

Δ. ΚΩΤΣΑΚΗ - Κ. ΧΑΣΑΠΗ

ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

ΣΤ. ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ - ΑΘΗΝΑΙ 1970

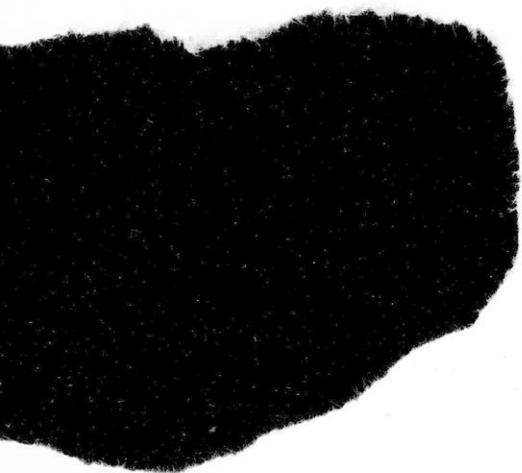
49021

Κακωδογέν
Anna,
ΣΤ



ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

ΔΩΡΕΑ
ΕΘΝΙΚΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ



ΤΙΝΑΞ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	Σελίς
ΕΙΣΑΓΩΓΗ. 'Ο Ούρανὸς καὶ τὸ Σύμπαν	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'. ΤΟ ΣΥΜΠΑΝ	17
I. ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΕΚΤΑΣΙΣ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ	17
1. Ὁρισμός τοῦ Σύμπαντος	17
2. Σχῆμα τοῦ Σύμπαντος	18
3. Ἔκτασις τοῦ Σύμπαντος	18
II. ΟΙ ΓΑΛΑΞΙΑΙ	19
4. Γαλαξίαι	19
5. Πλῆθος τῶν γαλαξιῶν	20
6. Μορφὴ τῶν γαλαξιῶν	21
7. Σύστασις τῶν γαλαξιῶν	23
8. Μέγεθος, περιστροφὴ καὶ μᾶζα τῶν γαλαξιῶν	25
III. ΓΑΛΑΞΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ	26
9. Συστήματα, ὁμάδες καὶ σμήνη γαλαξιῶν	26
10. Τοπικὴ ὁμάς γαλαξιῶν	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'. Ο ΓΑΛΑΞΙΑΣ ΜΑΣ	31
11. Σύστασις, σχῆμα καὶ διαστάσεις τοῦ γαλαξίου	31
12. Συγκρότησις τοῦ γαλαξίου ἀστέρες, ραδιαστέρες, νεφελώματα καὶ μεσοαστρικὴ ὥλη του	32
13. Δομὴ τοῦ γαλαξίου. «Τοπικὸν σύστημα»	36
14. Περιστροφὴ τοῦ γαλαξίου	38
15. Τὸ ἡλιακὸν σύστημα	39
16. Σχέσις τῆς γῆς πρὸς τὸν γαλαξίαν καὶ τὸ Σύμπαν	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'. ΑΣΤΕΡΕΣ ΚΑΙ ΑΣΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	42
I. ΟΝΟΜΑΣΙΑ, ΛΑΜΠΡΟΤΗΣ ἙΚΑΙ ΠΛΗΘΟΣ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ – ΑΣΤΕΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΥΡΑΝΟΓΡΑΦΙΑ	42
17. Οἱ 88 ἀστερισμοί	42

	Σελίς
18. Ὄνομασίαι τῶν ἀστέρων	43
19. Λαμπρότης τῶν ἀστέρων	43
20. Τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων	46
21. Κατάλογοι ἀστέρων καὶ χάρται τοῦ οὐρανοῦ	47
22. Οὐρανογραφία	47
II. ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ	50
23. Ἀπόστασις τοῦ ἥλιου ἐκ τῆς γῆς. Ἀστρονομικὴ μονάς	50
24. Παραλλάξεις τῶν ἀστέρων. Ἡ μονάς παρσέκ	51
25. Ἀποστάσεις τῶν ἀστέρων. Ἀπόλυτον μέγεθος	53
26. Πραγματικὴ κινήσεις τῶν ἀστέρων	54
27. Μεταβατικὴ κίνησις τοῦ ἥλιου	56
III. ΧΡΩΜΑ, ΦΑΣΜΑ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ	57
28. Χρώματα τῶν ἀστέρων	57
29. Φασματικοὶ τύποι τῶν ἀστέρων	57
IV. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ, ΜΑΖΑ, ΠΥΚΝΟΤΗΣ, ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ	60
30. Διάμετροι τῶν ἀστέρων	60
31. Ἀστέρες γίγαντες καὶ νᾶνοι	60
32. Μᾶζαι καὶ πυκνότης τῶν ἀστέρων	61
33. Δομὴ καὶ περιστροφὴ τῶν ἀστέρων	62
V. ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΙ ΑΣΤΕΡΕΣ	63
34. Ὁρισμὸς καὶ ταξιμόμησις τῶν μεταβλητῶν ἀστέρων	63
35. Τὰ αἴτια τῆς φωτεινῆς κυμάνσεως τῶν μεταβλητῶν	64
36. Ἡ σπουδαιότης τῶν μεταβλητῶν ἀστέρων	65
VI. Η ΕΞΕΛΙΞΙΣ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ	66
37. Τὸ διάγραμμα Χέρτσμπρουνγκ Ράσσελ	66
38. Ἡ ἔξελιξις τῶν ἀστέρων	66
VII. ΑΣΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	68
39. Διπλοὶ ἀστέρες	68
40. Πολλαπλοὶ ἀστέρες	69
41. Ἀστρικὰ σμήνη	70
42. Οἱ δύο πληθυσμοὶ τῶν ἀστέρων	72
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'. Ο ΗΛΙΟΣ	73
I. ΣΧΗΜΑ ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ	73
43. Σχῆμα καὶ περιστροφὴ τοῦ ἥλιου	73
44. Μέγεθος τοῦ ἥλιου	73
II. ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	76

	Σελίς
45. Λαμπρότης τοῦ ἡλίου	76
46. Ἡ ἥλιακή σταθερά	76
47. Προέλευσις τῆς ἥλιακῆς ἐνεργείας	76
48. Θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἡλίου	78
III. ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΙΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ	78
49. Αἱ ἥλιακαι στοιβάδες	78
50. Τὸ ἥλιακὸν φάσμα	80
51. Μορφαὶ τῆς ἥλιακῆς ἀκτινοθολίας	80
52. Χημικὴ σύστασις τοῦ ἡλίου	81
IV. ΗΛΙΑΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ	81
53. Οἱ φωτοσφαῖρικαι σχηματισμοὶ	81
54. Οἱ ἥλιακοι νόμοι	83
55. Τὰ φαινόμενα τῆς χρωμοσφαίρας	85
56. Τὰ φαινόμενα τοῦ στέμματος	87
V. ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ ΕΠΙ ΤΗΣ ΓΗΣ	88
57. Γήινα φαινόμενα, ἀκολουθοῦντα τὴν 11ετῆ κύκλον	88
58. Αἱ ἐκλάμψεις καὶ τὰ ἡλεκτρομαγνητικὰ γήινα φαινόμενα	89
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε' ΤΟ ΗΛΙΑΚΟΝ ΣΥΣΤΗΜΑ	91
I. ΚΙΝΗΣΙΣ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΗΛΙΟΝ	91
59. Τὸ γεωκεντρικὸν καὶ ἥλιοκεντρικὸν σύστημα	91
60. Αἱ πραγματικαὶ καὶ αἱ φαινομενικαὶ κινήσεις τῶν πλανητῶν	91
61. Οἱ νόμοι τοῦ Kepler καὶ τοῦ Νεύτωνος	92
62. Ἀποστάσεις τῶν πλανητῶν ἐκ τοῦ ἡλίου	95
63. Ταξινόμησις τῶν πλανητῶν	96
64. Συζυγίαι καὶ ἀποχαὶ τῶν πλανητῶν	96
65. Φάσεις τῶν πλανητῶν	98
66. Οἱ δορυφόροι τῶν πλανητῶν	99
II. ΟΙ ΠΛΑΝΗΤΑΙ ΚΑΙ ΟΙ ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ ΤΩΝ	99
67. Τὰ μεγέθη τῶν πλανητῶν καὶ τῶν δορυφόρων	99
68. Περιστροφὴ τῶν πλανητῶν	101
69. Ἐρμῆς	102
70. Ἀφροδίτη	102
71. Ἄρης	104
72. Μίκροὶ πλανῆται (ἀστεροειδεῖς)	106
73. Ζεὺς	107
34. Κρόνος	109
75. Ούρανὸς	110
76. Ποσειδῶν	111

	Σελίς
77. Πλούτων	112
III. ΚΟΜΗΤΑΙ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΑ	116
78. Μορφή, μέγεθος καὶ πλῆθος τῶν κομητῶν	116
79. Τροχιαὶ τῶν κομητῶν περιοδικοὶ καὶ μὴ περιοδικοὶ κομῆται	117
80. Θεωρία τῆς ὅγρας· οἰκογένειαι καὶ προέλευσις τῶν κομητῶν	118
81. Φυσικὴ κατάστασις καὶ χημικὴ σύστασις τῶν κομητῶν	119
82. Οἱ κομῆται τοῦ Βιέλα καὶ τοῦ Χάλλεϋ	119
83. Μετέωρα	121
84. Πλῆθος καὶ βροχαὶ διάφτοντων	122
85. Οἱ ἀερόλιθοι	123
86. Ζῳδιακὸν καὶ ἀντιηλιακὸν φῶς	124
 ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ' Η ΓΗ	125
I. ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΗΣ ΓΗΣ	125
87. Ἡ γηίνη σφαῖρα· ἄξων αὐτῆς καὶ κύκλοι τῆς ἐπιφανείας της	125
88. Γεωγραφικαὶ συντεταγμέναι	125
89. Τὸ γῆϊνον ἐλλειψοειδὲς	126
II. ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΤΗΣ ΓΗΣ	128
90. Αἱ στοιβάδες τῆς γηίνης σφαίρας	128
91. Ἡ ἀτμόσφαιρα	129
92. Ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις	131
93. Ὁ γηίνος μαγνητισμὸς	133
III. ΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΓΗΣ	134
94. Ἡ περιστροφὴ τῆς γῆς	134
95. Ἡ κίνησις τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον	135
96. Ἀποτελεσματα τοῦ συνδυασμοῦ τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς καὶ τῆς κινήσεως αὐτῆς περὶ τὸν ἥλιον	136
97. Ἡ μετάπτωσις καὶ ἡ κλόνησις	140
 ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'. Η ΣΕΛΗΝΗ	142
I. Η ΣΕΛΗΝΗ ΩΣ ΔΟΡΥΦΟΡΟΣ ΤΗΣ ΓΗΣ	142
98. Ἀπόστασις καὶ μέγεθος τῆς σελήνης	142
99. Κίνησις τῆς σελήνης περὶ τὴν γῆν	142
100. Αἱ φάσεις τῆς σελήνης	143
101. Περιστροφὴ καὶ σχῆμα τῆς σελήνης	145
II. ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΤΗΣ ΣΕΛΗΝΗΣ	146
102. Ἐπιφάνεια τῆς σελήνης	146
103. Τὸ ἔδαφος καὶ τὸ ἐσωτερικὸν τῆς σελήνης	150

	Σελίς
104. Ἀτμόσφαιρα καὶ θερμοκρασία τῆς σελήνης	150
III. ΑΙ ΕΚΛΕΙΨΕΙΣ	152
105. Ἡ σκιά καὶ ἡ παρασκιά τῆς γῆς	152
106. Αἱ ἐκλείψεις τῆς σελήνης	152
107. Ἡ σκιά καὶ ἡ παρασκευά τῆς σελήνης	153
108. Αἱ ἐκλείψεις τοῦ ἥλιου	154
109. Συχνότης καὶ περιοδικότης τῶν ἐκλείψεων	155
IV. ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΙ	157
110. Τὸ φαινόμενον τῆς παλιρροίας καὶ ἡ σελήνη	157
111. Ἐρμηνεία τοῦ φαινομένου τῶν παλιρροιῶν	157
112. Ἡ παλιρροία τοῦ Εύριπου	159
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'. Η ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΣΦΑΙΡΑ	161
113. Οὐράνιος σφαῖρας σχῆμα καὶ χρῶμα τοῦ οὐρανοῦ	161
114. Κατακόρυφος τόπου· κατακόρυφοι κύκλοι	162
115. Φυσικὸς καὶ αἰσθητὸς δρίζων· δριζόντιος κύκλοι	163
116. Γωνιώδης ἀπόστασις δύο σημείων	164
117. Ζενιθία ἀπόστασις καὶ ὑψος ἀστέρος	165
118. Ἄξων τοῦ κόσμου καὶ οὐράνιος ἴσημερινὸς	166
119. Ὁριαστοί καὶ παράλληλοι κύκλοι	167
120. Μεσημβρινὸν ἐπίπεδον καὶ οὐράνιος μεσημβρινὸς τόπου· κύρια σημεῖα τοῦ δρίζοντος	168
121. Φαινομένη περιστροφὴ τῆς οὐρανίου σφαίρας καὶ νόμοι αὐτῆς	170
122. Ἀνατολαὶ καὶ δύσεις τῶν ἀστέρων· ἡμερήσια καὶ νυκτερινὰ τόξα αὐτῶν	172
123. Ἀειφανεῖς, ἀμφιφανεῖς καὶ ἀφανεῖς ἀστέρες εἰς ἓνα τόπον	173
124. Μεσουρανήσεις τῶν ἀστέρων εἰς ἓνα τόπον	174
125. Δύο θεμελιώδεις ίδιότητες τοῦ οὐρανίου μεσημβρινοῦ	175
126. Ἀπόκλισις καὶ πολικὴ ἀπόστασις ἀστέρος	177
127. Ὁριασία γωνία ἀστέρος	178
Ο ΗΛΙΟΣ ΕΙΣ ΤΗΝ ΟΥΡΑΝΙΟΝ ΣΦΑΙΡΑΝ	180
128. Ἐκλειπτικὴ	180
129. Ἰσημερίαι καὶ τροπαὶ	182
130. Ἀνισότης διαρκείας τῶν ὥρῶν τοῦ ἔτους	184
131. Μεταβολὴ τῆς διαρκείας τῶν ὥρῶν τοῦ ἔτους	186
132. Ζωδιακὴ ζώνη	187
ΟΥΡΑΝΟΓΡΑΦΙΚΑΙ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΑΙ	189
133. Ὁρθὴ ἀναφορὰ ἀστέρος	189
134. Ὁρισμὸς τῆς θέσεως σημείου ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας	191

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Θ'. ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ	Σελίς
135. Αἱ δύο μεγάλαι μονάδες μετρήσεως τοῦ χρόνου	193
I. Η ΗΜΕΡΑ	193
136. Ἀστρικὴ ἡμέρα, ἀστρικὸς χρόνος, ἀστρικὰ ὥροιογια	193
137. Θεμελιώδεις σχέσεις μεταξὺ ἀστρικοῦ χρόνου (T), δρθῆς ἀναφορᾶς (α) καὶ ὥρισις γωνίας (H)	195
138. Ἀληθής ἡλιακὴ ἡμέρα, ἀληθής ἡλιακὸς χρόνος, ἡλιακὴ ὥροιογια	197
139. Μέσος ἡλιος, μέσῃ ἡλιακὴ ἡμέρα, μέσος ἡλιακὸς χρόνος, ὥροιογια μέ- σου ἡλιακοῦ χρόνου	199
140. Ἐξίσωσις τοῦ χρόνου	200
141. Πταγκόσμιος χρόνος	201
142. Ἀρχὴ καὶ ἀλλαγὴ τῆς ἡμέρας	204
II. ΤΟ ΕΤΟΣ	206
143. Ἀστρικόν, τροπικόν καὶ πολιτικόν ἔτος	206
144. Ἡμερολόγια ἡλιακά, σεληνιακά, σεληνοηλιακά	208
145. Τὸ ἡμερολόγιον τοῦ Νουμᾶ	208
146. Τὸ ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον	208
147. Τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον	209
148. Καθορισμὸς τῆς ἡμερομηνίας τῆς ἑορτῆς τοῦ Πάσχα	211
149. Ὁ κύκλος τοῦ Μέτωνος	211
150. Τὸ παγκόσμιον ἡμερολόγιον	212
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ι'. ΚΟΣΜΟΓΟΝΙΑ	215
151. Μικροκοσμογονία καὶ μακροκοσμογονία	215
152. Προέλευσις τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος	215
153. Χαρακτηριστικὰ γνωρίσματα τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος	216
154. Αἱ «ἔξελικτικαι» καὶ αἱ «δυναμικαι» θεωρίαι	217
155. Ἡ πρωτοπλανητικὴ θεωρία	219
156. Γένεσις τῶν δστέρων καὶ τῶν γαλαξιῶν	220
157. Διαστολὴ τοῦ Σύμπαντος	223
158. Ἡλικία τοῦ Σύμπαντος	225
159. Ἀρχὴ καὶ τέλος τοῦ Σύμπαντος	226
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΑ'. ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ	228
160. Γνώμων	228
161. Χρονόμετρα καὶ ἐκκρεμῆ	229
162. Τηλεσκόπια	229
163. Ειδικὰ ἀστρονομικὰ δργανα	234
164. Ραδιοτηλεσκόπια	234

	Σελίς
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΒ'. ΑΣΤΡΟΝΑΥΤΙΚΗ	236
Εισαγωγή	236
165. Οι θεμελιώδεις νόμοι της Μηχανικῆς	237
166. Ταχύτης διαφυγῆς	237
167. Κίνησις τῶν τεχνητῶν δορυφόρων	239
168. Άι τρεῖς κοσμικαὶ ταχύτητες	240
169. Ἀρχὴ τῆς δράσεως καὶ ἀντιδράσεις καὶ τεχνικὴ τῶν πυραύλων	241
170. Τοποθέτησις δορυφόρου ἐπὶ τροχιᾶς	242
171. Ἐρευναι διὰ τῶν τεχνητῶν δορυφόρων	245
172. Ἐξέδραι τοῦ διαστήματος	248
173. Διαστημόπλοια	248
174. Διαπλανητικὰ ταξίδια	255
175. Τὸ μέλλον τῆς Ἀστροναυτικῆς	258
Οἱ 88 ἀστερισμοί, τὰ διεθνῆ δύναματά των καὶ τὰ σύμβολά των...	260
Χάρται τοῦ Οὐρανοῦ.....	262

Ο ΟΥΡΑΝΟΣ ΚΑΙ ΤΟ ΣΥΜΠΑΝ

Δ. Είναι νύκτα χωρὶς νέφη καὶ Σελήνην. Ενδισκόμεθα μακρὰν ἀπὸ τὰ φῶτα τῆς πόλεως, εἰς τὸ ὄπαιθον. Ἐάν κυντάξωμεν πρὸς τὰ ἐπάνω καὶ γύρω μας, θὰ ἴδωμεν τὸν οὐρανὸν πλημμυρισμένον ἀπὸ χιλιάδες φωτεινὰ σημεῖα, τοὺς ἀστέρας. Ο· οὐρανὸς φαίνεται συνήθως κνανοῦς κατὰ τὴν ἥμέραν καὶ μελανὸς κατὰ τὴν νύκτα.

Ἐάν φαντασθῶμεν, δτὶ δὲν ὑπῆρχεν ἡ γῆ καὶ δτὶ ἐμέναμεν μετέωροι εἰς τὸ διάστημα, τότε θὰ ἐβλέπαμε νὰ μᾶς περιβάλονταν ἀπὸ παντοῦ οἱ ἀστέρες τοῦ οὐρανοῦ. Θὰ ἐφαίνοντο δὲ ὅλοι εἰς τὴν ἴδιαν ἀπὸ γῆμᾶς ἀπόστασιν, διεσπαρμένοι ἐπάνω εἰς τὴν οὐράνιον σφαῖραν. Ἡ σφαῖρα αὐτὴ δὲν εἶναι πραγματική, ἀλλὰ φανταστική.

Ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαῖρας φαίνονται διάφορα ἀντικείμενα, τὰ οὐράνια σώματα. Εἰς τὰ οὐράνια σώματα ἀνήκουν ὁ ἥλιος, ἡ σελήνη, οἱ πλανῆται, οἱ κομῆται, οἱ ἀστέρες, τὰ φωτεινὰ καὶ σκοτεινὰ νεφελώματα, ἡ μεταξὺ τῶν ἀστέρων ὑπάρχουσα ὅλη — 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 Παλομὰρ δύνανται νὰ φωτογραφηθοῦν 5.000.000.000 ἀστέρες.

Ο Γαλαξίας μας ὑπολογίζεται, δτὶ ἔχει πλέον τῶν 150 δισεκατομμυρίων ἀστέρας. Καὶ ὑπάρχουν εἰς τὸ διάστημα τρισεκατομμύρια γαλαξιῶν μὲ ἀριθμὸν ἀστέρων, ἀνάλογον πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν ἀστέρων τοῦ ἴδιου μας Γαλαξίου.

Τὸ σύνολον τῶν οὐρανίων σωμάτων, τὰ δποῖα εἶναι ἐγκατεσπαρμένα μέσα εἰς τὸν χῶρον ἀποτελοῦν τὸ φυσικὸν Σύμπαν. Δηλαδὴ τὸ Σύμπαν ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸν ἥλιον, τοὺς πλανῆτας, τοὺς ἀστέρας, τὰ νεφελώματα, τὴν « μεσοαστρικὴν » ὅλην, τὸν γαλαξίας καὶ γενικώτερον ἀπὸ δτὶ ἄλλο ὑλικὸν ἀντικείμενον ὑπάρχει μέσα εἰς τὸν χῶρον. ¶

‘Η Ἀστρονομία είναι ή ἐπιστήμη ποὺ ἀσχολεῖται μὲ τὴν μελέτην τῶν οὐρανίων σωμάτων. Χωρίζεται εἰς δύο μεγάλους κλάδους: α) **Τὴν Κλασικὴν Ἀστρονομίαν**, ή δοιά εξετάζει τὰς φαινομένας θέσεις καὶ κινήσεις τῶν οὐρανίων σωμάτων, περιγράφει τὰ δργανα μὲ τὰ δοιά γίνονται αἱ παρατηρήσεις καὶ ἐκθέτει τὰς μεθόδους ὑπολογισμοῦ τῶν παρατηρήσεων. Ἀκόμη, μελετᾶ τὰς πραγματικὰς κινήσεις, καθὼς καὶ τὰς μεταξὺ τῶν οὐρανίων σωμάτων σχέσεις καὶ ενδίσκει τὰ αἴτια ποὺ τὰς προκαλοῦν· δηλαδή διατυπώνει τοὺς μαθηματικὸν τύπους, οἱ δοιοὶ τὰ συνδέον μεταξύ των. β) **Τὴν Φυσικὴν Ἀστρονομίαν** ή **Ἀστροφυσικήν**, ή δοιά ἀσχολεῖται μὲ τὰ φυσικὰ χαρακτηριστικὰ γνώσιματα τῶν οὐρανίων σωμάτων, δῆν είναι ή λαμπρότης, ή θερμοκρασία, ή ἀκτινοβολία, ή χημικὴ σύστασις κ.λπ. Κλάδος τῆς Ἀστροφυσικῆς είναι ή **Κοσμογονία**, ή δοιά μελετᾶ τὰ προβλήματα ποὺ σχετίζονται μὲ τὴν μορφὴν καὶ τὴν κατασκευὴν τοῦ **Σύμπαντος**, καθὼς καὶ μὲ τὸν πιθανὸν τρόπον τῆς γενέσεως καὶ ἔξελίξεως αὐτοῦ.

‘Η Κοσμογραφία, είναι τὸ σύνολον τῶν στοιχειωδῶν γνώσεων τῆς Ἀστρονομίας. Περιλαμβάνει, δηλαδή, τὰς βασικὰς γνώσεις τῆς Ἀστρονομίας, τὰς δοιάς ἐκθέτει χωρὶς ἀποδείξεις καὶ χωρὶς τὴν χρῆσιν πολλῶν μαθηματικῶν τύπων».

‘Η χρησιμότης τῆς Ἀστρονομίας είναι πολλαπλῆ. Αἱ παρατηρήσεις τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν ὡδήγησαν τὸν **Νεύτωνα** εἰς τὴν μεγάλην ἀνακάλυψιν τοῦ νόμου τῆς βαρύτητος, ποὺ είναι ή κυριωτέρα βάσις τῆς συγχρόνου θετικῆς ἐπιστήμης. **‘Η δοπτικὴ** (τηλεσκόπιον, μικροσκόπιον) ἀνεπτύχθη πολὺ μὲ τὴν ἔρευναν τῶν οὐρανίων σωμάτων. **‘Η φασματοσκοπία** ἔχει ἀστρονομικὴν προέλευσιν, χρησιμοποιεῖται δὲ σήμερον ἐνδέως, ἐκτὸς τῆς Ἀστρονομίας, καὶ ὑπὸ τῆς **Φυσικῆς**, **Χημείας**, **Μεταλλουργίας**, **Βιολογίας** κ.λπ. **‘Ακόμη** ή **Χρονομετρία**, ή **Ναυτιλία** καὶ ή **Γεωδαισία** σχετίζονται στενῶς μὲ τὴν Ἀστρονομίαν. Τελευταίως μάλιστα, ή συμβολή της ηδέξησε, ίδίως εἰς τὸν τομέα ἐρεύνης τοῦ διαστήματος, διὰ τῶν τεχνητῶν δορυφόρων καὶ τῶν διαστημοπλοίων.

‘Η ἀξία δημοσίας τῆς Ἀστρονομίας δὲν μετρεῖται κυρίως μὲ τὴν συμβολήν της εἰς τὰς ἐπιστήμας καὶ τὴν **Τεχνικήν**. Τὸ κέρδος είναι πρωτίστως πνευματικόν. Διότι ή καλλιέργεια αὐτῆς είναι ἔξαιρετον γύμνασμα διὰ τὸ πνεῦμα τοῦ ἀνθρώπουν. **‘Ενισχύει** τὴν μνήμην καὶ δέξνει τὴν κρίσιν διευρύνει τὴν σκέψιν καὶ ἀναπτερώνει τὴν φαντασίαν. **‘Η θαυ-**

μαστή τάξις καὶ ἡ ὑπέροχος ἀρμονία, ποὺ παρατηρεῖται εἰς τὸ Σύμπαν καθώς καὶ ἡ μεγαλοπρέπεια καὶ ἀπεραντοσύνη αὐτοῦ, δημιουργοῦν εἰς τὸν ἄνθρωπον καταστάσεις, αἱ δόποια τὸν ἀνεβάζοντα εἰς ὑψηλοτέρας πνευματικὰς σφαιράς καὶ τοῦ ἐμπνέοντον συνναϊσθήματα ἀνώτερα καὶ εὐγενέστερα.

‘Η Ἀστρονομία εἶναι ἐπιστήμη μὲν μεγάλην ἡθοπλαστικὴν δύναμιν. Διότι, « ἐὰν ἡ σπουδή της, λέγει ὁ καθηγητὴς Πλακίδης¹, ἀποκαλύπτῃ διὰ τῶν θαυμασῶν αὐτῆς εἰς τὸν ἄνθρωπον τὸ μεγαλεῖον τοῦ λογικοῦ, διὰ τοῦ δόποιον ἐπροικίσθη ὅντος ὑπὸ τῆς Θείας Προνοίας, συγχρόνως τὸν δόηγεῖ εἰς τὴν ἐπίγνωσιν τῆς πραγματικῆς θέσεώς του εἰς τὸν φθαρτὸν τοῦτον κόσμον, εἰς τὸν δόποιον δὲν ὑπάρχει θέσις διὰ τὰ ψυχοφθόρα πάθη τοῦ ἔγωγεσσοῦ, τῆς ὑπερηφανείας, καὶ τῆς ἰδιοτελείας, δταν ἀναλογισθῶμεν τί ἀντιρροσωπεύει ἐν χρώμα καὶ χρόνῳ τὸ ἄνθρωπινον ἔγώ ἀπέναντι τοῦ Σύμπαντος».

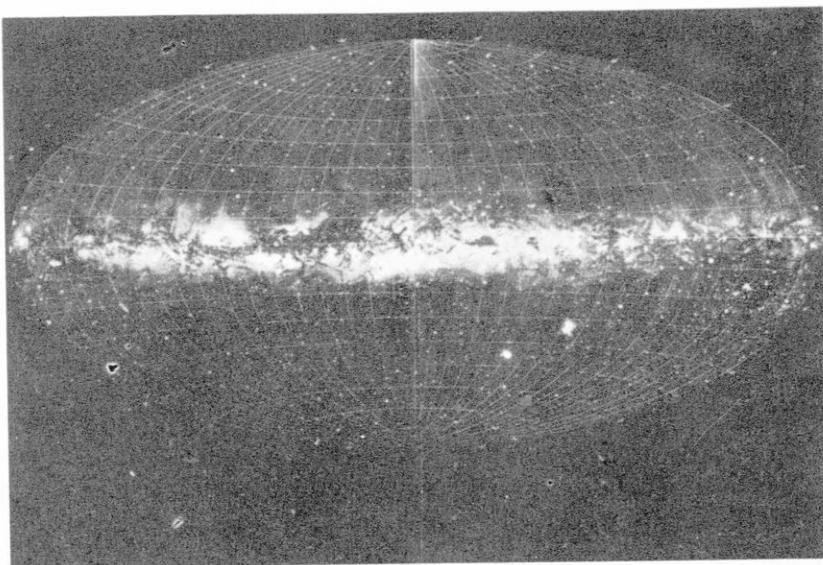
‘Η Ἀστρονομία τέλος σχετίζεται στενῶς μὲν τὴν Φιλοσοφίαν καὶ τὴν Μεταφυσικήν. Μολονότι, ὡς φυσικὴ ἐπιστήμη, δὲν δύναται νὰ δώσῃ ἀμεσον ἀπάντησιν εἰς φιλοσοφικὰ προβλήματα, ἐν τούτοις, ἡ μελέτη τῶν ἀστρονομικῶν ζητημάτων, δπως γράφει ὁ Russell (Ράσσελ)² « ἀσκεῖ γενικῶς σημαντικὴν ἐπίδρασιν εἰς τὸν καθορισμὸν τῆς θέσεως τοῦ σκεπτομένου ἄνθρώπου, ἀντιμετωπίζοντος προβλήματα τῆς Φιλοσοφίας, δπως εἶναι αἱ ὑποχρεώσεις του πρὸς τὰς μελλούσας γενεάς, ἡ θέσις του εἰς τὸ Σύμπαν καὶ αἱ σχέσεις του πρὸς τὴν Δύναμιν ἐκείνην, ἡ δόποια ενδίσκεται δύπισθεν τοῦ Σύμπαντος».

Πολὺ δὲ χαρακτηριστικῶς γράφει ὁ Δ. Αἰγινήτης³ ὅτι ἡ Ἀστρονομία παρουσιάζει « τὴν συγγένειαν τῆς ἰδικῆς μας διανοίας πρὸς τὸν Ἀπειρον Λόγον ». ✓.

1. Στ. Πλακίδης, διδότιμος Καθηγητής τῆς Ἀστρονομίας εἰς τὸ Πανεπιστήμιον Ἀθηνῶν καὶ τέως Διευθυντής τοῦ Ἀστεροσκοπείου Ἀθηνῶν.

2. H. N. Russell, διάσημος Ἀμερικανὸς ἀστροφυσικὸς (1877 - 1957), δόποιος συνέβαλε τὰ μέγιστα εἰς τὰς γνώσεις μας, περὶ τῆς χημικῆς συστάσεως τοῦ Σύμπαντος καὶ τῆς ἔξελιξεως τῶν ἀστέρων.

3. Δ. Αἰγινήτης, Καθηγητής τοῦ Πανεπιστημίου καὶ Διευθυντής τοῦ Ἐθνικοῦ Ἀστεροσκοπείου Ἀθηνῶν (1862 - 1934).



Εἰκ. 1. Γενική ἀποψις τοῦ οὐρανοῦ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α ΤΟ ΣΥΜΠΑΝ

① ΟΡΙΣΜΟΣ, ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΕΚΤΑΣΙΣ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ

~~ἀνά~~ Α. Ορισμὸς τοῦ Σύμπαντος. α'. Όνομάζομεν Σύμπαν τὸ σύνολον τῶν ἀπανταχοῦ ὑπάρχοντων ὑλὶκῶν σωμάτων.

β'. Αἱ διάφοροι μορφαὶ ἐν εργείαις ἔτοι τὸ φῶς, ἡ θερμότης, δὲ ἡλεκτρισμὸς κ.λπ. συνδέονται μὲ τὰ ὑλικὰ σώματα. "Οπως δὲ διδάσκει ἡ σύγχρονος Φυσική, δὲν ὑπάρχει οὔσιαστικὴ διαφορὰ μεταξὺ ὑλῆς καὶ ἐνεργείας, ἀλλ' ἡ μὲν ὑλὴ « ἐξαϋλουμένη » γίνεται ἐνέργεια, ἡ δὲ ἐνέργεια « ὑλοποιουμένη » εἶναι δυνατὸν νὰ μετατραπῇ εἰς ὑλην. Διὰ τοῦτο, γενικώτερον, καλοῦμεν Σύμπαν τὸ συνολικὸν ποσὸν τῆς ὑπαρχούσης ὑλῆς καὶ ἐνεργείας.

γ'. Εξ ἄλλου, μὲ τὴν ἔννοιαν τοῦ Σύμπαντος συνδέεται ἀκόμη καὶ ὅλος ὁ χῶρος, ἐντὸς τοῦ ὅποιου ὑπάρχουν τὰ ὑλικὰ σώματα, ἡ

ἀπαντᾶται καὶ μεταδίδεται ἡ ἐνέργεια ύπὸ οἰανδήποτε μορφήν της.

2. Σχῆμα τοῦ Σύμπαντος. α'. Τὸ Σύμπαν δὲν εἶναι οὔτε ἄ-μορφον, οὔτε ἄπειρον, ἀλλ᾽ ἔχει πέρα τα.

“Οσον καὶ ἕάν, ἐκ πρώτης ὅψεως, τοῦτο φαίνεται νὰ εἶναι δυσπαράδεξτον, ὅμως ὅλαι αἱ ἔρευναι τῆς τελευταίας 50ετίας συγκλίνουν εἰς τὸ ὅτι τὸ Σύμπαν εἴ: αἱ περιωρισμένοι. Εἰς τὸ συμπέρασμα αὐτὸ κατέληξε πρῶτος, διὰ τῆς θεωρίας τῆς σχετικότητος, ὁ A. Einstein (“Αἰνστάϊν”).

β'. Τὸ σχῆμα τοῦ Σύμπαντος, τὸ πιθανώτερον, εἶναι ὑπερσφαιρικόν.

Καλοῦμεν δὲ ὑπερσφαιρικάν², τὴν σφαῖραν, τῆς ὅποιας ἡ ἀκτίς δὲν ἔχει σταθερὸν μῆκος, ἀλλὰ τὸ μέγεθός της μεταβάλλεται ἐν χρόνῳ.

Τοῦτο σημαίνει, ὅτι τὸ Σύμπαν δύναται νὰ ἔξομοιωθῇ μὲν α μπαλόνι, τὸ ὅποιον συνεχῶς ἡ διογκοῦται καί, σὺν τῷ χρόνῳ, καταλαμβάνει ὀλονὲν μεγαλυτέραν ἔκτασιν, ἡ ἀντιθέτως σμικρύνεται.

γ'. Πράγματι· σήμερον δεχόμεθα, ὅτι εἰς τὸ μακρυνὸν παρελθόν, ὀλόκληρος ἡ ποσότης τῆς ὥλης καὶ τῆς ἐνέργειας τοῦ Σύμπαντος, εύρισκετο περιωρισμένη εἰς ἔνα μικρόν, σχετικῶς, χώρον καὶ ὅτι, σὺν τῇ παρόδῳ τῶν δισεκατομμυρίων ἐτῶν τῆς ἴστορίας του, τὸ Σύμπαν συνεχῶς διεστέλλετο, ἡ δὲ διαστολὴ του συνεχίζεται ἀκόμη.

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

“Ετος φωτὸς εἶναι τὸ μῆκος, τὸ ὅποιον διανύει τὸ φῶς, ἐὰν κινῆται συνεχῶς, μὲ τὴν γνωστὴν ταχύτητά του τῶν 300.000 χλμ. κατὰ δευτερόλεπτον, ἐπὶ ἐν ἔτος.

Ἐὰν εὑρωμεν τὸν ἀριθμὸν τῶν δευτερολέπτων, τὰ ὅποια περιέχονται εἰς ἐν ἔτος καὶ τὸν πολλαπλασιάσωμεν μὲ τὴν ταχύτητα τοῦ

1. A. Einstein (1879 - 1955), Γερμανοεβραῖος, φυσικός, ἀστρονόμος καὶ κοσμολόγος, εἰσηγητής τῆς περιφήμου θεωρίας τῆς σχετικότητος, θεωρούμενος ως μία ἀπὸ τὰς μεγαλυτέρας μορφάς του αἰώνος μας.

2. Ὁ δρισμὸς οὗτος δὲν πρέπει νὰ συσχετίσθῃ μὲ τὸν δρισμὸν τῆς ὑπερσφαιρας εἰς τὴν Γεωμετρίαν.

φωτός, τότε εύρισκομεν, ότι τὸ ἔτος φωτὸς ίσοῦται μὲ 9,465 × 10¹² km.
ή, ἐπὶ τὸ στρογγύλον, περὸς 9,5 τρισεκατομμύρια χλμ.

Ἐφ' ἔξῆς τὸ ἔτος φωτὸς θὰ συμβολίζεται διὰ τῶν ἀρχικῶν: ε.φ.

β'. Παρὰ τὴν μεγάλην ἴσχυν τῶν σημερινῶν τηλεσκοπίων, δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ἴδωμεν μέχρι τῶν ὅριων τοῦ Σύμπαντος.

Διὰ τοῦ μεγαλυτέρου τηλεσκοπίου, τὸ ὅποιον εύρισκεται εἰς τὸ ἀστεροσκοπεῖον τοῦ Palomar (Παλομάρ), διακρίνονται ἀντικείμενα καὶ πέραν τῆς ἀποστάσεως τῶν δύο δισεκατομμυρίων ε.φ. Διὰ τῶν μεγάλων δὲ ραδιοτηλεσκοπίων ε.φ. εἶναι δυνατὸν νὰ εἰσδύσωμεν εἰς τὸν χῶρον τοῦ Σύμπαντος, περίπου, μέχρι τῶν ἔξι δισεκ. ε.φ. Καὶ ὅμως! Τὸ Σύμπαν εἶναι τόσον πολὺ μέγα, ὥστε θὰ πρέπει νὰ κατασκευασθοῦν πολὺ μεγαλύτερα τηλεσκόπια, διὰ νὰ κατορθωθῇ νὰ «ἴδωμεν» αὐτὸν εἰς ὅλην τοῦ τὴν ἔκτασιν.

Ὑπολογίζεται, ότι ἡ ἀκτὶς τῆς ὑπερσφαίρας τοῦ Σύμπαντος εἶναι τῆς τάξεως τῶν δέκα δισεκατομμυρίων ε.φ. ή καὶ μεγαλυτέρα.

Ἐως ἐτῶν 2000

II. ΣΙ ΓΑΛΑΞΙΑΙ

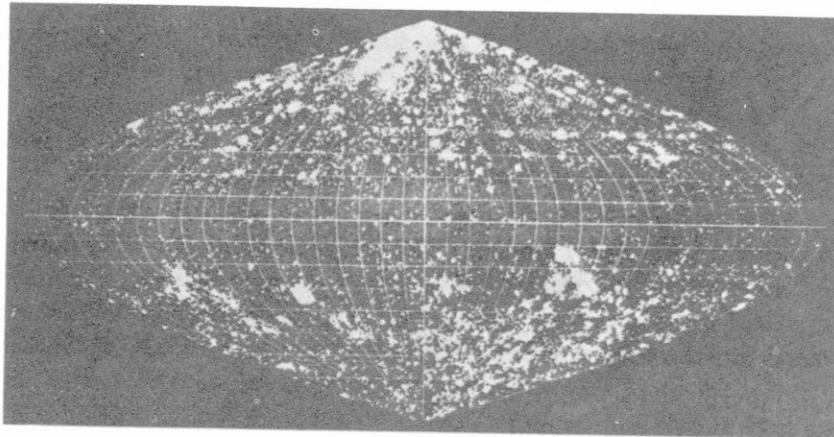
μηδεδύτω

4. **Γαλαξίαι.** α'. Παρατηροῦντες εἰς τὰ βάθη τοῦ Σύμπαντος, διὰ τῶν τηλεσκοπίων, βλέπομεν, ότι καθ' ὅλην τὴν ἔκτασίν του καὶ πρὸς πᾶσαν διεύθυνσιν εύρισκονται κατεσπαρμένα ἀκαταμέτρητα ἀντικείμενα, φαινομενικῶς μικρά, τὰ ὅποια διμοιάζουν μὲ νεφελοειδεῖς ὑπολεύκους κηλīδας.

Ἄλλοτε, όταν δὲν ἔχει τὸ δυνατὸν νὰ μετρηθοῦν αἱ ἀποστάσεις τῶν καὶ νὰ ἐκτιμηθοῦν τὰ πραγματικά τῶν μεγέθη, οἱ ἀστρονόμοι ὀνδυμασάν τὰ ἀντικείμενα αὐτά, ὡς ἔκ τῆς ὅψεως των, νεφελοειδεῖς. Σήμερον γνωρίζομεν, ότι ἔκαστον ἔξι αὐτῶν εἶναι καὶ ἕνας γαλαξίας.

β'. Ονομάζομεν γαλαξίας τὰ πελώρια εἰς μέγεθος συγκροτήματα ἔξι ἀστέρων, ἀλλὰ καὶ ἐκ διαχύτου ὅλης καὶ ἐνεργείας, ἐκ τῶν ὅποιων συγκροτημάτων, κατὰ κύριον λόγον, ἀποτελεῖται τὸ Σύμπαν.

γ'. Διεπιστώθη, ότι εἰς τὸ Σύμπαν, ἐκτὸς τῶν γαλαξιῶν, εύρισκεται διασκορπισμένη καὶ ἀραιοτάτη ὅλη, ἔξι ἀερίων καὶ κόνεως, συχνὰ πολὺ ἀραιοτέρα τοῦ «κενοῦ», τὸ ὅποιον ἐπιτυγχάνομεν τεχνικῶς. Η ὅλη αὐτὴ δύναται νὰ θεωρηθῇ, ότι πληροῖ, ἐν γένει, τὸν



Εἰκ. 2. Κατανομή τῶν νεφελοειδῶν (γαλαξιῶν)
εἰς τὴν οὐράνιον σφαῖραν.

χῶρον τοῦ Σύμπαντος. Ἐπειδὴ δὲ καταλαμβάνει ὅλον τὸ μεσογαλαξιακὸν διάστημα, ἥτοι τὸ διάστημα μεταξὺ τῶν γαλαξιῶν, διὰ τοῦτο καὶ καλεῖται μεσογαλαξιακὴ ὥλη.

Φ. Πλῆθος τῶν γαλαξιῶν. α'. Δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ καταμετρηθοῦν μὲ ἀκρίβειαν ὅλοι οἱ γαλαξίαι τοῦ Σύμπαντος καὶ τοῦτο διότι, ως ἐλέχθη (§ 3β), μὲ τὰ τηλεσκόπια εἰσδύομεν εἰς τὸν χῶρον μέχρις ἐνὸς ὡρισμένου βάθους, τὸ ὅποιον ἀντιπροσωπεύει, τὸ πιθανώτερον, μόνον τὸ ἡμισυ τῆς ἀκτίνος τοῦ Σύμπαντος.

'Ἐκτὸς τούτου, ὅσον μακρότερον ἀπὸ ἡμᾶς εὑρίσκονται οἱ γαλαξίαι, τόσον καὶ διακρίνονται μετὰ μεγαλυτέρας δυσκολίας, ως ἀμυδρότατα ἀντικείμενα. Ἐξ ἄλλου ἡ μεσογαλαξιακὴ ὥλη, ἡ ὅποια εὑρίσκεται εἰς τὸν χῶρον, ἀπορροφᾶ τὸ φῶς τῶν γαλαξιῶν, καθὼς τοῦτο διατρέχει τὸ διάστημα, διὰ νὰ φθάσῃ μέχρι τῆς γῆς καὶ ως ἔξ αὐτῆς τῆς ἀπορροφήσεως τοῦ φωτός, δὲν διακρίνομεν καθόλου τούς πλέον μακρυνούς γαλαξίας.

β'. Παρὰ ταῦτα εἶναι δυνατὸν νὰ ὑπολογίσωμεν τὸ πλῆθος τῶν γαλαξιῶν. Εἰς τὸν ὑπολογισμὸν ὅμως αὐτὸν περιοριζόμεθα μόνον εἰς τὴν τὰξιν τοῦ πλήθους.

Οὕτως εύρεθη, ὅτι οἱ γαλαξίαι πρέπει νὰ ἀνέρχωνται εἰς τὴν τὰξιν τῶν τρισεκατομμυρίων. "Οταν ἀναφερώμεθα εἰς πολὺ μεγάλα μεγέθη, ὅπως εἶναι ἐν γένει ὅλα τὰ σχετικὰ πρός τὸ



ΕΙΚΑΣΤΙΚΗ Ο σπερρωτός γαλαξίας M104, 5194 εις τὸν
άστερισμὸν τῶν Θηρευτικῶν Κυνῶν.

Σύμπαν, τότε ἡ τάξις τῶν ἀριθμῶν εἶναι ἀρκετὴ διὰ τὸν καθορισμὸν
αὐτῶν τῶν μεγεθῶν, περιττεύει δὲ ἡ μεγαλυτέρα ἀκρίβεια. ✓

6. Μορφαὶ τῶν γαλαξιῶν. Οἱ γαλαξίαι παρουσιάζουν, ἐν
γένει, σχήματα κανονικά. 'Ο Hubble¹ (Χάμπλ) τοὺς ἔταξινόμησεν
ώς ἔξῆς:

α'. Συνήθως ἔχουν σχῆμα σφαιρικὸν ἢ ἐλλειψοειδὲς (ώοειδές),
διὰ τοῦτο δὲ καὶ φαίνονται, ὡς δίσκοι κυκλικοὶ ἢ ἐλλειπτικοί, τῶν
δίποιῶν ἢ λαμπρότης ἐλαττοῦται ἐκ τοῦ κέντρου πρὸς τὰ χείλη τῶν
δίσκων. Τὸ κεντρικὸν μέρος αὐτῶν, τὸ καὶ λαμπρότερον, καλεῖται
πυρὴν τοῦ γαλαξίου. 'Ἐν γένει, τοὺς γαλαξίας αὐτοὺς τοὺς ὄνομά-
ζομεν ἐλλειπτικοὺς καὶ τοὺς συμβολίζομεν μὲ τὸ γράμμα E. Τὸ πλῆ-
θος τῶν ἀντιπροσωπεύει τὰ 17% τοῦ συνόλου τῶν γαλαξιῶν.

β'. Οἱ περισσότεροι ὅμως γαλαξίαι παρουσιάζουν ὅψιν σ π ε i-
ρ ο ε i δ ḥ. "Ἔχουν δηλαδὴ οὕτοι ἔνα πυρῆνα, δ ὁποῖος δυνατὸν νὰ

1. E. Hubble (1889 - 1953), διάσημος Ἀμερικανὸς ἀστρονόμος ἐκ τῶν κυ-
ριωτέρων ἐρευνητῶν τοῦ Σύμπαντος, ὃστις διετύπωσε κατ' ἀντιδιαστολὴν πρὸς
τὸν νόμον τῆς ἑλξεως, τὸν νόμον τῆς παγκοσμίου ἀπώσεως, εἰς τὸν ὁποῖον ὑπα-
κούουν οἱ γαλαξίαι.



Εἰκ. 4. 'Ο μέγας σπειροειδής γαλαξίας
είς τὸν ἀστερισμὸν τῆς 'Ανδρομέδας.

είναι ἔλλειπτικοῦ σχήματος, δυνατὸν ὅμως καὶ νὰ ὁμοιάζῃ μὲ ἐπιμή-
κη ράβδον. Καὶ εἰς τὰς δύο ὅμως περιπτώσεις, ἀπὸ τὰ ἄκρα τοῦ ρα-
βδωτοῦ ἦ ἔλλειψοειδοῦς πυρῆνος, ἐκφύονται δύο βραχίονες, οἱ δ-
ποῖοι ἐλίσσονται σπειροειδῶς περὶ τὸν πυρῆνα. Διὰ τοῦτο τοὺς γα-
λαξίας αὐτοὺς τοὺς ὀνομάζομεν **σπειροειδεῖς**. Τὸ πλῆθος τῶν ἀντι-
προσωπεύει τὰ 80% τοῦ συνόλου τῶν γαλαξιῶν.

'Εὰν δὲ πυρὴν τῶν ἐν λόγῳ γαλαξιῶν είναι ἔλλειπτικός, τότε τοὺς
ὄνομάζομεν **κανονικοὺς** σπειροειδεῖς καὶ τοὺς συμβολίζομεν μὲ τὸ
γράμμα S. 'Εὰν δὲ πυρήν των είναι ραβδωτός, τοὺς καλοῦμεν **ρα-
βδωτοὺς** σπειροειδεῖς καὶ τοὺς συμβολίζομεν μὲ SB· (B = bar = ρά-
βδος). Οἱ κανονικοὶ σπειροειδεῖς ἀπαρτίζουν τὰ 2/3 τοῦ συνόλου
τῶν σπειροειδῶν, ἐνῷ τὸ ἄλλο 1/3 είναι οἱ ραβδωτοὶ σπειροειδεῖς.

γ'. Τέλος, ὑπάρχουν δίλιγοι γαλαξίαι, οἱ δόποιοι παρουσιάζουν
σχῆμα ἀκανόνιστον, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ὀνομάζονται **ἀνώμαλοι**. Οὗτοι

συμβολίζονται μὲ τὸ γράμμα I· (Irregular = ἀνώμαλος) καὶ ἀντιπροσωπεύουν μόνον τὰ 3% τοῦ συνόλου τῶν γαλαξιῶν.

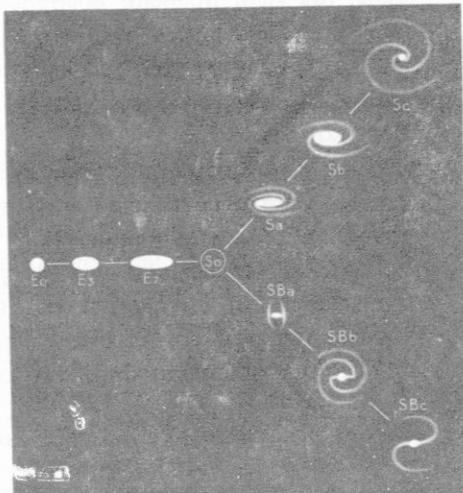
δ'. Θεωρεῖται ὡς λίαν πιθανόν, δτὶ αἱ μορφαὶ αὐταὶ τῶν γαλαξιῶν μαρτυροῦν καὶ τὸν τρόπον, κατὰ τὸν ὄποιον οὔτοι ἔξελίσσονται.

Οὕτως, οἱ γαλαξίαι ἀρχίζουν τὴν ζωήν των, ὡς σφαιρωτὰ συγκροτήματα, βαθιαίως δὲ λαμβάνουν σχῆμα ἐλλειπτικόν, δλονὲν λεπτυνόμενον, ἕως ὅτου ἀποβάλλουν τοὺς βραχίονάς των. Οἱ βραχίονες αὐτοί, κατ' ἀρχὰς συσφίγγονται γύρω ἀπὸ τὸν γαλαξιακὸν πυρῆνα, κατόπιν δὲ δλονὲν ἀνοίγουν καὶ ἀπομακρύνονται τοῦ πυρῆνος, ἀπὸ τὸν ὄποιον, τέλος, ἀποκόπτονται. Τὸ τελευταῖον στάδιον ἔνὸς γαλαξίου εἰ αἱ ἀνώμαλος μορφή του. 

ε'. Ἔν γε εἰ οἱ γαλαξίαι, πρὸς διάκρισιν, φέρουν ἑκαστος καὶ ἕνα ἀριθμόν, δ ὄποιος ἀκολ. θεῖ τὰ τρία γράμματα N.G.C. (Νέος Γενικὸς Κατάλογος). Οὕτως, δ γαλαξίας Η.G.C. 224, εἰναι ἐκεῖνος τὸν ὄποιον δλλοτε ὀνομάζαμεν « νεφελοειδῆ τῆς Ἀνδρῶμές εἰς » καὶ δ ὄποιος εἰναι δ γνωστότερος τῶν γαλαξιῶν (εἰκονιζόμενος συνηθέτατα εἰς τὰ σχετικά βιβλία), διότι εἰναι πολὺ πλησίον μας.

Ἐξ ἀλλού, παραπλεύρως ἀπὸ τὸν ἀριθμὸν ἀναφέρεται συνήθως καὶ ἡ μορφὴ τοῦ γαλαξίου, ὡς τὸ ποσοῦ, διὰ τῶν γραμμάτων E (ἐλλειπτικός), S (σπειροειδής), SB (ραβδωτὸς σπειροειδής), I (ἀνώμαλος). Π.χ. διὰ τὸν νεφελοειδῆ τῆς Ἀνδρομέδας γράφομεν: γαλαξίας N.G.C. 224, τύπου S. 

ἄλλο ἔδινε. **Σύστασις τῶν γαλαξιῶν.** "Οπως ἀπέδειξαν αἱ ἔρευναι τῶν τελευταίων, πρὸ ταντός, δεκαετηρίζων, καθένας τῶν γαλαξιῶν συνίσταται ἐξ ἀστέρων, νεφελωμάτων καὶ μεσοαστρικῆς ύλης.



Εἰκ. 5. Μορφολογικὴ ταξινόμησις τῶν γαλαξιῶν. E₀, E₉, E₇ ἐλλειψοειδεῖς· Sa, Sb, Sc σπειροειδεῖς· SBa, SBb, SBc σπειροειδεῖς ραβδωτοί.

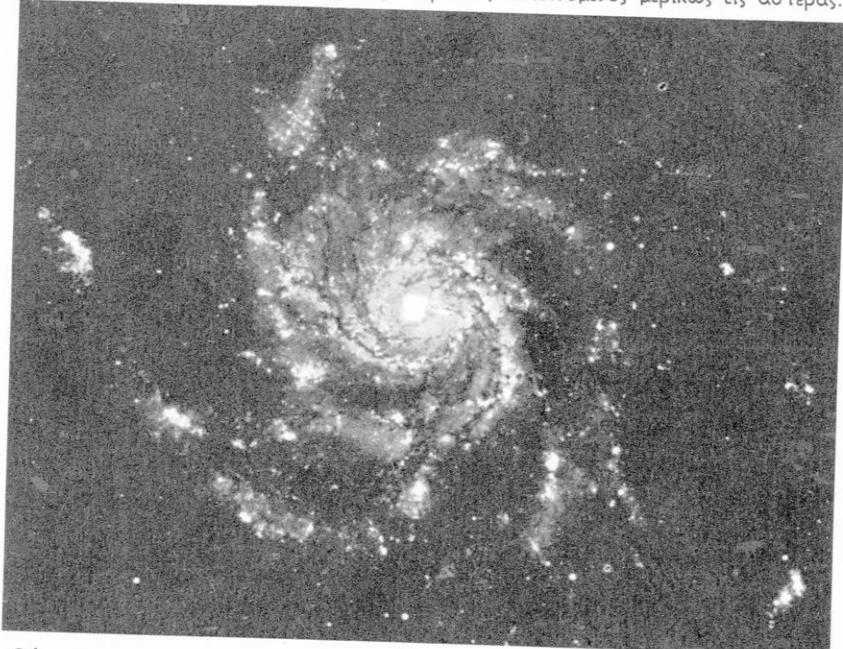
α'. Οι ἀστέρες καθ' ἐνὸς γαλαξίων εἶναι ἥλιοι, ὡς ὁ ἥλιος μας.

Τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων ἔκάστου γαλαξίου δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ καταμετρηθῇ· διότι, λόγω τῆς μεγάλης ἀποστάσεως τῶν γαλαξιῶν, δὲν εἶναι συνήθως δυνατὸν καὶ νὰ διακρίνωμεν τοὺς ἀστέρας των, πρὸ παντὸς εἰς τοὺς πυρῆνας των. Μόνον εἰς τοὺς πλησιεστέρους γαλαξίας κατορθώνομεν νὰ διακρίνωμεν τοὺς ἀστέρας καὶ πάλιν, ὅχι τόσον εἰς τοὺς πυρῆνας, ὅσον εἰς τοὺς βραχίονας, ὅπου εἶναι καὶ ἀραιότεροι.

Δι' ἄλλων ὅμως μεθόδων βεβαιούμεθα, ὅτι τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων ἔκάστου γαλαξίου εἶναι τῆς τάξεως τῶν δεκάδων ἔως ἔκατοντάδων δισεκατομμυρίων.

β'. Τὰ νεφελώματα καθ' ἑκατόντα γαλαξίου εἶναι ὑλη νεφελώδης, σχετικῶς πυκνή, συνήθως δὲ σκ τεινή, ἐκτὸς ἐὰν φωτίζεται ἀπὸ γειτονικοὺς πρὸς αὐτὴν ἀστέρας, ἵποτε φαίνεται φωτεινή. Διακρίνονται δὲ τὰ νεφελώματα ὡς σκοτειναὶ κηλῖδες ἢ καὶ σκοτειναὶ ταινίαι,

Εἰκ. 6. 'Ο σπειροειδής γαλαξίας N.G.C. 5457 εἰς τὸν ἀστερισμὸν τῆς Μεγάλης Ἀρκτου, ἀναλυόμενος μερικῶς εἰς ἀστέρας.





αἱ ὁποῖαι ἀμαυρώνουν κατὰ τόπους τόσον τὸν πυρῆνα, ὅσον καὶ τοὺς βραχίονας καθενὸς γαλαξίου.

γ'. Τέλος, ἡ μεσοαστρικὴ ὥλη εἶναι ὑλη διάσπαρτος, ἐξ ἀερίων ἢ καὶ κόνεως, πολὺ ἀραιοτέρα ἀπὸ τὴν ὥλην τῶν νεφελωμάτων, ἢ ὁποίᾳ, ἐπειδὴ πληροὶ τὸν μεσοαστρικὸν χῶρον, ἦτοι τὸν χῶρον μεταξὺ τῶν ἀστέρων καθ' ἐνὸς γαλαξίου, διὰ τοῦτο ὄνομά-ζεται καὶ μεσοαστρική.

Ἡ μεσοαστρικὴ ὥλη εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν μεσογαλαξια-κήν, ἢ ὁποία εύρισκεται εἰς τὸν χῶρον μεταξὺ τῶν γαλαξιῶν (§4γ').

~~οὐαὶ~~ 8. Μέγεθος, περιστροφὴ καὶ μᾶζα τῶν γαλαξιῶν. **πι.** Ἐ-πειδὴ τὸ σχῆμα τῶν γαλαξιῶν, ἔξαιρέσει τῶν σφαιρωτῶν, εἶναι ἐν γένει πεπλατυσμένον, μάλιστα δὲ εἰς τοὺς σπειροειδεῖς γαλαξίας φαίνεται πολὺ πεπιεσμένον, διὰ τοῦτο αἱ διαστάσεις τῶν γαλαξιῶν προσδιορίζεται μὲ δύο πάντοτε ἀριθμούς. Ἐξ αὐτῶν, ὁ ἕνας δίδει τὴν διάμετρον τοῦ γαλαξίου ἢ ἀκριβέστερον, τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ὃ ξονος τοῦ ἐλλειψοειδοῦς (φακοειδοῦς) σχήματός του, ἐνῷ ὁ ἄλλος παρέχει τὸ μῆκος τοῦ μικροῦ ἄξονος, ὁ ὁποῖος ἀντι-στοιχεῖ εἰς τὸ «πάχος» τοῦ γαλαξίου.

Εύρεθη, ὅτι ἡ διάμετρος τῶν γαλαξιῶν ποικίλ-λει· πάντοτε ὅμως εἶναι τῆς τάξεως τῶν χιλιάδων ἢ καὶ τῶν δεκάδων χιλιάδων ε.φ. Εἰς τοὺς πολὺ μεγάλους γαλαξίας δυνατὸν νὰ φθάνῃ ἢ καὶ νὰ ὑπερβαίνῃ ἀκόμη καὶ τὰς ἑκατὸν χιλιάδας ε.φ. Συνήθως, τὰ μεγέθη τῶν μεγάλων ἀξόνων τῶν γαλαξιῶν κυμαίνονται μεταξὺ 20 καὶ 60 χιλιάδων ε.φ. Ὁ μικρός, ἐξ ἄλλου, ἄξων τῶν γαλαξιῶν περιο-ρίζεται συνήθως εἰς τὸ δέκατον τοῦ μεγέθους τοῦ μεγάλου ἄξονος αὐτῶν.

Κατὰ κανόνα μεγαλύτεροι εἶναι οἱ σπειροειδεῖς γαλαξίαι.

β'. Συνήθως, ὁ μικρὸς ἄξων ἐνὸς γαλαξίου εἶναι συγχρόνως καὶ ὁ ἄξων τῆς περιστροφῆς του.

Τὴν περιστροφὴν τῶν γαλαξιῶν μαρτυρεῖ, κατ' ἀρχήν, αὐτὸ τοῦτο τὸ σχῆμα των, ἐνῷ οἱ σπειροειδεῖς βραχίονες δεικνύουν σφῶς καὶ τὴν φοράν, κατὰ τὴν ὁποίαν περιστρέφεται ἔνας γαλαξίας.

Ἐξ ἀλλού ὅμως, μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ φασματοσκοπίου, κατωρ-θώθη ὅχι μόνον νὰ ἐπιβεβαιωθῇ ἡ περιστροφὴ μερικῶν γαλαξιῶν, ἀλλ' ἐπὶ πλέον καὶ νὰ μετρηθῇ ἡ ταχύτης τῆς περιστρο-

φήσις των. 'Η ταχύτης αύτή, εις τὰ ἔξωτερικὰ σημεία τῶν βραχιόνων, φθάνει καὶ ἐνίστε ύπερβαίνει τὰ 300 km/sec.

γ'. 'Η ταχύτης περιστροφῆς ἐνὸς γαλαξίου ἐπιτρέπει νὰ ὑπολογισθῇ καὶ ἡ μᾶζα του, ήτοι τὸ ποσὸν τῆς ὥλης, τὸ διπολον περιέχει.

'Εξ ἄλλου, ὅταν εἰναι γνωσταὶ καὶ αἱ διαστάσεις καὶ ἡ μᾶζα ἐνὸς γαλαξίου, εὔκολως ὑπολογίζεται καὶ ἡ μέση πυκνότης τῆς ὥλης του, κατὰ τὸν γνωστὸν τύπον $\rho = \frac{m}{v^3}$, ὅπου ρ ἡ πυκνότης, v ὁ διγκος καὶ m ἡ μᾶζα τοῦ γαλαξίου.

Εύρεθη, ὅτι ἡ μᾶζα τῶν μεγάλων γαλαξιῶν δύναται νὰ εἰναι καὶ 300 δισεκατομμύρια φοράς μεγαλυτέρα τῆς μάζης τοῦ ἡλίου μας. Οἱ περισσότεροι ὅμως γαλαξίαι ἔχουν μᾶζαν μικροτέραν, κυμαινομένην μεταξύ 6×10^{10} καὶ 2×10^{10} ἡλιακῶν μαζῶν. 'Υπάρχουν ὅμας; καὶ γαλαξίαι μὲν μᾶζαν ισην πρὸς ἐν μόνον δισεκατομμύριον φοράς τὴν μᾶζαν τοῦ ἡλίου μας.

Τὰ ἔξαγόμενα αὐτὰ τῶν μετρήσεων τῆς μάζης τῶν γαλαξιῶν ίναι ἐκεῖνα, τὰ διποια ἐπιτρέπουν νὰ ἐκτιμήσωμεν ἐμμέσως καὶ τὸ τιλῆθος τῶν ἀστέρων, τοὺς διποίους περιέχει ἕκαστος ἐξ αὐτῶν, ἀντιποτεθῆ, ὅτι ἡ μέση μᾶζα τῶν ἀστέρων των εἰναι ίση πρὸς τὴν ἡλιακὴν μᾶζαν. Διὰ τοῦτο καὶ ἐλέχθη (§ 7α), ὅτι τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων ἕκαστου γαλαξίου εἰναι τῆς τάξεως τῶν δεκάδων ἕως ἕκατοντάδων δισεκατομμυρίων. Ἐγειραται -

III. ΓΑΛΑΞΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ

(9). Συστήματα, δύμαδες καὶ σμήνη γαλαξιῶν. Οἱ γαλαξίαι δὲν εύρισκονται διεσπαρμένοι εἰς τὸ Σύμπαν, κατὰ τρόπον δύμοιό-μορφον.

α'. Κατ' ἀρχήν, ὑπάρχουν γαλαξίαι ἐντελῶς μεμονωμένοι, οἱ διποῖοι δὲν φαίνονται νὰ ἔχουν οὔτε δεσμὸν κοινῆς καταγωγῆς ἀλλ' οὔτε καὶ ἄλλην τινὰ ἀμοιβαίαν ξέρτησιν.

'Εξ ἄλλου, αἱ ἀποστάσεις, αἱ διποῖαι τοὺς διαχωρίζουν εἰναι πολὺ μεγάλαι καὶ τόσον, ωστε ἀκόμη καὶ οἱ γειτονικοὶ ἀπέχουν πολλὰ ἕκατομμύρια ε.φ. ἀπ' ὅληλων.

Οι γαλαξίαι αύτοί δύο-μάζονται συνήθως άπλοϊ καὶ ἀντιπροσωπεύουν τὸ μεγαλύτερον ποσοστὸν τῶν συνολικῶν γνωστῶν γαλαξιῶν.

β'. Οι ύπόλοιποι γαλαξίαι κατανέμονται εἰς τὰ καλούμενα γαλαξιακὰ συστήματα, ὡς ἔχῆς: Πρῶτον, ἐνα ἀξιόλογον ποσοστὸν ἀναλογεῖ εἰς τὰ καλούμενα ζεύγη γαλαξιῶν. Εἰς καθένα τῶν ζευγῶν οἱ δύο γαλαξίαι εύρισκονται, σχετικῶς πολὺ πλησίον, εἰς μίαν ἀπόστασιν, ἢ ὅποια κυμαίνεται ἀπὸ $5 \cdot 10^5$ ἕως $2 \cdot 10^6$ ε.φ. Κατόπιν, ἐνα ἄλλο ποσοστὸν γαλαξιῶν ἀποτελοῦν συστήματα τριπλᾶ, ἦτοι συστήματα ἐκ τριῶν γαλαξιῶν, εύρισκομένων εἰς ἀποστάσεις ἀπ' ἀλλήλων, ἀναλόγους πρὸς ἑκαίνας τῶν μελῶν τῶν ζευγῶν γαλαξιῶν, καθὼς ἐπίσης καὶ ἄλλα πολλαπλᾶ.

γ'. Ἐκτὸς ὅμως τῶν σχετικῶς διλιγομελῶν αὐτῶν συστημάτων, ὑπάρχουν καὶ ὄλλα, πολυμελέστερα, ἀπὸ δέκα ἕως εἴκοσι γαλαξίαις, τὰ ὅποια ὀνομάζομεν διμάδας γαλαξιῶν, ἀκόμη δὲ καὶ ἄλλα πολὺ περισσότερον πολυμελῆ, μὲ ἑκατοντάδας γαλαξιῶν ἕκαστον, τὰ ὅποια ὀνομάζονται σμήνη γαλαξιῶν.

‘Ο κατωτέρω πίναξ περιέχει τὰς δώδεκα γνωστὰς πλησιεστέρας καὶ κυριωτέρας διμάδας καὶ σμήνη γαλαξιῶν, ἀναγραφομένας κατὰ τὴν σειρὰν τῆς ἀποστάσεώς των ἀφ' ἡμῶν. Εἰς τὴν πρώτην στήλην ἀναφέρεται κάθε σμήνος μὲ τὸ ὄνομα τοῦ ἀστερισμοῦ, ἦτοι τῆς περιοχῆς τοῦ οὐρανοῦ, ὅπου εύρισκεται ἡ διμάς ἢ τὸ σμήνος. Εἰς τὴν δευτέραν στήλην δίδεται ἡ φαινομένη διάμετρος τοῦ τμήματος τοῦ οὐρανοῦ, τὸ ὅποιον καταλαμβάνει τὸ σμήνος. Διὰ νὰ αἰσθητοποιήσῃ κανεὶς αὐτὴν τὴν φαινομένην διάμετρον, πρέπει νὰ ἔχῃ ὑπ’ ὅψει, ὅτι ἡ φαινομένη διάμετρος τοῦ δίσκου τοῦ ἡλίου μας είναι ἵση πρὸς $0^{\circ}5$ καὶ ἀκριβέστερον πρὸς $32'$ τόξου. ‘Η τρίτη στήλη παρέχει τὴν ἀπόστασιν τοῦ σμήνους εἰς ἑκατομμύρια ε.φ. καὶ εἰς τὴν τελευταίαν ἀναφέρεται τὸ πλῆθος τῶν γαλαξιῶν τοῦ σμήνους.



Εἰκ. 7. Ζεύγος σπειροειδῶν γαλαξιῶν.



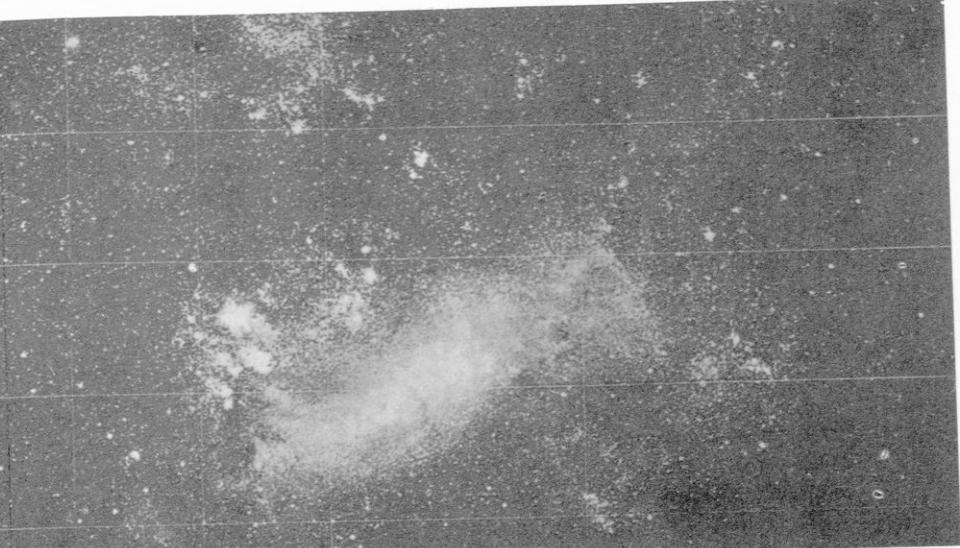
Εἰκ. 8. Όμάς γαλαξιῶν εἰς τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Πηγάσου.

Τὰ δώδεκα κυριώτερα σμήνη γαλαξιῶν

α.α.	Σμήνος	Φαινομ. διαμ.	Απόστασις εἰς έκατ. ε.φ.	Πλήθος γαλαξιῶν
1.	Παρθένου	12°	36	2500
2.	Πηγάσου	1°	132	100
3.	Ίχθύων	10°	132	20
4.	Καρκίνου	3°	165	150
5.	Περσέως	4°	190	500
6.	Κόμης	6°	220	1000
7.	Μεγάλ. Ἀρκτου I	0,°7	525	300
8.	Λέοντος	0,°6	575	300
9.	Βορείου Στεφάνου	0,°5	625	400
10.	Διδύμων	0,°5	625	200
11.	Βοώτου	0,°3	1285	150
12.	Μεγάλ. Ἀρκτου II	0,°2	1285	200

Σχεδὸν κατὰ κανόνα, αἱ ἀποστάσεις ἀπ' ἀλλήλων τῶν μελῶν ἐνὸς συστήματος γαλαξιῶν εἶναι τῆς τάξεως μερικῶν ἑκατομμυρίων ε.φ., ἐνῷ αἱ ἀποστάσεις μεταξὺ τῶν σμηνῶν γαλαξιῶν, εἶναι ἑκατοντάκις ἦ καὶ χιλιάκις μεγαλύτεραι.

10. Τοπικὴ δμὰς γαλαξιῶν. α'. Μεταξὺ τῶν δύμάδων γαλα-



Εικ. 9. Τὸ μέγα νέφος τοῦ Μαγγελλάνου.

ξιῶν, ὅπως πρῶτος διεπίστωσε ὁ W. Baade¹ (Μπάαντε), ὑπάρχει μία ἔξαιρετικῶς ἐνδιαφέρουσσα. Εἶναι ἡ λεγομένη τοπικὴ ὄμάς γαλαξιῶν, ἡ ὅποια ἀποτελεῖται ἀπὸ 17 γαλαξίας, ἃν καὶ εἰκάζεται, ὅτι ἵσως ἀνήκουν εἰς αὐτὴν καὶ τρεῖς ἀκόμη γαλαξίαι.

Μεταξὺ τῶν γαλαξιῶν τῆς τοπικῆς ὄμάδος συγκαταλέγεται καὶ ἐκεῖνος ὁ γαλαξίας, τοῦ ὅποιου ἔνας ἐκ τῶν ἀστέρων του εἶναι καὶ ὁ ἥλιος μας. Εἰς αὐτὸν ἐπομένως εύρισκεται καὶ ἡ γῆ μας, ἡ ὁποία κινεῖται περὶ τὸν ἥλιον μας.

‘Η τοπικὴ ὄμάς τῶν γαλαξιῶν καταλαμβάνει εἰς τὸ διάστημα ἓνα χῶρον ἐλλειψοειδοῦς (ώοειδοῦς) σχήματος, τοῦ ὅποιου ὁ μέγας ἔχει μῆκος $2,3 \times 10^6$ ε.φ., ἐνῷ ὁ μικρὸς ἔχων αὐτοῦ περιορίζεται εἰς τὸ ἥμισυ. Εἰς τὰ ἄκρα αὐτοῦ τοῦ ἐλλειψοειδοῦς χώρου εύρισκονται οἱ δύο μεγαλύτεροι γαλαξίαι τῆς τοπικῆς ὄμάδος. ‘Ο ἔνας ἔξ αὐτῶν εἶναι ὁ γαλαξίας N.G.C. 224, ὁ πολὺ γνωστὸς ὡς «νεφελοειδής τῆς Ἀνδρομέδας». ‘Ο ὁλός εἶναι ὁ ἴδικός μας γαλαξίας. ‘Αμφότεροι εἶναι σπειροειδεῖς, περίποιον δὲ τῶν αὐτῶν διαστάσεων.

Παρέχομεν κατωτέρω τὸν πίνακα τῶν γαλαξιῶν τῆς «τοπικῆς ὄμάδος».

1. W. Baade (1893 - 1960), Γερμανὸς ἀστρονόμος, ἐκ τῶν κυριωτέρων ἐρευνητῶν τῶν γαλαξιῶν καὶ γενικώτερον τοῦ Σύμπαντος.

Ἡ τοπικὴ διάδις γαλαξίῶν

α.α.	Γαλαξίαι	Τύπος	Ἀπόστασις ε.φ.	Φαινομένη διάμ.	Διάμετρος εἰς ε.φ.
1.	Ο γαλαξίας μας	S	—	—	100.000
2.	Μέγα Νέφος Μαγελλάνου	I	163.000	12°	34.000
3.	Μικρὸν Νέφος Μαγελλάνου	I	179.000	8°	23.000
4.	Σύστημα Μικρᾶς Ἀρκτοῦ	E	228.000	55'	4.000
5.	Σύστημα Γλύπτου	E	227.000	45'	4.000
6.	Σύστημα Δράκοντος	E	326.000	31'	3.000
7.	Σύστημα Καμίνου	E	336.000	50'	9.000
8.	Σύστημα Λέοντος II	E	750.000	10'	2.000
9.	Σύστημα Λέοντος I	E	913.000	10'	3.000
10.	N.G.C. 6822	I	1.400.000	20'	8.000
11.	N.G.C. 147	E	1.790.000	14'	7.000
12.	N.G.C. 185	E	1.860.000	14'	8.000
13.	N.G.C. 205	E	2.120.000	16'	10.000
14.	N.G.C. 221	E	2.220.000	12'	8.000
15.	I.C. 1613	I	2.220.000	17'	11.000
16.	N.G.C. 224 (Ἀνδρομέδας)	S	2.220.000	4°,5	174.000
17.	N.G.C. 598 (Τριγώνου)	S	2.280.000	62'	41.000

β'. Μεταξὺ τῶν μελῶν τῆς τοπικῆς διάδοσος ίδιαιτέρων σημασίαν παρουσιάζουν τὰ δύο « νέ φη τοῦ Μαγελλάνου », τὰ δποῖα ἔλαβον τὸ ὄνομα τοῦτο, ἐπειδὴ πρῶτος τὰ παρετήρησε, εἰς τὸ νότιον ἡμίσφαιρον, δ θαλασσοπόρος Magellan. Τὸ ἐνδιαφέρον των συνίσταται εἰς τὸ δτι πρόκειται περὶ δύο μικρῶν γαλαξίων, οἱ δποῖοι συνοδεύουν, ὡς δορυφόροι, τὸν ίδικόν μας γαλαξίαν.

Καθ' διμοίον τρόπον δι γαλαξίας N.G.C. 221 συνοδεύει τὸν ἀλλον μεγάλον γαλαξίαν τῆς τοπικῆς διάδοσος, τὸν N.G.C. 224, τῆς Ἀνδρομέδας. ἔως ἐδώ.

Ἀσκήσεις

1. Ἐάν ἡ ἀκτὶς τοῦ Σύμπαντος είναι σήμερον ἵση πρὸς 10^{10} ἔτη φωτός· καὶ ἀν ὑποτεθῆ, δτι αὐτῇ τῇδε ἀναλόγως πρὸς τὸν χρόνον ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τῆς ὑπάρχεως τοῦ Σύμπαντος μέχρι σήμερον· καὶ ἐπὶ πλέον, δτι ἡ ἡλικία τοῦ Σύμπαντος είναι 10^{10} ἔτη, νὰ εὑρεθῇ πόση ἡτο ἡ ἀκτὶς αὐτοῦ α) πρὸ 9×10^9 , β) πρὸ 8×10^9 , γ) πρὸ 7×10^9 ... καὶ πρὸ 10^9 ἔτῶν. Δ

2. Νὰ εὑρεθῇ πόση θὰ είναι ἡ ἀκτὶς τοῦ Σύμπαντος μετὰ 10^9 ἔτη, ἀν αὐτῇ αύξανη καὶ εἰς τὸ μέλλον ἀναλόγως πρὸς τὸν χρόνον.

3. Ἐάν ληφθῇ ὡς μονάς δ σημειώδης δγκος τοῦ χώρου τοῦ Σύμπαντος, νὰ εὕρεθῇ πόσος θὰ είναι δ δγκος αὐτοῦ μετὰ 10^9 ἔτη, ὑποτιθεμένου, δτι τὸ Σύμπαν είναι σφαιρικὸν καὶ δτι ἡ ἀκτὶς αὐτοῦ αύξανε ἀναλόγως μετὰ τοῦ χρόνου.

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β ΦΑΛΑΞΙΑΣ ΜΑΣ

άποδεικνύεται από την Ο' μετανάστευση
11. Σύστασις, σχῆμα καὶ διαστάσεις τοῦ γαλαξίου. α'. Κατὰ τὰς ἀσελήνους νύκτας, ὅταν εύρισκώμεθα μακρὰν τῶν φώτων τῶν πόλεων, βλέπομεν σαφῶς, ὅτι ὁ οὐρανὸς διασχίζεται ἀπὸ μίαν ἀνώμαλον φωτεινὴν ζώνην, νεφελώδη καὶ ὑπόλευκον, τὴν ὁποίαν οἱ ἀρχαῖοι "Ελληνες ὡνόμασαν Γαλαξίαν, ὡς ἐκ τῆς γαλακτοχρόου ὅψεως της.

Είναι χαρακτηριστικόν, ὅτι πρῶτος ὁ Δημόκριτος (περίπτ. 460 - 370 π.Χ.) χωρὶς ὅργανα, ὅπως καθώρισε τὴν σύστασιν τῆς ὥλης ἐξ ἀτόμων, προσδιώρισε καὶ τὴν σύστασιν τοῦ γαλαξίου, ἐξ ἀστέρων. Εἰπε σαφῶς: ὁ γαλαξίας ἔστι πολλῶν καὶ μικρῶν καὶ συνεχῶν ἀστέρων, συμφωτιζομένων ἀλλήλοις, συνανγασμὸς διὰ τὴν πύκνωσιν ὅτι δηλαδὴ λέγει καὶ ἡ σύγχρονος Ἀστρονομία, ὡς πρὸς τὴν σύστασιν τοῦ γαλαξίου.

β'. 'Ο γαλαξίας φαίνεται ὡσὰν μία ζώνη εἰς τὸν οὐρανόν, ὅχι διότι τοῦτο εἶναι καὶ τὸ πραγματικόν του σχῆμα. "Έχομεν αὐτὴν τὴν ἐντύπωσιν, διότι καὶ ἡ γῆ ἀπὸ τὴν ὁποίαν τὸν παρατηροῦμεν, εύρισκεται ἐντὸς τοῦ γαλαξίου. Κατέχει δὲ τοιαύτην θέσιν εἰς αὐτὸν, ὡστε, ὅπως τὸν βλέπομεν, φαίνεται ὡσὰν φωτεινὴ ζώνη, τὴν ὁποίαν δύνομάζομεν γαλαξιακὴν ζώνην.

Συμβαίνει ἔδω κάτι ἀνάλογον, πρὸς ὅτι γίνεται, ὅταν εύρισκώμεθα ἐντὸς δάσους. Τότε, τὰ πλησίον μας δένδρα μᾶς περιβάλλουν ἀπὸ ὅλα τὰ μέρη καὶ φαίνονται διακεκριμένα μεταξύ των. Τὰ δένδρα ὅμως, ποὺ εύρισκονται μακρύ μας, δὲν κατορθώνομεν νὰ τὰ διαχωρίσωμεν. Τὰ βλέπομεν νὰ σχηματίζουν γύρω μας ἓνα ἄμορφον σύνολον, εἰς τὸ ὁποῖον συγχέονται οἱ κορμοί, οἱ κλάδοι καὶ τὰ φυλλώματά των, ὡς ἔνα ἀκαθόριστον σύνολον.

Καθ' ὅμοιον τρόπον, ὅλοι οἱ ἀστέρες, οἱ ὁποῖοι φαίνονται διασκορπισμένοι εἰς τὸν οὐρανόν, είναι οἱ πλησίον μας ἀστέρες τοῦ γαλαξίου, ἀντίστοιχοι ποὸς τὰ πλησίον μας δένδρα τοῦ δάσους. 'Εξ ἄλλου ἡ φωτεινὴ γαλακτόχρους ζώνη εἶναι τὰ μακρυνὰ πλήθη τῶν ἀστέρων, τὰ ἀντίστοιχα πρὸς τὰ μακρυνὰ δένδρα τοῦ δάσους. Εἶναι τὰ πλήθη τῶν ἀστέρων, τὰ ὁποῖα εἶναι τόσον πυκνά, ἀλλὰ καὶ τόσον μακρὰν ἀπὸ ἡμᾶς, ὡστε νὰ βλέπωμεν μόνον τὴν ὑπόλευκον

άνταύγειάν των. Ὁ γαλαξίας δὲν εἶναι μία σφαῖρα, εἰς τὸ κέντρον τῆς δόποιας εύρισκεται ἡ γῆ, εἰς τρόπον ὥστε δλος δ οὐρανὸς νὰ ἔχῃ αὐτὴν τὴν γαλακτώδη ὅψιν. Ἐχει τὸ σχῆμα φακοῦ, ἡ δὲ γῆ μας εύρισκεται 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 ζώη.

γ'. Ἐπιμελημέναι ἔρευναι, τὰς δόποιας ἡρχισε πρὸ διακοσίων περίπου ἑτῶν δ W. Herschel (Ούλι. "Ἐρσελ")¹ καὶ αἱ δόποιαι συνεχίσθησαν μέχρι σήμερον ὑπὸ πολλῶν ἐπιφανῶν ἀστρονόμων, ἀπέδειξαν, ὅτι δ γαλαξίας μας εἶναι πελώριον συγκρότημα ἐξ ἀστέρων, νεφελώμάτων καὶ μεσοαστρικῆς ὄλης, ὅπως συμβαίνει μὲ δλους τοὺς γαλαξίας, μάλιστα δέ, ὅτι εἶναι ἕνας ἐκ τῶν σπειροειδῶν γαλαξίων.

Συγκεκριμένως, δ γαλαξίας μας ἀποτελεῖται, κυρίως, ἐξ ἑνὸς πυρῆνος, τοῦ δόποιου τὸ σχῆμα εἶναι φακοειδές, πολὺ πεπλατυσμένον. Ἀπὸ δύο ἐκ διαμέτρου ἀντίθετα ἄκρα τοῦ φακοειδοῦς αὐτοῦ πυρῆνος, ἐκφύονται οἱ δύο βραχίονες του, οἱ δόποιοι καὶ ἐλίσσονται περὶ τὸ κύριον φακοειδὲς σῶμα του.

δ'. Υπολογίζεται, ὅτι ἡ διάμετρος τοῦ γαλαξίου εἶναι τῆς τάξεως τῶν 100.000 ε.φ., ἐνῷ τὸ πάχος του περιορίζεται εἰς τὰ 10.000 ε.φ.

12. Συγκρότησις τοῦ γαλαξίου ἀστέρες, νεφελώματα, ραδιαστέρες καὶ μεσοαστρικὴ ὄλη του. α'. Δὲν κατωρθώθη νὰ μετρηθοῦν δλοι οἱ ἀστέρες τοῦ γαλαξίου μας, διότι τὰ νεφελώματα πού ὑπάρχουν εἰς αὐτόν, παρεμβαλλόμενα μεταξὺ ἡμῶν καὶ τῶν ἀστέρων, ἀποκρύπτουν μεγάλα ἀστρικὰ πλήθη.

Ἐξ ἀλλου, δυσκολεύει πολὺ τὴν ἀρίθμησίν των καὶ ἡ μεσοαστρικὴ ὄλη, ἡ δόποια ἀπορροφᾶ τὸ φῶς τῶν πολὺ μακρυνῶν ἀμυδρῶν ἀστέρων, εἰς τρόπον νὰ τοὺς καθιστᾷ ἀοράτους. Τέλος καὶ ἡ ἀδυναμία τῶν τηλεσκοπίων μας νὰ διακρίνουν ἀστέρας ἀμυδρούς, πέραν ὥρισμένης λαμπρότητος, συντελεῖ ὥστε νὰ μὴν εἶναι ἀριθμήσιμον, παρὰ μόνον ἕνα μέρος τῶν ἀστέρων τοῦ γαλαξίου.

1. W. Herschel (1738 - 1822), Γερμανὸς ἀστρονόμος, ἐκ τῶν μεγαλυτέρων, ζήσας καὶ ἐργασθεὶς ἐν Ἀγγλίᾳ, εἰς τὸν δόποιον, ἐκτὸς τόσων ἀλλων, δφείλεται καὶ ἡ ἀνακάλυψις τοῦ πλανήτου Οὐρανοῦ.

Ἐν τούτοις, κατωρθώθη νὰ ὑπολογισθῇ μὲ μεγάλην μάλιστα πιθανότητα, ὅτι τὸ συνολικὸν πλῆθος τῶν ἀστέρων τοῦ γαλαξίου μᾶς θὰ πρέπει νὰ είναι τῆς τάξεως τῶν δύο ἑκατοντάδων δισεκατομμυρίων.

Περὶ τῶν ἀστέρων τοῦ γαλαξίου μᾶς γίνεται εἰδικὸς λόγος εἰς τὸ Γ' κεφάλαιον τῆς Κοσμογραφίας.

β'. Ἐκτὸς τῶν ἀστέρων, ὁ γαλαξίας μᾶς περιέχει καὶ πολλὰ νεφελώματα.

Αὐτὰ διακρίνονται εἰς δύο κατηγορίας· εἰς τὰ φωτεινὰ καὶ τὰ σκοτεινά, ἐνῷ τὰ φωτεινὰ διαχωρίζονται εἰς τὰ πλανητικὰ καὶ τὰ διάχυτα.

1. Τὰ πλανητικὰ νεφελώματα είναι μᾶζαι ἐξ ἀερίων, αἱ ὅποιαι, κατὰ κανόνα, προέρχονται ἐκ τῆς ἐκρήξεως ἀστέρων. Συνήθως ὁ ἀστήρ, ἐκ τοῦ δόποιου προῆλθεν ἔκαστον ἐκ τούτων, φαίνεται περιβαλλόμενος ἀπὸ τὸ νεφέλωμα.

Ἐπειδὴ ἡ ἐκρήξεως ὑλὴ καταλαμβάνει γύρω ἀπὸ τὸν ἀ-

Τὸ διακτυλιοειδὲς πλανητικὸν νεφέλωμα τῆς Λύρας.

στέρα ہνα χῶρον περίπου σφαιρικόν, διὰ τοῦτο τὰ νεφελώματα αύτὰ παρουσιάζουν συνήθως τὴν ὄψιν δίσκου, περίπου κυκλικοῦ, ὁ ὅποιος δ̄μοιάζει πολὺ μὲ τοὺς δίσκους τῶν πλανητῶν. Διὰ τοῦτο ὀνομάζονται «πλανητικά».

Τὰ πλανητικὰ νεφελώματα δὲν εἰναι πολλά. Γνωρίζομεν σήμερον περὶ τὰ 300. Ἡ πραγματικὴ διάμετρός των εἰναι κατὰ 10.000 ἐως 200.000 φοράς μεγαλυτέρα τῆς ἀποστάσεως τῆς γῆς ἀπὸ τὸν ἥλιον, ἵστης πρὸς 150 ἑκατομ. km.

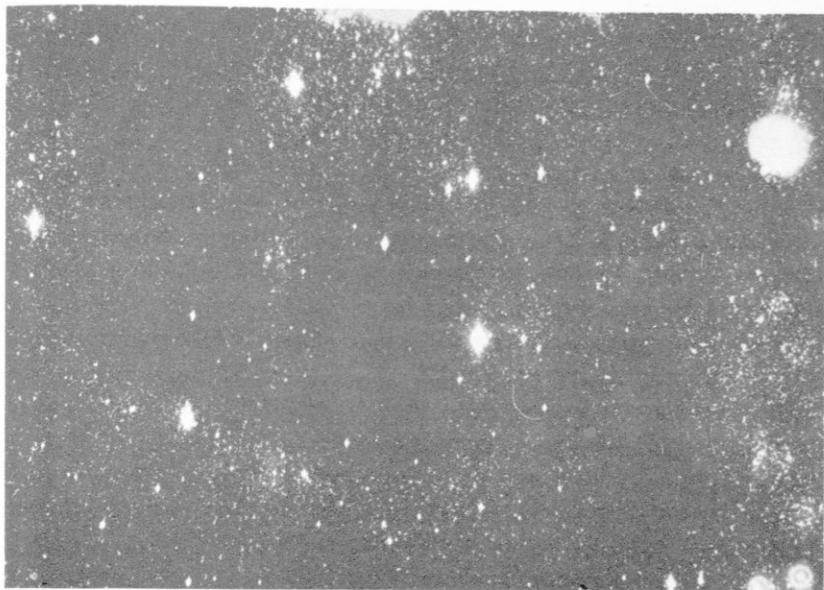
2. Ἐξ ἄλλου τὰ διάχυτα (φωτεινὰ) νεφελώματα εἰναι νεφελώδης ὥλη ἔξ ἀερίου ἢ καὶ κόνεως. Κυρίως ἀποτελοῦνται ἐκ τῶν στοιχείων ὑδρογόνου, ἥλιου καὶ νατρίου.

Αύτὰ φαίνονται φωτεινά, διότι ἀνακλοῦν καὶ διαχέουν τὸ φῶς τῶν ἀστέρων, οἱ ὅποιοι εὐρίσκονται πλησίον των, ὅπότε ὀνομάζονται «νεφελώματα ἀνακλάσεως» ἢ ἐκπέμπουν ἴδιον των φῶς, λόγῳ διεγέρσεως τῶν ἀτόμων τῆς ὥλης των, ὅπότε λέγονται «νεφελώματα ἐκπομπῆς».

Τὸ πλῆθος αύτῶν τῶν νεφελωμάτων ἀνέρχεται ἐπίσης εἰς μερικὰς ἑκατοντάδας. Αἱ διαστάσεις των ὅμως εἰναι ἀσυγκρίτως μεγαλύτεραι τῶν πλανητικῶν, δύνανται δὲ νὰ ἐκτείνωνται εἰς μῆκος καὶ πολλῶν δεκάδων ἐτῶν φωτός, ἐνῷ τὸ σχῆμα των εἰναι πάντοτε ἀκανόνιστον. Τέλος, ἡ ὥλη ἀπὸ τὴν ὅποιαν συνίστανται εἰναι πολὺ ἀραιά, ἡ δὲ πυκνότης της πρέπει νὰ εἰναι μικροτέρα τῆς πυκνότητος τῆς γηίνης ἀτμοσφαίρας πλέον ἀπὸ 30 ἑκατομ. φοράς.

3. Τὰ σκοτεινὰ νεφελώματα δὲν διαφέρουν καθόλου ἀπὸ τὰ φωτεινά, τόσον ὡς πρὸς τὴν πυκνότητα τῆς ὥλης των, ὃσον καὶ ὡς πρὸς τὰς διαστάσεις.

Εἰναι ἀραιά ἐπειδὴ δὲν φωτίζονται ἀπὸ γειτονικούς πρὸς αύτὰ ἀστέρας. Ἐν τούτοις ὅμως, μαρτυρεῖ τὴν ὑπάρχουν αύτῶν τὸ γεγονός. ὅτι, ἐκεῖ ὅπου ὑπάρχουν, ἀποκρύπτονται ἐντελῶς οἱ ἀστέρες, ἐνῷ ἔξω ἀπὸ τὴν περίμετρόν των, ὁ χῶρος βρίθει κυριολεκτικῶς ἀπὸ ἀστέρας. Διὰ τοῦτο καὶ μαντεύει κανεὶς ἀμέσως, ὅτι τὸ κενὸν ἔξ ἀστέρων εἰς μίαν περιοχὴν τοῦ γαλαξίου, ὀφείλεται εἰς τὴν ἐκεῖ παρουσίαν κάποιου σκοτεινοῦ νεφελώματος. "Ολος ἀλλωστε ὁ γαλαξίας φαίνεται καὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ διχασμένος εἰς δύο κλάδους ἐπιμήκεις, διότι ἀκριβῶς διασχίζεται ἀπὸ ἕνα πολὺ μεγάλο, ἐπίμηκες, σκοτεινὸν νεφέλωμα.



Εἰκ. 11. Σκοτεινὸν διάχυτον νεφέλωμα τοῦ Γαλαξίου μας εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ Τοξότου, ἀποκρύπτει τοὺς ὅπισθέν του εύρισκομένους ἀστέρας.

Εἰκ. 12. Τὸ διάχυτον σκοτεινὸν νεφέλωμα «κεφαλὴ ἵππου» εἰς τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Ὁρίωνος.



Είναι γνωστά 1550 σκοτεινά νεφελώματα, τὰ δόποια καλύπτουν περίπου τὸ 1/2 τῆς δικῆς ἐκτάσεως τοῦ γαλαξίου.

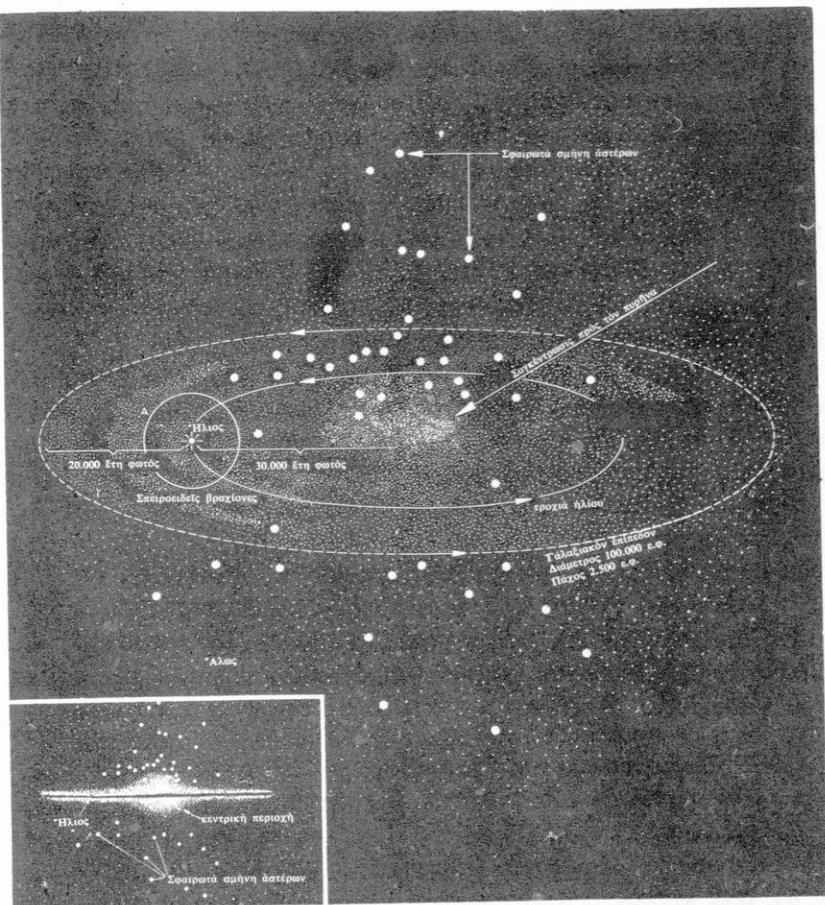
γ'. Όρισμέναι περιοχαὶ τοῦ οὐρανοῦ ἐκπέμπουν ἔντονα ραδιοφωνικὰ κύματα. Αἱ πηγαὶ αὗται ὀνομάζονται ραδιοστέρεις, ἡ ραδιοστέρη πηγαῖ. Ἡ ὑπαρξίς των διαπιστώνεται διὰ τῶν ραδιοτηλεσκοπίων, τὰ δόποια συλλαμβάνονται τὴν ραδιοφωνικὴν ἀκτινοβολίαν ἀπὸ μήκους κύματος 0,25 cm ἕως 30 m. Οἱ «ραδιαστέρεις», κατὰ κανόνα, δὲν φαίνονται διὰ τῶν ὀπτικῶν τηλεσκοπίων. Οὗτοι εἰναι ὑπολείμματα «ὑπερνέων» ἀστέρων (§348). Πολὺ ἔντονος ραδιοφωνικὴ ἀκτινοβολία ἔρχεται καὶ ἀπὸ ἔξωγαλαξιακοὺς ραδιαστέρας, οἱ δόποιοι εἰναι γαλαξίαι ἐν ἐκρήξει. Αἱ περισσότερον ἔντυπωσιακαὶ περιπτώσεις ἐκρήξεως γαλαξιῶν ἀποτελοῦν τοὺς ἡμιαστέρας ἡ κβάζαρς. Ὁνομάσθησαν οὕτως, διότι εἰς τὴν φωτογραφίαν ἐμφανίζονται ὡς μικροὶ κυκλικοὶ δίσκοι, ὅπως οἱ ἀστέρεις. Ἡ ἀκτινοβολία των ὅμως εἰναι κατὰ 100 καὶ πλέον φοράς μεγαλυτέρα τῆς ἀκτινοβολίας ἐνὸς γαλαξίου.

Τελευταίως ἀνεκαλύφθησαν εἰς τὸ διάστημα ραδιοπηγαί, ποὺ ἐκπέμπουν πολὺ ρυθμικὴν ραδιοφωνικὴν ἀκτινοβολίαν. Αὗται ὄνομάσθησαν πάλι σαρς (παλλόμενοι ἀστέρεις).

δ'. Τέλος, ἐκτὸς τῶν νεφελωμάτων, σκοτεινῶν ἡ φωτεινῶν, καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν τοῦ γαλαξίου, μεταξὺ τῶν ἀστέρων του, ὑπάρχει διάχυτος ἀραιοτάτη ὥλη, ἡ μεσοαστρική, τουλάχιστον ἑκατὸν φοράς ἀραιοτέρα τῶν νεφελωμάτων, κυρίως ἐκ τῶν στοιχείων, ὑδρογόνου, ἥλιου καὶ νατρίου, ἡ δόποια εύρισκεται εἰς ἀεριώδη κατάστασιν ἡ ἀποτελεῖται καὶ ἀπὸ κόκκους κόνεως. Οὗτοι δημιουργοῦνται συνεχῶς ἐκ τοῦ μεσοαστρικοῦ ἀερίου. «Υπολογίζεται, δτὶ τὰ 9/10 τῆς μεσοαστρικῆς ὥλης εἰναι ἀεριώδη, κυρίως ἔξ- ύδρογόνου καὶ μόνον τὸ 1/10 αὐτῆς ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸν κονιορτόν.

Ἡ μεσοαστρικὴ ὥλη, ἐκτὸς τῆς ἀπορροφήσεως μέρους τοῦ φωτὸς τῶν ἀστέρων, προκαλεῖ ἀκόμη καὶ πόλωσιν τοῦ φωτός των.

από τὸν 13. Δομὴ τοῦ γαλαξίου. «Τοπικὸν σύστημα». α'. Εἰς τὸν πυρήνα τοῦ γαλαξίου, ἀλλὰ καὶ κατὰ μῆκος τῶν βραχιόνων του, παρατηροῦνται μεγάλαι συμπυκνώσεις ἀστέρων, αἱ δόποιαι ὀνομάζονται ἀστρικὰ νέφη. Τὰ νέφη αὐτὰ φαίνονται καὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Ἐξ ἀλλου, καθὲν ἐκ τῶν ἀστρικῶν νεφῶν ἀποτελεῖται συ-



Εἰκ. 13. Σχηματική παράστασις τοῦ Γαλαξίου μας.

νήθως ἀπὸ πολλὰ **σμήνη** ἀστέρων, ἐνῷ εἰς καθὲν σμῆνος ἀριθμοῦνται ἑκατοντάδες, χιλιάδες ἢ καὶ δεκάδες, χιλιάδες ἀστέρων. Εἰδικώτερον, εἰς τοὺς δύο βραχίονας τοῦ γαλαξίου, πολλὰ σμήνη ἀστέρων συναποτελοῦν τὰς λεγομένας **κομβώσεις** τῶν βραχιόνων.

τ' β'. "Υπάρχει μία κόμβωσις εἰς ἔνα τῶν βραχιόνων, τὴν διοίαν ὀνομάζομεν **τοπικὸν σύστημα**.

Τὸ τοπικὸν σύστημα εἶναι σύνολον πολλῶν ἀστρικῶν σμηνῶν.

γ'. "Ἐνα σμῆνος ἔξ αὐτῶν ἀπαρτίζεται ἐκ τῶν λαμπροτέρων κυ-

ρίως ἀστέρων τοῦ οὐρανοῦ, ἀνερχομένων περίπου εἰς πεντακοσίους.

Παρὰ τὸ γεγονός, ὅτι οἱ ἀστέρες αὗτοὶ φαίνονται κατεσπαρμένοι πρὸς πᾶσαν διεύθυνσιν εἰς τὸν οὐρανόν, εἰς τὴν πραγματικότητα ὅμως ἀποτελοῦν σμῆνος. Διότι ἐπιμελημένοι μετρήσεις τῆς ἀποστάσεώς των ἀπὸ ἡμᾶς, ὁλλὰ καὶ τῆς ἐν γένει κινητικῆς συμπεριφορᾶς των, ἀπέδειξαν, ὅτι εἶναι οἱ πλησιέστεροι πρὸς ἡμᾶς καί, συνεπῶς, οἱ πλησιέστεροι καὶ πρὸς τὸν ἥλιον μας ἀστέρες. Τοῦτο ἀποδεικνύει, ὅτι ὅχι μόνον ἀποτελοῦν σμῆνος, ὁλλὰ ὅτι εἰς τὸ σμῆνος αὐτὸν ἀνήκει καὶ ὁ ἥλιος μας, ως ἀστὴρ τοῦ γαλαξίου μας. Συνεπῶς εἰς τὸ σμῆνος τοῦτο εύρισκόμεθα καὶ ἡμεῖς· ἡ γῆ μας.

Τὸ ἀστρικὸν αὐτὸν σμῆνος ὄνομαζεται ζώνη τοῦ Gould (Γκούλντ).

δ'. Κατόπιν δὲ τῶν ἀνωτέρω, συνάγεται τὸ συμπέρασμα, ὅτι ὁ ἥλιος μας, τὸν ὅποιον ἀκολουθεῖ ἡ γῆ, εἶναι ἔνας ἀστὴρ τοῦ ἀστρικοῦ σμήνους τῆς «ζώνης τοῦ Gould», τὸ ὅποιον, μαζὶ μὲν ἀλλα πολλὰ σμήνη ἀστέρων, ἀνήκει εἰς τὸ «τοπικὸν σύστημα», ἐνῷ τὸ τελευταῖον τοῦτο εἶναι μία ἀπὸ τὰς «κομβώσεις», τοῦ ἐνὸς ἐκ τῶν δύο βραχιόνων τοῦ ὅλου γαλαξιακοῦ μας συγκροτήματος.

Καθωρίσθη ἡ θέσις τοῦ τοπικοῦ συστήματος, συνεπῶς δὲ καὶ τοῦ ἥλιου μετὰ τῆς γῆς, εἰς τὸν γαλαξίαν (βλ. εἰκ. 13) καὶ εὐρέθη, ὅτι εἷμεθα εἰς μίαν ἀπόστασιν ἵσην πρὸς 30.000 ε.φ. ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ γαλαξίου. ✓

14. Περιστροφὴ τοῦ γαλαξίου. α'. Ἡ σπουδὴ τῶν κινήσεων τῶν ἀστέρων τοῦ γαλαξίου μας ἀπέδειξεν, ὅτι ὀλόκληρος ὁ γαλαξίας περιστρέφεται γύρω ἀπὸ τὸν μικρὸν ἄξονα τοῦ ἐλλειψειδοῦ πυρῆνος του (§ 8α καὶ 11δ), δὲ χρόνος, δὲ ἀπαιτούμενος διὰ μίαν περιστροφὴν ἀνέρχεται εἰς 200 περίπου ἑκατομμύρια ἔτη.

β'. Τὸ ἐπίπεδον, τὸ ὅποιον εἶναι κάθετον πρὸς τὸν ἄξονα περιστροφῆς τοῦ γαλαξίου καὶ διέρχεται ἐκ τοῦ κέντρου του, ἦτοι τὸ ἐπίπεδον συμμετρίας τοῦ φακοειδοῦς πυρῆνος τοῦ γαλαξίου (εἰκ. 13) καλεῖται γαλαξιακὸν ἐπίπεδον.

γ'. Τὸ τοπικὸν σύστημα εύρισκεται σχεδὸν ἐπὶ τοῦ γαλαξιακοῦ ἐπιπέδου. Εἰδικώτερον δέ, ὁ ἥλιος μετὰ τῆς γῆς μας κείνται 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 δὲ ἥλιος περὶ τὸν ἄξονα περιστροφῆς τοῦ γαλαξίου, μὲν ταχύτητα 250 km/sec, συμπαρασύρων καὶ τὴν γῆν, εἰς τρόπον ὡστε ἥλιος καὶ γῆ νὰ συμπληρώνουν μαζὶ ἔνα γῦρον περὶ τὸν ἄξονα τοῦτον, ἐντὸς τῶν 200 ἑκατομ. ἐτῶν.

"Ἄν δεχθῶμεν, ὅτι ἡ γῆ ἔχει ἥλικίαν τῆς τάξεως τῶν τεσσάρων περίπου δισεκατομ. ἐτῶν, ὅπως σήμερον πιστεύεται, τότε, ἀπὸ τῆς γεννήσεως της μέχρι σήμερον, συνεπλήρωσεν 20 μόνον περιφορὰς περὶ τὸ κέντρον τοῦ γαλαξίου: 20 «ἔτη» τῆς ζωῆς της.

δ'. Ἐκ τοῦ χρόνου περιστροφῆς τοῦ γαλαξίου προέκυψεν, ὅτι ἡ συνολικὴ μᾶζα του εἶναι ἵση πρὸς $2,2 \times 10^{11}$ ἥλιακὰς μᾶζας. 'Αλλ' ἐκ τοῦ δεδομένου τούτου συνάγεται, ὅτι τὸ συνολικὸν πλήθος τῶν ἀστέρων του εἶναι τῆς τάξεως τῶν διακοσίων δισεκατομμυρίων (§ 12α), ἐὰν δεχθῶμεν, ὅτι οἱ ἀστέρες ἔχουν μέσην μᾶζαν ἵσην πρὸς τὴν μᾶζαν τοῦ ἥλιου μας. ✓

γ'. **Τὸ ἥλιακὸν σύστημα.** 'Ο ἥλιος μας, ὡς ἀστὴρ τοῦ γαλαξίου, δὲν εἶναι μόνος.

α'. Κινοῦνται περὶ αὐτόν, εἰς διαφόρους ἀποστάσεις, ἐννέα σχετικῶς μεγάλα, περίπου σφαιρικὰ σώματα, σκοτεινά, φωτιζόμενα καὶ θερμαινόμενα ἀπὸ τὸν ἥλιον, τὰ ὅποια ὀνομάζονται πλανῆται.

Κατὰ σειρὰν ἀποστάσεώς των ἀπὸ τὸν ἥλιον, οἱ πλανῆται εἶχουν τὰ ἔξης ὀνόματα: 'Ερμῆς, 'Αφροδίτη, Γῆ, 'Αρης, Ζεύς, Κρόνος, Οὐρανός, Ποσειδῶν καὶ Πλούτων.

'Η γῆ ἀπέχει ἐκ τοῦ ἥλιου $1,5 \times 10^8$ km. 'Η ἀπόστασις αὐτὴ καλεῖται συνήθως ἀστρονομικὴ μονάς.

β'. 'Εξ ἄλλου, ἐκτὸς τοῦ 'Ερμοῦ, τῆς 'Αφροδίτης καὶ τοῦ Πλούτωνος, γύρω ἀπὸ καθένα τῶν ἄλλων ἔξι πλανητῶν κινοῦνται ἔνα ἡ καὶ περισσότερα, μικρότερα ἀπὸ τοὺς πλανῆτας, σώματα, τὰ ὅποια ὀνομάζονται δορυφόροι τῶν πλανητῶν, ἐπειδὴ ἀκριβῶς ἀκολουθοῦν τοὺς πλανῆτας εἰς τὴν κίνησίν των περὶ τὸν ἥλιον.

'Η **εσλήνη** εἶναι ὁ μοναδικὸς δορυφόρος τῆς γῆς.

γ'. Τέλος, κινοῦνται περὶ τὸν ἥλιον καὶ μερικαὶ δεκάδες ἄλλων σωμάτων, δύγκωδεστέρων ἀπὸ τοὺς πλανῆτας, ἄλλὰ πολὺ ἐλαφροτέρων, τὰ ὅποια, ἐπειδὴ ἔχουν σχῆμα ἐπίμηκες, ὑπὸ μορφὴν κόμης, ὀνομάζονται **κομῆται**.

δ'. Οἱ πλανῆται μετὰ τῶν δορυφόρων καὶ τῶν κομητῶν ἀπὸ

κοινοῦ μὲ τὸν ἥλιον, περὶ τὸν ὁποῖον κινοῦνται, συναποτελοῦν τὸ ἡλιακὸν ἢ πλανητικὸν σύστημά μας.

Τὸ ποσὸν τῆς ὑλῆς ὅλων τῶν πλανητῶν, τῶν δορυφόρων καὶ τῶν κομητῶν, ἀποτελεῖ μικρὸν μόνον κλάσμα, ἵσον πρὸς τὸ 1/780 τῆς μάζης τοῦ ἥλιου μας. Ἡ δὲ γῆ εἶναι τόσον μικρά, ὥστε ἡ μᾶζα τῆς ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ 1/330.000 τῆς ἡλιακῆς μάζης.

16. Σχέσις τῆς γῆς πρὸς τὸν γαλαξίαν καὶ τὸ Σύμπαν.

α'. Ἐμετρήθη ἀκριβῶς ἡ μᾶζα τῆς γῆς καὶ εὐρέθη ἵση πρὸς $5,5 \times 10^{21}$ (5,5 ἔξακις ἑκατομ. τόν.). Ἐκ τοῦ στοιχείου τούτου προκύπτει, ὅτι ἡ κατὰ 330.000 φοράς μεγαλυτέρα μᾶζα τοῦ ἥλιου εἶναι ἵση πρὸς 1,815²⁷ τόνους (1,8 περίπου ὀκτάκις ἑκατ. τόν.).

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

β'. Ἐξ ἀλλού, ἐμετρήθη ἡ διάμετρος τῆς γηίνης σφαίρας καὶ εὐρέθη, ὅτι ἀνέρχεται εἰς 12.750 km. Ἡ διάμετρος τοῦ ἥλιου εύρισκεται, ὅτι εἶναι 109 φοράς μεγαλυτέρα καὶ ὁ ὄγκος του κατὰ 1.300.000 φοράς μεγαλύτερος τῆς γῆς.

“Υπ” αὐτάς τὰς συνθήκας, ὅχι μόνον ἡ γῆ ἀλλὰ καὶ ὁ ἥλιος εἶναι σώματα μικρότατα, πρὸ τοῦ τεραστίου μεγέθους τῆς διαμέτρου τοῦ γαλαξίου, ἵσης πρὸς 100.000 ε.φ. Ἀκόμη καὶ τὸ μέγεθος ὀλοκλήρου τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος εύρισκεται ἐλάχιστον πρὸ τοῦ μεγέθους τοῦ γαλαξίου, διότι ἡ ἀπόστασις τοῦ τελευταίου πλανήτου, τοῦ Πλούτωνος, ἀπὸ τὸν ἥλιον, ἀνέρχεται μόλις εἰς τὰ ἔξι δισεκατομμύρια χιλιόμετρα· ἡτοι ἡ ἀκτὶς τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος εἶναι περίπου ἵση πρὸς τὸ 1/1.600 τοῦ ε.φ., ὅταν ἡ ἀκτὶς τοῦ γαλαξίου φθάνει τὰ 50.000 ε.φ. Εἶναι συνεπῶς, κατὰ 8×10^7 φοράς, περίπου, μικροτέρα.

Κατὰ ταῦτα ἡ γῆ εἶναι τόσον μικρά, ὥστε ἡ ἀκτὶς της, συγκρινομένη πρὸς ἐκείνην τοῦ γαλαξίου, καταντᾷ πλέον ἀσήμαντος, ἀφοῦ ὁ λόγος τῶν μεγεθῶν των εἶναι, πράγματι, κλάσμα ἀμελητέον.

γ'. Ἀλλὰ τότε, εἶναι προφανές, ὅτι ὁ πλανήτης μας, τόσον ὡς πρὸς τὸ ποσὸν τῆς ὑλῆς του, ὃσον καὶ κατὰ τὰς διαστάσεις του, δὲν εἶναι καν· δυνατὸν νὰ συγκριθῇ πρὸς τὸ μέγεθος τοῦ ὅλου Σύμπαντος, ἀφοῦ ὁ γαλαξίας ὀλόκληρος μόλις συγκεντρώνει τὸ τρισεκατομμυ-

ριοστὸν τῆς ὑλῆς 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! έως ἐδῶ.

'Ασκήσεις

••• εἰς ξέρωμα:

- 5. Νὰ εὐρεθῇ ποιάς τάξεως είναι τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων τοῦ Σύμπαντος, ὅταν τὸ μὲν μέσον πλῆθος τῶν ἀστέρων ἐκάστου γαλαξίου είναι τῆς τάξεως τῶν 10^{11} ἀστέρων, τὸ δὲ ὅλον πλῆθος τῶν γαλαξιῶν τοῦ Σύμπαντος είναι τῆς τάξεως τῶν 10^{12} .
- 6. Πόσοι γαλαξίαι πρέπει νὰ ὑπάρχουν εἰς ἔνα χῶρον τοῦ Σύμπαντος, ἔχοντα ἀκτίνα 10^9 ἑταῖρος, ὅταν ληφθῇ ὡς μέση ἀπόστασις τῶν γαλαξιῶν ἀπὸ ἀλλήλων, ἢ ἀπόστασις τῶν 10^8 ε.φ. καὶ θεωρηθῇ, ὅτι οἱ γαλαξίαι οὗτοι διαμοιράζονται δόμοιομόρφως εἰς τὸν χῶρον τοῦτον.
- 7. Εάν τὸ ὅλον πλῆθος τῶν ἀστέρων τοῦ γαλαξίου είναι 2×10^{11} , τότε, πόσοι ἀστέρες αὐτοῦ ἀποκρύπτονται ἀπὸ τὰ σκοτεινὰ νεφελώματα, ὅταν αὐτά καλύπτουν τὸ $1/12$ τῆς ἐκτάσεως τοῦ γαλαξίου; ('Υποτίθεται, ὅτι ἡ κατανομὴ τῶν ἀστέρων εἰς αὐτὸν είναι δόμοιομορφος').
- 8. Εάν ἡ ἀπόστασις τῆς γῆς ἀπὸ τὸν ἥλιον, ἵστη πρὸς $1,5 \times 10^8$ km, ληφθῇ ὡς μονάδα μετρήσεως τῶν ἀποστάσεων («ἀστρονομική μονάδα»), τότε πόσαις ἀστρονομικαὶ μονάδες ἀντιστοιχοῦν εἰς ἔνα ἑταῖρος φωτός;
- 9. Εἰς πόσας «ἀστρονομικάς μονάδας» ἀντιστοιχεῖ ἡ διάμετρος τοῦ γαλαξίου καὶ εἰς πόσας ὁ ἄξων τῆς περιστροφῆς του;
- 10. Εύρετε πόση είναι ἡ ἀπόστασις τοῦ ἥλιου α) μακράν τοῦ γαλαξιακοῦ ἐπιπέδου καὶ β) ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ γαλαξίου εἰς ἀστρονομικάς μονάδας.
- 11. Πόσον χρόνον χρείαζεται ὁ ἥλιος καὶ ἡ γῆ διὰ νὰ κάμουν 100 περιφοράς γύρω ἀπὸ τὸν ἄξονα τοῦ γαλαξίου;
- 12. Εάν ἡ ἀπόστασις γῆς - ἥλιου, ἵστη πρὸς $1,5 \times 10^8$ km, ληφθῇ ὡς μονάδα μετρήσεων τῶν ἀποστάσεων, τότε, πόσας τοιαύτας μονάδας ἀπέχει ἀπὸ τὸν ἥλιον ὁ τελευταῖος πλανήτης, ὁ Πλούτων; $40 \cdot 1,5 \times 10^8$ km.
- 13. Εύρετε τὸν λόγον: τοῦ μεγέθους τῆς ἀκτίνος τῆς γῆς α) ὡς πρὸς ἐκείνην τοῦ γαλαξίου καὶ β) ὡς πρὸς ἐκείνην τοῦ Σύμπαντος.
- 14. Εύρετε τὸν λόγον: τοῦ μεγέθους τῆς ἀκτίνος τοῦ ἥλιου α) ὡς πρὸς τὴν ἀκτίνα τοῦ γαλαξίου καὶ β) ὡς πρὸς ἐκείνην τοῦ Σύμπαντος.
- 15) Εύρετε τὸν λόγον: τῆς ἀποστάσεως γῆς - ἥλιου, α) ὡς πρὸς τὴν ἀκτίνα τοῦ γαλαξίου καὶ β) ὡς πρὸς ἐκείνην τοῦ Σύμπαντος.
- 16. Εύρετε τὸν λόγον: τῆς ἀκτίνος τοῦ γαλαξίου, ὡς πρὸς ἐκείνην τοῦ Σύμπαντος.

$$R = \frac{9,465 \cdot 10^{12} \text{ km}}{1,5 \cdot 10^8 \text{ km}} = 6,3 \cdot 10^4 \text{ km}$$

$$R = \frac{9,465 \cdot 10^4}{1,5} = 6,3 \cdot 10^3 \text{ km}$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ ΑΣΤΕΡΕΣ ΚΑΙ ΑΣΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

I. ΟΝΟΜΑΣΙΑ, ΛΑΜΠΡΟΤΗΣ ΚΑΙ ΠΛΗΘΟΣ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ ΑΣΤΕΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΥΡΑΝΟΓΡΑΦΙΑ

Επώνυμα

η τις ἀστερισμού.

(7) Oi 88 ἀστερισμοί. α'. Παρατηροῦντες τοὺς ἀστέρας διαπιστώνομεν, δτὶ δὲν κατανέμονται δμοιομόρφως εἰς τὸν οὐρανόν, ἐνῷ, ἔξ ἄλλου, σχηματίζουν μερικὰ εύδιάκριτα συμπλέγματα, τὰ ὅποια, βοηθούστης καὶ τῆς φαντασίας, εύρισκομεν νὰ ἔχουν τὴν μορφὴν διαφόρων ἀντικειμένων, ζώων ἢ καὶ ἀνθρώπων.

Ως ἐκ τούτου, ἀπὸ τῆς βαθυτάτης ἀρχαίοτητος (B'. χιλιετία π.Χ.), τὰ εύδιάκριτα αὐτὰ συμπλέγματα τῶν ἀστέρων ὡνομάσθησαν ἀστερισμοί, οἱ δὲ ἀρχαῖοι "Ελληνες ἔδωσαν εἰς καθένα ἔξ αὐτῶν ἰδιαίτερον ὄνομα, ληφθὲν ἀπὸ τὴν ἑλληνικὴν μυθολογίαν.

"Υπάρχουν π.χ. οἱ ἀστερισμοὶ τοῦ Ἡρακλέους, τοῦ Ὠρίωνος καὶ τοῦ Περσέως ἢ ἀκόμη τοῦ Κηφέως, τῆς Κασσιόπης καὶ τῆς Ἀνδρομέδας ἢ τῆς Μεγάλης Ἀρκτού καὶ τῆς Μικρᾶς Ἀρκτού, εἰς τὰς ὅποιας μετεμόρφωσεν ὁ Ζεὺς τὴν νύμφην Καλλιστώ καὶ τὸν υἱόν της Ἀρκάδα κ.ο.κ. Εἰς μετέπειτα ἐποχάς, ἐκτὸς τῶν 48 ἐν συνόλῳ ἀστερισμῶν, τοὺς ὄποιους εἰσήγαγον οἱ "Ελληνες, προσετέθησαν καὶ ἄλλοι.

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

Ἐκτὸς κειμένου παρέχεται ὁ πίναξ τῶν 88 ἀστερισμῶν μὲ τὰ διεθνῆ ὄνόματά των καὶ τὰ σύμβολά των.

γ. Ἐκ τῶν 88 ἀστερισμῶν οἱ 6: Μεγάλη Ἀρκτος, Μικρὰ Ἀρκτος, Κασσιόπη, Κηφεύς, Δράκων καὶ Καμηλοπάρδαλις εἰναι ὄρατοι ἐξ Ἑλλάδος καθ' ὅλην τὴν νύκτα καὶ ὅλας τὰς ἐποχὰς εἰς τὸ βόρειον μέρος τοῦ οὐρανοῦ, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ὄνομάζονται ἀειφανεῖς ἀστερισμοί. Ἐκ τῶν ὑπολοίπων 82, μόνον οἱ 63 φαίνονται ἀπὸ τὴν

‘Ελλάδα κατὰ διαφόρους ἐποχάς καὶ ὥρας τῆς νυκτός, διὰ τοῦτο δὲ καὶ δύνομάζονται ἀμφιφανεῖς ἀστερισμοί. Αὔτοὶ χωρίζονται εἰς 23 βορείους, ἦτοι εύρισκομένους εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ, 12 ζῳδιακοὺς (βλ. § 132) καὶ 28 νοτίους, ὡς εύρισκομένους εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ.

Οἱ ὑπόλοιποι 19 ἀστερισμοὶ δὲν φαίνονται ποτὲ ἀπὸ τὴν ‘Ελλάδα, διότι εύρισκονται εἰς τὸ τμῆμα τοῦ νοτίου οὐρανοῦ, τὸ δόποιον παραμένει πάντοτε ἀόρατον ἐντεῦθεν. Διὰ τοῦτο οἱ ἀστερισμοὶ αὗτοὶ καλοῦνται ἀφανεῖς διὰ τὴν ‘Ελλάδα.

18. Ονομασίαι τῶν ἀστέρων. α'. Ἐκ τῶν ἀστέρων μόνον οἱ 30 λαμπρότεροι φέρουν ἴδιαίτερον ὁ καθεὶς ὄνομα, συνήθως Ἑλληνικῆς προελεύσεως, ὅπως ὁ Ἀρκτοῦρος (ὁ ὀδηγὸς τῆς Ἀρκτου), ἢ ἀραβικῆς¹, ὅπως ὁ Ἄλταϊρ (ἀετὸς ἵπταμενος).

β'. Τόσον ὅμως αὗτοὶ οἱ 30 ἀστέρες, ὅσον καὶ ὅλοι οἱ ἄλλοι, οἱ ὄρατοὶ χωρὶς τηλεσκόπιον εἰς ἕκαστον ἀστερισμόν, καθορίζονται διεθνῶς, μὲν ἔνα γράμμα τοῦ Ἑλληνικοῦ ἀλφαριθμοῦ καθένας. Τὸ γράμμα αἱ ἔχει συνήθως ὁ λαμπρότερος ἀστήρ τοῦ ἀστερισμοῦ· τὸ β ὁ ἀμέσως ἀμυδρότερος κ.ο.κ. Οὕτως, ὁ Βέγας, ὁ λαμπρότερος ἀστήρ τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου τοῦ οὐρανοῦ, εἰς τὸν ἀστερισμὸν τῆς Λύρας, λέγεται καὶ α Lyr (α τῆς Λύρας).

Ἐάν ὁ ἀστερισμὸς ἔχῃ περισσοτέρους ἀπὸ 24 ἀστέρας, πρᾶγμα σύνηθες, τότε, μετὰ τὰ γράμματα τοῦ Ἑλληνικοῦ ἀλφαριθμοῦ χρησιμοποιοῦνται ἔκεινα τοῦ λατινικοῦ. Προκειμένου δὲ περὶ τῶν ὑπολοίπων ἀστέρων, τῶν ὄρατῶν συνήθως μὲν τὰ τηλεσκόπια, ἀντὶ ὀνόματος, χρησιμοποιεῖται ὁ ἀριθμός, μὲν τὸν ὅποιον φέρονται καταγεγραμμένοι εἰς τοὺς μεγάλους καταλόγους τῶν ἀστέρων. Σως ἐδώ.

19. Λαμπρότης τῶν ἀστέρων. α'. Ὁπως διαπιστώνει κανεὶς ἀμέσως, ὅλοι οἱ ἀστέρες δὲν παρουσιάζουν τὴν ἴδιαν λαμπρότητα. Μερικοὶ εἰναι ἔξοχως λαμπροί, ἐνῷ ἄλλοι φαίνονται ὀλονὲν καὶ ἀμυδρότεροι, διὰ νὰ καταλήξωμεν εἰς ἔκεινους, οἱ δότοιοι διακρίνονται μετὰ δυσκολίας.

Ἄπὸ τοὺς ἀρχαίους “Ελληνας ἀστρονόμους καὶ πρὸ παντὸς τὸν

1. Οἱ Ἀραβεῖς ἀνέπτυξαν πολὺ τὴν Ἀστρονομίαν πρὸ παντὸς ἀπὸ τὸν 8ον ἔως τὸν 14ον μ.Χ. αἰῶνα.

"Ιππαρχον¹ καὶ τὸν Πτολεμαῖον², οἱ ἀστέρες ἐταξινομήθησαν, ἀναλόγως τῆς λαμπρότητός των, εἰς μεγέθη. Τὸ « μέγεθος » ἐνὸς ἀστέρος, συνεπῶς, δὲν ἔκφράζει τὰς πραγματικάς του διαστάσεις, ἀλλὰ μόνον τὴν λαμπρότητά του, ἐν σχέσει πρὸς τὴν λαμπρότητα τῶν ἄλλων ἀστέρων.

β'. "Ολοι οἱ ὄρατοί, διὰ γυμνοῦ ὁ φθαλμοῦ, ἀστέρες κατετάγησαν εἰς ἥξ μεγέθη. Εἰς τὸ πρῶτον μέγεθος περιελήφθησαν οἱ λαμπρότεροι, εἰς τὸ δεύτερον οἱ ἀμέσως ἀμυδρότεροι· καθ' ὅμιον δὲ τρόπον, οἱ ἀστέρες καθενὸς τῶν ἐπομένων μεγεθῶν είναι ἀμυδρότεροι ἐκείνων τοῦ προηγουμένου, ἐνῷ εἰς τὸ ἕκτον ἀντιστοιχοῦν οἱ μόλις ὄρατοί.

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

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

'Εκ τοῦ δεδομένου τούτου, εύρισκομεν τὸν λόγον λαμπρότητος ε, τὸν ἀντιστοιχοῦντα ἀπὸ μεγέθους εἰς μέγεθος, σκεπτόμενοι ὡς ἔξῆς : "Αν ἔνας ἀστὴρ τοῦ ε' μεγέθους είναι ε φορᾶς λαμπρότερος ἀστέρος τοῦ στ' μεγέθους, τότε, ἔνας ἀστὴρ τοῦ δ' μεγέθους θὰ είναι ε² φορᾶς λαμπρότερος τοῦ ίδιου ἀστέρος (τοῦ στ' μεγέθους), ἐνῷ, ἀστὴρ τοῦ γ' μεγέθους θὰ είναι ε³ φορᾶς λαμπρότερος ἐκείνου. Κατ' ἀκολουθίαν ἀστὴρ τοῦ β' μεγέθους θὰ είναι κατὰ ε¹ λαμπρότερος καὶ ἀστὴρ α' μεγέθους θὰ είναι κατὰ ε⁵ φορᾶς μεγαλυτέρας λαμπρότητος τοῦ ἀστέρους τοῦ στ' μεγέθους. Συνεπῶς, θὰ ἔχωμεν $\frac{L_1}{L_6} = c^5 = 100$, δυνάμει τῆς (1). 'Οπότε, $c^5 = 100$ καὶ

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

1. 'Ο "Ιππαρχος (180 - 120 π.Χ.) ὑπῆρξεν ἐκ τῶν μεγαλυτέρων ἀστρονόμων ὅλων τῶν ἐποχῶν. Εἰς αὐτὸν ὀφείλεται η ἀνακάλυψις καὶ τῆς τρίτης κινήσεως τῆς γῆς, τῆς καλούμενης μεταπτώσεως, ἀλλὰ καὶ τόσων ἄλλων, ὥστε ὀνομάσθη « πατήρ τῆς Ἀστρονομίας ».

2. 'Ο Κλαύδιος Πτολεμαῖος (Β' αἰών μ.Χ.) θεωρεῖται, ἐπίσης, ἐκ τῶν μεγαλυτέρων ἀστρονόμων. Τὸ ἔργον του « Μαθηματικὴ Σύνταξις » ή « Ἀλμαγέστη » είναι τὸ σημαντικότερον ἀστρονομικὸν βιβλίον τῆς ἀρχαιότητος.

Έπομένως, οι άστέρες ένδος μεγέθους είναι κατά 2,512 φοράς λαμπρότεροι έκεινων τοῦ ἀμέσως ἐπομένου μεγέθους.

δ'. Διὰ τῶν τηλεσκοπίων βλέπομεν ἀστέρας κατὰ πολὺ ἀμυδροτέρους τῶν ὄρατῶν διὰ γυμνοῦ ὄφθαλμοῦ.

Οὕτω, μετὰ τὸ δον μέγεθος, ἀμυδρότεροι είναι οἱ τοῦ 7ον, 8ον, 9ον... κ.ο.κ. μεγέθους.

Τὰ ὑπάρχοντα τηλεσκόπια, ἀναλόγως τῆς διαμέτρου τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ των ἢ τοῦ κατόπτρου των, διακρίνουν ἀστέρας μέχρι τοῦ 21ον μεγέθους, ὅπως φαίνεται τοῦτο εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα:

Διάμετρος Τηλεσκοπίου εἰς m/m	Όρικὸν μέγεθος ἀστέρων	Διάμετρος Τηλεσκοπίου εἰς m/m	Όρικὸν μέγεθος ἀστέρων
10	7ον	400 ('Αθηνῶν)	15ον
15	8ον	625 (Πεντέλης)	16ον
27	9ον	1000 (1 μέτρου)	17ον
45	10ον	1575	18ον
75	11ον	2500 (Οὐίλσων)	19ον
100	12ον	4000	20ὸν
158	13ον	5000 (Παλομάρ)	20ὸν - 21ον
245	14ον	6300 (Δὲν ὑπάρχει)	21ον

"Οπως προκύπτει ἀπὸ τὸν πίνακα τοῦτον, α) οἱ ἀστέρες ποὺ βλέπομεν φθάνουν μόνον εἰς τὸ 21ον μέγεθος· καὶ β) διὰ νὰ γίνουν ὄρατοι οἱ ἀστέρες τοῦ 20οῦ ἔως 21ου μεγέθους, ἔχρειάσθη νὰ διπλασιασθῇ ἡ διάμετρος τοῦ τηλεσκοπίου τοῦ ἀστεροσκοπείου τοῦ ὄρους Οὐίλσων καὶ νὰ γίνῃ τὸ τηλεσκόπιον τῶν 5 μέτρων, τοῦ ἀστεροσκοπείου τοῦ Παλομάρ.

→ ε'. Αἱ φωτογραφίαι είναι περισσότερον εὔαίσθητοι ἀπὸ τὸν ὄφθαλμόν μας. Διὰ τοῦτο, κατορθώνεται νὰ φωτογραφηθοῦν μὲ καθένα τῶν τηλεσκοπίων ἀστέρες ἀμυδρότεροι κατὰ ἓνα ἔως δύο μεγέθη.

→ στ'. "Οπως είναι φυσικόν, ἡ μετάβασις ἀπὸ μεγέθους εἰς μέγεθος δὲν γίνεται ἀποτόμως. 'Υπάρχει πάντοτε μία κλιμάκωσις λαμπροτήτων. Διὰ καταλλήλων φωτομέτρων είναι δυνατὸν νὰ μετρηθῇ ἀκριβῶς ἡ λαμπρότης καθενὸς ἀστέρος, ἡ ὅποια καὶ καθορίζεται, ὅχι μόνον εἰς ἀκέραιον μέγεθος, ἀλλὰ καὶ διὰ τῶν δεκάτων

αύτοῦ. Οὕτως, δ ἀστήρ Λαμπαδίας (α τοῦ ἀστερισμοῦ τοῦ Ταύρου) ἔχει μέγεθος 1,1, ἐνῷ δ Πολυδεύκης (β τῶν Διδύμων) εἶναι 1,2 μεγέθους καὶ δ Βασιλίσκος (α τοῦ Λέοντος) μεγέθους 1,3.

→ ζ'. Διεπιστώθη, ὅτι ἐκ τῶν 20 λαμπροτέρων ἀστέρων, τοὺς δόποιούς 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. 'Ο Βέγας π.χ. (ό α τῆς Λύρας) ἔχει μέγεθος 0,1 ἡ Αἴξ (α τοῦ Ἡνιόχου) καὶ δ 'Αρκτοῦρος (α τοῦ Βοώτου) εἶναι 0,2 μεγέθους.

'Εξ ἄλλου, ὑπάρχουν δύο ἀστέρες, οἱ δόποιοι εἶναι λαμπρότεροι καὶ τοῦ μηδενικοῦ μεγέθους. Χρησιμοποιοῦμεν δι' αὐτοὺς ὁρητικὰ μεγέθη. Οὕτως δ ἔνας, δ Κάνωπος (α τῆς Τρόπιδος τῆς Ἀργοῦ), ἔχει μέγεθος -0,9 καὶ δ δεύτερος, δ Σείριος (α τοῦ Μεγάλου Κυνός), δ λαμπρότερος ὅλων τῶν ἀστέρων, εἶναι -1,6 μεγέθους.

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

'Η πανσέληνος ἔχει μέγεθος -12,6 καὶ δ ἥλιος -26,8.

(20) **Τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων. α'.** Εἶναι γενικὴ ἡ ἐντύπωσις, ὅτι οἱ ἀστέρες, ποὺ βλέπομεν, εἶναι ἄπειροι καὶ διὰ τὸ ματαία ἡ προσπάθεια νὰ τοὺς μετρήσωμεν. 'Η ἐντύπωσις ὅμως αὐτὴ εἶναι ἐσφαλμένη, διότι ὅλοι οἱ ἀστέρες, δσοι φαίνονται διὰ γυμνοῦ ὁφθαλμοῦ, εἶναι 7107, κατανέμονται δὲ εἰς τὰ μεγέθη 1ον ἔως 6ον, ὡς ἔξης:

Μεγέθη	1ον	2ον	3ον	4ον	5ον	6ον	Σύνολον
Πλῆθος ἀστέρων	20	69	205	473	1291	5049	7107

β'. Ἀπὸ τοῦ 7ου μεγέθους καὶ ἐφ' ἔξης, τὰ πλήθη τῶν ἀστέρων συνεχῶς αὐξάνονται. Εἰς τοὺς ἀστέρας, τοὺς δόποιούς δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν διὰ γυμνοῦ ὁφθαλμοῦ, δ λόγος τῆς αὐξήσεώς των ἀπὸ μεγέθους εἰς μέγεθος εἶναι περίπου 3, ἐνῷ δι' ἔκείνους, τῶν δόποιών τὰ φαίνομενα μεγέθη εἶναι περίπου 20 καὶ 21, δ λόγος αὐτὸς εἶναι μικρότερος τοῦ 2.

Τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων, τοὺς ὅποίους δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν μέχρις θου μεγέθους εἰναι 7.000 περίπου

»	12	»	»	4.10 ⁶	»
»	21	»	»	5.10 ⁹	»

21. Κατάλογοι τῶν ἀστέρων καὶ χάρται τοῦ οὐρανοῦ. α'. Μέγα πλῆθος τῶν ἀστέρων κατεγράφη ἥδη εἰς καταλόγους, ἢ δὲ καταγραφή των συνεχίζεται.

Οἱ κατάλογοι¹ τῶν ἀστέρων περιέχουν τὰ ἀκριβῆ στοιχεῖα τῆς θέσεώς των εἰς τὸν οὐρανόν, τὸ μέγεθός των, τὸν δείκτην τοῦ χρώματός των, τὸν φασματικὸν τύπον των καὶ ἄλλα ἀκόμη στοιχεῖα χαρακτηριστικά, ὥστε ἡ ἀπόστασίς των, αἱ διαστάσεις των κ.λπ.

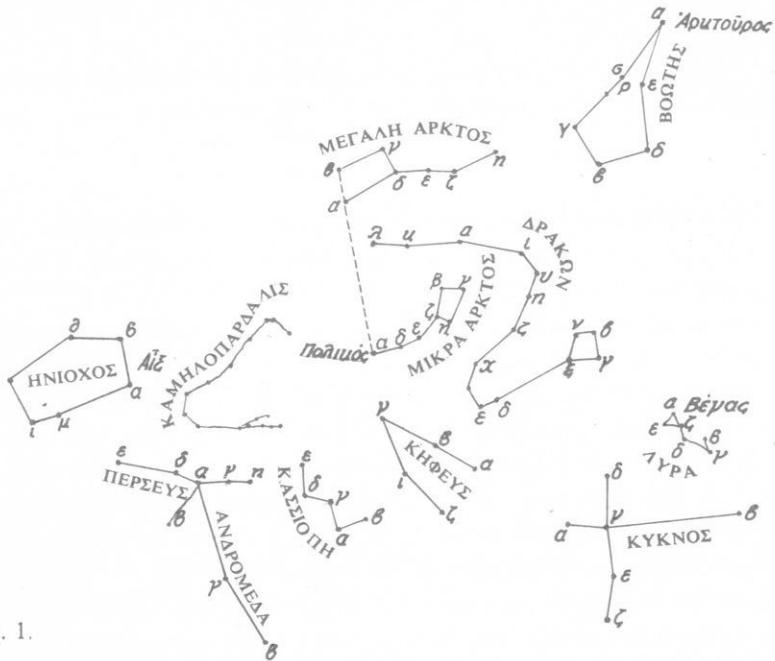
β'. Βάσει τῶν καταλόγων τῶν ἀστέρων, ἀλλὰ καὶ μὲ τὴν βοήθειαν τῆς φωτογραφίας, συντάσσονται ἀκριβεῖς χάρται καὶ ἀτλαντες τοῦ οὐρανοῦ, εἰς τοὺς ὅποίους σημειοῦνται αἱ θέσεις τῶν ἀστέρων ὡς πρὸς ἄλλήλους, ἀλλὰ καὶ τὸ ὅπτικὸν μέγεθός των. Οἱ ἀπλούστεροι χάρται παρέχουν τὰς θέσεις τῶν λαμπροτέρων μόνον ἀστέρων τῶν ἀστερισμῶν, καθὼς καὶ τὰ γράμματα, μὲ τὰ ὅποια ὄνομάζονται οἱ ἀστέρες (βλ. χαρτ. 1, 2 ἑκτὸς κειμένου).

Εἰς τοὺς χάρτας οἱ λαμπρότεροι ἀστέρες συνδέονται συνήθως μὲ εὐθύγραμμα τμήματα, τὸ σύνολον τῶν ὅποίων παρέχει τὸ περιγραμμα τοῦ ἀντικειμένου ἢ τοῦ ζώου, τὸ ὅποιον εἰκονίζει ὁ ἀστερισμός. ‘Η ἐν λόγῳ γραμμοδασία εἰναι πολὺ χρήσιμος διὰ τὴν εὔκολον ἀναγνώρισιν τῶν ἀστερισμῶν καὶ τῶν ἀστέρων των.

22. Οὐρανογραφία. α'. ‘Η ἀνεύρεσις καὶ ἀναγνώρισις τῶν ἀστερισμῶν καὶ τῶν ἀστέρων καλεῖται οὐρανογραφία.

β'. Ὡς ἀρχὴν διὰ τὴν ἀναγνώρισιν τῶν ἀστέρων χρησιμοποιοῦμεν συνήθως τὸν ἀστερισμὸν τῆς Μεγάλης Ἀρκτου. Οὗτος ἀποτελεῖται ἀπὸ πολλοὺς ἀστέρας, ἀλλ' οἱ κυριώτεροι εἰναι μόνον 7· οἱ α, β, γ, δ, ε, ζ καὶ η (σχ. 1). Οἱ α, β, γ καὶ δ σχηματίζουν τὸ σῶμα τῆς Ἀρκτου, ἐνῷ οἱ ε, ζ καὶ η τὴν οὐρὰν αὔτης. Οἱ ἀστέρες τῆς Μεγάλης Ἀρκτου εἰναι 2ου μεγέθους, πλὴν τοῦ δ, ὃ ὅποιος εἰναι 4ου.

1. Τὸν πρῶτον κατάλογον ἀστέρων συνέταξεν ὁ μέγας Ἑλλην ἀστρονόμος τῆς ἀρχαιότητος, Ἰππαρχος. Ο κατάλογος οὗτος περιελάμβανε 1022 ἀστέρας, ἐκ τῶν λαμπροτέρων τοῦ οὐρανοῦ.



$\Sigma x.$ 1.

γ'. Ἐὰν προεκτείνωμεν τὴν γραμμὴν β - α τῆς Μεγάλης "Αρκτού κατὰ τὸ πενταπλάσιόν της, τότε συναντῶμεν ἀστέρα 2ου μεγέθους, ὃ ὅποιος καλεῖται **Πολικός**, διότι εύρισκεται πολὺ πλησίον τοῦ **βορείου πόλου** τοῦ οὐρανοῦ, ἦτοι τοῦ σημείου, κατὰ τὸ ὅποιον ὁ ἄξων τῆς γῆς, ἢν προεκταθῇ ἀπὸ τὸν βόρειον πόλον αὐτῆς, συναντᾷ καὶ διαπερᾶ τὸν οὐρανόν. Ὁ πολικὸς ἀστὴρ χρησιμεύει εἰς τὸν προσανατολισμὸν κατὰ τὴν νύκτα. Βλέποντες πρὸς αὐτόν, ἐμπρός μας ὑπάρχει ὁ **βορρᾶς** καὶ ὅπισθεν ὁ **νότος**, ἐνῷ πρὸς τὰ δεξιά εύρισκεται ἡ **ἀνατολὴ** καὶ πρὸς τὰ ἀριστερὰ ἡ **δύσις**.

δ'. Ο πολικός είναι ἕνας ἐκ τῶν ἐπτὰ ἀστέρων, οἱ ὅποιοι καθορίζουν τὸν ἀστερισμὸν τῆς Μικρᾶς Ἀρκτοῦ καὶ μάλιστα ὁ αὐτῆς. Οἱ ἀστέρες οὗτοι σχηματίζουν παρόμοιον σχῆμα πρὸς τὸ τῆς Μεγάλης Ἀρκτοῦ, ἀλλὰ μικρότερον καὶ ἀντίθετον, ὡς πρὸς αὐτήν.

Οι ἀστέρες τῆς Μικρᾶς Ἀρκτου εἶναι ἀμυδροὶ ἐκτὸς τοῦ πολικοῦ καὶ τῶν β καὶ γ, οἱ όποιοι εἶναι 2ου μεγέθους.

ε'. Μεταξύ Μεγάλης και Μικρᾶς "Αρκτου ύπαρχει μία δόφιοιειδής σειρά άστέρων, ή όποια καταλήγει εις τετράπλευρον. Είναι ό αστερισμὸς τοῦ Δράκοντος.

στ'. Έαν προεκτείνωμεν ἀκόμη περισσότερον τὴν γραμμὴν β - α τῆς Μεγάλης Ἀρκτου, ἡ ὅποια ὁδηγεῖ εἰς τὸν πολικόν, συναντῶμεν τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Κηφέως, ἐνῷ ἔαν συνδέσωμεν τὸν δ τῆς Μεγάλης Ἀρκτου μὲ τὸν πολικὸν καὶ προεκτείνωμεν τὴν γραμμὴν, εύρισκομεν τὸν ἀστερισμὸν τῆς Κασσιόπης, τοῦ ὅποιου οἱ ἀστέρες α, β, γ, δ καὶ ε, ὅλοι λαμπροὶ τοῦ 2ου καὶ 3ου μεγέθους, σχηματίζουν τὸ γράμμα W. Ἐξ ἄλλου, πλησίον τοῦ Κηφέως καὶ τῆς Κασσιόπης καὶ πρὸς τὸ μέρος τοῦ πολικοῦ, ὑπάρχει δ ἀστερισμὸς τῆς Καμηλοπαρδάλεως, ἀποτελούμενος ἀπὸ ἀμυδροὺς ἀστέρας.

ζ. Πέραν τῶν ἔξ αὐτῶν ἀστερισμῶν, τῶν ἀειφανῶν διὰ τὴν Ἑλλάδα, καὶ δι' ἀναλόγων γραμμοδαισιῶν, μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ σχήματος, εύρισκομεν τούς λαμπροὺς ἀστερισμούς: τοῦ Βοώτου μὲ τὸν ἀστέρα Ἀρκτοῦρον τοῦ 1ου μεγέθους (εἰς τὴν προέκτασιν τῆς γραμμῆς ζ - η τῆς οὐρᾶς τῆς Μεγάλης Ἀρκτου). τὴν Λύραν μὲ τὸν λαμπρότερον ἀστέρα τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου, τὸν Βέγαν, καὶ τὸν Κύκνον, τοῦ ὅποιου δ ἀστήρ α εἶναι τοῦ 1ου μεγέθους, ἀμφοτέρους πρὸς τὸ μέρος τοῦ Κηφέως καὶ τοῦ Δράκοντος· τὸν Περσέα καὶ τὴν Ἀνδρομέδαν, λαμπροὺς ἀστερισμούς, ἐκεῖθεν τῆς Κασσιόπης· τέλος δὲ τὸν Ἡνίοχον μὲ τὸν λαμπρὸν ἀστέρα του α, τὴν Αἴγα, ἐκεῖθεν τῆς Καμηλοπαρδάλεως. Καθ' ὅμοιον τρόπον, μὲ τὴν βοήθειαν τῶν χαρτῶν, εἶναι δυνατὴ ἡ ἀνεύρεσις καὶ ἀναγνώρισις ὅλων τῶν ἀστερισμῶν, τῶν ὀρατῶν ἔξ Ἑλλάδος. Ξως ἔτω.

'Ασκήσεις

(17) Δεδομένου, ὅτι ἀστήρ τυχόντος μεγέθους εἶναι κατὰ 2,512 φορὰς λαμπρότερος ἄλλου ἀστέρος τοῦ ἀμέσως ἐπομένου μεγέθους, εύρατε πόσον εἶναι λαμπρότερος ἀστήρ τοῦ 15ου μεγέθους ἀπὸ ἔνα ἄλλον τοῦ 20οῦ μεγέθους.

(18) Πόσον εἶναι λαμπροτέρα ἡ πανσέληνος ἀπὸ ἔνα ἀστέρα πρώτου μεγέθους;

(19) Εὕρετε μὲ πόσους ἀστέρας τοῦ 1ου μεγέθους ίσοῦται ἡ λαμπρότης τοῦ ἥλιου.

(20) Εὕρετε μὲ πόσας πανσελήνους ίσοῦται ἡ λαμπρότης τοῦ ἥλιου.

II. ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ

~~ἀπόσταση~~

23. 'Απόστασις τοῦ ἡλίου ἐκ τῆς γῆς.' Αστρονομικὴ μονάς.

α'. Ἐστω τόπος Τ (σχ. 2) ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, ἐνῷ, ἐξ

ἄλλου, Γ καὶ Η εἶναι τὰ κέντρα τῆς γηίνης καὶ τῆς ἡλιακῆς σφαίρας

ἀντιστοίχως. 'Η θέσις

τοῦ ἡλίου Η, ὡς πρὸς

τὸν τόπον Τ, ἔχει ἐπι-

λεχθῆ ἐπὶ τοῦ ὁρίζον-

τος, διότι τότε τὸ τρί-

γωνον ΓΤΗ εἶναι ὁρθο-

γώνιον. Καλοῦμεν ὁρίζοντίαν παράλλαξιν τοῦ ἡλίου τὴν γωνίαν

ΤΗΓ = ω, ὑπὸ τὴν ὅποιαν φαίνεται ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ ἡλίου Η

ἡ ἀκτὶς τῆς γῆς ΓΤ = ρ.

β'. Ἐὰν καλέσωμεν α τὴν ἀπόστασιν ΗΓ τοῦ ἡλίου ἀπὸ τῆς

γῆς, τότε, ἐκ τοῦ ὁρθογωνίου τριγώνου ΓΤΗ λαμβάνομεν $\rho = \alpha \eta \omega$

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

Συνεπῶς, ἔὰν γνωρίζωμεν τὴν ὁρίζοντίαν παράλλαξιν ω τοῦ

ἡλίου, δυνάμεθα νὰ εύρωμεν τὴν ἀπόστασίν του α ἐκ τῆς γῆς, ἐφ'

ὅσον εἶναι γνωστὴ ἡ ἀκτὶς ρ τῆς γηίνης σφαίρας.

Πράγματι, κατόπιν ἐπιμελημένων μετρήσεων, διὰ διαφόρων

τρόπων, εύρέθη ὅτι ἡ ω εἶναι ἵση πρὸς $8'',8$.⁸ Ἐπειδὴ δὲ αὐτῇ εἶναι

πολὺ μικρά, δυνάμεθα, ὡς γνωστόν, νὰ λάβωμεν εἰς τὴν (1) ἀντὶ

τοῦ ημῶν, τὴν γωνίαν ω, ἀρκεῖ νὰ μετατρέψωμεν τὰ δευτερόλεπτα

τόξου εἰς ἀκτίνια. Ἀλλὰ κατὰ τὰ γνωστὰ εἶναι:

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

Ἡ (1) συνεπῶς γίνεται:

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

Ἐπειδὴ δὲ ἡ (ἰσημερινὴ) ἀκτὶς τῆς γῆς εἶναι ἵση 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 ἵση πρὸς $149,5$ ἑκατομ. χλμ., λαμβάνεται δὲ συνήθως

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

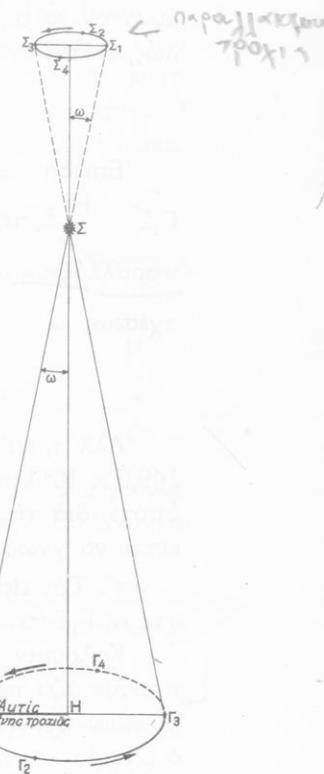
Ἐφ' ἐξῆς θὰ συμβολίζεται διὰ τῶν ἀρχικῶν α.μ. ἔως ξένῳ

24. Παραλλαξίεις τῶν ἀστέρων. Ἡ μονάς παρσέκ. α. *Ἐστω Η ὁ ἥλιος καὶ $\Gamma_1\Gamma_2\Gamma_3\dots\Gamma_1$ ἡ τροχιὰ τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον, ἐνῷ τὰ σημεῖα $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3\dots$ εἰναι αἱ διάφοροι θέσεις αὐτῆς ἐπὶ τῆς τροχιᾶς τῆς, κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἑτησίας περιφορᾶς τῆς περὶ τὸν ἥλιον (σχ. 3). Ἐστω δὲ καὶ ὁ ἀστὴρ Σ εἰς τὸν χῶρον. Οὕτως, ἀπὸ τὴν θέσιν Γ_1 τῆς γῆς προβάλλεται εἰς τὸν οὐρανὸν εἰς τὴν θέσιν Σ_1 , ἐνῷ καθὼς ἡ γῆ κινεῖται πρὸς τὸ Γ_2 , ὁ ἀστὴρ φαίνεται, ὅτι κινεῖται καὶ διαγράφει τὸ τόξον $\Sigma_1\Sigma_2$. Οὕτως, ἐνῷ ἡ γῆ ἐκτελεῖ τὴν ἑτησίαν κίνησίν της περὶ τὸν ἥλιον ὁ ἀστὴρ Σ φαίνεται, ὅτι διαγράφει τὴν τροχιὰν $\Sigma_1\Sigma_2\Sigma_3\dots\Sigma_1$ ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ, ἡ δοῦλος καλεῖται παραλλακτικὴ τροχιὰ τοῦ ἀστέρος Σ .*

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

β'. *Ἐὰν τὸ τρίγωνον $\Gamma_1ΗΣ$ εἴναι ὁρθογώνιον, τότε ἡ γωνία ω , τὴν δοῦλοιαν σχηματίζουν αἱ $\Sigma\Gamma_1$ καὶ $ΣΗ$ καλεῖται ἑτησία παραλλαξίς τοῦ ἀστέρος Σ , ἐνῷ ἡ μὲν $\Sigma\Gamma_1$ εἴναι ἡ ἀπόστασις τοῦ ἀστέρος Σ ἀπὸ τὴν γῆν, ἡ δὲ $ΣΗ$ ἡ ἀπόστασις αὐτοῦ ἀπὸ τὸν ἥλιον. Ἐξ ἄλλου, ἐπειδὴ ἡ $\Gamma_1\Gamma_3$, διάμετρος τῆς γηίνης τροχιᾶς, εἴναι κάθετος ἐπὶ τὴν $ΗΣ$, διὰ τοῦτο καὶ ἡ $\Sigma_1\Sigma_3$, διάμετρος τῆς παραλλακτικῆς τροχιᾶς τοῦ ἀστέρος Σ , θὰ εἴναι παράλληλος πρὸς τὴν $\Gamma_1\Gamma_3$. Συνεπῶς, ἐὰν μετρηθῇ ἡ γωνία $\Sigma_1\Sigma_3$ καὶ λάβωμεν τὸ ἡμισυ αὐτῆς, τότε τοῦτο θὰ εἴναι ἵσον πρὸς τὴν γωνίαν ω , ἢτοι ἵσον πρὸς τὴν ἑτησίαν παραλλαξιν τοῦ ἀστέρος Σ .*

γ'. *Ἡ παραλλαξίς ω εἴναι πάντοτε πολὺ*



σχ. 3.

μικρά, μικροτέρα και τοῦ 1'' τόξου. Είναι δὲ προφανές, ότι ὅσον περισσότερον μακράν τῆς γῆς εύρισκεται ἔνας ἀστήρ, τόσον μικροτέρα θά είναι και ἡ παράλλαξις του. Ἐπομένως, διὰ τοὺς πολὺ μακρυνούς ἀστέρας είναι και ἀδύνατον νὰ μετρηθῇ, διότι ἡ διάμετρος $\Sigma_1 \Sigma_3$ τῆς παραλλακτικῆς τροχιᾶς τοῦ ἀστέρος περιορίζεται τόσον πολύ, ὥστε καταντῷ νὰ γίνεται σημεῖον.

‘Ως ἐκ τῶν λόγων αὐτῶν, μόνον 100 περίπου ἀστέρες παρουσιάζουν παράλλαξιν, αἰσθητὴν διπτικῶς, είναι δὲ μόλις 6000 σχεδὸν ὅλοι οἱ ἀστέρες, τῶν δποίων ἡ παράλλαξις διαπιστοῦται μὲ τὴν βοήθειαν λεπτοτάτων φωτογραφικῶν μετρήσεων.

δ'. Τῶν ἀστέρων, οἱ δποίοι παρουσιάζουν παράλλαξιν, είναι δυνατὸν νὰ εὕρωμεν τὴν ἀπόστασιν ἐκ τῆς γῆς εὐκόλως, διότι ἐκ τοῦ ὀρθογωνίου τριγώνου $\Gamma_1 \Sigma \Gamma$ εχομεν: $H\Gamma_1 = \Gamma_1 \Sigma$

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

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

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

Ἄλλ' ἡ $H\Gamma_1$ είναι ἡ ἀπόστασις τῆς γῆς ἀπὸ τὸν ἥλιον, ἵση πρὸς $149,5 \times 10^6$ km, ἦτοι ἡ «ἀστρονομικὴ μονὰς» τῶν ἀποστάσεων, διότε, διὰ τὴν ἀνεύρεσιν τῶν ἀποστάσεων τῶν ἀστέρων είναι ἀρκετὸν νὰ γνωρίζωμεν μόνον τὴν παράλλαξιν των.

ε'. Ἐὰν εἰς τὴν (2) θέσωμεν $\delta = 1''$, ἐπειδὴ $H\Gamma_1 = 1$ α.μ., ἡ ἀπόστασις $\Gamma_1 \Sigma$ θὰ είναι ἵση μὲ 206.265 α.μ.

Καλοῦμεν παρσέκ τὴν ἀπόστασιν, εἰς τὴν δποίαν ἔνας ἀστήρ παρουσιάζει παράλλαξιν ἵσην πρὸς 1''. Τὴν ἀπόστασιν αὐτὴν λαμβάνομεν πολὺ συνήθως ὡς μονάδα μετρήσεως τῶν ἀποστάσεων. ‘Η δύνομασία της «παρσέκ» προκύπτει ἐκ τῆς συντμήσεως τῶν λέξεων: ‘παράλλαξις καὶ σεκόντ (δευτερόλεπτον).

Μεταξὺ παραλλάξεως καὶ τῶν μονάδων μήκους: παρσέκ, ἀστρο-

νομικῆς μονάδος καὶ ἔτους φωτός, ὑπάρχει ἡ κάτωθι ἀντιστοιχία:

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

505

~~αὐτοῦ~~ (25). **Αποστάσεις τῶν ἀστέρων.** **Απόλυτον μέγεθος.** α'. Ο ἀστήρ, ὃστις παρουσιάζει τὴν μεγαλυτέραν γνωστὴν παράλλαξιν ἵσην πρὸς $0'',764$, ἐπομένως δὲ καὶ τὴν μικροτέραν ἀπόστασιν ἐκ τῆς γῆς, εἶναι ὁ λεγόμενος ἐγγύτατος. Πρόκειται περὶ ἀστέρος ἀμυδροῦ, τοῦ 11ου μεγέθους, ὁ ὅποιος εἶναι « συνοδός » (§39β) τοῦ λαμπροῦ ἀστέρος α τοῦ Κενταύρου.

Θέτοντες εἰς τὴν (2) ἀντὶ τοῦ δ τὴν τιμήν του $0'',764$ εύρισκομεν, ὅτι ὁ ἐγγύτατος ἀπέχει 262.450 α.μ. ($4,3$ ε.φ. ἢ $1,31$ παρσέκ).

β'. Ασχέτως ὃν ὁ ἐγγύτατος συμβαίνῃ νὰ εἶναι ἀστήρ 11ου μεγέθους, ὅμως αἱ ἔρευναι τῶν τελευταίων ἐτῶν ἀπέδειξαν ὅτι, κατὰ γενικὸν τρόπον, ὑπάρχει σχέσις μεταξὺ λαμπρότητος τῶν ἀστέρων καὶ ἀποστάσεώς των, ὅπως τοῦτο φαίνεται εἰς τὸν κάτωθι πίνακα.

Αστρικὰ μεγέθη καὶ ἀποστάσεις τῶν ἀστέρων

Μέγεθος	Πάραλλαξις	Ἀπόστασις εἰς Παρσέκ	Μέγεθος	Πάραλλαξις	Ἀπόστασις εἰς παρσέκ
1ον	0'',261	6	6ον	0'',032	31
2ον	0'',225	8	7ον	0'',022	47
3ον	0'',091	11	8ον	0'',014	69
4ον	0'',065	15	9ον	0'',006	160
5ον	0'',046	22			

Ἐκ τούτου προκύπτει, ὅτι οἱ ἀστέρες πέραν τοῦ 9ου μεγέθους, σπανίως παρουσιάζουν παράλλαξιν, διότι ἀκριβῶς εύρισκονται πολὺ μακρὰν ἀπὸ ἡμᾶς.

γ'. Ἡ λαμπρότης, τὴν ὅποιαν παρουσιάζουν οἱ ἀστέρες, ναὶ μὲν ἔξαρταται ἀπὸ τὴν ἀπόστασιν των, σχετίζεται ὅμως κατ' οὐσίαν μὲ τὴν θερμοκρασίαν των καὶ τὰς πραγματικάς των διαστάσεις, δηλαδὴ μὲ τὴν πραγματικὴν φωτεινότητά των. Διὰ τοῦτο, ἔνας ἀστήρ, μικρὸς κατὰ τὰς διαστάσεις καὶ ὀλίγον φωτεινός, εἶναι δυνατὸν νὰ φαίνεται λαμπρός, ἐὰν εύρισκεται πλησίον μας· ἐνῷ, ἔνας ἄλλος, πραγματικῶς φωτεινότερος καὶ μεγαλύτερός του κατ' ὅγκον, νὰ φαίνεται ἀμυδρός, ἐπειδὴ ἀπέχει πολὺ ἀπὸ τὴν γῆν.

‘Ως έκ τούτου, διὰ νὰ είναι δυνατή ἡ σύγκρισις τῶν ἀστέρων μεταξύ των, ἀπεφασίσθη νὰ ἔξετάζεται, ὅχι τὸ φαῖνομενικὸν μέγεθός των, ὀλλ’ ἡ λαμπρότης, τὴν ὅποιαν θὰ εἶχον, ἐὰν εύρισκοντο ὅλοι, ἔξισον, εἰς τὴν αὐτὴν ἀπὸ τῆς γῆς ἀπόστασιν καὶ συγκεκριμένως εἰς τὴν ἀπόστασιν τῶν 10 παρσέκ. Τὸ μέγεθος, τὸ ὅποιον θὰ παρουσίαζε τότε ἔκαστος ἀστὴρ καλεῖται ἀπόλυτον μέγεθος τοῦ ἀστέρος.

δ'. Αἱ τελευταῖαι ἔρευναι ἀπέδειξαν, ὅτι ἔκ τῶν λαμπρῶν ἀστέρων τοῦ α' μεγέθους μόνον τέσσαρες συγκαταλέγονται μεταξὺ τῶν 35 πλησιεστέρων. Οὗτοι είναι οἱ ἔξης:

Ἀστὴρ	Φαῖνομ. μέγεθος	Παράλ- λαξις	Ἀπόστα- σις εἰς Παρσέκ	Ἀπόστα- σις εἰς ε.φ.	Σειρά ἀποστά- σεως	Ἀπόλυ- τον μέγεθος
α Κενταύρου	0,3	0'',752	1,32	4,3	2ος	4,5
α Μεγάλου Κυνὸς (Σείριος)	1,6	0'',380	2,63	8,6	6ος	1,4
α Μικροῦ Κυνὸς (Προκύων)	0,5	0'',282	3,54	11,5	11ος	2,8
α Ἀετοῦ ('Αλτάιρ)	0,9	0'',207	5,02	16,4	35ος	2,5

Ἀσκήσεις

21. Εὔρετε τὴν τιμήν, εἰς παρσέκ καὶ εἰς ἔτη φωτός, μιᾶς ἀστρονομικῆς μονάδος.
 22. Εὔρετε τὴν τιμήν, εἰς α.μ. καὶ εἰς παρσέκ ἐνὸς ἔτους φωτός.
 23. Εὔρετε εἰς χλμ. τὴν τιμήν ἐνὸς παρσέκ.
 24. Εὔρετε τὰς ἀποστάσεις τῶν τεσσάρων ἀστέρων τοῦ ἀνωτέρω πίνακος εἰς ἀ.μ. καὶ εἰς χλμ.
 25. Εὔρετε εἰς παρσέκ τὴν ἀπόστασιν τοῦ ἀστέρος ε τοῦ ἀστερισμοῦ τοῦ Ἰνδοῦ, τοῦ ὅποιον ἡ ἐτησία παράλλαξις είναι ἵση μὲ 0'',219
 26. Εὔρετε εἰς ε.φ. τὴν ἀπόστασιν ἀστέρος, τοῦ ὅποιον ἡ ἐτησία παράλλαξις είναι ἵση πρὸς 0'',001.
 27. Πόση είναι ἡ ἀπόστασις τοῦ ἥλιου ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ γαλαξίου εἰς παρσέκ καὶ ἀ.μ.; *ἔχως ἐδώ*

26. Πραγματικαὶ κινήσεις τῶν ἀστέρων. α'. Μέχρι καὶ πρὸ τριῶν ἀκόμη αἰώνων ἐπιστεύετο, ὅτι οἱ ἀστέρες δὲν κινοῦνται. Διὰ τοῦτο οἱ ἀρχαῖοι "Ἐλληνες τοὺς ὡνόμαζον ἀπλανεῖς, διὰ νὰ τοὺς ἀντιδιαστέλλουν πρὸς τοὺς πέντε μόνον γνωστοὺς τότε πλανήτας, οἱ ὅποιοι ἐφαίνοντο νὰ κινοῦνται μεταξὺ τῶν ἀπλανῶν.

Πρώτος δέ Halley (Χάλλεϋ)¹, τὸ 1718, ἀπέδειξεν, ὅτι οἱ λαμπροὶ ἀστέρες Σείριος, Ἀρκτοῦρος καὶ Λαμπαδίας κινοῦνται. Σήμερον γνωρίζομεν, ὅτι ὅλοι οἱ ἀστέρες κινοῦνται, ἀσχέτως ἂν αἱ κινήσεις τῶν δὲν γίνονται αἰσθηταὶ εἰς μικρὰ χρονικὰ διαστήματα, ὀλίγων δεκάδων ἢ ἑκατοντάδων ἔτῶν.

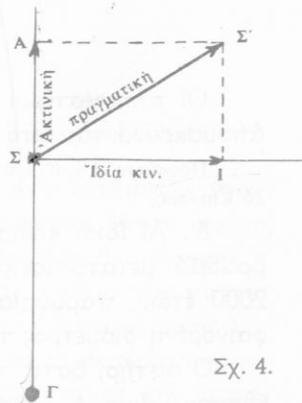
Β'. Ἐστω ἀστὴρ Σ, θεώμενος ἐκ τῆς γῆς Γ (σχ. 4) καὶ ἔστω ΣΣ' ἡ πραγματική κίνησίς του εἰς τὸν χῶρον. Ὁ γῆινος παρατηρητὴς δὲν βλέπει τὴν πραγματικήν αὐτὴν κίνησιν, ἀλλὰ τὴν ἀντιλαμβάνεται ὡς δύο κινήσεις τοῦ ἀστέρος, συνιστώσας τὴν ΣΣ', ἥτοι τὰς ΣΑ καὶ ΣΙ. Ἐκ τῶν δύο τούτων συνιστώσῶν κινήσεων, ἥ μὲν ΣΙ, τὴν δόποιαν ἀντιλαμβανόμεθα ὁ πτικῶς, καλεῖται **ἴδια κίνησις τοῦ ἀστέρος**, ἥ δὲ ΣΑ, ἥ δόποια πιστοποιεῖται φασματοσκοπιῶς, λέγεται **ἀκτινική κίνησις**.

γ'. Εἶναι προφανές, ὅτι ἡ ἀκτινική κίνησις δυνατὸν νὰ γίνεται κατὰ δύο φοράς: ἥτοι ἐκ τοῦ Σ πρὸς τὸ Α, ἢν δὲ ἀστὴρ ἀπομακρύνεται τῆς γῆς, ἥ ἐκ τοῦ Σ πρὸς τὸ Γ, ἢν δὲ ἀστὴρ μᾶς πλησιάζῃ. Τοῦτο ἔξακριβοῦται μὲ τὴν γνωστὴν μέθοδον Doppler - Fiseau. Διότι, ἢν δὲ ἀστὴρ μᾶς πλησιάζῃ, τότε αἱ γραμμαὶ τοῦ φάσματός του παρουσιάζουν μετάθεσιν πρὸς τὸ ίῶδες· ἐνῷ, ὅταν δὲ ἀστὴρ ἀπομακρύνεται, τότε αἱ γραμμαὶ μετατίθενται πρὸς τὸ ἐρυθρὸν μέρος τοῦ φάσματός του.

Τὴν ταχύτητα τοῦ ἀστέρος, τὴν δόποιαν καλοῦμεν **ἀκτινικὴν ταχύτητα**, εὑρίσκομεν ἐκ τῆς σχέσεως $t = T \frac{\Delta\lambda}{\lambda}$, ὅπου T ἡ ταχύτης τοῦ φωτός, λ τὸ μῆκος κύματος, εἰς τὸ δόποιον ἀντιστοιχεῖ ἥ μετατιθεμένη φασματικὴ γραμμὴ καὶ $\Delta\lambda$ ἡ μετατόπισίς της.

Αἱ ἀκτινικαὶ ταχύτητες τῶν ἀστέρων κυμαίνονται συνήθως μεταξὺ 2 καὶ 55 km/sec. Βραδύτεροι εἶναι οἱ λευκοὶ καὶ κυανοὶ ἀστέρες καὶ ταχύτεροι οἱ κίτρινοι καὶ ἐρυθροί. Οὔτως, ὁ λευκοκύανος Βέγας μᾶς πλησιάζει μὲ ταχύτητα 7 km/sec, ἐνῷ ὁ ἐρυθρὸς Λαμπαδίας κατευθύνεται πρὸς ἡμᾶς μὲ ταχύτητα 55 km/sec. ✓

1. E. Halley (1656-1742), περίφημος Ἀγγελος ἀστρονόμος, γνωστὸς ἀπὸ τὸν κομήτην, ὃστις φέρει τὸ ὄνομά του (βλ. § 82β).



Σχ. 4.

Οι πλησιέστεροι πρὸς ἡμᾶς τέσσαρες λαμπροὶ ἀστέρες (§25δ) ἀπομακρύνονται ἀπὸ ἡμᾶς. Αἱ ταχύτητές των εἰναι :

Προκύων 3 km/sec. Σείριος 8 km/sec. α Κενταύρου 22 km/sec. Ἀλτάριος 26 km/sec.

δ'. Αἱ ἴδιαι κινήσεις τῶν ἀστέρων γίνονται αἰσθηταὶ ὡς πολὺ βραδεῖαι μετατοπίσεις των ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ. Οὔτως δὲ Σείριος, ἐντὸς 2000 ἑτῶν, παρουσίασε μετατόπισιν ἵσην πρὸς $0^{\circ},5$ (ὅση εἰναι ἡ φαινομένη διάμετρος τοῦ ἥλιακοῦ δίσκου).

‘Ο ἀστήρ, ὅστις παρουσιάζει τὴν μεγαλυτέραν γνωστὴν ἴδιαν κίνησιν, εἰναι δὲ καλούμενος ἀστὴρ τοῦ Μπαρυνάρτ¹, μεγέθους 9,7. Οὔτος κινεῖται ἐτησίως κατὰ $10'',3$ καὶ ἐντὸς 352 ἑτῶν μετατοπίζεται κατὰ $10''$.

Οἱ τέσσαρες πλησιέστεροι πρὸς ἡμᾶς λαμπροὶ ἀστέρες (§25δ) ἔχουν τὰς ἔξῆς ἴδιας κινήσεις, ἐτησίως.

α Κενταύρου $3'',68$. Σείριος $1'',32$. Προκύων $1'',25$. Ἀλτάριος $0'',66$.

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

27. **Μεταβατικὴ κίνησις τοῦ ἥλιου.** α'. Ἐξηκριβώθη, ὅτι ὁ ἥλιος, ὅπως ὅλοι οἱ ἀστέρες, κινεῖται εἰς τὸν χῶρον. ‘Η κίνησίς του διαπιστοῦται ὡς ἔξῆς: “Οπως, ὅταν κινούμεθα ἐντὸς δάσους, τὰ δένδρα, πρὸς τὰ ὄποια προχωροῦμεν, φαίνονται ὅτι « ἀνοίγουν », ἐνῷ ἀντιθέτως, ἐκεῖνα ποὺ ἀφίνομεν ὄπίσω, φαίνονται ὅτι συγκλίνουν μεταξύ των, καθ' ὅμοιον τρόπον καὶ οἱ γειτονικοὶ πρὸς τὸν ἥλιον ἀστέρες, διὰ μέσου τῶν ὄποιων ἐκεῖνος προχωρεῖ, « ἀνοίγουν » καὶ συνεχῶς ἀπομακρύνονται ἀλλήλων, ἐνῷ ὅσοι εὑρίσκονται πρὸς τὴν ἀντίθετον κατεύθυνσιν πλησιάζουν φαινομενικῶς. ‘Ημεῖς, ἐκ τῆς γῆς, ἡ ὄποια ἀκολουθεῖ τὸν ἥλιον, βλέπομεν, πράγματι, αὐτὰς τὰς κινήσεις τῶν ἀστέρων.

Τὸ σημεῖον τοῦ οὐρανοῦ πρὸς τὸ ὄποιον κατευθύνεται ὁ ἥλιος καλεῖται ἀπηξ, ἐνῷ τὸ σημεῖον ἀπὸ τὸ ὄποιον ἀπομακρύνεται λέγεται ἀντάπηξ. ‘Ο ἀπηξ εὑρίσκεται πλησίον τοῦ ἀστέρος ο τοῦ ‘Ηρακλέους, αἱ δὲ συντεταγμέναι του (§ 134) εἰναι $\alpha = 272^{\circ} 36'$, $\delta = +29^{\circ} 36'$. *Επιφανής*

1. E. Barnard (1857 - 1923). ‘Επιφανής Ἀμερικανὸς ὀστρονόμος, ἀσχοληθεὶς περισσότερον μὲ τὴν ἀπαρίθμησιν καὶ σπουδὴν τῶν μεγάλων σκοτεινῶν νεφελωμάτων.

III. ΧΡΩΜΑ, ΦΑΣΜΑ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ

28. Χρώματα τῶν ἀστέρων. α'. "Οπως εἶναι ἐμπειρικῶς γνωστόν, καθὼς αὐξάνει ἡ θερμοκρασία ἐνὸς σώματος, ὅταν τοῦτο διαπυρωθῇ παρουσιάζει ἀρχικῶς χρῶμα ἐρυθρὸν (ἐρυθροπύρωσις), κατόπιν δέ, ὑψουμένης τῆς θερμοκρασίας του, τὸ χρῶμα του γίνεται ὁλονέν καὶ λευκότερον, μέχρι τοῦ κυανοχρώσου (λευκοπύρωσις).

β'. Καθ' ὅμοιον τρόπον διεπιστώθη, ὅτι καὶ οἱ ἀστέρες παρουσιάζουν διάφορα χρώματα, τὰ δόποια εἶναι συνάρτησις τῆς θερμοκρασίας των. Καθὼς δὲ βαίνομεν ἀπὸ τοὺς θερμοτέρους πρὸς τοὺς διλιγότερον θερμούς, χρωματικῶς ἔχομεν: κυανολεύκους, λευκούς, λευκοκιτρίνους, κιτρίνους, χρυσοκιτρίνους, ἐρυθροὺς καὶ βαθέως ἐρυθροὺς ἀστέρας.

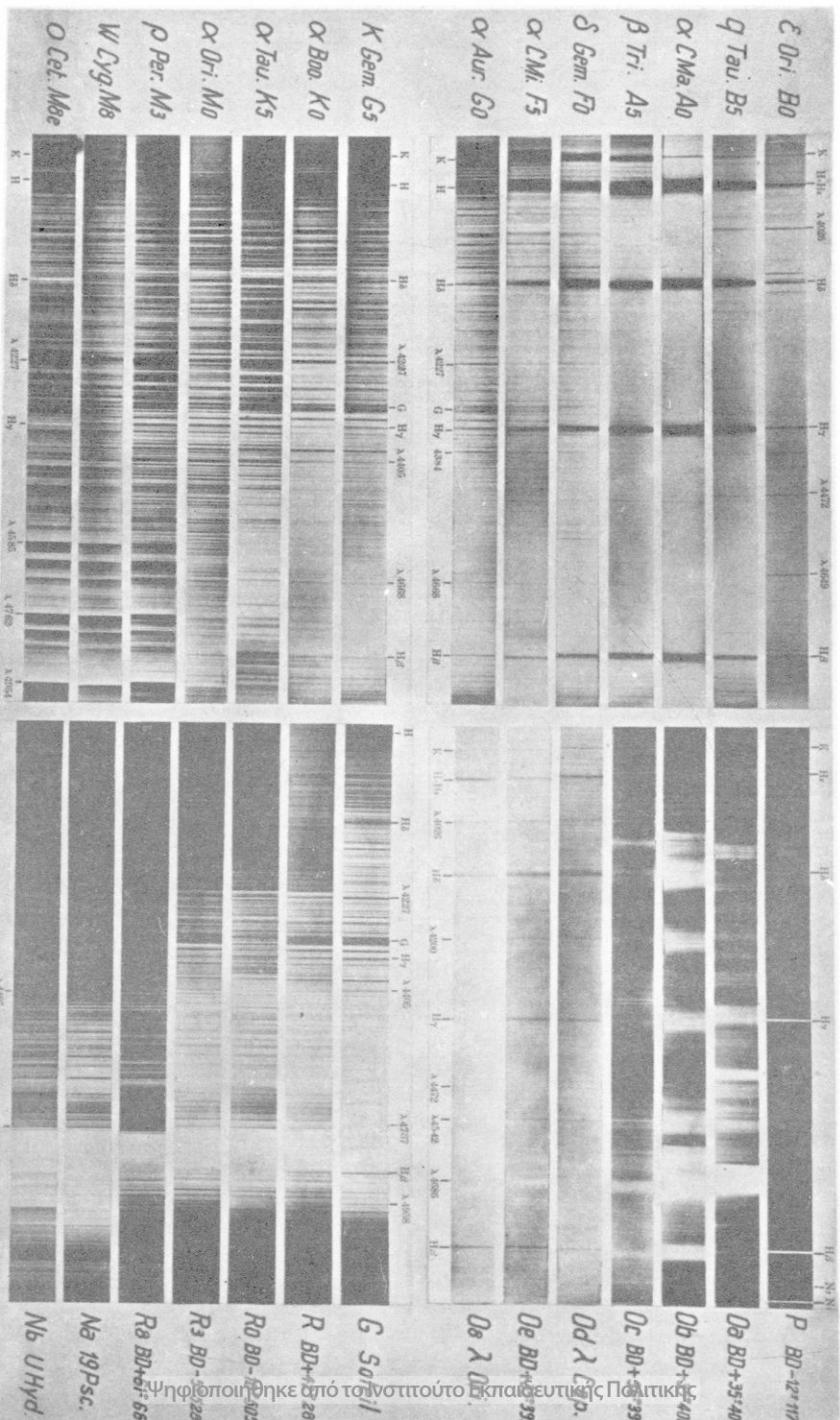
29. Φασματικοὶ τύποι τῶν ἀστέρων. α'. "Ολοι σχεδὸν οἱ ἀστέρες παρουσιάζουν φάσμα ἀπορροφήσεως καὶ πολὺ διλίγοι φάσμα ἐκ πομπῆς.

Τὸ φάσμα ἀπορροφήσεως ἀποδεικνύει, ὅτι οἱ ἀστέρες εἶναι διάπυροι καὶ περιβάλλονται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας μὲν χαμηλοτέραν θερμοκρασίαν, ὡς πρὸς ἑκείνην τῆς ἐπιφανείας των. Ἡ ἀτμόσφαιρά των προκαλεῖ ἀπορρόφησιν τοῦ συνέχοντος φάσματος τῆς ἐπιφανείας των, εἰς τρόπον ὥστε τοῦτο νὰ διακόπτεται ἀπὸ πολλὰς σκοτεινὰς γραμμὰς ἀπορροφήσεως. Ἐξ ἄλλου, τὸ φάσμα ἐκπομπῆς μὲν φωτεινὰς γραμμὰς, τὸ δόποιον παρουσιάζουν ἐλάχιστοι ἀστέρες, ἀποδεικνύει, ὅτι καὶ αὐτοὶ εὑρίσκονται εἰς διάπυρον κατάστασιν καὶ ὅτι περιβάλλονται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας, μὲν θερμοκρασίαν ὑψηλοτέραν τῆς ἐπιφανειακῆς των.

β'. "Ἐκ τοῦ φάσματος των προκύπτει, ὅτι οἱ ἀστέρες ἔχουν χρυσικὴν σύνθεσιν, ἀνάλογον πρὸς τὴν σύνθεσιν τοῦ ἡλίου μας καὶ ὅτι τὰ συχνότερον ἀπαντώμενα εἰς αὐτοὺς στοιχεῖα εἶναι τὸ ὑδρογόνον καὶ τὸ ἥλιον.

γ'. Τέλος, ἐκ τοῦ φάσματος τῶν ἀστέρων, ἀλλὰ καὶ δι' ἄλλων μεθόδων, εἶναι δυνατὸν νὰ εύρεθῇ ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας των, ἡ δόποια κυμαίνεται, ἐν γένει, μεταξὺ 50.000⁰ καὶ 3.000⁰ Κ.

δ'. "Ἀν καὶ τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων εἶναι μέγα, ἐν τούτοις αἱ ποικιλίαι τῶν φασμάτων των δὲν εἶναι πολλαῖ. Διὰ τοῦτο εἶναι δυνατὸν νὰ καταταγοῦν ὅλα τὰ ἀστρικὰ φάσματα, συνέπως δὲ καὶ ὅλοι



οι ἀστέρες, εἰς δώδεκα φασματικοὺς τύπους, οἱ δόποιοι δύνομάζονται κατὰ σειράν: Q, W, O, B, A, F, G, K, M, N, R καὶ S. Ἐκ τούτων οἱ σπουδαιότεροι είναι οἱ ἔξης ἔξ.

1. Τύπος B. Ἀστέρες τοῦ στοιχείου ἥλιου. Τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων αὐτῶν ἀνέρχεται εἰς 12% τοῦ συνόλου τῶν μελετηθέντων φασματοσκοπικῶς. Παρουσιάζουν φάσμα ἀπορροφήσεως, εἰς τὸ δόποιον ἐπικρατοῦν αἱ γραμμαὶ τοῦ στοιχείου ἥλιον. Ἡ ἐπιφανειακὴ θερμοκρασία των κυμαίνεται μεταξὺ 25.000° καὶ 15.000°K καὶ τὸ χρῶμα των είναι κυανόλευκον ἔως λευκόν. Εἰς αὐτοὺς ἀνήκει, εἰς τῶν λαμπτρῶν ἀστέρων, ὁ Βασιλίσκος (α Λέοντος).

2. Τύπος A. Ἀστέρες ὑδρογόνου. Αὐτοὶ ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰ 22% τοῦ συνόλου. Εἰς τὸ φάσμα ἀπορροφήσεως αὐτῶν ἐπικρατοῦν αἱ γραμμαὶ τοῦ ὑδρογόνου. Ἡ θερμοκρασία των εύρισκεται μεταξὺ 12.000° καὶ 8.000°K καὶ τὸ χρῶμα των είναι λευκόν. Ὁ Σείριος καὶ ὁ Βέγας ἀνήκουν εἰς αὐτούς.

3. Τύπος F. Ἀστέρες ιονισμένου ἀσβεστίου. Περίπου τὰ 20% τῶν ἀστέρων. Εἰς τὸ φάσμα των ἐπικρατοῦν πρῶτον αἱ γραμμαὶ τοῦ ιονισμένου ἀσβεστίου καὶ ἔπειτα τοῦ ὑδρογόνου. Ἡ θερμοκρασία των είναι χαμηλοτέρα τῶν 8000°K καὶ τὸ χρῶμα των είναι κίτρινον. Εἰς αὐτοὺς ἀνήκει ὁ Προκύων (α τοῦ Μικροῦ Κυνός).

4. Τύπος G. Ἀστέρες ἥλιακοι. Ἀντιπροσωπεύουν τὰ 16% τῶν ἀστέρων. Τὸ φάσμα των είναι ἀνάλογον πρὸς τὸ φάσμα τοῦ ἥλιου μας, μὲ πολλὰς γραμμὰς ἀπορροφήσεως, ὀφειλομένας εἰς τὰ μέταλλα καὶ κυρίως τὸν σίδηρον, χωρὶς ὅμως νὰ λείπουν καὶ αἱ γραμμαὶ τοῦ ὑδρογόνου. Ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας των φθάνει τοὺς 6000°K καὶ ἔχουν χρῶμα κίτρινον. Ἡ Αἴξ (α Ἡνιόχου) ἀνήκει εἰς αὐτούς.

5. Τύπος K. Ἀστέρες τοῦ τύπου τῶν ἥλιακῶν κηλίδων. Οὗτοι είναι οἱ ἀφθονώτεροι τῶν ἀστέρων, 27% τοῦ συνόλου, τὸ δὲ φάσμα των είναι ὅμοιον πρὸς ἑκεῖνο, τὸ δόποιον παρουσιάζουν αἱ κηλίδες τοῦ ἥλιου μας (§53γ'), μὲ ἀφθόνους μεταλλικὰς γραμμὰς καὶ περισσότερον ἥλαττωμένας τὰς γραμμὰς τοῦ ὑδρογόνου. Ἡ θερμοκρασία των κατέρχεται εἰς τοὺς 4600°K καὶ ἔχουν χρῶμα χρυσοκίτρινον. Εἰς αὐτοὺς ἀνήκει ὁ Ἀρκτοῦρος (α Βοώτου) καὶ ὁ Λαμπταδίας (α Ταύρου).

6. Τύπος M. Ἀστέρες τοῦ δξειδίου τοῦ τιτανίου. Μόνον τὰ 3%

τῶν ἀστέρων ἀνήκουν εἰς αὐτούς. Εἰς τὸ φάσμα των ἐπικρατοῦν ταινίαι ἀπορροφήσεως, διφειλόμεναι εἰς τὸ δξείδιον τοῦ κυανίου. Ἡ θερμοκρασία των περιορίζεται εἰς 3.500⁰ ἥως 3.000⁰ Κ καὶ εἶναι ἔρυθροί, ώς δὲ Μπεντελγκέζ (αἱ Ὁρίωνος).

ε'. Ἐκ τῶν δεδομένων τούτων προκύπτουν τὰ ἔξης γενικὰ συμπεράσματα.

1. Τὸ σύνολον σχεδὸν τῶν ἀστέρων κατανέμεται κυρίως μεταξὺ τῶν ἔξι φασματικῶν τύπων B, A, F, G, K καὶ M.

2. Οἱ θερμότεροι τοῦ ήλιου μᾶς ἀστέρες ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰ 54% τοῦ συνόλου καὶ ἀνήκουν εἰς τοὺς φασμ. τύπους B, A καὶ F, ἐνῷ, ὅσοι ἔχουν θερμοκρασίαν ἵστην ἡ μικροτέραν τῆς ήλιακῆς περιορίζονται εἰς τὰ 46% τῶν ἀστέρων καὶ διαμοιράζονται εἰς τοὺς ἄλλους τρεῖς φασμ. τύπους G, K καὶ M.

IV. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ, ΜΑΖΑ ΠΥΚΝΟΤΗΣ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ

30. **Διάμετροι τῶν ἀστέρων. α'.** "Ολοι οἱ ἀστέρες, λόγῳ τῆς μεγάλης ἀποστάσεώς των, δὲν παρουσιάζονται ώς μικροί δίσκοι, ἀλλὰ φαίνονται ώς φωτεινὰ σημεῖα. Παρὰ ταῦτα, μὲ τὴν βοήθειαν τῆς συμβολῆς τοῦ φωτός των, κατωρθώθη νὰ μετρηθοῦν αἱ φανόμενα διάμετροι ἀρκετῶν ἀστέρων, αἱ δόποια εύρισκονται πάντοτε μικρότεραι τῶν 0'',05. Ἐξ αὐτῶν ἐμετρήθησαν καὶ αἱ πραγματικαὶ διάμετροὶ των, διότι ἴσχύει ἡ σχέσις:

$$\text{ἀκτὶς} = \frac{\text{φανομένη ἡμιδιάμετρος}}{\text{παράλλαξις}} \times \text{ἀστρον. μον.}$$

β'. Εἶναι ὅμως δυνατὸν νὰ εύρεθοῦν αἱ διαστάσεις τῶν ἀστέρων καὶ ἐκ τοῦ ἀπολύτου μεγέθους των (§25γ), ἐφ' ὅσον τοῦτο ἔξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἐπιφανειακήν θερμοκρασίαν των, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὴν ἔκτασιν τῆς ἐπιφανείας των. Ἐπομένως, ἐκ τοῦ ἀπολύτου μεγέθους, ὅταν γνωρίζωμεν τὴν θερμοκρασίαν τῆς ἐπιφανείας ἐνὸς ἀστέρος, εύρισκομεν καὶ τὴν πραγματικήν του ἀκτῖνα.

31. **Ἀστέρες γίγαντες καὶ νᾶνοι. α'**. Εὔρεθη, ὅτι οἱ ἀστέρες διαφέρουν κατὰ πολὺ μεταξύ των, ώς πρὸς τὰς διαστάσεις. Οὕτως, δὲ ἔρυθρὸς ἀστὴρ Ἀντάρης (αἱ τοῦ Σκορπίου), μὲ θερμοκρασίαν

μόνον 3000° Κ παρουσιάζει μεγίστην φωτεινότητα, διότι ό δύκος του είναι πολύ μεγάλος. Η άκτις του ύπολογίζεται 160 φοράς μεγαλυτέρα της ήλιακης και ό δύκος του $4,1 \times 10^8$ μεγαλύτερος.

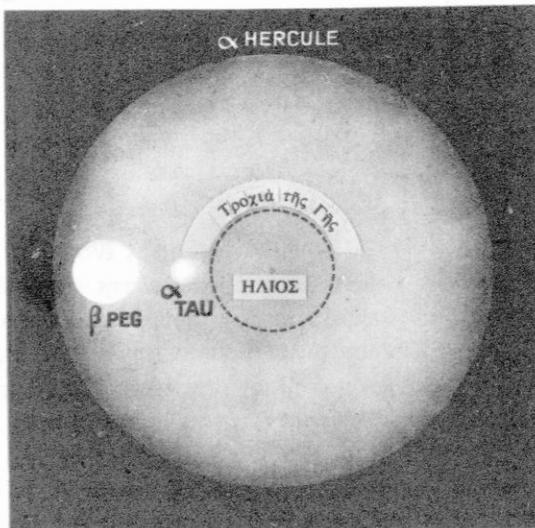
β'. Όνομάζονται γίγαντες οι άστέρες, όταν έχουν διάμετρον 10 έως 100 φοράς μεγαλυτέραν τοῦ ήλιου και ίπεργίγαντες οι άκομη μεγαλύτεροι: νῦνοι δέ, οι έχοντες διάμετρον άπό τὸ δεκαπλάσιον ἔως τὸ δέκατον τῆς ήλιακῆς. Συνεπῶς, δηλαδή μας συγκαταλέγεται μεταξὺ τῶν νάνων άστέρων. Ἐπὶ πλέον, οὐπάρχουν οἱ καλούμενοι λευκοὶ καὶ ἐρυθροὶ νῦνοι, μὲν διάμετρον κυμαινομένην μεταξὺ 0,1 καὶ 0,001 τῆς ήλιακῆς.

Μεταξὺ τῶν οὐπέργιγάντων συγκαταλέγεται δηλαδή εἰς τοῦ Ἡνιόχου, δηλαδή, ἐνῷ φαίνεται ως άστήρ 3ου μεγέθους, ἔχει διάμετρον 2000 μεγαλυτέραν τῆς ήλιακῆς καὶ δύκον 8×10^9 μεγαλύτερον τοῦ ήλιου.

32. Μᾶζαι καὶ πυκνότητες τῶν άστέρων. α'. Διὰ νὰ μετρηθῇ ἡ μᾶζα ἐνὸς άστέρος χρειάζεται νὰ γνωρίζωμεν τὴν ἐλκτικὴν δύναμιν, τὴν ὅποιαν ἀσκεῖ ἕπι τίνος ἄλλου. Τοῦτο δύναται νὰ γίνῃ μόνον εἰς τοὺς λεγομένους διπλοῦς άστέρας. Ἀλλ' ὁ Eddington¹ ("Ἐντιγκτον"), ἔχων ὑπ' ὄψει τὰς ἐλκτικὰς δυνάμεις ὠρισμένων άστέρων, τῶν καλούμενων «διπλῶν» (§39), εὗρεν, ὅτι ὑπάρχει σχέσις μεταξὺ τῆς μάζης των καὶ τοῦ ἀπολύτου μεγέθους των.

"Αν λάβωμεν ως μονάδα μάζης τὴν ήλιακήν, τότε εύρισκεται, ὅτι ὑπάρχει ἡ ἔξης ἀντιστοιχία μεταξὺ μάζης καὶ φασματικοῦ τύπου.

1. A. S. Eddington (1882 - 1944), ἐπιφανὴς Βρεττανὸς ἀστρονόμος, διακριθεὶς εἰς τὴν ἔρευναν τῶν άστέρων, ἀλλὰ καὶ τοῦ Σύμπαντος δόλοκλήρου.



Εἰκ. 15. Συγκριτικὰ μεγέθη τοῦ ήλιου πρὸς τοὺς γίγαντας άστέρας α Ταύρου (α Ταυ.), β Πηγάσου (β Peg) καὶ α Ἡρακλέους (α Hercule). Ἐντὸς τοῦ τελευταίου θὰ ήδυνατο νὰ χωρέσῃ δηλαδή καὶ ἡ περὶ αὐτὸν κινούμενη γῆ.

Φασματ. τύπος	Απόλ. μέγεθ.	Ηλιακαί μᾶζαι
B	- 1,7	10,0
A	+ 0,7	6,0
F	+ 2,4	2,5
G	+ 4,4	1,0 ("Ηλιος")
K	+ 5,9	0,7
M	+ 9,8	0,6

β'. "Οταν δέ οργανώσεις αστέρος είναι μικρός καὶ ἡ μᾶζα του μεγάλη, τότε ἡ πυκνότης του θὰ είναι μεγίστη. Οὕτως εύρεθη, ὅτι ὑπάρχουν αστέρες, οἵ καλούμενοι λευκοί νᾶνοι, οἵ ὄποιοι, ἐνῷ ἔχουν διάμετρον περίπου ἵσην πρὸς τὴν γηίνην, ἔχουν ὅμως μᾶζαν ὅσην ὁ ἥλιος μας, συνεπῶς δὲ καὶ πυκνότητα μεγίστην.

Ο λεγόμενος συνοδὸς τοῦ Σειρίου ἔχει διάμετρον 46.000 km (ἐναντὶ τῶν 12.700 km τῆς γῆς) καὶ μᾶζαν 0,966 τῆς ἥλιακῆς, ἀνήκει δὲ εἰς τὸν φασμ. τύπον A, μὲν ἐπιφανειακὴν θερμοκρασίαν 8000° K. Ἡ πυκνότης του εύρισκεται οὕτω 55.000 φορὰς μεγαλυτέρα τοῦ ὕδατος καὶ 10.000 φορὰς μεγαλυτέρα τῆς γηίνης, ἐνῷ ἡ πυκνότης του ἥλιου μόλις φθάνει τὰ 1,41, λαμβανομένης ὡς μονάδος τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος.

γ'. Ἐσχάτως εύρεθη, ὅτι ὑπάρχουν αστέρες ἀκόμη πυκνότεροι καὶ τῶν λευκῶν νάνων. Οὗτοι είναι οἱ καλούμενοι ἀστέρες νετρονίων, τῶν ὄποιων ἡ διάμετρος περιορίζεται περίπου εἰς τὸ χιλιοστὸν τῆς γηίνης, ἐνῷ ἡ μᾶζα των Ισοῦται πρὸς τὴν ἥλιακήν. Ἡ ὑπέρπτυκος κατάστασίς των δικαιολογεῖται μόνον, ἀν ὑποθέσωμεν, ὅτι συνίστανται ἀπὸ νετρόνια.

33. Δομὴ καὶ περιστροφὴ τῶν ἀστέρων. α'. Βάσει τῶν δεδομένων περὶ τοῦ ὄγκου, τῆς μάζης καὶ τοῦ φάσματος τῶν ἀστέρων, δυνάμεθα νὰ συμπεράνωμεν ποία είναι ἡ δομή των. Οὗτοι πρέπει νὰ συνίστανται ἀπὸ πολὺ πυκνούς πυρῆνας, ὃπου ἡ θερμοκρασία φθάνει εἰς πολλὰ ἔκατομμύρια βαθμῶν. Ἀνωθεν τοῦ πυρῆνος ὑπάρχουν διόκεντροι στοιβάδες (ὅπως τοῦ κρομμυδιοῦ) μὲν συνεχῶς ἐλαττουμένην πυκνότητα καὶ θερμοκρασίαν, μέχρι τῆς ἐπιφανείας των. Ὑπεράνω δ' αὐτῆς ἔκτείνεται συνήθως παχεῖα ἀτμόσφαιρα, ὑπὸ μορφὴν στοιβάδων καὶ πάλιν, μὲν δλονὲν χαμηλοτέρας θερμοκρασίας καὶ πυκνότητας, καθὼς βαίνομεν πρὸς τὰ ἔξωτερικὰ ὅρια των.

Ἐξαίρεσιν ἀποτελοῦν οἱ λευκοί νᾶνοι καὶ οἱ ἀστέρες νετρονίων, οἵ ὄποιοι παρουσιάζουν πολυπλοκωτέραν δομήν.

β'. Ἔξ ἄλλου, ὅπως ἀπέδειξεν φασματοσκοπικῶς ὁ O. Struve

(Στροῦβε), οἱ ἀστέρες περιστρέφονται. Ταχύτερον κινοῦνται περὶ ἄξονα οἱ θερμοὶ ἀστέρες, τῶν φασματικῶν τύπων Ο, Β καὶ Α, οἱ διποῖοι ἀναπτύσσουν ταχύτητας 80 καὶ 100 km/sec ἐνίστε, ἐνῷ εἰς τοὺς δλιγότερον θερμοὺς ἡ ταχύτης περιστροφῆς των δλονέν καὶ περιορίζεται.

Ασκήσεις

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

29. Πόση εἶναι ἡ πυκνότης ἀστέρος, τοῦ ὅποιου ἡ μὲν μᾶζα εἶναι ἵση πρὸς 50 ἡλιακάς, ὁ δὲ ὅγκος ἵσος πρὸς 100 ἡλιακούς, ἀν ληφθοῦ ὡς μονάδες α) ἡ πυκνότης τοῦ ἡλίου καὶ β) ἡ πυκνότης τοῦ ὄντα;

V. ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΙ ΑΣΤΕΡΕΣ

34. Ὁρισμὸς καὶ ταξινόμησις τῶν μεταβλητῶν ἀστέρων. α'. Ὄνομάζονται μεταβλητοὶ ἀστέρες, ὅσοι δὲν ἔχουν σταθερὰν λαμπρότητα, ἀλλὰ παρουσιάζουν κύμανσιν τῆς φωτεινότητός των.

β'. Ἐξηκριβώθη, ὅτι ἡ κύμανσις τῆς λαμπρότητος πολλῶν μεταβλητῶν ἀστέρων γίνεται ἐντὸς ὥρισμένου χρονικοῦ διαστήματος, μεταξὺ ἑνὸς μεγίστου καὶ ἑνὸς ἐλαχίστου τῆς φωτεινότητός των. Διὰ τοῦτο καὶ καλοῦνται οὗτοι περιοδικοὶ μεταβλητοὶ ἀστέρες. Ἀντιθέτως, ἀλλοι μεταβλητοὶ δὲν ἔχουν ὥρισμένα ὅρια λαμπρότητος, ἀλλ' οὔτε ἡ μεταβολὴ τῆς φωτεινότητός των γίνεται ἐντὸς ὥρισμένου χρόνου· διὰ τοῦτο καὶ καλοῦνται ἀνώμαλοι μεταβλητοί.

γ'. Ἀπὸ τοὺς περιοδικοὺς μεταβλητοὺς πολλοὶ συμπληρώνουν τὴν φωτεινήν των κύμανσιν ἐντὸς δλίγων ὥρῶν ἢ δλίγων 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 ἔως τὸ 4,5, ἐντὸς περιόδου 5 ἡμ. καὶ 7 ὥρ.

"Αλλοι πάλιν ἔχουν μεγάλην περίοδον ἀπὸ 50 μέχρι 700 ἡμερῶν. Διὰ τοῦτο λέγονται μεταβλητοὶ μακρᾶς περιόδου. Ὁ ἀστὴρ ο τοῦ Κήτους, ὁ λεγόμενος καὶ θαυμάσιος (Mira), ὁ ὅποιος

έντὸς περιόδου 331 ἡμ. κυμαίνεται μεταξὺ τοῦ μεγίστου μεγέθους 1,2 καὶ τοῦ ἐλαχίστου 9,6, θεωρεῖται ως ὁ ἀντιπροσωπευτικὸς αὐτῶν.

δ'. Μεταξὺ τῶν ἀνωμάλων μεταβλητῶν, ὑπάρχουν μερικοί, οἱ ὅποιοι παρουσιάζουν τὰ ἔξης φαινόμενα. Είναι ἀστέρες πολὺ ἀμυδροί, συνήθως πέραν καὶ τοῦ 16ου μεγέθους. Ἐξαφνα ὅμως καὶ ἐντὸς ὀλίγων ἡμερῶν ἡ καὶ ὡρῶν ἀκόμη γίνονται πολὺ λαμπροί, κάποτε δὲ φαίνονται καὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ, ως ἀστέρες καὶ τοῦ πρώτου μεγέθους. Μετὰ μερικὰς ὅμως ἡμέρας ἡ λαμπρότης των ἐλαττοῦται καὶ βραδέως γίνονται πάλιν, ὅπως ἡσαν, ἀμυδροί. Οἱ μεταβλητοὶ αὐτοί, περίπου 100, ὄνομάζονται νέοι ἀστέρες (novae). Ἐξ αὐτῶν ὑπάρχουν καὶ μερικοί, οἱ ὅποιοι κάποτε ὑπερβαίνουν εἰς λαμπρότητα ὅλους τοὺς ἀστέρας, φαίνονται δὲ ἀκόμη καὶ τὴν ἡμέραν. Οὗτοι ὄνομάζονται ὑπερνέοι (supernovae), παρετηρήθησαν δὲ εἰς τὸν γαλαξίαν μᾶς 6 ἢ 7, ἀπὸ τῆς ἀρχαιότητος ἕως σήμερον.

35. **Τὰ αἴτια τῆς φωτεινῆς κυμάνσεως τῶν μεταβλητῶν.**
α'. Ἀπὸ τοὺς περιοδικούς μεταβλητούς καὶ μάλιστα τῆς βραχείας περιόδου, ἔξηκριβώθη, ὅτι μερικοί ὀφείλουν τὴν φωτεινήν κύμανσίν των, εἰς τὸ γεγονός, ὅτι γύρω τους κινοῦνται ἄλλοι ἀστέρες, μικρότερας λαμπρότητος. "Οταν δὲ ἀμυδρότερος ἀστὴρ ἔρχεται μεταξὺ ἡμῶν καὶ τοῦ μεταβλητοῦ, τότε τὸν ἀποκρύπτει. Γίνεται δηλαδὴ ἔνα εἶδος ἐκ λείψεως, συνεπείᾳ τῆς ὅποιας δὲ μεταβλητὸς χάνει λαμπρότητα. Διὰ τοῦτο καὶ οἱ ἀστέρες αὐτοὶ λέγονται μεταβλητοὶ δι' ἔκλειψεων.

Ἐκπρόσωπός των είναι δὲ β τοῦ Περσέως, δὲ λεγόμενος Ἄλγης ὁ δὲ λ, ὁ ὅποιος κυμαίνεται μεταξὺ 2,3 καὶ 3,5 μεγεθῶν, ἐντὸς 70 ὡρῶν περίπου.

β'. Οἱ ἄλλοι περιοδικοί μεταβλητοί, βραχείας καὶ μακρᾶς περιόδου, καθὼς καὶ οἱ ἀνώμαλοι, τὸ πιθανώτερον, ὑπόκεινται εἰς μίαν συνεχῆ διαστολὴν καὶ συστολὴν πάλλοντας. Διὰ τοῦτο, ὅταν ἔχουν τὸν μεγαλύτερον ὅγκον των, παρουσιάζουν τὸ μέγιστον τῆς λαμπρότητός των, ἐνῷ ὅταν σμικρύνονται εἰς ὅγκον, ἐμφανίζουν καὶ τὸ ἐλάχιστον τῆς φωτεινότητός των.

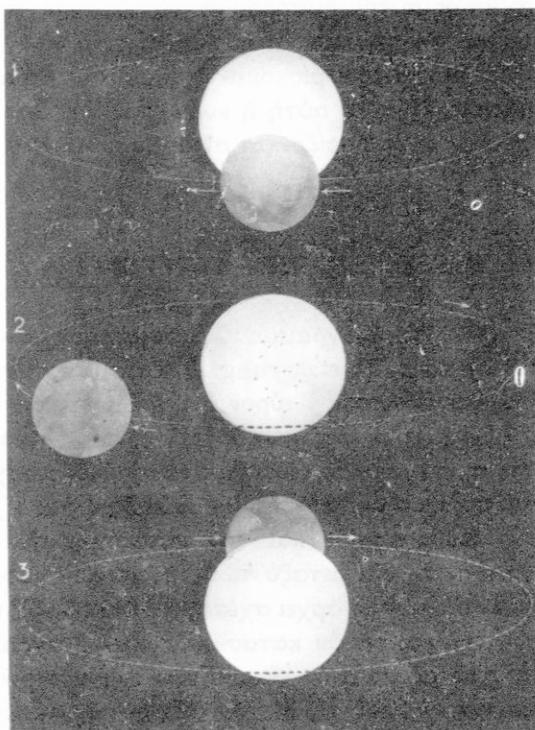
γ'. Οἱ νέοι, τέλος, οἱ ὅποιοι παρουσιάζονται ἔξαφνα (διὰ τοῦτο δὲ καὶ ὄνομάσθησαν «νέοι»), γίνονται καὶ κατὰ 50.000 φορὰς λαμπρό-

τεροι, διότι ἐκρήγνυνται ἀποτόμως καὶ διαστέλλεται ἡ θερμὴ ὑλη των. Συνήθως, γύρω ἀπὸ τὸν ἀστέρα παρουσιάζεται τότε μία νεφέλη ὑλης, ἡ ὅποια τὸν περιβάλλει, συνεχῶς ἀπομακρυνομένη τοῦ κεντρικοῦ ἀστέρος. Εἶναι ἡ ὑλη, ἡ ὅποια προῆλθεν ἀπὸ τὴν ἔκρηξιν.

Οἱ «ύπερνέοι» διαφέρουν ἀπὸ τοὺς νέους κατὰ τὴν σφρότητα τῆς ἐκρήξεως, ἀλλὰ καὶ διότι γίνονται ἕως 100.000.000 φορᾶς λαμπρότεροι. "Ο, τι ἀπομένει ἀπὸ τὸν ὑπερνέον εἶναι, συνήθως, ἔνας «ἀστήρ νετρονίων» (§ 32γ), ἐνῷ τὰ κατάλοιπα τῶν νέων εἰναιοὶ ὑπέρθερμοι ἀστέρες τοῦ φασματικοῦ τύπου W (§ 29δ).

36. Ἡ σπουδαιότης τῶν μεταβλητῶν ἀστέρων. α'. Οἱ μεταβλητοὶ ἀστέρες παρουσιάζουν μέγα ἐνδιαφέρον, διότι ἡ σπουδὴ των μᾶς παρέχει τὴν γνῶσιν, περὶ τοῦ τρόπου μὲ τὸν ὅποιον συμπεριφέρονται, ἀλλὰ καὶ ἔξελίσσονται, ἐν γένει, οἱ ἀστέρες.

β'. Παρουσιάζουν ὅμως ἐντελῶς μέγα ἐνδιαφέρον οἱ βραχείας περιόδου μεταβλητοί, οἱ Κηφεῖδαι, διότι, ὅπως διεπίστωσεν ἡ Ἀμερικανὸς ἀστρονόμος Leavitt (Λῆβιτ), ἡ περίοδός των εἶναι συσχετισμένη μὲ τὸ ἀπόλυτον μέγεθός των (§ 25γ). Μὲ τὴν βοήθειαν τῆς



Εἰκ. 16. Ἐξήγησις τῆς μετοβολῆς τῆς λαμπρότητος τοῦ ἀστέρος β τοῦ Περσέως ('Αλγκόλ). Εἰς τὰς θέσεις 1 καὶ 3 γίνεται ἐκλειψις καὶ ὁ ἀστήρ παρουσιάζει τὸ ἐλάχιστον τῆς λαμπρότητος, ἐνῷ εἰς τὴν θέσην 2 παρατηρεῖται τὸ μέγιστον.

σχέσεως αύτῆς ἡμπτοροῦμεν νὰ εῦρωμεν τὴν ἀπόστασίν των. Κατ’ αὐτὸν τὸν τρόπον, ὅταν εἰς ἓνα μακρυνὸν γαλαξίαν παρουσιάζωνται Κηφεῖδαι, τότε εύρισκομεν ἀμέσως τὴν ἀπόστασιν καὶ τοῦ γαλαξίου ἐκείνου. Εἶναι δὲ αὐτή ἡ κυριωτέρα καὶ ἀσφαλεστέρα μέθοδος, μὲ τὴν ὅποιαν προσδιορίζονται αἱ ἀποστάσεις τῶν γαλαξιῶν.

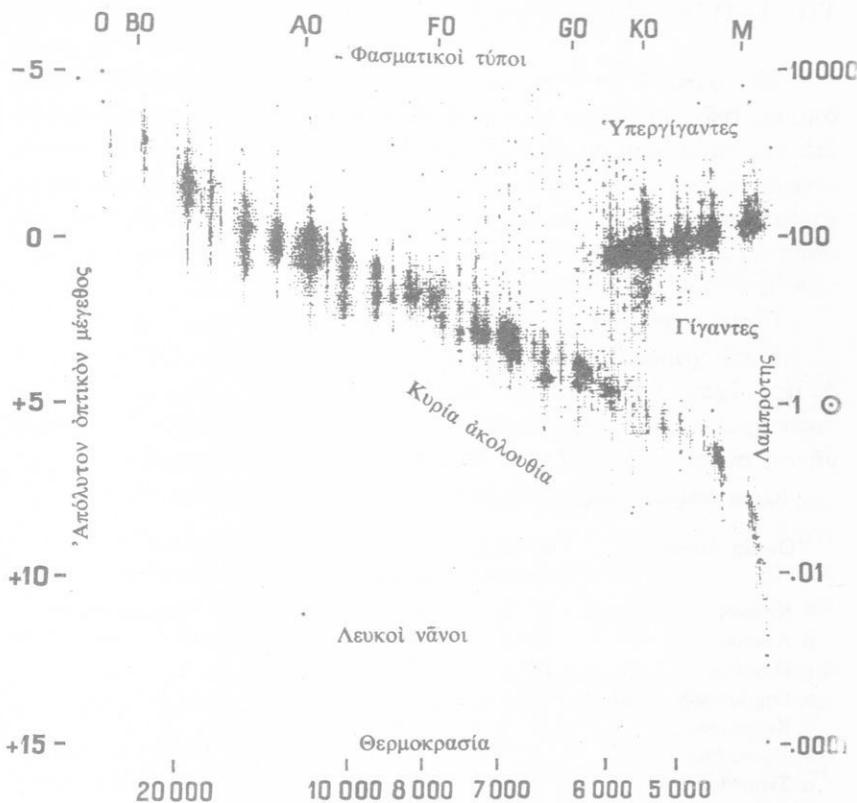
VI. Η ΕΞΕΛΙΞΙΣ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ

37. Τὸ διάγραμμα Χέρτσμπρουνγκ — Ράσσελ. α'. Ὁ Δανὸς ἀστρονόμος Hertzsprung (Χέρτσμπρουνγκ) καὶ ὁ Ἀμερικανὸς Russell (Ράσσελ) εὗρον ὅτι, ἐὰν ἔξετασθῇ τὸ ἀπόλυτον μέγεθος τῶν ἀστέρων (§25γ), τὸ ὅποιον εἶναι συνδεδεμένον μὲ τὰς πραγματικάς των διαστάσεις καὶ συσχετισθῇ πρὸς τοὺς φασματικοὺς τύπους τοῦ πους αὐτῶν (§ 29δ), οἱ ὅποιοι φανερώνουν τὰς θερμοκρασίας καὶ τὴν φυσικοχημικὴν κατάστασίν των, τότε προκύπτει, ὅτι μεταξὺ τῶν δύο αὐτῶν χαρακτηριστικῶν στοιχείων τῶν ἀστέρων ὑπάρχει σχέσις, ἡ ὅποια δηλοῖ καὶ τὴν ἔξελιξίν των.

Πράγματι· ἂν κατασκευάσωμεν διάγραμμα (εἰκ. 17) ὅπου, εἰς μὲν τὸν ἄξονα τῶν τετμημένων ἀντιστοιχοῦν οἱ ἐξ κυριώτεροι φασματικοὶ τύποι, εἰς δὲ τὸν ἄξονα τῶν τεταγμένων τὰ ἀπόλυτα μεγέθη τῶν ἀστέρων, τότε τὸ διάγραμμα τοῦτο ἀποκαλύπτει: α) ὅτι οἱ ἀστέρες δὲν διανέμονται τυχαίως εἰς αὔτὸν καὶ β) ὅτι ὑπάρχει σαφῆς σχέσις μεταξὺ φασματικοῦ τύπου καὶ ἀπολύτου μεγέθους. Οὕτως, εἰς τὰ μεγάλα ἀπόλυτα μεγέθη, (τὰ ἀρνητικά), ἥτοι εἰς τοὺς πολὺ λαμπροὺς ἀστέρας, ἀντιστοιχοῦν οἱ ὑπέρθερμοι κυρίως ἀστέρες τῶν φασμάτων. Τύπων Β καὶ Α, ἐνῷ εἰς τὰ μικρά (+ 10 ἔως + 16) ἀντιστοιχοῦν οἱ ἀμυδρότεροι ἀστέρες τοῦ φασμάτων Μ.

β'. Ἐξ ἄλλου, κατὰ κύριον λόγον, οἱ ἀστέρες διανέμονται κατὰ μῆκος περίπου τῆς διαγωνίου, ἀπὸ τὸ -1 ἀπόλυτον μέγεθος (ἄνω ἀριστερά) πρὸς τὸν φασμάτων Τύπον Μ (κάτω δεξιά). Αύτὴ ἡ σειρά, εἰς τὴν ὅποιαν, κυρίως, ἀπαντῶνται οἱ ἀστέρες, λέγεται **κυρία ἀκολουθία τῶν ἀστέρων**.

38. Ἐξέλιξις τῶν ἀστέρων. α'. Σήμερον δεχόμεθα, ὅτι οἱ ἀστέρες γεννῶνται ἀρχικῶς, ὡς ἐρυθροὶ ὑπεργίγαντες, διὰ τῆς συμ-



Εἰκ. 17. Τὸ διάγραμμα Hertzsprung Russell.

πυκνώσεως τῆς νεφελώδους ὥλης τῶν σκοτεινῶν καὶ φωτεινῶν διαχύτων νεφελωμάτων (§12β), ἐπειτα δὲ εἰσέρχονται εἰς τὴν κυρίαν ἀκολουθίαν τῶν ἀστέρων.

β'. Βάσει τῶν δεδομένων τούτων ὑπολογίζεται, ὅτι οἱ ἀστέρες ἔχουν διαφόρους ἡ λικίας. Οὕτως, οἱ τοῦ φασμ. τύπου Ο λαμπροὶ ἀστέρες εἰναι οἱ νεώτεροι, μὲ ἡλικίαν 10^7 ἔτῶν. Οἱ τοῦ τύπου Β εἰναι μεγαλυτέρας ἡλικίας, 3×10^8 ἔτῶν, ἐνῷ οἱ ἀστέρες τῶν ἐπομένων τύπων Α, Φ καὶ G ἔχουν ἡδη ζήσει δισεκατομύρια ἔτῶν.

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

VII. ΑΣΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

39. Διπλοῖ ἀστέρες. α'. Καλοῦνται διπλοῖ ἀστέρες ἐκεῖνοι, οἱ ὅποιοι, ἐνῷ φαίνονται συνήθως διὰ γυμνοῦ ὁφθαλμοῦ ὡς ἀπλοῖ, διὰ τοῦ τηλεσκοπίου ἀναλύονται, ἔκαστος εἰς δύο ἀστέρας, φαίνομενικῶς πολὺ πλησίον πρὸς ἄλλήλους. Ἡ φαινομενικὴ γωνιώδης ἀπόστασις μεταξὺ τῶν ἀστέρων καθενὸς ζεύγους δύναται νὰ κυμαίνεται ἀπὸ τῶν 40 δευτερολέπτων τόξου, μέχρις ἀκόμη τῶν ὀλίγων δεκάτων τοῦ δευτερολέπτου.

Περίπου τὰ 25% τῶν ἀστέρων εἶναι διπλοῖ.

Είναι χαρακτηριστικόν, ὅτι εἰς τὰ περισσότερα ζεύγη οἱ δύο ἀστέρες ἔχουν διαφορετικὰ ἀστρικὰ μεγέθη, ὅπως ἔχουν καὶ διαφορετικὸν χρῶμα, εἰς τρόπον ὥστε, ἐὰν γύρω ἀπὸ αὐτοὺς ἐκινοῦντο πλανῆται, οὗτοι θὰ ἐφωτίζοντο ἀπὸ δύο διαφοροχρώμους ἥλιούς.

Ο κατωτέρω πίναξ περιλαμβάνει ἐνδεικτικῶς μερικοὺς λαμπτρούς διπλοῦς.

Όνομα ἀστέρος	Γωνιώδης ἀπόστασις	Μέγεθος καὶ χρῶμα τοῦ κυρίου ἀστέρος	Τοῦ ἄλλου ἀστέρος
δ Κηφέως	41'',0	3,6 κίτρινος	5,3 κυανοῦς
β Κύκνου	34'',5	3,2 πορτοκαλ.	5,4 κυανοῦς
η Περσέως	28'',0	3,9 πορτοκαλ.	8,7 κυανοῦς
α Θηρευτικῶν Κυνῶν	19'',8	2,9 κίτρινος	5,4 ἱώδης
α Κενταύρου	9'',9	0,3 χρυσοῦς	1,7 χρυσοῦς
α Ἡρακλέους	4'',7	3,5 πορτοκαλ.	5,4 πράσινος
α Σκορπίου	3'',0	1,2 πορτοκαλ.	6,5 πράσινος
α Διδύμων	2'',7	2,7 λευκὸς	3,7 λευκὸς

β'. Ἐπιμελεῖς παρατηρήσεις ἀπέδειξαν, ὅτι οἱ περισσότεροι ἀπὸ τοὺς διπλοῦς ἀστέρας εἶναι φυσικὰ ζεύγη ἐξ ἀστέρων διαφορετικῆς μάζης, εἰς τρόπον ὥστε, ὁ ἔχων τὴν μικροτέραν μᾶζαν ἀστὴρ νὰ κινήται περὶ τὸν μεγαλύτερον. Ἀκριβέστερον, καὶ οἱ δύο ἀστέρες κινοῦνται περὶ τὸ κοινὸν κέντρον τοῦ βάρους των.

Ο μικρότερος ἀστὴρ ὀνομάζεται συνοδός.

Περίπου 500 ἀστέρων γνωρίζομεν τὰ πλήρη στοιχεῖα τῆς τροχιᾶς τοῦ συνοδοῦ περὶ τὸν κεντρικὸν ἀστέρα. Διότι, ἐὰν γνωρίζωμεν τὴν ἀπόστασιν τοῦ ζεύγους ἀπὸ ἡμᾶς, εύρισκομεν ἀμέσως καὶ τὴν πραγματικὴν ἀπόστασιν μεταξὺ τῶν μελῶν τοῦ ζεύγους, ἐκ τῆς φαινομενικῆς ἀποστάσεώς των. Ο χρόνος τῆς περιφορᾶς τοῦ

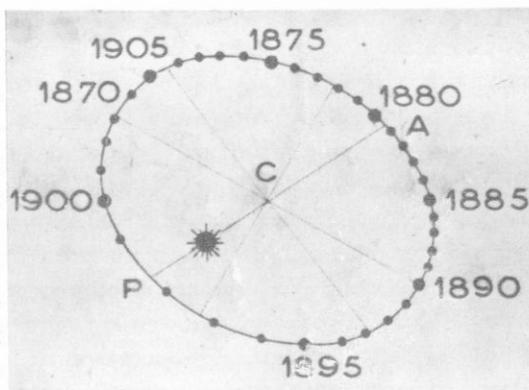
συνοδοῦ περὶ τὸν μεγαλύτερον, ὁ ὅποιος καλεῖται περὶ οἰδος, εὑρίσκεται ἐκ τῆς παρατηρήσεως, δύναται δὲ νὰ εἶναι ἵσος πρὸς μερικὰς ἑκατοντάδας ἡμερῶν ἢ καὶ πρὸς ὀλοκλήρους αἰῶνας. Τέλος, ἐκ τῆς ἐλεκτικῆς δυνάμεως, ἡ ὅποια ἀσκεῖται μεταξὺ τῶν μελῶν ἐνὸς ζεύγους, εἶναι δυνατὸν νὰ εὔρωμεν καὶ τὴν μᾶζαν ἐκάστου.

γ'. Συμβαίνει κάποτε ὁ συνοδὸς ἐνὸς διπλοῦ νὰ εἶναι ἀόρατος, εἴτε διότι εὑρίσκεται πολὺ πλησίον τοῦ κυρίου ἀστέρος, εἴτε διότι εἶναι πολὺ ἀμυδρός, ἀλλ' ἡ ὑπαρξίς του νὰ πιστοποιῆται ἀπὸ τὰς ἀνωμαλίας, τὰς ὅποιας παρουσιάζει ὁ κύριος ἀστὴρ κατὰ τὴν κίνησίν του εἰς τὸ διάστημα (§ 26δ).

'Εξ ἀλλού, πολλάκις πιστοποιεῖται ἡ παρουσία τοῦ συνοδοῦ φασματοσκοπικῶς, διότι ὁ διπλοῦς ἀστὴρ παρουσιάζει τότε ἔνα περιοδικὸν διπλασιασμὸν τῶν γραμμῶν τοῦ φάσματός του. Διὰ τοῦτο καὶ οἱ ἀστέρες αὐτοὶ καλοῦνται φασματοσκοπικῶς διπλοῖ. Αἱ περίοδοι αὐτῶν εἶναι συνήθως πολὺ μικραί, περιοριζόμεναι εἰς ὀλίγας ἡμέρας ἢ καὶ ὥρας.

40. Πολλαπλοὶ ἀστέρες. α'. "Οπως δύο ἀστέρες ἀποτελοῦν συνήθως ἔνα διπλοῦν, καθ' ὅμοιον ἔντελῶς τρόπον, τρεῖς ἀστέρες ἀποτελοῦν ἔνα τριπλοῦν ἀστέρα. Ἡ φαινομένη ἀπόστασις τοῦ τρίτου ἀστέρος ἀπὸ τοὺς δύο ἀλλούς, οἱ ὅποιοι συγκροτοῦν διπλοῦν, δύνατὸν νὰ φθάνῃ τὰ 2'. Εἶναι γνωστοὶ 130 τριπλοὶ ἀστέρες, μεταξὺ τῶν ὅποιών ὁ λαμπρότερος εἶναι ὁ καὶ τῆς Κασσιόπης, εἰς τὸν ὅποιον τὰ μεγέθη τῶν τριῶν ἀστέρων εἶναι 4,2, 7,1 καὶ 8,1.

β'. Καθ' ὅμοιον τρόπον ἔχομεν 14 γνωστούς τετραπλοῦς ἀστέρας. Εἰς αὐτοὺς οἱ τέσσαρες ἀστέρες ἀποτελοῦν συνήθως δύο ζεύγη εἰς ἀπόστασιν μέχρι 3'. Ἐκπροσωπευτικὸς εἶναι ὁ λαμπρὸς



Εἰκ. 18. Τροχιά τοῦ συνοδοῦ τοῦ ἀστέρος ζ Ήρακλέους, περιόδου 25 ἑτῶν.

ἀστήρ ε τῆς Λύρας, ἀναλυόμενος εἰς δύο διπλοῦς, τοὺς ε₁ καὶ ε₂. Ἐκ τούτων, δέ μὲν ε₁ ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ἀστέρας, 5,0 καὶ 6,5 μεγέθους, ἀπέχοντας ἀπ' ἀλλήλων 3'',2, δέ δὲ ε₂ ἀναλύεται εἰς δύο ἄλλους, 5,0 καὶ 5,5 μεγέθους, ἀπέχοντας μόνον 2'',5. Οἱ ἀστέρες καθ' ἐνὸς ζεύγους κινοῦνται περὶ τὸ κοινὸν κέντρον τοῦ βάρους τῶν, ἐνῷ τὰ κέντρα βάρους τῶν δύο διπλῶν κινοῦνται περὶ τὸ κοινὸν κέντρον βάρους αὐτῶν. Ὑπάρχουν καὶ πολὺ ὀλίγοι πενταπλοὶ ἀστέρες, μεταξὺ τῶν ὅποιών δὲ λαμπρότερος εἶναι δέ β τῆς Λύρας.

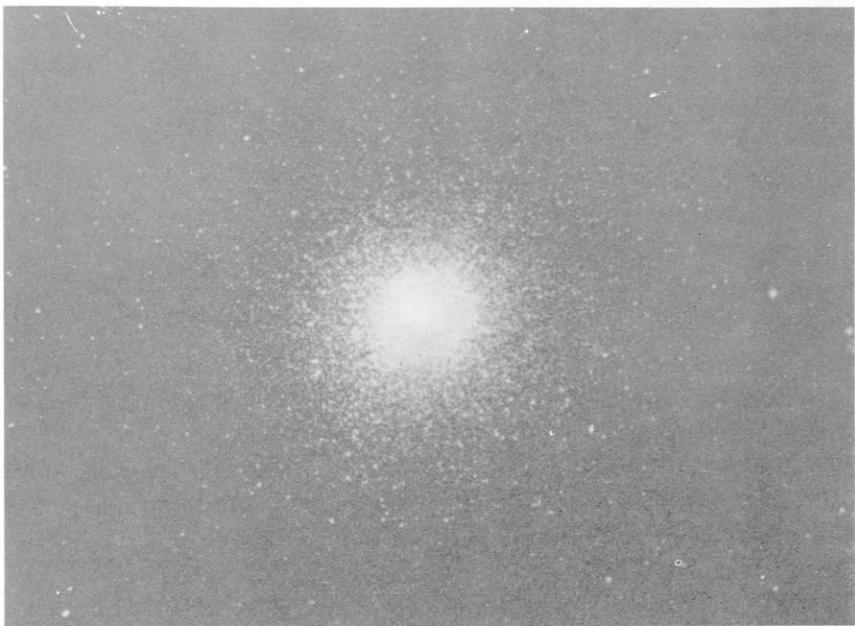
γ'. Ἐὰν συμβῇ νὰ ἔχωμεν περισσοτέρους ἀπὸ πέντε ἀστέρας, ἀποτελοῦντας ἀπὸ κοινοῦ σύστημα, τότε τοὺς δύομάζομεν, ἐν γένει, πολλαπλοῖς ἀστέρας. Ὁ ὥραιότερος ἔξι αὐτῶν εἶναι δέ θ τοῦ Ὁρίωνος, ἔξιπλοῦς, γνωστὸς ὑπὸ τὴν ἐπωνυμίαν τραπέζιον τοῦ Ὁρίωνος, διότι οἱ τέσσαρες λαμπρότεροι ἀστέρες αὐτοῦ σχηματίζουν τραπέζιον, ἔχουν δὲ διαφορετικὰ χρώματα: λευκόν, ἔρυθρόν, ὑπέρυθρον καὶ ὠχρὸν ἴωδες. Τὸν πολλαπλοῦν αὐτὸν ἀστέρα καθιστᾶ περισσότερον θαυμάσιον, τὸ δὲ εὑρίσκεται ἐντὸς τοῦ ὥραιον διαχύτου νεφελώματος τοῦ Ὁρίωνος (εἰκ. 12).

δ'. Ὄλοι οἱ πολλαπλοὶ ἀστέρες, ἀπὸ τῶν τριπλῶν καὶ ἐφ' ἔξῆς, εἶναι πραγματικὰ συστήματα ἀστέρων, συνδεομένων μεταξὺ τῶν διὰ τοῦ νόμου τῆς ἔλξεως· ἐνῷ εἰς τοὺς διπλοῦς ὑπάρχουν καὶ φαινομενικὰ ζεύγη, ἡτοι διπλοῖ, εἰς τοὺς ὅποιους οἱ δύο ἀστέρες προσοπτικῶς μόνον φαίνονται πλησίον ἀλλήλων, χωρὶς νὰ εἶναι φαινομενικὰ ζεύγη.

41. Ἀστρικὰ σμήνη. α'. Ἐκτὸς τῶν συστημάτων ἔξι ὀλίγων ἀστέρων, ὑπάρχουν καὶ πολυμελέστερα. Αὔτα καλοῦνται, ἐν γένει ἀστρικὰ σμήνη, διακρίνονται δὲ εἰς τὰ ἀνοικτὰ καὶ τὰ σφαιρωτά.

β'. Τὰ ἀνοικτὰ σμήνη ἀποτελοῦνται συνήθως ἀπὸ μερικὰς δεκάδας ἦ καὶ ἑκατοντάδας ἀστέρων, διεσπαρμένων χωρὶς τάξιν εἰς μικρὸν σχετικῶς χῶρον τοῦ οὐρανοῦ. Εἶναι γνωστὰ 334, τὰ ὅποια εύρισκονται εἰς ἀποστάσεις ἀφ' ἡμῶν 100 ἔως 15.000 ε.φ., ἐνῷ ἡ διάμετρος τοῦ χώρου, τὸν ὅποιον καταλαμβάνει καθέν εἴς αὐτῶν κυμαίνεται ἀπὸ 10 ἔως 50 ε.φ. Ἐξ αὐτῶν τὰ σπουδαιότερα εἶναι αἱ Πλειάδες (κ. Πούλεια), αἱ Υάδες καὶ ἡ Φάτνη, δρατὰ διὰ γυμνοῦ ὁφθαλμοῦ.

Αἱ Πλειάδες ἀποτελοῦνται ἀπὸ 300 περίπου ἀστέρας, ἃν καὶ ὑπάρχουν δεκαπλάσιοι εἰς τὴν ἴδιαν περιοχήν, χωρὶς νὰ εἶναι βέβαιον, ὅτι ὅλοι ἀνήκουν εἰς τὸ σμῆνος τοῦτο. Διὰ γυμνοῦ ὁφθαλ-



Εἰκ. 19. Τὸ σφαιρωτὸν σμῆνος τοῦ Ἡρακλέους.

μοῦ διακρίνονται μόνον 7. Οἱ ἀστέρες τοῦ σμήνους εύρισκονται ἐντὸς λίαν ἀραιοῦ νεφελώματος καὶ καταλαμβάνουν χῶρον διαμέτρου 20 ε.φ. περίπου. Ἡ ἀπόστασίς των ἵσως φθάνει τὰ 450 ε.φ.

Αἱ Ὑάδες, δῆπος καὶ αἱ Πλειάδες, εύρισκονται εἰς τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Ταύρου. Ὁ Λαμπαδίας, δὲ λαμπρότερος ἀστὴρ τοῦ Ταύρου, ἀνήκει εἰς τὸ σμῆνος τῶν Ὑάδων. Τοῦτο ἀπαρτίζεται συνολικῶς ἀπὸ 34 ἀστέρας, δρατούς διὰ γυμνοῦ ὁφθαλμοῦ, ἀπέχει δὲ ἀπὸ τὴν γῆν 120 ε.φ.

Ἡ Φάτνη τέλος εύρισκεται εἰς τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Καρκίνου καὶ διμοιάζει μὲν μικρὸν νέφος. Συνολικῶς περιέχει 62 ἀστέρας. Ἡ ἀπόστασίς της είναι ἵση μὲ 500 ε.φ.

Ἀστρικὰ σμήνη ἀποτελούν καὶ μερικὰ συμπλέγματα ἀστέρων, πολὺ ἀραιῶν, δῆπος π.χ. είναι 120 ἀστέρες τοῦ ἀστερισμοῦ τῆς Μεγάλης Ἀρκτου. Αὐτὰ λέγονται ἀραιὰ σμήνη, πρὸς διάκρισιν ἀπὸ τὰ προηγούμενα, τὰ ὅποια χαρακτηρίζονται ὡς πυκνά.

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

Τὸ ἐκπροσωπευτικὸν καὶ πλέον ἐντυπωσιακὸν ἀπὸ τὰ σφαιρωτὰ σμήνη εἶναι τὸ τοῦ Ἡρακλέους (εἰκ. 19). Εἰς τὰς φωτογραφίας του ἔμετρήθησαν περὶ τοὺς 50.000 ἀστέρες, ἐκτὸς ἑκείνων οἱ ὅποιοι εὐρίσκονται περὶ τὸ κέντρον τοῦ σμήνους, καὶ οἱ ὅποιοι εἶναι ἀδύνατον νὰ μετρηθοῦν λόγῳ τῆς μεγάλης πυκνότητός των. Ὁ πιθανώτερος ἀριθμὸς ὅλων τῶν ἀστέρων τοῦ σμήνους θὰ πρέπει νὰ κυμαίνεται μεταξὺ 100 καὶ 200 χιλιάδων. Ὅπολογίζεται, ὅτι ἡ ἀπόστασις τῶν ἀστέρων εἰς τὴν κεντρικὴν περιοχὴν του περιορίζεται εἰς μερικὰς μόνον ἀστρονομ. μονάδας, ἐνῷ ἡ διάμετρος τοῦ σφαιρικοῦ χώρου, εἰς τὸν ὅποιον εὐρίσκονται ὅλοι αὐτοὶ οἱ ἀστέρες, εἶναι μόλις 160 ε.φ. Ἡ ἀπόστασις τοῦ σμήνους ἀφ' ἡμῶν φθάνει τὰ 30.000 ε.φ.

Ὑπάρχουν περὶ τὰ 200 σφαιρωτὰ σμήνη, διασκορπισμένα εἰς ἀποστάσεις ἀπὸ 20 ἕως 100 χιλιάδας ε.φ., ἀν καὶ μερικὰ φθάνουν ἀκόμη καὶ τὰς 700.000 ε.φ. Αὐτὰ τὰ τελευταῖα εὐρίσκονται, συνεπῶς, ἔξω ἀπὸ τὸν γαλαξίαν μας καὶ τὸν συνοδεύουν, ὡσὰν δορυφόροι του, ὅπως τὰ νέφη τοῦ Μαγγελάνου (§ 10β).

42. Οἱ δύο πληθυσμοὶ τῶν ἀστέρων. Διεπιστώθη, ὅτι οἱ ἀστέρες τῶν σφαιρωτῶν σμηνῶν εἶναι ἔρυθροι καὶ ταχυκίνητοι, μὲ μεγάλας φωτεινότητας καί, κυρίως, γίγαντες. Τὸ ἴδιον συμβαίνει καὶ μὲ τοὺς ἀστέρας τοῦ πυρῆνος τοῦ γαλαξίου μας. Ἀντιθέτως, οἱ ἀστέρες τῶν βραχιόνων τοῦ γαλαξίου καὶ τῶν ἀνοικτῶν σμηνῶν, εἶναι νᾶνοι, τῆς κυρίας ἀκολουθίας (§ 37 β), βραδυκίνητοι, μὲ μικρὰς φωτεινότητας.

Ως ἐκ τῶν βασικῶν τούτων διαφορῶν, 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 πυρῆνας των καὶ εἰς τὰ σφαιρωτὰ σμήνη. Εἰς τὸν ἀστρικὸν πληθυσμὸν II ἀντιστοιχοῦν ὅσοι συγκροτοῦν τοὺς βραχίονας τῶν γαλαξιῶν καὶ τὰ ἀνοικτὰ σμήνη των.

Ασκήσεις

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

31. Ποῖαι εἶναι αἱ κυριώτεραι διαφοραὶ μεταξὺ ἀνοικτῶν καὶ σφαιρωτῶν σμηνῶν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ Ο ΗΛΙΟΣ

I. ΣΧΗΜΑ, ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ

~~αὐτὸν~~ **43.** *Σχῆμα καὶ περιστροφὴ τοῦ ἡλίου. α'.* Ἐπιμελημέναι μετρήσεις ἔδειχαν, ὅτι ὁ ἡλιός εἶναι ἐντελῶς σφαῖρα κικλὸν σῶμα. Ἐνῷ δὲ ἡ γῆ, ὅπως καὶ οἱ ἄλλοι πλανῆται, εἶναι πεπιεσμένοι περὶ τούς πόλους τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς των, ἐν τούτοις ὁ ἡλιός δὲν παρουσιάζει αἰσθητὴν συμπίεσιν· διὰ τοῦτο καὶ ὁ δίσκος του φαίνεται ἐντελῶς κυκλικός.

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

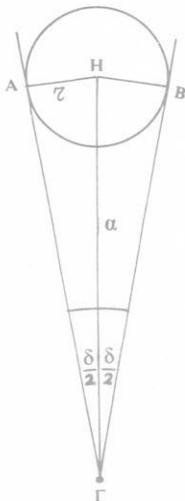
Πράγματι· ὅπως τὸ ἀποδεικνύει τόσον ἡ ὀπτική, ὅσον καὶ ἡ φασματοσκοπικὴ ἔξέτασις, ἡ ἡλιακὴ σφαῖρα κινεῖται περὶ ἄξονα, ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς, ἀλλ' ὁ ἀπαίτουμενος χρόνος δι' ἔκαστην περιστροφὴν ἀνέρχεται, κατὰ μέσον ὥραν, εἰς 25 ἡμ. καὶ 23λ. περίπου.

Ὁ χρόνος ὅμως αὐτὸς δὲν εἶναι ὁ ἴδιος εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῆς ἡλιακῆς ἐπιφανείας. Οὕτως, εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ ἵσημερινοῦ τοῦ ἡλίου περιορίζεται εἰς τὰς 24 ἡμ. καὶ 15 ὥρ., ἐνῷ 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.

44. *Μέγεθος τοῦ ἡλίου. α'.* Καλοῦμεν φαινομένην διάμετρον τοῦ ἡλίου τὴν γωνίαν ΑΓΒ, ὑπὸ τὴν δόποιαν φαίνεται ὁ ἡλιός Ἡ ἐκ τῆς γῆς Γ (σχ. 5).

Ἡ φαινομένη διάμετρος τοῦ ἡλίου, μεταβάλλεται κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους. Περὶ τὴν 1ην Ἰανουαρίου λαμβάνει τὴν μεγαλύτεραν της τιμήν, ἵστην πρὸς 32° 36'',2, ἐνῷ περὶ τὴν 2αν Ἰουλίου περιορίζεται εἰς τὴν ἔλαχίστην τιμήν, τῶν 31° 32''. Συνεπῶς, ἡ μέση τιμὴ αὐτῆς ἰσοῦται μὲ 32° 4'',1.



β'. Ή μεταβολή 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 ἡλιον ἐπὶ κυκλικῆς τροχιᾶς, τῆς ὅποιας τὸ κέντρον νὰ κατέχῃ ὁ ἥλιος, ἀλλ' ἐπὶ ἑλλειπτικῆς τροχιᾶς (§ 95α), εἰς τρόπον ὡστε, περὶ τὴν 1ην Ἰανουαρίου, ἡ ἀπόστασις ΓΗ λαμβάνει τὴν ἐλαχίστην τιμήν, τῶν 147.100.000 km περίπου, ἐνῷ περὶ τὴν 2αν Ἰουλίου λαμβάνει τὴν μεγίστην τιμήν, τῶν 152.100.000 km. Συνεπῶς ἡ τιμὴ τῶν 149.504.312 km (§ 23β) εἶναι ἡ μὲν σητιμὴ τῆς ἀποστάσεως. ✓

γ'. Ἐὰν καλέσωμεν α τὴν ἀπόστασιν ΓΗ τῆς γῆς ἐκ τοῦ ἡλίου καὶ ρ τὴν ἀκτῖνα AH τῆς ἡλιακῆς σφαίρας, ἐνῷ δὲν εἶναι ἡ φαινομένη διάμετρος ΑΓΒ

ΣΧ. 5. τοῦ ἡλίου καί, συνεπῶς, $\frac{\delta}{2}$ ἡ φαινομένη ἡμιδιάμετρος αὐτοῦ, ἐπειδὴ αἱ ΓΑ καὶ ΓΒ εἶναι ἔφαπτόμεναι τῆς ἡλιακῆς σφαίρας, τότε, ἐκ τοῦ ὀρθογωνίου τριγώνου ΗΑΓ λαμβάνομεν

$$r = \alpha \eta \mu \left(\frac{\delta}{2} \right) \text{ καὶ } \alpha = \frac{r}{\eta \mu \left(\frac{\delta}{2} \right)}.$$

Ἐπειδὴ δὲ ἡ γωνία $\frac{\delta}{2}$, εἰς ἀκτίνια, εἶναι μικρά, δυνάμεθα νὰ

γράψωμεν: $\alpha = \frac{r}{\delta}$ καὶ $\alpha = \frac{2r}{\delta}$.

Ἐὰν ἡδη λάβωμεν ὑπ' ὄψιν καὶ τὴν σχέσιν $\alpha = \frac{r}{\omega}$ (§ 23β), ὅπου r ἡ ἀκτὶς τῆς γῆς καὶ ω ἡ ὀριζοντία παράλλαξις τοῦ ἡλίου, ἵση πρὸς $8'',8$, ἔχομεν

$$\alpha = \frac{2r}{\delta} = \frac{r}{\omega} \text{ καὶ } r = \frac{\delta \rho}{2\omega} = \frac{(32' 4'') \rho}{2(8'',8)} = 109,3 \rho \text{ περίπου.}$$

Προκύπτει, ἐπομένως, ὅτι ἡ ἀκτὶς τῆς ἡλιακῆς σφαίρας εἶναι ἵση πρὸς $109,3$ γηίνας ἀκτῖνας (γηίνη ἀκτὶς = $6.378.388$ μέτρα).

δ'. Έαν καλέσωμεν Ε καὶ ε ἀντιστοίχως τὰς ἐπιφανείας τοῦ ἡλίου καὶ τῆς γῆς καὶ V καὶ v τοὺς ὅγκους αὐτῶν, τότε, δυνάμει τῆς γνωστῆς ἐκ τῆς γεωμετρίας σχέσεως, κατὰ τὴν ὁποίαν, αἱ μὲν ἐπιφάνειαι δύο σφαιρῶν ἔχουν λόγον ἵσον πρὸς τὸν λόγον τῶν τετραγώνων τῶν ἀκτίνων των, οἱ δὲ ὅγκοι αὐτῶν ἵσον πρὸς τὸν λόγον τῶν κύβων τῶν ἀκτίνων των, εὑρίσκομεν:

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

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

Συνεπῶς, ἡ μὲν ἐπιφάνεια τοῦ ἡλίου εἶναι 12.000 περίπου φορᾶς μεγαλυτέρα τῆς γηίνης, δὲ ὅγκος αὐτοῦ, ἐπὶ τὸ στρογγύλον, 1.300.000 φορᾶς μεγαλύτερος τοῦ ὅγκου τῆς γῆς.

ε'. Εξ ἄλλου, ἐκ τῆς ἐλκτικῆς δυνάμεως τοῦ ἡλίου, τῆς ἀσκούμενης ἐπὶ τῆς γῆς, εὑρίσκεται, ὅτι ἡ μάζα τοῦ ἡλίου εἶναι 332.488 φορᾶς μεγαλυτέρα τῆς γηίνης.

'Εκ τοῦ ὅγκου V καὶ τῆς μάζης M τοῦ ἡλίου εὑρίσκομεν, ὅτι ἡ πυκνότης του, λαμβανομένης ὡς μονάδος τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος, εἶναι ἵση πρὸς 1,41.

Τέλος, εὑρίσκεται, ὅτι ἡ ἴντασις τῆς βαρύτητος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἡλίου εἶναι 28 φορᾶς μεγαλυτέρα, ἀπὸ ὅσον εἶναι εἰς τὴν γῆν, ἡ δὲ ταχύτης διαφυγῆς, ἥτοι ἡ ταχύτης, τὴν ὁποίαν πρέπει νὰ ἀναπτύξῃ ἔνα σῶμα, διὰ νὰ ὑπερνικήσῃ τὴν ἡλιακὴν ἔλξιν, εἶναι 617 km/sec.

Ασκήσεις

32. Εύρετε τὴν ἀκτῖνα τοῦ ἡλίου εἰς km, τὴν ἐπιφάνειάν του εἰς km^2 καὶ τὸν ὅγκον του εἰς km^3 .

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

34. Εύρετε πόσον θὰ ζυγίζῃ, ἐὰν μεταφερθῇ ἐπὶ τοῦ ἡλίου, σῶμα γηίνου βάρους 1 kg.

35. Η ταχύτης διαφυγῆς εἰς τὴν γῆν εἶναι 11.178 m/sec. Εύρετε πόσον εἶναι μεγαλυτέρα ἑκείνη τοῦ ἡλίου.



II. ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

45. Λαμπρότης τοῦ ήλιου. α'. Μετρήσεις τῆς λαμπρότητος τοῦ ήλιου διπέδειξαν, ότι οὕτως είναι κατὰ 12×10^{10} φοράς λαμπρότερος ἀστέρος τοῦ α' μεγέθους καὶ κατὰ 23×10^7 φοράς λαμπρότερος τοῦ φωτὸς ὅλων τῶν ἀστέρων. Διὰ τούτο ἄλλωστε κατὰ τὴν ἡμέραν τοὺς ἀποκρύπτει. Τέλος, είναι κατὰ 56×10^4 φοράς λαμπρότερος τῆς πανσελήνου.

β'. Ὁ ήλιος φαίνεται τόσον λαμπρός, λόγω τῆς μικρᾶς, σχετικῶς, ἀποστάσεώς του ἐκ τῆς γῆς, ἐν σχέσει πρὸς τοὺς ἀστέρας. Ἐάν ὅμως μετεφέρετο εἰς ἀπόστασιν ἵσην πρὸς 10 παρσέκ, τότε θὰ ἔφαίνετο ὡς ἀμυδρὸς ἀστήρ, τοῦ πέμπτου περίπου μεγέθους. Ἀκριβέστερον τὸ ἀπόλυτον μέγεθός του είναι ἵσον πρὸς 4,8.

γ'. Παρατηρούμενος διὰ τηλεσκοπίου ὁ ήλιος δὲν φαίνεται δημοιομόρφως φωτεινὸς καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν τοῦ δίσκου του, ἀλλὰ λαμπρότερος περὶ τὸ κέντρον καὶ ἀμυδρότερος περὶ τὰ χείλη αὐτοῦ.

Τοῦτο μαρτυρεῖ, ότι ἡ ἡλιακή σφαῖρα περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας, ἥ διποίᾳ ἀπορροφᾷ τὸ φῶς αὐτοῦ.

46. Ἡ ἡλιακὴ σταθερά. α'. Καλοῦμεν ἡλιακὴν σταθερὰν τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος καὶ, γενικώτερον, τῆς ἐνεργείας τοῦ ήλιου, τὸ διποίον δέχεται ἐπιφάνεια ἵση πρὸς 1 cm^2 , ἐάν ἐκτεθῇ καθέτως πρὸς τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας ἐπὶ 1 min. Εὑρέθη δέ, ότι ἡ ἡλιακὴ σταθερὰ είναι ἵση πρὸς 1,938 θερμίδας· ἡτοι, ότι ἀνυψοῖ τὴν θερμοκρασίαν μάζης 1 gr. Ὅδατος κατὰ 10^6 θερμίδας· ἡτοι, ότι ἀνυψοῖ τὴν θερμοκρασίαν μάζης 1 gr. Ὅδατος κατὰ 10^6 θερμίδας· ἡτοι, ότι ἀνυψοῖ τὴν θερμοκρασίαν μάζης 1 gr. Ὅδατος κατὰ 10^6 θερμίδας· ἡτοι, ότι ἀνυψοῖ τὴν θερμοκρασίαν μάζης 1 gr.

β'. Ἐάν ληφθῇ ὑπὸ δψιν καὶ ἡ ἐνέργεια, τὴν διποίαν ἀπορροφᾶ ἡ γηίνη ἀτμόσφαιρα, χωρὶς νὰ φθάνῃ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς, τότε ἡ ἡλιακὴ σταθερὰ ἀνέρχεται εἰς 2,04 θερμίδας.

γ'. Ἐξ ἀλλου, ἂν λάβωμεν ὡς τιμὴν τῆς ἡλιακῆς σταθερᾶς τὰς 1,938 θερμίδας, τότε εύρισκομεν, ότι αὗτη είναι ἰσοδύναμος πρὸς $1,35 \times 10^6$ erg/sec.

47. Προέλευσις τῆς ἡλιακῆς ἐνεργείας. α'. Ἐπειδὴ ἡ θερμότης, τὴν διποίαν δέχεται ἡ γῆ ἐκ τοῦ ήλιου, δὲν μετεβλήθη αἰσθητῶς κατὰ τὰς τελευταίας δέκα, τουλάχιστον, χιλιετίας, ὅπως τοῦτο ἀπο-

δεικνύεται άπό τήν σταθερότητα, ἐν γένει, τοῦ κλίματος τῆς γῆς, κατὰ τὸ διάστημα τοῦτο, συνάγεται τὸ συμπέρασμα, διτὶ δὲ τὸ διάστημα τῆς συνεχῶς ἀναπληροῦ τὴν ἀκτινοβολουμένην ἐνέργειάν του.

β'. Πρὸς ἔξήγησιν τῆς συνεχοῦς ἀνανεώσεως τῆς ἀκτινοβολουμένης ἡλιακῆς ἐνέργειας ἔχουν προταθῆναι κατὰ καιροὺς διάφοροι θεωρίαι, σπουδαιότεραι τῶν δόποιών εἰναι:

Α'. Ἡ μετεωρικὴ ὑπόθεσις, διατυπωθεῖσα ἀπὸ τὸν Mayer (Μάγιερ) τὸ 1848. Συμφώνως πρὸς αὐτήν, ἡ ἡλιακὴ ἐνέργεια ἀνανεοῦται διὰ τῆς συνεχοῦς πτώσεως μετεωρικῆς ὥλης (§ 83α) ἐπὶ τοῦ ἡλίου. Ἀλλὰ διὰ τῆς πτώσεως μετεωρικῆς ὥλης ἐλάχιστον ποσὸν τῆς ἡλιακῆς ἐνέργειας δύναται νὰ καλυφθῇ.

Β'. Ἡ ὑπόθεσις τῆς συστολῆς τοῦ ἡλίου, ἡ δόποιά διετυπώθη ἀρχικῶς τὸ 1854 ἀπὸ τὸν Helmholtz (Χέλμολτζ) καὶ συνεπληρώθη τὸ 1893 ἀπὸ τὸν λόρδον Kelvin (Κέλβιν). Κατ' αὐτήν ἡ ἀκτινοβολία τοῦ ἡλίου προκαλεῖ τὴν ψῦξιν αὐτοῦ καί, συνεπῶς, τὴν συστολήν του. Ἡ συστολὴ τοῦ ἡλίου ἀποτελεῖ πηγὴν ἐνέργειας καὶ τόσης, ὥστε ἡ παραγομένη νὰ ἴσοφαρίζῃ τὴν ἀκτινοβολουμένην.

Ἄλλ' ἐὰν κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον συνετηρεῖτο ἡ ἡλιακὴ ἐνέργεια, τότε ἡ ἡλικία τοῦ ἡλίου θὰ ἔπειπε νὰ μὴ εἶναι μεγαλυτέρα τῶν 3×10^7 ἑτῶν, ἐνῷ ἡ ἡλικία τῆς γῆς, διὰ πολλῶν μεθόδων, εύρισκεται πολὺ μεγαλυτέρα, ἢ τοι τῆς τάξεως τῶν $4,5 \times 10^9$ ἑτῶν. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἀποκλείεται ἡ συστολή, ὡς κυρία πηγὴ ἐνέργειας τοῦ ἡλίου.

Γ'. Θερμοπυρηνικαὶ ἀντιδράσεις. Κατὰ τὰς πυρηνικὰς ἀντιδράσεις, μᾶζα τὸ μετατρέπεται εἰς ἐνέργειαν E, συμφώνως πρὸς τὸν τύπον τοῦ Einstein: $E = mc^2$, ὅπου εἰναι ἡ ταχύτης φωτός. Εἰς τὸν ἡλιον ἔχομεν τὸν « κύκλον τοῦ ἀνθρακος », διὰ δόποιος διετυπώθη τὸ 1938 ὑπὸ τῶν Bethe, (Μπέθε) καὶ Weizsaecker (Βάϊτσαϊκερ) καὶ τὸν κύκλον « πρωτονίου - πρωτονίου ». Κατὰ τὸν πρῶτον κύκλον τὸ ἄφθονον ὑδρογόνον, τὸ ὑπάρχον εἰς τὸν ἡλιον, μεταστοιχειοῦται συνεχῶς εἰς τὸ στοιχεῖον ἡλιον, διὰ μέσου σειρᾶς πυρηνικῶν ἀντιδράσεων, εἰς τὰς δόποιας δὲ ἀνθρακικῆς χρησιμεύει ὡς καταλύτης. Κάτι ἀνάλογον, γίνεται καὶ μὲ τὸν « κύκλον πρωτονίου - πρωτονίου ». Κατὰ τὰς ἀντιδράσεις αὐτὰς μέρος τῆς μεταστοιχειουμένης ὥλης, ἵσον πρὸς τὸ 0,027 αὐτῆς, μετατρέπεται εἰς ἐνέργειαν, τὴν

ὅποίαν ἀκτινοβολεῖ ὁ ἥλιος. 'Υπολογίζεται, ὅτι κατὰ δευτερόλεπτον μεταστοιχειοῦνται 700×10^6 τόννοι ύδρογόνου καὶ ἔξ αὐτῶν οἱ μὲν $695,3 \times 10^6$ γίνονται ἥλιον, ἐνῷ οἱ $4,7 \times 10^6$ τόννοι ἀκτινοβολοῦνται εἰς τὸ διάστημα ὡς ἐνέργεια. 'Επὶ πλέον, ύπολογίζεται, ὅτι ἡ ποσότης τοῦ ὑπάρχοντος εἰς τὸν ἥλιον ύδρογόνου είναι τόση, ὥστε νὰ καταστῇ δυνατή ἡ συντήρησις αὐτοῦ καὶ ἡ συνεχής ἀκτινοβολία του ἐπὶ πολλὰ δισεκατομμύρια ἑτῶν.

48. Θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἥλιου. α'. Ἐὰν φαντασθῶμεν σφαῖραν, ἔχουσαν κέντρον τὸ κέντρον τοῦ ἥλιου καὶ ἀκτίνα ἵσην πρὸς τὴν ἀπόστασιν γῆς - ἥλιου, τότε ἡ ἐπιφάνειά της θὰ ἰσοῦται πρὸς $2,826 \times 10^{27} \text{ cm}^2$. 'Επειδὴ δὲ ἡ πραγματικὴ ἐπιφάνεια τοῦ ἥλιου ἰσοῦται μὲ $6093 \times 10^{19} \text{ cm}^2$, εύρισκομεν, ὅτι είναι μικροτέρα τῆς ἐπιφανείας τῆς ὑποθετικῆς κατὰ 46381 φοράς. 'Επομένως, εἰς ἕκαστον cm^2 τῆς ἥλιακῆς ἐπιφανείας ἀντιστοιχοῦν 46381 cm^2 τῆς γηίνης. 'Εκ τούτου προκύπτει, ὅτι ἡ ἀντιστοιχοῦσα ἐνέργεια εἰς ἕκαστον cm^2 τῆς ἥλιακῆς ἐπιφανείας είναι ἵση πρὸς $1,94 \times 46.381 = 89.979$ θερμίδας. Συνεπῶς, ἀπὸ καθέν cm^2 τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἥλιου ἀκτινοβολοῦνται 90.000 θερμίδες περίπου.

Βάσει τῶν δεδομένων τούτων εύρισκεται, ὅτι ἡ θερμοκρασία ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἥλιου ἐνέρχεται εἰς 6000° C περίπου.

β'. 'Εξ ἄλλου, εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς ἥλιακῆς σφαίρας ἡ θερμοκρασία αὐξάνει συνεχῶς ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας πρὸς τὸ κέντρον αὐτῆς, εἰς τὸ ὅποιον, ύπολογίζεται, ὅτι ἀνέρχεται εἰς 14×10^6 βαθμούς.

*Ασκησις

36. Πῶς πρέπει νὰ ἔξηγηθῇ, ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρα τοῦ ἥλιου, ἀπορροφῶσα τὸ φῶς του, συντελεῖ ὥστε οὗτος νὰ φαίνεται ἀμυδρότερος εἰς τὰ χείλη τοῦ δίσκου του;

η εἰς πρωτογενή.

III. ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΙΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ

49. Αἱ ἥλιακαι στοιβάδες. α'. Βάσει τῶν δεδομένων περὶ τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἥλιου συμπεραίνομεν, ὅτι οὗτος συνίσταται ἐκ διαπύρων ἀερίων καὶ ὅτι ἡ ὑλη του είναι διατεταγμένη κατὰ ὅμο-

κέντρους στοιβάδες, είς τὰς ὁποίας ἡ θερμοκρασία καὶ ἡ πυκνότης ἐλαττοῦνται, καθὼς βαίνομεν ἀπὸ τοῦ κέντρου πρὸς τὴν ἐπιφάνειάν του.

β'. Αἱ ἐν λόγῳ στοιβάδες εἶναι:

Α'. **Ο πυρήν.** Τὸ μεγαλύτερον μέρος τῆς ἡλιακῆς σφαίρας καταλαμβάνει ὁ πυρήν, ὁ ὁποῖος ἐκτείνεται ἀπὸ τὸ κέντρον τῆς, μέχρις ἀποστάσεως 400 χλμ. κάτω ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἡλίου.

Ὑπολογίζεται, ὅτι εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ κέντρου ἡ πυκνότης τῆς ἡλιακῆς ὕλης εἶναι 70 φορᾶς μεγαλυτέρα τοῦ ὄρεως καὶ ἡ πίεσις ἀνέρχεται εἰς 2×10^{11} ἀτμοσφαίρας. Ὑπὸ τὰς συνθήκας αὐτὰς καὶ τὴν θερμοκρασίαν τῶν 14×10^6 βαθμῶν, τὰ ἀτομα τῶν στοιχείων εύρισκονται εἰς ιονισμένην κατάστασιν καὶ τόσον συμπιεσμένα, ὥστε ἡ ὕλη τοῦ πυρῆνος, δὲν καὶ ἀεριώδης, εἶναι ἀνένδοτος καὶ συνεκτικὴ περισσότερον καὶ ἀπὸ τὰ στερεά. Ἐξ ἀλλου, ἡ ἀκτινοβολία τῶν ἐσωτερικῶν στρωμάτων τοῦ πυρῆνος προκαλεῖ πίεσιν ἐπὶ τῶν ὑπερκειμένων στρωμάτων.

Β'. **Η φωτόσφαιρα.** Ὑπεράνω τοῦ πυρῆνος ὑπάρχει στοιβάς, πάχους 400 km., ἡ ὁποία φθάνει μέχρι τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἡλίου. Ἡ στοιβάς αὐτὴ τῆς ἡλιακῆς σφαίρας, ἀπὸ τὴν ὁποίαν προέρχεται καὶ ὅλη ἡ ἀκτινοβολουμένη ὑπὸ τοῦ ἡλίου ἐνέργεια, ἡ θερμότης καὶ τὸ φῶς, ἐκλήθη φωτόσφαιρα. Ὁ δίσκος τοῦ ἡλίου ἀντιστοιχεῖ, καὶ συνεπῶς, εἰς τὴν φωτόσφαιραν.

Γ'. **Η ἀτμόσφαιρα.** Ὑπεράνω τῆς φωτοσφαίρας ὑπάρχει ἡ-λιακὴ ὕλη καὶ μάλιστα εἰς στρῶμα μεγάλου πάχους. Τοῦτο καλεῖται ἀτμόσφαιρα εἰς στρῶμα μεγάλου πάχους. Τοῦτο καλεῖται ἀτμόσφαιρα τοῦ ἡλίου δὲν φαίνεται, διότι ἡ θερμοκρασία της, συνεπῶς δὲ καὶ ἡ λαμπρότης της, εἶναι μικρότερα τῆς φωτοσφαιρικῆς καὶ τόσον, ὥστε νὰ ἀποκρύπτεται ἀπὸ τὸ ἔντονον διάχυτον φῶς τῆς ἡμέρας, ὅπως ἀκριβῶς ἀποκρύπτονται καὶ οἱ ἀστέρες. Γίνεται ὅμως ὁρατὴ κατὰ τὰς ὅλικὰς ἐκλείψεις τοῦ ἡλίου, ὡς λαμπρὸς φωτοστέφανος, περιβάλλων τὸν σκοτισθέντα δίσκον τοῦ ἡλίου.

Ἡ ἡλιακὴ ἀτμόσφαιρα χωρίζεται εἰς δύο στοιβάδας.

Ἡ πρώτη ἔξ αὐτῶν, ἡ ὁποία εύρισκεται εὐθύς ἀμέσως ὑπεράνω τῆς φωτοσφαίρας καλεῖται χρωμόσφαιρα. Τὸ ὑψος της φθάνει, τὸ

πολύ, εις τὰ 15.000 km, ή δὲ θερμοκρασία της ἀνέρχεται εἰς τοὺς 100.000°K. Παρουσιάζει ἔντονον ρόδινον χρῶμα, ἔξ οῦ καὶ ἔλαβε τὸ ὄνομα της « χρωμόσφαιρα ». Ὑπεράνω τῆς χρωμοσφαίρας εὑρίσκεται τὸ στέμμα, τοῦ ὅποιου τὰ ὅρια φθάνουν εἰς τὴν ἀπόστασιν τῶν πάντες ἡλιακῶν ἀκτίνων. Ἡ θερμοκρασία του ἀνέρχεται εἰς τοὺς 10^8 ἔως $1,5 \times 10^6$ βαθμούς.

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

50. Τὸ ἡλιακὸν φάσμα. α'. Τὸ φάσμα τῆς φωτοσφαίρας εἶναι συνεχές. Λόγω ὅμως τῆς χαμηλοτέρας θερμοκρασίας τῆς ὑπερκειμένης ἀτμοσφαίρας, τὸ φῶς τοῦ ἡλίου παρέχει φάσμα ἀπορροφήσεως, μὲ πολλάς σκοτεινάς γραμμάς.

β'. Κατὰ τὰς ὀλικὰς ἐκλείψεις τοῦ ἡλίου, μόλις γίνεται ἡ πλήρης ἀπόκρυψις τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου, αἱ σκοτειναὶ γραμμαὶ τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος παύουν, πρὸς στιγμήν, νὰ είναι σκοτειναὶ καὶ γίνονται ὀλαι λαμπτραί. Τοῦτο συμβαίνει, διότι παύει πλέον νὰ ἔρχεται φῶς ἀπὸ τὴν φωτόσφαιραν, τὸ ὅποιον καὶ νὰ ἀπορροφᾶται ὑπὸ τοῦ χαμηλοτέρου στρώματος τῆς χρωμοσφαίρας, τὸ ὅποιον καλεῖται ἀπορροφήτικὴ στοιχάσ, ὡς ἔκ τῆς παρατηρουμένης ἀπορροφήσεως τῶν σκοτεινῶν γραμμῶν εἰς λαμπτράς, κατὰ τὰς ὀλικὰς ἡλιακὰς ἐκλείψεις. Ἐπειδὴ δὲ τὸ φαινόμενον τοῦτο διαρκεῖ ἔτη ἐλάχιστον χρόνου, εἰς τὴν ἀρχὴν καὶ τὸ τέλος τῶν ὀλικῶν φάσεων τῶν ἡλιακῶν ἐκλείψεων, διὰ τοῦτο καὶ τὸ φάσμα, μὲ τὰς λαμπτρὰς γραμμάς, καλεῖται ἀστραπιαῖον.

51. Μορφαὶ τῆς ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας. α'. Τὸ ἡλιακὸν φάσμα δὲν περιορίζεται μόνον εἰς τὸ ὄρατὸν τμῆμα του ($7500 - 3400 \text{ Å}$), ὅλῃ ἐκτείνεται καὶ πέραν, τόσον τοῦ ἐρυθροῦ, ὅσον καὶ τοῦ ἰώδους μέρους αὐτοῦ, εἰς τὰς ὑπερύθρους ἀκτινοβολίας (20 μικρὰ ἔως 7500 Å) καὶ τὰς ὑπεριώδεις ($3400 - 2000 \text{ Å}$).

β'. Ἀλλὰ καὶ πέραν τῶν ὑπερύθρων ἀκτινοβολιῶν, διεπιστώθη, διτὶ ὁ ἡλιος ἐκπέμπει ἀκτινοβολίας τῶν μηκῶν τῶν ραδιοφωνικῶν κυμάτων. Τὰ κύματα αὐτὰ συλλαμβάνονται ὑπὸ τῶν ραδιοτηλεοπτικῶν κυμάτων. Τὰ κύματα αὐτὰ συλλαμβάνονται ὑπὸ τῶν ραδιοθρύβων, δ. ὅποιος καλεῖται ἡλιακὸς ραδιοθρύβως.

γ'. Ἐξ ἄλλου ἐκπέμπονται ὑπὸ τοῦ ἡλίου καὶ ἀκτινοβολίαι ἀντιστοιχοῦσαι εἰς τὰ πολὺ μικρὰ μήκη. Οὕτως ἀνευρέθησαν ἐσχά-

τως άκτινες X, άλλα και άκτινες γ, προερχόμεναι έκ του ήλιου.

(52) **Χημική σύστασις του ήλιου.** α'. Η σπουδή τῶν γραμμῶν του ήλιακοῦ φάσματος ἀπέδειξεν, ὅτι ἡ ήλιακὴ ὥλη ἀποτελεῖται ἐκ τῶν γνωστῶν στοιχείων. Ἐκ τούτων, διεπιστώθη μέχρι τοῦδε ἡ ὑπαρχεὶς 70 στοιχείων, ἐνῷ ἡ μὴ ἀνεύρεσις τῶν ὑπολοίπων δὲν σημαίνει καὶ τὴν ἀπουσίαν των ἐκ του ήλιου. Διότι, τούλαχιστον, τῶν 15 ἔξι αὐτῶν αἱ γραμμαὶ ἀπορροφήσεως θὰ πρέπει νὰ εὑρίσκωνται εἰς τὸ ἀόρατον ὑπεριῶδες μέρος του φάσματος, ἐνῷ ἄλλα στοιχεῖα δυνατὸν νὰ ὑπάρχουν μόνον εἰς τὸ ἐσωτερικὸν του ήλιου.

β'. Αἱ περισσότεραι τῶν γραμμῶν του ήλιακοῦ φάσματος ἀντιστοιχοῦν εἰς τὸν σίδηρον. Ἐν τούτοις ὅμως τὰ περισσότερον ἀφθονοῦντα στοιχεῖα εἰς τὸν ήλιον εἶναι τὸ ὑδρογόνον καὶ τὸ ήλιον, τὸ ὅποιον ἔλαβε τὸ ὄνομα τοῦτο, διότι παρετηρήθη τὸ πρῶτον ἐπὶ του ήλιου καὶ κατόπιν ἀνεκαλύφθη εἰς τὴν γῆν.

Ἡ πιθανωτέρα ἀναλογία διανομῆς τῶν στοιχείων εἰς τὴν ήλιακὴν ὥλην εἶναι: ὑδρογόνον 81,7%, ήλιον 18,2% καὶ τὰ ἄλλα στοιχεῖα 0,1%. 

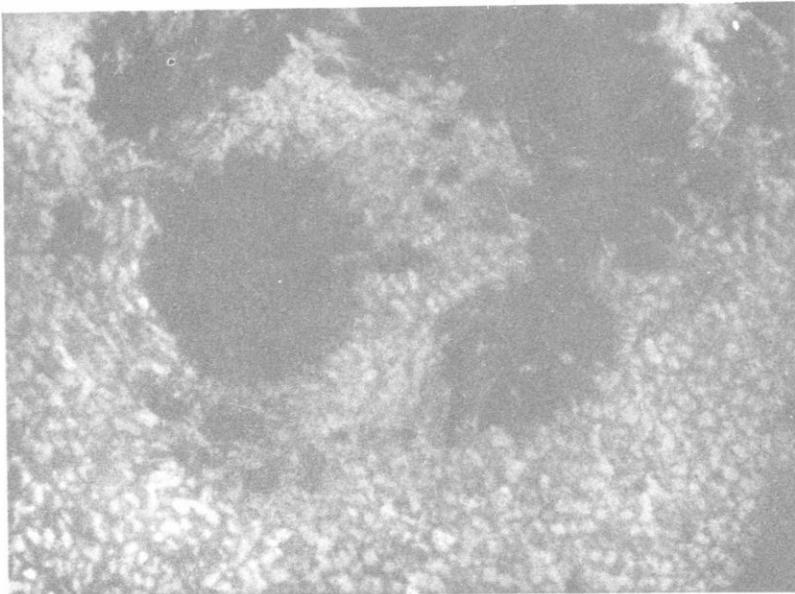
IV. ΗΛΙΑΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

(53). **Oι φωτοσφαιρικοὶ σχηματισμοί.** α'. Παρατηροῦντες τὸν ήλιον διὰ του τηλεσκοπίου, βλέπομεν ὅτι ἡ ἐπιφάνειά του δὲν εἶναι λεία, ἀλλ' ὅμοιάζει μὲν λευκὸν σινδόνι, τὸ ὅποιον ἔχει καλυφθῆ ὅμοιομόρφως μὲ κόκκους ὁρύζης. Διὰ τοῦτο καὶ οἱ κόκκοι αὐτοὶ του ήλιου ὀνομάσθησαν **κόκκοι ὁρύζης**.

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

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

β'. Κυρίως, πλησίον τῶν χειλέων του ήλιακοῦ δίσκου διακρίνονται ἄλλοι σχηματισμοί, λαμπρότεροι τῶν κόκκων, κυκλικοὶ ἢ ἀκανόνιστοι, διατεταγμένοι συνήθως ταινιοειδῶς, οἱ ὅποιοι ὀνομάζονται πυρσοί.



Εικ. 20. Κόκκοι καὶ κηλίδες τῆς ἡλιακῆς φωτοσφαίρας.

Οἱ πυρσοὶ θεωροῦνται νέφη ἢ καὶ ὅρη τῆς φωτοσφαίρας, τὰ ὅποια ἀλλάσσουν συνεχῶς σχῆμα καὶ θέσιν, διατηροῦνται δὲ συνήθως ἐπὶ τινας ἡμέρας, ὅποτε καταρρέουν καὶ ἔξαφανίζονται.

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

γ'. Αἱ κηλίδες τέλος εἰναι οἱ περισσότερον ἐντυπωσιακοὶ καὶ ἐνδιαφέροντες σχηματισμοὶ τῆς φωτοσφαίρας. Συνήθως ἔχουν τὴν ὅψιν μεγάλων ἢ μικρῶν κυκλικῶν καὶ ἐντόνως μελανῶν ἐπιφανειῶν, αἱ ὅποιαι περιβάλλονται ἀπὸ ὀλιγώτερον σκοτεινὰς στεφάνας, ίνωδους ὑφῆς. Καὶ τὸ μὲν κεντρικὸν πολὺ σκοτεινὸν τμῆμα τῆς κηλίδος λέγεται σκιά, ἡ δὲ στεφάνη σκιόφωτος αὐτῆς. Αἱ ίνες τοῦ σκιόφωτος, ὡς ἔκ τῆς μορφῆς των, καλούνται ἄχυρα.

Αἱ κηλίδες διατηροῦνται ἐπὶ πολλὰς ἡμέρας, κάποτε δὲ καὶ ἐπὶ ἕνα ἔως δύο μῆνας, ἐὰν εἰναι ἀρκετὰ μεγάλαι. Κατὰ τὸ διάστημα τῆς ζωῆς των παρουσιάζουν μεταβολὰς τῆς μορφῆς καὶ τῆς ἐντάσεως των, ἔξαφανίζονται δὲ διὰ τῆς βαθμιαίας ἐλαττώσεως τοῦ μεγέθους των καὶ τῆς σκοτεινότητός των.



Συνήθως αἱ κηλῖδες παρουσιάζονται καθ' ὅ μάδας. Εἰς μίαν δύμάδα δυνατὸν νὰ περιέχωνται πολλαὶ δεκάδες μέχρι καὶ ἑκατοντάδων κηλίδων, ἐνῷ μεταξὺ τούτων, ὑπάρχουν σχεδὸν πάντοτε δύο πολὺ μεγάλαι, ἐκ τῶν ὅποιών ἡ δυτικὴ καλεῖται ἡ γουμένη καὶ ἡ ἀνατολικὴ ἡ πομένη.

Η διάμετρος τῶν κηλίδων ἐνίστε ύπερβαίνει τὰ 80.000 km. Αἱ πολὺ μεγάλαι κηλῖδες, αἱ ἔχουσαι διάμετρον μεγαλυτέραν τῶν 40.000 χλμ., ἦτοι τριπλασίαν καὶ ἄνω τῆς γηίνης διαμέτρου, φαίνονται καὶ διὰ γυμνοῦ ὁφθαλμοῦ.

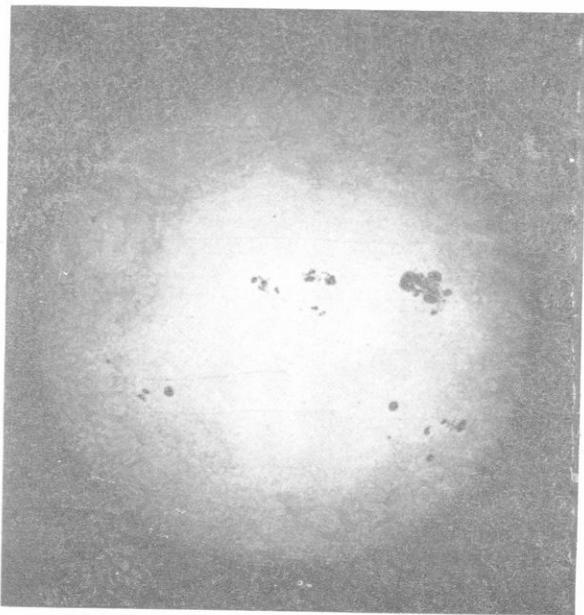
Τὸ συνηθέστερον, αἱ κηλῖδες εἶναι κοιλότητες τῆς φωτοσφαίρας, δῆμοιαι μὲ χοάνας, βάθους μέχρι 800 km, αἱ δῆποτε προκαλοῦνται ἀπὸ στροβιλισμούς τῆς ἡλιακῆς ὥλης, ἀναλόγους πρὸς τοὺς σίφωνας τῆς γηίνης ἀτμοσφαίρας. Οἱ στροβιλισμοὶ αὐτοὶ διείλονται κυρίως εἰς ἡλεκτρομαγνητικὰ φαινόμενα.

Η θερμοκρασία τῶν κηλίδων εἶναι ἵση πρὸς 4600° C, ἦτοι πολὺ ταπεινοτέρα τῆς φωτοσφαίρας, εἰς τούτο δὲ διείλεται καὶ τὸ μελανὸν χρῶμα τῶν. Συμβαίνει δηλαδὴ ἐδῶ ὅτι ἀκριβῶς καὶ μὲ τὴν φλόγα κηρίου, ἐὰν τοποθετηθῇ ἐμπρὸς εἰς ἓνα ἡλεκτρικὸν λαμπτῆρα. Η φλόγα τοῦ κηρίου φαίνεται μαύρη, λόγῳ τῆς ταπεινοτέρας θερμοκρασίας τῆς.

54. Οἱ ἡλιακοὶ νόμοι. α'. Ο ἐνδεκαετῆς κύκλος. "Ο Schwabe (Σβάμπε) πρῶτος διεπίστωσεν, ὅτι αἱ κηλῖδες δὲν ἐμφανίζονται μὲ τὴν ἴδιαν πάντοτε συχνότητα. Υπάρχουν πάντοτε ἕνα ἔως δύο ἔτη, κατὰ τὰ δῆποια φαίνονται σπανίως δλίγαι μόνον κηλῖδες. Ἐπειτα, ἐπὶ τέσσαρα περίπου ἔτη συνεχῶς γίνονται δλονέν καὶ περισσότεραι, διὰ νὰ φθάσωμεν τελικῶς εἰς τὸ μέγιστον τοῦ πλήθους τῶν καὶ, γενικώτερον, τῆς σκιαζομένης ύπερ αὐτῶν ἐπιφανείας. Κατόπιν, ἐπὶ μίαν περίπου ἔξαετίαν, δὲ διά τὸν ἀκολουθοῦν δλα τὰ ἡλιακὰ φαινόμενα, τόσον τῆς φωτοσφαίρας, δύσον καὶ τῆς ἀτμοσφαίρας τοῦ ἡλίου.

Απὸ ἐνὸς ἐλαχίστου μέχρι τοῦ ἐπομένου παρέρχονται, κατὰ μέσον ὅρον, 11 ἔτη. Η περίοδος αὐτὴ καλεῖται, διὰ τοῦτο, ἐνδεκαετῆς κύκλος, ἀπεδείχθη δέ, ὅτι τὸν ἀκολουθοῦν δλα τὰ ἡλιακὰ φαινόμενα, τόσον τῆς φωτοσφαίρας, δύσον καὶ τῆς ἀτμοσφαίρας τοῦ ἡλίου.

Τὸ τελευταῖον μέγιστον ἐσημειώθη κατὰ τὸ 1969 καὶ τὸ προσεχὲς θα λάβῃ χώραν τὸ 1980.



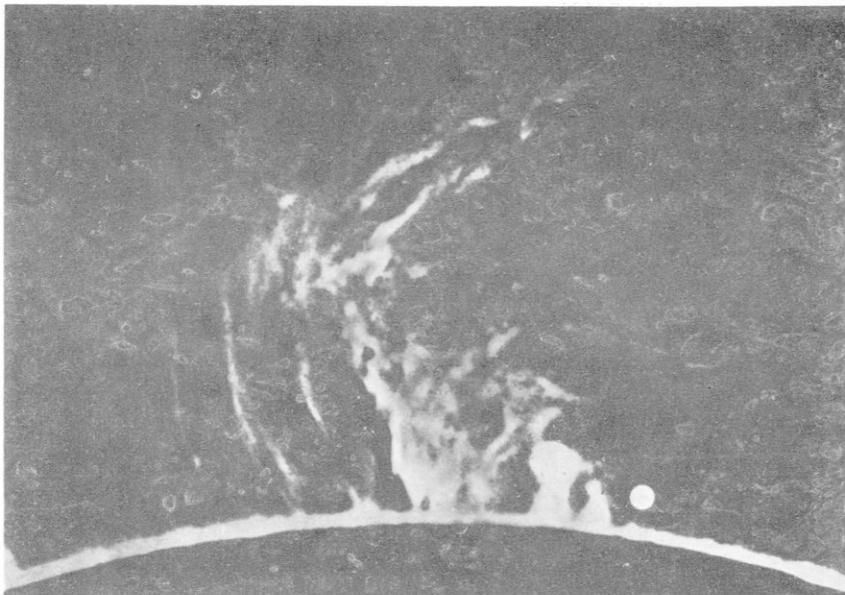
Εἰκ. 21. Φωτογραφία τοῦ ἡλίου κατὰ τὸ μέγιστον τῆς δραστηριότητος αὐτοῦ. Διακρίνονται πολλαὶ καὶ μεγάλαι ὁμάδες κηλίδων.

β. Ὁ νόμος τῆς διανομῆς τῶν κηλίδων. Ὁ Spoerer (Σπαϊρερ) πρῶτος διεπίστωσεν ἐξ ὄλλου, ὅτι αἱ κηλίδες δὲν σχηματίζονται τυχαίως ἐπὶ τῆς ἡλιακῆς ἐπιφανείας. Αἱ πρῶται κηλίδες καθ' ἐνὸς 11ετοῦ κύκλου ἐμφανίζονται εἰς ἀπόστασιν 45° περίπου ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ τοῦ ἡλίου καὶ εἰς τὰ δύο ἡμισφαίριά του, καθὼς δὲ προχωροῦμεν πρὸς τὸ ὄλλο ἔλαχιστον, δόλονὲν καὶ σχηματίζονται πλησιέστερον πρὸς τὸν ἡλιακὸν ἰσημερινόν.

Ὑπάρχουν οὕτω δύο ζῶνται, ἐκατέρωθεν τοῦ ἰσημερινοῦ τοῦ ἡλίου, ἀπὸ $\pm 45^{\circ}$ μέχρι $\pm 5^{\circ}$, ὅπου σχηματίζονται αἱ κηλίδες. Διὰ τοῦτο καὶ αἱ περιοχαὶ αὐταὶ ἐκλήθησαν βασιλικαὶ ζῶνται.

γ' Ὁ νόμος τῆς πολικότητος. Τὸ 1908 ὁ Hale (Χέιλ) ἀνεκάλυψεν, ὅτι εἰς κάθε ὁμάδα κηλίδων, αἱ δύο μεγάλαι, ἡ ἡγουμένη καὶ ἡ ἐπομένη, ἀποτελοῦν τοὺς δύο πόλοις εἰνὸς μαγνήτου. Τὸ μαγνητικὸν πεδίον τῶν κηλίδων φαίνεται καὶ ὀφθαλμοσκοπικῶς ἀκόμη, διότι τὰ «ἄχυρα τοῦ σκιόφωτος», ὅμοια μὲν Ἰνας, διατάσσονται κατὰ μῆκος τῶν δυναμικῶν γραμμῶν τοῦ πεδίου, ὅπως ἀκριβῶς συμβαίνει μὲν τὰ ρινίσματα σιδήρου, ἐάν θέσωμεν πλησίον τῶν ἕνα μαγνήτην.

Ἐν συνεχείᾳ ὁ Hale διεπίστωσεν, ὅτι εἰς καθένα ἐνδεκαετῆ κύκλον,



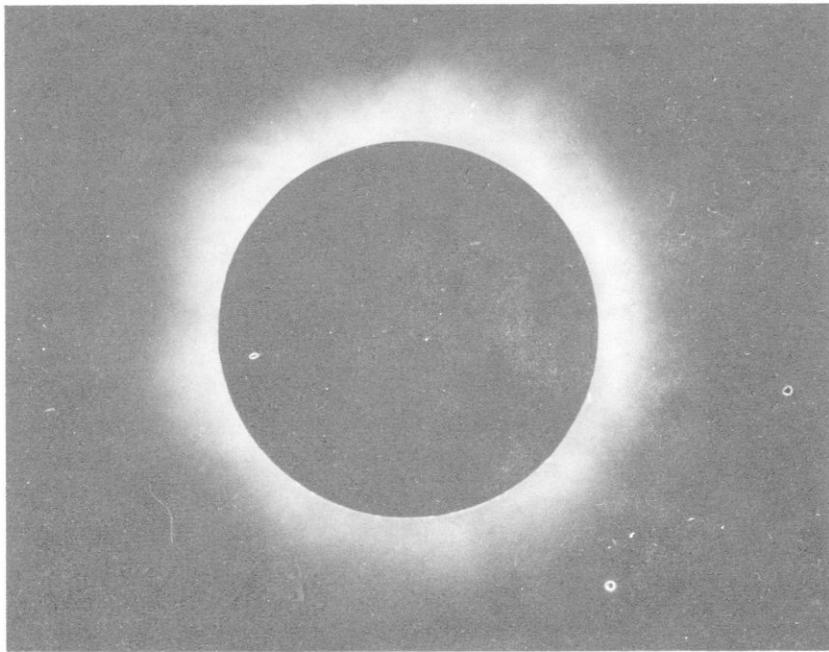
Εἰκ. 22. Ήλιακή προεξοχή ύψους 225.000 km. Ο λευκός κυκλικός δίσκος παριστά τάς σχετικάς διαστάσεις τῆς γῆς.

ὅλαι αἱ ὁμάδες κηλίδων τοῦ ἐνὸς ἡμισφαιρίου τοῦ ἡλίου ἔχουν ὡς βόρειον πόλον τὴν ἡγουμένην καὶ ὡς νότιον τὴν ἐπομένην, ἐνῷ εἰς τὸ ἀλλο ἡμισφαίριον, εἰς ὅλας τὰς ὁμάδας, συμβαίνει τὸ ἀντίθετον. Εἰς τὸν ἐπόμενον ὅμως 11ετῆ κύκλον ἡ πολικότης ἀλλάσσει εἰς τὰ δύο ἡμισφαίρια, εἰς τρόπον ὥστε οἱ μαγνῆται - ὁμάδες κηλίδων νὰ ἔχουν πόλους ἀντιθέτους ἑκείνων, ποὺ εἶχον κατὰ τὴν προηγουμένην 11ετίαν.

Ἐάν ληφθῇ ὡς βάσις ἡ ἀλλαγὴ αὐτὴ τῆς πολικότητος τῶν κηλίδων, τότε συμπεραίνομεν, ὅτι τὰ ἡλιακὰ φαινόμενα ἔχουν 22ετῆ περιοδικότητα, τῆς ὅποιας μέρη ἀποτελοῦν δύο διαδοχικαὶ ἐνδεκατεῖς κύκλοι.

ωρίδες 55. Τὰ φαινόμενα τῆς χρωμοσφαιρίας. α'. Ἀκίδες. Μὲ τὴν βιοθειαν εἰδικῶν ὄργάνων (§ 163), τὰ ὅποια ἐπιτρέπουν τὴν σπουδὴν τῆς ἡλιακῆς ἀτμοσφαιρίας, διεπιστώθη, ὅτι ἡ κυριωτέρα στοιβᾶς αὐτῆς, ἡ χρωμόσφαιρα, ἔχει ὑψήλην ινώδη. Αἱ Ἰνες αὐταὶ εἶναι πολυάριθμοι, ὅπως οἱ κόκκοι τῆς φωτοσφαιρίας, ὀνομάζονται δὲ ἀκίδες.

Αἱ ἀκίδες ἀνυψοῦνται καθέτως πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἡλίου καὶ τὸ ύψος τῶν δύναται νὰ φθάνῃ τὰ 10.000 km. Εἶναι σχηματι-

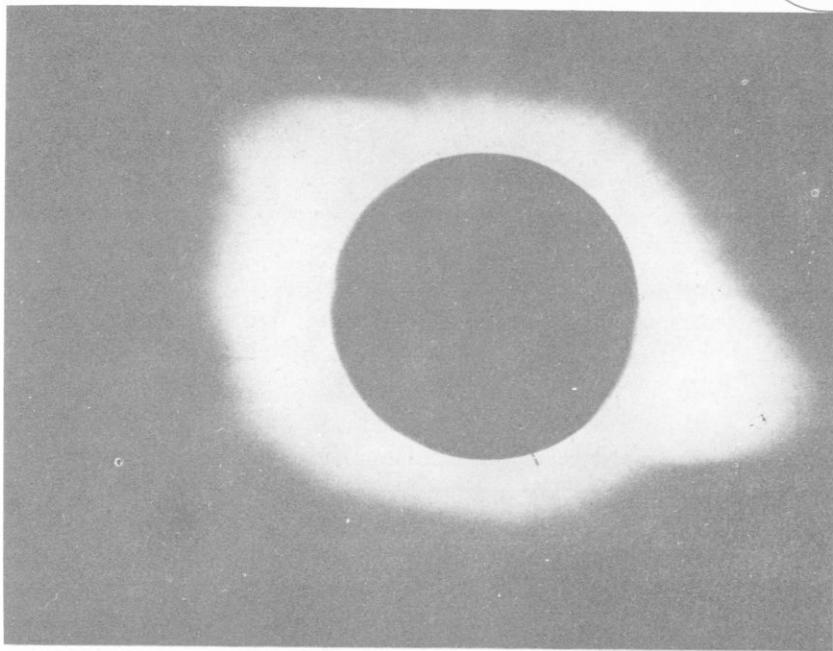


Εἰκ. 23α. Τὸ ἡλιακὸν στέμμα κατὰ τὸ μέγιστον τῆς ἡλιακῆς δραστηριότητος.

σμοὶ βραχύβιοι, μὲ διάρκειαν ζωῆς 2 ἔως 4 λεπτῶν, ἐνῷ ἡ ὑλη των, κυρίως ἐξ ὑδρογόνου, ἀνυψοῦται ὡς πίδαξ, μὲ ταχύτητα μέχρι 20 km/sec καὶ ἔπειτα καταρρέει.

β'. Προεξοχαί. Οἱ κυριώτεροι τῶν χρωμοσφαιρικῶν σχηματισμῶν εἰναι αἱ προεξοχαί, εἶδος πυρίνων γλωσσῶν, ροδίνου χρώματος, αἱ ὅποῖαι, ἄλλοτε μὲν εἰναι διάχυτοι ὡς νέφη καὶ χαρακτηρίζονται ἦρεμοι, ἄλλοτε δὲ παρουσιάζουν μορφὴν πελωρίων πιδάκων, δπότε χαρακτηρίζονται ὡς ἐκρηκτικαί. Τὸ ὑψος των φθάνει συνήθως τὰ 40.000 km (τὸ τριπλάσιον τῆς γηῖνης διαμέτρου), ἀν καὶ παρετηρήθησαν προεξοχαὶ μὲ ὕψος ὑπερδεκαπλάσιον (εἰκ. 22). Ή ταχύτης κινήσεως τῆς ὑλης των κυμαίνεται συνήθως ἀπὸ 50 ἔως 100 km/sec, καίτοι εἰς μερικὰς περιπτώσεις ἐσημειώθησαν ταχύτητες 600 ἔως καὶ 800 km/sec. Ή ζωὴ των δύναται νὰ παραταθῇ ἐπὶ ὀρκετὰς ἡμέρας.

Διεπιστώθη, ὅτι αἱ προεξοχαὶ ἐμφανίζονται εἰς τὰς βασιλικὰς



Εἰκ. 23β. Τὸ ἡλιακὸν στέμμα κατὰ τὸ ἑλάχιστον
τῆς ἡλιακῆς δραστηριότητος.

ζώνας, ὅπως αἱ κηλῖδες, ἡ δὲ συχνότης τῶν ἀκολουθεῖ τὸν 11ετῆ κύκλουν.

γ) Έκλάμψεις. Πρόκειται περὶ ἐκρήξεων, αἱ ὅποιαι παρατηροῦνται συνήθως ἄνωθεν τῶν περιοχῶν μεγάλων κηλίδων καὶ αἱ ὅποιαι εἰναι τόσον λαμπραί, ὡστε ἀπαστράπτουν ὡς λαμπροὶ λευκοὶ προβολεῖς. Ἡ διάρκεια τῆς ζωῆς τῶν εἰναι μικρά, μόλις 10 λεπτῶν ἔως ὥρῶν. Ἐνίστε φαίνονται εἰς τὸ ὁρατὸν λευκὸν φῶς.

Αἱ ἐκλάμψεις ἐκπέμποντιν ὑπεριώδη καὶ κοσμικὴν ἀκτινοβολίαν, ἀκτῖνας X καὶ ραδιοκύματα, καθὼς καὶ ύλικὰ σωματίδια.

ΟΧΙ ~~26~~. Τὰ φαινόμενα τοῦ στέμματος. α'. Τὸ στέμμα δὲν παρουσιάζει πάντοτε ὅρια κυκλικά. Φαίνεται ὡς κυκλικὸς δακτύλιος, πάχους μιᾶς ἡλιακῆς διαμέτρου, περιβάλλων τὸν ἥλιον, μόνον κατὰ τὰ ἔτη τῶν μεγίστων τῶν 11ετῶν κύκλων, ἐνῷ κατὰ τὰ ἔτη τῶν ἐλαχίστων διευρύνεται πολύ, κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἴσημε-

ρινοῦ τοῦ ἥλιου, ὅπότε δυνατὸν νὰ παρατηρηθοῦν θύσανοί του, ἔχοντες μῆκος, ἀκόμη καὶ δέκα ἡλιακῶν διαμέτρων (εἰκ. 23α, β).

Τὸ περιγραμμα τοῦ στέμματος ἀποκαλύπτει πάντοτε, ὅτι τοῦτο ἔχει ἵνωδη ὑφήν.

β'. Τὸ στέμμα διαχωρίζεται συνήθως εἰς τὸ ἐσωτερικόν, τὸ ὄποιον ἔχει πάχος 700.000 km καὶ ἐντὸς τοῦ ὄποιου εἰσδύουν αἱ προεξοχαὶ τῆς χρωμοσφαίρας· καὶ εἰς τὸ ἐξωτερικόν, παρατηρούμενον μόνον κατὰ τὰς ὀλικὰς ἡλιακὰς ἐκλείψεις.

Τὸ ἔξωτερικὸν στέμμα ἀποτελεῖται ἐξ ἀτόμων εἰς Ιονισμένην κατάστασιν καὶ κυρίως ἐξ ἐλευθέρων ἡλεκτρονίων, τῶν ὄποιων ἡ κινητικὴ ἐνέργεια ἀντιστοιχεῖ εἰς θερμοκρασίαν τῆς τάξεως τοῦ ἐνὸς ἑκατομμυρίου βαθμῶν (170 φορᾶς μεγαλυτέραν τῆς φωτοσφαίρας). Ὡς ἐκ τῶν λόγων αὐτῶν συμπεραίνομεν, ὅτι τοῦτο διατελεῖ εἰς τὴν κατάστασιν τῆς ὥλης, τὴν ὄποιαν καλοῦμεν πλάσμα.

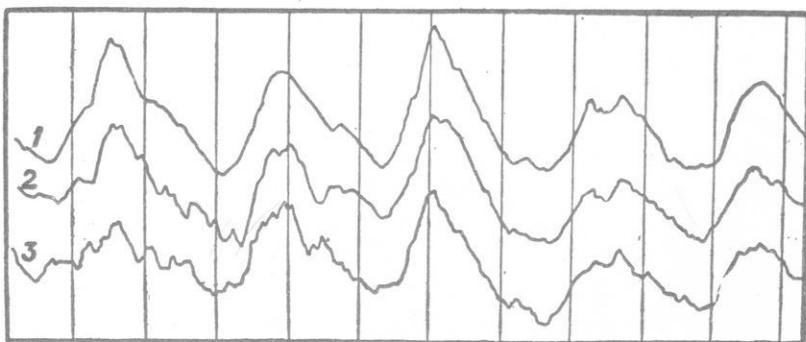
ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ ΕΠΙ ΤΗΣ ΓΗΣ

§7. Γήινα φαινόμενα, ἀκολουθοῦντα τὸν 11ετῆ κύκλον.
α'. Διεπιστώθη, ὅτι ἡ παρουσία τῶν ἐκλάμψεων ἐπὶ τοῦ ἥλιου συνοδεύεται ὑπὸ ποικίλων διαταραχῶν ἐπὶ τῆς γῆς, τόσον φυσικῶν, ὃσον καὶ βιολογικῶν.

Ἐκ τῶν πρώτων, κυριώτεραι εἶναι αἱ ἐμφανίσεις σέλας εἰς τὰς πολικὰς περιοχὰς τῆς γῆς· αἱ « μαγνητικὲς καταιγίδες », ἦτοι διαταραχαὶ τοῦ γήινου μαγνητικοῦ πεδίου· ἐκτάκτοι διαταραχαὶ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἡλεκτρισμοῦ καὶ τέλος ραδιοφωνικαὶ ἀνωμαλίαι.

Μεταξὺ τῶν βιολογικῶν διαταραχῶν σπουδαιοτέρα εἶναι ἡ ἐπίδρασις ἐπὶ τῆς καταστάσεως τῶν ἀσθενῶν, τῶν πασχόντων ἐκ στηθικῶν νοσημάτων.

β'. Ἀλλ' ἐκτὸς τῶν ἐκτάκτων τούτων φαινομένων, ἔξηκριβώθη ὅτι τὰ πολικὰ σέλα, ὁ γήινος μαγνητισμὸς καὶ τὰ σπουδαιότερα μετεωρολογικὰ φαινόμενα, ὅπως ἡ διακύμανσις τῆς θερμοκρασίας καὶ ἡ βροχόπτωσις, τέλος δὲ καὶ αὐτὴ ἀκόμη ἡ στάθμη τῶν ὑδάτων τῶν λιμνῶν, ἀκολουθοῦν ἐν γένει τὸν 11ετῆ κύκλον τῆς ἡλιακῆς δραστηριότητος, εἰς τρόπον ὥστε τὰ μέγιστα καὶ τὰ ἐλάχιστα τῶν ὡς



Εἰκ. 24. Ή (1) καμπύλη παριστά τὴν κύμασιν τῶν ἥλιακῶν κηλίδων εἰς διάστημα 55 ἔτῶν (5 κύκλων 11ετῶν)· ἡ (2) καμπύλη ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν κύμασιν τῶν μαγνητικῶν διαταραχῶν και ἡ (3) εἶναι ἡ καμπύλη συχνότητος τοῦ σέλας κατὰ τὸ ἴδιον διάστημα. Αἱ τρεῖς καμπύλαι παρουσιάζουν τὰς ἴδιας διακυμάνσεις και πρὸ παντὸς τὰ ἴδια μέγιστα και ἐλάχιστα

ἄνω γηίνων φαινομένων και, γενικώτερον, αἱ καμπύλαι τῆς μεταβολῆς αὐτῶν, νὰ παρουσιάζουν ἀντιστοιχίαν πρὸς τὰς καμπύλας κυμάνσεως τῶν κηλίδων και τῶν ἄλλων ἥλιακῶν φαινομένων.

Παρομοία σχέσις ἀνευρίσκεται ἐνίοτε και εἰς μερικὰ τῶν βιολογικῶν φαινομένων, ἵδια δὲ εἰς τὴν ἀνάπτυξιν τῆς βλαστήσεως. Οὕτως, ἡ ἔξετασις τῶν δακτυλίων, τῶν παρατηρουμένων εἰς ἔγκαρσίαν τομὴν τοῦ κορμοῦ τῶν δένδρων, ἀποδεικνύει, ὅτι οἱ δακτύλιοι αὗτοὶ εἶναι παχύτεροι περὶ τὰ ἔτη τῶν μεγίστων και στενώτεροι κατὰ τὰ ἔτη τῶν ἐλαχίστων και συνεπῶς, ὅτι ἡ ἔτησία αὔξησις τῶν δένδρων και, γενικώτερον, τῆς βαστήσεως ἀκολουθεῖ τὸν 11ετῆ ἥλιακὸν κύκλον.

Ἐξ ἄλλου και αἱ ἐπιδημίαι, αἱ ὅποιαι ἔπληξαν κατὰ καιροὺς τὴν ἀνθρωπότητα, συνέπιπτον, ἐν γένει, πρὸς τὰ ἔτη τῶν μεγίστων τῆς ἥλιακῆς δραστηριότητος.

58. Αἱ ἐκλάμψεις και τὰ ἥλεκτρομαγνητικὰ γήινα φαινόμενα. α'. Τὰ προϊόντα τῶν ἥλιακῶν, ἐν γένει, ἐκρήξεων, μάλιστα δὲ τῶν ἐκλάμψεων εἶναι δύο εἰδῶν: α) ἄφθονος ὑπεριώδης ἀκτινοβολία και β) σωματίδια ύλικά, φορτισμένα ἥλεκτρικῶς, ἵδια ἥλεκτρόνια. Ἡ ὑπεριώδης ἀκτινοβολία και αἱ ἄλλαι κυματικαὶ ἀκτινοβολίαι φθάνουν

έδω μετά 8 λ. περίπου, τὰ δὲ φορτισμένα σωματίδια μετά 18 έως 20 ώρ. ἢ καὶ βραδύτερον.

β'. "Οταν τὰ φορτισμένα σωματίδια φθάσουν εἰς τὴν γῆν, ἀκολουθοῦν τὰς γραμμὰς τοῦ γηίνου μαγνητικοῦ πεδίου καὶ κατευθύνονται πρὸς τοὺς πόλους τῆς γῆς, κινούμενα σπειροειδῶς κατὰ μῆκος τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, προκαλοῦν δὲ τὰ ἔξης ἀποτελέσματα: α) μαγνητικὰς καταιγίδας· β) ἡλεκτρικὰ ρεύματα, ἐξ ἀπαγωγῆς, διαρρέοντα τὴν ἀτμόσφαιραν καὶ διαταράσσοντα τὰς τηλεπικοινωνίας ἐν γένει· καὶ γ) ιονίζουν τὰ ἄτομα, ἵδια τοῦ ἀζώτου, τῶν ύψηλῶν ἀτμοσφαιρικῶν στρωμάτων, τὰ δόποια, τότε, ἀποδίδουν ὑπὸ μορφὴν σέλας τὴν ἐνέργειαν, τὴν δόποιαν ἐδέχθησαν ἀπὸ τὰ ἀφιχθέντα φορτισμένα σωματίδια.

Ἐξ ἄλλου ἡ ἀφθονος ὑπεριώδης ἀκτινοβολία, ἀπορροφωμένη ἀπὸ τὴν ἀτμόσφαιραν, προκαλεῖ ἕκτακτον ιονισμὸν τῶν στρωμάτων τῆς ιονοσφαίρας (§ 91δ), δό δόποιος ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν μερικὴν ἢ ὅλην ἀπορρόφησιν τῶν βραχέων ραδιοφωνικῶν κυμάτων ὑπ' αὐτῆς καὶ, κατὰ συνέπειαν, τὴν ἔξασθένησιν ἢ καὶ τὴν πλήρη κατασίγασιν τῶν μέσων τηλεπικοινωνίας εἰς τὰ κύματα αὐτά.

•**Ασκησις**

έως 7/6/

37. Ποίαν ταχύτητα πρέπει νὰ ἔχουν α) τὰ φωτόνια τῆς ὑπεριώδους ἀκτινοβολίας καὶ β) τὰ ἡλεκτρόνια, τὰ δόποια προέρχονται ἀπὸ τὰς ἐκλάμψεις;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε ΤΟ ΗΛΙΑΚΟΝ ΣΥΣΤΗΜΑ

I. ΚΙΝΗΣΙΣ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΗΑΙΟΝ

(59). Τὸ γεωκεντρικὸν καὶ ἡλιοκεντρικὸν σύστημα. α'. Εἰς τοὺς χρόνους τῆς Ἑλληνικῆς ἀρχαιότητος ἴσχυον δύο θεωρίαι.

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

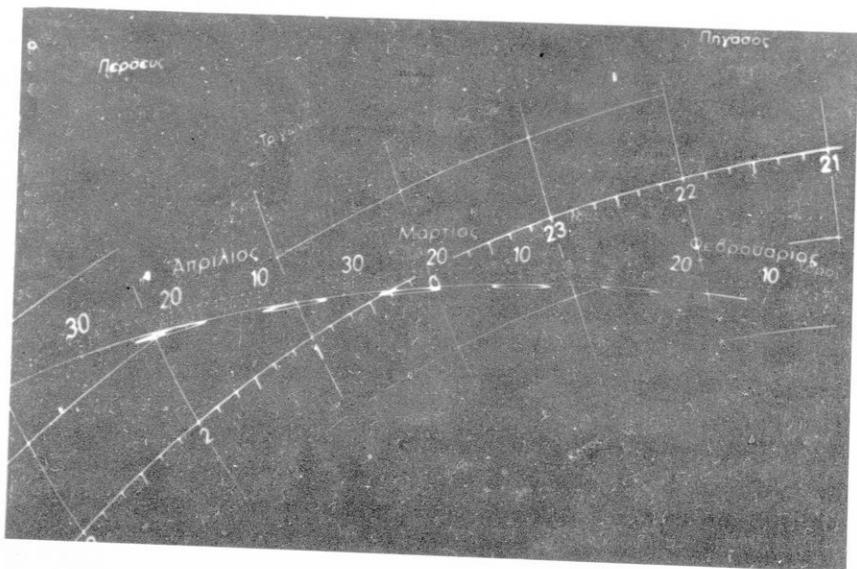
Κατὰ τὴν δευτέραν, οἱ πλανῆται, μεταξὺ τῶν ὅποιών συγκατελέγετο καὶ ἡ γῆ, ἐκινοῦντο περὶ τὸν ἥλιον, ὁ ὅποιος ἀπετέλει τὸ κέντρον τοῦ κόσμου. Διὰ τοῦτο καὶ ἡ θεωρία αὐτῇ ἐκαλεῖτο ἡλιοκεντρικὸν σύστημα τοῦ κόσμου. Θεμελιωτά της ὑπῆρχαν ὁ Πυθαγόρας καὶ ἡ σχολὴ του, κυριώτερος δὲ ἐκπρόσωπός της ἦτο ὁ Ἀρισταρχος ὁ Σάμιος.

β'. Ο 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 ἔδραιώσιν της. 'Ως ἐκ τούτου, ἐπεκράτησεν ἡ συνήθεια, νὰ ἀποκαλῆται τὸ ἡλιοκεντρικὸν σύστημα «Κοπερνίκειον», ἀν καὶ ὁ Κοπέρνικος δὲν προσέθεσε τίποτε τὸ οὔσιωδες εἰς τὰς δοξασίας τῶν ἀρχαίων Ἑλλήνων.

(60). Αἱ πραγματικαὶ καὶ αἱ φαινόμεναι κινήσεις τῶν πλανητῶν. α'. "Οπως ἔχει πλέον διαπιστωθῆ, πράγματι, οἱ πλανῆται κινοῦνται περὶ τὸν ἥλιον, ἡ δὲ κίνησίς των γίνεται ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς. 'Η γῆ, ἔξ ἀλλου, εἶναι ἐκ τῶν πλανητῶν.

β'. Λόγῳ τῆς πραγματικῆς κινήσεώς των περὶ τὸν ἥλιον, οἱ πλανῆται φαίνονται νὰ ἀλλάσσουν συνεχῶς θέσιν εἰς τὸν οὐρανόν. 'Ο συνδυασμὸς ὅμως τῆς κινήσεώς των πρὸς τὴν κίνησιν τῆς γῆς, ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν ἔξῆς φαινομενικὴν κίνησίν των.

Καθένας ἔξ αὐτῶν γράφει ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας διαδοχικῶς μεγάλα τόξα ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς, καλούμενα ὀρθοδρομι-



Εἰκ. 25. Φαινομένη τροχιά τοῦ πλανήτου Κρόνου, μὲ τὰ δρθιδρομικὰ καὶ ἀναδρομικὰ τόξα τῆς, διαχωριζόμενα ὑπὸ στάσεων.

κά, τὰ δόποια χωρίζονται ἀπὸ ὅλα μικρότερα, γραφόμενα ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμάς, τὰ δόποια ὀνομάζονται ἀναδρομικά. Μεταξὺ τῶν μὲν καὶ τῶν δὲ λαμβάνουν χώραν αἱ καλούμεναι στάσεις τῶν πλανητῶν, διότι κατ' αὐτὰς οἱ πλανῆται φαίνονται, ὅτι παύουν πρὸς στιγμὴν νὰ κινοῦνται. Συνεπῶς, μία πλήρης περιφορὰ τυχόντος πλανήτου, γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιον, παρουσιάζεται ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ ὡς ἔνας πλήρης κύκλος, ὁ δόποιος ἀποτελεῖται ἀπὸ ὥρισμένον πλῆθος δρθιδρομικῶν καὶ ἀναδρομικῶν τόξων, χωριζομένων διὰ στάσεων (εἰκ. 25).

61. Οἱ νόμοι τοῦ Κέπλερ καὶ τοῦ Νεύτωνος. α'. 'Ο Γερμανὸς ἀστρονόμος J. Kepler ('I. Κέπλερ, 1571 - 1630), σπουδάσας τὰς παρατηρήσεις τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν, τὰς δόποιας εἶχεν ἐκτελέσει, δλίγον πρὸ αὐτοῦ, ὁ Δανὸς ἀστρονόμος Tycho Brahe (Τύχων, 1546 - 1601), εὗρεν τοὺς τρεῖς νόμους, οἱ δόποιοι διέπουν τὴν κίνησιν τῶν πλανητῶν περὶ τὸν ἥλιον.

β'. Πρώτος νόμος. Αἱ τροχιαὶ τῶν πλανητῶν εἰναι ἐλλείψεις¹, τῶν δόποιων τὴν μίαν ἔστιαν, κοινὴν δι' ὅλας τὰς πλανητικὰς τροχιάς, κατέχει ὁ ἥλιος. Κατὰ ταῦτα ὁ πλανήτης Ρ (σχ. 6) διαγράφει τὴν ἐλλείψιν, τῆς δόποιας ὁ ἥλιος κατέχει τὴν ἔστιαν Η.

γ'. Καλοῦμεν περιήλιον τῆς ἐλλειπτικῆς τροχιᾶς τοῦ πλανήτου Ρ, τὸ σημεῖον Π τοῦ μεγάλου ἄξονος αὐτῆς, εἰς τὸ δόποιον, ὅταν οὗτος εύρισκεται, ἔχει καὶ τὴν μικροτέραν ἀπόστασίν του ἀπὸ τὸν ἥλιον· ἐνῷ ὀνομάζομεν ἀφήλιον τὸ σημεῖον Α τοῦ μεγάλου ἄξονος, εἰς τὸ δόποιον δὲ πλανήτης ἔχει τὴν μεγαλυτέραν ἀπόστασίν ἀπὸ τὸν ἥλιον. Τὸν μέγαν ἡμιάξονα ΠΚ = KA τῆς τροχιᾶς ὀνομάζομεν μέσην ἀπόστασιν τοῦ πλανήτου ἐκ τοῦ ἥλιου, ἐνῷ τὴν εὐθεῖαν HP, ἡ δόποια συνδέει τὰ κέντρα ἥλιου καὶ πλανήτου, εἰς τυχοῦσαν θέσιν τῆς τροχιᾶς του, καλοῦμεν ἐπιβατικὴν ἀκτῖνα. Ἐξ ἀλλού, δὲ μέγιστας ἄξων τῆς τροχιᾶς ὀνομάζεται συνήθως γραμμὴ τῶν ἀψίδων.

1. Ὡς γνωστόν, καλεῖται ἔλλειψις δι γεωμ. τόπος τῶν σημείων ἐπιπέδου, τῶν δόποιων αἱ ἀποστάσεις ἀπὸ δύο σταθερῶν σημείων E_1, E_2 ἔχουν ἀθροίσμα σταθερόν. Οὕτω, τοῦ τυχόντος σημείου Σ τῆς ἐλλείψεως (σχ. 7) εἰναι $E_1\Sigma + \Sigma E_2 = \text{σταθ.}$ Τὰ σημεῖα E_1 καὶ E_2 καλοῦνται ἐστίαι τῆς ἐλλείψεως, ἐνῷ τὸ K, μέσον τῆς E_1E_2 καλεῖται κέντρον αὐτῆς. 'Η εὐθεῖα A_1A_2 , ἐφ' ἣς κείνται τὰ E_1, E_2 καὶ K καλεῖται μέγας ἄξων τῆς ἐλλείψεως, ἐνῷ ἡ B_1B_2 , κάθετος ἐπὶ τὴν E_1E_2 , λέγεται μικρὸς ἄξων αὐτῆς. 'Ἐὰν καλέσωμεν γ τὴν $E_1K = KE_2$ καὶ α τὴν $A_1K = KA_2$, τότε δὲ λόγος $\frac{\gamma}{\alpha} = \epsilon$ καλεῖται ἐκκεντρότης τῆς ἐλλείψεως.

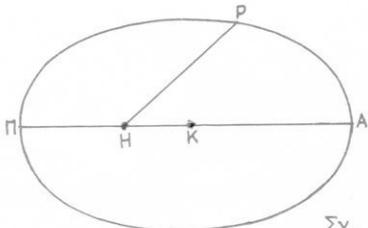
'Ἐπειδὴ εἰναι $E_1\Sigma + \Sigma E_2 = E_1A_1 + E_2A_2 = 2\alpha$ καὶ $E_1\Sigma + \Sigma E_2 > E_1E_2 = 2\alpha > 2\gamma$,

θὰ ἔχωμεν $\frac{\gamma}{\alpha} < 1$. Συνεπῶς, εἰς τὴν

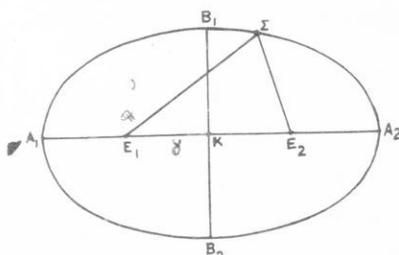
ἐλλείψιν ἡ ἐκκεντρότης $\epsilon = \frac{\gamma}{\alpha}$ εἰ-

ναι πάντοτε μικροτέρα τῆς μονάδος.

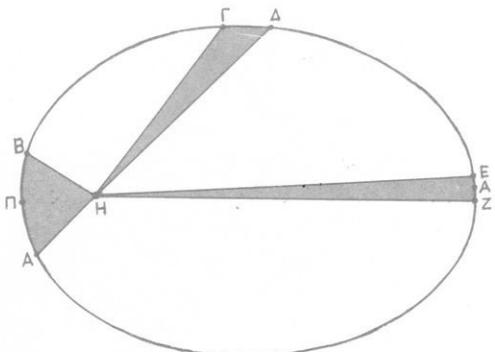
'Ἐὰν δὲ εἰναι $\gamma = 0$, δόποτε αἱ ἔστιαι E_1 καὶ E_2 συμπίπτουν μὲ τὸ K, ἡ ἐλλείψις γίνεται περιφέρεια κύκλου, διὰ τὴν δόποιαν θὰ εἰναι $\epsilon = 0$. Συνεπῶς, δὲ κύκλος είναι ἐλλείψις, τῆς δόποιας ἡ ἐκκεντρότης είναι μηδέν.



Σχ. 6.



Σχ. 7.



Σχ. 8.

Τὰ ἐπίπεδα τῶν τροχιῶν τῶν πλανητῶν σχηματίζουν συνήθως μικράν γωνίαν μεταξύ των. Διὰ τὴν μέτρησίν των, λαμβάνομεν ὡς βάσιν τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιᾶς τῆς γῆς, τὸ ὅποιον καλοῦμεν ἀκόμη ἐπίπεδον τῆς ἐκλειπτικῆς (§ 128).

δ. Δεύτερος νόμος. Ἡ ἐπιβατικὴ ἀκτὶς τοῦ πλα-

νήτου, κινουμένου περὶ τὸν ἥλιον, γράφει ἐμβαδὰ ἀνάλογα τῶν χρόνων. Κατὰ ταῦτα, τὰ ἐμβαδὰ HAB, HGΔ, HEZ (σχ. 8), τὰ ὅποια γράφει ἡ ἐπιβατικὴ ἀκτὶς εἰς χρόνον t , π.χ. εἰς ἓνα μῆνα, εἶναι ἵσα. Τοῦτο συμβαίνει, διότι ἡ ἐπιβατικὴ ἀκτὶς δὲν ἔχει σταθερὸν μῆκος, ἀλλὰ λαμβάνει τὴν μικροτέραν τιμὴν εἰς τὸ περιήλιον Π καὶ τὴν μεγαλυτέραν εἰς τὸ ἀφήλιον Α. Συνεπῶς, ἡ ταχύτης τοῦ πλανήτου εἶναι μεγαλυτέρα εἰς τὸ περιήλιον καὶ μικροτέρα εἰς τὸ ἀφήλιον, διὰ τοῦτο δὲ καὶ τὰ τόξα AB, ΓΔ, EZ εἶναι ἄνισα, ἦτοι: $\widehat{AB} > \widehat{\Gamma\Delta} > \widehat{EZ}$.

ε. Τρίτος νόμος. Τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων τῶν περιφορῶν τῶν πλανητῶν περὶ τὸν ἥλιον εἶναι ἀνάλογα πρὸς τοὺς κύβους τῶν μεγάλων ἡμιαξόνων τῶν τροχιῶν των. Οὕτως, ἐὰν X_Γ καὶ X_Π εἶναι, ἀντιστοίχως, οἱ χρόνοι τῆς περιφορᾶς τῆς γῆς καὶ τυχόντος πλανήτου, ἐνῷ αρ καὶ απείναι τὰ μήκη τῶν μεγάλων ἡμιαξόνων τῶν τροχιῶν των, ἦτοι αἱ μέσαι ἀπόστασεις τῶν δύο πλανητῶν ἐκ τοῦ ἥλιου,

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

Ἐπειδὴ $\alpha_\Gamma = 1 \text{ α.μ.}$ καὶ $X_\Gamma = 1 \text{ ἔτος}$, 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 ὅποιον χρειάζεται τυχών πλανήτης, διὰ νὰ συμπληρώσῃ τὴν περιφοράν του περὶ τὸν ἥλιον, τότε εύρισκομεν ἀμέσως καὶ τὴν μέσην ἀπόστασίν του ἐκ τοῦ ἥλιου.

στ'. 'Ο I. Newton¹ ('Ισαάκ Νεύτων), ἔδωσε τὴν φυσικὴν ἐξήγησιν τῶν νόμων τοῦ Κέπλερ, διὰ τῆς ὑπ' αὐτοῦ ἀνακαλύψεως τοῦ νόμου τῆς παγκοσμίου ἔλξεως. Συμφώνως πρὸς αὐτόν, τὰ σώματα ἔλκονται καὶ εὐθὺν λόγον τῶν μαζῶν των καὶ κατ' ἀντίστροφον λόγον τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεών των.

Οὕτως, ἐὰν M καὶ m εἰναι αἱ μᾶζαι τοῦ ἡλίου καὶ τυχόνος πλανήτου καὶ r ἡ ἀπόστασις αὐτῶν, τότε οὗτοι ἔλκονται ἀμοιβαίως.

'Εὰν F παριστῇ τὴν ἀμοιβαίαν ἔλξιν, ἔχομεν $F = \frac{M \cdot m}{r^2}$. Τῆς ἔλκτικῆς αὐτῆς δυνάμεως εἰναι ἀποτέλεσμα ἡ κίνησις τοῦ πλανήτου περὶ τὸν ἡλιον, κατὰ τοὺς νόμους τοῦ Κέπλερ.

62. Ἀποστάσεις τῶν πλανητῶν ἐκ τοῦ ἡλίου. α'. Οἱ ἀστρονόμοι Titius (Τίτιους) καὶ Bode (Μπόντε), τὸ 1772 εῦρον τὴν ἐξῆς σχέσιν. 'Εὰν λάβωμεν τὴν σειρὰν τῶν ἀριθμῶν 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96... , εἰς τὴν ὁποίαν ἔκαστος, πλὴν τοῦ πρώτου, εἰναι ὅρος γεωμ. προόδου μὲ λόγον 2 καὶ προσθέσωμεν εἰς καθένα ἐξ αὐτῶν τὸν 4 λαμβάνομεν 4, 7, 10, 16, 28, 52, 100... 'Εὰν ἦδη 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...

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

0,4	0,7	1,0	1,6	2,8	5,2	10,0
Ἐρμῆς	Ἀφροδίτη	Γῆ	Ἀρης		Ζεὺς	Κρόνος	

β'. Εἰς τὴν ἀπόστασιν 2,8 α.μ. δὲν ἦτο γνωστὸς κανεὶς πλανήτης. 'Απὸ τοῦ 1801 ὅμως ἠρχισεν ἡ ἀνακάλυψις ἐνὸς μεγάλου πλήθους μικρῶν πλανητῶν, τῶν ὁποίων ἡ μέση ἀπόστασις ἐκ τοῦ ἡλίου ἀντιστοιχεῖ εἰς τὰς 2,8 α.μ. Πιστεύεται, ὅτι οὗτοι ἴσως προϊλθον ἀπὸ τὸν θριμματισμὸν ἐνὸς ἄλλοτε μεγάλου πλανήτου.

γ'. Βραδύτερον, ἀνεκαλύφθησαν πέραν τοῦ Κρόνου καὶ ἄλλοι

1. Isaac Newton (1643 - 1727), διάσημος Ἀγγλος ἀστρονόμος, μαθηματικός καὶ φυσικός, θεωρούμενος ὡς πατήρ τῆς οὐρανίου μηχανικῆς.

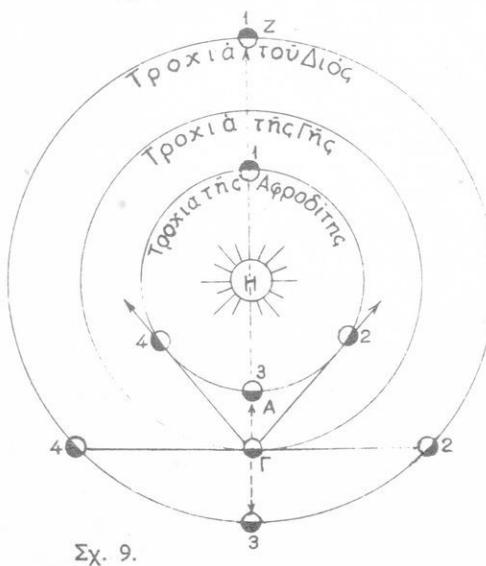
τρεῖς πλανῆται, οἱ ὅποιοι ὀνομάσθησαν, κατὰ τὴν σειρὰν τῆς ἀποστάσεώς των ἀπὸ τὸν ἥλιον, **Οὐρανός**, **Ποσειδῶν** καὶ **Πλούτων**.

Εἰς τὸν πίνακα I (σελ. 114) παρέχονται αἱ ἀποστάσεις ἐνὸς ἑκάστου τῶν πλανητῶν ἐκ τοῦ ἥλιου εἰς ἑκατομ. km. καὶ εἰς α.μ., καθὼς ἐπίσης καὶ τὰ σπουδαιότερα τῶν στοιχείων τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν περὶ τὸν ἥλιον.

63. Ταξινόμησις τῶν πλανητῶν. α'. Λαμβανομένης ὑπ' ὄψιν τῆς θέσεως τῶν ἄλλων πλανητῶν ὡς πρὸς τὴν γῆν, οὗτοι διακρίνονται συνήθως α) εἰς ἔκείνους, οἱ ὅποιοι εύρισκονται περισσότερον τῆς γῆς πλησίον τοῦ ἥλιου καὶ, ὡς ἐκ τούτου, διαγράφουν τὰς τροχιάς των ἐντὸς τῆς γηίνης τροχιᾶς, ὀνομάζονται δὲ ἐσωτερικοὶ πλανῆται· καὶ β) εἰς ἔκείνους, οἱ ὅποιοι εύρισκονται πέραν τῆς γῆς καὶ διαγράφουν τὰς τροχιάς των ἔξω τῆς τροχιᾶς αὐτῆς, ὀνομάζονται δὲ ἐξωτερικοὶ πλανῆται. Ἐσωτερικοί, συνεπῶς, εἶναι μόνον ὁ Ἐρμῆς καὶ ἡ Ἀφροδίτη, ἐνῷ ὅλοι οἱ ἄλλοι εἶναι ἐξωτερικοὶ πλανῆται.

β'. Ἐξ ἄλλου οἱ πλανῆται χωρίζονται εἰς μεγάλους καὶ μικρούς. Μεγάλοι εἶναι οἱ ἐννέα: Ἐρμῆς, Ἀφροδίτη, Γῆ, Ἀρης, Ζεύς, Κρόνος, Οὐρανός, Ποσειδῶν καὶ Πλούτων. Μικροί εἶναι καὶ λέγονται οἱ συνεχῶς ἀνακαλυπτόμενοι μεταξὺ Ἀρεως καὶ Διός, οἱ ὅποιοι κα-

λοῦνται ἀκόμη καὶ ἀστεροειδεῖς, διότι, λόγῳ τῆς μικρότητός των, δὲν παρουσιάζουν εἰς τὸ τηλεσκόπιον δίσκους, ὅπως οἱ μεγάλοι, ὅλλα φαίνονται, ὅπως οἱ ἀστέρες, ὡς σημεῖα φωτεινά.



64. Συζυγίαι καὶ ἀποχαὶ τῶν πλανητῶν. α'. Θεωρήσωμεν τὸν ἥλιον Η (σχ. 9), τὴν τροχιάν ἐνὸς ἐσωτερικοῦ πλανήτου, ἔστω τῆς Ἀφροδίτης Α, τῆς γῆς Γ, καὶ ἐνὸς ἐξωτερικοῦ πλανήτου, ἔστω τοῦ Διὸς Ζ. Ἄσυντοθέσωμεν δέ, ὅτι αἱ ἐν λόγῳ τροχιαὶ κείνται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου.

Ἐν γένει, ὅταν ὁ ἥλιος, ἡ γῆ καὶ ὁ τυχών πλανήτης κεῖνται ἐπ' εὐθείας γραμμῆς, τότε λέγομεν, ὅτι ὁ ἥλιος καὶ ὁ πλανήτης εύρισκονται εἰς συζυγίαν. Διακρίνομεν, ἐξ ἀλλου, δύο περιπτώσεις. Ἐὰν ὁ ἥλιος καὶ ὁ πλανήτης κεῖνται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τῆς γῆς, τότε λέγομεν, ὅτι εύρισκονται εἰς σύνοδον· ἐνῷ, ὅταν κεῖνται ἑκατέρῳθεν τῆς γῆς, τότε λέγομεν, ὅτι εἶναι εἰς ἀντίθεσιν. Ἀν, τέλος, τὰ τρία σώματα σχηματίζουν δρθὴν γωνίαν, λέγομεν, ὅτι εύρισκονται εἰς τετραγωνισμόν. Ὁ χρόνος μεταξὺ δύο συνόδων ἐνὸς πλανήτου μετὰ τοῦ ἥλιου λέγεται συνοδικὴ περίοδος τοῦ πλανήτου.

Ἐκ τοῦ σχήματος προκύπτει, ὅτι ὁ ἔξωτερικὸς πλανήτης Ζεὺς εἰς τὴν θέσιν 1 εύρισκεται ἐν συνόδῳ καὶ εἰς τὴν θέσιν 3 εἰς ἀντίθεσιν, ἐνῷ εἰς τὰς θέσεις 2 καὶ 4 εύρισκεται εἰς τετραγωνισμόν. Ὁ ἔσωτερικὸς ὅμως πλανήτης Ἀφροδίτη ποτὲ δὲν εύρισκεται εἰς ἀντίθεσιν, ἀλλ' ἔρχεται εἰς δύο συνόδους (1 καὶ 3). Ἐὰν κεῖται μεταξὺ γῆς καὶ ἥλιου (θέσις 3), λέγομεν, ὅτι εἶναι εἰς κατωτέραν σύνοδον, ἐνῷ, ἐὰν δὲ ἥλιος κεῖται μεταξὺ γῆς καὶ πλανήτου (θέσις 1), τότε λέγομεν, ὅτι εἶναι εἰς ἀνωτέραν σύνοδον.

β'. Καλοῦμεν ἀποχὴν πλανήτου τὴν γωνίαν, τὴν ὅποιαν σχηματίζει οὗτος μετὰ τοῦ ἥλιου, ὅταν παρατηρῆται ἐκ τῆς γῆς. "Οπως προκύπτει ἐκ τοῦ σχήματος, ἡ ἀποχὴ τοῦ ἔξωτερικοῦ πλανήτου λαμβάνει ὅλας τὰς τιμὰς ἀπὸ 0° ἕως 360° . Εἰς τὴν θέσιν 1 (σύνοδος) ἔχει τὴν τιμὴν 0° , εἰς τὴν θέσιν 2 (τετραγωνισμός) τιμὴν 90° , εἰς τὴν 3 (ἀντίθεσις) τιμὴν 180° , εἰς τὴν 4 (τετραγωνισμός) ἵσην πρὸς 270° καὶ τέλος, ἵσην πρὸς 360° πάλιν εἰς τὴν θέσιν 1. Προκειμένου ὅμως περὶ τοῦ ἔσωτερικοῦ πλανήτου, ἡ ἀποχὴ εἶναι ἵση πρὸς 0° , τόσον κατὰ τὴν ἀνωτέραν, ὅσον καὶ κατὰ τὴν κατωτέραν σύνοδον, λαμβάνει δὲ τὴν μεγίστην τιμὴν τῆς μόνον εἰς τὰς θέσεις 2 καὶ 4.

"Η μεγίστη αὐτὴ ἀποχὴ, διὰ τὴν Ἀφροδίτην μέν, φθάνει τὰς 48° , διὰ τὸν Ἐρμῆ δέ, περιορίζεται εἰς τὰς 28° μόνον.

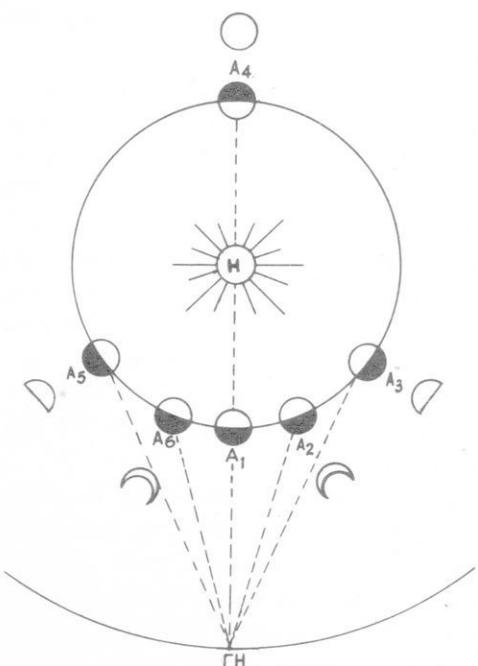
γ'. Κατὰ τὰς συνόδους, ἀφοῦ ὁ ἥλιος καὶ ὁ πλανήτης, ἔσωτερικὸς ἡ ἔξωτερικός, εύρισκονται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τῆς γῆς, εἶναι προφανές, ὅτι καὶ τὰ δύο σώματα φαίνονται εἰς τὸν οὐρανὸν εἰς τὴν ἴδιαν περίπου θέσιν, διὰ τοῦτο δὲ ἀνατέλλουν καὶ τὰ δύο μαζί. Ὡς ἐκ τούτου ὁ πλανήτης βυθίζεται τότε εἰς τὴν ἥλιακήν ἀκτινοβολίαν καὶ δὲν εἶναι παρατηρήσιμος ὑπὸ καλάς συνθήκας.

"Οταν ὅμως ὁ ἔξωτερικὸς πλανήτης εύρισκεται εἰς ἀντίθεσιν,

τότε, ἀφοῦ διαφέρει τοῦ ἡλίου κατὰ 180° , φαίνεται εἰς τὸν οὐρανὸν τὴν νύκτα, ἐνῷ δὲ ἡλίος εὑρίσκεται κάτω τοῦ δρίζοντος. Διὰ τοῦτο καὶ αἱ καλαὶ παρατηρήσεις εἶναι δυνατὸν νὰ γίνουν ἐπὶ τῶν ἔξωτερικῶν μόνον πλανητῶν, κατὰ τὰς ἀντιθέσεις των.

Ἐξ ἄλλου, οἱ ἔσωτερικοὶ πλανῆται εἶναι παρατηρήσιμοι, ὑπὸ καλυτέρας συνθήκας, μόνον κατὰ τοὺς χρόνους τῶν μεγαλυτέρων ἀποχῶν των.

65. Φάσεις τῶν πλανητῶν. α'. Ἀναλόγως τῆς γωνίας, τὴν διποίαν σχηματίζει μετὰ τοῦ ἡλίου καθένας τῶν πλανητῶν, θεώμενος ἐκ τῆς γῆς, παρουσιάζει πρὸς ἡμᾶς καὶ δλόκληρον ἢ μέρος τοῦ φωτιζομένου ἀπὸ τὸν ἡλιον ἡμισφαιρίου του. Οὕτως (σχ. 10), ὁ ἔσωτερικός πλανῆτης Α ('Αφροδίτη), εἰς τὴν θέσιν A_1 (κατωτέρα σύνοδος) στρέφει πρὸς τὴν γῆν τὸ μὴ φωτιζόμενον ἡμισφαιρίον του καὶ δι' αὐτὸ δὲν φαίνεται καθόλου· ἐνῷ, καθὼς βαίνει ἀπὸ τὴν κατωτέραν πρὸς τὴν ἀνωτέραν σύνοδόν του, στρέφει πρὸς ἡμᾶς δλονέν καὶ μεγαλύτερον μέρος τοῦ φωτιζομένου ἡμισφαιρίου του καὶ φαίνεται ὑπὸ μορφὴν δρεπανοειδοῦς μηνίσκου (A_2) καὶ ἔπειτα, ὡς ἡμιφώτιστος (A_3), ἐνῷ κατὰ τὴν ἀνωτέραν σύνοδόν του (A_4) φαίνεται ὡς δλοφώτιστος (A_5), δισκος, ὅπως ἡ πανσέληνος. Μετὰ ταῦτα ἀρχίζει πάλιν νὰ παρουσιάζῃ δλονέν καὶ δλιγώτερον μέρος τοῦ φωτιζομένου ἡμισφαιρίου του, καὶ φαίνεται διαδοχικῶς ὡς ἡμιφώτιστος (A_6) καὶ



Σχ. 10.

έπειτα ως μηνίσκος (A_6) συνεχῶς λεπτυνόμενος, ἔως ὅτου ἐπανέλθῃ εἰς τὴν κατωτέραν σύνοδον, δόποτε πάνει νὰ φαίνεται ὀλοτελῶς. Αἱ διαφορετικαὶ αὐταὶ ὅψεις καλοῦνται φάσεις, πρῶτος δὲ τὰς παρετήρησεν ὁ Γαλιλαῖος¹.

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

66. Οἱ δορυφόροι τῶν πλανητῶν. α'. "Οπως οἱ πλανῆται κινοῦνται περὶ τὸν ἥλιον, κατὰ τοὺς νόμους τοῦ Κέπλερ καὶ τοῦ Νεύτωνος, καθ' ὅμοιον τρόπον, κινοῦνται περὶ τοὺς πλανῆτας μικρότερα σώματα, οἱ δορυφόροι αὐτῶν, ἐνῷ ἔξ ἄλλου ἀκολουθοῦν τοὺς πλανῆτας, περιφερομένους περὶ τὸν ἥλιον.

β'. Οἱ πλανῆται Ἐρμῆς καὶ Ἀφροδίτη δὲν ἔχουν δορυφόρους. Τῆς γῆς δορυφόρος εἰναι ἡ Σελήνη. 'Ο Ἀρης ἔχει δύο δορυφόρους, ὁ Ζεύς 12, ὁ Κρόνος 10, ὁ Οὐρανὸς 5 καὶ ὁ Ποσειδῶν 2. Δὲν γνωρίζομεν ἐὰν ὑπάρχῃ κανεὶς δορυφόρος κινούμενος περὶ τὸν Πλούτωνα. Συνεπῶς, τὸ πλῆθος τῶν γνωστῶν δορυφόρων ἀνέρχεται εἰς 32 (Βλ. πιν. II).

'Ασκήσεις

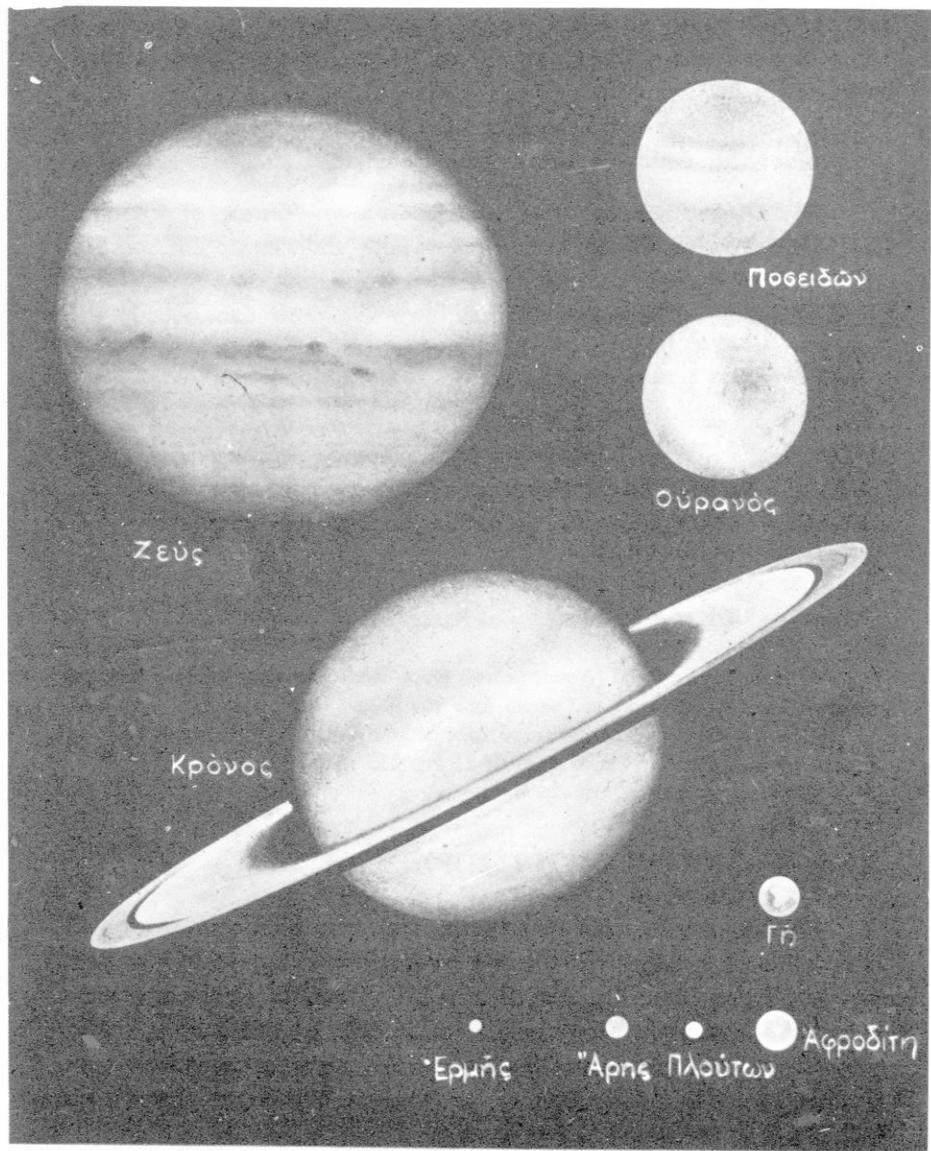
38. Ἡ ἀπόστασις τοῦ Ἀρεως ἐκ τοῦ ἥλιου εἶναι ἵστη πρὸς 1,524 α.μ. Εὔρετε πόσον διάρκει ἡ περιφορά του γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιον.

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

II. ΟΙ ΠΛΑΝΗΤΑΙ ΚΑΙ ΟΙ ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ ΤΩΝ

67. 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 Ζεύς μὲ διάμετρον 11 πλασίαν τῆς γηΐνης καὶ ἀκολουθοῦν οἱ πέραν αὐτοῦ πλανῆται Κρόνος, Οὐρανὸς καὶ Ποσειδῶν, ἐνῷ οἱ ἐσωτερικοὶ πλανῆται Ἐρμῆς καὶ

1 Galileo Galilei (1564 - 1642). Διάσημος Ἰταλὸς μαθηματικός, φυσικός καὶ ἀστρονόμος.



Εἰκ. 26. Συγκριτικά μεγέθη τῶν μεγάλων πλανητῶν.

’Αφροδίτη, καθώς ἐπίσης ό ’Αρης καὶ δ Πλούτων ἔχουν μέγεθος μικρότερον τῆς γῆς. Μικρότερος δὲ τῶν εἶναι ό ’Ερμης μὲν διάμετρον 4840 km, ἵσην πρὸς τὰ 0,37 τῆς γηίνης. Ἡ διάμετρος τῆς γῆς εἶναι ἵση πρὸς 12.742 km.

β'. Οἱ δορυφόροι ἔξι ἄλλου εἶναι, ἐν γένει, μικρὰ σώματα. Ἐν τούτοις, ἔκ τῶν δορυφόρων τοῦ Διός, ό Γανυμήδης (διάμετρος 4980 km) καὶ ἡ Καλλιστώ (διάμετρος 4500 km), καθώς ἐπίσης καὶ ἔκ τῶν δορυφόρων τοῦ Ποσειδῶνος, ό Τρίτων (διάμετρος 4000 km), εἶναι μεγάλοι, σχεδὸν ὅσον καὶ ό πλανήτης ’Ερμης. Τὰ μικρότερα μέλη τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος εἶναι οἱ δύο δορυφόροι τοῦ ’Αρεως, Φόβος καὶ Δεῖμος, τῶν ὅποιών ἡ διάμετρος περιορίζεται, ἀντιστοίχως, εἰς τὰ 16 καὶ 8 km. Ἡ Σελήνη εἶναι ό πέμπτος εἰς μέγεθος ἔξι δὲ τῶν δορυφόρων, μὲν διάμετρον 3476 km.

Εἰς τὸν πίνακα II παρέχονται τὰ κυριώτερα στοιχεῖα τῶν δορυφόρων.

68. Περιστροφὴ τῶν πλανητῶν. α'. ”Ολοι οἱ πλανῆται περιστρέφονται περὶ ἄξονα. Οἱ περισσότερον βραδυκίνητοι ἔκ τῶν πλανητῶν εἶναι ό ’Ερμης καὶ ἡ ’Αφροδίτη, τῶν ὅποιών ἡ περιστροφὴ διαρκεῖ πολλὰς δεκάδας ἡμερῶν. Ἡ γῆ καὶ ό ’Αρης περιστρέφονται εἰς 24 ὥρας. ”Ολοι ὅμως οἱ ἄλλοι πλανῆται, πλὴν τοῦ Πλούτωνος, παρὰ τὸ μέγα μέγεθός των, περιστρέφονται ταχύτατα, εἰς διάστημα μόνον 15 ἔως 10 ὥρῶν.

β'. Πλὴν τῆς ’Αφροδίτης, ἡ ὅποια περιστρέφεται ἔξι Α πρὸς Δ (ἀνάδρομος φορά), δλοι οἱ πλανῆται κινοῦνται περὶ ἄξονα ἔκ Δ πρὸς Α (ὁρθὴ φορά), ὅπως δηλαδὴ περιφέρονται καὶ περὶ τὸν ἥλιον.

γ'. Ὡς ἔκ τῆς ταχύτητος τῆς περιστροφῆς των, οἱ πλανῆται εἶναι πεπιεσμένοι εἰς τοὺς πόλούς τοῦ ἄξονος περιστροφῆς των καὶ ἔξωγκωμένοι περὶ τὸν Ισημερινόν των. Διὰ τόῦτο τὸ σχῆμα των δὲν εἶναι ἀκριβῶς σφαιρικόν, ἀλλ' ἐλλειψοειδές (ὥοιειδές).

Ἐάν καλέσωμεν α τὴν ίση μερινὴν ἀκτίνα ἐνὸς πλανήτου καὶ β τὴν πολικήν, ἥτοι τὸ ἡμίσυο τοῦ ἄξονος περιστροφῆς του, τότε ό λόγος $\frac{\alpha - \beta}{\alpha}$ καλεῖται πλάτυνσις τοῦ πλανήτου.

Τὴν μεγαλύτεραν πλάτυνσιν, ἵσην πρὸς 1/10 παρουσιάζει ό Κρόνος, ώς ἔκ τῆς μεγάλης ταχύτητος τῆς περιστροφῆς του, ἡ ὅποια διαρκεῖ 10 ὥρ. περίπου. Ἡ πλάτυνσις τῆς γῆς εἶναι μικρά, ἵση πρὸς 1/293.

δ'. Οι ἄξονες περιστροφῆς τῶν πλανητῶν παρουσιάζουν διαφόρους κλίσεις, ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιᾶς των περὶ τὸν ἥλιον. Ἡ ἐν λόγῳ κλίσις ἔχει μεγάλην σπουδαιότητα, διότι ἔξ αὐτῆς ἔξαρτῶνται: α) ὁ σχηματισμὸς καὶ τὸ εὔρος τῶν **ζωνῶν**, **διακεκαυμένης**, **εὐκράτων** καὶ **πολικῶν**, εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῶν πλανητῶν· β) ἡ ὑπαρξίς 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.

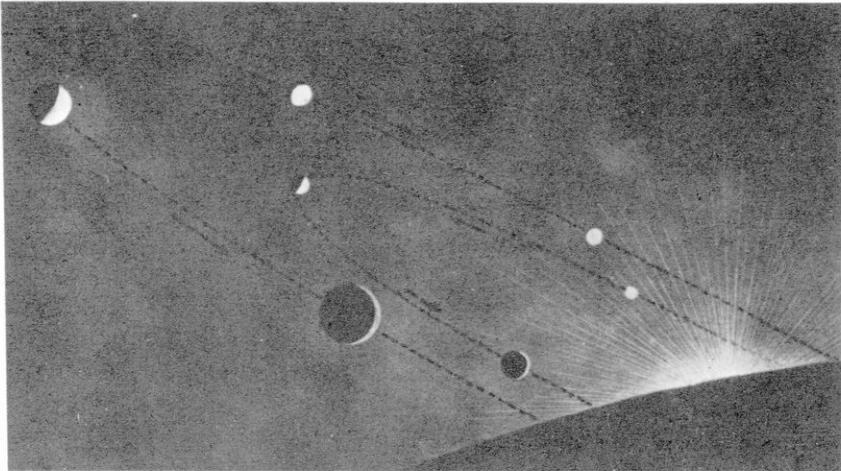
69. Ἐρμῆς. Εἰς τὴν μέσην ἀπόστασιν τῶν 58 ἑκατ. km περίπου, ὁ Ἐρμῆς κινεῖται περὶ τὸν ἥλιον εἰς 88 ἡμέρας. Λόγῳ τῆς μεγάλης ἐγγύτητός του πρὸς τὸν ἥλιον, δέχεται ἔξ αὐτοῦ φῶς καὶ θερμότητα ἐπτὰ φορὰς περισσότερα ἀπὸ τὴν γῆν. Λόγῳ δὲ τῆς μικρᾶς τιμῆς τῆς μεγίστης ἀποχῆς του, τῶν 28° (§64β), ἀν καὶ ἀστήρ 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.

Αἱ παρατηρήσεις ἐπὶ τῆς πολώσεως τοῦ φωτός του, καθὼς καὶ ἡ καλουμένη «ἀνακλαστικὴ ἱκανότης», ἦτοι τὸ ποσοστὸν τοῦ ἀκτινοβιολουμένου ὑπ' αὐτοῦ φωτός, ἐν σχέσει πρὸς ἐκεῖνο ποὺ δέχεται ἐκ τοῦ ἥλιου, μαρτυροῦν, ὅτι τὰ πετρώματα τῆς ἐπιφανείας του εἶναι παρόμοια μὲν ἐκεῖνα τῆς σελήνης.

‘Ο Ἐρμῆς περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας, πολὺ ἀραιοτέρας ἀπὸ τὴν γηνὸν. Τοῦτο δικαιολογεῖται, ἀν ληφθῆ ὑπ' ὄψιν, ὅτι ἡ ταχύτης διαφυγῆς (§44ε), περιορίζεται εἰς τὰ $3,6 \text{ km/sec}$ μόνον (ἐναντὶ τῶν $11,2 \text{ km/sec}$ τῆς γῆς) καὶ ἐπιτρέπει τὴν διαφυγὴν εἰς τὸ διάστημα τῶν μορίων τῆς ἀτμοσφαίρας του. Εἰς τοῦτο συντελεῖ ἀκόμη καὶ ἡ ὑψηλὴ θερμοκρασία του, ἡ ὅποια ἀνέρχεται εἰς $+400^{\circ} \text{ C}$, εἰς τὸ ἡμισφαίριον ποὺ φωτίζεται ἀπὸ τὸν ἥλιον. Εἰς τὸ μὴ φωτίζόμενον, ἀντιθέτως, ἔχομεν -100° C .

‘Υπ' αὐτὰς τὰς συνθήκας δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ὑπάρχῃ ἐπὶ τοῦ Ἐρμοῦ ζωὴ, ἀν ἀλογος πρὸς τὴν γηνὸν.

70. Ἀφροδίτη. Ἡ Ἀφροδίτη εἶναι ὁ λαμπρότερος ἀστήρ τοῦ οὐρανοῦ μὲν μέγεθος κυμαινόμενον μεταξὺ $-4,3$ καὶ $-3,0$. Ὁνομάζεται ‘Εωσφόρος ἢ Αὔγερινός, ὅταν φαίνεται τὴν πρωτίαν εἰς τὸ λυκαυγὲς καὶ ‘Εσπερος ἢ Ἀποσπερίς, κατὰ τὸ ἐσπέρας.



Εικ. 27. 'Ο 'Ερμῆς (έσωτερικῶς) καὶ τὸ Ἀφροδίτη (ἔξωτερικῶς), κινούμενοι περὶ τὸν ἥλιον, δπως φαίνονται ἐκ τῆς γῆς.
Διακρίνονται αἱ διαδοχικαὶ φάσεις των.

Εἰς τὴν μέσην ἀπόστασιν τῶν 108 ἑκατ. km ἀπὸ τοῦ ἥλιου, κινεῖται περὶ αὐτὸν ἐντὸς 225 ἡμερῶν. Λόγῳ τῆς ἐγγύτητός της πρὸς τὸν ἥλιον, ἐν σχέσει μὲ τὴν γῆν, δέχεται ἐξ αὐτοῦ διπλάσιον ποσὸν φωτὸς καὶ θερμότητος. 'Ως ἔσωτερικὸς πλανήτης δὲν φαίνεται ὑπὸ καλάς συνθήκας· εἶναι δύμως περισσότερον γνωστὴ ἐν σχέσει πρὸς τὸν 'Ερμῆ, ἐπειδὴ ἡ μεγίστη ἀποχὴ της φθάνει τὰς 48° .

Κατὰ τὰς διαστάσεις, δύοιαζει περισσότερον τῶν ἄλλων πλανητῶν μὲ τὴν γῆν, διότι ἡ διάμετρός της ἀντιστοιχεῖ εἰς τὰ 0,966 τῆς γηίνης. 'Εκ παρατηρήσεων διὰ ραδιοτηλεσκοπίων ἐξάγεται ὡς χρόνος πριστροφῆς της, κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν, ἡ τιμὴ τῶν 243 ἡμερῶν.

'Η 'Αφροδίτη περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας, πυκνοτέρας ἀπὸ τὴν γηίνην, εἰς τὴν ὅποιαν διεπιστώθη ἡ ὑπαρξίς νεφῶν, ἀποκρυπτόντων τὴν ἐπιφάνειάν της. Μὲ τὰ διαστημόπλοια, τὰ ὅποια ἐστάλησαν εἰς τὴν 'Αφροδίτην τὸ 1962 καὶ τὸ 1967, εὑρέθη, ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρά της ἀποτελεῖται κατὰ 90% ἀπὸ διοξίδιον τοῦ ἀνθρακούς καὶ μόνον κατὰ τὰ 5% ἀπὸ ἀζωτού, ἐνῷ τὸ δικυγόνον καὶ τὸ ὑδρογόνον, ἀπὸ κοινοῦ, περιορίζονται εἰς τὰ 1,5 %. 'Η θερμοκρασία εἰς ὕψος 30 km ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ πλανήτου εύρεθη $+40^{\circ}\text{C}$, ἐνῷ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας εἶναι τῆς τάξεως τῶν $+400^{\circ}\text{C}$.

'Η μεγάλη θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας της ὀφείλεται εἰς ἓνα « φαι-

νόμενον θερμοκηπίου », πού προκαλοῦν τὰ νέφη τῆς Ἀφροδίτης, δεδομένου ὅτι ἐμποδίζουν τὴν ἔντονον σκοτεινὴν ἀκτινοβολίαν τοῦ ἐδάφους, νὰ διαφύγῃ εἰς τὸ διάστημα.

Λόγω τῆς ύψηλῆς θερμοκρασίας δὲν φαίνεται, ὅτι ὑπάρχει ὁργανικὴ ζωὴ ἐπὶ τῆς Ἀφροδίτης.

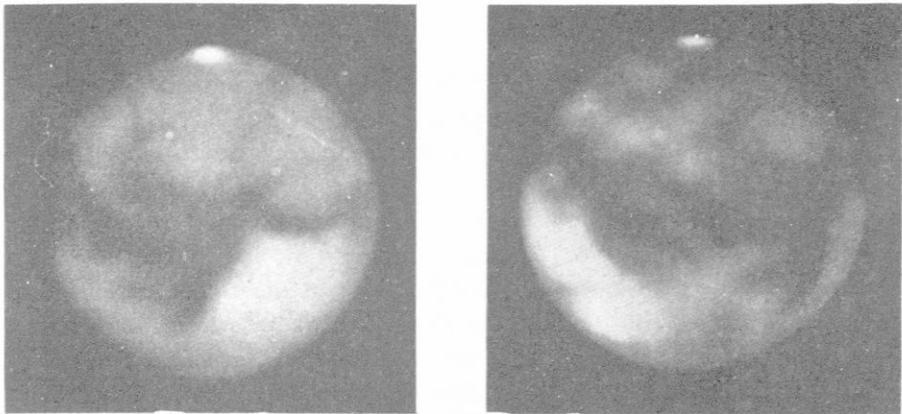
71. "Αρης. α'. Είναι ὁ περισσότερον γνωστὸς πλανήτης, διότι παρατηρεῖται ὑπὸ εύνοϊκὰς συνθήκας κατὰ τὰς ἀνὰ διετίαν ἀντιθέσεις του, ἀλλὰ καὶ διότι ἀνὰ 15 περίπου ἔτη πλησιάζει τὴν γῆν εἰς ἀπόστασιν μόνον 55 ἑκατ. km ἀπ' αὐτῆς.

Εἰς τὴν μέσην ἀπόστασιν τῶν 228 ἑκατομ. km, κινούμενος ὁ "Αρης περὶ τὸν ἥλιον, συμπληρώνει τὴν περιφορὰν του εἰς 687 ἡμέρας. Λόγω δὲ τῆς μεγαλυτέρας ἀποστάσεώς του ἐκ τοῦ ἥλιου, ἐν σχέσει πρὸς τὴν γῆν, δέχεται ποσὸν φωτὸς καὶ θερμότητος, ἵσον πρὸς τὰ 0,43 ἑκείνου, ποὺ φθάνει ἐκ τοῦ ἥλιου εἰς τὴν γῆν.

Ἡ διάμετρός του ἀντιστοιχεῖ εἰς τὰ 0,53 τῆς γηίνης καὶ ὁ ὅγκος του περιορίζεται εἰς τὰ 0,15 τοῦ γηίνου. Ἐπειδὴ δὲ ἡ μᾶζα του είναι ἵση πρὸς τὰ 0,11 τῆς μάζης τῆς γῆς, ἡ ἔντασις τῆς βαρύτητος εἰς τὴν ἐπιφάνειάν του περιορίζεται εἰς τὰ 0,38 τῆς γηίνης, εἰς τρόπον, ὥστε σῶμα βάρους 1 kg, μεταφερόμενον ἐπὶ τοῦ "Αρεως, νὰ ζυγίζῃ μόνον 380 gr. Διὰ τοῦτο καὶ ἡ ταχύτης διαφυγῆς περιορίζεται ἐκεῖ εἰς 5 km/sec.

Ο "Αρης στρέφεται περὶ ἄξονα εἰς χρόνον ἵσον σχεδὸν πρὸς ἕκεινον τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς, ἥτοι εἰς 24ώρ. 37λ. 22,62 δ., ἐνῷ ὁ ἄξων τῆς περιστροφῆς του παρουσιάζει κλίσιν, ἵσην πρὸς 23°,59' ἔναντι τῶν 23° 27' τῆς κλίσεως τοῦ ἄξονος τῆς γῆς. Ὡς ἔξ αὐτῆς τῆς ἀντιστοιχίας καὶ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ "Αρεως διαχωρίζεται εἰς πέντε ζώνας, ὅπως ἡ γηίνη, ἔξ ἄλλου δὲ τὸ ἔτος τοῦ "Αρεως ἔχει τέσσαρας ἐποχάς, ἀναλόγους πρὸς τὰς γηίνας, αἱ δόποιαι είναι μόνον μακροτέρας διαρκείας, ἀφοῦ καὶ τὸ ἔτος τοῦ πλανήτου τούτου είναι σχεδὸν διπλάσιον τοῦ γηίνου.

Εἰς τοὺς πόλους τοῦ "Αρεως παρατηροῦνται, κατὰ τὴν ἐποχὴν τοῦ χειμῶνος καθενὸς ἡμισφαίριον του, πάγοι, ἀνάλογοι πρὸς τοὺς γηίνους, οἱ δόποιοι ὅμως, κατὰ τὸ θέρος, ἔξαφανίζονται ἐντελῶς, προφανῶς λόγω τοῦ μικροῦ πάχους των. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ πλανήτου τούτου, κατὰ τὰ 5/8 αὐτῆς, καλύπτεται ἀπὸ κιτρινοχρόους ἐκτάσεις,



Εἰκ. 28. Δύο φωτογραφίαι τοῦ πλανήτου "Αρεως. Ανω διακρίνεται ο ενας πόλος τοῦ πλανήτου, καλυπτόμενος ύπο πάγων. Αἱ φωτεινότεραι περιοχαὶ ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰς ἐρήμους τοῦ "Αρεως.

αἱ ὅποιαι θεωροῦνται ἔρημοι, ὅπως ἡ ἴδική μας Σαχάρα. Ἐξ ἄλλου, ἡ σπουδὴ τῶν φωτογραφιῶν τῆς ἀρειανῆς ἐπιφανείας, αἱ ὅποιαι ἐλήφθησαν ἐκ διαστημοπλοίου, προσεγγύσαντος τὸν Ἀρην, τὸ θέρος τοῦ 1965, μέχρις ἀποστάσεως 10.000 km ἀπ' αὐτοῦ, ἀπεκάλυψεν, ὅτι μεγάλαι ἐκτάσεις του καλύπτονται ἀπὸ κρατήρας, ἀναλόγους πρὸς τοὺς κρατήρας τῆς Σελήνης, διαμέτρου 5 ἕως 120 km. Τὸ πλῆθος τῶν κρατήρων τούτων ὑπολογίζεται εἰς 10.000, τὸ δὲ βάθος των νὰ φθάνῃ τὰ 4.000 m. Οἱ κρατῆρες καλύπτουν κυρίως τὰς ἐκτάσεις τῶν ἀλλοτε λεγομένων « διωρύγων » τοῦ "Αρεως, διὰ τὰς ὅποιας ἐπιστεύετο, ὅτι ἡσαν τεχνικὰ ἔργα τῶν « κατοίκων » τοῦ "Αρεως. Τέλος, ἡ σπουδὴ τῆς πολώσεως τοῦ φωτὸς τοῦ "Αρεως ἔδειξεν, ὅτι ἡ ἐπιφάνειά του καλύπτεται ἐν πολλοῖς ἀπὸ δξείδια τοῦ σιδήρου κυρίως, εἰς τὰ ὅποια φαίνεται ὅτι ὀφείλεται καὶ τὸ ἐρυθρὸν χρῶμα τοῦ πλανήτου τούτου.

Ο Ἀρης περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας πολὺ ἀραιᾶς, εἰς τὴν ὅποιαν ἀφθονεῖ τὸ ἀζωτὸν καὶ ἐν συνεχείᾳ τὸ διοξείδιον τοῦ ἀνθρακοῦ. Ἐπίστης παρατηροῦνται ὑδρατμοὶ καὶ νέφη ἐκ παγοκρυστάλλων ἀλλὰ καὶ ἄξμου, τὴν ὅποιαν ἀνυψοῦν ἐκ τῆς ἐπιφανείας τῶν ἐρήμων τοῦ "Αρεως ἀνεμοι, πνέοντες, ὅπως διεπιστώθη, μὲ ταχύτητα 36 km/h. Ἡ θερμοκρασία εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ Ισημερινοῦ τοῦ "Αρεως ἀνέρχεται κατὰ τὸ θέρος εἰς 30°C, κατέρχεται δὲ εἰς τὰς πολικὰς περιοχὰς μέχρι τῶν - 50°C.

Αι έναλλαγαι χρώματος, τάς δποίσ παρουσιάζουν μεγάλαι έκτασεις, ώστε νὰ φαίνωνται πράσιναι κατὰ τὸ ἔαρ, κίτριναι τὸ θέρος καὶ σκοτειναι τὸν χειμῶνα, ώδήγησαν εἰς τὸ συμπέρασμα, ὅτι ὑπάρχει ἐπὶ τοῦ "Αρεως βλάστησις. Τὴν ἄποψιν αὐτὴν ἐνισχύουν αἱ φασματοσκοπικαὶ ἔρευναι, ἀλλὰ καὶ αἱ πολωσιμετρικαὶ τοῦ "Ελληνος ἀστρονόμου" I. Φωκᾶ. Προφανῶς, ἡ βλάστησις τοῦ "Αρεως συντηρεῖται ἀπὸ τὴν ὑγρασίαν καὶ μόνον. Διότι αἱ φωτογραφίαι ἐκ τοῦ διαστημοπλοίου τοῦ 1965 ἀποδεικνύουν, ὅτι ἐπὶ τοῦ πλανήτου αὐτοῦ δὲν πρέπει νὰ ὑπάρχῃ ὕδωρ ἐν ὑγρῷ καταστάσει, ἀφοῦ τὰ ὅρη καὶ οἱ κρατῆρες τοῦ "Αρεως δὲν παρουσιάζουν διαβρώσεις. Φαίνεται λίαν πιθανόν, ὅτι ἡ κύμανσις τῆς θερμοκρασίας τοῦ πλανήτου, ἐν συνδυασμῷ πρὸς τὴν χαμηλὴν τιμὴν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως, δὲν ἐπιτρέπουν τὴν τῇξιν τῶν πολικῶν χιόνων, ἀλλὰ τὴν ἔξαχνωσίν των, εἰς τρόπον ὧστε τὸ ὕδωρ νὰ μεταπίπτῃ κατ' εύθειαν ἀπὸ τὴν ἀεριώδη κατάστασιν τῶν ὑδρατμῶν, εἰς ἐκείνην τοῦ πάγου καὶ ἀντιστρόφως.

Βάσει τῶν δεδομένων τούτων ἐπικρατεῖ ἡ ἄποψις, ὅτι εἰς τὸν "Αρην ἡ ζωὴ περιορίζεται εἰς τὴν φυτικὴν καὶ μάλιστα τῶν κατωτέρων φυτικῶν εἰδῶν, ὅπως αἱ λειχήνες καὶ τὰ ξηρὰ βρύα, ποὺ ἀπαντῶνται εἰς τὰς τούνδρας τῶν γηίνων πολικῶν ζωῶν.

β'. Ἐκ τῶν δύο δορυφόρων τοῦ "Αρεως, τοῦ Φόβου καὶ τοῦ Δείμου, δι πρῶτος παρουσιάζει τὸ μοναδικὸν φαινόμενον εἰς δλον τὸ ἥλιακὸν σύστημα, νὰ περιφέρεται περὶ τὸν πλανήτην ἐντὸς 7 ὥρ. καὶ 39λ., ἥτοι εἰς χρόνον πολὺ μικρότερον ἀπὸ τὸν χρόνον περιστροφῆς τοῦ πλανήτου. Ἐξ ἀλλου δ Δείμος εἶναι τὸ μικρότερον τῶν γνωστῶν οὐρανίων σωμάτων, μὲ διάμετρον μόλις 8 km.

72. Μικροὶ πλανῆται (ἀστεροειδεῖς). Ο πρῶτος τῶν μικρῶν πλανητῶν ἀνεκαλύφθη τὸ 1801, ἀπὸ τὸν Ἰταλὸν ἀστρονόμον Piazzi (Πιάτσι 1746 - 1826), ὅστις καὶ τὸν ὧνόμασε Δήμητραν. Οὗτος εἶναι καὶ δι μεγαλύτερος δλων, μὲ διάμετρον 770 km. Τὸ 1802 ἀνεκαλύφθη δεύτερος, δύνομασθεις Παλλάς, δ ὁποῖος ἔχει διάμετρον 490 km καὶ μέχρι τὸ 1807 ἀνεκαλύφθησαν ἀλλοι δύο ἡ Ἐστία καὶ ἡ Ἡρα ἔχοντες, ἀντιστοίχως, διάμετρον 390 καὶ 190 km. Ἐκτοτε ἀνεκαλύφθησαν μέχρι σήμερον (1969) πλέον τῶν 1600 μικροὶ πλανῆται, ὅλοι μικρότεροι τῶν τεσσάρων πρώτων.

Οι άστεροι ειδεῖς κινοῦνται περὶ τὸν ἥλιον εἰς τὴν μέσην ἀπόστασιν τῶν 2,8 α.μ., ἀλλ’ αἱ τροχιαὶ τῶν παρουσιάζουν ἐνίοτε τόσον μεγάλας ἔκκεντρότητας, ὥστε μερικοὶ πλησιάζουν τὸν ἥλιον περισσότερον τοῦ Ἀρεως.

Ο Ἰκαρος μάλιστα ἔχει τὸ περιήλιον του εἰς τὴν ἀπόστασιν τῶν 28 ἑκατ. km ἀπὸ τὸν ἥλιον, ἦτοι πλησιέστε-

ρον καὶ τοῦ Ἐρμοῦ, κατὰ τὴν κίνησίν του δὲ πλησιάζει τὴν γῆν εἰς ἀπόστασιν 16,5 ἑκατ. km. Ἀντιθέτως ὁ Ἰδαλγὸς ἔχει τὸ ἀφήλιον του πλησιόν τοῦ Κρόνου, εἰς τὴν ἀπόστασιν ἐκ τοῦ ἥλιον τῶν 9,4 α.μ.

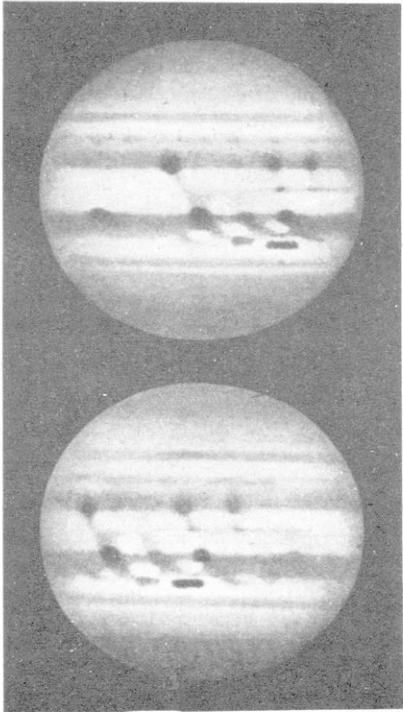
Τὸ πρόβλημα τῆς προελεύσεως τῶν ἀστεροειδῶν δὲν ἔχει λυθῆ. Ή ὑπόθεσις, ὅτι οὗτοι προϊῆλθον ἐκ τῆς ἐκρήξεως ἐνὸς μεγάλου πλανήτου, ἀν καὶ ἡ φυσικώτερα, προσκρούει πολὺ εἰς τὸ ὅτι ἡ ὥλη ὅλων μαζὶ τῶν μικρῶν πλανητῶν ἀντιπροσωπεύει μόλις τὸ 1/20 τῆς μάζης τῆς σελήνης.

73. Ζεύς. α΄ Ο Ζεύς εἶναι ὁ γίγας μεταξύ τῶν πλανητῶν. Δὲν εἶναι μόνον ὁ μεγαλύτερος ἐξ αὐτῶν, ἀλλὰ συγχρόνως εἶναι μεγαλύτερος ὅλων τῶν ἄλλων μαζί. Η διάμετρός του, ἵση πρὸς 140.720 km, εἶναι 11άκις μεγαλυτέρα τῆς γηίνης καὶ ὁ ὅγκος του 1318 φοράς μεγαλύτερος τῆς γῆς. Ἀλλὰ καὶ ἡ μᾶζα του, εἶναι 318 φοράς μεγαλυτέρα τῆς γηίνης καὶ 2,5 φοράς μεγαλυτέρα τοῦ συνόλου τῶν πλανητῶν καὶ δορυφόρων. Παρὰ ταῦτα ἡ πυκνότης του μόλις φθάνει εἰς 1,33, λαμβανομένης ὡς μονάδος τῆς πυκνότητος τοῦ ὅντα. Μετὰ τὴν Ἀφροδίτην εἶναι ὁ λαμπρότερος τῶν ἄλλων ἀστέρων, διότι τὸ μέγεθός του κυμαίνεται μεταξύ —2,1 καὶ —2,5.

Εἰς τὴν ἀπόστασιν τῶν 5,2 α.μ. (778 ἑκατ. km), πέμπτος κατὰ σειρὰν πλανήτης, συμπληροῖ μίαν περιφορὰν περὶ τὸν ἥλιον ἐντὸς 11έτ.



Εἰκ. 29. Συγκριτικά μεγέθη τῶν μεγάλων ἀστεροειδῶν ὡς πρὸς τὴν Σελήνην.



Εικ. 30. Δύο είκόνες τοῦ Διός, αἱ ὁποῖαι δεικνύουν τὴν μετακίνησιν τῶν διαφόρων σχηματισμῶν του, ἐντὸς μιᾶς ὥρας, λόγῳ τῆς ταχείας περιστροφῆς του.

ἡ ἀτμόσφαιρά του, ἡ ὅποία παρουσιάζει πλατείας σκοτεινὰς ταὶς, διαχωριζομένας ἀπὸ φωτεινοτέρας ζώνας, ἐκτεινομένας παραλλήλως πρὸς τὸν ἴσημερινὸν τοῦ πλανήτου. Αἱ ζῶναι καὶ αἱ ταῖνίαι μεταβάλλουν συνεχῶς ψυχιν καὶ εὔρος. Μεταξὺ αὐτῶν παρατηρεῖται ἡ καλουμένη «ἐρυθρὰ κηλίς», μὲ διάμετρον τετραπλασίαν τῆς γηίνης, ἡ ὅποία μετατοπίζεται ἀσθενῶς, ώσταν αἰωρούμενος σχηματισμός, πρὸ τοῦ δίσκου τοῦ Διός. *“Ισως πρόκειται περὶ «νησίδος»,* ἡ ὅποία πλέει ἐπὶ Ὂλης, εύρισκομένης μεταξὺ ὕγρᾶς καὶ ἀεριώδους καταστάσεως, καλύπτεται δὲ ὑπὸ πέπλου νεφῶν.

Πιστεύεται, ὅτι ὁ Ζεύς περικλείει πιθανῶς εἰς τὸν πυρῆνα του μικρὰν ποσότητα βαρέων στοιχείων, ἀναμεμιγμένων μὲ νδρογόνον καὶ ἥλιον.

καὶ 315 ἡμ. περίπου, δέχεται δὲ ἀπὸ τὸν ἥλιον ποσότητα φωτὸς καὶ θερμότητος, ἵσην πρὸς τὸ 1/25 ἐκείνης, ποὺ φθάνει εἰς τὴν γῆν.

‘Ο Ζεύς περιστρέφεται ταχύτατα, ἐντὸς μόνον 9 ὥρ. 51 λ., διὰ τοῦτο δὲ καὶ παρουσιάζει πλάτυσιν, ἵσην πρὸς 1/15. Ἡ περιστροφή του ὅμως δὲν εἶναι ὁμοιόμορφος καθ' ὅλην του τὴν ἔκτασιν, ἀλλ' ἐπιβραδύνεται πρὸς τοὺς πόλους του. Τοῦτο μαρτυρεῖ, ὅτι ἡ Ὂλη του δὲν εἶναι στερεὰ μέχρι μεγάλου βάθους. ‘Ο ἄξων τῆς περιστροφῆς εἶναι σχεδὸν κάθετος ἐπὶ τῆς τροχιᾶς του καὶ διὰ τοῦτο δὲν ἔχει οὔτε ἐποχὰς τοῦ ἔτους, οὔτε ζώνας ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας του.

Περιβάλλεται ὑπὸ πυκνῆς ἀτμοσφαίρας (θερμοκρασίας — 130° C), ἡ ὅποια περιέχει, κατὰ κύριον λόγον, ἐνώσεις ἀμμωνίας καὶ μεθανίου. Διὰ τηλεσκοπίου δὲν φαίνεται ἡ ἐπιφάνειά του, ἀλλὰ μόνον

Ούδεις λόγος περὶ ζωῆς, ἀναλόγου πρὸς τὴν γηῖνην, εἶναι δυνατὸν νὰ γίνῃ προκειμένου περὶ τοῦ Διός.

β'. Ἐκ τῶν 12 δορυφόρων τοῦ πλανήτου τούτου, οἱ τέσσαρες, Γανυμήδης, Καλλιστώ, Ἰώ καὶ Εὐρώπη, εἶναι πολὺ μεγάλοι, μὲ διάμετρον ἀπὸ 4980 μέχρι 2880 km. Οἱ δύο πρῶτοι εἶναι μεγαλύτεροι τῆς σελήνης, τῆς δροίας ἢ διάμετρος περιορίζεται εἰς τὰ 3476 km. Αὐτοὶ οἱ τέσσαρες φαίνονται μὲ ἀπλᾶ κυάλια, κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἴσημερινοῦ τοῦ πλανήτου. Ἀντιθέτως οἱ ἄλλοι ὅκτω εἶναι μικρότατα σώματα, διαμέτρου 20 ἔως 160 km.

Κατὰ τὴν κίνησίν των περὶ τὸν Δία, οἱ δορυφόροι ἄλλοτε ὑφίστανται ἐκλείψεις, ἀφανιζόμενοι εἰς τὴν σκιὰν τοῦ Διός, ἄλλοτε δὲ παρουσιάζουν διαβάσεις πρὸ τοῦ δίσκου τοῦ πλανήτου καὶ φαίνονται ἐπ' αὐτοῦ ὡς μελανοὶ δίσκοι καὶ ἄλλοτε ὑφίστανται ἐπιπροσθήσεις, ἀποκρυπτόμενοι ὅπισθεν τοῦ δίσκου τοῦ πλανήτου.

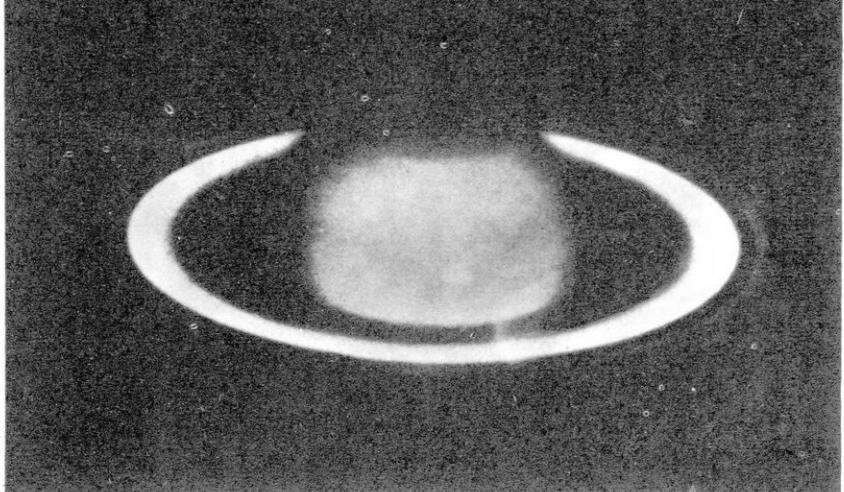
Αἱ ἐκλείψεις τῆς Ἰοῦς ἔχρησίμευσαν εἰς τὸν Roemer (Ραϊμερ), διὰ τὴν εὑρεσιν τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός.

74. **Κρόνος. α'**. Εἰς τὴν μέσην ἀπόστασιν τῶν 9,54 ἀ.μ. κινεῖται περὶ τὸν ἥλιον ὁ Κρόνος, ἔκτος κατὰ σειρὰν πλανήτης καὶ συμπληροὶ τὴν περιφοράν του ἐντὸς 29 ἑτ. καὶ 167 ἡμ., δέχεται δὲ ἐκ τοῦ ἥλιού τὸ 100ὸν τῆς θερμότητος καὶ τοῦ φωτὸς πού φθάνει εἰς τὴν γῆν.

Μετὰ τὸν Δία, εἶναι δὲ δεύτερος εἰς μέγεθος πλανήτης, μὲ διάμετρον 9,4 φορὰς μεγαλυτέραν τῆς γηῖνης, διὰ τοῦτο δὲ καὶ φαίνεται ὡς ἀστήρ α' μεγέθους, παρὰ τὴν μεγάλην του ἀπόστασιν ἐκ τῆς γῆς. Ἡ μᾶζα του εἶναι 95,2 φορὰς μεγαλυτέρα τῆς γηῖνης, ἢ δὲ πυκνότης του εύρισκεται ἵση πρὸς 0,68, ὅταν ληφθῇ ὡς μονὰς ἢ πυκνότης τοῦ ὅδατος.

Κινεῖται περὶ ἄξονα ἐντὸς 10 ὥρ. καὶ 14λ., παρουσιάζει δέ, ὅπως ὁ Ζεύς, βραδυτέραν περιστροφὴν μακρὰν τοῦ ἴσημερινοῦ του, δηλωτικὴν τῆς ρευστότητος του μέχρι μεγάλου βάθους, ἐντὸς αὐτοῦ. Ἀποτέλεσμα τῆς ταχείας του περιστροφῆς εἶναι ἡ μεγάλη πλάτυνσί του, μεγαλυτέρα ὅλων τῶν πλανητῶν, ἵση πρὸς 1/10. Ὁ ἄξων τῆς περιστροφῆς του παρουσιάζει κλίσιν 26°,75 περίπου.

"Οπως δὲ Ζεύς, οὕτω καὶ δὲ Κρόνος, περιβάλλεται ὑπὸ πυκνῆς ἀτμοσφαίρας, ἀναλόγου συνθέσεως καὶ ὅψεως, μετὰ ζωῶν καὶ ταινιῶν. Ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας του εύρισκεται ἵση πρὸς -155°C .



Εικ. 31. 'Ο πλανήτης Κρόνος.

Πιστεύεται, ότι δ Κρόνος έχει τὴν ἴδιαν σύστασιν μὲ τὸν Δία.

β'. Τὸν Κρόνον περιβάλλει δακτύλιος, δ ὅποιος τὸν καθιστᾶ τὸν θαυμασιώτερον τῶν πλανητῶν. Εἰς τὴν πραγματικότητα πρόκειται περὶ τριῶν δακτυλίων συγκεντρικῶν, τῶν ὅποιων ἡ ἐσωτερικὴ διάμετρος φθάνει τὰ 272.000 km, ἐνῷ τὸ συνολικὸν των πλάτος ἀνέρχεται εἰς τὰ 66.000 km. Τὸ πάχος των ὅμως εἶναι πολὺ μικρόν· περίπου 20 km. Ἀπὸ τοῦ ἐσωτερικοῦ χείλους τοῦ δακτυλίου μέχρι τῆς ἐπιφανείας τοῦ πλανήτου ἡ ἀπόστασις μόλις φθάνει τὰ 40.000 km.

Οἱ δακτύλιοι τοῦ Κρόνου δὲν εἶναι συμπαγής ὥλη, ἀλλὰ σύνολον σωματίων, πιθανῶς παγοκρυστάλλων, ἔκαστον τῶν ὅποιων περιφέρεται περὶ τὸν πλανήτην καὶ διαγράφει κυκλικὴν τροχιάν, εἰς χρόνον κυμαινόμενον μεταξὺ 14 καὶ 5,4 ὥρῶν. Λόγω ὅμως τῆς μεγάλης ἀποστάσεως, ὅλα αὐτὰ τὰ σωμάτια δίδουν τὴν ἐντύπωσιν τοῦ συνεχοῦς δακτυλίου.

γ'. 'Ο Κρόνος έχει 10 δορυφόρους, ἐκ τῶν ὅποιων οἱ πέντε εἶναι πολὺ μεγάλοι, μὲ διάμετρον ἀπὸ 1200 ἕως 5.000 km, ἐνῷ οἱ ἄλλοι πέντε εἶναι σχετικῶς μικροί, διαμέτρου 300 ἕως 600 km. "Ολοι ὅμως, πλὴν τοῦ Τιτᾶνος, εἶναι μικρότεροι τῆς Σελήνης.

75. Οὐρανός. α'. Τὸν πλανήτην αὐτὸν ἀνεκάλυψε τυχαίως ὁ W. Herschel τὴν 13ην Μαρτίου 1781. Ἀρχικῶς τὸν ἐξέλαβεν ὡς κομήτην ἀνευ οὐρᾶς, διότι ἔως τότε ἐπιστεύετο, ότι δ Κρόνος ὁρίζει τὰ

δρια τοῦ ἥλιακου συστήματος. Ήστησεώς του ἀπὸ τὸν ἥλιον, ἵσης πρὸς 19,18 α.μ. (2.868 ἑκατ. km), δὲ Ούρανὸς φαίνεται ως ἀστὴρ βου μεγέθους καὶ εἶναι πολὺ δοσκόλως ὁρατὸς διὰ γυμνοῦ ὁφθαλμοῦ. Συμπληρώνει τὴν περιφορὰν του περὶ τὸν ἥλιον εἰς 84 ἔτη καὶ 7 ἡμέρας.

Κατὰ τὰς διαστάσεις, εἶναι δὲ τρίτος κατὰ σειρὰν πλανήτης, μὲ διάμετρον 4 πλασίαν τῆς γηῆς, ἵσην πρὸς 47.100 km. Ἡ μᾶζα του εἶναι 14,6 φορὰς μεγαλυτέρα τῆς μάζης τῆς γῆς καὶ ἡ πυκνότης του, ως πρὸς τὴν τοῦ ὄρατος, μόλις φθάνει τὴν τιμὴν 1,60.

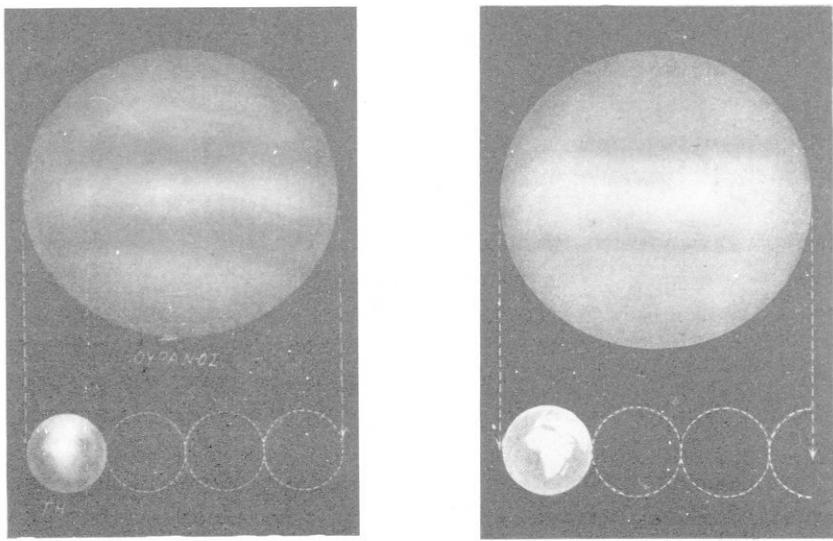
Περιστρέφεται εἰς 10 ὡ. 49λ. περὶ ἄξονα, τοῦ ὅποιου ἡ κλίσις φθάνει τὰς 98°. Οὕτω, δύναται νὰ λεχθῇ, ὅτι κυλίεται ἐπὶ τῆς τροχιᾶς του περὶ τὸν ἥλιον. Ἡ πλάτυνσίς του ὑπολογίζεται ἵση πρὸς 1/12.

Ο Ούρανός, ὅπως δὲ Ζεὺς καὶ δὲ Κρόνος, παρουσιάζει ζώνας καὶ ταινίας, ἐναλλάξ φωτεινὰς καὶ σκοτεινάς, παραλλήλους πρὸς τὸν ἰσημερινόν του, ὀφειλομένας εἰς τὴν περιβάλλουσαν αὐτὸν πυκνὴν ἀτμόσφαιραν, εἰς τὴν ὅποιαν κυριαρχεῖ τὸ μεθάνιον καὶ τὸ μοριακὸν ὑδρογόνον. Ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας του κατέρχεται εἰς τοὺς -185° C, τοῦτο δὲ διότι δέχεται φῶς καὶ θερμότητα ἐκ τοῦ ἥλιου, ἵσην πρὸς τὸ 1/368 μόνον, τῶν ὅσων δέχεται ἡ γῆ. Ο ἥλιος ἐκεῖθεν φαίνεται σχεδὸν ως ἀστὴρ, μὲν ἐντασιν φωτὸς μόλις 1584 φορὰς μεγαλυτέραν τῆς πανσελήνου.

β'. Ο Ούρανός ἔχει πέντε δορυφόρους. Ο πλησιέστερος εἶναι δὲ μικρότερος, μὲ διάμετρον 200 km., ἐνῷ οἱ δύο τελευταῖοι, ἡ Τιτανία καὶ δὲ ὁ Ὀβερόν, εἶναι οἱ μεγαλύτεροι μὲ διάμετρον 1000 καὶ 800 km ἀντιστοίχως, ἥτοι μικροτέραν τοῦ ἡμίσεος τῆς σεληνιακῆς (3476 km).

76. Ποσειδῶν. α'. Ἡ ὑπαρξία τοῦ πλαγήτου τούτου διεπιστώθη ἐκ τῶν παραπομπῶν, τὰς ὅποιας ἀσκεῖ ἐπὶ τοῦ Ούρανοῦ. Ο Γάλλος μαθηματικὸς Le Verrier (Λεβερριέ, 1811 - 1877), ὑπελόγισε θεωρητικῶς καὶ ὑπέδειξε τὴν ἀκριβῆ θέσιν, εἰς τὴν ὅποιαν ἐπρεπε νὰ εύρισκεται δὲ ἀγνωστος πλανήτης, ὅπου δὲ καὶ πράγματι ἀνευρέθη τὴν 23ην Σεπτεμβρίου 1846 ὑπὸ τοῦ Γερμανοῦ ἀστρονόμου Galle (Γκάλλε), ως ἀστὴρ 8ου μεγέθους.

Ο Ποσειδῶν ἀπέχει ἐκ τοῦ ἥλιου 30,06 α.μ., ἥτοι 4,5 δισεκ. km



Εἰκ. 32. ΩI πλανῆται Ούρανὸς καὶ Ποσειδῶν ἐν συγκρίσει πρὸς τὴν γῆν.

περίπου καὶ συμπληροὶ τὴν περιφοράν του εἰς 164,8 ἔτη. Ἡ διάμετρός του είναι: 3,5 φορὰς μεγαλυτέρα τῆς γηίνης καὶ ἡ μᾶζα του ἰσοῦται μὲ 17,23 γηίνας μάζας. Ἡ πυκνότης του είναι 1,56 φορὰς μεγαλυτέρα τῆς τοῦ ὑδατος. Ὁ χρόνος τῆς περιστροφῆς του εὐρέθη ἵσος πρὸς 14 ὥρας.

Ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας του ὑπολογίζεται εἰς -200° C. Εἰς τὸ φάσμα του ἀνευρίσκονται αἱ γραμμαὶ τοῦ μεθανίου, ὅπως συμβαίνει προκειμένου περὶ τῶν μεγάλων πλανητῶν Διός, Κρόνου καὶ Ούρανοῦ. Διὰ τοῦτο καὶ εἰκάζεται, ὅτι περιβάλλεται ὑπὸ πυκνῆς ἀτμοσφαίρας, ὅπως ἔκεινοι καὶ ὅτι ἡ φυσική του κατάστασις θὰ είναι, ἐν γένει, ἀνάλογος.

β'. Τρίτων. Ἐκ τῶν δύο δορυφόρων του, ὁ Τρίτων είναι μεγαλύτερος καὶ ἀπὸ τὴν σελήνην, μὲ διάμετρον 4000 km, κινεῖται δὲ περὶ τὸν Ποσειδῶνα κατ' ἀνάδρομον φοράν.

77. Πλούτων. Ὁ ἰδρυτὴς τοῦ ἀστεροσκοπείου τοῦ Flagstaff τῆς Ἀριζόνας P. Lowell (Λόουελ 1855 - 1916), εἶχεν ὑπολογίσει τὴν Σεισ. IV, εἰς τὴν ὅποιαν ὀφειλε νὰ εὑρίσκεται ὁ Πλούτων, ἐκ τῶν παρέλξεων, τὰς ὅποιας ἦσκει ἐπὶ τοῦ Ποσειδῶνος. Πράγματι, τὴν

21ην Ιανουαρίου 1930 άνεκαλύφθη φωτογραφικῶς ὁ τελευταῖος γνωστὸς σήμερον πλανήτης Πλούτων, ὑπὸ τοῦ ἀστρονόμου τοῦ ἴδιου ἀστεροσκοπείου Cl. Tombaugh (Τόμποθ).

Ἡ μέση ἀπόστασις τοῦ Πλούτωνος ἐκ τοῦ ἡλίου ἰσοῦται μὲ 39,5 α.μ., ἥτοι μὲ ἔξι περίπου δισεκ. km, ἥ δὲ περιφορά του συμπληροῦται εἰς 248 ἔτη. Ἐν τούτοις, λόγῳ τῆς μεγάλης ἐκκεντρότητος τῆς τροχιᾶς του, μεγίστης μεταξὺ ὅλων τῶν πλανητῶν, ὁ Πλούτων, εἰς μὲν τὸ περιήλιον του πλησιάζει τὸν ἡλιον περισσότερον καὶ τοῦ Ποσειδῶνος, ἥτοι εἰς τὴν ἀπόστασιν τῶν 4,5 δισεκ. km, εἰς δὲ τὸ ἀφήλιον του ἀπομακρύνεται τοῦ ἡλίου εἰς τὰ 7,4 δισεκ. km. Ἐξ ἄλλου, ἡ τροχιὰ τοῦ Πλούτωνος παρουσιάζει καὶ τὴν μεγαλυτέραν κλίσιν, ὡς πρὸς τὴν ἐκπλειπτικήν, ἵσην πρὸς 17° περίπου.

Ο Πλούτων φαίνεται ὡς ἀστὴρ 14,5 μεγέθους. Ἡ πραγματική του διάμετρος ἰσοῦται μὲ 6.850 km, ἥτοι μὲ τὰ 0,54 περίπου τῆς γηίνης. Ἡ μᾶζα του, τὸ πιθανώτερον, είναι ἵση πρὸς τὰ 0,9 τῆς γηίνης, ἥ δὲ πυκνότητης του είναι περίπου ἔξαπλασία τῆς γηίνης.

Δὲν γνωρίζομεν τίποτε τὸ βέβαιον, περὶ τῆς φυσικῆς καταστάσεώς του. Εἰς τὴν μέσην ἀπόστασίν του ἐκ τοῦ ἡλίου, 40 φοράς μεγαλυτέραν τῆς γηίνης, θὰ δέχεται καὶ $40^2 = 1600$ φοράς μικροτέραν ποσότητα θερμότητος καὶ φωτὸς ἀπὸ τὴν γῆν, ἥ δὲ θερμοκρασία ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας του ὑπολογίζεται εἰς — 220° C.

Ἄσκήσεις

40. Εἰς τὴν γῆν, τῆς δόποιας ἥ κλίσις τοῦ ἀξονος είναι ἵση μὲ $23^{\circ} 27'$, ἥ μὲν διακεκαυμένη ζώνη ἐκτείνεται $23^{\circ} 27'$ ἐκταρέωθεν τοῦ ἰσημερινοῦ, αἱ δὲ κατεψυγμέναι καλύπτουν ἕκτασιν $23^{\circ} 27'$ ἀπὸ τῶν γηίνων πόλων. Καθορίσατε ἐπακριβῶς τὴν θέσιν καὶ τὴν ἕκτασιν ἐκάστης τῶν ζωῶν τῶν πλανητῶν "Ἀρεως, Διὸς καὶ Κρόνου.

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

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

43. Εύρετε πόση είναι ἥ μᾶζα τοῦ Διὸς ὡς πρὸς τὴν τοῦ ἡλίου.

44. Καθορίσατε τὰ δρια 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 δόποιον δέχονται οἱ ἀστεροειδεῖς, ἐν σχέσει πρὸς ἐκεῖνο ποὺ φθάνει εἰς τὴν γῆν.

Π Ι Ν Α Ξ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

Πλανήτης	'Απόστασις ēk του ήλιου		Περιφορά περι- τὸν ήλιου		Τροχιός		Μέγεθος ($\Gamma_{\text{η}} = 1$)		Περιστροφή			
	Εις έκστρω. χλμ.	Εις α.μ.	Χρόνος περιφορ. ήμ.	Ταχύτης περιφ. χλμ/δευτ.	Συνοδική περίοδος eis ήμέρας	'Εκκεντρότης 0	Κλίσις ως πρὸς τὴν 'Εκλειπτι- κήν	Διάμετρος	*Ογκος	Μᾶζα	Πυκνότης	"Εντασις βαρύτητος
Έριδης	58	0,387	88	47,8	116	0,206	7	0	0,37	0,05	0,06	0,98
Άφροδίτη	108	0,723	225	35,0	584	0,007	3	24	0,96	0,88	0,82	0,91
Γη	149,5	1	365	29,8	—	0,017	0	0	1	1	1	1
"Άρης	228	1,524	1 322	24,2	780	0,093	1	51	0,53	0,15	0,11	0,69
Ζεύς	778	5,203	11 315	13,1	399	0,048	1	19	11,2	1.318	318,00	0,24
Κρόνος	1.426	9,539	29 167	9,7	378	0,056	2	30	9,4	769	95,22	0,13
Ούρανος	2.868	19,18	84	7	6,8	0,047	0	46	4,0	50	14,55	0,22
Ποσειδῶν	4.494	30,06	164	280	5,4	367	0,009	1	47	3,5	42	17,23
Πλούτων	5,896	39,5	248	4,7	367	0,247	17	9	0,54	0,16	0,9;	5,6;
										;	;	;
										6 9	;	;
												;

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΠΙΝΑΞ ΙΙ
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ

Αρχ. αριθμός	Σύμβολον	Όνομα	*Αστροκόν μεγέθεος	Διάμετρος εἰς χλμ.	*Απόστασις ἐκ τοῦ πλανήρου εἰς δάκτυνσα τοῦ πλαν.	Χρόνος Περιφορᾶς Ημ. ὥρ. λ.	Φορά κινήσεως	*Έτος Ανακαλύψεως	*Όνομα Ανακαλύψαντος
--------------	----------	-------	--------------------	--------------------	---	--------------------------------	---------------	-------------------	----------------------

Γ Η

1		Σελήνη	-12,7	3.476	60,28	27 7 43	'Ορθή	-	-
---	--	--------	-------	-------	-------	---------	-------	---	---

ΑΡΗΣ

1	I	Φόδρος	11,5	16	2,77	7 39	'Ορθή	1877	*Α. Χάλ
2	II	Δεῖμος	12,5	8	6,95	1 6 18	»	1877	*Α. Χάλ

ΖΕΥΣ

1	V	*Αμάλθεια	13,0	160	2,53	11 57	'Ορθή	1892	Μπαρνάρ Γαλλίας
2	I	Ίώ	5,5	3.220	5,91	1 18 28	»	1610	
3	II	Εύρωπη	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	Περραΐν
7	VII		16,2	40	164	259 14	»	1905	
8	X		17,9	20	165	260 12	»	1938	Νίκολσον
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	Μελόπτη
12	IX		17,7	22	338	758	»	1914	Νίκολσον

ΚΡΟΝΟΣ

1	XI	*Ιανός					'Ορθή	1967	Ντολοφούς
2	I	Μήμας	12,1	520	3,07	22 37	'Ορθή	1789	Οὐλά *Ερσελ
3	II	*Εγκέλαδος	11,7	600	3,94	1 8 53	»	1789	» *
4	III	Τηύθης	10,6	1.200	4,88	1 21 18	»	1684	Κασσινή
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	Τιτάνη	8,3	5.000	20,2	15 22 41	»	1655	Χουτζένης
8	VII	*Υπερίων	14	400	24,5	21 6 38	»	1848	Μπόντε
9	VIII	*Ιαπετός	11	1.200	58,9	79 7 55	»	1671	Κασσινή
10	IX	Φοιβη	14,5	300	214,4	550 11 24	'Ανάδρ.	1898	Πίκερινγκ

ΟΥΡΑΝΟΣ

1	V	Μιράντα	17	200	5,2	1 9 56	'Ορθή	1948	Κόϊπερ
2	I	*Αριτήλ	15,5	600	7,7	2 12 29	'Ανάδρ.	1851	Λάσσελ
3	II	Ούμβριτήλ	16	400	10,7	4 3 28	»	1851	
4	III	Τίτανας	14	1.000	17,6	8 16 56	»	1787	Οὐλά *Ερσελ
5	IV	*Οθερόν	14,2	800	23,6	13 11 7	»	1787	» »

ΠΟΣΕΙΔΩΝ

1	I	Τρίτων	13,6	4.000	13,3	5 21 3	'Ανάδρ.	1846	Λάσσελ
2	II	Νηρεύς	19,5	300	211	359 10	'Ορθή	1949	Κόϊπερ

III. ΚΟΜΗΤΑΙ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΑ

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

Κάθε κομήτης ἀποτελεῖται ἀπὸ τρία μέρη: τὸν **πυρῆνα**, ὃ ὅποιος εἶναι τὸ λαμπρότερον τμῆμα τοῦ κομήτου καὶ ἔχει τὴν ὄψιν ἀστέρος· τὴν **κόμην**, ὃ ὅποια ἔχει νεφελώδη ὄψιν καὶ περιβάλλει τὸν πυρῆνα· καὶ τὴν **οὐράν**, ὃ ὅποια ἀποτελεῖ ἐπιμήκη προέκτασιν τῆς κόμης. Ὁ πυρὴν καὶ ἣ κόμη συναποτελοῦν τὴν **κεφαλὴν** τοῦ κομήτου. Μερικοὶ κομῆται παρουσιάζουν καὶ πολλὰς οὐράς, δύο ἢ τρεῖς. Κατὰ κανόνα, αἱ οὐραὶ τῶν κομητῶν διευθύνονται πρὸς τὸ ἀντίθετον μέρος ἐκείνου, ὅπου εύρισκεται ὁ ἥλιος.

β'. Σχεδὸν ὅλοι οἱ κομῆται εἶναι σώματα τεραστίων διαστάσεων. Ἡ κεφαλὴ ἔχει συνήθως τὸ μέγεθος τῆς γῆς, δυνατὸν ὅμως νὰ εἶναι καὶ πλέον ἀπὸ 10 φορὰς μεγαλυτέρα. Ἐξ ἄλλου, τὸ μῆκος τῆς οὐρᾶς δύναται νὰ φθάσῃ καὶ τὰς 2 α.μ. "Οσοι δὲ κομῆται φαίνονται διὰ γυμνοῦ ὁφθαλμοῦ ἔχουν συνήθως οὐρὰν μήκους ἀπὸ 10 ἑκατ. km καὶ ἅνω. Εἶναι ὅμως δυνατὸν νὰ ὑπάρχουν κομῆται ἀνευ οὐρᾶς καὶ μὲ διάμετρον τοῦ πυρῆνος, περιοριζομένην εἰς τὰ 100 km μόνον.

γ'. Παρὰ τὸν μέγιστον ὅγκον των, ἡ μᾶζα τῶν κομητῶν εἶναι πολὺ μικρὰ πάντοτε. Κομήτης μετρίου μεγέθους ἔχει συνήθως μᾶζαν μικροτέραν καὶ τοῦ ἑκατομμυριοστοῦ τῆς γηΐνης. Διὰ τοῦτο οἱ πλανῆται καὶ οἱ δορυφόροι των δὲν διαταράσσονται, ὅταν οἱ κομῆται διέρχωνται κάποτε πολὺ πλησίον των.

'Ἐκ τοῦ μεγάλου ὅγκου καὶ τῆς μικρᾶς μάζης των προκύπτει, ὅτι οἱ κομῆται ἔχουν μικρὰν πυκνότητα. Οὔτω, κομήτης μεγαλύτερος τῆς γῆς κατὰ 125 μόνον φορὰς καὶ μὲ μᾶζαν, ἔστω, 250.000 μικροτέραν τῆς γηΐνης, ἔχει πυκνότητα τῆς κεφαλῆς 9000 φορὰς μικροτέραν τῆς πυκνότητος τοῦ ἀέρος. Τὴν μεγάλην ἀραιότητα τῆς ὥλης τῶν κομητῶν μαρτυρεῖ ἡ δυνατότης νὰ διακρίνωνται οἱ ἀστέρες ὅπισθεν τῆς οὐρᾶς, ἀλλὰ καὶ τῆς κόμης αὐτῶν.

δ'. Οἱ κομῆται εἶναι τόσον πολλοί, ὡστε κάποτε παραπηροῦνται διὰ τῶν τηλεσκοπίων περισσότεροι τῶν 10 ἑτησίως καὶ, κατὰ μέσον ὅρων, 5 ἢ τρεῖς. Μέχρι τῆς ἀνακαλύψεως τοῦ τηλεσκοπίου (1610 μ.Χ.), εἶχον παραπηρηθῆ 400· ἕκτοτε ὅμως, μὲ τὰ τηλεσκόπια

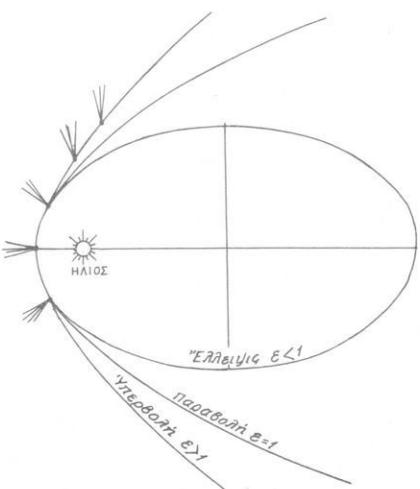


Εἰκ. 33. Ὁ κομήτης τοῦ Μπρούξ.

παρετηρήθησαν τόσοι, ώστε δὲ ἀριθμός των ἔχει ἥδη ὑπερδιπλασιασθῆ. "Ομως οἱ πολὺ μεγάλοι κομῆται εἶναι περίπου 2%.

79. Τροχιαὶ τῶν κομητῶν· περιοδικοὶ καὶ μὴ περιοδικοὶ κομῆται. α'. Αἱ τροχιαὶ τῶν κομητῶν εἶναι, κατὰ κανόνα, ἡ λίαν ἐπιμήκεις ἐλλείψεις, μὲ ἐκκεντρότητα τείνουσαν πρὸς τὴν μονάδα· ἡ ἡ ἐκκεντρότης των εἶναι μεγαλυτέρα τῆς μονάδος. Εἰς τὴν δευτέραν αὐτὴν περίπτωσιν, δῆτε $\epsilon \geqslant 1$, αἱ τροχιαὶ δέν εἶναι κλεισταὶ καμπύλαι, ἀλλὰ ἀνοικταί. Καί, ἐὰν $\epsilon = 1$, τότε λέγομεν, ὅτι ἡ τροχιά των εἶναι παραβολική, ἐάν δὲ $\epsilon > 1$, τότε ἡ τροχιά των εἶναι ὑπερβολική (σχ. 11).

β'. "Οσοι κομῆται ἔχουν ἐλλειπτικὴν τροχιὰν κινοῦνται περὶ τὸν ἥλιον ἐντὸς ὠρισμένου χρόνου, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ὀνομάζονται περιοδικοί. Ἀντιθέτως, ὅταν αἱ τροχιαὶ των εἶναι ἀνοικταὶ (παραβολαὶ ἡ ὑπερβολαί), ἔρχονται πλησίον τῆς ἥλιακῆς ἐστίας, εἰς τὸ περιήλιον των, ἐφ' ἄποιξ καὶ δὲν ἐπανέρχονται πλέον εἰς αὐτό. Διὰ τοῦτο οἱ κομῆται αὐτοὶ καλοῦνται μὴ περιοδικοί.



Σχ. 11.

θως, περὶ τοὺς τρεῖς μῆνας. Καὶ οἱ μὲν περιοδικοί, ἐπειδὴ αἱ τροχιαὶ τῶν σχηματίζουν μικρὰς γωνίας μετὰ τῆς ἐκλειπτικῆς, φαίνονται πάντοτε πλησίον αὐτῆς, ἐνῷ οἱ μὴ περιοδικοί, ἐπειδὴ σχηματίζουν τυχόσας καὶ συνήθως μεγάλας γωνίας μετὰ τῆς ἐκλειπτικῆς, παρατηροῦνται πρὸς πᾶσαν κατεύθυνσιν τοῦ οὐρανοῦ.

80. Θεωρία τῆς ἄγρας· οἰκογένειαι καὶ προέλευσις τῶν κομητῶν. α'. Ἐκ τῶν 69 περιοδικῶν κομητῶν, μὲ περίοδον μικροτέραν τῶν 100 ἔτῶν, οἱ 45 ἔχουν τὸ ἀφήλιον τῆς τροχιαῖς τῶν πλησίον τοῦ Διός, ἐνῷ τῶν ὑπολοίπων ἄλλων τὰ ἀφήλια εύρισκονται πλησίον τῶν πλανητῶν Κρόνου, Οὐρανοῦ καὶ Ποσειδῶνος. Ἐκ τῶν δεδομένων τούτων συνάγεται τὸ συμπέρασμα, ὅτι οἱ ἐν λόγῳ περιοδικοί κομῆται διῆλθον κάποτε πλησίον κάποιου ἀπὸ τοὺς μεγάλους πλανήτας, οἱ ὅποιοι, μὲ τὴν ἴσχυρὰν ἔλξιν τῶν, μετέβαλον τὴν τροχιάν των, ὥστε οἱ κομῆται νὰ καταστοῦν περιοδικοί καὶ νὰ ἔχουν τὰ ἀφήλια τῶν πλησίον ἐκείνου τοῦ πλανήτου, ὁ ὅποιος καὶ τοὺς ἡγρευσεν.

β'. Ὡς ἐκ τούτου, οἱ κομῆται αὐτοὶ διαχωρίζονται εἰς οἱ κομητείαις. Καθεμία ἔξι αὐτῶν περιλαμβάνει τοὺς κομήτας ἐκείνου τοῦ πλανήτου, ὅστις μὲ τὴν ἄγραν του, τοὺς κατέστησε περιοδικούς.

γ'. Σήμερον δεχόμεθα, ὡς πιθανωτέραν τὴν ἐκδοχήν, ὅτι οἱ κομῆται, ἐν γένει, δὲν εἶναι ξένοι πρὸς τὸ ἥλιακόν μας σύστημα, ἀλλ'

Ἐπὶ τοῦ συνόλου τῶν γνωστῶν κομητῶν, 20% εἶναι περιοδικοί καὶ ἐκ τῶν ὑπολοίπων, μὴ περιοδικῶν, οἱ 75% ἔχουν τροχιὰς παραβολικάς, οἱ ἄλλοι δὲ 5% ὑπερβολικάς.

γ'. Εἶναι γνωστοί περὶ τοὺς 100 περιοδικοὺς κομῆτας. Ἐξ αὐτῶν οἱ 69 συμπληρώνουν τὴν περιφοράν των εἰς διάστημα μικρότερον τοῦ αἰῶνος. Οἱ ἄλλοι ἔχουν περίοδον πολὺ μακράν, ἀκόμη καὶ μέχρι 10.000 ἔτῶν.

δ'. Οἱ κομῆται, περιοδικοί καὶ μὴ, γίνονται δρατοί, ὅταν διέρχωνται πλησίον τοῦ περιηλίου των, ὅποτε καὶ φαίνονται, συνή-

δτι καὶ οἱ μὴ περιοδικοὶ ἀκόμη ἀνήκουν εἰς αὐτό, ἔχουν δὲ τὰ ἀφή-
λιά τους εἰς μίαν πολὺ μεγάλην ἀπόστασιν ἐκ τοῦ ἡλίου. ‘Ἡ ἀπό-
στασις αὐτῇ πιθανὸν νὰ ὑπερβαίνῃ καὶ τὰς 100.000 α.μ. ’Αλλὰ καὶ
ἔκει ἡ ἐλκτικὴ δύναμις τοῦ ἡλίου τοὺς συγκρατεῖ, ἐφ’ ὅσον δὲν ὑ-
πάρχει πλησίον τους κανεὶς ἄλλος ἀστήρ, δὲ πλησιέστερος εὑρί-
σκεται εἰς ἀπόστασιν πλέον τῶν 4 ε.φ.

**81. Φυσικὴ κατάστασις καὶ χημικὴ σύστασις τῶν κομη-
τῶν. α’. Τὸ φῶς τῶν κομητῶν εἶναι, ἐν μέρει, ίδικόν των καὶ ὁ-
φείλεται κυρίως εἰς ἐκρήξεις, αἱ ὁποῖαι λαμβάνουν χώραν εἰς τοὺς
πυρῆνας τῶν. Τὸ μεγαλύτερον ὅμως μέρος τοῦ φωτός των εἶναι ἡ-
λιακόν, τὸ ὁποῖον καὶ ἀνακλοῦν. Διὰ τοῦτο ἄλλωστε καὶ φαίνονται
λαμπρότεροι, καθ’ ὅσον πλησιάζουν πρὸς τὸν ἡλιον. ’Αλλὰ καὶ ἡ
πόλωσις τοῦ φωτὸς των μαρτυρεῖ τὴν ἀνάκλασιν τοῦ ἡλιακοῦ φω-
τὸς ὑπὸ σωματιδίων, ὡς ἔκεινα τοῦ κονιορτοῦ.**

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

γ’. Σήμερον δεχόμεθα, ὅτι οἱ πυρῆνες τῶν κομητῶν δὲν εἶναι
συμπαγεῖς, ἀλλ’ ἀποτελοῦνται ἀπὸ στερεὰ σώματα διαφόρων με-
γεθῶν, τὰ ὁποῖα, ὡσὰν σμῆνος ἵπταμένων πτηνῶν, κινοῦνται ὅμα-
δικῶς ἐπὶ τῆς αὐτῆς τροχιᾶς. Τὸ σύνολον τῶν στερεῶν τούτων καὶ
σχετικῶς μεγάλων τεμαχίων περιβάλλεται ὑπὸ κονιορτώδους καὶ
ἐν μέρει ἀεριώδους ὕλης, ἡ ὁποία καὶ σχηματίζει τὴν κόμην. Αἱ οὐ-
ραί, τέλος, αἱ ὁποῖαι ἀναπτύσσονται κυρίως, ὅταν οἱ κομῆται πλη-
σιάζουν τὸν ἡλιον, ἀλλὰ καὶ διευθύνονται πάντοτε ἀντιθέτως τοῦ
ἡλίου (σχ. 11), σχηματίζονται διὰ τῆς πιέσεως τῆς ἀκτινοβολίας
τοῦ ἡλίου ἐπὶ τῶν μικρῶν σωματιδίων, τὰ ὁποῖα, κατ’ αὐτὸν τὸν
τρόπον, ἀπωθοῦνται ἀπὸ τὴν κόμην εἰς πολὺ μεγάλας ἀποστάσεις
ἔξ αυτῆς. ’Οφείλονται ἀκόμη καὶ εἰς τὸν « ἡλιακὸν ἄνεμον », ἢτοι τὴν
σωματιακὴν ἀκτινοβολίαν, τὴν προερχομένην ἐκ τοῦ ἡλίου.

82. Οἱ κομῆται τοῦ Biela καὶ τοῦ Halley. α’. ‘Ο κομήτης τοῦ
Biela (Βιέλα) παρέσχε τὴν ἀπόδειξιν, περὶ τῆς καταστάσεως αὐτῆς
τῶν κομητῶν.

Εικ. 34. 'Ο κομήτης τοῦ Χάλλεϋ, ως ἐφαίνετο τὴν 8ην Μαΐου (ν.ξ.) 1910.

Οὗτος ἀνεκαλύφθη τὸ 1826 καὶ διεπιστώθη, ὅτι ἦτο περιοδικός, τῆς οἰκογενείας τοῦ Διός, μὲ περίοδον 6 ἔτ. 7 μην. 13 ἡμ. Ἐνῷ ἐπανήρχετο κανονικῶς ἀνὰ 6,6 ἔτη, ἔξαφνα τὸ 1845 παρουσίασε διόγκωμα τῆς κεφαλῆς, τὸ ὁποῖον τελικῶς ἀπεκόπη καὶ ἀπεμακρύνθη τοῦ κυρίως κομήτου, ἐνῷ γέφυρα φωτεινῆς ὑλῆς συνήνωνε τὰ δύο μέρη. Εἰς τὴν ἐπόμενην ἐμφάνισιν, τὸ 1852, ἐφαίνετο διπλοῦς, μετὰ ταῦτα ὅμως, δὲν ἐπανῆλθε πλέον. "Οταν, τέλος, τὴν 27ην Νοεμβρίου 1872 ἦ γῇ διῆλθεν ἐκ σημείου τῆς τροχιᾶς της, ἀπὸ τὸ ὁποῖον τότε ἐπρεπε νὰ διέλθῃ καὶ ὁ ἄλλοτε κομήτης, ἐλαβε χώραν ἐκτακτος βροχὴ διαττόντων ἀστέρων, ἀνερχομένων εἰς ἑκατομμύρια, ἥ ὅποια προφανῶς ὠφείλετο εἰς τοὺς ἀναριθμήτους κόκκους τοῦ κονιορτοῦ, τοὺς ὅποιους διέσπειρεν ὁ κομήτης, κατὰ μῆκος τῆς τροχιᾶς του. Οἱ κόκκοι αὐτοὶ, εἰσερχόμενοι μετὰ ταχύτητος εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν τῆς γῆς, ὑπερεθερμαίνοντο ἐκ τῆς τριβῆς των μὲ τὰ μόρια τῆς ἀτμοσφαίρας καὶ ἔξητμίζοντο.

β'. 'Ο κομήτης τοῦ Halley (Χάλλεϋ) είναι περιοδικός, μὲ περίοδον 75,2 ἔτῶν, τὸ δὲ ἀφήλιον του εύρισκεται πλησίον τοῦ Ποσειδῶνος. "Οπως διεπιστώθη, οὗτος παρετηρεῖτο πάντοτε, δσάκις

διήρχετο ἐκ τοῦ περιηλίου του, λόγω τοῦ μεγάλου μεγέθους του.
'Απὸ τῶν χρόνων τῆς ἀρχαιότητος (240 π.Χ.) ἔχει παρατηρηθῇ 28 φοράς. Ἡ τελευταία διάβασίς του ἐκ τοῦ περιηλίου ἔγινε τὸν Ἀπρίλιον τοῦ 1910, ἡ δὲ προσεχῆς θὰ λάβῃ χώραν τὸ 1986.

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

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

83. Μετέωρα. α'. Καλοῦμεν μετέωρα τὰ μικρὰ σώματα, συνήθως τοῦ μεγέθους μικρῶν κόκκων ἄμμου καὶ χαλίκων, ἐνίστε δὲ καὶ μεγαλύτερα, τὰ δόποια εύρισκονται διεσπαρμένα εἰς τὸν χῶρον τοῦ ἥλιακοῦ συστήματος.

Τὰ μετέωρα, προερχόμενα κυρίως ἀπὸ τὴν διάλυσιν κομητῶν, κινοῦνται μετὰ ταχύτητων μεγάλων, συνήθως 15 ἔως 45 km/sec, ὅση εἶναι καὶ ἡ ταχύτης τῶν κομητῶν, τῶν κινουμένων ἐπὶ ἐλλειπτικῶν, παραβολικῶν καὶ ὑπερβολικῶν τροχιῶν¹.

Τὸ σύνολον τῶν μετέωρων ἀποτελεῖ τὴν καλουμένην μετεωρικὴν ὥλην.

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 τόσην τριβὴν μετὰ

1. Ταχύτης ἔως 42 km/sec ἀντιστοιχεῖ εἰς ἐλλειπτικὴν τροχάν· ἵστη πρὸς 42 km/sec εἰς παραβολικὴν· καὶ μεγαλυτέρα τῶν 42 km/sec εἰς ὑπερβολικήν.

τῶν μορίων τῆς γηίνης ἀτμοσφαίρας, ὡστε εἰς τὸ ὄψος τῶν 120 km, λόγω τῆς ἀναπτυσσομένης θερμότητος, διαπυροῦται ἔξωτερικῶς. Καὶ ἐάν μὲν τοῦτο εἴναι μικρῶν διαστάσεων, τοῦ μεγέθους κόκκου ἄμμου, κατακαίεται καὶ ἀποτεφροῦται ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαίρας, εἰς διάστημα 2 ἔως 3 δευτερολέπτων. Τὸ μετέωρον φαίνεται τότε ὡς ἀστήρ, κινούμενος ταχέως καὶ ἀφήνει ὅπισθέν του φωτεινὴν οὐράν. Διὰ τοῦτο, ἐπεκράτησε νὰ ὀνομάζεται διάττων ἀστήρ. Ἐὰν ὅμως ἔχῃ διαστάσεις μεγαλύτερας, τότε πυρακτοῦται ἔξωτερικῶς καὶ ἐκρήγνυται, δπότε καὶ ἀκούεται κάποτε ἴσχυρὸς ὁ κρότος τῆς ἐκρήξεως. Τότε λέγομεν, ὅτι ἔχομεν φαινόμενον βολίδος. Τέλος, ἐάν τὸ μετέωρον εἴναι μεγαλύτερον τοῦ μεγέθους καρυδίου, τότε, δπωσδήποτε, δὲν προλαμβάνει νὰ ἀποτεφρωθῇ ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαίρας καὶ καταπίπτει, καιόμενον, ἐπὶ τοῦ ἑδάφους. Οἱ ἀνευρισκόμενοι ἐπὶ τῆς γῆς μετεωρῖται ὀνομάζονται καὶ μετεωρόλιθοι ἢ καὶ ἀερόλιθοι.

84. Πλῆθος καὶ βροχαὶ διαττόντων. α'. ‘Υπολογίζεται ὅτι, κατὰ μέσον ὅρον, πίπτουν εἰς ἓνα τόπον 30 - 40 διάττοντες καθ' ὥραν. ‘Ο ἀριθμὸς των ἀνέρχεται εἰς 10.000 τὴν ὥραν, ἐάν ληφθοῦν ὑπ’ ὅψιν καὶ ὅσοι ἀμυδροὶ φαίνονται μόνον εἰς τὰ τηλεσκόπια. Οὕτως, εύρισκεται, 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'. ‘Η μᾶζα, ἡ δποία προστίθεται ἐτησίως εἰς τὴν γῆν ἐκ τῶν διαττόντων, ὑπολογίζεται εἰς 25.000 τόνους, ἔχει δὲ ὡς κύριον ἀποτέλεσμα τὴν βραδεῖαν ἐπιτάχυνσιν τῆς κινήσεως τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον καὶ, συνεπῶς, τὴν ἐλάττωσιν τῆς διαρκείας τοῦ ἔτους, ἀκόμη δὲ καὶ τὴν ἐπιβράδυνσιν τῆς περιστροφῆς της, ἢ δποία συνεπάγεται τὴν αὔξησιν τῆς διαρκείας τοῦ ἡμερονυκτίου.

γ'. Καθ' ὧρισμένας ἡμερομηνίας τοῦ ἔτους, οἱ παρατηρούμενοι διάττοντες εἴναι ἀφθονώτεροι τῶν συνήθων (τῶν καλούμενων, πρὸς διάκρισιν, σποραδικῶν). Τότε λέγομεν, ὅτι ἔχομεν φαινόμενον βροχῆς διαττόντων.

Αἱ βροχαὶ διαττόντων δφείλονται εἰς μετεωρικήν ὕλην, προερχομένην συνήθως ἀπὸ ὧρισμένους κομήτας, διαλυθέντας μερικῶς ἢ ὀλικῶς, διὰ μέσου τῆς δποίας διέρχεται ἢ γῆ καθ' ὧρισμένας ἡμέρας τοῦ ἔτους, ὅταν εύρισκεται εἰς τὴν περιοχὴν τῆς τομῆς τῆς τροχιᾶς τῆς μετὰ τῆς τροχιᾶς τοῦ κομήτου ἢ πλησίον αὐτῆς. Διὰ τοῦτο καὶ ὅλοι οἱ διάττοντες τῆς βροχῆς φαίνονται, ὅτι προέρχονται ἀπὸ ὧρι-

σμένον σημεῖον τοῦ οὐρανοῦ, τὸ
όποιον καλεῖται ἀκτινοβόλον.

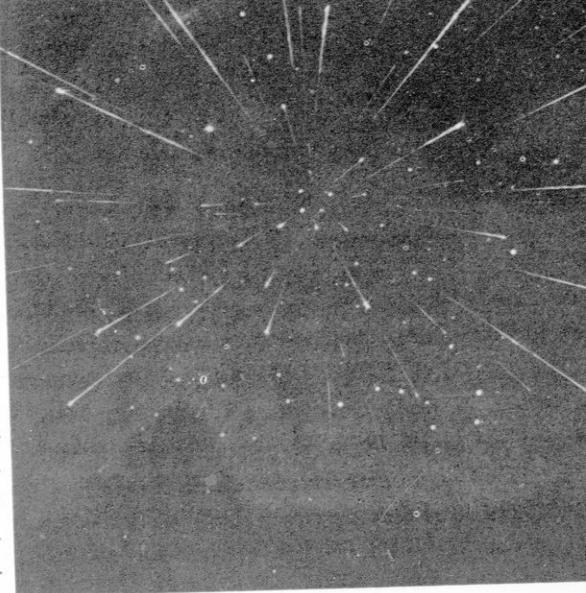
Συνολικῶς λαμβάνουν χώραν ἐννέα βροχαὶ διαττόντων ἑτησίως, σπουδαιοτέρα τῶν ὄποιών εἶναι ἡ σημειουμένη μεταξὺ 9ης καὶ 14ης Αὔγουστου, ὅπότε τὸ πλήθος τῶν λαμπρῶν μόνον διαττόντων ὑπολογίζεται εἰς 46 καθ' ὥραν. Τὸ ἀκτινοβόλον αὐτῶν εύρισκεται εἰς τὴν κατεύθυνσιν τοῦ ἀστέρος η τοῦ Περσέως, διὰ τοῦτο δὲ καὶ καλοῦνται **Περσεῖδαι**. Ἡ βροχὴ αὐτῇ διφείλεται εἰς τὸ μετεωρικὸν σμῆνος, τὸ προερχόμενον ἀπὸ τὸν κομήτην τοῦ Tuttle, τοῦ 1866.

85. Οἱ ἀερόλιθοι. α'. Ἀνέρχονται εἰς 700 περίπου οἱ ἀνευρεθέντες εἰς τὴν γῆν ἀερόλιθοι, ὁ μεγαλύτερος δὲ ὅλων, βάρους 36,5 τόννων, ἔπεσεν εἰς τὴν Γροιλανδίαν.

Ἐνίστε συμβαίνει, ἐὰν ὁ ἀερόλιθος ἐκραγῇ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν ἢ ἐὰν ἡ γῆ διέλθῃ διὰ μέσου σμήνους μετεώρων, νὰ πέσῃ εἰς τὴν γῆν ἢ καλούμενη χάλαζα ἐκ λίθων, ὅπότε τὸ συνολικὸν πλήθος τῶν μετεωρολίθων δυνατὸν νὰ ὑπερβαίνῃ καὶ τὰς 100.000, ὅπως συνέβη εἰς τὸ Πουλτούσκ τῆς Πολωνίας, τὴν 30ὴν Ἰανουαρίου 1868.

β'. Ἡ χημικὴ ἀνάλυσις τῶν ἀερολίθων, ἔδειξεν, ὅτι ἐνίστε περιέχονται εἰς αὐτούς μέταλλα καὶ μάλιστα σίδηρος, εἰς μεγάλην ἀναλογίαν. Διὰ τοῦτο οἱ ἀερόλιθοι διαχωρίζονται εἰς **σιδηρίτας**, περιέχοντας σίδηρον καὶ εἰς **μετεωρολίθους**, οἱ διοποῖοι προέρχονται ἀπὸ πετρώδεις μετεωρίτας.

γ'. Ἡ πτῶσις τῶν μετεωριτῶν συνεπάγεται συνήθως τὴν διάνοιξιν κρατήρων ἐπὶ τῆς γῆς, οἱ διοποῖοι, πρὸς διάκρισιν ἀπὸ τοὺς ἡφαιστειακούς, καλοῦνται **μετεωρικοὶ κρατῆρες**. Ὁ μεγαλύτερος ἔξι



Εἰκ. 35. Ἡ βροχὴ τῶν διαττόντων τῆς 9ης Οκτωβρίου 1933. "Ολα τὰ μετέωρα προέρχονται ἀπὸ τὸ «ἀκτινοβόλον» σημεῖον, τὸ εύρισκόμενον μεταξὺ τῶν τεσσάρων ἀστέρων τῆς κεφαλῆς τοῦ Δράκοντος.

αύτῶν εύρισκεται εἰς Κεμπέκ τῆς Ἀμερικῆς, ἔχει δὲ διάμετρον 4600 m καὶ ὑψος τειχωμάτων 165 m.

86. Ζωδιακὸν καὶ ἀντιηλιακὸν φῶς. α'. Κατὰ τοὺς μῆνας Ἰανουάριον ἔως Ἀπρίλιον, μετὰ τὴν λῆξιν τοῦ λυκόφωτος, φαίνεται εἰς τὸν δυτικὸν ὄριζοντα ὑπόλευκον καὶ διάχυτον, πολὺ ζωηρὸν φῶς, ὡς τριγωνικὴ στήλη, ἐκτεινομένη κατὰ μῆκος τῆς ἐκλειπτικῆς· τὸ ὑψος τοῦ φωτός, εἰς τὴν Ἑλλάδα, φαίνεται νὰ περιορίζεται εἰς 50°. Ἀνάλογον φῶς παρατηρεῖται καὶ εἰς τὸν ἀνατολικὸν ὄριζοντα, πρὸ τοῦ λυκαυγοῦς, τοὺς μῆνας Ὁκτώβριον καὶ Νοέμβριον. Τοῦτο καλοῦμεν **ζῳδιακὸν φῶς**.

Τὸ φῶς αὐτὸν προέρχεται ἀπὸ τὴν ἀνάκλασιν τοῦ ἥλιακοῦ φωτὸς ὑπὸ σωματιδίων, τὰ ὅποια, ὡς ἀραιὸς κονιορτός, εύρισκονται διακεχυμένα εἰς τὸν χῶρον μεταξὺ τῶν πλανητῶν, κυρίως δὲ ἀπὸ τοῦ ἥλιου μέχρι τοῦ Ἀρεως. 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 ὅποιας εύρισκεται ὁ ἥλιος, ἐκτείνεται δὲ ἐπὶ μικρᾶς περιοχῆς τοῦ οὐρανοῦ, σχήματος ἐλλειπτικοῦ.

Ασκήσεις

46. Εὕρετε τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ἡμιάξονος τῆς τροχιᾶς τοῦ κομήτου τοῦ Halley, τοῦ ὅποιου ἡ περίοδος εἶναι 75,2 ἔτη.

47. Εὕρετε εἰς πόσον χρόνον περιφέρεται γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιον κομήτης, τοῦ ὅποιου τὸ μὲν περιήλιον ἀπέχει ἐκ τοῦ ἥλιου 0,8 α.μ., τὸ δὲ ἀφήλιον 5,4 α.μ.

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤΗ ΓΗ

I. ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

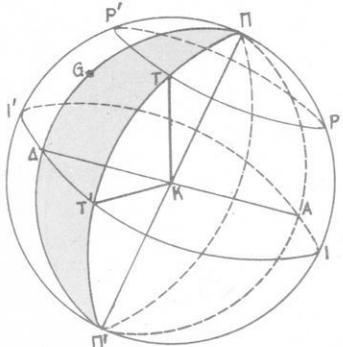
87. Ἡ γηίνη σφαῖρα· ἄξων αὐτῆς καὶ κύκλοι τῆς ἐπιφανείας της. α'. Ἡ γῆ εἶναι σφαιρικὴ καὶ μεμονωμένη εἰς τὸ διάστημα. Ἐκτὸς πολλῶν ἄλλων ἀποδείξεων, τοῦτο πιστοποιοῦν πλέον αἱ φωτογραφίαι τῆς γῆς, αἱ ληφθεῖσαι ὑπὸ διαστημοπλοίων, ἀπὸ μεγάλων ἔξ αὐτῆς ἀποστάσεων.

β'. Καλοῦμεν ἄξονα τῆς γηίνης σφαίρας (σχ. 12) τὴν διάμετρον αὐτῆς ΠΠ', περὶ τὴν ὅποιαν περιστρέφεται. Τὰ πέρατα τοῦ ἄξονος Π καὶ Π' καλοῦνται πόλοι τῆς γῆς, βόρειος μὲν ὁ Π, ὁ ἐστραμμένος πρὸς βορρᾶν, νότιος δὲ ὁ Π', ἐστραμμένος πρὸς νότον.

γ'. Ὄνομάζεται ισημερινὸς τῆς γῆς ὁ μέγιστος κύκλος αὐτῆς ΙΤ'Ι', ὁ κάθετος πρὸς τὸν ἄξονά της καὶ διερχόμενος διὰ τοῦ κέντρου της Κ. Ὁ ισημερινὸς χωρίζει τὴν γῆν εἰς δύο ἡμισφαίρια, ἐκ τῶν ὅποιών, τὸ μὲν περιέχον τὸν βόρειον πόλον αὐτῆς καλεῖται βόρειον ἡμισφαίριον, τὸ δὲ περιέχον τὸν νότιον πόλον τῆς λέγεται νότιον ἡμισφαίριον. Οἱ ἀπειροὶ παράλληλοι πρὸς τὸν ισημερινὸν μικροὶ καὶ κύκλοι, ὡς δ Ρ Τ Ρ', καλοῦνται παράλληλοι κύκλοι τῆς γῆς.

δ'. Οἱ ἀπειροὶ 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 Ζ, θεωρεῖται ὡς πρῶτος μεσημβρινός. Ὁ πρῶτος μεσημβρινός, ἔστω ΠΓΠ', χωρίζει τὴν γῆν εἰς δύο ἡμισφαίρια, ἐκ τῶν ὅποιών, τὸ μὲν ἀντιστοιχοῦν πρὸς τὴν ἡμιπεριφέρειαν ΔΙΑ τοῦ ισημερινοῦ καλεῖται ἀνατολικὸν ἡμισφαίριον, τὸ δὲ ἀντιστοιχοῦν πρὸς τὸ ἄλλο ἥμισυ ΔΙΑ τοῦ ισημερινοῦ καλεῖται δυτικὸν ἡμισφαίριον.

88. Γεωγραφικαὶ συντεταγμέναι. α'. Ἐστω τυχών τόπος Τ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς (σχ. 12) καὶ ΚΤ ἡ ἀκτὶς τῆς γῆς, ἡ διερχόμενη διὰ τοῦ Τ. Θεωρήσωμεν καὶ τὴν ΚΤ', τομὴν τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ισημερινοῦ ὑπὸ τοῦ ἐπιπέδου ΠΠΠ' τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου Τ. Τότε, ἡ ἐπίπεδος γωνία Τ' ΚΤ, τῆς ὅποιας μέτρον εἶναι τὸ τόξον Τ'Τ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου Τ, καλεῖται γεωγραφικὸν πλάτος τοῦ τόπου τούτου καὶ συμβολίζεται διὰ τοῦ φ.



Σχ. 12.

κος τοῦ τόπου Τ καὶ τὸ συμβολίζομεν διὰ τοῦ L, τὴν δίεδρον γωνίαν ΓΠΠ'Τ, τὴν σχηματιζομένην ὑπὸ τοῦ πρώτου μεσημβρινοῦ καὶ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου Τ. Ταύτης ἀντίστοιχος εἰναι ἡ ἐπίπεδος γωνία ΔΚΤ' τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἰσημερινοῦ, τῆς δοποίας μέτρον εἰναι τὸ τόξον ΔΤ' 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 Α' καὶ καλεῖται ἀνατολικὸν μέν, ὃν δὲ τόπος κεῖται εἰς τὸ ἀνατολικὸν ἡμισφαίριον, δυτικὸν δέ, ἐάν οὗτος κεῖται εἰς τὸ δυτικὸν ἡμισφαίριον. Οὕτω, τὸ γεωγρ. μῆκος τοῦ τόπου Τ εἰναι ἀνατολικὸν καὶ μετρεῖται ὑπὸ τοῦ τόξου ΔΤ'.

γ'. Ἐπειδὴ δὲ τόπος Τ κεῖται εἰς τὴν τομὴν τοῦ μεσημβρινοῦ αὐτοῦ ΠΠΠ' καὶ τοῦ παραλλήλου του ΡΤΡ', εἰναι προφανές, διτὶ τὸ γεωγρ. μῆκος καὶ τὸ γεωγρ. πλάτος αὐτοῦ, ὅριζουν τὴν θέσιν του ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς. Διότι, τὸ μὲν πλάτος ὅριζει τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τοῦ παραλλήλου τοῦ τόπου ἀπὸ τὸν ἰσημερινόν, καθὼς καὶ τὸ ἡμισφαίριον, βόρειον ἡ νότιον, τὸ δὲ μῆκος ὅριζει τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου ἀπὸ τὸν πρῶτον μεσημβρινόν, καθὼς καὶ τὸ ἡμισφαίριον, ἀνατολικὸν ἡ δυτικόν. Διὰ τοῦτο, τὸ γεωγρ. πλάτος καὶ γεωγρ. μῆκος ἐνδέ τόπου καλοῦνται, ἀπὸ κοινοῦ, γεωγραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ τόπου.

89. Τὸ γῆινον ἔλλειψοειδές. α'. Ακριβεῖς μετρήσεις τοῦ μήκους τόξων, διαφόρων μεσημβρινῶν τῆς γῆς, ὡδήγησαν εἰς τὸν καθορι-

Τὸ γεωγραφ. πλάτος μετρεῖται ἀπὸ 0 ἕως 90° ἐπὶ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου Τ, ἀρχῆς γενομένης ἐκ τῆς τομῆς Τ' τοῦ ἰσημερινοῦ καὶ καλεῖται βόρειον μέν, ὃν δὲ τόπος κεῖται εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον τῆς γῆς, νότιον δέ, ἐάν οὗτος κεῖται εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον αὐτῆς. Οὕτω, τὸ γεωγρ. πλάτος τοῦ τόπου Τ εἰναι βόρειον καὶ μετρεῖται ὑπὸ τοῦ τόξου ΤΤ'.

β'. Καλοῦμεν γεωγραφικὸν μῆ-

κος τοῦ τόπου Τ καὶ τὸ συμβολίζομεν διὰ τοῦ L, τὴν δίεδρον γω-

νίαν ΓΠΠ'Τ, τὴν σχηματιζομένην ὑπὸ τοῦ πρώτου μεσημβρινοῦ καὶ

τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου Τ. Ταύτης ἀντίστοιχος εἰναι ἡ ἐπίπε-

δος γωνία ΔΚΤ' τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἰσημερινοῦ, τῆς δοποίας μέτρον

εἰναι τὸ τόξον ΔΤ' τῆς περιφερείας τοῦ ἰσημερινοῦ.

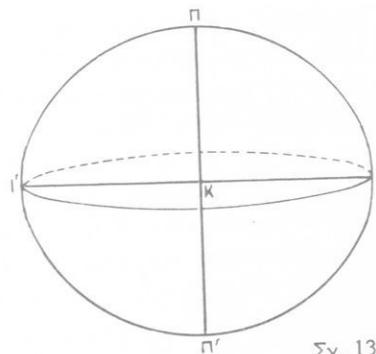
σμὸν τοῦ ἀκριβοῦς μεγέθους¹, ἀλλὰ καὶ τοῦ ἀκριβοῦς σχῆματος τῆς γῆς. Οὕτως εύρεθη, ὅτι οἱ μεσημβρινοί, ἵσοι πρὸς ἀλλήλους, ἔχουν μῆκος 40.009.152 m, ἐνῷ δὲ ἴσημερινὸς εἶναι μεγαλύτερος κατὰ 67.442 m. Ἐκ τῶν δεδομένων τούτων προκύπτει, ὅτι δὲ μεσημβρινὸς ΠΙΠ'Ι', (σχ. 13) εἶναι ἐλλειψις 15, τῆς ὁποίας, δὲ μὲν μέγας ἡμιάξων ΙΚ, ὅστις καὶ καλεῖται **ἴσημερινὴ ἀκτὶς** τῆς γῆς, ἔχει μῆκος 6.378.388 m, δὲ μικρὸς ἡμιάξων ΚΠ, ὅστις καλεῖται **πολικὴ ἀκτὶς**, εἶναι μικρότερος κατὰ 21.476 m.

β'. Ἐκ τῶν δεδομένων τούτων προκύπτει, ὅτι τὸ ἀκριβὲς σχῆμα τῆς γῆς εἶναι ἐλλειψις 15 δὲ ἐκ περιστροφῆς τῆς ἐλλειψεως στερεόν, τὸ δόποιον γεννᾶται διὰ τῆς περιστροφῆς τῆς ἐλλειψεως ΠΙΠ'Ι' (τοῦ μεσημβρινοῦ) περὶ τὸν μικρὸν ἄξονα αὐτῆς ΠΠ'.

γ'. Ἀπὸ τὰ μήκη τῆς ἴσημερινῆς καὶ τῆς πολικῆς ἀκτίνος προκύπτει, ὅτι δὲ μὲν ἐπιφάνεια τῆς γῆς εἶναι ἵση πρὸς 510.101.000 km², δὲ τῶν δόποιών μόνον τὰ 148.900.000 ἀντιστοιχοῦν εἰς τὴν ξηράν, δὲ δὲ γκος τῆς ἀνέρχεται εἰς 1.083.320.000.000 km³.

Ἐξ ἀλλού, διὰ διαφόρων μεθόδων εύρεθη, ὅτι δὲ μᾶζα τῆς γῆς ἀνέρχεται εἰς 5.977.10¹⁸ τόνους, ἐνῷ ἐκ τῆς μάζης καὶ τοῦ ὅγκου προκύπτει, ὅτι δὲ μέση πυκνότης αὐτῆς εἶναι ἵση μὲ 5,517. Τέλος, δὲ μὲν ἐντασις τῆς βαρύτητος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, εἰς γεωγρ. πλάτος 45°, εἶναι 9,81 m/sec², δὲ ταχύτης διαφυγῆς, ἥτοι δὲ ταχύτης ύπερνικήσεως τῆς ἔλξεως τῆς γῆς, ἰσοῦται μὲ 11.178 m/sec.

δ'. Καλοῦμεν γεωειδὲς τὸ ἀκριβὲς ἐλλειψειδὲς σχῆμα, τὸ δόποιον



Σχ. 13.

(1) Πρῶτος, δοτις ἐμέτρησε τὸ μέγεθος τῆς γῆς, μὲ δρκετὴν μάλιστα ἀκριβειαν, εἶναι δὲ Ἐρατοσθένης, κατὰ τὸ 250 π.Χ. Οὕτως κατεμέτρησε τὸ μῆκος τοῦ τόξου τοῦ μεσημβρινοῦ, τοῦ περιλαμβανομένου μεταξὺ Ἀλεξανδρείας καὶ Συήνης. Εὗρεν, διτὶ τοῦτο ἥτοι ἵσον μὲ 7° 12' καὶ πέτι εἶχε μῆκος 5000 στάδιων. Συνεπῶς, τὸ μῆκος τοῦ διου μεσημβρινοῦ ἀνήρχετο εἰς 250.000 στ. = 39.375 m. διότι τὸ στάδιον ίσοῦτο πρὸς 157,5 m.

θά είχεν ἡ γῆ, ἐὰν δὲν ὑπῆρχεν ἡ ξηρά, ἡ δὲ ἐπιφάνεια τῆς θαλάσσης ἐπεξετείνετο καθ' ὅλην τὴν ἔκτασίν της. Ὡς πρὸς τὸ γεωειδές, τὸ μέσον ὕψος τῆς ξηρᾶς ἀνέρχεται εἰς 700 m., ἐνῷ τὸ μέσον βάθος τῆς θαλάσσης φθάνει τὰ 3.500 m.

ε'. Ἐκ τῶν διαστάσεων τοῦ γηίνου ἐλλειψοειδοῦς ὥρισθη ἡ μονάς μήκους: τὸ μέτρον. Τοῦτο ἐλήφθη ἵσον πρὸς τὸ $1/10^7$ τοῦ μήκους τοῦ τετάρτου τοῦ μεσημβρινοῦ τῆς γῆς. Ἐπειδὴ ὅμως αἱ παλαιότεραι μετρήσεις τοῦ μήκους τοῦ μεσημβρινοῦ δὲν ἔσαν ἀκριβεῖς, διὰ τοῦτο τὸ μῆκος τοῦ χρησιμοποιουμένου μέτρου εἶναι κατὰ 0,2 mm μεγαλύτερον τοῦ ὧς ἄνω δριζομένου.

Ασκήσεις

49. Διατί οἱ μεσημβρινοὶ εἶναι ἴσοι πρὸς ἀλλήλους;

50. Δείξατε, δτὶ τὸ γεωγραφ. μῆκος 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 ἔχόντων α) $\phi = 0^\circ$, β) $\phi = 55^\circ$ καὶ γ) $\phi = -40^\circ$.

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

53. Εὔρετε τὴν τιμὴν τῆς πλατύνσεως τῆς γῆς.

54. Εὔρετε τὴν ἀκριβῆ ποσοστιαίσαν ἀναλογίαν ξηρᾶς καὶ θαλάσσης, ὡς πρὸς τὴν δλην ἐπιφάνειαν τῆς γῆς.

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

Π. ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

90. Αἱ στοιβάδες τῆς γηίνης σφαίρας. "Οπως ἀποδεικνύεται, κυρίως ἀπὸ τὴν σπουδὴν τῆς μεταδόσεως τῶν ἐπιμήκειαν σεισμικῶν κυμάτων (ἥτοι ἐκείνων, τὰ δόποια διασχίζουν τὴν γῆν σχεδὸν διαμετρικῶς καὶ τῶν δόποιών ἡ ταχύτης μεταβάλλεται ἀναλόγως τῆς πυκνότητος τῶν ἐσωτερικῶν στρωμάτων τῆς γῆς), δὲ πλανήτης μας διαχωρίζεται, βασικῶς, εἰς τρεῖς κυρίως ὑπερκειμένας ἀλλήλων στοιβάδας: τὸν πυρῆνα, τὸν μανδύαν καὶ τὸν φλοιόν.

α'. 'Ο πυρῆν. 'Ο πυρήν εἶναι ἡ σφαίρα, ἡ ἔχουσα ὡς κέντρον τῆς τὸ κέντρον τῆς γῆς καὶ ἀκτίνα 3600 km περίπου, ἀντιστοιχοῦσαν συνεπῶς εἰς τὰ 0,57 τῆς γηίνης ἀκτίνος. 'Η μέση πυκνότης του ὑπολογίζεται εἰς 9,5, ἐνῷ περὶ τὸ κέντρον τῆς

γῆς διέρχεται εἰς τὴν τιμὴν 12,5. Ἐξ ἄλλου, ἡ θερμοκρασία του πρέπει νὰ κυμαίνεται περὶ τοὺς 3000° C, ἐνῷ ἡ πίεσις τῶν ύπερκειμένων στοιβάδων φθάνει μέχρι $3,5 \times 10^6$ ἀτμοσφ. Τὸ πιθανώτερον, δὲ πυρήνη συνίσταται κυρίως ἐκ σιδήρου καὶ νικελίου. 'Αλλ' ὑπὸ τὰς κρατούσσας ἔκει συνθήκας, ἡ ὥλη τοῦ πυρῆνος δὲν δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς στερεά, πρέπει δὲ νὰ συμπεριφέρεται ὡς ρευστή.

β'. Ὁ μανδύας εἶναι ἡ στοιβάς, ἡ ὅποια ὑπέρκειται τοῦ πυρῆνος, πάχους 2750 km περίπου, ἦτοι 0,42 τῆς γηίνης ἀκτίνος καὶ ἡ ὅποια διαχωρίζεται εἰς δύο στρῶματα, ἐκ τῶν ἕσω πρὸς τὰ ἔξω.

Εἰς τὸ πρῶτον στρῶμα, πάχους 1800 km, ἡ μέση πυκνότης ὑπολογίζεται εἰς 6,4, ἡ δὲ θερμοκρασία, εἰς τὰ δριά του πρὸς τὸν πυρῆνα, φθάνει πιθανῶς τοὺς 10.000° C, ἐνῷ ἡ πίεσις διέρχεται εἰς $1,5 \times 10^6$ ἀτμοσφ. Τοῦτο ἀποτελεῖται κυρίως, ἀπὸ ἐνώσεις βαρέων μετάλλων. Εἰς τὸ δεύτερον στρῶμα, τὸ ὑπερκειμένον, πάχους 900 km, ἡ πυκνότης κυμαίνεται ἀπὸ 4,7 ἕως 3,3 καὶ εἰς τὰ κατώτερα δριά του, ἡ μὲν θερμοκρασία ὑπολογίζεται εἰς 1600° C, ἡ δὲ πίεσις εἰς 5×10^6 ἀτμ. Συνίσταται κυρίως, ἐκ πυριτικῶν βαρέων μετάλλων. Ἡ ὥλη τοῦ μανδύου πρέπει νὰ εἶναι στερέα.

γ'. Ὁ φλοιὸς εἶναι ἡ ἀνωτέρα στοιβάς, μέσου πάχους 35 km ὑπὸ τὴν ξηράν καὶ 50 km ὑπὸ τοὺς ὠκεανούς. Ἡ μέση πυκνότης τῆς λιθοσφαίρας εἶναι 2,7 καὶ εἰς τὴν βάσιν της, ἡ μὲν θερμοκρασία διέρχεται εἰς 900° C, ἡ δὲ πίεσις εἰς 28.000 ἀτμος.

'Ο φλοιός, εἰς μὲν τὸ κατώτερον στρῶμα του ἀποτελεῖται ἀπὸ βαλσατοειδῆ, εἰς δὲ τὸ ἀνώτερον ἀπὸ γρανιτοειδῆ πετρώματα.

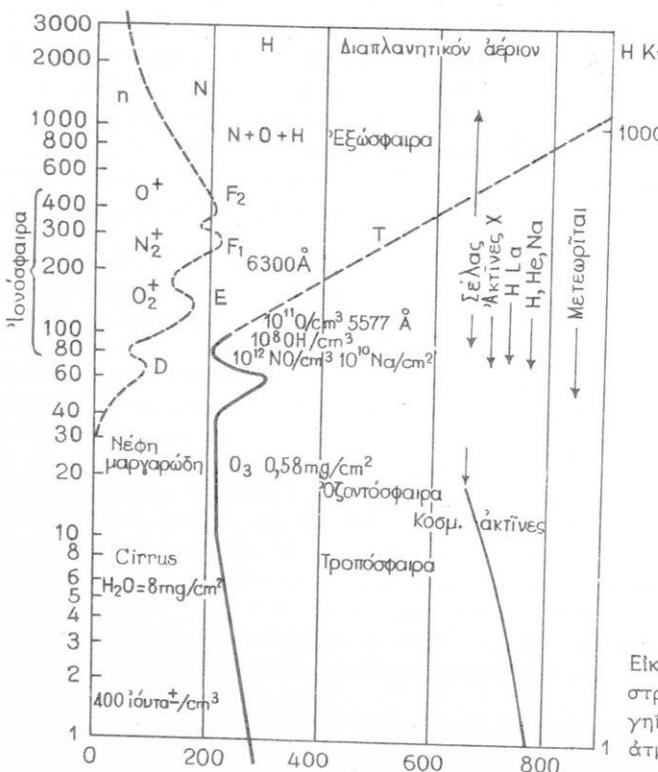
δ'. Τὸ σύνολον τῶν ὑδάτων, τὰ ὅποια καλύπτουν τὰς κοιλότητας τῆς ἐπιφανείας τῆς λιθοσφαίρας, ὡς θάλασσαι, λίμναι κ.λπ. καλούμεν συνήθως ὑδρόσφαιραν.

91. Ἡ ἀτμόσφαιρα. α'. 'Υπεράνω τοῦ φλοιοῦ ὑπάρχει ἡ τελευταία στοιβάς τῆς γῆς, ἡ ἀτμόσφαιρα.

Τὸ ὑψὸς αὐτῆς δὲν εἶναι γνωστόν, οὕτε καὶ εἶναι εὔκολον νὰ εὑρεθῇ. Διότι ἡ ὥλη τῆς ἀτμοσφαίρας, εἰς τὰς περιοχὰς πού εἶναι πέραν τῶν 3000 km, ἀναμιγνύεται μὲ τὴν ὥλην τοῦ μεσοπλανητικοῦ διαστήματος, ἡ ὅποια συνίσταται κυρίως ἀπὸ ἀτομα διαφόρων στοιχείων, μάλιστα δὲ σωματίδια. Πάντως, εἰς τὸ ὑψος τῶν 100 km ἡ πυκνότης της περιορίζεται εἰς τὸ $1/10^6$ ἐκείνης, τὴν ὅποιαν ἔχει εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης καὶ ἡ πίεσις εἰς 1 mm, ἔναντι τῶν 760 mm ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης.

'Η μᾶζα τῆς ἀτμοσφαίρας ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ $1/1000$ τῆς ὥλης γηίνης μάζης, ἐνῷ τὰ $3/4$ αὐτῆς συγκεντροῦνται μέχρι τοῦ ὑψούς τῶν 11 km. Συνίσταται κυρίως ἐξ ἀζώτου (78%), διξυγόνου (21%) καὶ εὐγενῶν ἀερίων κ.λπ. (1%).

β'. Ἡ ἀτμόσφαιρα διαχωρίζεται εἰς πέντε στρώματα, τὰ ὅποια εἶναι : 1. Ἡ τροπόσφαιρα, μέσου ὑψους 11 km. Εἶναι τὸ κατώτερον στρῶμα, τοῦ



Εικ. 36. Διαδοχικά στρώματα τής γηίνης άτμοσφαίρας.

δποίου τὸ ὑψος, εἰς τοὺς πόλους μέν, περιορίζεται εἰς τὰ 10 km, εἰς τὸν Ἰσημερινὸν δέ, ἐπεκτείνεται ἔως τὰ 16 km. Ἐντὸς σύτης λαμβάνουν χώραν δῆλαι αἱ μεταβολαι τῶν μετεωρολογικῶν φαινομένων, νεφῶν, ἀνέμων βροχῶν κ.λπ., αἱ τροπαὶ, ὅπως λέγονται, ἐκ τῶν δποίων ἔλαβε καὶ τὸ δνομά της. Εἰς τὴν τροπόσφαιραν ἡ θερμοκρασία κατέρχεται κατὰ 0,6° C ἀνὰ 100 m ὑψος καὶ εἰς τὰ ὄρια αὐτῆς φθάνει τοὺς 60° C ὑπὸ τὸ μηδέν.

2. **Η στρατόσφαιρα**, ἀπὸ 11 ἔως 50 km ὑψος. Τὸ ἀμέσως ὑπερκείμενον τῆς τροποσφαίρας στρώμα εἶναι ἡ στρατόσφαιρα, εἰς τὴν δποίαν ἡ θερμοκρασία παραμένει στάθερὰ κατ' ἀρχάς, ἀκολούθως δὲ ἀνέρχεται βαθμίσιως ἔως τοὺς +15° C.

3. **Η μεσόσφαιρα**, ἀπὸ 50 ἔως 80 km ὑψος. Εἰς τὸ στρώμα αὐτὸν ἡ θερμοκρασία κατέρχεται μέχρι -40° C, καθὼς χωροῦμεν πρὸς τὸ ὑψος τῶν 80 km.

4. **Η θερμόσφαιρα**, ἀπὸ 80 ἔως 500 km ὑψος, ἔλαβε τὸ δνομά τοῦτο, διότι καθ' δῆλην τὴν ἔκτασίν της ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται συνεχῶς καὶ εἰς τὸ ὑψος τῶν 450 - 500 km φθάνει τοὺς +1500° C ἥ καὶ περισσότερον.

5. **Η ἔξωσφαιρα**, τέλος, ἐκτείνεται ἀπὸ τὰ 500 km ὑψος καὶ ἀνω, ὅπου ἡ θερμοκρασία παρουσιάζει μικρὰν αὔξησιν μετὰ τοῦ ὑψους. "Οταν λέγωμεν, δτὶ ἡ

θερμοκρασία είναι τόσον ύψηλή, εις τὰ ἔξωτα δρια, θά πρέπει νὰ ἐννοῶμεν, δτὶ ἡ κινητικὴ κατάστασις τῶν ἀτόμων τῆς ἀτμοσφαίρας, εις τὰ ὑψη ἑκεῖνα, είναι ἡ ἀντιστοιχοῦσα εἰς αὐτὰς τὰς θερμοκρασίας.

‘Η ἔξωσφαιρα ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ ἡλεκτρόνια καὶ ίόντα, τὰ ὅποια, ὑπὸ τὴν ἐπιδρασιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τῆς γῆς (§ 93 α), συμπεριφέρονται δπως ἡ ὥλη τῶν ἀνωτέρων στοιβάδων τοῦ ἡλιακοῦ στέμματος. Τὴν κατάστασιν αὐτὴν τῆς ὥλης καλοῦμεν πλάσμα.

γ'. **Στρῶμα δύοντος.** Εις τὸ ὑψος τῶν 15 ἓως 35 km ἡ στρατόσφαιρα καὶ ἡ μεσόσφαιρα είναι πλουσία εἰς δζον, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ἡ στοιβάς αὐτὴ καλεῖται δζον τόσφαιρα. Ἐπειδὴ δὲ τὸ δζον προκαλεῖ μεγάλην ἀπορρόφησιν τῆς ὑπεριώδους ἀκτινοβολίας, ἡ ὅποια ἐπιδρᾷ πολὺ δυσμενῶς, ἀκόμη δὲ καὶ θανατηφόρως ἐπὶ τῶν ζωϊκῶν ειδῶν, ἡ δζοντόσφαιρα ἀποτελεῖ διὰ τὰ ἔμβια ὅντα εἶδος προστατευτικοῦ μανδύου τῆς γῆς, ὁ ὅποιος ἔξασφαλίζει τὴν παρουσίαν τῆς ζωῆς ἐπὶ τοῦ πλανήτου μας. Ἐὰν δι' οἰονδήποτε λόγον ἔξηφανίζετο τὸ στρῶμα τοῦτο, θὰ κατεστρέφετο, ἐντὸς ὥρῶν, ὀλόκληρος ἡ ζωὴ ἐπὶ τῆς γῆς.

δ'. **Ιονόσφαιρα.** Ἀπὸ τοῦ ὑψους τῶν 60 km καὶ ἀνω παρατηροῦνται φαινόμενα ιονισμοῦ τῶν μορίων καὶ τῶν ἀτόμων τῆς ἀτμοσφαίρας, εἰς τρόπον ὥστε ὀλόκληρα στρώματα, μεγάλου πάχους, νὰ ἐμφανίζωνται ιονισμένα. Καλοῦμεν ιονόσφαιραν τὸ σύνολον τῶν ιονισμένων ἀτμοσφαιρικῶν στρωμάτων. Ἐξ αὐτῶν τὰ κυριώτερα είναι:

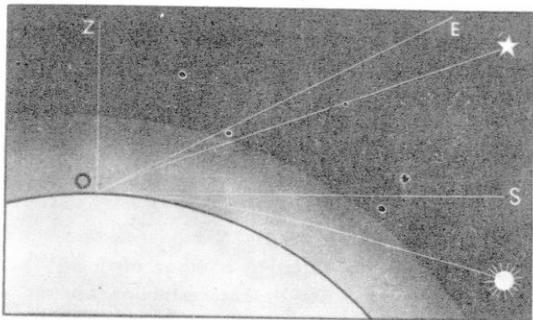
1. **Τὸ στρῶμα D** εἰς ὑψος 60 ἓως 80 km, ἀσθενῶς ιονισμένον καὶ μόνον κατὰ τὴν ἡμέραν.

2. **Τὸ στρῶμα E**, εἰς τὸ ὑψος τῶν 100 - 150 km, μεταβλητοῦ πάχους, ἐντονώτερον δὲ ιονισμένον ἀπὸ τὸ προηγούμενον. Τοῦτο ἐμφανίζεται ἐπίσης κατὰ τὴν ἡμέραν.

3. **Τὸ στρῶμα F**, διαχωριζόμενον εἰς δύο μέρη F_1 καὶ F_2 , ἐκ τῶν ὅποιων τὸ μὲν F_1 ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ μέσον ὑψος τῶν 220 km μὲ πάχος 120 km καὶ ἔξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἡλιακοῦ φωτισμοῦ, τὸ δὲ F_2 , εἰς τὸ ὑψος τῶν 350 km, ἐπεκτείνεται κακοποτε καὶ μέχρι τῶν 500 km. Τὰ δύο τμήματα χωρίζονται κατὰ τὴν ἡμέραν, ἐνῷ κατὰ τὴν νύκτα συνενοῦνται εἰς ἐν στρῶμα.

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

92. **Ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις.** α'. ‘Ως ἐκ τῆς διαφόρου πυκνότητος τῶν στρωμάτων τῆς γηίνης ἀτμοσφαίρας, τὸ φῶς τοῦ ἡλίου καὶ τῶν ἀστέρων, εἰσδῦν ἀπὸ στρώματος εἰς στρῶμα, ἥτοι ἀπὸ τινος μέσου μικροτέρας ὁ πικρότερος πυκνότητος, εἰς ἄλλα, ὀλονέν καὶ μεγαλυτέρας διπτικῆς πυκνότητος, ὑπόκειται εἰς συνεχῆ διάθλασιν, τὴν ὅποιαν ὀνομάζομεν ἀτμοσφαιρικήν. ‘Η ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις είναι ἀτόσον μεγαλυτέρα, ὅσον είναι μεγαλυτέρα καὶ ἡ πλαγιότης τῶν ἀ-



Εἰκ. 37. Λόγω τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως, δὲ ἥλιος καὶ δὲ ἀστήρ, εύρισκομενοὶ πλησίον τοῦ ὁρίζοντος, ἀνυψοῦνται καὶ φαίνονται εἰς τὰς θέσεις Σ καὶ Ε ἀντιστοίχως.

διαθλάσεως εἶναι πολλά, κυριώτερα δὲ τούτων τὰ ἔξης:

1. **Παράτασις τῆς διαρκείας τῆς ήμέρας.** Λόγω τῆς ἀτμ. διαθλάσεως, δὲ ἥλιος, ὅταν εύρισκεται πλησίον τοῦ ὁρίζοντος, ἀνυψοῦται φαινομενικῶς. Ἐπειδὴ δὲ ἡ φαινομένη διάμετρός του εἶναι ἵση πρὸς $32'$ περίπου, ἥτοι ὅση εἶναι καὶ ἡ τιμὴ τῆς ἀτμ. διαθλάσεως εἰς τὸν ὁρίζοντα, διὰ τοῦτο, ὅταν δὲ δίσκος του φαίνεται, ὅτι ἐφάπτεται τοῦ ὁρίζοντος, διὰ νὰ δύσῃ, εἰς τὴν πρᾶγματικότητα οὗτος ἔχει δύσει ἐντελῶς. Τὸ ἀντίστροφον γίνεται κατὰ τὴν ἀνατολήν του, δπότε, ὅταν πράγματι ἀρχίζῃ νὰ ἀνατέλῃ, φαίνεται ὅτι ἥδη ἀνέτειλεν ἐντελῶς. Συνεπῶς, λόγω τῆς ἀτμ. διαθλάσεως ἐπιμηκύνεται ἡ παρουσία τοῦ ἥλιου ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα καὶ οὕτω παρατείνεται ἡ διάρκεια τῆς ήμέρας.

2. **Μεγέθυνσις τῶν σωμάτων εἰς τὸν ὁρίζοντα.** Ἐξ ἄλλου, πλησίον τοῦ ὁρίζοντος, τὰ σώματα μεγεθύνονται, λόγω τῆς ἀτμοσφαιρ. διαθλάσεως. Οὕτως, οἱ ἀστέρες φαινομενικῶς ἀφίστανται καὶ οἱ ἀστερισμοὶ φαίνονται μεγαλύτεροι, ὅπως τὸ ἴδιον συμβαίνει καὶ μὲ τοὺς δίσκους τοῦ ἥλιου καὶ τῆς σελήνης.

3. **Παραμόρφωσις τῶν σωμάτων πλησίον τοῦ ὁρίζοντος.** Ἀκόμη, λόγω τῆς ἀτμ. διαθλάσεως, δὲ δίσκος τοῦ ἥλιου καὶ τῆς σελήνης φαίνονται πεπλατυσμένοι καὶ ἐνίοτε παραμορφωμένοι πλησίον τοῦ ὁρίζοντος.

4. **Στίλβη τῶν ἀστέρων.** Τέλος, λόγω τῆς ἀτμ. διαθλάσεως κυ-

κτίνων τοῦ φωτός, διὰ τοῦτο δὲ καὶ μηδενίζεται, ὅταν ἡ ἀκτὶς εἰσδύῃ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κατακορύφου. Ἀντιθέτως, λαμβάνει τὴν μεγαλυτέραν της τιμήν, ἵσην πρὸς $36'36''$, ὅταν τὸ φῶς προέρχεται ἐκ τῶν σωμάτων, τῶν εὐρισκομένων εἰς τὸν ὁρίζοντα.

β'. Τὰ ἀποτελέσματα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς

ρίως, προκαλεῖται τὸ φαινόμενον, κατὰ τὸ ὅποιον οἱ ἀστέρες φαίνονται νὰ σπινθιρίζουν καὶ νὰ μετατοπίζωνται ἐλαφρῶς, ἀλλὰ συνέχῶς, περὶ τὴν πραγματικήν των θέσιν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται στίλβη τῶν ἀστέρων καὶ εἶναι ἐντονώτερον, ὅσον οἱ ἀστέρες εὐρίσκονται πλησιέστερον τοῦ δρίζοντος.

Οἱ πλανῆται δὲν παρουσιάζουν στίλβην, διότι τὸ φῶς των, ὡς πολωμένον, ὑπόκειται δλιγώτερον εἰς τὴν ἀτμ. διάθλασιν.

γ'. Τὸ λυκαυγές καὶ τὸ λυκόφως, ὅπως καὶ τὸ διάχυτον φῶς τῆς ἡμέρας, δὲν ὀφείλονται εἰς τὴν ἀτμ. διάθλασιν, ἀλλ' εἰς τὴν διάχυσιν τοῦ φωτὸς ὑπὸ τῶν μορίων τῆς ἀτμοσφαίρας καὶ τῶν ἐντὸς αὐτῆς αἰωρουμένων ξένων σωματίδιων, ὑδρατμῶν, μορίων καπνοῦ κ.λπ.

93. 'Ο γήινος μαγνητισμός. α'. 'Η διεύθυνσις τῆς μαγνητικῆς βελόνης, στρεφομένης πρὸς βορρᾶν, ἀποδεικνύει ὅτι ἡ γῆ ἀποτελεῖ πελώριον μαγνήτην, τοῦ ὅποιου ὁ βόρειος (μαγνητικός) πόλος εὑρίσκεται πλησίον τοῦ νοτίου πόλου τοῦ ἄξονος περιστροφῆς τῆς γῆς, ὁ δὲ νότιος μαγνητικός πόλος πλησίον τοῦ βορείου πόλου τοῦ ἄξονος τῆς γῆς.

'Ο γεωμαγνητικὸς ἄξων τῆς γῆς σχηματίζει μετὰ τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς γωνίαν $110^{\circ}4'$.

β'. Δὲν γνωρίζομεν ποῦ ὀφείλεται ὁ γήινος μαγνητισμός. Πιθανὸν νὰ συνδέεται μὲ ἡλεκτρικὰ ρεύματα τοῦ πυρῆνος καὶ ἔνεκα τούτου νὰ σχετίζεται μὲ τὴν περιστροφὴν τῆς γῆς.

'Εξ ἀλλού, δῆλος καὶ οἱ πλανῆται παρουσιάζουν μαγνητικὸν πεδίον, τοῦ ὅποιου ἡ ἔντασις φαίνεται νὰ εἴναι τόσον μεγαλύτερα, ὅσον ταχυτέρα είναι ἡ περιστροφὴ των.

'Η ἔντασις τοῦ γηίνου μαγνητικοῦ πεδίου, εἰς τοὺς πόλους, εὑρίσκεται ἴση πρὸς 0,63 gauss, ἐνῷ τοῦ ἡλίου είναι 1 - 2 gauss.

γ'. Ζῶναι Van Allen (Bāv "Αλλεν). Διὰ τῶν τεχνητῶν δορυφόρων διεπιστρώθη, ὅτι ὑπάρχουν δύο ζῶναι, ἐντόνου σωματιακῆς ἀκτινοβολίας, ἡ πρώτη εἰς ὑψος ἀπὸ 1000 ἐως 8000 km καὶ ἡ δευτέρα ἀπὸ 10.000 ἐως 65.000 km, αἱ ὅποιαι ὀνομάσθησαν ζῶναι Βάν "Αλλεν, ἀπὸ τὸ δυνομα τοῦ ἐρευνητοῦ, ὅστις πρῶτος τὰς ἐπεσήμανε. 'Η ἐντονος ἀκτινοβολία των ὀφείλεται εἰς τὰ ταχέως κινούμενα σωματίδια, πρωτόνια καὶ ἡλεκτρόνια, ἐπὶ τῶν δυναμικῶν γραμμῶν τοῦ γηίνου μαγνητικοῦ πεδίου. Σημαντικότερα ἐμφανίζεται ἡ ἔξωτερη ζώνη, ἡ ὅποια καὶ γεννᾶται ἀπὸ τὰ σωματίδια, τὰ ὅποια φθάνουν εἰς τὴν γῆν ἐκ τοῦ ἡλίου (§ 58), σχηματίζουν δὲ ζώνην ἀπὸ πλάσμα, μὲ ἐντονωτέραν ἀκτινοβολίαν περὶ τὸν μαγνητικὸν ισημερινὸν τῆς γῆς.

Αἱ ζῶναι Βάν "Αλλεν σχετίζονται στενῶς μὲ τὸ φαινόμενον τοῦ πολικοῦ σέλαος.

δ'. Τὸ πολικὸν σέλας εἶναι φαινόμενον, παρατηρούμενον ἵδιχ
εἰς τὰς πολικὰς περιοχὰς τῆς γῆς, σπανίως δὲ εἰς μικρότερα πλάτη,
μέχρι καὶ $\pm 35^{\circ}$, πρὸ παντὸς κατὰ τὰ μέγιστα τῆς ἡλιακῆς δραστη-
ριότητος. Παρέχει τὴν ἐντύπωσιν φωτεινοῦ παραπετάσματος μετὰ
κροσσῶν ἥ φωτεινῶν, ἐρυθρωπῶν συνήθως, νεφῶν, τὰ ὅποια φαί-
νονται νὰ πάλλωνται, ἀλλὰ καὶ νὰ μεταμορφοῦνται συνεχῶς.

'Ασκήσεις

56. Δείξατε διατί ὁ δίσκος τοῦ ἡλίου ἥ τῆς σελήνης φαίνεται πεπλατυσμένος
πλησίον τοῦ ὁρίζοντος.

57. Δικαιολογήσατε πῶς συμβαίνει, ὅστε ἥ στίλβη τῶν ἀστέρων νὰ περιο-
ρίζεται, ὅταν οὗτοι εύρισκωνται πρὸς τὴν κατεύθυνσιν τῆς κατακορύφου.

III. ΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

94. Ἡ περιστροφὴ τῆς γῆς. α'. Ἡ γῆ κινεῖται περὶ ἄξονα,
κεκλιμένον ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιᾶς της περὶ τὸν ἡλιον 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 πολλαί,
ἐκ τῶν ὅποιων αἱ κυριώτεραι εἴναι:

1. Ἡ φαινόμενη ἡμερησία κίνησις τοῦ ἡλίου καὶ ὀλοκλήρου τῆς
οὐρανίου σφαιρᾶς ἔξ A πρὸς Δ., ἥ ὅποια εἴναι ἀποτέλεσμα τῆς πε-
ριστροφῆς τῆς γῆς (§ 121).

2. Τὸ ἔλλειψοειδὲς ἐκ περιστροφῆς σχῆμα τῆς γῆς (§ 89β).

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

4. Ἡ ἀπόκλισις τῶν ὁρίζοντίων κινουμένων βλημάτων. Πρά-
γματι, ἔὰν εἰς τὸ B. ἡμισφαίριον τῆς γῆς, ριφθῇ βλῆμα μὲ διεύθυνσιν
ἐκ B. πρὸς N., ἥτοι κατὰ τὴν διεύθυνσιν μεσημβρινοῦ τῆς γῆς, τοῦτο
κινεῖται καὶ πίπτει δυτικώτερον· ἔὰν δὲ κατευθυνθῇ ἐκ N. πρὸς B.,
τότε κινεῖται καὶ πίπτει ἀνατολικώτερον. (Τὰ ἀντιθέτα συμβαίνουν
εἰς τὸ N. ἡμισφαίριον τῆς γῆς).

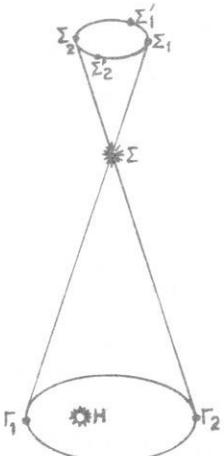
5. Ἡ μεταβολὴ τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος, συναρτήσει τοῦ
γεωγρ. πλάτους. Οὕτως, ἐνῷ εἰς τοὺς πόλους τῆς γῆς ἥ τιμὴ τοῦ g
είναι $983,221 \text{ cm/sec}^2$, εἰς τὸν ἴσημερινὸν ἔχομεν $g = 978,049 \text{ cm/sec}^2$,

ἄν καὶ θὰ ἔπρεπε νὰ είναι $981,441 \text{ cm/sec}^2$, ἐὰν ἡ μεταβολὴ ὥφείλετο μόνον εἰς τὴν μεγαλυτέραν ἀπόστασιν ἐκ τοῦ κέντρου τῆς γῆς, λόγω τοῦ μεγαλυτέρου μήκους τῆς ἴσημερινῆς ἀκτίνος. Ἡ διαφορά τῶν $3,392 \text{ cm/sec}^2$ ὀφείλεται εἰς τὴν περιστροφήν.

Ἐκτὸς αὐτῶν καὶ ἄλλων ἀποδείξεων, ὑπάρχει καὶ ἡ πειραματικὴ τοῦ ἐκκρεμοῦς, τὴν ὁποίαν ἐφήρμοσε πρῶτος ὁ Foucault (Φουκώ, 1819 - 1868) τὸ 1851. Αὐτὴ στηρίζεται εἰς τὴν γνωστὴν ιδιότητα τοῦ ἐκκρεμοῦς, καθ' ἣν τὸ ἐπίπεδον τῆς αἰωρήσεώς του μένει ἀμετάβλητον καὶ ὅταν στρέφεται ὁ ἄξων ἐξαρτήσεώς του. Κατὰ ταῦτα, εἰς ἐκκρεμές ἐξηρτημένον ἐπὶ τίνος τῶν πόλων τῆς γῆς, καὶ ἐφωδιασμένον μὲ ἀκίδα, χαράσσουσαν ἐπὶ τοῦ ἐδάφους τὰς αἰωρήσεις, θὰ συνέβαινε τοῦτο: ἡ ἀκίς θὰ ἔγραφεν εἰς κάθε αἰωρήσιν διαφορετικήν γραμμήν, μαρτυροῦσαν ἄλλασσὴν τοῦ ἐπιπέδου, λόγω τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς καί, εἰς 24 ὥρ., τὸ σύνολον τῶν γραμμῶν θὰ συνεπλήρωνε περιφέρειαν κύκλου μὲ κέντρον τὸν πόλον. Εάν, ἀντιθέτως, τὸ ἐκκρεμές ἐξαρτηθῇ ἐπὶ τίνος τόπου τοῦ ἴσημερινοῦ τῆς γῆς, θὰ διαγράφεται πάντοτε μία καὶ ἡ αὐτὴ γραμμή, ἐφ' ὅσον τὸ ἐπίπεδον αἰωρήσεως θὰ συνέπιπτε μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἴσημερινοῦ. Τέλος, εἰς ἐνδιάμεσα γεωγρ. πλάτη θὰ γράφεται ἔλλειψις. Τοῦτο ἀκριβῶς ἔδειξε καὶ τὸ ἐκκρεμές τοῦ Foucault, τὸ ὅποιον ἐξηρτήθη ἀπὸ τὸν θόλον τοῦ Πανθέου τῶν Παρισίων. Ἡ ἀκίς τοῦ ἐκκρεμοῦς ἔγραψεν ἐπὶ τῆς ἄκμης διαφορετικάς γραμμάς, σχηματιζούσας ἔλλειψιν καὶ μαρτυρούσας τὴν περιστροφὴν τῆς γῆς.

γ'. Ἀποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς είναι ἡ συνεχὴς διαδοχὴ τῆς ἡμέρας καὶ τῆς νυκτός, εἰς τοὺς διαφόρους τόπους. Διότι ἡ γῆ στρέφει πρὸς τὸν ἥλιον διαφορετικὸν ἡμισφαίριον, ἀνὰ πᾶσαν στιγμήν, τὸ ὅποιον φωτίζεται καὶ ἔχει ἡμέραν, διαχωρίζεται δὲ ἀπὸ τὸ ἄλλο ἡμισφαίριον, τὸ ὅποιον δὲν φωτίζεται καὶ ἔχει νύκτα, διὰ τοῦ καλουμένου κύκλου φωτισμοῦ, δὲ ὅποιος, ἐντὸς 24ώρου, συνεχῶς μετατοπίζεται καὶ διατρέχει δῆλην τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς.

95. Ἡ κίνησις τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον. α'. Ὡς τρίτος, κατὰ σειράν, πλανήτης τοῦ ἥλιακοῦ 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 ἔλλειπτικήν της τροχιάν περὶ ἑκεῖνον, μὲ μέσην ταχύτητα 29.760 m/sec , ἐντὸς $365,256 \text{ ἡμ.}$.



Σχ. 14.

β'. Ἀποδείξεις τῆς περιφορᾶς τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον, ὑπάρχουν πολλαῖ, σπουδαιότεραι τῶν ὅποιών εἰναι αἱ ἔξῆς:

1. Ἡ παραλλακτικὴ ἀπόδειξις. "Οπως ἐλέχθη, (§ 24) καθεὶς τῶν πλησιεστέρων ἀστέρων γράφει ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ κατ' ἔτος μικρὰν ἔλλειψιν, τὴν ὅποιαν καλοῦμεν παραλλακτικὴν τροχιὰν (σχ. 3 καὶ 14). 'Αλλ' ἐὰν ἡ γῆ δὲν ἐκινεῖτο περὶ τὸν ἥλιον Η, οἱ ἀστέρες δὲν θὰ ἔγραφον ἐτησίως τὴν τροχιὰν αὐτήν.

2. Ἡ ἐτησία ἀποπλάνησις τοῦ φωτός. 'Αλλ' ἐκ τῆς θέσεως Γ₁ τῆς γῆς (σχ. 14) ὁ ἀστὴρ Σ θὰ ἐπρεπε νὰ παρατηρῆται εἰς τὴν θέσιν Σ₁, ἐν τούτοις φαίνεται εἰς τὴν Σ'₁ καὶ ἐκ τῆς θέσεως Γ₂ τῆς γῆς παρατηρεῖται μετατοπισμένος ἐκ τοῦ Σ₂ εἰς τὸ Σ'₂. Καθ' ὅμοιον τρόπον

μετατοπίζεται καὶ εἰς ὅλας τὰς ἐνδιαμέσους θέσεις. Ἡ μετατόπισις αὐτὴ καλεῖται ἐτησία ἀποπλάνησις τοῦ φωτός, ὁφείλεται δὲ εἰς τὴν κίνησιν τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον καὶ ἔχηγείται ὡς ἔξῆς :

"Οταν ἔνα πλοιον ἀκινητῇ ὁ καπνὸς τῆς καπνοδόχου του ἔχει τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἀνέμου. "Οταν ὅμως κινηταί, τότε καὶ ὁ καπνὸς του κινεῖται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς συνισταμένης τῆς διευθύνσεως τοῦ ἀνέμου καὶ τῆς διευθύνσεως τοῦ πλοίου. Καθ' ὅμοιον τρόπον, ἡ κατεύθυνσις πρὸς τὴν ὅποιαν φαίνεται ὁ ἀστὴρ εἶναι ἡ συνισταμένη τῆς κινήσεως τῆς γῆς καὶ τοῦ φωτὸς τοῦ ἐρχομένου ἐκ τοῦ ἀστέρος.

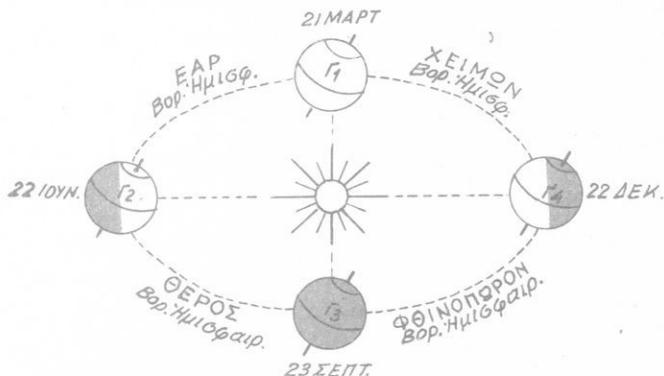
3. Ἡ φασματικὴ ἀπόδειξις. Τέλος, λόγω τῆς κινήσεώς της περὶ τὸν ἥλιον, ἐπὶ ἔξι μῆνας ἡ γῆ πλησιάζει πρὸς τινας τῶν ἀστέρων καὶ ἐπὶ ἄλλους ἔξι ἀπομακρύνεται αὐτῶν. Τὴν μὲν προσέγγισιν μαρτυρεῖ ἡ παρατηρουμένη μετατόπισις τῶν γραμμῶν τοῦ φάσματος τῶν ἀστέρων πρὸς τὸ κυανοῦν μέρος· τὴν δὲ ἀπομάκρυνσιν ἡ μετατόπισις των πρὸς τὸ ἐρυθρόν. Τὰ φαινόμενα αὐτὰ τῆς περιοδικῆς μετατοπίσεως τῶν γραμμῶν τοῦ φάσματος δὲν ἔχηγοῦνται ἄλλως, παρὰ μόνον μὲ τὴν κίνησιν τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον.

96. Ἀποτελέσματα τοῦ συνδυασμοῦ τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς καὶ τῆς κινήσεως αὐτῆς περὶ τὸν ἥλιον. α'. Αἱ ἐποχαὶ τοῦ

ἔτους καὶ ἡ ἀνισότης διαρκείας ἡμερῶν καὶ νυκτῶν. Ἐστω ὁ ἥλιος Ή (σχ. 15), θεωρούμενος ἐπὶ τὸ ἀπλούστερον, εἰς τὸ κέντρον τῆς ἑλειπτικῆς τροχιᾶς τῆς γῆς περὶ αὐτόν.

Κατὰ τὴν 21ην Μαρτίου ἡ γῆ εύρισκεται εἰς τὴν θέσιν Γ₁. Τότε, δο κύκλος φωτισμοῦ (§ 94γ) διέρχεται ἐκ τῶν πόλων αὐτῆς καὶ ὅλοι οἱ τόποι φωτίζονται ἐξ ἴσου, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ἔχουν ἡμέραν ἴσην πρὸς τὴν νύκτα. Ἀλλ' ἀπὸ τῆς 21ης Μαρτίου μέχρι τῆς 22ας Ἰουνίου, ὅποτε ἡ γῆ διανύει τὸ τόξον Γ₁Γ₂, δο κύκλος φωτισμοῦ συνεχῶς μετατίθεται, ἐπειδὴ ὁ ἄξων αὐτῆς διατηρεῖ σταθερὰν κλίσιν, ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιᾶς τῆς. "Ολοι οἱ τόποι τοῦ βορείου ἡμισφαίριου φωτίζονται τότε δόλονεν καὶ ἐπὶ περισσότερον χρόνον ἀπὸ τοὺς τόπους τοῦ νοτίου, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας εἰς αὐτοὺς συνεχῶς αὔξανει, ενῷ εἰς τοὺς τόπους τοῦ νοτίου αὔξανει 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, ἐνῷ δο Β. πόλος ἔχει συνεχῆ ἡμέραν, καθ' ὅλον τὸ διάστημα τοῦτο, δο Ν. πόλος ἔχει συνεχῆ νύκτα. Ἐξ ἀλλου, τὸ βόρειον ἡμισφαίριον, θερμαίνεται ὀλονεν καὶ περισσότερον, λόγω τῆς μεγαλυτέρας διαρκείας τῆς ἡμέρας, ἀλλὰ καὶ διότι αἱ ἀκτίνες, ἡμέραν καθ' ἡμέραν, προσπίπτουν ὀλιγώτερον πλαγίως εἰς τοὺς τόπους αὐτοῦ. Διὰ τοῦτο καὶ ἐπικρατεῖ εἰς αὐτὸν ἡ ἐποχὴ τοῦ **ξαρος**, ἐνῷ τὸ νότιον, τὸ ὅποιον θερμαίνεται ὀλονεν καὶ ὀλιγώτερον, διανύει τὴν ἐποχὴν τοῦ φθινοπώρου.

Σχ. 15.



’Απὸ τῆς 22ας Ἰουνίου μέχρι τῆς 23ης Σεπτεμβρίου, ὅπότε ἡ γῆ διατρέχει τὸ τόξον Γ₂Γ₃ τῆς τροχιᾶς της, ὁ κύκλος φωτισμοῦ πλησιάζει καὶ πάλιν πρὸς τοὺς πόλους καὶ τὴν 23ην Σεπτεμβρίου διέρχεται ἀκριβῶς ἐξ αὐτῶν. Διὰ τοῦτο, ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας συνεχῶς περιορίζεται εἰς τοὺς τόπους τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου, ἐνῷ αὐξάνει εἰς τοὺς τόπους τοῦ νοτίου· καὶ τὴν 23ην Σεπτεμβρίου, ὅλοι πάλιν οἱ τόποι τῆς γῆς ἔχουν ἵσην διάρκειαν ἡμέρας καὶ νυκτός. Δι’ ἄλλους τρεῖς μῆνας ὁ Β. πόλος εἶχε συνεχῆ ἡμέραν καὶ ὁ Ν. πόλος συνεχῆ νύκταν. Ἐξ ἄλλου, λόγῳ τῆς συνεχίζομένης μεγαλυτέρας διαρκείας τῆς ἡμέρας εἰς τοὺς τόπους τοῦ βορείου (ἔστω καὶ ἐὰν ἥδη αὐτὴ συνεχῶς περιορίζεται καί, ἐπὶ πλέον, παρὰ τὸ γεγονὸς ὅτι αἱ ἀκτίνες προσπίπτουν ὀλονέν καὶ περισσότερον πλάγιαι), συγκεντροῦται εἰς τὸ βόρειον μεγαλυτέρα ποσότης θερμότητος, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ἐπικρατεῖ εἰς αὐτὸν ἡ ἐποχὴ τοῦ θερούς, ἐνῷ εἰς τὸ νότιον ἡ ἐποχὴ τοῦ χειμῶνος.

’Απὸ τῆς 23ης Σεπτεμβρίου μέχρι τῆς 22ας Δεκεμβρίου, ὅπότε ἡ γῆ διατρέχει τὸ τόξον Γ₃Γ₄ τῆς τροχιᾶς της, ὁ κύκλος φωτισμοῦ συνεχῶς μετατίθεται, εἰς τρόπον, ὡστε νὰ φωτίζωνται ὀλονέν καὶ ἐπὶ δλιγώτερον χρόνον οἱ τόποι τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου, ἡ δὲ διάρκεια τῆς ἡμέρας νὰ γίνεται συνεχῶς μικροτέρα τῆς διαρκείας τῆς νυκτός. Κατὰ τὴν 22αν Δεκεμβρίου σημειοῦται ἡ ἐλαχίστη διάρκεια τῆς ἡμέρας εἰς τὸ βόρειον καὶ ἡ μεγίστη εἰς τὸ νότιον ἡμισφαιρίον. Καὶ ἐνῷ ὁ Β. πόλος ἔχει συνεχῆ νύκτα καθ’ ὅλον τὸ διάστημα τοῦτο, ὁ Ν. πόλος ἀντιθέτως ἔχει συνεχῆ ἡμέραν. Ἐξ ἄλλου, τὸ Β. ἡμισφαιρίον, λόγῳ τῆς μικροτέρας διαρκείας τῆς ἡμέρας, ἀλλὰ καὶ λόγῳ τῆς καθ’ ἡμέραν μεγαλυτέρας πλαγιότητος τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων, θερμαίνεται πλέον πολὺ δλίγον, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὸ Ν. ἡμισφαιρίον. Διὰ τοῦτο καὶ ἐπικρατεῖ εἰς τὸ βόρειον ἡ ἐποχὴ τοῦ φθινοπώρου, ἐνῷ εἰς τὸ νότιον ἡ ἐποχὴ τοῦ ξαρος.

Τέλος, ἀπὸ τῆς 22ας Δεκεμβρίου μέχρι τῆς 21ης Μαρτίου, ὅπότε ἡ γῆ διατρέχει τὸ τόξον Γ₄Γ₁ τῆς τροχιᾶς της, ὁ κύκλος φωτισμοῦ πλησιάζει καὶ πάλιν πρὸς τοὺς πόλους καὶ τὴν 21ην Μαρτίου διέρχεται ἐκ νέου ἐξ αὐτῶν. Διὰ τοῦτο καὶ ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας συνεχῶς αὐξάνει εἰς τοὺς τόπους τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου καὶ ἐλαττοῦται εἰς τοὺς τόπους τοῦ νοτίου, ἐνῷ τὴν 21ην Μαρτίου, ὅλοι πάλιν οἱ τόποι τῆς γῆς ἔχουν ἵσην διάρκειαν ἡμέρας καὶ νυκτός. Δι’ ἄλλους τρεῖς μῆνας, ἐπὶ πλέον, ὁ βόρειος πόλος ἔχει συνεχῆ νύκτα, ἐνῷ ὁ νό-

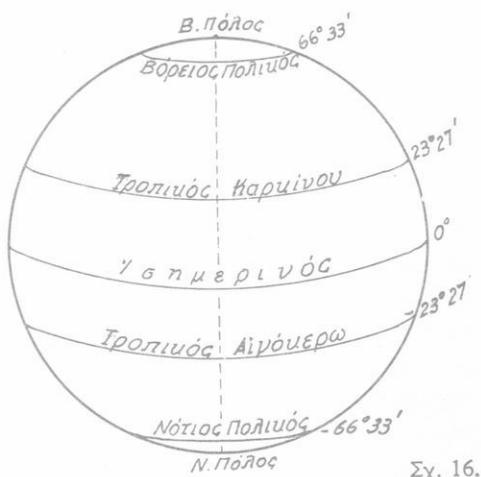
τιος ἔχει συνεχῆ ἡμέραν.
Ἐξ ἄλλου, λόγῳ τῆς συνειζομένης μικροτέρας διαρκείας τῆς ἡμέρας εἰς τούς τόπους τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου, (ἔστω καὶ ἐάν τηδὴ αὐτή συνεχῶς αὔξανει καὶ αἱ ἀκτῖνες προσπίπτουν δλονὲν καὶ δλιγώτερον πλαγίως), συγκεντροῦται εἰς τὸ βόρειον μικροτέρα ποσότης θερμότητος καὶ τοιουτοτρόπως ἐπικρατεῖ εἰς

αὐτὸν ἥ ἐποχὴ τοῦ χειμῶνος, ἐνῷ εἰς τὸ νότιον ἥ ἐποχὴ τοῦ θέρους.

β'. Αἱ ζῶναι τῆς γῆς. Λόγῳ τῆς κλίσεως τοῦ ἀξονος τῆς γῆς καὶ τῆς, ὡς ἐκ τούτου, ἀνίσου κατανομῆς τῆς θερμότητος καὶ τοῦ φωτὸς εἰς τοὺς διαφόρους τόπους αὐτῆς, ἥ ἐπιφάνεια τοῦ πλανήτου μας διαχωρίζεται εἰς πέντε ζώνας (σχ. 16).

Ἡ πρώτη ἔξ αὐτῶν ἐκτείνεται ἐκατέρωθεν τοῦ ἴσημερινοῦ μέχρι $\phi = \pm 23^{\circ} 27'$, ἐνῷ ὁ μὲν παράλληλος κύκλος, διὰ τὸν ὄποιον είναι $\phi = + 23^{\circ} 27'$ καλεῖται **τροπικὸς τοῦ Καρκίνου**, ὁ δὲ παράλληλος, διὰ τὸν ὄποιον είναι $\phi = -23^{\circ} 27'$ καλεῖται **τροπικὸς τοῦ Αἰγάλεωρ**. Ἐπειδὴ ἥ ἐν λόγῳ ζώνη ἔχει ὡς ὅριά της τοὺς δύο τροπικούς κύκλους, καλεῖται **τροπικὴ** ἀκόμη δὲ λέγεται καὶ **διακεκαυμένη**, διότι αἱ ἀκτῖνες τοῦ ἡλίου προσπίπτουν ἐπὶ τῶν τόπων αὐτῆς ὑπὸ γωνίαν μικράν, (ἥ ὄποια, συναρτήσει τοῦ ϕ καὶ τῆς ἡμερομηνίας, κυμαίνεται μεταξὺ 0° καὶ $23^{\circ} 27'$) καὶ ὡς ἐκ τούτου αἱ θερμοκρασίαι διατηροῦνται πολὺ ὑψηλαί, καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους.

Ἐξ ἄλλου, καλοῦμεν **βόρειον πολικὸν κύκλον** τὸν παράλληλον διὰ τὸν ὄποιον $\phi = + 66^{\circ} 33'$ καὶ **νότιον πολικὸν κύκλον** τὸν παράλληλον εἰς τὸν ὄποιον είναι $\phi = -66^{\circ} 33'$. Ο τροπικὸς τοῦ Καρκίνου μετά τοῦ βορείου πολικοῦ κύκλου δρίζουν τὴν ζώνην, ἥ ὄποια καλεῖται **βόρειος εὔκρατος**, ἐνῷ ὁ τροπικὸς τοῦ Αἰγάλεωρ μετά τοῦ νοτίου πολικοῦ κύκλου δρίζουν τὴν **νότιον εὔκρατον ζώνην**. Εἰς



Σχ. 16.

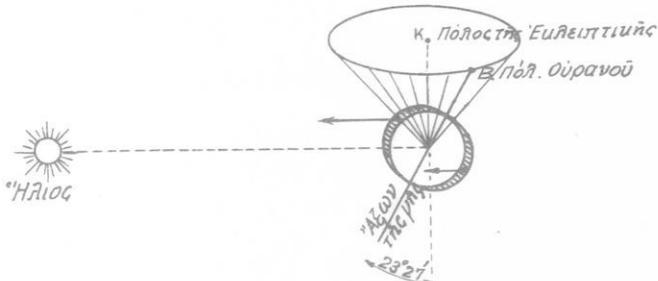
αύτάς αἱ ἀκτῖνες τοῦ ἥλιου, συναρτήσει τοῦ φεγγάστου τόπου καὶ τῆς ἡμερομηνίας τοῦ ἔτους, προσπίπτουν ὑπὸ γωνίαν, ἡ δόποια κυμαίνεται ἀπὸ 0° ἕως 90° καὶ ὡς ἐκ τούτου αἱ θερμοκρασίαι διακυμαίνονται πολὺ καὶ τὸ κλῖμα τῶν, ἐν γένει, εἶναι εὔκρατον (γλυκύ).

Τέλος, μεταξὺ βορείου πολικοῦ κύκλου καὶ βορείου πόλου ἔκτεινεται ἡ βόρειος πολικὴ ἡ βόρειος κατεψυγμένη ζώνη, ἐνῷ μεταξὺ νοτίου πολικοῦ κύκλου καὶ νοτίου πόλου ἡ νότιος πολικὴ ἡ νότιος κατεψυγμένη ζώνη. Εἰς τοὺς τόπους αὐτῶν αἱ ἀκτῖνες τοῦ ἥλιου προσπίπτουν ὑπὸ μεγάλην πάντοτε γωνίαν, κυμαίνομένη μεταξὺ 66° 33' καὶ 90°. Ἐξ ἄλλου, κατὰ τὸν χειμῶνα, εἰς ἐκάστην ἔξι αὐτῶν ἡ νὺξ παρατείνεται ἐπὶ πολὺ. Συγκεκριμένως διαρκεῖ ἐν εἰκοσιτετράωρον εἰς τοὺς πολικοὺς κύκλους (τὴν 22αν Δεκεμβρίου εἰς τὸν βόρειον πολικὸν καὶ τὴν 22αν Ἰουνίου εἰς τὸν νότιον πολικόν), ὅλονὲν δὲ καὶ περισσότερα 24ωρα, καθὼς τὸ φῶς αὐξάνει ἀπολύτως, μέχρι τῶν πόλων, ὅπου ἡ διάρκεια τῆς νυκτὸς ἀνέρχεται εἰς ἔξι μῆνας (§ 96α).

97. Ἡ μετάπτωσις καὶ ἡ κλόνησις. α'. Ἐκτὸς τῆς περιστροφῆς καὶ τῆς περιφορᾶς της περὶ τὸν ἥλιον, ἡ γῆ ἔκτελει καὶ ἄλλας δώδεκα κινήσεις, ἐκ τῶν ὁποίων αἱ σπουδαιότεραι εἶναι ἡ μετάπτωσις καὶ ἡ κλόνησις.

β'. **Ἡ μετάπτωσις**, τὴν ὁποίαν ἀνεκάλυψεν ὁ "Ἐλλην ἀστρονόμος" Ἰππαρχος (190 - 120 π.Χ.), προκαλεῖται ὡς ἔξῆς: Λόγῳ τοῦ ἐλλειψοειδοῦς σχήματός της, ἡ γῆ εἶναι ἔξωγκωμένη περὶ τὸν ἰσημερινόν. Ἡ ἔλξις τοῦ ἥλιου ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ ἔξογκώματος εἶναι ἀνομοιόμορφος, μεγαλυτέρα δὲ εἰς τὸ μέρος αὐτοῦ, τὸ στρεφόμενον πρὸς τὸν ἥλιον καί, συνεπῶς, τὸ πλησιέστερον, μικροτέρα δὲ εἰς τὸ ἐκ διαμέτρου ἀντίθετον (σχ. 17). Ἀλλ' ἡ ἀνομοιόμορφος αὐτὴ ἔλξις τείνει «νὰ ἀνατρέψῃ» τὴν γῆν, δὲ ἀξων αὐτῆς ἀναγκάζεται νὰ ἐκτελῇ κίνησιν, ἀνάλογον πρὸς ἐκείνην τῆς σβούρας. Οὕτως ὁ ἄξων τῆς γῆς γράφει, ἐντὸς 25.800 περίπου ἑτῶν, διπλοῦν κῶνον, τοῦ ὁποίου ἡ κορυφὴ εύρισκεται εἰς τὸ κέντρον τῆς γῆς, ἡ δὲ κυκλικὴ βάσις, ἀκτῖνος 23° 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 νοερῶς, τέμνει τὸν οὐρανὸν εἰς δύο σημεῖα, τὰ ὅποια ὀνομάζομεν πόλους τοῦ οὐρανοῦ. Πλησίον τοῦ βορείου οὐρανίου πόλου εύρισκεται δὲ πολι-



Σχ. 17.

κὸς ἀστὴρ (§ 22γ). Οὕτως ὁ βόρειος πόλος τοῦ οὐρανοῦ, μετατοπίζεται συνεχῶς, λόγῳ μεταπτώσεως καὶ γράφει ἐπίστης κύκλον, ἐντὸς 25.800 ἑτῶν, τοῦ ὅποιού τὸ κέντρον Κ καλεῖται **βόρειος πόλος τῆς ἐκλειπτικῆς**. Ἀποτέλεσμα τῆς μετατοπίσεως τοῦ οὐρανίου πόλου εἶναι νὰ ἀλλάσσῃ συνεχῶς ὁ πολικὸς ἀστὴρ. Οὕτω, πρὸ 6.000 ἑτῶν πολικὸς ἦτο ὁ ἀστὴρ α τοῦ Δράκοντος καὶ μετὰ 12.000 ἑτη θὰ εἶναι ὁ Βέγας. Ἐξ ἄλλου, λόγῳ αὐτῆς τῆς ἀλλαγῆς τοῦ οὐρανίου πόλου, ἀλλάσσουν καὶ οἱ ἀστερισμοί (§ 17γ).

γ'. Τὸ 1742 ὁ Ἀγγλὸς ἀστρονόμος Bradley (Μπράντλεϋ, 1693 - 1762), ἀνεκάλυψε τὴν τετάρτην κίνησιν τῆς γῆς, ἡ ὅποια ὡνομάσθη **κλόνησις**. Αὐτή ὁφείλεται εἰς τὴν ἀνομοιόμορφον ἔλξιν, τὴν ὅποιαν ἀσκεῖ καὶ ἡ Σελήνη ἐπὶ τοῦ Ισημερινοῦ ἔξογκωματος τῆς γῆς. Ἡ ἔλξις τῆς Σελήνης δὲν συμπίπτει, ἐν γένει, μὲ τὴν ἔλξιν τοῦ ἡλίου, κατὰ διεύθυνσιν καὶ ὡς ἐκ τούτου ὁ γήινος Ισημερινός, καθὼς καὶ ὁ ἄξων τῆς γῆς, ὑπόκειται καὶ εἰς ἀλλην κίνησιν. Οὕτως, ὁ ἄξων τῆς γῆς γράφει, ἀνὰ 9 ἑτ. καὶ 4 μῆν., μικρὰς ἡμιελείψεις. Ἡ συνισταμένη τῆς μεταπτώσεως καὶ τῆς κλονήσεως εἶναι μία σπειροειδής γραμμή, ἀποτελουμένη ἀπὸ 2.800 μικρὰς ἡμιελείψεις, αἱ ὅποιαι γράφονται ἐντὸς τῆς μεταπτωτικῆς περιόδου τῶν 25.800 ἑτῶν.

Ἄσκήσεις

58. Εὔρετε τὴν γωνιώδη ταχύτητα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς.
59. Εὔρετε τὴν γραμμικὴν ταχύτητα περιστροφῆς σημείου τῆς γῆς, κειμένου ἐπὶ τοῦ Ισημερινοῦ αὐτῆς.
60. Εὔρετε τὴν γραμμικὴν ταχύτητα περιστροφῆς σημείου τῆς γῆς, κειμένου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς εἰς $\phi = \pm 45^\circ$.
61. Ποιὸν εἶναι τὸ φ τόπου τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, τοῦ ὅποιού ἡ γραμμικὴ ταχύτης περιστροφῆς εἶναι ἵση πρὸς 233 m/sec.
62. Εὔρετε τὸ εύρος, εἰς μοίρας, ἐκάστης τῶν εύκρατῶν ζωῶν τῆς γῆς.
63. Καθορίσατε τὴν σειράν μεγέθους ἐκάστης τῶν ζωῶν τῆς γῆς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ Η ΣΕΛΗΝΗ

I. Η ΣΕΛΗΝΗ ΩΣ ΔΟΡΥΦΟΡΟΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

98. Ἀπόστασις καὶ μέγεθος τῆς σελήνης. α'. Ἀκριβεῖς μετρήσεις τῆς παραλλάξεως (§ 23, 24) τῆς σελήνης ἔδειξαν, ὅτι ἡ ἀπόστασις αὐτῆς ἐκ τῆς γῆς κυμαίνεται μεταξὺ μιᾶς μεγίστης τιμῆς, ἵστης πρὸς 405.500 km καὶ μιᾶς ἐλαχίστης, ἵστης 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, ἀναλόγως τῆς ἀποστάσεώς της, μεταβάλλεται μεταξὺ 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 ἵσην πρὸς 57 διαμέτρους αὐτοῦ, ἔχει φαινομένην διάμετρον, ἵσην πρὸς 1⁰, ἐνῷ ἡ φαινομένη του διάμετρος εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν πραγματικήν. Οὕτως εύρίσκομεν, ὅτι ἡ διάμετρος τῆς σελήνης εἶναι ἵση πρὸς 3.476 km (0,273 τῆς γηίνης).

Ἐκ τῆς ἀκτίνος τῆς σελήνης προκύπτει, ὅτι ἡ ἐπιφάνειά της εἶναι ἵση πρὸς 38×10^6 km², ἥτοι τετραπλασία περίπου τῆς Εύρώπης, ὁ δὲ ὅγκος της ἵσος πρὸς 22×10^9 km³, ἐνῷ ἐκ τῶν δεδομένων τούτων συνάγεται, ὅτι ὁ δορυφόρος μας εἶναι ὁ πέμπτος, εἰς μέγεθος, μεταξὺ ὅλων 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 $1/81$ τῆς μάζης τῆς γῆς, ἥτοι πρὸς 73×10^{18} τόννους καὶ ὅτι ἡ πυκνότης της εἶναι 3,33, λαμβανομένης ὡς μονάδος τῆς πυκνότητος τοῦ ὄγατος. Ἐκ τῆς μάζης καὶ τῆς ἀκτίνος εύρίσκομεν, ὅτι ἡ τιμὴ τοῦ g ἐπὶ τῆς σεληνιακῆς ἐπιφανείας περιορίζεται εἰς τὸ $1/6$ τῆς γηίνης καὶ ὅτι ἡ ταχύτης διαφυγῆς ἐκ τῆς σελήνης εἶναι ἵση πρὸς 2,4 km /sec.

99. Κίνησις τῆς σελήνης περὶ τὴν γῆν. α'. Ἡ σελήνη, κινούμένη περὶ τὴν γῆν ἐκ Δ πρὸς Α, γράφει ἔλλειψιν, τῆς ὁποίας ἡ ἐκκεντρότης εἶναι μικρά, ὡς προκύπτει ἐκ τῆς μεγίστης καὶ ἐλαχίστης ἀποστάσεώς της ἀφ' ἡμῶν. Καλοῦμεν περίγειον καὶ ἀπόγειον τῆς

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

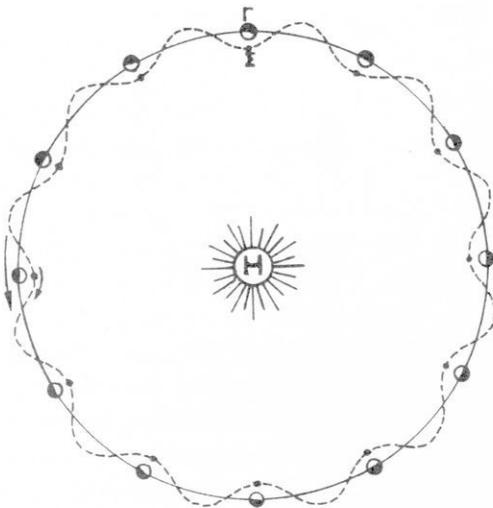
β'. Τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιᾶς τῆς σελήνης σχηματίζει γωνίαν ἴσην πρὸς $50^{\circ} 8'$ μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιᾶς τῆς γῆς. 'Ως ἐκ τούτου, τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιᾶς τῆς σελήνης, τέμνει τὴν οὐράνιον σφαιράφαν κατὰ κύκλον μέγιστον, δὲ διποῖος τέμνει τὴν ἑκλειπτικὴν (§ 128), εἰς δύο σημεῖα, τὰ ὅποια καλοῦνται σύνδεσμοι, δὲ ἔνας ἀναβιβάζων καὶ ὁ ἄλλος καταβιβάζων, διότι, ὡς εἰναι προφανές, τὸ ἥμισυ τῆς σεληνιακῆς τροχιᾶς εὑρίσκεται ἀνωθεν τοῦ ἐπιπέδου τῆς γηίνης τροχιᾶς, τὸ δὲ ἄλλο ἥμισυ κάτωθεν αὐτοῦ.

γ'. 'Ο χρόνος, δὲ ἀπαιτούμενος διὰ μίαν πλήρη περιφορὰν τῆς σελήνης περὶ τὴν γῆν, ἰσοῦται πρὸς 27ἡμ. 7ώρ. 43λ. 11,5δ. (27,322ἡμ.) καὶ καλεῖται ἀστρικὸς μῆν. 'Εκ τούτου προκύπτει, διότι ἡ μέση ταχύτης τῆς σελήνης, κινουμένης περὶ τὴν γῆν, ἰσοῦται πρὸς 1,02 km/sec.

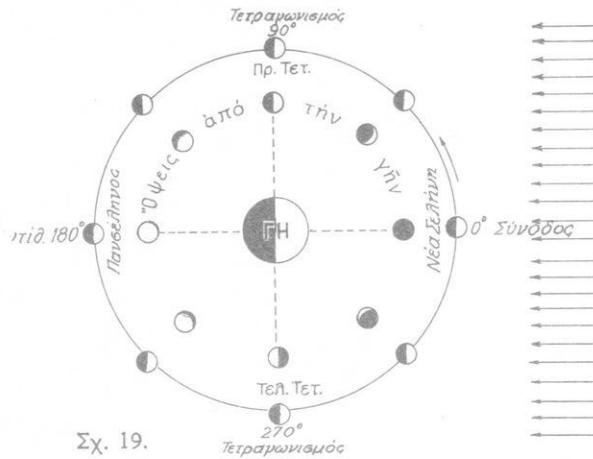
δ'. 'Εκ τοῦ συνδυασμοῦ τῆς κινήσεως τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον καὶ τῆς σελήνης περὶ τὴν γῆν, ἡ σελήνη γράφει περὶ τὸν ἥλιον μίαν κυματοειδῆ καμπύλην, ὅπως φαίνεται εἰς τὸ σχ. 18.

100. Αἱ φάσεις τῆς σελήνης. α'. 'Αναλόγως τῆς ἀποχῆς τῆς (§ 64β) ἀπὸ τὴν ἥλιον, ἡ σελήνη παρουσιάζει πρὸς ἥμᾶς, καθ' ἥμέραν, διαφορετικὸν μέρος τοῦ φωτιζούμενου ἀπὸ τὸν ἥλιον ἥμισφαιρίου της. Καλοῦμεν φάσεις τῆς σελήνης τὰς διαφόρους ἀπόψεις αὐτῆς, καθ' ἕκαστην περιφοράν της περὶ τὴν γῆν, ὡς ἐκ τῆς συνεχοῦς μεταβολῆς τῆς ἀποχῆς τῆς ἀπὸ τὸν ἥλιον.

Οὕτως, ὅταν ἡ σελήνη εὑρίσκεται εἰς σύνοδον μετὰ τοῦ ἥλιου (ἀποχὴ 0°), στρέφει ἱὸς τὴν γῆν (σχ. 19) τὸ μὴ φωτιζόμενον ἥμι-



Σχ. 18. Ἡ σελήνη Σ γράφει περὶ τὴν γῆν Γ, κινουμένην περὶ τὸν ἥλιον Η, κυματοειδῆ καμπύλην.



σφαίριόν της. Τότε λέγομεν, ότι ἔχομεν νέαν σελήνην (Ν.Σ.) ή νουμηνίαν. Ἀκολούθως, καθώς ἡ ἀποχὴ μεγαλώνει, στρέφει πρὸς τὴν γῆν μικρὸν κατ' ἀρχὴν καὶ ἐπειτα διλονὲν μεγαλύτερον μέρος τοῦ φωτιζομένου ἡμισφαιρίου της καὶ φαίνεται ώς δρεπανοειδής κοιλόκυρτος **μηνίσκος**, ἐστραμμένος πρὸς ἀνατολάς. Μετὰ 7 ἡμ. καὶ 9 ὥρ. περίπου ἀπὸ τῆς Ν.Σ., ὅταν ἔρχεται εἰς τετραγωνισμὸν (ἀποχὴ 90°), φαίνεται κατὰ τὸ ἥμισυ φωτισμένη, ἡ δὲ φάσις τῆς καλεῖται πρῶτον τέταρτον (Π.Τ.). Καθώς ἡ ἀποχὴ μεταβάλλεται ἀπὸ 90° ἕως 180° ἡ σελήνη καθ' ἡμέραν στρέφει πρὸς ἡμᾶς μεγαλύτερον μέρος τοῦ φωτιζομένου ἡμισφαιρίου της καὶ ὁ μηνίσκος εἶναι τώρα ἀμφίκυρτος. Μετὰ 7 ἡμ. 9 ὥρ. ἀπὸ τὸ Π.Τ., ἡ σελήνη ἔρχεται εἰς ἀντίθεσιν (ἀποχὴ 180°), στρέφει δὲ πρὸς τὴν γῆν ὅλον τὸ φωτιζόμενον ἡμισφαιρίον της καὶ λέγομεν, ότι ἔχομεν **πανσέληνον**. Τότε ἡ σελήνη ἀνατέλλει, ὅταν ὁ ἥλιος δύῃ. Κατὰ τὸ διάστημα ἀπὸ τῆς Ν.Σ. μέχρι τῆς πανσελήνου ἡ σελήνη καλεῖται **αὔξουσα**.

Καθώς ἡ ἀποχὴ μεγαλώνει μεταξὺ 180° καὶ 270°, ἡ σελήνη στρέφει πρὸς τὴν γῆν πάλιν ὅλον καὶ μικρότερον μέρος τοῦ φωτιζομένου ἡμισφαιρίου της, γίνεται δὲ μηνίσκος ἀμφίκυρτος, ἀλλ' ἐστραμμένος πρὸς δυσμὰς. Μετὰ 7 ἡμ. καὶ 9 ὥρ. ἀπὸ τῆς πανσελήνου ἔρχεται πάλιν εἰς τετραγωνισμὸν (ἀποχὴ 270°) καὶ φαίνεται ἡμιφώτιστος. Τότε λέγομεν, ότι εύρισκεται εἰς τὴν φάσιν τοῦ τελευταίου τετάρτου (Τ.Τ.). Τέλος, καθώς ἡ ἀποχὴ τείνει πρὸς τὰς 360°, ὁ μηνίσκος τῆς σελήνης γίνεται κοιλόκυρτος καὶ συνεχῶς λεπτύνεται, μέχρι ὅτου, μετὰ ἄλλας 7 ἡμ. καὶ 9 ὥρ., ἔλθῃ ἡ σελήνη καὶ πάλιν εἰς σύνοδον, ὅπότε καὶ θὰ γίνῃ νουμηνία. Ἀπὸ τῆς πανσελήνου μέχρι τῆς Ν.Σ. ἡ σελήνη λέγεται **φθίνουσα**.

β'. Ἀπὸ συνόδου εἰς σύνοδον παρέρχονται ἐν συνόλῳ

29 ήμ. 12 ώρ. 44 λ. 2,86 δ. (29,531 ήμ.), ὁ χρόνος δ' αὐτὸς καλεῖται συνοδικὸς μῆν.

'Ο συνοδικὸς μῆν εἶναι μεγαλύτερος τοῦ ἀστρικοῦ, διότι εἰς τὸ διάστημα τῆς μιᾶς πλήρους περιφορᾶς τῆς σελήνης καὶ ἡ γῆ κινεῖται, κατὰ τὴν ἴδιαν φοράν, ἐπὶ τῆς τροχιᾶς τῆς καὶ διανύει τόξον, ἵσον πρὸς τὸ $\frac{1}{12}$ αὐτῆς, περίπου. Συνεπῶς, διὰ νὰ ἔλθῃ ἡ σελήνη ἐκ νέου εἰς σύνοδον, χρειάζεται νὰ διατρέξῃ, ἐπὶ πλέον τῆς πλήρους περιφορᾶς τῆς, τόξον ἀντίστοιχον πρὸς τὸ διαυσθὲν ὑπὸ τῆς γῆς, ὥστε νὰ καταλάβῃ καὶ πάλιν θέσιν μεταξὺ ἡλίου καὶ γῆς, διὰ νὰ γίνη σύνοδος. Διὰ τὸ ἐπὶ πλέον τοῦτο τόξον, ἡ σελήνη χρειάζεται χρόνον, ἵσον πρὸς τὴν διαφορὰν μεταξὺ συνοδικοῦ καὶ ἀστρικοῦ μηνός.

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 ὅποιον ὀνομάζεται τεφρῶδες φῶς. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸ φῶς, τὸ ὅποιον ἀνακλᾷ πρὸς τὴν σελήνην ἡ γῆ καὶ τὸ ὅποιον, ἐν συνεχείᾳ, ἀντανακλᾶται καὶ πάλιν ἀπὸ τῆς σελήνης. Τὸ τεφρῶδες φῶς δὲν φαίνεται μετὰ τὸ Π.Τ. καὶ ἔπειτα ἀπὸ τὴν πανσέληνον, μέχρι καὶ τοῦ Τ.Τ., διότι τὸ ἀφανίζει τὸ ἔντονον φῶς τοῦ φωτιζομένου, ἀπὸ τὸν ἡλιον, μέρους τοῦ δίσκου τῆς.

101. Περιστροφὴ καὶ σχῆμα τῆς σελήνης. α'. 'Η σελήνη περιστρέφεται περὶ τὸν ἑαυτόν της, ἐκ Δ πρὸς Α, εἰς χρόνον ἵσον πρὸς τὸν χρόνον τῆς περιφορᾶς της γύρω ἀπὸ τὴν γῆν, ἥτοι εἰς 27 ήμ. 7 ώρ. 43 λ. 11,5 δ. 'Η ἰσότης αὐτή μεταξὺ τῶν χρόνων περιστροφῆς καὶ περιφορᾶς ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα, νὰ στρέφῃ ἡ σελήνη πρὸς τὴν γῆν τὸ ἕδιον πάντοτε ἡμισφαίριον. Γίνεται ἐποπτικῶς ἀντιληπτόν, πῶς συμβαίνει τοῦτο, ἀν κινηθῇ κανεὶς περὶ κυκλικῆν τράπεζαν, εἰς τρόπον ὡστε νὰ βλέπῃ πάντοτε πρὸς τὸ κέντρον τῆς τραπέζης. Διότι τότε, κάμνει βαθμιαίως μίαν περιστροφὴν περὶ ἑαυτόν, εἰς τὸν ἕδιον χρόνον, εἰς τὸν ὅποιον κινεῖται περὶ τὸν γῦρον τῆς τραπέζης.

β'. 'Εκτὸς τῆς περιστροφῆς καὶ τῆς περιφορᾶς της περὶ τὴν γῆν, ἡ σελήνη ὑπόκειται καὶ εἰς τρίτην κίνησιν, τὴν ὅποιαν ὀνομάζομεν λίκνισιν. Λόγῳ τῆς λικνίσεως δὲν βλέπομεν μόνον τὸ ἐν ἀκριβῶς ἡμισφαίριον τῆς σελήνης, ἀλλὰ καὶ μέρος τοῦ ἄλλου, εἰς τρόπον ὡστε, ἐκ περιτροπῆς, νὰ γίνωνται δρατὰ τὰ 0,59 τῆς ὅλης σεληνιακῆς ἐπιφανείας.

γ'. 'Ο ἀξῶν περιστροφῆς τῆς σελήνης ἔχει μικράν κλίσιν, ὡς πρὸς τὸν

άξονα τὸν κάθετον ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιᾶς της, ἵσην πρὸς $6^{\circ} 45'$.

δ'. Ως ἐκ τῆς βραδείας περιστροφῆς της, ἡ σελήνη παρουσιάζει ἀμελητέαν πλά-
τυνσιν, ὅστε τὸ σχῆμα της νὰ είναι, σχεδόν, ἐντελῶς σφαιρικόν.

Ασκήσεις

64. Εὕρετε τὴν ἀπόστασιν τῆς σελήνης ἐκ τῆς γῆς, διθείσης τῆς παραλλά-
ξεως αὐτῆς, ὡς ἵσης πρὸς $57' 2''$, 7.

65. Εὕρετε τὴν ἀκτῖνα τῆς σεληνιακῆς σφαίρας, διθείσης τῆς μέσης φαινομέ-
νης διαμέτρου αὐτῆς, ὡς ἵσης πρὸς $31' 5''$.

66. Εἰς ποιας ἀποστάσεις, μετρουμένας διὰ τῆς διάμετρου του, πρέπει νὰ εύ-
ρεθῇ σῶμα σφαιρικόν, ὅστε νὰ παρουσιάζῃ φαινομένην διάμετρον, $30', 6', 1', 30'',$
 $20'', 10''$ καὶ $1''$.

67. Εὕρετε μὲ πόσας γηίνας ἀκτῖνας ισοῦται ἡ μέση ἀπόστασις γῆς - σελήνης.

68. Ὑπὸ ποίαν φαινομένην διάμετρον πρέπει νὰ φαίνεται ἡ γῆ ἐκ τῆς σελήνης
καὶ πόσας φοράς μεγαλύτερος πρέπει νὰ φαίνεται ἐκείθεν δ ὁ δίσκος τῆς γῆς;

69. Ὁρίσατε τὴν ἀπόστασιν γῆς - σελήνης εἰς α.μ. καὶ ε.φ.

70. Πόλον πρέπει νὰ ζυγίζῃ ἐπὶ τῆς σελήνης σῶμα, ἔχον ἐπὶ τῆς γῆς βάρος 1 kg;

71. Εὕρετε εἰς ποιὸν ποσοστὸν τῆς ἐπιφανείας καὶ τοῦ ὅγκου τῆς γῆς ἀντι-
στοιχοῦν ἡ ἐπιφάνεια καὶ ὁ ὅγκος τῆς σελήνης.

72. Εὕρετε τὴν τιμὴν τῆς πυκνότητος τῆς σελήνης, ὡς πρὸς τὴν γηίνην.

73. Εάν ἡ γῆ εύρισκετο εἰς τὸ κέντρον τοῦ ἡλίου, ποίαν θέσιν θὰ κατεῖχε ἡ
σελήνη, ὡς πρὸς τὸ κέντρον αὐτό, κινουμένη περὶ τὴν γῆν;

74. Εὕρετε τὴν ἐκκεντρότητα τῆς σεληνιακῆς τροχιᾶς καὶ δρίσατε σχηματικῶς
τὴν θέσιν τοῦ περιγείου καὶ τοῦ ἀπογείου τῆς σελήνης (βλ. ὑποσ. σ. 93).

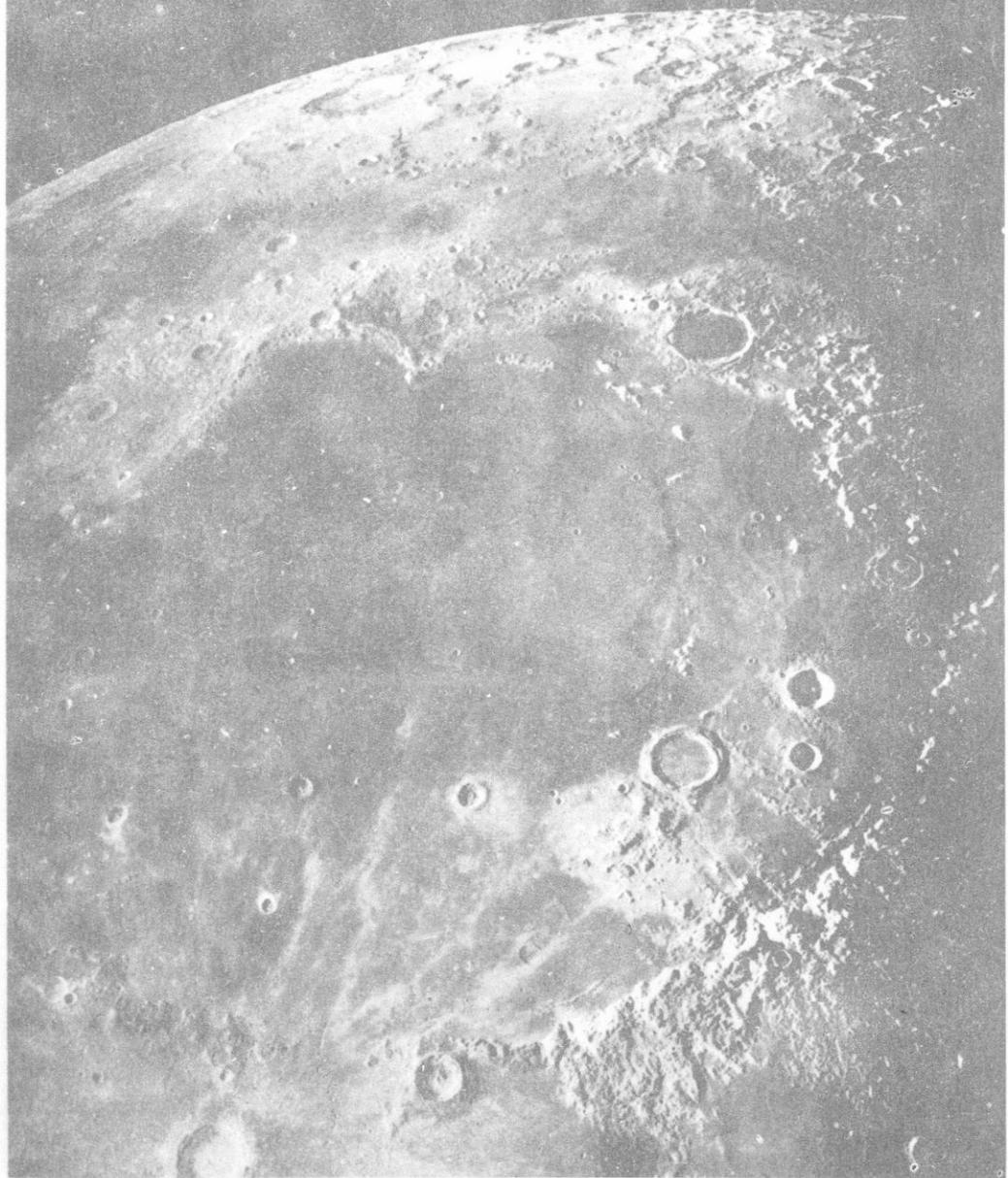
75. Εὕρετε τὴν πλάτυνσιν τῆς σελήνης, ἐὰν ὁ μικρὸς ἀξωνὸς αὐτῆς διαφέρῃ
κατὰ 50 μέτρα ἀπὸ τὸν μεγάλον ἄξονά της (βλ. § 68 γ).

II. ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΤΗΣ ΣΕΛΗΝΗΣ

102. Ἐπιφάνεια τῆς σελήνης. α'. Αἱ τηλεσκοπικαὶ παρατη-
ρήσεις ἐπέτρεψαν τὴν πλήρη καὶ ἀκριβῆ χαρτογράφησιν τοῦ ὁρατοῦ
ἡμισφαιρίου τῆς σελήνης, βάσει δὲ τῶν φωτογραφιῶν, αἱ ὅποιαι
ἐλήφθησαν ἐπὶ μίαν δεκαετίαν ὑπὸ τῶν διαστημοπλοίων, τὸ 1969
ἔγινεν ἡ πλήρης χαρτογράφησις καὶ τοῦ ἀօράτου ἡμισφαιρίου.

β'. Οὔτω γνωρίζομεν πλέον, ὅτι ἐπὶ τῆς σελήνης ὑπάρχουν
τὰ ἔξης κυρίως εἴδη σχηματισμῶν.

1. «Θάλασσαι». Πρόκειται περὶ μεγάλων κοιλωμάτων, ἀναλό-
γων πρὸς τὰ κοιλώματα, τὰ ὅποια καλύπτουν αἱ γήιναι θάλασσαι,
τὰ ὅποια ἀρχικῶς ὠνομάσθησαν «θάλασσαι», ἃν καὶ σήμερον γνω-



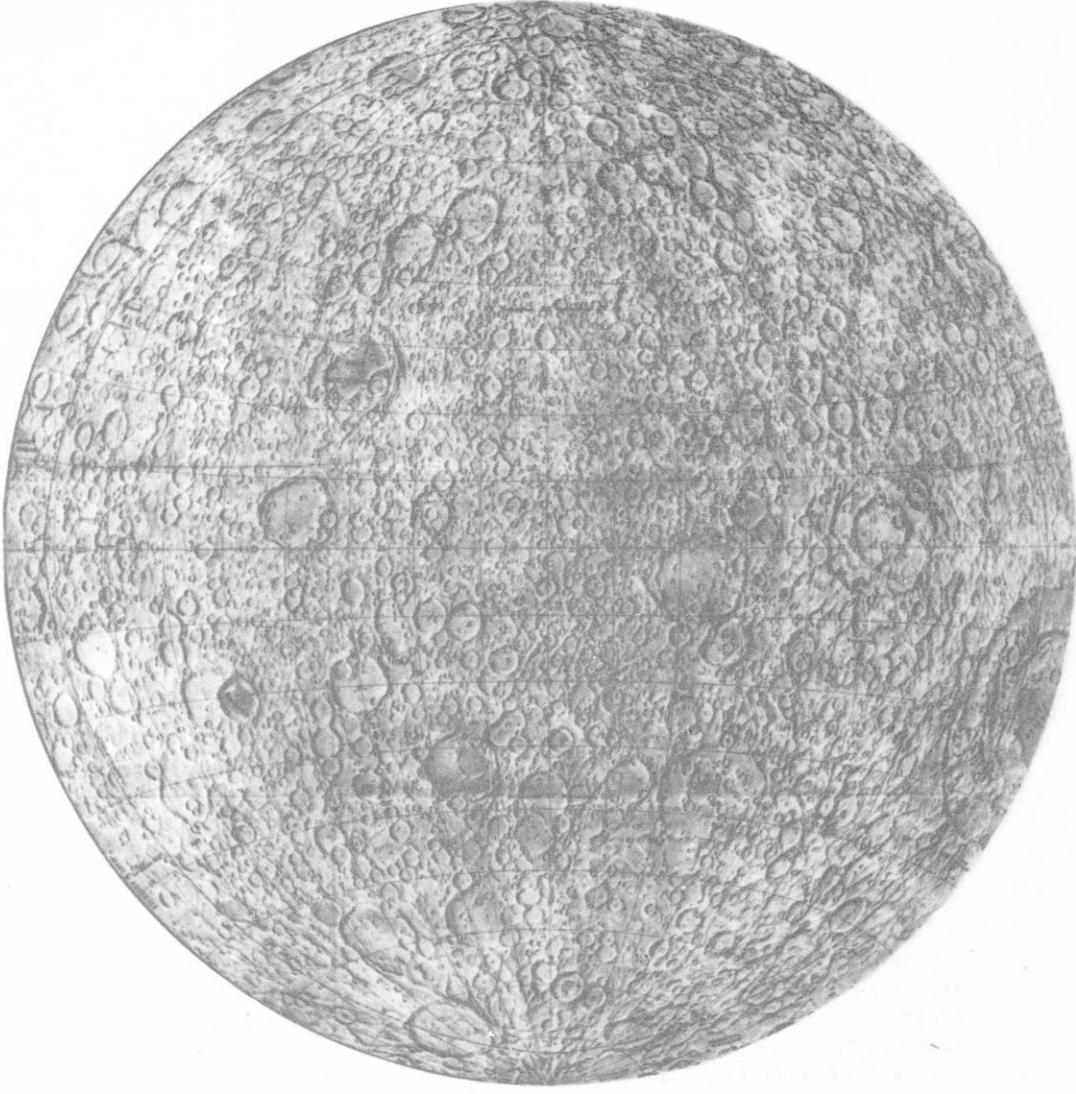
Εικ. 38. Περιοχή της σεληνιακής έπιφανείας. Διακρίνονται δύο μεγάλαι δροσειραί (δυνα και κάτω άριστερά), περιβάλλουσαι την έπιπεδον έκτασιν της «θαλάσσης τῶν δύμρων», όπως και άρκετοι κρατήρες.



Εἰκ. 39α. Χάρτης τοῦ δρατοῦ ἡμισφαιρίου τῆς σελήνης.

ρίζομεν, ὅτι δὲν ὑπάρχει ὕδωρ οὔτε εἰς τὰ κοιλώματα αύτά, ἀλλ' οὔτε καὶ οὐδαμοῦ ἐπὶ τῆς σελήνης. Συνολικῶς ὑπάρχουν περὶ τὰς 20 μεγάλαι «θάλασσαι», αἱ ὅποιαι φαίνονται καὶ διὰ γυμνοῦ ὁφθαλμοῦ, ὡς σκοτειναὶ περιοχαὶ ἐπὶ τοῦ σεληνιακοῦ δίσκου.

2. Ὁρη. Ὑπάρχουν, ἔξ ἄλλου, περὶ τὰς 20 μεγάλαι δροσειραὶ ἥ



Εἰκ. 39β. Χάρτης τοῦ ἀօράτου ἡμισφαιρίου τῆς σελήνης.

καὶ μεμονωμένα ὅρη, τὰ ὅποια ἔχουν ὕψος μεγαλύτερον τῶν 4.800m., ἐνῷ τὸ μῆκος τῶν ὁροσειρῶν φθάνει κάποτε καὶ τὰ 6.500 km. Ὡς ὑψηλότερον ὅρος θεωρεῖται τὸ Λάϊμπνιτζ, τοῦ ὅποίου τὸ ὕψος ὑπελογίσθη εἰς 8.200 m.

3. Κίρκοι καὶ κρατήρες. Οὗτοι εἶναι οἱ κυριώτεροι καὶ πολυτπλη-

θέστεροι σχηματισμοὶ τῆς σεληνιακῆς ἐπιφανείας. Εἶναι ὅλοι κυκλικοὶ ἢ ἔλλειπτικοί, δμοιάζοντες μὲ ὅρη κυκλικοῦ σχήματος, τὰ ὅποια περικλείουν μεγάλας πεδιάδας. Διὰ τοῦτο καὶ ὡνομάσθησαν κίρκοι (τσίρκα) ἢ καὶ κρατῆρες, ἐπειδὴ οἱ μικρότεροι δμοιάζουν μὲ τοὺς κρατῆρας τῶν γηίνων ἥφαιστείων. Ἐνῷ ὅμως ὁ μεγαλύτερος τῶν κρατήρων τῆς γῆς, τοῦ ἥφαιστείου Κρακάτουα ἔχει διάμετρον μόλις 2.000m, ἐπὶ τῆς σελήνης ὑπάρχουν μεγάλοι κρατῆρες καὶ κίρκοι, διαμέτρου καὶ ἄνω τῶν 100 km, συνήθως δὲ μέχρι 35 km. Τὰ δρεινά κυκλικά τειχώματα ἔχουν κάποτε ὑψος καὶ 6.500 m. Τὸ συνολικὸν πλῆθος τῶν σχετικῶν μεγάλων κρατήρων, εἰς μὲν τὸ δρατὸν ἡμισφαῖριον, ὑπερβαίνει τὰς 30.000, εἰς τὸ ἀόρατον δὲ τὰς 100.000.

Δὲν γνωρίζομεν πῶς ἐσχηματίσθησαν οἱ κίρκοι καὶ οἱ κρατῆρες. Τὸ πιθανώτερον δμως εἶναι, ὅτι οἱ περισσότεροι ἔξ αὐτῶν ἐδημιουργήθησαν διὰ τῆς πτώσεως μετεωριῶν, μεγάλων διαστάσεων.

103. Τὸ ἔδαφος καὶ τὸ ἐσωτερικὸν τῆς σελήνης. α'. Ἐκ τῆς ἀνακλαστικῆς ἱκανότητος τῆς σελήνης, ἦτοι τῆς ποσότητος τοῦ φωτός, τὸ δόποιον ἀνακλᾶται ὑπ' αὐτῆς καὶ τὸ δόποιον εἶναι ἵσον πρὸς 0,073 τοῦ προσπίπτοντος ἥλιακοῦ φωτός, προκύπτει ὅτι τὸ σεληνιακὸν ἔδαφος ἀποτελεῖται ἐν μέρει ἀπὸ ἐλαφρὰ πετρώματα, ὡς ὁ γύψος καὶ ἡ ἀργιλλικὴ μάργη. Ἐξ ἄλλου, αἱ ἔρευναι τῶν διαστημοπλοίων ἔδειξαν, ὅτι τοῦτο ἔχει τὴν σκληρότητα τοῦ χέρσου ἐδάφους τοῦ πλανήτου μας, παρατηρήσεις δὲ διὰ ραδιοτηλεσκοπίων παρέχουν ἐνδείξεις, ὅτι τὸ πάχος τοῦ κονιορτοῦ τοῦ ἐδάφους δυνατὸν νὰ φθάνῃ εἰς ὀλίγα ἐκατοστόμετρα.

β'. Τέλος, θεωρεῖται ὡς πιθανώτατον, ὅτι ἡ σελήνη εἶναι κατεψυγμένη μέχρι τοῦ κέντρου της. Ὑπὲρ αὐτῆς τῆς ἀπόψεως εἶναι καὶ τὸ δεδομένον τῆς μονιμότητος τῆς μορφῆς τῆς σεληνιακῆς ἐπιφανείας, ἂν καὶ μερικοὶ ἔρευνηται ὑποστηρίζουν, ὅτι κάποτε παρατηροῦνται ἐπ' αὐτῆς μικραὶ μεταβολαί, αἱ ὅποιαι πιθανῶς διφείλονται εἰς δραστηριότητα τοῦ ἐσωτερικοῦ τῆς σελήνης, δμοίαν πρὸς ἐκείνην τῶν γηίνων ἥφαιστείων, ἔστω καὶ ἀσθενεστάτην.

104. Ἀτμόσφαιρα καὶ θερμοκρασία τῆς σελήνης. α'. Ὁτι εἰς τὴν σελήνην δὲν ὑπάρχει ἀξιόλογος ἀτμόσφαιρα ἀποδεικνύεται πολλαπλῶς. Κυρίως, ἡ σαφήνεια τοῦ χείλους τοῦ δίσκου τῆς· τὸ ὅτι τὰ ὅρη τῆς ρίπτουν μόνον σκιάν, δχι δμως καὶ παρασκιάν· ἡ ἀπουσία λυκαυγοῦς καὶ λυκόφωτος, καθὼς ἐπίσης καὶ ἡ ἀπότομος πτῶσις τῆς θερμοκρασίας εἰς τὰ μέρη, τὰ δόποια παύουν νὰ φωτίζων-

ται κατ' εύθειαν ἀπὸ τὸν ἥλιον· ὅπως καὶ ἡ ταχυτάτη ἀνύψωσις τῆς θερμοκρασίας εὔθυς μὲν τὴν ἀνατολὴν τοῦ ἥλιου εἰς μίαν περιοχὴν· τέλος δὲ ἡ ἔλλειψις νεφῶν ἡ καὶ ἀπλῆς ἀχλύος, ἀποδεικνύουν, ὅτι δὲν ὑπάρχει εἰς τὴν σελήνην ἀξιόλογος ἀτμόσφαιρα, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον ἐπιβεβαιοῦται καὶ φασματοσκοπικῶς.

*Ἐν τούτοις, μία ἀσθενής διάθλασις, ἡ ὅποια παρατηρεῖται εἰς τὸ φῶς τῶν ἀστέρων, δταν εὐρίσκωνται πολὺ πλησίον τοῦ χείλους τῆς σελήνης, ἀποτελεῖ ἐνδειξιν παρουσίας χαμηλῆς ἀτμοσφαίρας, ὑψους μέχρι 3000 m καὶ πυκνότητος, ἡ ὅποια δυνατὸν νὰ φθάνῃ καὶ τὸ 10^{-9} τῆς γηίνης.

Ἡ ἀπουσία ἀξιολόγου ἀτμοσφαίρας συνεπάγεται καὶ τὴν ἔλλειψιν τοῦ ὕδατος εἰς τὴν σελήνην. Καὶ τὸ μὲν ὕδωρ φαίνεται, ὅτι ἀπεριφύμηται κατὰ μέγα μέρος εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς σελήνης, τὸ δὲ ὁξυγόνον του ὅτι συνηνώθη μὲν ἄλλα στοιχεῖα ἐνῷ ἡ ἀτμόσφαιρα, διεσπάρη εἰς τὸ διάστημα, λόγω τῆς μικρᾶς τιμῆς τῆς ταχύτητος διαφυγῆς ($2,4 \text{ km/sec}$), τὴν ὅποιαν εὐκόλως ὑπερέβησαν τὰ μόρια τοῦ ἀέρος. Διότι μὲν θερμοκρασίαν 100° C μόνον ἔχει δυνατὸν νὰ ἀποκτήσουν κινητικήν ἐνέργειαν πολὺ μεγαλυτέραν.

β'. Λόγω, κυρίως, τῆς ἔλλειψεως ἀξιολόγου ἀτμοσφαίρας, ἡ θερμοκρασία φθάνει τοὺς $+130^{\circ} \text{ C}$ εἰς τὰ μέρη, τὰ ὅποια φωτίζονται καθέτως, ἐνῷ κατέρχεται εἰς τοὺς -170° ἐκεῖ ὅπου ὑπάρχει σκότος. Ἐπειδὴ δὲ ἡ περιστροφὴ τῆς σελήνης γίνεται εἰς 27 ἡμ. καὶ 8 ὥρ. περίπου, οἱ φωτιζόμενοι τόποι κατακαίονται ἐπὶ 14 ἡμέρας σχεδόν, ὅσον δηλ. διαρκεῖ ἡ σεληνιακὴ ἡμέρα καὶ κατὰ τὰς ἄλλας 14 ἡμέρας καταψύχονται.

Ἅγιο τὰς συνθήκας αὐτὰς δὲν είναι δυνατὸν νὰ ὑπάρχῃ εἰς τὴν σελήνην οὕτε ἵχνος ζωῆς, ὡς ἐκείνη τὴν ὅποιαν γνωρίζομεν ἐπὶ τῆς γῆς.

Ασκήσεις

76. Εύρετε πόσον είναι ύψηλότερα τὰ ὅρη τῆς σελήνης, ὡς πρὸς τὰ ὅρη τῆς γῆς, ἀν ληφθοῦν ὑπὸ δψιν αἱ διαστάσεις γῆς καὶ σελήνης.

77. Διατί ἡ ἀπουσία τῆς ἀτμοσφαίρας συνεπάγεται καὶ τὴν ἔλλειψιν ὕδατος ἐπὶ τῆς σελήνης;

78. Διατί ἡ ἔλλειψις ἀτμοσφαίρας εἰς τὴν σελήνην συνεπάγεται τὴν ἀπουσίαν διαχύτου φωτός, λυκαυγοῦς καὶ λυκόφωτος, ὡς καὶ παρασκιᾶς;

79. Εἰς τὸν οὐρανὸν τῆς σελήνης φαίνονται οἱ ἀστέρες καὶ κατὰ τὴν ἡμέραν. Διατί;

III. ΑΙ ΕΚΛΕΙΨΕΙΣ

105. Ἡ σκιὰ καὶ ἡ παρασκιὰ τῆς γῆς. α'. Ἡ γῆ καὶ οἱ ἄλλοι πλανῆται, ὅπως καὶ οἱ δορυφόροι των, ὡς σκοτεινὰ σφαιρικὰ σώματα, φωτιζόμενα ὑπὸ τοῦ ἥλιου, ρίπτουν ὅπισθέν των σκιάν, ἔχουσαν σχῆμα κώνου. Οὕτως, ἡ γῆ Γ (σχ. 20), φωτιζομένη ἀπὸ τὸν ἥλιον Η, ρίπτει τὴν κωνικὴν σκιὰν ΔΟΕ, ἀλλὰ καὶ τὴν παρασκιὰν ΙΔΕΘ, ἔχουσαν σχῆμα κολούρου κώνου, δόποιος προκύπτει ἀπὸ τὸν κῶνον ΙΟ'Θ. Οὗτος γεννᾶται ἀπὸ τὰς ἐσωτερικὰς ἔφαπτομένας ΑΕ καὶ ΒΔ, ἐνῷ δὲ κῶνος τῆς σκιᾶς ἀπὸ τὰς ἐξωτερικὰς ΑΔ καὶ ΒΕ.

β'. Ἐκ τῆς ὁμοιότητος τῶν τριγώνων ΑΗΟ καὶ ΔΓΟ λαμβάνομεν $\frac{OH}{HA} = \frac{OG}{GD} = \frac{OH - OG}{HA - GD}$ ἢ $\frac{OG}{GD} = \frac{HG}{HA - GD}$ καὶ $(OG) = \frac{(GD)(HG)}{(HA) - (GD)}$ (1)

'Ἐπειδὴ δὲ $\Gamma\Delta$ είναι ἡ ἀκτὶς ρ τῆς γῆς καὶ HG ἡ ἀπόστασις τῆς γῆς ἐκ τοῦ ἥλιου, ἵστη πρὸς 23.440 ρ, ἐνῷ ἡ ἀκτὶς τοῦ ἥλιου HA ἰσοῦται μὲν 109 ρ, ἡ (1) γίνεται: $(OG) = \frac{23.440 \rho^2}{108 \rho} = 217 \rho$ περίπου.

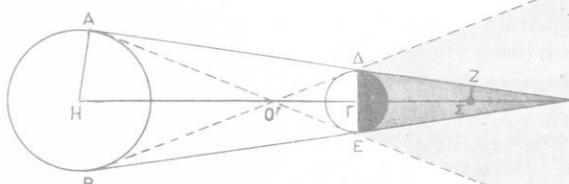
Ἡτοι, τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς τῆς γῆς ἰσοῦται πρὸς 217 ἀκτῖνας αὐτῆς.

γ'. Ἐὰν ἐπὶ τῆς ΟΓ ληφθῇ τὸ σημεῖον Σ, ὥστε νὰ εἰναι $(\Sigma\Sigma) = 60$ ρ, ἦτοι ἵστον πρὸς τὴν ἀπόστασιν γῆς - σελήνης, τότε, ἐκ τῶν ὁμοίων τριγώνων ΟΓΔ καὶ ΟΣΖ λαμβάνομεν

$$(\Sigma\Sigma) = \frac{(\Omega\Sigma)(\Gamma\Delta)}{(\Omega\Gamma)} = \frac{157 \rho^2}{217 \rho} = 0,72 \rho. \quad (2)$$

Συνεπῶς, ἡ ἀκτὶς τῆς κυκλικῆς τομῆς τῆς σκιᾶς τῆς γῆς, εἰς τὴν ἀπόστασιν τῆς σελήνης, είναι ἵστη πρὸς $0,72$ τῆς γηίνης ἀκτῖνος, ἐνῷ ὡς γνωστόν (§ 98 β) ἡ ἀκτὶς τῆς σελήνης είναι μόνον $0,273$ ρ.

106. Αἱ ἔκλειψεις τῆς σελήνης. α'. "Οταν ἡ σελήνη εἰσδύῃ εἰς



Σχ. 20.

I τὸν κῶνον τῆς σκιᾶς τῆς γῆς, λέγομεν ὅτι ἔχομεν ἔκλειψιν σελήνης. Καί, ἐὰν μὲν εἰσέλθῃ ὁλόκληρος ἡ σελήνη, τότε ἡ ἔκλειψις καλεῖται ὄλική, ἐὰν δὲ εἰσδύσῃ μέρος μόνον αὐτῆς, τότε λέγεται μερική.

Διὰ νὰ συμβῇ ὅμως ἔκλειψις σελήνης, θὰ πρέπει ἡ σκιὰ τῆς γῆς νὰ διευθύνεται πρὸς τὴν σελήνην. Τοῦτο, συνεπῶς, θὰ συνέβαινε καθ' ἑκάστην πανσέληνον, ὅποτε, λόγῳ τῆς ἀντιθέσεως σελήνης - ἡλίου, ἡ γῆ ρίπτει τὴν σκιὰν τῆς πρὸς τὸ μέρος τῆς σελήνης. Ἀλλὰ διὰ νὰ εἰσδύῃ ἡ σελήνη εἰς τὴν σκιὰν, καθ' ἑκάστην πανσέληνον, θὰ ἐπρεπε ἀκόμη νὰ συμπίπτουν τὰ ἐπίπεδα γηίνης καὶ σεληνιακῆς τροχιᾶς· διότι μόνον κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον τὰ τρία σώματα ἥλιος - γῆ - σελήνη θὰ εύρισκοντο ἐπ' εύθειας. "Ομως, ὡς γνωστὸν (§ 99β) τὰ ἐπίπεδα αὐτὰ σχηματίζουν γωνίαν ἵσην πρὸς 50° 8', διὰ τοῦτο δὲ καὶ ἡ σκιὰ τῆς γῆς διέρχεται συνήθως, κατὰ τὴν πανσέληνον, ἀναθεν ἥ κάτωθεν τῆς σελήνης καί, ὡς ἐκ τούτου, δὲν γίνεται τότε ἔκλειψις.

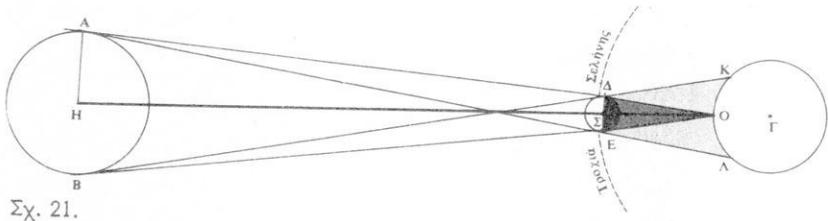
β'. Διὰ νὰ συμβῇ ἔκλειψις πρέπει νὰ διέλθῃ ἡ σελήνη ἐκ τῶν συνδέσμων τῆς τροχιᾶς τῆς (§ 99β) ἢ πλησίον αὐτῶν, μέχρις ἀποστάσεως, τὸ πολὺ, 1° 3', ὅποτε: α) ἔὰν διέλθῃ, ἀκριβῶς, ἐκ τίνος τῶν συνδέσμων, εύρισκεται τελείως ἐπ' εύθειας μετὰ τῆς γῆς καὶ τοῦ ἥλιου, ἡ δὲ ἔκλειψις εἶναι ὀλική καὶ μάλιστα κεντρική, διότι τὸ κέντρον τῆς σελήνης συμπίπτει μετὰ τοῦ κέντρου τῆς τομῆς τῆς σκιᾶς τῆς γῆς· τότε ἡ ἔκλειψις ἔχει καὶ τὴν μακροτέραν διάρκειαν, περίπου 2 ὥρ. β) Ἐάν ἡ σελήνη διέλθῃ μέχρις ἀποστάσεως 21' ἀπό τίνος τῶν συνδέσμων, ἡ ἔκλειψις εἶναι ὀλική, ἐνῷ εἰς ἀπόστασιν 21' ἔως 32' ἡ ἔκλειψις εἶναι ὀλική ἢ μερική, ἀναλόγως καὶ τῆς ἀποστάσεως τῆς γῆς ἐκ τοῦ ἥλιου καὶ τῆς σελήνης ἐκ τῆς γῆς. γ) Τέλος, ἂν διέλθῃ εἰς ἀπόστασιν 31' ἔως 52', ἡ ἔκλειψις εἶναι ὀπωσδήποτε μερική, ἐνῷ πέραν τῶν 52' καὶ μέχρι 1° 3', πάλιν ἔξαρτᾶται ἀν θὰ γίνῃ ἢ ὅχι μερική ἔκλειψις ἐκ τῶν ἀποστάσεων γῆς - σελήνης καὶ ἥλιου - γῆς.

γ'. Κατὰ τὰς ὀλικὰς ἔκλειψεις τῆς, ἡ σελήνη φαίνεται, συνήθως, χαλικόχρους, λόγῳ διαθλάσεως τοῦ φωτὸς αὐτῆς ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαίρας τῆς γῆς.

107. Ἡ σκιὰ καὶ ἡ παρασκιὰ τῆς σελήνης. α'. Ἐὰν Σ εἴναι ἡ σελήνη (σχ. 21) καὶ ΔΔ ἡ ἀκτὶς αὐτῆς, ἵση πρὸς 0,27 ρ, τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς τῆς ΟΣ θὰ εἴναι

$$(OS) = \frac{(\Sigma)(HS)}{(HA) - (\Sigma\Delta)} \quad \text{ἢ} \quad (OS) = \frac{0,27\rho(HS)}{(109 - 0,27)\rho} = \frac{27(HS)}{10.873} \quad (1).$$

'Αλλ' ἡ ἀπόστασις ΗΣ τῆς σελήνης ἐκ τοῦ ἥλιου ἔξαρτᾶται ἀπὸ τὴν θέσιν αὐτῆς ἐπὶ τῆς τροχιᾶς τῆς περὶ τὴν γῆν. Οὕτως, ὅταν ἡ σελήνη εύρισκεται μεταξύ ἥλιου καὶ γῆς (σύνοδος), ὅποτε καὶ μόνον ἡ σκιὰ τῆς κατευθύνεται πρὸς τὴν γῆν, ἡ ἀπόστασις αὐτῆς ἐκ τοῦ ἥλιου θὰ εἴναι $(HS) = (HG) - (SG)$. Ἡ, ἀν θέσωμεν τὴν ἀπόστασιν γῆς - ἥλιου $(HG) = \alpha$ καὶ τὴν ἀπόστασιν



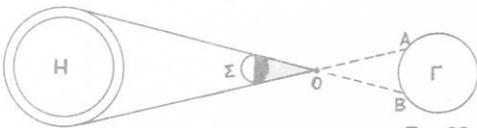
Σχ. 21.

$\gamma\eta\varsigma - \text{σελήνης} (\Sigma\Gamma) = \alpha_1$, θὰ εἰναι $(\text{Η}\Sigma) = \alpha - \alpha_1$, δόποτε ἡ (1) γίνεται $(\text{Ο}\Sigma) = \frac{27(\alpha - \alpha_1)}{10.873}$. 'Αλλ' εἰναι προφανές, ὅτι ἡ διαφορὰ $\alpha - \alpha_1$, ἔξαρταται πάλιν ἐκ τῶν θέσεων τῆς γῆς καὶ τῆς σελήνης ἐπὶ τῶν τροχιῶν των. Διότι, ἂν ἡ γῆ εύρισκεται εἰς τὸ ἀφήλιον τῆς καὶ ἡ σελήνη εἰς τὸ περιγείον τῆς, ἡ διαφορὰ $\alpha - \alpha_1$ εἰναι μεγάλη καὶ ἡ τιμὴ τῆς ΟΣ λαμβάνει τὴν μεγίστην τιμήν της, ἵσην πρὸς 59,9ρ. ἐνῷ, ὅταν ἡ γῆ εύρισκεται εἰς τὸ περιήλιον καὶ ἡ σελήνη εἰς τὸ ἀπόγειον, ἡ διαφορὰ $\alpha - \alpha_1$ γίνεται μικρὰ καὶ ἡ τιμὴ τῆς ΟΣ λαμβάνει τὴν ἐλαχίστην τιμήν της, ἵσην πρὸς 57,6 ρ. Συνεπῶς, ἐπειδὴ ἡ ἀπόστασις τῆς σελήνης ἀπὸ τὴν γῆν κυμαίνεται μεταξὺ 56 ρ καὶ 64 ρ, ὁ κῶνος τῆς σκιᾶς τῆς σελήνης δὲν φθάνει πάντοτε μέχρι τῆς γῆς. 'Αλλὰ καὶ ὅταν φθάνῃ, τέμνεται ὑπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς πολὺ πλησίον τῆς κορυφῆς του Ο, εἰς τρόπον ὥστε ἡ διάμετρος τῆς κυκλικῆς τομῆς τῆς σκιᾶς, νὰ μὴ ὑπερβαίνῃ ποτὲ τὰ 300 km.

β'. 'Εξ ἄλλου καὶ ἡ παρασκιὰ τῆς σελήνης ΚΔΕΛ δὲν δύναται νὰ καλύψῃ ποτὲ ὀλόκληρον τὴν γῆν, ἀλλὰ μόνον μίαν περιοχὴν τῆς γῆς, εὔρους ΚΛ.

108. Αἱ ἔκλειψιεις τοῦ ἡλίου. α'. "Οταν ἡ σκιὰ τῆς σελήνης φθάνῃ εἰς τὴν γῆν, τότε, ὅπως ἡ σελήνη κινεῖται, ἡ σκιὰ τῆς διατρέχει τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς, καλύπτουσα οὕτω μίαν λωρίδα αὐτῆς, εὔρους τὸ πολὺ 300 km. Τότε, καὶ εἰς ὅλους τοὺς τόπους, ἐκ τῶν ὁποίων διέρχεται ἡ σκιά, ὁ δίσκος τῆς σελήνης ἀποκρύπτει τὸν δίσκον τοῦ ἡλίου. διότι ἡ φαινομένη διάμετρος τῆς σελήνης εἰναι μεγαλυτέρα τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ ἡλίου, ὅταν ἡ σκιὰ φθάνῃ ἔως τὴν γῆν. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, εἰς τοὺς τόπους αὐτοὺς γίνεται ὄλικὴ ἔκλειψις τοῦ ἡλίου. Οἱ τόποι ὅμως τῆς γῆς, ἐπὶ τῶν ὁποίων προσπίπτει ὁ κόλουρος κῶνος τῆς παρασκιᾶς, ἔχουν μερικὴν ἔκλειψιν τοῦ ἡλίου, διότι, εἰς αὐτούς, ὁ δίσκος τῆς σελήνης ἀποκρύπτει μέρος τοῦ ἡλικακοῦ καὶ

μάλιστα τόσον μικρότερον, όσον ό τόπος εύρισκεται πλησιέστερον πρὸς τὰ ὅρια τῆς παρασκιᾶς.



Σχ. 22.

β'. "Οταν ὅμως ὁ κῶνος

τῆς σκιᾶς τῆς σελήνης δὲν φθάνῃ εἰς τὴν γῆν (σχ. 22), τότε, εἰς ὅλους τοὺς τόπους, εἰς τοὺς ὅποιους φθάνει ὁ κατὰ κορυφήν, πρὸς τὴν σκιάν, κῶνος AOB, ὁ δίσκος τῆς σελήνης, (ὁ ὅποιος ἔχει τώρα μικρότεραν φαινομένην διάμετρον ἀπὸ τὸν δίσκον τοῦ ἡλίου), ἀφίνει ἀκάλυπτον λεπτὸν δακτύλιον γύρω ἀπὸ τὸ ἀποκρυπτόμενον μέρος τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου. Διὰ τοῦτο, λέγομεν τότε, ὅτι οἱ τόποι αὐτοὶ ἔχουν δακτυλιοειδῆ ἔκλειψιν τοῦ ἡλίου, ἐνῷ καὶ πάλιν, οἱ τόποι τούς ὅποιους καλύπτει ἡ παρασκιά, ἔχουν μερικήν ἔκλειψιν.

γ'. "Οπως διὰ τὰς ἔκλειψεις τῆς σελήνης, οὕτω καὶ διὰ τὰς ἡλιακάς, ἀπαιτεῖται νὰ διέλθῃ ἡ σελήνη ἐκ τίνος τῶν συνδέσμων ἡ πλησίον του. Καὶ ἐὰν α) διέλθῃ ἐκ τοῦ συνδέσμου, ἔχομεν ἡλιακήν ἔκλειψιν, μὲ τὴν μεγαλυτέραν δυνατὴν διάρκειαν, ἡ ὅποια δὲν δύναται νὰ ὑπερβῇ τὰ 7 λ. 46 δ., διὰ τὰς ὀλικάς καὶ τὰ 12 λ. 42 δ., διὰ τὰς δακτυλιοειδεῖς, ἐνῷ, ἀπὸ τῆς ἐνάρξεως τῆς ἀποκρύψεως τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου, μέχρι τῆς πλήρους ἀποκαλύψεως αὐτοῦ, παρέρχονται περίπου 2 ὥραι. β) Ἐάν ἡ σελήνη διέλθῃ εἰς ἀπόστασιν μικρότεραν τῶν 53' ἀπὸ τοῦ συνδέσμου, ἡ ἔκλειψις θὰ εἴναι ὁπωσδήποτε ὀλική, ἐνῷ εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ 53' ἐως 1° 3' εἴναι ὀλική ἡ μερική, ἀναλόγως τῶν ἀποστάσεων γῆς - ἡλίου καὶ σελήνης - γῆς. γ) Ἐάν, τέλος, ἡ ἀπόστασις ἐκ τοῦ συνδέσμου κυμαίνεται μεταξὺ 1° 3' καὶ 1° 24', ἡ ἔκλειψις θὰ εἴναι ὁπωσδήποτε μερική, ἐνῷ πέραν τῆς 1° 24' μέχρι καὶ 1° 34', ἀν θὰ γίνη ἡ ὅχι ἡ μερική ἔκλειψις, ἔξαρταται πάλιν ἐκ τῶν ἐν λόγῳ ἀποστάσεων.

δ'. Αἱ ὀλικαὶ ἔκλειψεις τοῦ ἡλίου εἴναι ἀπὸ τὰ περισσότερον ἐντυπωσιακά ἀλλὰ καὶ ἐνδιαφέροντα ἀστρonomικὰ φαινόμενα. Ὁλίγον πρὶν καλυφθῇ ὅλος ὁ δίσκος τοῦ ἡλίου, ὅπως καὶ μόλις ἀρχίσῃ νὰ ἀποκαλύπτεται, περιβάλλεται ἀπὸ φωτεινὸν κομβολόγιον, ἐπὶ 6 - 8 δευτερ. Κατὰ τὴν ὀλικήν ἔκλειψιν φαίνεται ἡ ἀτμόσφαιρα τοῦ ἡλίου μὲ τὰς προεξοχὰς καὶ τὸ στέμμα, ἀλλὰ καὶ οἱ ἀστέρες. Ἐπὶ τῆς γῆς πνέει δι λεγόμενος «ἄνεμος τῆς ἔκλειψεως», ἡ θερμοκρασία καταπίπτει καὶ περιέργοι σκιαὶ διατρέχουν τὸ ἔδαφος. Ἡ σκιὰ τῆς σελήνης φαίνεται ὠσὰν κινουμένη στήλη καπνοῦ καὶ νομίζει κανείς, ὅτι θὰ ἐκσπάσῃ καταιγίς.

109. Συχνότης καὶ περιοδικότης τῶν ἔκλειψεων. α'. Ἀνὰ 223 συνοδικούς μῆνας, ἦτοι ἀνὰ 18 ἔτ. καὶ 11 ἡμ. περίπου, ἐπαναλαμ-

βάνονται αἱ ἑκλείψεις, αἱ ὅποιαι συνέβησαν κατὰ τὴν προηγουμένην 18ετίαν, μὲ τὴν ίδιαν σειρὰν καὶ μὲ τὴν ίδιαν χρονικὴν ἀπόστασιν μεταξὺ τῶν διαδοχικῶν ἑκλείψεων. Ἡ 18ετής αὐτὴ περίοδος τῶν ἑκλείψεων ὀνομάζεται σάρος, ήτο δὲ γνωστὴ εἰς τοὺς ἀρχαίους λαούς.

β'. Ὁ σάρος ὁφείλεται εἰς τὴν κίνησιν τῆς σελήνης, ἡ ὅποια ὀνομάζεται ἀναδρομὴ τῶν συνδέσμων. Κατ' αὐτήν, ἡ τομὴ τῶν τροχιῶν γῆς καὶ σελήνης ἀλλάσσει συνεχῶς θέσιν καὶ ἐντὸς 18 ἔτ. 11 ἡμ. γράφει ὅλον τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιᾶς τῆς γῆς.

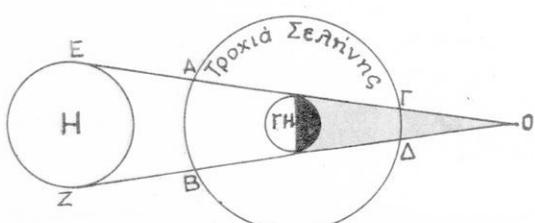
γ'. Ἐντὸς μιᾶς 18ετοῦς περιόδου συμβαίνουν συνολικῶς 70 ἑκλείψεις, ἐκ τῶν ὅποιών αἱ 41 εἰναι ἡλιακαὶ καὶ αἱ 29 σεληνιακαὶ. Νομίζομεν δῶμας, δτὶ εἰναι συχνότεραι αἱ σεληνιακαὶ, διότι αἱ τοῦ ἡλίου φαίνονται ἀπὸ ὥρισμένους τόπους, ἑκείνους ἐκ τῶν ὅποιών διέρχεται ἡ σκιὰ τῆς σελήνης, ἐνῷ αἱ σεληνιακαὶ εἰναι ὀραταὶ ἀπὸ διλούς τοὺς τόπους, οἱ ὅποιοι ἔχουν νύκτα. Οὖτως, εἰς τὴν Ἑλλάδα ἡ τελευταία ὀρατὴ ἦτο ἡ διακτύλιος ἰδίας τῆς 21ης Μαΐου 1966, ἡ δὲ προσεχῆς θὰ εἰναι τῆς 29 Ἀπριλίου 1976. Ἀλλ' ἐν τῷ μεταξὺ θὰ συμβοῦν καὶ ἀλλαὶ διλικαῖ, μὴ ὀραταὶ ἐξ Ἑλλάδος. Κατ' ἕτος γίνονται πάντοτε 2 ἔως 7 ἑκλείψεις. Ἐάν γίνουν μόνον 2, τότε ἀμφότεραι εἰναι ἡλιακαί. Ἄν συμβοῦν 7, τότε αἱ 5 ἢ αἱ 4 εἰναι ἡλιακαὶ καὶ αἱ 2 - 3 σεληνιακαί.

δ'. Ἐπιστημονικῶς ὁ σάρος δὲν είναι ἐπαρκῆς διὰ τὴν πρόρρησιν τῶν ἑκλείψεων. Διότι, ναὶ μὲν εἰναι δυνατὸν νὰ καθορισθοῦν αἱ ἡμερομηνίαι, δὲν είναι δῶμας δυνατὸν δι' αὐτοῦ νὰ προσδιορισθῇ καὶ ἡ ζώνη ὀρατότητος τῶν ἡλιακῶν ἑκλείψεων, ἥτοι ἡ ζώνη τὴν ὅποιαν διατρέχει ἑκάστοτε ἡ σκιὰ τῆς σελήνης καὶ ἡ ὅποια ζώνη διαφέρει ἀπὸ σάρου εἰς σάρον, δι' ὀλας τὰς ἡλιακάς ἑκλείψεις.

Ασκήσεις

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

81. Σπουδάσατε εἰς τὸ σχ. 23 τὰ τόξα AB καὶ ΓΔ τῆς τροχιᾶς τῆς σελήνης καὶ δικαιολογήσατε διατὶ αἱ ἑκλείψεις τοῦ ἡλίου εἰναι περισσότεραι τῶν σεληνιακῶν.



Σχ. 23.

82. Κατασκευάσατε σχῆμα, τὸ ὅποιον νὰ παριστῆ ἀπὸ κοινοῦ τὸν μηχανισμὸν τῶν ἡλιακῶν καὶ τῶν σεληνιακῶν ἑκλείψεων.

IV. ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΙ

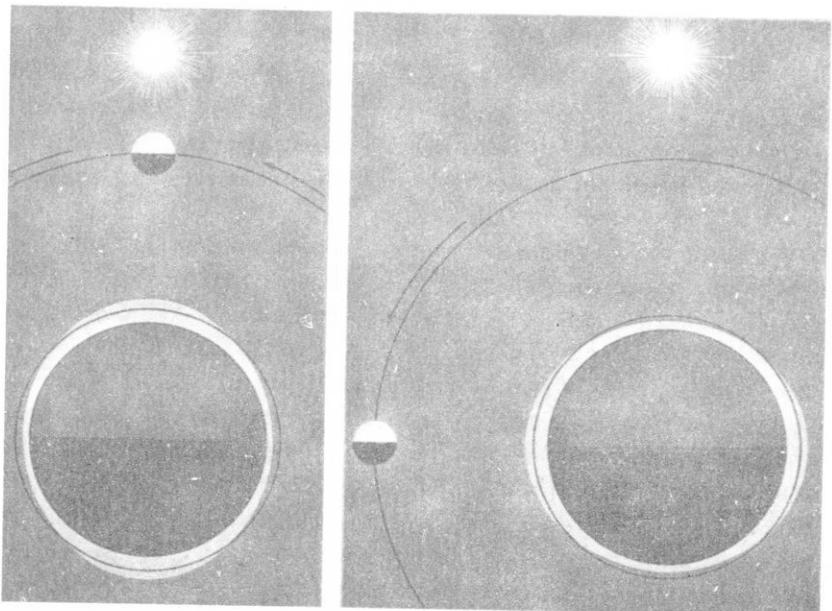
110. Τὸ φαινόμενον τῆς παλιρροίας καὶ ἡ σελήνη. α'. Ἐπὶ ἔξ ὥρας ἡ στάθμη τῶν ὑδάτων τῶν θαλασσῶν ἀνέρχεται συνεχῶς, κατόπιν δὲ ἀκολουθεῖ κάθοδός της ἐπὶ ἄλλας ἔξ συνεχεῖς ὥρας. Οὕτως, ἀνὰ 24ωρον καὶ ἀκριβέστερον, ἀνὰ 24 ὥρ. 50 λ. 30 δ., παρατηροῦνται δύο ἄνοδοι καὶ δύο κάθοδοι. Ἡ ἄνοδος ὀνομάζεται πλημμυρίς καὶ ἡ κάθοδος ἅμπωτις. Ἀπὸ κοινοῦ, πλημμυρίς καὶ ἅμπωτις, ἀποτελοῦν τὸ φαινόμενον, τὸ ὅποιον καλοῦμεν παλιρροιαν.

β'. Ἀλλὰ 24 ὥρ. 50,5 λ μεσολαβοῦν καὶ μεταξὺ δύο διαβάσεων τῆς σελήνης ἀνωθεν ἐνὸς τόπου, δηλαδὴ μεταξὺ δύο «ἄνω μεσουράνησεων» τῆς σελήνης, ὅπως λέγονται αἱ διαβάσεις ἀνωθεν ἐνὸς τόπου (§ 124). Ἐπὶ πλέον δέ, ἡ μία πλημμυρίς γίνεται εἰς κάθε τόπον κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησιν τῆς σελήνης καὶ ἡ ἄλλη κατὰ τὴν «κάτω μεσουράνησιν», ἥτοι κατὰ τὴν διάβασιν αὐτῆς ἀκριβῶς κάτωθεν τοῦ τόπου, δηλ. μετὰ 12 ὥρ. 25λ., ἀπὸ τὴν πρώτην. Ἐξ ἄλλου, αἱ δύο ἅμπωτιδες γίνονται εἰς κάθε τόπον, ὅταν ἡ σελήνη εύρισκεται εἰς τὴν ἀνατολήν καὶ (ἐπειτα περίπου ἀπὸ 12 ὥρ. 25λ.), εἰς τὴν δύσιν. Ἐκ τούτων ὅλων προκύπτει, ὅτι ὑπάρχει σχέσις μεταξὺ τῆς σελήνης καὶ τοῦ φαινομένου τῶν παλιρροιῶν.

γ'. Ἐπειδὴ ἐπὶ πλέον τὸ ὑψος τῆς στάθμης τῶν ὑδάτων ἔξαρτάται ὅχι 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 παλιρροιαν. Μάλιστα διαπιστοῦται, ὅτι τὸ ὑψος τῶν ὑδάτων ἔξαρτάται ἀπὸ τὴν φάσιν τῆς σελήνης, ἥτοι ἀπὸ τὴν θέσιν της, ὡς πρὸς τὸν ἡλιον. Διότι κατὰ τὰς συζυγίας, ἥτοι κατὰ τὴν σύνοδον (Ν.Σ.) καὶ κατὰ τὴν ἀντίθεσιν (πανσέληνος) παρατηρεῖται ἡ ὑψηλοτέρα στάθμη, ἐνῷ κατὰ τοὺς τετραγωνισμούς (Π.Τ καὶ Τ.Τ.) σημειοῦται ἡ χαμηλοτέρα.

111. Ἐρμηνεία τοῦ φαινομένου τῶν παλιρροιῶν. α'. Εἰς τὸν Νεύτωνα ὀφείλεται ἡ ἔξήγησις τοῦ φαινομένου τῶν παλιρροιῶν, ἃν καὶ τόσον ὁ Πυθέας ὁ Μασσαλιώτης, ὅσον καὶ ὁ Σέλευκος, ἀλλὰ καὶ ὁ Ποσειδώνιος, διεπίστωσαν πρῶτοι, ὅτι ὑπάρχει σχέσις μεταξὺ σελήνης καὶ παλιρροιῶν.

“Οπως ἀποδεικνύεται, ἡ ἔλξις τῆς σελήνης ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ στοιχείου τῆς γῆς εἶναι κατὰ 2,2 φορὰς μεγαλυτέρα τῆς ἔλξεως, τὴν ὅποιαν



Εικ. 40. Ἐξήγησις τοῦ φαινομένου τῶν παλιρροιῶν. Ἀριστερά· κατὰ τὴν φάσιν τῆς Ν.Σ. ἡ συνδυασμένη ἔλξις σελήνης καὶ ἥλιου προκαλεῖ ἴσχυροτέραν παλιρροιὰν. Δεξιά· κατὰ τὸν τετραγωνισμόν, ἡ ἔλξις τῆς σελήνης ἔξουδετεροῦται μερικῶς ὑπὸ τῆς ἔλξεως τοῦ ἥλιου καὶ ἡ παλιρροία εἶναι ἀσθενεστέρα.

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 συνεσωρεύοντο περισσότερον πρὸς τὸ μέρος τῆς σελήνης, ἀλλ’ ἐπὶ πλέον, ὅπως διδάσκει ἡ Μηχανικὴ τῶν ρευστῶν, καὶ εἰς τὸ ἔκ διαμέτρου ἀντίθετον μέρος τῆς γῆς. Ἀλλ’ ἡ συσσώρευσις αὐτὴ θὰ ἔδιδε εἰς τὴν γηίνην σφαῖραν σχῆμα ἐλλειψοειδὲς (εἰκ. 40 ἀριστερά). "Αν ἦδη ὑποθέσωμεν, ὅτι πρὸς τὸ μέρος τῆς σελήνης εύρισκεται καὶ ὁ ἥλιος (σύνοδος), τότε, ἡ συνδυασμένη ἔλξις ἥλιου καὶ σελήνης θὰ καταστήσῃ τὸ ἐλλειψοειδὲς περισσότερον πεπλατασμένον· τοῦτο ἀκριβῶς συμβαίνει εἰς τὰς συζυγίας. Ἀντιθέτως, εἰς τοὺς τετραγωνισμούς, ὅποτε σελήνη, γῆ καὶ ἥλιος σχηματίζουν ὄρθην γωνίαν, ἡ ἔλξις τοῦ ἥλιου θὰ ἔξουδετερώσῃ μέρος τῆς ἔλξεως τῆς σελήνης καὶ τὸ ἐλλειψοειδὲς σχῆμα θὰ εἴναι ὅλιγώτερον τογισμένον, ἐστραμμένον δέ, πάντοτε, πρὸς

τὴν σελήνην (εἰκ. 40 δεξιά). Λόγω ὅμως καὶ τῆς περιστροφῆς της, ἡ γῆ στρέφει πρὸς τὴν σελήνην διαφορετικά, συνεχῶς, μέρη τῆς ἐπιφανείας της. Συνεπῶς καὶ τὸ ἐλλειψοειδὲς σχῆμα θὰ ἀλλάσσῃ συνεχῶς τὴν θέσιν τῶν δύο ὑδατίνων ἔξογκωσεών του, τῶν πλατιών. Ἐπειδὴ δὲ ἡ περιστροφὴ τῆς γῆς, ἐκ Δ πρὸς Α, γίνεται εἰς 2. ὥρας, ἡ μετατόπισις τῶν ὑδατίνων ἔξογκωμάτων θὰ γίνεται εἰς τὸν ἴδιον χρόνον, ἀλλ’ ἐξ Α πρὸς Δ. Διότι τὰ ὑδάτα κινοῦνται συνεχῶς πρὸς τὰ ὄπιστα, ἤτοι πρὸς τὸ μέρος πού ἀφίνουν τὴν σελήνην, καθὼς ἡ γῆ περιστρέφεται. Μὲ ἀλλούς λόγους, ἔνα πελώριον κῦμα κινεῖται συνεχῶς κατὰ τὴν ἀντίθετον διεύθυνσιν τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς, πρὸς τὸ μέρος, ἀκριβῶς, ὃπου εύρισκεται 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.

β'. Ἡ συνεχῆς κίνησις τῶν ὑδάτων εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς, ἀντιθέτως πρὸς τὴν φορὰν περιστροφῆς τῆς γῆς, ἐλαττώνει βραδέως ἀλλὰ σταθερῶς τὴν ταχύτητα τῆς περιστροφῆς της. Οὕτως ὑπολογίζεται, διτὶ ὁ χρόνος ἡ γεριστροφὴ τῆς γῆς αὔξεντι κατὰ ἐν δευτερόλεπτον, ἀνὰ 10.000 ἔτη.

112. Ἡ παλίρροια τοῦ Εὐρίπου. α'. Ὁ δίσυλος τοῦ Εὐρίπου εἶναι λωρὶς τῆς θαλάσσης, πλάτους 39 μ., μήκους 40 μ καὶ βάθους 8,5 μ., συνδέουσα τὸν βόρειον Εύβοϊκὸν μὲ τὸν νότιον. Εἰς αὐτὸν παρουσιάζεται μοναδικόν, διὰ τὰς θαλάσσας, φαινόμενον: τὰ ὑδάτα του κινοῦνται συνεχῶς, ἐνῷ συγχρόνως ἀλλάσσουν καὶ φορὰν κινήσεως, κατευθυνόμενα ἀλλοτε πρὸς τὸν βόρειον καὶ ἀλλοτε πρὸς τὸν νότιον Εύβοϊκόν. Ἡ συστηματικὴ σπουδὴ τοῦ ρεύματος ἔδειξεν διτὶ, ἐνῷ ἐπὶ 22 - 23 ἡμ. παρουσιάζει τοῦτο μιὰν κανονικότητα καὶ ἀλλάσσει φοράν, ἀνὰ 6 ὥρ. περίπου, ὅπως ἡ παλίρροια, κατὰ τὰς ὑπολοίπους 6 ἔως 7 ἡμέρας τοῦ μηνός, τὸ ρεῦμα γίνεται ἀκανόνιστον, δύναται δὲ νὰ ἀλλάξῃ φορὰν ἀκόμη καὶ 14 φορὰς τὸ 24ωρον. Τὸ κανονικὸν ρεῦμα ἀντιστοιχεῖ εἰς τὰς συζυγίας, ἤτοι εἰς 11 - 12 ἡμέρας περὶ τὴν Ν.Σ. καὶ ἀλλας τόσας περὶ τὴν πανσέληνον, ἐνῷ τὸ ἀκανόνιστον παρατηρεῖται κατὰ τοὺς τετραγωνισμούς, Π.Τ. καὶ Τ.Τ.

β'. Ἡ ἐξήγησις τῶν φαινομένων τοῦ ρεύματος τοῦ Εὐρίπου ἀπηγόρωσε τὸν Ἀριστοτέλη καὶ τὸν Ἐρατοσθένη εἰς τὴν ἀρχαιότητα, ἀλλὰ καὶ πολλοὺς τῶν ἐπιστημόνων ἀπὸ τοῦ παρελθόντος αἰῶνος

καὶ ἐφ' ἔξῆς, μεταξὺ τῶν ὁποίων πρωτεύουσαν θέσιν κατέχει δ. Δ. Αἰγινήτης. Σήμερον δεχόμεθα τὴν ἔξῆς ἔξήγησιν τῶν φαινομένων τοῦ Εὔριπου.

Τὸ κῦμα τῆς παλιρροίας φθάνει εἰς τὴν Εὔβοιαν καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸν βόρειον καὶ τὸν νότιον Εὔβοϊκόν, κατευθυνόμενον πρὸς τὸν Εὔριπον. Λόγω ὅμως τοῦ διαφορετικοῦ μήκους τῆς διαδρομῆς, τὸ κῦμα τὸ ἔρχόμενον ἐκ νότου φθάνει ἐκεῖ 1 ὥρ. καὶ 15 λ. ἐνωρίτερον ἀπὸ τὸ ἔρχόμενον ἐκ βορρᾶ. Ὡς ἐκ τούτου, εἶναι φυσικόν, οἱ περισσότεροι ὄνδρες ὅγκοι, οἱ ὄποιοι φθάνουν ἐκ νότου ἐνωρίτερον, νὰ ἀνεβάσουν τὴν στάθμην εἰς τὸ μέρος αὐτὸν καὶ μάλιστα κατὰ 30 ἔως 40 cm, ὅποτε δημιουργεῖται ρεῦμα ἐκ νότου πρὸς βορρᾶν. Μετὰ ἔξ ὅμως ὥρας ἀντιστρέφονται αἱ συνθῆκαι καὶ δημιουργεῖται ἀντίθετον ρεῦμα, καθὼς ἡ ἄμπωτις διαδέχεται τὴν πλημμυρίδα, διότι τότε εἰς τὸ βόρειον μέρος ἔχουν συσσωρευθῆ περισσότερα ὕδατα. Καί, ὅταν μὲν ἔχωμεν συζυγίας, ὅποτε ἡ ἔντασις τῆς παλιρροίας εἴναι μεγάλη, τὸ ρεῦμα παρουσιάζεται κανονικόν. Κατὰ τοὺς τετραγωνισμούς ὅμως, ὅποτε τὸ ρεῦμα εἴναι ἀσθενέστερον, ἡ διαμόρφωσις τοῦ βυθοῦ εἰς τοὺς ἐκεῖ δύο λιμένας, οἱ πνέοντες ἀνεμοί καὶ ἄλλα αἴτια συντελοῦν, ὥστε τοῦτο νὰ παρουσιάζῃ τὰς παρατηρουμένας ἀνωμαλίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η Η ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΣΦΑΙΡΑ

113. Ούρανιος σφαῖρα· σχῆμα καὶ χρῶμα τοῦ οὐρανοῦ. α'. Όνομάζομεν ούρανιον σφαῖραν, τὴν σφαῖραν ἐπὶ τῆς ὁποίας φαίνονται νὰ εἰναι καθηλωμένοι οἱ ἀστέρες καὶ ἡ ὅποια περιβάλλει τὴν γῆν.

Κέντρον τῆς σφαῖρας ταύτης εἶναι τὸ κέντρον Κ τῆς γῆς (σχ. 24). Ἐπειδὴ ὅμως ἡ ἀκτὶς τῆς οὐρανίου σφαῖρας δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς ἔχουσα ἄπειρον μῆκος, διὰ τοῦτο, ἡ μὲν ἀκτὶς ΚΤ τῆς γηίνης σφαῖρας εἶναι δυνατὸν νὰ θεωρηθῇ ἀμελητέα, τὸ δὲ τυχὸν σημεῖον Τ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς δύναται νὰ ληφθῇ ὡς κέντρον τῆς οὐρανίου σφαῖρας. Κατὰ ταῦτα, ἀντὶ τῆς ἀκτῖνος ΚΖ τῆς οὐρανίου σφαῖρας, δύναται νὰ ληφθῇ ἡ ΤΖ ἡ ἀκόμη, ἐπὶ τὸ ἀπλούστερον, ὁ τόπος Τ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς δύναται νὰ θεωρηθῇ, ὡς συμπίπτων πρὸς τὸ κέντρον Κ τῆς οὐρανίου καὶ τῆς γηίνης σφαῖρας.

β'. Ή ούρανιος σφαῖρα δὲν ὑπάρχει εἰς τὴν πραγματικότητα. Ὁφείλεται ἀποκλειστικῶς καὶ μόνον εἰς τὴν παρουσίαν τῆς ἀτμοσφαίρας τῆς γῆς. Εάν δὲν ὑπῆρχεν ἡ ἀτμόσφαιρα, τότε ἡ ούρανιος σφαῖρα θὰ ἔξηφανίζετο καὶ δι περιβάλλων τὴν γῆν χῶρος θὰ παρουσίαζεν ὅμορφον καὶ χαώδη δψιν. Αὐτήν τὴν ἐντύπωσιν σχηματίζουν οἱ ἀστροναῦται, ὅταν ταξιδεύουν εἰς τὸ διάστημα πέραν τῶν δρίων τῆς γηίνης ἀτμοσφαίρας.

Ἐξ ἄλλου καὶ τὸ κυανοῦν χρῶμα τῆς οὐρανίου σφαῖρας ὄφείλεται, κυρίως, εἰς τὴν διάχυσιν τῆς κυανῆς ίδιας ἀκτινοβολίας τοῦ ἡλιακοῦ φωτός, ὑπὸ τῶν μορίων τῆς γηίνης ἀτμοσφαίρας, τὰ ὅποια ἔχουν μέγεθος τῆς τάξεως τοῦ μήκους κύματος τῆς κυανῆς ἀκτινοβολίας. Καθ' ὅμιοιν τρόπον, τὸ ἐρυθρὸν χρῶμα, τὸ ὅποιον παρουσιάζει ἐνίστε ἡ ούρανιος σφαῖρα πλησίον τοῦ ὄριζοντος καὶ κυρίως εἰς τὸ ἀνατολικὸν καὶ δυτικὸν τμῆμα αὐτοῦ, ὄφείλεται εἰς παρομοίαν διάχυσιν τῆς ἐρυθρᾶς ἀκτινοβολίας τοῦ ἡλιακοῦ φωτός, ὑπὸ τῶν αἰώρουμένων ὑδρατμῶν εἰς τὰ χαμηλὰ ἀτμοσφαιρικά στρώματα. Διότι οἱ ὑδρατμοί, καθὼς καὶ τὰ μόρια τοῦ καπνοῦ καὶ μάλιστα τοῦ κονιορτοῦ, -ἔχουν μεγαλύτερας διαστάσεις, τῆς τάξεως τῶν μηκῶν κύματος τῆς ἐρυθρᾶς καὶ πορτοκαλοχρόου ἀκτινοβολίας. Διὰ τοῦτο καὶ ἡ ἐρυθρότης



Σχ. 24.

τοῦ οὐρανοῦ, πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ ἡλίου, μαρτυροῦσα τὴν παρουσίαν πολλῶν ύδρατιμῶν, ἀποτελεῖ συνήθως ἐμπειρικὸν προγνωστικόν, ὅτι ἐπίκειται βροχερός καιρός.

γ'. Ἡ οὐράνιος σφαῖρα ὁνομάζεται ἀκόμη οὐράνιος θόλος ἢ ἀπλῶς, οὐράνιος.

114. Κατακόρυφος τόπου· κατακόρυφοι κύκλοι. α'. Κατακόρυφος τόπου 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 θεωρηθῇ ὡς συμπίπτουσα πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς ἀκτίνος τῆς γηίνης σφαίρας, τῆς διερχομένης ἐκ τοῦ τόπου, διὰ τοῦτο ἡ κατακόρυφος τοῦ τόπου Τ δρίζεται καὶ ὡς ἡ διεύθυνσις τῆς γηίνης ἀκτίνος, τῆς διερχομένης ἐξ αὐτοῦ.

Κατὰ ταῦτα, ἔκαστον σημείον τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς ἔχει ἴδιαν κατακόρυφον.

β'. Ἡ κατακόρυφος ἐνὸς τόπου, ἔστω τοῦ T_1 (σχ. 25), προεκτεινομένη νοερῶς πρὸς τὰ ἄνω, συναντᾶ τὴν οὐράνιον σφαῖραν εἰς σημεῖον Z_1 , καλούμενον $Z_{\text{ενιθ}}$ τοῦ τόπου T_1 . Ἐάν ἡ κατακόρυφος προεκταθῇ νοερῶς καὶ πρὸς τὰ κάτω, ὑπὸ τοὺς πόδας τοῦ παρατηρητοῦ, τοῦ ἰσταμένου εἰς τὸν τόπον T_1 , τότε, διερχομένη ἐκ τοῦ κέντρου K τῆς γῆς καὶ ἐπεκτεινομένη ἐπ' ἄπειρον, συναντᾶ τὴν οὐράνιον σφαῖραν εἰς τὸ σημεῖον N_1 , ἐκ διαμέτρου ἀντίθετον πρὸς τὸ Z_1 , τὸ ὅποιον καὶ καλεῖται $N_{\text{αδίρ}}$ τοῦ τόπου T_1 .

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

γ'. Οἱ δροὶ $\zeta_{\text{ενιθ}}$ καὶ $\nu_{\text{αδίρ}}$ εἶναι ἀραβικῆς προελεύσεως καὶ χρησιμοποιοῦνται διεθνῶς. ‘Ἐλληνιστί, τὸ μὲν $\zeta_{\text{ενιθ}}$ καλεῖται κατακόρυφον σημεῖον, τὸ δὲ $\nu_{\text{αδίρ}}$, ἀντικρύφον.

δ'. Ἐκ τοῦ ὀρισμοῦ τῆς κατακορύφου προκύπτει, ὅτι οἱ δροὶ «ἄνω» καὶ «κάτω» εἶναι σχετικοί. Διότι, διὰ παρατηρητήν, ἰστάμενον εἰς τὸν τόπον T_3 , λογίζεται ὡς «ἄνω» ἡ κατεύθυνσις, τὴν ὅποιαν ὁνομάζει «κάτω» ἔτερος παρατηρη-

τής, εύρισκόμενος είς σημείον τής γηίνης έπιφανείας, έκ διαμέτρου ἀντίθετον τοῦ Τ. Γενικῶς, χαρακτηρίζεται ώς «κάτω» ή κατεύθυνσις πρὸς τὸ κέντρον τῆς γῆς καὶ ώς «ἄνω» ή ἀντίθετος πρὸς αὐτήν.

ε'. Ὄνομάζονται κατακόρυφα ἐπίπεδα, τὰ ἄπειρα ἐπίπεδα, τὰ ὁποῖα διέρχονται ἐκ τῆς κατακορύφου ἐνὸς τόπου. Οὕτω, διὰ τῆς κατακορύφου ZN τοῦ τόπου T (τὸν ὅποιον, κατὰ τὴν § 113α, θεωροῦμεν ώς ταυτιζόμενον πρὸς τὸ κέντρον τῆς οὐρανίου σφαίρας), διέρχονται ἄπειρα κατακόρυφα ἐπίπεδα, ώς τὰ ϵ_1 , ϵ_2 , ϵ_3 κ.ο.κ. (σχ. 26).

στ'. Καθὲν τῶν κατακορύφων ἐπιπέδων τέμνει τὴν οὐράνιον σφαίραν κατὰ κύκλον μέγιστον, ὅστις ὀνομάζεται κατακόρυφος κύκλος. Οὕτως, ὁ κύκλος ZΣΝ, κατὰ τὸν ὅποιον τέμνεται ἡ οὐράνιος σφαίρα ὑπὸ τοῦ κατακορύφου ἐπιπέδου ϵ_1 εἶναι κατακόρυφος κύκλος.

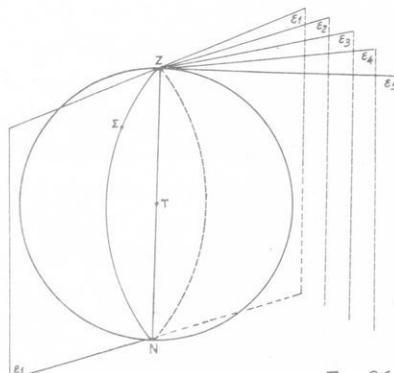
ζ'. Ἐὰν Σ εἶναι τυχὸν σημεῖον τῆς οὐρανίου σφαίρας, τότε τὸ ἡμικύκλιον ZΣΝ τοῦ κατακορύφου κύκλου, τὸ περιέχον τὸ σημεῖον Σ, καλεῖται κατακόρυφος τοῦ σημείου Σ.

115. Φυσικὸς καὶ αἰσθητὸς δρίζων· δριζόντιοι κύκλοι.
α'. Καλεῖται φυσικὸς δρίζων ἐνὸς τόπου ἡ γραμμὴ, κατὰ τὴν ὁποίαν ὁ οὐρανὸς φαίνεται, ὅτι ἐγγίζει τὴν γῆν.

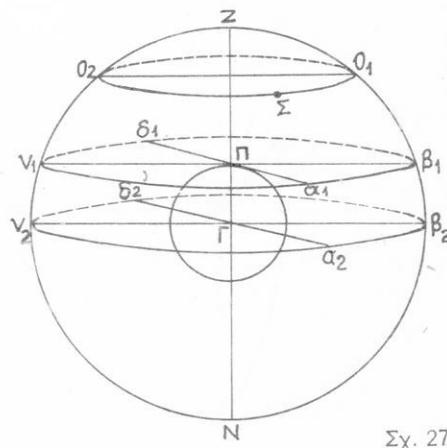
Λόγῳ τῶν ἀνωμαλιῶν τοῦ ἔδαφους, ὁ φυσικὸς δρίζων ἐνὸς τόπου παρουσιάζεται ἐν γένει ώς ἀνώμαλος γραμμή, μόνον δὲ ἐάν εὔρισκώμεθα ἐπὶ ἀνοικτῆς θαλάσσης, μακρὰν πάσης ξηρᾶς, λαμβάνει οὕτος τὸ σχῆμα κύκλου, τοῦ ὅποιον τὸ κέντρον κατέχει ὁ παρατηρητής.

β'. Κάθε ἐπίπεδον, κάθετον πρὸς τὴν κατακόρυφον, καλεῖται δριζόντιον ἐπίπεδον.

γ'. Ἐστω παρατηρητής, ίσταμενος εἰς τὸ σημεῖον Π τῆς



Σχ. 26.



Σχ. 27.

έπιφανείας τῆς γῆς Γ (σχ. 27). Τότε, τὸ δριζόντιον ἐπίπεδον, τὸ διερχόμενον ἐκ τῶν ὀφθαλμῶν του, θὰ τέμνῃ τὴν οὐράνιον σφαῖραν κατὰ κύκλουν $\beta_1\delta_1\nu_1\alpha_1$, τοῦ ὅποιου κέντρον είναι τὸ σημεῖον Π, ἐνῷ ἡ διάμετρός του $\beta_1\nu_1$ είναι κάθετος ἐπὶ τὴν κατακόρυφον ZN. Τὸν κύκλον τοῦτον ὀνομάζομεν **αἰσθητὸν δρίζοντα** τοῦ σημείου Π.

Ἐπειδὴ ἡ ἀκτὶς τῆς γῆς ΓΠ δύναται νὰ θεωρηθῇ ἀμελητέα, πρὸ τοῦ ἀπείρου μήκους τῆς ἀκτίνος τῆς οὐρανίου σφαίρας (§ 113α), διὰ τοῦτο ὁ παρατηρητὴς Π λογίζεται, ὡς κατέχων πάντοτε τὴν θέσιν τοῦ κέντρου τῆς γῆς Γ καὶ ὅτι ὁ αἰσθητὸς δρίζων αὐτοῦ είναι ὁ $\beta_2\delta_2\nu_2\alpha_2$.

δ'. Οἱ ἀπειροὶ κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας, οἱ παράλληλοι πρὸ τὸν αἰσθητὸν δρίζοντα ἐνὸς τόπου, ὅπως ὁ κύκλος $O_1\Sigma O_2$, καλοῦνται δριζόντιοι κύκλοι ἢ καί, διὰ τοῦ ἀραβικοῦ ὀνόματός των, **ἀλμικανταρᾶτοι**. Οἱ δριζόντιοι κύκλοι είναι τομαὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, ὑπὸ τῶν δριζόντιών ἐπιπέδων καὶ ἔχουν τὰ κέντρα των ἐπὶ τῆς κατακορύφου ZN.

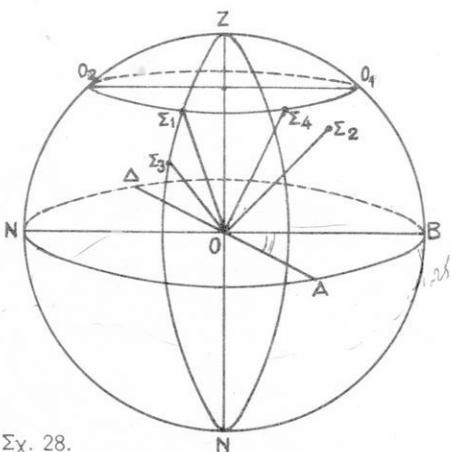
Ολοι οἱ δριζόντιοι κύκλοι είναι **μικροί**, ἐκτὸς τοῦ αἰσθητοῦ δρίζοντος, ὃ ὅποιος είναι **μέγιστος**, διότι ἔχει ὡς κέντρον του τὸ κέντρον τῆς οὐρανίου σφαίρας.

116. Γωνιώδης ἀπόστασις δύο σημείων. α'. Ἐστω Ο δ ὀφθαλμὸς παρατηρητοῦ, θεωρούμενος ὡς κέντρον τῆς οὐρανίου σφαίρας (σχ. 28). Ἐὰν Σ_1 καὶ Σ_2 είναι δύο τυχόντα σημεῖα τῆς σφαίρας ταύτης,

τότε, $O\Sigma_1$ καὶ $O\Sigma_2$ είναι αἱ ὀπτικαὶ ἀκτῖνες, αἱ φερόμεναι ἐκ τοῦ ὀφθαλμοῦ τοῦ παρατηρητοῦ, πρὸς ἓνα ἕκαστον τῶν σημείων τούτων.

Καλοῦμεν **γωνιώδη ἀπόστασιν** τῶν σημείων Σ_1 καὶ Σ_2 , τὴν γωνίαν $\Sigma_1O\Sigma_2$, τὴν ὅποιαν σχηματίζουν αἱ δύο ὀπτικαὶ ἀκτῖνες $O\Sigma_1$ καὶ $O\Sigma_2$.

β'. Ἐὰν τὰ δύο σημεῖα εύρισκωνται ἐπὶ τοῦ ἴδιου κατακορύφου κύκλου, ὅπως τὰ Σ_1 καὶ Σ_3 , τότε ἡ γωνιώδης ἀπόστασίς



Σχ. 28.

των $\Sigma_1 O \Sigma_3$ έχει μέτρον τὸ τόξον $\Sigma_1 \Sigma_3$ τοῦ κατακορύφου κύκλου. Καθ' ὅμιοιν τρόπον καὶ τὰ σημεῖα Σ_1 καὶ Σ_4 , τὰ ὅποια εὑρίσκονται ἐπὶ τοῦ ἴδιου ὁρίζοντος κύκλου $O_1 O_2 \Sigma_1 \Sigma_4$, έχουν ὡς μέτρον τῆς γωνιώδους ἀπόστασεώς των $\Sigma_1 O \Sigma_4$, τὸ τόξον $\Sigma_1 \Sigma_4$ τοῦ ὁρίζοντος των κύκλου.

Ασκήσεις

Σχ.
28.

83. Όρισατε τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τῶν σημείων A καὶ B (σχ. 28) καὶ καθορίσατε τὸ μέτρον αὐτῆς. (ΑΟΒ)

84. Εύρετε, εἰς μοίρας, τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τῶν σημείων Z (Ζενίθ) καὶ A, τὸ ὅποιον κεῖται ἐπὶ τοῦ ὁρίζοντος (σχ. 28). (ΑΩΖ) (ΖΩΑ)

85. Πόση εἶναι ἡ γωνιώδης ἀπόστασις Ζενίθ—Ναδίρ; (ΑΖΩ) (ΑΖΩ) (ΖΩΩ)

86. Εὰν B, N καὶ A, Δ εἶναι τὰ κύρια σημεῖα τοῦ ὁρίζοντος Βορρᾶς, Νότος, Ἀνατολὴ καὶ Δύσις καὶ ἡ BN εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν ΑΔ, πόση εἶναι ἡ γωνιώδης ἀπόστασις Βορρᾶ — Νότου, Ἀνατολῆς — Δύσεως, Βορρᾶ — Ἀνατολῆς καὶ Νότου — Δύσεως;

180° 180° 90° 90°

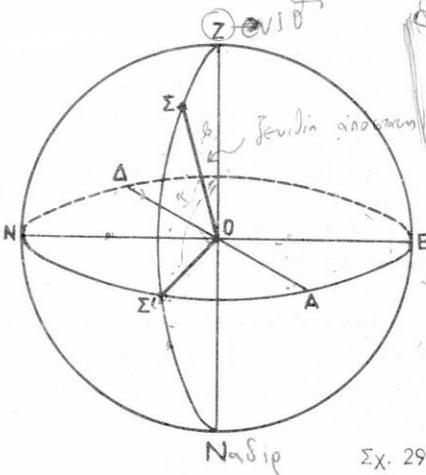
117. Ζενιθία ἀπόστασις καὶ ὑψος ἀστέρος. α'. Καλοῦμεν ζενιθίαν ἀπόστασιν ἐνὸς σημείου τῆς οὐρανίου σφαίρας ἢ ἐνὸς ἀστέρος, κατά τινα στιγμήν, τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τούτου ἀπὸ τοῦ ζενίθ τοῦ τόπου, εἰς τὸν ὅποιον ἰστάμεθα.

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° ἕως 180° .

Οὔτως, ἢ z τοῦ ἀστέρος Σ (Σχ. 29) εἶναι ἡ ZΟΣ, τῆς ὅποιας μέτρον εἶναι τὸ τόξον ΖΣ.

β'. Καλοῦμεν ὑψος ἐνὸς σημείου ἢ ἐνὸς ἀστέρος, κατά τινα στιγμήν, τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν του ἀπὸ τοῦ ὁρίζοντος τοῦ τόπου, εἰς τὸν ὅποιον ἰστάμεθα.

Διὰ νὰ εὔρωμεν τὸ ὑψος, ἔστω τοῦ ἀστέρος Σ (σχ. 29), φέρομεν τὸν κατακόρυφόν του ΖΣΝ καὶ, ἐκ τοῦ O, τὰς δύο ὀπτικὰς ἀκτίνας ΟΣ καὶ ΟΣ'. Ἡ



Σχ. 29.

ΟΣ' κατευθύνεται πρὸς τὸ σημεῖον Σ', τομὴν τοῦ ὁρίζοντος ὑπὸ τοῦ κατακορύφου τοῦ ἀστέρος. Τότε, ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ ἀστέρος Σ ἀπὸ τοῦ ὁρίζοντος θὰ εἴναι ἡ γωνία Σ'ΟΣ, τῆς ὅποιας μέτρον εἴναι τὸ τόξον Σ'Σ.

Τὸ ὑψος συμβολίζεται μὲ τὸ γράμμα υ' μετρεῖται ἐπὶ τοῦ κατακορύφου κύκλου, τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ σημείου ἢ τοῦ ἀστέρος, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τοῦ σημείου Σ' τοῦ ὁρίζοντος· δύναται νὰ μεταβληθῇ ἀπὸ 0° ἕως 90° ἀπολύτως· καὶ εἴναι θετικὸν μὲν, ἐὰν ὁ ἀστὴρ εὑρίσκεται πρὸς τὸ ἄνω τοῦ ὁρίζοντος ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ, τὸ περιέχον τὸ ζενίθ, ἀρνητικὸν δὲ ἐὰν ὁ ἀστὴρ κεῖται εἰς τὸ κάτω τοῦ ὁρίζοντος ἡμισφαίριον, τὸ περιέχον τὸ ναδίρ.

'Ασκήσεις

87. Δείξατε διατὶ ἡ z δύναται νὰ μεταβληθῇ ἀπὸ 0° ἕως 180° .

88. Ἐὰν ἡ ζενιθία ἀπόστασις ἀστέρος, κατὰ τινὰ στιγμήν, μετρουμένη εἰς ἓνα τόπον, εὐρεθῇ ἵση μὲ z , εἰς ἓνα ἄλλον τόπον, κατὰ τὴν ίδίαν στιγμήν, δὲν ἔχει ποτὲ τὴν ίδίαν τιμήν. Διατί;

89. Δείξατε, ὅτι τὸ ὑψος εἴναι πάντοτε τὸ συμπλήρωμα τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως: ἥτοι, ὅτι $\text{isχύει } \eta \text{ σχέσις } z+u=90^{\circ}$.

90. Ἀστέρος τινὸς τὸ ὑψος, εἰς ἓνα τόπον καὶ κατὰ τινὰ στιγμήν, εἴναι $u=37^{\circ} 51' 28''$. Πόση είναι ἡ z αὐτοῦ;

91. Ἀστέρος τινὸς ἡ ζενιθία ἀπόστασις, εἰς ἓνα τόπον καὶ κατὰ τινὰ στιγμήν, είναι $z=106^{\circ} 32' 48''$. Πόσον είναι τὸ u αὐτοῦ;

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

93. Πότε ἡ z λαμβάνει τιμὰς μεγαλυτέρας τῶν 90° ἐν σχέσει πρὸς τὰς τιμὰς τοῦ u ;

94. Πότε τὸ u λαμβάνει ἀρνητικὰς τιμὰς ἐν σχέσει πρὸς τὰς τιμὰς τῆς z ;

95. Πότε αἱ τιμαὶ τοῦ z καὶ τοῦ u είναι ἀμφότεραι θετικαὶ;

96. Ποῖος είναι ὁ γεωμετρικὸς τόπος τῶν σημείων, τῶν ἔχοντων $u=0^{\circ}$ καὶ $z=90^{\circ}$;

97. Ποῖος είναι ὁ γεωμετρικὸς τόπος τῶν σημείων, τῶν ἔχοντων $u=-25^{\circ}$ καὶ $z=+115^{\circ}$;

118. "Αξων τοῦ κόσμου καὶ οὐράνιος ισημερινός. α'. Ἔστω Γ ἡ γῆ, κατέχουσα τὸ κέντρον τῆς οὐρανίου σφαίρας καὶ ππ' ὁ ἄξων περιστροφῆς τῆς γῆς, ἐνῷ π καὶ π' είναι ὁ βόρειος καὶ ὁ νότιος πόλος αὐτῆς, ἀντιστοίχως. Ἐὰν δὲ ἄξων τῆς γῆς ἐπεκταθῇ ἐπ' ἀπειρον καὶ ἀπὸ τὰ δύο μέρη του, τότε θὰ τμήσῃ τὴν οὐράνιον σφαῖραν κατὰ τὰ

σημεία Π καὶ Π' , ἀντίστοιχα τῶν π καὶ π' τῆς γῆς (σχ. 30).

Καλοῦμεν ἄξονα τῆς οὐρανίου σφαίρας ἡ καὶ ἄξονα τοῦ κόσμου αὐτὸν τοῦτον τὸν ἄξονα τῆς γῆς, προεκτεινόμενον ἐπ' ἄπειρον, ἕως ὅτου τμήσῃ τὴν οὐράνιον σφαίραν καὶ καταστῇ διάμετρος αὐτῆς.

'Εξ ἄλλου, δύνομάζομεν βόρειον πόλον τῆς οὐρανίου σφαίρας τὸ σημεῖον Π , ἀντίστοιχον τοῦ γηίνου βορείου πόλου π· καὶ νότιον πόλον αὐτῆς τὸ σημεῖον Π' , ἀντίστοιχον τοῦ γηίνου νοτίου πόλου π'.

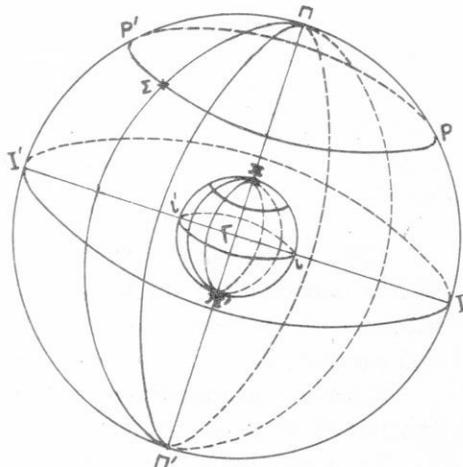
β'. Ἐὰν τὸ ἐπίπεδον τοῦ ἴσημερινοῦ τῆς γῆς II' προεκταθῇ ἐπ' ἄπειρον, θὰ τμήσῃ τὴν οὐράνιον σφαίραν, κατὰ μέγιστον κύκλον αὐτῆς, τὸν II', ἀντίστοιχον πρὸς τὸν γηίνον ἴσημερινόν, τὸν δόποιον καὶ καλοῦμεν οὐράνιον ἴσημερινόν.

'Ο οὐράνιος ἴσημερινός εἶναι κάθετος πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου, ἀφοῦ καὶ ὁ γηίνος ἴσημερινός εἶναι κάθετος πρὸς τὸν ἄξονα τῆς γῆς.

'Η οὐράνιος σφαίρα διαχωρίζεται ὑπὸ τοῦ οὐρανίου ἴσημερινοῦ εἰς δύο ἡμισφαίρια, ὅπως ἡ γηίνη σφαίρα διαχωρίζεται, ὑπὸ τοῦ ἴσημερινοῦ αὐτῆς, εἰς τὸ βόρειον καὶ νότιον ἡμισφαίριον. Κατ' ἀναλογίαν, δύνομάζομεν βόρειον ἡμισφαίριον τῆς οὐρανίου σφαίρας, τὸ περιέχον τὸν βόρειον πόλον αὐτῆς καὶ νότιον ἡμισφαίριον, τὸ περιέχον τὸν νότιον πόλον της.

119. Ὡριαῖοι καὶ παράλληλοι κύκλοι. α'. Οἱ ἄπειροι μέγιστοι κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας, οἱ ἔχοντες ὡς διάμετρόν των τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου, δύνομάζονται ωριαῖοι κύκλοι. Οἱ ωριαῖοι κύκλοι εἶναι οἱ ἀντίστοιχοι πρὸς τοὺς μεσημβρινοὺς τῆς γῆς (§ 87δ).

Ἐὰν Σ εἶναι τυχὸν σημεῖον τῆς οὐρανίου σφαίρας ἡ ἔνας ἀστήρ, τότε τὸ ἡμικύκλιον ΠΣΠΤ' (σχ. 30) τοῦ ωριαίου κύκλου, τὸ περιέχον τὸ Σ, καλεῖται ωριαῖος τοῦ σημείου ἡ τοῦ ἀστέρος Σ.



Σχ. 30.

β'. Οι ἄπειροι μικροί κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας, οἱ παράλληλοι πρὸς τὸν οὐράνιον ἴσημερινόν, ὅπως ὁ ΡΣΡ' (σχ. 30), καλοῦνται **παράλληλοι κύκλοι**.

Οἱ παράλληλοι κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας εἰναι οἱ ἀντίστοιχοι τῶν παραλλήλων κύκλων τῆς γῆς. "Οπως δὲ οἱ γήινοι, οὐτω καὶ οἱ οὐράνιοι παράλληλοι κύκλοι ἔχουν τὰ κέντρα των ἐπὶ τοῦ ἄξονος ΠΠ'.

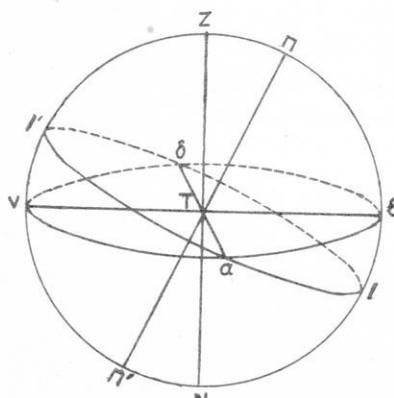
120. Μεσημβρινὸν ἐπίπεδον καὶ οὐράνιος μεσημβρινὸς τόπου· κύρια σημεῖα τοῦ ὁρίζοντος. α'. Εστω ὁ τόπος Τ (σχ. 31), θεωρούμενος ὡς συμπίπτων μὲ τὸ κέντρον τῆς γηίνης καὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, ΖΝ ἡ κατακόρυφος αὐτοῦ καὶ ΠΠ' ὁ ἄξων τοῦ κόσμου.

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

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

β'. Εστω β δ ν α ὁ αἰσθητὸς ὁρίζων εἰς τὸν τόπον Τ, κάθετος ἐπὶ τὴν κατακόρυφον ΖΝ καὶ Ιδ Ι'α ὁ οὐράνιος ἴσημερινός, κάθετος ἐπὶ τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου ΠΠ'. Τότε, ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς τοῦ τόπου, ὁ ΠΖΠ'Ν, τέμνει καθέτως τὸν ὁρίζοντα, κατὰ τὴν κοινὴν διάμετρὸν των β ν, τὴν ὅποιαν καὶ δονομάζομεν **μεσημβρινὴν γραμμὴν**.

'Εξ ἄλλου, ἡ διάμετρος τοῦ ὁρίζοντος α δ, ἡ κάθετος ἐπὶ τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν, συνεπῶς δὲ καὶ ἐπὶ τὸν μεσημβρινόν, καλεῖται ἄξων **τοῦ μεσημβρινοῦ**.



Σχ. 31.

γ'. Εἰς πάντα τόπον τῆς γῆς οἱ τρεῖς κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας, ὁ ρίζων, ἴση μερινὸς καὶ μεσημβρινὸς εἰναι θεμελιώδεις. Αἱ τρεῖς διάμετροι τῆς οὐρανίου σφαίρας, αἱ κάθετοι ἐπὶ ἓνα ἔκαστον τῶν κύκλων τούτων, καλοῦνται **ἄξονες αὐτῶν**. Οὔτως, ἄξων τοῦ ὁρίζοντος εἰναι ἡ κατακόρυφος ἄξων τοῦ ισημερινοῦ εἰναι δ ἄξων τοῦ κόσμου· καὶ ἄξων τοῦ μεσημβρινοῦ εἰναι ἡ διάμετρος τοῦ ὁρίζοντος α δ.

δ'. Ἡ μεσημβρινὴ γραμμὴ β ν καὶ ὁ ἄξων τοῦ μεσημβρινοῦ α διαιροῦν τὸν δρίζοντα εἰς τέσσαρα δρθογώνια τεταρτημόρια.

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

Ἐκ τῶν περάτων τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς, λαμβάνεται ὡς **βορρᾶς** (β), τὸ εύρισκόμενον πρὸς τὸν βόρειον πόλον τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου (σχ. 31), ἐνῷ ἐκ τῶν περάτων τοῦ ἄξονος τοῦ μεσημβρινοῦ, λαμβάνεται ὡς **ἀνατολὴ** (α), ἐκεῖνο τὸ δόποιον εύρισκεται πρὸς τὰ δεξιὰ παρατηρητοῦ, ἐστραφμένου πρὸς **βορρᾶν**.

ε'. Θά ἀποδεῖξωμεν, δτι ὁ ἄξων τοῦ μεσημβρινοῦ α δ συμπίπτει πρὸς τὴν τομὴν τοῦ **ἰσημερινοῦ** ὑπὸ τοῦ δρίζοντος.

Πράγματι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς εἶναι κάθετος, ἐξ δρισμοῦ (§ 120α), τόσον πρὸς τὸν δρίζοντα, δσον· καὶ πρὸς τὸν **ἰσημερινόν**, διότι περιέχει τὴν κατακόρυφον, κάθετον ἐπὶ τὸν δρίζοντα καὶ τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου, κάθετον ἐπὶ τὸν **ἰσημερινόν**. Ὄθεν καὶ ἡ μεσημβρινὴ γραμμὴ β ν (σχ. 31), ὡς κειμένη ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ μεσημβρινοῦ, θὰ εἴναι κάθετος ἐπὶ τὴν τομήν, ἐστω α δ, δρίζοντος καὶ **ἰσημερινοῦ**. Ἀλλὰ τότε ἡ τομὴ α δ θὰ πρέπει νὰ συμπίπτῃ πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ μεσημβρινοῦ α δ, κάθετον ἐξ δρισμοῦ (§ 120β) ἐπὶ τὴν μεσημβρινὴν γραμμήν. Κατὰ ταῦτα, ὁ οὐράνιος **ἰσημερινὸς** τέμνει τὸν δρίζοντα κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ μεσημβρινοῦ α δ.

Ασκήσεις

98. Δείξατε, δτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς εἶναι κύκλος κατακόρυφος.

99. Δείξατε, δτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς εἶναι ὠριαῖος κύκλος.

100. Δείξατε, δτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν δρίζοντα τοῦ τόπου, ὅπου **ἰστάμεθα**.

101. Δείξατε, δτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς, εἰς τυχόντα τόπον, εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν οὐράνιον **ἰσημερινόν**.

102. Δείξατε, δτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς εἶναι κάθετος ἐπὶ τοὺς παραλλήλους κύκλους.

103. Δείξατε, δτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινός, εἰς ἓνα τόπον, δύναται νὰ δρισθῇ καὶ ὡς « ὁ κατακόρυφος κύκλος τοῦ σημείου τοῦ νότου εἰς τὸν τόπον τοῦτον » ἢ ἀκόμη καὶ ὡς ὁ « ὠριαῖος κύκλος τοῦ σημείου τοῦ νότου εἰς τὸν τόπον τοῦτον ».

104. Εὔρετε τὸ ν καὶ τὴν **z** ἐκάστου τῶν κυρίων σημείων τοῦ δρίζοντος.

105. Δείξατε, δτι ὅλα τὰ σημεῖα τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, τὰ δόποια εύρισκονται ἐπὶ τοῦ **ἰδίου γηίνου μεσημβρινοῦ**, ἔχουν καὶ τὸν **ἰδίον οὐράνιον μεσημβρινόν**.

106. Διατί α) έὰν δύο τόποι κεῖνται ὁ ἕνας νοτιώτερον τοῦ ἄλλου, συμβάσι-
νει νὰ ἔχουν τὸν ἴδιον οὐράνιον μεσημβρινὸν (ὅπως ἔχουν καὶ τὸν ἴδιον γήινον με-
σημβρινόν), ἐνῷ β) έὰν ὁ ἕνας κεῖται ἀνατολικώτερον ἢ δυτικώτερον τοῦ ἄλλου,
τότε ὅπωσδήποτε ἔχουν καὶ διαφορετικὸν οὐράνιον μεσημβρινὸν (ὅπως διαφορε-
τικοὶ εἶναι καὶ οἱ γήινοι μεσημβρινοὶ τῶν);

107. Ποιὸν ἐπίπεδον ὁρίζουν ἡ κατακόρυφος ἐνὸς τόπου καὶ ἡ μεσημβρινὴ
γραμμὴ καὶ ποιὸν ἡ μεσημβρινὴ γραμμὴ μετὰ τοῦ ἄξονος τοῦ μεσημβρινοῦ;

108. Δεῖξατε, ὅτι ὁ ὁρίζων καὶ ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς διχοτομοῦνται.

109. Δεῖξατε, ὅτι ὁ ὁρίζων καὶ ὁ οὐράνιος ισημερινὸς διχοτομοῦνται.

**121. Φαινομένη περιστροφὴ τῆς οὐρανίου σφαίρας καὶ νόμοι
αὐτῆς. α'.** "Ολοὶ οἱ ἀστέρες, ἐκτὸς τοῦ ἡλίου, τῆς σελήνης καὶ τῶν
πλανητῶν, φαίνονται ὡσὰν νὰ εἰναι καθηλωμένοι ἐπὶ τῆς ἐ-
σωτερικῆς (κοίλης) ἐπιφανείας τῆς οὐρανίου σφαίρας, εἰς τρόπον
ὡστε αἱ σχετικαὶ θέσεις των, ὡς πρὸς ἀλλήλους, νὰ μένουν πάντοτε
σταθεραί. Διὰ τοῦτο ὡνομάσθησαν ὑπὸ τῶν ἀρχαίων 'Ἐλλήνων
ἀστρονόμων ἀπλανεῖς ἀστέρες, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τοὺς πλανήτας, οἱ ὁ-
ποῖοι, σύν τῷ χρόνῳ, ἀλλάσσουν συνεχῶς θέσιν μεταξύ τῶν ἀπλανῶν.

Οἱ ἀρχαῖοι Ἐλληνες ὡνόμαζον πλανήτας ἀκόμη καὶ τὸν ἥλιον καὶ τὴν σε-
λήνην, διότι μετέβαλλον θέσιν εἰς τὸν οὐρανόν, ὅπως οἱ πλανῆται.

β'. "Ολοὶ ἐν γένει οἱ ἀστέρες φαίνονται καθ' ἐκάστην νὰ ἀνατέ-
λουν, ὅπως ὁ ἥλιος, καὶ ἐν συνεχείᾳ νὰ διατρέχουν τὸν οὐρανόν,
προχωροῦντες πρὸς τὸ δυτικὸν μέρος τοῦ ὁρίζοντος, ὅπου συνήθως
δύουν, διὰ νὰ ἀνατείλουν ἐκ νέου, μετὰ πάροδον ἐνὸς 24ώρου ἀπὸ τῆς
προηγουμένης ἀνατολῆς των.

"Ἡ σπουδὴ αὐτῶν τῶν καθημερινῶν κινήσεων τῶν ἀστέρων ἀπέ-
δειξεν, ὅτι ὀλόκληρος ἡ οὐράνιος σφαίρα φαίνεται, ὅτι περιστροφῆς τῆς γῆς
φεταὶ λόγῳ δὲ τῆς περιστροφῆς τῆς, οἱ ἀστέρες, ὡς καθηλωμένοι
ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς, φαίνονται, ὅτι συμπαρασύρονται εἰς τὴν πε-
ριστροφήν της.

γ'. "Ἡ περιστροφὴ τῆς οὐρανίου σφαίρας δὲν εἶναι πραγματική,
ἄλλα φαινομενική. Εἴναι τὸ ἀποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς
περὶ τὸν ἄξονά της (§ 94). Λαμβάνει δηλαδὴ καὶ ἐδῶ χώραν τὸ γνω-
στὸν φαινόμενον, κατὰ τὸ ὅποιον, ἐὰν εύρισκώμεθα ἐπὶ ἐνὸς κινητοῦ
(πλοίου, σιδηροδρόμου κ.ἄ.), μένομεν μὲ τὴν ἀπαστήλην ἐντύπωσιν,
ὅτι κινοῦνται αἱ οἰκίαι, τὰ δένδρα κ.λπ., κατ' ἀντίθετον φορὰν
ἐκείνης, πρὸς τὴν ὅποιαν κινούμεθα ἡμεῖς. "Οπως δὲ ἀκριβῶς, ἐὰν πε-

ριστραφῆ κάπτοις περὶ τὸν ἑαυτόν του, νομίζει ὅτι καὶ τὰ γύρω του ἀντικείμενα κινοῦνται κυκλικῶς, ἀλλὰ κατ' ἀντίθετον φοράν, κατὰ τὸν ἕδιον τρόπον, λόγω τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς περὶ τὸν ἄξονά της, ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς, ἡμέτης, ως εύρισκόμενοι ἐπὶ αὐτῆς, μένομεν μὲ τὴν ἐντύπωσιν, ὅτι κινεῖται ἡ περιβάλλουσα τὴν γῆν οὐράνιος σφαῖρα, ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς, περὶ τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου. Τοῦτο δέ, διότι ὁ ἄξων τοῦ κόσμου εἶναι αὐτὸς οὗτος ὁ ἄξων τῆς γῆς, προεκτεινόμενος μέχρι τῆς οὐρανίου σφαίρας (§ 118α).

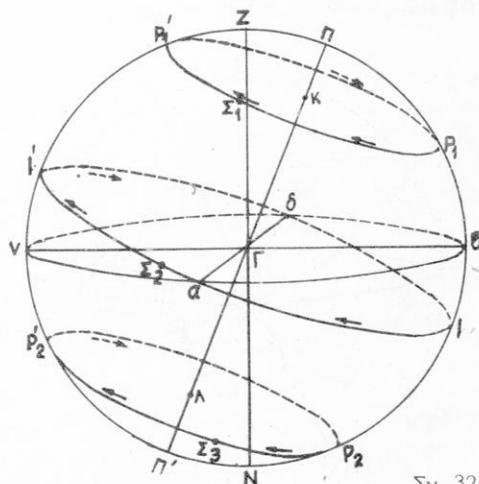
δ'. Ἡ ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς φορά (τῆς πραγματικῆς κινήσεως τῆς γῆς), καλεῖται **ὁρθὴ φορά**: ἐνῷ ἡ ἐκ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς (τῆς φαινομένης περιστροφῆς τῆς οὐρανίου σφαίρας), καλεῖται **ἀνάδρομος φορά**.

ε'. Λόγω τῆς φαινομένης κινήσεως τῆς οὐρανίου σφαίρας, οἱ ἀστέρες ὑπακούουν εἰς τοὺς ἔξης τέσσαρας νόμους.

Νόμος 1ος. **Ἐκαστος ἀστὴρ διαγράφει, κατ' ἀνάδρομον φορὰν καὶ καθ' ἑκάστην, περιφέρειαν παραλλήλου κύκλου τῆς οὐρανίου σφαίρας.**

Διότι, πᾶν σημεῖον σφαίρας περιστρεφομένης, διαγράφει τροχιὰν παραλλήλου κύκλου αὐτῆς· ἥτοι κύκλου, ἔχοντος τὸ κέντρον του ἐπὶ τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς καὶ καθέτου πρὸς τὸν ἄξονα τοῦτον.

Οὕτως, ὁ ἀστὴρ Σ_1 (σχ. 32) διαγράφει τὴν περιφέρειαν $\Sigma_1 P'_1 P_1 \Sigma_1$, τῆς ὅποιας τὸ κέντρον K κείται ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου καὶ ἡτις εἶναι κάθετος ἐπὶ αὐτὸν. Ὁ ἀστὴρ Σ_2 , κείμενος ἐπὶ τοῦ οὐρανίου ἰσημερινοῦ, διαγράφει τὴν περιφέρειαν τοῦ ἰσημερινοῦ $\Sigma_2 I'_1 \Sigma_2$, τῆς ὅποιας τὸ κέντρον Γ εἶναι καὶ τὸ κέντρον τῆς οὐρανίου σφαίρας, κείμενον ἐπὶ-στης ἐπὶ τοῦ ἄξονος PPI' .



Σχ. 32.

Τὰ βέλη δεικνύουν τὴν ἀνάδρομον φοράν, ἐξ ἀνατολῶν (α) πρὸς δυσμάς (δ), ἐνῷ δὲ κύκλος β αν δ εἰναι δ ὁρίζων τοῦ τόπου Γ.

Νόμος 2ος. Ο χρόνος, ὁ ὅποῖος ἀπαιτεῖται διὰ νὰ συμπληρώσῃ τυχών ἀστὴρ μίαν περιφέρειαν, εἶναι σταθερὸς καὶ δι' ὅλους τοὺς ἀστέρας ὁ αὐτός· ὀνομάζεται δὲ ἀστρικὴ ἡμέρα καὶ ίσονται πρὸς τὸν χρόνον τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς: 23 ὥρ. 56 λ. 4δ (§ 94α).

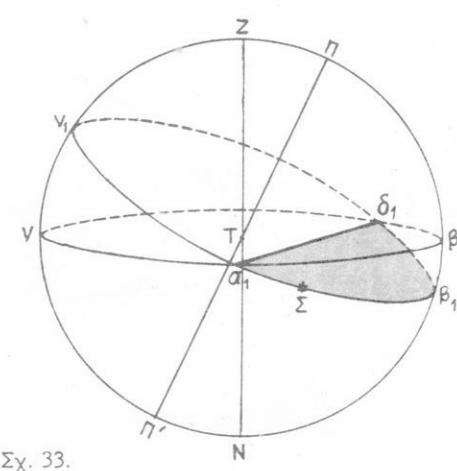
Οὕτως, οἱ ἀστέρες Σ_1 καὶ Σ_2 , ἀνεξαρτήτως τῆς θέσεώς των ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, συμπληρώνουν ἕκαστος μίαν περιφέρειαν μετὰ μίαν ἀστρικὴν ἡμέραν.

Νόμος 3ος. Κατὰ τὴν κίνησίν των περὶ τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου, οἱ ἀστέρες κινοῦνται ὁμαλῶς· ἢτοι εἰς ίσους χρόνους διατρέχουν ίσα τόξα τῆς τροχιᾶς των.

Οὕτως, ὁ ἀστὴρ Σ_2 , διὰ νὰ διατρέξῃ τὴν ἡμιπεριφέρειαν α' δ, χρειάζεται τόσον χρόνον, ὃσος ἀπαιτεῖται διὰ νὰ διανύσῃ καὶ τὴν ἡμιπεριφέρειαν διατρέξῃ.

Νόμος 4ος. Κατὰ τὴν κίνησίν 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 οὐρανίου σφαίρας, ὡσὰν ἔκείνη νὰ ἔη σφαῖρα στερεά.



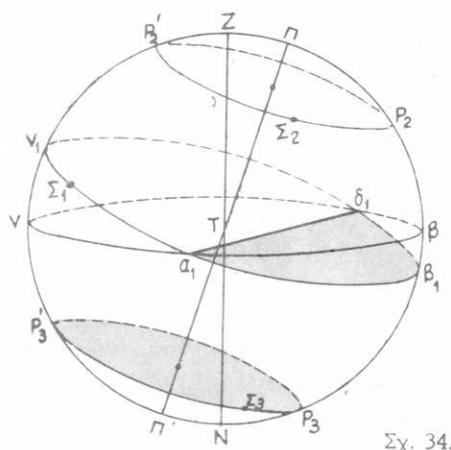
122. Ἀνατολαὶ καὶ δύσεις τῶν ἀστέρων· ἡμερήσια καὶ νυκτερινὰ τόξα αὐτῶν. α'. Λόγῳ τοῦ 1οῦ νόμου τῆς φαινομενικῆς κινήσεως τῶν ἀστέρων (§ 121ε), ἔνας ἀστὴρ ἔστω Σ (Σχ. 33), καθὼς διαγράφει τὴν περιφέρειαν τοῦ παραλλήλου του κύκλου $\Sigma \alpha_1 \nu_1 \delta_1 \beta_1 \Sigma$, ὅταν φθάνῃ εἰς τὸ σημεῖον α_1 , τομὴν τῆς τροχιᾶς του μετὰ τοῦ ὁρίζοντος $\alpha_1 \nu_1 \delta_1 \beta$ εἰς τὸν τόπον T , λέγομεν ὅτι ἀ-

νατέλλει. Ἐπειδὴ δὲ εύρισκεται τότε ἐπὶ τοῦ ὁρίζοντος, τὸ ὑψος του εἶναι ἵσον πρὸς 0° . Ἐν συνεχείᾳ, προχωρεῖ καὶ φθάνει εἰς τὸ σημεῖον v_1 , ὅποτε ἔχει καὶ τὸ μεγαλύτερον ὑψος αὐτοῦ ὑπεράνω τοῦ ὁρίζοντος, ἵσον πρὸς τὸ τόξον v_1 . Κατόπιν, τὸ ὑψος του ἐλαττοῦται, καθὼς οὗτος προχωρεῖ μέχρι τοῦ σημείου δ_1 , τὸ ὅποιον εἶναι τὸ ἄλλο ὅκρον τῆς τομῆς $\alpha_1\delta_1$ τῆς τροχιᾶς του μετὰ τοῦ ὁρίζοντος. Τότε, πάλιν τὸ ὑψος του γίνεται $u = 0^{\circ}$, λέγομεν δέ, ὅτι ὁ ἀστήρ, κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην, δύει. Ἐπειτα, προχωρεῖ ἐπὶ τοῦ τμήματος τῆς τροχιᾶς του, τὸ ὅποιον εύρισκεται κάτω τοῦ ὁρίζοντος καὶ φθάνει εἰς τὸ σημεῖον β_1 , εἰς τὸ ὅποιον τὸ ὑψος του εἶναι ἀρνητικὸν ($u = -\beta_1$). Τότε τὸ ὑψος λαμβάνει τὴν μεγαλυτέραν ἀπόλυτον τιμήν, κατὰ τὴν διαδρομὴν τοῦ ἀστέρος ὑπὸ τὸν ὁρίζοντα τοῦ τόπου. Ἀπὸ τὸ σημεῖον β_1 ὁ ἀστήρ ἀρχίζει νὰ πλησιάζῃ καὶ πάλιν πρὸς τὸν ὁρίζοντα, καθὼς προχωρεῖ πρὸς τὸ α_1 καὶ τὸ ὑψος του παραμένει μὲν ἀρνητικόν, ἀλλὰ συνεχῶς αὔξανει, διότι ἡ ἀπόλυτος τιμὴ του γίνεται ὀλονὲν καὶ μικροτέρα. Τέλος δὲ ἐπανέρχεται εἰς τὸ α_1 , ὅποτε τὸ ὑψος του γίνεται πάλιν $u = 0$.

β'. Καλοῦμεν ἡμερήσιον τόξον ἀστέρος τὸ τόξον, τὸ ὅποιον διαγράφει οὕτος ὑπεράνω τοῦ ὁρίζοντος τοῦ τόπου, ὅπου ἴστάμεθα, ὅπως εἶναι τὸ τόξον $\alpha_1v_1\delta_1$ τοῦ ἀστέρος Σ (σχ. 33)· καὶ νυκτερινὸν τόξον αὐτοῦ, τὸ διαγραφόμενον ὑπὸ τὸν ὁρίζοντα τοῦ τόπου, ὡς εἶναι τὸ τόξον $\delta_1\beta_1\alpha_1$.

123. Ἀειφανεῖς, ἀμφιφανεῖς καὶ ἀφανεῖς ἀστέρες εἰς ἓνα τόπον. α'. Ἐστω ὁ ἀστήρ Σ_1 (σχ. 34) καὶ ἡ τροχιά του $\alpha_1v_1\delta_1\beta_1\alpha_1$. Παρατηροῦμεν, ὅτι τὸ μὲν τόξον αὐτῆς $\alpha_1v_1\delta_1$, ὡς εύρισκόμενον ὑπεράνω τοῦ ὁρίζοντος α_1 δ_1 β_1 α_1 , εἶναι ἡμερήσιον ἐνῷ τὸ τόξον $\delta_1\beta_1\alpha_1$ εἶναι νυκτερινὸν, ἀφοῦ διαγράφεται κάτω ἀπὸ τὸν ὁρίζοντα τοῦ τόπου T .

Καλοῦμεν ἀμφιφανεῖς ἀστέρας, δι' ἑνα τόπον T , ἐκείνους οἱ ὅποιοι ἀνατέλλουν καὶ δύουν εἰς τὸν ὁρίζοντα



τοῦ τόπου, ὥστε ἔνα μέρος τῆς τροχιᾶς των νὰ εἶναι ἡμερήσιον τόξον, ἐνῷ τὸ ὑπόλοιπον μέρος αὐτῆς νὰ εἶναι νυκτερινὸν τόξον.

β'. Ἐὰν ὅμως παρατηρήσωμεν τὴν τροχιάν τοῦ ἀστέρος Σ_2 , τὴν $\Sigma_2 P' \Sigma_2$, βλέπομεν, ὅτι ὁλόκληρος εἶναι ἡμερησία, διότι ὁ παράλληλος, τὸν ὅποιον διαγράφει ὁ ἀστὴρ οὗτος, εύρισκεται ὁλόκληρος ὑπεράνω τοῦ ὁρίζοντος τοῦ τόπου T.

Καλοῦμεν ἀειφανεῖς ἀστέρας δι' ἔνα τόπον T, ἐκείνους, τῶν ὅποιών ὁλόκληρος ἡ τροχιὰ διαγράφεται ὑπεράνω τοῦ ὁρίζοντος τοῦ τόπου, εἰς τρόπον ὥστε οἱ ἀστέρες αὐτοὶ νὰ μὴ ἀνατέλλουν καὶ νὰ μὴ δύουν, ἀλλὰ νὰ φαίνωνται συνεχῶς καὶ πάντοτε.

γ'. Ἀντιθέτως, ὁλόκληρος ἡ τροχιὰ τοῦ ἀστέρος Σ_3 , ἦτοι ἡ $\Sigma_3 P_3 \Sigma_3$, εἶναι νυκτερινή, ἀφοῦ ὁ παράλληλος, τὸν ὅποιον διαγράφει ὁ ἀστὴρ, εύρισκεται ὁλόκληρος κάτω ἀπὸ τὸν ὁρίζοντα τοῦ τόπου T.

Καλοῦμεν ἀφανεῖς ἀστέρας εἰς ἔνα τόπον T, ἐκείνους οἱ ὅποιοι διανύουν ὁλόκληρον τὴν τροχιάν των κάτω ἀπὸ τὸν ὁρίζοντα τοῦ τόπου, χωρὶς νὰ ἀνατέλλουν οὔτε νὰ δύουν εἰς αὐτόν, ἀλλὰ νὰ παραμένουν συνεχῶς καὶ πάντοτε ἀόρατοι εἰς τὸν τόπον αὐτόν.

124. Μεσουρανήσεις τῶν ἀστέρων εἰς ἔνα τόπον. α'. Καλοῦμεν ἄνω μεσουράνησιν ἀστέρος τὴν στιγμήν, κατὰ τὴν ὅποιαν ἔχει οὗτος τὸ μεγαλύτερον ὕψος του εἰς ἔνα τόπον, ἀνεξαρτήτως ἂν εἶναι ἀειφανής ἡ ἀφανής εἰς τὸν τόπον αὐτόν· λέγομεν δέ, ὅτι τότε ὁ ἀστὴρ μεσουρανεῖ ἄνω.

Κατὰ τὸν ὁρισμὸν τοῦτον, ὁ ἀστὴρ Σ_1 (σχ. 34) μεσουρανεῖ ἄνω εἰς τὸ σημεῖον v_1 τῆς τροχιᾶς του, ἐνῷ ὁ ἀειφανής ἀστὴρ Σ_2 ἔχει τὴν ἄνω μεσουράνησιν του εἰς τὸ σημεῖον P_2' καὶ ὁ ἀφανής Σ_3 εύρισκεται εἰς τὴν ἄνω μεσουράνησιν του, ὅταν φθάσῃ εἰς τὸ σημεῖον P_3' τῆς τροχιᾶς του.

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

Οὕτω, τοῦ ἀστέρος Σ_1 ἡ κάτω μεσουράνησις γίνεται εἰς τὸ σημεῖον β_1 τῆς τροχιᾶς του, ἐνῷ ὁ μὲν ἀειφανής ἀστὴρ Σ_2 μεσουρανεῖ κάτω εἰς τὸ σημεῖον P_2 , ὁ δὲ ἀφανής ἀστὴρ Σ_3 εύρισκεται εἰς τὴν κάτω μεσουράνησιν του, ὅταν φθάνῃ εἰς τὸ σημεῖον P_3 τοῦ παραλλήλου του

κύκλου. Διότι τὰ σημεῖα β_1 , P_2 P_3 εἶναι τὰ ἔχοντα τὸ μικρότερον ὕψος εἰς τὴν τροχιάν καθ' ἐνὸς τῶν ἐν λόγῳ ἀστέρων, ἀντιστοίχως.

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

δ'. Ἐὰν προσέξωμεν εἰς τὸ σχ. 34 (ἀλλὰ καὶ εἰς τὰ προηγούμενα σχῆματα 33, 32 καὶ 31), δικύκλος ΠΖΠ'Ν, μὲ τὸν ὅποιον παρίσταται ἡ οὐράνιος σφαῖρα, εἶναι πάντοτε ὁ μεσημβρινός τοῦ τόπου, εἰς τὸν ὅποιον ἴστάμεθα. Διότι ὁ ἄξων τοῦ κόσμου ΠΠ' καὶ ἡ κατακόρυφος τοῦ τόπου Τ, ἡ ΖΝ, δρίζουν (§ 120α) τὸ μεσημβρινὸν ἐπίπεδον. Συνεπῶς, αἱ ἄνω μεσουρανήσεις v_1 , P_2' , P_3' τῶν ἀστέρων Σ_1 , Σ_2 , Σ_3 , ὅσον καὶ αἱ κάτω μεσουρανήσεις αὐτῶν β_1 , P_2 , P_3 ἀντιστοίχως, γίνονται πάντοτε ἐπὶ τοῦ μεσημβρινοῦ. Μάλιστα, αἱ μὲν ἄνω μεσουρανήσεις γίνονται εἰς τὸ ἡμικύκλιον ΠνΠ' τοῦ μεσημβρινοῦ, τὸ περιέχον τὸ σημεῖον τοῦ ὁρίζοντος ν, τὸν νότον (τὸ ὅποιον σημεῖον καλεῖται, διὰ τοῦτο, καὶ **μεσημβρία**)· ἐνῷ αἱ κάτω μεσουρανήσεις γίνονται εἰς τὸ ἡμικύκλιον τοῦ μεσημβρινοῦ ΠβΠ', τὸ ὅποιον περιέχει τὸ σημεῖον τοῦ ὁρίζοντος β, τὸν βορρᾶν.

Ασκήσεις

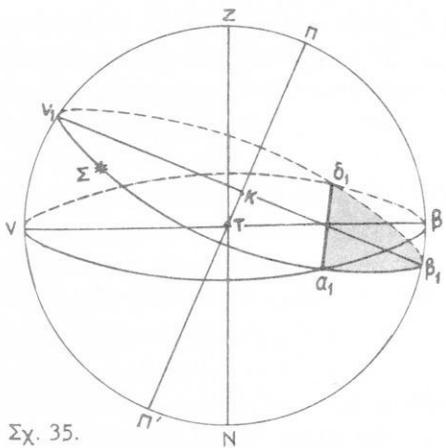
110. Δείξατε, ὅτι ἔνας ἀστήρ ἀειφανῆς εἰς ἓνα τόπον, δύναται νὰ εἶναι ἀμφιφανῆς εἰς ἓνα ἄλλον τόπον καὶ ἀντιστρόφως. (Προσέξατε, διὰ τὴν λύσιν, τὴν γωνίαν τῆς κατακορύφου μετά τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου).

111. Δείξατε, ἀκόμη, ὅτι ἔνας ἀστήρ ἀειφανῆς εἰς κάποιον τύπον δύναται νὰ εἶναι ἀμφιφανῆς εἰς ἓνα ἄλλον τόπον καὶ ἀντιστρόφως.

112. Δείξατε, ὅτι ὅσον χρόνον χρειάζεται ἔνας ἀστήρ, διὰ νὰ διανύσῃ τὸ τόξον τῆς τροχιᾶς του, ἀπὸ τῆς ἄνω μέχρι τῆς κάτω μεσουρανήσεώς του, τὸν ἕδιον χρόνον χρειάζεται καὶ διὰ νὰ διανύσῃ τὸ τόξον, ἀπὸ τῆς κάτω μέχρι τῆς ἄνω μεσουρανήσεώς του. (Χρειάζεται διὰ τὴν λύσιν καὶ ὁ 3ος νόμος τῆς φαινομένης κινήσεως τῶν ἀστέρων, § 121 ε').

125. Δύο θεμελιώδεις ἰδιότητες τοῦ οὐρανίου μεσημβρινοῦ.

α'. "Εστω τυχών ἀμφιφανῆς ἀστήρ Σ (σχ. 35) καὶ $\alpha_1\nu_1\delta_1\beta_1\alpha_1$ ὁ παράλληλος, τὸν ὅποιον διαγράφει, λόγῳ τῆς φαινομένης περιστροφῆς τῆς οὐρανίου σφαῖρας· ἐνῷ $\alpha_1\nu_1\delta_1\beta_1\alpha_1$ εἶναι ὁ ὁρίζων τοῦ τόπου Τ, εἰς τὸν ὅποιον ἴστάμεθα καὶ ΠΖΠ'ΝΠ ὁ μεσημβρινὸς τοῦ τόπου Τ. Τότε, v_1 καὶ β_1 εἶναι τὰ σημεῖα τῆς ἄνω καὶ τῆς κάτω μεσουρανήσεως



Συνεπώς, ο ούρανιος μεσημβρινός τέμνει καθένα των παραλλήλων κύκλων, τους όποιους διαγράφουν οι άστέρες, κατά διάμετρον, ήτις έχει ώς πέρατά της τα σημεῖα της ανω καὶ κάτω μεσουρανήσεως καθενὸς άστέρος.

Κατὰ ταῦτα, τὰ τόξα $v_1\delta_1\beta_1$ καὶ $\beta_1\alpha_1v_1$ είναι ίσα, ώς ήμιπεριφέρεια τοῦ παραλλήλου κύκλου τοῦ άστέρος Σ .

β'. 'Εξ ἄλλου, $\alpha_1\delta_1$ είναι ή τομὴ τοῦ παραλλήλου κύκλου τοῦ άστέρος ύπὸ τοῦ δρίζοντος. 'Αλλ' ὁ μεσημβρινός είναι κάθετος ἐπὶ τὸν δρίζοντα, ώς περιέχων τὴν ZN καί, ἐπὶ πλέον, κάθετος ἐπὶ τὸν παράλληλον τοῦ άστέρος, ώς περιέχων τὸν ἀξονατοῦ κόσμου ΠΠ'. Συνεπῶς, είναι κάθετος καὶ ἐπὶ τὴν τομήν των $\alpha_1\delta_1$. 'Αλλὰ τότε, ή $\alpha_1\delta_1$, ώς κάθετος ἐπὶ τὸν μεσημβρινόν, θὰ είναι κάθετος καὶ ἐπὶ τὴν $v_1\beta_1$, (τομήν τοῦ παραλλήλου κύκλου ύπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ). Διότι ή $v_1\beta_1$ κείται ἐπὶ τοῦ μεσημβρινοῦ. 'Επομένως, τὸ τόξον α_1v_1 είναι ίσον πρὸς τὸ $v_1\delta_1$ καὶ τὸ τόξον $\alpha_1\beta_1$ είναι ίσον πρὸς τὸ $\beta_1\delta_1$.

Προκύπτει ὅθεν, δτι: ούρανιος μεσημβρινός διχοτομεῖ, τόσον τὰ ήμερήσια, δσον καὶ τὰ νυκτερινὰ τόξα τῶν άστέρων.

'Ασκήσεις

Εἰς τὰς κατωτέρω ασκήσεις θὰ πρέπει νὰ ληφθῇ ύπ' ὅψιν τὴν ἀκριβῆς διάρκεια τῆς ἀστρικῆς ήμέρας (§ 121ε, νόμος 2ος).

τοῦ άστέρος Σ , ἀντιστοίχως.

'Αλλ' ή $v_1\beta_1$ είναι ή τομὴ τοῦ παραλλήλου, τὸν ὅποιον διαγράφει ὁ άστέρος, ύπὸ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ μεσημβρινοῦ· ἐνῷ τὸ κέντρον K τοῦ παραλλήλου κύκλου κεῖται ἐπὶ τοῦ ἄξονος ΠΠ' (§ 121ε, 1ος νόμος). 'Επειδὴ δύως, ὁ μεσημβρινὸς περιέχει τὸν ἄξονα τοῦτον, θὰ περιέχῃ καὶ τὸ K. 'Αρα ή τομὴ $v_1\beta_1$ διέρχεται ἐκ τοῦ K καὶ είναι διάμετρος τοῦ παραλλήλου κύκλου.

113. Ἀστήρ Σ διαγράφει τὸ ἡμερήσιον τόξον του εἰς 14 ὥρ. 30 λ. καὶ 20 δ.
Πόσον χρόνον χρειάζεται, διὰ νὰ διαυνῆται τὸ νυκτερινὸν τόξον του;

114. Πόσος χρόνος παρέρχεται ἀπὸ τῆς ἄνω μέχρι τῆς κάτω μεσουρανήσεως ἀστέρος τίνος καὶ πόσος ἀπὸ τῆς κάτω μέχρι τῆς ἄνω;

115. Ἐὰν ἀπὸ τῆς ἀνατολῆς ἐνὸς 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 καὶ γ) ἀπὸ τῆς κάτω μεσουρανήσεως μέχρι τῆς ἀνατολῆς του;

116. Ἐὰν ἔνας ἀστήρ ἀνατέλλῃ τὴν 8 ὥρ. 30 λ. καὶ ἔὰν δύῃ τὴν 14 ὥρ. 40 λ. 30 δ., πότε μεσουρανεῖ ἄνω καὶ πότε, κάτω;

117. Ἐὰν ἔνας ἀστήρ εὑρίσκεται ἐπὶ τοῦ οὐρανίου ίσημερινοῦ, πόσον διαρκεῖ τὸ ἡμερήσιον καὶ πόσον τὸ νυκτερινὸν τόξον του.

118. Πόσον χρόνον χρειάζεται ἀστήρ, κείμενος ἐπὶ τοῦ οὐρανίου ίσημερινοῦ, διὰ νὰ διατρέξῃ τὸ τόξον του, ἀπὸ τῆς ἄνω μεσουρανήσεως μέχρι τῆς δύσεώς του.

119. Ἀστήρ κείμενος ἐπὶ τοῦ ίσημερινοῦ ἀνατέλλει τὴν 6 ὥρ. 12 λ. 26 δ.: α) πότε θὰ μεσουρανῇση ἄνω; β) πότε θὰ δύσῃ; γ) πότε θὰ μεσουρανῇση κάτω;

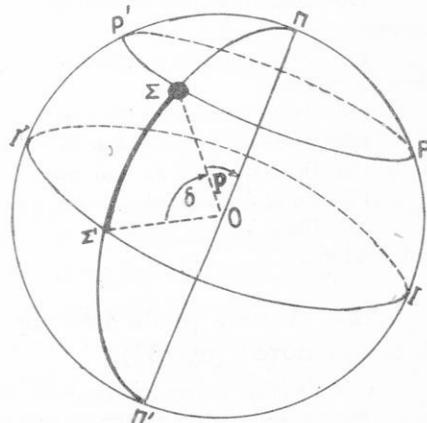
120. Ἐὰν ἀστήρ μεσουρανῇ ἄνω τὴν 7 ὥρ. 14 λ. 10 δ. καὶ δύῃ τὴν 12 ὥρ. 36 λ. α) πότε ἀνατέλλει; β) πότε μεσουρανεῖ κάτω;

121. Ἐὰν ἀστήρ διανύῃ τὸ ἡμερήσιον τόξον του εἰς 16 ὥρ. 24 λ. 2 δ. καὶ μεσουρανῇ κάτω τὴν 5 ὥρ. 30 λ. 30 δ., α) πότε ἀνατέλλει; β) πότε μεσουρανεῖ ἄνω; γ) πότε δύει;

122. Ποῦ πρέπει νὰ εὑρίσκεται ἀστήρ, τοῦ ὅποιού τὸ ἡμερήσιον τόξον εἶναι ίσον πρὸς τὸ νυκτερινόν;

126. Ἀπόκλισις καὶ πολικὴ ἀπόστασις ἀστέρος. α'. Καλοῦμεν ἀπόκλισιν ἐνὸς ἀστέρος Σ (σχ. 36) τὴν γωνιώδη ἀπόστασίν του ἀπὸ τὸν οὐρανίον ίσημερινὸν ΙΣ'Ι'I.

Διὰ νὰ εὕρωμεν τὴν ἀπόκλισιν τοῦ Σ, φέρομεν τὸν ὡριαῖον αὐτοῦ ΠΣΣ'Π' καὶ ἐκ τοῦ Ο τὰς δύο ὀπτικὰς ἀκτίνας ΟΣ καὶ ΟΣ'. Ἡ ΟΣ' κατευθύνεται πρὸς τὸ Σ', τομὴν τοῦ ίσημερινοῦ ὑπὸ τοῦ ὡριαίου τοῦ ἀστέρος. Τότε, ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ ἀστέρος Σ ἀπὸ τὸν ίσημερινὸν θὰ εἶναι ἡ γωνία Σ'ΟΣ, τῆς ὀποίας μέτρον εἶναι τὸ τόξον Σ'Σ, τοῦ ὡριαίου τοῦ Σ.



Σχ. 36.

‘Η ἀπόκλισις συμβολίζεται μὲ τὸ γράμμα δ· μετρεῖται ἐπὶ τοῦ ὡριαίου τοῦ ἀστέρος, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τοῦ σημείου Σ' τοῦ ἴσημερινοῦ· δύναται νὰ μεταβληθῇ ἀπὸ 0° ἕως 90° ἀπολύτως· καὶ εἰναι θετική μέν, ἐὰν ὁ ἀστὴρ εύρισκεται εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ, ἀρνητική δέ, ἐὰν ὁ ἀστὴρ κεῖται εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον.

β'. Καλοῦμεν πολικὴν ἀπόστασιν ἐνὸς ἀστέρος, τὴν γωνίαν δημιουργή ἀπόστασίν του ἀπὸ τοῦ βορείου πόλου τῆς οὐρανίου σφαίρας.

Οὕτως, ἡ πολικὴ ἀπόστασις τοῦ Σ (σχ. 36) εἰναι ἡ γωνία ΠΟΣ, τῆς ὁποίας μέτρον εἰναι τὸ τόξον ΠΣ τοῦ ὡριαίου τοῦ Σ.

‘Η πολικὴ ἀπόστασις συμβολίζεται μὲ τὸ γράμμα Ρ· μετρεῖται ἐπὶ τοῦ ὡριαίου τοῦ ἀστέρος, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τοῦ βορείου πόλου τῆς οὐρανίου σφαίρας· καὶ δύναται νὰ μεταβληθῇ ἀπὸ 0° ἕως 180° .

’Ασκήσεις

123. Καθορίσατε ποῖαι ἀντιστοιχίαι ὑπάρχουν μεταξὺ ὑψους καὶ ζενιθίας ἀποστάσεως ἀφ' ἐνὸς (§ 117) καὶ ἀποκλίσεως καὶ πολικῆς ἀποστάσεως ἀφ' ἔτέρου, ὡς καὶ κατά τί διαφέρουν.

124. Ἀποδείξατε, δτι· ἐνῷ ἡ z καὶ u μεταβάλλονται μετὰ τοῦ τόπου εἰς τὸν δποιον ἴσταμεθα, ἀντιθέτως, ἡ δ καὶ ἡ P εἰναι ἀνεξάρτητοι τοῦ χρόνου.

125. Δείξατε, δτι· ἐνῷ ἡ z καὶ τὸ u μεταβάλλονται μετὰ τοῦ χρόνου, ἀντιθέτως αἱ δ καὶ P εἰναι ἀνεξάρτητοι καὶ τοῦ χρόνου.

126. Δείξατε, δτι· ἡ P εἰναι πάντοτε τὸ συμπλήρωμα τῆς δ· ἥτοι, δτι ἰσχύει πάντοτε ἡ σχέσις $\delta + P = 90^{\circ}$.

127. Ἀστέρος τινὸς ἡ ἀπόκλισις εἰναι $\delta = 46^{\circ} 38' 27''$. Πόση εἰναι ἡ P τοῦ ἀστέρος τούτου;

128. Ἡ P ἐνὸς ἀστέρος εἰναι ἴση μὲ $112^{\circ} 34' 29''$. Πόση εἰναι ἡ δ αύτοῦ;

129. Ἡ δ ἐνὸς ἀστέρος εἰναι ἴση πρὸς $-31^{\circ} 15' 45''$. Πόση εἰναι ἡ P αύτοῦ;

130. Πότε εἰναι P $> 90^{\circ}$ καὶ πότε $\delta < 0^{\circ}$;

131. Ποῖος ὁ γεωμετρικὸς τόπος τῶν σημείων, τῶν ἔχοντων $\delta = 0$ καὶ $P = 90^{\circ}$;

132. Ποῖος εἰναι ὁ γεωμετρικὸς τόπος τῶν σημείων, τῶν ἔχοντων $\delta = -46^{\circ}$ καὶ $P = 136^{\circ}$;

127. Ὡριαία γωνία ἀστέρος. α'. Ἐστω ὁ τόπος O καὶ β αν δ β ὁ ὄριζων αύτοῦ (σχ. 37).

Εἰς τὸ σχῆμα τοῦτο, τοῦ ὄρισμοῦ τῆς ὡριαίας γωνίας, ὁ ὄριζων χρειάζεται μόνον διὰ τὸν καθορισμὸν τῆς θέσεως τῶν κυρίων σημείων τοῦ ὄριζοντος: β (βορ-ρᾶ), α (ἀνατολῆς), ν (νότου) καὶ δ (δύσεως), εἰς τὸν τόπον O.

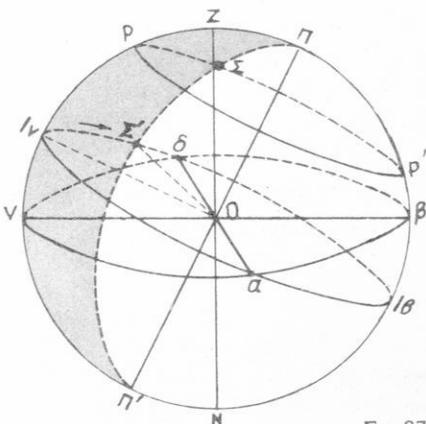
Ἐστω ἡδη ὁ ἀστὴρ Σ καὶ ὁ ὥριαῖος αὐτοῦ ΠΣΠ', δῆτις τέμνει τὸν οὐράνιον ἰσημερινὸν $I_v \alpha I_v \delta$ εἰς τὸ σημεῖον Σ' . Ὁ ὥριαῖος οὗτος σχηματίζει μετὰ τοῦ μεσημβρινοῦ ΠΖΠ'Ν τὴν δίεδρον γωνίαν $I_v \Pi \Pi' \Sigma$, τῆς ὅποιας ἀντίστοιχος, ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἰσημερινοῦ, εἶναι ἡ γωνία $I_v O \Sigma'$ διότι τὸ σημεῖον I_v εἶναι ἐκεῖνο, κατὰ τὸ ὅποιον ὁ οὐράνιος ἰσημερινὸς τέμνεται ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ. Ἡ δίεδρος γωνία $I_v \Pi \Pi' \Sigma$ καὶ ἡ ἀντίστοιχός της ἐπιπέδος $I_v O \Sigma'$ ἔχουν ώς μέτρον τὸ τόξον $I_v \Sigma'$ τοῦ ἰσημερινοῦ.

Καλοῦμεν ὥριαίαν γωνίαν τοῦ ἀστέρος Σ ἢ τυχόντος σημείου τῆς οὐρανίου σφαίρας, τὴν δίεδρον γωνίαν, τὴν ὅποιαν σχηματίζει ὁ ὥριαῖος τοῦ ἀστέρος ἢ τοῦ σημείου μετὰ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου, ὅπου ἴστάμεθα.

Ἡ ὥριαία γωνία συμβολίζεται μὲ τὸ γράμμα H μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ ἰσημερινοῦ, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τοῦ σημείου I_v , εἰς τὸ ὅποιον ὁ ἰσημερινὸς τέμνεται ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ, κατὰ τὴν $\alpha \nu \dot{\alpha} \delta \rho \mu \circ \nu$ φοράν, ἥτοι ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς (ὅπως κινεῖται φαινομενικῶς ἢ οὐράνιος σφαῖρα)· δύναται δὲ νὰ μεταβληθῇ ἀπὸ 0° ἕως 360° .

β' . Ὁ οὐράνιος μεσημβρινός, ως μέγιστος κύκλος, διαχωρίζει τὴν οὐράνιον σφαῖραν εἰς δύο ήμισφαίρια. Ἐκ τούτων, ὀνομάζομεν ἀνατολικὸν ήμισφαίριον, τὸ περιέχον τὸ σημεῖον τῆς ἀνατολῆς· καὶ δυτικὸν ήμισφαίριον, τὸ περιέχον τὸ σημεῖον τῆς δύσεως.

γ' . Ἐπειδὴ ὁ ἀστὴρ Σ κινεῖται συνεχῶς ἐπὶ τοῦ παραλλήλου κύκλου του $\Sigma P'P$, διὰ τοῦτο ἡ ὥριαία γωνία του μεταβλέπεται μετὰ τοῦ χρόνου, ἐντὸς καθενὸς 24ώρου. Γίνεται 0° , ὅταν ὁ ἀστὴρ διέρχεται ἐκ τοῦ μεσημβρινοῦ, κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησίν του, ἥτοι ὅταν εύρισκεται εἰς τὸ σημεῖον P . ἐπειτα αὐξάνει ἀπὸ 0° ἕως 180° , καθὼς ὁ ἀστὴρ διατρέχει τὴν ήμιπεριφέρειαν τοῦ πα-



Σχ. 37.

ραλλήλου του, τὴν εύρισκομένην εἰς τὸ δυτικὸν ἡμισφαίριον καὶ λαμβάνει τὴν τιμὴν 180° , ὅταν φθάνῃ εἰς τὸ σημεῖον Ρ', τομὴν τῆς τροχιᾶς του ὑπὸ τοῦ μεσημβριοῦ, κατὰ τὴν κάτω μεσουράνησίν του· κατόπιν δὲ αὔξανει ἀπὸ 180° ἕως 360° , καθὼς ὁ ἀστὴρ διατρέχει τὴν ἄλλην ἡμιπεριφέρειαν τῆς τροχιᾶς του, τὴν περιεχομένην εἰς τὸ ἀνατολικὸν ἡμισφαίριον· καὶ μηδενίζεται, ὅταν ὁ ἀστὴρ ἐπανέλθῃ ἐκ νέου εἰς τὸ σημεῖον Ρ τῆς ἀνω μεσουρανήσεώς του.

’Ασκήσεις

133. Δείξατε, διτὶ ἡ Η ἐνὸς ἀστέρος, μετρουμένη εἰς ἓνα τόπον, εἶναι διαφορικὴ ἀπὸ ἑκείνην ἡ ὁποία εύρισκεται, ὅταν μετρηθῇ εἰς ἓνα ἄλλον τόπον, κείμενον ἀνατολικώτερον ἢ δυτικώτερον τοῦ πρώτου τόπου. (Διὰ τὴν λύσιν χρησιμοποιήσατε τὰ δεδομένα τῶν ἀσκήσεων 105 καὶ 106).

134. Πόση είναι ἡ ὥρισια γωνία καθενὸς τῶν κυρίων σημείων τοῦ δριζοντος;

135. ‘Ορίσατε τοὺς γεωμετρικούς τόπους τῶν σημείων τῆς οὐρανίου σφαίρας, τῶν ἔχοντων α) $H=0^{\circ}$ β) $H=90^{\circ}$ γ) $H=180^{\circ}$ δ) $H=270^{\circ}$ καὶ ε) $H=37^{\circ} 23'$.

136. Δείξατε, μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ σχ. 37, διτὶ ἡ ὥρισια γωνία Η καὶ ἡ ἀπόκλισις δ ἐνὸς ἀστέρος, ἀπὸ κοινοῦ θεωρούμεναι, δύνανται νὰ χρησιμεύσουν διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς θέσεως τοῦ ἀστέρος ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, ητοι ὡς συντεταγμένα αἱ τοῦ ἀστέρος τούτου.

137. Δείξατε, διτὶ ἡ Η καὶ δ, χρησιμοποιούμεναι ὡς συντεταγμέναι ἐνὸς ἀστέρος (ὡς ἡ ἀσκ. 136), δὲν είναι σταθεραί, ἀλλὰ μεταβάλλονται μετὰ τοῦ χρόνου καὶ τοῦ τόπου, εἰς τὸν ὅποιον εύρισκόμεθα, καθορίσατε δὲ ποία ἐκ τῶν δύο συντεταγμένων μεταβάλλεται καὶ ποία παραμένει σταθερὰ καὶ διατί.

Ο ΗΛΙΟΣ ΕΙΣ ΤΗΝ ΟΥΡΑΝΙΟΝ ΣΦΑΙΡΑΝ

128. ’Εκλειπτική. α’. Μία συστηματικὴ παρακολούθησις τοῦ ήλιου, ήμέραν καθ’ ἡμέραν, ἀποδεικνύει, διτὶ οὗτος δὲν μένει ἀκίνητος ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας.

Ἐκτὸς τῆς καθημερινῆς κινήσεώς του, ἡ ὁποία είναι ἀποτέλεσμα τῆς φαινομένης κινήσεως τῆς οὐρανίου σφαίρας (§ 121β), οὗτος ἀλλάσσει συνεχῶς θέσιν εἰς τὸν οὐρανόν, εἰς τρόπον ὡστε, ἐντὸς ἐνὸς ἔτους ἀκριβῶς, νὰ διαγράφῃ πάντοτε καὶ σταθερῶς μίαν πλήρη κυκλικὴν τροχιάν, κατὰ μῆκος μεγίστου κύκλου τῆς οὐρανίου σφαίρας.

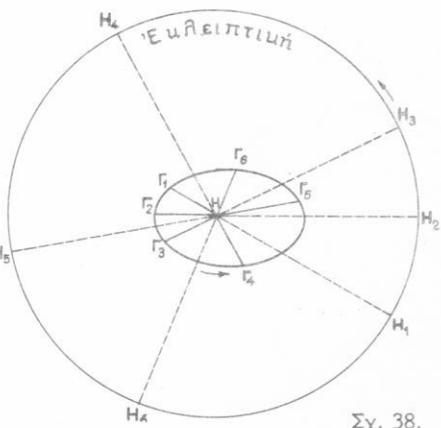
Ο μέγιστος κύκλος τῆς ἐτησίας τροχιᾶς τοῦ ήλιου ὡνομάσθη, ἀπὸ τοὺς ἀρχαίους “Ἐλληνας ἀστρονόμους, ’Εκλειπτική.

β'. Ή έτησία κίνησις τοῦ ήλιου, κατὰ μῆκος τῆς ἐκλειπτικῆς, δὲν εἶναι πραγματική, ἀλλὰ φαινομενική. "Οπως δὲ ἡ ἡμερησία κίνησις αὐτοῦ, ἀλλὰ καὶ ὀλοκλήρου τῆς οὐρανίου σφαίρας, εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς (§ 121γ), H_5 , καθ' ὅμοιον τρόπον, ἡ φαινομένη έτησία κίνησις τοῦ ήλιου, κατὰ μῆκος τῆς ἐκλειπτικῆς, ὀφείλεται εἰς τὴν πραγματικὴν κίνησιν τῆς γῆς περὶ τὸν ήλιον.

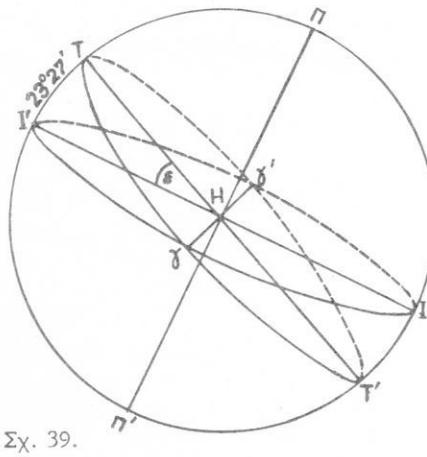
Πράγματι· ἂν Γ_1 εἶναι τυχοῦσα θέσις τῆς γῆς ἐπὶ τῆς ἐλλειπτικῆς τροχιᾶς αὐτῆς περὶ τὸν ήλιον H (σχ. 38), τότε, ἐκ τῆς θέσεως ταύτης παρατηρούμενος ὁ ήλιος, φαίνεται ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας εἰς τὴν θέσιν H_1 , ἡ ὅποια ὀρίζεται ἀπὸ τὴν προέκτασιν τῆς ὀπτικῆς ἀκτίνος $\Gamma_1 H$ (τῆς διευθυνομένης ἐκ τῆς γῆς G πρὸς τὸν ήλιον H) μέχρις ὅτου αὗτη τμήσῃ τὴν οὐράνιον σφαίραν. Καθὼς ἡ γῆ κινεῖται ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς περὶ τὸν ήλιον, ὅταν μετά τι διάστημα, π.χ. μετὰ ἔνα μῆνα, φθάσῃ εἰς τὴν θέσιν G_2 , τότε ὁ ήλιος θὰ φαίνεται προβαλλόμενος, καθ' ὅμοιον τρόπον, εἰς τὴν θέσιν H_2 ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας. Μετὰ ἔνα ἀκόμη μῆνα, ἐκ τῆς θέσεως G_3 τῆς γῆς, ὁ ήλιος θὰ φαίνεται εἰς τὴν θέσιν H_3 ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας κ.ο.κ. Ἐπομένως, ὅπως ἡ γῆ κινεῖται κατ' ὄρθην φορὰν περὶ τὸν ήλιον, ἐκεῖνος φαίνεται εἰς ταὶς Γ_1 , ὅτι κινεῖται ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ κατὰ πὴν ιδίαν φοράν. "Οταν δὲ ἡ γῆ συμπληρώνη τὴν έτησίαν της περιφοράν ἐπὶ τῆς ἐλλειπτικῆς της τροχιᾶς περὶ τὸν ήλιον καὶ ἐπανέρχεται εἰς τὸ Γ_1 , ἐκεῖνος συμπληρώνει τὸν μέγιστον κύκλον τῆς οὐρανίου σφαίρας $H_1, H_2, \dots H_8, H_1$.

Προκύπτει ἐκ τούτων, ὅτι ἡ ἐκλειπτική εἶναι ὁ τόπος τῶν θέσεων, εἰς τὰς ὅποιας φαίνεται ὁ ήλιος ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, κατὰ τὴν διάρκειαν ἐνὸς ἔτους, ἐκ τῶν διαδοχικῶν θέσεων τῆς γῆς, κατὰ τὴν έτησίαν περιφοράν της περὶ τὸν ήλιον.

γ'. Ἐπειδὴ ἡ ἀπόστασις τῆς γῆς ἐκ τοῦ ήλιου δύναται νὰ θεωρηθῇ ἀμελητέα, πρὸ τοῦ ἀπείρου μήκους τῆς ἀκτίνος τῆς οὐρανίου



Σχ. 38.



Σχ. 39.

πλῶς τὴν γῆν, ἀλλ' ὀλόκληρον τὴν τροχιὰν αὐτῆς περὶ τὸν ἥλιον.

δ'. Εάν H εἴναι τὸ κέντρον τῆς οὐρανίου σφαίρας καὶ $\Pi\Pi'$ ὁ ἄξων αὐτῆς (σχ. 39), ἐνῷ $I\gamma\iota'\gamma'$ εἴναι ὁ ἴσημερινός της, τότε $\gamma\Gamma\gamma'\Gamma'$ είναι ἡ ἐκλειπτική, σχηματίζουσα μετὰ τοῦ ἴσημερινοῦ τὴν δίεδρον γωνίαν $I'\gamma\gamma'T$, τῆς ὅποιας ἀντίστοιχος είναι ἡ ἐπίπεδος γωνία $I'HT = \epsilon$, ἔχουσα μέτρον τὸ τόξον $I'T$, ἢ τὸ IT' .

Ἡ γωνία αὗτη είναι σταθερά, ἵστη πρὸς $23^{\circ} 27'$ καὶ καλεῖται λόξωσις τῆς ἐκλειπτικῆς.

Ἡ λόξωσις τῆς ἐκλειπτικῆς είναι, εἰς τὴν πραγματικότητα, ἡ κλίσις τὴν ὅποιαν παρουσιάζει ὁ ἄξων τῆς γῆς ἢ, ὅπερ τὸ αὐτό, ἡ γωνία τὴν ὅποιαν σχηματίζει ὁ ἴσημερινός της μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς τροχιᾶς αὐτῆς περὶ τὸν ἥλιον. Ἐπειδὴ δέ, εἰς τὴν οὐράνιον σφαῖραν, ὁ μὲν ἄξων τῆς γῆς καθίσταται ἄξων τοῦ κόσμου, ὁ δὲ γῆινος ἴσημερινὸς ἐμφανίζεται ως οὐράνιος, ἐνῷ ἡ τροχιὰ τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον παρουσιάζεται ως ἡ ἐκλειπτική, διὰ τοῦτο καὶ ἡ γωνία γηῖνου ἴσημερινοῦ καὶ τροχιᾶς τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν λόξωσιν τῆς ἐκλειπτικῆς.

129. Ἰσημερίαι καὶ τροπαί. α'. Ἡ διάμετρος $\gamma\gamma'$ τῆς οὐρανίου σφαίρας (σχ. 40), κατὰ τὴν ὅποιαν τέμνονται ὁ οὐράνιος ἴσημερινὸς $I\gamma\iota'\gamma'$ καὶ ἡ ἐκλειπτικὴ $\Gamma'\gamma\Gamma\gamma'$, καλεῖται **ἰσημερινὴ γραμμή**, ἐνῷ τὰ πέρατα αὐτῆς γ καὶ γ' ὀνομάζονται **ἰσημερινὰ σημεῖα**. Ἐκ

σφαίρας, διὰ τοῦτο, ὅπως ἀλλοτε (§ 113 α) ἔθεωρήσαμεν ὁλόκληρον τὴν γῆν, ώς σημεῖον — κέντρον — τῆς οὐρανίου σφαίρας, καθ' ὅμοιον τρόπον, τώρα, δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν, ώς σημεῖον — κέντρον — αὐτῆς, ὁλόκληρον τὴν τροχιὰν τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον.

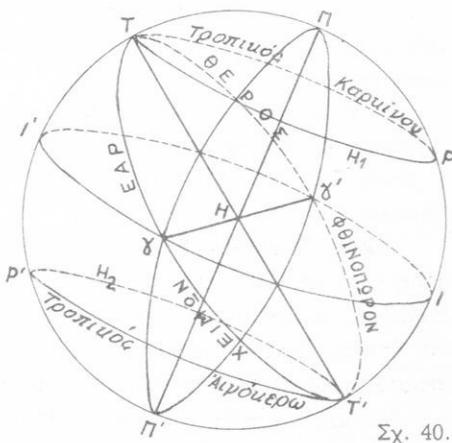
Ἐξηγεῖται, κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, διατί ἡ ἐκλειπτικὴ φαίνεται ώς μέγιστος κύκλος τῆς οὐρανίου σφαίρας, ἔχων ώς κέντρον, σχι

τούτων, τὸ μὲν γ, εἰς τὸ ὄ-
πιον εὐρίσκεται ὁ ἥλιος κατὰ
τὴν ἔαρινην ἴσημερίαν (21ην
Μαρτίου), καλεῖται ἔαρινὸν ἴ-
σημερινὸν σημεῖον· ἐνῷ τὸ γ',
εἰς τὸ ὄπιον φθάνει ὁ ἥλιος
μετὰ ἔξ μηνας, κατὰ τὴν φθι-
νοπωρινὴν ἴσημερίαν (23ην
Σεπτεμβρίου), δύνομάζεται φθι-
νοπωρινὸν ἴσημερινὸν σημεῖον.

‘Ο ώριατος κύκλος ΠγΠ’γ’,
ό διερχόμενος διὰ τῶν ισημερι-
νῶν σημείων καλεῖται κόλου-
ρος τῶν ίσημεριῶν.

β'. Ἀπὸ τὸ ἔαρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον ὁ ἥλιος ἀνέρχεται εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ καὶ, συνεχῶς ἀπομακρυνόμενος ἀπὸ τὸν ἰσημερινὸν, μετὰ τρεῖς μῆνας (τὴν 22 Ἰουνίου), φθάνει εἰς τὸ βορειότερον σημεῖον τῆς ἐκλειπτικῆς, τὸ Τ, ἀπὸ τὸ ὅποιον πλέον ἀρχίζει νὰ κατέρχεται, τρεπόμενος 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 τινας ἡμέρας πρὸ καὶ μετὰ τὴν θερινὴν τροπήν, ὁ ἥλιος φαίνεται βραδυπορῶν ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς (§ 130α), ωσαν νὰ ἴσταται διὰ τοῦτο τὸ θερινὸν τροπικὸν σημεῖον ὀνομάζεται ἀκόμη καὶ θερινὸν ἥλιοστάσιον.

Ἐκ τοῦ Τ δὲ ἥλιος πορεύεται συνεχῶς πρὸς νότον καὶ ἀφοῦ, μετὰ τρεῖς μῆνας, φθάστη εἰς τὸ γ', συνεχίζει κατερχόμενος, ἥδη εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ, τελικῶς δέ, μετὰ ὄλλους τρεῖς μῆνας (τὴν 22αν Δεκεμβρίου), φθάνει εἰς τὸ σημεῖον Τ', τὸ νοτιώτερον τῆς τροχιᾶς του, ἀπὸ τὸ ὅποιον ἀρχίζει ἐφ' ἔξης νὰ ἀνέρχεται, τρέπετο μενος ἐκ νέου πρὸς τὸν ισημερινόν. 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 τροχιᾶς του, διὰ τοῦτο τὸ χειμερινὸν τροπικὸν σημεῖον ὄνομάζεται ἀκόμη καὶ χειμερινὸν ἥλιοστάσιον.



Σx . 40.

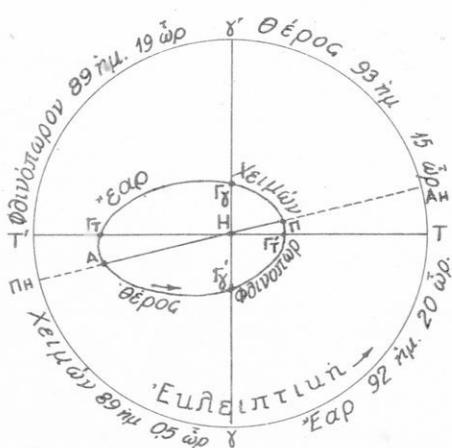
γ'. Ή διάμετρος τῆς οὐρανίου σφαίρας $\Gamma\Gamma'$, ἡ συνδέουσα τὰ σημεῖα τῶν τροπῶν, καλεῖται γραμμὴ τῶν τροπῶν ἢ γραμμὴ τῶν ἥλιοστασίων.

Ο παράλληλος κύκλος $T\Gamma_1P$, ὁ διερχόμενος ἐκ τῆς θερινῆς τροπῆς T , καλεῖται τροπικὸς τοῦ Καρκίνου, ἐνῷ ὁ παράλληλος $T'\Gamma_2P'$, ὁ διερχόμενος διὰ τῆς χειμερινῆς τροπῆς T' , ὀνομάζεται τροπικὸς τοῦ Αἰγαίου.

130. *Ἀνισότης διαρκείας τῶν ὥρῶν τοῦ ἔτους. α'.* Ή ίσημερινὴ γραμμὴ $\gamma\gamma'$ καὶ ἡ γραμμὴ τῶν τροπῶν $\Gamma\Gamma'$, κάθετοι πρὸς ἄλλήλας, χωρίζουν τὴν ἐκλειπτικὴν εἰς τέσσαρα ἵσα τεταρτημόρια, τὰ ὅποια, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τὸ σημεῖον γ , ἀντιστοιχοῦν κατὰ σειρὰν πρὸς τὸ ἔαρ, τὸ θέρος, τὸ φθινόπωρον καὶ τὸν χειμῶνα.

Ἄν καὶ τὰ τόξα γT , $T\gamma'$, $\gamma'T'$ καὶ $T'\gamma$ είναι ἵσα, ὅμως αἱ ἐποχαὶ ἔχουν διαφορετικὴν διάρκειαν ὡς πρὸς ἄλλήλας. Τοῦτο ὁφείλεται εἰς τὸ διὸ ὁ ἥλιος κινεῖται ἀνισοταχῶς ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς. Ἡ ἀνισοταχὴς κίνησις τοῦ ἥλιου ἔξηγεῖται ὡς ἔξης:

"Εστω (σχ. 41), ὅτι ἡ γῆ εύρισκεται ἐπὶ τῆς τροχιᾶς της εἰς τὸ σημεῖον Γ_γ . Τότε ὁ ἥλιος προβάλλεται ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς εἰς τὸ γ καὶ ἀρχίζει τὸ ἔαρ. Ἀπὸ τοῦ Γ_γ ἡ γῆ προχωρεῖ καὶ διαγράφει τὸ τόξον $\Gamma_\gamma\Gamma_T$, τοῦ ἐαρού, ἐνῷ ὁ ἥλιος φαίνεται, ὅτι διατρέχει τὸ τόξον γT τῆς ἐκλειπτικῆς. "Ομως, καθὼς ἡ γῆ ἀπομακρύνεται ἐκ τοῦ ἥλιου H καὶ πλησιάζει πρὸς τὸ ἀφήλιον (§61, γ) τῆς τροχιᾶς της A , κινεῖται καὶ ὀλονὲν β πρὸς δ υτερονέν, ἐπειδὴ ἡ ἀσκουμένη ἐπ' αὐτῆς ἐλκτικὴ δύναμις τοῦ ἥλιου γίνεται ὀλονὲν καὶ μικροτέρα. Συνεπῶς καὶ ὁ ἥλιος θὰ φαίνεται ὅτι διατρέχει τὸ τόξον γT μὲ ταχύτητα συνέχως ἐπιβραδυνομένην. 'Υπ' αὐτὰς τὰς συνθήκας τὸ ἔαρ διαρκεῖ 92 ἡμ. καὶ 20 ὥρ. περίπου.



Σχ. 41.

Μετά ταῦτα, ἡ γῆ θὰ διαγράψῃ τὸ τόξον ΓΤΓγ' τῆς τροχιᾶς της, τὸ ἀντιστοιχοῦν εἰς τὸ θέρος, ἐνῷ δὲ ἥλιος θὰ φαίνεται διατρέχων ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς τὸ τόξον Τγ'. Ἀλλὰ τὸ τόξον ΓΤΓγ' τῆς γηίνης τροχιᾶς, ἀφ' ἑνὸς μὲν εἶναι τὸ μεγαλύτερον ὅλων, ἀφ' ἔτερου δὲ περιέχει καὶ τὸ ἀφήλιον Α, εἰς τὸ δόποιον φθάνει ἡ γῆ τὴν 1ην Ἰουλίου, ὅπου δὲ καὶ ἀναπτύσσει τὴν μικροτέραν τῆς ταχύτητα. Διὰ τοῦτο καὶ ὁ ἥλιος, εἰς τὸ ἀντιστοιχὸν σημείον τῆς ἐκλειπτικῆς ΑΗ, γειτονικὸν τοῦ θερινοῦ ἥλιοστασίου Τ, φαίνεται, ὅτι κινεῖται βραδύτατα· ὅτι ἰσταται. Διὰ τοὺς λόγους αὐτούς, τὸ θέρος εἶναι ἡ μακροτέρα ἐποχή, διαρκείας 93 ἡμ. καὶ 15 ὥρ. περίπου.

'Ἐν συνεχείᾳ, ἡ γῆ διατρέχει τὸ τόξον Γγ'Τ', τοῦ φθινοπώρου, ἐνῷ δὲ ἥλιος φαίνεται κινούμενος ἀπὸ τοῦ γ' μέχρι τῆς χειμερινῆς τροπῆς Τ'. Ἡ κίνησις ὅμως ἀμφοτέρων γίνεται ὀλονέν καὶ ταχυέρα, ἀφοῦ ἡ γῆ πλησιάζει πρὸς τὸ περιήλιον τῆς Π. Διὰ τοῦτο καὶ τὸ φθινόπωρον διαρκεῖ μόνον 89 ἡμ. καὶ 19 ὥρ. περίπου.

Τέλος, κατὰ τὸν χειμῶνα, ἡ μὲν γῆ διατρέχει τὸ τόξον ΓΤΓγ', τὸ περιέχον τὸ περιήλιον, εἰς τὸ δόποιον φθάνει τὴν 1ην Ἰανουαρίου· δὲ ἥλιος διανύει τὸ τόξον Τγ' τῆς ἐκλειπτικῆς, ταχύτερον ὅλων, ἀφοῦ καὶ ἡ γῆ κινεῖται ἡδη ταχύτερον, ὡς ἐκ τῆς ἐγγύτητος τῆς πρὸς τὸν ἥλιον. Ὡς ἐκ τούτου, δὲ χειμῶνα εἶναι ἡ βραχυτέρα ἐποχή, διαρκείας 89 ἡμ. καὶ 0,5 ὥρ. περίπου.

β'. Είναι προφανές, ὅτι ὁ ἥλιος Η φαίνεται ἀπὸ τὸ περιήλιον Π τῆς τροχιᾶς γῆς, εἰς τὸ σημείον ΠΗ, ὡς δίσκος μεγαλύτερος ἀπὸ ἑκείνον μὲ τὸν δόποιον παρουσιάζεται εἰς τὸ ΑΗ, δταν παρατηρήται ἀπὸ τὸ ἀφήλιον Α τῆς τροχιᾶς τῆς γῆς. Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν ἡ φαινομένη διάμετρος τοῦ ἥλιου εἶναι 32° 36'', ἐνῷ εἰς τὴν δευτέραν περιορίζεται εἰς 31° 32''. Συνεπῶς, ἡ μέση τιμὴ τῆς φαινομένης διαμέτρου του ίσουται μὲ 32° 4''.

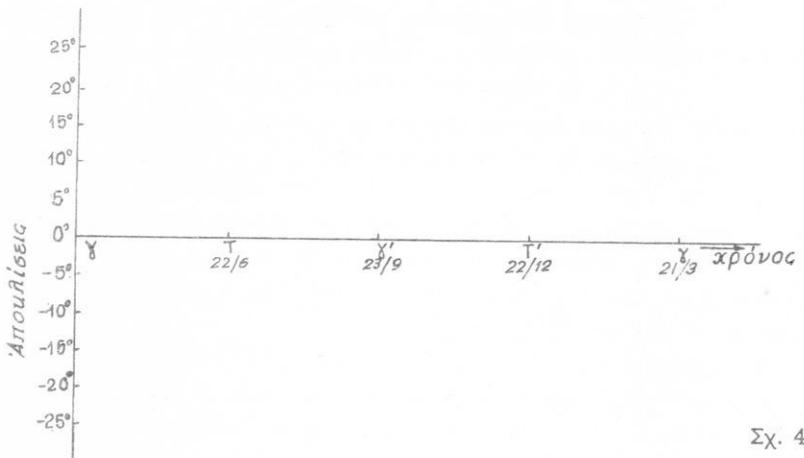
Ασκήσεις

138. Εὕρετε τὴν ἀπόκλισιν τῶν σημείων γ, Τ, γ' καὶ Τ'.

139. Καθορίσατε τοὺς γεωμετρικούς τόπους τῶν σημείων τῆς οὐρανίου σφαίρας, τὰ δόποια ἔχουν α) $\delta = + 23^{\circ} 27'$ καὶ β) $\delta = - 23^{\circ} 27'$.

140. Ποιὸν παραλληλον κύκλον διαγράφει ὁ ἥλιος, λόγω τῆς φαινομένης ἡμερησίας κινήσεως τῆς οὐρανίου σφαίρας, δταν εύρισκεται α) εἰς τὸ γ' β) δταν εύρισκεται εἰς τὸ Τγ' δταν εἶναι εἰς τὸ γ' καὶ δ) δταν εἶναι εἰς τὸ Τγ' (Χρησιμοποιήσατε τὸ σχ. 40).

141. Χαράξατε τὴν καμπύλην μεταβολῆς τῆς ἀποκλίσεως διαρ-



Σχ. 42.

κοῦντος ἐνὸς ἔτους, ὑποτιθέμενου δὲ αὐτῇ μεταβάλλεται διμαλῶς. Χρησιμοποιήσατε πρὸς τοῦτο τὸ ἄνωθι (σχ. 42) σύστημα συντεταγμένων: ἅξων τῶν τετμημένων δὲ χρόνος τῶν τεταγμένων αἱ ἀποκλίσεις.

142. Χαράξατε, καθ' ὅμιον τρόπον, τὴν καμπύλην μεταβολῆς τῶν πολικῶν ἀποστάσεων ρ τοῦ ἡλίου, διαρκοῦντος ἐνὸς ἔτους.

131. Μεταβολὴ τῆς διαρκείας τῶν ὥρῶν τοῦ ἔτους. α'. Λόγῳ τῆς τρίτης κινήσεως τῆς γῆς, τῆς μεταπτώσεως (§ 97 β), ὡς γυνωστόν, δὲ ἅξων τῆς γῆς μεταβάλλει συνεχῶς θέσιν. 'Ως ἐκ τούτου καὶ δὲ γήινος ἴσημερινὸς συνεχῶς μετατοπίζεται. 'Επομένως, θὰ ἀλλάσσουν συνεχῶς θέσιν, τόσον δὲ ἅξων τοῦ κόσμου, ὅσον καὶ δὲ οὐράνιος ἴσημερινός, ἐν σχέσει πρὸς τὴν ἐκλειπτικήν. Διὰ τοῦτο καὶ ἡ τομὴ ἴσημερινοῦ καὶ ἐκλειπτικῆς, ἥτοι ἡ ἴσημερινὴ γραμμὴ $\gamma\gamma'$, ἐπίσης θὰ ἀλλάσσῃ συνεχῶς θέσιν ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐκλειπτικῆς. Οὕτως, ἐὰν σήμερον ἡ ἴσημερινὴ γραμμὴ εἰναι ἡ $\gamma\gamma'$ (σχ. 43), μετὰ ἐν ἔτος θὰ εύρεθῇ εἰς τὴν θέσιν $\gamma_1\gamma_1'$, τὸ δὲ γ θὰ καταλάβῃ τὴν θέσιν γ_1 . Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **μετάπτωσις τῶν ἴσημεριῶν**.

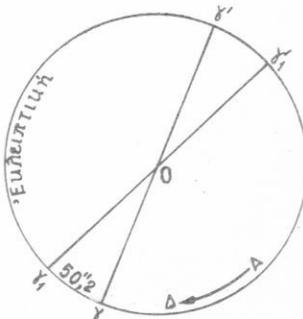
'Επειδὴ δὲ μετάπτωσις τοῦ ἄξονος τῆς γῆς γίνεται κατὰ τὴν ἀνάδρομον φορὰν καὶ ἡ περίοδός της εἰναι ἴση πρὸς 25.800 ἔτη, ἐπεται δὲ τὸ γ, κινούμενον συνεχῶς ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμάς, θὰ διαγράφῃ ὀλόκληρον τὸν κύκλον τῆς ἐκλειπτικῆς, ἐντὸς τῆς περιόδου τῶν 25.800 ἔτῶν καὶ δὲ τὴν ἡ ἐτησία μετατόπισις αὐτοῦ ἴσουται πρὸς $360^\circ : 25.800 = 50'',2$.

β'. Ἐφ' ὅσον ἡ ἰσημερινὴ γραμμὴ $\gamma\gamma'$ (σχ. 41) συνεχῶς μετατοπίζεται ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐκλειπτικῆς, ἔπειται, ὅτι θὰ ἀλλάσσῃ συνεχῶς καὶ θέσιν, ὡς πρὸς τὴν γραμμὴν τῶν ἀψίδων ΑΠ, ἢτοι τὴν γραμμήν, ἡ ὅποια συνδέει τὸ περιήλιον μὲ τὸ ἀφήλιον τῆς γηίνης τροχιᾶς.¹ Ἀλλὰ τότε καὶ τὰ μήκη τῶν τόξων $\Gamma_{\gamma}\Gamma_{\tau}$, $\Gamma_{\tau}\Gamma_{\gamma'}$, $\Gamma_{\gamma'}\Gamma_{\tau'}$, $\Gamma_{\tau'}\Gamma_{\gamma}$ θὰ μεταβάλλωνται, ὅπως καὶ ἡ ταχύτης τῆς γῆς (ἐπομένως δὲ καὶ τοῦ ἥλιου, κινουμένου ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς) καὶ δὲν θὰ εἶναι πάντοτε, ὅπως παρουσιάζονται σήμερον, κατὰ τὰς διαφόρους ἐποχὰς τοῦ ἔτους (§ 130α).

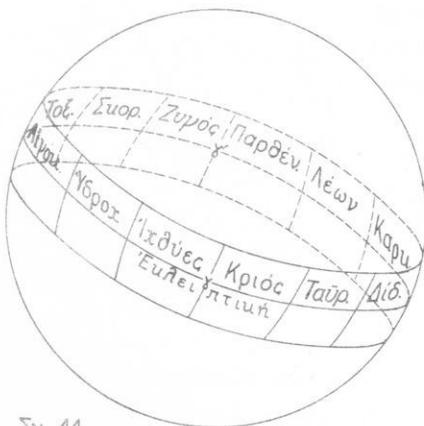
Εἰς ὅλα αὐτὰ συντείνει ἀκόμη περισσότερον, τὸ ὅτι, ὅχι μόνον ἡ γραμμὴ τῶν ἰσημεριῶν μετατοπίζεται κατὰ $50'',2$ ἐτησίως καὶ κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν, ἀλλ' ἐπὶ πλέον καὶ ὁ ἄξων τῶν ἀψίδων μετατοπίζεται ἐπὶ τῆς γηίνης τροχιᾶς κατὰ $11'',7$, κινούμενος ἀντιθέτως, ἢτοι κατὰ τὴν ὁρθὴν φοράν. Ὡς ἐκ τούτου, ἡ γραμμὴ τῶν ἀψίδων ἀπομακρύνεται ἀπὸ τὴν γραμμὴν τῶν ἰσημεριῶν κατὰ $50'',2 + 11'',7 = 61'',9$ ἐτησίως. Καὶ ἐνῷ σήμερον σχηματίζουν γωνίαν 12° περίπου, πρὸ 700 ἐτῶν συνέπιπτον. Ἐπομένως, τότε, τὸ ἕαρ εἶχεν ἵσην διάρκειαν μὲ τὸ θέρος καὶ τὸ φθινόπωρον ἵσην μὲ τὸν χειμῶνα.

132. Ζωδιακὴ ζώνη. α'. Κατὰ τοὺς χρόνους τῆς ἀρχαιότητος, εἶχε διαπιστωθῆ ὑπὸ τῶν Ἑλλήνων ἀστρονόμων, ὅτι οἱ πλανῆται, κινούμενοι περὶ τὸν ἥλιον, διαγράφουν τὰς τροχιὰς αὐτῶν ἐντὸς στενῆς ζώνης τοῦ οὐρανοῦ, πλάτους μόλις 16° , ἡ ὅποια καὶ ἐδιχοτομεῖτο ὑπὸ τῆς ἐκλειπτικῆς.

‘Η ἐν λόγῳ ζώνῃ διεχωρίζετο εἰς δώδεκα ἵσα μέρη (σχ. 44), τὰ διποιαὶ ὀνομάσθησαν οἴκοι (τοῦ ἥλιου), διότι ἐντὸς ἐνὸς ἐκάστου ἔξ αὐτῶν παραμένει ὁ ἥλιος ἐπὶ ἓνα μῆνα κατ' ἔτος, καθὼς διατρέχει τὴν ἐκλειπτικήν. Ἐπειδὴ δέ, εἰς ἕκαστον τῶν δώδεκα αὐτῶν μερῶν, τῶν δωδεκατημορίων, ὅπως ἀκόμη λέγονται, οἱ εὑρισκόμενοι ἀστέρες ἀπετέλουν ἀντιστοίχως καὶ ἀπὸ ἓνα ἀστερισμόν, ὃ ὅποιος ἔφερε, κατὰ κανόνα, τὸ ὄνομα ἐνὸς ζώου, διὰ τοῦτο, οἱ « οἴκοι » ὀνομάζοντο



σχ. 43.



Σχ. 44.

καὶ ζῷδια, ἐνῷ δὲ ὄλόκληρος ἡ ζώνη
νη ὀνομάσθη ζῳδιακὴ ζώνη ἢ καὶ
ζῳδιακὸς κύκλος.

Τὰ ζῷδια ἀρχίζουν ἀπό τὸ ἑα-
ρινὸν σημεῖον γ καὶ ἔκαστον ἔκτεί-
νεται ἐπὶ μῆκους 30° , φέρουν δέ,
κατὰ σειράν, τὰ ἔξης δύοματα :

Κριός, Ταῦρος, Διδυμοί (Κά-
στωρ καὶ Πολυδεύκης),

Καρκίνος, Λέων, Παρθένος
(Περσεφόνη),

Χηλαὶ Σκορπίου (μετονομα-
σθεῖσαι βραδύτερον εἰς Ζυγόν),

Σκορπίος, Τοξότης (Κένταυρος),
Αἰγάκερως (Πάν), **Υδροχόος** (Γανυμήδης) καὶ **Ιχθύες**.

β'. Ἐντός τῶν τελευταίων 2150 ἑτῶν, τὸ γ, ἡ ἀρχὴ τῶν ζῷ-
δίων, μετετοπίσθη λόγω τῆς μεταπτώσεως (131α) κατὰ $50'',2 \times$
 $\times 2150 = 30^{\circ}$ περίπου.

Ως ἐκ τούτου, ἐνῷ δὲ πρῶτος οἶκος τοῦ Κριοῦ, ἀντιστοιχοῦσεν
ἄλλοτε εἰς τὸν πρῶτον ἀστερισμὸν μὲν τοῦ Κριοῦ, σήμερον εἰς τὸν
οἴκον τοῦτον ἀντιστοιχεῖ πλέον δὲ τελευταῖος ἀστερισμός, τῶν Ἰχθύων.
Οὕτω δέ, τὴν 21ην Μαρτίου δὲ ληιος δὲν εἰσέρχεται πλέον εἰς τὸν
ἀστερισμὸν τοῦ Κριοῦ, ἀλλ' εἰς ἑκείνον τῶν Ἰχθύων.

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

Παρὰ ταῦτα, ἔξακολονθοῦμεν νὰ ὀνομάζωμεν τὸν πρῶτον οἶ-
κον, οἴκον τοῦ Κριοῦ, ἀνεξαρτήτως ἂν ἐντὸς αὐτοῦ δὲν ὑπάρχῃ
πλέον δὲ ἀστερισμὸς τοῦ Κριοῦ, ἀλλ' ὁ τῶν Ἰχθύων. Τὸ αὐτὸ δὲν γίνεται
καὶ μὲ δῆλους τοὺς ἄλλους οἴκους, τοὺς δόποιούς ὀνομάζομεν, κατὰ σει-
ράν, Ταῦρον, Διδύμους, Καρκίνον, κ.λπ., ἂν καὶ εἰς τὸν καθένα ἔξ
αὐτῶν εὑρίσκεται σήμερον δὲ ἀμέσως προηγούμενος ἀστερισμὸς
(Κριός, Ταῦρος, Δίδυμοι κ.λπ.).

'Ασκήσεις

143. Ποῖος ἦτο δὲ ἀστερισμός, ὃστις εὑρίσκετο εἰς τὸ πρῶτον ζῷδιον τοῦ

Κριοῦ, μεταξύ 2000 π.Χ. και 4.000 π.Χ. και ποιος θὰ εύρισκεται ἐντὸς αὐτοῦ μετά 2.000 ἔτη ἀπὸ σήμερον;

144. Πόσον θὰ ἀπέχῃ ἡ γραμμὴ τῶν ισημεριῶν ἀπὸ τὴν γραμμὴν τῶν ἀφίδων μετά 2000 ἔτη;

ΟΥΡΑΝΟΓΡΑΦΙΚΑΙ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΑΙ

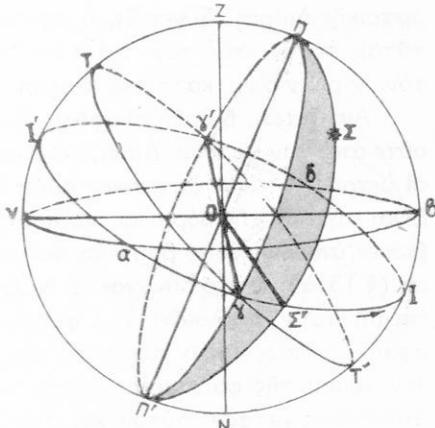
133. Ὁρθὴ ἀναφορὰ ἀστέρος. α'. Ἐστω ὁ τόπος Ο καὶ βανδβ ὁ δρίζων αὐτοῦ (σχ. 45).

Εἰς τὸ σχῆμα τοῦτο, τοῦ δρισμοῦ τῆς ὥρθης ἀναφορᾶς, ὁ δρίζων χρειάζεται μόνον διὰ τὴν ἀναγνώρισιν τῆς θέσεως τῶν κυρίων σημείων τοῦ δρίζοντος, πρὸς καθορισμὸν τῆς ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς (ὥρθης) φορᾶς.

Ἐστω ἡδη ὁ ισημερινὸς Ιγιγ' καὶ ἡ ἐκλειπτικὴ γΤγ'Τ', ἐνῷ γγ' εἰναι ἡ τομὴ αὐτῶν, ἡτοι ἡ γραμμὴ τῶν ισημεριῶν. Θεωρήσωμεν ἀκόμη, τὸν κόλουρον τῶν ισημεριῶν ΠγΠ'γ', ἡτοι τὸν ὥριασιον, τὸν διερχόμενον ἐκ τῶν ισημεριῶν σημείων γ καὶ γ', ὅπως ἐπίσης καὶ τὸν ὥριασιον τοῦ ἀστέρος Σ ἡτοι τὸ ἡμικύκλιον ΠΣΠ'. Ὁ ὥριασιος οὗτος τέμνει τὸν οὐράνιον ισημερινὸν εἰς τὸ σημεῖον Σ'

Καλοῦμεν δρθὴν ἀναφορὰν τοῦ ἀστέρος Σ ἡ τυχόντος ἄλλου σημείου τῆς οὐρανίου σφαίρας, τὴν διέδρον γωνίαν, τὴν ὅποιαν σχηματίζει ὁ ὥριασιος αὐτοῦ μετὰ τοῦ ὥριασιού τοῦ γ.

Κατὰ ταῦτα, ἡ ὥρθὴ ἀναφορὰ τοῦ ἀστέρος Σ εἰναι ἡ διέδρος γωνία γΠΠ'Σ, τὴν ὅποιαν σχηματίζει ὁ ὥριασιος τοῦ ἀστέρος ΠΣΠ' μετὰ τοῦ ἡμικυκλίου τοῦ κολούρου τῶν ισημεριῶν, τὸ δροῖον διέρχεται ἐκ τοῦ ἑαρινοῦ σημείου γ, ἡτοι μετὰ τοῦ ΠγΠ'. Τῆς γωνίας ταύτης ἀντίστοιχος εἰναι ἡ ἐπίπεδος γωνία γΟΣ', κειμένη ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ισημερινοῦ, τῆς ὅποιας τὸ μέτρον γΣ' εἰναι καὶ τὸ μέτρον τῆς διέδρου.



Σχ. 45

‘Η δρθή ἀναφορὰ συμβολίζεται μὲ τὸ γράμμα α· μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ ἴσημερινοῦ, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τοῦ γ, κατὰ τὴν ὁρθὴν φοράν, ἡτοι ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς καὶ μεταβάλλεται ἀπὸ 0° ἕως 360°.

Τὸ δύνομα «δρθή ἀναφορά», διείλεται εἰς τὴν δρθήν φοράν, κατὰ τὴν διποίαν μετρῶνται αἱ γωνίαι.

β'. Μεταξὺ δρθῆς ἀναφορᾶς καὶ ώριαίας γωνίας (§127α) ὑπάρχουν, συνεπῶς, αἱ ἔξῆς διαφοραί:

α) Ἐνῷ εἰς τὴν ώριαίαν γωνίαν λαμβάνεται, ὡς πρῶτος κάθετος κύκλος ἐπὶ τὸν ἴσημερινόν, ὁ μεσημβρινὸς, τοῦ τόπου καὶ ἐξ αὐτοῦ ἀρχίζουν αἱ μετρήσεις, εἰς τὴν δρθήν ἀναφοράν, ὡς πρῶτος κάθετος κύκλος ἐπὶ τὸν ἴσημερινὸν λαμβάνεται ὁ ωριαῖος τοῦ γ.

β) Ἐνῷ ἡ ώριαία γωνία μετρεῖται κατὰ τὴν ἀναδρομον φοράν ($A \rightarrow \Delta$), ἡ δρθή ἀναφορὰ μετρεῖται κατὰ τὴν ὁρθὴν φοράν ($\Delta \rightarrow A$).

γ'. Ἐπειδὴ ἡ ώριαία γωνία μετρεῖται ἀπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου, διὰ τοῦτο διαφέρει ἀπὸ τόπου εἰς τόπον. Ἐξ ἄλλου, ἐπειδὴ ἡ οὐράνιος σφαῖρα περιστρέφεται συνεχῶς, διὰ τοῦτο καὶ ἡ ώριαία γωνία μεταβάλλεται συνεχῶς μετὰ τοῦ χρόνου, εἰς τὸ διάστημα μιᾶς ἀστρικῆς ήμέρας. Συνεπῶς, ἡ ώριαία γωνία μεταβάλλεται καὶ ἔξαρταται, τόσον ἀπὸ τὸν τόπον τοῦ ποντοῦ παρατηρήσεως, ὅσον καὶ ἀπὸ τὸν χρόνον, κατὰ τὸν ὅποιον ἔγινε ἡ μέτρησί της.

Αντιθέτως, ἡ δρθή ἀναφορὰ δὲν ἔχει αρτάται, οὔτε ἀπὸ τὸν τόπον οὔτε ἀπὸ τὸν χρόνον. Διότι, τὸ σημεῖον γ, ἀπὸ τοῦ ὅποιού ἀρχίζουν αἱ μετρήσεις, εἶναι ἀσχετον πρὸς τὸν τόπον, ὅπου εὑρίσκομεθα. Εἶναι σημεῖον τῆς οὐρανίου σφαίρας ωριαῖος μένον καί, ἀν δὲν λάβωμεν ὑπ' ὅψιν τὴν βραδεῖαν του μεταβολήν, λόγῳ τῆς μεταπτώσεως (§ 131α), τοῦτο δύναται νὰ θεωρηθῇ καὶ σταθερόν. Ἐξ ἄλλου, ἐπειδὴ τὸ γ ἀκολουθεῖ τὴν φαινομένην περιστροφὴν τῆς οὐρανίου σφαίρας, ὅπως καὶ ὁ τυχῶν ἀστήρ, διὰ τοῦτο, συμφώνως πρὸς τὸν 4ον νόμον τῆς φαινομένης αὐτῆς κινήσεως (§ 121ε), ἡ γωνιώδης ἀπόστασις μεταξὺ αὐτοῦ καὶ τυχόντος ἀστέρος δὲν μεταβάλλεται. Συνεπῶς, ἡ δρθή ἀναφορὰ εἶναι ἀνεξάρτητος καὶ τοῦ χρόνου.

Ασκήσεις

145. Ποιος είναι διαγώνιος τόπος των σημείων, τῶν ἔχοντων $\alpha = 247^\circ$;

146. Εύρετε τὴν δρθήν ἀναφορὰν τοῦ σημείου γ' καὶ τῶν τροπῶν Τ καὶ Τ'.

147. "Οταν τὸ γ μεσουρανῇ ἁνω, πόση είναι ἡ α ἐνὸς ἑκάστου τῶν κυρίων

σημείων τοῦ δρίζοντος;

148. Ποία είναι ἡ α ἀστέρος, δῆτις δύει ὅταν τὸ γ ἀνατέλῃ;

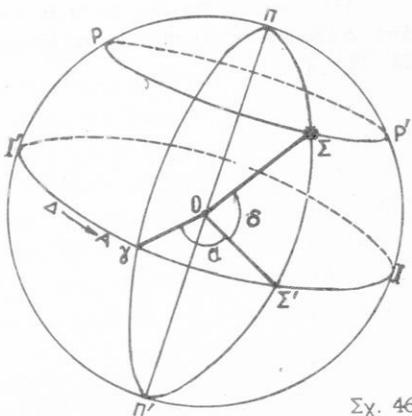
134. Ὁρισμὸς τῆς θέσεως σημείου ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας.

α'. Ἐστω ἀστὴρ Σ τοῦ, δόποιον δὲ μὲν ὥριαῖος είναι διπλός ΠΣΠ' (σχ. 46), δὲ παράλληλός του διπλός ΡΣΡ'. Ἐὰν ΠγΠ' είναι διπλός τοῦ γ, τότε ἡ μὲν δρθή ἀναφορὰ αὐτοῦ είναι ἵση πρὸς τὴν γωνίαν γΟΣ' (ὅπου Σ' είναι τὸ σημεῖον, καθ' ὃ διπλός ὥριαῖος τοῦ ἀστέρος τέμνει τὸν ἴσημερινόν), ἡ δὲ ἀπόκλισις αὐτοῦ, ἵση πρὸς τὴν γωνίαν Σ'ΟΣ (§ 126, α). Καὶ τῆς μὲν δρθῆς ἀναφορᾶς αὐτοῦ(α) μέτρον είναι τὸ τόξον γΣ' τοῦ ἴσημερινοῦ, μετρούμενον κατὰ τὴν δρθήν φοράν, τῆς δὲ ἀποκλίσεως (δ) μέτρον είναι τὸ τόξον Σ'Σ, μετρούμενον ἐπὶ τοῦ ὥριαίου τοῦ ἀστέρος.

Συνεπῶς, διὰ τῆς δρθῆς ἀναφορᾶς καὶ τῆς ἀποκλίσεως, είναι δυνατὸν νὰ καθορισθῇ ἐντελῶς ἡ θέσις τοῦ ἀστέρος Σ ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, ἐφ' ὅσον καὶ αἱ δύο αὐταὶ συντεταγμέναι είναι καὶ τῆς παρατηρήσεως καὶ τοῦ χρόνου. Ἐξ ἄλλου, διὰ τυχόντος σημείου τῆς οὐρανίου σφαίρας, ὅπως τὸ Σ, διέρχονται ἔνας καὶ μόνος ὥριαῖος κύκλος καὶ ἔνας καὶ μόνος παράλληλος κύκλος, τὸ δὲ σημεῖον Σ, εύρισκόμενον εἰς τὴν τομὴν αὐτῶν, είναι ἐντελῶς ὥρισμένον καὶ ἔνα καὶ μόνον.

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

β'. Αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι παρουσιάζουν μίαν σχεδὸν πλήρη ἀντίστοιχίαν πρὸς τὰς γεωγραφικὰς (§ 88). Διότι, ἡ μὲν ἀπόκλισις είναι ἐντελῶς ἀντίστοιχος πρὸς τὸ γ ενώ γραφικὸν πλάτος, ἡ



Σχ. 46.

δὲ ὁρθὴ ἀναφορὰ εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ γεωγραφικὸν μῆκος.

Πράγματι· εἰς ἀμφότερα τὰ συστήματα, ως βασικὸς κύκλος λαμβάνεται ὁ ἴσημερινός, διὰ τὴν μέτρησιν δὲ τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους καὶ τῆς ἀποκλίσεως χρησιμοποιοῦνται οἱ παράλληλοι κύκλοι, ἐπὶ τῶν διποίων κεῖνται, εἴτε οἱ γήινοι τόποι, εἴτε τὰ σημεῖα τῆς οὐρανίου σφαίρας.

Διὰ τὴν μέτρησιν, ἔξ αλλου, τοῦ μήκους εἰς τὴν γῆν καὶ τῆς ὁρθῆς ἀναφορᾶς εἰς τὸν οὐρανόν, χρησιμοποιοῦνται οἱ ἴδιοι κύκλοι, μὲ διαφορετικὴν ὀνομασίαν· εἰς τὴν γῆν οἱ μεσημβρινοί, εἰς τὸν οὐρανὸν οἱ ὥριαῖοι. Τέλος, ὃ μὲν πρῶτος μεσημβρινὸς τῆς γῆς, πρῶτος κάθετος κύκλος ἐπὶ τὸν ἴσημερινόν, διέρχεται ἀπὸ ὥρισμένον σημεῖον τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, ἀπὸ τὸ ἀστεροσκοπεῖον τοῦ Greenwich (Γκρήνουϊτς), ὃ δὲ «πρῶτος ὥριαῖος» τοῦ οὐρανοῦ διέρχεται ἐπίσης ἀπὸ ὥρισμένον σημεῖον τῆς οὐρανίου σφαίρας, ἀπὸ τὸ ἑαρινὸν ἴσημερινὸν σημεῖον γ.

γ'. Λόγῳ τῆς μεταπτώσεως, μεταβάλλονται αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τῶν ἀστέρων, σὺν τῇ παρόδῳ τοῦ χρόνου.

Ἄσκήσεις

149. Ποῖαι εἰναι αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τῶν σημείων γ, γ', Τ, Τ' τῆς ἐκλειπτικῆς; (σχ. 45).

150. Ποῖαι εἰναι αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ ἡλίου, κατὰ τὸ χειμερινὸν ἡλιοστάσιόν του καὶ κατὰ τὴν φθινοπωρινὴν ἴσημερίαν;

151. Κατὰ τί διαφέρει, ὡς πρὸς τὴν θέσιν, τὸ σημεῖον γ ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ, ἀπὸ τὸ Γκρήνουϊτς ἐπὶ τῆς γῆς, τοῦ διποίου τὸ γεωγραφικὸν πλάτος εἰναι $\phi = +51^{\circ} 28' 38''$, 2;*

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Θ Η ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ

135. 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 ὅποιαν καλοῦμεν, ἐν γένει, **ἡμέραν**· καὶ

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

β'. Διὰ τὸν καθορισμὸν τοῦ ἀκριβοῦς μεγέθους τῶν δύο αὐτῶν χρονικῶν μονάδων, χρησιμεύουν τὰ φαινόμενα, τὰ ὅποια προκαλοῦν ἡ περὶ ἄξονα περιστροφὴ 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 ὅποια προκαλεῖ καὶ τὴν φαινομένην ἡμερησίαν περιφοράν τοῦ ἥλιου καὶ τῶν ἀστέρων (§121). Διὰ τὸν καθορισμὸν δὲ τῆς διαρκείας τοῦ ἔτους, χρησιμοποιεῖται ἡ ἔτησία φαινομένη κίνησις τοῦ ἥλιου ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς (§128).

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

I. Η ΗΜΕΡΑ

136. Ἀστρικὴ ἡμέρα, ἀστρικὸς χρόνος, ἀστρικὰ ὡρολόγια. α'. Εἰς τὴν Ἀστρονομίαν δὲν χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν μέτρησιν τῆς διαρκείας τῆς ἡμέρας ὁ ἥλιος, ἀλλὰ τὸ ἔαρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον γ. Τοῦτο δέ, διότι τὸ γ εἶναι ὡρισμένον σημεῖον τῆς οὐρανίου σφαίρας καὶ σχεδὸν σταθερόν, ἀφοῦ ἡ ἔτησία μετατόπισίς του, λόγῳ τῆς μεταπτώσεως, κατὰ 50'',2 μόνον (§131α), δύναται νὰ θεωρηθῇ ἀμελητέα. Ἀντιθέτως, ὁ ἥλιος κινεῖται, κατὰ μέσον ὄρον, 1^ο περίπου ἡμερησίως, ἀφοῦ διατρέχει ὀλόκληρον τὴν περιφέρειαν τῆς ἐκλειπτικῆς ἐντὸς 365,242217 ἡμ., τὸ σπουδαιότερον δέ, δὲν κινεῖται ὁμαλῶς, ἀλλὰ ἀνισοταχῶς. (§130α).

β'. "Οπως οἱ ἀστέρες, οὔτω καὶ τὸ γ, λόγῳ τῆς φαινομένης περιστροφῆς τῆς οὐρανίου σφαίρας (§121β), διαγράφει καθημερινῶς μίαν

πιλήρη περιφέρειαν. Ἐπειδὴ δὲ κείται ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ, ἀντὶ παραλλήλου, διαγράφει αὐτὸν τοῦτον τὸν ἰσημερινόν.

Ἐὰν λάθωμεν, ως ἀρχὴν τῶν συνεχῶν περιφορῶν τοῦ γ, μίαν ἐκ τῶν ἄνω μεσουρανήσεών του, είναι προφανές, ὅτι τοῦτο θὰ ἐπανέρχεται πάντοτε εἰς αὐτήν, ἀνὰ μίαν ἀστρικὴν ἡμέραν (§ 121ε, νόμος 2ος), ἥτοι ἀνὰ 23 ὥρ. 56 λ. 4 δ.

Διὰ τοῦτο καὶ ὄνομάζομεν ἀστρικὴν ἡμέραν τὸν χρόνον, ὁ ὅποιος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἄνω μεσουρανήσεων τοῦ ἑαρινοῦ ἰσημερινοῦ σημείου γ.

Ἐξ ἀλλού, ὅταν ὁ χρόνος μετρεῖται εἰς ἀστρικὰς ἡμέρας καὶ τὰς ὑποδιαιρέσεις τῆς ἀστρικῆς ἡμέρας, καλεῖται ἀστρικὸς χρόνος.

γ'. Διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ ἀστρικοῦ χρόνου, κατασκεύαζονται εἰδικὰ ὠρολόγια, τὰ ὅποια καλοῦνται, ἐπίσης, ἀστρικὰ ὠρολόγια, ἢ ἀστρικὰ χρονόμετρα.

Μία ἀστρικὴ ἡμέρα ὑποδιαιρεῖται, εἰς τὰ ἀστρικὰ ὠρολόγια, εἰς 24 ἀστρικὰ ὥρας, ἐνῷ ἕκάστη ἀστρικὴ ὥρα περιέχει 60 ἀστρικὰ πρότα λεπτά καὶ καθέν ἀστρικὸν λεπτὸν 60 ἀστρικά δευτερόλεπτα.

Είναι προφανές, ὅτι αἱ ἀστρικαὶ ὥραι, καθὼς καὶ τὰ ἀστρικὰ λεπτά καὶ δευτερόλεπτα, είναι μικροτέρας διαρκείας, ἐν σχέσει πρὸς τὰς ὥρας, τὰ λεπτά καὶ δευτερόλεπτα, τὰ ὅποια δεικνύουν τὰ συνήθη ὠρολόγια· διότι καὶ ἡ ἀστρικὴ ἡμέρα, ως ἔχουσα διάρκειαν 23 ὥρ. 56 λ. καὶ 4 δ, είναι κατὰ 3 λ. καὶ 56 δ. μικροτέρα τῆς διαρκείας, τὴν ὅποιαν μετροῦν τὰ συνήθη ὠρολόγια.

δ'. Ἐφ' ὅσον τὸ γ διαγράφει τὴν περιφέρειαν τοῦ ἰσημερινοῦ, ἥτοι 360° , είς μίαν ἀστρικὴν ἡμέραν, ἐντὸς μιᾶς ἀστρικῆς ὥρας θὰ διανύῃ $\frac{360^{\circ}}{240} = 15^{\circ}$. Συνεπῶς, μετὰ μίαν ἀστρικὴν ὥραν ἀπὸ τῆς ἄνω μεσουρανήσεώς του, ὁ ὠριαῖος αὐτοῦ θὰ σχηματίζῃ μετὰ τοῦ μεσημβρινοῦ ὠριαίων γωνίαν (§ 127), ἵσην πρὸς 15° καὶ μετὰ δύο, τρεῖς, τεσσαρας κ.λπ. ἀστρικὰς ὥρας, ἢ ὠριαία του γωνία θὰ είναι, ἀντιστοίχως, $30^{\circ}, 45^{\circ}, 60^{\circ}$ κ.ο.κ.

Συνεπῶς, δὲ ἀστρικὸς χρόνος, κατά τινα στιγμήν, ἴσονται μὲ τὴν ὠριαίων γωνίαν τοῦ γ κατὰ τὴν στιγμήν ταύτην.

‘Ο ἀστρικὸς χρόνος συμβολίζεται διὰ τοῦ Τ.

ε'. Προκύπτει ἐκ τῶν ἀνωτέρω ὅτι, ἀντὶ νὰ μετρῶμεν τὴν ὠριαίων γωνίαν καὶ τὴν ὀρθήν ἀναφοράν εἰς μοίρας καὶ ὑποδιαιρέσεις αὐτῶν, δυνάμεθα νὰ τὰς μετρῶμεν μὲ ἀστρικὰς ὥρας, ἀστρικὰ λεπτά καὶ δευτερόλεπτα.

Ἐξ αὐτῆς τῆς δυνατότητος προέκυψεν ἄλλωστε καὶ ἡ ἐπωνυμία « ὠριαία » γωνία.

Διὰ τὴν μετατροπὴν τῶν μοιρῶν εἰς ὡραὶς καὶ τάναπαλιν, Ισχύουν αἱ ἑξῆς σχέσεις:

$$\begin{array}{lll} 1 \text{ ἀστρικὴ ὥρα} & = 15^\circ & 1^\circ = 4 \text{ ἀστρικὰ λεπτὰ} \\ 1 \text{ ἀστρικὸν λεπτὸν} & = 15' & 1' = 4 \text{ ἀστρικὰ δευτερόλεπτα} \\ 1 \text{ ἀστρικὸν δευτερόλεπτον} & = 15'' & 1'' = 0,066\dots \text{ ἀστρικὸν δευτερολ.} \end{array}$$

'Ασκήσεις

152. Ποίαν (ἀστρικὴν) ὥραν δεικνύει τὸ (ἀστρικὸν) ὥρολόγιον εἰς ἔνα τόπον, ὅταν ἀνατέλῃ καὶ ὅταν δύη α) τὸ γ' β) τὸ γ'; (Διὰ τὴν λύσιν πρέπει νὰ γίνη χρῆσις τῆς § 125 καὶ τῶν ἀσκ. 117, 118).

153. Ἐὰν ἀστὴρ ἀνατέλῃ, ὅταν τὸ γ μεσουρανῆ ἄνω καὶ ἐὰν τὸ ἡμερήσιον τάξον του διαρκῇ 9 ὥρ. 8 δ., α) κατὰ ποίαν ὥραν θὰ μεσουρανῆσῃ ἄνω καὶ β) κατὰ ποίαν ὥραν θὰ δύσῃ;

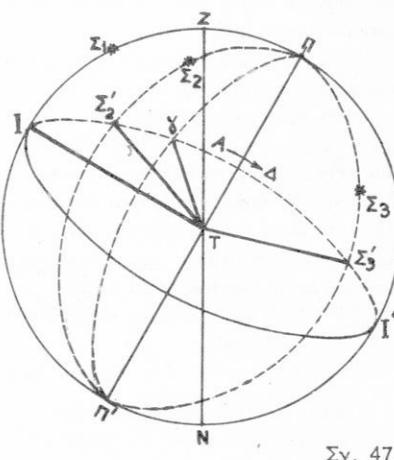
154. Λύσατε τὰς ἀσκήσεις 134 καὶ 135 μὲ τὰ δεδομένα καὶ τὰ ζητούμενα, ἐκπεφρασμένα εἰς ἀστρικὸν χρόνον.

137. Θεμελιώδεις σχέσεις μεταξὺ ἀστρικοῦ χρόνου (T), ὁρθῆς ἀναφορᾶς (α) καὶ ὡριαίας γωνίας (H). α'. Ἐστω ἀστὴρ Σ_1 (σχ. 47), ὁ ὅποιος εύρισκεται ἐπὶ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου T, κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησίν του. Ἐὰν γ εἴναι τὸ ἔαρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον καὶ ΠγΠ' ὁ ὡριαῖος του, τότε ἡ ὡριαία γωνία του ITγ μετρεῖ τὸν ἀστρικὸν χρόνον T, κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἄνω μεσουρανήσεως τοῦ ἀστέρος Σ_1 . Ἐξ ἄλλου ὅμως ἡ ἴδια γωνία, μετρουμένη κατ' ὁρθὴν φορὰν (ἐκ τοῦ γ πρὸς τὸ I), εἴναι ἵση μὲ τὴν ὁρθὴν ἀναφορὰν α_1 τοῦ ἀστέρος Σ_1 . Ἔτοι ἔχομεν:

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

Συνάγεται ἐκ τῶν ἀνωτέρω, ὅτι ὅταν ἔνας ἀστὴρ μεσουρανῆ ἄνω, τότε ἡ ὁρθὴ ἀναφορὰ του ἰσοῦται πρὸς τὸν ἀστρικὸν χρόνον.

Τοῦτο σημαίνει ὅτι, διὰ νὰ εὔρωμεν τὴν ὁρθὴν ἀναφορὰν ἀστέρος, ἀρκεῖ νὰ ἐπισημάνω-



Σχ. 47.

μεν τὴν στιγμήν, κατὰ τὴν ὁποίαν οὔτος εύρισκεται εἰς τὴν ἄνω μεσουράνησίν του.

β'. Ἐστω ἡδη ὁ ἀστήρ Σ_3 , ὁ ὅποιος ἀκολουθεῖ τὸ γ, ἢτοι εύρισκεται πρὸς ἀνατολὰς αὐτοῦ. Ἡ ὥριαία γωνία του H_3 είναι ἵση πρὸς τὸ τόξον $I\Sigma'$, ἐνῷ ἡ ὁρθή του ἀναφοράς α_3 ισοῦται πρὸς τὸ τόξον $\gamma\Sigma'$. Συνεπῶς, ὁ ἀστρικὸς χρόνος $T = \text{τόξος}$. Ιγείναι ίσος πρὸς τὸ ἀθροισμα $H_3 + \alpha_3$.

Κατὰ ταῦτα, ὁ ἀστρικὸς χρόνος T ισοῦται πρὸς τὸ ἀθροισμα τῆς ὥριαίας γωνίας καὶ τῆς ὁρθῆς ἀναφορᾶς ἀστέρος, ὁ ὅποιος ἀκολουθεῖ τὸ γ εἰς τὴν ἡμερησίαν κίνησιν τῆς οὐρανίου σφαίρας.

*Ητοι ἔχομεν τότε

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

*Ἐὰν τώρα θεωρήσωμεν καὶ τὸν ἀστέρα Σ_3 , ὁ ὅποιος προηγεῖται τοῦ γ, εἰς τὴν φαινομένην κίνησιν τῆς οὐρανίου σφαίρας, τότε ἡ ὥριαία του γωνία H_3 είναι ἵση πρὸς τὸ τόξον $I\Sigma'$, ἐνῷ ἡ ὁρθή ἀναφοράς του α_3 , θὰ είναι τὸ τόξον $\gamma\Sigma'$ (τῆς κοιλῆς γωνίας). Ἐξ ἀλλου, τὸ ἀπομένον τόξον ἐκ τῆς περιφερείας τοῦ ισημερινοῦ, ἢτοι τὸ $\gamma\Sigma'$ θὰ είναι ίσον πρὸς $24 \text{ ὥρα} - \alpha_3$. Ἐπομένως ἔχομεν:

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

Καὶ ἔπειδὴ $I\gamma = T$ καὶ $\gamma\Sigma'_3 = 24 \text{ ὥρα} - \alpha_3$, θὰ είναι

$$H_3 = T + 24 \text{ ὥρα} - \alpha_3 \quad \text{ἢ}$$

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

Συνεπῶς, τὸ ἀθροισμα τῆς ὥριαίας γωνίας καὶ τῆς ὁρθῆς ἀναφορᾶς ἀστέρος, ὁ ὅποιος προηγεῖται τοῦ γ εἰς τὴν ἡμερησίαν κίνησιν τῆς οὐρανίου σφαίρας, ισοῦται πρὸς τὸν ἀστρικὸν του χρόνον, ηὗξημένον κατὰ 24 ὥρας, ἢτοι κατὰ μίαν ἀστρικὴν ἡμέραν.

Τοῦτο σημαίνει ὅτι, ὅταν ὁ ἀστήρ προηγεῖται τοῦ γ, τότε ἡ ὥριαία του γωνία ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν προηγούμενην ἀστρικὴν ἡμέραν.

Ἡ πρακτικὴ σημασία τῶν τύπων (2) καὶ (3) συνίσταται εἰς τὸ ὅτι: μετροῦντες, μὲ τὰ τηλεσκόπια, τὴν ὥριαίαν γωνίαν ἐνὸς ἀστέρος, κατὰ τινὰ ἀστρικὴν στιγμήν, εύρισκομεν ἀμέσως τὴν ὁρθήν του ἀναφοράν. Ἡ ἀντιστρόφως, γνωρίζοντες τὴν ὁρθήν ἀναφοράν ἀστέρος, εύρισκομεν πόση είναι ἡ ὥριαία του γωνία, καθ' ὥρισμένην ἀστρικὴν στιγμήν. Τέλος, τὸ καὶ σπουδαιότερον, διὰ νὰ ρυθμίσωμεν τὸ ἀστρικὸν ὡρολόγιον είναι ἀρκετὸν νὰ μετρήσωμεν τὴν ὥριαίαν γωνίαν τυχόντος ἀστέρος, τοῦ ὅποιου γνωρίζομεν τὴν ὁρθήν ἀναφοράν, ὀπότε οἱ τύποι (1) (2) καὶ (3) μᾶς παρέχουν τὸν ἀκριβῆ ἀστρικὸν χρόνον, κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς μετρήσεως.

*Ἀσκήσεις

155. Ἀστήρ μεσουρανεῖ ἄνω τὴν 23 ὥρ. 35 λ. 47,8 δ. πόση είναι ἡ ὁρθὴ ἀναφορά του;

156. Ποία είναι ἡ ἀστρικὴ ὥρα εἰς τόπον Τ, εἰς τὸν δόποιον μεσουρανεῖ ἄνω ἀστήρ ἔχων $\alpha=3$ ὥρ. 9 λ. 39 δ.;

157. Κατὰ τὴν 6 ὥρ. 7 λ. 8,2 δ. ἡ Η ἐνὸς ἀστέρος, δόποιος ἀκολουθεῖ τὸ γ, είναι ἵση πρὸς 14 ὥρ. 19 λ. 3,8 δ. Πόση είναι ἡ α τοῦ ἀστέρος;

158. Ἡ α ἐνὸς ἀστέρος, δόποιος ἀκολουθεῖ τὸ γ, είναι 12 ὥρ. 6 λ. 0 δ. Πόση είναι ἡ ὥριαία γωνία του κατὰ τὴν 7 ὥρ. 3 λ. 47,6 δ.;

159. Κατὰ ποιὸν ἀστρικὸν χρόνον, ἀστήρ ἀκολουθῶν τὸ γ, τοῦ δόποιον ἡ δρθὶ ἀναφορά είναι $\alpha = 2$ ὥρ. 7 λ. 0 δ., θὰ ἔχῃ ὥριαίαν γωνίαν $H = 5$ ὥρ. 0 λ. 6, 3 δ.;

160. Ἐνας ἀστήρ προπορεύεται τοῦ γ καὶ κατὰ τινα στιγμὴν ἡ Η αὐτοῦ είναι 7 ὥρ. 9 λ. 8 δ., ἐνῷ ἔχει $\alpha=19$ ὥρ. 33 λ. 44 δ. Ποῖος είναι δόποιος ἀστρικὸς χρόνος κατὰ τὴν στιγμὴν ἑκείνην;

161. Ἀστήρ, δόποιος προπορεύεται τοῦ γ, ἔχει $H=19$ ὥρ. 7 λ. 6 δ., δταν Τ είναι 2 ὥρ. 3 λ. 4 δ. Πόση είναι ἡ α τοῦ ἀστέρος;

162. Ποία είναι ἡ Η ἀστέρος, προπορευόμενον τοῦ γ, κατὰ τὴν 5 ὥρ. 8 λ. 43,8 δ., δταν ἡ α αὐτοῦ είναι 11 ὥρ. 30 λ. 0 δ.

163. Ἐνα χρονόμετρον δεικνύει $T=7$ ὥρ. 8 λ. 4,3 δ., δταν ἡ α ἀστέρος, ἀκολουθοῦντος τὸ γ, είναι 5 ὥρ. 30 λ. 40 δ. καὶ ἡ Η αὐτοῦ ἵση πρὸς 1 ὥρ. 38 λ. 9,6 δ. Ποίαν διόρθωσιν πρέπει νὰ κάμωμεν εἰς τὸ χρονόμετρον;

138. Ἀληθῆς ἡλιακὴ ἡμέρα, ἀληθῆς ἡλιακὸς χρόνος, ἡλιακὰ ὡρολόγια. α'. Καλούμεν ἀληθῆ ἡλιακὴν ἡμέραν τὸν χρόνον, δόποιος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἄνω μεσουρανήσεων (μεσημβριῶν) τοῦ κέντρου τοῦ δίσκου τοῦ ἡλίου.

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

Ἐπειδὴ δὲ ἡλιος, συγχρόνως πρὸς τὴν ἡμερησίον του κίνησιν, κινεῖται συνεχῶς καὶ ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς, διὰ τοῦτο, καθ' ἕκαστην μεσημβρίαν, δταν ἐπανέρχεται ἐπὶ τοῦ μεσημβρινοῦ ἐνὸς τόπου, ἡ δρθὶ του ἀναφορά, ὡς γωνιώδης ἀπόστασίς του ἀπὸ τὸ γ, διαρκῶς μεταβάλλεται καὶ, καθ' ἡμέραν, συνεχῶς αὔξανει, περίπου κατὰ 1^ο (§136 α).

Οὕτως, ἐὰν τὴν 21ην Μαρτίου συμβῇ, ὅστε τὸ κέντρον τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου νὰ συμπέσῃ μετὰ τοῦ γ, ἀκριβῶς κατὰ τὴν μεσημβρίαν, τότε, εἰς τὸ διάστημα τῆς ἀστρικῆς ἡμέρας ἀπὸ 21ης ἕως 22ας Μαρτίου, δὲ ἡλιος θὰ φύγῃ ἀπὸ τὸ γ καὶ θὰ κινηθῇ κατ' ὁρθὴν φοράν, κατὰ 1^ο περίπου. Τὸ ἀποτέλεσμα αὐτῆς τῆς μεταθέσεως θὰ είναι, ὅτι τὴν 22αν Μαρτίου, δταν τὸ γ θὰ διέρχεται ἐκ τοῦ μεσημβρινοῦ καὶ

θά ἔχῃ συμπληρωθῆ μία ἀστρική ἡμέρα, ὁ ἥλιος θὰ εύρισκεται ἀν ατολικῷ τερον τοῦ γ κατὰ 1° καὶ οὔτω θὰ διέλθῃ ἐκ τοῦ μεσημβρινοῦ 4 λ. περίπου βραδύτερον τοῦ γ· (1° = 4 λ).

Τὸ ᾴδιον θὰ γίνεται κάθε ἡμέραν· ὁ ἥλιος θὰ ἔρχεται εἰς τὸν μεσημβρινὸν καὶ θὰ γίνεται μεσημβρία, κατὰ 4 λ. ἀστρικοῦ χρόνου περίπου, βραδύτερον ἀπὸ τὴν προηγουμένην. Διὰ τοῦτο καὶ ἡ ἥλιακή ἡμέρα θὰ ἔχῃ συνεχῶς διάρκειαν 24 ὥρ., ἐνῷ ἡ ἀστρική θὰ διαρκῇ 4 λ. ὀλιγώτερον.

Ἐπομένως, ἡ ἥλιακή ἡμέρα εἶναι μεγαλύτερας διαρκείας ἀπὸ τὴν ἀστρικήν, πάντοτε, κατὰ 4 λ. περίπου.

β'. Ὁπως ὀνομάσαμεν ἀστρικὸν χρόνον τὴν ὥριαίν γωνίαν τοῦ γ κατά τινα στιγμήν (§136δ), καθ' ὅμοιον τρόπον, καλοῦμεν ἀληθῆ ἥλιακὸν χρόνον εἰς ἕνα τόπον, κατά τινα στιγμήν, τὴν ὥριαίν γωνίαν τοῦ κέντρου τοῦ ἥλιακοῦ δίσκου, εἰς τὸν θεωρούμενον τόπον, κατὰ τὴν στιγμήν ταύτην.

Ἄλλ' ὅπως εἰδομεν (§130α), ὁ ἥλιος, ὅχι μόνον κινεῖται ἐπὶ τῆς ἑκλειπτικῆς, ἀλλ' ἐπὶ πλέον κινεῖται καὶ ἀνωμάλως. Συνεπῶς, ἡ ἡμερησία μεταβολὴ τῆς ὁρθῆς του ἀναφορᾶς δὲν εἶναι οὕτε σταθερά, οὕτε δύμαλή. Κατ' ἀκολουθίαν, δὲν εἶναι σταθερά, οὕτε δύμαλή καὶ ἡ μεταβολὴ τῆς ὥριαίς του γωνίας· ὅπως ἐπίσης καὶ ἡ διαφορὰ διαρκείας, μεταξὺ ἀληθοῦς ἥλιακῆς ἡμέρας καὶ ἀστρικῆς ἡμέρας, δὲν εἶναι ἐπίσης, οὕτε σταθερά, οὕτε δύμαλή, ἀλλὰ κυμαίνεται ἀνωμάλως περὶ τὰ 4 λ.

Διὰ τοῦτο καί, πρακτικῶς, δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ χρησιμοποιηθῇ ἡ ἡμερησία πορεία τοῦ ἥλιου καὶ ἡ μετ' αὐτῆς συνδεομένη μεταβολὴ τῆς ὥριαίς του γωνίας, διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ χρόνου. Ἐὰν δὲ ἐρρυθμίζομεν τὰ συνήθη ὠρολόγια μας, μὲ βάσιν τὰς διαβάσεις τοῦ ἥλιου ἐκ τοῦ μεσημβρινοῦ, τότε ἡ ἡμέρα θὰ εύρισκετο ἄλλοτε μεγαλυτέρα καὶ ἄλλοτε μικροτέρα ἀπὸ 24 ὥρας (ἥλιακάς).

γ'. Ἀληθῆ ἥλιακὸν χρόνον δεικνύουν τὰ καλούμενα ἥλιακά ὠρολόγια, τὰ δόπια συνίστανται ἔξι ἐνὸς γνώμονος (§160), ἦτοι ἔκ μιᾶς ράβδου, στηριζομένης ἐπὶ σταθερᾶς δοριζοντίου ἢ κατακορύφου ἐπιφανείας.

Ἡ γενική θεωρία τῶν ἥλιακῶν ὠρολογίων εἶναι ἡ ἔξῆς:

Ἡ σκιὰ τῆς ράβδου, μετατιθέμενη συνεχῶς, διαφορούσης τῆς ἡμέρας, δεικνύει τὴν πορείαν τοῦ ἥλιου εἰς τὸν οὐρανόν. Ἐὰν δὲ χαράξωμεν ἐπὶ ὁρίζοντίου ἢ κατακορύφου ἐπιφανείας διαιρέσεις, κατὰ τὰς διευθύνσεις, πρὸς τὰς ὅποιας πί-

πτει ἡ σκιά τῆς ράβδου μετά μίαν, δύο, τρεῖς ώρας κλπ., πρὸ καὶ μετὰ τὴν μεσημέριαν, τότε, ἡ θέσις τῆς σκιᾶς, κατά τινα στιγμήν, θὰ δεικνύῃ τὴν ὥριαίν γωνίαν τοῦ ἥλιου, ἢτοι τὸν ἀληθῆ ἥλιακὸν χρόνον. Βασικῶς, χρειάζεται νὰ συμπίπτῃ ἡ διεύθυνσις τῆς σκιᾶς, κατὰ τὴν μεσημέριαν, πρὸς τὴν διεύθυνσιν βορρᾶ - νότου, ἢτοι πρὸς τὴν μεσημέρινὴν γραμμὴν τοῦ τόπου, ὅπου θὰ τοποθετηθῇ τὸ ὥρολόγιον.

‘Ηλιακὰ ὡρολόγια κατεσκεύαζον οἱ ἀρχαῖοι Ἑλληνες. Σήμερον κατασκευάζονται, κυρίως, πρὸς διακόσμησιν καὶ τοποθετοῦνται εἰς κήπους, πλατείας, σχολεῖα κ.λ.π. Τοιούτον (ὅριζόντιον) ἥλιακὸν ὡρολόγιον εἶναι τὸ εύρισκόμενον εἰς τὴν εἴσοδον τοῦ Ἐθνικοῦ Κήπου τῶν Ἀθηνῶν.

139. Μέσος ἥλιος, μέση ἥλιακὴ ἡμέρα, μέσος ἥλιακὸς χρόνος, ὡρολόγια μέσου ἥλιακοῦ χρόνου. α'. Ἐπειδὴ ὁ ἥλιος, ἃν καὶ ρυθμίζῃ βασικῶς τὰ τοῦ καθημερινοῦ βίου (μὲ τὰ φαινόμενα τῆς διαδοχῆς ἡμέρας καὶ νυκτός, τὰ ὅποια προκαλεῖ), δὲν προσφέρεται ὅμως διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ χρόνου, ἔθεσπίσθη νὰ γίνεται ἡ μέτρησις, μὲ τὴν βοήθειαν ἐνὸς φανταστικοῦ ἥλιου, διὰ τὸν ὅποιον δεχόμεθα, ὅτι ἰσχύουν τὰ ἔξῆς:

α) ὅτι κινεῖται ἴστοταχῶς·
β) ὅτι δὲν διατρέχει τὴν ἐκλειπτικήν, ἀλλὰ τὸν οὐράνιον ἴστομερινόν·

γ) ὅτι συμπληρώνει τὴν περιφέρειαν τοῦ ἴστομερινοῦ εἰς τὸν ἕιδον χρόνον, τὸν ὅποιον χρειάζεται ὁ ἀληθῆς ἥλιος, διὰ νὰ συμπληρώσῃ τὴν περιφέρειαν τῆς ἐκλειπτικῆς, ἢτοι εἰς ἓνα ἔτος.

‘Ο πλαστὸς αὔτὸς ἥλιος καλεῖται **μέσος ἥλιος**.

β'. Καλοῦμεν μέσην ἥλιακὴν ἡμέραν τὸν χρόνον, ὁ ὅποιος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἄνω μεσουρανήσεων τοῦ κέντρου τοῦ δίσκου τοῦ «μέσου ἥλιου».

Είναι προφανὲς ὅτι, λόγῳ τῆς ἴστοταχοῦς κινήσεως τοῦ μέσου ἥλιου, ἡ διαφορὰ μεταξὺ ἀστρικῆς καὶ μέσης ἥλιακῆς ἡμέρας γίνεται πλέον σταθερὰ καὶ ἵση πρὸς 3 λ. καὶ 56 δ., ἢτοι ἵση πρὸς τὴν μέσην διάρκειαν τῶν 365 ἀληθῶν ἥλιακῶν ἡμερῶν τοῦ ἔτους.

‘Η στιγμὴ τῆς ἄνω μεσουρανήσεως τοῦ μέσου ἥλιου καλεῖται **μέση μεσημέρια**, ἐνῷ ἡ στιγμὴ τῆς κάτω μεσουρανήσεως αὐτοῦ ὀνομάζεται **μέσον μεσονύκτιον**.

Συμφώνως πρὸς τὸν ὄρισμὸν της, ἡ μέση ἥλιακὴ ἡμέρα, ἀστρονομικῶς, ἀρχίζει ἀπὸ τὴν μεσημέριαν. Διὰ λόγους ὅμως πρακτικούς, εἰς τὴν καθημερινὴν ζωήν, ἀρχίζει ἀπὸ τὸ μεσονύκτιον.

γ'. Καλούμεν μέσον ήλιακόν χρόνον, κατά τινα στιγμήν, την ώριαίν γωνίαν τοῦ κέντρου τοῦ δίσκου τοῦ μέσου ήλιου εἰς τὸν τόπον, ὅπου εὑρισκόμεθα, κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην.

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

Τά συνήθη ώρολόγια δεικνύουν ἐπίσης μέσον ήλιακόν χρόνον.

140. Ἐξίσωσις τοῦ χρόνου. α'. Καλούμεν ἔξισωσιν τοῦ χρόνου καὶ τὴν συμβολίζομεν μὲν τὸ γράμμα ϵ , τὴν διαφορὰν τοῦ ἀληθοῦς ήλιακοῦ χρόνου (X_α) ἀπὸ τὸν μέσον ήλιακόν χρόνον (X_μ), κατά τινα ἡμέραν τοῦ ἔτους. Ἡτοι ἔχομεν:

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

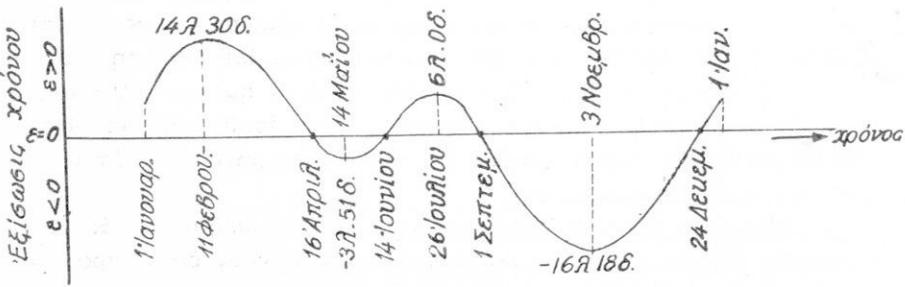
β'. Είναι προφανὲς ὅτι, ἐὰν ὁ μέσος ήλιος ὑπῆρχε πράγματι, τότε, ὁ ἀληθής ήλιος, ἄλλοτε μὲν θὰ προεπορεύετο αὐτοῦ, ἄλλοτε δὲ θὰ τὸν ἡκολούθει. Ἐπομένως καὶ ἡ ἔξισωσις τοῦ χρόνου είναι ἄλλοτε θετική καὶ ἄλλοτε ἀρνητική, ἀκόμη δὲ καὶ ἵστη πρὸς μηδέν. Ἡτοι ἔχομεν:

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

Τὴν μεταβολὴν τῆς ἔξισώσεως τοῦ χρόνου, κατὰ τὴν διάρκειαν ἐνὸς ἔτους, παρουσιάζει ἡ καμπύλη τοῦ σχ. 48.

Εἰς τὴν καμπύλην αὐτὴν παρατηροῦμεν, ὅτι τετράκις τοῦ ἔτους, ἥτοι τὴν 16ην Ἀπριλίου, 14ην Ἰουνίου, 1ην Σεπτεμβρίου καὶ 24ην Δεκεμβρίου, ἡ ε μηδενίζεται. Τότε, ὁ μέσος ήλιος καὶ ὁ ἀληθῆς μεσουρανοῦν ἀνω συγχρόνως.

Ἐξ ἀλλου, κατὰ τὸ διάστημα α) ἀπὸ 24ης Δεκεμβρίου μέχρι 16ης Ἀπριλίου καὶ β) ἀπὸ 14ης Ἰουνίου μέχρι 1ης Σεπτεμβρίου, ἡ ε είναι θετική. Τοῦτο σημαίνει, ὅτι $X_\mu > X_\alpha$, ἥτοι, ὅτι ἡ ώριαίς γωνία τοῦ μέσου ήλιου είναι μεγαλυτέρα τῆς ώριαίς γωνίας τοῦ ἀληθοῦς. Δηλαδή, ὁ μέσος ήλιος διέρχεται πρῶτος ἐκ τοῦ μεσημβρινοῦ καί, συνεπῶς, εύρισκεται δυτικώς τοῦ μέσου ήληθοῦς, ἡ δὲ μέση μεσημβρία συμβαίνει πρὸ τῆς ἀληθοῦς.



Σχ. 48.

Τὰ διντίθετα συμβαίνουν κατὰ τὸ διάστημα α) ἀπὸ 16ης Ἀπριλίου μέχρι 14ης Ἰουνίου καὶ β) ἀπὸ 1ης Σεπτεμβρίου ὧνται 24ης Δεκεμβρίου, ὅπότε ὁ μέσος ἥλιος διέρχεται δεύτερος ἐκ τοῦ μεσημβρινοῦ καί, ἐπομένως, εὐρίσκεται ἀνατολικῶς τοῦ ἀληθοῦ, ἐνῷ ἡ μέση μεσημβρία συμβαίνει μετά τὴν ἀληθῆ μεσημβρίαν.

Ἐπὶ πλέον παρατηροῦμεν, διτὶ ἡ ἐπαρουσιάζει τὰς μεγαλυτέρας ἀπολύτους τιμάς της, 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 τμῆμα τῆς ἡμέρας γίνεται μικρότερον τοῦ μεταμεσημβρινοῦ καὶ μάλιστα κατὰ 2ε, ἤτοι κατὰ 29λ., ἐνῷ εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν, τὸ προμεσημβρινὸν τμῆμα τῆς ἡμέρας γίνεται μεγαλύτερον τοῦ μεταμεσημβρινοῦ κατὰ 2ε, ἤτοι κατὰ 33λ. περίποτε.

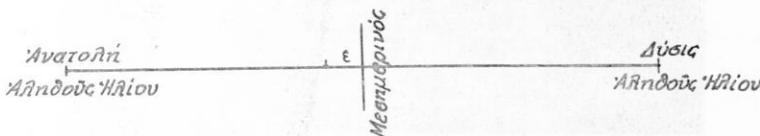
γ. Εἰς τὰ ἡλιακὰ ὠρολόγια, ὡς ἔκεινο τοῦ Ἐθνικοῦ Κήπου, παρατίθενται συνήθως καὶ πίνακες τῆς ἑξισώσεως τοῦ χρόνου, διὰ τὴν 1ην καὶ τὴν 15ην ἑκάστου μηνός, εἰς τρόπον ὡστε νὰ είναι δυνατή ἡ μετατροπή τοῦ ἀληθοῦ ἡλιακοῦ χρόνου εἰς μέσον ἡλιακόν, κατὰ προσέγγισιν.

Ἄσκήσεις

164. Διατὶ τὸ προμεσημβρινὸν καὶ τὸ μεταμεσημβρινὸν τμῆμα τῆς ἡμέρας αὐξάνουν ἡ ἐλαττοῦνται κατὰ 2ε καὶ ὅχι κατὰ ε; Διὰ τὴν λύσιν σπουδάσατε τὸ σχῆμα 49, ἀντιστοιχοῦ εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς ἑλαττώσεως τοῦ προμεσημβρινοῦ τμήματος κατὰ 2ε.

165. Εὑρετε πόσον διαρκεῖ τὸ προμεσημβρινὸν τμῆμα τῆς ἡμέρας καὶ πόσον τὸ μεταμεσημβρινὸν α) τὴν 14ην Μαΐου, ὅτε $\epsilon = -3\lambda. 51\delta.$ καὶ β) τὴν 26ην Ἰουλίου, ὅτε $\epsilon = 6\lambda. 0\delta.$

141. Παγκόσμιος χρόνος. α'. Ἐφ' ὅσον, τόσον ὁ ἀστρικός, ὅσον καὶ ὁ ἀληθῆς καὶ μέσος ἡλιακὸς χρόνος ὄριζονται διὰ τῆς ὡριαίας γωνίας καὶ ἐφ' ὅσον, ἡ ὡριαία γωνία ἀλλάσσει ἀπὸ τόπου εἰς τόπον, διότι ἀλλάσσει ὁ μεσημβρινός, συνάγεται, διτὶ δῆλοι αὐτοὶ οἱ χρόνοι εἰναι τοπικοί. Τοῦτο, ἀλλωστε, φαίνεται σαφέστερον ἐκ τοῦ γεγονότος, ὅτι ἡ ἀρχὴ τῆς ἀστρικῆς ἡμέρας, ἤτοι ἡ ἄνω μεσουράνησις τοῦ γ, καθὼς καὶ ἡ μεσημβρία, εἴτε ἡ ἀληθῆς εἴτε ἡ μέση, εἰς ἓνα



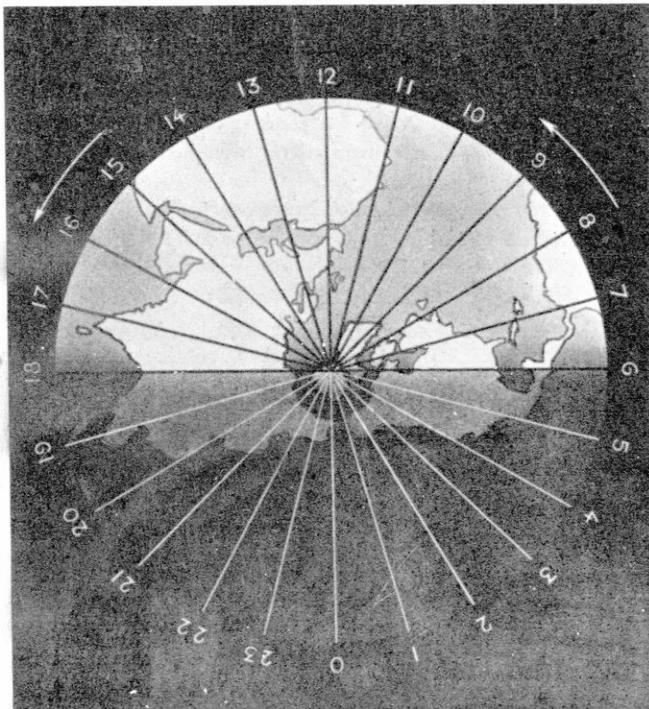
Σχ. 49.

τόπον, διαφέρουν ἀπὸ τὴν μεσουράνησιν τοῦ γ καὶ τὴν μεσημβρίαν εἰς ἕνα ἄλλον τόπον, ἀνατολικώτερον ἢ δυτικώτερον. Διότι καὶ οἱ μεσημβρινοὶ τῶν δύο τόπων εἶναι διαφορετικοί.

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

Καλοῦμεν **τοπικὸν χρόνον**, τόσον τὸν ἀστρικόν, ὃσον καὶ τὸν ἥλιακόν, εἴτε τὸν ἀληθῆ, εἴτε τὸν μέσον, ὅταν μετρῆται διὰ τῆς ὡριαίας γωνίας εἰς τὸν τόπον αὐτόν.

β'. Διὰ νὰ μὴ ἔχῃ ὁ κάθε τόπος ἴδικόν του μέσον ἥλιακὸν χρόνον, τοπικόν, δόποτε ἄλλη θὰ ἦτο ἡ ὥρα εἰς τὰς Ἀθήνας καὶ ἄλλη εἰς τὰς Πάτρας ἢ τὴν Μυτιλήνην, πρᾶγμα τὸ ὅποιον θὰ ἔδυσχέραινε τὰ μέγιστα, ὅχι μόνον τὰς πάστης φύσεως τηλεπτικοινωνίας καὶ τὰς



Εἰκ. 41. Οι 24 ἀτρακτοὶ τῆς γῆς.

συγκοινωνίας, ἀλλὰ καὶ τὴν ἐν γένει συνεννόησιν, εἰσήχθη τὸ σύστημα τοῦ παγκοσμίου χρόνου, τὸ ὅποιον στηρίζεται εἰς τὸν χωρισμὸν τῆς γῆς εἰς 24 ἵσας ωριαίας ἀτράκτους.

Καλεῖται ἡ τρακτος τὸ μέρος τῆς σφαίρας, τὸ δριζόμενον ὑπὸ δύο μεσημβρινῶν αὐτῆς. Συνεπῶς, αἱ 24 ἵσαι ἀτράκτοι τῆς γῆς παρέχουν εἰς αὐτὴν μορφὴν πορτοκαλίου, ἀποτελουμένου ἀπὸ 24 ἵσας φέτας.

Ἐκάστη ἀτράκτος ἔχει εὔρος 15° (διότι $360^{\circ} : 24 = 15^{\circ}$). Ἐπειδὴ δὲ $15^{\circ} = 1$ ὥρ., διὰ τοῦτο καὶ αἱ 24 ἀτράκτοι καλοῦνται ὡραὶ αἱαὶ.

Είναι φανερόν, ὅτι τὸ εὔρος τῶν $15^{\circ} = 1$ ὥρ., ἐκάστης ἀτράκτου, ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν διαφορὰν τοῦ γεωγραφικοῦ μήκους τῶν δύο μεσημβρινῶν τῆς γῆς, οἱ ὅποιοι δριζοῦν κάθε μίαν ἀτράκτου.

Αἱ 24 ἀτράκτοι τῆς γῆς ἀριθμοῦνται, κατὰ σειράν, ἀπὸ 0 ἕως 23 (ὅπως αἱ ὥραι), λαμβάνεται δὲ ὡς μηδενική ἡ ἀτράκτος ἐκείνη, ἡ ὅποια διχοτομεῖται ὑπὸ τοῦ πρώτου μεσημβρινοῦ, τοῦ Greenwich (Γκρήνουϊτς), ὅπως φαίνεται εἰς τὴν εἰκ. 41.

Βάσει τοῦ συστήματος τούτου, τῶν 24 ἀτράκτων, συνεφωνήθη ὅπως δλοι οἱ τόποι, οἱ περιεχόμενοι εἰς ἐκάστην ἀτράκτου, ἔχουν τὴν ἴδιαν ὥραν· καὶ μάλιστα τὴν ὥραν, ἡ ὅποια ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸν γήινον μεσημβρινόν, τὸν διχοτομοῦντα τὴν ἀτράκτον.

Κατ’ αὐτὸν τὸν τρόπον, τόποι εύρισκόμενοι εἰς διαφορετικὰς ἀτράκτους, κατὰ μίαν τυχοῦσαν στιγμήν, διαφέρουν μόνον καὶ τὰ ἀκεραίας ὡραῖς. Οὕτω, τὰ ὥρολόγια δεικνύουν τὴν ὥραν τῆς τάξεως τῆς ἀτράκτου ($0, 1, 2, \dots, 23$ ὥρ.), τὰ ἴδια δὲ πάντα τε λεπτὰ καὶ δευτερόλεπτα εἰς ὅλας τὰς ἀτράκτους.

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

Ἡ Ἑλλὰς ἐκτείνεται ἐπὶ τῆς 1ης καὶ τῆς 2ης ἀτράκτου. Διὰ νὰ μὴ ἔχωμεν ὅμως δύο διαφορετικὰς ὥρας, ἀπεφασίσθη, ὅπως ὅλη ἡ χώρα ἔχει τὴν ὥραν τῆς 2ης ἀτράκτου, ἥτοι τῆς ἀνατολικῆς Εὐρώπης, ἡ ὅποια διαφέρει ἀπὸ τὴν ὥραν τῆς μηδενικῆς ἀτράκτου (τοῦ Greenwich) κατὰ δύο ὥρας.

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

δ'. 'Υπ' αὐτὰς τὰς συνθήκας, τὸ προμεσημβρινὸν τμῆμα τῆς ἡμέρας δὲν διαφέρει μόνον κατὰ 2 ε (§140 β) ἀπὸ τὸ μεταμεσημβρινόν, ἀλλὰ κατὰ 2 ($\epsilon + 25 \lambda. 8 \delta.$). Οὕτω, τὴν 11ην Φεβρουαρίου, ὅτε $\epsilon = 14 \lambda. 30 \delta.$, ἔχομεν: $2(14 \lambda. 30 \delta. + 25 \lambda. 8 \delta.) = 1 \text{ ὥρ. } 19 \lambda. 16 \delta.$ Συνεπῶς, κατὰ τὴν ἡμέραν αὐτήν, τὰ ὠρολόγια μας δεικνύουν μεσημβρίαν κατὰ 1 ὥρ. καὶ 19 λ. περίπου πρὸ τῆς ἀληθοῦς μεσημβρίας.

'Εξ ἄλλου, ἐπειδὴ ὁ ἀληθὴς ἡλιακὸς χρόνος εἰς τὰς Ἀθήνας διαφέρει τοῦ παγκοσμίου κατὰ 25 λ. 8 δ., διὰ τοῦτο καὶ οἱ πίνακες τῶν ἡλιακῶν ὠρολογίων (§140γ) εἰς τὰς Ἀθήνας, ἀναγράφουν τὰς διαφορὰς $\epsilon + 25\lambda. 8\delta.$

Ασκήσεις

166. Εὔρετε πόσον διαρκεῖ τὸ προμεσημβρινὸν τμῆμα τῆς ἡμέρας καὶ πόσον τὸ μεταμεσημβρινόν α) τὴν 14ην Μαΐου, β) τὴν 26ην 'Ιουλίου καὶ γ) τὴν 3ην Νοεμβρίου εἰς τὰς Πάτρας, ὃπου $L=21^{\circ} 44' 20''$ Α.

167. Ποίαν διαφοράν τὸ πικὸν χρόνου παρουσιάζει ἡ 'Αλεξανδρούπολις ($L=25^{\circ} 53' 40''$ Α.), ἀπὸ τὰς Ἀθήνας.

168. Τὸ Τόκιον ἔχει $L=9$ ὥρ. 18 λ. 10 δ. Εὔρετε α) εἰς ποίαν ἀτρακτὸν ἀνήκει ἡ 'Ιαπωνία καὶ ποίαν ὡραν δεικνύουν ἔκει τὰ ὠρολόγια, ὅταν εἰς τὴν 'Ελλάδα ἔχωμεν 7 ὥρ. 31 λ. 25 δ.

142. **Ἀρχὴ καὶ ἀλλαγὴ τῆς ἡμέρας.** α'. "Οταν εἰς τὸ Greenwich εἶναι μεσημβρία μιᾶς ἡμερομηνίας, π.χ. τῆς 1ης Ἀπριλίου (εἰκ. 41), τότε οἱ ἀνατολικοὶ ὡς πρὸς αὐτὸν τόποι θὰ ἔχουν μεταμεσημβρινὰς ὥρας. Οὕτως, εἰς τὴν 'Ελλάδα θὰ ἔχωμεν 14ην ὥρ., εἰς τὸ 'Ιράκ 15ην, εἰς τὴν 'Ιαπωνίαν 21ην, εἰς τὰς Καρολίνας νήσους 22αν καὶ εἰς τὰς νήσους Μάρσαλ 23ην, ἥτοι μίαν ὡραν πρὸ τοῦ μεσονυκτίου τῆς 1ης πρὸς τὴν 2αν Ἀπριλίου. 'Εάν προχωρήσωμεν ὀλίγον ἀκόμη πρὸς ἀνατολάς, εἰς τὸν Εἰρηνικὸν ὥκεανόν, φθάνομεν εἰς τὸν ἡμιμεσημβρινόν, δόποιος διαφέρει κατὰ 12 ὥρας ἀπὸ τὸ Greenwich, ὃπου δὲ καὶ θὰ ἔχωμεν μεσονύκτιον, ἥτοι τὴν ἀρχὴν τῆς 2ας Ἀπριλίου.

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

β'. Έάν, άντιθέτως, έξετάσωμεν τὴν ὥραν εἰς τόπους δυτικούς ώς πρὸς τὸ Greenwich, σταν τοῦτο ἔχη μεσημβρίαν, τότε εὐρίσκομεν, ὅτι οἱ ἐν λόγῳ τόποι θὰ ἔχουν προμεσημβρινὰς ὥρας. Οὕτως, εἰς τὴν Ἰσλανδίαν θὰ εἶναι 11π.μ., εἰς τὴν ἀνατολικήν Γροιλανδίαν 10π.μ., εἰς τὴν Νέαν Ύόρκην 7π.μ., εἰς τὸν "Άγιον Φραγκίσκον 4π.μ. καὶ εἰς τὰς νήσους Σαμόάς τοῦ Ειρηνικοῦ 1π.μ. τῆς 1ης Ἀπριλίου. Έάν προχωρήσωμεν δὲ λίγον ἀκόμη δυτικώτερον φθάνομεν καὶ πάλιν εἰς τὸν ήμιμεσημβρινὸν τῆς ἀρχῆς τῆς ήμέρας, ὅπου ἡ ὥρα θὰ εἶναι 0, ὅχι ὅμως τῆς 31ης Μαρτίου πρὸς τὴν 1ην Ἀπριλίου, ἀλλὰ τῆς ἐπομένης, ἢτοι καὶ πάλιν τῆς 1ης πρὸς τὴν 2αν Ἀπριλίου.

Κατὰ τὰ ἀνωτέρω, ἐὰν τὰ ταξιδεύοντα πλοῖα καὶ ἀεροπλάνα κινοῦνται ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς, ητοι ἀντιθέτως πρὸς τὴν φορὰν τῆς ἡμερησίας κινήσεως τοῦ ἥλιου, ὅταν φθάνουν εἰς τὸν ἡμιμεσημβρινὸν τῆς ἀρχῆς τῆς ἡμέρας, δὲν ἀλλάσσουν ἡμερομηνίαν. Διότι, εἰς τὸ δυτικὸν ἡμισφαίριον, εἰς τὸ ὅπιον, τώρα, εἰσέρχονται εἶναι ἀκόμη ἡ ἴδια ἡμερομηνία. Ἀντιθέτως, ἐὰν τὸ πλοῖον ἢ τὸ ἀεροπλάνον διέρχεται ἀπὸ τὸν ἡμιμεσημβρινὸν τῆς ἀρχῆς τῆς ἡμέρας, κινούμενον ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμάς, ὅπως καὶ ὁ ἥλιος, ητοι ἐκ τοῦ δυτικοῦ ἡμισφαιρίου πρὸς τὸ ἀνατολικόν, τότε ἀλλάσσει ἡμερομηνίαν· καὶ ἐὰν μέχρι τῆς στιγμῆς τῆς διαβάσεως ἐμετρεῖτο π.χ. ἡ 1η Ἀπριλίου, ἀπὸ τῆς διαβάσεως καὶ ἐφ' ἑξῆς μετρεῖται ἡ 2α Ἀπριλίου.

Διὰ τούς ὡς ἄνω λόγους ὁ ἡμιμεσημβρινὸς τῆς ἀρχῆς τῆς ἡμέρας καλεῖται καὶ ἡμιμεσημβρινὸς τῆς ἀλλαγῆς τῆς ἡμέρομηνίας.

Ἄσκησεις

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

170. "Ενα πυρωλοκίνητον ἀεροπλάνον, τὸ δόποιον ἀναπτύσσει ταχύτητα
ἰσην πρὸς τὴν περιστροφὴν τῆς γῆς, ἀναχωρεῖ ἀπὸ τὸ ἀεροδρόμιον τοῦ
Ἐλληνικοῦ τὴν μεσημβρίαν τῆς 1ης Ἀπριλίου καὶ κινεῖται ἐξ ἀνατολῶν πρὸς
δυσμάς. α) Διατι. καθ' ὅλην τὴν διαδρομήν του θὰ ἔχῃ συνεχῶς μεσημβρίαν; β)
Ποίαν ήμερομηνίαν πρέπει νὰ δεικνύῃ τὸ ήμερολόγιον του, διατηρεῖσθαι,
μετά 24ώρων, εἰς τὸ ἀεροδρόμιον Ἐλληνικοῦ καὶ διατι;

II. ΤΟ ΕΤΟΣ

143. Ἀστρικὸν, τροπικὸν καὶ πολιτικὸν ἔτος. α'. Καλοῦμεν ἀστρικὸν ἔτος τὸν χρόνον, ὁ ὅποιος ἀπαιτεῖται διὰ νὰ συμπληρώσῃ ἡ γῆ μίαν περιφορὰν τῆς περὶ τὸν ἥλιον ἦ, ὅπερ τὸ αὐτό, τὸν χρόνον, ὁ ὅποιος ἀπαιτεῖται διὰ νὰ διαγράψῃ ὁ ἥλιος μίαν πλήρη περιφέρειαν κύκλου, κινούμενος ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς.

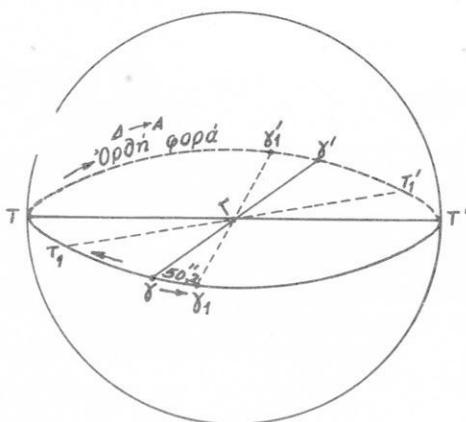
Τὸ ἀστρικὸν ἔτος εἶναι ἵσον πρὸς 365,256374 μέσας ἥλιακὰς ἡμέρας.

β'. Ἐστω ὅτι, κατὰ τὴν ἑαρινὴν ἰσημερίαν τυχόντος ἔτους, ἡ γραμμὴ τῶν ἰσημεριῶν κατέχῃ τὴν θέσιν γγ' τῆς ἐκλειπτικῆς γΤγ'Τ' (σχ. 50) καὶ ὅτι γ εἶναι τὸ ἑαρινὸν σημεῖον. Τότε, διαρκοῦντος ἐνὸς ἔτους, κατὰ τὸ ὅποιον ὁ ἥλιος θὰ φαίνεται κινούμενος κατὰ τὴν ὁρθὴν φοράν, λόγω τῆς μεταπτώσεως τῶν ἰσημεριῶν (§ 131α), ἡ γγ' θὰ μετατεθῇ κατ' ἀνάδρομον φορὰν καὶ θὰ λάβῃ τὴν θέσιν γιγι', ἐνῷ γ₁ θὰ εἶναι ἡ νέα θέσις τοῦ γ, διαφέρουσα τῆς ἀρχικῆς κατὰ 50'',2. Συνεπῶς, μετὰ ἐν ἔτος, ἡ νέα ἰσημερία θὰ συμβῇ, ὅταν ὁ ἥλιος θὰ ἔλθῃ εἰς τὴν θέσιν γ₁. Ἀλλὰ τότε ὁ ἥλιος δὲν θὰ ἔχῃ διαγράψει ἀκόμη τὴν πλήρη περιφέρειαν τῆς ἐκλειπτικῆς. Θὰ ἔχῃ διανύσει μόνον τὸ τόξον γΤγ'γ₁, τὸ ὅποιον διαφέρει τῆς περιφερείας κατὰ 50'',2. Ἐπομένως, μεταξὺ δύο ἑαρινῶν ἰσημεριῶν, δὲν περιλαμβάνεται ἐνα πλῆρες ἀστρικὸν ἔτος, ἀλλὰ χρονικὸν διάστημα μικρότερον.

Καλοῦμεν τροπικὸν ἔτος τὸν χρόνον, ὁ ὅποιος περιέχεται μεταξὺ δύο διαβάσεων τοῦ κέντρου τοῦ ἥλιακοῦ δίσκου ἀπὸ τὸ ἑαρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον γ, ἢτοι τὸν χρόνον μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἰσημεριῶν.

Τὸ τροπικὸν ἔτος ἴσοῦται πρὸς 365,242217 μέσας ἥλιακὰς ἡμέρας.

Ἡ ὄνομασία « τροπικὸν » ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι, ὅχι μόνον ἡ γγ', ἀλλὰ καὶ ἡ γραμμὴ τῶν τροπῶν ΤΤ' μετατοπίζεται συν-



Σχ. 50.

εχῶς, παραμένουσα σταθερῶς κάθετος ἐπὶ τὴν γγ'. 'Επομένως καὶ ἡ ἐπάνοδος τοῦ ἡλίου εἰς μίαν τῶν τροπῶν γίνεται μετὰ ἐν τροπικὸν ἔτος.

Εἰς τὸν καθημερινὸν βίον, ὅπως εἴναι φανερόν, δὲν μετροῦμεν τὰ ἀστρικὰ ἔτη, ἀλλὰ τὰ τροπικά, διότι αὐτὰ ὑποπίπτουν εἰς τὴν ἀντίληψίν μας, ὡς ἐκ τῆς συνεχοῦς ἐναλλαγῆς τῶν ἐποχῶν τοῦ ἔτους.

γ'. Κατὰ τὴν διάρκειαν ἐνὸς τροπικοῦ ἔτους, ἵσου πρὸς 365,242217... μέσας ἡλιακὰς ἡμέρας, ἡ γῆ δὲν ἔκτελει μόνον 365,242217... περιστροφὰς ἀλλὰ καὶ μίαν ἐπὶ πλέον. Οὕτω, τὸ μὲν τροπικὸν ἔτος περιέχει 365,242217. μέσας ἡλιακὰς ἡμέρας, τὸ δὲ ἀστρικὸν ἔτος 366,256374... ἀστρικὰς ἡμέρας.

Είναι εὔκολον νὰ ἔξηγηθῇ τοῦτο, ἐὰν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν, ὅτι ἡ ἀστρικὴ ἡμέρα εἴναι μικροτέρα τῆς μέσης ἡλιακῆς κατὰ 3 λ. 56 δ. περίπου. Ἐντὸς ἐνὸς ἔτους ἡ διαφορὰ αὐτὴ γίνεται (3 λ. 56 δ.) \times 365,242217 = 1 ἀστρικὴ ἡμέρα.

Αλλὰ καὶ ἡ φυσικὴ ἔξήγησις τούτου εἴναι ἀπλῆ, ἔχει δὲ ὡς ἔξῆς: 'Ημεῖς μετροῦμεν μόνον 365,24... μέσας ἡλιακὰς ἡμέρας, διότι, ἐντὸς μιᾶς μέσης ἡλιακῆς ἡμέρας (24 ὥρ.), ἡ γῆ δὲν ἔκτελει μόνον μίαν ἀκεραίαν περιστροφὴν (23 ὥρ. 56 λ. 4 δ.), ἀλλ' ἀκόμη καὶ μικρὸν μέρος

24 ὥρ.

τῆς μιᾶς ἐπὶ πλέον περιστροφῆς της, ἵσου πρὸς 365,242217 = 3λ. 56δ. τόξου. Τὸ μικρὸν τοῦτο τόξον τὸ μετροῦμεν καθημερινῶς, ὡς μεγαλυτέρα ν διάρκειαν τῆς μέσης ἡλιακῆς ἡμέρας, ἔναντι τῆς πραγματικῆς διαφορείας τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς (ἀστρικῆς ἡμέρας). Οὕτω δέ, ἐντὸς ἐνὸς ἔτους, συμπληροῦται ἡ ἐπὶ πλέον περιστροφή, χωρὶς νὰ τὴν ἀντιληφθῶμεν, ἀφοῦ αὐταί, τὰς ὅποιας ἀντιλαμβανόμεθα, εἴναι μόνον αἱ ἡλιακαί.

δ'. Ἐπειδὴ ἡ διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους δὲν εἴναι ἵση μὲ ἀκέραιον ἀριθμὸν ἡμερῶν καὶ ἐπειδὴ, εἰς τὸν πρακτικὸν βίον, τὸ ἔτος τοῦτο δὲν εἴναι δυνατὸν νὰ χρησιμοποιηθῇ πρὸς μέτρησιν τῶν ἐτῶν, διὰ τοῦτο εἰσήχθη διθεσμὸς τοῦ πολιτικοῦ ἔτους, ἀποτελούμένου ἀπὸ ἀκέραιον, πάντοτε, ἀριθμὸν ἡμερῶν.

Ἡ ἐναρμόνισις μεταξὺ τῆς φυσικῆς διαφορείας τοῦ τροπικοῦ ἔτους καὶ τῆς, κατὰ συνθήκην, διαφορείας τῶν πολιτικῶν ἐτῶν, ἔδωσε ἀφορμὴν εἰς τὴν εἰσαγωγὴν, κατὰ καιρούς, διαφόρων ἡμερολογίων.

144. Ἡμερολόγια ἡλιακά, σεληνιακά, σεληνοηλιακά.
α'. Άπο τῆς ἀρχαιότητος, πολλοὶ λαοί, ὅπως οἱ "Ἐλληνες τῶν Ὀρφικῶν χρόνων, εἰς τὸν καθορισμὸν τῆς διαρκείας τοῦ ἔτους, δὲν ἐλάμβανον ὑπ' ὅψιν τὴν διάρκειαν τοῦ τροπικοῦ ἔτους, ἀλλ' ἐπρόσεχον νὰ περιέχῃ τὸ ἔτος τῶν, πάντοτε, ἔνα ἀκέραιον πλῆθος ἡμερῶν καὶ τόσων, ὃσαι ἀντιστοιχοῦν εἰς ἔνα ὥρισμένον ἀριθμὸν συνοικισμῶν (§ 100β). Συνεπῶς, ἐλάμβανον ὑπ' ὅψιν μόνον τὰς φάσεις τῆς σελήνης καὶ ὅχι 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 ὅποιον ἀντιστοιχοῦσεν εἰς ὥρισμένους μῆνας, νὰ μὴ διαφέρῃ ἀπὸ τὴν διάρκειαν τοῦ τροπικοῦ ἔτους. Πρὸς τοῦτο, ἐκτὸς τῶν κανονικῶν μηνῶν ἔξ 29 ἢ 30 ἡμερῶν, ἐλαμβάνοντο καὶ ἔνας ἢ περισσότεροι μῆνες μὲ διλιγωτέρας ἡμέρας, ὥστε εἰς τὰ ἔτη νὰ ἀντιστοιχοῦν 365 ἡμέραι, κατὰ μέσον ὁρού.

Τὰ ἡμερολόγια, εἰς τὰ ὅποια τὸ ἔτος ρυθμίζεται μὲ βάσιν, τόσον τὸ τροπικὸν ἔτος, ὃσον καὶ τὰς φάσεις τῆς σελήνης, ὀνομάζονται **σεληνοηλιακά**.

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

145. Τὸ ἡμερολόγιον τοῦ Νουμᾶ. Τὸ ἡμερολόγιον τοῦτο φέρει τὸ ὄνομα τοῦ Ρωμαίου αὐτοκράτορος Νουμᾶ (715 - 672 π.Χ.), ἐπειδὴ ἐκεῖνος τὸ εἰσήγαγεν, ἔχρησιμοποιήθη 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 εἰσήχθη, ἐπιστένετο, ὅτι τὸ ἔτος ἀπετελεῖτο ἐκ 365 ἀκεραίων ἡμερῶν, κάθε ἔτος τῶν 354 ἡμερῶν ἡκολούθει ἄλλο, ἀνώμαλον, τὸ ὅποιον περιελάμβανε καὶ ἔνα ἀκόμη μῆνα, 13ον, περιέχοντα 22 ἡμέρας, ἦτοι τρεῖς περίπου ἑβδομάδας, ὥστε νὰ συμπληροῦνται ὁ ἀριθμὸς τῶν 365 ἡμερῶν.

146. Τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον. Τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον εἶναι τὸ καλούμενον σήμερον παλαιὸν ἡμερολόγιον. Εἰσήχθη τὸ 44 π.Χ. καθ' ὅλην τὴν ἐκτασιν τοῦ Ρωμαϊκοῦ κράτους, ὑπὸ τοῦ Ρωμαίου αὐτοκράτορος Ἰουλίου Καίσαρος, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ἐκλήθη Ἰουλιανόν.

Ἐπειδὴ τὸ ἔτος ἐλογίζετο ἔως τότε ἵσον 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. ἔως τὸ 45 π.Χ., αἱ μετρούμεναι χρονολογίαι, ἦτοι φυσικόν, νὰ

προχωροῦν ταχύτερον ἀπὸ τὰς ἐποχάς. Οὕτω, κατὰ τὴν ἑαρινὴν ἴσημερίαν τοῦ 45 π.Χ. (23 Μαρτίου τότε), τὸ ἡμερολόγιον προεπορεύετο κατὰ 80 ἡμέρας καὶ ἔλεγε 12 Ἰουνίου.

Ο Ἰούλιος Καισαρ ἐκάλεσε τότε, ἀπὸ τὴν Ἀλεξάνδρειαν, τὸν "Ἐλληνα 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 δόποιαι ὅμως δὲν ἐμετρήθησαν· διότι τόσαι ἀκριβῶς εἶχον μετρηθῆ ἐπὶ πλέον ἕως τότε, χωρίς, εἰς τὴν πραγματικότητα, νὰ διανυθοῦν. Οὕτω, τὸ 44 π.Χ., ἡ ἑαρινὴ ἴσημερία ἤλθεν εἰς τὴν φυσικήν της θέσιν, εἰς τὴν 23ην Μαρτίου.

Ο Σωσιγένης ὅμως ὑπελόγιζε τὴν διάρκειαν τοῦ τροπικοῦ ἔτους, ὡς ἵσην πρὸς 365,25 ἡμ., ἥτοι μεγαλύτερον 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, ὀνομάσθησαν δισεκτα. Τοῦτο δέ, διότι ἡ 366η ἡμέρα παρενεβάλλετο ἀρχικῶς μεταξὺ 24ης καὶ 25ης Φεβρουαρίου, ἡ δόποια τότε ὀνομάζετο «ἔκτη πρὸ τῶν καλενδῶν τοῦ Μαρτίου», ἐμετρεῖτο δέ, διὰ δευτέραν φοράν, ὡς δισεκτη. Σήμερον ἡ 366η ἡμέρα τῶν δισεκτῶν ἐτῶν μετρεῖται, ὡς 29η Φεβρουαρίου.

Κατὰ τοὺς Χριστιανικοὺς χρόνους, ἐθεσπίσθη νὰ λαμβάνωνται ὡς δισεκτα, ἔκεινα τὰ ἔτη, τῶν δόποιων ὁ ἀριθμὸς εἶναι διαιρετὸς διὰ τοῦ 4.

147. Τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον. α'. Ἐπειδὴ τὸ ἔτος τοῦ Ἰουλιανοῦ ἡμερολογίου ὑπελογίζετο μεγαλύτερον τοῦ τροπικοῦ, κατὰ $365,25 - 365,242217 = 0,007783$ ἡμ., διὰ τοῦτο, ἀνὰ 129 ἔτη, ἡ διαφορὰ ἀνήρχετο εἰς $0,007783 \times 129 = 1,004$ ἡμέρα. Συνεπῶς, ἀνὰ 129 ἔτη αἱ μετρούμεναι ἡμερομηνίαι θὰ καθυστέρην, ὡς πρὸς τὰς ἐποχάς, κατὰ μίαν ἡμέραν. Ἡρχισε δηλαδὴ νὰ συμβαίνῃ τώρα τὸ ἀντίθετον ἔκεινου, τὸ δόποιον συνέβη μὲ τὸ ἡμερολόγιον τοῦ Νουμᾶ.

Πράγματι, ἐνῷ τὸ 44 π.Χ., δτε ἐθεσπίσθη τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον, ἡ ἑαρινὴ ἴσημερία, 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 ἀλλην μίαν ἡμέραν ἐνωρίτερον, εἰς τὰς 21 Μαρτίου, δπότε καὶ ἐστημειοῦτο μέχρι τὸ 343 μ.Χ. Διὰ τοῦτο, τὸ 325 μ.Χ., δτε συνῆλθεν ἡ Α' Οἰκουμενικὴ Σύνοδος καὶ ὠρισε πότε θὰ ἐορτάζεται

τὸ Πάσχα, ἡ Ἰσημερία, κατὰ τὸ ἡμερολόγιον, ἐγίνετο εἰς τὰς 21 Μαρτίου.

Ἡ καθυστέρησις αὐτὴ τοῦ ἡμερολογίου, ὡς πρὸς τὰς ἐποχάς, συνεχίζετο καὶ τὸ 1582 ἡ Ἰσημερία τοῦ ἔαρος ἐσημειοῦτο ἡμερολογιακῶς εἰς τὰς 11 Μαρτίου, ἥτοι δέκα ἡμέρας ἐνωρίτερον ὡς πρὸς τὸ 325 μ.Χ. Διὰ τοῦτο, ὁ πάπας Γρηγόριος ὁ ΙΓ' ἡναγκάσθη τότε, νὰ ἀναθέσῃ εἰς τὸν ἐκ Καλαβρίας ἀστρονόμον Lilio, ὅπως α) ἐναρμόνισῃ τὸ ἡμερολόγιον μὲ τὰς ἐποχάς καὶ β) τὸ μεταρρυθμίσῃ, ώστε νὰ παύσῃ ἡ παρατηρουμένη ἀνωμαλία.

Ο Lilio, διὰ νὰ καλύψῃ, πρῶτον, τὴν ἡμερολογιακὴν κάθυστέρησιν τῶν δέκα ἡμερῶν, ἀπὸ τοῦ 325 μέχρι τὸ 1582 μ.Χ., μετωνόμασε τὴν 4ην Ὁκτωβρίου 1582 εἰς 15ην Ὁκτωβρίου διότι, πράγματι, αἱ ἡμέραι αὐταὶ ἀν καὶ διηνύθησαν, ἐν τούτοις δὲν εἶχον μετρηθῆ. Ἐξ ἀλλου, διὰ νὰ μὴ ἐπαναληφθῇ τὸ λάθος, ὤρισε ὅπως, ἀνὰ 400 ἔτη, θεωροῦνται ὡς δίσεκτα, ὅχι τὰ 100, ἀλλὰ μόνον τὰ 97. Διότι, ἀνὰ τέσσαρας αἰῶνας, ἡ ἑτησία διαφορὰ τῶν 0,007783 ἡμ. γίνεται: $0,007783 \times 400 = 3,1132$ ἡμέραι. Διὰ τοῦτο καὶ εἰσήγαγε τὸν ἔχῆς κανόνα πρὸς ὑπολογισμὸν τῶν δισέκτων ἔτῶν.: Ἐκ τῶν ἐπαιωνίων ἔτῶν (1600, 1700, 1800, 1900, 2000 κ.ο.κ.), δίσεκτα θὰ είναι μόνον ἐκεῖνα, τῶν ὁποίων ὁ ἀριθμὸς τῶν αἰώνων (16, 17, 18, 19, 20 κ.λπ.) είναι διαιρετος διὰ τοῦ 4. Ούτω, συμφώνως πρὸς αὐτόν, δίσεκτα είναι μόνον τὰ ἔτη 1600, 2000, 2400 κ.ο.κ., ἐνῷ κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον ὅλα τὰ ἐπαιωνια ἔτη ἥσαν δίσεκτα.

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

Ἐκ τοῦ ὄνόματος 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 ἀλλων τριῶν ἡμερῶν, ἥτοι 13 ἡμερῶν ἐν συνόλῳ ἀπὸ τοῦ 325 μ.Χ., διὰ τοῦτο μετωνομάσθη ἡ 15η Φεβρουαρίου 1923 εἰς 1ην Μαρτίου.

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

148. Καθορισμὸς τῆς ἡμερομηνίας τῆς ἑορτῆς τοῦ Πάσχα.

Ἐπειδὴ τὸ Ἐβραϊκὸν πάσχα ἐωρτάζετο κατὰ τὴν ἡμέραν τῆς πανσελήνου, ἡ ὅποια ἐλάμβανε χώραν μετὰ τὴν ἑαρινὴν ἰσημερίαν· καὶ ἐπειδὴ ὁ Ἰησοῦς Χριστὸς ἀνέστη μετὰ τὴν ἑορτὴν τοῦ Ἐβραϊκοῦ πάσχα καὶ, συνεπῶς, μετὰ τὴν ἑαρινὴν πανσέληνον, διὰ τοῦτο ἡ ἐν Νικαίᾳ Α' Οἰκουμενικὴ Σύνοδος, τὸ 325 μ.Χ., ἐθέσπισε τὸν ἔξῆς κανόνα, διὰ τὸν ἑορτασμὸν τοῦ Πάσχα:

Τὸ Χριστιανικὸν Πάσχα πρέπει νὰ ἐορτάζεται τὴν πρώτην Κυριακὴν μετὰ τὴν πανσέληνον, ἵτις θὰ σημειωθῇ κατὰ ἡ μετὰ τὴν ἑαρινὴν ἰσημερίαν. Ἔὰν δὲ ἡ πανσέληνος αὐτὴ συμβῇ Κυριακήν, τότε τὸ Πάσχα θὰ ἐορτάζεται τὴν ἐπομένην Κυριακήν. Τοῦτο δέ, διὰ νὰ μὴ συμπίπτῃ τὸ Χριστιανικὸν μὲ τὸ Ἐβραϊκὸν πάσχα.

Συνεπῶς, διὰ νὰ εὔρωμεν πότε θὰ ἐορτασθῇ τὸ Πάσχα τυχόντος ἔτους, ἀρκεῖ νὰ γνωρίζωμεν ποία εἶναι ἡ ἡμερομηνία τῆς ἑαρινῆς πανσελήνου καὶ, ἐν συνεχείᾳ, νὰ εὔρωμεν τὴν πρώτην, μετὰ ταύτην, Κυριακήν.

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

149. Ὁ κύκλος τοῦ Μέτωνος. α'. Τὸ 433 π.Χ. ὁ Ἑλλην ἀστρονόμος Μέτων εὗρεν, ὅτι 235 συνυδικοὶ μῆνες τῶν 29,53 ἡμ., περιέχουν τόσον πλῆθος ἡμερῶν, ὅσον καὶ 19 ἔτη τῶν 365,25 ἡμ., ἥτοι :

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

Ως ἐκ τούτου, ἡ τόσον χαρακτηριστικὴ αὐτὴ περίοδος τῶν 19 ἔτῶν ὀνομάσθη κύκλος τοῦ Μέτωνος ἡ κύκλος τῆς σελήνης.

Διὰ τοῦ κύκλου τοῦ Μέτωνος, εἶναι δυνατὸν νὰ προσδιορισθοῦν αἱ ἡμερομηνίαι τῶν φάσεων τῆς σελήνης δι' ὅποιονδήποτε ἔτος, ἀρκεῖ νὰ γνωρίζωμεν τὰς ἡμερομηνίας αὐτῶν δι' ἕνα 19ετῆ κύκλον. Τοῦτο δέ, διότι αἱ φάσεις θὰ ἐπαναλαμβάνωνται πάντοτε, μὲ τὴν ίδιαν σειράν, κατὰ τὰς αὐτὰς ἡμερομηνίας, εἰς καθένα τῶν ἐπομένων 19ετῶν κύκλων, λόγω τῆς (1). Οὕτως, αἱ πανσέληνοι τοῦ 1970 συμπίπτουν ἡμερομηνιακῶς μὲ τὰς πανσελήνους τοῦ 1951 καὶ θὰ συμπέσουν ἐπίσης μὲ ἑκείνας τοῦ 1989, ἀρκεῖ μόνον νὰ ἐπιφέρωνται αἱ διορθώσεις λόγω τῶν δισέκτων ἔτῶν.

β'. Κατόπιν τούτου, ἔὰν ληφθοῦν αἱ ἡμερομηνίαι τῶν πανσελήνων τῶν ἔτῶν 1 μέχρι 19 μ.Χ., ὡς βάσις, τότε, διὰ μίαν ἀλλην τυχοῦσαν 19ετίαν, εἶναι ἀρκετὸν νὰ γνωρίζωμεν τὴν τάξιν τοῦ ἔτους ἐντὸς αὐτῆς, ἥτοι τὸ 1ον, 2ον, 3ον, ..., 19ον ἔτος, διὰ νὰ εὔρωμεν τὰς ἡμερομηνίας τῶν πανσελήνων του. Ἡ τάξις τοῦ ἔτους, ἐντὸς τυχόντος 19ετοῦ κύκλου, καλεῖται χρυσοῦς ἀριθμός.

Ἐξ ἀλλου, διὰ νὰ εὔρωμεν τὸν χρυσοῦν ἀριθμὸν τυχόντος ἔτους, αὐξάνομεν

τὸν ἀριθμὸν αὐτοῦ κατὰ μονάδα καὶ τὸν προκύπτοντα διαιροῦμεν διὰ 19. Τότε, τὸ μὲν πηλίκον τῆς διαιρέσεως φανερώνει τοὺς 19ετεῖς κύκλους, οἱ δποῖοι ἐκλεισαν, τὸ δὲ ὑπόλοιπον εἶναι ὁ χρυσοῦς ἀριθμὸς τοῦ ἔτους. Οὕτω, διὰ τὸ 1970 ἔχομεν ὡς χρυσοῦν ἀριθμὸν τὸν 14, διότι

$$1970 + 1 = 1971 : 19 = 103 + 14.$$

Συνεπῶς, ἐφ' ὅσον γνωρίζουμεν τὴν ἡμερομηνίαν τῆς ἔαρινής πανσελήνου διὰ τὸ 14ον ἔτος τοῦ κύκλου, εύρίσκομεν ἀμέσως τὴν μετὰ ταύτην Κυριακήν, καθ' ἣν πρέπει νὰ ἔορτασθῇ τὸ Πάσχα.

γ'. Τὸ 325 π.Χ. ἡ Α' Οἰκουμενικὴ Σύνοδος δινέθεσεν 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 ὅμως, ὁ κύκλος τοῦ Μέτωνος δὲν μᾶς δίδει ἀπόλυτον ἀκρίβειαν. Κάθε 19 ἔτη δρίζει τὴν στιγμὴν τῆς πανσελήνου 2 ὥρας βραδύτερον ἀπὸ τὴν πραγματικὴν στιγμήν. Τὸ λάθος αὐτό, συσσωρευόμενον ἀπὸ τὸ 325 π.Χ., συντελεῖ, ὡστε σήμερον νὰ γίνεται σφάλμα 5 διοκλήρων ἡμερῶν. Διὰ τοῦτο, ἡ Δυτικὴ Ἐκκλησία χρησιμοποιεῖ σήμερον ἄλλον, ἀσφαλέστερον, τρόπον ὑπολογισμοῦ τῶν πανσελήνων, δὸποιος περιορίζει τὸ σφάλμα εἰς μίαν ἡμέραν ἀνὰ 20.000 ἔτη. Ἡ διαφορά αὐτή, εἰς τὸν τρόπον ὑπολογισμοῦ τῶν πανσελήνων, συντελεῖ, κυρίως, ὡστε τὸ Πάσχα τῶν Ὁρθοδόξων νὰ μὴ συμπίπτῃ μὲ τὸ Πάσχα τῶν Δυτικῶν.

'Εξ ἄλλου, οἱ Δυτικοὶ ὑπολογίζουν τὴν ἔαρινήν ἰσημερίαν μὲ τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον, ἐνῷ οἱ Ὁρθόδοξοι τὴν ὑπολογίζουν μὲ τὸ Ἰουλιανόν. Συνεπῶς, ἐὰν μεταξὺ 21ης Μαρτίου μὲ τὸ Γρηγοριανὸν καὶ 21ης Μαρτίου μὲ τὸ Ἰουλιανόν, γίνη πανσέληνος, οἱ Ὁρθόδοξοι δὲν τὴν θεωροῦν ὡς πανσέληνον τοῦ Πάσχα, ὅπως οἱ Δυτικοί. Ό δεύτερος αὐτὸς λόγος ἐπιτείνει τὴν διαφοράν, εἰς τὴν ἡμερομηνίαν ἔορτασμοῦ τοῦ Πάσχα, μεταξὺ Ὁρθοδόξων καὶ Δυτικῶν.

150. Τὸ παγκόσμιον ἡμερολόγιον. α'. Τὸ ἡμερολόγιον τοῦτο δὲν ἀποβλέπει εἰς τὸ νὰ διορθώσῃ, ἀστρονομικῶς, τὸ ἐν χρήσει Γρηγοριανόν, ἀλλ' εἰς τὸ νὰ ἐκλείψουν δάλαι ἀτέλειαι αὐτοῦ, κυριώτεραι τῶν ὅποιων εἴναι :

α) ἡ δινισότης τῶν ἡμερῶν τῶν μηνῶν.

β) ἡ συνεχὴς ἀλλαγὴ τῆς ἡμέρας τῆς ἑβδομάδος, κατὰ τὴν 1ην τοῦ ἔτους, ἡ δποία συνεπάγεται καὶ τὴν συνεχὴ ἀλλαγὴν τῆς ἡμέρας τῆς ἑβδομάδος, κατὰ τὴν δόποιαν ἀρχίζει ἕκαστος τῶν μηνῶν.

γ) ἡ συνεχὴς ἀλλαγὴ τῆς ἡμερομηνίας τοῦ Πάσχα· καὶ

δ) ἡ συνεχὴς μεταβολὴ τοῦ πλήθους τῶν ἡμερῶν ἀργίας καὶ τῶν ἐργασίμων ἡμερῶν τοῦ ἔτους.

β'. Κατὰ τὸ ἡμερολόγιον τοῦτο, προταθὲν ὑπὸ τὸ Mastrofini τὸ 1887, τὸ ἔτος διαιρεῖται εἰς 4 τρίμηνα ἔξ 91 ἡμέρων ἕκαστον, ἥτοι ἔκ 13 πλήρων ἑβδομάδων ($13 \times 7 = 91$). Οἱ πρῶτοι μῆνες τῶν τριμήνων, ἥτοι οἱ 'Ιανουάριος, 'Απρίλιος, 'Ιούλιος καὶ 'Οκτώβριος ἔχουν 31 ἡμέρας, ἐνῷ δὲ οἱ ἄλλοι ἔχουν 30 ἡμέρας. Οὕτω, τὸ συνολικὸν πλήθος τῶν ἀριθμῶν τοῦ ἔτους θὰ εἴναι $4 \times 91 = 364$ ἡμέραι, ἥτοι 52 πλήρεις ἑβδομάδες ($52 \times 7 = 364$).

Κατ' αύτὸν τὸν τρόπον, ἡ 1η ἡμέρα τοῦ ἔτους, διπως καὶ ἡ 1η ἑκάστου τῶν τριμήνων, θὰ είναι πάντοτε Κυριακή. Ἐξ ἄλλου ἡ 1η ἡμέρα τῶν δευτέρων μηνῶν τῶν τριμήνων (1η Φεβρουαρίου, 1η Μαΐου, 1η Αύγουστου καὶ 1η Νοεμβρίου) θὰ είναι πάντοτε Τετάρτη, ἐνῷ ἡ 1η τῶν τρίτων μηνῶν τῶν τριμήνων (1η Μαρτίου, 1η Ιουνίου, 1η Σεπτεμβρίου καὶ 1η Δεκεμβρίου) θὰ είναι σταθερῶς Παρασκευὴ. Οὕτως ὅμως, ὅλαι αἱ ἡμερομηνίαι θὰ συμπίπτουν πάντοτε πρὸς μίαν καὶ τὴν αὐτὴν ἡμέραν τῆς ἔβδομαδος ἑκάστη· καὶ μία ἔορτή, π.χ. τοῦ Ἀγίου Δημητρίου, ἔορταζομένη εἰς τὰς 26 Ὁκτωβρίου, θὰ είναι πάντοτε Πέμπτη.

Ἐξ ἄλλου, τὸ Πάσχα θὰ ἔορτάζεται σταθερῶς τὴν Κυριακὴν 8ην Ἀπριλίου καὶ αἱ κινηταὶ ἔορταὶ θὰ σταθεροποιηθοῦν.

Ἡ 365η ἡμέρα τοῦ ἔτους θὰ είναι ἡμέρα, ἐκ τὸς ἀριθμήσεως καὶ ἀνευδύνατος, θὰ ἀποκαλῆται δὲ λευκὴ ἡμέρα. Αὔτῃ θὰ παρεμβάλλεται πάντοτε μεταξὺ τῆς 30ῆς Δεκεμβρίου (Σαββάτου) καὶ τῆς 1ης τοῦ ἔτους (Κυριακῆς) καὶ θὰ είναι ἡμέρα παγκοσμίου ἔορτασμοῦ.

Εἰς τὰ δισέκτα ἔτη θὰ ύπαρχῃ καὶ δευτέρα λευκὴ ἡμέρα, παγκοσμίου ἔορτασμοῦ, θὰ παρεμβάλλεται δὲ μεταξὺ τῆς 30ῆς Ιουνίου (Σαββάτου), τελευταίας ἡμέρας τοῦ Ιουνίου καὶ τῆς 1ης Ιουλίου (Κυριακῆς).

‘Υπ’ αὐτὰς τὰς συνθήκας, κατ’ ἔτος, θὰ ύπαρχη πάντοτε ὥρισμένος ἀριθμὸς ἀργιῶν καὶ ἐργασίμων ἡμερῶν.

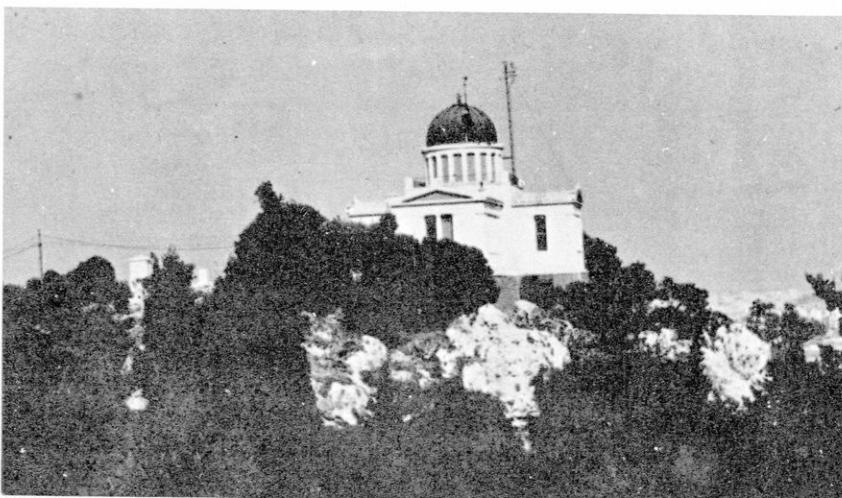
γ'. Τὸ ἡμερολόγιον τοῦτο, δύνομασθεν παγκόσμιον, θὰ ισχύῃ, πράγματι, εἰς δόλον τὸν κόσμον, διότι ἡδη τὸ ἀπεδέχθησαν ὁ Ο.Η.Ε., ὅλοι οἱ ἀρχηγοὶ τῶν διαφόρων θρησκειῶν, ἀλλὰ καὶ γενικώτερον δόλοι οἱ παγκόσμιοι ὀργανισμοί (οἰκονομικοί, ἐργαστικά συνδικάτα κλπ.). Δὲν ἔχει ὅμως ἀκόμη τεθῆ εἰς χρῆσιν, διότι πρέπει νὰ γίνη, πρῶτον, ἡ σχετικὴ διαφώτισις τῶν λαῶν. Ἡ ἀπλότης του καταφαίνεται ἀπό τὸ γεγονός, διτὶ τοῦτο κεφαλαιοῦται εἰς τὸν κατωτέρω μικρὸν πίνακα.

ΝΕΟΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΝ ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟΝ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ ΑΠΡΙΛΙΟΣ ΙΟΥΛΙΟΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ ΜΑΪΟΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ ΙΟΥΝΙΟΣ Σ/ΜΒΡΙΟΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
K. Δ. Τ. Τ. Π. Π. Σ.	K. Δ. Τ. Τ. Π. Π. Σ.	K. 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 29 30	24 25 26 27 28 29 30
Σημείωσις: Μετὰ τὴν 30ὴν Δεκεμβρίου, ἡ λευκὴ ἡμέρα τῶν κοινῶν ἔτῶν. Μετὰ τὴν 30ὴν Ιουνίου, ἡ λευκὴ ἡμέρα τῶν δισέκτων ἔτῶν.		

Ασκήσεις

171. Δοθέντος, δτι τὸ 44 π.Χ. ἡ ἑαρινὴ Ισημερία ἐλάμβανε χώραν τὴν 23ην Μαρτίου, καθορίσατε πότε συνέβαινε κατὰ τὸ 1453 μ.Χ.
172. Δοθέντος, δτι τὸ 325 μ.Χ. ἡ ἑαρινὴ Ισημερία ἐλάμβανε χώραν τὴν 21ην Μαρτίου, εύρετε ἔτος κατὰ τὸ ὅποιον αὗτη συνέβαινε τὴν 15ην Μαρτίου.
173. Εύρετε εἰς ποίαν ἡμερομηνίαν τοῦ Γρηγοριανοῦ ἡμερολογίου ἀντιστοιχεῖ ἡ 29η Μαΐου τοῦ 1453.
174. Εύρετε εἰς ποίαν ἡμερομηνίαν τοῦ Ἰουλιανοῦ ἡμερολογίου ἀντιστοιχεῖ ἡ 1η Ἰουλίου 1970.
175. Ἐγεννήθη κάποιος τὴν 4ην Σεπτεμβρίου 1914. Καθορίσατε τὴν ἀκριβῆ ηλικίαν αὐτοῦ (ἔτη, μῆνες, ἡμέραι) κατὰ τὴν 12ην Μαρτίου 1969.
176. Ἐάν δὲν ἔθεσπίζετο ἀκόμη τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον, τότε πότε θὰ ἐλάμβανε χώραν ἡ ἑαρινὴ Ισημερία κατὰ τὸ ἔτος 2001;
177. Εύρετε ἀνά πόσους δεκαεννεατεῖς κύκλους γίνεται σφάλμα μιᾶς ἡμέρας εἰς τὸν κύκλον τοῦ Μέτωνος, δοθέντος, δτι ἡ μὲν διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους είναι ἵση πρὸς 365,242217 ἡμέρας, ἡ δὲ ἀκριβής διάρκεια τοῦ συνοδικοῦ μηνὸς είναι 29 ἡμ. 12 δρ. 44 λ. καὶ 2,9 δ. μέσου ἡλιακοῦ χρόνου.
178. Ἐάν ἀπὸ κύκλου εἰς κύκλον τοῦ Μέτωνος γίνεται σφάλμα 2 ὥρῶν, εἰς τὸν ὑπολογισμὸν τῶν φάσεων τῆς σελήνης, εύρετε ἐπακριβῶς πόσον είναι τὸ σφάλμα, τὸ ὅποιον θὰ γίνῃ εἰς τὸν ὑπολογισμὸν τῆς ἡμερομηνίας τῆς πανσελήνου τοῦ Πάσχα τοῦ ἔτους 1971, ἀν ώς πρῶτος 19ετής κύκλος ληφθῆ ἡ περίοδος τῶν ἔτῶν 325 – 344 μ.Χ.
179. Καθορίσατε τὸν χρυσοῦν ἀριθμὸν τοῦ ἔτους 1999 μ.Χ.



Εἰκ. 42. Τὸ Ἀστεροσκοπεῖον Ἀθηνῶν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ I ΚΟΣΜΟΓΟΝΙΑ

151. Μικροκοσμογονία καὶ μακροκοσμογονία. α'. **Ἡ Κοσμογονία** είναι ὁ κλάδος τῆς Ἀστρονομίας, ὁ ὅποιος ἀσχολεῖται μὲ τὸ πρόβλημα τῆς προελεύσεως καὶ ἔξελίξεως τοῦ σύμπαντος. Εἰδικώτερον, ἡ κοσμογονία ζητεῖ νὰ εὕρῃ τὸν τρόπον, κατὰ τὸν ὅποιον ἐδημιουργήθησαν τὰ συστήματα τῶν γαλαξιῶν, οἱ ἀστέρες ἀλλὰ καὶ τὸ πλανητικόν μας σύστημα. Ἐξ ἄλλου, ἐρευνᾷ τὴν πιθανὴν ἔξελιξιν καὶ τὸ τέλος τῶν οὐρανίων σωμάτων.

β'. **Ἡ Κοσμογονία** διαιρεῖται εἰς δύο μέρη: Εἰς τὴν μικροκοσμογονίαν, ἡ ὅποια ἀσχολεῖται μὲ τὴν προέλευσιν καὶ ἔξελιξιν τοῦ ἡλιακοῦ μας συστήματος καὶ εἰς τὴν μακροκοσμογονίαν, ἡ ὅποια πραγματεύεται τὸ ζήτημα τῆς προελεύσεως, τῆς ἔξελίξεως καὶ τοῦ τέλους τῶν ἀστέρων καὶ τῶν γαλαξιῶν, καθὼς καὶ δόλοκλήρου τοῦ Σύμπαντος.

γ'. Συγγενής πρὸς τὴν Κοσμογονίαν είναι ἡ **Κοσμολογία**. Αὐτὴ ἔχετάζει τὰς σχέσεις, μὲ τὰς ὅποιας συνδέονται μεταξύ των τὰ οὐράνια σώματα καὶ τὰ κοσμικὰ συστήματα, τὰ ὅποια συγκροτοῦν, ἐν γένει, οἱ ἀστέρες. Συνεπῶς, ἡ Κοσμολογία ἀσχολεῖται, κυρίως, μὲ τὴν ὄργανωσιν τοῦ σύμπαντος.

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

Κατὰ τὰ τέλη τοῦ 18ου αἰῶνος εἰσήχθη ἡ κοσμογονικὴ θεωρία τοῦ Laplace (Λαπλάς)¹, ἡ ὅποια ἐπεκράτησεν ἐπὶ 100 καὶ πλέον ἔτη.

1. P. Laplace (1749 - 1827), διαπρεπής Γάλλος ἀστρονόμος καὶ μαθηματικός, γνωστότατος διεθνῶς, κυρίως ἀπὸ τὴν κουμογονικὴν του θεωρίαν.

Εις τὰς ἀρχὰς τοῦ 20οῦ αἰώνος ἥλθεν ἡ θεωρία τοῦ Jeans (Τζήνς)¹, ἡ ὅποια, μὲν μερικάς τροποποιήσεις καὶ συμπληρώσεις, ἴσχυε μέχρι τοῦ 1940. Ἐν τῷ μεταξύ, διετυπώθησαν καὶ ἄλλαι θεωρίαι, αἱ ὅποιαι ὅμως δὲν ἔζησαν ἐπὶ πολύ.

β'. Τὸ 1944 διετυπώθη μία νέα θεωρία, περὶ τῆς προελεύσεως τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος, ὑπὸ τοῦ Γερμανοῦ ἀστροφυσικοῦ Carl von Weizsaecker (Βαϊτσζαϊκερ), ἡ ὅποια συνεπληρώθη καὶ ἔγενικεύθη ὑπὸ τοῦ Ἀμερικανοῦ ἀστρονόμου G. Kuiper (Κόύπερ). Αὐτὴ ἡ θεωρία ἴσχυει σήμερον, ως ἡ ἀκριβεστέρα μικροκοσμογονικὴ θεωρία, περὶ τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος.

153. Χαρακτηριστικὰ γνωρίσματα τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος. α'. Τὸ ἡλιακὸν σύστημα παρουσιάζει ὡρισμένα χαρακτηριστικὰ γνωρίσματα. Ἐκ τούτων ἐνδιαφέρουν, κυρίως, τὰ ἔξης:

1) Οἱ μεγάλοι πλανῆται κινοῦνται περὶ τὸν ἥλιον κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν (ἐκ Δ πρὸς Α) καὶ ἐπὶ τοῦ ἰδίου περίπου ἐπιπέδου.

2) Ἐπίστης αἱ χιλιάδες τῶν ἀστεροειδῶν περιφέρονται περὶ τὸν ἥλιον ἐκ Δ πρὸς Α καὶ ἐπὶ τοῦ ἰδίου περίπου ἐπιπέδου. Ἄλλὰ καὶ οἱ περισσότεροι δορυφόροι κινοῦνται, κατὰ τὸν ἰδιον τρόπον, περὶ τοὺς οἰκείους πλανῆτας των.

3) Ἐξαίρεσιν παρουσιάζουν τὸ σύστημα τοῦ Οὐρανοῦ, ὁ δορυφόρος Τρίτων τοῦ Ποσειδῶνος καὶ μερικοὶ ἔξωτεροι δορυφόροι τοῦ Διὸς καὶ Κρόνου.

4) Καὶ οἱ πλεῖστοι τῶν κομητῶν κινοῦνται κατὰ τὸν ἰδιον περίπου τρόπον περὶ τὸν ἥλιον.

5) Ὁ ἥλιος καὶ ὄλοι οἱ πλανῆται, πλὴν ἐνὸς, περιστρέφονται ἐκ Δ πρὸς Α περὶ τὸν ἄξονά του ἔκαστος. Τὸ ἰδιον συμβαίνει καὶ μὲ τοὺς δακτυλίους τοῦ Κρόνου.

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

β'. Συμφώνως πρὸς τὰ ἀνωτέρω, τὸ ἡλιακὸν σύστημα παρουσιάζεται ως ἔνιατον δργανικὸν σύνολον, μὲ πολλὰς καὶ ποικίλας κανονικότητας. Ὁ Laplace,

1. J. Jeans (1877 - 1946), διάσημος Ἀγγλος ἀστροφυσικός καὶ κοσμογόνος. Ἡσχολήθη μὲ τὴν συμπειφορὰν τῶν ἀερίων, τῶν ὑγρῶν καὶ τῶν στερεῶν, τὰ ὅποια ὑπόκεινται εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῆς βαρύτητος καὶ εὑρίσκονται ἐν περιστροφῇ. Θεωρεῖται ως ἔνας ἐκ τῶν μεγαλυτέρων ἐπιστημόνων καὶ φιλοσόφων τοῦ 20οῦ αἰώνος.

μολονότι τότε δὲν είχεν ύπ' ὅψει του δλα αύτά τά δεδομένα, τὰ ὅποια ἔχοιεν σήμερον, ἐπρόσεξεν Ἰδιαιτέρως τὴν τάξιν καὶ νομοτέλειαν τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος. Διατυπώνων δὲ τὴν κοσμογονικήν του θεωρίαν, γράφει : «Τοισῦτα φαινόμενα (τάξεως), τόσον ἕκτακτα, δὲν είναι δυνατὸν νὰ προέκυψαν κατὰ τύχην. Ὑπολογίζοντες δέ, μαθηματικῶς, τὰς πιθανότητας, νὰ εύρεθησαν τυχαίως εἰς αὐτήν τὴν τάξιν, εύρισκομεν, διτὶ ὑπάρχει μόνον μία πρὸς 200 τρισεκατομμύρια δυνατάς ἀλλας περιπτώσεις τούλαχιστον. Ἐπομένως, ἡ τάξις των δὲν είναι ἀποτέλεσμα τύχης, ἀφοῦ ἡ πιθανότης είναι κατὰ πολὺ ὑπερτέρα τῶν περισσοτέρων ιστορικῶν γεγονότων, περὶ τῶν ὅποιών οὐδεὶς ἀμφιβάλλει. »Οθεν, ὁφείλομεν νὰ πιστεύσωμεν, τούλαχιστον μετὰ τῆς αὐτῆς πεποιθήσεως, ὅτι κάποια ἀρχικὴ αἵτια διηγήθην τὰς κινήσεις τῶν πλανητῶν». Καὶ οἱ νεώτεροι ἀστρονόμοι δέχονται, διτὶ αἱ κανονικότητες, ποὺ παρουσιάζει τὸ ἡλιακὸν σύστημα, ἀποδεικνύον, διτὶ τὰ μέλη του ἔχουν κοινὴν καταγωγήν.

154. Αἱ «ἔξελικτικαὶ» καὶ «δυαδικαὶ» θεωρίαι. Αἱ προταθεῖσαι θεωρίαι, περὶ τῆς προελεύσεως τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος, διαιροῦνται εἰς δύο κατηγορίας: 1) Τὰς νεφελικὰς ἢ ἔξελικτικὰς καὶ 2) τὰς δυαδικὰς ἢ κατακλυσμικὰς.

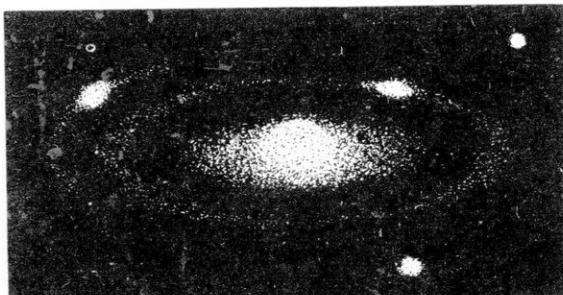
α'. Νεφελικαὶ ἢ ἔξελικτικαὶ θεωρίαι: Κατὰ τὸν Κάντ (1755), ὑπῆρχεν ἔνα ἀρχικὸν νεφέλωμα ἀπὸ σκόνην καὶ ἀέριον. Εἰς αὐτὸν ἐσχηματίσθησαν μικρὰ νέφη περιστρέφομενα, τὰ ὅποια συνεκέντρωσαν τὴν γύρω των ὑλην καὶ οὕτως ἐσχηματίσθησαν οἱ πλανῆται καὶ οἱ δορυφόροι. Τὸ κεντρικὸν νέφος συνεστάλη καὶ ἐσχηματίσθη ὁ ἥλιος.

‘Η θεωρία τοῦ Κάντ ἡτο περισσότερον φιλοσοφική παρὰ φυσική θεωρία.

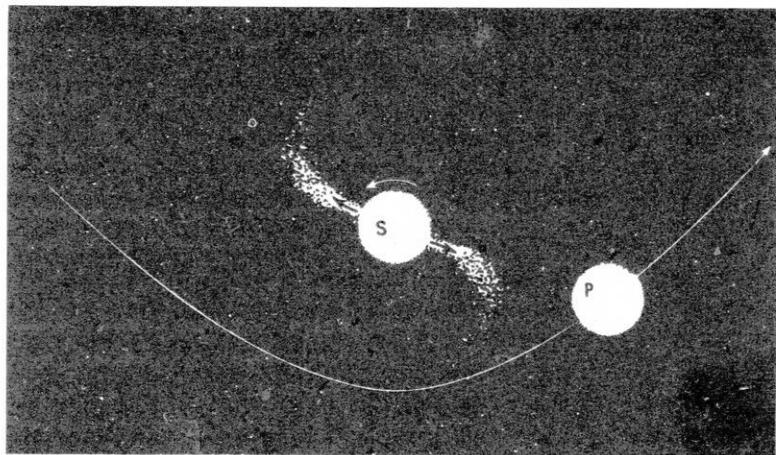
Κατὰ τὸν Laplace (1796) τὸ ἀρχικὸν νεφέλωμα συνεστέλλετο, λόγω τῆς βαρύτητος καὶ περιεστρέφετο (εἰκ. 43) δλονέν καὶ ταχύτερον. Βαθμηδόν, ἔλαβε τὴν μορφὴν πεπλατυσμένου δίσκου καὶ, δσάκις ἡ φυγόκεντρος δύναμις ὑπερίσχυε τῆς βαρύτητος, ἀπεσπάντο ἐκ τοῦ ίσημερινοῦ του ἐπιπέδου δακτύλιοι. Οὗτοι βραδύτερον ἐσχηματίσαν τοὺς πλανῆτας, διότι συνεπυκνώθησαν, λόγω ψύξεως.

‘Η θεωρία τοῦ Laplace δὲν είναι δεκτὴ σήμερον, διότι ἀντιβαίνει εἰς βασικούς νόμους τῆς Μηχανικῆς.

β'. Δυαδικαὶ ἢ κατακλυσμικαὶ θεωρίαι. Τὸ 1900 οἱ Μαθηματικοὶ Chamberlin (Τσάμπερλεν) καὶ Moulton (Μούλτον) ὑπέθεσαν, διτὶ εἰς τὸ ἀπώτατον παρελθόν, ἔνας ἐπισκέπτης ἀστὴρ ρ ἐπλησίασε τὸν ἥλιον (σχ. 44) καὶ ἐδημιούργησεν ἐπ' αὐτοῦ δύο μεγάλα κύματα παλιρροίας. Τὰ κύματα τῆς ἡλιακῆς ὥλης ἔξεσφενδονίσθησαν ἀπὸ τὸν ἥλιον



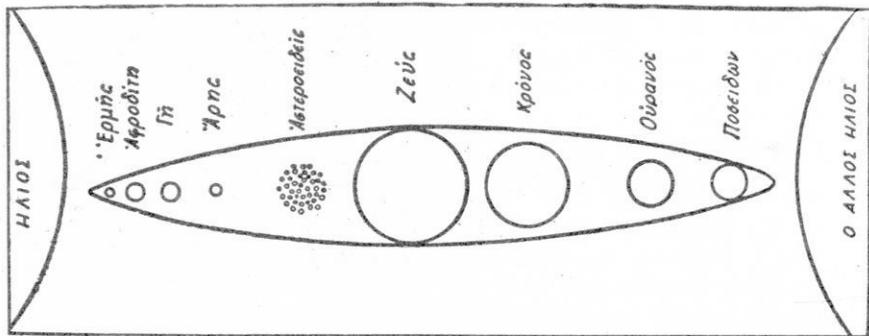
Εἰκ. 43. Τὸ νεφέλωμα ἐκ τοῦ ὅποιού προῆλθον ὁ ἥλιος καὶ οἱ πλανῆται, κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Laplace.



Εἰκ. 44. Γένεσις τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος, κατὰ τὴν θεωρίαν τῶν Chamberlin – Moulton.

καὶ ἐσχημάτισαν δύο βραχίονας, οἱ ὅποιοι ἔλαβον σπειροειδῆ μορφὴν, μὲ συμπυκνώσεις. Αἱ συμπυκνώσεις αὐταὶ εἰναι οἱ πλανῆται, ἀπὸ τοὺς ὅποιοις, διὰ τῆς συσωρεύσεως καὶ ἀλλῆς ὑλῆς, ἐσχηματίσθησαν οἱ πλανῆται, περιφερόμενοι περὶ τὸν ἥλιον καὶ περιστρεφόμενοι περὶ τὸν ἄξονά των.

Οἱ Jeans ἔξι ἀλλου (τὸ 1902 καὶ 1916) διετύπωσε τὴν θεωρίαν, ὅτι ὁ ἐπισκέπτης ἀστήρι ἐπλησίασε τὸν ἥλιον (εἰκ. 45), καὶ ἐσχημάτισε, διὰ τῆς παλιρροίας, ἓνα βραχίονα. Οἱ βραχίωνας αὐτὸς εἶχε τὴν μορφὴν «πούρου». Συνεπείᾳ ψύξεως, ἡ θερμοκρασία ἐπιπτεῖ καὶ, καθὼς τὸ πούρο διεσπάσθη, ἤρχισαν νὰ σχηματίζωνται οἱ πλανῆται. Εἰς τὰ ἄκρα τοῦ πούρου ἔχομεν πλανῆτας μὲ μικρὸν ὅγκον καὶ μικρὰν μᾶζαν, ἐνῷ εἰς τὸ μέσον εἰναι οἱ ἔχοντες μεγάλην μᾶζαν καὶ ὅγκον.



Εἰκ. 45. Τὸ «πούρον» τῶν πλανητῶν, κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Jeans.

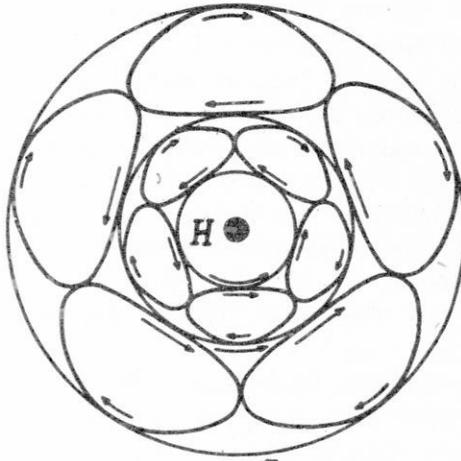
Οι μεγαλύτεροι πλανήται έχουν και περισσοτέρους δορυφόρους. "Ομως καὶ αἱ θεωρίαι αὗται κατέπεσαν, διότι ἀντιβαίνουν εἰς τὴν Μηχανικὴν καὶ τὴν Θερμοδυναμικήν.

155. 'Η «Πρωτοπλανητική θεωρία». α'. Η σύγχρονος θεωρία περί της προελεύσεως του ήλιακου συστήματος ἀναχωρεῖ ἀπό τὰς θεωρίας Κάντ - Laplace, μὲν μερικὰς ὅμως τροποποιήσεις. 'Υποθέτει, ὅτι ὑπῆρχεν ἀρχικῶς ἔνα νεφέλωμα. Εἰς τὸ κέντρον του διεμόρφωθή ἔνας πυρήν, δι ρωτοή λιος. Πέριξ αὐτοῦ ὑπῆρχεν ἔνα πολὺ ἐκτεταμένον κέλυφος ἀεριώδους ὄλης, ἀπὸ ὑδρογόνου καὶ ήλιου, μὲν μᾶζαν τὸ 0,1 τῆς μάζης τοῦ πρωτοηλίου. Τὸ κέλυφος (περίβλημα) αὐτὸ δὲν ἀπερροφήθη ἀπὸ τὸν πρωτοήλιον διὰ τῆς βαρύτητος, διότι περιεστρέφετο μὲν μεγάλην ταχύτητα.

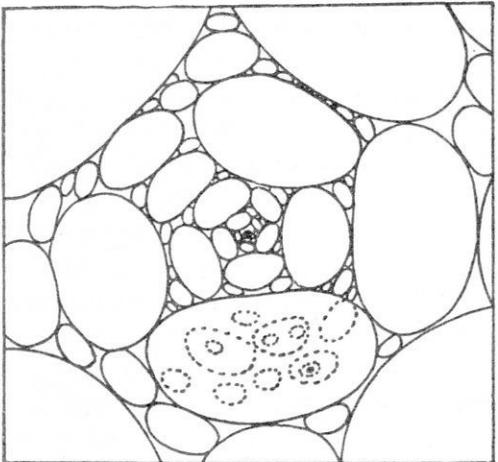
β'. 'Ο Weizsaecker (1944) ύπέθεσεν, ότι ή κεντρική μάζα (ό πρωτοήλιος) διεμορφώθη εις τὸν σημερινὸν ἥλιον. Εἰς τὸ νεφελικὸν κέλυφος, λόγω ἐσωτερικῶν τριβῶν, ἐσχηματίσθησαν στρόβιλοι. Οι στρόβιλοι αὐτοὶ διετάχθησαν εἰς δακτυλίους, ἀνὰ πέντε εἰς ἕκαστον δακτύλιον καὶ ὅλοι μαζὶ οἱ δακτύλιοι, περιεστρέφοντο περὶ τὸν κοινὸν κέντρον των, τὸν ἥλιον. Αἱ τριβαὶ μεταξὺ δύο στροβίλων διαφορετικῶν δακτυλίων, προύκάλεσαν τὸν σχηματισμὸν συμπυκνώσεων, αἱ δόποιαι ἔπειτα ἀπέτελεσαν τοὺς πλανήτας (εἰκ. 46).

γ'. Τὴν θεωρίαν αὐτήν τοῦ Weizsaecker ἐπεξέτεινε καὶ συνεπλήρωσεν ἀργότερον (1951 καὶ 1956) ὁ Kuiper. Κατ' αὐτόν, οἱ στρόβιλοι, οἱ ὅπιοι ἐσχηματίσθησαν εἰς τὸ ἥλιακὸν νεφέλωμα, δὲν εἶχον οὔτε τὸ ἴδιον μέγεθος, οὔτε καὶ τὴν διάταξιν τοῦ Weizsaecker, ἀλλ' οἱ μικροὶ στρόβιλοι ἦσαν περισσότεροι ἀπὸ τοὺς μεγάλους: (Eik. 47).

"Οταν ή Βαρύτης, εἰς



Εἰκ. 46. Οἱ στρόβιλοι ἐκ τῶν ὅποιων ἔσχημα-
τίσθησαν οἱ πλανῆται, κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ
Weizsäcker.



Εικ. 47. Σχηματική διανομή τῶν στροβίλων εἰς τὸ ἡλιακὸν νεφέλωμα, κατὰ τὸν Kuiper.

μίαν περιοχὴν τοῦ ἡλιακοῦ νεφελώματος, δύναται νὰ συγκρατήσῃ ἔνα μέρος αὐτοῦ, ἐκεῖ καὶ γίνονται αἱ μόνιμοι συμπυκνώσεις. Ἀρκεῖ ἡ τοπικὴ πυκνότης νὰ ὑπερβαίνῃ μίαν ώρισμένην κριτικὴν τιμὴν, ἡ ὅποια ἔξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἀπόστασιν. Οὕτως, ἐκ τῶν στροβίλων ἐσχηματίσθησαν συμπυκνώσεις, καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν τοῦ νεφελικοῦ δίσκου, αἱ ὅποιαι κατόπιν ἀπετέλεσαν τοὺς πρωτοπλανήτας. Οἱ κεντρικοὶ πυρῆνες αὐτοῦ περιεῖχον

στερεὰν ὄλην, τὸ δὲ περιβλημά τῶν περιεῖχεν ὕδρογόνον, ἥλιον, ὑδρατμούς, ἀμμωνίαν, ἀλλὰ καὶ νέον, ἐκεῖ ὅπου τὸ ἐπέτρεπεν ἡ θερμοκρασία.

Εἰς τὴν ὄρχὴν ἐδημιουργήθησαν πολλοὶ πρωτοπλανῆται. Καθὼς ὅμως ἐκινοῦντο περὶ τὸν ἥλιον, συνεκρούοντο πρὸς ἀλλήλους, εἰς τὰς περιοχάς, ὅπου αἱ τροχιαὶ τῶν ἐπλησίαζον μεταξὺ των. "Ἐνεκα τούτου μερικοὶ κατεστράφησαν, ἐνῷ ἄλλων ἡ μᾶζα ηὔξησεν. Οἱ δορυφόροι τῶν πλανητῶν ἐδημιουργήθησαν ἀπὸ τοὺς πρωτοπλανῆτας. Μερικοὶ δηλαδὴ πρωτοπλανῆται, λόγω ώρισμένων αἰτίων, ἐσχημάτισαν περὶ αὐτοὺς περιστρεφόμενον δίσκον, ἀνάλογον πρὸς τὸν σχηματισθέντα γύρω ἀπὸ τὸν πρωτοήλιον, ἀπὸ τὸν ὅποιον ἐδημιουργήθησαν οἱ πρωτοδορυφόροι.

δ'. Παρεμφερεῖς θεωρίας διετύπωσαν ὁ Rössels O. Schmidt (Σμίτ) καὶ ὁ Ἀγγλος McCrea (Μάκρη). 'Η κυρία διαφορά των, ὡς πρὸς τὴν προηγουμένην θεωρίαν, εἶναι, ὅτι δὲν δέχονται ὡς σύγχρονον τὴν δημιουργίαν ἥλιου καὶ πλανητῶν, ἀλλ' ὑποστηρίζουν, ὅτι ὁ ἥλιος, κινούμενος ἐντὸς τοῦ ἐπιπέδου τοῦ γαλαξίου, συνέλαβεν ἔνα νέφος ἐξ ἀερίου καὶ κόνεως. 'Εκ τοῦ νέφους αὐτοῦ ἐσχηματίσθησαν βραδύτερον οἱ πλανῆται.

156. Γένεσις τῶν ἀστέρων καὶ τῶν γαλαξιῶν. α'. Εἰς τὰ ἔρω-

τήματα πῶς 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 ὅμως νὰ δύναται νὰ ἀποδείξῃ, ὅτι πράγματι οὕτως ἐδημιουργήθησαν οἱ ἀστέρες καὶ οἱ γαλαξίαι.

‘Η μακροκοσμογονία κάμνει τὰς ἔξης τρεῖς παραδοχάς:

1ον. “Ολὴ ἡ ὥλη τοῦ σύμπαντος ἦτο διάχυτος καὶ νεφελική, ὑπὸ μορφὴν κόνεως καὶ ἀερίων, εἶχε δὲ τὴν αὐτὴν χημικὴν σύστασιν.

2ον. Οἱ φυσικοὶ νόμοι, τοὺς ὅποιους ἀνακαλύπτει ἡ ἐπιστήμη, ἴσχυον καὶ εἰς τὸ παρελθόν, ὅπως τοὺς γνωρίζομεν νὰ ἴσχύουν καὶ σήμερον, καί,

3ον. Οἱ παρατηρηταὶ τοῦ σύμπαντος σχηματίζουν τὴν πραγματικὴν εἰκόνα περὶ αὐτοῦ.

β'. ‘Υπάρχουν σήμερον δύο κυρίως θεωρίαι, αἱ ὅποιαι προσπαθοῦν νὰ ἔρμηνεύσουν τὸν τρόπον τῆς γενέσεως τῶν γαλαξιῶν καὶ τῶν ἀστέρων. ‘Η μία ὀνομάζεται ἐξελικτικὴ θεωρία ἡ θεωρία τοῦ ἀρχικοῦ ἀτόμου, ἡ ὅποια ὑποθέτει, ὅτι τὸ σύμπαν ἔχει ὠρισμένην ἀρχὴν καὶ ὠρισμένον τέλος. ‘Η ἄλλη, ἡ θεωρία τῆς σταθερᾶς καταστάσεως ἡ τῆς συνεχοῦς δημιουργίας, ὑποστηρίζει, ὅτι τὸ σύμπαν εἶναι ἀπειρον καὶ αἰώνιον καὶ ἐπομένως, ὅτι δὲν ἔχει οὔτε ἀρχὴν οὔτε τέλος, ἐν χώρᾳ καὶ ἐν χρόνῳ.

γ'. Τὴν θεωρίαν περὶ τοῦ ἀρχικοῦ ἀτόμου εἰσήγαγεν ὁ Βέλγος καθηγητὴς G. Lemaitre (Λεμαϊτρ) ¹ τὸ 1927.

Κατὰ τὸν Lemaitre, δῆλη ἡ ὥλη τοῦ σύμπαντος ἀποτελοῦσεν ἀρχικῶς ἔνα καὶ μόνον τεράστιον «ἄτομον». “Ολα δηλαδὴ τὰ σωμάτια τῆς ὥλης ἥσαν συσσωρευμένα εἰς ἔνα μικρὸν σφαιρικὸν χῶρον, τοῦ ὅποιου ἡ ἀκτὶς δὲν ὑπερέβαινε τὰς 100 α.μ. Εἰς αὐτὸν τὸν μικρὸν χῶρον ἡ ὥλη εύρισκετο εἰς ὑπέρπυκνον κατάστασιν, ἐντελῶς διαφορετικὴν ἀπὸ τὴν σημειρινήν.

‘Η θερμοκρασία τοῦ σύμπαντος - ἀτομον ἦτο τῆς τάξεως τῶν δισεκατομμυρίων βαθμῶν, ἡ δὲ πυκνότης του ἦτο, ίσως, παρομοία μὲ τὴν πυκνότητα τοῦ πυρῆνος τῶν ἀτόμων. Τὸ ἀρχικὸν τοῦτο ἄ-

1. G. Lemaitre (1894 - 1967), διάσημος Βέλγος ἀστροφυσικός, μαθηματικός καὶ κοσμογόνος.

τομον ἔξερράγη καὶ ἐτεμαχίσθη. Μίαν ὥραν μετὰ τὴν ἕκρηξιν, ἡ θερμοκρασία τῶν μερῶν του κατῆλθεν εἰς 250.000.000° Κ καὶ ἔξ αὐτῶν ἐσχηματίσθησαν οἱ πρωτογαλαξίαι. Οὗτοι ἥρχισαν νὰ συμπυκνοῦνται καὶ νὰ περιστρέφωνται, ἐνῷ συγχρόνως ἀπειμακρύνοντο ἀπὸ τοῦ κέντρου τῆς ἕκρηξεως, ἀλλὰ καὶ μεταξύ των.

Ἐκ τῶν πρωτογαλαξιῶν ἥρχισαν, πρὸ 10 δισεκατομμυρίων ἑτῶν, νὰ διαμορφώνωνται οἱ γαλαξίαι, ἐνῷ ἡ ἀπομάκρυνσί των συνεχίζετο.

Ἀκολούθως, ἀπὸ τὴν ὥλην τῶν γαλαξιῶν ἐδημιουργήθησαν, ἀλλὰ καὶ ἔξακολουθοῦν νὰ δημιουργοῦνται, οἱ ἀστέρες. Οἱ ἀστέρες ἐσχηματίσθησαν ἀπὸ τὴν συμπύκνωσιν τῆς ὥλης (ἀερίου καὶ κόνεως) τῶν γαλαξιῶν, εἴτε λόγω ἀμοιβαίας ἔλξεως, εἴτε λόγω τριβῆς. Διότι ἡ τριβὴ τῶν μορίων δημιουργεῖ στροβίλους καὶ ἐν συνεχείᾳ ἄλλους στροβίλους, ἔξ αὐτῶν δὲ σχηματίζονται συμπυκνώσεις, ἐκ τῶν ὅποιών ἀκολούθως γεννῶνται οἱ ἀστέρες.

Μὲ ἄλλους λόγους, εἰς ἓνα σύστημα ὅπως ὁ γαλαξίας, είναι δυνατὸν νὰ δημιουργοῦνται συνεχῶς νέοι ἀστέρες ἐκ τῆς μεσοαστρικῆς ὥλης. Ἀπὸ τὸ ἄλλο μέρος, ἐκ τῶν ἀστέρων ἐκτοξεύεται ὥλη, ἡ ὅποια πλουτίζει τὸν μεσοαστρικὸν χῶρον. Ἄλλ' ὅμως, ἡ μεσοαστρικὴ ὥλη συνεχῶς ἐλαττώνεται καὶ σιγά - σιγά σταματᾷ ἡ δημιουργία νέων ἀστέρων. Ἐπομένως, εἰς τὸ παρελθόν, ἡ δημιουργία νέων ἀστέρων ἥτο ἐντονωτέρα.

Ἡ δλη διεργασία, διὰ τὸν σχηματισμὸν ἐνὸς ἀστέρος, διαρκεῖ, πιθανῶς, περισσότερον ἀπὸ 100.000.000 ἔτη, κατόπιν δὲ οἱ ἀστέρες φωτίζουν τὸ διάστημα.

Εἰς τοὺς γαλαξίας ἐκείνους, εἰς τοὺς ὅποιους ἐχρησιμοποιήθη ὅλη ἡ ὥλη των διὰ τὸν σχηματισμὸν ἀστέρων, οἱ ἀστέρες είναι ἡ λικιώ μένοι, τοῦ πληθυσμοῦ II καὶ οἱ γαλαξίαι ἔχουν σχῆμα ἐλλειπτικόν. Οἱ γαλαξίαι οἱ ὅποιοι ἔχουν ἀκόμη ὥλην καὶ δημιουργοῦνται ἔξ αὐτῆς νέοι ἀστέρες, ἔχουν σχῆμα σπειροειδές, οἱ δὲ ἀστέρες των ἀνήκουν εἰς τὸν πληθυσμὸν I (§ 42).

Τὴν θεωρίαν αὐτὴν ὑπεστήριξαν ἔκτοτε πολλοὶ κοσμολόγοι, ὑπὸ διαφόρους παρεμφερεῖς μορφάς. Ἡ θεωρία τοῦ ἀρχικοῦ ἀτόμου δύνομάζεται καὶ θεωρία τῆς μεγάλης ἕκρηξεως (Big-Bang).

δ'. Κατὰ τὴν θεωρίαν τῆς συνεχοῦς δημιουργίας, τὴν ὅποιαν διετύπωσε τὸ

1948 δ Ἀγγλος ἀστρονόμος F. Hoyle (Χόϋλ) ¹ καὶ οἱ συνεργάται του Gold καὶ Bondi, ἡ μέση πυκνότης τοῦ σύμπαντος ἦτο πάντοτε ἡ αὐτὴ εἰς δλα τὰ μέρη του. Δηλαδή, τὸ σύμπαν ἦτο καὶ εἶναι ὅχι μόνον ὁμογενές, δλλὰ καὶ ἀμετάβλητον ἐν χρόνῳ. ‘Υπῆρχε πάντοτε, ὅπως εἶναι σήμερον καὶ θὰ ἔξακολουθῇ νὰ ἔχῃ τὴν ίδιαν πυκνότητα αἰώνιως.

Ἐπειδὴ δμως αἱ παρατηρήσεις δεικνύουν, ὅτι οἱ γαλαξίαι ἀπομακρύνονται ἀλλήλων καὶ, ἐπομένως, ὅτι ἡ ἀκτὶς τῆς σφαίρας τοῦ σύμπαντος αὐξάνει, δ Hoyle δέχεται δτι, διὰ νὰ μήν ἐλαττώνεται ἡ πυκνότης του, δημιουργεῖται συνεχῶς νέα ὥλη, ὑπὸ μορφὴν ὑδρογόνου, ἐκ τοῦ μη δεν ὁ s. Δημιουργεῖται δὲ τόση ἀκριβῶς ὥλη, ὅση χρειάζεται διὰ νὰ ἀναπληρωθῇ τὸ κενόν, τὸ δόποιον προκαλεῖται ἐκ τῆς συνεχοῦς ἀπομακρύνσεως τῶν γαλαξιῶν. Ἀρκεῖ ἡ δημιουργία ἐνὸς μόνον ἀτόμου ὑδρογόνου κάθε 10¹⁰ ἔτη καὶ ἀνὰ κύβον ἀκμῆς 10cm, διὰ νὰ διατηρῆται ἡ πυκνότης τοῦ σύμπαντος σταθερά. Ἡ νέα ὥλη, ποὺ δημιουργεῖται μεταξὺ τῶν γαλαξιῶν, διὰ συμπυκνώσεως, σχηματίζει νέους γαλαξίας, οἱ δόποιοι ἀναπληρώνουν εἰς τὴν θέσιν των τούς ἀπομακρυνομένους γαλαξίας.

ε'. Ἐκ τῶν δύο τούτων θεωριῶν ὡς ἐπικρατεστέρα φαίνεται ἡ θεωρία τοῦ ἀρχικοῦ ἀτόμου. Καὶ τοῦτο, διότι αὐτὴ ἔρμηνεύει ἀκριβέστερον τὰ παρατηρούμενα φαινόμενα. Ἀλλωστε καὶ αὐτὸς δ Hoyle τὰ τελευταῖα ἔτη (1965 - 66) φαίνεται νὰ ἔγκαταλείπῃ τὴν θεωρίαν τῆς συνεχοῦς δημιουργίας, διότι δὲν ἔρμηνεύονται ίκανοποιητικῶς δι' αὐτῆς ἀρκετὰ ζητήματα, σχετικὰ μὲ τὰ φαινόμενα τοῦ σύμπαντος.

157. Διαστολὴ τοῦ Σύμπαντος. α'. Ο Ἀμερικανὸς ἀστρονόμος Slipher (Σλίφερ) παρετήρησεν ἡδη ἀπὸ τὸ 1912, ὅτι οἱ πλεῖστοι γαλαξίαι παρουσιάζον μετάθεσιν τῶν γραμμῶν τοῦ φάσματός των πρὸς τὸ ἐρυθρόν, ἡ δόποια 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 ἀπομεμακρυσμένοι ἐξ ἡμῶν ἀμυδροὶ γαλαξίαι. Μάλιστα δὲ εύρον, ὅτι ὅσον μακρύτερα εύρισκονται οἱ γαλαξίαι, τόσον αἱ ταχύτητες ἀπομακρύνσεως τῶν εἶναι μεγαλύτεραι.

Ἐφ' ὅσον οἱ γαλαξίαι ἀπομακρύνονται ἀφ' ἡμῶν, μὲ ταχύτητας τόσον μεγαλυτέρας, ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι καὶ ἡ ἀπόστασίς των, τὸ σύμπαν φαίνεται νὰ διαστέλλεται. Διὰ τοῦτο καὶ τὸ φαινόμενον

1. Fr. Hoyle, ‘Ἀγγλος ἀστροφυσικός, γεννηθεὶς τὸ 1915. Εἶναι καθηγητὴς εἰς τὸ Πανεπιστήμιον τοῦ Cambridge καὶ θεωρεῖται ἐνας ἐκ τῶν μεγαλυτέρων συγχρόνων κοσμολόγων.

τῆς ἀπομακρύνσεως τῶν γαλαξιῶν δύνομάζεται διαστολὴ τοῦ Σύμπαντος.

β'. Ό Hubble ἔδωσε τὸ 1929 τὸν νόμον τῆς διαστολῆς τοῦ σύμπαντος, ὃστις παρέχεται ἀπὸ τὴν σχέσιν: $V = Hr$, ὅπου V εἶναι ἡ ἀκτινική ταχύτης ἀπομακρύνσεως τῶν γαλαξιῶν εἰς km/sec, r ἡ ἀπόστασίς 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 γαλαξιῶν, πολλαπλασιαζομένη ἐπὶ τὸν παράγοντα

$$75 \frac{\text{km}}{1.000.000 \text{ pc}}.$$

Εἰς μεγαλυτέρας ἀποστάσεις, ὅπου παρατηροῦμεν τὰ συμήνη γαλαξιῶν, διαπιστώνομεν, ὅτι ἰσχύει καὶ δι’ αὐτὰ ὁ νόμος τῆς διαστολῆς. Τὸ σμῆνος π.χ. τῆς Παρθένου, τὸ ὅποιον εὑρίσκεται εἰς ἀπόστασιν 43.000.000 ε.φ., ἀπομακρύνεται μὲ ταχύτητα 1.200 km/sec. Τὸ σμῆνος τοῦ Βορείου Στεφάνου, εἰς ἀπόστασιν 728.000.000 ε.φ., ἀπομακρύνεται μὲ ταχύτητα 21.500 km/sec καὶ τὸ σμῆνος τῆς "Υδρᾶς, 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 ραδιογαλαξίας, οἱ ὅποιοι δὲν διακρίνονται πάντοτε μὲ τὰ συνήθη τηλεσκόπια, ἀλλὰ μόνον μὲ τὰ ραδιοτηλεσκόπια, διότι εὑρίσκονται εἰς πολὺ μεγαλυτέρας ἀποστάσεις. Τὸ αὐτὸν ἰσχύει καὶ διὰ τοὺς Κβάζαρς. Οὗτοι εἶναι γαλαξίαι, εὑρισκόμενοι εἰς ἀποστάσεις 4,6 ἔως καὶ 8 δισεκατομμυρίων ἑτῶν φωτός. Εἰς τὰ ὅρια αὐτὰ αἱ ταχύτητες ἀπομακρύνσεως φθάνουν τὰ 110.000 km/sec καὶ τὰ 150.000 km/sec. Συνεπῶς, ἔκει οἱ γαλαξίαι τρέχουν μὲ ταχύτητα, ἵσην πρὸς τὸ 1/2 τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός!

γ'. Ό νόμος τῆς διαστολῆς τοῦ Hubble εἶναι ἀντίθετος τοῦ νόμου τῆς παγκοσμίου ἔλξεως τοῦ Νεύτωνος.

Φαίνεται, ότι ό νόμος τοῦ Νεύτωνος ίσχύει μεταξύ τῶν ἀστέρων καθενὸς γαλαξίου, ἐνῷ μεταξύ τῶν γαλαξιῶν ίσχύει ό νόμος τοῦ Hubble.

158. Ἡλικία τοῦ Σύμπαντος. α'. Γίνεται δεκτόν, ότι οἱ γαλαξίαι προηλθον ἀπὸ τὴν ἔκρηξιν τοῦ ἀρχικοῦ σύμπαντος - ἄτομον. Ἐὰν αἱ ταχύτητες ἐκ τῆς ἔκρηξεως, αἱ ὁποῖαι θὰ ἔπρεπε νὰ εἰναι διάφοροι, παραμένουν σταθεραί, τότε αἱ ἀποστάσεις τῶν γαλαξιῶν θὰ πρέπει νὰ εἰναι ἀνάλογοι τῶν ταχυτήτων των. Τότε δυνάμεθα καὶ νὰ ὑπολογίσωμεν πότε ἔγινεν ἡ ἀρχικὴ ἔκρηξις. Διότι, ἀφοῦ γνωρίζομεν τὰς ἀποστάσεις ἀρκετῶν ἐκ τῶν πλέον μεμακρυσμένων σμηνῶν γαλαξιῶν, δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν πρόσον χρόνου ὃλοι οἱ γαλαξίαι καὶ τὰ σμήνη γαλαξιῶν ἥσαν 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 δύνομάζομεν «ἡλικίαν τοῦ σύμπαντος». "Ωστε, ἐκ τοῦ νόμου τῆς διαστολῆς τοῦ σύμπαντος, συνάγεται ἡλικία τοῦ σύμπαντος τῆς τάξεως τῶν 10^{10} ἔτῶν.

β'. Δυνάμεθα ἔξι 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 εἶναι μικροτέρα τοῦ γαλαξίου μας καὶ ἀνέρχεται περίπου εἰς 5×10^9 ἔτη.

γ'. "Ενας ἄλλος ὑπολογισμὸς τῆς ἡλικίας τοῦ σύμπαντος γίνεται μὲ τὰ ραδιενέργα στοιχεῖα. Ταῦτα διαρκῶς διασπῶνται καὶ δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν τὸν χρόνον ὑποδιτλασιασμοῦ μερικῶν ἔξι αὐτῶν. Εύρεθη, ότι ἡ ἡλικία τῶν στοιχείων τούτων εἶναι μικροτέρα τῶν 10^{10} ἔτῶν.

Δὲν ἀποκλείεται ἡ ἡλικία ὠρισμένων στοιχείων νὰ εἴναι μεγαλυτέρα τῆς ἡλικίας τῶν ἀστέρων καὶ τῶν γαλαξιῶν, διότι ταῦτα ἐδημιουργήθησαν πρὸ τῆς δημιουργίας τῶν γαλαξιῶν καὶ τῶν ἀστέρων.

δ'. 'Ο G. Gamow (Γκάμωβ) καὶ οἱ συνεργάται του δέχονται, ότι ὅλα τὰ χημικὰ στοιχεῖα ἐσχηματίσθησαν ἐντὸς τῶν 30 πρώτων λεπτῶν, ἀφ' ὃτου τὸ ἀρχικὸν ἄτομον, κατόπιν τῆς ἔκρηξέως του, ἤρχισε νὰ διαστέλλεται, δηλαδὴ ἡμίσειν ὡραν πρὸ τῆς «πρώτης ἀρχῆς τοῦ σύμπαντος». 'Ο σχηματισμός των ἥστο τὸ ἀποτέλεσμα ἀναμίξεως ἀρχικοῦ «ἀέριου» νετρονίων, πρωτονίων καὶ ἡλεκτρόνιων, εἰς μίαν θερμοκρασίαν πολλῶν τρισεκατομμυρίων βαθμῶν, ἡ ὁποία ἔγινε πρὸ ὠρισμένων δισ-

εκατομμυρίων ἐτῶν καὶ τόσων, δση εἶναι καὶ ἡ ἡλικία τῶν στοιχείων. Μετὰ τὴν ἔκρηξιν, ἡ θερμοκρασία κατέπεσεν εἰς τὴν τάξιν τῶν ἑκατομμυρίων βαθμῶν.

Κατ' ὅλην, πλέον πρόσφατον θεωρίαν, ἡ ὁποία ἀνεπτύχθη ίδιαιτέρως ὑπὸ τοῦ W. Fowler (Φόσουλερ) καὶ τῶν συνεργατῶν του, τὰ διάφορα στοιχεῖα συνετέθησαν καὶ ἔσακολουθοῦν νὰ συντίθενται εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῶν ἔξελισσομένων ἀστέρων.

Ἐξ ὅλων τῶν ἀνωτέρω προκύπτει ὅτι, ἡ ἡλικία τοῦ σύμπαντος εἶναι τῆς τάξεως τῶν 10 δισεκατομμυρίων ἐτῶν, πάντως δὲ μικροστέρα τῶν 12 δισεκατομ. ἐτῶν.

159. Ἀρχὴ καὶ τέλος τοῦ Σύμπαντος. α'. Παρὰ τὸ γεγονός, ὅτι ἡ Κοσμολογία εἰσέδυσεν εἰς τὰ βάθη τοῦ παρελθόντος, μέχρι τῆς ἀρχῆς τῆς διαστολῆς τοῦ σύμπαντος, ὅταν ἥρχισεν ὁ σχηματισμὸς τῶν στοιχείων τῆς ὥλης, ὅμως δὲν κατώρθωσε νὰ δώσῃ καμμίαν ἀπάντησιν εἰς τὸ βασικὸν ἐρώτημα: Πῶς εύρεθη τὸ ἀρχικὸν ὑπέρπικνον σύμπαν - ἄτομον καὶ πῶς ἔλαβε τοῦτο τὴν πρώτην κίνησιν. Τὸ ζήτημα τοῦτο, καθαρῶς μεταφυσικόν, δ ἀνθρώπινος νοῦς εἶναι ἀνίσχυρος νὰ τὸ ἀντιμετωπίσῃ. Καὶ ἐπειδὴ δὲν δύναται νὰ εὐσταθήσῃ ἡ ὑπόθεσις, ὅτι τοῦτο ἔγινε μόνον του καὶ κατὰ τύχην, δ ἐπιστήμων προσφεύγει εἰς τὴν μόνην λογικὴν δυνατότητα, τῆς δημιουργίας του ὑπὸ ἔξωτερικῆς, ὡς πρὸς αὐτό, Ἀνωτέρας Δυνάμεως. Ὁρθῶς δὲ λέγεται, ὅτι δ Ἀδημιουργὸς τοῦ σύμπαντος δὲν ἀποδεικνύεται, ἀλλ' ἀποκαλύπτεται.

β'. Ἐξ ἀλλου, τὸ πρόβλημα τῆς μελλοντικῆς καὶ τελικῆς καταστάσεως τοῦ σύμπαντος, φαίνεται εὔκολώτερον. Δύναται ἡ ἐπιστήμη νὰ ἀπαντήσῃ, διότι ἀναχωρεῖ ἀπὸ τὰ δεδομένα τῆς παρατηρήσεως καὶ ἀπὸ τοὺς νόμους, οἱ ὅποιοι διέπουν τὸ σύμπαν, ὅπως παρουσιάζεται σήμερον. Παρὰ ταῦτα, ἡ ἀπάντησις εἰς τὸ ἐρώτημα: «ποιον τὸ μέλλον τοῦ σύμπαντος;» εἶναι δυσκολωτάτη. Διὰ νὰ ἀπαντήσωμεν εἰς αὐτό, θὰ πρέπει νὰ ἀπαντήσωμεν πρῶτον εἰς τὸ ἔξης ἐρώτημα: «Η διαστολὴ τοῦ σύμπαντος θὰ συνεχίζεται ἐπ' ἀπειρον;» Η μήπως, ἔπειτα ἀπὸ μακρότατον χρονικὸν διάστημα, θὰ ἀρχίσῃ τοῦτο νὰ συστέλλεται; Μήπως, ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει, ἔχομεν ἓνα παλλόμενον σύμπαν;

Διὰ νὰ ὑπάρξῃ κάποτε συστολὴ τοῦ σύμπαντος, θὰ πρέπει ἡ ταχύτης διαστολῆς του νὰ ἐπιβραδύνεται, μέχρις ὅτου μηδενισθῇ. Τότε, εἶναι δυνατὸν νὰ ἀρχίσῃ νὰ συστέλλεται τὸ σύμπαν, μέχρις

ὅτου ἡ ὥλη του συσσωρευθῆ εἰς μίαν σφαῖραν, δπότε καὶ δυνατὸν νὰ ἀκολουθήσῃ ἐκ νέου διαστολής. Αὐτὰ ὅμως δὲν δυνάμεθα νὰ τὰ διαπιστώσωμεν ἐπὶ τοῦ παρόντος. Ἀλλὰ καὶ ἂν κάποτε ἀρχίσῃ ἡ συστολὴ αὐτοῦ καὶ ἀκολουθήσῃ ἡ ἐκ νέου διαστολή, πάλιν ἔπειτα ἀπὸ ὡρισμένον χρονικὸν διάστημα — ὅχι ἄπειρον — τὸ σύμπαν θὰ παύσῃ νὰ πάλλεται.

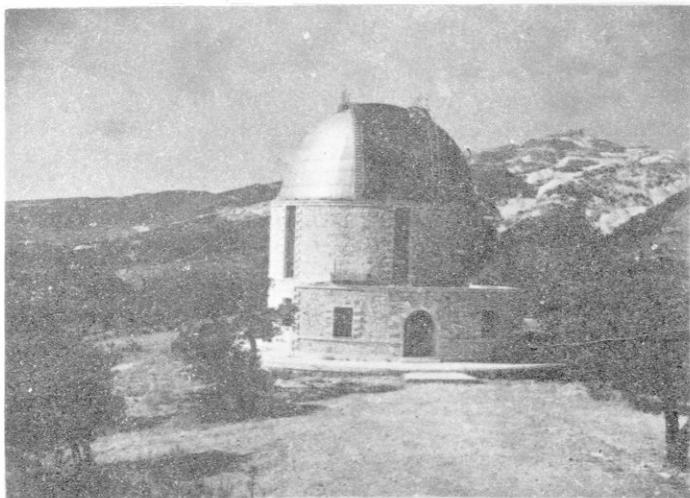
Ἐὰν πάλιν, δὲν μεσολαβήσῃ καμμία συστολὴ καὶ ἡ διαστολὴ συνεχίζεται ἐπ’ ἄπειρον, ἡ μελλοντικὴ τύχη τοῦ σύμπαντος θὰ πρέπει νὰ είναι ἡ διάλυσις αὐτοῦ. Διότι, δόσον παρέρχεται ὁ χρόνος, τόσον τὸ σύμπαν ἀποσυντίθεται καὶ διαλύεται. Είναι δὲ βασικὸν χαρακτηριστικὸν γνώρισμα ὅλων τῶν μερῶν τοῦ σύμπαντος ἡ συνεχής ἀποδιοργάνωσις, ἡ ἀποσύνθεσις καὶ διάλυσις αὐτῶν. Συνεπῶς καὶ δόλκηρον τὸ σύμπαν θὰ πρέπει νὰ ἀκολουθήσῃ τὴν ίδιαν τύχην, τὴν ὁδηγοῦσαν πρὸς τὸ τέλος του.

’Ασκήσεις

180. Ἐὰν δεχθῶμεν ὅτι ἡ ἀκτὶς τοῦ σύμπαντος είναι σήμερον ἵση μὲ 10^{10} ἔτη φωτός, εῦρετε πόση ἦτο πρὸ 10⁹ ἔτῶν.

181. Πότε ἡ ἀκτὶς τοῦ σύμπαντος πρέπει νὰ ἦτο ἵση πρὸς 10^6 ε.φ.;

Εἰκ. 48. Τὸ Ἀστεροσκοπεῖον Πεντέλης.



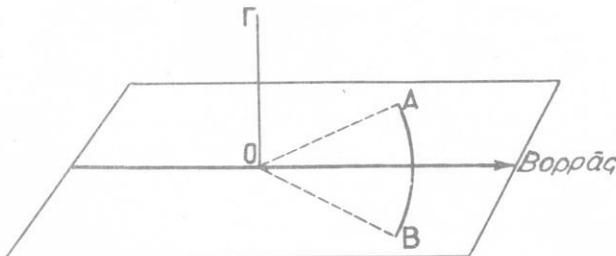
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΑ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

160. Γνώμων. α'. Ό γνώμων είναι τὸ ἀπλούστερον τῶν ἀστρονομικῶν ὄργάνων, ἔχρησιμο ποιήθη δέ, κατὰ τὴν ἀρχαιότητα, ὑπὸ τῶν ἀστρονόμων τῶν διαφόρων λαῶν καὶ μάλιστα ἀπὸ τοὺς "Ελληνας.

Καλεῖται γνώμων στῦλος, στερεωμένος κακακορύφως ἐπὶ ὁρίζοντιον ἐπιπέδου καὶ ἐκτεθιμένος εἰς τὰς ἀκτῖνας τοῦ ἡλίου, ὥστε νὰ ρίπτῃ ὅπισθέν του σκιάν. Διὰ νὰ διακρίνεται σαφῶς τὸ πέρας τῆς σκιᾶς, δὲ γνώμων φέρει εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος του μικρὰν διπήν.

β'. Μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ γνώμονος είναι δυνατὸν νὰ μελετηθοῦν πολλὰ ἀστρονομικά φαινόμενα, κυριώτερα τῶν δποίων είναι: α) ἡ ἡμερομηνία τῆς ἐνάρξεως ἑκάστης τῶν ἐποχῶν τοῦ ἔτους· β) ἡ διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους· γ) ἡ τιμὴ τῆς λοξώσεως τῆς ἑκλειπτικῆς· δ) ἡ μεταβολὴ τῆς ἀποκλίσεως τοῦ ἡλίου καθ' ἑκάστην· ε) ὁ ἀληθής ἡλιακὸς χρόνος, κατὰ τὴν ἡμέραν· καὶ στ) νὰ καθορισθοῦν ἀκριβῶς τὰ κύρια σημεῖα τοῦ ὁρίζοντος εἰς ἔνα τόπον.

γ'. Διὰ τὸν καθορισμὸν τῆς διευθύνσεως τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς, ἔργαζόμεθα ὡς ἔξῆς. Κατά τινα στιγμήν, πρὸ τῆς μεσημβρίας, σημειοῦμεν ἐπακριβῶς τὸ μῆκος OA , τοῦ γνώμονος $O\Gamma$ (σχ. 51). Κατόπιν, μὲ κέντρον τὸ O καὶ ἀκτῖνα OA , φέρομεν περιφέρειαν κύκλου. Ἡ σκιά, καθὼς βαίνομεν πρὸς τὴν μεσημβρίαν, γίνεται συνεχῶς μικροτέρα, λαμβάνει δὲ τὸ μῆκος τῆς τὴν ἐλαχίστην τιμήν, ἀκριβῶς κατὰ τὴν μεσημβρίαν. Ἐπειτα, τὸ μῆκος τῆς μεγαλώνει καὶ ἔρχεται στιγμή, ὅτε ρίπτει σκιάν, μήκους $OB = OA$, διπότε καὶ περατοῦται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ χαραχθέντος κύκλου. Τότε, ἡ διχοτόμος τῆς γωνίας AOB είναι ἡ διεύθυνσις τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς.



Σχ. 51.

δ'. Μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ γυνώμονος λειτουργοῦν τὰ ἡλιακὰ ώρολόγια (§138γ), τὰ δποῖα, ἐὰν μὲν ἔχουν τὸν δίσκον τῶν ἑνδείξεών των δριζόντιον, καλοῦνται δριζόντια, ἐὰν δὲ δίσκος των εἴναι κατακόρυφος καὶ κάθετος ἐπὶ τὸν μεσημβρινόν, καλοῦνται κατακόρυφα.

161. Χρονόμετρα καὶ ἐκκρεμῆ. α'. Διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ χρόνου, εἴτε τοῦ ἀστρικοῦ, εἴτε τοῦ μέσου ἡλιακοῦ, χρησιμοποιοῦμεν ὥρολόγια ἀκριβείας, τὰ δποῖα ὀνομάζομεν **χρονόμετρα**. Τὸ σφάλμα των εἴναι δυνατὸν νὰ περιορισθῇ εἰς μικρὸν κλάσμα, συνήθως τῆς τάξεως τοῦ ἑκατοστοῦ τοῦ δευτερολέπτου καθ' ἡμέραν.

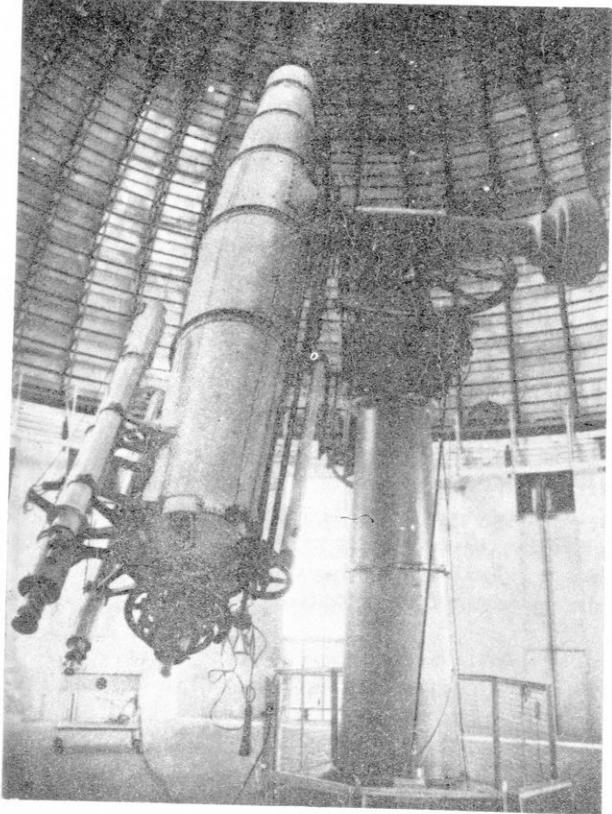
Μεταπολεμικῶς κατασκευάζονται **ἡλεκτρονικὰ χρονόμετρα**, τὰ δποῖα εἴναι δυνατὸν νὰ περιορίσουν τόσον πολὺ τὸ σφάλμα των, ὥστε τοῦτο νὰ καταντῇ ἐντελῶς ἀμελητέον. Αὐτὰ παρέχουν ἀκριβειαν μὲ προσέγγισιν ἐνὸς ἑκατοντάκις χιλιοστοῦ τοῦ δευτερολέπτου.

β'. Εἰς τὰ ἀστεροσκοπεῖα χρησιμοποιοῦνται πολὺ τὰ ἐκκρεμῆ ὥρολόγια, τὰ δποῖα λειτουργοῦν μὲ τὴν βάρους, ἔξηρτημένου ἐκ τοῦ μηχανισμοῦ των καὶ αἰωρουμένου. Τὰ ἐκκρεμῆ ὥρολόγια παρουσιάζουν μεγαλυτέραν ἀκριβειαν, ὡς πρὸς τὰ συνήθη χρονόμετρα, διότι τὸ σφάλμα των περιορίζεται μέχρι καὶ τοῦ χιλιοστοῦ τοῦ δευτερολέπτου.

γ'. Τόσον τὰ ἐκκρεμῆ, ὅσον καὶ τὰ χρονόμετρα, «κτυποῦν» ἀνὰ ἐν δευτερόλεπτον, τὰ δὲ χρονόμετρα καὶ ἀνά 0,5 sec, ὥστε, ἔξοικειωμένος ἐρευνητής, νὰ δύναται νὰ ὑπολογίσῃ τὸν χρόνον μὲ προσέγγισιν 0,1 sec. Διὰ μεγαλυτέραν ὅμως ἀκριβειαν, τὸ ὥρολόγιον συνδέεται μὲ αὐτογραφικὸν μηχάνημα, λειτουργοῦν δι' ἡλεκτρικῶν ἐπαφῶν, τὸ δποῖον καὶ καταγράφει τὰ διαστήματα τῶν δευτερολέπτων ἐπὶ ταινίας, ὅπως καὶ τὴν στιγμήν, καθ' ἣν ἔγινε τὸ φαινόμενον, τὸ δποῖον παρατηροῦμεν. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον γίνεται ὁ ὑπολογισμὸς τῆς ἀκριβοῦς στιγμῆς τοῦ φαινομένου, ἐξ ὑστέρων, ἐπὶ τοῦ διαγράμματος τοῦ ὀργάνου. Τὰ αὐτογραφικὰ αὐτὰ ὅργανα καλοῦνται **χρονογράφοι**.

162. Τηλεσκόπια. α'. **Διοπτρικὰ τηλεσκόπια.** α'. Ἡ ἀνακάλυψις τοῦ τηλεσκοπίου ἀποδίδεται συνήθως εἰς τὸν Γαλιλαῖον. Ἐν τούτοις, εἴναι βέβαιον, ὅτι ὁ Γαλιλαῖος ἔχρησιμοίησε μὲν πρῶτος τὸ τηλεσκόπιον δι' ἀστρονομικὰς παρατηρήσεις τὸ 1610, ἀλλ' ἡ ἀνακάλυψις τοῦ ὀργάνου διείλεται εἰς τὸν "Ἐλληνα Ζαχαρίαν" Ἰωαννίδην, γνωστὸν ὡς Ζανσέν, ὅστις καὶ κατεσκεύασε τὰ πρῶτα τηλεσκόπια, δύο περίπου ἑτη πρὸ τοῦ Γαλιλαίου.

β'. Τὸ ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον ἀποτελεῖται ἐκ σωλῆνος, ὁ δποῖος, εἰς μὲν τὸ ἐν ἄκρον του, τὸ στρεφόμενον πρὸς τὸ παρατηρούμενον ἀντικείμενον, φέρει σύστημα φακῶν, καλούμενον ἀντικειμενικόν, εἰς δὲ τὸ ἄλλο ἄκρον του, ὅπου προσαρμόζεται ὁ ὀφθαλμὸς



Εἰκ. 49. Τὸ διοπτρικὸν τηλεσκόπιον τοῦ Ἀστεροσκοπείου Πεντέλης· διάμετρος φακοῦ 625 mm.

καὶ ἡ διακριτικὴ Ἰσχύς, ἀλλὰ καὶ ἡ μεγέθυνσις ἐξῆς κανών: Ἐμπειρικῶς, Ἰσχύει διὰ τὴν μεγέθυνσιν ὁ ἔξῆς κανὼν: ἡ ἐπιτυγχανομένη δυνατὴ μεγέθυνσις εἶναι περίπου ἵση πρὸς τὸ τριπλάσιον τῆς διαμέτρου τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ, ἐκπεφρασμένης εἰς χιλιοστόμετρα. Π.χ., τηλεσκόπιον μὲ ἀντικειμενικὸν φακόν, διαμέτρου 500 mm, μεγεθύνει τὰ ἀντικείμενα $3 \times 500 = 1500$ φοράς.

δ'. Ἐξ ἀλλου, τὸ προσοφθάλμιον σύστημα ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο φακούς, φερομένους εἰς τὰ ἄκρα σωληνίσκου, οἱ ὅποιοι ἀπὸ κοινοῦ λειτουργοῦν δῆλος τὸ ἀπλοῦν μικροσκόπιον καὶ ἐπιτρέπουν τὴν μεγέθυνσιν τοῦ εἰδώλου τοῦ παρατηρουμένου ἀντικειμένου, τὸ ὅποιον σχηματίζεται εἰς τὴν ἑστίαν τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ.

ε'. Τηλεσκόπιον, μὲ ἀντικειμενικὸν σύστημα ἐκ φακῶν, καλεῖται διοπτρικόν.

τοῦ παρατηρητοῦ, φέρει ἄλλο σύστημα φακῶν, καλούμενον προσοφθάλμιον.

γ'. Τὸ ἀντικειμενικὸν σύστημα ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο φακούς, ἕνα ἀμφίκυρτον, ἐκ στεφανυάλου καὶ ἕνα κοιλόκυρτον ἐκ πυριθυάλου. Οἱ δύο φακοὶ συνενοῦνται κατὰ τρόπον, ὥστε ἡ μία κυρτὴ ἐπιφάνεια τοῦ ἀμφικύρτου νὰ ἐπικάθηται ἐπὶ τῆς κοίλης τοῦ κοιλοκύρτου, οὕτω δὲ νὰ σχηματίζεται ἕνας φακός. Οὗτος, λόγῳ τῆς διαφορετικῆς ὑλῆς τῶν μερῶν του καὶ τοῦ σχήματός των, ἔξουδετερώνει τὸ χρωματικὸν σφάλμα ἐκάστου τῶν μερῶν του.

"Οσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ διάμετρος τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ, τόσον εἶναι μεγαλυτέρα καὶ ἡ διάμετρος τοῦ τηλεσκοπίου. Ἐμπειρικῶς, Ἰσχύει διὰ τὴν μεγέθυνσιν ὁ ἔξῆς κανὼν: ἡ ἐπιτυγχανομένη δυνατὴ μεγέθυνσις εἶναι περίπου ἵση πρὸς τὸ τριπλάσιον τῆς διαμέτρου τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ, ἐκπεφρασμένης εἰς χιλιοστόμετρα. Π.χ., τηλεσκόπιον μὲ ἀντικειμενικὸν φακόν, διαμέτρου 500 mm, μεγεθύνει τὰ ἀντικείμενα $3 \times 500 = 1500$ φοράς.

Β'. Κατοπτρικὰ τηλεσκόπια. α'. Είναι δυνατόν, ἀντὶ φακῶν, νὰ χρησιμοποιηθῇ ὡς ἀντικειμενικὸν σύστημα κοῖλον κάτοπτρον, ὑάλινον ἢ μεταλλικόν. Τότε, τὸ τηλεσκόπιον καλεῖται **κατοπτρικόν**.

β'. Προσφεύγομεν εἰς τὴν χρησιμοποίησιν κατόπτρων, διότι ἡ κατασκευὴ φακῶν, διαμέτρου μεγαλυτέρας τοῦ μέτρου, δὲν εἶναι εὐχερής, κυρίως, λόγω τῆς ἀνάγκης νὰ λειανθοῦν τέσσαρες ἐπιφάνειαι, ἀνὰ δύο δι' ἔκαστον φακόν· ἐνῷ εἰς τὰ κάτοπτρα λειαίνεται μία μόνον ἐπιφάνεια, ἡ ἀνακλαστική.

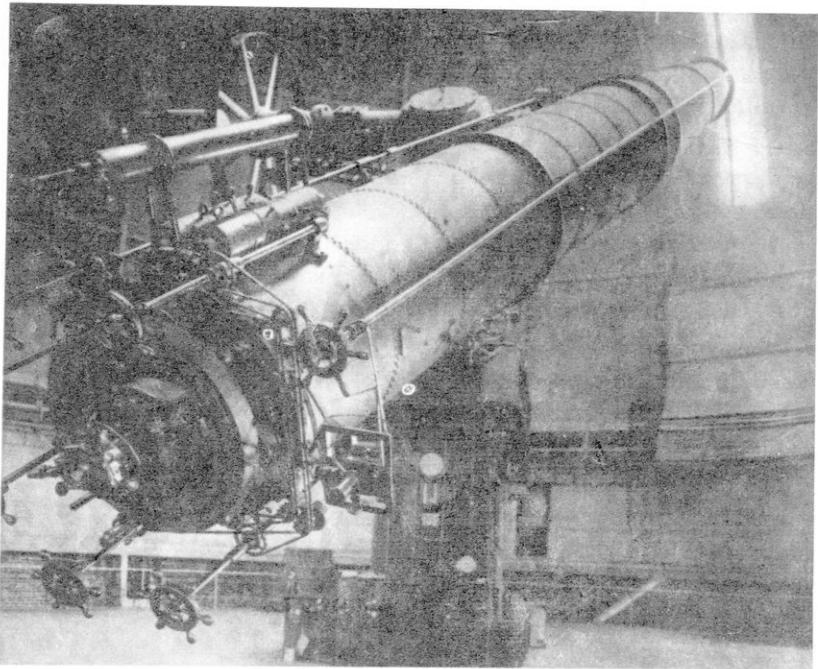
γ'. Τὰ διοπτρικά τηλεσκόπια είναι, ἐν γένει, καλλίτερα τῶν κατ-
οπτρικῶν, ἀν καὶ τὰ τελευταῖα ύπερέχουν τῶν πρώτων, κυρίως,
διότι δὲν διαθλοῦν, ὅπως οἱ φακοί, τὰς ἀκτίνας καί, ὡς ἔκ τούτου, τὰ
εἰδωλά των δὲν είναι χρωματικά. Τὰ διοπτρικά είναι καλλίτερα,
διότι είναι φωτεινότερα.

Γ'. Τὰ μεγαλύτερα τηλεσκόπια. α'. Τὰ μεγαλύτερα τῶν ὑπαρχόντων σήμερον (1969) τηλεσκοπίων εἰναι: ἐκ τῶν διοπτρικῶν μέν, ἐκεῖνο τοῦ ἀστεροσκοπείου τοῦ Yerkes (Γέρκς) τῆς Ἀμερικῆς, διαμέτρου 1,02 m καὶ ἔστιακῆς ἀποστάσεως 19,3 m· ἐκ τῶν κατοπτρικῶν δέ, τὸ τηλεσκόπιον τοῦ ἀστεροσκοπείου τοῦ Palomar (Πάλομαρ). διαμέτρου 5 m καὶ ἔστιακῆς ἀποστάσεως 16,8 m.

β'. Εἰς τὴν Εὐρώπην τὸ μεγαλύτερον διοπτρικὸν τηλεσκόπιον εἶναι τοῦ ἀστεροσκοπείου τῆς Meudon (Μεντὸν) τῶν Παρισίων, διαμέτρου 83 cm καὶ ἔστ. ἀποστάσεως 16,2 m. Ἐν Ἑλλάδι διατίθεται τὸ διοπτρικὸν τηλεσκόπιον τοῦ ἀστρονομικοῦ σταθμοῦ Πεντέλης, διαμέτρου 62,5 cm καὶ ἔστ. ἀποστ. 8,8 m, τὸ ὅποιον, εἶναι ἐναὶ ἀπὸ τὰ μεγαλύτερα εἰς τὸν κόσμον.

Α' Ἰσημερινὰ καὶ μεσημβρινὰ τηλεσκόπια.

α'. Τὰ τηλεσκόπια, τὰ ὅποια χρησιμεύουν διὰ τὴν ἔρευναν τῆς φυσικῆς καταστάσεως τῶν οὐρανίων σωμάτων καὶ γενικάτερον εἰς τὴν σπουδὴν τοῦ σύμπαντος, στηρίζονται ἐπὶ συστήματος δύο ἀξόνων. Ἐκ τούτων, δ. ἔνας εἶναι σταθερὸς καὶ ἔχει τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου, καλεῖται δὲ πολικὸς ἄξων· ὁ ἄλλος φέρει εἰς τὸ ἔν ἄκρον του τὸ τηλεσκόπιον καὶ εἰς τὸ ἄλλο ἀντίθετα ἰσοσταθμήσεως, περιστρέφεται δὲ περὶ τὸν πρῶτον, ἐπὶ τὸν ὅποιον εἶναι κάθετος καὶ καλεῖται ἄξων ἀποκλίσεων. Ἐκ τῶν δύο κύκλων τοῦ συστήματος, δ. ἔνας εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν πολικὸν ἄξονα καὶ μετρεῖ τὰς ὥριαίς γεωμετρίας, διὰ τοῦτο δὲ καλεῖται ὠριαῖος κύκλος, ἐνῷ ὁ ἄλλος, κάθετος ἐπὶ τὸν ἄξονα ἀποκλίσεων, μετρεῖ τὰς ἀποκλίσεις καὶ καλεῖται κύκλος τῶν ἀποκλίσεων. Τὸ σύστημα τοῦτο ἐπιτρέπει νὰ скопуе́свамен εὔχερῶς ἔναν ἀστέρα, διπουδήποτε καὶ ἀν εύρισκεται οὗτος ἐπὶ τοῦ ὄρατοῦ μέρους τῆς οὐρανίου σφαίρας, διταν γνωρίζωμεν τὰς οὐρανογραφικάς του συντεταγμένας

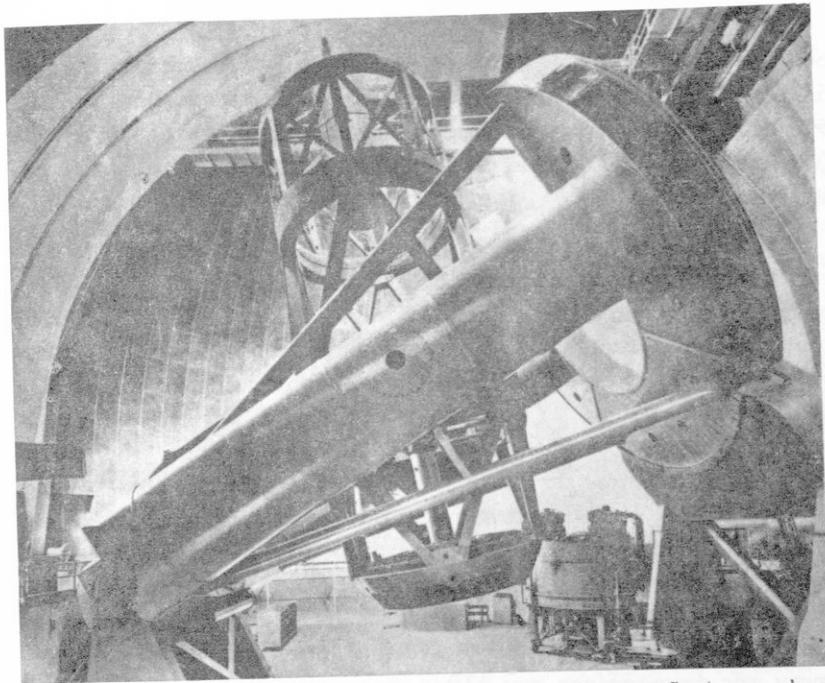


Εικ. 50. Τὸ μεγαλύτερον διοπτρικὸν τηλεσκόπιον τοῦ κόσμου, εἰς τὸ Ἀστεροσκοπεῖον Υερκες τῆς Ἀμερικῆς· διάμετρος φακοῦ 1,02 m.

καὶ τὸν ἀστρικὸν χρόνον (§ 137). Ἐπειδὴ δὲ εὐκόλως μετρῶνται ἐπ' αὐτοῦ ἡ ὠριαία γωνία καὶ ἡ ἀπόκλισις, αἱ δόποιαι ἀπὸ κοινοῦ καλοῦνται ἴσημεριναι συντεταγμέναι, διὰ τοῦτο καὶ τὸ δόλον σύστημα στηρίξεως καλεῖται ἴσημερινὸν καὶ τὸ τηλεσκόπιον λέγεται τότε ἴσημερινὸν τηλεσκόπιον.

β'. Μὲ τὴν βοήθειαν ὠρολογιακοῦ μηχανισμοῦ εἶναι δυνατόν, δταν σκοπευθῆ κάπποιος ἀστήρ, νὰ τεθῇ τὸ τηλεσκόπιον εἰς κίνησιν ἔπ. Α πρὸς Δ καὶ νὰ παρακαλουθῇ συνεχῶς τὸν ἀστέρα, ὁ δποῖος, ἐνῷ κινεῖται συνεχῶς, λόγῳ τῆς ἡμεροσίας κινήσεως τῆς οὐρανίου σφαίρας (§ 121), ἐν τούτοις παραμένει σταθερῶς εἰς τὸ πεδίον τοῦ τηλεσκοπίου. Ὁ ὠρολογιακὸς αὐτὸς μηχανισμὸς καλεῖται ἀστροστάτης, διότι σταματᾷ τὸν ἀστέρα εἰς τὸ πεδίον τοῦ τηλεσκοπίου. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, διὰ τῶν ἴσημερινῶν τηλεσκοπίων, εἶναι δυνατὴ ἡ εύχερής ἔρευνα τῶν ἀστέρων διὰ μακραώρων παρατηρήσεων, δταν τοῦτο χρειάζεται ὅπως π.χ. εἰς τὴν φωτογράφησίν των, δπότε ἀπαιτεῖται μακρὰ ἔκθεσις τῆς φωτογραφικῆς πλακός.

γ'. Ἐάν τὸ τηλεσκόπιον προορίζεται μόνον διὰ τὸν καθορισμὸν τῶν συντεταγμένων τῶν ἀστέρων καὶ δι' αὐτῶν, διὰ τὴν εὔρεσιν τοῦ ἀκριβοῦ χρόνου (§ 137), τότε στηρίζεται κατά τρόπον, ὡστε νὰ κινῆται μόνον ἐκ Β πρὸς Ν, ἢτοι μόνον ἐπὶ τοῦ μεσημβρινοῦ ἐπιπέδου, διὰ τοῦτο δὲ καὶ καλεῖται μεσημβρινὸν τηλεσκόπιον.



Εἰκ. 51. Τὸ μεγαλύτερον κατοπτρικὸν τηλεσκόπιον τοῦ κόσμου, εἰς τὸ Ἀστεροσκοπεῖον τοῦ Palomar τῆς Ἀμερικῆς διάμετρος κατόπτρου 5 m.

Διὰ τοῦ μεσημβρινοῦ τηλεσκοπίου, συνεπῶς, δυνάμεθα νὰ παρατηρῶμεν ἔνα ἀστέρα, διτανοῦ διέρχεται ἑκ τοῦ μεσημβρινοῦ, κατὰ τὴν ἅνω μεσουράνησίν του, ὅπότε ἡ ὁρθὴ ἀναφορά του ισοῦται πρὸς τὸν ἀστρικὸν χρόνον (§ 137α).

δ'. Διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῶν γεωγραφικῶν συντεταγμένων (§ 88) χρησιμοποιοῦμεν τὸν **θεοδόλιχον**.

Ε'. Τὰ τηλεσκόπια *Schmidt* (*Σμίτ*). **α'.** Μεταπολεμικῶς κατεσκευάσθησαν τηλεσκόπια, τὰ ὅποια 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 εἰναι μικρὰ εἰς μῆκος, διὰ τοῦτο δὲ νὰ ἔχουν καὶ εὐρὺ ὄπτικὸν πεδίον, ὥστε νὰ φωτογραφίζουν ἐκτάσεις ἀκόμη καὶ πολλῶν τετραγωνικῶν μοιρῶν τοῦ οὐρανοῦ, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ συνήθη τηλεσκόπια, διοπτρικὰ ἢ κατοπτρικά, τὰ ὅποια ἔχουν τόσον περισσότεραν περιωρισμένην ὄπτικὸν πεδίον, ὅσον εἶναι μεγαλύτερα. Τὸ πεδίον αὐτῶν πενθεῖται στην περιοχή της θαλάσσης.

ριορίζεται, συνήθως, εἰς δλίγα τετραγωνικά λεπτά τῆς μοίρας. Ἐξ ἄλλου, τὰ τηλεσκόπια Σμίτ ἡμπροῦν νὰ φωτογραφήσουν, εἰς βραχὺν σχετικῶς χρόνον, πολὺ ἀμυδρούς ἀστέρας, ἐνῷ εἰς τὰ συνήθη χρειάζεται πολύωρος ἔκθεσις, διὰ τὰ ἀμυδρὰ ἀντικείμενα ὅπως είναι οἱ μακρυνοὶ γαλαξίαι.

163. Εἰδικὰ ἀστρονομικὰ ὅργανα. α'. Διὰ τὴν εἰδικὴν σπουδὴν τῶν οὐρανίων σωμάτων, προσθρόμπονται εἰς τὴν θέσιν τοῦ προσοφθαλμίου συστήματος τῶν τηλεσκοπίων ἄλλα αὐτοτελῆ ὅργανα, κυριώτερα τῶν δποίων είναι: α) **μικρόμετρα**, διὰ τὴν ἀκριβῆ μέτρησιν τῶν φαινομένων διαμέτρων τῶν σωμάτων καὶ τῶν γωνιωδῶν ἀποστάσεων αὐτῶν· β) **φωτογραφικοί θάλαμοι**, διὰ τὴν φωτογράφησιν τῶν ἀστέρων· γ) **πολωσίμετρα**, διὰ τὴν μέτρησιν τῆς πολώσεως τοῦ φωτὸς τῶν ἀστέρων· δ) εἰδικὰ **φίλτρα** καὶ **πρίσματα**, διὰ τὴν ἀπ' εὐθείας ὁφθαλμοσκοπικὴν παρατήρησιν τοῦ ἥλιου, ἢ δποία ἄλλως θὰ καθίστατο ἀδύνατος, διότι αἱ ἀκτῖνες, συγκεντρούμεναι εἰς τὴν ἑστίαν τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ, είναι δυνατὸν νὰ καταστρέψουν τὸν ὁφθαλμὸν τοῦ παρατηρητοῦ ἐντὸς δλίγων δευτερολέπτων· ε) εἰδικοὶ ἐπίσης **ἥθμοι** (φίλτρα), οἱ δποίοι ἐπιτρέπουν τὴν παρατήρησιν τῆς ἀτμοσφαίρας τοῦ ἥλιου· στ) **φωτόμετρα** διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ἑντάσεως τοῦ φωτὸς τῶν ἀστέρων καὶ ζ) **φασματοσκόπια** καὶ **φασματογράφοι**, διὰ τὴν σπουδὴν τοῦ φάσματος τῶν οὐρανίων σωμάτων.

β'. Τὰ κυριώτερα ἀστρονομικὰ **φωτόμετρα** είναι δύο εἰδῶν: α) ἐκεῖνα τὰ δποία ἐπιτρέπουν, μὲ τὴν βοήθειαν τ ε χ η τ ο υ ἀστέρος, τοῦ δποίου τὸ μέγεθος μεταβάλλεται, νὰ καθορίζωμεν διὰ σ υ γ κ ρ ί σ ε ω σ τὸ δπτικὸν μέγεθος τῶν ἀστέρων καὶ, συνεπῶς, τὴν λαμπρότητά των· καὶ β) ἐκεῖνα, εἰς τὰ δποία χρησιμοποιεῖται φωτοηλεκτρικὸν κύτταρον. "Οταν τcύτο προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ φωτὸς τοῦ ἀστέρος, δημιουργεῖται ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, τοῦ δποίου ἡ ἔντασις καθορίζει καὶ τὴν ἔντασιν τοῦ προσπίπτοντος εἰς τὸ κύτταρον ἀστρικοῦ φωτός.

γ'. Ἐξ ἄλλου, διὰ τὴν φασματοσκοπικὴν ἔρευναν τῶν ἀστέρων, χρησιμοποιοῦνται μεγάλοι **φασματογράφοι**. Ειδικῶς δέ, διὰ τὴν φασματικὴν ἔρευναν τοῦ ἥλιου γίνεται χρῆσις φασματογράφων, ἐγκατεστημένων ἐπὶ ύψηλῶν πύργων, οἱ δποίοι καλοῦνται **ἥλιακοι πύργοι**.

164. Ραδιοτηλεσκόπια. α'. 'Αφ' ὅτου, τὸ 1944, διεπιστώθη, ὅτι ὑπάρχουν ἀστέρες καὶ γαλαξίαι, οἱ δποίοι, ἐκτὸς τῆς φωτεινῆς ἀκτινοβολίας, ἐκπέμπουν καὶ κύματα τῆς τάξεως τῶν ραδιοφωνικῶν μηκῶν, κατασκευάζονται τὰ καλούμενα **ραδιοτηλεσκόπια**,

τὰ ὅποια δὲν εἶναι ὁ πτικὸς ὅργανος, ἀλλὰ δέκται τῶν ραδιοφωνικῶν αὐτῶν κυμάτων.

β'. Ἡ σπουδὴ τῶν οὐρανίων σωμάτων καὶ γενικώτερον τοῦ σύμπαντος, διὰ τῶν «τηλεσκοπίων» αὐτῶν, ἥνοιξε νέους ὄριζοντας, ἐδημιουργήθη δέ, κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, νέος κλάδος τῆς Ἀστρονομίας, ἡ **Ραδιαστρονομία**, ἐνῷ οἱ ἀστέρες, οἱ ὅποιοι ἐκπέμπουν τὰ φύσικὰ αὐτὰ ραδιοκύματα, ὠνομάσθησαν **ραδιαστέρες** καὶ οἱ γαλαξίαι, **ραδιογαλαξίαι**.

γ'. Τὸ μεγαλύτερον σήμερον (1969) ραδιοτηλεσκόπιον τοῦ κόσμου εύρισκεται εἰς Green Bank Δυτ. Βιργινίας (Η.Π.Α.) μὲ διάμετρον κατόπτρου 100 m. Εἰς τὴν Εύρωπην, τὸ πλέον ἀξιόλογον ραδιοτηλεσκόπιον εύρισκεται εἰς Jodrell Bank (Τζόντρελ Μπάνγκ) τῆς Ἀγγλίας, τὸ δὲ κάτοπτρόν του, ἔχει ἀνοιγμα 76 m.

'Ασκήσεις

182. Δικαιολογήσατε διατί εἶναι δυνατός, διὰ τοῦ γνώμονος, διαθορισμὸς
α) τῆς ἡμερομηνίας ἐνάρξεως τῶν ἑποχῶν· β) τῆς διαρκείας τοῦ τροπικοῦ ἔτους·
γ) τῆς λοξώσεως τῆς ἐκλειπτικῆς καὶ δ) τῆς ἀποκλίσεως τοῦ ἥλιου καθ' ἡμέραν.

183. Διατί ἡ διχοτόμος τῆς γωνίας AOB (σχ. 51) ὀρίζει τὴν διεύθυνσιν τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς;

184. Υποδείξατε ἀλλον τρόπον καθορισμοῦ τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς, διὰ τοῦ γνώμονος.

185. Κατασκευάσατε γνώμονα καὶ ὀρίσατε τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν εἰς τὴν αὐλὴν τοῦ σχολείου.

186. Διατί, ἐν γνωρίζωμεν τὴν ἀκριβῆ στιγμὴν τῆς ἀληθινῆς μεσημβρίας, εἶναι δυνατὸν 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 ιστορίαν των. Ἡ πρώτη ἀρχὴ τῶν βυθίζεται εἰς τὴν Ἑλληνικὴν προϊστορίαν. Ὁ μυθικὸς Ἰκαρος ἐπέταξε πρῶτος εἰς τὸ διάστημα, διὰ τεχνητῶν πτερύγων, αἱ δποῖαι διελύθησαν ἀπὸ τὴν θερμότητα τοῦ ἥλιου καὶ ἐπνίγη εἰς τὸ Κρητικὸν πέλαγος.

Κατὰ τοὺς νεωτέρους χρόνους ὁ P. Greg (Γρέγκ) τὸ 1880, γράφει περὶ ἐνὸς ταξιδίου εἰς τὸν Ἀρην, φανταζόμενος ὅτι κατοικεῖται ὑπὸ μικρῶν ἀνθρωποειδῶν ὅντων, εύρισκομένων ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν ἀρνητικῆς βαρύτητος.

Ο Ρωσσος K. Tsiolkovsky (Τσιολκόβσκι), κατὰ τὴν περίοδον 1883 - 1914, ἔχετάξει προβλήματα μηχανικῆς εἰς χῶρον μὴ ὑποκείμενον εἰς τὴν βαρύτητα καὶ μελετᾷ τὴν κατασκευὴν μηχανῶν, κινουμένων εἰς τὸ διάστημα ἐξ ἀντιδράσεως.

Ο Ἀμερικανὸς R. Goddard (Γκόνταρντ), κατὰ τὸ 1919, μελετᾷ τοὺς πυραύλους καὶ τὴν 16ην Μαρτίου 1926 ἔχαπολύει τὸν πρῶτον πύραυλον.

Ἀκολούθως οἱ Γερμανοὶ H. Oberth (Ὀμπερθ), W. Hohmann (Ὀμαν) καὶ W. Ley (Λῆ), δημοσιεύουν μελέτας περὶ πυραύλων καὶ περὶ τοῦ τρόπου κατακτήσεως τῶν οὐρανίων σωμάτων.

Ἐν τῷ μεταξύ, αἱ ἴδεαι ἔχερευνήσεως 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. Οὐέλς, οἱ δποῖοι ἐφαντάσθησαν καὶ προεῖδον πολλὰς τοιαύτας ἀνακαλύψεις, μὲ πολλὴν ἐπιτυχίαν.

Ἄπὸ τοῦ ἔτους 1937 οἱ Γερμανοὶ ἀρχίζουν εύρὺ πρόγραμμα κατασκευῆς πυραύλων μὲ κυρίως ὑπεύθυνον τὸν Wernher von Braun (Βέρνερ φὸν Μπράουν)¹. Τὸ 1942 ἔκτοξεύεται ἐπιτυχῶς ὁ πρῶτος τῶν πυραύλων V - 2, ἀνελθὼν εἰς ὕψος 95 km καὶ μὲ αὐτοὺς οἱ Γερ-

(1) Διάσημος Γερμανὸς τεχνικὸς ἐπὶ τῶν πυραύλων καὶ τῆς διαστημικῆς ἐρεύνης, γεννηθῆς τὸ 1912. Ἀπὸ τοῦ 1946 ἔργαζεται ἐν Ἀμερικῇ. Τὸ 1958 ἔχετόξευσε τὸν πρῶτον ἀμερικανὸν δορυφόρον «Explorer». Θεωρεῖται ὡς ὁ μεγαλύτερος εἰδικὸς ἐπὶ τῆς ἐρεύνης τοῦ διαστήματος, διὰ τῶν διαστημοπλοίων.

μανοί βουμβαρδίζουν τήν 'Αγγλίαν κατά τὸν Β' Παγκόσμιον Πόλεμον.

Μεταπολεμικῶς, οἱ πύραυλοι ἐτελειοποιήθησαν καὶ εἰς τὸ πρόγραμμα τοῦ Διεθνοῦ Γεωφυσικοῦ "Ετους 1957 - 1958 περιελήφθη καὶ ἡ ἔκτόξευσις τεχνητῶν δορυφόρων, περιφερομένων περὶ τὴν γῆν. Κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ Διεθνοῦ Γεωφυσικοῦ "Ετους συνειργάσθησαν 10.000 ἑπιστήμονες — γεωφυσικοί, γεωλόγοι, σεισμολόγοι, μετεωρολόγοι, φυσικοί, ἀστρονόμοι, βιολόγοι, ιατροί — ἀπὸ 66 Χώρας, ἐκτελέσαντες παρατηρήσεις καὶ ἐρεύνας ἀπὸ περισσοτέρους τῶν 2.000 σταθμῶν. Ἡ Διεθνής ἔκεινη συνεργασία ἔδωσε μεγάλην ὄψησιν εἰς τὴν δῆλην πρόοδον τῆς ἑπιστήμης καὶ τῆς τεχνικῆς.

Ἡ ἑπιστήμη τοῦ διαστήματος ἥρχισε τὴν 4ην 'Οκτωβρίου 1957, δόποτε ἔξετοξεύθη ἐπιτυχῶς ὁ πρῶτος τεχνητὸς δορυφόρος τῆς γῆς.

165. Οἱ θεμελιώδεις νόμοι τῆς Μηχανικῆς. Ὡς γνωστόν, εἰς τὴν κίνησιν σώματος περὶ τὴν γῆν, τὴν σελήνην ἢ τὸν ἥλιον ἴσχύουν οἱ ἀκόλουθοι θεμελιώδεις νόμοι τῆς Μηχανικῆς :

1ος Νόμος τῆς Μηχανικῆς : Κατὰ αὐτόν, ἐὰν F είναι ἡ δύναμις, ἢ ἀσκουμένη ἐπὶ τίνος ύλικοῦ σημείου μάζης M , καὶ γὰρ ὑπὸ ταύτης προσδιδομένη ἐπιτάχυνσις, ἴσχύει ἡ σχέσις :

$$F = M \cdot \gamma.$$

2ος Νόμος τοῦ Νεύτωνος : Κατὰ τὸν Νόμον τοῦτον, « δύο σώματα μάζης M_1 καὶ M_2 ἔλκονται ἀμοιβαίως, ἀναλόγως τοῦ γινομένου τῆς μάζης των καὶ ἀντιστρόφως ἀναλόγως τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως αὐτῶν r ». Ἡτοι :

$$F = G \frac{M_1 M_2}{r^2},$$

ὅπου G είναι μία παγκόσμιος φυσική σταθερά, ἀνεξάρτητος τῆς φύσεως τῶν δύο σωμάτων.

166. Ταχύτης διαφυγῆς. α'. Βασική, ἔξι ἄλλου, είναι ἡ σημασία τῆς ταχύτητος διαφυγῆς. Ταχύτης διαφυγῆς είναι ἡ ταχύτης, τὴν διοίσιν πρέπει νὰ ἀναπτύξῃ σῶμα, ἐκτοξευόμενον ἐκ τῆς ἐπιφανείας πλανήτου (ἢ δορυφόρου), διὰ νὰ ὑπερνικήσῃ τὴν ἔλξιν καὶ νὰ φύγῃ εἰς τὸ διάστημα, ὑποτιθεμένου, ὅτι δὲν ὑπάρχει ἀντίστασις εἰς τὴν κίνησίν του. Τοῦτο ἐκφράζεται ὑπὸ τῆς σχέσεως :

$$V^2 = 2G \frac{M}{R}$$

ὅπου V είναι ή ταχύτης διαφυγῆς, M ή μᾶζα τοῦ σώματος (τῆς γῆς ή τυχόντος πλανήτου) καὶ R ή ἀκτὶς αὐτοῦ.

‘Η ταχύτης διαφυγῆς ἐκ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, μὴ λαμβανομένης ύπ’ ὅψιν τῆς ἀντιστάσεως τῆς ἀτμοσφαίρας, είναι 11,18 km/sec, ἐκ τῆς σελήνης 2,38 km/sec καὶ ἐκ τοῦ ἡλίου 618 km/sec.

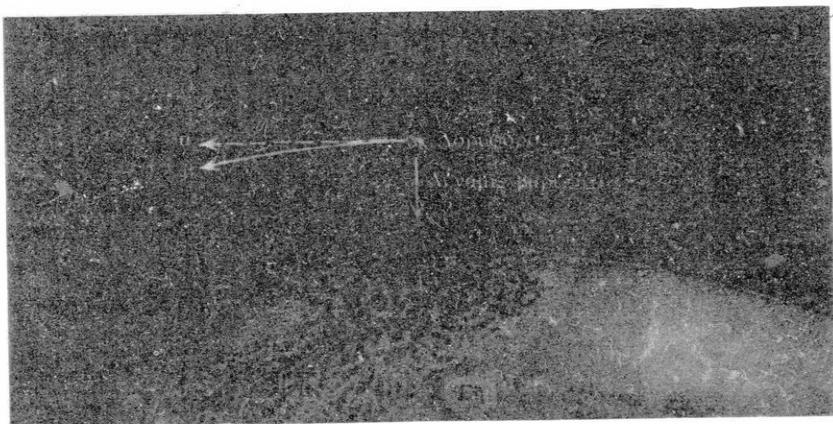
β'. ‘Η ταχύτης διαφυγῆς ἔλαττωνεται, καθ’ ὅσον τὸ μικρὸν σῶμα ἀπομακρύνεται τοῦ μεγαλύτερου σώματος (πίναξ I). Εάν τὸ μικρότερον σῶμα ἔχῃ ταχύτητα μικροτέραν τῆς ταχύτητος διαφυγῆς, τοῦτο οὐδέποτε ἐγκαταλείπει τὸ κύριον σῶμα· η περιφέρεται περὶ τὸ μεγαλύτερον ή πίπτει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας του.

ΠΙΝΑΞ Ι

Ταχύτητες διαφυγῆς εἰς διάφορα unctional όψη ἀπὸ τῆς γῆς.

“Ψυος	0 km	$V = 11,180$ km/sec
200	».....	11,009 »
400	».....	10,846 »
600	».....	10,688 »
800	».....	10,538 »
1000	».....	10,395 »

γ’. ‘Η σελήνη κινεῖται ἐπὶ κυκλικῆς τροχιᾶς περὶ τὴν γῆν καὶ δὲν πίπτει ἐπ’ αὐτῆς, οὔτε φεύγει εἰς τὸ διάστημα, διότι ἀνὰ πᾶσαν στιγμὴν ἡ φυγόκεντρος δύναμις ισοφαρίζει τὴν ἐλξιν τῆς γῆς. Ισχύουν δηλαδὴ συγχρόνως οἱ ἀνωτέρω δύο νόμοι τῆς Μηχανικῆς. Εάν ισχυε μόνον διάτοις νόμος, η σελήνη ή ὁ τεχνητὸς



Σχ. 52.

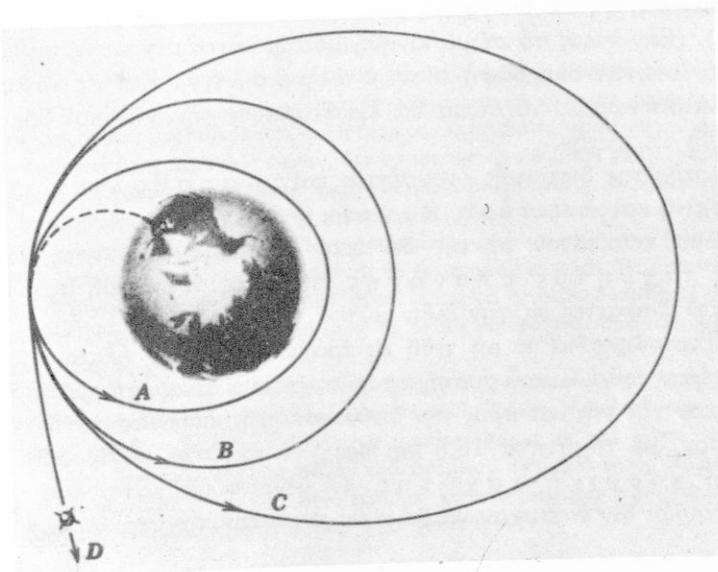
δορυφόρος θὰ ἔκινεῖτο εύθυγράμμως καὶ διμαλῶς. Ἡ γῇ ὅμως, κατὰ τὸν νόμον τοῦ Νεύτωνος (Ἑλξεως), ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῆς σελήνης καὶ οὕτω κινεῖται αὕτη ἐπὶ κυκλικῆς περίπου τροχιᾶς. Τὸ διὸν ισχύει καὶ περὶ τῶν τεχνητῶν δορυφόρων, τῶν περιφερομένων περὶ τὴν γῆν· (σχ. 52, τροχιὰ b).

167. Κίνησις τῶν τεχνητῶν δορυφόρων. α. Αἱ κινήσεις τῶν τεχνητῶν δορυφόρων ἀκολουθοῦν τοὺς τρεῖς νόμους τοῦ Κέπλερ (§ 61), οἱ δόποιοι ισχύουν διὰ τοὺς φυσικοὺς δορυφόρους καὶ τοὺς πλανήτας. Ἡ διάρκεια ἑκάστης περιόδου περιφορᾶς (τεχνητοῦ δορυφόρου) ἔξαρταται ἀπὸ τὴν μέσην ἀκτίνα τῆς τροχιᾶς τοῦ δορυφόρου καὶ ἀπὸ τὴν μᾶζαν τῆς γῆς. Ἡ μέση ἀκτίς καὶ τὸ σχῆμα (ἢ μορφὴ) τῆς τροχιᾶς ἔξαρτῶνται α) ἀπὸ τὸ ὕψος, εἰς τὸ δόποιον δορυφόρος θὰ τεθῇ εἰς τὴν τροχιάν, προωθούμενος ὑπὸ τοῦ πυραύλου· β) ἀπὸ τὴν ταχύτητα, τὴν δόποιαν θὰ ἔχῃ ὁ δορυφόρος, κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς εἰσόδου του εἰς τὴν τροχιάν· καὶ γ) ἀπὸ τὴν διεύθυνσίν του, ὡς πρὸς τὸν γῆϊνον ὄριζοντα.

β'. Διὰ νὰ κινηθῇ ἔνας δορυφόρος ἐπὶ κυκλικῆς τροχιᾶς (σχ. 53 τροχιὰ B) θὰ πρέπει ἢ ταχύτης του, εἰς τὸ ἀντίστοιχον ὕψος, νὰ είναι ὠρισμένη.

‘Ο Πίναξ II δίδει τὰς σχετικὰς τιμάς:

Σχ. 53.



239

ΠΙΝΑΞ ΙΙ

”Υψος τροχιας km	Κυκλ. ταχύτης km/sec	Χρόνος περιφορᾶς ήμ. ὥρ. λ.	’Αντίστοιχος δορυφόρος
200	7,79	1 28	Wostok 4 (1962)
500	7,63	1 34	Samos 2
1.000	7,36	1 45	Alouette 1
1.500	7,13	1 56	Echo 1
10.000	4,94	5 48	
35.900	3,07	24 00	Syncom 1 (1963)
380.000 (σελήνη)	1,02	28	Σελήνη.

’Εὰν ἡ ταχύτης εἶναι μικροτέρα ἀπὸ ἕκείνην ποὺ δίδει κυκλικὴν τροχιάν καὶ ἡ διεύθυνσις τῆς τροχιαῖς εἶναι παράλληλος πρὸς τὸν τοπικὸν ὄριζοντα, τότε ὁ δορυφόρος θὰ διαγράψῃ τὴν ἐλλειπτικὴν τροχιάν A. ’Εὰν δὲ ἡ ταχύτης εἶναι μεγαλυτέρα τῆς κυκλικῆς ταχύτητος, τότε θὰ διαγράψῃ τὴν ἐλλειπτικὴν τροχιάν C (Σχ. 53).

168. Αἱ τρεῖς κοσμικαὶ ταχύτητες. α’. Ἡ ταχύτης, τὴν ὅποιαν πρέπει νὰ ἔχῃ ἕνα σῶμα εἰς ὠρισμένον ὑψος, διὰ νὰ τεθῇ εἰς κυκλικὴν τροχιάν, ὀνομάζεται πρώτη κοσμικὴ ταχύτης.

β’. ”Οταν ἔνα σῶμα ἀποκτήσῃ τὴν ταχύτητα διαφυγῆς, ἦτοι 11,2 km/sec, τότε θὰ διαγράψῃ μίαν παραβολὴν (σχ. 53, τροχιά D). ’Εὰν τέλος τὸ σῶμα κινηθῇ μὲ ταχύτητα μεγαλυτέρων τῶν 11,2 km/sec, θὰ διαγράψῃ μίαν ύπερβολὴν. Καὶ εἰς τὰς δύο αὐτὰς περιπτώσεις, τὸ σῶμα θὰ ἐγκαταλείψῃ τὴν γῆν καὶ δὲν θὰ ἐπανέλθῃ εἰς αὐτήν.

”Ἡ ταχύτης διαφυγῆς ὀνομάζεται καὶ παραβολικὴ ταχύτης ἢ καὶ δευτέρη κοσμικὴ ταχύτης.

Σῶμα, κινούμενον μὲ τὴν δευτέραν κοσμικὴν ταχύτητα, καθίσταται τεχνητὸς πλανήτης, περιφέρεται δηλαδὴ περὶ τὸν ἥλιον καὶ ὑπόκειται εἰς τὴν ἔλξιν αὐτοῦ.

γ.”Ἐνα σῶμα διὰ νὰ μὴ τεθῇ εἰς τροχιάν περὶ τὸν ἥλιον καὶ νὰ φύγῃ πέραν τοῦ ἥλιακοῦ συστήματος, πρέπει νὰ ἀναχωρήσῃ ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς καὶ πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως αὐτῆς περὶ τὸν ἥλιον, μὲ ταχύτητα 16,6 km/sec. Ἡ ταχύτης αὐτὴ καλεῖται τρίτη κοσμικὴ ταχύτης. Οἱ μέχρι τοῦδε κατασκευασθέντες πύραυλοι δὲν ἐπέτυχαν νὰ δώσουν τοιαύτην ταχύτητα.

169. Ἀρχὴ τῆς δράσεως καὶ ἀντιδράσεως καὶ τεχνικὴ τῶν πυραύλων. α'. Προκειμένου νὰ τεθοῦν δορυφόροι εἰς τροχιὰν περὶ τὴν γῆν ἢ νὰ προωθηθοῦν ὁχήματα πρὸς τὴν σελήνην ἢ τοὺς ἄλλους πλανήτας, πρέπει νὰ χρησιμοποιηθοῦν προώθητικοὶ πύραυλοι. Διότι εἰς τὴν ἀνωτέραν ἀτμόσφαιραν, ἐλλείψει πυκνοῦ στρώματος ἀέρος, δὲν δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν Ἑλικες, διὰ τὴν προώθησιν τοῦ ὁχήματος, οὕτε πτερύγια, διὰ νὰ δώσουν σταθερὰν διεύθυνσιν εἰς αὐτό.

β'. Ἡ κίνησις τοῦ ὁχήματος (πυραύλου) εἰς τὸ διάστημα στηρίζεται εἰς τὸ γνωστὸν ἀξιωματικὴς δράσεως καὶ ἀντιδράσεως:

$$\Delta \rho \alpha s = \text{Άντιδραση}.$$

Προκαλοῦμεν καῦσιν, ἡ ὁποία παράγει ἐνέργειαν καὶ μὲ τὴν βοήθειαν τῆς ἐνέργειας αὐτῆς προωθοῦνται τὰ ἐκ τῆς καύσεως ἀέρια. Εἰς τὸν πύραυλον χρησιμοποιεῖται μῆγμα καυσίμου ούσιας μετὰ τοῦ ἀπαιτουμένου διὰ τὴν καῦσιν ὀξυγόνου. Ἡ παραγομένη ἐντὸς αὐτοῦ ἀπαραίτητος ποσότης ἀερίων ἔχερχεται καὶ κινεῖται πρὸς τὰ ὅπίσω τὸ ὅλον δὲ ὁχημα, ὡς ἐκ τῆς ἀρχῆς τῆς ἀντιδράσεως, προωθεῖται πρὸς τὴν ἀντίθετον φοράν. Τὸ παραγόμενον ἀέριον εύρισκεται ὑπὸ ὑψηλὴν θερμοκρασίαν καὶ πίεσιν, οὕτω δέ, ἔξερχόμενον, ὑφίσταται ἐκτόνωσιν πρὸς μίαν διεύθυνσιν, δίδον κίνησιν εἰς τὸ ὁχημα, ἀκριβῶς, πρὸς τὴν ἀντίθετον κατεύθυνσιν.

γ'. Ἡ τεχνικὴ τῶν πυραύλων ἐν προκειμένῳ ἔχει προχωρήσει ἔξαιρετικὰ καὶ συνεχῶς ἔξελισσεται. Προτιμῶνται ἐν γένει τὰ ὑγρὰ καύσιμα, διότι ἡ ρύθμισις τῆς καύσεως τῶν εἶναι εὐκολωτέρα. Εἰς μερικὰς περιπτώσεις, προστίθεται εἰς τὸ καύσιμον καὶ ποσότης ἀδρανοῦς ἀερίου, διὰ νὰ μὴν ἔχωμεν ὑψηλὰς θερμοκρασίας.

Εἰς μίαν κανονικὴν χημικὴν ἀντιδρασιν ἡ ἐλεύθερουμένη ἐνέργεια εἶναι δλίγη, ἐν συγκρίσει μὲ τὸ βάρος τῆς καυσίμου ὑλης. Διὰ νὰ ἐπιτύχωμεν π.χ. καῦσιν 273 gr ἀνθρακος, ἀπαιτοῦνται 727 gr ὀξυγόνου, δόποτε παράγεται ἐνέργεια 2,64 κιλοβατωρίων. Διὰ νὰ προωθήσωμεν εἰς τὸ διάστημα ἐνα κιλὸν ὑλης, ἀπαιτοῦνται 6,56 kgr μίγματος ἀνθρακος καὶ ὀξυγόνου. «Υπάρχει ἐνταῦθα δυνατότης χρησιμοποιήσεως ἀτόμων διαφόρων στοιχείων, τὰ ὅποια εύρισκονται ὑπὸ ειδικὴν χημικὴν κατάστασιν.

δ'. Ιδεώδης λύσις, ἐν προκειμένῳ, θὰ ἥτο ἡ χρησιμοποίησις τῆς ἀτομικῆς ἐνέργειας. Θὰ εἴχομεν ἐλάχιστον βάρος καυσίμου ὑλης, ἐν σχέσει μὲ τὴν παραγομένην ἐνέργειαν. Δὲν δυνάμεθα ὅμως ἀκόμη νὰ προχωρήσωμεν εἰς τὴν λύσιν αὐτήν, διὰ δύο λόγους. Πρῶτον, διότι τὸ βάρος τοῦ ἀτομικοῦ ἀντιδραστῆρος θὰ ἥτο τεράστιον· καὶ δεύτερον, διότι δὲν εἶναι εὐκολον νὰ μετατρέψωμεν τὴν παραγομένην ἀτομικὴν ἐνέργειαν εἰς κινητικὴν ἐνέργειαν (ἐπιτάχυνσιν).

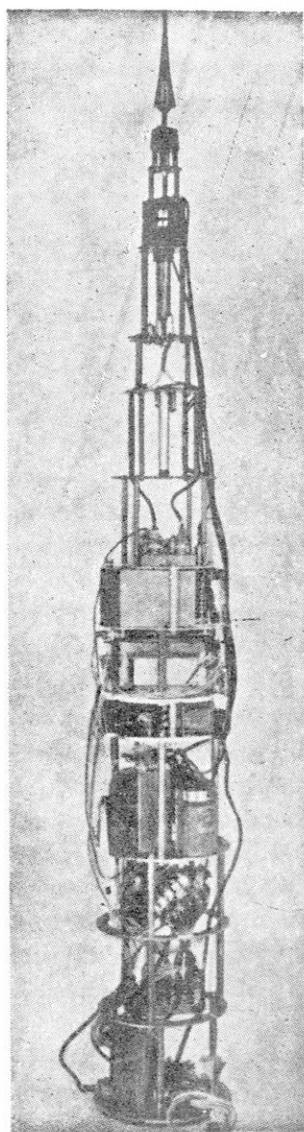
Παραδείγματα παραγωγής ένεργειας.

Καύσιμος ύλη	1 kgr καυσίμου δίδει ένέργειαν:	Απαιτούμενον ποσόν καυσίμων, διά 17,4 kιλοβατώρια.
Οινόπνευμα + δξυγόνον	2,43 Κιλοβατώρια	7,2 kgr
Βενζίνη + δξυγόνον	2,60 »	6,7 »
Ναφθαλίνη + δξυγόνον	2,80 »	6,2 »
ύδρογόνον + δξυγόνον	3,21 »	5,4 »
Μεθάνιον + δξυγόνον	2,78 »	6,3 »
Νιτρογλυκερίνη	1,73 »	10,3 »
Τροτύλη	1,10 »	15,8 »
Μαύρη πυρίτις	0,77 »	22,6 »
Σχάσις ούρανίου	2.10 ⁷ κιλοβατώρια	0,87 mgm
Μεταστοιχ. Η εις He	2.10 ⁸ »	0,09 »

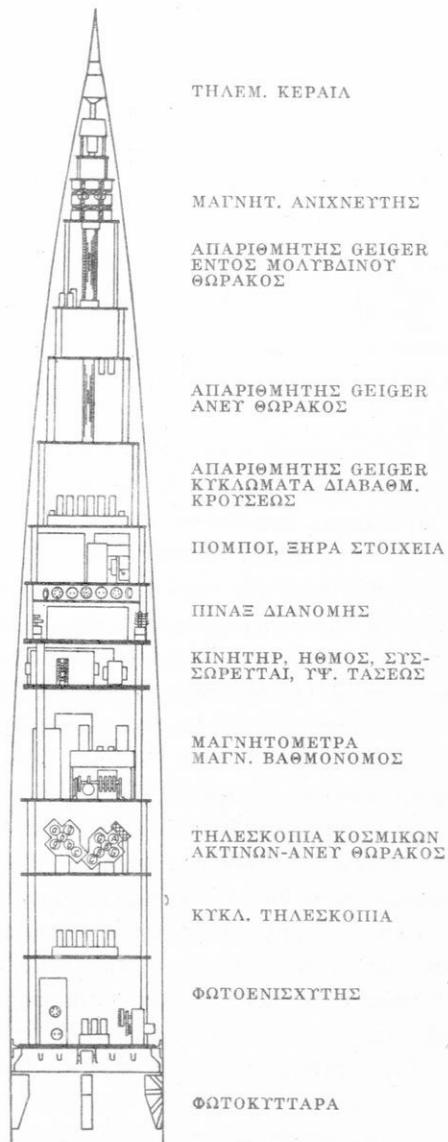
ε'. Έχουν κατασκευασθή διαφόρων τύπων πύραυλοι. "Ενας έξι αύτῶν είναι ό πύραυλος Aerobee - 11 (εἰκ.52), ό όποιος είχεν ως σκοπὸν τὴν ἔρευναν τῆς ἀνωτέρας ἀτμοσφαίρας τῆς γῆς, δι' εἰδικῶν δργάνων, τὰ όποια ἔφερεν ἐντὸς αὐτοῦ. Ἐτερος τύπος πυραύλου είναι ό Ζεύς C, ό όποιος ἀποτελεῖται ἀπὸ τρεῖς δρόφους, προορίζεται δέ, δι' ἐκτοξεύσεις δορυφόρων καὶ τοποθέτησιν τούτων ἐπὶ τροχιᾶς πέριξ τῆς γῆς. Τελευταῖος τύπος είναι ό πύραυλος «Κρόνος V» (εἰκ. 56), διὰ τοῦ όποιού ἔχετοξεύθησαν τὰ διαστημόπλοια τοῦ προγράμματος «Ἀπόλλων». Ο πύραυλος Κρόνος V δύναται νὰ ἐκτοξεύσῃ εἰς τὸ διάστημα βάρος 100 τόνων.

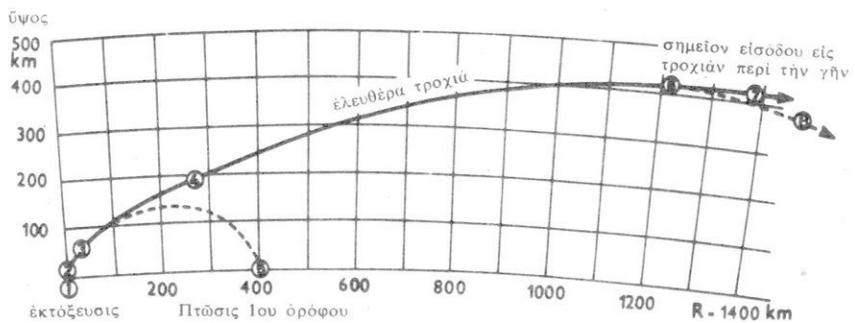
170. Τοποθέτησις δορυφόρου ἐπὶ τροχιᾶς. α'. Ἐπειδὴ ἡ γῆ περιστρέφεται περὶ τὸν ἄξονά της ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς, ἡ ἐκτόξευσις τῶν δορυφόρων γίνεται κατὰ τὴν ίδιαν διεύθυνσιν. Γίνεται δὲ τοῦτο, διὰ νὰ ἐκμεταλλευθῶμεν καὶ τὴν ταχύτητα περιστροφῆς τῆς γῆς εἰς τὴν προώθησιν τοῦ πυραύλου. Εἰς τὸν Ισημερινόν, ἡ ἐφαπτομενικὴ ταχύτης περιστροφῆς τῆς γῆς είναι 465 m/sec· εἰς γεωγραφικὸν πλάτος 30° γίνεται 402 m/sec καὶ εἰς πλάτος 45° είναι 328 m/sec.

β'. Ή ἐκτόξευσις γίνεται κατ' ἀρχὰς κατακορύφως (σχ. 54, θέσις 1) ἀλλὰ συντόμως, δι' εἰδικοῦ μηχανισμοῦ, λαμβάνει ό πύραυλος κλίσιν ως πρὸς τὸ δριζόντιον ἐπίπεδον (θέσις 2) καί, συνε-



Εἰκ. 52. 'Ο πύραυλος Aerobee-A-11. Τὸ παραπλέυρως διάγραμμα δεικνύει τὰς θέσεις τῶν δργάνων μετρήσεως τῆς κοσμικῆς ἀκτινοβολίας, τοῦ γηίνου μαγνητικοῦ πεδίου κλπ.





Σχ. 54.

χῶς ἀνυψούμενος, φθάνει εἰς τὸ σημεῖον, εἰς τὸ δόποιον θὰ τοποθετηθῇ εἰς τροχιάν, κυκλικήν ἡ ἐλλειπτικήν (θέσις 6). Τοῦτο ὑπολογίζεται ἐκ προτέρου, ἀναλόγως τοῦ προγράμματος, τὸ δόποιον ἔχει νὰ ἐκτελέσῃ ὁ δορυφόρος. Κανονίζεται τὸ ὑψος καὶ ἀναλόγως αὐτοῦ καὶ τῆς διευθύνσεως τῆς τροχιᾶς, ρυθμίζεται ἡ ταχύτης τοῦ δορυφόρου, ὥστε νὰ τοποθετηθῇ εἰς τὴν προύπολογισθεῖσαν τροχιάν.

Μετὰ τὴν καῦσιν (2 - 3 λεπτὰ μετὰ τὴν ἐκτόξευσιν) τοῦ πρώτου ὄρόφου τοῦ πυραύλου (Σχ. 54, θέσις 3), ἀποχωρίζεται οὗτος τοῦ ὑπολοίπου ὀχήματος καὶ πίπτει εἰς τὴν γῆν (θέσις 5), ἐνῷ συγχρόνως, πυροδοτεῖται ὁ δεύτερος ὄροφος. Μετὰ τὴν καῦσιν καὶ τοῦ ὄρόφου τούτου (διαρκείας 4 - 5 λεπτῶν), τὸ ὑπόλοιπον ὄχημα διαγράφει τροχιάν, σχεδὸν παράλληλον πρὸς τὸν ὄριζοντα (θέσεις 4 ἕως 6). Τότε, ἀρχίζει ἡ ἐλευθέρα πτῆσις (θέσις 4) λόγω ὀδρανείας. Εἰς τὸ χρονικὸν αὐτὸν διάστημα ἐπεμβαίνουν οἱ σταθμοὶ ἐλέγχου, οἱ εύρισκόμενοι ἐπὶ τῆς γῆς, οἱ δόποιοί παρακολουθοῦν τὸ ὄχημα. Οἱ σταθμοὶ οὗτοι ἔξετάζουν, ἐὰν τὸ ὄχημα ἀνῆλθεν εἰς τὸ κανονικὸν ὑψος, μὲ τὴν κανονικὴν ταχύτητα καὶ τὴν ἐπιθυμητὴν κλίσιν ὡς πρὸς τὸν διοίζοντα.

Εἰς περίπτωσιν, κατὰ τὴν δόποιαν ὑπάρχουν ἀποκλίσεις εἰς τὴν τροχιάν, είναι δυνατὸν νὰ προσδιορισθοῦν ταχύτατα, δι’ ἡλεκτρονικῶν ὑπολογιστῶν, αἱ ἀναγκαῖαι διορθώσεις (διεύθυνσις καὶ ταχύτης) καὶ νὰ ἐκτελεσθοῦν αὗται διὰ ραδιοσημάτων, τὰ δόποια θὰ θέσουν εἰς κίνησιν ὠρισμένα πυραυλικὰ συστήματα τοῦ ὀχήματος. Ἐπειτα ἀπὸ τὰς διορθώσεις αὗτάς, ἀποχωρίζεται ὁ δεύτερος ὄροφος

καὶ πυροδοτεῖται δ τρίτος. Ὁλίγον μετὰ τὸ τέλος τῆς καύσεως καὶ αὐτοῦ, ἀκολουθεῖ δ ἀποχωρισμὸς τοῦ δορυφόρου, διὰ πυροδοτήσεως μικρῶν πυραύλων (ἐκρήξεων). Τοῦτο συμβαίνει εἰς τὸ σημεῖον τῆς εἰσόδου τοῦ δορυφόρου εἰς τροχιάν (θέσις 6) ή ὅποια συμπίπτει μὲ τὴν ἀρχὴν τῆς πρώτης περιφορᾶς. Ὁ δορυφόρος περιφέρεται πλέον κανονικῶς περὶ τὴν γῆν. Διόρθωσις τῆς τροχιᾶς του (θέσις 6 πρὸς 8) ἀπὸ τοῦδε καὶ εἰς τὸ ἔξης δύναται νὰ γίνη μόνον, ἐάν δ δορυφόρος ἔχῃ δ ἴδιος μικρούς πυραύλους μὲ κινητήρας, οἱ ὅποιοι τίθενται εἰς ἐνέργειαν, διὰ σημάτων ἐκ τῆς γῆς.

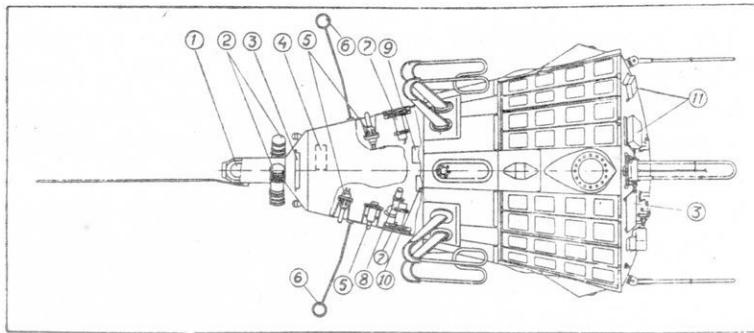
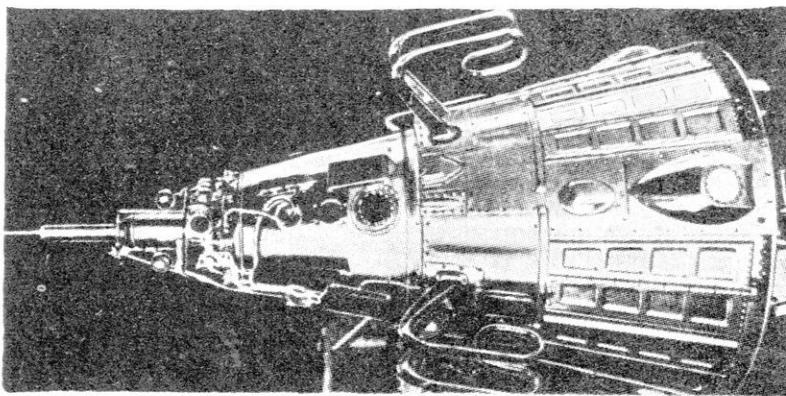
γ'. Ἡ διάρκεια ζωῆς τοῦ δορυφόρου, δηλαδὴ δ χρόνος καθ' ὃν οὗτος θὰ κινήται ἐπὶ τῆς τροχιᾶς του, ἔξαρταται κυρίως ἀπὸ τὸ ὑψος, εἰς τὸ δοποῖον περιφέρεται καὶ ἀπὸ τὴν μορφὴν τῆς τροχιᾶς του. Ἐάν κινήται πλησίον τῆς γῆς, δησοῦ ἡ ἀτμόσφαιρα εἶναι κάπως πυκνή, λόγω τῆς τριβῆς, οὗτος θὰ περιφέρεται δλονέν καὶ ἐπὶ μικροτέρας τροχιᾶς, διότι ὑπόκειται συνεχῶς εἰς βραδεῖαν «πτῶσιν», πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ πλανήτου μας. Ἐπίστης, ἐάν ἡ τροχιά του εἶναι πολὺ ἔλλειπτική καὶ πάλιν ἡ διάρκεια ζωῆς του εἶναι σχετικῶς μικρά. Συνήθως, κυμαίνεται ἀπὸ μερικούς μῆνας (Telstar 1), μέχρι 10.000 ἔτη ἡ καὶ περισσότερον (Syncom 1, Vela 1, 2 κ.λπ.), δησος προβλέπεται δι' αὐτούς.

171. "Ερευναὶ διὰ τῶν τεχνητῶν δορυφόρων. α'. Ἀπὸ τῆς 4ης Ὁκτωβρίου 1957, δοπότε ἐτέθη εἰς τροχιάν δ δορυφόρος Sputnik I, μέχρι σήμερον (1969), ἔχουν ἔκτοςευθῆ πολλαὶ ἐκαποντάδες τεχνητῶν δορυφόρων, μὲ σκοπὸν τὴν ἐκτέλεσιν εἰδικῶν ἐπιστημονικῶν προγραμμάτων.

Ο Sputnik I ἐμέτρησε τὴν θερμοκρασίαν καὶ τὴν ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν, ἀπὸ τοῦ ὑψους τῶν 80 km καὶ ἄνω. Εύρεθη, διτὶ ἡ πυκνότης τῆς ἀτμοσφαίρας μεταβάλλεται μεταξὺ ἡμέρας καὶ νυκτὸς ἢ μὲ τὰς ἀποχὰς τοῦ ἔτους. Εἰς τὸ ὑψος τῶν 500 km ἡ πυκνότης της, κατὰ τὴν ἡμέραν, εἶναι 3 - 4 φοράς μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν πυκνότητα κατὰ τὴν νύκτα καὶ εἰς τὰ 1.500 km ἡ πυκνότης κατὰ τὴν ἡμέραν εἶναι 80 φοράς μεγαλυτέρα τῆς νυκτερινῆς πυκνότητος. Ο Sputnik I διέγραψεν ἔλλειπτικὴν τροχιάν. Εἰς τὸ περίγειόν του εἶχεν ὑψος 215 km καὶ εἰς τὸ ἀπόγειόν του 940 km. Βραδύτερον ἔξετοξεύθησαν οἱ Sputnik II καὶ III.

β'. Τὸ 1958, οἱ Explorer 1 καὶ Explorer 3 ἀνεκάλυψαν τὰς ζώνας ἀκτινοβολίας Van Allen (§ 93ε). Ἐπίστης, ἄλλοι τεχνητοὶ δορυφόροι ἐμέτρησαν διάφορα στοιχεῖα τῆς γηίνης ἀτμοσφαίρας εἰς μεγάλα ὑψη, καθώς καὶ τὰς διαφόρους ἀκτινοβολίας (ἀκτῖνας X,

ύπεριώδη άκτινοβολίαν κ.λπ.). Έμέτρησαν έπισης τους μετεωρίτας, τους κινουμένους εις τὸ διάστημα, οἱ ὅποιοι εἶναι ἀδύνατον νὰ μετρηθοῦν δι' ἄλλων ὀργάνων. Ἰδιαιτέρως, ὁ Explorer 6 (1959) ἐμέτρησε



Εἰκ. 53. 'Ο Σπούτνικ III. Εἰς τὸ διάγραμμα : 1. Μαγνητόμετρον· 2. Φωτο-ένισχυταὶ μετρήσεως τῆς ἡλιακῆς σωματιακῆς ἀκτινοβολίας· 3. Ἡλιακοὶ συσσωρευταὶ· 4. Ὁργανα ἀναγραφῆς φωτονίων εἰς τὴν κοσμικὴν ἀκτινοβολίαν· 5. Μανόμετρα ίονισμοῦ· 6. Παγίδες ίόντων· 7. Μετρηταὶ ἡλεκτροστατικῆς ροῆς (φορτίου καὶ ἐντάσεως τοῦ ἡλεκτροστατικοῦ πεδίου)· 8. Φασματόμετρον μάζης· 9. Ὁργανον ἀναγραφῆς βαρέων πυρήνων κοσμικῆς ἀκτινοβολίας· 10. Ὁργανον μετρήσεως τῆς ἐντάσεως πρωτογενοῦς κοσμικῆς ἀκτινοβολίας· 11. Μηχάνημα ἀναγραφῆς μικρομετεωριτῶν. 'Ο Σπούτνικ III περιεῖ καὶ ραδιοτηλεμετρικὰ συστήματα, μηχάνημα χρονικοῦ προγραμματισμοῦ, χημικοὺς συσσωρευτὰς κ. δ.

τὸ μαγνητικὸν πεδίον τῆς γῆς, τὰς ζώνας ἀκτινοβολίας καὶ τὴν μετάδοσιν τῆς ραδιοακτινοβολίας. Τὸ ὑψος τῆς τροχιᾶς του ἐκυμαίνετο μεταξὺ 245 km (περίγειον) καὶ 42.500 km (ἀπόγειον).

γ'. Βραδύτερον (1962), ἄλλοι δορυφόροι ἔφερον μεθ' ἑαυτῶν μικρὰ τηλεσκόπια καὶ ὅλα ἀστρονομικὰ ὅργανα, μὲ τὰ ὅποια ἔξετέλεσαν ἐνδιαφερούσας παρατηρήσεις τοῦ ἡλίου, διότι ἐκεῖ ὑψηλὰ δὲν ἐμποδίζει εἰς τοῦτο ἡ ἀτμόσφαιρα τῆς γῆς. Αὐτοὶ οἱ δορυφόροι ὠνομάσθησαν «τροχιακὰ ἡλιακὰ παρατηρήρια», ἔτεροι δὲ ἔξετέλεσαν παρατηρήσεις τῶν ἀστέρων.

δ'. Ἐπίσης, οἱ δορυφόροι μὲ τὰ ὄνόματα Τίρος καὶ Nimbus ἐστάλησαν μὲ εἰδικὸν πρόγραμμα μελέτης τῆς ἀτμοσφαίρας, τὸ ὅποιον ἀνεφέρετο εἰς τὴν πρόγνωσιν τοῦ καιροῦ. Μερικοὶ δορυφόροι διατρέχουν τὸν πλανήτην μας παραλλήλως πρὸς τὸν ἴσημερινόν, ἄλλοι δὲ διέρχονται διὰ τῶν δύο πόλων, διὰ νὰ γίνεται μελέτη ὀλοκλήρου τῆς ἀτμοσφαίρας. Αὐτοὶ εἶναι οἱ μετεωρολογικοὶ δορυφόροι. Ο Τίρος 7 ἔστειλε πλέον τῶν 250.000 φωτογραφιῶν νεφῶν, ἐκ τῶν ὅποιων 199.000 ἔχρησιμοποιήθησαν ὑπὸ τῆς ἐπιστήμης. Κατὰ τὰ ἔτη 1962 καὶ 1963, μὲ τὴν βοήθειαν τῶν μετεωρολογικῶν δορυφόρων, ἀνεκαλύφθησαν καὶ ἐνετοπίσθησαν 827 κυκλῶνες καὶ ἐπετεύχθη ἡ διάσωσις χιλιάδων ἀνθρώπων, κυρίως εἰς τοὺς ὥκεανούς.

ε'. Ἐχομεν ἀκόμη καὶ τοὺς τηλεπικοινωνιακούς δορυφόρους, οἱ ὅποιοι χρησιμοποιοῦνται εὔρεως διὰ τὴν εὔκολον καὶ ταχυτάτην ἀναμετάδοσιν εἰδήσεων μεταξὺ τῶν ἡπείρων, ραδιοφωνικῶν προγραμμάτων, καθὼς καὶ προγραμμάτων τηλεοράσεως. Ο Courier I B (1960) — ζωῆς 1.000 ἔτῶν — εἶναι ὁ πρῶτος τηλεπικοινωνιακὸς δορυφόρος, ὁ ὅποιος διὰ διαφήρων διόδων (καναλιῶν), δύναται νὰ μεταβιβάζῃ μέχρι 68.000 λέξεις κατὰ λεπτόν. Εἰς εὔρειαν χρῆσιν εἶναι καὶ οἱ Telstar, εἰδικοὶ διὰ διηπειρωτικὰς μεταβιβάσεις προγραμμάτων τηλεοράσεως καὶ τηλεφωνικῆς ἐπικοινωνίας.

στ'. Ἐξ ἄλλου, οἱ αυτιλιακοὶ δορυφόροι προσδιορίζουν μὲ ἀκρίβειαν τὴν θέσιν τῶν πλοίων ἐπὶ τῶν ὥκεανῶν καὶ τὰ διευκολύνουν εἰς τὴν ἐκτέλεσιν τῶν δρομολογίων των, κατὰ τὸν συντομώτερον καὶ ἀσφαλέστερον τρόπον. Οἱ γεωδαιτικοὶ δορυφόροι μελετοῦν τὸ ἀκριβὲς σχῆμα τῆς γῆς, ἄλλοι δὲ χρησιμοποιοῦνται ἀκόμη καὶ διὰ τὴν ἀνίχνευσιν κοιτασμάτων πετρελαίου, μετάλλων ἢ καὶ θαλασσίου πλούτου.

172. Ἐξέδραι τοῦ διαστήματος. α'. Εἰς τὸ πρόγραμμα ἔρευνῶν τοῦ διαστήματος περιλαμβάνεται καὶ ἡ κατασκευὴ μονίμου ἔξεδρας, κινουμένης περὶ τὴν γῆν. Ἀπὸ πολλῶν ἐτῶν δὲ W. von Braun ἔχεπόνησε τὰ σχέδια ἔξεδρας, ἡ δόποια θὰ περιφέρεται διαρκῶς πέριξ τῆς γῆς, εἰς μίαν ἀπόστασιν 1.000 km ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς. Ὡς πρὸς τὸν σκοπὸν τῆς κατασκευῆς της, δὲ W. von Braun λέγει τὰ ἔξῆς: «Ο Σταθμὸς τοῦ διαστήματος (ἔξεδρα τοῦ διαστήματος), μὲ δῆλας τὰς δυνατότητάς του διὰ τὴν ἔρευναν τοῦ διαστήματος, διὰ τὴν ἐπιστημονικὴν πρόσοδον, ἀλλὰ καὶ διὰ τὴν διατήρησιν τῆς εἰρήνης (ἡ διὰ τὸν ἔξαφανισμὸν τοῦ πολιτισμοῦ μας), δύναται νὰ κατασκευασθῇ. Διὰ πολλοὺς λόγους, ἡ κατασκευὴ τοῦ Σταθμοῦ αὐτοῦ εἶναι ἀναπόφευκτος ἀνάγκη, οὐχὶ δὲ δλιγώτερον λόγω τῆς ἀκόρεστου περιεργείας τοῦ ἀνθρώπου, ὁ δόποιος κάποτε (εἰς τὸ παρελθόν), ὧδηγήθη εἰς τὴν θάλασσαν καὶ ἀκολούθως εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν. . . Ἐάν δὲ Σταθμὸς οὗτος δὲν γίνη μὲ τὸν σκοπὸν τῆς διατηρήσεως τῆς εἰρήνης, τότε θὰ πραγματοποιηθῇ δι' ἀλλούς λόγους, δῆπος εἶναι δὲ ἀφανισμός».

Εἰς τὴν ἔξεδραν αὐτὴν ὑπολογίζεται, διὰ τὰ ὑπάρχουν χῶροι διὰ τὴν συνεχῆ διαμονὴν 20 ἡ καὶ περισσοτέρων ἀτόμων, τὰ δόποια θὰ ἐκτελοῦν ωρισμένα προγράμματα ἔρευνης. Θὰ ἐγκατασταθῇ εἰς αὐτὴν καὶ εἰδικὸν ἀστεροσκοπεῖον. Δύνανται δῆμοις αἱ ἔξεδραι νὰ παρακολουθοῦν καὶ νὰ ἐλέγχουν, ἵσως δὲ καὶ νὰ κατευθύνουν διαφόρους ἐνεργείας τοῦ ἀνθρώπου, ἐπὶ τοῦ πλανήτου μας.

β'. Αἱ ἔξεδραι τοῦ διαστήματος θὰ ἔχουν καὶ ἔναν ἄλλον σκοπόν. Θὰ δύνανται νὰ χρησιμοποιοῦνται καὶ ὡς πεδία, ἀπὸ τὰ δόποια θὰ ἐκκινοῦν διαστημόπλοιοι διὰ τὸν πέραν τῆς γῆς χῶρον. Ἡ ἀπὸ τοῦ πεδίου τῆς ἔξεδρας ἐκτόξευσις θὰ εἴναι πολὺ εὔκολωτέρα, διότι, πρακτικῶς δὲν θὰ ὑπάρχῃ τὸ ἐμπόδιον τῆς ἀντιστάσεως τῆς ἀτμοσφαίρας.

Ἡ μεταφορά τῶν μερῶν τῶν διαστημοπλοίων καὶ τῶν ἔξαρτημάτων των, καθὼς ἐπίσης καὶ τῶν τεχνητῶν ἐκ τῆς γῆς εἰς τὴν ἔξεδραν (ἡ δῆλη δηλαδῆ ἐπικοινωνία γῆς - ἔξεδρας) θὰ εἴναι εὐκολωτάτη καὶ ταχυτάτη, μὲ τὴν βοήθειαν εἰδικῶν πυραύλων - δορυφόρων, οἱ δόποιοι θὰ ἀποτελοῦν ἓνα εἰδος Ferry - Boat (Φέρρυ - Μπόστ). Ἄλλα καὶ ἡ συναρμολόγησις τῶν διαστημοπλοίων θὰ γίνεται ἐπὶ τῆς ἔξεδρας.

γ'. Ἡ ἔξεδρα τοῦ διαστήματος θὰ κατασκευασθῇ εἰς τὴν γῆν καὶ ἡ μεταφορὰ τῶν μερῶν τῆς γῆς διὰ τεχνητῶν δορυφόρων, οἱ δόποιοι θὰ συναντηθοῦν εἰς τὸ ὑψος τῶν 1000 km καὶ θὰ ἔνωθοῦν. Δηλαδῆ, τὰ μέρη τῆς ἔξεδρας θὰ είναι ἐπὶ μέρους δορυφόροι, οἱ δόποιοι θὰ ἔχουν τοιαύτην κατασκευὴν, ωστε, κατὰ τὴν συνάντησίν των εἰς τὸ διάστημα, νὰ δύνανται νὰ συναρμολογηθοῦν μεταξὺ των καὶ περισσότεροι τῶν δύο μαζὶ νὰ ἀποτελέσουν αὐτὴν ταύτην τὴν ἔξεδραν. Ταύτοχρόνως θὰ μεταφέρωνται καὶ οἱ ἐπιστήμονες, τεχνικοὶ ἡ καὶ ἀλλοί εἰδικοί, διὰ τὴν ἀποστολὴν αὐτὴν. Ὁ V. Braun εἶχεν ὑπολογίσει, ἀρχικῶς, τὰ ἔξοδα τῆς κατασκευῆς της εἰς 4 δισεκατομμύρια δοllάρια.

173. Διαστημόπλοια. Α'. Γενικά. **α'.** Εἰς τὸ εύρυτερον πρόγραμμα ἔρευνης τοῦ διαστήματος, περιλαμβάνεται καὶ ἡ ἀποστολὴ

διαστημοπλοίων εἰς τὸν πέραν τοῦ πεδίου ἔλξεως τῆς γῆς χῶρον, ἡ δόποια ἥδη μερικῶς ἔχει πραγματοποιηθῆ.

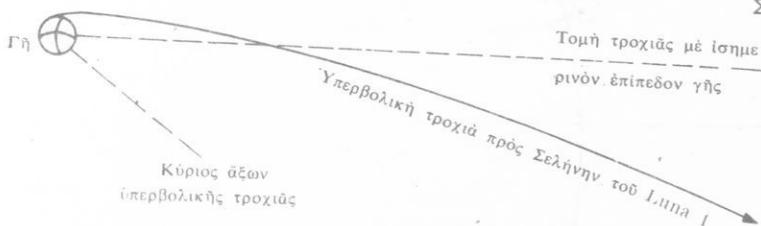
Τὰ διαστημόπλοια ἔχουν σκοπὸν νὰ ἐρευνήσουν: α) Τὸν χῶρον, ὁ δόποιος ὑπάρχει μεταξύ γῆς, σελήνης, πλανητῶν καὶ τοῦ ἥλιου καὶ β) τὰ ἄλλα οὐράνια σώματα, ὅπως εἰναι ἡ σελήνη, ἡ Ἀφροδίτη, δὲ Ἀρης καὶ οἱ ἄλλοι πλανῆται.

β'. Εἰς τὴν ἐπιτυχίαν ἀποστολῆς διαστημοπλοίων εἰς τὸ διάστημα συνετέλεσαν πρωτίστως δύο παράγοντες. Ἡ τεχνικὴ ἐπιστήμη, μὲ τὴν βοήθειαν τῆς δόποιας ἐσχεδιάσθησαν καὶ κατεσκεύασθησαν ἴσχυροὶ πύραυλοι ἐκτοξεύσεως μεγάλων μαζῶν, εἰδικαὶ διαστημοσυσκευαὶ μὲ ἄρτιον ἔξοπλισμὸν καὶ ἔξαρτεα ἡλεκτρονικὰ συστήματα παρακολουθήσεως καὶ ἐλέγχου τῶν διαστημικῶν πτήσεων ἀλλὰ καὶ ἡ μαθηματικὴ ἐπιστήμη, διότι ἔλυσε πολλὰ καὶ δύσκολα προβλήματα, σχετικὰ μὲ τὴν εὑρεσιν τῶν τροχιῶν, τὰς δόποιας ἐπρεπε νὰ ἀκολουθήσουν τὰ διαστημόπλοια.

γ'. Τὸ πρῶτον διαστημόπλοιον, τὸ δόποιον ἔξετοξεύθη μὲ τὸν σκοπὸν νὰ καταστῇ τεχνητὸς πλανῆτης, ἥτο τὸ ρωστικὸν Luna 1 (2-1-1959). Διῆλθε πλησίον τῆς σελήνης καὶ διετήρησεν ἐπαφὴν μὲ τὴν γῆν, μέχρι τῆς ἀποστάσεως τῶν 6.000.000 km. Ἦκολούθησεν ὑπερβολικὴν τροχιάν (σχ. 55). Τοῦ ἐδόθη ταχύτης 13 km/sec, ἥτοι 1,8 km/sec μεγαλυτέρα τῆς ταχύτητος διαφυγῆς. Τὴν 3-3-1959 ἔξετοξεύθη ὑπὸ τῶν Ἀμερικανῶν ὁ τεχνητὸς πλανῆτης Pioneer 4, δὲ δόποιος διῆλθεν εἰς ἀπόστασιν 60.000 km ἀπὸ τῆς σελήνης καὶ ἥτο εἰς τηλεπικοινωνίαν μὲ τὴν γῆν μέχρις ἀποστάσεως 650.000 km.

Β' Διαστημόπλοια πρὸς τὴν σελήνην καὶ δορυφόροι τῆς σελήνης.
α'. Τὸ πρῶτον διαστημόπλοιον, τὸ δόποιον ἔφθασεν εἰς τὴν σελήνην, ἐπροχώρησεν πέραν αὐτῆς καὶ ἦκολούθησεν ἐλλειπτικὴν τροχιάν, ἐπλησίασεν δὲ ἐκ νέου τὸν πλανῆτην μας, εἰναι ὁ Luna 3. Ανεχώ-

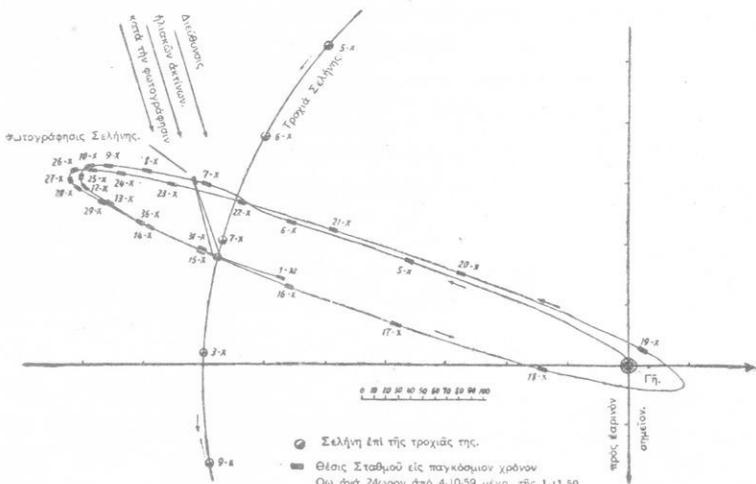
Σχ. 55.



ρησεν ἐκ τῆς γῆς τὴν 4-10-1959. Τὴν 6ην πρὸς 7ην Ὁκτωβρίου εύρισκετο ὅπισθεν τῆς σελήνης (σχ. 56) ἔλαβεν, ἐξ ἀποστάσεως 60.000 km, πολλὰς φωτογραφίας τῆς ἀօράτου πλευρᾶς της, ἡ δόπια τότε ἐφωτίζετο ὑπὸ τοῦ ἥλιου καὶ τὰς ἀπέστειλεν εἰς τὴν γῆν. 'Ο Luna 3 ἔπειτα κατεστράφη.

β'. Τὸ διαστημόπλοιον Ranger, τὸν Αὔγουστον τοῦ 1964, κατηυθύνθη πρὸς τὴν σελήνην (σχ. 57), μὲ τὸν σκοπὸν νὰ λάβῃ καὶ ἀποστείλῃ εἰς τὴν γῆν φωτογραφίας τῆς ἐπιφανείας τοῦ δορυφόρου μας. 'Ο Ranger 7 (ὅπως μετ' ὀλίγον καὶ οἱ Ranger 8 καὶ Ranger 9) εἶχεν ἐφόδιασθῆ μὲ τρεῖς θαλάμους τηλεοράσεως, ἀνοίγματος 38 mm καὶ ἐστιακῆς ἀποστάσεως 76 mm, ὅπως καὶ μὲ τρεῖς ἄλλας, ἐστιακῆς ἀποστάσεως 25 mm καὶ ἀνοίγματος 25 mm. Οἱ ὀπτικοὶ ἄξονες τῶν μηχανῶν εἶχον πολύπλοκα 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, ληφθεισῶν διὰ τῶν Ranger 8 καὶ Ranger 9, ἀπεδείχθη, ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τῆς σελήνης δὲν καλύπτεται, τούλαχιστον διλικῶς, ὑπὸ σκόνης, ὅπως ἐπιστεύετο.

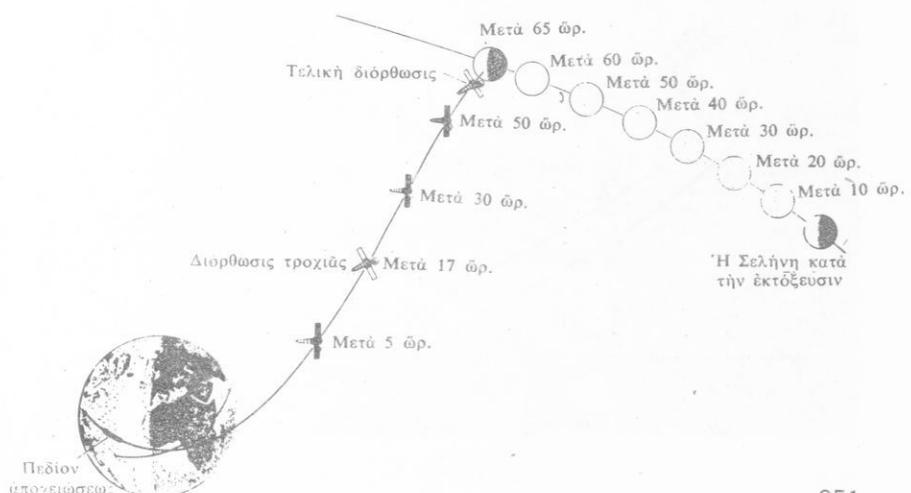
Σχ. 56. Τροχιά τοῦ Luna 3 ἀπὸ 4ης Ὁκτωβρίου ἕως 1ης Νοεμβρίου 1959.



γ'. Τὸ ἔτος 1966 προσεδαφίσθησαν ὅμαλῶς ἐπὶ τοῦ «ώκεανοῦ τῶν καταιγίδων» δ Luna 9 τῶν Ρώσσων καὶ δ Surveyor 1 (Σερβέϋορ) τῶν Ἀμερικανῶν. Ἐλαβον χιλιάδας φωτογραφιῶν τῆς ἐπιφανείας τῆς σελήνης, τῶν ἀνωμαλιῶν καὶ τῶν ὄρέων τῶν περιοχῶν εἰς τὰς ὁποίας προσεδαφίσθησαν καὶ τὰς ἀπέστειλαν εἰς τὴν γῆν. Ἐφωτογράφησαν κόκκους κένεως, διαμέτρου 0,5 μμ μέχρι βράχων 0,5 km. Ἐξ αὐτῶν ἐπληροφορήθημεν, ὅτι τὸ σεληνιακὸν ἔδαφος δὲν εἶναι πορώδες, 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, συνεπείᾳ παρεμβολῆς ἔμπροσθεν αὐτοῦ, ὅχι τοῦ δίσκου τῆς σελήνης (ὅπως συμβαίνει εἰς τὰς ἥλιακὰς ἐκλείψεις, τὰς παρατηρουμένας ἐκ τῆς γῆς), ἀλλὰ τοῦ πλανήτου μας.

δ'. Ἡ μελέτη τῆς σεληνιακῆς ἐπιφανείας συνεπληρώθη τὰ ἔτη 1966 - 1968, τὰ μέγιστα, μὲ τὴν βοήθειαν τῶν τεχνητῶν δορυφόρων τῆς σελήνης. Οἱ δορυφόροι οὗτοι, περιφερόμενοι περὶ τὴν σελήνην, ἐλαβον ἀπὸ ὕψους 360 km - 1.000 km φωτογραφίας τῆς ἐπιφανείας της, τοῦ ὄρατοῦ καὶ ἀօράτου ἡμισφαιρίου καὶ τὰς ἀπέστειλαν εἰς τὴν γῆν. Οὕτως, ἔγινε πλήρης τοπογραφικὸς χάρτης τοῦ δορυφόρου μας. Ἐ-

Σχ. 57. Διαδοχικαὶ θέσεις τοῦ Ranger καὶ τῆς σελήνης μέχρι τῆς συναντήσεώς των.



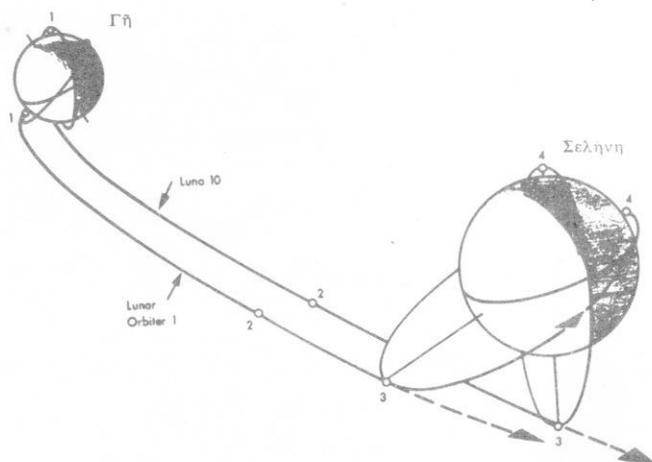
μελέτησαν άκόμη τὸ μαγνητικὸν πεδίον τῆς σελήνης, τὴν πυκνότητα τῶν μετεωριῶν, καθὼς καὶ διαφόρους ἀκτινοβολίας περὶ τὴν σελήνην.

ε'. 'Ο Lunar Orbiter ἐπέτυχε νὰ φωτογραφήσῃ τὴν γῆν ἐκ τῆς ἀποστάσεως τῆς σελήνης. Εἶναι ἡ πρώτη φωτογραφία τοῦ πλανήτου μας, ληφθεῖσα ἐκ σταθμοῦ εύρισκομένου ἐκτὸς τῆς γῆς καὶ μάλιστα εἰς τὴν ἀπόστασιν τῶν 380.000 km.

Τότε πρόβλημα δύσκολον νὰ τεθοῦν οἱ δορυφόροι οὗτοι εἰς τροχιὰν περὶ τὴν σελήνην, ἀλλ᾽ ἐπετεύχθη τοῦτο, τόσον ὑπὸ τῶν Ἀμερικανῶν μὲ τοὺς Lunar Orbiter, 1, 2 καὶ 3, ὅσον καὶ ὑπὸ τῶν Ρώσων μὲ τοὺς Luna 10, 11 καὶ 12.

Προκειμένου νὰ τοποθετηθοῦν οἱ δορυφόροι αὐτοὶ εἰς τροχιὰν πέριξ τῆς σελήνης, ἡκολούθησαν τὴν ἔξῆς πορείαν. Ἀφοῦ πρῶτον περιεφέρθησαν περὶ τὴν γῆν, ἔξηλθον τῶν γηίνων τροχιῶν των διὰ τῆς λειτουργίας εἰδικῶν πυραύλων καὶ ἡκολούθησαν ὑπερβολικὰς τροχιὰς (σχ. 58). "Οταν ὅμως ἐπλησίασαν τὴν σελήνην, κατόπιν ὥρισμένων χειρισμῶν, γενομένων αὐτομάτως ἀπὸ τὴν γῆν, ἐτέθησαν εἰς ἐλλειπτικὰς τροχιὰς περὶ τὴν σελήνην. Εἰς τὰς τροχιὰς αὐτὰς ἡ σελήνη εὐρίσκετο εἰς τὴν μίαν τῶν ἐστιῶν τῆς ἐλλείψεως, ἐφ' ὅσον αὗτη ἦτο τὸ κύριον ἐλκον σῶμα.

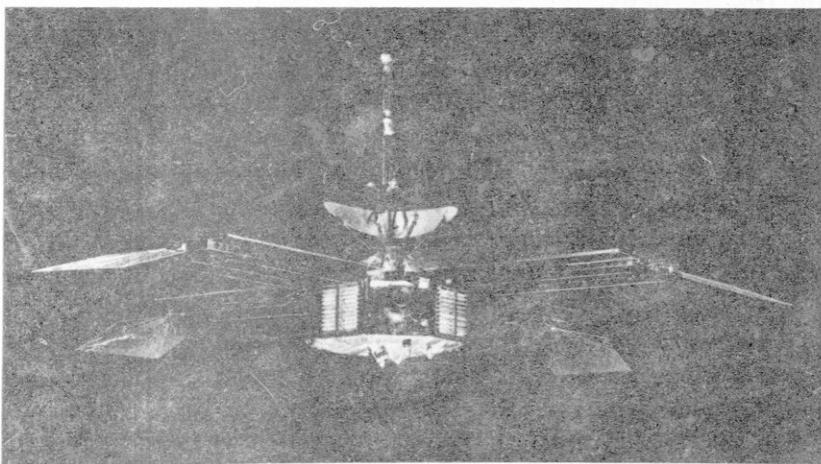
Σχ. 58. Τροχιαὶ τοῦ Luna 10 καὶ τοῦ Lunar Orbiter 1.

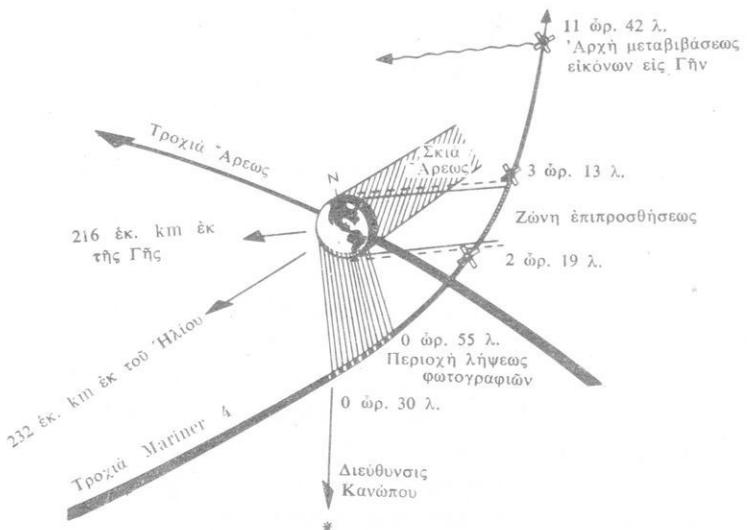


Γ'. Διαστημόπλοια πρὸς τοὺς πλανήτας. α'. Τὸν Αὔγουστον τοῦ 1962 οἱ Ἀμερικανοὶ ἔξιτόξευσαν ἐπιτυχῶς τὸν Mariner 2, μὲ τὸν σκοπὸν νὰ πλησιάσῃ τὸν πλανήτην Ἀφροδίτη. Πρὸς τοῦτο, ἐτέθη οὕτος εἰς προϋπολογισθεῖσαν τροχιάν περὶ τὸν ἥλιον. "Ἐγινε δηλαδὴ τεχνητὸς πλανήτης. Ἄλλ' ὑπελογίσθη νὰ διαγράψῃ τροχιάν τοι-αύτην, ὥστε τὸ ἐπίπεδόν της νὰ εύρισκεται ἐγγύς τοῦ ἐπιπέδου τρο-χιᾶς τῆς Ἀφροδίτης καὶ ἡ ἐκτόξευσις ἔγινεν εἰς τοιοῦτον χρόνον, ὥστε νὰ συμπέσῃ νὰ διέρχωνται ταυτοχρόνως ἀμφότεροι οἱ πλανῆ-ται — Ἀφροδίτη καὶ Mariner 2 — ἀπὸ τὸ ἐγγύτερον σημεῖον τῆς τροχιᾶς των, διὰ νὰ ἔχουν τὴν πλησιεστέραν ἀπόστασιν.

Ο Mariner 2 εἶχε βάρος 200 kgf καὶ κατόπιν ταξιδίου $3\frac{1}{2}$ μηνῶν, διῆλθεν εἰς ἀπόστασιν 33.000 km ἀπὸ τὴν Ἀφροδίτην, τὴν 14ην Δεκεμβρίου 1962. Κατὰ τὴν διαδρομήν του, διορθώθη ἡ πορεία του ἐκ τῶν ἐπιγείων σταθμῶν. Περίπου 100 ὥρας προτοῦ φθάσῃ εἰς τὴν μικροτέραν ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς Ἀφροδίτης, ἥρχισαν νὰ λει-τουργοῦν δύο ἀκτινόμετρα, ἵνα διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ὑπερύθρου ἀκτινοβολίας καὶ ἐτερον διὰ τὴν μέτρησιν μικροκυμάτων. Μετ' ὀλί-γον, ὁ Mariner 2 μετέδωσεν εἰς τὴν γῆν τὰς μετρήσεις τῆς θερμοκρα-σίας τῆς Ἀφροδίτης, αἱ τιμαὶ δὲ αὗται σχεδὸν συνέπιπτον μὲ τὰς γνωστὰς ἐκ τῶν ἀστρονομικῶν παρατηρήσεων.

Εἰκ. 54. 'Ο Μάρινερ 4.





Σχ. 59. Τροχιά του Μάρινερ 4, διερχομένου πλησίου του "Αρεως".

β'. Την 14ην - 15ην Ιουλίου 1965, κατόπιν ταξιδίου 228 ήμερῶν, ὁ Mariner 4, βάρους 260 kgr ἐπλησίασε τὸν "Αρην εἰς ἀπόστασιν 10.000 km (εἰκ. 54 καὶ σχ. 59) καὶ ἔλαβεν 22 φωτογραφίας τοῦ πλανήτου. Τὴν ἐποχὴν ἐκείνην ὁ "Αρης εύρισκετο εἰς ἀπόστασιν 216 ἑκατομ. km ἀπὸ τῆς γῆς καὶ 232 ἑκατομ. km ἐκ τοῦ ἥλιου. Αἱ φωτογραφίαι παρουσιάζουν δροσειράς καὶ πολλοὺς κρατήρας, παρομοίους μὲ τοὺς τῆς σελήνης. Ἐμελέτησεν ἀκόμη τὴν θερμοκρασίαν καὶ τὴν πυκνότητα τῆς ἀτμοσφαίρας τοῦ "Αρεως, καθὼς ἐπίσης καὶ τὸ μαγνητικὸν πεδίον αὐτοῦ. Κατόπιν, ἥλθεν ὅπισθεν τοῦ "Αρεως, ἐν σχέσει μὲ τὴν γῆν (σχ. 59) καὶ εἰσῆλθεν εἰς τὴν σκιὰν αὐτοῦ. Ἐπειτα ἀπὸ 348 ήμέρων, τὴν 4ην Ιανουαρίου 1966, διεκόπη ἡ τηλεπικοινωνιακὴ ἐπαφὴ μετὰ τῆς γῆς, λόγῳ τῆς μεγάλης ἀποστάσεως. Ἡ ἐπικοινωνία τοῦ Mariner 4 μετὰ τῆς γῆς ἐπανελήφθη τὸν Σεπτέμβριον 1967, ὅπότε οὗτος, διαγράφων ἐλλειπτικὴν τροχιάν περὶ τὸν ἥλιον, ἐπλησίασε καὶ πάλιν τὸν πλανήτην μας. Τὸν Οκτώβριον 1967 ἐπλησίασε τὴν "Αφροδίτην ὁ Mariner 5 καὶ ὁ Venera 4, ὁ ὅποιος ἔρριψε ἐπ' αὐτῆς εἰδικὴν ἄκατον μὲ ἐπιστημονικὰ ὅργανα.

174. Διαπλανητικά ταξίδια. α'. Ός τὸ πρῶτον ἐπηνδρωμένον διαστημόπλοιον δύναται νὰ θεωρηθῇ ὁ τεχνητὸς δορυφόρος Worstok 1 (1961), ἐπὶ τοῦ ὄποιου ἐπέβαινεν ὁ Ρῶσσος ἀστροναύτης Gagarin. Ἐξετέλεσε μίαν περιφορὰν περὶ τὴν γῆν καὶ προσεγειώθη ὅμαλῶς. Ἐπειτα ὁ Ἀμερικανὸς ἀστροναύτης Glenn ἔξετέλεσε τρεῖς περιφορᾶς περὶ τὴν γῆν καὶ προσεθαλασσώθη ὅμαλῶς, ἐπιβαίνων τοῦ διαστημοπλοίου Mercury 6 (1962).

Αἱ πέριξ τῆς γῆς ἐπηνδρωμέναι πτήσεις συνεχίσθησαν ἔκτοτε μὲ κάπως ταχὺν ρυθμόν, τῶν τοιούτων δὲ δορυφόρων ἐπέβαινον ἀργότερον δύο ἥ τρεῖς ἀστροναῦται. Μέχρι τέλους Ἰουλίου 1969 ἔγιναν 19 πτήσεις τῶν Ἀμερικανῶν καὶ 12 τῶν Ρώσσων. Τρεῖς τῶν Ἀμερικανῶν ἔγιναν περὶ τὴν σελήνην καὶ κατὰ τὴν τελευταίαν ἀπεβιβάσθησαν ἐπὶ τοῦ δορυφόρου μας δύο ἀστροναῦται. Ὁ Πίναξ III δίδει μερικὰ συγκριτικὰ στοιχεῖα ἐν προκειμένῳ.

ΠΙΝΑΞ III

Ἐπηνδρωμένοι δορυφόροι Ἀμερικῆς καὶ Ρωσσίας μέχρι τέλους Ἰουλίου 1969.

	Ἀμερικανῶν	Ρώσσων
Ἀριθμὸς ἐπηνδρωμένων πτήσεων	19	12
Ωραι παραμονῆς ἀνθρώπων εἰς τὸ διάστημα	5099	868
Πολυάνθρωποι ἀποστολαί	15	4
Περιγήναι τροχιαί	957	468
Περισελήνιοι τροχιαί	21	0
Μακροτέρα πτήσις	330 ὅρ. 35 λ. 119 ὅρ. 6 λ.	
Μακροτέρα ἀπόστασις ἐκ τῆς γῆς	381.000 km.	495 km.
Διαστημικοὶ περίπατοι	6	3
Συνενώσεις διαστημοσκαφῶν εἰς τὸ διάστημα ..	10	1
Ἄτομα βαδίζαντα εἰς ἔτερον οὐράνιον σῶμα ..	2	0

β'. Οἱ ἀστροναῦται, προκειμένου νὰ πετάξουν εἰς τὸ διάστημα, ὑποβάλλονται εἰς πολλὰς καὶ μακροχρονίους ἀσκήσεις. Ἐπιλέγονται συνήθως μεταξὺ τῶν ἐμπειροτέρων ἀεροπόρων. Δοκιμάζονται ἀπὸ ἀπόψεως διάμονῆς των εἰς κλειστὸν χῶρον, μεταβολῆς τῆς ἐπιταχύνσεως των, ψυχικῆς ἀντοχῆς των κ.λπ. Ἐπίσης ἀσκοῦνται εἰς τὴν ἀκριβῆ καὶ ταχεῖαν ἐκτέλεσιν πολλῶν καὶ λεπτῶν χειρισμῶν, ὡστε νὰ δύνανται νὰ κυβερνήσουν τὸ διαστημόπλοιον ἐπιτυχῶς καὶ νὰ ἐκτελέσουν ποικίλας παραστηρήσεις.

Εἰδικώτερον, ὡς πρὸς τὸ ζήτημα τῆς μεταβολῆς τῆς ἐπιταχύνσεως τῆς βαρύτητος, ἀσκοῦνται, ὡστε νὰ δύναται ὁ δργανισμός των νὰ ἀνθέξῃ εἰς αὔξησιν τῆς τιμῆς της κατὰ 4 - 9 φοράς ὡς πρὸς τὴν τιμὴν τοῦ g. Ἐπίσης ἔθιζονται, ὡστε νὰ

εύρισκωνται ύπο μηδενικήν τιμήν ($g = 0$) ήτοι νὰ κινοῦνται εἰς τὸ διάστημα, χωρὶς νὰ ἔχουν βάρος.

Κατὰ τὴν ἐκκίνησίν των, τὸ διαστημόπλοιον (ὅταν εύρισκεται ἡ νωμένον μετὰ τοῦ πυραύλου) ἀποκτᾷ εἰς μικρὸν χρονικὸν διάστημα (δλίγων λεπτῶν), ἐπιτάχυνσιν 5πλασίαν ἢ 9πλασίαν τῆς ἐπὶ τῆς γῆς. Οὕτω δέ, τὸ βάρος τῶν ἀστροναυτῶν αὐξάνει εἰς τὸ 9πλάσιον. "Οταν ὅμως τεθῇ τοῦτο εἰς τροχιάν, ἡ ἐπιτάχυνσις μηδενίζεται. Ἐπομένως, οἱ ἀστροναῦται περιφέρονται περὶ τὴν γῆν ἢ καὶ περὶ τὴν σελήνην, ἀνεῳγόμενοι τοιούτοις τοιούτοις τροχιάσιν. Τοῦτο συμβαίνει, διότι ἡ κεντρομόλος δύναμις ἀντισταθμίζεται, ἀνὰ πᾶσαν στιγμήν, ἀπὸ τὴν δημιουργουμένην ἀντίθετον αὐτῆς δύναμιν, τὴν φυγόκεντρον καὶ οὕτως οἱ ἀστροναῦται δὲν ἔχουν βάρος, κατὰ τὴν κυκλικὴν περὶ τὴν γῆν ἢ τὴν σελήνην περιφοράν των. Ἔαν ἡ τροχιά ἦτο αἰσθητῶς ἑλλειπτική, τότε οἱ ἀστροναῦται θά ἐκινοῦντο, ἔχοντες γ διάφορον τοῦ μηδενός. Δηλαδὴ θὰ εἶχον βάρος κυμαίνομενον. "Οταν οἱ ἀστροναῦται ἐγκαταλείψουν τὴν κυκλικὴν τοχιάν καὶ εισέλθουν εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν τῆς γῆς, πάλιν ἡ ἐπιτάχυνσις αὐξάνει καὶ τόσον, δοσον ἐλαττοῦται κατὰ τὴν ἔξοδόν των καὶ, ὅταν φθάσουν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς, ἀποκτοῦν τὸ κανονικόν των βάρος.

Τὰ μέχρι τοῦδε γενόμενα ταξίδια περὶ τὴν γῆν ἔδειξαν, διότι δ ἀνθρωπος, κατόπιν εἰδικῶν ἀσκήσεων, ἔθιζεται εἰς τὰς συνθήκας τοῦ διαστήματος εἰς χρονικὸν διάστημα 2 ἢ 3 ἔβδομάδων.

γ'. Τὸ πρόγραμμα τῶν Ἀμερικανῶν εἰς τὸν τομέα τῶν διαπλανητικῶν ταξιδίων ἐσχεδιάσθη ἀπὸ τοῦ ἔτους 1961 καὶ ἥρχισε πραγματοποιούμενον ἐν συνεχείᾳ ὡς ἀκολούθως:

1ον) Πρόγραμμα μα **«Ἐρυμῆς»** (Mercury). Κατασκευὴ καὶ ἀποστολὴ πέριξ τῆς γῆς δορυφόρων μὲν πλήρωμα ἔναν ἄνδρα. Τοῦτο ἐστέφθη ὑπὸ ἐπιτυχίας καὶ τὰ συναχθέντα συμπεράσματα ἔχρησιμοποιήθησαν διὰ τὴν πραγματοποίησιν τῶν ἐπομένων πτήσεων.

2ον) Πρόγραμμα μα **«Δισμοιοι»** (Gemini). Κατασκευὴ καὶ ἀποστολὴ πέριξ τῆς γῆς διαστημοπλοίων μὲν πλήρωμα δύο ἀστροναυτῶν. «Περίπατοι» ἀστροναυτῶν εἰς τὸ διάστημα. Συνάντησις διαστημοπλοίων εἰς τὸ διάστημα καὶ ἀποχωρισμὸς αὐτῶν. Τὸ πρόγραμμα τοῦτο ἐτελείωσε τὸ 1966.

3ον) Πρόγραμμα **«Ἀπόλλων»** (Apollo). Χρησιμοποίησις μεγαλύτερων καὶ εύρυχωροτέρων διαστημοπλοίων διὰ τρεῖς ἀστροναύτας. Κατασκευὴ μεγάλης πρωστικῆς δυνάμεως πυραύλων, διὰ τὴν τοποθέτησιν τῶν διαστημοπλοίων ἐπὶ τροχιάς. Ἐχρησιμοποιήθη δ πύραυλος **«Κρόνος V»**.

Τὸ πρόγραμμα **«Ἀπόλλων»** εἶχεν ὡς τελικὸν σκοπὸν τὴν προσεδάφισιν ἀνθρώπων ἐπὶ τῆς σελήνης. Διηρέθη εἰς διάφορα στάδια, τὰ κυριώτερα τῶν δόπιοιων είναι τὰ ἔξι:

α) **«Ἀπόλλων 7»** (Οκτώβριος 1968). Περιφορὰ τριῶν ἀστροναυτῶν περὶ τὴν γῆν δι' ἔκτελεσιν διαφόρων δοκιμῶν καὶ ἀσκήσεων.

β) **«Ἀπόλλων 8»** (Δεκέμβριος 1968). Ταξίδι τριῶν ἀστροναυτῶν εἰς τὴν σελήνην, 10 περιφοραὶ περὶ αὐτῆς (εἰς ὑψος 110 km) καὶ ἐπάνοδος εἰς τὴν γῆν. Ἡ ἀποστολὴ αὐτῇ ἐπέτυχε πλήρως. (Βλ. εἰκ. 55).



Εικ. 55. Φωτογράφια τῆς γῆς, αἰωρουμένης εἰς τὸ διάστημα, πλησίον τοῦ ὄριζοντος σεληνιακοῦ τοπείου, ληφθεῖσα ἀπό τὸν Ἀπόλλωνα 8.

γ) «'Α πόλλων 9» (Μάρτιος 1969). Περιφορά τριών άστροναυτῶν περὶ τὴν γῆν. Ἐπιβίβασις τῶν δύο ἐπὶ τῆς «σεληνακάτου», ἀνέχαρτης περιφορά των περὶ τὴν γῆν ἐντὸς τῆς «σεληνακάτου», ἐπάνοδός των εἰς τὸ κύριον διαστημόπλοιον καὶ ἐπιστροφὴ καὶ τῶν τριῶν εἰς τὴν γῆν. Καὶ ἡ ἀποστολὴ αὕτη ἐπέτυχε. ὜γιναν αἱ ἀναγκαιοῦσσαι γενικαὶ δοκιμαὶ διὰ τὰς ἐπομένας ἀποστολάς.

δ) «'Α πόλλων 10» (Μάϊος 1969). Ἀποστολὴ τριῶν άστροναυτῶν εἰς τὴν σελήνην καὶ περιφορά των περὶ αὔτην, εἰς ὑψος 120 km. Ἐν συνεχείᾳ ἀποχωρισμὸς «σεληνακάτου» μετὰ δύο άστροναυτῶν καὶ κάθιδός της μέχρις ὕψους 15 km. Ἐπάνοδός των εἰς τὸ κύριον διαστημόπλοιον καὶ δῖλων εἰς τὴν γῆν.

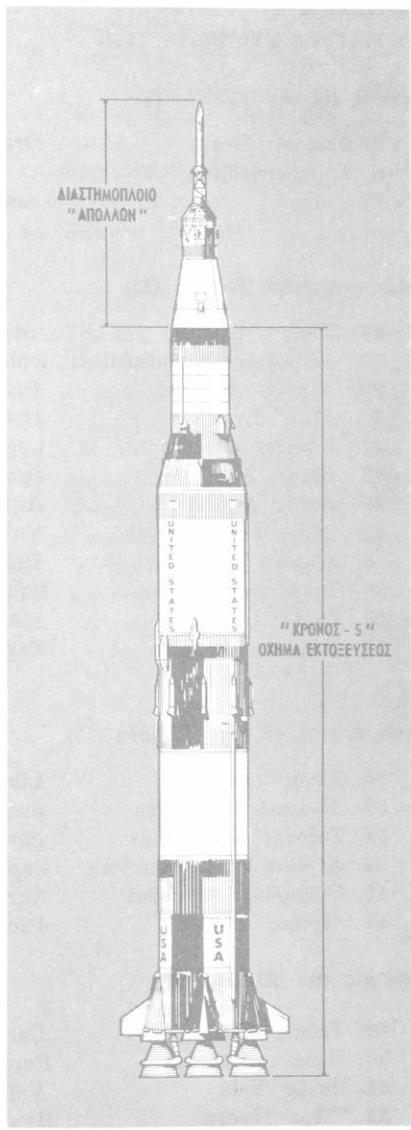
ε) «'Α πόλλων 11» (Ιούλιος 1969). Ἀποστολὴ τριῶν άστροναυτῶν εἰς σελήνην διὰ πυραύλου Κρόνος V (εἰκ. 56α, β). Κάθιδος τῆς σελήνακάτου «'Αετός» εἰς τὴν θάλασσαν τῆς Ἡρεμίας καὶ εἰς μέρος ποὺ εἶχεν ἐπιλεγῆ ἀπὸ τὰς ἀποστολὰς τῶν Lunar Orbiter, τῶν Surveyor καὶ τῶν άστροναυτῶν τοῦ Ἀπόλλωνος. Ἐξοδος τῶν δύο άστροναυτῶν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς σελήνης. Λῆψις φωτογραφιῶν, ἔγκατάστασις σεισμογράφου καὶ κατόπτρου ἀκτίνων Λαζίζερ, μέτρησις ἀκτινοβολιῶν καὶ δειγματοληψία ἐκ τοῦ ἐδάφους. Ἀποσελήνωσις τῶν δύο άστροναυτῶν διὰ πυραύλου καὶ συνάντησις σεληνακάτου μὲν κύριον διαστημόπλοιον Μεταβίβασις τῶν δύο άστροναυτῶν εἰς διαστημόπλοιον καὶ ἐπιστροφὴ τῶν τριῶν εἰς τὴν γῆν. Ἡ ἀποστολὴ αὕτη ἐπέτυχε πλήρως.

στ) «'Α πόλλων 12» (Νοέμβριος 1969). Ἀποστολὴ τριῶν άστροναυτῶν εἰς τὴν σελήνην. Ἀποβίβασις τῶν δύο ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας της, ἔγκατάστασις ἐτέρου σεισμομέτρου, μαγνητομέτρου καὶ ἄλλων ὀργάνων καὶ μικροῦ «πυρηνικοῦ» ἐργοστασίου ἐνεργείας διὰ λειτουργίαν ὀργάνων καὶ ἀποστολὴν τῶν παρατηρήσεων εἰς τὴν γῆν. Περιεπάτησαν εἰς τὸν Ὦκεανὸν τῶν Καταιγίδων. Ἐπέστρεψαν σῶοι εἰς τὴν γῆν μὲν πλήρῃ ἐπιτυχίαν τῆς ἀποστολῆς.

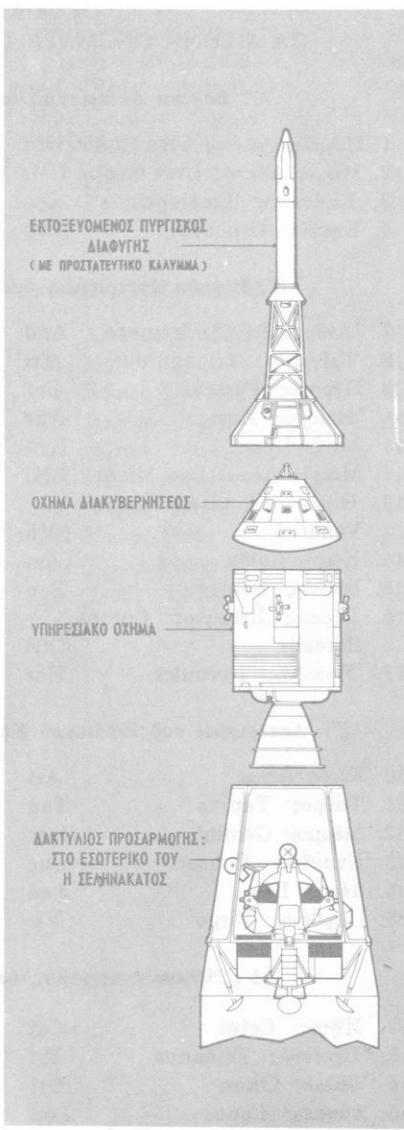
175. Τὸ μέλλον τῆς Ἀστροναυτικῆς. Μετὰ τὴν προσεδάφισιν τῶν Ἀμερικανῶν εἰς τὴν σελήνην, (Ιούλιος καὶ Νοέμβριος 1969) σημειοῦται, διὰ πρώτην φοράν τὸ κοσμοϊστορικὸν γεγονός, διτὶ δ ἀνθρώπος κατῆλθεν, ἐβάδισε καὶ παρέμεινεν ἐπὶ πολλάς ὥρας εἰς ἑτερον οὐράνιον σῶμα. Προγραμματίζονται καὶ ἄλλα ταξίδια κοσμοναυτῶν εἰς τὴν σελήνην καί, ὀλίγον βραδύτερον, ἐπηνδρωμέναι πτήσεις εἰς τὸν Ἀρη.

Ἡ αὐτοπρόσωπος παρουσία τοῦ ἀνθρώπου εἰς τὰ ἄλλα οὐράνια σώματα ἀνοίγει μίαν νέαν ἐποχὴν εἰς τὴν ἐπιστήμην τοῦ διαστήματος, δημιουργεῖ πολλὰς προοπτικὰς εἰς ποικίλας ἐκδηλώσεις τῆς ἀνθρωπίνης δραστηριότητος καὶ θέτει, ἐκ νέου, ὑπὸ μελέτην καὶ συζήτησιν γενικώτερα προβλήματα περὶ τῆς ζωῆς καὶ τοῦ κόσμου.

Παρὰ ταῦτα, ἔὰν ληφθῇ ὑπὸ ψυχῶν διτὶ ἡ ἀπόστασις τῆς σελήνης ἐκ τῆς γῆς, τῶν 384.000 km, μόλις ὑπερβαίνει τὸ ἐν δευτερόλεπτον τοῦ ἔτους φωτός, ἐνῷ δὲ ἡ ἀκτὶς τοῦ δόλου σύμπαντος ἀνέρχεται εἰς δεκάδα καὶ πλέον δισεκατομμυρίων εἰ. φ., γίνεται φανερόν, διτὶ δ ἀνθρώπος μόλις κατώρθωσε νὰ πραγματοποιήσῃ μικρότατον βῆμα ἐντὸς τοῦ σύμπαντος καὶ διτὶ δὲν είναι ὀρθὸν νὰ λέγεται διτὶ θὰ καταστῇ δ «κατακτητής του»!



Εικ. 56α. Ο πύραυλος Κρόνος V, διά του όποιου έξετοξεύθη δ' Απόλλων 11.



Εικ. 56β. Τὰ τέσσαρα κύρια μέρη τοῦ διαστημοπλοίου 'Απόλλων 11.

**ΟΙ 88 ΑΣΤΕΡΙΣΜΟΙ
ΤΑ ΔΙΕΘΝΗ ΟΝΟΜΑΤΑ ΤΩΝ ΚΑΙ ΤΑ ΣΥΜΒΟΛΑ ΤΩΝ**

Α'. Βόρειοι αστερισμοί, άνιφανεις εις τὴν Ἑλλάδα (6)

1. Μεγάλη "Αρκτος": Ursa Major	UMa	5. Δράκων: Draco	Dra
2. Μικρὰ "Αρκτος": Ursa minor	UMi	6. Καμηλοπάρδαλις: Camelopardalus	Cam
3. Κασσιόπη: Cassiopeia	Cas		
4. Κηφεύς: Cepheus	Cep		

Β'. Βόρειοι αστερισμοί, ἀμφιφανεῖς εις τὴν Ἑλλάδα (23)

7. 'Ανδρομέδα: Andromeda	And	18. "Οφις: Serpens	Ser
8. Τρίγωνον: Triangulum	Tri	19. 'Οφιοῦχος: Ophiuchus	Oph
9. Περσεύς: Perseus	Per	20. 'Ασπις: Scutum	Sct
10. 'Ηνιοχος: Auriga	Aur	21. Λύρα: Lyra	Lyr
11. Λύγξ: Lynx	Lyn	22. Κύκνος: Cygnus	Cyg
12. Μικρὸς Λέων: Leo Minor	LMi	23. Βέλος: Sagitta	Sga
13. Θηρευτικὸν κύνες: Canes Venatici	CVn	24. 'Αετός: Aquila	Aql
14. Κόμη: Coma	Com	25. 'Αλώπηξ: Vulpecula	Vul
15. Βοώτης: Bootes	Boo	26. Δελφίν: Delphinus	Del
16. Βόρειος Στέφανος: Corona Borealis	CrB	27. 'Ιππαριον: Equuleus	Equ
17. 'Ηρακλῆς: Hercules	Her	28. Σαύρα: Lacerta	Lac
		29. Πήγασος: Pegasus	Peg

Γ'. Αστερισμοὶ τοῦ Ζῳδιακοῦ Κύκλου, δρατοὶ εἰς τὴν Ἑλλάδα (12)

30. Κριός: Aries	Ari	36. Ζυγός: Libra	Lib
31. Ταῦρος: Taurus	Tau	37. Σκορπιός: Scorpius	Sco
32. Διδυμοὶ: Gemini	Gem	38. Τοξότης: Sagittarius	Sgr
33. Καρκίνος: Cancer	Cnc	39. Αιγαλέωρας: Capricornus	Cap
34. Λέων: Leo	Leo	40. 'Υδροχόος: Aquarius	Aqr
35. Παρθένος: Virgo	Vir	41. 'Ιχθύες: Pisces	Psc

Δ'. Νότιοι αστερισμοί, δρατοὶ εἰς τὴν Ἑλλάδα (28)

42. Κῆτος: Cetus	Cet	49. Τρόπις: Carina	Car
43. 'Ηριδανός: Eridanus	Eri	50. Πρύμνων: Puppis	Pup
44. 'Ωριων: Orion	Ori	51. 'Ιστια: Vela	Vel
45. Λαγωδός: Lepus	Lep	52. "Υδρα: Hydra	Hya
46. Περιστερά: Columba	Col	53. Κρατήρ: Crater	Crt
47. Μέγας Κύων: Canis Major	CMa	54. Κόραξ: Corvus	Crv
48. Μικρὸς Κύων: Canis Minor	CMi	55. Κένταυρος: Centaurus	Cen

56. Θηρίον· Lopus	Lup	63. Μονόκερως· Monoceros	Mon
57. Βωμός· Ara	Ara	64. Πυξίς· Pyxis	Pyx
58. Νότιος Στέφανος· Corona Au-		65. 'Αντλία· Antlia	Ant
stralis	CrA	66. 'Εξας· Sextans	Sex
59. Νότιος· 'Ιχθύς· Piscis Au-		67. Γνώμων· Norma	Nor
stralis	PsA	68. Μικροσκόπιον· Microsco-	
60. Γλύπτης· Sculptor	Scl	pium	Mic
61. Φοῖνιξ· Phenix	Phe	69. Γερανός· Grus	Gru
62. Κάμινος· Fornax	For		

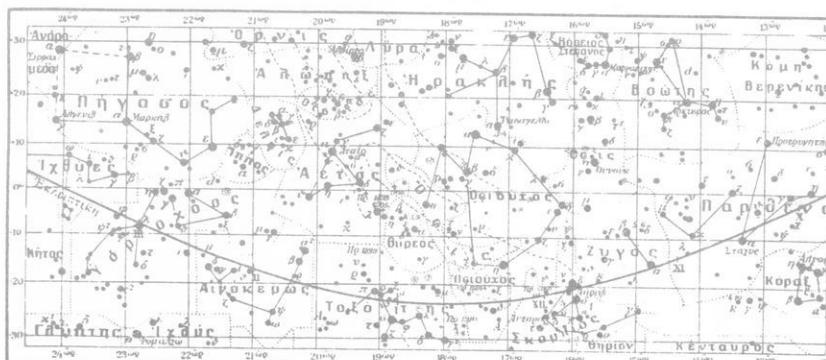
Ε'. Νότιοι αστερισμοί, δόρατοι εἰς Ἑλλάδα (19)

70. Τουκάνα· Tucana	Tuc	80. Διαβήτης· Circinus	Cir
71. 'Ωρολόγιον· Horologium	Hor	81. Μυῖα· Musca	Mus
72. Γλυφεῖον· Coelum	Coe	82. Νότιος Σταυρός· Crux	Cru
73. "Υδρος· Hydros	Hyi	83. Πτηνόν· Apus	Aps
74. Δίκτυον· Reticulum	Ret	84. Νότιον Τρίγωνον· Triangu-	
75. Δοράς· Dorado	Dor	lum Australē	TrA
76. 'Οκριβάς· Pictor	Pic	85. 'Οκτάς· Octas	Oct
77. Τράπεζα· Mensa	Men	86. Ταώς· Pavo	Pav
78. 'Ιπτάμενος· 'Ιχθύς· Volans	Vol	87. Τηλεσκόπιον· Telescopium	Tel
79. Χαμαιλέων· Chamaeleon	Cha	88. 'Ινδός· Indus	Ind.

('Ακολουθοῦν οἱ χάρται τοῦ Οὐρανοῦ)



Βόρειον ἡμισφαίριον



'Ισημερινή ζώνη



Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής