. 43,8 δ., ὅταν ἡ  $\alpha$  αὐτοῦ εἶναι 11 ὥρ. 30 λ. 0 δ. ;

**125. Ἀληθῆς ἡλιακὴ ἡμέρα, ἀληθῆς 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 ἀληθῆς μεσονύκτιον τὴν στιγμὴν τῆς κάτω μεσουρανήσεως αὐτοῦ.

Ἐπειδὴ ὁ ἥλιος, συγχρόνως πρὸς τὴν ἡμερησίαν τοῦ κίνησιν, κινεῖται συνεχῶς καὶ ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς, διὰ τοῦτο, καθ' ἐκάστην 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  $1^{\circ}$  (§ 123α).

Οὕτως, ἐὰν τὴν 21ην Μαρτίου συμβῆ, ὥστε τὸ κέντρον τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου νὰ συμπέσῃ 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 κινήθῃ 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 εὑρίσκειται ἀ ν α τ ο λ ι κ ῶ 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 Ὑ τ ε ρ ο ν ἀπὸ τὴν προηγούμενην. Διὰ τοῦτο καὶ ἡ ἡλιακὴ ἡμέρα θὰ ἔξη 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 διαρκείας ἀπὸ τὴν ἀστρικήν, πάντοτε, κατὰ 4 λ. περίπου.

**β'.** Ὅπως ὠνομάσαμεν ἀστρικὸν χρόνον τὴν ὠριαίαν γωνίαν τοῦ γ κατὰ τινὰ στιγμήν (§ 123 δ), καθ' ὅμοιον τρόπον, **καλοῦμεν ἀληθῆ ἡλιακὸν χρόνον εἰς ἓνα τόπον, κατὰ τινὰ στιγμήν, τὴν ὠριαίαν γωνίαν τοῦ κέντρου τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου, εἰς τὸν θεωρούμενον τόπον, κατὰ τὴν στιγμήν ταύτην.**

Ἄλλ' ὅπως εἶδομεν (§ 117), ὁ ἥλιος, ὄχι μόνον κινεῖται ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς, ἀλλ' ἐπὶ πλεόν κινεῖται καὶ ἀνωμάλως. Συνεπῶς, ἡ ἡμερησία μεταβολὴ τῆς ὀρθῆς του ἀναφορᾶς δὲν εἶναι οὔτε σταθερά, οὔτε ὁμαλή. Κατ' ἀκολουθίαν, δὲν εἶναι σταθερά, οὔτε ὁμαλή καὶ ἡ μεταβολὴ τῆς ὠριαίας του γωνίας ὅπως ἐπίσης καὶ ἡ διαφορὰ διαρκείας, μεταξὺ ἀληθοῦς ἡλιακῆς ἡμέρας καὶ ἀστρικῆς ἡμέρας, δὲν εἶναι ἐπίσης, οὔτε σταθερά, οὔτε ὁμαλή, ἀλλὰ κ υ μ α ί ν ε τ α ἰ ἀνωμάλως περὶ τὰ 4 λ.

Διὰ τοῦτο καί, πρακτικῶς, δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ χρησιμοποιηθῆ ἡ ἡμερησία πορεία τοῦ ἡλίου καὶ ἡ μετ' αὐτῆς συνδεομένη με τ α β ο λ ῆ τ ῆ ς ὠ ρ ι α ί α ς τ ο υ γ ω ν ί α ς, διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ χρόνου. Ἐὰν δὲ ἐρρυθμίζομεν τὰ συνήθη ὠρολόγιά μας, μὲ βᾶσιν τὰς διαβάσεις τοῦ ἡλίου ἐκ τοῦ μεσημβρινοῦ, τότε ἡ ἡμέρα θὰ εὐρίσκετο ἄλλοτε μεγαλυτέρα καὶ ἄλλοτε μικροτέρα ἀπὸ 24 ὥρας (ἡλιακᾶς).

γ'. Ἀληθῆ ἡλιακὸν χρόνον δεικνύουν τῶ καλούμενα ἡλιακὰ ὠρολόγια, τὰ ὁποῖα συνίστανται ἐξ ἐνὸς γνώμονος (§ 147), ἥτοι ἐκ μιᾶς ράβδου, στηριζομένης ἐπὶ σταθερᾶς ὀριζοντίου ἢ κατακορύφου ἐπιφανείας.

Ἡ γενικὴ θεωρία τῶν ἡλιακῶν ὠρολογίων εἶναι ἡ ἐξῆς:

Ἡ σκιά τῆς ράβδου, μετατιθεμένη συνεχῶς, διαρκούσης τῆς ἡμέρας, δεικνύει τὴν πορείαν τοῦ ἡλίου εἰς τὸν οὐρανόν. Ἐὰν δὲ χαράξωμεν ἐπὶ ὀριζοντίου ἢ κατακορύφου ἐπιφανείας διαιρέσεις, κατὰ τὰς διευθύνσεις πρὸς τὰς ὁποίας πίπτει ἡ σκιά τῆς ράβδου μετὰ μίαν, δύο, τρεῖς ὥρας κλπ., πρὸ καὶ μετὰ τὴν μεσημβρίαν, τότε, ἡ θέσις τῆς σκιάς, κατὰ τινὰ στιγμήν, θὰ δεικνύη τὴν ὠριαίαν γωνίαν τοῦ ἡλίου, ἥτοι τὸν ἀληθῆ ἡλιακὸν χρόνον. Βασικῶς, χρειάζεται νὰ συμπτίπῃ ἡ διεύθυνσις τῆς σκιάς, κατὰ τὴν μεσημβρίαν, πρὸς τὴν διεύθυνσιν βορρᾶ - νότου, ἥτοι πρὸς τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν τοῦ τόπου, ὅπου θὰ τοποθετηθῆ τὸ ὠρολόγιον.

Ἡλιακὰ ὠρολόγια κατασκευάζον οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνας. Σήμερον κατασκευάζονται κυρίως πρὸς διακόσμειν καὶ τοποθετοῦνται εἰς κήπους, πλατείας, σχολεῖα κ.λπ. Τοιοῦτον (ὀριζόντιον) ἡλιακὸν ὠρολόγιον εἶναι τὸ εὐρισκόμενον εἰς τὴν εἴσοδον τοῦ Ἐθνικοῦ Κήπου τῶν Ἀθηνῶν.

126. Μέσος ήλιος, μέση ηλιακή ημέρα, μέσος ηλιακός χρόνος, ώρολόγια μέσου ηλιακού χρόνου. α'. Έπειδή ο ήλιος, αν και ρυθμίζει βασικώς τὰ του καθημερινού βίου (με τὰ φαινόμενα τῆς διαδοχῆς ἡμέρας και νυκτὸς, τὰ ὁποῖα προκαλεῖ), δὲν προσφέρεται ὁμως διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ χρόνου, ἐθεσπίσθη νὰ γίνεται ἡ μέτρησις μετὰ τὴν βοήθειαν ἐνὸς φανταστικοῦ ἡλίου, διὰ τὸν ὁποῖον δεχόμεθα, ὅτι ἰσχύουν τὰ ἐξῆς :

α) ὅτι κινεῖται ἰσοταχῶς.

β) ὅτι δὲν διατρέχει τὴν ἐκλειπτικὴν, ἀλλὰ τὸν οὐράνιον ἰσημερινόν.

γ) ὅτι συμπληρώνει τὴν περιφέρειαν τοῦ ἰσημερινοῦ εἰς τὸν ἴδιον χρόνον, τὸν ὁποῖον χρειάζεται ὁ ἀληθὴς ἥλιος, διὰ νὰ συμπληρώσῃ τὴν περιφέρειαν τῆς ἐκλειπτικῆς ἥτοι εἰς ἓνα ἔτος.

Ὁ πλαστός αὐτὸς ἥλιος καλεῖται μέσος ἥλιος.

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

Εἶναι προφανὲς ὅτι, λόγω τῆς ἰσοταχοῦς κινήσεως τοῦ μέσου ἡλίου, ἡ διαφορὰ μεταξὺ ἀστρικῆς καὶ μέσης ἡλιακῆς ἡμέρας γίνεται πλέον σταθερὰ καὶ ἴση πρὸς 3λ. καὶ 56 δ., ἥτοι ἴση πρὸς τὴν μέσην διαρκείαν 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 μεσουνύκτιον.

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 μεσουνύκτιον.

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.

δ'. Διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ μέσου ἡλιακοῦ χρόνου χρησιμοποιοῦνται τὰ καλούμενα χρονόμετρα μέσου χρόνου.

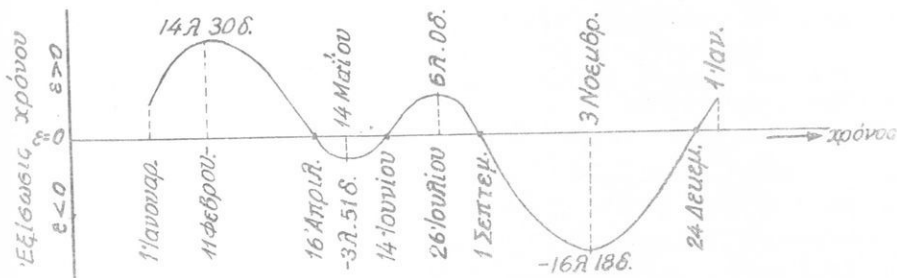
Τὰ συνήθη ὠρολόγια δεικνύουν ἐπίσης μέσον ἡλιακὸν χρόνον.

127. Ἐξίσωσις τοῦ χρόνου. α'. Καλοῦμεν ἐξίσωσιν τοῦ χρόνου καὶ τὴν συμβολίζομεν μετὰ τὸ γράμμα ε, τὴν διαφορὰν τοῦ ἀληθοῦς ἡλιακοῦ χρόνου ( $X_a$ ) ἀπὸ τὸν μέσον ἡλιακὸν χρόνον ( $X_u$ ), κατὰ τινα ἡμέραν τοῦ ἔτους. Ἦτοι ἔχομεν :

$$\varepsilon = X_u - X_a. \quad (1)$$

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 :

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



Σχ. 42.

Τὴν μεταβολὴν τῆς ἐξίσωσης τοῦ χρόνου, κατὰ τὴν διάρκειαν ἑνὸς ἔτους, παρουσιάζει ἡ καμπύλη τοῦ σχ. 42.

Εἰς τὴν καμπύλην αὐτὴν παρατηροῦμεν, ὅτι τετράκις τοῦ ἔτους, ἤτοι τὴν 16ην Ἀπριλίου, 14ην Ἰουνίου, 1ην Σεπτεμβρίου καὶ 24ην Δεκεμβρίου, ἡ εἰς μηδενίζεται. Τότε, ὁ μέσος ἥλιος καὶ ὁ ἀληθὴς μεσουρανοῦν ἄνω συγχρόνως.

Ἐξ ἄλλου, κατὰ τὸ διάστημα α) ἀπὸ 24ης Δεκεμβρίου μέχρι 16ης Ἀπριλίου καὶ β) ἀπὸ 14ης Ἰουνίου μέχρις 1ης Σεπτεμβρίου, ἡ εἰς εἶναι θετικὴ. Τοῦτο σημαίνει, ὅτι Χμ)Χα, ἤτοι, ὅτι ἡ ὠριαία γωνία τοῦ μέσου ἡλίου εἶναι μεγαλύτερα τῆς ὠριαίας γωνίας τοῦ ἀληθοῦς. Δηλαδή, ὁ μέσος ἥλιος διέρχεται πρῶτος ἐκ τοῦ μεσημβρινοῦ καί, συνεπῶς, εὑρίσκεται δυτικώτερον τοῦ ἀληθοῦς, ἢ δὲ μέση μεσημβρία συμβαίνει πρὸ τῆς ἀληθοῦς.

Τὰ ἀντίθετα συμβαίνουν κατὰ τὸ διάστημα: α) ἀπὸ 16ης Ἀπριλίου μέχρι 14ης Ἰουνίου καὶ β) ἀπὸ 1ης Σεπτεμβρίου ἕως 24ης Δεκεμβρίου, ὁπότε ὁ μέσος ἥλιος διέρχεται δεύτερος ἐκ τοῦ μεσημβρινοῦ καί, ἐπομένως, εὑρίσκεται ἀνατολικώτερον τοῦ ἀληθοῦς, ἐνῶ ἡ μέση μεσημβρία συμβαίνει μετὰ τὴν ἀληθῆ μεσημβρίαν.

Ἐπὶ πλέον παρατηροῦμεν, ὅτι ἡ εἰς παρουσιάζει τὰς μεγαλύτερας ἀπολύτους τιμὰς τῆς, τὴν 11ην Φεβρουαρίου, ὅτε  $\epsilon = + 14 \lambda. 30 \delta.$  καὶ τὴν 3ην Νοεμβρίου, ὅτε  $\epsilon = - 16 \lambda. 18 \delta.$  Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν, τὸ προμεσημβρινὸν τμήμα τῆς ἡμέρας γίνεται μικρότερον τοῦ μεταμεσημβρινοῦ καὶ μάλιστα κατὰ 2ε, ἤτοι κατὰ 29 λ., ἐνῶ εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν, τὸ προμεσημβρινὸν τμήμα τῆς ἡμέρας γίνεται μεγαλύτερον τοῦ μεταμεσημβρινοῦ κατὰ 2ε, ἤτοι κατὰ 33 λ. περίπου.

γ'. Εἰς τὰ ἡλιακὰ ὠρολόγια, ὡς ἐκεῖνο τοῦ Ἐθνικοῦ Κήπου, παρατίθενται συνήθως καὶ πίνακες τῆς ἐξίσωσης τοῦ χρόνου, διὰ τὴν 1ην καὶ τὴν 15ην ἐκάστου μηνός, εἰς τρόπον ὥστε νὰ εἶναι δυνατὴ ἡ μετατροπὴ τοῦ ἀληθοῦς ἡλιακοῦ χρόνου εἰς μέσον ἡλιακόν, κατὰ προσέγγισιν.

### Ἀσκήσεις

144. Διατί τὸ προμεσημβρινὸν καὶ τὸ μεταμεσημβρινὸν τμήμα τῆς ἡμέρας αὐξάνουν ἢ ἐλαττοῦνται κατὰ 2ε καὶ ὄχι κατὰ ε; Διὰ τὴν λύσιν σπουδάσατε τὸ

σχῆμα 43, ἀντιστοιχοῦν εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς ἐλαττώσεως τοῦ προμεσημβρινοῦ τμήματος κατὰ 2ε.

145. Εὐρετε πόσον διαρκεῖ τὸ προμεσημβρινὸν τμήμα τῆς ἡμέρας καὶ πόσον τὸ μεταμεσημβρινὸν α) τὴν 14ην Μαΐου, ὅτε  $\epsilon = -3$  λ. 51 δ. καὶ β) τὴν 26ην Ἰουλίου, ὅτε  $\epsilon = 6$  λ. 0 δ.

**128. Παγκόσμιος χρόνος. α'. Ἐφ' ὅσον, τόσον ὁ ἀστρικός, ὅσον καὶ ὁ ἀληθής 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, ἢτοι ἡ ἄνω μεσουράνησις τοῦ  $\gamma$ , καθὼς καὶ ἡ μεσημβρία, εἴτε ἡ ἀληθῆς εἴτε ἡ μέση, εἰς ἓνα τόπον, διαφέρουν ἀπὸ τὴν μεσουράνησιν τοῦ  $\gamma$  καὶ τὴν μεσημβριάν εἰς ἓνα ἄλλον τόπον, ἀνατολικώτερον ἢ δυτικώτερον. Διότι καὶ οἱ μεσημβρινοὶ τῶν δύο τόπων εἶναι διαφορετικοί.**

Γενικώτερον, κάθε τόπος ἔχει ἰδικόν του χρόνον καὶ μόνον οἱ τόποι, οἱ εὐρισκόμενοι ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ μεσημβρινοῦ, ἔχουν τὸν ἴδιον χρόνον.

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

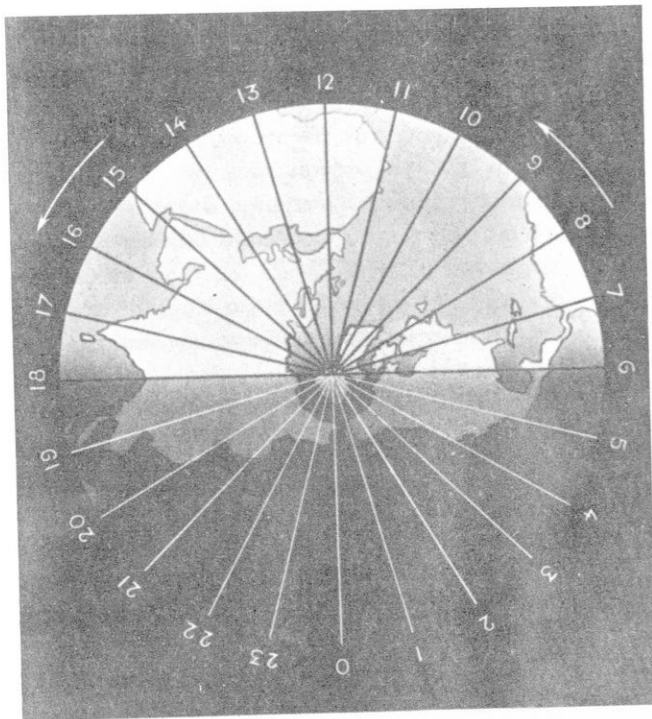
**β'.** Διὰ νὰ μὴ ἔχη ὁ κάθε τόπος ἰδικόν του μέσον ἡλιακόν χρόνον, τ ο π ι κ ο ν, ὁπότε ἄλλη θὰ ἦτο ἡ ὥρα εἰς τὰς Ἀθήνας καὶ ἄλλη εἰς τὰς Πάτρας ἢ τὴν Μυτιλήνην, πράγμα τὸ ὁποῖον θὰ ἐδυσχέραινε τὰ μέγιστα, ὄχι μόνον τὰς πάσης φύσεως τηλεπικοινωνίας καὶ τὰς συγκοινωνίας, ἀλλὰ καὶ τὴν ἐν γένει συνεννόησιν, εἰσῆχθη 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



Σχ. 43.





Εικ. 28. Αι 24 ἄτρακτοι τῆς γῆς.

ὑπὸ δύο μεσημβρινῶν αὐτῆς. Συνεπῶς, αἱ 24 ἴσαι ἄτρακτοι τῆς γῆς παρέχουν εἰς αὐτὴν μορφήν πορτοκαλίου, ἀποτελουμένου ἀπὸ 24 ἴσας φέτας.

Ἐκάστη ἄτρακτος ἔχει εὖρος  $15^{\circ}$  (διότι  $360^{\circ} : 24 = 15^{\circ}$ ). Ἐπειδὴ δὲ  $15^{\circ} = 1$  ὥρ., διὰ τοῦτο καὶ αἱ 24 ἄτρακτοι καλοῦνται ὠριαῖα.

Εἶναι φανερόν, ὅτι τὸ εὖρος τῶν  $15^{\circ} = 1$  ὥρ., ἐκάστης ἄτρακτου, ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν διαφορὰν τοῦ γεωγραφικοῦ μήκους τῶν δύο μεσημβρινῶν τῆς γῆς, οἱ ὅποιοι ὀρίζουν κάθε μίαν ἄτρακτον.

Αἱ 24 ἄτρακτοι τῆς γῆς ἀριθμοῦνται, κατὰ σειράν, ἀπὸ 0 ἕως 23 (ὅπως αἱ ὥραι), λαμβάνεται δὲ ὡς μηδενικὴ ἡ ἄτρακτος ἐκείνη, ἡ ὁποία διχοτομεῖται ὑπὸ τοῦ πρώτου μεσημβρινοῦ, τοῦ Greenwich (Γκρήνουϊτς), ὅπως φαίνεται εἰς τὴν εἰκ. 28.

Βάσει τοῦ συστήματος τούτου, τῶν 24 ἡτράκτων, συνεφωνήθη ὅπως ὅλοι οἱ τόποι, οἱ περιεχόμενοι εἰς ἐκάστην ἡτράκτον, ἔχουν τὴν ἰδίαν ὥραν· καὶ μάλιστα τὴν ὥραν, ἡ ὁποία ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸν γῆινον μεσημβρινόν, τὸν διχοτομοῦντα τὴν ἡτράκτον.

Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, τόποι εὐρισκόμενοι εἰς διαφορετικὰς ἡτράκτους, κατὰ μίαν τυχούσαν στιγμὴν, διαφέρουν μόνον κατὰ ἀκέραιας ὥρας. Οὕτω, τὰ ὠρολόγια δεικνύουν τὴν ὥραν τῆς τάξεως τῆς ἡτράκτου (0, 1, 2... 23 ὥρ.), τὰ ἴδια δὲ πάντοτε λεπτὰ καὶ δευτερόλεπτα εἰς ὅλας τὰς ἡτράκτους.

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

Ἡ Ἑλλάς ἐκτείνεται ἐπὶ τῆς 1ης καὶ τῆς 2ας ἡτράκτου. Διὰ νὰ μὴ ἔχωμεν ὁμως δύο διαφορετικὰς ὥρας, ἀπεφασίσθη, ὅπως ὅλη ἡ χώρα ἔχει τὴν ὥραν τῆς 2ας ἡτράκτου, ἤτοι τῆς ἀνατολικῆς Εὐρώπης, ἡ ὁποία διαφέρει ἀπὸ τὴν ὥραν τῆς μηδενικῆς ἡτράκτου (τοῦ Greenwich) κατὰ δύο ὥρας.

Ἐπειδὴ τὸ γεωγρ. μήκος 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

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

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

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

129. Ἀρχὴ καὶ ἀλλαγὴ τῆς ἡμέρας. Ὅταν εἰς τὸ Greenwich εἶναι μεσημβρία μιᾶς ἡμερομηνίας, π.χ. τῆς 1ης Ἀπριλίου (εἰκ. 28), τότε οἱ ἀνατολικοὶ ὡς πρὸς αὐτὸ τόποι θὰ ἔχουν μεταμεσημβρινὰς ὥρας. Οὕτως, εἰς τὴν Ἑλλάδα θὰ ἔχωμεν 14ην ὥρ., εἰς τὸ Ἰράκ 15ην, εἰς τὴν Ἰαπωνίαν 21ην, εἰς τὰς Καρολίνας νή-

σους 22αν και εις τας νήσους Μάρσαλ 23ην, ήτοι μίαν ώραν πρό τοῦ μεσονυκτίου τῆς 1ης πρὸς τὴν 2αν Ἀπριλίου. Ἐὰν προχωρήσωμεν ὀλίγον ἀκόμη πρὸς ἀνατολάς, εις τὸν Εἰρηνικὸν ὠκεανόν, φθάνομεν εἰς τὸν ἡμιμεσημβρινόν, ὁ ὁποῖος διαφέρει κατὰ 12 ὥρας ἀπὸ τὸ Greenwich, ὅπου δὲ καὶ θὰ ἔχωμεν μεσονύκτιον, ήτοι τὴν ἀρχὴν τῆς 2ας Ἀπριλίου.

Συνεπῶς, ἡ ἀρχὴ τῆς ἡμέρας λαμβάνει χώραν εἰς τὸν ἡμιμεσημβρινόν, ὁ ὁποῖος διαφέρει τοῦ Γκρήνουϊτς, κατὰ 12 ὥρ.

### Ἀσκήσεις

149. 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» ;

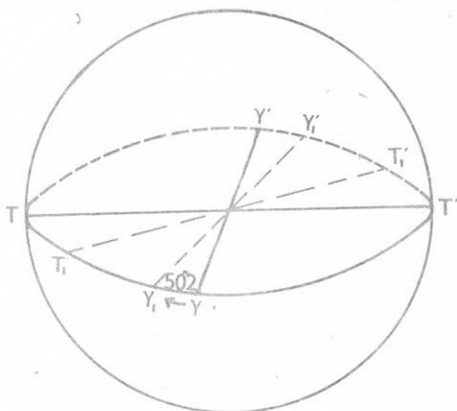
150. Ἐνα πυραυλοκίνητον ἀεροπλάνον, τὸ ὁποῖον ἀναπτύσσει ταχύτητα ἴσην πρὸς τὴν περιστροφὴν τῆς γῆς, ἀναχωρεῖ ἀπὸ τὸ ἀεροδρόμιον τοῦ Ἑλληνικοῦ τὴν μεσημβρίαν τῆς 1ης Ἀπριλίου καὶ κινεῖται ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμᾶς. α) Διατί καθ' ὅλην τὴν διαδρομὴν του θὰ ἔχη συνεχῶς μεσημβρίαν ; β) Ποίαν ἡμερομηνίαν πρέπει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

## II. Τὸ ἔτος

130. 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 ἐαρινὴν ἰσημερίαν τυχόντος ἔτους, ἡ γραμμὴ τῶν ἰσημεριῶν κατέχει τὴν θέσιν  $\gamma\gamma'$  τῆς ἐκλειπτικῆς  $\gamma\Gamma\gamma'T'$  (σχ. 44) καὶ ὅτι  $\gamma$  εἶναι



Σχ. 44.

τὸ ἔαρινόν σημεῖον. Τότε, διαρκούντος ἑνὸς ἔτους, κατὰ τὸ ὁποῖον ὁ ἥλιος θὰ φαίνεται κινούμενος κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν, λόγῳ τῆς μεταπτώσεως τῶν ἡμεριῶν (§ 118α), ἡ γγ' θὰ μετατεθῆ κατ' ἀνάδρομον 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 ἡμερία θὰ συμβῆ, 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  $\gamma\Gamma'\Gamma\gamma_1$ , τὸ ὁποῖον διαφέρει τῆς περιφερείας κατὰ  $50''$ , 2. Ἐπομένως, μεταξύ δύο ἔαρινῶν ἡμεριῶν, δὲν περιλαμβάνεται ἓνα πλήρες ἀστρικὸν ἔτος, ἀλλὰ χρονικὸν διάστημα μικρότερον.

Καλοῦμεν **τροπικὸν ἔτος** τὸν χρόνον, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξύ δύο διαβάσεων τοῦ κέντρου τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου ἀπὸ τὸ ἔαρινόν ἡμερινόν σημεῖον  $\gamma$ , ἤτοι τὸν χρόνον μεταξύ δύο διαδοχικῶν ἡμεριῶν.

Τὸ τροπικὸν ἔτος ἰσοῦται πρὸς 365,242217 μέσας ἡλιακὰς ἡμέρας.

Εἰς τὸν καθημερινὸν βίον, ὅπως εἶναι φανερόν, 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'. Κατὰ τὴν διάρκειαν ἑνὸς τροπικοῦ ἔτους, ἴσου πρὸς 365,242217 . . . μέσας ἡλιακὰς ἡμέρας, ἡ γῆ δὲν ἐκτελεῖ μόνον 365,242217 . . . περιστροφὰς ἀλλὰ καὶ μίαν ἐπὶ πλεόν. Οὕτω, τὸ μὲν τροπικὸν ἔτος περιέχει 365,242217 . . . μέσας ἡλιακὰς ἡμέρας, τὸ δὲ ἀστρικὸν ἔτος 366,256374 . . . ἀστρικός ἡμέρας.

Εἶναι εὐκόλον νὰ ἐξηγηθῇ τοῦτο, ἐὰν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν, ὅτι ἡ ἀστρική ἡμέρα εἶναι μικρότερα τῆς μέσης ἡλιακῆς κατὰ 3 λ. 56 δ. περίπου. Ἐντὸς ἑνὸς ἔτους ἡ διαφορά αὐτῆ γίνεται (3 λ. 56 δ.)  $\times$  365,242217 = 1 ἀστρική ἡμέρα.

Ἀλλὰ καὶ ἡ φυσικὴ ἐξήγησις τούτου εἶναι ἀπλή, ἔχει δὲ ὡς ἐξῆς: Ἡμεῖς μετροῦμεν μόνον 365,24 . . . μέσας ἡλιακὰς ἡμέρας, διότι, ἐντὸς μιᾶς μέσης ἡλιακῆς ἡμέρας (24 ὥρ.), ἡ γῆ δὲν ἐκτελεῖ μόνον μίαν ἀκεραίαν περιστροφὴν (23 ὥρ. 56 λ. 4δ.), ἀλλ' ἀκόμη καὶ μικρὸν μέρος τῆς μιᾶς ἐπὶ πλεόν περιστροφῆς τῆς, ἴσον πρὸς  $\frac{24 \text{ ὥρ.}}{365,242217} = 3 \lambda. 56 \delta.$  τόξου. Τὸ μικρὸν τοῦτο τόξον τὸ μετροῦ-

μεν καθημερινῶς, ὡς  $\mu \epsilon \gamma \alpha \lambda \upsilon \tau \epsilon \rho \alpha \nu$  διάρκειαν τῆς μέσης ἡλιακῆς ἡμέρας, ἐναντι τῆς πραγματικῆς διαρκείας τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς (ἀστρικῆς ἡμέρας). Οὕτω δὲ, ἐντὸς ἑνὸς ἔτους, συμπληροῦται ἡ ἐπὶ πλεόν περιστροφή, χωρὶς νὰ τὴν ἀντιληφθῶμεν, ἀφοῦ αὐταί, τὰς ὁποίας ἀντιλαμβανόμεθα, εἶναι μόνον αἱ ἡλιακαί.

δ'. Ἐπειδὴ ἡ διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους δὲν εἶναι ἴση μετὰ ἀ-

κέραιον ἀριθμὸν ἡμερῶν καὶ ἐπειδὴ, εἰς τὸν πρακτικὸν βίον, τὸ ἔτος τοῦτο δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ χρησιμοποιηθῆ πρὸς μέτρησιν τῶν ἐτῶν, διὰ τοῦτο εἰσῆχθη ὁ θεσμὸς τοῦ **πολιτικοῦ ἔτους**, ἀποτελουμένου ἀπὸ ἀκέραιον, πάντοτε, ἀριθμὸν ἡμερῶν.

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

**131. Ἡμερολόγια ἡλιακά, σεληνιακά, σεληνοηλιακά. α'.** Ἀπὸ τῆς ἀρχαιότητος, πολλοὶ λαοί, ὅπως οἱ Ἕλληνες τῶν Ὀρφικῶν χρόνων, εἰς τὸν καθορισμὸν τῆς διαρκείας τοῦ ἔτους, δὲν ἐλάμβανον ὑπ' ὄψιν τὴν διάρκειαν τοῦ τροπικοῦ ἔτους, ἀλλ' ἐπρόσεχον νὰ περιέχῃ τὸ ἔτος των, πάντοτε, ἓνα ἀκέραιον πλῆθος ἡμερῶν καὶ τόσων, ὅσαι ἀντιστοιχοῦν εἰς ἓνα ὠρισμένον ἀριθμὸν **συνοδικῶν μηνῶν** (§ 91β). Συνεπῶς, ἐλάμβανον ὑπ' ὄψιν μόνον τὰς φάσεις τῆς σελήνης καὶ ὄχι τὴν διάρκειαν τοῦ τροπικοῦ ἔτους. Τὰ ἡμερολόγια αὐτὰ καλοῦνται **σεληνιακά**.

**β'.** Εἰς ἄλλους πάλιν λαοὺς κατεβάλλετο φροντίς, ὥστε τὸ πλῆθος τῶν ἡμερῶν τοῦ ἔτους, τὸ ὁποῖον ἀντεστοιχοῦσεν εἰς ὠρισμένους μῆνας, νὰ μὴ διαφέρῃ ἀπὸ τὴν διάρκειαν τοῦ τροπικοῦ ἔτους. Πρὸς τοῦτο, ἐκτὸς τῶν κανονικῶν μηνῶν ἐξ 29 ἢ 30 ἡμερῶν, ἐλαμβάνοντο καὶ ἓνας ἢ περισσότεροι μῆνες μὲ ὀλιγωτέρας ἡμέρας, ὥστε εἰς τὰ ἔτη νὰ ἀντιστοιχοῦν 365 ἡμέραι, κατὰ μέσον ὄρον.

Τὰ ἡμερολόγια, εἰς τὰ ὁποῖα τὸ ἔτος ρυθμίζεται μὲ βᾶσιν, τόσον τὸ τροπικὸν ἔτος, ὅσον καὶ τὰς φάσεις τῆς σελήνης, ὀνομάζονται **σεληνοηλιακά**.

**γ'.** Τέλος, εἰς ἄλλα ἡμερολόγια, ὅπως εἶναι τὸ ἐν χρήσει, λαμβάνεται ὑπ' ὄψιν μόνον ἡ διάρκειαν τοῦ τροπικοῦ ἔτους καὶ ἀγνοοῦνται παντελῶς ἡ κινήσις τῆς σελήνης περὶ τὴν γῆν καὶ αἱ φάσεις τῆς σελήνης. Τὰ ἡμερολόγια αὐτὰ καλοῦνται **ἡλιακά**.

**132. Τὸ ἡμερολόγιον τοῦ Νουμᾶ.** Τὸ ἡμερολόγιον τοῦτο φέρει τὸ ὄνομα τοῦ Ρωμαίου αὐτοκράτορος Νουμᾶ (715 - 672 π.Χ.), ἐπειδὴ ἐκεῖνος τὸ εἰσῆγαγεν, ἐχρησιμοποιηθῆ δὲ εἰς τὸ Ρωμαϊκὸν κράτος ἀπὸ τὸ 700 μέχρι τὸ 44 π.Χ.

Εἶναι ἡμερολόγιον σεληνοηλιακόν. Περιελάμβανε 12 μῆνας, διαρκείας 29 καὶ 30 ἡμερῶν, ἐναλλάξ. Τὸ συνολικὸν πλῆθος τῶν ἡμερῶν τοῦ ἔτους ἀνήρχετο εἰς 354. Ἐπειδὴ δέ, ὅταν εἰσῆχθη, ἐπιστεύετο, ὅτι τὸ ἔτος ἀποτελεῖτο ἐκ 365 ἀκεραίων ἡμερῶν, κάθε ἔτος τῶν 354 ἡμερῶν ἠκολούθει ἄλλο, ἀνώμαλον, τὸ ὁποῖον περιελάμβανε καὶ ἓνα ἀκόμη μῆνα, 13ον, περιέχοντα 22 ἡμέρας, ἥτοι τρεῖς περίπου ἑβδομάδας, ὥστε νὰ συμπληροῦται ὁ ἀριθμὸς τῶν 365 ἡμερῶν.

**133. Τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον.** Τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον εἶναι τὸ καλούμενον σήμερον **παραλινὸν ἡμερολόγιον**. Εἰσῆχθη τὸ 44 π.Χ. καθ' ὅλην τὴν ἑκτασίαν τοῦ Ρωμαϊκοῦ κράτους, ὑπὸ τοῦ

Ρωμαίου αυτοκράτορος Ίουλίου Καίσαρος, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ἐκλήθη Ίουλιανόν.

Ἐπειδὴ τὸ ἔτος ἐλογίζετο ἕως τότε ἴσον πρὸς 365 ἡμ., ἦτοι μικρότερον 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 φυσικόν, νὰ προχωροῦν ταχύτερον ἀπὸ τὰς ἐποχάς. Οὕτω, κατὰ τὴν ἑαρινὴν ἰσημερίαν τοῦ 45 π.Χ. (23 Μαρτίου τότε), τὸ ἡμερολόγιον προεπορεύετο κατὰ 80 ἡμέρας καὶ ἔλεγε 12 Ἰουνίου.

Ὁ Ίούλιος Καίσαρ ἐκάλεσε τότε, ἀπὸ τὴν Ἀλεξάνδρειαν, τὸν Ἕλληνα ἀστρονόμον Σωσιγένη, νὰ διορθώσῃ τὸ ἡμερολόγιον. Ἐκεῖνος εἰσήγαγε τὸ τροπικὸν ἔτος εἰς τὴν μέτρησιν τῶν ἐτῶν. Πρὸς τοῦτο, ἐπεμήκυνε τὸ ἔτος 45 π.Χ. κατὰ 80 ἡμέρας, αἱ ὁποῖαι ὅμως δὲν ἐμετρήθησαν· διότι τόσαι ἀκριβῶς εἶχον μετρηθῆ ἐπὶ πλέον ἕως τότε, χωρὶς, εἰς τὴν πραγματικότητα, νὰ διανυθοῦν. Οὕτω, τὸ 44 π.Χ., ἡ ἑαρινὴ ἰσημερία ἦλθεν εἰς τὴν φυσικὴν τῆς θέσιν, εἰς τὴν 23ην Μαρτίου.

Ὁ Σωσιγένης ὅμως ὑπελόγιζε τὴν διάρκειαν τοῦ τροπικοῦ ἔτους, ὡς ἴσην πρὸς 365,25 ἡμ., ἦτοι μεγαλύτεραν 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 δίσεκτα. Τοῦτο δέ, διότι ἡ 366ῆ ἡμέρα παρενεβάλλετο ἀρχικῶς μεταξὺ 24ης καὶ 25ης Φεβρουαρίου, ἡ ὁποία τότε ὠνομάζετο «ἐκτὴ πρὸ τῶν καλενδῶν τοῦ Μαρτίου», ἐμετρεῖτο δέ, διὰ δευτέραν φοράν, ὡς δίσεκτη. Σήμερον ἡ 366ῆ ἡμέρα τῶν δισέκτων ἐτῶν μετρεῖται, ὡς 29η Φεβρουαρίου.

Κατὰ τοὺς Χριστιανικοὺς χρόνους, ἐθεσπίσθη νὰ λαμβάνωνται ὡς δίσεκτα, ἐκεῖνα τὰ ἔτη, τῶν ὁποίων ὁ ἀριθμὸς εἶναι διαιρετὸς διὰ τοῦ 4.

**134. Τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον.** α'. Ἐπειδὴ τὸ ἔτος τοῦ Ίουλιανοῦ ἡμερολογίου ὑπελογίζετο μεγαλύτερον 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 ἡμερομηνίαι θά καθυστέρουον, ὡς πρὸς τὰς ἐποχάς, κατὰ μίαν ἡμέραν. Ἦρchiσε δηλαδὴ νὰ συμβαίη τῶρα τὸ ἀντίθετον ἐκείνου, τὸ ὁποῖον συνέβη μὲ τὸ ἡμερολόγιον τοῦ Νουμᾶ.

Πράγματι: ἐνῶ τὸ 44 π.Χ., ὅτε ἐθεσπίσθη τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον, ἡ ἔαριν ἡμερία, 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, ὁπότε καὶ ἐσημειοῦτο μέχρι τὸ 343 μ.Χ. Διὰ τοῦτο, τὸ 325 μ.Χ., ὅτε συνήλθεν ἡ Α' Οἰκουμένη Σύνδος καὶ ὥρισε πότε θὰ ἐορτάζεται τὸ Πάσχα, ἡ ἡμερία, κατὰ τὸ ἡμερολόγιον, ἐγένετο εἰς τὰς 21 Μαρτίου.

Ἡ καθυστέρησις αὐτῆ τοῦ ἡμερολογίου, ὡς πρὸς τὰς ἐποχάς, ἐσυνεχίζετο καὶ τὸ 1582 ἡ ἡμερία τοῦ ἔαρος ἐσημειοῦτο ἡμερολογιακῶς εἰς τὰς 11 Μαρτίου, ἦτοι δέκα ἡμέρας ἐνωρίτερον ὡς πρὸς τὸ 325 μ.Χ. Διὰ τοῦτο, ὁ πάπας Γρηγόριος ὁ ΙΓ' ἠναγκάσθη τότε, νὰ ἀναθέσῃ εἰς τὸν ἐκ Καλαβρίας ἀστρονόμον Lilio, ὅπως α) ἐναρμονίση τὸ ἡμερολόγιον μὲ τὰς ἐποχάς 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, πρᾶγματι, 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, συμφώνως πρὸς αὐτόν, δισεκτα εἶναι μόνον τὰ ἔτη 1600, 2000, 2400 κ.ο.κ., ἐνῶ κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον ὅλα τὰ ἐπαιωνία ἔτη ἦσαν δισεκτα.

Μὲ τὴν ρύθμισιν αὐτὴν ὑπάρχει καὶ πάλιν καθυστέρησις τοῦ ἡμερολογίου, ἀλλὰ τὴν περιορίζεται εἰς 0,1132 τῆς ἡμέρας ἀνὰ 400 ἔτη ἢ μιᾶς περίπου ἡμέρας ἀνὰ 4000 ἔτη.

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

β'. Τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον, γενόμενον δεκτὸν ὑφ' ὅλων τῶν πολιτισμένων κρατῶν, εἰσήχθη 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 16ῃ Φεβρουαρίου 1923 εἰς 1ην Μαρτίου.

Παρ' ἡμῖν, τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον καλεῖται, συνήθως, νέον, διὰ νὰ ἀντιδιαστέλλεται πρὸς τὸ παλαιόν, τὸ Ἰουλιανόν.

### 135. 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 ἡ ἐν Νικαίᾳ Α' Οἰκουμενικὴ Σύνοδος, τὸ 325 μ.Χ., ἐθέσπισε τὸν ἐξῆς κανόνα, διὰ τὸν ἑορτασμὸν τοῦ Πάσχα:

Τὸ Χριστιανικὸν Πάσχα πρέπει νὰ ἐορτάζεται τὴν πρώτην Κυριακὴν μετὰ τὴν πανσέληνον, ἥτις θὰ σημειωθῆ κατὰ ἢ μετὰ τὴν ἑαρινὴν ἰσημερίαν. Ἐὰν δὲ ἡ πανσέληνος αὐτῇ συμβῆ Κυριακὴν, τότε τὸ Πάσχα θὰ ἐορτάζεται τὴν ἐπομένην Κυριακὴν. Τοῦτο δέ, διὰ νὰ μὴ συμπίπτῃ τὸ Χριστιανικὸν μὲ τὸ Ἑβραϊκὸν πάσχα.

Συνεπῶς, διὰ νὰ εὐρωμεν πότε θὰ ἐορτασθῆ 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.

**136. Ὁ κύκλος τοῦ Μέτωνος. α'.** Τὸ 433 π.Χ. ὁ Ἕλληνας ἀστρονόμος Μέτων εὗρεν, ὅτι 235 συνοδικοὶ μῆνες τῶν 29,53 ἡμ., περιέχουν τόσον πλῆθος ἡμερῶν, ὅσον καὶ 19 ἔτη τῶν 365,25 ἡμ., ἤτοι :

$$29,53 \times 235 = 365,25 \times 19 = 6340 \text{ ἡμ. κατὰ προσέγγισιν.} \quad (1)$$

Ὡς ἐκ τούτου, ἡ τόσον χαρακτηριστικὴ αὐτῇ περίοδος τῶν 19 ἐτῶν ὠνομάσθη κύκλος τοῦ Μέτωνος ἢ κύκλος τῆς σελήνης.

**β'.** Τὸ 325 π.Χ. ἡ Α' Οἰκουμενικὴ Σύνοδος ἀνέθεσεν εἰς τὸν Πατριάρχην Ἀλεξανδρείας τὴν φροντίδα, νὰ ὑπολογισθοῦν αἱ ἡμερομηνίαι τοῦ Πάσχα δι' ὅλα τὰ ἔτη, ἐπειδὴ εἰς τὴν Ἀλεξανδρείαν ὑπῆρχον τότε οἱ ἀριστοὶ τῶν ἀστρονόμων. Τοῦτο δὲ καὶ ἐγένετο μὲ βάσιν τὸν κύκλον τοῦ Μέτωνος.

Πλὴν ὁμως, ὁ κύκλος τοῦ Μέτωνος δὲν μᾶς δίδει ἀπόλυτον ἀκρίβειαν. Κάθε



19 έτη όρίζει την στιγμήν τής πανσελήνου 2 ώρας βραδύτερον από την πραγματικήν στιγμήν. Το λάθος αυτό, συσσωρευόμενον από του 325 π.Χ., συντελεί, ώστε σήμερα να γίνεται σφάλμα 5 όλοκληρών ήμερών. Διά τούτο, ή Δυτική Έκκλησία χρησιμοποιεί σήμερα άλλον, ασφαλέστερον, τρόπον ύπολογισμού τών πανσελήνων, ό όποίος περιορίζει το σφάλμα εις μίαν ήμέραν ανά 20.000 έτη. Η διαφορά αυτή, εις τόν τρόπον ύπολογισμού τών πανσελήνων, συντελεί, κυρίως, ώστε το Πάσχα τών Όρθοδόξων να μη συμπίπτη με το Πάσχα τών Δυτικών.

Έξ άλλου, οι Δυτικοί ύπολογίζουν την έαρινήν Ισημερίαν με το Γρηγοριανόν ήμερολόγιον, ενώ οι Όρθόδοξοι την ύπολογίζουν με το Ίουλιανόν. Συνεπώς, εάν μεταξύ 21ης Μαρτίου με το Γρηγοριανόν και 21ης Μαρτίου με το Ίουλιανόν, γίνη πανσελήνος, οι Όρθόδοξοι δέν την θεωρούν ως πανσέληνον του Πάσχα, όπως οι Δυτικοί. Ο δεύτερος αυτός λόγος έπιτείνει την διαφοράν, εις την ήμερομηνίαν έορτασμού του Πάσχα, μεταξύ Όρθοδόξων και Δυτικών.

**137. Το παγκόσμιον ήμερολόγιον.** α'. Το ήμερολόγιον τούτο δέν άποβλέπει εις τήν διορθώση, άστρονομικώς, τήν έν χρήσει Γρηγοριανόν, άλλ' εις τήν να έκλείψουν άλλαι άτέλειαι αυτού, κυριώτεραι τών όποίων είναι :

α) ή άνισότης τών ήμερών τών μηνών.

β) ή συνεχής άλλαγή τής ήμέρας τής έβδομάδος, κατά την 1ην του έτους, ή όποία συνεπάγεται και την συνεχή άλλαγήν τής ήμέρας τής έβδομάδος, κατά την όποιαν άρχίζει έκαστος τών μηνών.

γ) ή συνεχής άλλαγή τής ήμερομηνίας του Πάσχα και

δ) ή συνεχής μεταβολή του πλήθους τών ήμερών άργίας και τών έργασίμων ήμερών του έτους.

β'. Κατά το ήμερολόγιον τούτο, τή έτος διαιρείται εις 4 τρίμηνα έξ 91 ήμερών έκαστον, ήτοι έκ 13 πλήρων έβδομάδων ( $13 \times 7 = 91$ ). Οι πρώτοι μήνες τών τριμήνων, ήτοι οι Ίανουάριος, Άπρίλιος, Ίούλιος και Όκτώβριος έχουν 31 ήμέρας, ενώ όλοι οι άλλοι έχουν 30 ήμέρας. Ούτω, τή συνολικόν πλήθος τών άριθμησίων ήμερών του έτους θα είναι  $4 \times 91 = 364$  ήμέραι, ήτοι 52 πλήρεις έβδομάδες ( $52 \times 7 = 364$ ).

Κατ' αυτόν τόν τρόπον, ή 1η ήμέρα του έτους, όπως και ή 1η έκάστου τών τριμήνων, θα είναι πάντοτε Κυριακή. Έξ άλλου ή 1η ήμέρα τών δευτέρων μηνών τών τριμήνων (1η Φεβρουαρίου, 1η Μαΐου, 1η Αύγουστου και 1η Νοεμβρίου) θα είναι πάντοτε Τετάρτη, ενώ ή 1η τών τρίτων μηνών (1η Μαρτίου, 1η Ίουνίου, 1η Σεπτεμβρίου και 1η Δεκεμβρίου) θα είναι σταθερώς Παρασκευή. Ούτως όμως, όλοι αι ήμερομηνίαί θα συμπίπτουν πάντοτε πρός μίαν και την αυτήν ήμέραν τής έβδομάδος έκάστη και μία έορτή, π.χ. του Άγίου Δημητρίου, έορταζομένη εις τās 26 Όκτωβρίου, θα είναι πάντοτε Πέμπτη.

Έξ άλλου, τή Πάσχα θα έορτάζεται σταθερώς την Κυριακήν 8ην Άπριλίου και αι κινηται έορται θα σταθεροποιηθού.

Η 365η ήμέρα του έτους θα είναι ήμέρα, εκτός αριθμείσεως και άνευ όνόματος, θα άποκαληται δέ λευκή ήμέρα. Αυτή θα παρεμβάλ-

Λεται πάντοτε μεταξύ τῆς 30ῆς Δεκεμβρίου (Σαββάτου) καὶ τῆς 1ης τοῦ ἔτους (Κυριακῆς) καὶ θὰ εἶναι παγκοσμίου ἑορτασμοῦ.

Εἰς τὰ δίσεκτα ἔτη θὰ ὑπάρχη καὶ δευτέρα λευκὴ ἡμέρα, παγκοσμίου ἑορτασμοῦ, θὰ παρεμβάλλεται δὲ μεταξύ τῆς 30ῆς Ἰουνίου (Σαββάτου), τελευταίας ἡμέρας τοῦ ἰου εξαμήνου, καὶ τῆς 1ης Ἰουλίου (Κυριακῆς).

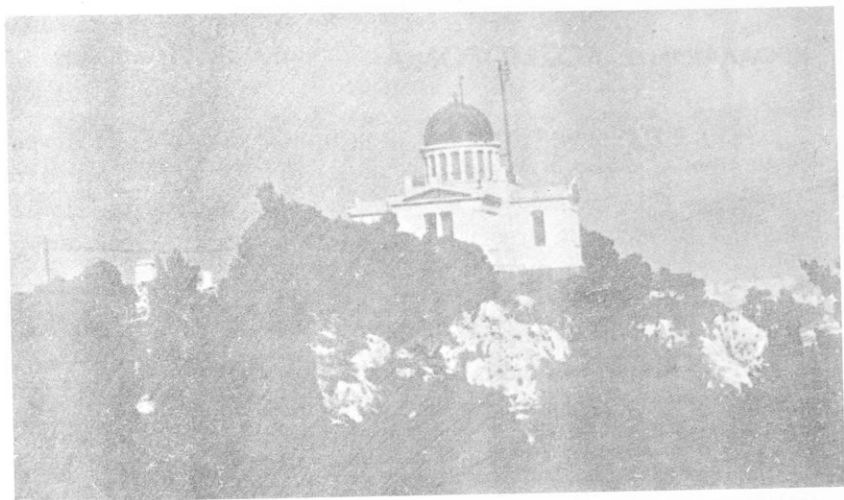
γ'. Τὸ ἡμερολόγιον τοῦτο, ὀνομασθὲν παγκόσμιον, θὰ ἰσχύη, πράγματι, εἰς ὅλον τὸν κόσμον, διότι ἤδη τὸ ἀπεδέχθησαν ὁ Ο.Η.Ε., ὅλοι οἱ ἀρχηγοὶ τῶν διαφόρων θρησκειῶν, ἀλλὰ καὶ γενικώτερον ὅλοι οἱ παγκόσμιοι ὀργανισμοὶ (οἰκονομικοί, ἐργατικά συνδικάτα κ.λπ.). Δὲν ἔχει ὅμως ἀκόμη τεθῆ εἰς χρῆσιν, διότι πρέπει νὰ γίνῃ, πρῶτον, ἡ σχετικὴ διαφώτισις τῶν λαῶν. Ἡ ἀπλότης του καταφαίνεται ἀπὸ τὸ γεγονός, ὅτι τοῦτο κεφαλαιοῦται εἰς τὸν κατωτέρω μικρὸν πίνακα:

### ΝΕΟΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΝ ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟΝ

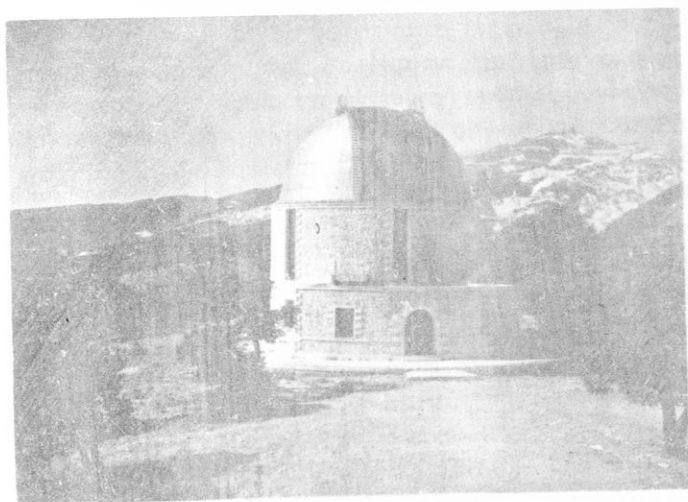
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ ΑΠΡΙΛΙΟΣ ΙΟΥΛΙΟΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ ΜΑΪΟΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ ΙΟΥΝΙΟΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
Κ. Δ. Τ. Τ. Π. Π. Σ.	Κ. Δ. Τ. Τ. Π. Π. Σ.	Κ. Δ. Τ. Τ. Π. Π. Σ.
1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4	1 2
8 9 10 11 12 13 14	5 6 7 8 9 10 11	3 4 5 6 7 8 9
15 16 17 18 19 20 21	12 13 14 15 16 17 18	10 11 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
Σημείωσις: Μετὰ τὴν 30ὴν Δεκεμβρίου, ἡ λευκὴ ἡμέρα τῶν κοινῶν ἐτῶν. Μετὰ τὴν 30ὴν Ἰουνίου, ἡ λευκὴ ἡμέρα τῶν δισέκτων ἐτῶν.		

### Ἀσκήσεις

151. Δοθέντος, ὅτι τὸ 44 π.Χ., ἡ ἑαρινὴ ἰσημερία ἐλάμβανε χώραν τὴν 23ην Μαρτίου, καθορίσατε πότε συνέβαινε κατὰ τὸ 1453 μ.Χ.
152. Δοθέντος, ὅτι τὸ 325 μ.Χ. ἡ ἑαρινὴ ἰσημερία ἐλάμβανε χώραν τὴν 21ην Μαρτίου, εὑρετε ἔτος κατὰ τὸ ὅποιον αὕτη συνέβαινε τὴν 15ην Μαρτίου.
153. Εὑρετε εἰς ποίαν ἡμερομηνίαν τοῦ Γρηγοριανοῦ ἡμερολογίου ἀντιστοιχεῖ ἡ 29η Μαΐου τοῦ 1453.



Εικ. 29. Τὸ Ἀστεροσκοπεῖον Ἀθηνῶν, ἐν λειτουργίᾳ ἀπὸ τὸ 1846.



Εικ. 30. Τὸ Ἀστεροσκοπεῖον Πεντέλης, ἐν λειτουργίᾳ ἀπὸ τὸ 1960.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ι ΚΟΣΜΟΓΟΝΙΑ

**138. Μικροκοσμογονία και μακροκοσμογονία.** α'. Ἡ Κοσμογονία εἶναι ὁ κλάδος τῆς Ἀστρονομίας, ὁ ὁποῖος ἀσχολεῖται μὲ τὸ πρόβλημα τῆς προελεύσεως καὶ ἐξελίξεως τοῦ σύμπαντος. Εἰδικώτερον, ἡ κοσμογονία ζητεῖ νὰ εὕρη τὸν τρόπον, κατὰ τὸν ὁποῖον ἐδημιουργήθησαν τὰ συστήματα τῶν γαλαξιδῶν, οἱ ἀστέρες ἀλλὰ καὶ τὸ πλανητικὸν μας σύστημα. Ἐξ ἄλλου, ἐρευνᾷ τὴν πιθανὴν ἐξέλιξιν καὶ τὸ τέλος τῶν οὐρανίων σωμάτων.

β'. Ἡ Κοσμογονία διαίρεται 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 τὸ ζήτημα τῆς προελεύσεως, τῆς ἐξελίξεως καὶ τοῦ τέλους τῶν ἀστέρων καὶ τῶν γαλαξιδῶν, καθὼς καὶ ὁλοκλήρου τοῦ Σύμπαντος.

**139. Προέλευσις τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος.** α'. Τὰ ἐρωτήματα πῶς, πόθεν καὶ πότε ἐδημιουργήθη τὸ ἡλιακὸν σύστημα, ἀπησχόλησαν ἀπὸ ἀρχαιοτάτων χρόνων τὸν σκεπτόμενον ἄνθρωπον. Αἱ πρῶται ἀπαντήσεις εἰς τὰ ἐρωτήματα αὐτά, καθαρῶς μυθολογικαί, βυθίζονται εἰς τὰ βάθη τῶν αἰώνων. Εἰς τοὺς νεωτέρους χρόνους, ὁπότε ἤρχισε νὰ προοδεύῃ ἡ Ἀστρονομία, οἱ ἐρευνηταὶ ἐπροχώρησαν εἰς τὴν λύσιν τοῦ προβλήματος καὶ αἱ προταθεῖσαι θεωρίαι ἔδωσαν κάποιαν συγκεκριμένην ἀπάντησιν εἰς τὰ ἐρωτήματα αὐτά.

Κατὰ τὰ τέλη τοῦ 18ου αἰῶνος εἰσῆχθη ἡ κοσμογονικὴ θεωρία τοῦ Laplace (Λαπλάς), ἡ ὁποία ἐπεκράτησεν ἐπὶ 100 καὶ πλέον ἔτη.

Εἰς τὰς ἀρχὰς τοῦ 20ου αἰῶνος ἤλθεν ἡ θεωρία τοῦ Jeans (Τζηνς), ἡ ὁποία, μὲ μερικὰς τροποποιήσεις καὶ συμπληρώσεις, ἴσχυε μέχρι τοῦ 1940. Ἐν τῷ μεταξύ, διευτυπώθησαν καὶ ἄλλαι θεωρίαι, αἱ ὁποῖαι ὁμοῦ δὲν ἐξῆσαν ἐπὶ πολὺ.

β'. Τὸ 1944 διευτυπώθη μία νέα θεωρία, περὶ τῆς προελεύσεως τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος, ὑπὸ τοῦ Γερμανοῦ ἀστροφυσικοῦ Carl von Weizsaecker (Βαϊτςζαίκερ), ἡ ὁποία συνεπληρώθη καὶ ἐγενικεύθη ὑπὸ τοῦ Ἀμερικανοῦ ἀστρονόμου G. Kuiper (Κούπερ). Αὕτη

ή θεωρία ισχύει σήμερα, ως ή ακριβεστέρα μικροκοσμογονική θεωρία, περί του ήλιακού συστήματος.

**140. Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του ήλιακού συστήματος.** Το ήλιακόν σύστημα παρουσιάζει ώρισμένα χαρακτηριστικά γνωρίσματα. Έκ τούτων ενδιαφέρουν, κυρίως, τὰ ἑξῆς :

1) Οἱ μεγάλοι πλανῆται κινουῦνται περί τόν ἥλιον κατά τήν αὐτήν φοράν (ἐκ Δ πρὸς Α) καί ἐπὶ τοῦ ἰδίου περίπου ἐπιπέδου.

2) Ἐπίσης αἱ χιλιάδες τῶν ἀστεροειδῶν περιφέρονται περί τόν ἥλιον ἐκ Δ πρὸς Α καί ἐπὶ τοῦ ἰδίου περίπου ἐπιπέδου. Ἄλλὰ καί οἱ περισσότεροι δορυφόροι κινουῦνται, κατά τόν ἴδιον τρόπον, περί τοὺς οἰκείους πλανήτας των.

3) Ἐξαιρέσειν παρουσιάζουν τὸ σύστημα τοῦ Οὐρανοῦ, ὁ δορυφόρος Τρίτων τοῦ Ποσειδῶνος καί μερικοὶ ἔξωτερικοὶ δορυφόροι τοῦ Διὸς καί Κρόνου.

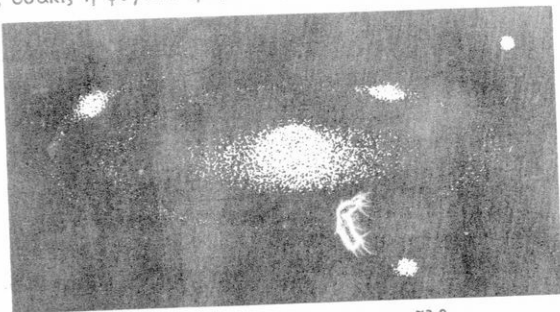
4) Ὁ ἥλιος καί ὄλοι οἱ πλανῆται, πλὴν ἑνός, περιστρέφονται ἐκ Δ πρὸς Α περί τόν ἄξονά του ἕκαστος. Τὸ ἴδιον συμβαίνει καί μέ τοὺς δακτυλίους τοῦ Κρόνου.

5) Ἐφαρμόζεται ἐπὶ τῶν πλανητῶν ὁ νόμος ἀποστάσεων τοῦ Bode.

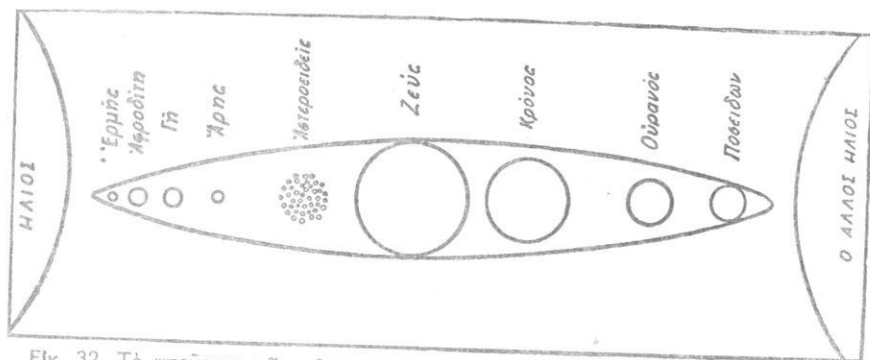
**141. Παλαιότεραι θεωρίαι. α΄.** Κατὰ τὸν Laplace (1796) ὑπῆρχεν ἕνα ἀρχικόν νεφέλωμα ἀπὸ σκόνην καί ἀέριον, τὸ ὁποῖον συνεστέλλετο, λόγω τῆς βαρύτητος, καί περιστρεφότο (εἰκ. 31) ὁλονὲν καί ταχύτερον. Βαθμηδόν, ἔλαβε τὴν μορφήν πεπλατυσμένου δίσκου καί, ὡσάκις ή φυγόκεντρος δύναμις ὑπερίσχευε τῆς βαρύτητος, ἀπεσπῶντο ἐκ τοῦ ἰσημερινοῦ του ἐπιπέδου δακτύλιοι. Οὗτοι βραδύτερον ἐσχημάτισαν τοὺς πλανήτας, διότι συνεπυκνώθησαν, λόγω ψύξεως.

Ἡ θεωρία τοῦ Laplace δέν εἶναι δεκτὴ σήμερα, διότι ἀντιβαίνει εἰς βασικοὺς νόμους τῆς Μηχανικῆς.

**β΄.** Ὁ Jeans ἐξ ἄλλου (τὸ 1902 καί 1916) διετύπωσε τὴν θεωρίαν, ὅτι ἕνας ἐπισκέπτῃς ἀστήρ ἐπλησίασε τὸν ἥλιον (εἰκ. 32) καί ἐσχημάτισε, διὰ τῆς παλιρροίας,



Εἰκ. 31. Τὸ νεφέλωμα ἐκ τοῦ ὁποῖου προῆλθον ὁ ἥλιος καί οἱ πλανῆται, κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Laplace.



Εικ. 32. Το «πούρον» τών πλανητῶν, κατά τήν θεωρίαν τοῦ Jeans.

ἐνα βραχίονα. Ὁ βραχίων αὐτός εἶχε τήν μορφήν «πούρου». Συνεπεία φύξεως, ἡ θερμοκρασία ἔπιπτε καί, καθῶς τὸ πούρο διεσπάρθη, ἤρχισαν νά σχηματίζονται οἱ πλανῆται. Εἰς τὰ ἄκρα τοῦ πούρου ἔχομεν πλανήτας μέ μικρὸν ὄγκον καί μικράν μάζαν, ἐνῶ εἰς τὸ μέσον εἶναι οἱ ἔχοντες μεγάλην μάζαν καί ὄγκον. Οἱ μεγαλύτεροι πλανῆται ἔχουν καί περισσότερούς δορυφόρους. Ὅμως καί ἡ θεωρία αὐτή κατέπεσεν, διότι ἀντιβιάζει εἰς τήν Μηχανικὴν καί τήν Θερμοδυναμικήν.

**142. Ἡ «Πρωτοπλανητικὴ θεωρία».** α'. Ἡ σύγχρονος θεωρία περὶ τῆς προελεύσεως τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος ἀναχωρεῖ ἀπὸ τὴν ὑπόθεσιν, ὅτι ὑπῆρχεν ἀρχικῶς ἕνα νεφέλωμα. Εἰς τὸ κέντρον του διεμορφώθη ἕνας πυρῆν, ὁ π ρ ω τ ο ἡ λ ι ο ς. Πέριξ αὐτοῦ ὑπῆρχεν ἕνα πολὺ ἐκτεταμένον κέλυφος ἀεριώδους ὕλης, ἀπὸ ὑδρογόνου καί ἡλίου, μέ μάζαν τὸ 0,1 τῆς μάζης τοῦ πρωτοῦ ἡλίου. Τὸ κέλυφος (περίβλημα) αὐτὸ δὲν ἀπερροφήθη ἀπὸ τὸν πρωτοῦ ἡλίου διὰ τῆς βαρύτητος, διότι περιστρέφετο μέ μεγάλην ταχύτητα.

β'. Ὁ Weizsaecker (1944) ὑπέθεσεν, ὅτι ἡ κεντρικὴ μάζα (ὁ πρωτοῦ ἡλίου) διεμορφώθη εἰς τὸν σημερινὸν ἡλίον. Εἰς τὸ νεφελικὸν κέλυφος, λόγω ἐσωτερικῶν τριβῶν, ἐσχηματίσθησαν στρόβιλοι. Οἱ στρόβιλοι αὐτοὶ διετάχθησαν εἰς δακτύλιους, ἀνά πέντε εἰς ἕκαστον δακτύλιον, καί ὅλοι μαζί οἱ δακτύλιοι περιστρέφοντο περὶ τὸ κοινὸν κέντρον των, τὸν ἡλίον. Αἱ τριβαὶ μεταξὺ δύο στροβίλων διαφορετικῶν δακτυλίων, προῦκάλεσαν τὸν σχηματισμὸν συμπυκνώσεων, αἱ ὁποῖαι ἔπειτα ἀπέτελεσαν τοὺς πλανήτας (εἰκ. 33).

γ'. Τὴν θεωρίαν αὐτὴν τοῦ Weizsaecker ἐπέξετείνε καί συνεπλή-

ρωσεν ἀργότερον (1951 καὶ 1956) ὁ Kuiper. Κατ' αὐτόν, οἱ στρόβιλοι, οἱ ὁποῖοι ἐσχηματίσθησαν εἰς τὸ ἡλιακὸν νεφέλωμα, δὲν εἶχον οὔτε τὸ ἴδιον μέγεθος, οὔτε καὶ τὴν διάταξιν τοῦ Weizsaecker, ἀλλ' οἱ μικροὶ στρόβιλοι ἦσαν περισσότεροι ἀπὸ τοὺς μεγάλους.

Ἐκ τῶν στροβίλων ἐσχηματίσθησαν συμπυκνώσεις, καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν τοῦ νεφελικοῦ δίσκου, αἱ ὁποῖαι κατόπιν ἀπετέλεσαν τοὺς πρωτοπλανῆτας. Οἱ κεντρικοὶ πυρῆνες αὐτῶν περιεῖχον στερεὰν ὕλην, τὸ δὲ περίβλημά των περιεῖχεν ὕδρογόνον, ἥλιον, ὑδράτιους, ἀμμιωνίαν, ἀλλὰ καὶ νέον, ἐκεῖ ὅπου τὸ ἐπέτρεπεν ἡ θερμοκρασία.

Εἰς τὴν ἀρχὴν ἐδημιουργήθησαν πολλοὶ πρωτοπλανῆται. Καθὼς ὁμως ἐκινουῦντο περὶ τὸν ἥλιον, συνεκρούοντο πρὸς ἀλλήλους εἰς τὰς περιοχάς, ὅπου αἱ τροχιαὶ των ἐπλησίαζον μεταξύ των. Ἐνεκα τούτου μερικοὶ κατεστράφησαν, ἐνῶ ἄλλων ἡ μᾶζα ἠῤῥησεν. Οἱ δορυφόροι τῶν πλανητῶν ἐδημιουργήθησαν ἀπὸ τοὺς πρωτοπλανῆτας. Μερικοὶ δηλαδὴ πρωτοπλανῆται, λόγῳ ὠρισμένων αἰτίων, ἐσχημάτισαν περὶ αὐτοὺς περιστρεφόμενον δίσκον, ἀνάλογον πρὸς τὸν σχηματισθέντα γύρω ἀπὸ τὸν πρωτοῦ ἥλιον, ἀπὸ τὸν ὁποῖον ἐδημιουργήθησαν οἱ πρωτοδορυφόροι.

**143. Γένεσις τῶν ἀστέρων καὶ τῶν γαλαξιών . α'.** Εἰς τὰ ἐρωτήματα ἕως καὶ πότε ἐγεννήθησαν οἱ ἀστέρες καὶ πρὸ παντὸς οἱ γαλαξίαι εἶναι πολὺ δύσκολον νὰ ἀπαντήσῃ ἡ ἐπιστήμη. Δημιουργεῖ ἐν προκειμένῳ θεωρίας περὶ τοῦ «πιθανοῦ» τρόπου γενέσεως αὐτῶν, χωρὶς ὁμως νὰ δύναται νὰ ἀποδείξῃ, ὅτι πράγματι οὕτως ἐδημιουργήθησαν οἱ ἀστέρες καὶ οἱ γαλαξίαι.



Εἰκ. 33. Οἱ στρόβιλοι ἐκ τῶν ὁποίων ἐσχηματίσθησαν οἱ πλανῆται, κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Weizsaecker.

β'. Υπάρχουν σήμερα δύο κυρίως θεωρίες, αί όποια προσπαθοῦν νά ἐρμηνεύσουν τόν τρόπον τῆς γενέσεως τῶν γαλαξιδῶν καί τῶν ἀστέρων. Ἡ μία ὀνομάζεται ἐξελικτική θεωρία ἢ θεωρία τοῦ ἀρχικοῦ ἀτόμου, ἡ όποία ὑποθέτει, ὅτι τὸ σύμπαν ἔχει ὠρισμένην ἀρχήν καί ὠρισμένον τέλος. Ἡ ἄλλη, ἢ θεωρία τῆς σταθερᾶς καταστάσεως ἢ τῆς συνεχοῦς δημιουργίας, ὑποστηρίζει, ὅτι τὸ σύμπαν εἶναι ἀπειρον καί αἰώνιον καί ἐπομένως, ὅτι δέν ἔχει οὔτε ἀρχήν οὔτε τέλος.

γ'. Τήν θεωρίαν περί τοῦ ἀρχικοῦ ἀτόμου εἰσήγαγεν ὁ Βέλγος G. Lemaitre (Λεμαίτρ) τὸ 1927.

Κατὰ τὸν Lemaitre, ὅλη ἡ ὕλη τοῦ σύμπαντος ἀποτελοῦσεν ἀρχικῶς ἓνα καί μόνον τεράστιον «ἄτομον». Ὅλα δηλαδή τὰ σωματία τῆς ὕλης ἦσαν συσσωρευμένα εἰς ἓνα μικρὸν σφαιρικὸν χῶρον, τοῦ όποίου ἡ ἄκτις δέν ὑπερέβαινε τὰς 100 α.μ. Εἰς αὐτὸν τὸν μικρὸν χῶρον ἡ ὕλη εὐρίσκετο εἰς ὑπέρπυκνον κατάστασιν, ἐντελῶς διαφορετικὴν ἀπὸ τὴν σημερινήν.

Ἡ θερμοκρασία τοῦ σύμπαντος - ἄτομον ἦτο τῆς τάξεως τῶν δισεκατομμυρίων βαθμῶν, ἡ δὲ πυκνότης του ἦτο, ἴσως, παρομοία μὲ τὴν πυκνότητα τοῦ πυρῆνος τῶν ἀτόμων. Τὸ ἀρχικὸν τοῦτο ἄτομον ἐξερράγη καί ἐτεμαχίσθη. Μίαν ὥραν μετὰ τὴν ἔκρηξιν, ἡ θερμοκρασία τῶν μερῶν του κατῆλθεν εἰς 250.000.000<sup>0</sup> K καί ἐξ αὐτῶν ἐσχηματίσθησαν οἱ πρωτογαλαξίαι. Οὔτοι ἤρχισαν νά συμπυκνοῦνται καί νά περιστρέφονται, ἐνῶ συγχρόνως ἀπεμακρύνοντο ἀπὸ τοῦ κέντρου τῆς ἐκρήξεως, ἀλλά καί μεταξύ των.

Ἐκ τῶν πρωτογαλαξιδῶν ἤρχισαν, πιθανῶς πρὸ 10 δισεκατομμυρίων ἐτῶν, νά διαμορφώνονται οἱ γαλαξίαι, ἐνῶ ἡ ἀπομάκρυνσις των συνεχίζεται.

Ἀκολούθως, ἀπὸ τὴν ὕλην τῶν γαλαξιδῶν ἐδημιουργήθησαν, ἀλλά καί ἐξακολουθοῦν νά δημιουργοῦνται, οἱ ἀστέρες. Οἱ ἀστέρες ἐσχηματίσθησαν ἀπὸ τὴν συμπύκνωσιν τῆς ὕλης (ἀερίου καί κόνεως) τῶν γαλαξιδῶν, εἴτε λόγῳ ἀμοιβαίας ἑλξεως, εἴτε λόγῳ τριβῆς. Διότι ἡ τριβὴ τῶν μορίων δημιουργεῖ στροβίλους καί ἐν συνεχείᾳ ἄλλους στροβίλους, ἐξ αὐτῶν δὲ σχηματίζονται συμπυκνώσεις, ἐκ τῶν όποίων ἀκολουθῶς γεννῶνται οἱ ἀστέρες.

Ἡ θεωρία τοῦ ἀρχικοῦ ἀτόμου ὀνομάζεται καί θεωρία τῆς μεγάλης ἐκρήξεως (Big - Bang).



δ'. Κατά την θεωρίαν τῆς συνεχοῦς δημιουργίας, τὴν ὁποίαν διετύπωσε τὸ 1948 ὁ Ἄγγλος ἀστρονόμος F. Hoyle (Χόουλ) καὶ οἱ συνεργάται του Gold καὶ Bondi, ἡ μέση πυκνότης τοῦ σύμπαντος ἦτο πάντοτε ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ μέρη του. Δηλαδή, τὸ σύμπαν ἦτο καὶ εἶναι ὄχι μόνον ὁμογενές, ἀλλὰ καὶ ἀμετάβλητον ἐν χρόνῳ. Ὑπῆρχε πάντοτε, ὅπως εἶναι σήμερον, καὶ θὰ ἐξακολουθῇ νὰ ἔχη τὴν ἴδιαν πυκνότητα αἰωνίως.

Ἐπειδὴ ὁμως αἱ παρατηρήσεις δεικνύουν, ὅτι οἱ γαλαξίαι ἀπομακρύνονται ἀλλήλων καὶ, ἐπομένως, ὅτι ἡ ἄκτις τῆς σφαιρας τοῦ σύμπαντος αὐξάνει, ὁ Hoyle δέχεται, ὅτι, διὰ νὰ μὴ ἐλαττώνεται ἡ πυκνότης του, δημιουργεῖται συνεχῶς νέα ὕλη, ὑπὸ μορφήν ὕδρογόνου, ἐκ τοῦ  $\mu\eta\delta\epsilon\nu\acute{o}\varsigma$ . Δημιουργεῖται δὲ τόση ἀκριβῶς ὕλη, ὅση χρειάζεται διὰ νὰ ἀναπληρωθῇ τὸ κενόν, τὸ ὁποῖον προκαλεῖται ἐκ τῆς συνεχοῦς ἀπομακρύνσεως τῶν γαλαξιδῶν. Ἄρκει ἡ δημιουργία ἐνὸς μόνου ἀτόμου ὕδρογόνου κάθε  $10^9$  ἔτη καὶ ἀνὰ κύβον ἀκμῆς 10 cm, διὰ νὰ διατηρῆται ἡ πυκνότης τοῦ σύμπαντος σταθερά. Ἡ νέα ὕλη, ποῦ δημιουργεῖται μεταξύ τῶν γαλαξιδῶν, διὰ συμπυκνώσεως, σχηματίζει νέους γαλαξίας, οἱ ὁποῖοι ἀναπληρώνουν εἰς τὴν θέσιν των τοὺς ἀπομακρυνομένους γαλαξίας.

ε'. Ἐκ τῶν δύο τούτων θεωριῶν ὡς ἐπικρατεστέρα φαίνεται ἡ θεωρία τοῦ ἀρχικοῦ ἀτόμου. Καὶ τοῦτο, διότι αὐτὴ ἐρμηνεύει ἀκριβέστερον τὰ παρατηρούμενα φαινόμενα.

**144. Διαστολὴ τοῦ Σύμπαντος. α'.** Ὁ Ἀμερικανὸς ἀστρονόμος Slipher (Σλάιφερ) παρετήρησεν ἤδη ἀπὸ τὸ 1912, ὅτι οἱ πλείστοι γαλαξίαι παρουσίαζον μετάθεσιν τῶν γραμμῶν τοῦ φάσματός των πρὸς τὸ ἐρυθρόν, ἡ ὁποία 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, τόσον αἱ ταχύτητες ἀπομακρύνσεώς των εἶναι μεγαλύτεραι.

Ἐφ' ὅσον οἱ γαλαξίαι ἀπομακρύνονται ἀφ' ἡμῶν, μὲ ταχύτητας τόσον μεγαλυτέρας, ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι καὶ ἡ ἀπόστασίς των, τὸ σύμπαν φαίνεται νὰ διαστελλεται. Διὰ τοῦτο καὶ τὸ φαινόμενον τῆς ἀπομακρύνσεως τῶν γαλαξιδῶν ὀνομάζεται **δ ι α σ τ ο λ ῆ τ ο ὕ Σ ύ μ π α ν τ ο ς**.

β'. Ὁ Hubble ἔδωσε τὸ 1929 τὸν νόμον τῆς διαστολῆς τοῦ σύμπαντος, ὅστις παρέχεται ἀπὸ τὴν σχέσιν:  $V = Hr$ , ὅπου  $V$  εἶναι ἡ ἀκτινικὴ ταχύτης

ἀπομακρύνσεως τῶν γαλαξιδῶν εἰς km/sec,  $r$  ἡ ἀπόστασις των ἀνὰ 1.000.000 pc, καὶ  $H$  ἡ καλουμένη σταθερὰ τοῦ Hubble.

Κατόπιν τῶν τελευταίων ἀκριβῶν παρατηρήσεων, διὰ τοῦ τηλεσκοπίου τοῦ Πάλομαρ, ἡ τιμὴ τῆς σταθερᾶς τοῦ Hubble εἶναι :

$$H = 75 \frac{\text{km/sec}}{1.000.000 \text{ pc}}$$

Δηλαδή, ἡ ταχύτης ἀπομακρύνσεως εἶναι ἀνάλογος τῆς ἀποστάσεως τῶν γαλαξιδῶν, πολλαπλασιαζομένη ἐπὶ τὸν παράγοντα  $75 \frac{\text{km}}{1.000.000 \text{ pc}}$

Εἰς μεγαλυτέρας ἀποστάσεις, ὅπου παρατηροῦμεν τὰ σμήνη γαλαξιδῶν, διαπιστώνομεν, ὅτι ἰσχύει καὶ δι' αὐτὰ ὁ νόμος τῆς διαστολῆς. Τὸ σμῆνος τοῦ Βορείου Στεφάνου, εἰς ἀπόστασιν 728.000.000 ε.φ., ἀπομακρύνεται μὲ ταχύτητα 21,500 km/sec καὶ τὸ σμῆνος τῆς Ὑδρας, εἰς ἀπόστασιν 1.960.000.000 ε.φ., ἀπομακρύνεται μὲ ταχύτητα 61,000 km/sec.

Φαίνεται, ὅτι ὁ νόμος τῆς διαστολῆς ἰσχύει καὶ διὰ τοὺς ραδιογαλαξίαις. Τὸ αὐτὸ ἰσχύει καὶ διὰ τοὺς Κβάζαρς. Οὗτοι εἶναι γαλαξίαι, εὐρισκόμενοι εἰς ἀποστάσεις 4,6 ἕως καὶ 10 δισεκατομμυρίων ἐτῶν φωτός. Εἰς τὰ ὅρια αὐτὰ οἱ γαλαξίαι τρέχουν μὲ ταχύτητα, ἴσην πρὸς τὸ 0,8 τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός.

**145. Ἡλικία τοῦ Σύμπαντος. α'.** Γίνεται δεκτόν, ὅτι οἱ γαλαξίαι προῆλθον ἀπὸ τὴν ἔκρηξιν τοῦ ἀρχικοῦ σύμπαντος - ἄτομον. Ἐὰν αἱ ταχύτητες ἐκ τῆς ἐκρήξεως, αἱ ὁποῖαι θὰ ἔπρεπε νὰ εἶναι διαφοροί, παραμένουν σταθεραί, τότε αἱ ἀποστάσεις τῶν γαλαξιδῶν θὰ πρέπει νὰ εἶναι ἀνάλογοι τῶν ταχυτήτων των. Τότε δυνάμεθα καὶ νὰ ὑπολογίσωμεν πότε ἐγένινεν ἡ ἀρχικὴ ἔκρηξις. Διότι, ἀφοῦ γνωρίζομεν τὰς ἀποστάσεις ἀρκετῶν ἐκ τῶν πλέον μεμακρυσμένων σημεῶν γαλαξιδῶν, δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν πρὸ πόσοι χρόνοι ὅλοι οἱ γαλαξίαι καὶ τὰ σμήνη γαλαξιδῶν ἦσαν συγκεντρωμένα εἰς τὴν ἀρχικὴν σφαῖραν. Οἱ ὑπολογισμοί, βάσει τοῦ νόμου τῆς διαστολῆς τοῦ Hubble, δίδουν τὴν τιμὴν  $10^{10}$  ἔτη. Ἐπομένως, ἀπὸ τότε ποὺ 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.

**β'.** Δυνάμεθα ἐξ ἄλλου νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν ἡλικίαν τοῦ σύμπαντος, ἀπὸ τὴν μελέτην τῆς δημιουργίας τῶν ἀστέρων καὶ τῶν ἀστρικῶν συστημάτων τοῦ γαλαξίου μας. Αἱ μελέται αὐταὶ δίδουν ἡλικίαν  $10^{10}$  ἔτη. Ἡ ἡλικία τοῦ ἡλίου καὶ τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος

είναι μικροτέρα του γαλαξίου μας και ανέρχεται περίπου εις  $5 \times 10^9$  έτη.

Έξ όλων των ανωτέρω προκύπτει ότι, ή ηλικία του σύμπαντος είναι της τάξεως των 10 ή 12 δισεκατομμυρίων έτών.

**146. Αρχή και τέλος του Σύμπαντος. α΄.** Παρά τὸ γεγονός, ότι ή Κοσμολογία εισέδυσεν εις τὰ βάρη του παρελθόντος, μέχρι της αρχής της διαστολής του σύμπαντος, όταν ήρχισεν ὁ σχηματισμός των στοιχείων της ὕλης, ὅμως δὲν κατώρθωσε νὰ δώσῃ καμμίαν ἀπάντησιν εις τὸ βασικὸν ἐρώτημα : Πῶς εὐρέθη 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 ή ὑπόθεσις, ὅτι τοῦτο ἔγινε μόνον του καὶ κατὰ τύχην, ὁ ἐπιστήμων προσφεύγει εις τὴν μόνην λογικὴν δυνατότητα, της δημιουργίας του ὑπὸ ἐξωτερικῆς, ὡς πρὸς αὐτό, Ἀνωτέρας Δυναμέως. Ὁρθῶς δὲ λέγεται, ὅτι ὁ Δημιουργὸς τοῦ παντὸς δὲν ἀποδεικνύεται, ἀλλ' ἀποκαλύπτεται ἐντὸς τοῦ Σύμπαντος.

**β΄.** Έξ ἄλλου, τὸ πρόβλημα της μελλοντικῆς καὶ τελικῆς καταστάσεως τοῦ σύμπαντος, φαίνεται εὐκολώτερον. Δύναται ή ἐπιστήμη νὰ ἀπαντήσῃ, διότι ἀναχωρεῖ ἀπὸ τὰ δεδομένα της παρατηρήσεως καὶ ἀπὸ τοὺς νόμους, οἱ ὅποιοι διέπουν τὸ σύμπαν, ὅπως παρουσιάζεται σήμερον. Παρὰ ταῦτα, ή ἀπάντησις εις τὸ ἐρώτημα : «ποῖον τὸ μέλλον τοῦ σύμπαντος;» εἶναι δυσκολωτάτη. Διὰ νὰ ἀπαντήσωμεν εις αὐτό, θὰ πρέπει νὰ ἀπαντήσωμεν πρῶτον εις τὸ ἐξῆς ἐρώτημα : Ἡ διαστολή τοῦ σύμπαντος θὰ συνεχίζεται ἐπ' ἀπειρον ; Ἡ μήπως, ἐπειτα ἀπὸ μακρότατον χρονικὸν διάστημα, θὰ ἀρχίσῃ τοῦτο νὰ συστέλλεται; Μήπως, ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει, ἔχομεν ἓνα παλλόμενον σύμπαν ;

Διὰ νὰ ὑπάρξῃ κάποτε συστολή τοῦ σύμπαντος, θὰ πρέπει ή ταχύτης διαστολής του νὰ ἐπιβραδύνεται μέχρις ὅτου μηδενισθῇ. Τότε, εἶναι δυνατὸν νὰ ἀρχίσῃ νὰ συστέλλεται τὸ σύμπαν, μέχρις ὅτου ή ὕλη του συσσωρευθῇ εις μίαν σφαῖραν, ὅποτε καὶ δυνατὸν νὰ ἀκολουθήσῃ ἐκ νέου διαστολή. Αὐτὰ ὅμως δὲν δυνάμεθα νὰ τὰ διαπιστώσωμεν ἐπὶ τοῦ παρόντος. Ἀλλὰ καὶ ἂν κάποτε ἀρχίσῃ ή συστολή αὐτοῦ καὶ ἀκολουθήσῃ ή ἐκ νέου διαστολή, πάλιν ἐπειτα

ἀπὸ ὠρισμένον χρονικὸν διάστημα — ὄχι ἄπειρον — τὸ σύμπαν θὰ παύσῃ νὰ πάλλεται.

Ἐὰν πάλιν, δὲν μεσολαβήσῃ καμμία συστολὴ καὶ ἡ διαστολὴ συνεχίζεται, ἡ μελλοντικὴ τύχη τοῦ σύμπαντος θὰ πρέπει νὰ εἶναι ἡ διάλυσις αὐτοῦ. Διότι, ὅσον παρέρχεται ὁ χρόνος, τόσο τὸ σύμπαν ἀποσυντίθεται καὶ διαλύεται. Εἶναι δὲ βασικὸν χαρακτηριστικὸν γνώρισμα ὄλων τῶν μερῶν τοῦ σύμπαντος ἡ συνεχὴς ἀποδιοργάνωσις, ἡ ἀποσύνθεσις καὶ διάλυσις αὐτῶν. Συνεπῶς καὶ ὀλόκληρον τὸ σύμπαν θὰ πρέπει νὰ ἀκολουθήσῃ τὴν ἰδίαν τύχην, τὴν ὀδηγοῦσαν πρὸς τὸ τέλος του.

### Ἐσκήσεις

154. Ἐὰν δεχθῶμεν ὅτι ἡ ἀκτὶς τοῦ σύμπαντος εἶναι σήμερον ἴση μὲ  $10^{10}$  ἔτη φωτός, εὑρετε πόση ἦτο πρὸ  $10^9$  ἐτῶν.

155. Πότε ἡ ἀκτὶς τοῦ σύμπαντος πρέπει νὰ ἦτο ἴση πρὸς  $10^6$  ε.φ.;

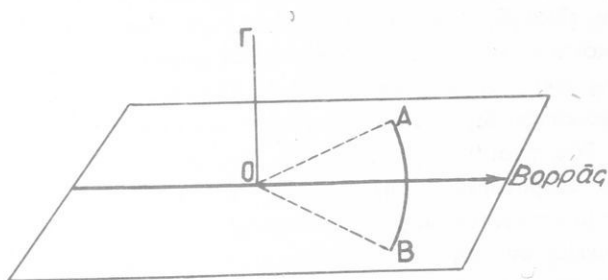
## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΑ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

**147. 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 Ἕλληνας.

Καλεῖται γνώμων στῦλος, στερεωμένος κατακορύφως ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου καὶ ἐκτεθειμένος εἰς τὰς ἀκτῖνας τοῦ ἡλίου, ὥστε νὰ ρίπτῃ ὄπισθέν του σκιάν. Διὰ νὰ διακρίνεται σαφῶς τὸ πέρασ τῆς σκιάς, ὁ γνώμων φέρει εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος του μικρὰν ὀπήν.

β'. Μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ γνώμονος εἶναι δυνατὸν 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 τινα στιγμήν, πρὸ τῆς μεσημβρίας σημειοῦμεν ἐπακριβῶς τὸ μῆκος  $OA$  τοῦ γνώμονος  $OG$  (σχ. 45). 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  $OB = OA$ , ὅποτε καὶ περατοῦται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ χαραχθέντος κύκλου. Τότε, ἡ διχοτόμος τῆς γωνίας  $AOB$  εἶναι ἡ διεύθυνσις τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς.



Σχ. 45.

Σχ. 45.

δ'. Με τὴν βοήθειαν τοῦ γνώμονος λειτουργοῦν τὰ **ἡλιακὰ ὥρολόγια** (§125γ), τὰ ὁποῖα, ἂν μὲν ἔχουν τὸν δίσκον τῶν ἐνδείξεων τῶν ὀριζόντιον, καλοῦνται **ὀριζόντια**, ἂν δὲ ὁ δίσκος τῶν εἶναι κατακόρυφος καὶ κάθετος ἐπὶ τὸν μεσημβρινόν, καλοῦνται **κατακόρυφα**.

**148. Χρονόμετρα καὶ ἔκκρεμῆ. α'.** Διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ χρόνου, εἴτε τοῦ ἀστρικοῦ, εἴτε τοῦ μέσου ἡλιακοῦ, χρησιμοποιοῦμεν ὥρολόγια ἀκρίβειας, τὰ ὁποῖα ὀνομάζομεν **χρονόμετρα**. Τὸ σφάλμα τῶν 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 τὸσον πολὺ τὸ σφάλμα τῶν, ὥστε τοῦτο νὰ καταντᾷ ἐντελῶς ἀμελητέον. Αὐτὰ παρέχουν ἀκρίβειαν μὲ προσέγγισιν ἑνὸς ἑκατοντάκις χιλιοστοῦ τοῦ δευτερολέπτου.

β'. Εἰς τὰ ἀστεροσκοπεῖα χρησιμοποιοῦνται πολὺ τὰ **ἔκκρεμῆ ὥρολόγια**, τὰ ὁποῖα λειτουργοῦν μὲ τὴν βοήθειαν βάρους, ἐξηρητημένον ἐκ τοῦ μηχανισμοῦ τῶν καὶ ἀωρουμένου. Τὰ ἔκκρεμῆ ὥρολόγια παρουσιάζουν μεγαλυτέραν ἀκρίβειαν, ὡς πρὸς τὰ συνήθη χρονόμετρα, διότι τὸ σφάλμα τῶν περιορίζεται μέχρι καὶ τοῦ χιλιοστοῦ τοῦ δευτερολέπτου.

γ'. Τόσον τὰ ἔκκρεμῆ, ὅσον καὶ τὰ χρονόμετρα «κτυποῦν» ἀνὰ ἓν δευτερολέπτου, τὰ δὲ χρονόμετρα καὶ ἀνὰ 0,5 sec, ὥστε, ἐξοικειωμένος ἐρευνητῆς, νὰ δύναται νὰ ὑπολογίσῃ τὸν χρόνον μὲ προσέγγισιν 0,1 sec. Διὰ μεγαλυτέραν ὁμως ἀκρίβειαν, τὸ ὥρολόγιον συνδέεται μὲ αὐτογραφικὸν μηχανήμα, λειτουργοῦν δι' ἠλεκτρικῶν ἐπαφῶν, τὸ ὅποιον καὶ καταγράφει τὰ διαστήματα τῶν δευτερολέπτων ἐπὶ ταινίας, ὅπως καὶ τὴν στιγμὴν, καθ' ἣν ἔγινε τὸ φαινόμενον, τὸ ὅποιον παρατηροῦμεν. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον γίνεται ὁ ὑπολογισμὸς τῆς ἀκριβοῦς στιγμῆς τοῦ φαινομένου, ἐξ ὑστέρων, ἐπὶ τοῦ διαγράμματος τοῦ ὄργανου. Τὰ αὐτογραφικὰ αὐτὰ ὄργανα καλοῦνται **χρονογράφοι**.

**149. Τηλεσκόπια. Α'. Διοπτρικὰ τηλεσκόπια. α'.** Ἡ ἀνάκλυψις τοῦ τηλεσκοπίου ἀποδίδεται συνήθως εἰς τὸν Γαλιλαῖον. Ἐν τούτοις, εἶναι βέβαιον, ὅτι ὁ Γαλιλαῖος ἐχρησιμοποίησε μὲν πρῶτος τὸ τηλεσκόπιον δι' ἀστρονομικὰς παρατηρήσεις τὸ 1610, ἀλλ' ἡ ἀνακάλυψις τοῦ ὄργανου ὀφείλεται εἰς τὸν Ἕλληνα Ζαχαρίαν Ἰωαννίδην, γνωστὸν ὡς Ζανσέν, ὅστις καὶ κατασκεύασε τὰ πρῶτα τηλεσκόπια, δύο περίπου ἔτη πρὸ τοῦ Γαλιλαίου.

β'. Τὸ **ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον** ἀποτελεῖται ἐκ σωλῆνος, 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

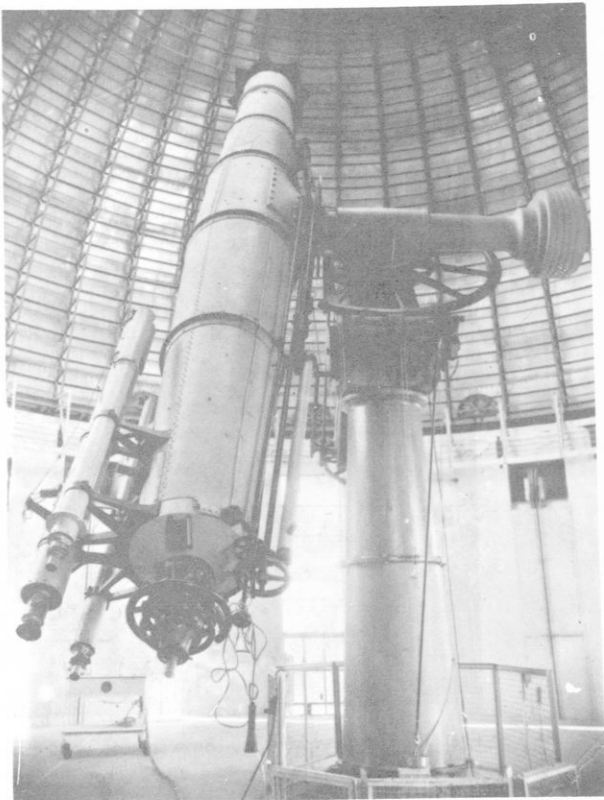
του παρατηρητοῦ, φέρει ἄλλο σύστημα φακῶν, καλούμενον **προσοφθάλμιον**.

γ'. Τὸ ἀντικειμενικὸν σύστημα ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο φακούς, ἓνα ἀμφικύρτον, ἕκ στεφανυάλου καὶ ἓνα κοιλόκυρτον ἕκ πυριθυάλου. Οἱ δύο φακοὶ συνενεοῦνται κατὰ τρόπον, ὥστε ἡ μία κυρτὴ ἐπιφάνεια τοῦ ἀμφικύρτου νὰ ἐπικάθηται ἐπὶ τῆς κοίλης τοῦ κοιλόκυρτου, οὕτω δὲ νὰ σχηματίζεται ἓνας φακός. Οὗτος λόγω τῆς διαφορετικῆς ὕλης τῶν μερῶν του καὶ τοῦ σχήματος των, ἐξουδετερώνει τὸ χρωματικὸν σφάλμα ἐκάστου τῶν μερῶν του.

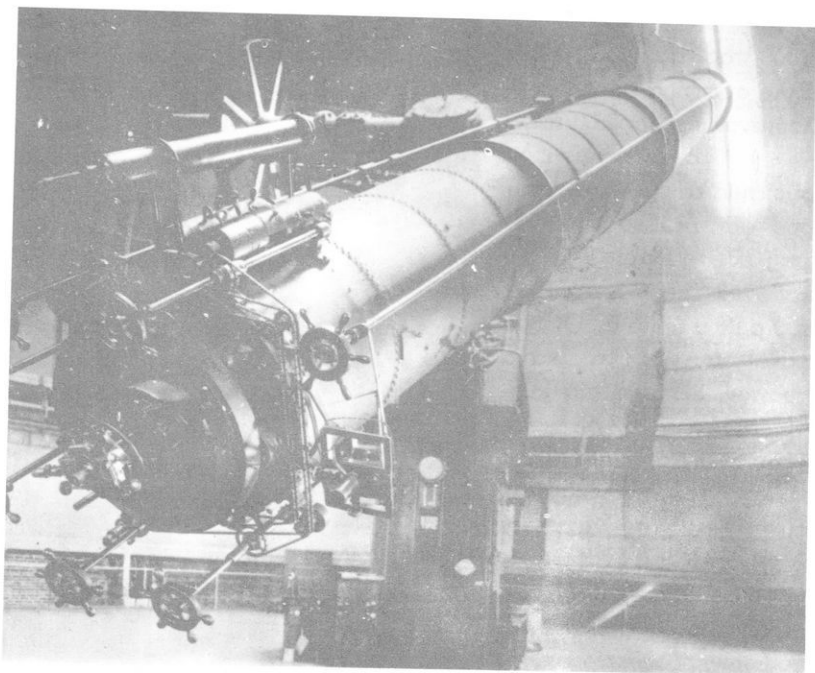
\* Ὅσον μεγαλύτερα εἶναι ἡ διάμετρος τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ, τόσο εἶναι μεγαλύτερα καὶ ἡ διακριτικὴ ἰσχὺς, ἀλλὰ καὶ ἡ μεγέθυνσις τοῦ τηλεσκοπίου. Ἐμπειρικῶς, ἰσχύει διὰ τὴν μεγέθυνσιν ὁ ἐξῆς κανὼν: ἡ ἐπιτυγχανομένη δυνατὴ μεγέθυνσις εἶναι περίπου ἴση πρὸς τὸ τριπλάσιον τῆς διαμέτρου τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ, ἐκπεφρασμένης εἰς χιλιοστόμετρα. Π.χ., τηλεσκόπιον με ἀντικειμενικὸν φακόν, διαμέτρου 500 mm, μεγεθύνει τὰ ἀντικείμενα  $3 \times 500 = 1500$  φορές.

δ'. Ἐξ ἄλλου, τὸ προσοφθάλμιον σύστημα ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο φακούς, φερομένους εἰς τὰ ἄκρα σωληνίσκου, οἱ ὁποῖοι ἀπὸ κοινῶν λειτουργοῦν ὅπως τὸ ἀπλοῦν μικροσκόπιον καὶ ἐπιτρέπουν τὴν μεγέθυνσιν τοῦ εἰδώλου τοῦ παρατηρουμένου ἀντικειμένου, τὸ ὁποῖον σχηματίζεται εἰς τὴν ἐστίαν τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ.

ε'. Τηλεσκόπιον, με ἀντικειμενικὸν σύστημα ἕκ φακῶν, καλεῖται **διοπτρικόν** (εἰκ. 34 καὶ 35).



Εἰκ. 34. Τὸ διοπτρικὸν τηλεσκόπιον τοῦ Ἀστεροσκοπεῖου Πεντέλης· διάμετρος φακοῦ 625 mm.



Εικ. 35. Τὸ μεγαλύτερον διοπτρικὸν τηλεσκόπιον τοῦ κόσμου, εἰς τὸ Ἀστεροσκοπεῖον Yerkes τῆς Ἀμερικῆς· διάμετρος φακοῦ 1,02 m.

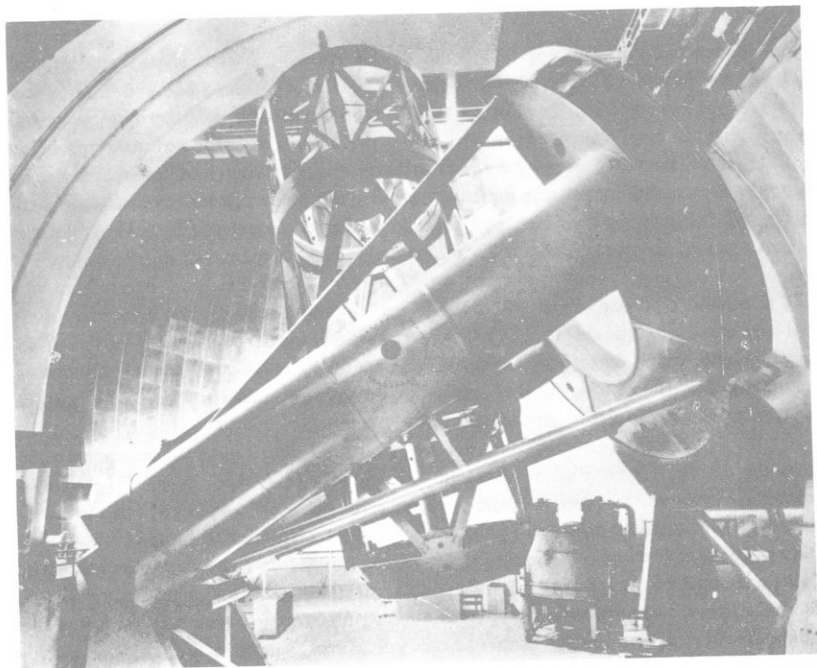
**Β'. Κατοπτρικὰ τηλεσκόπια. α'.** Εἶναι δυνατόν, ἀντὶ φακῶν, νὰ χρησιμοποιηθῆ ὡς ἀντικειμενικὸν σύστημα κοῖλον κάτοπτρον, ὑάλινον ἢ μεταλλικόν. Αὐτὸ εἶναι τὸ **κατοπτρικὸν** τηλεσκόπιον (εἰκ. 36).

**β'.** Προσφεύγομεν εἰς τὴν χρησιμοποίησιν κατόπτρων, διότι ἡ κατασκευὴ φακῶν, διαμέτρου μεγαλυτέρας τοῦ μέτρου, δὲν εἶναι εὐχερής, κυρίως, λόγῳ τῆς ἀνάγκης νὰ λειανθοῦν τέσσαρες ἐπιφάνειαι, ἀνὰ δύο δι' ἕκαστον φακόν· ἐνῶ εἰς τὰ κάτοπτρα λειανέται μία μόνον ἐπιφάνεια, ἡ ἀνακλαστικὴ.

**γ'.** Τὰ διοπτρικὰ τηλεσκόπια εἶναι, ἐν γένει, καλλίτερα τῶν κατοπτρικῶν, ἂν καὶ τὰ τελευταῖα ὑπερέχουν τῶν πρώτων, κυρίως, διότι δὲν διαθλοῦν, ὅπως οἱ φακοί, τὰς ἀκτῖνας καί, ὡς ἐκ τούτου, τὰ εἶδωλά των δὲν εἶναι χρωματικά. Τὰ διοπτρικὰ εἶναι καλλίτερα, ὡς φωτεινότερα. Χρησιμοποιοῦνται εὐρέως τὰ κατοπτρικά.

**Γ'. Τὰ μεγαλύτερα τηλεσκόπια. α'.** Τὰ μεγαλύτερα τῶν ὑ-





Εικ. 36. Τὸ μεγαλύτερον κατοπτρικὸν τηλεσκόπιον τοῦ κόσμου, εἰς τὸ Ἄστεροσκοπεῖον τοῦ Palomar τῆς Ἀμερικῆς· διάμετρος κατόπτρου 5 m.

παρχόντων σήμερον (1974) τηλεσκοπιῶν εἶναι : ἐκ τῶν διοπτρικῶν μὲν, ἐκεῖνο τοῦ ἀστεροσκοπεῖου τοῦ Yerkes (Γέρκις) τῆς Ἀμερικῆς, διαμ. 1,02 m καὶ ἐστιακῆς ἀποστάσεως 19,3 m (εἰκ. 35), ἐκ τῶν κατοπτρικῶν δέ, τὸ τηλεσκόπιον τοῦ ἀστεροσκοπεῖου τοῦ Palomar (Πάλολμαρ), διαμέτρου 5 m καὶ ἐστιακῆς ἀποστάσεως 16,8 m (εἰκ. 36).

β'. Εἰς τὴν Εὐρώπην 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. 34), τὸ ὁποῖον εἶναι ἓνα ἀπὸ τὰ μεγαλύτερα εἰς τὸν κόσμον.

#### Δ'. 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 ἄξόνων. Ἐκ τούτων, ὁ ἕνας εἶναι σταθερὸς καὶ ἔχει τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου, καλεῖται δὲ **πολικὸς ἄξων** ὁ ἄλλος φέρει εἰς τὸ ἓν ἄκρον του τὸ τηλεσκόπιον καὶ εἰς τὸ ἄλλο ἀντίβαρον ἰσοσταθμίσεως, περιστρέφεται δὲ περὶ τὸν πρῶτον, ἐπὶ τὸν ὁποῖον εἶναι κάθετος καὶ καλεῖται **ἄξων ἀποκλίσεων**. Ἐκ τῶν δύο κύκλων τοῦ συστήματος, ὁ ἕνας εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν πολικὸν ἄξονα καὶ μετρεῖ τὰς ὠριαίας γωνίας, διὰ τοῦτο δὲ καλεῖται **ὠριαῖος κύκλος**, ἐνῶ ὁ ἄλλος, κάθετος ἐπὶ τὸν ἄξονα ἀποκλίσεων, μετρεῖ τὰς ἀποκλίσεις καὶ καλεῖται **κύκλος τῶν ἀποκλίσεων**. Τὸ σύστημα τοῦτο ἐπιτρέπει νὰ σκοπεύσωμεν εὐχερῶς ἓνα ἀστέρα, ὅπουδήποτε καὶ ἂν εὑρίσκειται οὗτος ἐπὶ τοῦ ὄρατου μέρους τῆς οὐρανόσφαιρας, ὅταν γνωρίζωμεν τὰς οὐρανογραφικὰς του συντεταγμένας καὶ τὸν ἀστρικὸν χρόνον (§ 124). Ἐπειδὴ δὲ εὐκόλως μετρῶνται ἐπ' αὐτοῦ ἡ ὠριαία γωνία καὶ ἡ ἀπόκλισις, αἱ ὁποῖαι ἀπὸ κοινοῦ καλοῦνται **ἰσημεριναὶ συντεταγμένα**, διὰ τοῦτο καὶ τὸ ὅλον σύστημα στηρίξεως καλεῖται **ἰσημερινὸν** καὶ τὸ τηλεσκόπιον λέγεται τότε **ἰσημερινὸν τηλεσκόπιον**.

**β'.** Μὲ τὴν βοήθειαν ὠρολογιακοῦ μηχανισμοῦ εἶναι δυνατὸν, ὅταν σκοπευθῇ κάποιος ἀστήρ, νὰ τῆθῃ τὸ τηλεσκόπιον εἰς κίνησιν ἐξ Α πρὸς Δ καὶ νὰ παρακολουθῇ συνεχῶς τὸν ἀστέρα, ὁ ὁποῖος, ἐνῶ κινεῖται συνεχῶς, λόγῳ τῆς ἡμερησίας κινήσεως τῆς οὐρανόσφαιρας (§ 109), ἐν τούτοις παραμένει σταθερῶς εἰς τὸ πεδῖον τοῦ τηλεσκοπίου. Ὁ ὠρολογιακὸς αὐτὸς μηχανισμὸς καλεῖται **ἀστροστάτης**, διότι σταματᾷ τὸν ἀστέρα εἰς τὸ πεδῖον τοῦ τηλεσκοπίου. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, διὰ τῶν ἰσημερινῶν τηλεσκοπίων, εἶναι δυνατὴ ἡ εὐχερὴς ἔρευνα τῶν ἀστέρων διὰ μακρῶν παρατηρήσεων, ὅταν τοῦτο χρειάζεται, ὅπως π.χ. εἰς τὴν φωτογραφίαν των, ὅποτε ἀπαιτεῖται μακρὰ ἐκθεσις τῆς φωτογραφικῆς πλάκας.

**γ'.** Ἐὰν τὸ τηλεσκόπιον προορίζεται μόνον διὰ τὸν καθορισμὸν τῶν συντεταγμένων τῶν ἀστέρων καὶ δι' αὐτῶν, διὰ τὴν εὑρεσιν τοῦ ἀκριβοῦς χρόνου (§ 124), τότε στηρίζεται κατὰ τρόπον, ὥστε νὰ κινῆται μόνον ἐκ Β πρὸς Ν, ἥτοι μόνον ἐπὶ τοῦ μεσημβρινοῦ ἐπιπέδου, διὰ τοῦτο δὲ καλεῖται **μεσημβρινὸν τηλεσκόπιον**.

Διὰ τοῦ μεσημβρινοῦ τηλεσκοπίου, συνεπῶς, δυνάμεθα νὰ παρατηρῶμεν ἓνα ἀστέρα, ὅταν οὗτος διέρχεται ἐκ τοῦ μεσημβρινοῦ, κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησιν του, ὅποτε ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ του ἰσοῦται πρὸς τὸν ἀστρικὸν χρόνον (§ 124α).

**Ε'. Τὰ τηλεσκόπια Schmidt (Σμίτ).** **α'.** Μεταπολεμικῶς κατασκευάσθησαν τηλεσκόπια, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν σύνθεσιν διοπτρικοῦ καὶ κατοπτρικοῦ τηλεσκοπίου. Ἐκ τοῦ ὀνόματος τοῦ ἐφευρέτου των, 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 πεδῖον, ὥστε νὰ φωτογραφίζου ἐκτάσεις ἀκόμη καὶ πολλῶν τετραγωνικῶν μοιρῶν τοῦ οὐρανοῦ, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ συνήθη τηλεσκόπια, διοπτρικά ἢ κατοπτρικά, τὰ ὁποῖα ἔχουν τόσον περισσότερον περιωρισμένον ὀπτικὸν πεδῖον, ὅσον εἶναι μεγαλύτερα. Τὸ πεδῖον αὐτῶν περιορίζεται, συνήθως, εἰς ὀλίγα τετραγωνικὰ λεπτὰ τῆς μοίρας. Ἐξ ἄλλου, τὰ τηλε-

σκόπια Σμίτ ήμποροϋν νά φωτογραφήσουν, εις βραχϋν σχετικώσ χρο-  
νον, πολϋ άμυδροϋσ άστέρας, ένϋ εις τά συνήθη χρειάζεται πολϋωρος  
έκθεσις, δια τά άμυδρά άντικείμενα όπως είναι οί μακρνοι γαλαξίαι.

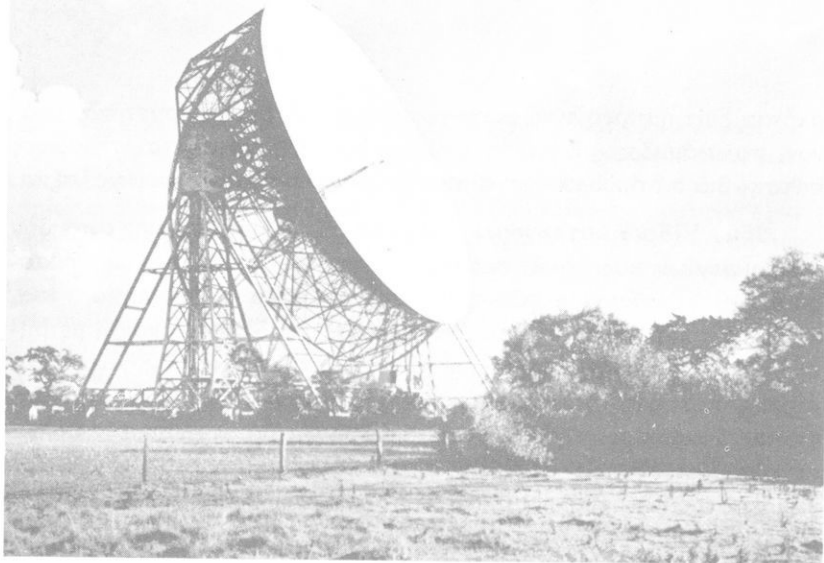
**150. Ειδικά άστρονομικά όργανα. α'.** Δια τήν ειδικήν σπουδήν  
τών οϋρανίων σωμάτων, προσαρμόζονται εις τήν θέσιν τοϋ προσο-  
φθαλμίου συστήματος τών τηλεσκοπίων άλλα αυτοτελή όργανα,  
κυριώτερα τών όποίων είναι : α) **μικρόμετρα**, δια τήν ακριβή μέτρη-  
σιν τών φαινομένων διαμέτρων τών σωμάτων και τών γωνιωδών  
άποστάσεων αυτών· β) **φωτογραφικοί θάλαμοι**, δια τήν φωτογρά-  
φισιν τών άστέρων· γ) **πολωσίμετρα**, δια τήν μέτρησιν τής πολώ-  
σεως τοϋ φωτός τών άστέρων· δ) ειδικά **φίλτρα** και **πρίσματα**, δια  
τήν άπ' ευθείας όφθαλμοσκοπικήν παρατήρησιν τοϋ ήλιου, ή όποία  
άλλως θα καθίστατο άδύνατος, διότι αι άκτίνες, συγκεντρούμεναι εις  
τήν έστίαν τοϋ άντικειμενικοϋ φακοϋ, είναι δυνατόν νά καταστρέψουν  
τόν όφθαλμόν τοϋ παρατηρητοϋ έντός όλίγων δευτερολέπτων· ε)  
ειδικοί έπίσης **ήθμοι** (φίλτρα), οί όποιοι έπιτρέπουν τήν παρατήρη-  
σιν τής άτμοσφαιρας τοϋ ήλιου· στ) **φωτόμετρα** δια τήν μέτρησιν τής  
έντάσεως τοϋ φωτός τών άστέρων και ζ) **φασματοσκόπια** και **φασμα-  
τογράφοι**, δια τήν σπουδήν τοϋ φάσματος τών οϋρανίων σωμάτων.

**β'.** Τά κυριώτερα άστρονομικά **φωτόμετρα** είναι δύο ειδών : α) εκείνα τά  
όποια έπιτρέπουν, με τήν βοήθειαν τ ε χ ν η τ ο υ άστέρας, τοϋ όποίου τó μέγεθος  
μεταβάλλεται, νά καθορίζωμεν δια σ υ γ κ ρ ί σ ε ω σ τó όπτικόν μέγεθος τών άστέ-  
ρων και, συνεπώσ, τήν λαμπρότητά των· και β) εκείνα, εις τά όποια χρησιμοποιείται  
φωτοηλεκτρικόν κύτταρον. Όταν τοϋτο προσβάλλεται υπό τοϋ φωτός τοϋ άστέ-  
ρος, δημιουργείται ήλεκτρικόν ρεύμα, τοϋ όποίου ή ένταση καθορίζει και τήν έντα-  
σιν τοϋ προσπίπτοντος εις τó κύτταρον άστρικοϋ φωτός.

γ'. Έξ άλλου, δια τήν φασματοσκοπικήν έρευναν τών άστέρων, χρησιμο-  
ποιοϋνται μεγάλοι **φασματογράφοι**. Ειδικώσ δέ, δια τήν φασματικήν έρευναν τοϋ  
ήλιου γίνεται χρήςις φασματογράφων, έγκατεστημένων επί ύψηλών πύργων, οί  
όποιοι καλοϋνται **ήλιακοί πύργοι**.

**151. Ραδιοτηλεσκόπια. α'.** 'Αφ' ότου, τó 1944, διεπιστώθη,  
ότι ύπάρχουν άστέρες και γαλαξίαι, οί όποιοι, έκτός τής φωτεινής  
άκτινοβολίας, έκπέμπουν και κύματα τής τάξεως τών ραδιοφωνι-  
κών μηκών, κατασκευάζονται τά καλούμενα **ραδιοτηλεσκόπια**,  
τά όποια δέν είναι ό π τ ι κ á όργανα, άλλα δ έ κ τ α ι τών ραδιο-  
φωνικών αυτών κυμάτων.

**β'.** 'Η σπουδή τών οϋρανίων σωμάτων και γενικώτερον τοϋ



Είκ. 37. Τὸ μεγάλον Ραδιοηλεκσκόπιον τοῦ Jodrell Bank ἐν Manchester.

σύμπαντος, διὰ τῶν «τηλεσκοπιῶν» αὐτῶν, ἤνοιξε νέους ὀρίζοντας, ἐδημιουργήθη δέ, κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, νέος κλάδος τῆς Ἀστρονομίας, ἡ **Ραδιαστρονομία**, ἐνῶ οἱ ἀστέρες, οἱ ὅποιοι ἐκπέμπουν τὰ φυσικὰ αὐτὰ ραδιοκύματα, ὠνομάσθησαν **ραδιαστέρες** καὶ οἱ γαλαξίαι, **ραδιογαλαξίαι**.

γ'. Τὰ μεγαλύτερα σήμερον (1974) ραδιοηλεκσκόπια τοῦ κόσμου εὐρίσκονται εἰς Green Bank Δυτ. Βιργινίας (Η.Π.Α.) καὶ εἰς τὴν Βόννην τῆς Γερμανίας μὲ διάμετρον κατόπτρου 100 m.

### Ἀσκήσεις

156. Δικαιολογήσατε διατι 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.

157. Διατι ἡ διχοτόμος τῆς γωνίας AOB (σχ. 45) ὀρίζει τὴν διεύθυνσιν τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς ;

158. Ὑποδείξατε ἄλλδν τρόπον καθορισμοῦ τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς, διὰ τοῦ γνώμονος.

159. Κατασκευάσατε γνώμονα καὶ ὀρίσατε τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν εἰς τὴν αὐλὴν τοῦ σχολείου.

160. Διατι, ἂν γνωρίζωμεν τὴν ἀκριβῆ στιγμὴν τῆς ἀλθθὺς μεσημβρίας, εἶναι δυνατόν νὰ ὀρίσωμεν ἀμέσως, διὰ τῆς σκιᾶς τοῦ γνώμονος, τὴν διεύθυνσιν τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς;

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΒ ΑΣΤΡΟΝΑΥΤΙΚΗ

**Εισαγωγή.** Τὰ ταξίδια εἰς τὸ διάστημα καὶ ἡ ἀστροναυτικὴ ἔχουν τὴν ἱστορίαν 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 P. Greg (Γρέγκ) τὸ 1880, γράφει περὶ ἐνὸς ταξιδίου εἰς τὸν Ἄρην, φανταζόμενος ὅτι κατοικεῖται ὑπὸ μικρῶν ἀνθρωποειδῶν ὄντων, εὐρισκομένων ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν ἀρνητικῆς βαρύτητος.

Ὁ Ρῶσος K. 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.

Ἀκολούθως οἱ Γερμανοὶ H. Oberth (Ὁμπερθ), W. Hohmann (Ὁμαν) καὶ W. Ley (Λῆ), δημοσιεύουν μελέτας περὶ πυραύλων καὶ περὶ τοῦ τρόπου κατακτῆσεως τῶν οὐρανίων σωμάτων.

Ἐν τῷ μεταξύ, αἱ ιδέαι ἐξερευνήσεως τοῦ διαστήματος, διὰ ταξιδίων τῶν ἀνθρώπων, διαδίδονται εὐρέως εἰς ὅλον τὸν κόσμον, διὰ τῶν ἔργων τῶν δύο γνωστῶν διηγηματογράφων, τοῦ Ἰουλίου Βέρν καὶ τοῦ X. Ουέλς, οἱ ὁποῖοι ἐφαντάσθησαν καὶ προεῖδον πολλὰς τοιαύτας ἀνακαλύψεις μὲ πολλὴν ἐπιτυχίαν.

Ἀπὸ τοῦ ἔτους 1937 οἱ Γερμανοὶ ἀρχίζουν εὐρὴ 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.

Μεταπολεμικῶς, οἱ πύραυλοι ἐτελειοποιήθησαν καὶ εἰς τὸ πρόγραμμα τοῦ Διεθνoῦς Γεωφυσικοῦ Ἔτους 1957 - 1958 περιελήφθη καὶ ἡ ἐκτόξευσις τεχνητῶν δορυφόρων, περιφερομένων περὶ τὴν γῆν.

Ἡ Διεθνὴς ἐκείνη συνεργασία ἔδωσε μεγάλην ὠθησιν εἰς τὴν ὅλην πρόοδον τῆς ἐπιστήμης καὶ τῆς τεχνικῆς.

Ἡ ἐπιστήμη τοῦ διαστήματος ἤρχισε τὴν 4ην Ὀκτωβρίου 1957, ὅποτε ἐξετοξεύθη ἐπιτυχῶς ὁ πρῶτος τεχνητὸς δορυφόρος τῆς γῆς.

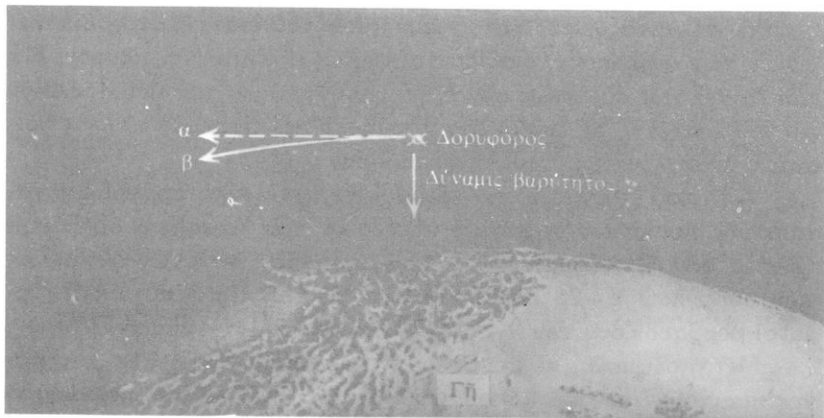
**152. Ταχύτης διαφυγῆς. α΄.** Βασικὴ, ἐξ ἄλλου, εἶναι ἡ σημασία τῆς ταχύτητος διαφυγῆς. Ταχύτης διαφυγῆς εἶναι ἡ ταχύτης, τὴν ὁποίαν πρέπει νὰ ἀναπτύξη σῶμα, ἐκτοξευόμενον ἐκ τῆς ἐπιφανείας πλανήτου (ἢ δορυφόρου), διὰ νὰ ὑπερνικήσῃ τὴν ἔλξιν καὶ νὰ φύγῃ εἰς τὸ διάστημα, ὑποτιθεμένου, ὅτι δὲν ὑπάρχει ἀντίστας εἰς τὴν κίνησιν 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 ἢ τυχόντος πλανήτου) καὶ R ἡ ἀκτίς αὐτοῦ.

Ἡ ταχύτης διαφυγῆς ἐκ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, μὴ λαμβανομένης ὑπ' ὄψιν τῆς ἀντιστάσεως τῆς ἀτμοσφαιρας εἶναι 11,18 km/sec, ἐκ τῆς σελήνης 2,38 km/sec καὶ ἐκ τοῦ ἡλίου 618 km/sec.

**β΄.** Ἡ ταχύτης διαφυγῆς ἐλαττώνεται, καθ' ὅσον τὸ μικρὸν σῶμα ἀπομακρύνεται τοῦ μεγαλυτέρου σώματος. Ἐὰν τὸ μικρότερον σῶμα ἔχῃ ταχύτητα μικροτέραν τῆς ταχύτητος διαφυγῆς, τοῦτο οὐδέποτε ἐγκαταλείπει τὸ κύριον σῶμα ἢ περιφέρεται περὶ τὸ μεγαλύτερον ἢ πίπτει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας του.



Σχ. 46.

γ'. 'Η σελήνη κινείται ἐπὶ κυκλικῆς τροχιᾶς περὶ τὴν γῆν καὶ δὲν πίπτει ἐπ' αὐτῆς, οὐτε φεύγει εἰς τὸ διάστημα, διότι ἀνὰ πᾶσαν στιγμὴν ἢ φυγόκεντρος δύναμις ἰσοφαρίζει τὴν ἔλξιν τῆς γῆς. 'Ισχύουν δηλαδὴ συγχρόνως οἱ ἀνωτέρω δύο νόμοι τῆς Μηχανικῆς. 'Εὰν ἴσχυε μόνον ὁ πρῶτος νόμος, ἡ σελήνη ἢ ὁ τεχνητὸς δορυφόρος θὰ ἐκινεῖτο εὐθυγράμμως καὶ ὁμαλῶς. 'Η γῆ ὁμως, κατὰ τὸν νόμον τοῦ Νεύτωνος (ἔλξεως), ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῆς σελήνης καὶ οὕτω κινεῖται αὕτη ἐπὶ κυκλικῆς περιήτου τροχιᾶς. Τὸ ἴδιον ἰσχύει καὶ περὶ τῶν τεχνητῶν δορυφόρων, τῶν περιφερομένων περὶ τὴν γῆν (σχ. 46, τροχιά β).

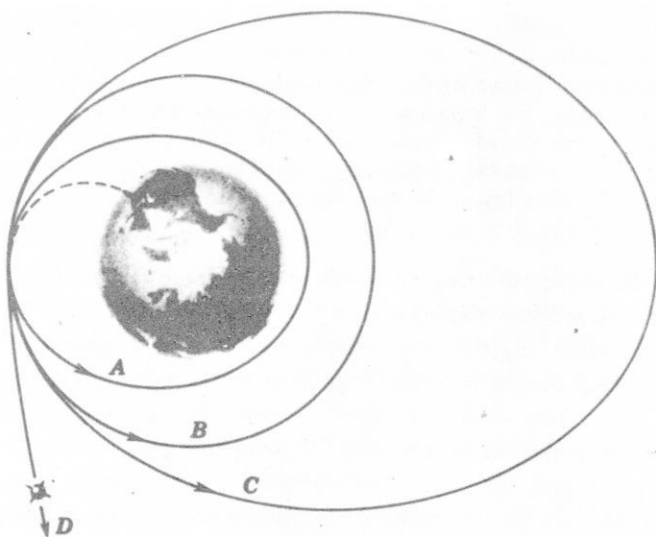
**153. Κίνησις τῶν τεχνητῶν δορυφόρων. α'.** Αἱ κινήσεις τῶν τεχνητῶν δορυφόρων ἀκολουθοῦν τοὺς τρεῖς νόμους τοῦ Κέπλερ (§ 54), οἱ ὁποῖοι ἰσχύουν διὰ τοὺς φυσικοὺς δορυφόρους καὶ τοὺς πλανήτας. 'Η διάρκεια ἐκάστης περιόδου περιφορᾶς (τεχνητοῦ δορυφόρου) ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν μέσην ἀκτίνα τῆς τροχιᾶς τοῦ δορυφόρου καὶ ἀπὸ τὴν μᾶζαν τῆς γῆς. 'Η μέση ἀκτίς καὶ τὸ σχῆμα (ἢ μορφή) τῆς τροχιᾶς ἐξαρτῶνται α) ἀπὸ τὸ  $\psi$  ο ς, εἰς τὸ ὁποῖον ὁ δορυφόρος θὰ τεθῆ εἰς τὴν τροχίαν, προωθούμενος ὑπὸ τοῦ πυραύλου· β) ἀπὸ τὴν  $\tau$  α χ ὕ τ η τ α, τὴν ὁποίαν θὰ ἔχη ὁ δορυφόρος, κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς εἰσόδου του εἰς τὴν τροχίαν· καὶ γ) ἀπὸ τὴν  $\delta$  ι ε ὕ θ υ ν σ ἰ ν του, ὡς πρὸς τὸν γῆϊνον ὀρίζοντα.

β'. Διὰ νὰ κινήθῃ ἓνας δορυφόρος ἐπὶ κυκλικῆς τροχιᾶς (σχ. 47 τροχιά Β) θὰ πρέπει ἡ ταχύτης του, εἰς τὸ ἀντίστοιχον ὕψος, νὰ εἶναι ὠρισμένη.

'Εὰν ἡ ταχύτης εἶναι μικροτέρα ἀπὸ ἐκείνην πού δίδει κυκλικὴν τροχίαν καὶ ἡ διεύθυνσις τῆς τροχιᾶς εἶναι παράλληλος πρὸς τὸν τοπικὸν ὀρίζοντα, τότε ὁ δορυφόρος θὰ διαγράψῃ τὴν ἑλλειπτικὴν τροχίαν Α. 'Εὰν δὲ ἡ ταχύτης εἶναι μεγαλυτέρα τῆς κυκλικῆς ταχύτητος, τότε θὰ διαγράψῃ τὴν ἑλλειπτικὴν τροχίαν C (σχ. 47).

**154. Αἱ τρεῖς κοσμικαὶ ταχύτητες. α'.** 'Η ταχύτης, τὴν ὁποίαν πρέπει νὰ ἔχη ἓνα σῶμα εἰς ὠρισμένον ὕψος διὰ νὰ τεθῆ εἰς κυκλικὴν τροχίαν, ὀνομάζεται π ρ ὶ τ η κ ο σ μ ι κ ῆ τ α χ ὕ τ η ς.

β'. "Οταν ἓνα σῶμα ἀποκτήσῃ τὴν ταχύτητα διαφυγῆς, ἥτοι 11,2 km/sec, τότε θὰ διαγράψῃ μίαν π α ρ α β ο λ ῆ ν (σχ. 47, τροχιά D). 'Εὰν τέλος τὸ σῶμα κινήθῃ μὲ ταχύτητα μεγαλυτέραν τῶν 11,2 km/sec, θὰ διαγράψῃ μίαν ὕ π ε ρ β ο λ ῆ ν. Καὶ εἰς τὰς δύο αὐτὰς περιπτώσεις, τὸ σῶμα θὰ ἐγκαταλείψῃ τὴν γῆν καὶ δὲν θὰ ἐπανέλθῃ εἰς αὐτήν.



Σχ. 47.

Ἡ ταχύτης διαφυγῆς ὀνομάζεται καὶ παραβολικὴ ταχύτης ἢ καὶ δευτέρη κοσμικὴ ταχύτης.

Σῶμα, κινούμενον μετὰ τὴν δευτέραν κοσμικὴν ταχύτητα, καθίσταται τεχνητὸς πλανήτης, περιφέρεται δηλαδὴ περὶ τὸν ἥλιον καὶ ὑπόκειται εἰς τὴν ἔλξιν αὐτοῦ.

γ'. Ἐνα σῶμα διὰ νὰ μὴ τεθῆ εἰς τροχίαν περὶ τὸν ἥλιον καὶ νὰ φύγη πέραν τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος, πρέπει νὰ ἀναχωρήσῃ ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς καὶ πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως αὐτῆς περὶ τὸν ἥλιον, μετὰ ταχύτητα 16,6 km/sec. Ἡ ταχύτης αὕτη καλεῖται τρίτη κοσμικὴ ταχύτης. Τελευταίως (1974) κατασκευάσθησαν πύραυλοι, οἱ ὅποιοι δίδουν τοιαύτην ταχύτητα.

**155. Ἀρχὴ τῆς δράσεως καὶ ἀντιδράσεως καὶ τεχνικὴ τῶν πυραύλων.** α'. Προκειμένου νὰ θεθοῦν δορυφόροι εἰς τροχίαν περὶ τὴν γῆν ἢ νὰ προωθηθοῦν ὀχήματα πρὸς τὴν σελήνην ἢ τοὺς ἄλλους πλανήτας, πρέπει νὰ χρησιμοποιηθοῦν προωθητικοὶ πύραυλοι. Διότι εἰς τὴν ἀνωτέραν ἀτμόσφαιραν, ἐλλείπει πυκνοῦ στρώματος ἀέρος, δὲν δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν ἑλικες, διὰ τὴν



προώθησιν τοῦ ὀχήματος, οὔτε πτερύγια, διὰ νὰ δώσουν σταθερὰν διεύθυνσιν εἰς αὐτό.

β'. Ἡ κίνησις τοῦ ὀχήματος (πυραύλου) εἰς τὸ διάστημα στηρίζεται εἰς τὸ γνωστὸν ἄξιωμα τῆς δράσεως καὶ ἀντιδράσεως:

$$\Delta\rho\tilde{\alpha}\sigma\iota\varsigma = \text{Ἀντίδρασις.}$$

Προκαλοῦμεν καῦσιν, ἡ ὁποία παράγει ἐνέργειαν καὶ μὲ τὴν βοήθειαν τῆς ἐνεργείας αὐτῆς προωθοῦνται τὰ ἐκ τῆς καύσεως ἄερια. 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 ὅλον δὲ ὄχημα, ὡς ἐκ τῆς ἀρχῆς τῆς ἀντιδράσεως, προωθείται πρὸς τὴν ἀντίθετον φορὰν. Τὸ παραγόμενον ἄεριον εὐρίσκεται ὑπὸ ὑψηλὴν θερμοκρασίαν καὶ πίεσιν, οὕτω δέ, ἐξερχόμενον, ὑφίσταται ἐκτόνωσιν πρὸς μίαν διεύθυνσιν, δίδον κίνησιν εἰς τὸ ὄχημα, ἀκριβῶς, πρὸς τὴν ἀντίθετον κατεύθυνσιν.

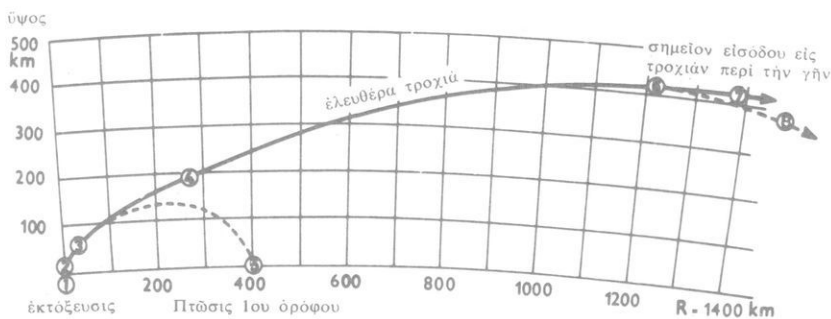
γ'. Ἡ τεχνικὴ τῶν πυραύλων ἐν προκειμένῳ ἔχει προχωρήσει ἐξαιρετικὰ καὶ συνεχῶς ἐξελίσσεται. Προτιμῶνται ἐν γένει τὰ ὑγρά καύσιμα, διότι ἡ ρύθμισις τῆς καύσεως των εἶναι εὐκολωτέρα. Εἰς μερικὰς περιπτώσεις, προστίθεται εἰς τὸ καύσιμον καὶ ποσότης ἀδρανούς ἀερίου, διὰ νὰ μὴ ἔχωμεν ὑψηλὰς θερμοκρασίας.

Εἰς μίαν κανονικὴν χημικὴν ἀντίδρασιν ἡ ἐλευθερουμένη ἐνέργεια εἶναι ὀλίγη, ἐν συγκρίσει μὲ τὸ βᾶρος τῆς καυσίμου ὕλης. Διὰ νὰ ἐπιτύχωμεν π.χ. καῦσιν 273 gr ἀνθρακος ἀπαιτοῦνται 727 gr ὀξυγόνου, ὅποτε παράγεται ἐνέργεια 2,64 κιλοβατῶριων. Διὰ νὰ προωθήσωμεν εἰς τὸ διάστημα ἓνα κιλὸν ὕλης ἀπαιτοῦνται 6,56 kgf μίγματος ἀνθρακος καὶ ὀξυγόνου. Ὑπάρχει ἐνταῦθα δυνατότης χρησιμοποίησεως ἀτόμων διαφόρων στοιχείων, τὰ ὁποία εὐρίσκονται ὑπὸ εἰδικὴν χημικὴν κατάστασιν.

δ'. Ἰδεώδης λύσις, ἐν προκειμένῳ, θὰ ἦτο ἡ χρησιμοποίησις τῆς ἀτομικῆς ἐνεργείας. Θὰ εἴχομεν ἐλάχιστον βᾶρος καυσίμου ὕλης, ἐν σχέσει μὲ τὴν παραγομένην ἐνέργειαν. Δὲν δυναμέθα ὁμως ἀκόμη νὰ προχωρήσωμεν εἰς τὴν λύσιν αὐτήν, διὰ δύο λόγους. Πρῶτον, διότι τὸ βᾶρος τοῦ ἀτομικοῦ ἀντιδραστήρου θὰ ἦτο τεράστιον· καὶ δεύτερον, διότι δὲν εἶναι εὐκόλον νὰ μετατρέψωμεν τὴν παραγομένην ἀτομικὴν ἐνέργειαν εἰς κινητικὴν ἐνέργειαν (ἐπιτάχυνσιν).

ε'. Ἔχουν κατασκευασθῆ διαφόρων τύπων πύραυλοι. Τελευταῖος τύπος εἶναι ὁ πύραυλος «Κρόνος V» (εἰκ. 38α καὶ 38β), διὰ τοῦ ὁποίου ἐξετοξεύθησαν τὰ διαστημόπλοια τοῦ προγράμματος «Ἀπόλλων».

**156. Τοποθέτησις δορυφόρου ἐπὶ τροχιᾶς. α'.** Ἐπειδὴ ἡ γῆ περιστρέφεται περὶ τὸν ἄξονά της ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς, ἡ

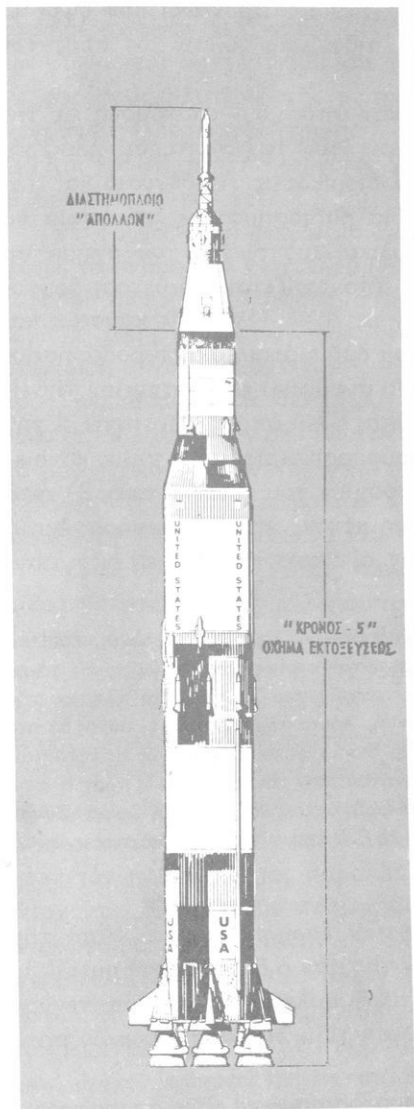


Σχ. 48.

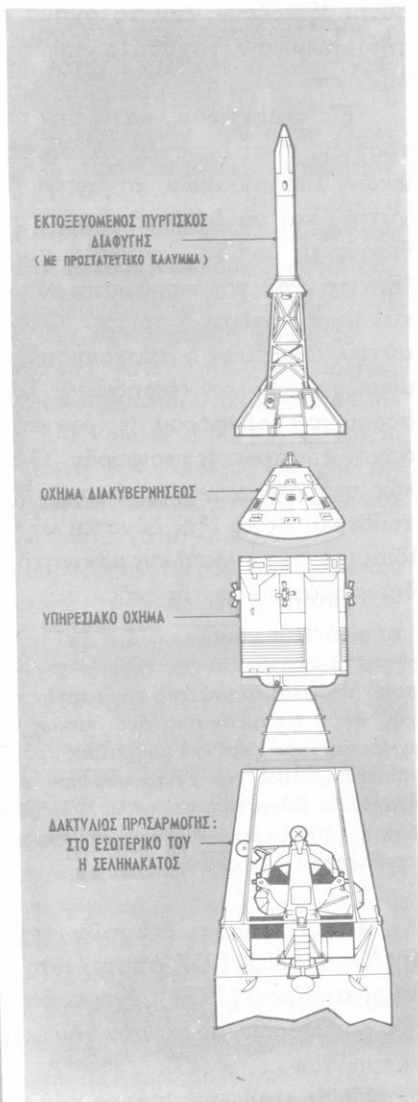
έκτόξευσις τῶν δορυφόρων γίνεται κατὰ τὴν ἴδιαν διεύθυνσιν. Γίνεται δὲ τοῦτο, διὰ νὰ ἐκμεταλλευθῶμεν καὶ τὴν ταχύτητα περιστροφῆς τῆς γῆς εἰς τὴν προώθησιν τοῦ πυραύλου. Εἰς τὸν ἰσημερινόν, ἢ ἑφαπτομενικὴ ταχύτης περιστροφῆς τῆς γῆς εἶναι 465 m/sec· εἰς γεωγραφικὸν πλάτος  $30^\circ$  γίνεται 402 m/sec καὶ εἰς πλάτος  $45^\circ$  εἶναι 328 m/sec.

β'. Ἡ ἐκτόξευσις γίνεται κατ' ἀρχὰς κατακορυφῶς (σχ. 48, θέσις 1), ἀλλὰ συντόμως δι' εἰδικοῦ μηχανισμοῦ, λαμβάνει ὁ πύραυλος κλίσιν ὡς πρὸς τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον (θέσις 2) καί, συνεχῶς ἀνυψούμενος, φθάνει εἰς τὸ σημεῖον, εἰς τὸ ὁποῖον θὰ τοποθετηθῆ εἰς τροχιάν κυκλικὴν ἢ ἑλλειπτικὴν (θέσις 6). Τοῦτο ὑπολογίζεται ἐκ προτέρου, ἀναλόγως τοῦ προγράμματος, τὸ ὁποῖον ἔχει νὰ ἐκτελέσῃ ὁ δορυφόρος. Κανονίζεται τὸ ὕψος καὶ ἀναλόγως αὐτοῦ καὶ τῆς διευθύνσεως τῆς τροχιάς ρυθμίζεται ἡ ταχύτης τοῦ δορυφόρου, ὥστε νὰ τοποθετηθῆ εἰς τὴν προϋπολογισθεῖσαν τροχιάν.

Μετὰ τὴν καῦσιν (2 - 3 λεπτὰ μετὰ τὴν ἐκτόξευσιν) τοῦ πρώτου ὀρόφου τοῦ πυραύλου (σχ. 48, θέσις 3), ἀποχωρίζεται αὗτος τοῦ ὑπολοίπου ὀχήματος καὶ πίπτει εἰς τὴν γῆν (θέσις 5), ἐνῶ συγχρόνως, πυροδοτεῖται ὁ δεῦτερος ὀροφος. Μετὰ τὴν καῦσιν καὶ τοῦ ὀρόφου τούτου (διαρκείας 4 - 5 λεπτῶν), τὸ ὑπόλοιπον ὄχημα διαγράφει τροχιάν, σχεδὸν παράλληλον πρὸς τὸν ὀρίζοντα (θέσις 4 ἕως 6). Τότε, ἀρχίζει ἡ ἐλευθέρη πτῆσις (θέσις 4) λόγω ἀδρανείας. Εἰς τὸ χρονικὸν αὐτὸ διάστημα ἐπεμβαίνουν οἱ σταθμοὶ ἐλέγχου, οἱ εὐρισκόμενοι ἐπὶ τῆς γῆς, οἱ ὁποῖοι παρακολουθοῦν τὸ ὄχημα. Οἱ σταθμοὶ



Είκ. 38α. Ο πύραυλος Κρόνος V, δια του οποίου εξετοξεύθησαν τὰ διαστημόπλοια «'Απόλλων».



Είκ. 38β. Τὰ τέσσερα κύρια μέρη του διαστημοπλοίου «'Απόλλων».

οὔτοι ἐξετάζουν, ἐάν τὸ ὄχημα ἀνῆλθεν εἰς τὸ κανονικὸν ὕψος μὲ τὴν κανονικὴν ταχύτητα καὶ τὴν ἐπιθυμητὴν κλίσιν ὡς πρὸς τὸν ὀρίζοντα.

Εἰς περίπτωσιν, κατὰ τὴν ὁποῖαν ὑπάρχουν ἀποκλίσεις εἰς τὴν τροχίαν, εἶναι δυνατὸν νὰ προσδιορισθοῦν ταχύτατα, δι' ἠλεκτρονικῶν ὑπολογιστῶν, αἱ ἀναγκαῖαι διορθώσεις (διευθύνσεις καὶ ταχύτης) καὶ νὰ ἐκτελεσθοῦν αὐταὶ διὰ ραδιοσημάτων, τὰ ὁποῖα θὰ θέσουν εἰς κίνησιν ὠρισμένα πυραυλικά συστήματα τοῦ ὀχήματος. Ἐπειτα ἀπὸ τὰς διορθώσεις αὐτάς, ἀποχωρίζεται ὁ δεῦτερος ὄροφος καὶ πυροδοτεῖται ὁ τρίτος. Ὀλίγον μετὰ τὸ τέλος τῆς καύσεως καὶ αὐτοῦ, ἀκολουθεῖ ὁ ἀποχωρισμὸς τοῦ δορυφόρου, διὰ πυροδοτήσεως μικρῶν πυραύλων (ἐκρήξεων). Τοῦτο συμβαίνει εἰς τὸ σημεῖον τῆς εἰσόδου τοῦ δορυφόρου εἰς τροχίαν (θέσις 6), ἣ ὁποῖα συμπίπτει μὲ τὴν ἀρχὴν τῆς πρώτης περιφορᾶς. Ὁ δορυφόρος περιφέρεται πλέον κανονικῶς περὶ τὴν γῆν. Διόρθωσις τῆς τροχιάς του (θέσις 6 πρὸς 8) ἀπὸ τοῦδε καὶ εἰς τὸ ἐξῆς δύναται νὰ γίνῃ μόνον, ἐάν ὁ δορυφόρος ἔχη ὁ ἴδιος μικροὺς πυραύλους μὲ κινητῆρας, οἱ ὁποῖοι τίθενται εἰς ἐνέργειαν, διὰ σημάτων ἐκ τῆς γῆς.

γ'. Ἡ διάρκεια ζωῆς τοῦ δορυφόρου, δηλαδὴ ὁ χρόνος, καθ' ὃν οὗτος θὰ κινῆται ἐπὶ τῆς τροχιάς του, ἐξαρτᾶται κυρίως ἀπὸ τὸ ὕψος, εἰς τὸ ὁποῖον περιφέρεται καὶ ἀπὸ τὴν μορφήν τῆς τροχιάς του. Ἐάν κινῆται πλησίον τῆς γῆς, ὅπου ἡ ἀτμόσφαιρα εἶναι κάπως πυκνὴ, λόγῳ τῆς τριβῆς, οὗτος θὰ περιφέρεται ὀλονὲν καὶ ἐπὶ μικροτέρας τροχιάς, διότι ὑπόκειται συνεχῶς εἰς βραδείαν «πτῶσιν», πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ πλανήτου μας. Ἐπίσης, ἐάν ἡ τροχία του εἶναι πολὺ ἑλλειπτικὴ καὶ πάλιν ἡ διάρκεια ζωῆς του εἶναι σχετικῶς μικρά. Συνήθως, κυμαίνεται ἀπὸ μερικὸς μῆνας μέχρι 10.000 ἔτη ἢ καὶ περισσότερον ὅπως προβλέπεται δι' αὐτούς.

**157. Ἐρευναὶ διὰ τῶν τεχνητῶν δορυφόρων. α'.** Ἀπὸ τῆς 4ης Ὀκτωβρίου 1957, ὁπότε ἐτέθη εἰς τροχίαν ὁ δορυφόρος Sputnik I, μέχρι σήμερον (1974), ἔχουν ἐκτοξευθῆ πολλοὶ ἑκατοντάδες τεχνητῶν δορυφόρων, μὲ σκοπὸν τὴν ἐκτέλεσιν εἰδικῶν ἐπιστημονικῶν προγραμμάτων.

Ὁ Sputnik I ἐμέτρησε τὴν θερμοκρασίαν καὶ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, ἀπὸ τοῦ ὕψους τῶν 80 km καὶ ἄνω. Εὐρέθη, ὅτι ἡ πυκνότης τῆς ἀτμοσφαιράς μεταβάλλεται μεταξὺ ἡμέρας καὶ νυκτὸς ἢ μὲ τὰς ἐποχὰς τοῦ ἔτους. Εἰς τὸ ὕψος τῶν 500 km ἡ πυκνότης της, κατὰ

τὴν ἡμέραν εἶναι 3 - 4 φορές μεγαλύτερα ἀπὸ τὴν πυκνότητα κατὰ τὴν νύκτα καὶ εἰς τὰ 1.500 km ἡ πυκνότης κατὰ τὴν ἡμέραν εἶναι 80 φορές μεγαλύτερα τῆς νυκτερινῆς πυκνότητος. Ὁ Sputnik I διέγραφεν ἑλλειπτικὴν τροχίαν. Εἰς τὸ περίγειόν του εἶχεν ὕψος 215 km καὶ εἰς τὸ ἀπόγειόν του 940 km. Βραδύτερον ἐξετοξεύθησαν οἱ Sputnik II καὶ III.

β'. Τὸ 1958, οἱ Explorer 1 καὶ Explorer 3 ἀνεκάλυψαν τὰς ζώνας ἀκτινοβολίας Van Allen (§ 84β). Ἐπίσης, ἄλλοι τεχνητοὶ δορυφόροι ἐμέτρησαν διάφορα στοιχεῖα τῆς γηίνης ἀτμοσφαιρας εἰς μεγάλα ὕψη, καθὼς καὶ τὰς διαφόρους ἀκτινοβολίας (ἀκτῖνας X, ὑπεριώδη ἀκτινοβολίαν κ.λπ.). Ἐμέτρησαν ἐπίσης τοὺς μετεωρίτας, τοὺς κινουμένους εἰς τὸ διάστημα, οἱ ὅποιοι εἶναι ἀδύνατον νὰ μετρηθοῦν δι' ἄλλων ὀργάνων. Ἰδιαιτέρως, ὁ Explorer 6 (1959) ἐμέτρησε τὸ μαγνητικὸν πεδίων τῆς γῆς, τὰς ζώνας ἀκτινοβολίας καὶ τὴν μετάδοσιν τῆς ραδιοακτινοβολίας. Τὸ ὕψος τῆς τροχιάς του ἐκυμαίετο μεταξύ 245 km (περίγειον) καὶ 42.500 km (ἀπόγειον).

γ'. Βραδύτερον (1962), ἄλλοι δορυφόροι ἔφερον μεθ' ἑαυτῶν μικρὰ τηλεσκόπια καὶ ἄλλα ἀστρονομικὰ ὄργανα, μετὰ 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 ἦ ρ ι α», ἕτεροι δὲ ἐξετέλεσαν παρατηρήσεις τῶν ἀστέρων.

δ'. Ἐπίσης, οἱ δορυφόροι μετὰ τὰ ὀνόματα Τίρος καὶ Nimbus ἐστάλησαν μετὰ εἰδικὸν πρόγραμμα μελέτης τῆς ἀτμοσφαιρας, τὸ ὁποῖον ἀνεφέρετο εἰς τὴν πρόγνωσιν τοῦ καιροῦ. Μερικοὶ δορυφόροι διατρέχουν τὸν πλανήτην μας παραλλήλως πρὸς τὸν ἰσημερινόν, ἄλλοι δὲ διέρχονται διὰ τῶν δύο πόλων, διὰ νὰ γίνεταί μελέτη ὀλοκλήρου τῆς ἀτμοσφαιρας. Αὐτοὶ εἶναι οἱ μετεωρολογικοὶ δορυφόροι. Ὁ Τίρος 7 ἔστειλε πλέον τῶν 250.000 φωτογραφιῶν νεφῶν, ἐκ τῶν ὁποίων 199.000 ἐχρησιμοποιήθησαν ὑπὸ τῆς ἐπιστήμης. Κατὰ τὰ ἔτη 1962 καὶ 1963, μετὰ τὴν βοήθειαν τῶν μετεωρολογικῶν δορυφόρων, ἀνεκαλύφθησαν καὶ ἐνετοπίσθησαν 827 κυκλῶνες καὶ ἐπετεύχθη ἡ διάσωσις χιλιάδων ἀνθρώπων, κυρίως εἰς τοὺς ὠκεανούς.

ε'. Ἐχομεν ἀκόμη καὶ τοὺς τηλεπικοινωνιακοὺς δορυφόρους, οἱ ὅποιοι χρησιμοποιοῦνται εὐρέως διὰ τὴν εὐκόλον καὶ ταχυτάτην ἀναμετάδοσιν εἰδήσεων μεταξύ τῶν ἠπείρων, ραδιο-

φωνικῶν προγραμμάτων, καθὼς καὶ προγραμμάτων τηλεοράσεως. Ὁ Courier I B (1960) — ζωῆς 1.000 ἐτῶν — εἶναι ὁ πρῶτος τηλεπικοινωνιακὸς δορυφόρος, ὁ ὁποῖος διὰ διαφόρων διόδων (καναλιῶν), δύναται νὰ μεταβιβάζη μέχρις 68.000 λέξεις κατὰ λεπτόν. Εἰς εὐρείαν χρῆσιν εἶναι καὶ οἱ Telstar, εἰδικοί διὰ διηπειρωτικὰς μεταβιβάσεις προγραμμάτων τηλεοράσεως καὶ τηλεφωνικῆς ἐπικοινωνίας.

**στ.** Ἐξ ἄλλου, οἱ ναυτιλιακοὶ δορυφόροι προσδιορίζουν μὲ ἀκρίβειαν τὴν θέσιν τῶν πλοίων ἐπὶ τῶν ὠκεανῶν καὶ τὰ διευκολύνουν εἰς τὴν ἐκτέλεσιν τῶν δρομολογίων των, κατὰ τὸν συντομώτερον καὶ ἀσφαλέστερον τρόπον. Οἱ γεωδαίτικοὶ δορυφόροι μελετοῦν τὸ ἀκριβὲς σχῆμα τῆς γῆς, ἄλλοι δὲ χρησιμοποιοῦνται ἀκόμη καὶ διὰ τὴν ἀνίχνευσιν κοιτασμάτων πετρελαίου, μετὰλλων ἢ καὶ θαλασσίου πλούτου.

**158. Ἐξέδραι τοῦ διαστήματος. α΄.** Εἰς τὸ πρόγραμμα ἐρευνῶν τοῦ διαστήματος περιλαμβάνεται καὶ ἡ κατασκευὴ μονίμου ἐξέδρας, κινουμένης περὶ τὴν γῆν. Ἀπὸ πολλῶν ἐτῶν ὁ W. von Braun ἐξεπόνησε τὰ σχέδια ἐξέδρας, ἣ ὁποῖα θὰ περιφέρεται διαρκῶς πέριξ τῆς γῆς, εἰς μίαν ἀπόστασιν 1.000 km ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς. Ὡς πρὸς τὸν σκοπὸν τῆς κατασκευῆς τῆς, ὁ Braun ἔγραφε (1958) τὰ ἐξῆς: «Ὁ Σταθμὸς τοῦ διαστήματος (ἐξέδρα τοῦ διαστήματος), μὲ ὅλας τὰς δυνατότητας του διὰ τὴν ἔρευναν τοῦ διαστήματος, διὰ τὴν ἐπιστημονικὴν πρόοδον, ἀλλὰ καὶ διὰ τὴν διατήρησιν τῆς εἰρήνης (ἢ διὰ τὸν ἐξαφανισμὸν τοῦ πολιτισμοῦ μας), δύναται νὰ κατασκευασθῇ. Διὰ πολλοὺς λόγους, ἡ κατασκευὴ τοῦ Σταθμοῦ αὐτοῦ εἶναι ἀναπόφευκτος ἀνάγκη, οὐχὶ δὲ ὀλιγώτερον λόγω τῆς ἀκορέστου περιεργείας τοῦ ἀνθρώπου, ὁ ὁποῖος κάποτε (εἰς τὸ παρελθόν), ὠδηγήθη εἰς τὴν θάλασσαν καὶ ἀκολούθως εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν. . . Ἐὰν ὁ Σταθμὸς οὗτος δὲν γίνῃ μὲ τὸν σκοπὸν τῆς διατηρήσεως τῆς εἰρήνης, τότε θὰ πραγματοποιηθῇ δι' ἄλλους λόγους, ὅπως εἶναι ὁ ἀφανισμός».

Εἰς τὴν ἐξέδραν αὐτὴν ὑπολογίζεται, ὅτι θὰ ὑπάρχουν χώροι διὰ τὴν συνεχῆ διαμονὴν 20 ἢ καὶ περισσοτέρων ἀτόμων, τὰ ὁποῖα θὰ ἐκτελοῦν ὠρισμένα προγράμματα ἐρεύνης. Θὰ ἐγκατασταθῇ εἰς αὐτὴν καὶ εἰδικὸν ἀστεροσκοπεῖον. Δύναται ὅμως αἱ ἐξέδραι νὰ παρακολουθοῦν καὶ νὰ ἐλέγχουν, ἴσως δὲ καὶ νὰ κατευθύνουν διαφόρους ἐνεργείας τοῦ ἀνθρώπου ἐπὶ τοῦ πλανῆτου μας.

**β΄.** Αἱ ἐξέδραι τοῦ διαστήματος θὰ ἔχουν καὶ ἓνα ἄλλον σκοπόν. Θὰ δύνανται νὰ χρησιμοποιοῦνται καὶ ὡς πεδία, ἀπὸ τὰ ὁποῖα θὰ ἐκκινοῦν διαστημόπλοια διὰ τὸν πέραν τῆς γῆς ἥχρον. Ἡ ἀπὸ τοῦ πεδίου τῆς ἐξέδρας ἐκτόξευσις θὰ εἶναι πολὺ εὐκολωτέρα, διότι, πρακτικῶς δὲν θὰ ὑπάρχη τὸ ἐμπόδιον τῆς ἀντιστάσεως τῆς ἀτμοσφαιρας.

Ἡ μεταφορὰ τῶν μερῶν τῶν διαστημόπλοίων καὶ τῶν ἐξαρτημάτων των, καθὼς ἐπίσης καὶ τῶν τεχνιτῶν ἐκ τῆς γῆς εἰς τὴν ἐξέδραν (ἢ ὅλην δηλαδὴ ἐπικoi-

ωνία γῆς - ξέδρας) θά εἶναι εὐκολωτάτη καί ταχυτάτη, μέ τήν βοήθειαν εἰδικῶν πυραύλων - δορυφόρων, οἱ ὅποιοι θά ἀποτελοῦν ἓνα εἶδος Ferry - Boat (Φέρρυ-Μπότ). Ἐλλά καί ἡ συναρμολόγησις τῶν διαστημοπλοίων θά γίνεταί ἐπί τῆς ξέδρας.

γ'. Ὡς πρώτη ξέδρα τοῦ διαστήματος ἐξετοξεύθη τὸ 1973 τὸ διαστημικὸν ἐργαστήριον Skylab (Σκάϊλαμπ) διὰ πυραύλου Κρόνου, ὁμοίου πρὸς τοὺς χρησιμοποιηθέντας κατὰ τὸ πρόγραμμα «Ἀπόλλων». Ἐν συνεχείᾳ ἀπεστᾶλησαν καί ἐργάσθησαν ἐπ' αὐτοῦ τρία πληρώματα ἐκ 3 ἀστρωναυτῶν ἕκαστον, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ πρῶτον παρέμεινεν ἐπὶ τοῦ Skylab 28 ἡμέρας, τὸ δεύτερον 56 καί τὸ τρίτον 85 ἡμέρας. Μεταξὺ τῶν ἐκτελεσθέντων πειραμάτων περιλαμβάνοντο παρατηρήσεις τοῦ Ἥλιου καί ἄλλων ἀστέρων, γεωγραφικαί, ὠκεανογραφικαί καί μετεωρολογικαί παρατηρήσεις τῆς γῆς, καθὼς καί μελέτη τῆς ἀντοχῆς τοῦ ἀνθρωπίνου ὄργανισμοῦ ὑπὸ συνθήκας μηδενικῆς βαρύτητος ἐπὶ μακρὸν χρόνον.

**159. Διαστημόπλοια. Α'. Γενικά. α'.** Εἰς τὸ εὐρύτερον πρόγραμμα ἐρεύνης τοῦ διαστήματος περιλαμβάνεται καί ἡ ἀποστολὴ διαστημοπλοίων εἰς τὸν πέραν τοῦ πεδίου ἕλξεως τῆς γῆς χῶρον, ἡ ὁποία ἤδη μερικῶς ἔχει πραγματοποιηθῆ.

Τὰ διαστημόπλοια ἔχουν σκοπὸν νὰ ἐρευνήσουν : α) Τὸν χῶρον, ὁ ὁποῖος ὑπάρχει μεταξὺ γῆς, σελήνης, πλανητῶν καί τοῦ ἡλίου καί β) τὰ ἄλλα οὐράνια σώματα, ὅπως εἶναι ἡ σελήνη, ἡ Ἄφροδίτη, ὁ Ἐρμῆς, ὁ Ἄρης, ὁ Ζεὺς καί οἱ ἄλλοι πλανῆται.

β'. Εἰς τὴν ἐπιτυχίαν ἀποστολῆς διαστημοπλοίων εἰς τὸ διάστημα συνετέλεσαν πρωτίστως δύο παράγοντες. Ἡ τεχνικὴ ἐπιστήμη, μέ τήν βοήθειαν τῆς ὁποίας ἐσχεδιάσθησαν καί κατασκευάσθησαν ἰσχυροὶ πύραυλοι ἐκτοξεύσεως μεγάλων μαζῶν, εἰδικαί διαστημοσκευαὶ μέ ἄρτιον ἐξοπλισμὸν καί ἐξαίρετα ἠλεκτρονικὰ συστήματα παρακολουθήσεως καί ἐλέγχου τῶν διαστημικῶν πτήσεων· ἄλλὰ καί ἡ μαθηματικὴ ἐπιστήμη, διότι ἔλυσεν πολλὰ καί δύσκολα προβλήματα, σχετικὰ μέ τήν εὕρεσιν τῶν τροχιῶν, τὰς ὁποίας ἔπρεπε νὰ ἀκολουθήσουν τὰ διαστημόπλοια.

γ'. Τὸ πρῶτον διαστημόπλοιο, τὸ ὁποῖον ἐξετοξεύθη μέ τὸν σκοπὸν νὰ καταστῆ τεχνητὸς πλανῆτης, ἦτο τὸ ρωσικὸν Luna 1 (2 - 1 - 1959). Διῆλθε πλησίον τῆς σελήνης καί διετήρησεν ἐπαφήν μέ τὴν γῆν, μέχρι τῆς ἀποστάσεως τῶν 6.000.000 km. Ἠκολούθησεν ὑπερβολικὴν τροχίαν (σχ. 49). Τοῦ ἐδόθη ταχύτης 13 km/sec, ἦτοι 1,8 km/sec μεγαλυτέρα τῆς ταχύτητος διαφυγῆς. Τὴν 3 - 3 - 1959 ἐξετοξεύθη ὑπὸ τῶν Ἀμερικανῶν ὁ τεχνητὸς πλανῆτης Pioneer 4,

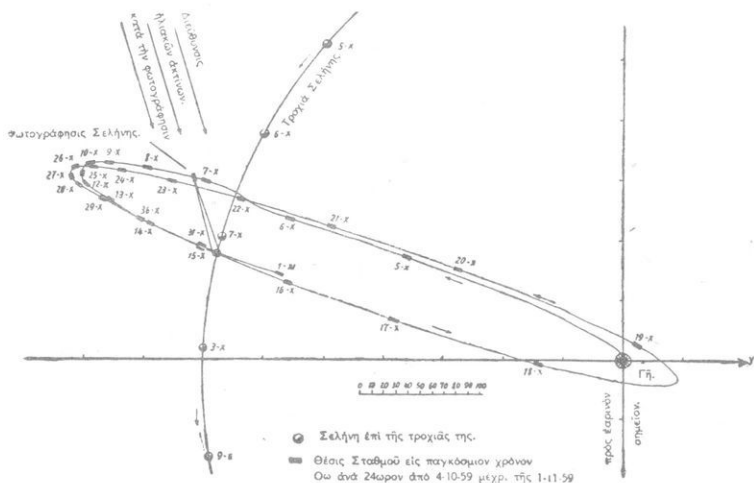


Σχ. 49.

ό οποίος διήλθεν εις απόστασιν 60.000 km από τῆς σελήνης καὶ ἦτο εις τηλεπικοινωνίαν με τὴν γῆν μέχρις ἀποστάσεως 650.000 km.

**Β'. Διαστημόπλοια πρὸς τὴν σελήνην καὶ δορυφόροι τῆς σελήνης.**

α'. Τὸ πρῶτον διαστημόπλοιο, τὸ ὁποῖον ἔφθασεν εἰς τὴν σελήνην, ἐπροχώρησε πέραν αὐτῆς καὶ 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. 50): ἔλαβεν, ἐξ ἀποστάσεως 60.000 km, πολλὰς φωτογραφίας τῆς ἀοράτου πλευρᾶς της, ἡ ὁποία τότε ἐφωτιζετο ὑπὸ τοῦ ἡλίου καὶ τὰς ἀπέστειλεν εἰς τὴν γῆν. Ὁ Luna 3 ἔπειτα κατεστράφη.



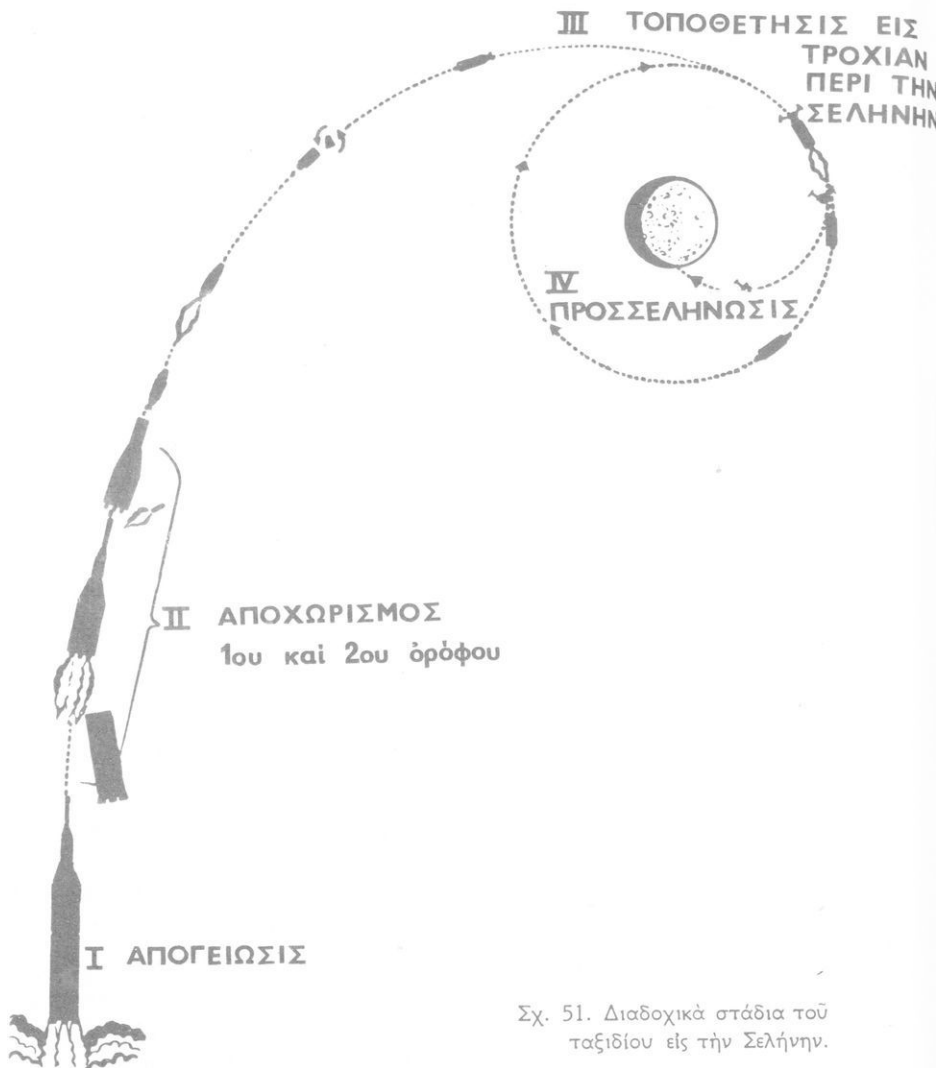
Σχ. 50. Τροχιά τοῦ Luna 3 ἀπὸ 4ης Ὀκτωβρίου ἕως 1ης Νοεμβρίου 1959.



β'. Το διαστημόπλοιο Ranger, τόν Αύγουστον τοῦ 1964, κατιυθύνθη πρὸς τὴν σελήνην μετὸν σκοπὸν νὰ λάβῃ καὶ ἀποστειλῇ εἰς τὴν γῆν φωτογραφίας τῆς ἐπιφανείας τοῦ δορυφόρου μας. Ὁ Ranger 7 (ὅπως μετ' ὀλίγον καὶ οἱ Ranger 8 καὶ Ranger 9) εἶχεν ἐφοδιασθῆ μετὸν τρεῖς θαλάμους τηλεοράσεως, ἀνοίγματος 38 mm καὶ ἐστιακῆς ἀποστάσεως 76 mm, ὅπως καὶ μετὸν τρεῖς ἄλλους, ἐστιακῆς ἀποστάσεως 25 mm καὶ ἀνοίγματος 25 mm. Οἱ ὀπτικοὶ ἄξονες τῶν μηχανῶν εἶχον πολὺπλοκα συστήματα ἐλέγχου. Κατὰ τὰ τελευταῖα 30 λεπτά, πρὸ τῆς προσκρούσεώς του ἐπὶ τῆς σελήνης, ἔλαβε πολλὰς φωτογραφίας, τὴν τελευταίαν δὲ ἀπὸ ὕψους 330 m ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας. Διὰ τῶν φωτογραφιῶν αὐτῶν, ὅπως καὶ χιλιάδων ἄλλων, ληφθειῶν διὰ τῶν Ranger 8 καὶ Ranger 9, ἀπεδείχθη, ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τῆς σελήνης δὲν καλύπτεται, τοῦλάχιστον ὀλικῶς, ὑπὸ στρώματος σκόνης, ὅπως ἐπιστεύετο.

γ'. Τὸ ἔτος 1966 προσεδαφίσθησαν ὁμαλῶς ἐπὶ τοῦ «ὠκεανοῦ τῶν καταγίδων» ὁ Luna 9 τῶν Ρώσων καὶ ὁ Surveyor 1 (Σερβέυορ) τῶν Ἀμερικανῶν. Ἔλαβον χιλιάδας φωτογραφιῶν τῆς ἐπιφανείας τῆς σελήνης, τῶν ἀνωμαλιῶν καὶ τῶν ὁρέων τῶν περιοχῶν εἰς τὰς ὁποίας προσεδαφίσθησαν καὶ τὰς ἀπέστειλαν εἰς τὴν γῆν. Ἐφωτογράφησαν κόκκους κόνεως, διαμέτρου 0,5 mm μέχρι βράχων 0,5 km. Ἐξ αὐτῶν ἐπληροφόρηθημεν, ὅτι τὸ σεληνιακὸν ἔδαφος δὲν εἶναι πορῶδες, ὅτι ἔχει τὴν σκληρότητα τοῦ γηίνου ἐδάφους καὶ ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ δορυφόρου μας δὲν καλύπτεται ὀλόκληρος ὑπὸ κόνεως. Ὁ Surveyor 3 (1967) ἐφωτογράφησε τυχαίως τὸν ἥλιον ἐν ἐκλείψει, συνεπεῖα παρεμβολῆς ἔμπροσθεν αὐτοῦ, ὄχι τοῦ δίσκου τῆς σελήνης (ὅπως συμβαίνει εἰς τὰς ἡλιακὰς ἐκλείψεις τὰς παρατηρουμένας ἐκ τῆς γῆς), ἀλλὰ τοῦ πλανήτου μας (σχ. 51).

δ'. Ἡ μελέτη τῆς σεληνιακῆς ἐπιφανείας συνεπληρώθη τὰ ἔτη 1966 - 1968, τὰ μέγιστα, μετὸν βοήθειαν τῶν τεχνητῶν δορυφόρων τῆς σελήνης. Οἱ δορυφόροι οὗτοι, περιφερόμενοι περὶ τὴν σελήνην, ἔλαβον ἀπὸ ὕψους 360 km - 1.000 km φωτογραφίας τῆς ἐπιφανείας τῆς, τοῦ ὁρατοῦ καὶ ἀοράτου ἡμισφαιρίου καὶ τὰς ἀπέστειλαν εἰς τὴν γῆν. Οὕτως, ἐγίνετο πλήρης τοπογραφικὸς χάρτης τοῦ δορυφόρου μας. Ἐμελέτησαν ἀκόμη τὸ μαγνητικὸν πεδίου τῆς σελήνης, τὴν πυκνότητά τῶν μετεωριτῶν, καθὼς καὶ διαφόρους ἀκτινοβολίας περὶ τὴν σελήνην.



Σχ. 51. Διαδοχικά στάδια του ταξιδίου εις τὴν Σελήνην.

ε'. 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.

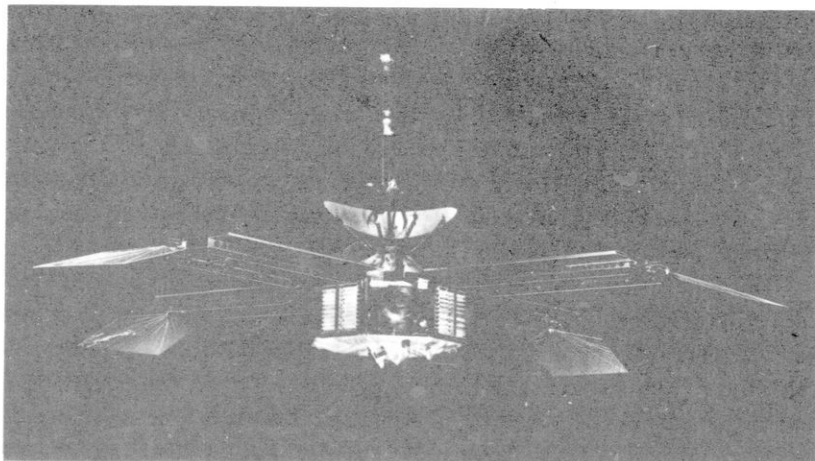
Ἦτο πρόβλημα δύσκολον νὰ τεθοῦν οἱ δορυφόροι οὔτοι εἰς τρο-

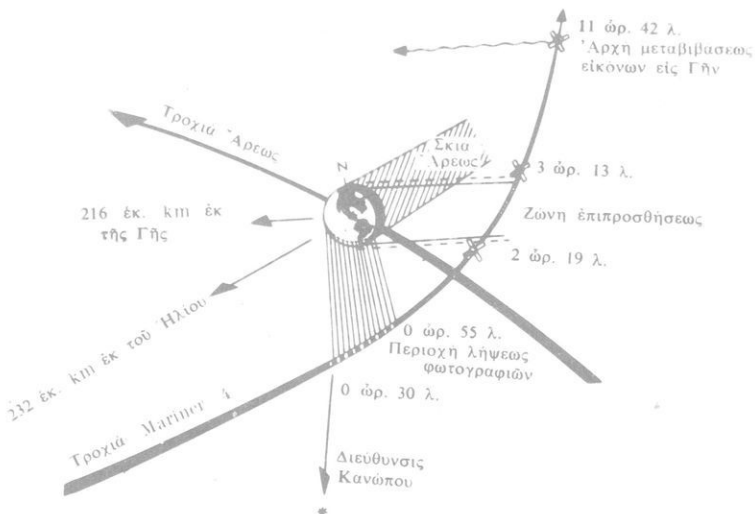
χιάν περί τήν σελήνην, ἀλλ' ἐπετεύχθη τοῦτο, τόσον ὑπό τῶν Ἀμερικανῶν μέ τούς Lunar Orbiter, 1, 2 καί 3, ὅσον καί ὑπό τῶν Ρώσων μέ τούς Luna 10, 11 καί 12.

Προκειμένου νά τοποθετηθοῦν οἱ δορυφόροι αὐτοί εἰς τροχιάν περίξ τῆς σελήνης, ἠκολούθησαν τήν ἐξῆς πορείαν: Ἀφοῦ πρῶτον περιεφέρθησαν περί τήν γῆν, ἐξῆλθον τῶν γηϊνῶν τροχιῶν τῶν διὰ τῆς λειτουργίας εἰδικῶν πυραύλων καί ἠκολούθησαν ὑπερβολικάς τροχιάς. Ὄταν ὁμως ἐπλησίασαν τήν σελήνην, κατόπιν ὠρισμένων χειρισμῶν, γενομένων αὐτομάτως ἀπό τήν γῆν, ἐτέθησαν εἰς ἔλλειπτικὰς τροχιάς περί τήν σελήνην. Εἰς τὰς τροχιάς αὐτάς ἡ σελήνη εὐρίσκετο εἰς τήν μίαν τῶν ἐστιῶν τῆς ἁλλείψεως, ἐφ' ὅσον αὕτη ἦτο τὸ κύριον ἔλκον σῶμα.

Γ'. **Διαστημόπλοια πρὸς τοὺς πλανήτας. α'.** Τὸν Αὐγουστον τοῦ 1962 οἱ Ἀμερικανοὶ ἐξετόξευσαν ἐπιτυχῶς τὸν Mariner 2, μέ τὸν σκοπὸν νά πλησιάσῃ τὸν πλανήτην Ἀφροδίτη. Πρὸς τοῦτο, ἐτέθη οὗτος εἰς προὔπολογισθεῖσαν τροχιάν περί τὸν ἥλιον. Ἐγινε δηλαδὴ τεχνητὸς πλανήτης. Ἀλλ' ὑπελογίσθη νά διαγράψῃ τροχιάν τοιαύτην, ὥστε τὸ ἐπίπεδόν της νά εὐρίσκεται εἰς ἐγγύς τοῦ ἐπιπέδου τροχιάς τῆς Ἀφροδίτης καί ἡ ἐκτόξευσις ἐγινεν εἰς τοιοῦτον χρόνον, ὥστε νά συμπίσῃ νά διέρχωνται ταυτοχρόνως ἀμφοτέροι οἱ πλανῆ-

Εἰκ. 39. Ὁ Μάρινερ 4.





Σχ. 52. Τροχιά του Μάρινερ 4, διερχομένου πλησίον του Άρεως.

ται — Άφροδίτη και Mariner 2 — από τὸ ἐγγύτερον σημεῖον τῆς τροχιάς των, διὰ νὰ ἔχουν τὴν πλησιεστέραν ἀπόστασιν.

Ὁ Mariner 2 εἶχε βάρους 200 kgr καὶ κατόπιν ταξιδίου 31½ μηνῶν, διήλθεν εἰς ἀπόστασιν 33.000 km ἀπὸ τὴν Άφροδίτην, 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 Άφροδίτης, 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 Άφροδίτης, αἱ τιμαὶ δὲ αὐταὶ σχεδὸν συνέπιπτον μὲ τὰς γνωστὰς ἐκ τῶν ἀστρονομικῶν παρατηρήσεων.

β'. Τὴν 14ην - 15ην Ἰουλίου 1965, κατόπιν ταξιδίου 228 ἡμερῶν, ὁ Mariner 4, βάρους 260 kgr ἐπλησίασε τὸν Άρην εἰς ἀπόστασιν 10.000 km (εἰκ. 39 καὶ σχ. 52) καὶ ἔλαβεν 22 φωτογραφίας τοῦ πλανήτου. Τὴν ἐποχὴν ἐκείνην ὁ Άρης εὕρισκετο εἰς ἀπόστασιν 216 ἑκατομ. km ἀπὸ τῆς γῆς καὶ 232 ἑκατομ. km ἐκ τοῦ ἡλίου. Αἱ φωτογραφίαι παρουσιάζουν ὄροσειράς καὶ πολλοὺς κρατῆρας, παρο-

μοίους με τούς τῆς σελήνης. Ἐμελέτησεν ἀκόμη τὴν θερμοκρασίαν καὶ τὴν πυκνότητα τῆς ἀτμοσφαιρας τοῦ Ἄρεως, καθὼς ἐπίσης καὶ τὸ μαγνητικὸν πεδίου αὐτοῦ. Παραμοίαις παρατηρήσεις ἐξετέλεσαν τὸ 1969 οἱ Mariner 6 καὶ 7, ἐξ ἀποστάσεως 3.500 km ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας του, καὶ ἀπέστειλαν 200 φωτογραφίας. 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 (§ 62α καὶ εἰκ. 16α).

γ'. Τὸν Ὀκτώβριον 1967 ἐπλησίασε τὴν Ἀφροδίτην ὁ Mariner 5 καὶ ὁ Venera 4, ὁ ὁποῖος ἔρριψε ἐπ' αὐτῆς εἰδικὴν ἄκατον με ἐπιστημονικὰ ὄργανα. Τὸ διαστημόπλοιο «Mariner 10» προσήγγισε τὴν Ἀφροδίτην κατὰ τὸν Φεβρουάριον 1974, ἐν συνεχείᾳ δὲ τὸν Ἀπρίλιον 1974, ὅτε ἐπλησίασε καὶ τὸν Ἑρμῆν, μετέδωσε τὰς πρώτας φωτογραφίας με λεπτομερείας τῆς ἀγνώστου μέχρι τοῦδε ἐπιφανείας αὐτοῦ.

δ'. Τὸ διαστημόπλοιο «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 διαστημόπλοιο αὐτὸ θὰ εἶναι τὸ πρῶτον ἀντικείμενον, κατασκευασμένον ἀπὸ ἀνθρωπίνας χεῖρας, τὸ ὁποῖον θὰ διαφύγη ἀπὸ τοῦ ἡλιακοῦ μας συστήματος.

**160. Διαπλανητικὰ ταξίδια.** α'. Ὡς τὸ πρῶτον ἐπηρεωμένον διαστημόπλοιο δύνανται νὰ θεωρηθῇ ὁ τεχνητὸς δορυφόρος Worstok 1 (1961), ἐπὶ τοῦ ὁποῖου ἐπέβαιεν ὁ Ρῶσσος ἀστροναύτης Gagarin. Ἐξετέλεσε μίαν περιφορὰν περὶ τὴν γῆν καὶ προσεγειώθη ὁμαλῶς. Ἐπειτα ὁ Ἀμερικανὸς ἀστροναύτης Glenn ἐξετέλεσε τρεῖς περιφορὰς περὶ τὴν γῆν καὶ προσεθαλασσοῦθη ὁμαλῶς, ἐπιβαίνων τοῦ διαστημοπλοίου Mercury 6 (1962).

Αἱ περίξ τῆς γῆς ἐπηρεωμένοι πτήσεις συνεχίσθησαν ἔκτοτε μὲ κάπως ταχύν ρυθμόν, τῶν τοιούτων δὲ δορυφόρων ἐπέβαινον ἀργότερον δύο ἢ τρεῖς ἀστροναῦται. Οἱ Ρῶσσοι ἐπέτυχον νὰ ἀποστείλουν πρῶτοι ὄχημα εἰς τὴν Σελήνην, τὸ «Λουνοχόντ». Τοῦτο διέτρεξε πολλὰ χιλιόμετρα ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας της καὶ ἀπέστειλε πλῆθος παρατηρήσεων. Οἱ Ἀμερικανοὶ ἐξ ἄλλου, ἐπέτυχον 10 συναντήσεις εἰς τὸ διάστημα, δύο περιφορὰς περὶ τὴν Σελήνην καὶ ἕξ προ-

σεδαφίσεις ἐπ' αὐτῆς, κατὰ τὰς ὁποίας οἱ ἀστροναῦται ἐξετέλεσαν ἐπίσης πλῆθος παρατηρήσεων.

β'. Οἱ ἀστροναῦται, προκειμένου νὰ πετάξουν εἰς τὸ διάστημα, ὑποβάλλονται εἰς πολλές καὶ μακροχρονίους ἀσκήσεις. Ἐπιλέγονται συνήθως μεταξύ τῶν ἐμπειροτέρων ἀεροπόρων. Δοκιμάζονται ἀπὸ ἀπόψεως διαμονῆς των εἰς κλειστὸν χῶρον, μεταβολῆς τῆς ἐπιταχύνσεώς των, ψυχικῆς ἀντοχῆς των κ.λπ. Ἐπίσης ἀσκοῦνται εἰς τὴν ἀκριβῆ καὶ ταχεῖαν ἐκτέλεσιν πολλῶν καὶ λεπτῶν χειρισμῶν, ὥστε νὰ δύναται νὰ κυβερνήσουν τὸ διαστημόπλοιον ἐπιτυχῶς καὶ νὰ ἐκτελέσουν ποικίλα παρατηρήσεις.

Εἰδικώτερον, ὡς πρὸς τὸ ζήτημα τῆς μεταβολῆς τῆς ἐπιταχύνσεως τῆς βαρύτητος, ἀσκοῦνται ὥστε νὰ δύναται ὁ ὀργανισμὸς των νὰ ἀντιῆξῃ εἰς αὐξησιν τῆς τιμῆς τῆς κατὰ 4 - 9 φορές ὡς πρὸς τὴν τιμὴν τοῦ  $g$ . Ἐπίσης ἐθίζονται, ὥστε νὰ εὐρίσκονται ὑπὸ μηδενικῆν τιμὴν ( $g = 0$ ), ἥτοι νὰ κινούνται εἰς τὸ διάστημα, χωρὶς νὰ ἔχουν βάρος.

Κατὰ τὴν ἐκκίνησίν των, τὸ διαστημόπλοιον (ὅταν εὐρίσκεται ἠνωμένον μετὰ τοῦ πυραύλου) ἀποκτᾷ εἰς μικρὸν χρονικὸν διάστημα (ὀλίγων λεπτῶν), ἐπιτάχυνσιν 5πλασίαν ἢ 9πλασίαν τῆς ἐπὶ τῆς γῆς. Οὕτω δέ, τὸ βάρος τῶν ἀστροναυτῶν αὐξάνει εἰς τὸ 9πλάσιον. Ὄταν ὁμως τεθῆ τοῦτο εἰς τροχίαν, ἡ ἐπιτάχυνσις μηδενίζεται. Ἐπομένως, οἱ ἀστροναῦται περιφέρονται περὶ τὴν γῆν ἢ καὶ περὶ τὴν σελήνην, ἀνευ ἔλξεως τινός, «ἴστανται» δὲ εἰς ὅποιανδήποτε θέσιν εὐρίσκονται, χωρὶς νὰ ἔχουν τὸ αἶσθημα, ὅτι δὲν εἶναι ἐν ἰσοροπίᾳ. 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 τροχιά ἦτο αἰσθητῶς ἑλλειπτικὴ, τότε οἱ ἀστροναῦται θὰ ἐκινούντο, ἔχοντες  $g$  διάφορον τοῦ μηδενός. Δηλαδὴ θὰ ἔχουν βάρος κυμαινόμενον. Ὄταν οἱ ἀστροναῦται ἐγκαταλείψουν τὴν κυκλικὴν τροχίαν καὶ εἰσέλθουν εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν τῆς γῆς, πάλιν ἡ ἐπιτάχυνσις αὐξάνει καὶ ὅταν φθάσουν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς, ἀποκτοῦν τὸ κανονικὸν των βάρος.

Τὰ μέχρι τοῦδε γεγόμενα ταξίδια περὶ τὴν γῆν ἔδειξαν, ὅτι ὁ ἄνθρωπος, κατόπιν ἐδικῶν ἀσκήσεων, ἐθίζεται εἰς τὰς συνθήκας τοῦ διαστήματος διὰ χρονικὸν διάστημα 3 ἢ περισσοτέρων ἑβδομάδων.

γ'. Τὸ πρόγραμμα τῶν Ἀμερικανῶν εἰς τὸν τομέα τῶν διαπλανητικῶν ταξιδίων ἐσχεδιάσθη ἀπὸ τοῦ ἔτους 1961 καὶ ἤρχισε πραγματοποιούμενον ἐν συνεχείᾳ ὡς ἀκολούθως :

1ον Πρόγραμμα «Ἐρμῆς» (Mercury). Κατασκευὴ καὶ ἀποστολὴ περίξ τῆς γῆς δορυφόρον μὲ πλήρωμα ἓνα ἄνδρα. Τοῦτο ἐστέφθη ὑπὸ ἐπιτυχίας καὶ τὰ συναχθέντα συμπεράσματα ἐχρησιμοποιήθησαν διὰ τὴν πραγματοποίησιν τῶν ἐπομένων πτήσεων.

2ον Πρόγραμμα «Δίδυμοι» (Gemini). Κατασκευὴ καὶ ἀποστολὴ περίξ τῆς γῆς διαστημοπλοίων μὲ πλήρωμα δύο ἀστροναυτῶν. «Περίπατοι» ἀστροναυτῶν εἰς τὸ διάστημα. Συνάντησις διαστημοπλοίων εἰς τὸ διάστημα καὶ ἀποχωρισμὸς αὐτῶν. Τὸ πρόγραμμα τοῦτο ἐτελείωσε τὸ 1966.



Εικ. 40. Φωτογραφία τῆς γῆς, αἰωρουμένης εἰς τὸ διάστημα, πλησίον τοῦ ὀρίζοντος σεληνιακοῦ τοπίου, ληφθεῖσα ἀπὸ τὸ «Ἀπόλλων 8».

3ον) Πρόγραμμα «'Απόλλων» (Apollo). Χρησιμοποίησις μεγαλυτέρων και εύρυχωροτέρων διαστημοπλοίων διά τρεις άστροναύτας. Κατασκευή μεγάλης προσωπικής δυνάμεως πυραύλων, διά τήν τοποθέτησιν τών διαστημοπλοίων επί τροχιάς. Ύχρησιμοποίηθη ό πύραυλος «Κρόνος V».

Τό πρόγραμμα «'Απόλλων» είχεν ώς τελικόν σκοπόν τήν προσεδάφισιν ανθρώπων επί τής σελήνης. Διηρέθη εις διάφορα στάδια, τά κυριώτερα τών όποιων είναι τά εξής :

α) «'Απόλλων 7» (Όκτώβριος 1968). Περιφορά τριών άστροναυτών περι τήν γήν δι' έκτέλεσιν διαφόρων δοκιμών και άσκήσεων.

β) «'Απόλλων 8» (Δεκέμβριος 1968). Ταξίδι τριών άστροναυτών εις τήν σελήνην, 10 περιφορά περί αύτήν (εις ύψος 110 km) και επάνοδος εις τήν γήν. Ή άποστολή αύτη επέτυχε πλήρως (Βλ. εικ. 40).

γ) «'Απόλλων 9» (Μάρτιος 1969). Περιφορά τριών άστροναυτών περι τήν γήν. Ήπιβίβασις τών δύο επί τής «σεληνακάτου», άνεξάρτητος περιφορά των περι τήν γήν εντός τής «σεληνακάτου», επάνοδος των εις τό κύριον διαστημόπλοιον και επιστροφή και τών τριών εις τήν γήν. Και ή άποστολή αύτη επέτυχε. Ήγιναν αι άναγκαιοῦσαι γενικαι δοκιμαι διά τās άποστολάς.

δ) «'Απόλλων 10» (Μάιος 1969). Ήποστολή τριών άστροναυτών εις τήν σελήνην και περιφορά των περι αύτήν, εις ύψος 120 km. Ήν συνεχείā άποχωρισμός «σεληνακάτου» μετά δύο άστροναυτών και κάθοδος της μέχρις ύψους 15 km. Ήπάνοδος των εις τό κύριον διαστημόπλοιον και όλων εις τήν γήν.

ε) «'Απόλλων 11» (Ιούλιος 1969). Ήποστολή τριών άστροναυτών εις σελήνην διά πυραύλου Κρόνος V (εικ. 38α, β). Κάθοδος τής σεληνακάτου «'Αετός» εις τήν θάλασσαν τής Ήρεμίας και εις μέρος που είχεν επιλεγή από τās άποστολάς τών Lunar Orbiter, τών Surveyor και τών άστροναυτών του «'Απόλλων». Ήξοδος τών δύο άστροναυτών εις τήν επιφάνειαν τής σελήνης. Λήψις φωτογραφιών, έγκατάστασις σειсмоγράφου και κατόπτρου άκτίνων Λείζερ, μέτρησις άκτινοβολιών και δειγματοληψία εκ του έδάφους.

στ) «'Απόλλων 12» (Νοέμβριος 1969). Ήποστολή τριών άστροναυτών εις τήν σελήνην. Ήποβίβασις τών δύο επί τής επιφανείας της, έγκατάστασις έτέρου σειсмоγράφου, μαγνητομέτρου και άλλων όργάνων και μικροῦ «πυρηνικού» έργοστασίου ενεργείας διά λειτουργίαν όργάνων και άποστολήν τών παρατηρήσεων εις τήν γήν.

ζ) «'Απόλλων 13» ('Απρίλιος 1970). Λόγω βλάβης τών μηχανών, τό διαστημόπλοιον δέν έφθασεν επί τής Σελήνης, άλλ' οι άστροναῦται επέστρεψαν σωοι εις τήν γήν.

η) «'Απόλλων 14» (Φεβρουάριος 1971). Ή σεληνάκατος «'Αντάρης» προσεδάφισθη επί τής όροσειριās Fra Mauro και οι άστροναῦται εξετέλεσαν πλήρως τήν άποστολήν των.

θ) «'Απόλλων 15» (Ιούλιος 1971). Ή σεληνάκατος «'Ιέραξ» κατήλθεν επί τών Ήπεννίνων όρέων, πλησίον τής χαράδρας Handly. Οι άστροναῦται έκαμαν τρεις εξόδους και εξηρεύνησαν με τήν βοήθειαν ειδικου αυτοκινήτου «River» περιοχην άκτίνοσ πλέον τών 50 km.



ι) «'Απόλλων 16» (Απρίλιος 1972). 'Η σεληνάκατος προσεδάφισθη βορείως του κρατήρος Καρτεσίου. Οί άστροναύται παρέμειναν πλέον τών 20 ώρων έκτός της σεληνακάτου επί της επιφανείας της σελήνης, όπου έγκατέστησαν επιστημονικά όργανα, περισυνέλεξαν πετρώματα και έξηρεύνησαν διαδρομήν 25 km διά του είδικού αυτοκινήτου «Rover».

ια) «'Απόλλων 17» (Δεκέμβριος 1972). 'Η σεληνάκατος προσεδάφισθη νοτίως του κρατήρος Λίττροβ και οί άστροναύται ειργάσθησαν 22 ώρας έκτός αυτής, επί της σεληνιακής επιφανείας. Αυτή ήτο και ή τελευταία τών άποστολών «'Απόλλων».

**161. Το μέλλον της 'Αστροναυτικής.** 'Η αυτοπρόσωπος παρουσία του ανθρώπου εις τά άλλα ουράνια σώματα άνοίγει μίαν νέαν έποχήν εις την επιστήμην του διαστήματος, δημιουργεί πολλάς προοπτικές εις ποικίλας έκδηλώσεις της ανθρωπίνης δραστηριότητας και θέτει, έκ νέου, υπό μελέτην και συζήτησιν γενικώτερα προβλήματα περι της ζωής και του κόσμου.

Παρά ταύτα, εάν ληφθῆ ύπ' όψιν, ότι ή άπόστασις της σελήνης έκ της γῆς, τών 384.000 km, μόλις ύπερβαίνει τὸ έν δευτερόλεπτον του έτους φωτός, ενώ ή άκτις του όλου σύμπαντος άνέρχεται εις δέκα και πλέον δισεκατομμύρια ε.φ., γίνεται φανερόν, ότι ό άνθρωπος μόλις κατώρθωσε νά πραγματοποιήσει μικρότατον βήμα έντός του σύμπαντος και ότι δέν είναι όρθον νά λέγεται ότι θά καταστή ό «κατακτητής του» !

## ΒΙΟΓΡΑΦΙΑΙ

Δ. Αιγινήτης, Καθηγητής του Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν καὶ Διευθυντὴς 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 μῆκος τοῦ τόξου τοῦ μεσημβρινοῦ, τοῦ περιλαμβανομένου μεταξύ Ἀλεξανδρείας καὶ Συήνης. Εὔρεν, ὅτι τοῦτο ἦτο ἴσον μὲ 7<sup>ο</sup> 12' καὶ ὅτι εἶχε μῆκος 5000 σταδίων. Συνεπῶς, τὸ μῆκος τοῦ ὄλου μεσημβρινοῦ ἀνήρχετο 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 μεγαλυτέρων ἀστρονόμων ὄλων τῶν ἐποχῶν. Εἰς αὐτὸν ὀφείλεται ἡ ἀνακάλυψις καὶ τῆς τρίτης κινήσεως τῆς γῆς, τῆς καλουμένης μεταπτώσεως, ἀλλὰ καὶ τόνων ἄλλων, ὥστε δικαίως ὠνομάσθη «πατὴρ τῆς Ἀστρονομίας».

Ὁ Κλαύδιος Πτολεμαῖος (Β' αἰὼν μ.Χ.) θεωρεῖται, ἐπίσης, ἐκ τῶν μεγαλυτέρων ἀστρονόμων. Τὸ ἔργον του «Μαθηματικὴ Σύνταξις» εἶναι τὸ σημαντικώτερον ἀστρονομικὸν βιβλίον τῆς ἀρχαιότητος.

Στ. Πλακίδης, ὁμότιμος Καθηγητὴς τῆς Ἀστρονομίας εἰς τὸ Πανεπιστήμιον Ἀθηνῶν καὶ τέως Διευθυντὴς τοῦ Ἐθνικοῦ Ἀστεροσκοπείου Ἀθηνῶν.

W. Baade (1893 - 1960), Γερμανὸς ἀστρονόμος ἐκ τῶν κυριωτέρων ἐρευνητῶν τῶν γαλαξιδῶν καὶ γενικώτερον τοῦ Σύμπαντος.

Ε. Barnard (1857 - 1923). Ἐπιφανὴς Ἀμερικανὸς ἀστρονόμος, ἀσχοληθεὶς περισσότερο 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, εἰσηγητὴς τῆς περιφήμου θεωρίας τῆς σχετικότητος, θεωρούμενος ὡς μία ἀπὸ τὰς μεγαλυτέρας μορφὰς τοῦ αἰῶνος μας.

A. S. Eddington (1882 - 1944), ἐπιφανὴς Βρεταννὸς ἀστρονόμος, διακρίθει εἰς τὴν ἐρευναν τῆς ἐσωτερικῆς συστάσεως τῶν ἀστέρων, ἀλλὰ καὶ τοῦ Σύμπαντος ὁλοκλήρου.

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 των μεγαλύτερων, ζήσας και έργασθεις εν 'Αγγλίᾳ, εις τὸν ὁποῖον, ἐκτὸς τόσων ἄλλων, ὀφείλεται καὶ ἡ ἀνακάλυψις τοῦ πλανῆτου Οὐρανοῦ.

Fr. Hoyle, 'Αγγλὸς ἀστροφυσικὸς, γεννηθεὶς τὸ 1915. Εἶναι καθηγητὴς εἰς τὸ Πανεπιστήμιον τοῦ Manchester καὶ θεωρεῖται ἕνας ἐκ τῶν μεγαλύτερων συγχρόνων ἀστρονόμων.

E. Hubble (1889 - 1953), διάσημος 'Αμερικανὸς ἀστρονόμος ἐκ τῶν κυριωτέρων ἐρευνητῶν τοῦ Σύμπαντος, ὅστις διετύπωσε κατ' ἀντιδιαστολὴν πρὸς τὸν νόμον τῆς ἔλξεως, τὸν νόμον τῆς διαστολῆς τοῦ σύμπαντος, εἰς τὸν ὁποῖον ὑπακούουν οἱ γαλαξίαι.

J. Jeans (1877 - 1946), διάσημος 'Αγγλὸς ἀστροφυσικὸς καὶ κοσμογόνος. 'Ἀσχολήθη μὲ τὴν συμπεριφορὰν τῶν ἀερίων, τῶν ὑγρῶν καὶ τῶν στερεῶν, τὰ ὅποια ὑπόκεινται εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῆς βαρῦτητος καὶ εὐρίσκονται ἐν περιστροφῇ. Θεωρεῖται ὡς ἕνας ἐκ τῶν μεγαλύτερων ἐπιστημόνων καὶ φιλοσόφων τῶν νεωτέρων χρόνων.

J. Kepler (1571 - 1630), διάσημος Γερμανὸς ἀστρονόμος, ἀνακάλυψας τοὺς 3 νόμους κινήσεως τῶν πλανητῶν. 'Ὡνομάσθη «νομοθέτης τοῦ Οὐρανοῦ».

N. Kopernicus (1473 - 1543), ἐπιφανὴς Πολωνὸς ἀστρονόμος. 'Ἐγένετο παγκοσμίως γνωστὸς ὡς εἰσηγητὴς καὶ ὑποστηρικτὴς τοῦ ἡλιοκεντρικοῦ συστήματος, τὸ ὁποῖον ἐπενόησε τὸν 3ον π.Χ. αἰῶνα ὁ 'Ἑλληνας ἀστρονόμος 'Αρίσταρχος ὁ Σάμιος.

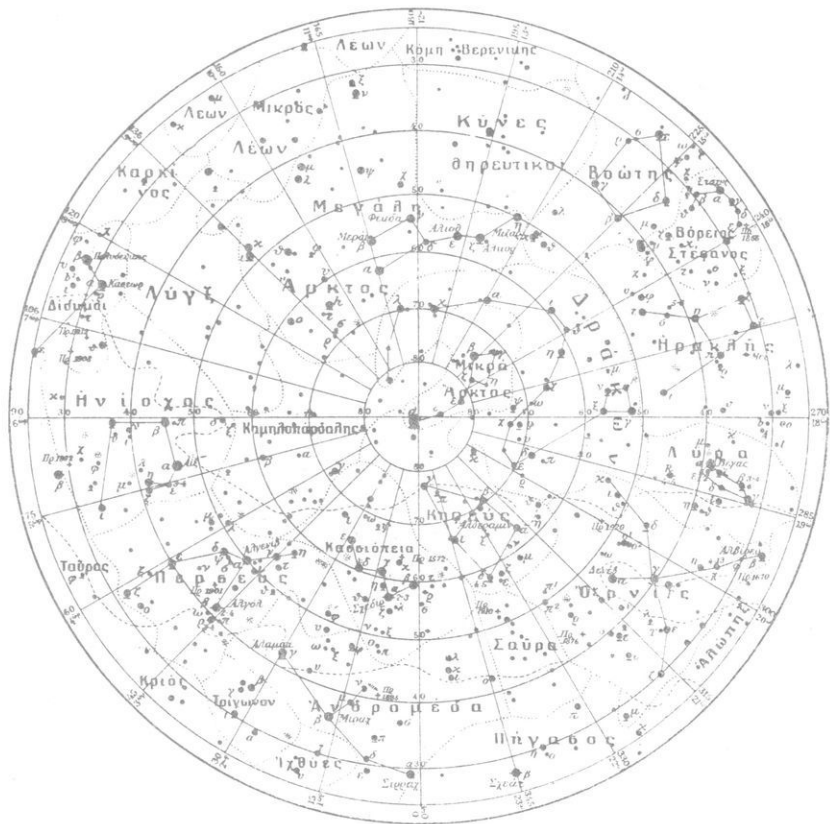
P. Laplace (1749 - 1827), διαπρεπὴς Γάλλος ἀστρονόμος καὶ μαθηματικὸς, γνωστότατος διεθνῶς, κυρίως ἀπὸ τῆν κοσμογονικὴν του θεωρίαν.

G. Lemaitre (1894 - 1967), διάσημος Βέλγος ἀστροφυσικὸς, μαθηματικὸς καὶ κοσμολόγος.

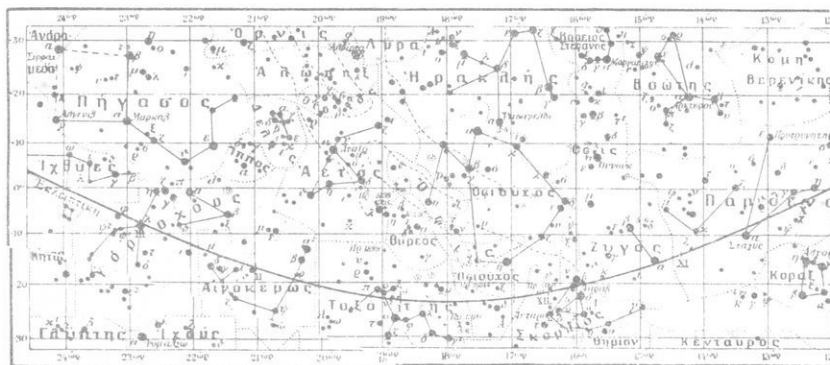
Isaac Newton (1643 - 1727), διάσημος 'Αγγλὸς ἀστρονόμος, μαθηματικὸς καὶ φυσικὸς, θεωρούμενος ὡς «πατὴρ τῆς Οὐρανίου Μηχανικῆς».

H. N. Russell, διάσημος 'Αμερικανὸς 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 ἐκ τῶν μεγαλύτερων συγχρόνων ἀστρονόμων καὶ φυσικῶν, ἀσχοληθεὶς καὶ μὲ προβλήματα φιλοσοφίας.



Βόρειον ημισφαίριον



ΑΥ, ΑΤ

Ήμερήνια ζώνη



ΠΙΝΑΚΙ  
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

Πλανήτης	'Απόσταση εκ του ήλιου		Χρόνος περιφορά- την ήμ.	Ταχύτης περιφ. χλμ/δευτ.	Συνοδική περίοδος εις ημέρας	Τροχιάς		Διάμετρος	Μέγεθος (Γ <sub>η</sub> = 1)			Ένταση βαρύτητος	Κριτική ταχύτης km/sec	Περιτροφή		Πλάτυνσις	
	Εις έκαστη χλμ.	Εις α.μ.				Έκκεντρότης	Κλίσις ὡς πρὸς τὴν ἑκλειπτι- κὴν		Μέγεθος	Μάζα	Πυκνότης			Χρόνος ἡμ. ὁρ. λ.	Κλίσις ὡς πρὸς τὴν τροχιάαν		
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
'Αφροδίτη	108	0,723	225	35,0	584	0,007	3	24	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
* Ἄρης	228	1,524	1 322	24,2	780	0,093	1	51	0,53	0,15	0,11	0,69	0,38	5,0	24 37	23 59	1:288
Ζεύς	778	5,203	11 315	13,1	399	0,048	1	19	11,2	318,00	0,24	0,13	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
Οὐρανός	2.868	19,18	84	7	6,8	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

Αδς. αριθμός	Σύμβολον	*Όνομα	*Αστρινόν μέγεθος	Διάμετρος εις χλμ.	*Απόστασις εκ του πλανήτη του εις άκτινας του πλαν.	Χρόνος Περιφοράς *Ημ. ώρ. λ.	Φορά κινήσεως	*Έτος *Ανακαλύψεως	*Όνομα *Ανακαλύψαντος
--------------	----------	--------	-------------------	--------------------	---	---------------------------------	---------------	--------------------	-----------------------

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	*Αμάλθεια	13,0	160	2,53	11 57	*Ορθή	1892	Μπαρνάρ
2	I	*Ίω	5,5	3.220	5,91	1 18 28	»	1610	Γαλιλαΐος
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	*Ίανός						1967	Ντολφούς
2	I	Μίμωσ	12,1	520	3,07	22 37	*Ορθή	1789	Ούιλ *Έρσελ
3	II	*Εγκελάδος	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	Χουιγκένς
8	VII	*Υπερίων	14	400	24,5	21 6 38	»	1848	Μπόντε
9	VIII	*Ίαπετός	11	1.200	58,9	79 7 55	»	1671	Κασσινί
10	IX	Φοίβη	14,5	300	214,4	550 11 24	*Ανάδρ.	1898	Πίκεριυγκ

ΟΥ Ρ Α Ν Ο Σ

1	V	Μιράντα	17	200	5,2	1 9 56	*Ορθή	1948	Κόιπερ
2	I	*Αριήλ	15,5	600	7,7	2 12 29	*Ανάδρ.	1851	Λάσσελ
3	II	Ούμβριήλ	16	400	10,7	4 3 28	»	1851	»
4	III	Τιτανία	14	1.000	17,6	8 16 56	»	1787	Ούιλ *Έρσελ.
5	IV	*Οβερών	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	Νηρεΰς	19,5	300	211	359 10	*Ορθή	1949	Κόιπερ

**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: Camelopardalus	Cam
3. Κασσιόπη: Cassiopeia Cas		
4. Κηφεύς: Cepheus Cep		

**Β'. Βόρειοι άστερισμοί, άμφιφανείς εις την Έλλάδα (23)**

7. Άνδρομέδα: Andromeda And	18. Όφεις: Serpens	Ser
8. Τρίγωνον: Triangulum Tri	19. Όφιοϋχος: Ophiuchus	Oph
9. Περσεύς: Perseus Per	20. Άσπίς: Scutum	Sc
10. Άνίοχος: Auriga Aur	21. Λύρα: Lyra	Lyr
11. Λύξ: 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. Άρακλής: Hercules Her	28. Σαύρα: Lacerta	Lac
	29. Πήγασος: Pegasus	Peg

**Γ'. Άστερισμοί του Ζωδιακού Κόκλου, όρατοι εις την Έλλάδα (12)**

30. Κριός: Aries Ari	36. Ζυγός: Libra	Lib
31. Ταύρος: Taurus Tau	37. Σκορπιός: Scorpius	Sc
32. Δίδυμοι: Gemini Gem	38. Τοξότης: Sagittarius	Sgr
33. Καρκίνος: Cancer Cnc	39. Αιγόκερωσ: Capricornus	Cap
34. Λέων: Leo Leo	40. Ύδροχός: Aquarius	Aqr
35. Παρθένος: Virgo Vir	41. Ίχθύες: Pisces	Psc

**Δ. Νότιοι άστερισμοί, όρατοι εις την Έλλάδα (28)**

42. Κήτος: Cetus Cet	49. Τρόπις: Carina	Car
43. Άριδανός: Eridanus Eri	50. Πρύμνα: Puppis	Pup
44. Όρίων: Orion Ori	51. Ίστία: Vela	Vel
45. Λαγώς: Lepus Lep	52. Ύδρα: Hydra	Hya
46. Περιστέρα: Columba Col	53. Κρατήρ: Crater	Crt
47. Μέγας Κύνσ: Canis Major CMA	54. Κόραξ: Corvus	Crv
48. Μικρός Κύνσ: 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-	CrA	65. Ἀντλία· Antlia	Ant
stralis		66. Ἐξάσ· Sextans	Sex
59. Νότιος Ἰχθύς· Piscis Au-	PsA	67. Γνώμων· Norma	Nor
stralis		68. Μικροσκόπιον· Microscopium	Mic
60. Γλύπτης· Sculptor	Scl	69. Γερανός· Grus	Gru
61. Φοῖνιξ· Phoenix	Phe		
62. Κάμινος· Fornax	For		

### Ε'. Νότιοι

### ἀστερισμοί, ἄορατοι εἰς Ἑλλάδα (19)

70. Τουκάνα· Tucana	Tuc	80. Διαβήτης· Circinus	Cir
71. Ὁρολόγιον· Horologium	Hor	81. Μυῖα· Musca	Mus
72. Γλυφεῖον· Coelum	Coe	82. Νότιος Σταυρός· Crux	Cru
73. Ὕδρος· Hydros	Hyi	83. Πτηνόν· Apus	Aps
74. Δίκτυον· Reticulum	Ret	84. Νότιον Τρίγωνον· Triangulum Australe	TrA
75. Δοράς· Dorado	Dor	85. Ὀκτάς· Octas	Oct
76. Ὁκρίβας· Pictor	Pic	86. Ταώς· Pavo	Pav
77. Τράπεζα· Mensa	Men	87. Τηλεσκόπιον· Telescopium	Tel
78. Ἰπτάμενος Ἰχθύς· Volans	Vol	88. Ἴνδός· Indus	Ind.
79. Χαμαιλέων· Chamaleon	Cha		



024000019651

ΕΚΔΟΣΙΣ ΣΤ', 1974 (VIII)-ΑΝΤΙΤΥΠΑ 62.000-ΣΥΜΒΑΣΙΣ 2461/21-5-1974

Ἐκτόπῳσις — Βιβλιοδεσία Ἄ/φῶν Γ. ΡΟΔΗ — Ἄμαρονσίον 59 — Ἄμαρούσιον



