

Δ. ΚΩΤΣΑΚΗ - Κ. ΧΑΣΑΠΗ

ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

ΣΤ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ - ΑΘΗΝΑΙ 1971

14.00
007

ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

Δ. ΚΩΤΣΑΚΗ

Κ. ΧΑΣΑΠΗ

46092

ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

ΣΤ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΑΘΗΝΑΙ 1971

ΠΙΝΑΞ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	Σελίς
ΕΙΣΑΓΩΓΗ. Ὁ Οὐρανός καί τὸ Σύμπαν	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'. ΤΟ ΣΥΜΠΑΝ	17
I. ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΕΚΤΑΣΙΣ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ	17
1. Ὅρισμός τοῦ Σύμπαντος	17
2. Σχῆμα τοῦ Σύμπαντος	18
3. Ἐκτασις τοῦ Σύμπαντος	18
II. ΟΙ ΓΑΛΑΞΙΑΙ	19
4. Γαλαξίαι	19
5. Πλήθος τῶν γαλαξιδῶν	20
6. Μορφή τῶν γαλαξιδῶν	21
7. Σύστασις τῶν γαλαξιδῶν	23
8. Μέγεθος, περιστροφή καὶ μᾶζα τῶν γαλαξιδῶν	25
III. ΓΑΛΑΞΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ ...	26
9. Συστήματα, ομάδες καὶ σμήνη γαλαξιδῶν	26
10. Τοπικὴ ὁμάς γαλαξιδῶν	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'. Ο ΓΑΛΑΞΙΑΣ ΜΑΣ	31
11. Σύστασις, σχῆμα καὶ διαστάσεις τοῦ γαλαξίου	31
12. Συγκρότησις τοῦ γαλαξίου· ἀστέρες, ραδιαστέρες, νεφελώματα καὶ μεσοαστρικὴ ὕλη του	32
13. Δομὴ τοῦ γαλαξίου. «Τοπικὸν σύστημα»	36
14. Περιστροφή 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 ἘΚΑΙ ΠΛΗΘΟΣ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ — ΑΣΤΕΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΥΡΑΝΟΓΡΑΦΙΑ	42
17. Οἱ 88 ἀστερισμοί.	42

18. Ὀνομασίαι 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 ἡλίου ἐκ τῆς γῆς. Ἀστρονομικὴ μονάς	50
24. Παραλλάξεις τῶν ἀστέρων. Ἡ μονὰς παρσέκ	51
25. Ἀποστάσεις τῶν ἀστέρων. Ἀπόλυτον μέγεθος	53
26. Πραγματικαὶ κινήσεις τῶν ἀστέρων	54
27. Μεταβατικὴ κίνησις τοῦ ἡλίου	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 νῶνοι	60
32. Μᾶζαι καὶ πυκνότης τῶν ἀστέρων	61
33. Δομὴ καὶ περιστροφή τῶν ἀστέρων	62
V. ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΙ ΑΣΤΕΡΕΣ	63
34. Ὅρισμός καὶ ταξιμόμησις τῶν μεταβλητῶν ἀστέρων	63
35. Τὰ αἷτια τῆς φωτεινῆς κυμάνσεως τῶν μεταβλητῶν	64
36. Ἡ σπουδαιότης τῶν μεταβλητῶν ἀστέρων	65
VI. Η ΕΞΕΛΙΞΙΣ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ	66
37. Τὸ διάγραμμα Χέρτσμπруνγκ Ράσσελ	66
38. Ἡ ἐξέλιξις τῶν ἀστέρων	66
VII. ΑΣΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	68
39. Διπλοὶ ἀστέρες	68
40. Πολλαπλοὶ ἀστέρες	69
41. Ἀστρικά 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 περιστροφή τοῦ ἡλίου	73
44. Μέγεθος τοῦ ἡλίου	73
II. ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	76

45. Λαμπρότης τοῦ ἡλίου	76
46. Ἡ ἡλιακή σταθερά	76
47. Προέλευσις τῆς ἡλιακῆς ἐνεργείας	76
48. Θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἡλίου	78
III. ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΙΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ	78
49. Αἱ ἡλιακαὶ στοιβάδες	78
50. Τὸ ἡλιακὸν φάσμα	80
51. Μορφαὶ τῆς ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας	80
52. Χημικὴ σύστασις τοῦ ἡλίου	81
IV. ΗΛΙΑΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ	81
53. Οἱ φωτοσφαιρικαὶ σχηματισμοὶ	81
54. Οἱ ἡλιακοὶ νόμοι	83
55. Τὰ φαινόμενα τῆς χρωμοσφαίρας	85
56. Τὰ φαινόμενα τοῦ στέμματος	87
V. ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ ΕΠΙ ΤΗΣ ΓΗΣ	88
57. Γῆϊνα φαινόμενα, ἀκολουθοῦντα τὴν 11ετῇ κύκλον	88
58. Αἱ ἐκλάμψεις καὶ τὰ ἠλεκτρομαγνητικὰ γῆϊνα φαινόμενα	89
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε΄ ΤΟ ΗΛΙΑΚΟΝ ΣΥΣΤΗΜΑ	91
I. ΚΙΝΗΣΙΣ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΗΛΙΟΝ	91
59. Τὸ γεωκεντρικὸν καὶ ἡλιοκεντρικὸν σύστημα	91
60. Αἱ πραγματικαὶ καὶ αἱ φαινομενικαὶ κινήσεις τῶν πλανητῶν	91
61. Οἱ νόμοι τοῦ Κεπλερ 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 ΔΟΥΡΥΦΟΡΟΙ ΤΩΝ	99
67. Τὰ μεγέθη τῶν πλανητῶν καὶ τῶν δορυφόρων	99
68. Περιστροφή τῶν πλανητῶν	101
69. Ἑρμῆς	102
70. Ἀφροδίτη	102
71. Ἄρης	104
72. Μικροὶ πλανῆται (ἀστεροειδεῖς)	106
73. Ζεὺς	107
74. Κρόνος	109
75. Οὐρανὸς	110
76. Ποσειδῶν	111

77. Πλούτων	112
III. ΚΟΜΗΤΑΙ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΑ	116
78. Μορφή, μέγεθος καὶ πλῆθος τῶν κομητῶν	116
79. Τροχιαὶ τῶν κομητῶν· περιοδικοὶ καὶ μὴ περιοδικοὶ κομηταὶ	117
80. Θεωρία τῆς ἄγρας· οἰκογένειαι καὶ προέλευσις τῶν κομητῶν	118
81. Φυσικὴ κατάστασις καὶ χημικὴ σύστασις τῶν κομητῶν	119
82. Οἱ κομηταὶ τοῦ Βιέλα καὶ τοῦ Χάλλεϋ	119
83. Μετέωρα	121
84. Πλῆθος καὶ βροχαὶ διαπτόντων	122
85. Οἱ ἀερόλιθοι	123
86. Ζωδιακὸν καὶ ἀντιηλιακὸν φῶς	124
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ' Η ΓΗ	125
I. ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΗΣ ΓΗΣ	125
87. Ἡ γήινη σφαῖρα· ἄξων αὐτῆς καὶ κύκλοι τῆς ἐπιφανείας τῆς	125
88. Γεωγραφικαὶ συντεταγμέναι	125
89. Τὸ γήινον ἑλλειψοειδές	126
II. ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΤΗΣ ΓΗΣ	128
90. Αἱ στοιβάδες τῆς γήινης σφαίρας	128
91. Ἡ ἀτμόσφαιρα	129
92. Ἀτμοσφαιρικὴ διάθλσις	131
93. Ὁ γήινος μαγνητισμός	133
III. Αἱ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΓΗΣ	134
94. Ἡ περιστροφή τῆς γῆς	134
95. Ἡ κίνησις τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον	135
96. Ἀποτελεσμάτα τοῦ συνδυασμοῦ τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς καὶ τῆς κινήσεως αὐτῆς περὶ τὸν ἥλιον	136
97. Ἡ μετάπτωσις καὶ ἡ κλόνσις	140
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'. Η ΣΕΛΗΝΗ	142
I. Η ΣΕΛΗΝΗ ΩΣ ΔΟΥΡΥΦΟΡΟΣ 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. Περιστροφή 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. Αἱ ἐκλείψεις	152
105. Ἡ σκιά καὶ ἡ παρασκιά τῆς γῆς	152
106. Αἱ ἐκλείψεις τῆς σελήνης	152
107. Ἡ σκιά καὶ ἡ παρασκευὰ τῆς σελήνης	153
108. Αἱ ἐκλείψεις τοῦ ἡλίου	154
109. Συχνότης καὶ περιοδικότης τῶν ἐκλείψεων	155
IV. ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΙ	157
110. Τὸ φαινόμενον τῆς παλιρροίας καὶ ἡ σελήνη	157
111. Ἑρμηνεία τοῦ φαινομένου τῶν παλιρροιῶν	157
112. Ἡ παλίρροια τοῦ Εὐρίπου	159
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'. Ἡ ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΣΦΑΙΡΑ	161
113. Οὐράνιος σφαῖρα· σχῆμα καὶ χρῶμα τοῦ οὐρανοῦ	161
114. Κατακόρυφος τόπου· κατακόρυφοι κύκλοι	162
115. Φυσικὸς καὶ αἰσθητὸς ὀρίζων· ὀριζόντιος κύκλοι	163
116. Γωνιώδης ἀπόστασις δύο σημείων	164
117. Ζενιθία ἀπόστασις καὶ ὕψος ἀστέρος	165
118. Ἄξων τοῦ κόσμου καὶ οὐράνιος ἡμερινὸς	166
119. Ὡριαῖοι καὶ παράλληλοι κύκλοι	167
120. Μεσημβρινὸν ἐπίπεδον καὶ οὐράνιος μεσημβρινὸς τόπου· κύρια σημεία τοῦ ὀρίζοντος	168
121. Φαινομένη περιστροφή τῆς οὐρανοῦ 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 ιδιότητες τοῦ οὐρανοῦ μεσημβρινοῦ	175
126. Ἀπόκλισις καὶ πολικὴ ἀπόστασις ἀστέρος	177
127. Ὡριαία γωνία ἀστέρος	178
Ο ΗΛΙΟΣ Εἰς τὴν ΟΥΡΑΝΙΟΝ ΣΦΑΙΡΑΝ	180
128. Ἐκλειπτική	180
129. Ἰσημερία καὶ τροπαί	182
130. Ἀνισότης διαρκείας τῶν ὥρων τοῦ ἔτους	184
131. Μεταβολὴ τῆς διαρκείας τῶν ὥρων τοῦ ἔτους	186
132. Ζωδιακὴ ζώνη	187
ΟΥΡΑΝΟΓΡΑΦΙΚΑΙ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΑΙ	189
133. Ὅρθη ἀναφορὰ ἀστέρος	189
134. Ὅρισμός τῆς θέσεως σημείου ἐπὶ τῆς οὐρανοῦ σφαίρας	191

	Σελίς
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Θ'. ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ	193
135. Αἱ δύο μεγάλαι μονάδες μετρήσεως τοῦ χρόνου	193
I. Η ΗΜΕΡΑ	193
136. Ἀστρική ἡμέρα, ἀστρικός χρόνος, ἀστρικά ὥρολόγια	193
137. Θεμελιώδεις σχέσεις μεταξύ ἀστρικοῦ χρόνου (Τ), ὀρθῆς ἀναφορᾶς (α) καὶ ὥριαίας γωνίας (Η)	195
138. Ἀληθὴς ἡλιακὴ ἡμέρα, ἀληθὴς ἡλιακὸς χρόνος, ἡλιακὴ ὥρολόγια	197
139. Μέσος ἥλιος, μέση ἡλιακὴ ἡμέρα, μέσος ἡλιακὸς χρόνος, ὥρολόγια μέ- σου ἡλιακοῦ χρόνου	199
140. Ἐξίσωσις τοῦ χρόνου	200
141. Παγκόσμιος 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 Ἰουλιανόν ἡμερολόγιον	208
147. Τὸ Γρηγοριανόν ἡμερολόγιον	209
148. Καθορισμὸς τῆς ἡμερομηνίας τῆς ἐορτῆς 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 «ἐξελικτικαὶ» καὶ αἱ «δυναμικαὶ» θεωρίαι	217
155. Ἡ πρωτοπλανητικὴ θεωρία	219
156. Γένεσις τῶν ἀστέρων καὶ τῶν γαλαξιδῶν	220
157. Διαστολὴ τοῦ Σύμπαντος	223
158. Ἡλικία τοῦ Σύμπαντος	225
159. Ἀρχὴ καὶ τέλος τοῦ Σύμπαντος	226
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΑ'. ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΑ ὈΡΓΑΝΑ	228
160. Γνώμων	228
161. Χρονόμετρα καὶ ἑκκρεμῇ	229
162. Τηλεσκόπια	229
163. Εἰδικὰ ἀστρονομικὰ ὄργανα	234
164. Ραδιοτηλεσκόπια	234

	Σελίς
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΒ'. ΑΣΤΡΟΝΑΥΤΙΚΗ	236
Εἰσαγωγή	236
165. Οἱ θεμελιώδεις νόμοι τῆς Μηχανικῆς	237
166. Ταχύτης διαφυγῆς	237
167. Κίνησις τῶν τεχνητῶν δορυφόρων	239
168. Αἱ τρεῖς κοσμικαὶ ταχύτητες	240
169. Ἀρχὴ τῆς δράσεως καὶ ἀντιδράσεις καὶ τεχνικὴ τῶν πυραύλων	241
170. Τοποθέτησις δορυφόρου ἐπὶ τροχιᾷς	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 διεθνή ὀνόματά των καὶ τὰ σύμβολά των...	260
Χάρται τοῦ Οὐρανοῦ.....	262

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο ΟΥΡΑΝΟΣ ΚΑΙ ΤΟ ΣΥΜΠΑΝ

Είναι νύκτα χωρίς νέφη και Σελήνην. Εύρισκόμεθα μακρὰν ἀπὸ τὰ φῶτα τῆς πόλεως, εἰς τὸ ὑπαιθρον. Ἐὰν κυττάξωμεν πρὸς τὰ ἐπάνω καὶ γύρω μας, θὰ ἴδωμεν τὸν οὐρανὸν πλημμυρισμένον ἀπὸ χιλιάδες φωτεινὰ σημεῖα, τοὺς ἀστέρας. Ὁ οὐρανὸς φαίνεται συνήθως κναιοὺς κατὰ τὴν ἡμέραν καὶ μελανὸς κατὰ τὴν νύκτα.

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

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

Ὁ Γαλαξίας μας ὑπολογίζεται, ὅτι ἔχει πλεον τῶν 150 δισεκατομμυρίων ἀστέρας. Καὶ ὑπάρχουν εἰς τὸ διάστημα τρισεκατομμύρια γαλαξιῶν μὲ ἀριθμὸν ἀστέρων, ἀνάλογον πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν ἀστέρων τοῦ ἰδιοῦ μας Γαλαξίου.

Τὸ σύνολον τῶν οὐρανίων σωμάτων, τὰ ὁποῖα εἶναι ἐγκατεσπαρμένα μέσα εἰς τὸν χώρον ἀποτελοῦν τὸ φυσικὸν Σύμπαν. Δηλαδή τὸ **Σύμπαν** ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸν ἥλιον, τοὺς πλανῆτας, τοὺς ἀστέρας, τὰ νεφελώματα, τὴν « μεσοαστρικὴν » ὕλην, τοὺς γαλαξίας καὶ γενικώτερον ἀπὸ ὅ,τι ἄλλο ὕλικὸν ἀντικείμενον ὑπάρχει μέσα εἰς τὸν χώρον.

Ἡ Ἀστρονομία εἶναι ἡ ἐπιστήμη πὺν ἀσχολεῖται μὲ τὴν μελέτην τῶν οὐρανίων σωμάτων. Χωρίζεται εἰς δύο μεγάλους κλάδους: α) Τὴν Κλασσικὴν Ἀστρονομίαν, ἡ ὁποία ἐξετάζει τὰς φαινόμενας θέσεις καὶ κινήσεις τῶν οὐρανίων σωμάτων, περιγράφει τὰ ὄργανα μὲ τὰ ὁποῖα γίνονται αἱ παρατηρήσεις καὶ ἐκθέτει τὰς μεθόδους ὑπολογισμοῦ τῶν παρατηρήσεων. Ἀκόμη, μελετᾷ τὰς πραγματικὰς κινήσεις, καθὼς καὶ τὰς μεταξὺ τῶν οὐρανίων σωμάτων σχέσεις καὶ εὐρίσκει τὰ αἷτια πὺν τὰς προκαλοῦν· δηλαδὴ διατυπώνει τοὺς μαθηματικοὺς τύπους, οἱ ὁποῖοι τὰ συνδέουν μεταξὺ των. β) Τὴν Φυσικὴν Ἀστρονομίαν ἢ Ἀστροφυσικὴν, ἡ ὁποία ἀσχολεῖται μὲ τὰ φυσικὰ χαρακτηριστικὰ γνωρίσματα τῶν οὐρανίων σωμάτων, ὅπως εἶναι ἡ λαμπρότης, ἡ θερμοκρασία, ἡ ἀκτινοβολία, ἡ χημικὴ σύστασις κ.λπ. Κλάδος τῆς Ἀστροφυσικῆς εἶναι ἡ Κοσμογονία, ἡ ὁποία μελετᾷ τὰ προβλήματα πὺν σχετίζονται μὲ τὴν μορφὴν καὶ τὴν κατασκευὴν τοῦ Σύμπαντος, καθὼς καὶ μὲ τὸν πιθανὸν τρόπον τῆς γενέσεως καὶ ἐξελίξεως αὐτοῦ.

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

Ἡ χρησιμότης τῆς Ἀστρονομίας εἶναι πολλαπλῇ. Αἱ παρατηρήσεις τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν ὠδήγησαν τὸν Νεύτωνα εἰς τὴν μεγάλην ἀνακάλυψιν τοῦ νόμου τῆς βαρύτητος, πὺν εἶναι ἡ κυριώτερα βᾶσις τῆς συγχρόνου θετικῆς ἐπιστήμης. Ἡ ὀπτικὴ (τηλεσκόπιον, μικροσκόπιον) ἀνεπτύχθη πολὺ μὲ τὴν ἐρευναν τῶν οὐρανίων σωμάτων. Ἡ φασματοσκοπία ἔχει ἀστρονομικὴν προέλευσιν, χρησιμοποιεῖται δὲ σήμερον εὐρέως, ἐκτὸς τῆς Ἀστρονομίας, καὶ ὑπὸ τῆς Φυσικῆς, Χημείας, Μεταλλουργίας, Βιολογίας κ.λπ. Ἀκόμη ἡ Χρονομετρία, ἡ Ναυτιλία καὶ ἡ Γεωδαισία σχετίζονται στενῶς μὲ τὴν Ἀστρονομίαν. Τελευταίως μάλιστα, ἡ συμβολὴ τῆς ἠΰξῃσε, ιδίως εἰς τὸν τομέα ἐρεῦνης τοῦ διαστήματος, διὰ τῶν τεχνητῶν δορυφόρων καὶ τῶν διαστημοπλοίων.

Ἡ ἀξία ὅμως τῆς Ἀστρονομίας δὲν μετρεῖται κυρίως μὲ τὴν συμβολὴν τῆς εἰς τὰς ἐπιστήμας καὶ τὴν Τεχνικὴν. Τὸ κέρδος εἶναι πρωτίστως πνευματικόν. Διότι ἡ καλλιέργεια αὐτῆς εἶναι ἐξαίρετον γύμνασμα διὰ τὸ πνεῦμα τοῦ ἀνθρώπου. Ἐνισχύει τὴν μνήμην καὶ ὀξύνει τὴν κρίσιν· διευρύνει τὴν σκέψιν καὶ ἀναπτέρωνει τὴν φαντασίαν. Ἡ θαυ-

μαστή τάξις καὶ ἡ ὑπέροχος ἁρμονία, ποὺ παρατηρεῖται εἰς τὸ Σύμπαν καθὼς καὶ ἡ μεγαλοπρέπεια καὶ ἀπεραντοσύνη αὐτοῦ, δημιουργοῦν εἰς τὸν ἄνθρωπον καταστάσεις, αἱ ὁποῖαι τὸν ἀνεβάζουν εἰς ὑψηλότερας πνευματικὰς σφαίρας καὶ τοῦ ἐμπνέουν συναισθήματα ἀνώτερα καὶ εὐγενέστερα.

Ἡ Ἀστρονομία εἶναι ἐπιστήμη μὲ μεγάλην ἡθοπλαστικὴν δύναμιν. Διότι, « ἐὰν ἡ σπουδὴ της, λέγει ὁ καθηγητὴς Πλακίδης¹, ἀποκαλύπτῃ διὰ τῶν θαυμασίων αὐτῆς εἰς τὸν ἄνθρωπον τὸ μεγαλεῖον τοῦ λογικοῦ, διὰ τοῦ ὁποῦ ἐπρὸς αὐτὸς ὑπὸ τῆς Θείας Προνοίας, συγχρόνως τὸν ὁδηγεῖ εἰς τὴν ἐπίγνωσιν τῆς πραγματικῆς θέσεώς του εἰς τὸν φθαρτὸν τοῦτον κόσμον, εἰς τὸν ὁποῖον δὲν ὑπάρχει θέσις διὰ τὰ ψυχοφθόρα πάθη τοῦ ἐγωῖσμοῦ, τῆς ὑπερηφανείας, καὶ τῆς ἰδιοτελείας, ὅταν ἀναλογισθῶμεν τί ἀντιπροσωπεύει ἐν χώρῳ καὶ χρόνῳ τὸ ἀνθρώπινον ἐγὼ ἀπέναντι τοῦ Σύμπαντος ».

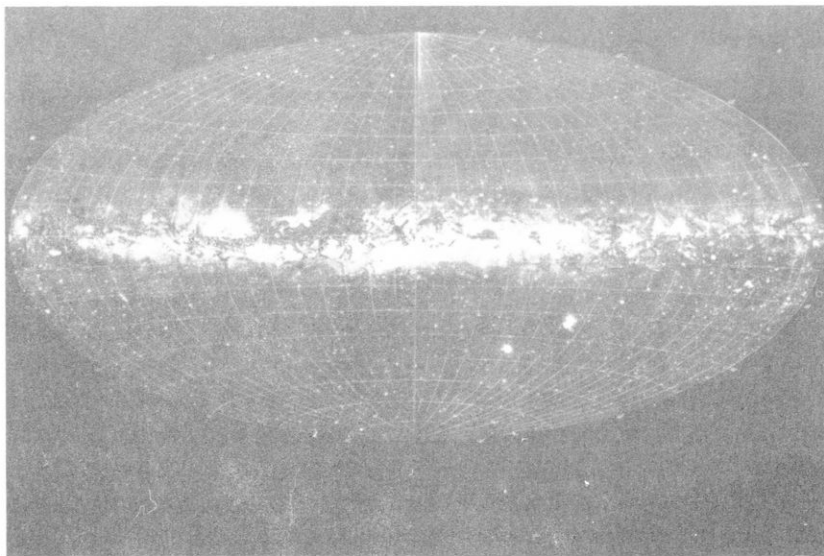
Ἡ Ἀστρονομία τέλος σχετίζεται στενῶς μὲ τὴν Φιλοσοφίαν καὶ τὴν Μεταφυσικὴν. Μολονότι, ὥς φυσικὴ ἐπιστήμη, δὲν δύναται τὰ δώση ἄμεσον ἀπάντησιν εἰς φιλοσοφικὰ προβλήματα, ἐν τούτοις, ἡ μελέτη τῶν ἀστρονομικῶν ζητημάτων, ὅπως γράφει ὁ Russell (Ράσσελ)² « ἀσκεῖ γενικῶς σημαντικὴν ἐπίδρασιν εἰς τὸν καθορισμὸν τῆς θέσεως τοῦ σκεπτομένου ἀνθρώπου, ἀντιμετωπίζοντος προβλήματα τῆς Φιλοσοφίας, ὅπως εἶναι αἱ ὑποχρεώσεις του πρὸς τὰς μελλούσας γενεάς, ἡ θέσις του εἰς τὸ Σύμπαν καὶ αἱ σχέσεις του πρὸς τὴν Δύναμιν ἐκείνην, ἡ ὁποία εὐρίσκεται ὀπισθεν τοῦ Σύμπαντος ».

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

1. Στ. Πλακίδης, ὁμότιμος Καθηγητὴς τῆς Ἀστρονομίας εἰς τὸ Πανεπιστήμιον Ἀθηνῶν καὶ τῶς Διευθυντῆς τοῦ Ἀστεροσκοπείου Ἀθηνῶν.

2. Η. Ν. Russell, διάσημος Ἀμερικανὸς ἀστροφυσικὸς (1877 - 1957), ὁ ὁποῖος συνέβαλε τὰ μέγιστα εἰς τὰς γνώσεις μας, περὶ τῆς χημικῆς συστάσεως τοῦ Σύμπαντος καὶ τῆς ἐξελίξεως τῶν ἀστέρων.

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



Είκ. 1. Γενική άποψις τοῦ οὐρανοῦ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α ΤΟ ΣΥΜΠΑΝ

Ι. ΟΡΙΣΜΟΣ, ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΕΚΤΑΣΙΣ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ

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

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

γ'. Ἐξ ἄλλου, μὲ τὴν ἔννοιαν τοῦ Σύμπαντος συνδέεται ἀκόμη καὶ ὁλος ὁ χῶρος, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ὑπάρχουν τὰ ὑλικά σώματα, ἡ

ἀπαντᾶται καὶ μεταδίδεται ἡ ἐνέργεια ὑπὸ οἰανδήποτε μορφήν της.

2. Σχῆμα τοῦ Σύμπαντος. α'. Τὸ Σύμπαν δὲν εἶναι οὔτε ἄμορφον, οὔτε ἄπειρον, ἀλλ' ἔχει πέρατα.

Ὅσον καὶ ἓαν, ἐκ πρώτης ὄψεως, τοῦτο φαίνεται νὰ εἶναι δυσπαραδέκτον, ὅμως ὅλαι αἱ ἐρευναι τῆς τελευταίας 50ετίας συγκλίνουν εἰς τὸ ὅτι τὸ Σύμπαν εἶναι περὶωρισμένον. Εἰς τὸ συμπέρασμα αὐτὸ κατέληξε πρῶτος, διὰ τῆς θεωρίας τῆς σχετικότητος, ὁ Α. Einstein (*Αἰνστάιν)¹.

β'. Τὸ σχῆμα τοῦ Σύμπαντος, τὸ πιθανώτερον, εἶναι **ὕπερσφαιρικόν**.

Καλοῦμεν δὲ ὕπερσφαῖραν², τὴν σφαῖραν, τῆς ὁποίας ἡ ἀκτίς δὲν ἔχει σταθερὸν μήκος, ἀλλὰ τὸ μέγεθός της μεταβάλλεται ἐν χρόνῳ.

Τοῦτο σημαίνει, ὅτι τὸ Σύμπαν δύναται νὰ ἐξομοιωθῇ μὲ ἓνα μπαλόνι, τὸ ὁποῖον συνεχῶς ἢ διογκοῦται καί, σὺν τῷ χρόνῳ, καταλαμβάνει ὅλον ἐν μεγαλυτέραν ἑκτασιν, ἢ ἀντιθέτως σμικρύνεται.

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

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

Ἐτος φωτός εἶναι τὸ μήκος, τὸ ὁποῖον διανύει τὸ φῶς, ἂν κινῆται συνεχῶς, μὲ τὴν γνωστὴν ταχύτητά του τῶν 300.000 χλμ. κατὰ δευτερόλεπτον, ἐπὶ ἓν ἔτος.

Ἐὰν εὐρωμεν τὸν ἀριθμὸν τῶν δευτερολέπτων, τὰ ὁποῖα περιέχονται εἰς ἓν ἔτος καὶ τὸν πολλαπλασιάσωμεν μὲ τὴν ταχύτητα τοῦ

1. Α. Einstein (1879 - 1955), Γερμανοεβραῖος, φυσικὸς, ἀστρονόμος καὶ κοσμολόγος, εἰσηγητὴς τῆς περιφήμου θεωρίας τῆς σχετικότητος, θεωρούμενος ὡς μία ἀπὸ τὰς μεγαλυτέρας μορφὰς τοῦ αἰῶνος μας.

2. Ὁ ὅρισμός οὗτος δὲν πρέπει νὰ συσχετισθῇ μὲ τὸν ὅρισμὸν τῆς ὕπερσφαιρας εἰς τὴν Γεωμετρίαν.

φωτός, τότε εύρίσκομεν, ὅτι τὸ ἔτος φωτὸς ἰσοῦται μὲ $9,465 \times 10^{12}$ km. ἢ, ἐπὶ τὸ στρογγύλον, πρὸς 9,5 τρισεκατομμύρια χλμ.

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

β'. Παρὰ τὴν μεγάλην ἰσχύν τῶν σημερινῶν τηλεσκοπίων, δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ἴδωμεν μέχρι τῶν ὁρίων τοῦ Σύμπαντος.

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

Ὑπολογίζεται, ὅτι ἡ ἀκτὶς τῆς ὑπερσφαίρας τοῦ Σύμπαντος εἶναι τῆς τάξεως τῶν δέκα δισεκατομμυρίων ε.φ. ἢ καὶ μεγαλύτερα.

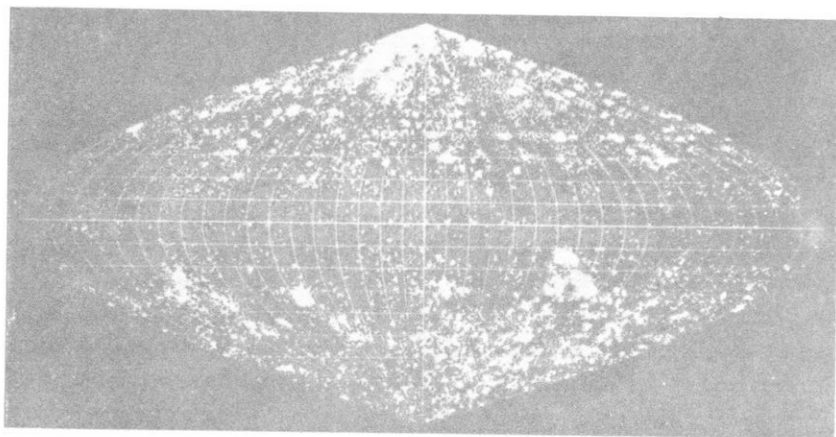
II. ΟΙ ΓΑΛΑΞΙΑΙ

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

Ἀλλοτε, ὅταν δὲν ἦτο δυνατόν νὰ μετρηθοῦν αἱ ἀποστάσεις των καὶ νὰ ἐκτιμηθοῦν τὰ πραγματικά των μεγέθη, οἱ ἀστρονόμοι ὠνόμασαν τὰ ἀντικείμενα αὐτά, ὡς ἐκ τῆς ὁψεώς των, νεφελοειδεῖς. Σήμερον γνωρίζομεν, ὅτι ἕκαστον ἐξ αὐτῶν εἶναι καὶ ἓνας γαλαξίας.

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

γ'. Διεπιστώθη, ὅτι εἰς τὸ Σύμπαν, ἐκτὸς τῶν γαλαξιῶν, εὐρίσκεται διασκορπισμένη καὶ ἀραιοτάτη ὕλη, ἐξ ἀερίων καὶ κόνεως, συχνὰ πολὺ ἀραιότερα τοῦ «κενοῦ», τὸ ὁποῖον ἐπιτυγχάνομεν τεχνικῶς. Ἡ ὕλη αὕτη δύναται νὰ θεωρηθῇ, ὅτι πληροῖ, ἐν γένει, τὸν



Εικ. 2. Κατανομή τῶν νεφέλοειδῶν (γαλαξιῶν)
εἰς τὴν οὐράνιον σφαῖραν.

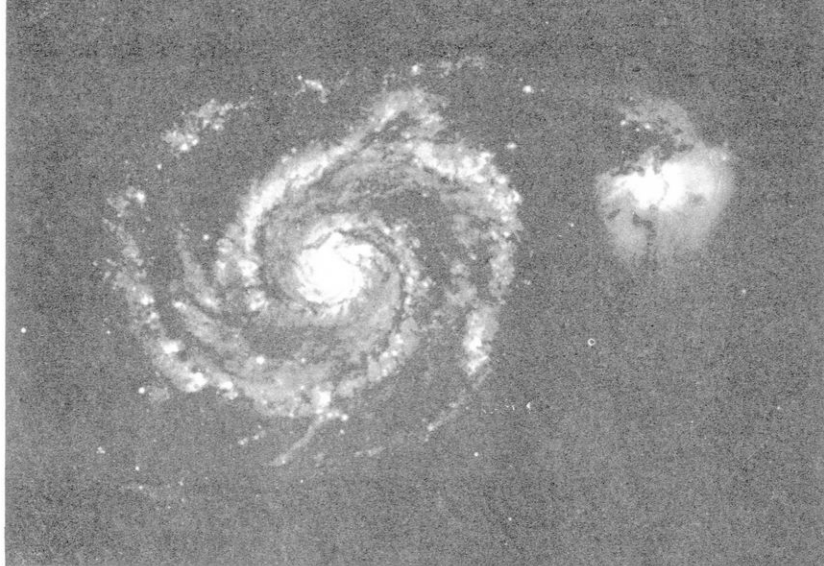
χώρον τοῦ Σύμπαντος. Ἐπειδὴ δὲ καταλαμβάνει ὅλον τὸ μεσογαλαξιακὸν διάστημα, ἥτοι τὸ διάστημα μεταξύ τῶν γαλαξιῶν, διὰ τοῦτο καὶ καλεῖται **μεσογαλαξιακὴ ὕλη**.

5. Πλῆθος τῶν γαλαξιῶν. α'. Δὲν εἶναι δυνατόν νὰ καταμετρηθοῦν μὲ ἀκρίβειαν ὅλοι οἱ γαλαξίαι τοῦ Σύμπαντος καὶ τοῦτο διότι, ὡς ἐλέχθη (§ 3β), μὲ τὰ τηλεσκόπια εἰσδύομεν εἰς τὸν χώρον μέχρις ἑνὸς ὠρισμένου βάθους, τὸ ὁποῖον ἀντιπροσωπεύει, τὸ πιθανώτερον, μόνον τὸ ἥμισυ τῆς ἀκτίνος τοῦ Σύμπαντος.

Ἐκτὸς τούτου, ὅσον μακρότερον ἀπὸ ἡμᾶς εὐρίσκονται οἱ γαλαξίαι, τόσον καὶ διακρίνονται μετὰ μεγαλυτέρας δυσκολίας, ὡς ἀμυδρότατα ἀντικείμενα. Ἐξ ἄλλου ἡ μεσογαλαξιακὴ ὕλη, ἡ ὁποία εὐρίσκεται εἰς τὸν χώρον, ἀπορροφᾷ τὸ φῶς τῶν γαλαξιῶν, καθὼς τοῦτο διατρέχει τὸ διάστημα, διὰ νὰ φθάσῃ μέχρι τῆς γῆς καὶ ὡς ἐξ αὐτῆς τῆς ἀπορροφήσεως τοῦ φωτός, δὲν διακρίνομεν καθόλου τοὺς πλεόν μακρυνούς γαλαξίας.

β'. Παρὰ ταῦτα εἶναι δυνατόν νὰ ὑπολογίσωμεν τὸ πλῆθος τῶν γαλαξιῶν. Εἰς τὸν ὑπολογισμόν ὅμως αὐτὸν περιοριζόμεθα μόνον εἰς τὴν τάξιν τοῦ πλῆθους.

Οὕτως εὐρέθη, ὅτι οἱ γαλαξίαι πρέπει νὰ ἀνέρχωνται εἰς τὴν τάξιν τῶν τρισεκατομμυρίων. Ὅταν ἀναφερώμεθα εἰς πολὺ μεγάλα μεγέθη, ὅπως εἶναι ἐν γένει ὅλα τὰ σχετικὰ πρὸς τὸ



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

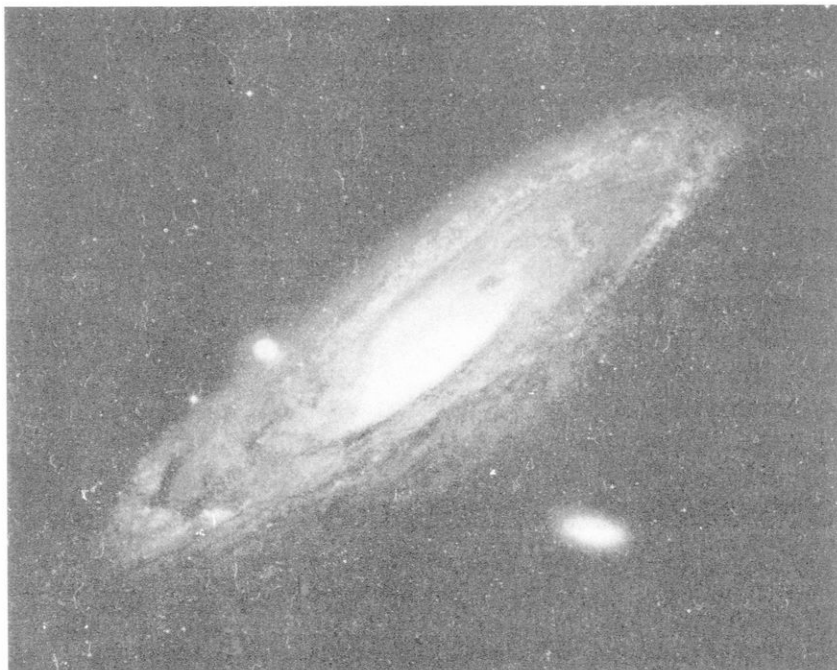
Σύμπαν, τότε ἡ τάξις τῶν ἀριθμῶν εἶναι ἀρκετὴ διὰ τὸν καθορισμὸν αὐτῶν τῶν μεγεθῶν, περιττεύει δὲ ἡ μεγαλυτέρα ἀκρίβεια.

6. Μορφαὶ τῶν γαλαξιῶν. Οἱ γαλαξίαι παρουσιάζουν, ἐν γένει, σχήματα κανονικά. Ὁ Hubble¹ (Χάμπλ) τοὺς ἐταξινόμησεν ὡς ἑξῆς:

α'. Συνήθως ἔχουν σχῆμα σφαιρικὸν ἢ ἑλλειψοειδὲς (ώοειδές), διὰ τοῦτο δὲ καὶ φαίνονται, ὡς δίσκοι κυκλικοὶ ἢ ἑλλειπτικοί, τῶν ὁποίων ἡ λαμπρότης ἐλαττοῦται ἐκ τοῦ κέντρου πρὸς τὰ χεῖλη τῶν δίσκων. Τὸ κεντρικὸν μέρος αὐτῶν, τὸ καὶ λαμπρότερον, καλεῖται πυρὴν τοῦ γαλαξίου. Ἐν γένει, τοὺς γαλαξίας αὐτοὺς τοὺς ὀνομάζομεν *ἑλλειπτικούς* καὶ τοὺς συμβολίζομεν μὲ τὸ γράμμα E. Τὸ πλῆθος τῶν ἀντιπροσωπεύει τὰ 17% τοῦ συνόλου τῶν γαλαξιῶν.

β'. Οἱ περισσότεροι ὅμως γαλαξίαι παρουσιάζουν ὅψιν σπειροειδῆ. ἔχουν δηλαδὴ οὗτοι ἓνα πυρῆνα, ὁ ὁποῖος δυνατόν νὰ

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



Εικ. 4. 'Ο μέγας σπειροειδής γαλαξίας
εἰς τὸν ἀστερισμὸν τῆς Ἀνδρομέδας.

εἶναι ἑλλειπτικοῦ σχήματος, δυνατόν ὅμως καὶ νὰ ὁμοιάζῃ μὲ ἐπιμήκη ράβδον. Καὶ εἰς τὰς δύο ὅμως περιπτώσεις, ἀπὸ τὰ ἄκρα τοῦ ραβδωτοῦ ἢ ἑλλειψοειδοῦς πυρῆνος, ἐκφύονται δύο βραχίονες, οἱ ὅποιοι ἐλίσσονται σπειροειδῶς περὶ τὸν πυρῆνα. Διὰ τοῦτο τοὺς γαλαξίας αὐτοὺς τοὺς ὀνομάζομεν **σπειροειδεῖς**. Τὸ πλῆθος των ἀντιπροσωπεύει τὰ 80% τοῦ συνόλου τῶν γαλαξιών.

Ἐὰν ὁ πυρὴν τῶν ἐν λόγῳ γαλαξιών εἶναι ἑλλειπτικός, τότε τοὺς ὀνομάζομεν **κανονικοὺς** σπειροειδεῖς καὶ τοὺς συμβολίζομεν μὲ τὸ γράμμα S. Ἐὰν ὁ πυρὴν των εἶναι ραβδωτός, τοὺς καλοῦμεν **ραβδωτοὺς** σπειροειδεῖς καὶ τοὺς συμβολίζομεν μὲ SB' (B = bar = ράβδος). Οἱ κανονικοὶ σπειροειδεῖς ἀπαρτίζουν τὰ 2/3 τοῦ συνόλου τῶν σπειροειδῶν, ἐνῶ τὸ ἄλλο 1/3 εἶναι οἱ ραβδωτοὶ σπειροειδεῖς.

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

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

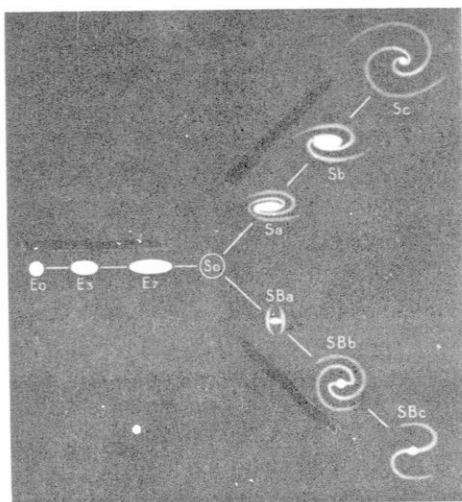
δ'. Θεωρεῖται ὡς λίαν πιθανόν, ὅτι αἱ μορφαὶ αὐταὶ τῶν γαλαξιδῶν μαρτυροῦν καὶ τὸν τρόπον, κατὰ τὸν ὁποῖον οὗτοι ἐξελισσονται.

Οὕτως, οἱ γαλαξιοὶ ἀρχίζουν τὴν ζωὴν των, ὡς σφαιρωτὰ συγκροτήματα, βαθμιαίως δὲ λαμβάνουν σχῆμα ἑλλειπτικόν, ὁλονὲν λεπτυνόμενον, ἕως ὅτου ἀποβάλλουν τοὺς βραχίονάς των. Οἱ βραχίονες αὐτοί, κατ' ἀρχὰς συσφίγγονται γύρω ἀπὸ τὸν γαλαξιακὸν πυρῆνα, κατόπιν δὲ ὁλονὲν ἀνοίγουν καὶ ἀπομακρύνονται τοῦ πυρῆνος, ἀπὸ τὸν ὁποῖον, τέλος, ἀποκόπτονται. Τὸ τελευταῖον στάδιον ἑνὸς γαλαξιοῦ εἶναι ἡ ἀνώμαλος μορφή του.

ε'. Ἐν γένει οἱ γαλαξιοὶ, πρὸς διάκρισιν, φέρουν ἕκαστος καὶ ἓνα ἀριθμὸν, ὁ ὁποῖος ἀκολουθεῖ τὰ τρία γράμματα Ν.Γ.Κ. (Νέος Γενικὸς Κατάλογος). Οὕτως, ὁ γαλαξίας Ν.Γ.Κ. 224, εἶναι ἐκεῖνος τὸν ὁποῖον ἄλλοτε ὠνομάζαμεν «νεφελοειδῆ τῆς Ἀνδρομέδας» καὶ ὁ ὁποῖος εἶναι ὁ γνωστότερος τῶν γαλαξιδῶν (εἰκονιζόμενος συνηθέστατα εἰς τὰ σχετικὰ βιβλία), διότι εἶναι πολὺ πλησίον μας.

Ἐξ ἄλλου, παραπλεῦρως ἀπὸ τὸν ἀριθμὸν ἀναφέρεται συνηθῶς καὶ ἡ μορφή τοῦ γαλαξιοῦ, ὡς τὸ π ο ς αὐτοῦ, διὰ τῶν γραμμάτων Ε (ἑλλειπτικὸς), S (σπειροειδής), SB (ραβδωτὸς σπειροειδής), I (ἀνώμαλος). Π.χ., διὰ τὸν νεφελοειδῆ τῆς Ἀνδρομέδας γράφομεν: γαλαξίας Ν.Γ.Κ. 224, τύπου S.

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



Εἰκ. 5. Μορφολογικὴ ταξινόμησης τῶν γαλαξιδῶν. E₀, E₃, E₇ ἑλλειψοειδεῖς· S_a, S_b, S_c σπειροειδεῖς· SB_a, SB_b, SB_c σπειροειδεῖς ραβδωτοί.

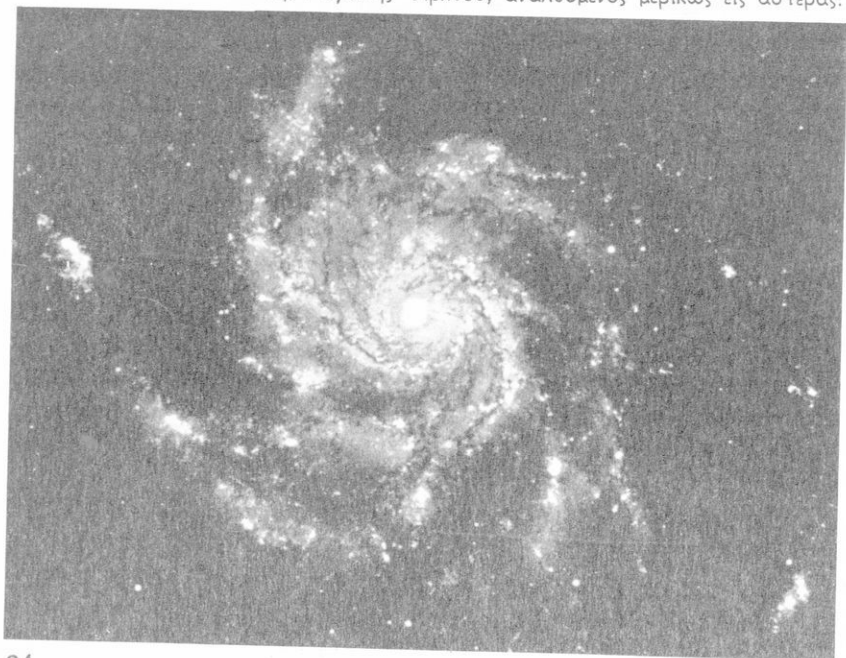
α'. Οί **άστέρες** καθ' ενός γαλαξίου είναι ήλιοι, ώς ό ήλιός μας.

Τό πλήθος τών άστέρων έκάστου γαλαξίου δέν είναι δυνατόν νά καταμετρηθῇ· διότι, λόγω τῆς μεγάλης απόστασεως τών γαλαξιών, δέν είναι συνήθως δυνατόν καί νά διακρίνωμεν τούς άστέρας των, πρό παντός εἰς τούς πυρήνας των. Μόνον εἰς τούς πλησιέστερους γαλαξίας κατορθώνομεν νά διακρίνωμεν τούς άστέρας καί πάλιν, ὅχι τόσον εἰς τούς πυρήνας, ὅσον εἰς τούς βραχίονας, ὅπου εἶναι καί άραιότεροι.

Δι' άλλων ὅμως μεθόδων βεβαιούμεθα, ὅτι τό πλήθος τών άστέρων έκάστου γαλαξίου είναι τῆς τάξεως τών δεκάδων ἕως ἑκατοντάδων δισεκατομμυρίων.

β'. Τά **νεφελώματα** καθ' ενός γαλαξίου είναι ὕλη νεφελώδης, σχετικῶς πυκνή, συνήθως δέ σκοτεινή, ἔκτος ἔάν φωτίζεται ἀπό γειτονικούς πρὸς αὐτήν άστέρας, ὁπότε φαίνεται φωτεινή. Διακρίνονται δέ τά νεφελώματα ὡς σκοτειναί κηλίδες ἢ καί σκοτειναί ταινίαι,

Εἰκ. 6. Ὁ σπειροειδής γαλαξίας N.G.C. 5457 εἰς τόν άστερισμόν τῆς Μεγάλης Ἀρκτου, ἀναλυόμενος μερικῶς εἰς άστέρας.



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

γ'. Τέλος, ἡ μεσοαστρικὴ ὕλη εἶναι ὕλη διάσπαρτος, ἐξ ἀερίων ἢ καὶ κόνεως, πολὺ ἀραιότερα ἀπὸ τὴν ὕλην τῶν νεφελωμάτων, ἢ ὁποῖα, ἐπειδὴ πληροῖ τὸν μεσοαστρικὸν χῶρον, ἦτοι τὸν χῶρον μεταξὺ τῶν ἀστέρων καθ' ἑνὸς γαλαξίου, διὰ τοῦτο ὀνομάζεται καὶ μεσοαστρικὴ.

Ἡ μεσοαστρικὴ ὕλη εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν μεσογαλαξιακὴν, ἢ ὁποῖα εὐρίσκεται εἰς τὸν χῶρον μεταξὺ τῶν γαλαξίων (§4γ).

8. Μέγεθος, περιστροφή καὶ μᾶζα τῶν γαλαξίων. α'. Ἐπειδὴ τὸ σχῆμα τῶν γαλαξίων, ἐξαιρέσει τῶν σφαιρωτῶν, εἶναι ἐν γένει πεπλατυσμένον, μάλιστα δὲ εἰς τοὺς σπειροειδεῖς γαλαξίας φαίνεται πολὺ πεπιεσμένον, διὰ τοῦτο αἱ διαστάσεις τῶν γαλαξίων προσδιορίζεται μὲ δύο πάντοτε ἀριθμούς. Ἐξ αὐτῶν, ὁ ἓνας διδὲι τὴν διάμετρον τοῦ γαλαξίου ἢ ἀκριβέστερον, τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ἄξονος τοῦ ἑλλειψοειδοῦς (φακοειδοῦς) σχήματός του, ἐνῶ ὁ ἄλλος παρέχει τὸ μῆκος τοῦ μικροῦ ἄξονος, ὁ ὁποῖος ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ «πᾶχος» τοῦ γαλαξίου.

Εὐρέθη, ὅτι ἡ διάμετρος τῶν γαλαξίων ποικίλλει· 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 ὑπερβαίῃ ἀκόμη καὶ τὰς ἑκατὸν χιλιάδας ε.φ. Συνήθως, τὰ μεγέθη τῶν μεγάλων ἀξόνων τῶν γαλαξίων κυμαίνονται μεταξὺ 20 καὶ 60 χιλιάδων ε.φ. Ὁ μικρὸς, ἐξ ἄλλου, ἄξων τῶν γαλαξίων περιορίζεται συνήθως εἰς τὸ δέκατον τοῦ μεγέθους τοῦ μεγάλου ἄξονος αὐτῶν.

Κατὰ κανόνα μεγαλύτεροι εἶναι οἱ σπειροειδεῖς γαλαξίαι.

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

Τὴν περιστροφὴν τῶν γαλαξίων μαρτυρεῖ, κατ' ἀρχήν, αὐτὸ τοῦτο τὸ σχῆμα των, ἐνῶ οἱ σπειροειδεῖς βραχίονες δεικνύουν σαφῶς καὶ τὴν φορὰν, κατὰ τὴν ὁποῖαν περιστρέφεται ἓνας γαλαξίας.

Ἐξ ἄλλου ὅμως, μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ φασματοσκοπίου, καταρωθῶθῃ ὅχι μόνον νὰ ἐπιβεβαιωθῇ ἡ περιστροφή μερικῶν γαλαξίων, ἀλλ' ἐπὶ πλέον καὶ νὰ μετρηθῇ ἡ ταχύτης τῆς περιστρο-

φ ἤ σ των. Ἡ ταχύτης αὐτή, εἰς τὰ ἐξωτερικά ὅρια τῶν βραχιόνων, φθάνει καὶ ἐνίοτε ὑπερβαίνει τὰ 300 km/sec.

γ'. Ἡ ταχύτης περιστροφῆς ἐνὸς γαλαξίου ἐπιτρέπει νὰ ὑπολογισθῇ καὶ ἡ μ ᾶ ζ α του, ἥτοι τὸ ποσὸν τῆς ὕλης, τὸ ὁποῖον περιέχει.

Ἐξ ἄλλου, ὅταν εἶναι γνωσταὶ καὶ αἱ διαστάσεις καὶ ἡ μ ᾶ ζ α ἐνὸς γαλαξίου, εὐκόλως ὑπολογίζεται καὶ ἡ μέση πυκνότης τῆς ὕλης του, κατὰ τὸν γνωστὸν τύπον $\rho = \frac{m}{v}$, ὅπου ρ ἡ πυκνότης, v ὁ ὄγκος καὶ m ἡ μ ᾶ ζ α τοῦ γαλαξίου.

Εὐρέθη, ὅτι ἡ μ ᾶ ζ α τῶν μεγάλων γαλαξιῶν δύναται νὰ εἶναι καὶ 300 δισεκατομμύρια φορὰς μεγαλυτέρα τῆς μάζης τοῦ ἡλίου μας. Οἱ περισσότεροι ὁμως γαλαξίαι ἔχουν μ ᾶ ζ α μικροτέραν, κυμαίνον- μένην μεταξὺ 6×10^{10} καὶ 2×10^{10} ἡλιακῶν μαζῶν. Ὑπάρχουν ὁ- μως καὶ γαλαξίαι μὲ μ ᾶ ζ α ἴσην πρὸς ἓν μόνον δισεκατομμύριον φο- ρὰς τὴν μ ᾶ ζ α τοῦ ἡλίου μας.

Τὰ ἐξαγόμενα αὐτὰ τῶν μετρήσεων τῆς μάζης τῶν γαλαξιῶν εἶναι ἐκεῖνα, τὰ ὁποῖα ἐπιτρέπουν νὰ ἐκτιμῶμεν ἐμμέσως καὶ τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων, τοὺς ὁποίους περιέχει ἕκαστος ἐξ αὐτῶν, ἂν ὑποτεθῇ, ὅτι ἡ μέση μ ᾶ ζ α τῶν ἀστέρων των εἶναι ἴση πρὸς τὴν ἡλιακὴν μ ᾶ ζ α. Διὰ τοῦτο καὶ ἐλέχθη (§ 7α), ὅτι τὸ πλῆθος τῶν ἀ- στέρων ἐκάστου γαλαξίου εἶναι τῆς τάξεως τῶν δεκάδων ἕως ἑκα- τοντάδων δισεκατομμυρίων.

III. ΓΑΛΑΞΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ

9. **Συστήματα, ομάδες καὶ σμήνη γαλαξιῶν.** Οἱ γαλαξίαι δὲν εὐρίσκονται διεσπαρμένοι εἰς τὸ Σύμπαν, κατὰ τρόπον ὁμοιό- μορφον.

α'. Κατ' ἀρχὴν, ὑπάρχουν γαλαξίαι ἐντελῶς μεμονωμένοι, οἱ ὁποῖοι δὲν φαίνονται νὰ ἔχουν οὔτε δεσμὸν κοινῆς καταγωγῆς ἀλλ' οὔτε καὶ ἄλλην τινα ἀμοιβαίαν ἐξάρτησιν.

Ἐξ ἄλλου, αἱ ἀποστάσεις, αἱ ὁποῖαι τοὺς διαχωρίζουν εἶναι πολὺ μεγάλοι καὶ τόσον, ὥστε, ἀκόμη καὶ οἱ γειτονικοὶ ἀπέχουν πολλὰ ἑκατομμύρια ε.φ. ἀπ' ἀλλήλων.

Οί γαλαξίαι αὐτοὶ ὀνομάζονται συνήθως ἄπλοϊ καὶ ἀντιπροσωπεύουν τὸ μεγαλύτερον ποσοστὸν τῶν συνολικῶς γνωστῶν γαλαξιδῶν.

β'. Οἱ ὑπόλοιποι γαλαξίαι κατανέμονται εἰς τὰ καλούμενα **γαλαξιακὰ συστήματα**, ὡς ἑξῆς: Πρῶτον, ἓνα ἀξιόλογον ποσοστὸν ἀναλογεῖ εἰς τὰ καλούμενα **ζεύγη γαλαξιδῶν**. Εἰς καθένα

τῶν ζευγῶν οἱ δύο γαλαξίαι εὐρίσκονται, σχετικῶς πολὺ πλησίον, εἰς μίαν ἀπόστασιν, ἥ ὁποία κυμαίνεται ἀπὸ $5 \cdot 10^5$ ἕως $2 \cdot 10^6$ ε.φ. Κατόπιν, ἓνα ἄλλο ποσοστὸν γαλαξιδῶν ἀποτελοῦν **συστήματα τριπλᾶ**, ἥτοι συστήματα ἐκ τριῶν γαλαξιδῶν, εὐρισκομένων εἰς ἀποστάσεις ἀπ' ἀλλήλων, ἀναλόγους πρὸς ἐκεῖνας τῶν μελῶν τῶν ζευγῶν γαλαξιδῶν, καθὼς ἐπίσης καὶ ἄλλα **πολλαπλᾶ**.

γ'. Ἐκτὸς ὅμως τῶν σχετικῶς ὀλιγομελῶν αὐτῶν συστημάτων, ὑπάρχουν καὶ ἄλλα, πολυμελέστερα, ἀπὸ δέκα ἕως εἴκοσι γαλαξίαι, τὰ ὁποῖα ὀνομάζομεν **ὁμάδας γαλαξιδῶν**, ἀκόμη δὲ καὶ ἄλλα πολὺ περισσότερον πολυμελῆ, μὲ ἑκατοντάδας γαλαξιδῶν ἕκαστον, τὰ ὁποῖα ὀνομάζονται **σμήνη γαλαξιδῶν**.

Ὁ κατωτέρω πίναξ περιέχει τὰς δώδεκα γνωστὰς **πλησιεστέρας** καὶ κυριωτέρας ὁμάδας καὶ σμήνη γαλαξιδῶν, ἀναγραφόμενας κατὰ τὴν σειρὰν τῆς ἀποστάσεώς των ἀφ' ἡμῶν. Εἰς τὴν πρώτην στήλην ἀναφέρεται κάθε σμῆνος μὲ τὸ ὄνομα τοῦ ἀστερισμοῦ, ἥτοι τῆς περιοχῆς τοῦ οὐρανοῦ, ὅπου εὐρίσκεται ἡ ὁμάς ἢ τὸ σμῆνος. Εἰς τὴν δευτέραν στήλην δίδεται ἡ φαινομένη διάμετρος τοῦ τμήματος τοῦ οὐρανοῦ, τὸ ὁποῖον καταλαμβάνει τὸ σμῆνος. Διὰ νὰ αἰσθητοποίησησῃ αὐτὴν τὴν φαινομένην διάμετρον, πρέπει νὰ ἔχη ὑπ' ὄψει, ὅτι ἡ φαινομένη διάμετρος τοῦ δίσκου τοῦ ἡλίου μας εἶναι ἴση πρὸς $0^{\circ},5$ καὶ ἀκριβέστερον πρὸς $32'$ τόξου. Ἡ τρίτη στήλη παρέχει τὴν ἀπόστασιν τοῦ σμήνους εἰς ἑκατομμύρια ε.φ. καὶ εἰς τὴν τελευταίαν ἀναφέρεται τὸ πλῆθος τῶν γαλαξιδῶν τοῦ σμήνους.



Εἰκ. 7. Ζεῦγος σπειροειδῶν γαλαξιδῶν.



Εικ. 8. Όμας γαλαξιών εις τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Πηγάσου.

Τὰ δώδεκα κυριώτερα σμήνη γαλαξιών

α.α.	Σμήνος	Φαινομ. διαμ.	Ἀπόστασις εἰς ἐκατ. ε.φ.	Πλῆθος γαλαξιών
1.	Παρθένου	12 ^ο	36	2500
2.	Πηγάσου	1 ^ο	132	100
3.	Ίχθύων	10 ^ο	132	20
4.	Καρκίνου	3 ^ο	165	150
5.	Περσέως	4 ^ο	190	500
6.	Κόμης	6 ^ο	220	1000
7.	Μεγάλ. Ἀρκτου I	0,07	525	300
8.	Λέοντος	0,06	575	300
9.	Βορείου Στεφάνου	0,05	625	400
10.	Διδύμων	0,05	625	200
11.	Βώτου	0,03	1285	150
12.	Μεγάλ. Ἀρκτου II	0,02	1285	200

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

10. Τοπικὴ ὁμάς γαλαξιών. α'. Μεταξὺ τῶν ὁμάδων γαλα-



Είκ. 9. Τὸ μέγα νέφος τοῦ Μαγγελάνου.

ξιῶν, ὅπως πρῶτος διεπίστωσε ὁ W. Baade¹ (Μπάαντε), ὑπάρχει μία ἐξαιρετικῶς ἐνδιαφέρουσα. Εἶναι ἡ λεγομένη **τοπικὴ ὁμὰς γαλαξιῶν**, ἡ ὁποία ἀποτελεῖται ἀπὸ 17 γαλαξίας, ἂν καὶ εἰκάζεται, ὅτι ἴσως ἀνήκουν εἰς αὐτὴν καὶ τρεῖς ἀκόμη γαλαξίαι.

Μεταξὺ τῶν γαλαξιῶν τῆς τοπικῆς ὁμάδος συγκαταλέγεται καὶ ἐκεῖνος ὁ γαλαξίας, τοῦ ὁποίου ἓνας ἐκ τῶν ἀστέρων του εἶναι καὶ ὁ ἥλιός μας. Εἰς αὐτὸν ἐπομένως εὐρίσκεται καὶ ἡ γῆ μας, ἡ ὁποία κινεῖται περὶ τὸν ἥλιόν μας.

Ἡ τοπικὴ ὁμὰς τῶν γαλαξιῶν καταλαμβάνει εἰς τὸ διάστημα ἓνα χῶρον ἑλλειψοειδοῦς (ώοειδοῦς) σχήματος, τοῦ ὁποίου ὁ μέγας ἄξων ἔχει μῆκος $2,3 \times 10^6$ ε.φ., ἐνῶ ὁ μικρὸς ἄξων αὐτοῦ περιορίζεται εἰς τὸ ἥμισυ. Εἰς τὰ ἄκρα αὐτοῦ τοῦ ἑλλειψοειδοῦς χώρου εὐρίσκονται οἱ δύο μεγαλύτεροι γαλαξίαι τῆς τοπικῆς ὁμάδος. Ὁ ἓνας ἐξ αὐτῶν εἶναι ὁ γαλαξίας N.G.C. 224,¹ ὁ πολὺ γνωστὸς ὡς «νεφελοειδὴς τῆς Ἀνδρομέδας». Ὁ ἄλλος εἶναι ὁ ἰδικός μας γαλαξίας. Ἀμφότεροι εἶναι σπειροειδεῖς, περίπου δὲ τῶν αὐτῶν διαστάσεων.

Παρέχουμεν κατωτέρω τὸν πίνακα τῶν γαλαξιῶν τῆς «τοπικῆς ὁμάδος».

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

Ἡ τοπικὴ ὁμάς γαλαξιδῶν

α.α.	Γαλαξία	Τύπος	Ἀπόστασις ε.φ.	Φαινομένη διάμ.	Διάμετρος εἰς ε.φ.
1.	Ὁ γαλαξίας μας	S	—	—	100.000
2.	Μέγα Νέφος Μαγγελάνου	I	163.000	12°	34.000
3.	Μικρὸν Νέφος Μαγγελάνου	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 ὁμάδος ἰδιαίτεράν σημασίαν παρουσιάζουν τὰ δύο « νέφη τοῦ Μαγγελάνου », τὰ ὁποῖα ἔλαβον τὸ ὄνομα τοῦτο, ἐπειδὴ πρῶτος τὰ παρατήρησε, εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον, ὁ θαλασσοπόρος Magellan. Τὸ ἐνδιαφέρον των συνίσταται εἰς τὸ ὅτι πρόκειται περὶ δύο μικρῶν γαλαξιδῶν, οἱ ὁποῖοι συνοδεύουν, ὡς δορυφόροι, τὸν ἰδικὸν μας γαλαξίαν.

Καθ' ὅμοιον τρόπον ὁ γαλαξίας N.G.C. 221 συνοδεύει τὸν ἄλλον μεγάλον γαλαξίαν τῆς τοπικῆς ὁμάδος, τὸν N.G.C. 224, τῆς Ἀνδρομέδας.

Ἀσκήσεις

1. Ἐὰν ἡ ἀκτίς τοῦ Σύμπαντος εἶναι σήμερον ἴση πρὸς 10^{10} ἔτη φωτός· καὶ ἂν ὑποτεθῇ, ὅτι αὕτη ἤϋξανε ἀναλόγως πρὸς τὸν χρόνον ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τῆς υπάρξεως τοῦ Σύμπαντος μέχρι σήμερον· καὶ ἐπὶ πλέον, ὅτι ἡ ἡλικία τοῦ Σύμπαντος εἶναι 10^{10} ἔτη, νὰ εὐρεθῇ πόση ἦτο ἡ ἀκτίς αὐτοῦ α) πρὸ 9×10^9 , β) πρὸ 8×10^9 , γ) πρὸ 7×10^9 ... καὶ πρὸ 10^9 ἐτῶν.

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

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

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

11. Σύστασις, σχῆμα καὶ διαστάσεις τοῦ γαλαξίου.
α'. Κατὰ τὰς ἀσελήνους νύκτας, ὅταν εὕρισκώμεθα μακρὰν τῶν φώτων τῶν πόλεων, βλέπομεν σαφῶς, ὅτι ὁ οὐρανὸς διασχίζεται ἀπὸ μίαν ἀνώμαλον φωτεινὴν ζώνην, νεφελώδη καὶ υπόλευκον, τὴν ὁποίαν οἱ ἀρχαῖοι Ἑλληνες ὠνόμασαν **Γαλαξίαν**, ὡς ἐκ τῆς γαλακτοχρόου ὀψεὸς τῆς.

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

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

Συμβαίνει ἐδῶ κατὰ ἀνάλογον, πρὸς ὃ,τι γίνεται, ὅταν εὕρισκώμεθα ἐντὸς δάσους. Τότε, τὰ πλησίον μας δένδρα μᾶς περιβάλλουν ἀπὸ ὅλα τὰ μέρη καὶ φαίνονται διακεκριμένα μετὰ τῶν. Τὰ δένδρα ὅμως, ποὺ εὕρσκονται μακρὰ μας, δὲν κατορθώνομεν νὰ τὰ διαχωρίσωμεν. Τὰ βλέπομεν νὰ σχηματίζουν γύρω μας ἓνα ἁμορφον σύνολον, εἰς τὸ ὁποῖον συγχέονται οἱ κορμοί, οἱ κλάδοι καὶ τὰ φυλλώματά των, ὡς ἓνα ἀκαθόριστον σύνολον.

Καθ' ὅμοιον τρόπον, ὅλοι οἱ ἀστέρες, οἱ ὁποῖοι φαίνονται διασκορπισμένοι εἰς τὸν οὐρανόν, εἶναι οἱ πλησίον μας ἀστέρες τοῦ γαλαξίου, ἀντίστοιχοι πρὸς τὰ πλησίον μας δένδρα τοῦ δάσους. Ἐξ ἄλλου 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 πυκνὰ, ἀλλὰ καὶ τόσον μακρὰ ἀπὸ ἡμᾶς, ὥστε νὰ βλέπωμεν μόνον τὴν υπόλευκον

ἀνταύγειάν των. Ὁ γαλαξίας δὲν εἶναι μία σφαῖρα, εἰς τὸ κέντρον τῆς ὁποίας εὐρίσκεται ἡ γῆ, εἰς τρόπον ὥστε ὁλος ὁ οὐρανὸς νὰ ἔχη αὐτὴν τὴν γαλακτώδη ὄψιν. Ἐχει τὸ σχῆμα φακοῦ, ἡ δὲ γῆ μας εὐρίσκεται εἰς μίαν θέσιν πλησίον τοῦ χείλους τοῦ φακοῦ. Διὰ τοῦτο καὶ βλέπομεν ἀπὸ ἐδῶ τὸ κύριον σῶμα τοῦ φακοειδοῦς γαλαξίου νὰ προβάλλεται εἰς τὸν οὐρανόν, ὡσὰν μιὰ κυκλικὴ φωτεινὴ ζώνη.

γ'. Ἐπιμελημένοι ἔρευναι, τὰς ὁποίας ἤρχισε πρὸ διακοσίων περίπου ἐτῶν ὁ W. Herschel (Οὐίλ. Ἑρσελ)¹ καὶ αἱ ὁποῖαι συνεχίσθησαν μέχρι σήμερον ὑπὸ πολλῶν ἐπιφανῶν ἀστρονόμων, ἀπέδειξαν, ὅτι ὁ γαλαξίας μας εἶναι πελώριον συγκρότημα ἐξ ἀστέρων, νεφελωμάτων καὶ μεσοαστρικῆς ὕλης, ὅπως συμβαίνει μὲ ὅλους τοὺς γαλαξίας, μάλιστα δέ, ὅτι εἶναι ἓνας ἐκ τῶν σπείροειδῶν γαλαξιδῶν.

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

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

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

Ἐξ ἄλλου, δυσκολεύει πολὺ τὴν ἀρίθμησίν των καὶ ἡ μεσοαστρικὴ ὕλη, ἡ ὁποία ἀπορροφᾷ τὸ φῶς τῶν πολὺ μακρυνῶν ἀμυδρῶν ἀστέρων, εἰς τρόπον νὰ τοὺς καθιστᾷ ἀοράτους. Τέλος καὶ ἡ ἀδυναμία τῶν τηλεσκοπίων μας νὰ διακρίνουν ἀστέρας ἀμυδροῦς, πέραν ὠρισμένης λαμπρότητος, συντελεῖ ὥστε νὰ μὴν εἶναι ἀριθμήσιμον, παρὰ μόνον ἓνα μέρος τῶν ἀστέρων τοῦ γαλαξίου.

1. W. Herschel (1738 - 1822), Γερμανὸς ἀστρονόμος, ἐκ τῶν μεγαλυτέρων, ζήσας καὶ ἐργασθεὶς ἐν Ἀγγλίᾳ, εἰς τὸν ὁποῖον, ἐκτὸς τόσων ἄλλων, ὀφείλεται καὶ ἡ ἀνακάλυψις τοῦ πλανῆτου Οὐρανοῦ.

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

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

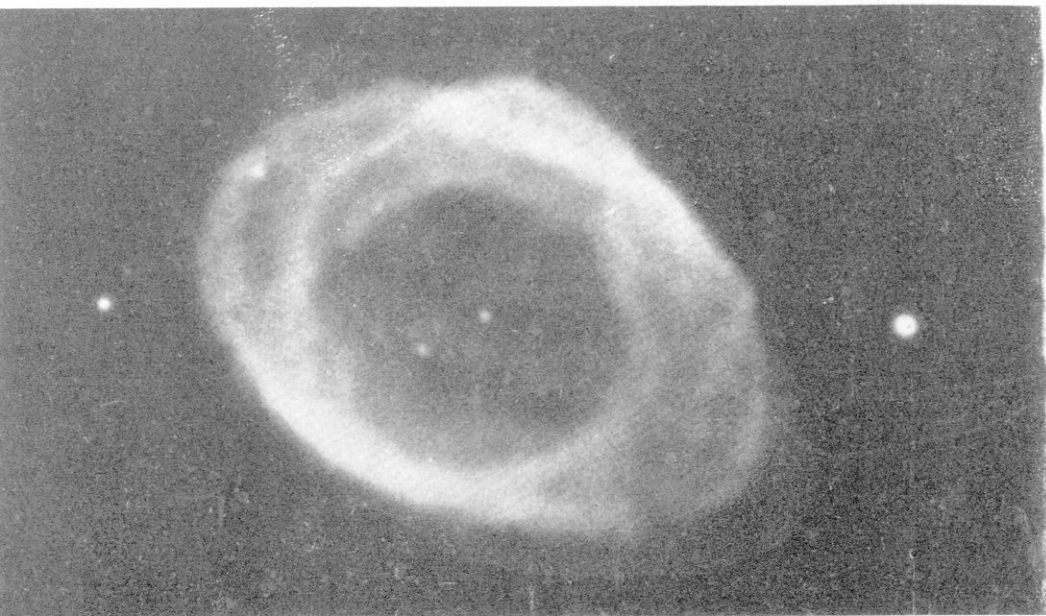
β'. Ἐκτὸς τῶν ἀστέρων, ὁ γαλαξίας μας περιέχει καὶ πολλὰ νεφελώματα.

Αὐτὰ διακρίνονται εἰς δύο κατηγορίας· εἰς τὰ φωτεινὰ καὶ τὰ σκοτεινὰ, ἐνῶ τὰ φωτεινὰ διαχωρίζονται εἰς τὰ πλανητικὰ καὶ τὰ διάχυτα.

1. Τὰ **πλανητικὰ νεφελώματα** εἶναι μᾶζαι ἐξ ἀερίων, αἱ ὁποῖαι, κατὰ κανόνα, προέρχονται ἐκ τῆς ἐκρήξεως ἀστέρων. Συνήθως ὁ ἀστήρ, ἐκ τοῦ ὁποίου προῆλθεν ἕκαστον ἐκ τούτων, φαίνεται περιβαλλόμενος ἀπὸ τὸ νεφέλωμα.

Ἐπεὶδὴ ἡ ἐκ τῆς ἐκρήξεως ὕλη καταλαμβάνει γύρω ἀπὸ τὸν ἀ-

Εἰκ. 10. Τὸ δακτυλιοειδὲς πλανητικὸν νεφέλωμα τῆς Λύρας.



στέρα ένα χώρον περίπου σφαιρικών, διὰ τοῦτο τὰ νεφελώματα αὐτὰ παρουσιάζουν συνήθως τὴν ὄψιν δίσκου, περίπου κυκλικῷ, ὁ ὁποῖος ὁμοιάζει πολὺ μὲ τοὺς δίσκους τῶν πλανητῶν. Διὰ τοῦτο ὀνομάζονται «πλανητικά».

Τὰ πλανητικά νεφελώματα δὲν εἶναι πολλὰ. Γνωρίζομεν σήμερον περὶ τὰ 300. Ἡ πραγματικὴ διάμετρος των εἶναι κατὰ 10.000 ἕως 200.000 φορές μεγαλύτερα τῆς ἀποστάσεως τῆς γῆς ἀπὸ τὸν ἥλιον, ἴσης πρὸς 150 ἑκατομ. km.

2. Ἐξ ἄλλου τὰ **διάχυτα (φωτεινὰ) νεφελώματα** εἶναι νεφελώδης ὕλη ἐξ ἀερίου ἢ καὶ κόνεως. Κυρίως ἀποτελοῦνται ἐκ τῶν στοιχείων ὕδρογόνου, ἡλίου καὶ νατρίου.

Αὐτὰ φαίνονται φωτεινὰ, διότι ἀνακλοῦν καὶ διαχέουν τὸ φῶς τῶν ἀστέρων, οἱ ὁποῖοι εὐρίσκονται πλησίον των, ὅποτε ὀνομάζονται «νεφελώματα ἀνακλάσεως» ἢ ἐκπέμπουν ἰδικόν των φῶς, λόγω διεγέρσεως τῶν ἀτόμων τῆς ὕλης των, ὅποτε λέγονται «νεφελώματα ἐκπομπῆς».

Τὸ πλῆθος αὐτῶν τῶν νεφελωμάτων ἀνέρχεται ἐπίσης εἰς μερικὰς ἑκατοντάδας. Αἱ διαστάσεις των ὅμως εἶναι ἀσυγκρίτως μεγαλύτεραι τῶν πλανητικῶν, δύνανται δὲ νὰ ἐκτείνωνται εἰς μῆκος καὶ πολλῶν δεκάδων ἐτῶν φωτός, ἐνῶ τὸ σχῆμα των εἶναι πάντοτε ἀκανόνιστον. Τέλος, ἡ ὕλη ἀπὸ τὴν ὁποίαν συνίστανται εἶναι πολὺ ἀραιὰ, ἡ δὲ πυκνότης της πρέπει νὰ εἶναι μικρότερα τῆς πυκνότητος τῆς γηίνης ἀτμοσφαίρας πλέον ἀπὸ 30 ἑκατομ. φορές.

3. Τὰ **σκοτεινὰ νεφελώματα** δὲν διαφέρουν καθόλου ἀπὸ τὰ φωτεινὰ, τόσον ὡς πρὸς τὴν πυκνότητα τῆς ὕλης των, ὅσον καὶ ὡς πρὸς τὰς διαστάσεις.

Εἶναι ἀόρατα ἐπειδὴ δὲν φωτίζονται ἀπὸ γειτονικοὺς πρὸς αὐτὰ ἀστέρας. Ἐν τούτοις ὅμως, μαρτυρεῖ τὴν ὕπαρξιν αὐτῶν τὸ γεγονός, ὅτι, ἐκεῖ ὅπου ὑπάρχουν, ἀποκρύπτονται ἐντελῶς οἱ ἀστέρες, ἐνῶ ἐξῶ ἀπὸ τὴν περίμετρόν των, ὁ χώρος βρίθει κυριολεκτικῶς ἀπὸ ἀστέρας. Διὰ τοῦτο καὶ μαντεύει κανεὶς ἀμέσως, ὅτι τὸ κενὸν ἐξ ἀστέρων εἰς μίαν περιοχὴν τοῦ γαλαξίου, ὀφείλεται εἰς τὴν ἐκεῖ παρουσίαν κάποιου σκοτεινοῦ νεφελώματος. Ὅλος ἄλλωστε ὁ γαλαξίας φαίνεται καὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ διχασμένος εἰς δύο κλάδους ἐπιμήκεις, διότι ἀκριβῶς διασχίζεται ἀπὸ ἓνα πολὺ μεγάλο, ἐπίμηκες, σκοτεινὸν νεφέλωμα.



Εικ. 11. Σκοτεινόν διάχυτον νεφέλωμα τοῦ Γαλαξίου μας εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ Τοξότου, ἀποκρύπτει τοὺς ὀπισθὲν του εὕρισκομένους ἀστέρας.

Εικ. 12. Τὸ διάχυτον σκοτεινόν νεφέλωμα «κεφαλὴ ἵππου» εἰς τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Ὠρίωνος.



Είναι γνωστά 1550 σκοτεινά νεφελώματα, τὰ ὁποῖα καλύπτουν περίπου τὸ $1/2$ τῆς ὀλικῆς ἐκτάσεως τοῦ γαλαξίου.

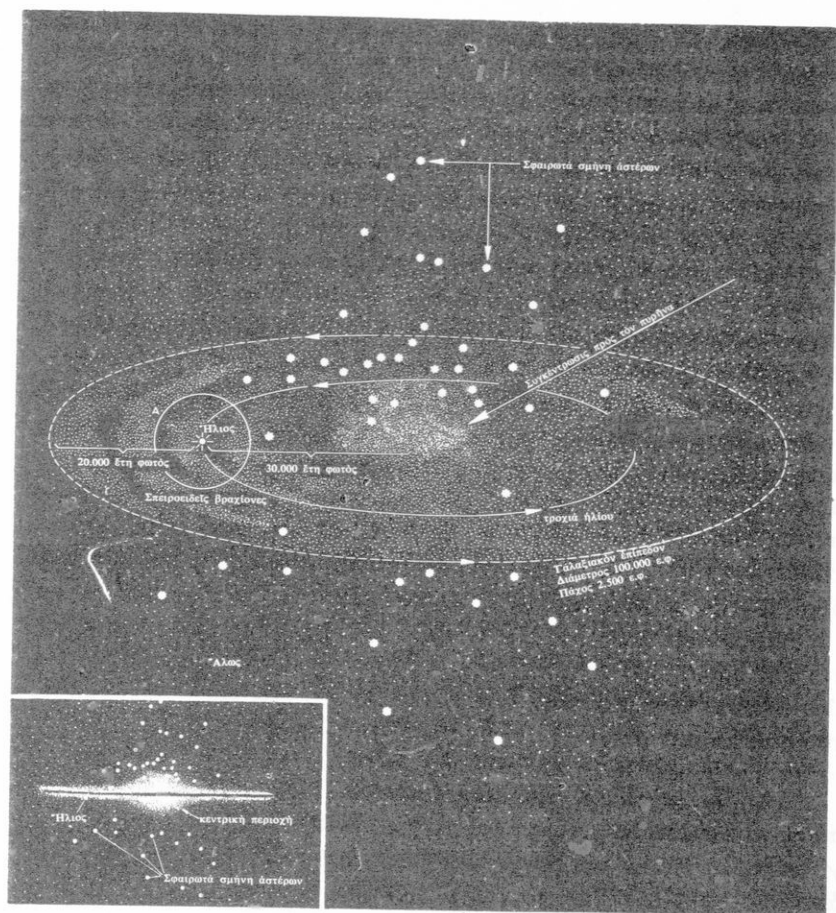
γ'. Ὁρισμένοι περιοχαὶ τοῦ οὐρανοῦ ἐκπέμπουν ἔντονα ραδιοφωνικὰ κύματα. Αἱ πηγαὶ αὐταὶ ὀνομάζονται ραδίαστέρεις ἢ ραδιοπηγαί. Ἡ ὕπαρξις των διαπιστώνεται διὰ τῶν ραδιοτηλεσκοπίων, τὰ ὁποῖα συλλαμβάνουν τὴν ραδιοφωνικὴν ἀκτινοβολίαν ἀπὸ μῆκους κύματος 0,25 cm ἕως 30 m. Οἱ «ραδίαστέρες», κατὰ κανόνα, δὲν φαίνονται διὰ τῶν ὀπτικῶν τηλεσκοπίων. Οὗτοι εἶναι ὑπολείμματα «ὑπερνέων» ἀστέρων (§348). Πολὺ ἔντονος ραδιοφωνικὴ ἀκτινοβολία ἔρχεται καὶ ἀπὸ ἐξωγαλαξιακοὺς ραδίαστέρας, οἱ ὅποιοι εἶναι γαλαξίαι ἐν ἐκρήξει. Αἱ περισσότερον ἐντυπωσιακαὶ περιπτώσεις ἐκρήξεως γαλαξίων ἀποτελοῦν τοὺς ἡμι-αστέρας ἢ κβάζαρς. Ὀνομάσθησαν οὕτως, διότι εἰς τὴν φωτογραφίαν ἐμφανίζονται ὡς μικροὶ κυκλικοὶ δίσκοι, ὅπως οἱ ἀστέρες. Ἡ ἀκτινοβολία των ὅμως εἶναι κατὰ 100 καὶ πλέον φορὰς μεγαλυτέρα τῆς ἀκτινοβολίας ἐνὸς γαλαξίου.

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

δ'. Τέλος, ἐκτὸς τῶν νεφελωμάτων, σκοτεινῶν ἢ φωτεινῶν, καθ' ὅλην τὴν ἑκτασιν τοῦ γαλαξίου, μετὰ τῶν ἀστέρων του, ὑπάρχει διάχυτος ἀραιοτάτη ὕλη, ἡ **μεσοαστρικὴ**, τουλάχιστον ἑκατὸν φορὰς ἀραιότερα τῶν νεφελωμάτων, κυρίως ἐκ τῶν στοιχείων, ὕδρογόνου, ἡλίου καὶ νατρίου, ἡ ὁποία εὐρίσκεται εἰς ἀεριώδη κατάστασιν ἢ ἀποτελεῖται καὶ ἀπὸ κόκκους κόνεως. Οὗτοι δημιουργοῦνται συνεχῶς ἐκ τοῦ μεσοαστρικοῦ ἀερίου. Ὑπολογίζεται, ὅτι τὰ $9/10$ τῆς μεσοαστρικῆς ὕλης εἶναι ἀεριώδη, κυρίως ἐξ ὕδρογόνου καὶ μόνον τὸ $1/10$ αὐτῆς ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸν κονιορτόν.

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

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



Είκ. 13. Σχηματική παράσταση του Γαλαξίου μας.

νήθως από πολλά **σμήνη άστέρων**, ἐνῶ εἰς καθέν σμήνος ἀριθμοῦν-
ται ἑκατοντάδες, χιλιάδες ἢ καὶ δεκάδες χιλιάδες ἀστέρων. Εἰδικώ-
τερον, εἰς τοὺς δύο βραχίονας τοῦ γαλαξίου, πολλὰ σμήνη ἀστέ-
ρων συναποτελοῦν τὰς λεγομένας **κομβώσεις** τῶν βραχιόνων.

β'. Ὑπάρχει μία κόμβωσις εἰς ἕνα τῶν βραχιόνων, τὴν ὁποίαν
ὀνομάζομεν **τοπικὸν σύστημα**.

Τὸ τοπικὸν σύστημα εἶναι σύνολον πολλῶν ἀστρικῶν σμηνῶν.
γ'. Ἐνα σμήνος ἐξ αὐτῶν ἀπαρτίζεται ἐκ τῶν λαμπροτέρων κυ-

ρίως αστέρων τοῦ οὐρανοῦ, ἀνερχομένων περίπου εἰς πεντακοσίους.

Παρά τὸ γεγονός, ὅτι οἱ ἀστέρες αὐτοὶ φαίνονται κατεσπαρμένοι πρὸς πᾶσαν διεύθυνσιν εἰς τὸν οὐρανόν, εἰς τὴν πραγματικότητα ὅμως ἀποτελοῦν σμήνος. Διότι ἐπιμελημένοι μετρήσεις τῆς ἀποστάσεως των ἀπὸ ἡμᾶς, ἀλλὰ καὶ τῆς ἐν γένει κινητικῆς συμπεριφορᾶς των, ἀπέδειξαν, ὅτι εἶναι οἱ πλησιέστεροι πρὸς ἡμᾶς καί, συνεπῶς, οἱ πλησιέστεροι καὶ πρὸς τὸν ἥλιόν μας ἀστέρες. Τοῦτο ἀποδεικνύει, ὅτι ὄχι μόνον ἀποτελοῦν σμήνος, ἀλλ' ὅτι εἰς τὸ σμήνος αὐτὸ ἀνήκει καὶ ὁ ἥλιος μας, ὡς ἀστὴρ τοῦ γαλαξίου μας. Συνεπῶς εἰς τὸ σμήνος τοῦτο εὐρισκόμεθα καὶ ἡμεῖς· ἡ γῆ μας.

Τὸ ἀστρικὸν αὐτὸ σμήνος ὀνομάζεται ζώνη τοῦ Gould (Γκούλντ).

δ'. Κατόπιν ὅλων τῶν ἀνωτέρω, συνάγεται τὸ συμπέρασμα, ὅτι ὁ ἥλιός μας, τὸν ὁποῖον ἀκολουθεῖ ἡ γῆ, εἶναι ἓνας ἀστὴρ τοῦ ἀστρικοῦ σμήνους τῆς «ζώνης τοῦ Gould», τὸ ὁποῖον, μαζί με ἄλλα πολλὰ σμήνη ἀστέρων, ἀνήκει εἰς τὸ «τοπικὸν σύστημα», ἐνῶ 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 ἡλίου μετὰ τῆς γῆς, εἰς τὸν γαλαξίαν (βλ. εἰκ. 13) καὶ εὗρήθη, ὅτι εἴμεθα εἰς μίαν ἀπόστασιν ἴσην πρὸς 30.000 ε.φ. ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ γαλαξίου.

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

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

γ'. Τὸ τοπικὸν σύστημα εὐρίσκεται σχεδὸν ἐπὶ τοῦ γαλαξιακοῦ ἐπιπέδου. Εἰδικώτερον δέ, ὁ ἥλιος μετὰ τῆς γῆς μας κεῖνται εἰς πολὺ μικρὰν ἀπόστασιν, μόλις 25 ε.φ., μακρὰν τοῦ γαλαξιακοῦ ἐπιπέδου. Εἰς τὴν θέσιν αὐτὴν καὶ εἰς τὴν ἀπόστασιν τῶν 30.000 ε.φ.

ἀπὸ τὸ γαλαξιακὸν κέντρον, κινεῖται ὁ ἥλιος περὶ τὸν ἄξονα περιστροφῆς τοῦ γαλαξίου, μὲ ταχύτητα 250 km/sec , συμπαρασύρων καὶ τὴν γῆν, εἰς τρόπον ὥστε ἥλιος καὶ γῆ νὰ συμπληρῶνουν μαζὶ ἓνα γύρον περὶ τὸν ἄξονα τοῦτον, ἐντὸς τῶν 200 ἑκατομ. ἐτῶν.

Ἄν δεχθῶμεν, ὅτι ἡ γῆ ἔχει ἡλικίαν τῆς τάξεως τῶν τεσσάρων περίπου δισεκατομ. ἐτῶν, ὅπως σήμερον πιστεύεται, τότε, ἀπὸ τῆς γεννήσεώς 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 ἴση πρὸς $2,2 \times 10^{11}$ ἡλιακὰς μάζας. Ἄλλ' ἐκ τοῦ δεδομένου τούτου συνάγεται, ὅτι τὸ συνολικὸν πλῆθος τῶν ἀστέρων του εἶναι τῆς τάξεως τῶν διακοσίων δισεκατομμυρίων (§ 12α), ἐὰν δεχθῶμεν, ὅτι οἱ ἀστέρες ἔχουν μέσην μᾶζαν ἴσην πρὸς τὴν μᾶζαν τοῦ ἡλίου μας.

(15). Τὸ ἡλιακὸν σύστημα. Ὁ ἥλιος μας, ὡς ἀστήρ τοῦ γαλαξίου, δὲν εἶναι μόνος.

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

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

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

β'. Ἐξ ἄλλου, ἐκτὸς τοῦ Ἑρμοῦ, τῆς Ἀφροδίτης καὶ τοῦ Πλούτωνος, γύρω ἀπὸ καθένα τῶν ἄλλων ἑξ πλανητῶν κινοῦνται ἓνα ἢ καὶ περισσότερα, μικρότερα ἀπὸ τοὺς πλανῆτας, σώματα, τὰ ὁποῖα ὀνομάζονται **δορυφόροι τῶν πλανητῶν**, ἐπεὶδὴ ἀκριβῶς ἀκολουθοῦν τοὺς πλανῆτας εἰς τὴν κίνησίν των περὶ τὸν ἥλιον.

Ἡ **σελήνη** εἶναι ὁ μοναδικὸς δορυφόρος τῆς γῆς.

γ'. Τέλος, κινοῦνται περὶ τὸν ἥλιον καὶ μερικαὶ δεκάδες ἄλλων σωμάτων, ὀγκωδεστέρων ἀπὸ τοὺς πλανῆτας, ἀλλὰ πολὺ ἐλαφροτέρων, τὰ ὁποῖα, ἐπεὶδὴ ἔχουν σχῆμα ἐπίμηκες, ὑπὸ μορφήν κόμης, ὀνομάζονται **κομήται**.

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

κοινοῦ με τὸν ἥλιον, περὶ τὸν ὁποῖον κινουῦνται, συναποτελοῦν τὸ ἡλιακὸν ἢ πλανητικὸν σύστημά μας.

Τὸ ποσὸν τῆς ὕλης ὄλων τῶν πλανητῶν, τῶν δορυφόρων καὶ τῶν κομητῶν, ἀποτελεῖ μικρὸν μόνον κλάσμα, ἴσον πρὸς τὸ $1/780$ τῆς μάζης τοῦ ἡλίου μας. Ἡ δὲ γῆ εἶναι τόσο μικρά, ὥστε ἡ μάζα τῆς ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ $1/330.000$ τῆς ἡλιακῆς μάζης.

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

α'. Ἐμετρήθη ἀκριβῶς ἡ μάζα τῆς γῆς καὶ εὑρέθη ἴση πρὸς $5,5 \times 10^{21}$ ($5,5$ ἑξάκις ἑκατομ. τόν.). Ἐκ τοῦ στοιχείου τούτου προκύπτει, ὅτι ἡ κατὰ 330.000 φορές μεγαλυτέρα μάζα τοῦ ἡλίου εἶναι ἴση πρὸς $1,815^{27}$ τόνους ($1,8$ περίπου ὀκτάκις ἑκατ. τόν.).

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

β'. Ἐξ ἄλλου, ἐμετρήθη ἡ διάμετρος τῆς γηίνης σφαίρας καὶ εὑρέθη, ὅτι ἀνέρχεται εἰς 12.750 km. Ἡ διάμετρος τοῦ ἡλίου εὐρίσκεται, ὅτι εἶναι 109 φορές μεγαλυτέρα καὶ ὁ ὄγκος του κατὰ $1.300.000$ φορές μεγαλύτερος τῆς γῆς.

Ἐπ' αὐτὰς τὰς συνθήκας, ὅχι μόνον ἡ γῆ ἀλλὰ καὶ ὁ ἥλιος εἶναι σώματα μικρότατα, πρὸ τοῦ τεραστίου μεγέθους τῆς διαμέτρου τοῦ γαλαξίου, ἴσης πρὸς 100.000 ε.φ. Ἀκόμη καὶ τὸ μέγεθος ὁλοκλήρου τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος εὐρίσκεται ἐλάχιστον πρὸ τοῦ μεγέθους τοῦ γαλαξίου, διότι ἡ ἀπόστασις τοῦ τελευταίου πλανήτου, τοῦ Πλούτωνος, ἀπὸ τὸν ἥλιον, ἀνέρχεται μόλις εἰς τὰ 60 δισεκατομμύρια χιλιόμετρα· ἤτοι ἡ ἀκτίς τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος εἶναι περίπου ἴση πρὸς τὸ $1/1.600$ τοῦ ε.φ., ὅταν ἡ ἀκτίς τοῦ γαλαξίου φθάσει τὰ 50.000 ε.φ. Εἶναι συνεπῶς, κατὰ 8×10^7 φορές, περίπου, μικρότερα.

Κατὰ ταῦτα ἡ γῆ εἶναι τόσο μικρά, ὥστε ἡ ἀκτίς τῆς, συγκρινομένη πρὸς ἐκείνην τοῦ γαλαξίου, καταντᾷ πλέον ἀσήμαντος, ἀφοῦ ὁ λόγος τῶν μεγεθῶν τῶν εἶναι, πράγματι, κλάσμα ἀμελητέον.

γ'. Ἀλλὰ τότε, εἶναι προφανές, ὅτι ὁ πλανήτης μας, τόσο ὡς πρὸς τὸ ποσὸν τῆς ὕλης του, ὅσον καὶ κατὰ τὰς διαστάσεις του, δὲν εἶναι καὶ δυνατὸν νὰ συγκριθῇ πρὸς τὸ μέγεθος τοῦ ὅλου Σύμπαντος, ἀφοῦ ὁ γαλαξίας ὁλόκληρος μόλις συγκεντρώνει τὸ τρισεκατομμυ-

ριοστόν τῆς ὕλης τοῦ Σύμπαντος καὶ ἀφοῦ ὁ λόγος τῆς ἀκτίνος τῆς γῆς, τῶν 6378 km, πρὸς τὴν ἀκτίνα τοῦ Σύμπαντος, τῶν δέκα τουλάχιστον δισεκατομμυρίων ἔτῶν φωτός, τείνει πλέον πρὸς τὸ μηδέν!

Ἀσκήσεις

5. Νὰ εὑρεθῇ ποίας τάξεως εἶναι τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων τοῦ Σύμπαντος, ὅταν τὸ μὲν μέσον πλῆθος τῶν ἀστέρων ἐκάστου γαλαξίου εἶναι τῆς τάξεως τῶν 10^{11} ἀστέρων, τὸ δὲ ὅλον πλῆθος τῶν γαλαξίων τοῦ Σύμπαντος εἶναι τῆς τάξεως τῶν 10^{12} .

6. Πόσοι γαλαξιοὶ πρέπει νὰ ὑπάρχουν εἰς ἓνα χῶρον τοῦ Σύμπαντος, ἔχοντα ἀκτίνα 10^9 ἔτη φωτός, ὅταν ληφθῇ ὡς μέση ἀπόστασις τῶν γαλαξίων ἀπ' ἀλλήλων, ἢ ἀπόστασις τῶν 10^6 ε.φ. καὶ θεωρηθῇ, ὅτι οἱ γαλαξιοὶ οὗτοι διαμοιράζονται ὁμοιόμορφως εἰς τὸν χῶρον τοῦτον.

7. Ἐὰν τὸ ὅλον πλῆθος τῶν ἀστέρων τοῦ γαλαξίου εἶναι 2×10^{11} , τότε, πόσοι ἀστέρες αὐτοῦ ἀποκρύπτονται ἀπὸ τὰ σκοτεινὰ νεφελώματα, ὅταν αὐτὰ καλύπτουν τὸ $1/12$ τῆς ἐκτάσεως τοῦ γαλαξίου; (Ὑποτίθεται, ὅτι ἡ κατανομή τῶν ἀστέρων εἰς αὐτὸν εἶναι ὁμοιόμορφος).

8. Ἐὰν ἡ ἀπόστασις τῆς γῆς ἀπὸ τὸν ἥλιον, ἴση πρὸς $1,5 \times 10^8$ km, ληφθῇ ὡς μονὰς μετρήσεως τῶν ἀποστάσεων (« ἀστρονομικὴ μονὰς »), τότε πόσοι ἀστρονομικαὶ μονάδες ἀντιστοιχοῦν εἰς ἓν ἔτος φωτός;

9. Εἰς πόσας « ἀστρονομικὰς μονάδας » ἀντιστοιχεῖ ἡ διάμετρος τοῦ γαλαξίου καὶ εἰς πόσας ὁ ἄξων τῆς περιστροφῆς του;

10. Εὑρετε πόση εἶναι ἡ ἀπόστασις τοῦ ἡλίου α) μακρὰν τοῦ γαλαξιακοῦ ἐπιπέδου καὶ β) ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ γαλαξίου εἰς ἀστρονομικὰς μονάδας.

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

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

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

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

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

16. Εὑρετε τὸν λόγον: τῆς ἀκτίνος τοῦ γαλαξίου, ὡς πρὸς ἐκείνην τοῦ Σύμπαντος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ ΑΣΤΕΡΕΣ ΚΑΙ ΑΣΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

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

17. Οι 88 άστερισμοί. α'. Παρατηροῦντες τοὺς ἀστέρας διαπιστώνομεν, ὅτι δὲν κατανέμονται ὁμοιομόρφως εἰς τὸν οὐρανόν, ἐνῷ, ἐξ ἄλλου, σχηματίζουν μερικά εὐδιάκριτα συμπλέγματα, τὰ ὁποῖα, βοηθούσης καὶ τῆς φαντασίας, εὐρίσκομεν νὰ ἔχουν τὴν μορφὴν διαφόρων ἀντικειμένων, ζώων ἢ καὶ ἀνθρώπων.

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

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

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

Ἐκτὸς κειμένων παρέχεται ὁ πίναξ τῶν 88 ἀστερισμῶν μὲ τὰ διεθνή ὀνόματά των καὶ τὰ σύμβολά των.

γ'. Ἐκ τῶν 88 ἀστερισμῶν οἱ 6 : Μεγάλῃ Ἀρκτος, Μικρὰ Ἀρκτος, Κασσιόπη, Κηφεύς, Δράκων καὶ Καμηλοπάρδαλις εἶναι ὁρατοὶ ἐξ Ἑλλάδος καθ' ὅλην τὴν νύκτα καὶ ὅλας τὰς ἐποχάς εἰς τὸ βόρειον μέρος τοῦ οὐρανοῦ, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ὀνομάζονται **ἀειφανεῖς ἀστερισμοί**. Ἐκ τῶν ὑπολοίπων 82, μόνον οἱ 63 φαίνονται ἀπὸ τὴν

Ἑλλάδα κατὰ διαφόρους ἐποχὰς καὶ ὥρας τῆς νυκτός, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ὀνομάζονται **ἀμφιφανεῖς ἀστερισμοί**. Αὐτοὶ χωρίζονται εἰς 23 **βορείους**, ἥτοι εὐρισκομένους εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ, 12 **ζωδιακοὺς** (βλ. § 132) καὶ 28 **νοτίους**, ὡς εὐρισκομένους εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ.

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

18. Ὀνομασίαι τῶν ἀστέρων. α'. Ἐκ τῶν ἀστέρων μόνον οἱ 30 λαμπρότεροι φέρουν ἰδιαιτέρον ὁ καθεὶς ὄνομα, συνήθως ἑλληνικῆς προελεύσεως, ὅπως ὁ Ἀ ρ κ τ ο ὕ ρ ο ς (ὁ ὁδηγὸς τῆς Ἀρκτου), ἡ ἀραβικῆς¹, ὅπως ὁ Ἀ λ τ ά ῖ ρ (ἀετὸς ἱπτάμενος).

β'. Τόσον ὅμως αὐτοὶ οἱ 30 ἀστέρες, ὅσον καὶ ὅλοι οἱ ἄλλοι, οἱ ὅρατοὶ χωρὶς τηλεσκόπιον εἰς ἕκαστον ἀστερισμόν, καθορίζονται διεθνῶς, μὲ ἓνα γράμμα τοῦ ἑλληνικοῦ ἀλφαβήτου ὁ καθένας. Τὸ γράμμα α ἔχει συνήθως ὁ λαμπρότερος ἀστὴρ τοῦ ἀστερισμοῦ· τὸ β ὁ ἀμέσως ἀμυδρότερος κ.ο.κ. Οὕτως, ὁ Β έ γ α ς, ὁ λαμπρότερος ἀστὴρ τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου τοῦ οὐρανοῦ, εἰς τὸν ἀστερισμόν τῆς Λύρας, λέγεται καὶ α Lyr (α τῆς Λύρας).

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

19. Λαμπρότης τῶν ἀστέρων. α'. Ὅπως διαπιστώνει κανεὶς ἀμέσως, ὅλοι οἱ ἀστέρες δὲν παρουσιάζουν τὴν ἰδίαν λαμπρότητα. Μερικοὶ εἶναι ἐξόχως λαμπροί, ἐνῷ ἄλλοι φαίνονται ὀλονὲν καὶ ἀμυδρότεροι, διὰ νὰ καταλήξωμεν εἰς ἐκείνους, οἱ ὁποῖοι διακρίνονται μετὰ δυσκολίας.

Ἀπὸ τοὺς ἀρχαίους Ἕλληνας ἀστρονόμους καὶ πρὸ παντὸς τὸν

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

Ἰππαρχον¹ καὶ τὸν Πτολεμαῖον², οἱ ἀστέρες ἐταξινομήθησαν, ἀναλόγως τῆς λαμπρότητός των, εἰς **μεγέθη**. Τὸ « μέγεθος » ἐνὸς ἀστέρος, συνεπῶς, δὲν ἐκφράζει τὰς πραγματικὰς του διαστάσεις, ἀλλὰ μόνον τὴν λαμπρότητά του, ἐν σχέσει πρὸς τὴν λαμπρότητα τῶν ἄλλων ἀστέρων.

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

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

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

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

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

1. Ὁ Ἰππαρχος (180 - 120 π.Χ.) ὑπῆρξεν ἐκ τῶν μεγαλυτέρων ἀστρονόμων δλων τῶν ἐποχῶν. Εἰς αὐτὸν ὀφείλεται ἡ ἀνακάλυψις καὶ τῆς τρίτης κινήσεως τῆς γῆς, τῆς καλουμένης μεταπτώσεως, ἀλλὰ καὶ τόσων ἄλλων, ὥστε ὠνομάσθη « πατήρ τῆς Ἀστρονομίας ».

2. Ὁ Κλαύδιος Πτολεμαῖος (Β' αἰὼν μ.Χ.) θεωρεῖται, ἐπίσης, ἐκ τῶν μεγαλυτέρων ἀστρονόμων. Τὸ ἔργον του « Μαθηματικὴ Σύνταξις » ἢ « Ἀλμαγέστη » εἶναι τὸ σημαντικώτερον ἀστρονομικὸν βιβλίον τῆς ἀρχαιότητος.

Έπομένως, οι άστέρες ενός μεγέθους είναι κατά 2,512 φορές λαμπρότεροι εκείνων του άμέσως έπομένου μεγέθους.

δ'. Διά τών τηλεσκοπίων βλέπομεν άστέρας κατά πολύ άμυδροτέρους τών όρατών διά γυμνού όφθαλμού.

Ούτω, μετά τó βον μέγεθος, άμυδροτέροι είναι οι του 7ου, 8ου, 9ου. . . κ.ο.κ. μεγέθους.

Τά ύπάρχοντα τηλεσκόπια, αναλόγως τής διαμέτρου του αντικειμενικού φακού των ή του κατόπτρου των, διακρίνουν άστέρας μέχρι του 21ου μεγέθους, όπως φαίνεται τούτο εις τόν κατωτέρω πίνακα:

Διάμετρος Τηλεσκοπίου εις m/m	Όρικόν μέγεθος αστέρων	Διάμετρος Τηλεσκοπίου εις m/m	Όρικόν μέγεθος αστέρων
10	7ον	400 (Άθηνών)	15ον
15	8ον	625 (Πεντέλης)	16ον
27	9ον	1000 (1 μέτρου)	17ον
45	10ον	1575	18ον
75	11ον	2500 (Ουίλσων)	19ον
100	12ον	4000	20όν
158	13ον	5000 (Παλομάρ)	20όν - 21ον
245	14ον	6300 (Δέν ύπάρχει)	21ον

"Όπως προκύπτει από τόν πίνακα τούτον, α) οι άστέρες που βλέπομεν φθάνουν μόνον εις τó 21ον μέγεθος· και β) διά νά γίνουν όρατοί οι άστέρες του 20ου έως 21ου μεγέθους, έχρειάσθη νά διπλασιασθ ή διάμετρος του τηλεσκοπίου του άστεροσκοπείου του όρους Ουίλσων και νά γίνη τó τηλεσκόπιον τών 5 μέτρων, του άστεροσκοπείου του Παλομάρ.

ε'. Αί φωτογραφίαι είναι περισσότερον ευαίσθητοι από τόν όφθαλμόν μας. Διά τούτο, κατορθώνεται νά φωτογραφηθούν μέ καθένα τών τηλεσκοπίων άστέρες άμυδροτέροι κατά ένα έως δύο μεγέθη.

στ'. Όπως είναι φυσικόν, ή μετάβασις από μεγέθους εις μέγεθος δέν γίνεται άποτόμως. Ύπάρχει πάντοτε μία κλιμάκωσις λαμπροτήτων. Διά καταλλήλων φωτομέτρων είναι δυνατόν νά μετρηθ ή ακριβώς ή λαμπρότης καθενός άστέρος, ή όποία και καθορίζεται, όχι μόνον εις άκέραιον μέγεθος, αλλά και διά τών δ ε κ ά τ ω ν

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

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

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

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

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

20. Τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων. α'. Εἶναι γενικὴ ἡ ἐντύπωσις, ὅτι οἱ ἀστέρες, ποὺ βλέπομεν, εἶναι ἄπειροι καὶ ὅτι θὰ ἦτο ματαίᾳ ἡ προσπάθεια νὰ τοὺς μετρήσωμεν. Ἡ ἐντύπωσις ὅμως αὕτῃ εἶναι ἐσφαλμένη, διότι ὅλοι οἱ ἀστέρες, ὅσοι φαίνονται διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ, εἶναι 7107, κατανέμονται δὲ εἰς τὰ μέγεθη 1ον ἕως 6ον, ὡς ἐξῆς:

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

β'. Ἀπὸ τοῦ 7ου μεγέθους καὶ ἐφ' ἐξῆς, τὰ πλήθη τῶν ἀστέρων συνεχῶς αὐξάνουν. Εἰς τοὺς ἀστέρας, τοὺς ὁποίους δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ, ὁ λόγος τῆς αὐξήσεως των ἀπὸ μεγέθους εἰς μέγεθος εἶναι περίπου 3, ἐνῶ δι' ἐκείνους, τῶν ὁποίων τὰ φαινόμενα μέγεθη εἶναι περίπου 20 καὶ 21, ὁ λόγος αὐτὸς εἶναι μικρότερος τοῦ 2.

Τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων, τοὺς ὁποίους δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν μέχρι τοῦ μεγέθους εἶναι 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 ἤδη εἰς καταλόγους, ἡ 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, ὅπως ἡ ἀπόστασις των, αἱ διαστάσεις των κ.λπ.

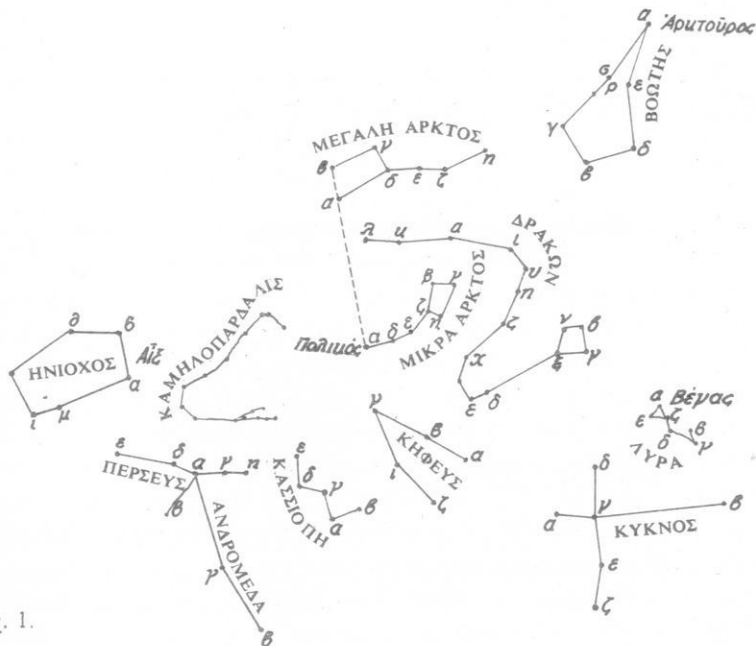
β'. Βάσει τῶν καταλόγων τῶν ἀστέρων, ἀλλὰ καὶ μὲ τὴν βοήθειαν τῆς φωτογραφίας, συντάσσονται ἀκριβεῖς χάρται καὶ ἀτλαντες τοῦ οὐρανοῦ, εἰς τοὺς ὁποίους σημειοῦνται αἱ θέσεις τῶν ἀστέρων ὡς πρὸς ἀλλήλους, ἀλλὰ καὶ τὸ ὀπτικὸν μέγεθός των. Οἱ ἀπλουστεροὶ χάρται παρέχουν τὰς θέσεις τῶν λαμπροτέρων μόνον ἀστέρων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

Εἰς τοὺς χάρτας οἱ λαμπρότεροι ἀστέρες συνδέονται συνήθως μὲ εὐθύγραμμα τμήματα, τὸ σύνολον τῶν ὁποίων παρέχει τὸ περιγραμμα τοῦ ἀντικειμένου ἢ τοῦ ζώου, τὸ ὁποῖον εἰκονίζει ὁ ἀστερισμός. Ἡ ἐν λόγῳ γ ρ α μ μ ο δ α ι σ ί α εἶναι πολὺ χρήσιμος διὰ τὴν εὐκόλον ἀναγνώρισιν τῶν ἀστερισμῶν καὶ τῶν ἀστέρων των.

22. Οὐρανογραφία. α'. Ἡ ἀνεύρεσις καὶ ἀναγνώρισις τῶν ἀστερισμῶν καὶ τῶν ἀστέρων καλεῖται **οὐρανογραφία**.

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

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



Σχ. 1.

γ'. Ἐὰν προεκτείνωμεν τὴν γραμμὴν β - α τῆς Μεγάλης Ἀρκτου κατὰ τὸ πενταπλάσιόν της, τότε συναντῶμεν ἀστέρα 2ου μεγέθους, ὁ ὁποῖος καλεῖται **Πολικός**, διότι εὐρίσκεται πολὺ πλησίον τοῦ **βορείου πόλου** τοῦ οὐρανοῦ, ἥτοι τοῦ σημείου, κατὰ τὸ ὁποῖον ὁ ἄξων τῆς γῆς, ἂν προεκταθῇ ἀπὸ τὸν βόρειον πόλον αὐτῆς, συναντᾷ καὶ διαπερᾷ τὸν οὐρανόν. Ὁ πολικός ἀστὴρ χρησιμεύει εἰς τὸν προσανατολισμόν κατὰ τὴν νύκτα. Βλέποντες πρὸς αὐτόν, ἔμπρὸς μας ὑπάρχει ὁ **βορρᾶς** καὶ ὀπισθεν ὁ **νότος**, ἐνῶ πρὸς τὰ δεξιὰ εὐρίσκεται ἡ **ἀνατολή** καὶ πρὸς τὰ ἀριστερὰ ἡ **δύσις**.

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

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

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

στ'. Ἐὰν προεκτείνωμεν ἀκόμη περισσότερο τὴν γραμμὴν β - α τῆς Μεγάλης Ἀρκτου, ἡ ὁποία ὁδηγεῖ εἰς τὸν πολικόν, συναντῶμεν τὸν ἀστερισμὸν τοῦ **Κηφέως**, ἐνῷ ἐὰν συνδέσωμεν τὸν δ τῆς Μεγάλης Ἀρκτου μὲ τὸν πολικόν καὶ προεκτείνωμεν τὴν γραμμὴν, εὐρίσκουμεν τὸν ἀστερισμὸν τῆς **Κασσιόπης**, τοῦ ὁποίου οἱ ἀστέρες α, β, γ, δ καὶ ε, ὅλοι λαμπροὶ τοῦ 2ου καὶ 3ου μεγέθους, σχηματίζουν τὸ γράμμα W. Ἐξ ἄλλου, πλησίον τοῦ Κηφέως καὶ τῆς Κασσιόπης καὶ πρὸς τὸ μέρος τοῦ πολικοῦ, ὑπάρχει ὁ ἀστερισμὸς τῆς **Καμηλοπαρδάλεως**, ἀποτελούμενος ἀπὸ ἀμυδρούς ἀστέρας.

ζ'. Πέραν τῶν ἐξ αὐτῶν ἀστερισμῶν, τῶν ἀειφανῶν διὰ τὴν Ἑλλάδα, καὶ δι' ἀναλόγων γραμμοδαισιῶν, μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ σχήματος, εὐρίσκομεν τοὺς λαμπροὺς ἀστερισμοὺς: 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 ὁποίου ὁ ἀστήρ α εἶναι τοῦ 1ου μεγέθους, ἀμφοτέρους πρὸς τὸ μέρος τοῦ Κηφέως καὶ τοῦ Δράκοντος· τὸν **Περσεῖα** καὶ τὴν **Ἀνδρομέδαν**, λαμπροὺς ἀστερισμοὺς, ἐκεῖθεν τῆς Κασσιόπης· τέλος δὲ τὸν **Ἡνίοχον** μὲ τὸν λαμπρὸν ἀστέρα του α, τὴν **Αἶγα**, ἐκεῖθεν τῆς Καμηλοπαρδάλεως. Καθ' ὅμοιον τρόπον, μὲ τὴν βοήθειαν τῶν χαρτῶν, εἶναι δυνατὴ ἡ ἀνεύρεσις καὶ ἀναγνώρισις ὅλων τῶν ἀστερισμῶν, τῶν ὁρατῶν ἐξ Ἑλλάδος.

Ἀσκήσεις

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

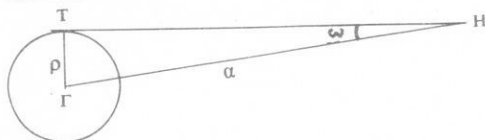
18. Πόσον εἶναι λαμπρότερα ἢ πανσέληνος, ἀπὸ ἑνα ἀστέρα πρώτου μεγέθους;

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

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

II. ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ

23. 'Απόστασις τοῦ ἡλίου ἐκ τῆς γῆς. 'Αστρονομικὴ μονάς.
α'. Ἐστω τόπος Τ (σχ. 2) ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, ἐνῶ, ἐξ ἄλλου, Γ καὶ Η εἶναι τὰ κέντρα τῆς γηϊνῆς καὶ τῆς ἡλιακῆς σφαίρας ἀντιστοιχῶς. Ἡ θέσις τοῦ ἡλίου Η, ὡς πρὸς τὸν τόπον Τ, ἔχει ἐπιλεχθῇ ἐπὶ τοῦ ὀρίζοντος, διότι τότε τὸ τρίγωνον ΓΤΗ εἶναι ὀρθογωνίον. Καλοῦμεν ὀριζοντίαν παράλλαξιν τοῦ ἡλίου τὴν γωνίαν ΤΗΓ = ω , ὑπὸ τὴν ὁποίαν φαίνεται ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ ἡλίου Η ἡ ἀκτὶς τῆς γῆς ΓΤ = ρ .



σχ. 2.

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

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

Συνεπῶς, ἐὰν γνωρίζωμεν τὴν ὀριζοντίαν παράλλαξιν ω τοῦ ἡλίου, δυνάμεθα νὰ εὗρωμεν τὴν ἀπόστασιν του α ἐκ τῆς γῆς, ἐφ' ὅσον εἶναι γνωστὴ ἡ ἀκτὶς ρ τῆς γηϊνῆς σφαίρας.

Πράγματι, κατόπιν ἐπιμελημένων μετρήσεων, διὰ διαφόρων τρόπων, εὐρέθη ὅτι ἡ ω εἶναι ἴση πρὸς $8'',8$. Ἐπειδὴ δὲ αὕτη εἶναι πολὺ μικρά, δυνάμεθα, ὡς γνωστόν, νὰ λάβωμεν εἰς τὴν (1) ἀντὶ τοῦ $\eta \mu \omega$, 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 ἴση πρὸς 6.378.388 m, ἐκ τῆς (2) λαμβάνομεν:

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

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

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

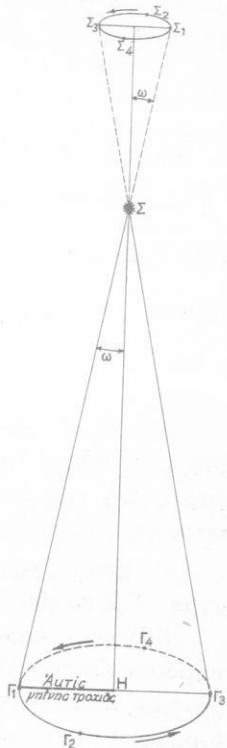
Ἐφ' ἐξῆς θὰ συμβολίζεται διὰ τῶν ἀρχικῶν α.μ.

24. Παραλλάξεις τῶν ἀστέρων. Ἡ μονὰς παρσέκ. α'. Ἐστω Ἡ ὁ ἥλιος καὶ $\Gamma_1\Gamma_2\Gamma_3 \dots \Gamma_1$ ἡ τροχιά τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον, ἐνῶ τὰ σημεῖα $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3 \dots$ εἶναι αἱ διάφοροι θέσεις αὐτῆς ἐπὶ τῆς τροχιάς της, κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἐτησίας περιφορᾶς της περὶ τὸν ἥλιον (σχ. 3). Ἐστω δὲ καὶ ὁ ἀστὴρ Σ εἰς τὸν χῶρον. Οὗτος, ἀπὸ τὴν θέσιν Γ_1 τῆς γῆς προβάλλεται εἰς τὸν οὐρανὸν εἰς τὴν θέσιν Σ_1 , ἐνῶ καθὼς ἡ γῆ κινεῖται πρὸς τὸ Γ_2 , ὁ ἀστὴρ φαίνεται, ὅτι κινεῖται καὶ διαγράφει τὸ τόξον $\Sigma_1\Sigma_2$. Οὕτως, ἐνῶ ἡ γῆ ἐκτελεῖ τὴν ἐτησίαν κίνησιν της περὶ τὸν ἥλιον ὁ ἀστὴρ Σ φαίνεται, ὅτι διαγράφει τὴν τροχίαν $\Sigma_1\Sigma_2\Sigma_3 \dots \Sigma_1$ ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ, ἡ ὁποία καλεῖται **παραλλακτικὴ τροχιά τοῦ ἀστέρος Σ** .

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

β'. Ἐὰν τὸ τρίγωνον $\Gamma_1\text{H}\Sigma$ εἶναι ὀρθογώνιον, τότε ἡ γωνία ω , τὴν ὁποίαν σχηματίζουν αἱ $\Sigma\Gamma_1$ καὶ ΣH καλεῖται **ἐτησία παράλλαξις τοῦ ἀστέρος Σ** , ἐνῶ ἡ μὲν $\Sigma\Gamma_1$ εἶναι ἡ ἀπόστασις τοῦ ἀστέρος Σ ἀπὸ τὴν γῆν, ἡ δὲ ΣH ἡ ἀπόστασις αὐτοῦ ἀπὸ τὸν ἥλιον. Ἐξ ἄλλου, ἐπειδὴ ἡ $\Gamma_1\Gamma_3$, διάμετρος τῆς γηίνης τροχιάς, εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν $\text{H}\Sigma$, διὰ τοῦτο καὶ ἡ $\Sigma_1\Sigma_3$, διάμετρος τῆς παραλλακτικῆς τροχιάς τοῦ ἀστέρος Σ , θὰ εἶναι παράλληλος πρὸς τὴν $\Gamma_1\Gamma_3$. Συνεπῶς, ἐὰν μετρηθῇ ἡ γωνία $\Sigma_1\Sigma\Sigma_3$ καὶ λάβωμεν τὸ ἥμισυ αὐτῆς, τότε τοῦτο θὰ εἶναι ἴσον πρὸς τὴν γωνίαν ω , ἥτοι ἴσον πρὸς τὴν ἐτησίαν παράλλαξιν τοῦ ἀστέρος Σ .

γ'. Ἡ παράλλαξις ω εἶναι πάντοτε πολὺ



Σχ. 3.

μικρά, μικροτέρα καὶ τοῦ 1'' τόξου. Εἶναι δὲ προφανές, ὅτι ὅσον περισσότερο μακρὰν τῆς γῆς εὐρίσκεται ἓνας ἀστήρ, τόσο μικροτέρα θὰ εἶναι καὶ ἡ παράλλαξις του. Ἐπομένως, διὰ τοὺς πολὺ μακρυνούς ἀστέρας εἶναι καὶ ἀδύνατον νὰ μετρηθῇ, διότι ἡ διάμετρος $\Sigma_1 \Sigma_3$ τῆς παραλλακτικῆς τροχιάς τοῦ ἀστέρος περιορίζεται τόσο πολύ, ὥστε καταντᾷ νὰ γίνεται σημεῖον.

Ὡς ἐκ τῶν λόγων αὐτῶν, μόνον 100 περίπου ἀστέρες παρουσιάζουν παράλλαξιν, αἰσθητὴν ὀπτικῶς, εἶναι δὲ μόλις 6000 σχεδὸν ὅλοι οἱ ἀστέρες, τῶν ὁποίων ἡ παράλλαξις διαπιστοῦται μὲ τὴν βοήθειαν λεπτοτάτων φωτογραφικῶν μετρήσεων.

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

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

Ἐπειδὴ δὲ ἡ ω εἶναι πολὺ μικρὰ δυνάμεθα νὰ γράψωμεν $\Gamma_1 \Sigma = \frac{H\Gamma_1}{\omega}$, τῆς ω μετρομένης εἰς ἀκτίνια. Ἐὰν δὲ εἶναι δ ἡ τιμὴ τῆς παραλλάξεως ω εἰς δευτερόλεπτα τόξου, τότε, δυνάμει τῆς γνωστῆς σχέσεως $\omega = \frac{\delta}{206.265}$ περίπου, ἡ (1) γίνεται

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

Ἄλλ' ἡ $H\Gamma_1$ εἶναι ἡ ἀπόστασις τῆς γῆς ἀπὸ τὸν ἥλιον, ἴση πρὸς $149,5 \times 10^6$ km, ἥτοι ἡ « ἀστρονομικὴ μονὰς » τῶν ἀποστάσεων, ὁπότε, διὰ τὴν ἀνεύρεσιν τῶν ἀποστάσεων τῶν ἀστέρων εἶναι ἀρκετὸν νὰ 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 εἶναι ἴση μὲ 206.265 α.μ.

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

Μεταξὺ παραλλάξεως καὶ τῶν μονάδων μήκους: παρσέκ, ἀστρο-

νομικῆς μονάδος καὶ ἔτους φωτός, ὑπάρχει ἡ κάτωθι ἀντιστοιχία:

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

25. Ἀποστάσεις τῶν ἀστέρων. Ἀπόλυτον μέγεθος. α΄. Ὁ ἀστήρ, ὅστις παρουσιάζει τὴν μεγαλύτεραν γνωστὴν παράλλαξιν ἴσην πρὸς $0'',764$, ἐπομένως δὲ καὶ τὴν μικροτέραν ἀπόστασιν ἐκ τῆς γῆς, εἶναι ὁ λεγόμενος ἐγγύτατος. Πρόκειται περὶ ἀστέρος ἀμυδροῦ, τοῦ 11ου μεγέθους, ὁ ὁποῖος εἶναι « συνοδὸς » (§39β) τοῦ λαμπροῦ ἀστέρος α τοῦ Κενταύρου.

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

β΄. Ἀσχέτως ἂν ὁ ἐγγύτατος συμβαίνει νὰ εἶναι ἀστήρ 11ου μεγέθους, ὅμως αἱ ἔρευναι τῶν τελευταίων ἐτῶν ἀπέδειξαν ὅτι, κατὰ γενικὸν τρόπον, ὑπάρχει σχέσις μεταξύ λαμπρότητος τῶν ἀστέρων καὶ ἀποστάσεώς των, ὅπως τοῦτο φαίνεται εἰς τὸν κάτωθι πίνακα.

Ἀστρικά μέγεθῃ καὶ ἀποστάσεις τῶν ἀστέρων

Μέγεθος	Παράλλαξις	Ἀπόστασις εἰς Παρσέκ	Μέγεθος	Παράλλαξις	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 εὐρίσκονται πολὺ μακρὰν ἀπὸ ἡμᾶς.

γ΄. Ἡ λαμπρότης, τὴν ὁποίαν παρουσιάζουν οἱ ἀστέρες, ναὶ μὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἀπόστασιν των, σχετίζεται ὅμως κατ' οὐσίαν μὲ τὴν θερμοκρασίαν των καὶ τὰς πραγματικὰς των διαστάσεις, δηλαδὴ μὲ τὴν πραγματικὴν φωτεινότητά των. Διὰ τοῦτο, ἓνας ἀστήρ, μικρὸς κατὰ τὰς διαστάσεις καὶ ὀλίγον φωτεινός, εἶναι δυνατόν νὰ φαίνεται λαμπρός, ἂν εὐρίσκεται πλησίον μας· ἐνῶ, ἓνας ἄλλος, πραγματικῶς φωτεινότερος καὶ μεγαλύτερός του κατ' ὄγκον, νὰ φαίνεται ἀμυδρός, ἐπεὶδὴ ἀπέχει πολὺ ἀπὸ τὴν γῆν.

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

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

Ἀστήρ	Φαινομ. μέγεθος	Παράλ- λαξις	Ἀπόστα- σις εἰς Παρσέκ	Ἀπόστα- σις εἰς ε.φ.	Σειρὰ 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 (Ἀλτάϊρ)	0,9	0'',207	5,02	16,4	35ος	2,5

Ἀσκήσεις

21. Εὑρετε τὴν τιμὴν, εἰς παρσέκ καὶ εἰς ἔτη φωτός, μιᾶς ἀστρονομικῆς μονάδος.
22. Εὑρετε τὴν τιμὴν, εἰς α.μ. καὶ εἰς παρσέκ ἐνὸς ἔτους φωτός.
23. Εὑρετε εἰς χλμ. τὴν τιμὴν ἐνὸς παρσέκ.
24. Εὑρετε τὰς ἀποστάσεις τῶν τεσσάρων ἀστέρων τοῦ ἀνωτέρω πίνακος εἰς α.μ. καὶ εἰς χλμ.
25. Εὑρετε εἰς παρσέκ τὴν ἀπόστασιν τοῦ ἀστέρος ε τοῦ ἀστερισμοῦ τοῦ Ἰνδοῦ, τοῦ ὁποίου ἡ ἔτησία παράλλαξις εἶναι ἴση μὲ 0'',219
26. Εὑρετε εἰς ε.φ. τὴν ἀπόστασιν ἀστέρος, τοῦ ὁποίου ἡ ἔτησία παράλλαξις εἶναι ἴση πρὸς 0'',001.
27. Πόση εἶναι ἡ ἀπόστασις τοῦ ἡλίου ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ γαλαξίου εἰς παρσέκ καὶ α.μ.;

26. Πραγματικαὶ κινήσεις τῶν ἀστέρων. α'. Μέχρι καὶ πρὸ τριῶν ἀκόμη αἰώνων ἐπιστεύετο, ὅτι οἱ ἀστέρες δὲν κινοῦνται. Διὰ τοῦτο οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες τοὺς ὠνόμαζον **ἀπλανεῖς**, διὰ νὰ τοὺς ἀντιδιαστέλλουν πρὸς τοὺς πέντε μόνον γνωστούς τότε πλανήτας, οἱ ὁποῖοι ἐφαίνοντο νὰ κινοῦνται μεταξύ τῶν ἀπλανῶν.

Πρώτος ο Halley (Χάλλευ)¹, τὸ 1718, ἀπέδειξε, ὅτι οἱ λαμπροὶ ἀστέρες Σείριος, Ἀρκτούρος καὶ Λαμπαδίας κινοῦνται. Σήμερον γνωρίζομεν, ὅτι ὅλοι οἱ ἀστέρες κινοῦνται, ἀσχετῶς ἀνὰ κινήσεις των δὲν γίνονται αἰσθηταὶ εἰς μικρὰ χρονικὰ διαστήματα, ὀλίγων δεκάδων ἢ ἑκατοντάδων ἐτῶν.

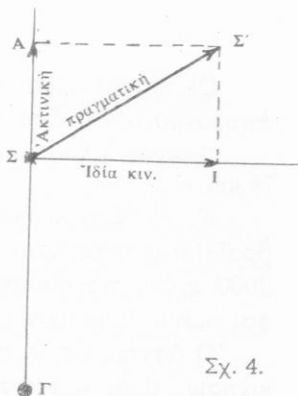
β'. Ἐστω ἀστήρ Σ, θεώμενος ἐκ τῆς γῆς Γ (σχ. 4) καὶ ἔστω ΣΣ' ἡ πραγματικὴ κίνησις του εἰς τὸν ὡχρον. Ὁ γήινος παρατηρητὴς δὲν βλέπει τὴν πραγματικὴν αὐτὴν κίνησιν, ἀλλὰ τὴν ἀντιλαμβανεται ὡς δύο κινήσεις τοῦ ἀστέρος, συνιστώσας τὴν ΣΣ', ἥτοι τὰς ΣΑ καὶ ΣΙ. Ἐκ τῶν δύο τούτων συνιστωσῶν κινήσεων, ἡ μὲν ΣΙ, τὴν ὁποίαν ἀντιλαμβανόμεθα ὁ π τ ι κ ῶ ς, καλεῖται **ἰδία κίνησις τοῦ ἀστέρος**, ἡ δὲ ΣΑ, ἡ ὁποία πιστοποιεῖται φασματοσκοπικῶς, λέγεται **ἀκτινικὴ κίνησις**.

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

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

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. Οὕτως, ὁ λευκοκύανος Βέγας μᾶς πλησιάζει μὲ ταχύτητα 7 km/sec, ἐνῶ ὁ ἐρυθρὸς Λαμπαδίας κατευθύνεται πρὸς ἡμᾶς μὲ ταχύτητα 55 km/sec.

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



Σχ. 4.

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

Προκύνων 3 km/sec· Σείριος 8 km/sec· α Κενταύρου 22 km/sec· Ἀλτάιρ 26 km/sec.

δ'. Αἱ ἴδιαι κινήσεις τῶν ἀστέρων γίνονται αἰσθηταὶ ὡς πολὺ βραδεῖαι μετατοπίσεις των ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ. Οὕτως ὁ Σείριος, ἐντὸς 2000 ἐτῶν, παρουσίασε μετατόπισιν ἴσην πρὸς $0^{\circ},5$ (ὅση εἶναι ἡ φαινομένη διάμετρος τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου).

Ὁ ἀστὴρ, ὅστις παρουσιάζει τὴν μεγαλυτέραν γνωστὴν ἰδίαν κίνησιν, εἶναι ὁ καλούμενος ἀ σ τ ῆ ρ τ ο ὕ Μ π α ρ ν ἄ ρ ν τ¹, μεγέθους 9,7. Οὗτος κινεῖται ἐτησίως κατὰ $10'',3$ καὶ ἐντὸς 352 ἐτῶν μετατοπίζεται κατὰ 1° .

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

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

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

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

Τὸ σημεῖον τοῦ οὐρανοῦ πρὸς τὸ ὁποῖον κατευθύνεται ὁ ἥλιος καλεῖται **ἄπηξ**, ἐνῶ τὸ σημεῖον ἀπὸ τὸ ὁποῖον ἀπομακρύνεται λέγεται **ἀντάπηξ**. Ὁ ἄπηξ εὐρίσκεται πλησίον τοῦ ἀστέρος ο τοῦ Ἡρακλέους, αἱ δὲ συντεταγμέναι του (§134) εἶναι $\alpha = 272^{\circ} 36'$, $\delta = +29^{\circ} 36'$.

1. E. Barnard (1857 - 1923). Ἐπιφανὴς Ἀμερικανὸς ἀστρονόμος, ἀσχοληθεὶς περισσότερον μὲ τὴν ἀπαρίθμησην καὶ σπουδὴν τῶν μεγάλων σκοτεινῶν νεφελωμάτων.

III. ΧΡΩΜΑ, ΦΑΣΜΑ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ

28. Χρώματα τῶν ἀστέρων. α΄. Ὅπως εἶναι ἐμπειρικῶς γνωστόν, καθὼς αὖξάνει ἡ θερμοκρασία ἐνὸς σώματος, ὅταν τοῦτο διαπυρωθῇ παρουσιάζει ἀρχικῶς χρῶμα ἐρυθρόν (ἐρυθροπύρωσις), κατόπιν δέ, ὑφουμένης τῆς θερμοκρασίας του, τὸ χρῶμα του γίνεται ὁλονὲν καὶ λευκότερον, μέχρι τοῦ κυανοχρώου (λευκοπύρωσις).

β΄. Καθ' ὅμοιον τρόπον διεπιστώθη, ὅτι καὶ οἱ ἀστέρες παρουσιάζουν διάφορα χρώματα, τὰ ὅποια εἶναι συνάρτησις τῆς θερμοκρασίας των. Καθὼς δέ βαίνομεν ἀπὸ τοὺς θερμότερους πρὸς τοὺς ὀλιγώτερον θερμούς, χρωματικῶς ἔχομεν: **κυανολεύκους, λευκοὺς, λευκοκιτρίνους, κιτρίνους, χρυσοκιτρίνους, ἐρυθροὺς καὶ βαθέως ἐρυθροὺς ἀστέρας.**

29. Φασματικοὶ τύποι τῶν ἀστέρων. α΄. Ὅλοι σχεδὸν οἱ ἀστέρες παρουσιάζουν φάσμα ἀπορροφῆσεως καὶ πολὺ ὀλίγοι φάσμα ἐκπομπῆς.

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

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

γ΄. Τέλος, ἐκ τοῦ φάσματος τῶν ἀστέρων, ἀλλὰ καὶ δι' ἄλλων μεθόδων, εἶναι δυνατόν νὰ εὑρεθῇ ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας των, ἡ ὅποια κυμαίνεται, ἐν γένει, μεταξὺ 50.000° καὶ 3.000° K.

δ΄. Ἄν καὶ τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων εἶναι μέγα, ἐν τούτοις αἱ ποικιλίαι τῶν φασμάτων των δὲν εἶναι πολλαί. Διὰ τοῦτο εἶναι δυνατόν νὰ καταταγοῦν ὅλα τὰ ἀστρικά φάσματα, συνεπῶς δὲ καὶ ὅλοι

οί αστέρες, εἰς δώδεκα φασματικούς τύπους, οἱ ὅποιοι ὀνομάζονται κατὰ σειράν: Q, W, O, B, A, F, G, K, M, N, R καὶ S. Ἐκ τούτων οἱ σπουδαιότεροι εἶναι οἱ ἑξῆς ἑξ.

1. Τύπος B. **Ἀστέρες τοῦ στοιχείου ἡλίου.** Τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων αὐτῶν ἀνέρχεται εἰς 12% τοῦ συνόλου τῶν μελετηθέντων φασματοσκοπικῶς. Παρουσιάζουν φάσμα ἀπορροφῆσεως, εἰς τὸ ὁποῖον ἐπικρατοῦν αἱ γραμμαὶ τοῦ στοιχείου ἡλίου. Ἡ ἐπιφανειακὴ θερμοκρασία των κυμαίνεται μεταξύ 25.000° καὶ 15.000° K καὶ τὸ χρῶμα των εἶναι κυανόλευκον ἕως λευκόν. Εἰς αὐτοὺς ἀνήκει, εἰς τῶν λαμπρῶν ἀστέρων, ὁ Βασιλίσκος (α Λέοντος).

2. Τύπος A. **Ἀστέρες ὕδρογόνου.** Αὐτοὶ ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰ 22% τοῦ συνόλου. Εἰς τὸ φάσμα ἀπορροφῆσεως αὐτῶν ἐπικρατοῦν αἱ γραμμαὶ τοῦ ὕδρογόνου. Ἡ θερμοκρασία των εὐρίσκεται μεταξύ 12.000° καὶ 8.000° K καὶ τὸ χρῶμα των εἶναι λευκόν. Ὁ Σείριος καὶ ὁ Βέγας ἀνήκουν εἰς αὐτοὺς.

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

4. Τύπος G. **Ἀστέρες ἡλιακοί.** Ἀντιπροσωπεύουν τὰ 16 % τῶν ἀστέρων. Τὸ φάσμα των εἶναι ἀνάλογον πρὸς τὸ φάσμα τοῦ ἡλίου μας, μὲ πολλὰς γραμμὰς ἀπορροφῆσεως, ὀφειλομένας εἰς τὰ μέταλλα καὶ κυρίως τὸν σίδηρον, χωρὶς ὅμως νὰ λείπουν καὶ αἱ γραμμαὶ τοῦ ὕδρογόνου. Ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας των φθάνει τοὺς 6000° K καὶ ἔχουν χρῶμα κίτρινον. Ἡ Αἶξ (α Ἡνιόχου) ἀνήκει εἰς αὐτοὺς.

5. Τύπος K. **Ἀστέρες τοῦ τύπου τῶν ἡλιακῶν κηλίδων.** Οὗτοι εἶναι οἱ ἀφθονώτεροι τῶν ἀστέρων, 27% τοῦ συνόλου, τὸ δὲ φάσμα των εἶναι ὅμοιον πρὸς ἐκεῖνο, τὸ ὁποῖον παρουσιάζουν αἱ κηλίδες τοῦ ἡλίου μας ($\S 53\gamma'$), μὲ ἀφθόνογς μεταλλικὰς γραμμὰς καὶ περισσότερον ἡλαττωμένας τὰς γραμμὰς τοῦ ὕδρογόνου. Ἡ θερμοκρασία των κατέρχεται εἰς τοὺς 4600° K καὶ ἔχουν χρῶμα χρυσοκίτρινον. Εἰς αὐτοὺς ἀνήκει ὁ Ἀρκτοῦρος (α Βοώτου) καὶ ὁ Λαμπιδίας (α Ταύρου).

6. Τύπος M. **Ἀστέρες τοῦ ὀξειδίου τοῦ τιτανίου.** Μόνον τὰ 3%

των αστερων ανήκουν εις αυτούς. Εις τὸ φάσμα των επικρατοῦν ταινίαι ἀπορροφήσεως, ὀφειλόμεναι εις τὸ ὀξειδιον τοῦ κυανίου. Ἡ θερμοκρασία των περιορίζεται εις 3.500^ο ἕως 3.000^ο K καὶ εἶναι ἐρυθροί, ὡς ὁ Μπεντελγκέζ (α Ὠρίωνος).

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

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

2. Οἱ θερμότεροι τοῦ ἡλίου μας ἀστέρες ἀντιστοιχοῦν εις τὰ 54% τοῦ συνόλου καὶ ἀνήκουν εις τοῦ φασμ. τύπους B, A καὶ F, ἐνῶ, ὅσοι ἔχουν θερμοκρασίαν ἴσην ἢ μικροτέραν τῆς ἡλιακῆς περιορίζονται εις τὰ 46% τῶν αστερων καὶ διαμοιράζονται εις τοὺς ἄλλους τρεῖς φασμ. τύπους G, K καὶ M.

IV. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ, ΜΑΖΑ ΠΥΚΝΟΤΗΣ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ

30. Διάμετροι τῶν αστερων. α'. Ὅλοι οἱ ἀστέρες, λόγῳ τῆς μεγάλης ἀποστάσεώς των, δὲν παρουσιάζονται ὡς μικροὶ δίσκοι, ἀλλὰ φαίνονται ὡς φωτεινὰ σημεῖα. Παρὰ ταῦτα, μὲ τὴν βοήθειαν τῆς συμβολῆς τοῦ φωτός των, κατωρθώθη νὰ μετρηθοῦν αἱ φαινομενικαὶ διάμετροι ἀρκετῶν αστερων, αἱ ὁποῖαι εὐρίσκονται πάντοτε μικρότεραι τῶν 0'',05. Ἐξ αὐτῶν ἐμετρήθησαν καὶ αἱ πραγματικαὶ διάμετροι των, διότι ἰσχύει ἡσχέσις:

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

β'. Εἶναι ὅμως δυνατόν νὰ εὑρεθοῦν αἱ διαστάσεις τῶν αστερων καὶ ἐκ τοῦ ἀπολύτου μεγέθους των (§25γ), ἐφ' ὅσον τοῦτο ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἐπιφανειακὴν θερμοκρασίαν των, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὴν ἔκτασιν τῆς ἐπιφανείας των. Ἐπομένως, ἐκ τοῦ ἀπολύτου μεγέθους, ὅταν γνωρίζωμεν τὴν θερμοκρασίαν τῆς ἐπιφανείας ἐνὸς αστερος, εὐρίσκομεν καὶ τὴν πραγματικὴν του ἀκτίνα.

31. Ἀστέρες γίγαντες καὶ νᾶνοι. α'. Εὐρέθη, ὅτι οἱ ἀστέρες διαφέρουν κατὰ πολὺ μεταξύ των, ὡς πρὸς τὰς διαστάσεις. Οὕτως, ὁ ἐρυθρὸς ἀστὴρ Ἀντάρης (α τοῦ Σκορπίου), μὲ θερμοκρασίαν

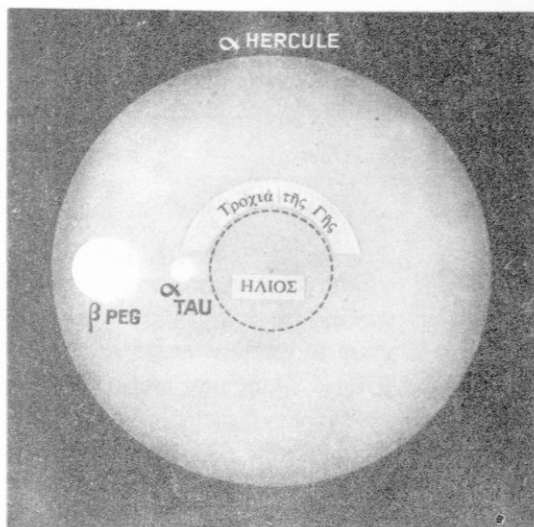
μόνον 3000°K παρουσιάζει μεγίστην φωτεινότητα, διότι ὁ ὄγκος του εἶναι πολὺ μεγάλος. Ἡ ἀκτίς του ὑπολογίζεται 160 φορές μεγαλύτερα τῆς ἡλιακῆς καὶ ὁ ὄγκος του $4,1 \times 10^6$ μεγαλύτερος.

β'. Ὀνομάζονται γίγαντες οἱ ἀστέρες, ὅταν ἔχουν διάμετρον 10 ἕως 100 φορές μεγαλύτεραν τοῦ ἡλίου καὶ ὑπεργίγαντες οἱ ἀκόμη μεγαλύτεροι· νᾶνοι δέ, οἱ ἔχοντες διάμετρον ἀπὸ τὸ δεκαπλάσιον ἕως τὸ δέκατον τῆς ἡλιακῆς. Συνεπῶς, ὁ ἡλιός μας συγκαταλέγεται μεταξὺ τῶν νάνων ἀστέρων. Ἐπὶ πλεόν, ὑπάρχουν οἱ καλούμενοι λευκοὶ καὶ ἐρυθροὶ νᾶνοι, μὲ διάμετρον κυμαινομένην μεταξὺ 0,1 καὶ 0,001 τῆς ἡλιακῆς.

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

32. Μᾶζαι καὶ πυκνότητες τῶν ἀστέρων. α'. Διὰ νὰ μετρηθῇ ἡ μᾶζα ἐνὸς ἀστέρος χρειάζεται νὰ γνωρίζωμεν τὴν ἐλκτικὴν δύναμιν, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἐπὶ τινος ἄλλου. Τοῦτο δύναται νὰ γίνῃ μόνον εἰς τοὺς λεγομένους διπλοῦς ἀστέρας. Ἄλλ' ὁ Eddington¹ (Ἔντιγκτον), ἔχων ὑπ' ὄψει τὰς ἐλκτικὰς δυνάμεις ὠρισμένων ἀστέρων, τῶν καλουμένων « διπλῶν » (§39), εὗρεν, ὅτι ὑπάρχει σχέσηις μεταξὺ τῆς μάζης των καὶ τοῦ ἀπολύτου μεγέθους των.

Ἄν λάβωμεν ὡς μονάδα μάζης τὴν ἡλιακὴν, τότε εὐρίσκεται, ὅτι ὑπάρχει ἡ ἑξῆς ἀντιστοιχία μεταξὺ μάζης καὶ φασματικοῦ τύπου.



Εἰκ. 15. Συγκριτικὰ μεγέθη τοῦ ἡλίου πρὸς τοὺς γίγαντας ἀστέρας α Ταύρου (α Tau), β Πηγάσου (β Peg) καὶ α Ἡρακλέους (α Hercule). Ἐντὸς τοῦ τελευταίου θὰ ἠδύνατο νὰ χωρῇ ὁ ἡλιος καὶ ἡ περὶ αὐτὸν κινουμένη γῆ.

1. A. S. Eddington (1882 - 1944), ἐπιφανὴς Βρεττανὸς ἀστρονόμος, διακρίθεις εἰς τὴν ἐρευναν τῶν ἀστέρων, ἀλλὰ καὶ τοῦ Σύμπαντος ὁλοκλήρου.

Φασματ. τύπος	Ἀπολ. μέγεθ.	Ἡλιακαὶ μᾶζαι
B	- 1,7	10,0
A	+0,7	6,0
F	+2,4	2,5
G	+4,4	1,0 (Ἥλιος)
K	+5,9	0,7
M	+9,8	0,6

β'. Ὄταν ὁ ὄγκος ἑνὸς ἀστέρος εἶναι μικρὸς καὶ ἡ μᾶζα του μεγάλη, τότε ἡ πυκνότης του θὰ εἶναι μεγίστη. Οὕτως εὐρέθη, ὅτι ὑπάρχουν ἀστέρες, οἱ καλούμενοι **λευκοὶ νᾶνοι**, οἱ ὅποιοι, ἐνῶ ἔχουν διάμετρον περίπου ἴσην πρὸς τὴν γήϊνην, ἔχουν ὅμως μᾶζαν ὅσην ὁ ἥλιός μας, συνεπῶς δὲ καὶ πυκνότητα μεγίστην.

Ὁ λεγόμενος **συνοδὸς τοῦ Σειρίου** ἔχει διάμετρον 46.000 km (ἐναντι τῶν 12.700 km τῆς γῆς) καὶ μᾶζαν 0,966 τῆς ἡλιακῆς, ἀνῆκει δὲ εἰς τὸν φασμ. τύπον A, μὲ ἐπιφανειακὴν θερμοκρασίαν 8000° K. Ἡ πυκνότης του εὐρίσκεται οὕτω 55.000 φορὰς μεγαλυτέρα τοῦ ὕδατος καὶ 10.000 φορὰς μεγαλυτέρα τῆς γήϊνης, ἐνῶ ἡ πυκνότης τοῦ ἡλίου μόλις φθάνει τὰ 1,41, λαμβανομένης ὡς μονάδος τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος.

γ'. Ἐσχάτως εὐρέθη, ὅτι ὑπάρχουν ἀστέρες ἀκόμη πυκνότεροι καὶ τῶν λευκῶν νάνων. Οὗτοι εἶναι οἱ καλούμενοι **ἀστέρες νετρονίων**, τῶν ὁποίων ἡ διάμετρος περιορίζεται περίπου εἰς τὸ χιλιοστὸν τῆς γήϊνης, ἐνῶ ἡ μᾶζα των ἰσοῦται πρὸς τὴν ἡλιακὴν. Ἡ ὑπέρπυκνος κατάστασις των δικαιολογεῖται μόνον, ἂν 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 ποῖα εἶναι ἡ δομὴ των. Οὗτοι πρέπει νὰ συνίστανται ἀπὸ πολὺ πυκνοὺς **πυρῆνας**, ὅπου ἡ θερμοκρασία φθάνει εἰς πολλὰ ἑκατομύρια βαθμῶν. Ἀνωθεν τοῦ πυρῆνος ὑπάρχουν **ὁμόκεντροι στοιβάδες** (ὅπως τοῦ κρομμυδιοῦ) μὲ συνεχῶς ἐλαττουμένην πυκνότητα καὶ θερμοκρασίαν, μέχρι τῆς ἐπιφανείας των. Ὑπεράνω δ' αὐτῆς ἐκτείνεται συνήθως παχεῖα **ἀτμόσφαιρα**, ὑπὸ μορφὴν στοιβάδων καὶ πάλιν, μὲ ὅλον ἐν χαμηλοτέρας θερμοκρασίας καὶ πυκνότητος, καθὼς βαίνομεν πρὸς τὰ ἐξωτερικὰ ὅρια των.

Ἐξαίρεσιν ἀποτελοῦν οἱ λευκοὶ νᾶνοι καὶ οἱ ἀστέρες νετρονίων, οἱ ὅποιοι παρουσιάζουν πολυπλοκωτέραν δομήν.

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

(Στροῦβε), οἱ ἀστέρες περιστρέφονται. Ταχύτερον κινοῦνται περὶ ἄξονα οἱ θερμοὶ ἀστέρες, τῶν φασματικῶν τύπων O, B καὶ A, οἱ ὅποιοι ἀναπτύσσουν ταχύτητας 80 καὶ 100 km/sec ἐνίοτε, ἐνῶ εἰς τοὺς ὀλιγώτερον θερμοὺς ἢ ταχύτης περιστροφῆς των ὅλον ἐν καὶ περιορίζεται.

Ἀσκήσεις

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

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

V. ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΙ ΑΣΤΕΡΕΣ

34. Ὅρισμός καὶ ταξινομήσις τῶν μεταβλητῶν ἀστέρων.

α'. Ὀνομάζονται **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 ὠρισμένου χρονικοῦ διαστήματος, μεταξὺ ἐνὸς μεγίστου καὶ ἐνὸς ἐλαχίστου τῆς φωτεινότητός των. Διὰ τοῦτο καὶ καλοῦνται οὗτοι **περιοδικοὶ μεταβλητοὶ ἀστέρες**. Ἀντιθέτως, ἄλλοι μεταβλητοὶ δὲν ἔχουν ὠρισμένα ὅρια λαμπρότητος, ἀλλ' οὔτε ἡ μεταβολὴ τῆς φωτεινότητός των γίνεται ἐντὸς ὠρισμένου χρόνου· διὰ τοῦτο καὶ καλοῦνται **ἀνώμαλοι μεταβλητοί**.

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

Ἄλλοι πάλιν ἔχουν μεγάλην περίοδον ἀπὸ 50 μέχρι 700 ἡμερῶν. Διὰ τοῦτο λέγονται **μεταβλητοὶ μακρᾶς περιόδου**. Ὁ ἀστήρ ο τοῦ Κήτους, ὁ λεγόμενος καὶ θαυμασιος (Mira), ὁ ὁποῖος

έντος περιόδου 331 ήμ. κυμαίνεται μεταξύ του μεγίστου μεγέθους 1,2 και του ελάχιστου 9,6, θεωρείται ως ό αντιπροσωπευτικός αὐτῶν.

δ'. Μεταξύ τῶν ἀνωμάτων μεταβλητῶν, ὑπάρχουν μερικοί, οἱ ὅποιοι παρουσιάζουν τὰ ἐξῆς φαινόμενα. Εἶναι ἀστέρες πολὺ ἀμυδροί, συνήθως πέραν καὶ τοῦ 16ου μεγέθους. Ἐξαφνα ὅμως καὶ ἐντὸς ὀλίγων ἡμερῶν ἢ καὶ ὥρῶν ἀκόμη γίνονται πολὺ λαμπροί, κάποτε δὲ φαίνονται καὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ, ὡς ἀστέρες καὶ τοῦ πρώτου μεγέθους. Μετὰ μερικὰς ὅμως ἡμέρας ἢ λαμπρότης των ἐλαττοῦται καὶ βραδέως γίνονται πάλιν, ὅπως ἦσαν, ἀμυδροί. Οἱ μεταβλητοὶ αὐτοί, περίπου 100, ὀνομάζονται **νέοι ἀστέρες** (novae). Ἐξ αὐτῶν ὑπάρχουν καὶ μερικοί, οἱ ὅποιοι κάποτε ὑπερβαίνουν εἰς λαμπρότητα ὅλους τοὺς ἀστέρας, φαίνονται δὲ ἀκόμη καὶ τὴν ἡμέραν. Οὗτοι ὀνομάζονται **ὑπερνέοι** (supernovae), παρατηρήθησαν δὲ εἰς τὸν γαλαξίαν μας 6 ἢ 7, ἀπὸ τῆς ἀρχαιότητος ἕως σήμερον.

35. Τὰ αἷτια τῆς φωτεινῆς κυμάνσεως τῶν μεταβλητῶν.

α'. Ἀπὸ τοὺς περιοδικούς μεταβλητοὺς καὶ μάλιστα τῆς βραχείας περιόδου, ἐξηκριβώθη, ὅτι μερικοὶ ὀφείλουν τὴν φωτεινὴν κύμανσίν των, εἰς τὸ γεγονός, ὅτι γύρω τους κινοῦνται ἄλλοι ἀστέρες, μικρότερας λαμπρότητος. Ὄταν ὁ ἀμυδρότερος ἀστήρ ἔρχεται μεταξύ ἡμῶν καὶ τοῦ μεταβλητοῦ, τότε τὸν ἀποκρύπτει. Γίνεται δηλαδὴ ἓνα εἶδος ἐκλείψεως, συνεπείᾳ τῆς ὁποίας ὁ μεταβλητὸς χάνει λαμπρότητα. Διὰ τοῦτο καὶ οἱ ἀστέρες αὐτοὶ λέγονται **μεταβλητοὶ δι' ἐκλείψεων**.

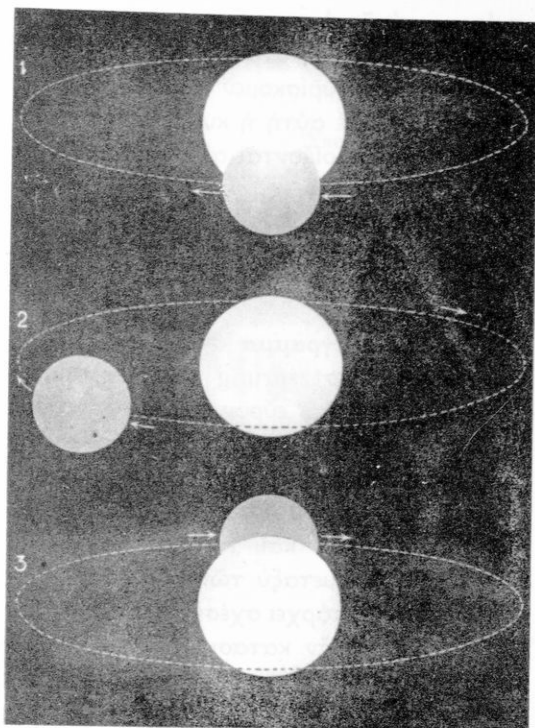
Ἐκπρόσωπός των εἶναι ὁ β τοῦ Περσέως, ὁ λεγόμενος Ἀλγκόλ, ὁ ὁποῖος κυμαίνεται μεταξύ 2,3 καὶ 3,5 μεγεθῶν, ἐντὸς 70 ὥρῶν περίπου.

β'. Οἱ ἄλλοι περιοδικοὶ μεταβλητοί, βραχείας καὶ μακρᾶς περιόδου, καθὼς καὶ οἱ ἀνώμαλοι, τὸ πιθανώτερον, ὑπόκεινται εἰς μίαν συνεχῇ διαστολὴν καὶ συστολὴν· πάλλονται. Διὰ τοῦτο, ὅταν ἔχουν τὸν μεγαλύτερον ὄγκον των, παρουσιάζουν τὸ μέγιστον τῆς λαμπρότητός των, ἐνῶ ὅταν σμικρύνονται εἰς ὄγκον, ἐμφανίζουν καὶ τὸ ἐλάχιστον τῆς φωτεινότητός των.

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

τεροι, διότι ἐκρήγνυνται ἀποτόμως καὶ διαστέλλεται ἡ θερμὴ ὕλη των. Συνήθως, γύρω ἀπὸ τὸν ἀστέρα παρουσιάζεται τότε μία νεφέλη ὕλης, ἡ ὁποία τὸν περιβάλλει, συνεχῶς ἀπομακρυνομένη τοῦ κεντρικοῦ ἀστέρος. Εἶναι ἡ ὕλη, ἡ ὁποία προῆλθεν ἀπὸ τὴν ἐκρηξιν.

Οἱ «ὑπερνέοι» διαφέρουν ἀπὸ τοὺς νέους κατὰ τὴν σφοδρότητα τῆς ἐκρήξεως, ἀλλὰ καὶ διότι γίνονται ἕως 100.000.000 φορές λαμπρότεροι. Ὅ,τι ἀπομένει ἀπὸ τὸν ὑπερνέον εἶναι, συνήθως, ἕνας «ἀστὴρ νετρονίων» (§ 32γ), ἐνῶ τὰ κατάλοιπα τῶν νέων εἶναι οἱ ὑπέρθερμοι ἀστέρες τοῦ φασματικοῦ τύπου W (§ 29δ).



Εικ. 16. Ἐξήγησις τῆς μεταβολῆς τῆς λαμπρότητος τοῦ ἀστέρος β τοῦ Περσέως (Ἀλγκόλ). Εἰς τὰς θέσεις 1 καὶ 3 γίνεται ἐκλειψις καὶ ὁ ἀστὴρ παρουσιάζει τὸ ἐλάχιστον τῆς λαμπρότητος, ἐνῶ εἰς τὴν θέσιν 2 παρατηρεῖται τὸ μέγιστον.

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 ὁποῖον συμπεριφέρονται, ἀλλὰ καὶ ἐξελίσσονται, ἐν γένει, οἱ ἀστέρες.

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

σχέσεως αὐτῆς ἡμποροῦμεν νὰ εὕρωμεν τὴν ἀπόστασίν των. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, ὅταν εἰς ἓνα μακρυνὸν γαλαξίαν παρουσιάζωνται Κηφεῖδαι, τότε εὐρίσκομεν ἀμέσως τὴν ἀπόστασιν καὶ τοῦ γαλαξίου ἐκείνου. Εἶναι δὲ αὕτῃ ἡ κυριωτέρα καὶ ἀσφαλεστέρα μέθοδος, μὲ τὴν ὁποίαν προσδιορίζονται αἱ ἀποστάσεις τῶν γαλαξιδῶν.

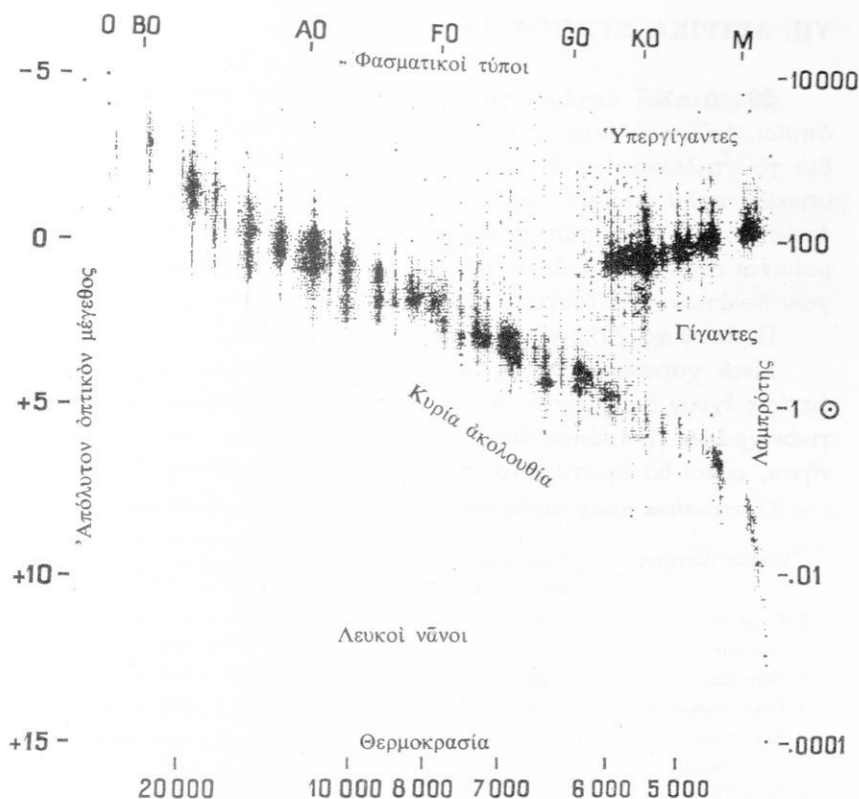
VI. Η ΕΞΕΛΙΞΙΣ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ

37. Τὸ διάγραμμα Χέρτσμπρουγκ — Ράσσελ. α'. Ὁ Δανὸς ἀστρονόμος Hertzsprung (Χέρτσμπρουγκ) καὶ ὁ Ἀμερικανὸς Russell (Ράσσελ) εὗρον ὅτι, ἐὰν ἐξετασθῇ τὸ ἀπόλυτον μέγεθος τῶν ἀστέρων (§25γ), τὸ ὁποῖον εἶναι συνδεδεμένον μὲ τὰς πραγματικὰς των διαστάσεις καὶ συσχετισθῇ πρὸς τοὺς φασματικοὺς τύπους αὐτῶν (§ 29δ), οἱ ὁποῖοι φανερῶνουν τὰς θερμοκρασίας καὶ τὴν φυσικοχημικὴν κατάστασίν των, τότε προκύπτει, ὅτι μεταξὺ τῶν δύο αὐτῶν χαρακτηριστικῶν στοιχείων τῶν ἀστέρων ὑπάρχει σχέσις, ἡ ὁποία δηλοῖ καὶ τὴν ἐξέλιξίν 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 αὐτὸ καὶ β) ὅτι ὑπάρχει σαφὴς σχέσις μεταξὺ φασματικοῦ τύπου καὶ ἀπολύτου μεγέθους. Οὕτως, εἰς τὰ μεγάλα ἀπόλυτα μεγέθη, (τὰ ἄρνητικά), ἦτοι εἰς τοὺς πολὺ λαμπροὺς ἀστέρας, ἀντιστοιχοῦν οἱ ὑπερθερμοὶ κυρίως ἀστέρες τῶν φασματ. τύπων Β καὶ Α, ἐνῶ εἰς τὰ μικρὰ (+ 10 ἕως + 16) ἀντιστοιχοῦν οἱ ἀμυδρότεροι ἀστέρες τοῦ φασμ. τύπου Μ.

β'. Ἐξ ἄλλου, κατὰ κύριον λόγον, οἱ ἀστέρες διανέμονται κατὰ μῆκος περίπου τῆς διαγωνίου, ἀπὸ τὸ -1 ἀπόλυτον μέγεθος (ἄνω ἄριστερὰ) πρὸς τὸν φασμ. τύπον Μ (κάτω δεξιὰ). Αὕτῃ ἡ σειρά, εἰς τὴν ὁποίαν, 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-



Εικ. 17. Τὸ διάγραμμα Hertzsprung Russell.

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

β'. Βάσει τῶν δεδομένων τούτων ὑπολογίζεται, ὅτι οἱ ἀστέρες ἔχουν διαφόρους ἢ λ ι κ ι α ς. Οὕτως, οἱ τοῦ φασμ. τύπου Ο λαμπροὶ ἀστέρες εἶναι οἱ νεώτεροι, με ἡλικίαν 10^7 ἐτῶν. Οἱ τοῦ τύπου Β εἶναι μεγαλυτέρας ἡλικίας, 3×10^8 ἐτῶν, ἐνῶ οἱ ἀστέρες τῶν ἐπομένων τύπων Α, F καὶ G ἔχουν ἤδη ζήσει δισεκατομμύρια ἐτῶν.

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

VII. ΑΣΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

39. Διπλοῖ ἀστέρες. α'. Καλοῦνται διπλοῖ ἀστέρες ἐκεῖνοι, οἱ ὅποιοι, ἐνῶ φαίνονται συνήθως διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ ὡς ἄπλοϊ, διὰ τοῦ τηλεσκοπίου ἀναλύονται, ἕκαστος εἰς δύο ἀστέρας, φαινομενικῶς πολὺ πλησίον πρὸς ἀλλήλους. Ἡ φαινομενικὴ γωνιώδης ἀπόστασις μεταξύ τῶν ἀστέρων καθενὸς ζεύγους δύναται νὰ κυμαίνεται ἀπὸ τῶν 40 δευτερολέπτων τόξου, μέχρις ἀκόμη τῶν ὀλίγων δεκάτων τοῦ δευτερολέπτου.

Περίπου τὰ 25% τῶν ἀστέρων εἶναι διπλοῖ.

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

Ὁ κατωτέρω πίναξ περιλαμβάνει ἐνδεικτικῶς μερικοὺς λαμπροὺς διπλοῦς.

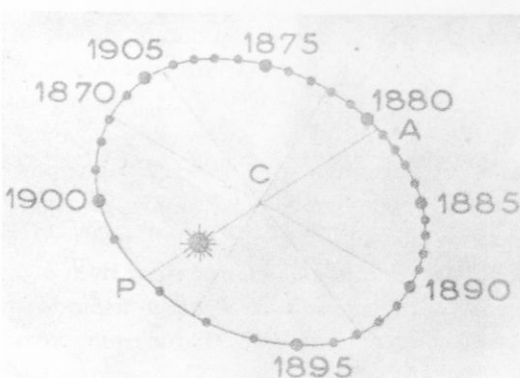
*Ὄνομα ἀστέρος	Γωνιώδης ἀπόστασις	Μέγεθος καὶ χρῶμα τοῦ κυρίου ἀστέρος	χρῶμα τοῦ ἄλλου ἀστέρος
δ Κηφέως	41",0	3,6 κίτρινος	5,3 κυανοῦς
β Κύκνου	34",5	3,2 πορτοκαλ.	5,4 κυανοῦς
η Περσέως	28",0	3,9 πορτοκαλ.	8,7 κυανοῦς
α Θηρευτικῶν Κυνῶν	19",8	2,9 κίτρινος	5,4 ἰώδης
α Κενταύρου	9",9	0,3 χρυσοῦς	1,7 χρυσοῦς
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 λευκός	3,7 λευκός

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

Ὁ μικρότερος ἀστήρ ὀνομάζεται **συνοδός**.

Περίπου 500 ἀστέρες γνωρίζομεν τὰ πλήρη στοιχεῖα τῆς τροχιάς τοῦ συνοδοῦ περὶ τὸν κεντρικὸν ἀστέρα. Διότι, ἐὰν γνωρίζωμεν τὴν ἀπόστασιν τοῦ ζεύγους ἀπὸ ἡμᾶς, εὐρίσκομεν ἀμέσως καὶ τὴν πραγματικὴν ἀπόστασιν μεταξύ τῶν μελῶν τοῦ ζεύγους, ἐκ τῆς φαινομενικῆς ἀποστάσεώς των. Ὁ χρόνος τῆς περιφορᾶς τοῦ

συνοδοῦ περί τὸν μεγαλύτερον, ὁ ὁποῖος καλεῖται περίοδος, εὐρίσκεται ἐκ τῆς παρατηρήσεως, δύναται δὲ νὰ εἶναι ἴσος πρὸς μερικὰς ἑκατοντάδας ἡμερῶν ἢ καὶ πρὸς ὀλοκλήρους αἰῶνας. Τέλος, ἐκ τῆς ἐλκτικῆς δυνάμεως, ἡ ὁποία ἀσκεῖται μεταξὺ τῶν μελῶν ἑνὸς ζεύγους, εἶναι δυνατόν νὰ εὕρωμεν καὶ τὴν μᾶζαν ἐκάστου.



Εἰκ. 18. Τροχία τοῦ συνοδοῦ τοῦ ἀστέρος ζ' Ἡρακλέους, περιόδου 25 ἐτῶν.

γ'. Συμβαίνει κάποτε ὁ συνοδὸς ἑνὸς διπλοῦ νὰ εἶναι ἀόρατος, εἴτε διότι εὐρίσκεται πολὺ πλησίον τοῦ κυρίου ἀστέρος, εἴτε διότι εἶναι πολὺ ἀμυδρός, ἀλλ' ἡ ὕπαρξις του νὰ πιστοποιηθῇ ἀπὸ τὰς ἀνωμαλίας, τὰς ὁποίας παρουσιάζει ὁ κύριος ἀστήρ κατὰ τὴν κίνησίν του εἰς τὸ διάστημα (§ 26 δ).

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

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

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

αστήρ ϵ τῆς Λύρας, ἀναλυόμενος εἰς δύο διπλοῦς, τοὺς ϵ_1 καὶ ϵ_2 . Ἐκ τούτων, ὁ μὲν ϵ_1 ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ἀστέρας, 5,0 καὶ 6,5 μεγέθους, ἀπέχοντας ἀπ' ἀλλήλων 3'',2, ὁ δὲ ϵ_2 ἀναλύεται εἰς δύο ἄλλους, 5,0 καὶ 5,5 μεγέθους, ἀπέχοντας μόνον 2'',5. Οἱ ἀστέρες καθ' ἑνὸς ζεύγους κινοῦνται περὶ τὸ κοινὸν κέντρον τοῦ βάρους των, ἐνῶ τὰ κέντρα βάρους τῶν δύο διπλῶν κινοῦνται περὶ τὸ κοινὸν κέντρον βάρους αὐτῶν. Ὑπάρχουν καὶ πολὺ ὀλίγοι **πενταπλοῖ ἀστέρες**, μεταξὺ τῶν ὁποίων ὁ λαμπρότερος εἶναι ὁ β τῆς Λύρας.

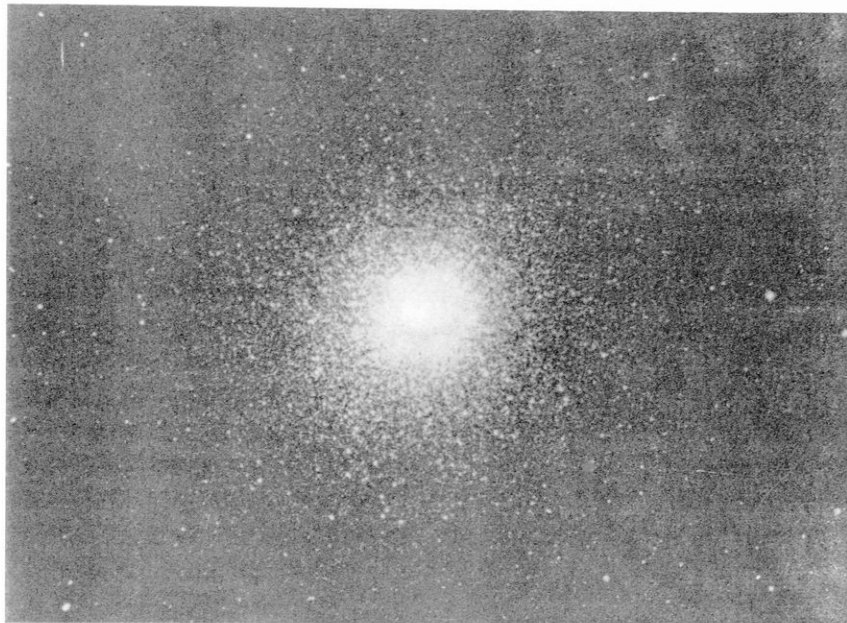
γ'. Ἐὰν συμβῇ νὰ ἔχωμεν περισσοτέρους ἀπὸ πέντε ἀστέρας, ἀποτελοῦντας ἀπὸ κοινοῦ σύστημα, τότε τοὺς ὀνομάζομεν, ἐν γένει, **πολλαπλοὺς ἀστέρας**. Ὁ ὠραιότερος ἐξ αὐτῶν εἶναι ὁ θ τοῦ Ὠρίωνος, ἑξαπλοῦς, γνωστὸς ὑπὸ τὴν ἐπωνυμίαν **τραπέζιον τοῦ Ὠρίωνος**, διότι οἱ τέσσαρες λαμπρότεροι ἀστέρες αὐτοῦ σχηματίζουν τραπέζιον, ἔχουν δὲ διαφορετικὰ χρώματα: λευκόν, ἔρυθρόν, ὑπερύθρον καὶ ὠχρόν ἰῶδες. Τὸν πολλαπλοῦν αὐτὸν ἀστέρα καθιστᾷ περισσότερο θυμασίον, τὸ ὅτι εὐρίσκεται ἐντὸς τοῦ ὠραίου διαχύτου νεφελώματος τοῦ Ὠρίωνος (εἰκ. 12).

δ'. Ὅλοι οἱ πολλαπλοὶ ἀστέρες, ἀπὸ τῶν τριπλῶν καὶ ἐφ' ἑξῆς, εἶναι πραγματικά συστήματα ἀστέρων, συνδεομένων μεταξὺ των διὰ τοῦ νόμου τῆς ἑλξεως· ἐνῶ εἰς τοὺς διπλοὺς ὑπάρχουν καὶ φαινομενικὰ ζεύγη, ἥτοι διπλοῖ, εἰς τοὺς ὁποίους οἱ δύο ἀστέρες προοπτικῶς μόνον φαίνονται πλησίον ἀλλήλων, χωρὶς νὰ εἶναι φυσικὰ ζεύγη.

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

β'. Τὰ **ἀνοικτὰ** σμήνη ἀποτελοῦνται συνήθως ἀπὸ μερικὰς δεκάδας ἢ καὶ ἑκατοντάδας ἀστέρων, διεσπαρμένων χωρὶς τάξιν εἰς μικρὸν σχετικῶς χώρον τοῦ οὐρανοῦ. Εἶναι γνωστὰ 334, τὰ ὅποια εὐρίσκονται εἰς ἀποστάσεις ἀφ' ἡμῶν 100 ἕως 15.000 ε.φ., ἐνῶ ἡ διάμετρος τοῦ χώρου, τὸν ὁποῖον καταλαμβάνει καθὲν ἐξ αὐτῶν κυμαίνεται ἀπὸ 10 ἕως 50 ε.φ. Ἐξ αὐτῶν τὰ σπουδαιότερα εἶναι αἱ **Πλειάδες** (κ. Πούλεια), αἱ **Υάδες** καὶ ἡ **Φάνη**, ὁρατὰ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ.

Αἱ **Πλειάδες** ἀποτελοῦνται ἀπὸ 300 περίπου ἀστέρας, ἂν καὶ ὑπάρχουν δεκαπλάσιοι εἰς τὴν ἰδίαν περιοχὴν, χωρὶς νὰ εἶναι βέβαιον, ὅτι ὅλοι ἀνήκουν εἰς τὸ σμῆνος τοῦτο. Διὰ γυμνοῦ ὀφθαλ-



Είκ. 19. Τὸ σφαιρωτὸν σμήνος τοῦ Ἑρακλείους.

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

Αἱ Ὑάδες, ὅπως καὶ αἱ Πλειάδες, εὐρίσκονται εἰς τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Ταύρου. Ὁ Λαμπαδίας, ὁ λαμπρότερος ἀστήρ τοῦ Ταύρου, ἀνήκει εἰς τὸ σμήνος τῶν Ὑάδων. Τοῦτο ἀπαρτίζεται συνολικῶς ἀπὸ 34 ἀστέρας, ὁρατοὺς διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ, ἀπέχει δὲ ἀπὸ τὴν γῆν 120 ε.φ.

Ἡ Φάνη τέλος εὐρίσκεται εἰς τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Καρκίνου καὶ ὁμοιάζει μὲ μικρὸν νέφος. Συνολικῶς περιέχει 62 ἀστέρας. Ἡ ἀπόστασίς της εἶναι ἴση μὲ 500 ε.φ.

Ἀστρικά σμήνη ἀποτελοῦν καὶ μερικά συμπλέγματα ἀστέρων, πολὺ ἀραιῶν, ὅπως π.χ. εἶναι 120 ἀστέρες τοῦ ἀστερισμοῦ τῆς Μεγάλης Ἀρκτοῦ. Αὐτὰ λέγονται ἀ ρ α ι ὶ σ μ ῆ ν η, πρὸς διάκρισιν ἀπὸ τὰ προηγούμενα, τὰ ὅποια χαρακτηρίζονται ὡς π υ κ ν ᾶ.

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

Τὸ ἐκπρωσωπευτικὸν καὶ πλέον ἐντυπωσιακὸν ἀπὸ τὰ σφαιρωτὰ σμήνη εἶναι τὸ τοῦ Ἡρακλέους (εἰκ. 19). Εἰς τὰς φωτογραφίας του ἐμετρήθησαν περὶ τοὺς 50.000 ἀστέρες, ἐκτὸς ἐκείνων 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. Ὑπολογίζεται, 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., ἃν 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 ἐρυθροὶ καὶ ταχυκίνητοι, μὲ μεγάλας φωτεινότητος 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 (§ 37β), βραδυκίνητοι, μὲ μικρὰς φωτεινότητος.

Ὡς 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 γαλαξιδῶν· εἰς τοὺς πυρῆνας των καὶ εἰς τὰ σφαιρωτὰ σμήνη. Εἰς τὸν **ἀστρικὸν πληθυσμὸν II** ἀντιστοιχοῦν ὅσοι συγκροτοῦν τοὺς βραχίονας τῶν γαλαξιδῶν καὶ τὰ ἀνοικτὰ σμήνη των.

Ἀσκήσεις

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

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ Ο ΗΛΙΟΣ

Ι. ΣΧΗΜΑ, ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ

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

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

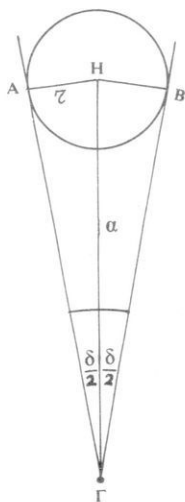
Πράγματι· ὅπως τὸ ἀποδεικνύει τόσον ἡ ὀπτική, ὅσον καὶ ἡ φασματοσκοπικὴ ἐξέτασις, ἡ ἡλιακὴ σφαῖρα κινεῖται περὶ ἄξονα, ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς, ἀλλ' ὁ ἀπαιτούμενος χρόνος δι' ἐκάστην περιστροφὴν ἀνέρχεται, κατὰ μέσον ὄρον, εἰς 25 ἡμ. καὶ 23λ. περίπου.

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

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

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

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



Σχ. 5.

β'. Ἡ 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 ἥλιον ἐπὶ κυκλικῆς τροχιᾶς, τῆς ὁποίας τὸ κέντρον νὰ κατέχῃ ὁ ἥλιος, ἀλλ' ἐπὶ ἑλλειπτικῆς τροχιᾶς (§ 95α), εἰς τρόπον ὥστε, περὶ τὴν 1ην Ἰανουαρίου, ἡ ἀπόστασις ΓΗ λαμβάνει τὴν ἐλαχίστην τιμὴν, τῶν 147.100.000 km περίπου, ἐνῶ περὶ τὴν 2αν Ἰουλίου λαμβάνει τὴν μεγίστην τιμὴν, τῶν 152.100.000 km. Συνεπῶς ἡ τιμὴ τῶν 149.504.312 km (§ 23β) εἶναι ἡ μέση τιμὴ τῆς ἀποστάσεως.

γ'. Ἐὰν καλέσωμεν α τὴν ἀπόστασιν ΓΗ τῆς γῆς ἐκ τοῦ ἡλίου καὶ r τὴν ἀκτίνα ΑΗ τῆς ἡλιακῆς σφαίρας, ἐνῶ δ εἶναι ἡ φαινομένη διάμετρος ΑΓΒ τοῦ ἡλίου καί, συνεπῶς, $\frac{\delta}{2}$ ἡ φαινομένη ἡμιδιάμε-

τρος αὐτοῦ, ἐπειδὴ αἱ ΓΑ καὶ ΓΒ εἶναι ἐφαπτόμεναι 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:

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

Ἐὰν ἤδη λάβωμεν ὑπ' ὄψιν καὶ τὴν σχέσιν $\alpha = \frac{\rho}{\omega}$ (§ 23β), ὅπου ρ ἡ ἀκτίς τῆς γῆς καὶ ω ἡ ὀριζοντία παράλλαξις τοῦ ἡλίου, ἴση πρὸς 8'',8, ἔχομεν

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

Προκύπτει, ἐπομένως, ὅτι ἡ ἀκτίς τῆς ἡλιακῆς σφαίρας εἶναι ἴση πρὸς 109,3 γῆinas ἀκτίνας (γῆνιν ἄκτις = 6.378.388 μέτρα).

δ'. Εάν καλέσωμεν E καὶ ε ἀντιστοίχως τὰς ἐπιφανείας τοῦ ἡλίου καὶ τῆς γῆς καὶ V καὶ v τοὺς ὄγκους αὐτῶν, τότε, δυνάμει τῆς γνωστῆς ἐκ τῆς γεωμετρίας σχέσεως, κατὰ τὴν ὁποίαν, αἱ μὲν ἐπιφανείαι δύο σφαιρῶν ἔχουν λόγον ἴσον πρὸς τὸν λόγον τῶν τετραγώνων τῶν ἀκτίνων των, οἱ δὲ ὄγκοι αὐτῶν ἴσον πρὸς τὸν λόγον τῶν κύβων τῶν ἀκτίνων των, εὐρίσκομεν:

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

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

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

ε'. Ἐξ ἄλλου, ἐκ τῆς ἐλκτικῆς δυνάμεως τοῦ ἡλίου, τῆς ἀσκουμένης ἐπὶ τῆς γῆς, εὐρίσκεται, ὅτι ἡ μᾶζα τοῦ ἡλίου εἶναι 332.488 φορές μεγαλύτερα τῆς γηϊνῆς.

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

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

Ἀσκήσεις

32. Εὑρετε τὴν ἀκτῖνα τοῦ ἡλίου εἰς km, τὴν ἐπιφάνειάν του εἰς km² καὶ τὸν ὄγκον του εἰς km³.

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

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

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

II. ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

45. Λαμπρότης του ήλιου. α'. Μετρήσεις της λαμπρότητας του ήλιου απέδειξαν, ότι ούτος είναι κατά 12×10^{10} φορές λαμπρότερος άστéρος του α' μεγέθους και κατά 23×10^7 φορές λαμπρότερος του φωτός όλων τών άστéρων. Διὰ τουτο άλλωστε κατά την ήμέραν τούς άποκρύπτει. Τέλος, είναι κατά 56×10^4 φορές λαμπρότερος της πανσελήνου.

β'. Ο ήλιος φαίνεται τόσο λαμπρός, λόγω της μικρᾶς, σχετικῶς, άποστάσεώς του ἐκ της γῆς, ἐν σχέσει πρὸς τοὺς άστéρας. Ἐάν ὁμως μετεφέρετο εἰς άπόστασιν ἴσην πρὸς 10 παρσεκ, τότε θά ἐφαίνετο ὡς άμυδρὸς άστήρ, τοῦ πέμπτου περίπου μεγέθους. Ἀκριβέστερον τὸ ἀ π ό λ υ τ ο ν μέγεθος του εἶναι ἴσον πρὸς 4,8.

γ'. Παρατηρούμενος διὰ τηλεσκοπίου ὁ ήλιος δέν φαίνεται ὁμοιομόρφως φωτεινὸς καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν τοῦ δίσκου του, ἀλλὰ λαμπρότερος περὶ τὸ κέντρον καὶ άμυδρότερος περὶ τὰ χεῖλη αὐτοῦ.

Τοῦτο μαρτυρεῖ, ὅτι ἡ ήλιακή σφαῖρα περιβάλλεται ὑπὸ άτμοσφαίρας, ἡ ὁποία άπορροφᾷ τὸ φῶς αὐτοῦ.

46. Ἡ ήλιακή σταθερά. α'. Καλοῦμεν ήλιακὴν σταθεράν τὸ ποσὸν της θερμότητος καί, γενικώτερον, της ἐνεργείας τοῦ ήλιου, τὸ ὁποῖον δέχεται ἐπιφάνεια ἴση πρὸς 1 cm^2 , ἐάν ἐκτεθῇ καθέτως πρὸς τὰς ήλιακὰς άκτῖνας ἐπὶ 1 min . Εὐρέθη δέ, ὅτι ἡ ήλιακή σταθερά εἶναι ἴση πρὸς 1,938 θερμίδας· ἥτοι, ὅτι άνυφοῖ τὴν θερμοκρασίαν μάξης 1 gr . ὕδατος κατὰ $1^{\circ},938 \text{ C}$ εἰς 1 min , ἢ, ὅπερ τὸ αὐτό, ὅτι εἰς 1 min άνυφοῖ κατὰ 1° C τὴν θερμοκρασίαν μάξης ὕδατος $1,938 \text{ gr}$.

β'. Ἐάν ληθῇ ὑπ' ὄψιν καὶ ἡ ἐνέργεια, τὴν ὁποίαν άπορροφᾷ ἡ γῆνιν άτμόσφαιρα, χωρὶς νὰ φθάνη εἰς τὴν ἐπιφάνειαν της γῆς, τότε ἡ ήλιακή σταθερά άνέρχεται εἰς 2,04 θερμίδας.

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

47. Προέλευσις της ήλιακῆς ἐνεργείας. α'. Ἐπειδὴ ἡ θερμότης, τὴν ὁποίαν δέχεται ἡ γῆ ἐκ τοῦ ήλιου, δέν μετεβλήθη αἰσθητῶς κατὰ τὰς τελευταίας δέκα, τουλάχιστον, χιλιετίας, ὅπως τοῦτο άπο-

δεικνύεται από την σταθερότητα, ἐν γένει, τοῦ κλίματος τῆς γῆς, κατὰ τὸ διάστημα τοῦτο, συνάγεται τὸ συμπέρασμα, ὅτι ὁ ἥλιος συνεχῶς ἀναπληροῖ τὴν ἀκτινοβολουμένην ἐνέργειάν του.

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

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

Β'. Ἡ ὑπόθεσις τῆς συστολῆς τοῦ ἡλίου, ἡ ὁποία διευτυπώ-θη ἀρχικῶς τὸ 1854 ἀπὸ τὸν Helmholtz (Χέλμολτς) καὶ συνεπλη-ρώθη τὸ 1893 ἀπὸ τὸν λόρδον Kelvin (Κέλβιν). Κατ' αὐτήν ἡ ἀκτινοβολία τοῦ ἡλίου προκαλεῖ τὴν ψύξιν αὐτοῦ καί, συνεπῶς, τὴν συστολήν του. Ἡ συστολὴ τοῦ ἡλίου ἀποτελεῖ πηγὴν ἐνε-ργείας καὶ τόσης, ὥστε ἡ παραγομένη νὰ ἰσοφαρίζῃ τὴν ἀκτινοβο-λουμένην.

Ἄλλ' ἐὰν κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον συνετηρεῖτο ἡ ἡλιακὴ ἐνέρ-γεια, τότε ἡ ἡλικία τοῦ ἡλίου θὰ ἔπρεπε νὰ μὴ εἶναι μεγαλυτέρα τῶν 3×10^7 ἐτῶν, ἐνῶ ἡ ἡλικία τῆς γῆς, διὰ πολλῶν μεθόδων, εὐ-ρίσκεται πολὺ μεγαλυτέρα, ἤτοι τῆς τάξεως τῶν $4,5 \times 10^9$ ἐτῶν. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἀποκλείεται ἡ συστολή, ὡς κυρία πηγὴ ἐνε-ργείας τοῦ ἡλίου.

Γ'. Θερμοπυρηνικαὶ ἀντιδράσεις. Κατὰ τὰς πυρηνικὰς ἀντιδρά-σεις, μᾶζα m μετατρέπεται εἰς ἐνέργειαν E , συμφώνως πρὸς τὸν τύ-πον τοῦ Einstein: $E = mc^2$, ὅπου c εἶναι ἡ ταχύτης φωτός. Εἰς τὸν ἥλιον ἔχομεν τὸν « κύκλον τοῦ ἀνθρακος », ὁ ὁποῖος διευτυπώθη τὸ 1938 ὑπὸ τῶν Bethe, (Μπέθε) καὶ Weizsaecker (Βάϊτσοζάικερ) καὶ τὸν κύκλον « πρωτονίου - πρωτονίου ». Κατὰ τὸν πρῶτον κύ-κλον τὸ ἄφθονον ὕδρογόνον, τὸ ὑπάρχον εἰς τὸν ἥλιον, μεταστοι-χειοῦται συνεχῶς εἰς τὸ στοιχεῖον ἥλιον, διὰ μέσου σειρᾶς πυρηνικῶν ἀντιδράσεων, εἰς τὰς ὁποίας ὁ ἀνθραξ χρησιμεύει ὡς καταλύτης. Κάτι ἀνάλογον, γίνεται καὶ μὲ τὸν « κύκλον πρωτονίου - πρωτο-νίου ». Κατὰ τὰς ἀντιδράσεις αὐτὰς μέρος τῆς μεταστοιχειουμένης ὕλης, ἴσον πρὸς τὸ 0,027 αὐτῆς, μετατρέπεται εἰς ἐνέργειαν, τὴν

όποιαν ακτινοβολεί ο ήλιος. Υπολογίζεται, ότι κατά δευτερόλεπτον μεταστοιχειούνται 700×10^6 τόννοι υδρογόνου και έξ αυτών οι μὲν $695,3 \times 10^6$ γίνονται ήλιον, ἐνῶ οἱ $4,7 \times 10^6$ τόννοι ακτινοβολούνται εἰς τὸ διάστημα ὡς ἐνέργεια. Ἐπὶ πλέον, ὑπολογίζεται, ὅτι ἡ ποσότης τοῦ ὑπάρχοντος εἰς τὸν ήλιον υδρογόνου εἶναι τόση, ὥστε νὰ καταστή δυνατὴ ἡ συντήρησις αὐτοῦ καὶ ἡ συνεχὴς ακτινοβολία του ἐπὶ πολλὰ δισεκατομύρια ἐτῶν.

48. Θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας τοῦ ήλιου. α'. Ἐὰν φαντασθῶμεν σφαῖραν, ἔχουσαν κέντρον τὸ κέντρον τοῦ ήλιου καὶ ακτῖνα ἴσην πρὸς τὴν ἀπόστασιν γῆς - ήλιου, τότε ἡ ἐπιφάνειά της θὰ ἰσοῦται πρὸς $2,826 \times 10^{27} \text{ cm}^2$. Ἐπειδὴ δὲ ἡ πραγματικὴ ἐπιφάνεια τοῦ ήλιου ἰσοῦται μὲ $6093 \times 10^{19} \text{ cm}^2$, εὐρίσκομεν, ὅτι εἶναι μικροτέρα τῆς ἐπιφανείας τῆς ὑποθετικῆς κατὰ 46381 φορές. Ἐπομένως, εἰς ἕκαστον cm^2 τῆς ήλιακῆς ἐπιφανείας ἀντιστοιχοῦν 46381 cm^2 τῆς γῆϊνης. Ἐκ τούτου προκύπτει, ὅτι ἡ ἀντιστοιχοῦσα ἐνέργεια εἰς ἕκαστον cm^2 τῆς ήλιακῆς ἐπιφανείας εἶναι ἴση πρὸς $1,94 \times 46.381 = 89.979$ θερμίδας. Συνεπῶς, ἀπὸ καθὲν cm^2 τῆς ἐπιφανείας τοῦ ήλιου ακτινοβολοῦνται 90.000 θερμίδες περίπου.

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

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

Ἀσκήσις

36. Πῶς πρέπει νὰ ἐξηγηθῇ, ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρα τοῦ ήλιου, ἀπορροφῶσα τὸ φῶς του, συντελεῖ ὥστε οὗτος νὰ φαίνεται ἀμυδρότερος εἰς τὰ χεῖλη τοῦ δίσκου του ;

III. ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΙΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ

49. Αἱ ήλιακαὶ στοιβάδες. α'. Βάσει τῶν δεδομένων περὶ τῆς θερμοκρασίας τοῦ ήλιου συμπεραίνομεν, ὅτι οὗτος συνίσταται ἐκ διαπύρων ἀερίων καὶ ὅτι ἡ ὕλη του εἶναι διατεταγμένη κατὰ ὁμο-

κέντρους στο ι β ά δ α ς, εις τὰς ὁποίας ἡ θερμοκρασία καὶ ἡ πυκνότης ἐλαττοῦνται, καθὼς βαίνομεν ἀπὸ τοῦ κέντρου πρὸς τὴν ἐπιφάνειάν του.

β'. Αἱ ἐν λόγῳ στοιβάδες εἶναι:

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

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

Β'. Ἡ φωτόσφαιρα. Ὑπεράνω τοῦ πυρῆνος ὑπάρχει στοιβάς, πάχους 400 km., ἡ ὁποία φθάνει μέχρι τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἡλίου. Ἡ στοιβάς αὕτη τῆς ἡλιακῆς σφαίρας, ἀπὸ τὴν ὁποίαν προέρχεται καὶ 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'. Ἡ ἀτμόσφαιρα. Ὑπεράνω τῆς φωτοσφαίρας ὑπάρχει ἡλιακὴ ὕλη καὶ μάλιστα εἰς στρῶμα μεγάλου πάχους. Τοῦτο καλεῖται ἀτμόσφαιρα. Ἡ ἀτμόσφαιρα τοῦ ἡλίου δὲν φαίνεται, διότι ἡ θερμοκρασία της, συνεπῶς δὲ καὶ ἡ λαμπρότης της, εἶναι μικροτέρα τῆς φωτοσφαιρικῆς καὶ τόσον, ὥστε νὰ ἀποκρύπτεται ἀπὸ τὸ ἐντονον διάχυτον φῶς τῆς ἡμέρας, ὅπως ἀκριβῶς ἀποκρύπτονται καὶ οἱ ἀστέρες. Γίνεται ὁμως ὁρατὴ κατὰ τὰς ὀλικὰς ἐκλείψεις τοῦ ἡλίου, ὡς λαμπρὸς φωτοστέφανος, περιβάλλων τὸν σκοτισθέντα δίσκον τοῦ ἡλίου.

Ἡ ἡλιακὴ ἀτμόσφαιρα χωρίζεται εἰς δύο στοιβάδας.

Ἡ πρώτη ἐξ αὐτῶν, ἡ ὁποία εὐρίσκεται εὐθὺς ἀμέσως ὑπεράνω τῆς φωτοσφαίρας καλεῖται χρωμόσφαιρα. Τὸ ὕψος της φθάνει, τὸ

πολύ, εις τὰ 15.000 km, ἡ δὲ θερμοκρασία τῆς ἀνέρχεται εἰς τοὺς 100.000°K. Παρουσιάζει ἔντονον ρόδινον χρῶμα, ἐξ οὗ καὶ ἔλαβε τὸ ὄνομα τῆς « χρωμόσφαιρα ». Ὑπεράνω τῆς χρωμοσφαίρας εὐρίσκεται τὸ **στέμμα**, τοῦ ὁποίου τὰ ὅρια φθάνουν εἰς τὴν ἀπόστασιν τῶν πέντε ἡλιακῶν ἀκτίνων. Ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀνέρχεται εἰς τοὺς 10^6 ἕως $1,5 \times 10^6$ 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 πολλὰ σκοτεινὰ γραμμὰς.

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

51. Μορφὰι τῆς ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας. α'. Τὸ ἡλιακὸν φάσμα δὲν περιορίζεται μόνον εἰς τὸ ὁρατὸν τμήμα του ($7500 - 3400 \text{ \AA}$), ἀλλ' ἐκτείνεται καὶ πέραν, τόσον τοῦ ἐρυθροῦ, ὅσον καὶ τοῦ ἰώδους μέρους αὐτοῦ, εἰς τὰς **υπερύθρους** ἀκτινοβολίας (20 μικρὰ ἕως $7500 \text{ \AA}$) καὶ τὰς **υπεριώδεις** ($3400 - 2000 \text{ \AA}$).

β'. Ἀλλὰ καὶ πέραν τῶν υπερύθρων ἀκτινοβολιῶν, διεπιστώθη, ὅτι ὁ ἥλιος ἐκπέμπει ἀκτινοβολίας τῶν μηκῶν τῶν ραδιοφωνικῶν κυμάτων. Τὰ κύματα αὐτὰ συλλαμβάνονται ὑπὸ τῶν ραδιοτηλεσκοπίων ὑπὸ μορφήν θορύβου, ὁ ὁποῖος καλεῖται **ἡλιακὸς ραδιοθόρυβος**.

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

τως ακτίνες X, αλλά και ακτίνες γ, προερχόμενοι εκ του ήλιου.

52. Χημική σύσταση του ήλιου. α'. Η σπουδή των γραμμών του ήλιακού φάσματος απέδειξεν, ότι η ήλιακή ύλη αποτελείται εκ των γνωστών στοιχείων. Εκ τούτων, διεπιστώθη μέχρι τουδε η ύπαρξις 70 στοιχείων, ενώ η μη ανεύρεσις των υπολοίπων δεν σημαίνει και την απουσίαν των εκ του ήλιου. Διότι, τουλάχιστον, των 15 εξ αυτών αι γραμμαι απορροφήσεως θα πρέπει να εύρισκωνται εις το άορατον υπεριώδες μέρος του φάσματος, ενώ άλλα στοιχεΐα δυνατόν να υπάρχουν μόνον εις το έσωτερικόν του ήλιου.

β'. Αί περισσότεραι των γραμμών του ήλιακού φάσματος αντιστοιχοῦν εις τόν σίδηρον. Εν τούτοις όμως τα περισσότερον άφθονούντα στοιχεΐα εις τόν ήλιον είναι το υδρογόνον και το ήλιον, το όποιον έλαβε το όνομα τουτο, διότι παρατηρήθη το πρώτον επί του ήλιου και κατόπιν άνεκαλύφθη εις την γην.

Η πιθανωτέρα αναλογία διανομής των στοιχείων εις την ήλικήν ύλην είναι: υδρογόνον 81,7%, ήλιον 18,2 % και τα άλλα στοιχεΐα 0,1 %.

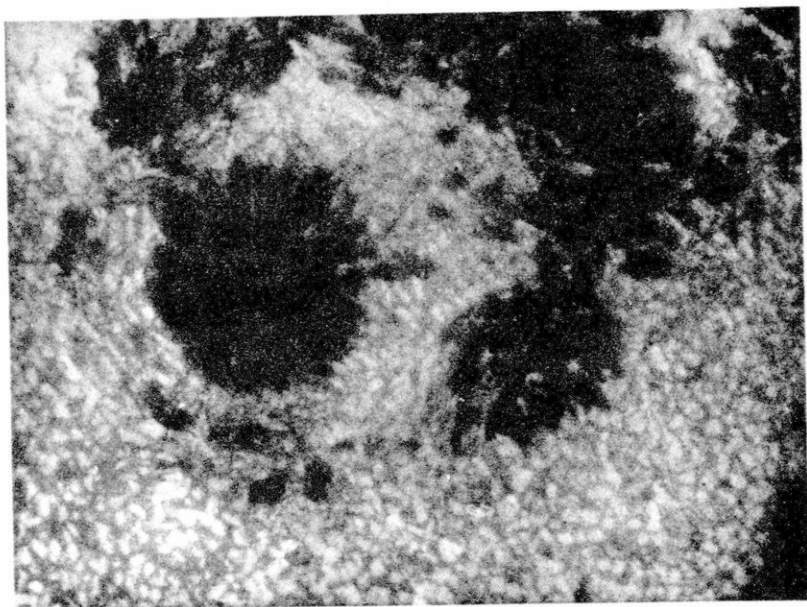
IV. ΗΛΙΑΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

53. Οί φωτοσφαιρικοί σχηματισμοί. α'. Παρατηροῦντες τόν ήλιον δια του τηλεσκοπίου, βλέπομεν ότι η επιφάνειά του δεν είναι λεία, άλλ' όμοιάζει με λευκόν σινδόνι, το όποιον έχει καλυφθή όμοιόμορφως με κόκκους όρύζης. Δια τουτο και οι κόκκοι αυτοί του ήλιου ώνομάσθησαν **κόκκοι όρύζης**.

Οί κόκκοι είναι λαμπρότεροι από το υπόβαθρον της φωτοσφαίρας, έχουν δε συνήθως διάμετρον 600 έως 1000 km. Δύνανται να διατηρηθοῦν επί τινα μόνον λεπτά έκαστος.

Μεταξύ των κόκκων παρατηροῦνται συνήθως μελανά στίγματα, όμοια με όπάς, τα όποια ονομάζονται **πόροι**, είναι δε βραχύβιοι σχηματισμοί, όπως οι κόκκοι.

β'. Κυρίως, πλησίον των χειλέων του ήλιακού δίσκου διακρίνονται άλλοι σχηματισμοί, λαμπρότεροι των κόκκων, κυκλικοί ή άκανόνιστοι, διατεταγμένοι συνήθως ταινιοειδώς, οι όποιοι ονομάζονται **πυρσοί**.



Είκ. 20. Κόκκοι και κηλίδες τῆς ἡλιακῆς φωτοσφαίρας.

Οἱ πυρσοὶ θεωροῦνται νέφη ἢ καὶ ὄρη τῆς φωτοσφαίρας, τὰ ὁποῖα ἀλλάσσουν συνεχῶς σχῆμα καὶ θέσιν, διατηροῦνται δὲ συνήθως ἐπὶ τινὰς ἡμέρας, ὅποτε καταρρέουν καὶ ἐξαφανίζονται.

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

γ'. Αἱ **κηλίδες** τέλος εἶναι οἱ περισσότερον ἐντυπωσιακοὶ καὶ ἐνδιαφέροντες σχηματισμοὶ τῆς φωτοσφαίρας. Συνήθως ἔχουν τὴν ὄψιν μεγάλων ἢ μικρῶν κυκλικῶν καὶ ἐντόνως μελανῶν ἐπιφανειῶν, αἱ ὁποῖαι περιβάλλονται ἀπὸ ὀλιγώτερον σκοτεινὰς στεφάνας, ἰνῶδους ὕφης. Καὶ τὸ μὲν κεντρικὸν πολὺ σκοτεινὸν τμῆμα τῆς κηλίδος λέγεται **σκιὰ**, ἡ δὲ στεφάνη **σκιόφως** αὐτῆς. Αἱ ἴνες τοῦ σκιόφωτος, ὡς ἐκ τῆς μορφῆς των, καλοῦνται **ἄχυρα**.

Αἱ κηλίδες διατηροῦνται ἐπὶ πολλὰς ἡμέρας, κάποτε δὲ καὶ ἐπὶ ἓνα ἕως δύο μῆνας, ἐὰν εἶναι ἀρκετὰ μεγάλαι. Κατὰ τὸ διάστημα τῆς ζωῆς των παρουσιάζουν μεταβολὰς τῆς μορφῆς καὶ τῆς ἐντάσεώς των, ἐξαφανίζονται δὲ διὰ τῆς βαθμιαίας ἐλαττώσεως τοῦ μεγέθους των καὶ τῆς σκοτεινότητός των.

Συνήθως αἱ κηλίδες παρουσιάζονται καθ' ὁμὰδας. Εἰς μίαν ὁμάδα δυνατόν νὰ περιέχωνται πολλαὶ δεκάδες μέχρι καὶ ἑκατοντάδων κηλίδων, ἐνῶ μεταξύ τούτων, ὑπάρχουν σχεδὸν πάντοτε δύο πολὺ μεγάλαι, ἐκ τῶν ὁποίων ἡ δυτικὴ καλεῖται ἡ γ ο υ μ έ ν η καὶ ἡ ἀνατολικὴ ἐ π ο μ έ ν η.

Ἡ διάμετρος τῶν κηλίδων ἐνίοτε ὑπερβαίνει τὰ 80.000 km. Αἱ πολὺ μεγάλαι κηλίδες, αἱ ἔχουσαι διάμετρον μεγαλυτέραν τῶν 40.000 χλμ., ἥτοι τριπλασίαν καὶ ἄνω τῆς γῆνης διαμέτρου, φαίνονται καὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ.

Τὸ συνηθέστερον, αἱ κηλίδες εἶναι κοιλότητες τῆς φωτοσφαίρας, ὅμοιαι μὲ χοάνας, βάθους μέχρι 800 km, αἱ ὁποῖαι προκαλοῦνται ἀπὸ στροβιλισμοὺς τῆς ἡλιακῆς ὕλης, ἀναλόγους πρὸς τοὺς σίφωνας τῆς γῆνης ἀτμοσφαίρας. Οἱ στροβιλισμοὶ αὐτοὶ ὀφείλονται κυρίως εἰς ἡλεκτρομαγνητικὰ φαινόμενα.

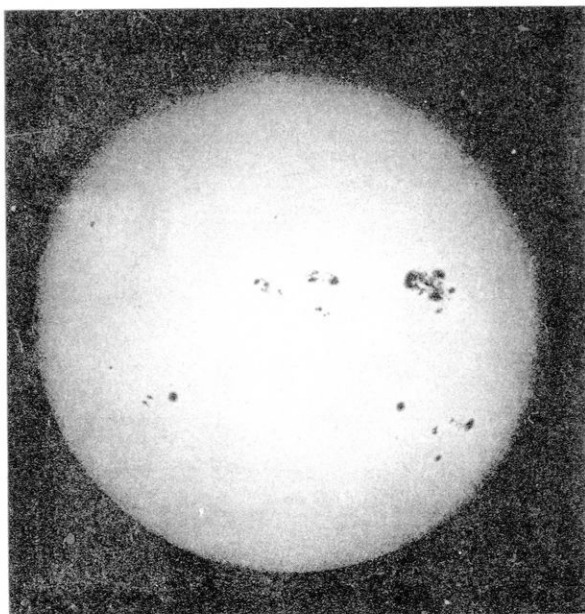
Ἡ θερμοκρασία τῶν κηλίδων εἶναι ἴση πρὸς 4600° C, ἥτοι πολὺ ταπεινότερα τῆς φωτοσφαίρας, εἰς τοῦτο δὲ ὀφείλεται καὶ τὸ μελανὸν χρῶμα των. Συμβαίνει δηλαδὴ ἐδῶ ὅ,τι ἀκριβῶς καὶ μὲ τὴν φλόγα κηρίου, ἐὰν τοποθετηθῇ ἐμπρὸς εἰς ἓνα ἡλεκτρικὸν λαμπτήρα. Ἡ φλόγα τοῦ κηρίου φαίνεται μαύρη, λόγῳ τῆς ταπεινότερας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

54. Οἱ ἡλιακοὶ νόμοι. α'. Ὁ ἐνδεκαετῆς κύκλος. Ὁ Schwabe (Σβάμπε) πρῶτος διεπίστωσεν, ὅτι αἱ κηλίδες δὲν ἐμφανίζονται μὲ τὴν ἰδίαν πάντοτε συχνότητα. Ὑπάρχουν πάντοτε ἓνα ἕως δύο ἔτη, κατὰ τὰ ὁποῖα φαίνονται σπανίως ὀλίγαι μόνον κηλίδες. Ἐπειτα, ἐπὶ τέσσαρα περίπου ἔτη συνεχῶς γίνονται ὅλον ἐν καὶ περισσότεραι, διὰ νὰ φθάσωμεν τελικῶς εἰς τὸ μέγιστον τοῦ πλήθους των καί, γενικώτερον, τῆς σκιαζομένης ὑπ' αὐτῶν ἐπιφανείας. Κατόπιν, ἐπὶ μίαν περίπου ἑξαετίαν, ὁ ἀριθμὸς τῶν κηλίδων ἐλαττοῦται συνεχῶς, διὰ νὰ ἐπανέλθωμεν καὶ πάλιν εἰς τὸ ἐλάχιστον τοῦ πλήθους των καὶ τῆς ἐκτάσεώς των.

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

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

Εικ. 21. Φωτογραφία
του ήλιου κατά τὸ
μέγιστον τῆς δρα-
στηριότητος αὐτοῦ.
Διακρίνονται πολλὰ
καὶ μεγάλα ὁμάδες
κηλίδων.

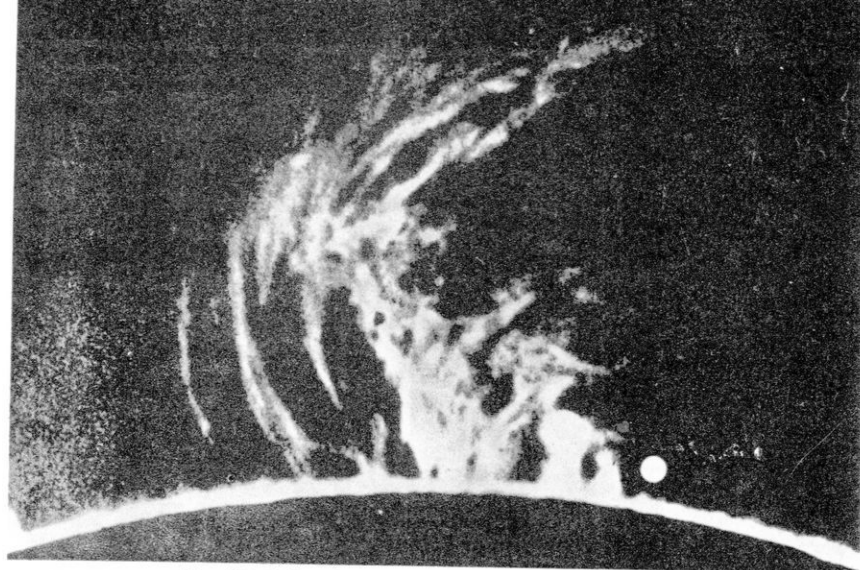


β'. Ὁ νόμος τῆς διανομῆς τῶν κηλίδων. Ὁ Sporer (Σπαϊ-
ρερ) πρῶτος διεπίστωσεν ἐξ ἄλλου, ὅτι αἱ κηλίδες δὲν σχηματίζον-
ται τυχαίως ἐπὶ τῆς ἡλιακῆς ἐπιφανείας. Αἱ πρῶται κηλίδες καθ'
ἐνὸς 11ετοῦς κύκλου ἐμφανίζονται εἰς ἀπόστασιν 45° περίπου ἀπὸ
τοῦ ἰσημερινοῦ τοῦ ἡλίου καὶ εἰς τὰ δύο ἡμισφαίριά του, καθὼς δὲ
προχωροῦμεν πρὸς τὸ ἄλλο ἐλάχιστον, ὁλονέν καὶ σχηματίζονται
πλησιέστερον πρὸς τὸν ἡλιακὸν ἰσημερινόν.

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

γ'. Ὁ νόμος τῆς πολικότητος. Τὸ 1908 ὁ Hale (Χέιλ) ἀνε-
κάλυψεν, ὅτι εἰς κάθε ὁμάδα κηλίδων, αἱ δύο μεγάλαί, ἡ ἡγουμένη
καὶ ἡ ἑπομένη, ἀποτελοῦν τοὺς δύο π ὁ λ ο υ ς ἐνὸς μ α γ ν ῆ τ ο υ .
Τὸ μαγνητικὸν πεδίου τῶν κηλίδων φαίνεται καὶ ὀφθαλμοσκοπικῶς
ἀκόμη, διότι τὰ « ἄχυρα τοῦ σκιάφωτος », ὅμοια μὲ Ἰνας, διατάσσον-
ται κατὰ μῆκος τῶν δυναμικῶν γραμμῶν τοῦ πεδίου, ὅπως ἀκριβῶς
συμβαίνει μὲ τὰ ρινίσματα σιδήρου, ἐὰν θέσωμεν πλησίον των ἓνα
μαγνήτην.

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



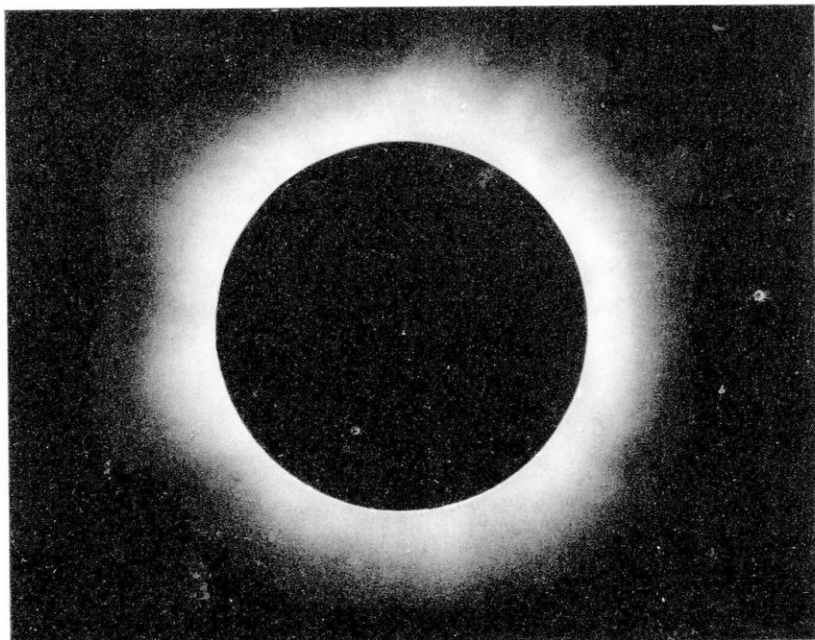
Εικ. 22. Ήλιακή προεξοχή ύψους 225.000 km. Ο λευκός κυκλικός δίσκος παριστᾷ τὰς σχετικές διαστάσεις τῆς γῆς.

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

Ἐὰν ληφθῇ ὡς βάσις ἡ ἀλλαγὴ αὐτὴ τῆς πολικότητος τῶν κηλίδων, τότε συμπεραίνομεν, ὅτι τὰ ἡλιακὰ φαινόμενα ἔχουν 22ετῇ περιοδικότητα, τῆς ὁποίας μέρη ἀποτελοῦν δύο διαδοχικαὶ ἐνδεκαετεῖς κύκλοι.

55. Τὰ φαινόμενα τῆς χρωμοσφαίρας. α'. Ἀκίδες. Μὲ τὴν βοήθειαν ειδικῶν ὀργάνων (§ 163), τὰ ὁποῖα ἐπιτρέπουν τὴν σπουδὴν τῆς ἡλιακῆς ἀτμοσφαίρας, διεπιστώθη, ὅτι ἡ κυριωτέρα στοιβὰς αὐτῆς, ἡ χρωμόσφαιρα, ἔχει ὑφὴν ἰνώδη. Αἱ ἴνες αὗται εἶναι πολυάριθμοι, ὅπως οἱ κόκκοι τῆς φωτοσφαίρας, ὀνομάζονται δὲ **ἀκίδες**.

Αἱ ἀκίδες ἀνυψοῦνται καθέτως πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἡλίου καὶ τὸ ὕψος των δύναται νὰ φθάνη τὰ 10.000 km. Εἶναι σχηματι-

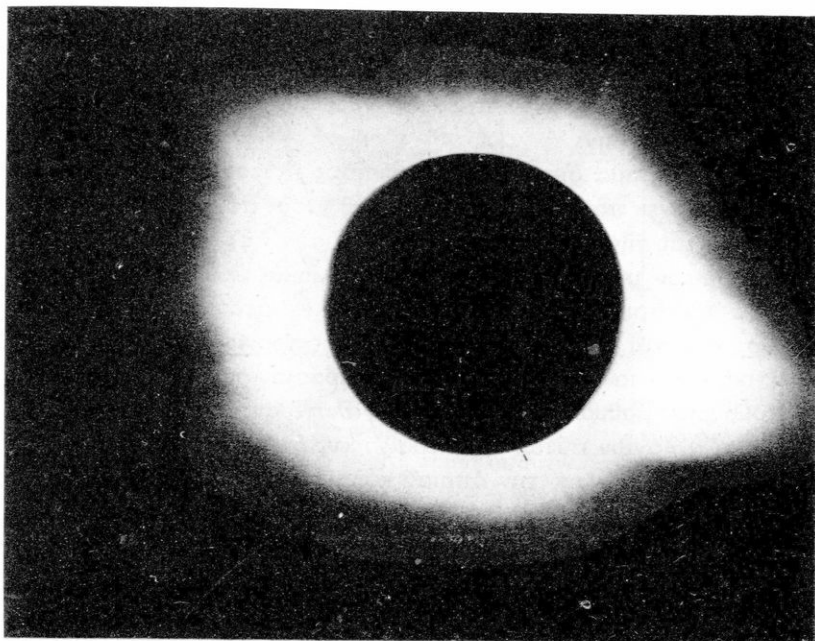


Εικ. 23α. Τò ἡλιακὸν στέμμα κατὰ τὸ μέγιστον τῆς ἡλιακῆς δραστηριότητος.

σμοὶ βραχύβιοι, μὲ διάρκειαν ζωῆς 2 ἕως 4 λεπτῶν, ἐνῶ ἡ ὕλη των, κυρίως ἐξ ὕδρογόνου, ἀνυψοῦται ὡς πίδαξ, μὲ ταχύτητα μέχρις 20 km/sec καὶ ἔπειτα καταρρέει.

β'. Προεξοχαί. Ὁ κυριώτερος τῶν χρωμοσφαιρικῶν σχηματισμῶν εἶναι αἱ **προεξοχαί**, εἶδος πυρίνων γλωσσῶν, ροδίνου χρώματος, αἱ ὁποῖαι, ἄλλοτε μὲν εἶναι διάχυτοι ὡς νέφη καὶ χαρακτηρίζονται ἡ ρ ε μ ο ι, ἄλλοτε δὲ παρουσιάζουν μορφήν πελωρίων πιδάκων, ὅποτε χαρακτηρίζονται ὡς ἐ κ ρ η κ τ ι κ α ῖ. Τὸ ὕψος των φθάνει συνήθως τὰ 40.000 km (τὸ τριπλάσιον τῆς γηίνης διαμέτρου), ἂν καὶ παρατηρήθησαν προεξοχαί μὲ ὕψος ὑπερδεκαπλάσιον (εἰκ. 22). Ἡ ταχύτης κινήσεως τῆς ὕλης των κυμαίνεται συνήθως ἀπὸ 50 ἕως 100 km/sec, καίτοι εἰς μερικὰς περιπτώσεις ἐσημειώθησαν ταχύτητες 600 ἕως καὶ 800 km/sec. Ἡ ζωὴ των δύναται νὰ παραταθῇ ἐπὶ ἀρκετὰς ἡμέρας.

Διεπιστώθη, ὅτι αἱ προεξοχαί ἐμφανίζονται εἰς τὰς βασιλικὰς



Εικ. 23β. Το ήλιακόν στέμμα κατά τὸ ἐλάχιστον
τῆς ήλιακῆς δραστηριότητος.

ζώνας, ὅπως αἱ κηλίδες, ἡ δὲ συχνότης των ἀκολουθεῖ τὸν 11ετῆ
κύκλον.

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

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

56. Τὰ φαινόμενα τοῦ στέμματος. α'. Τὸ στέμμα δὲν παρου-
σιάζει πάντοτε ὁρια κυκλικά. Φαίνεται ὡς κυκλικὸς δακτύλιος, πά-
χους μιᾶς ήλιακῆς διαμέτρου, περιβάλλων τὸν ἥλιον, μόνον κατὰ τὰ
ἔτη τῶν μεγίστων τῶν 11ετῶν κύκλων, ἐνῶ κατὰ τὰ ἔτη τῶν
ἐλαχίστων διευρύνεται πολὺ, κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἰσημε-

ρινοῦ τοῦ ἡλίου, ὁπότε δυνατόν νά παρατηρηθοῦν θύσανοί του, ἔχοντες μήκος, ἀκόμη καί δέκα ἡλιακῶν διαμέτρων (εἰκ. 23α, β).

Τὸ περίγραμμα τοῦ στέμματος ἀποκαλύπτει πάντοτε, ὅτι τοῦτο ἔχει ἰνώδη ὑφήν.

β'. Τὸ στέμμα διαχωρίζεται συνήθως εἰς τὸ ἐσωτερικόν, τὸ ὁποῖον ἔχει πᾶχος 700.000 km καί ἐντὸς τοῦ ὁποῖου εἰσδύουν αἱ προεξοχαί τῆς χρωμοσφαίρας· καί εἰς τὸ ἐξωτερικόν, παρατηρούμενον μόνον κατὰ τὰς ὀλικὰς ἡλιακὰς ἐκλείψεις.

Τὸ ἐξωτερικόν στέμμα ἀποτελεῖται ἐξ ἀτόμων εἰς ἰονισμένην κατάστασιν καί κυρίως ἐξ ἐλευθέρων ἠλεκτρονίων, τῶν ὁποίων ἡ κινητικὴ ἐνέργεια ἀντιστοιχεῖ εἰς θερμοκρασίαν τῆς τάξεως τοῦ ἐνὸς ἑκατομμυρίου βαθμῶν (170 φορές μεγαλυτέραν τῆς φωτοσφαίρας). Ὡς ἐκ τῶν λόγων αὐτῶν συμπεραίνομεν, ὅτι τοῦτο διατελεῖ εἰς τὴν κατάστασιν τῆς ὕλης, τὴν ὁποίαν καλοῦμεν πλάσμα.

V. ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ ΕΠΙ ΤΗΣ ΓΗΣ

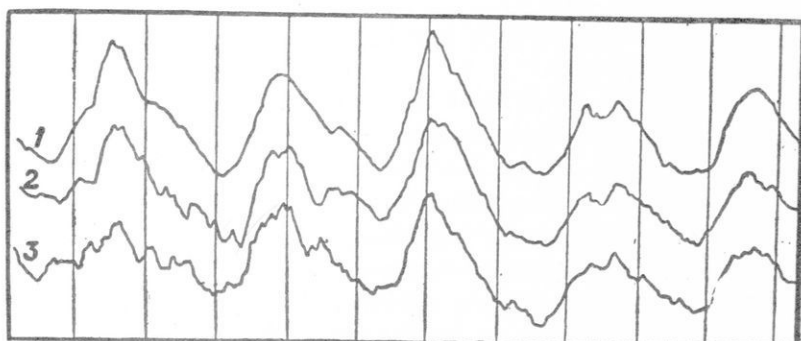
57. Γῆινα φαινόμενα, ἀκολουθοῦντα τὸν 11ετῆ κύκλον.

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

Ἐκ τῶν πρώτων, κυριώτεραι εἶναι αἱ ἐμφανίσεις σέλαος εἰς τὰς πολικὰς περιοχὰς τῆς γῆς· αἱ « μαγνητικαὶ καταιγίδες », ἥτοι διαταραχαί τοῦ γῆινου μαγνητικοῦ πεδίου· ἔκτακτοι διαταραχαί τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἠλεκτρισμοῦ καί τέλος ραδιοφωνικαὶ ἀνωμαλίαι.

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

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



Εἰκ. 24. Ἡ (1) καμπύλη παριστᾷ τὴν κύμανσιν τῶν ἡλιακῶν κηλίδων εἰς διάστημα 55 ἐτῶν (5 κύκλων 11ετῶν)· ἡ (2) καμπύλη ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν κύμανσιν τῶν μαγνητικῶν διαταραχῶν καὶ ἡ (3) εἶναι ἡ καμπύλη συχνότητος τοῦ σέλαος κατὰ τὸ ἴδιον διάστημα. Αἱ τρεῖς καμπύλαι παρουσιάζουν τὰς ἰδίας διακυμάνσεις καὶ πρὸ παντὸς τὰ ἴδια μέγιστα καὶ ἐλάχιστα

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

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

Ἐξ ἄλλου καὶ αἱ ἐπιδημίαι, αἱ ὁποῖαι ῥέπληξαν κατὰ καιροὺς τὴν ἀνθρωπότητα, συνέπιπτον, ἐν γένει, πρὸς τὰ ἔτη τῶν μεγίστων τῆς ἡλιακῆς δραστηριότητος.

58. Αἱ ἐκλάμψεις καὶ τὰ ἡλεκτρομαγνητικὰ γήινα φαινόμενα. α'. Τὰ προϊόντα τῶν ἡλιακῶν, ἐν γένει, ἐκρήξων, μάλιστα δὲ τῶν ἐκλάμψεων εἶναι δύο εἰδῶν: α) ἄφθονος ὑπεριώδης ἀκτινοβολία καὶ β) σωματίδια ὑλικά, φορτισμένα ἡλεκτρικῶς, ἰδίᾳ ἡλεκτρόνια. Ἡ ὑπεριώδης ἀκτινοβολία καὶ αἱ ἄλλαι κυματικαὶ ἀκτινοβολίαι φθάνουν

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

β'. Ὅταν τὰ φορτισμένα σωματίδια φθάσουν εἰς τὴν γῆν, ἀκολουθοῦν τὰς γραμμὰς τοῦ γηϊνοῦ μαγνητικοῦ πεδίου καὶ κατευθύνονται πρὸς τοὺς πόλους τῆς γῆς, κινούμενα σπειροειδῶς κατὰ μῆκος τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, προκαλοῦν δὲ τὰ ἐξῆς ἀποτελέσματα: α) μαγνητικὰς καταιγίδας· β) ἠλεκτρικὰ ρεύματα, ἐξ ἀπαγωγῆς, διαρρέοντα τὴν ἀτμόσφαιραν καὶ διαταράσσοντα τὰς τηλεπικοινωνίας ἐν γένει· καὶ γ) ἰονίζουσιν τὰ ἄτομα, ἰδίᾳ τοῦ ἀζώτου, τῶν ὑψηλῶν ἀτμοσφαιρικῶν στρωμάτων, τὰ ὅποια, τότε, ἀποδίδουν ὑπὸ μορφὴν σέλαος τὴν ἐνέργειαν, τὴν ὁποίαν ἐδέχθησαν ἀπὸ τὰ ἀφίχθέντα φορτισμένα σωματίδια.

Ἐξ ἄλλου ἡ ἄφθονος ὑπεριώδης ἀκτινοβολία, ἀπορροφωμένη ἀπὸ τὴν ἀτμόσφαιραν, προκαλεῖ ἔκτακτον ἰονισμόν τῶν στρωμάτων τῆς ἰονοσφαίρας (§ 918), ὁ ὅποῖος ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν μερικὴν ἢ ὀλικὴν ἀπορρόφησιν τῶν βραχέων ραδιοφωνικῶν κυμάτων ὑπ' αὐτῆς καί, κατὰ συνέπειαν, τὴν ἐξασθένησιν ἢ καὶ τὴν πλήρη κατασίγασιν τῶν μέσων τηλεπικοινωνίας εἰς τὰ κύματα αὐτά.

Ἀσκήσις

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε ΤΟ ΗΛΙΑΚΟΝ ΣΥΣΤΗΜΑ

Ι. ΚΙΝΗΣΙΣ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΗΛΙΟΝ

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

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

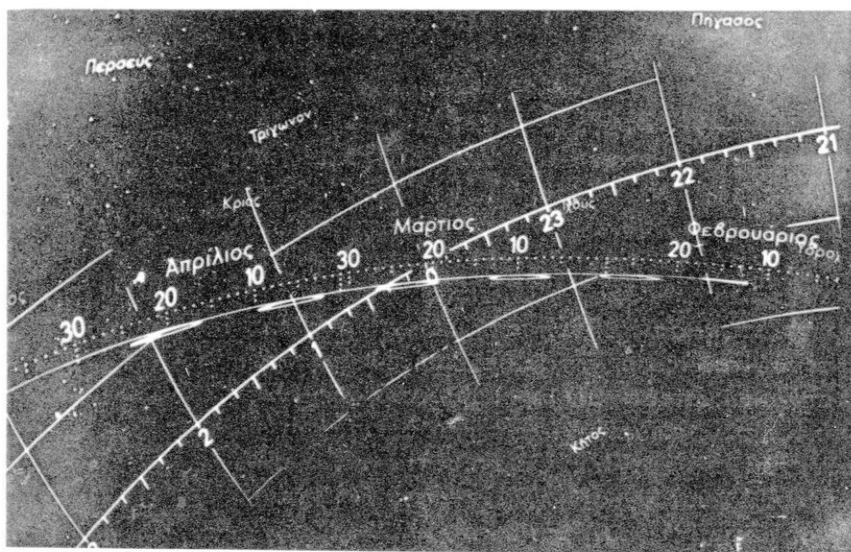
Κατὰ τὴν δευτέραν, οἱ πλανῆται, μεταξὺ τῶν ὁποίων συγκαταλέγεται καὶ ἡ γῆ, ἐκινουῦντο περὶ τὸν ἥλιον, ὁ ὁποῖος ἀπετέλει τὸ κέντρον τοῦ κόσμου. Διὰ τοῦτο καὶ ἡ θεωρία αὕτη ἐκαλεῖτο **ἡλιοκεντρικὸν σύστημα τοῦ κόσμου**. Θεμελιωταί της ὑπῆρξαν ὁ Πυθαγόρας καὶ ἡ σχολή του, κυριώτερος δὲ ἐκπρόσωπός της ἦτο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

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

60. Αἱ πραγματικαὶ καὶ αἱ φαινόμεναι κινήσεις τῶν πλανητῶν. α'. Ὅπως ἔχει πλέον διαπιστωθῇ, πᾶράγματι, οἱ πλανῆται κινουῦνται περὶ τὸν ἥλιον, ἡ δὲ κίνησις των γίνεται ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς. Ἡ γῆ, ἐξ ἄλλου, εἶναι ἓνας ἐκ τῶν πλανητῶν.

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

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

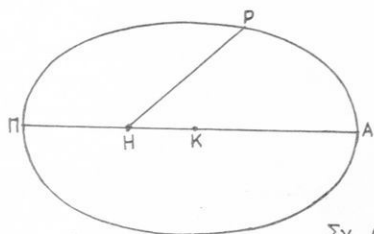


Είκ. 25. Φαινομένη τροχιά του πλανήτη Κρόνου, με τὰ ὀρθοδρομικὰ καὶ ἀναδρομικὰ τόξα της, διαχωριζόμενα ὑπὸ στάσεων.

κά, τὰ ὅποια χωρίζονται ἀπὸ ἄλλα μικρότερα, γραφόμενα ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς, τὰ ὅποια ὀνομάζονται **ἀναδρομικά**. Μεταξὺ τῶν μὲν καὶ τῶν δὲ λαμβάνουν χώραν αἱ καλούμεναι **στάσεις** τῶν πλανητῶν, διότι κατ' αὐτὰς οἱ πλανῆται φαίνονται, ὅτι παύουν πρὸς στιγμήν νὰ κινοῦνται. Συνεπῶς, μία πλήρης περιφορὰ τυχόντος πλανήτου, γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιον, παρουσιάζεται ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ ὡς ἓνας πλήρης κύκλος, ὁ ὁποῖος ἀποτελεῖται ἀπὸ ὠρισμένον πλῆθος ὀρθοδρομικῶν καὶ ἀναδρομικῶν τόξων, χωριζομένων διὰ στάσεων (εἰκ. 25).

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

β'. Πρώτος νόμος. Αί τροχιαί τῶν πλανητῶν εἶναι ἑλλείψεις¹, τῶν ὁποίων τὴν μίαν ἐστίαν, κοινὴν δι' ὅλας τὰς πλανητικὰς τροχιάς, κατέχει ὁ ἥλιος. Κατὰ ταῦτα ὁ πλανήτης P (σχ. 6) διαγράφει τὴν ἑλλειψιν, τῆς ὁποίας ὁ ἥλιος κατέχει τὴν ἐστίαν H.



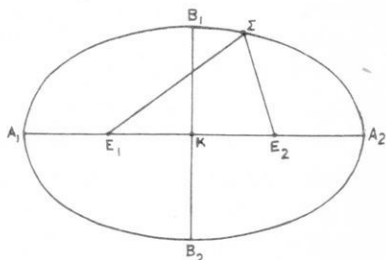
Σχ. 6.

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

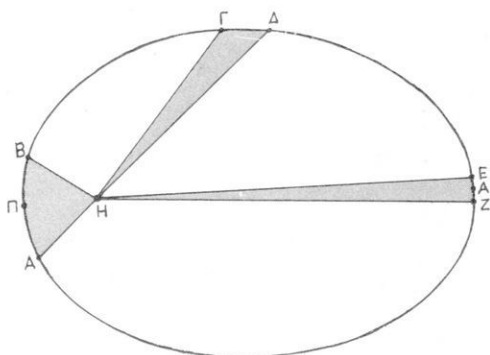
1. Ὡς γνωστόν, καλεῖται ἑλλείψις ὁ γεωμ. τόπος τῶν σημείων ἐπιπέδου, τῶν ὁποίων αἱ ἀποστάσεις ἀπὸ δύο σταθερῶν σημείων E_1, E_2 ἔχουν ἄθροισμα σταθερόν. Οὕτω, τοῦ τυχόντος σημείου Σ τῆς ἑλλείψεως (σχ. 7) εἶναι $E_1Σ + ΣE_2 = \text{σταθ.}$ Τὰ σημεῖα E_1 καὶ E_2 καλοῦνται ἐστίαί τῆς ἑλλείψεως, ἐνῶ τὸ Κ, μέσον τῆς E_1E_2 καλεῖται κέντρον αὐτῆς. Ἡ εὐθεῖα A_1A_2 , ἐφ' ἧς κεῖνται τὰ E_1, E_2 καὶ Κ καλεῖται μέγας ἄξων τῆς ἑλλείψεως, ἐνῶ ἡ B_1B_2 , κάθετος ἐπὶ τὴν A_1A_2 , λέγεται μικρὸς ἄξων αὐτῆς. Ἐὰν καλέσωμεν γ τὴν $E_1K = KE_2$ καὶ α τὴν $A_1K = KA_2$, τότε ὁ λόγος $\frac{\gamma}{\alpha} = \epsilon$ καλεῖται ἐκκεντρότης τῆς ἑλλείψεως.

Ἐπειδὴ εἶναι $E_1Σ + ΣE_2 = E_1A_1 + E_2A_1 = 2\alpha$ καὶ $E_1Σ + ΣE_2 > E_1E_2$ ἢ $2\alpha > 2\gamma$, θὰ ἔχωμεν $\frac{\gamma}{\alpha} < 1$. Συνεπῶς, εἰς τὴν

ἑλλειψιν ἡ ἐκκεντρότης $\epsilon = \frac{\gamma}{\alpha}$ εἶναι πάντοτε μικροτέρα τῆς μονάδος. Ἐὰν δὲ εἶναι $\gamma = 0$, ὁπότε αἱ ἐστίαι E_1 καὶ E_2 συμπίπτουν μὲ τὸ Κ, ἡ ἑλλείψις γίνεταί περὶφέρεια κύκλου, διὰ τὴν ὁποίαν θὰ εἶναι $\epsilon = 0$. Συνεπῶς, ὁ κύκλος εἶναι ἑλλείψις, τῆς ὁποίας ἡ ἐκκεντρότης εἶναι μηδέν.



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 τροχιάς τῆς γῆς, τὸ ὁποῖον καλοῦμεν ἀκόμη **ἐπίπεδον τῆς ἐκλειπτικῆς** (§ 128).

δ'. Δεύτερος νόμος. Ἡ ἐπιβατική ἀκτίς τοῦ πλανήτου, κινουμένου περὶ τὸν ἥλιον, γράφει ἐμβαδὰ ἀνάλογα τῶν χρόνων. Κατὰ ταῦτα, τὰ ἐμβαδὰ HAB, HΓΔ, HEZ (σχ. 8), τὰ ὁποῖα γράφει ἡ ἐπιβατική ἀκτίς εἰς χρόνον t , π.χ. εἰς ἓνα μῆνα, εἶναι ἴσα. Τοῦτο συμβαίνει, διότι ἡ ἐπιβατική ἀκτίς δὲν ἔχει σταθερὸν μήκος, ἀλλὰ λαμβάνει τὴν μικροτέραν τιμὴν εἰς τὸ περιήλιον Π καὶ τὴν μεγαλύτεραν εἰς τὸ ἀφῆλιον Α. Συνεπῶς, ἡ **ταχύτης τοῦ πλανήτου** εἶναι μεγαλύτερα εἰς τὸ περιήλιον καὶ μικρότερα εἰς τὸ ἀφῆλιον, διὰ τοῦτο δὲ καὶ τὰ τόξα AB, ΓΔ, EZ εἶναι ἄνισα, ἥτοι: $\widehat{AB} > \widehat{\Gamma\Delta} > \widehat{EZ}$.

ε'. Τρίτος νόμος. Τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων τῶν περιφορῶν τῶν πλανητῶν περὶ τὸν ἥλιον εἶναι ἀνάλογα πρὸς τοὺς κύβους τῶν μεγάλων ἡμιαξόνων τῶν τροχιῶν των. Οὕτως, ἂν X_{Γ} καὶ X_{Π} εἶναι, ἀντιστοίχως, οἱ χρόνοι τῆς περιφορᾶς τῆς γῆς καὶ τυχόντος πλανήτου, ἐνῶ α_{Γ} καὶ α_{Π} εἶναι τὰ μήκη τῶν μεγάλων ἡμιαξόνων τῶν τροχιῶν των, ἥτοι αἱ μέσαι ἀποστάσεις τῶν δύο πλανητῶν ἐκ τοῦ ἡλίου,

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

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

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

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

στ'. 'Ο I. Newton¹ (Ίσαακ Νεύτων), έδωσε τήν φυσικήν εξήγησησιν τών νόμων του Κέπλερ, δια τής υπ' αὐτοῦ ἀνακάλυψως τοῦ νόμου τῆς παγκοσμίου ἐλξεως. Συμφώνως πρὸς αὐτόν, τὰ σώματα ἔλκονται κατ' εὐθὺν λόγον τῶν μαζῶν των καὶ κατ' ἀντίστροφον λόγον τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων των.

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

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

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

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

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

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

γ'. Βραδύτερον, ἀνεκαλύφθησαν πέραν τοῦ Κρόνου καὶ ἄλλοι

1. Isaac Newton (1643 - 1727), διάσημος Ἀγγλὸς ἀστρονόμος, μαθηματικὸς καὶ φυσικὸς, θεωρούμενος ὡς πατὴρ τῆς οὐρανοῦ μηχανικῆς.

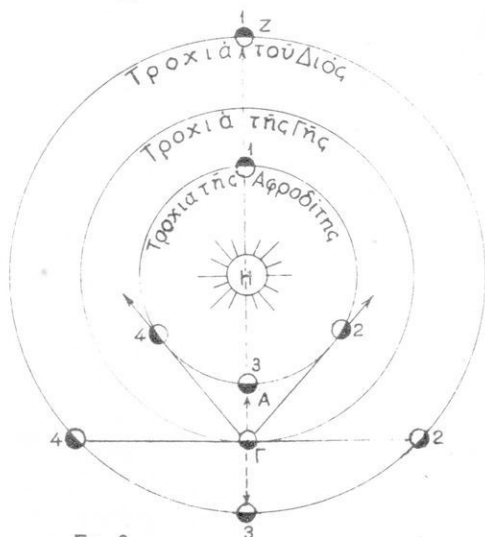
τρεις πλανήται, οί οποίοι ωνομάσθησαν, κατὰ τὴν σειράν τῆς ἀποστάσεως των ἀπὸ τὸν ἥλιον, **Οὐρανός, Ποσειδῶν καὶ Πλούτων.**

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

63. Ταξινόμησις τῶν πλανητῶν. α'. Λαμβανομένης ὑπ' ὄψιν τῆς θέσεως τῶν ἄλλων πλανητῶν ὡς πρὸς τὴν γῆν, οὗτοι διακρίνονται συνήθως α) εἰς ἐκείνους, οἱ ὅποιοι εὐρίσκονται περισσότερον τῆς γῆς πλησίον τοῦ ἡλίου καί, ὡς ἐκ τούτου, διαγράφουν τὰς τροχιάς των ἐντὸς τῆς γῆϊνης τροχιάς, ὀνομάζονται δὲ **ἐσωτερικοὶ πλανῆται**· καὶ β) εἰς ἐκείνους, οἱ ὅποιοι εὐρίσκονται πέραν τῆς γῆς καὶ διαγράφουν τὰς τροχιάς των ἔξω τῆς τροχιάς αὐτῆς, ὀνομάζονται δὲ **ἐξωτερικοὶ πλανῆται**. Ἐσωτερικοί, συνεπῶς, εἶναι μόνον ὁ Ἑρμῆς καὶ ἡ Ἀφροδίτη, ἐνῶ ὅλοι οἱ ἄλλοι εἶναι ἐξωτερικοὶ πλανῆται.

β'. Ἐξ ἄλλου οἱ πλανῆται χωρίζονται εἰς **μεγάλους** καὶ **μικροὺς**. Μεγάλοι εἶναι οἱ ἑννέα: Ἑρμῆς, Ἀφροδίτη, Γῆ, Ἄρης, Ζεὺς, Κρόνος, Οὐρανός, Ποσειδῶν καὶ Πλούτων. Μικροὶ 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, ἀλλὰ φαίνονται, ὅπως οἱ ἀστέρες, ὡς σημεῖα φωτεινά.



Σχ. 9.

64. Συζυγίαι καὶ ἀποχαὶ τῶν πλανητῶν. α'. Θεωρήσωμεν τὸν ἥλιον H (σχ. 9), τὴν τροχίαν ἑνὸς ἐσωτερικοῦ πλανήτου, ἔστω τῆς Ἀφροδίτης A, τῆς γῆς Γ, καὶ ἑνὸς ἐξωτερικοῦ πλανήτου, ἔστω τοῦ Διός Z. Ἄς ὑποθέσωμεν δέ, ὅτι αἱ ἐν λόγῳ τροχιαί κεῖνται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου.

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

Ἐκ τοῦ σχήματος προκύπτει, ὅτι ὁ ἐξωτερικὸς πλανήτης Ζεὺς εἰς τὴν θέσιν 1 εὐρίσκεται ἐν συνόδῳ καὶ εἰς τὴν θέσιν 3 εἰς ἀντίθεσιν, ἐνῶ εἰς τὰς θέσεις 2 καὶ 4 εὐρίσκεται εἰς τετραγωνισμόν. Ὁ ἐσωτερικὸς ὅμως πλανήτης Ἀφροδίτη ποτὲ δὲν εὐρίσκεται εἰς ἀντίθεσιν, ἀλλ' ἔρχεται εἰς δύο συνόδους (1 καὶ 3). Ἐάν κεῖται μεταξὺ γῆς καὶ ἡλίου (θέσις 3), λέγομεν, ὅτι εἶναι εἰς **κατωτέραν σύνοδον**, ἐνῶ, ἐάν ὁ ἥλιος κεῖται μεταξὺ γῆς καὶ πλανήτου (θέσις 1), τότε λέγομεν, ὅτι εἶναι εἰς **ἀνωτέραν σύνοδον**.

β'. Καλοῦμεν **ἀποχὴν πλανήτου** τὴν γωνίαν, τὴν ὁποίαν σχηματίζει οὗτος μετὰ τοῦ ἡλίου, ὅταν παρατηρῇται ἐκ τῆς γῆς. Ὅπως προκύπτει ἐκ τοῦ σχήματος, ἡ ἀποχὴ τοῦ ἐξωτερικοῦ 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) ἴσην πρὸς 270° καὶ τέλος, ἴσην πρὸς 360° πάλιν εἰς τὴν θέσιν 1. Προκειμένου ὅμως περὶ τοῦ ἐσωτερικοῦ πλανήτου, ἡ ἀποχὴ εἶναι ἴση 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.

Ἡ μεγίστη αὕτη ἀποχὴ, διὰ τὴν Ἀφροδίτην μὲν, φθάνει τὰς 48° , διὰ τὸν Ἑρμῆ δέ, περιορίζεται εἰς τὰς 28° μόνον.

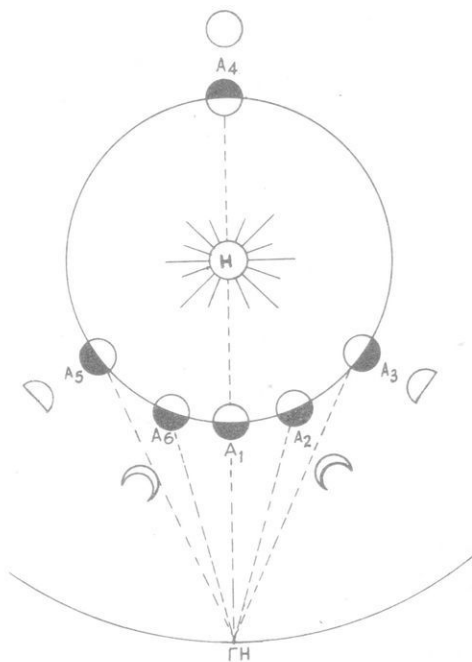
γ'. Κατὰ τὰς συνόδους, ἀφοῦ ὁ ἥλιος καὶ ὁ πλανήτης, ἐσωτερικὸς ἢ ἐξωτερικὸς, εὐρίσκονται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τῆς γῆς, εἶναι προφανές, ὅτι καὶ τὰ δύο σώματα φαίνονται εἰς τὸν οὐρανὸν εἰς τὴν ἰδίαν περίπου θέσιν, διὰ τοῦτο δὲ ἀνατέλλουν καὶ τὰ δύο μαζί. Ὡς ἐκ τούτου ὁ πλανήτης βυθίζεται τότε εἰς τὴν ἡλιακὴν ἀκτινοβολίαν καὶ δὲν εἶναι παρατηρήσιμος ὑπὸ καλὰς συνθήκας.

Ὅταν ὅμως ὁ ἐξωτερικὸς πλανήτης εὐρίσκεται εἰς ἀντίθεσιν,

τότε, ἀφοῦ διαφέρει τοῦ ἡλίου κατὰ 180° , φαίνεται εἰς τὸν οὐρανὸν τὴν νύκτα, ἐνῷ ὁ ἥλιος εὐρίσκεται κάτω τοῦ ὀρίζοντος. Διὰ τοῦτο καὶ αἱ καλὰ παρατηρήσεις εἶναι δυνατόν νὰ γίνονιν ἐπὶ τῶν ἐξωτερικῶν μόνον πλανητῶν, κατὰ τὰς ἀντιθέσεις των.

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

65. Φάσεις τῶν πλανητῶν. α'. Ἀναλόγως τῆς γωνίας, τὴν ὁποίαν σχηματίζει μετὰ τοῦ ἡλίου καθέννας τῶν πλανητῶν, θεω-
μενος ἐκ τῆς γῆς, παρουσιάζει πρὸς ἡμᾶς καὶ ὁλόκληρον ἢ μέρος τοῦ
φωτιζομένου ἀπὸ τὸν ἥλιον ἡμισφαιρίου του. Οὕτως (σχ. 10), ὁ ἐσω-
τερικὸς πλανῆτης Α (Ἀφροδίτη), εἰς τὴν θέσιν A_1 (κατωτέρα σύ-
νοδος) στρέφει πρὸς τὴν γῆν τὸ μὴ φωτιζόμενον ἡμισφαίριόν του
καὶ δι' αὐτὸ δὲν φαίνεται καθόλου· ἐνῷ, καθὼς βαί-
νει ἀπὸ τὴν κατωτέραν πρὸς τὴν ἀνωτέραν σύνο-
δόν του, στρέφει πρὸς ἡ-
μᾶς ὁλονέν καὶ μεγαλύτε-
ρον μέρος τοῦ φωτιζομέ-
νου ἡμισφαιρίου του καὶ
φαίνεται ὑπὸ μορφήν δρε-
πανοειδοῦς μηνίσκου (A_2)
καὶ ἔπειτα, ὡς ἡμιφώτι-
στος (A_3), ἐνῷ κατὰ τὴν
ἀνωτέραν σύνοδόν του
(A_4) φαίνεται ὡς ὁλοφώ-
τιστος δίσκος, ὅπως ἡ
πανσέληνος. Μετὰ ταῦτα
ἀρχίζει πάλιν νὰ παρου-
σιάζῃ ὁλονέν καὶ ὀλιγώ-
τερον μέρος τοῦ φωτιζο-
μένου ἡμισφαιρίου του,
καὶ φαίνεται διαδοχικῶς
ὡς ἡμιφώτιστος (A_5) καὶ



Σχ. 10.

έπειτα ως μηνίσκος (A_6) συνεχώς λεπτυνόμενος, έως ότου επανέλθῃ εἰς τὴν κατωτέρα συνόδον, ὁπότε παύει νὰ φαίνεται ὁλοτελῶς. Αἱ διαφορετικαὶ αὐταὶ ὀψεις καλοῦνται **φάσεις**, πρῶτος δὲ τὰς παρετήρησεν ὁ Γαλιλαῖος¹.

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

66. Οἱ δορυφόροι τῶν πλανητῶν. α'. Ὅπως οἱ πλανῆται κινοῦνται περὶ τὸν ἥλιον, κατὰ τοὺς νόμους τοῦ Κέπλερ καὶ τοῦ Νεύτωνος, καθ' ὅμοιον τρόπον, κινοῦνται περὶ τοὺς πλανήτας μικρότερα σώματα, οἱ **δορυφόροι** αὐτῶν, ἐνῶ ἐξ ἄλλου ἀκολουθοῦν τοὺς πλανήτας, περιφερομένους περὶ τὸν ἥλιον.

β'. Οἱ πλανῆται Ἑρμῆς καὶ Ἀφροδίτη δὲν ἔχουν δορυφόρους. Τῆς γῆς δορυφόρος εἶναι ἡ Σελήνη. Ὁ Ἄρης ἔχει δύο δορυφόρους, ὁ Ζεὺς 12, ὁ Κρόνος 10, ὁ Οὐρανὸς 5 καὶ ὁ Ποσειδῶν 2. Δὲν γνωρίζομεν ἕαν ὑπάρχῃ κανεὶς δορυφόρος κινούμενος περὶ τὸν Πλούτωνα. Συνεπῶς, τὸ πλῆθος τῶν γνωστῶν δορυφόρων ἀνέρχεται εἰς 32 (βλ. πιν. II).

Ἀσκήσεις

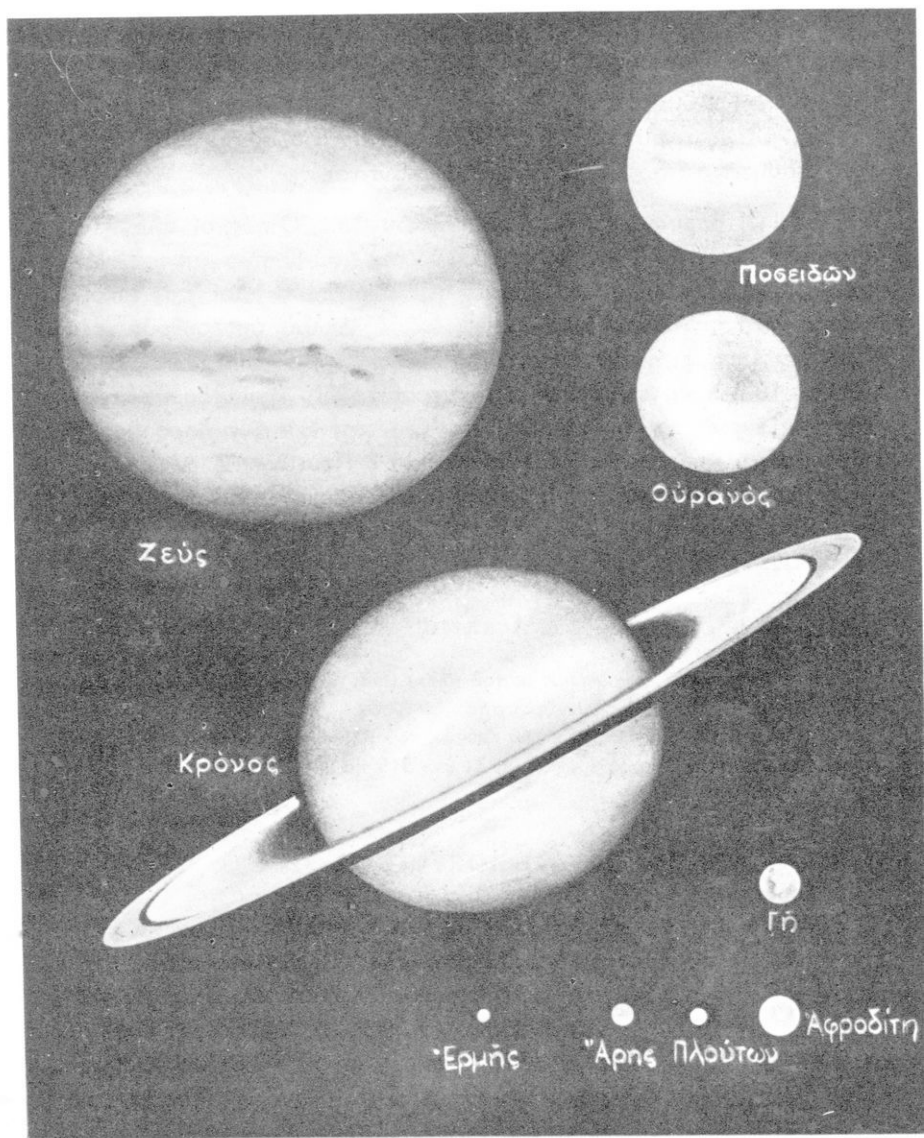
38. Ἡ ἀπόστασις τοῦ Ἄρεως ἐκ τοῦ ἡλίου εἶναι ἴση πρὸς 1,524 α.μ. Εὗρετε πόσον διαρκεῖ ἡ περιφορά του γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιον.

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

II. ΟΙ ΠΛΑΝΗΤΑΙ ΚΑΙ ΟΙ ΔΟΥΡΥΦΟΡΟΙ 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 Ζεὺς μὲ διάμετρον 11 πλάσιαν τῆς γῆνης καὶ ἀκολουθοῦν οἱ πέραν αὐτοῦ πλανῆται Κρόνος, Οὐρανὸς καὶ Ποσειδῶν, ἐνῶ οἱ ἐσωτερικοὶ πλανῆται Ἑρμῆς καὶ

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



Εικ. 26. Συγκριτικά μεγέθη τῶν μεγάλων πλανητῶν.

Ἀφροδίτη, καθὼς ἐπίσης ὁ Ἄρης καὶ ὁ Πλούτων ἔχουν μέγεθος μικρότερον τῆς γῆς. Μικρότερος ὅλων εἶναι ὁ Ἑρμῆς μὲ διάμετρον 4840 km, ἴσην πρὸς τὰ 0,37 τῆς γῆϊνης. Ἡ διάμετρος τῆς γῆς εἶναι ἴση πρὸς 12.742 km.

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

Εἰς τὸν πίνακα II παρέχονται τὰ κυριώτερα στοιχεῖα τῶν δορυφόρων.

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

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

γ'. Ὡς ἐκ τῆς ταχύτητος τῆς περιστροφῆς των, οἱ πλανῆται εἶναι πεπιεσμένοι εἰς τοὺς πόλους τοῦ ἄξονος περιστροφῆς των καὶ ἐξωγκωμένοι περὶ τὸν ἡμερινόν των. Διὰ τοῦτο τὸ σχῆμα των δὲν εἶναι ἀκριβῶς σφαιρικόν, ἀλλ' ἐλλειψοειδὲς (ὠοειδές).

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

Τὴν μεγαλυτέραν πλάτυνσιν, ἴσην πρὸς 1/10 παρουσιάζει ὁ Κρόνος, ὡς ἐκ τῆς μεγάλης ταχύτητος τῆς περιστροφῆς του, ἡ ὁποία διαρκεῖ 10 ὥρ. περίπου. Ἡ πλάτυνσις τῆς γῆς εἶναι μικρά, ἴση πρὸς 1/293.

δ'. Οί άξονες περιστροφής τών πλανητών παρουσιάζουν διαφόρους κλίσεις, ως πρὸς τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς των περὶ τὸν ἥλιον. Ἡ ἐν λόγω κλίσις ἔχει μεγάλην σπουδαιότητα, διότι ἐξ αὐτῆς ἐξαρτῶνται: α) ὁ σχηματισμὸς καὶ τὸ εὖρος τῶν ζωνῶν, **διακεκαυμένης, εὐκράτων καὶ πολικῶν**, εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῶν πλανητῶν β) ἡ ὕπαρξις 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.

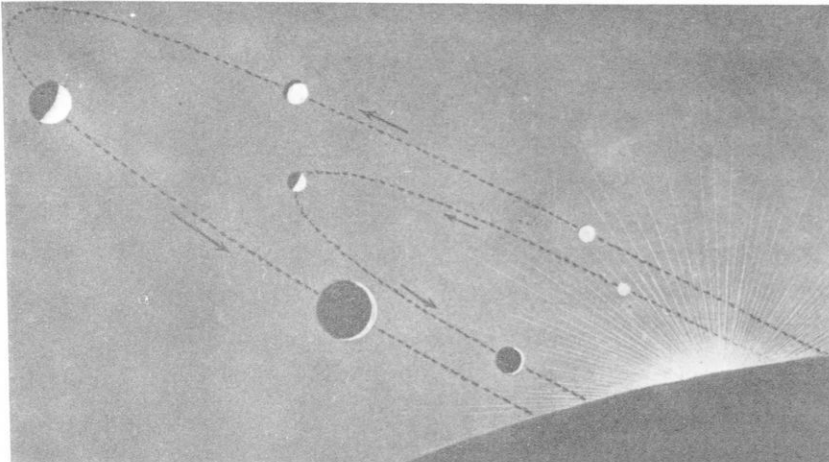
69. Ἑρμῆς. Εἰς τὴν μέσην ἀπόστασιν τῶν 58 ἐκατ. km περίπου, ὁ Ἑρμῆς κινεῖται περὶ τὸν ἥλιον εἰς 88 ἡμέρας. Λόγῳ τῆς μεγάλης ἐγγύτητός του πρὸς τὸν ἥλιον, δέχεται ἐξ αὐτοῦ φῶς καὶ θερμότητα ἐπτὰ φορὰς περισσότερα ἀπὸ τὴν γῆν. Λόγῳ δὲ τῆς μικρᾶς τιμῆς τῆς μεγίστης ἀποχῆς του, τῶν 28° (§64β), ἂν καὶ ἀστὴρ τοῦ α' μεγέθους, παρατηρεῖται πολὺ δυσκόλως ἐκ τῆς γῆς, ἐντὸς τοῦ λυκαυγοῦς ἢ τοῦ λυκόφωτος, διὰ τοῦτο δὲ καὶ δὲν γνωρίζομεν πολλὰ περὶ αὐτοῦ. Εἶναι ὁ μικρότερος ἐκ τῶν πλανητῶν.

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

Ὁ Ἑρμῆς περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας, πολὺ ἀραιότερας ἀπὸ τὴν γῆνιν. Τοῦτο δικαιολογεῖται, ἂν ληφθῇ ὑπ' ὄψιν, ὅτι ἡ ταχύτης διαφυγῆς (§44ε), περιορίζεται εἰς τὰ 3,6 km/sec μόνον (ἐναντι τῶν 11,2 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 ὁποία ἀνέρχεται εἰς $+400^{\circ}$ C, εἰς τὸ ἡμισφαίριον ποὺ φωτίζεται ἀπὸ τὸν ἥλιον. Εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον, ἀντιθέτως, ἔχομεν -100° C.

Ὑπ' αὐτὰς τὰς συνθήκας δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ὑπάρχῃ ἐπὶ τοῦ Ἑρμοῦ ζωή, ἀ ν ἄ λ ο γ ο ς πρὸς τὴν γῆνιν.

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



Εἰκ. 27. Ὁ Ἑρμῆς (ἐσωτερικῶς) καὶ ἡ Ἀφροδίτη (ἐξωτερικῶς),
κινούμενοι περὶ τὸν ἥλιον, ὅπως φαίνονται ἐκ τῆς γῆς.
Διακρίνονται αἱ διαδοχικαὶ φάσεις των.

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

Κατὰ τὰς διαστάσεις, ὁμοιάζει περισσότερον τῶν ἄλλων πλανητῶν μὲ τὴν γῆν, διότι ἡ διάμετρος της ἀντιστοιχεῖ εἰς τὰ 0,966 τῆς γηίνης. Ἐκ παρατηρήσεων διὰ ραδιοτηλεσκοπίων ἐξάγεται ὡς χρόνος περιστροφῆς της, κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν, ἡ τιμὴ τῶν 243 ἡμερῶν.

Ἡ Ἀφροδίτη περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας, πυκνοτέρας ἀπὸ τὴν γηίνην, εἰς τὴν ὁποίαν διεπιστώθη ἡ ὕπαρξις νεφῶν, ἀποκρυπτόντων τὴν ἐπιφανείαν της. Μὲ τὰ διαστημόπλοια, τὰ ὁποῖα ἐστάλησαν εἰς τὴν Ἀφροδίτην τὸ 1962 καὶ τὸ 1967, εὑρέθη, ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρά της ἀποτελεῖται κατὰ 90% ἀπὸ διοξείδιον τοῦ ἀνθρακὸς καὶ μόνον κατὰ τὰ 5% ἀπὸ ἄζωτον, ἐνῶ τὸ ὀξυγόνον καὶ τὸ ὕδρογόνον, ἀπὸ κοινοῦ, περιορίζονται εἰς τὰ 1,5%. Ἡ θερμοκρασία εἰς ὕψος 30 km ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ πλανήτου εὑρέθη +40^ο C, ἐνῶ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας εἶναι τῆς τάξεως τῶν +400^ο C.

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

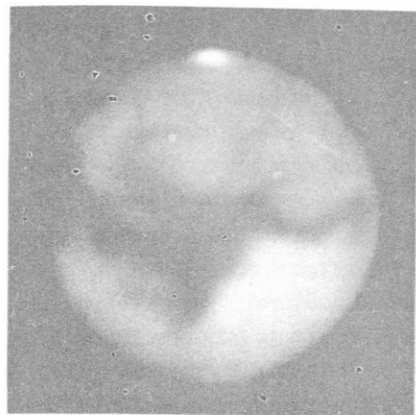
71. Ἑρμῆς. α'. Εἶναι ὁ περισσότερο γνωστὸς πλανήτης, διότι παρατηρεῖται ὑπὸ εὐνοϊκὰς συνθήκας κατὰ τὰς ἀνὰ διετίαν ἀντιθέσεις του, ἀλλὰ καὶ διότι ἀνὰ 15 περίπου ἔτη πλησιάζει τὴν γῆν εἰς ἀπόστασιν μόνον 55 ἑκατ. km ἀπ' αὐτῆς.

Εἰς τὴν μέσην ἀπόστασιν τῶν 228 ἑκατομ. km, κινούμενος ὁ Ἑρμῆς περὶ τὸν ἥλιον, συμπληρώνει τὴν περιφορὰν του εἰς 687 ἡμέρας. Λόγω δὲ τῆς μεγαλυτέρας ἀποστάσεώς του ἐκ τοῦ ἡλίου, ἐν σχέσει πρὸς τὴν γῆν, δέχεται ποσὸν φωτὸς καὶ θερμότητος, ἴσον πρὸς τὰ 0,43 ἐκείνου, πού φθάνει ἐκ τοῦ ἡλίου εἰς τὴν γῆν.

Ἡ διάμετρος του ἀντιστοιχεῖ εἰς τὰ 0,53 τῆς γῆνινης καὶ ὁ ὄγκος του περιορίζεται εἰς τὰ 0,15 τοῦ γῆνινου. Ἐπειδὴ δὲ ἡ μᾶζα του εἶναι ἴση πρὸς τὰ 0,11 τῆς μάζης τῆς γῆς, ἡ ἔντασις τῆς βαρύτητος εἰς τὴν ἐπιφάνειάν του περιορίζεται εἰς τὰ 0,38 τῆς γῆνινης, εἰς τρόπον, ὥστε σῶμα βάρους 1 kg, μεταφερόμενον ἐπὶ τοῦ Ἑρμῆς, νὰ ζυγίζῃ μόνον 380 gr. Διὰ τοῦτο καὶ ἡ ταχύτης διαφυγῆς περιορίζεται ἐκεῖ εἰς 5 km/sec.

Ὁ Ἑρμῆς στρέφεται περὶ ἄξονα εἰς χρόνον ἴσον σχεδὸν πρὸς ἐκεῖνον τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς, ἥτοι εἰς 24 ὥρ. 37λ. 22,62 δ., ἐνῶ ὁ ἄξων τῆς περιστροφῆς του παρουσιάζει κλίσιν, ἴσην πρὸς 23°, 59' ἔναντι τῶν 23° 27' τῆς κλίσεως τοῦ ἄξονος τῆς γῆς. Ὡς ἐξ αὐτῆς τῆς ἀντιστοιχίας καὶ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ Ἑρμῆς διαχωρίζεται εἰς πέντε ζώνας, ὅπως ἡ γῆνινη, ἐξ ἄλλου δὲ τὸ ἔτος τοῦ Ἑρμῆς ἔχει τέσσαρας ἐποχάς, ἀναλόγους πρὸς τὰς γῆνινας, αἱ ὁποῖαι εἶναι μόνον μακροτέρας διαρκείας, ἀφοῦ καὶ τὸ ἔτος τοῦ πλανήτου τούτου εἶναι σχεδὸν διπλάσιον τοῦ γῆνινου.

Εἰς τοὺς πόλους τοῦ Ἑρμῆς παρατηροῦνται, κατὰ τὴν ἐποχὴν τοῦ χειμῶνος καθενὸς ἡμισφαιρίου του, πάγοι, ἀνάλογοι πρὸς τοὺς γῆνιους, οἱ ὁποῖοι ὁμως, κατὰ τὸ θέρος, ἐξαφανίζονται ἐντελῶς, προφανῶς λόγω τοῦ μικροῦ πάχους των. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ πλανήτου τούτου, κατὰ τὰ 5/8 αὐτῆς, καλύπτεται ἀπὸ κιτρινοχρόους ἐκτάσεις,



Είκ. 28. Δύο φωτογραφίαι τοῦ πλανήτου "Αρεως. Ἐνω διακρίνεται ὁ ἓνας πόλος τοῦ πλανήτου, καλυπτόμενος ὑπὸ πάγων. Αἱ φωτεινότεραι περιοχαὶ ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰς ἐρήμους τοῦ "Αρεως.

αἱ ὁποῖαι θεωροῦνται ἔρημοι, ὅπως ἡ ἰδική μας Σαχάρα. Ἐξ ἄλλου, ἡ σπουδὴ τῶν φωτογραφιῶν τῆς ἀρειανῆς ἐπιφανείας, αἱ ὁποῖαι ἐλήφθησαν ἐκ διαστημοπλοίου, προσεγγίσαντος τὸν "Αρην, 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 κρατῆρων τούτων ὑπολογίζεται εἰς 10.000, τὸ δὲ βάθος των νὰ φθάνη τὰ 4.000 m. Οἱ κρατῆρες καλύπτουν κυρίως τὰς ἐκτάσεις τῶν ἄλλοτε λεγομένων « διωρύγων » τοῦ "Αρεως, διὰ τὰς ὁποίας ἐπιστεύετο, ὅτι ἦσαν τεχνικὰ ἔργα τῶν « κατοίκων » τοῦ "Αρεως. Τέλος, ἡ σπουδὴ τῆς πολώσεως τοῦ φωτὸς τοῦ "Αρεως ἔδειξεν, ὅτι ἡ ἐπιφάνειά του καλύπτεται ἐν πολλοῖς ἀπὸ ὀξειδία τοῦ σιδήρου κυρίως, εἰς τὰ ὁποῖα φαίνεται ὅτι ὀφείλεται καὶ τὸ ἐρυθρὸν χρῶμα τοῦ πλανήτου τούτου.

Ὁ "Αρης περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας πολὺ ἀραιᾶς, εἰς τὴν ὁποίαν ἀφθονεῖ τὸ ἀζωτον καὶ ἐν συνεχείᾳ τὸ διοξείδιον τοῦ ἀνθρακος. Ἐπίσης παρατηροῦνται ὕδρατμοὶ καὶ νέφη ἐκ παγοκρυστάλλων ἀλλὰ καὶ ἄμμου, τὴν ὁποῖαν ἀνυψοῦν ἐκ τῆς ἐπιφανείας τῶν ἐρήμων τοῦ "Αρεως ἄνεμοι, πνέοντες, ὅπως διεπιστώθη, με ταχύτητα 36 km/h. Ἡ θερμοκρασία εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ ἰσημερινοῦ τοῦ "Αρεως ἀνέρχεται κατὰ τὸ θέρος εἰς 30°C, κατέρχεται δὲ εἰς τὰς πολικὰς περιοχὰς μέχρι τῶν -50°C.

Αί έναλλαγαί χρώματος, τὰς ὁποίας παρουσιάζουν μεγάλαι ἐκτάσεις, ὥστε νὰ φαίνωνται πράσιναι κατὰ τὸ ἔαρ, κίτριναι τὸ θέρος καὶ σκοτειναὶ τὸν χειμῶνα, ὠδήγησαν εἰς τὸ συμπέρασμα, ὅτι ὑπάρχει ἐπὶ τοῦ Ἄρεως βλάστησις. Τὴν ἄποψιν αὐτὴν ἐνισχύουν αἱ φασματοσκοπικαὶ ἔρευναι, ἀλλὰ καὶ αἱ πολωσιμετρικαὶ τοῦ Ἑλληνος ἀστρονόμου Ἰ. Φωκᾶ. Προφανῶς, ἡ βλάστησις τοῦ Ἄρεως 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 ὑγρᾷ καταστάσει, ἀφοῦ τὰ ὄρη καὶ οἱ κρατῆρες τοῦ Ἄρεως 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 τῆξιν τῶν πολικῶν χιόνων, ἀλλὰ τὴν ἐξάχνωσίν των, εἰς τρόπον ὥστε τὸ ὕδωρ νὰ μεταπίπτῃ κατ' εὐθείαν ἀπὸ τὴν ἀεριώδη κατάστασιν τῶν ὑδρατμῶν, εἰς ἐκείνην τοῦ πάγου καὶ ἀντιστρόφως.

Βάσει τῶν δεδομένων τούτων ἐπικρατεῖ ἡ ἄποψις, ὅτι εἰς τὸν Ἄρην 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 ζωνῶν.

β'. Ἐκ τῶν δύο δορυφόρων τοῦ Ἄρεως, τοῦ **Φόβου** καὶ τοῦ **Δεΐμου**, ὁ πρῶτος παρουσιάζει τὸ μοναδικὸν φαινόμενον εἰς ὅλον τὸ ἡλιακὸν σύστημα, νὰ περιφέρεται περὶ τὸν πλανήτην ἐντὸς 7 ὥρ. καὶ 39λ., ἥτοι εἰς χρόνον πολὺ μικρότερον ἀπὸ τὸν χρόνον περιστροφῆς τοῦ πλανήτου. Ἐξ ἄλλου ὁ Δεῖμος εἶναι τὸ μικρότερον τῶν γνωστῶν οὐρανίων σωμάτων, μὲ διάμετρον μόλις 8 km.

72. Μικροὶ πλανῆται (ἀστεροειδεῖς). Ὁ πρῶτος τῶν μικρῶν πλανητῶν ἀνεκαλύφθη τὸ 1801, ἀπὸ τὸν Ἰταλὸν ἀστρονόμον Piazzi (Πιάτσι 1746 - 1826), ὅστις καὶ τὸν ὠνόμασε **Δήμητραν**. Οὗτος εἶναι καὶ ὁ μεγαλύτερος ὅλων, μὲ διάμετρον 770 km. Τὸ 1802 ἀνεκαλύφθη ὁ δεύτερος, ὀνομασθεὶς **Παλλὰς**, ὁ ὁποῖος ἔχει διάμετρον 490 km καὶ μέχρι τὸ 1807 ἀνεκαλύφθησαν ἄλλοι δύο ἢ **Ἑστία** καὶ ἡ **Ἥρα** ἔχοντες, ἀντιστοίχως, διάμετρον 390 καὶ 190 km. Ἐκτοτε ἀνεκαλύφθησαν μέχρι σήμερον (1969) πλέον τῶν 1600 μικροὶ πλανῆται, ὅλοι μικρότεροι τῶν τεσσάρων πρώτων.

Οι άστεροειδείς κινούνται περί τόν ήλιον εις τήν μέσην απόστασιν τών 2,8 α.μ., άλλ' αί τροχιαί των παρουσιάζουν ένιοτε τόσον μεγάλας έκκεντρότητας, ώστε μερικοί πλησιάζουν τόν ήλιον περισσότερον του "Αρεως.

Ο "Ίκαρος μάλιστα έχει τò περιήλιόν του εις τήν απόστασιν τών 28 έκ. km από τόν ήλιον, ήτοι πλησιέστε-

ρον καί του "Ερμού, κατά τήν κίνησιν του δέ πλησιάζει τήν γήν εις απόστασιν 16,5 έκ. km. "Αντιθέτως ό "Ίδαλγος έχει τò άφήλιόν του πλησίον του Κρόνου, εις τήν απόστασιν έκ του ήλιού τών 9,4 α.μ.

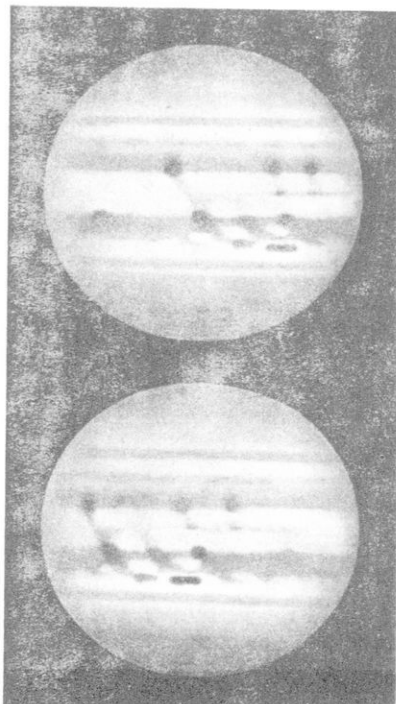
Τò πρόβλημα τής προελεύσεως τών άστεροειδών δέν έχει λυθῆ. "Η ύπόθεσις, ότι ούτοι προήλθον έκ τής έκρήξεως ένός μεγάλου πλανήτου, άν καί ή φυσικώτερα, προσκρούει πολύ εις τò ότι ή ύλη όλων μαζί τών μικρών πλανητών αντιπροσωπεύει μόλις τò 1/20 τής μάζης τής σελήνης.



Είκ. 29. Συγκριτικά μεγέθη τών μεγάλων άστεροειδών ως πρòς τήν Σελήνην.

73. Ζεύς. α'. Ο Ζεύς είναι ό γίγας μεταξύ τών πλανητών. Δέν είναι μόνον ό μεγαλύτερος εξ αύτών, αλλά συγχρόνως είναι μεγαλύτερος όλων τών άλλων μαζί. "Η διάμέτρος του, ίση πρòς 140.720 km, είναι 11άκις μεγαλυτέρα τής γηίνης καί ό όγκος του 1318 φορές μεγαλυτέρος τής γῆς. "Αλλά καί ή μάζα του είναι 318 φορές μεγαλυτέρα τής γηίνης καί 2,5 φορές μεγαλυτέρα του συνόλου τών πλανητών καί δορυφόρων. Παρά ταύτα ή πυκνότης του μόλις φθάνει εις 1,33, λαμβανομένης ως μονάδος τής πυκνότητος του ύδατος. Μετά τήν "Αφροδίτην είναι ό λαμπρότερος τών άλλων άστέρων, διότι τò μέγεθός του κυμαίνεται μεταξύ -2,1 καί -2,5.

Εις τήν απόστασιν τών 5,2 α.μ. (778 έκ. km), πέμπτος κατά σειράν πλανήτης, συμπληροί μίαν περιφοράν περί τόν ήλιον έντòς 11 έτ.



Εικ. 30. Δύο εικόνες του Διός, αί ό-
ποίαι δεικνύουσιν τήν μετακίνησιν τών
διαφόρων σχηματισμών του, έντός
μιάς ώρας, λόγω τής ταχείας περι-
στροφής του.

ή άτμόσφαιρά του, ή όποία παρουσιάζει πλατείας σκοτεινάς τ α ι-
ν ί α ς, διαχωριζομένης από φωτεινότερας ζ ώ ν α ς, έκτεινομένης
παραλλήλως πρòς τόν ίσημερινόν του πλανήτη. Αί ζώναι καί αί
ταινίαι μεταβάλλουν συνεχώς όψιν καί εύρος. Μεταξύ αύτών παρα-
τηρεΐται ή καλουμένη « έρυθρά κηλίς », μέ διάμετρον τετραπλασίαν
τής γήϊνης, ή όποία μετατοπίζεται άσθενώς, ώσάν αίωρούμενος σχημα-
τισμός, πρò του δίσκου του Διός. "Ισως πρόκειται περι « νησίδος »,
ή όποία πλέει επί ύλης, εύρισκομένης μεταξύ ύγρās καί άεριώδους
καταστάσεως, καλύπτεται δέ υπό πέπλου νεφών.

Πιστεύεται, ότι ό Ζεύς περικλείει πιθανώς είς τόν πυρήνα του
μικράν ποσότητα βαρέων στοιχείων, άναμεμιγμένων μέ ύδρογόνον
καί ήλιον.

καί 315 ήμ. περίπου, δέχεται δέ
άπό τόν ήλιον ποσότητα φωτός
καί θερμότητος, ίσην πρòς τò 1/25
εκείνης, πού φθάνει είς τήν γήν.

Ό Ζεύς περιστρέφεται ταχύτα-
τα, έντός μόνον 9 ώρ. 51 λ., διά
τουτο δέ καί παρουσιάζει πλάτυν-
σιν, ίσην πρòς 1/15. Η περιστρο-
φή του όμως δέν είναι όμοιόμορ-
φος καθ' όλην του τήν έκτασιν,
άλλ' έπιβραδύνεται πρòς τούς πό-
λους του. Τουτο μαρτυρεΐ, ότι ή
ύλη του δέν είναι στερεά μέχρι με-
γάλου βάθους. Ό άξων τής περι-
στροφής είναι σχεδόν κάθετος επί
τής τροχιάς του καί διά τουτο δέν
έχει ούτε έποχάς του έτους, ούτε
ζώνας επί τής έπιφανείας του.

Περιβάλλεται υπό πυκνής άτμο-
σφαίρας (θερμοκρασίας — 130° C),
ή όποία περιέχει, κατά κύριον λό-
γον, ένώσεις άμμωνίας καί μεθα-
νίου. Διά τηλεσκοπίου δέν φαί-
νεται ή έπιφάνειά του, αλλά μόνον

Οὐδεις λόγος περὶ ζωῆς, ἀναλόγου πρὸς τὴν γηϊνὴν, εἶναι δυνατόν νὰ γίνη 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 ὁποίας ἡ διάμετρος περιορίζεται εἰς τὰ 3476 km. Αὐτοὶ οἱ τέσσαρες φαίνονται μὲ ἀπλᾶ κυάλια, κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἡμερινοῦ τοῦ πλανήτου. Ἀντιθέτως οἱ ἄλλοι ὀκτὼ εἶναι μικρότατα σώματα, διαμέτρου 20 ἕως 160 km.

Κατὰ τὴν κίνησιν 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 **ἐπιτροσθήσεις**, ἀποκρυπτόμενοι ὀπισθεν τοῦ δίσκου τοῦ πλανήτου.

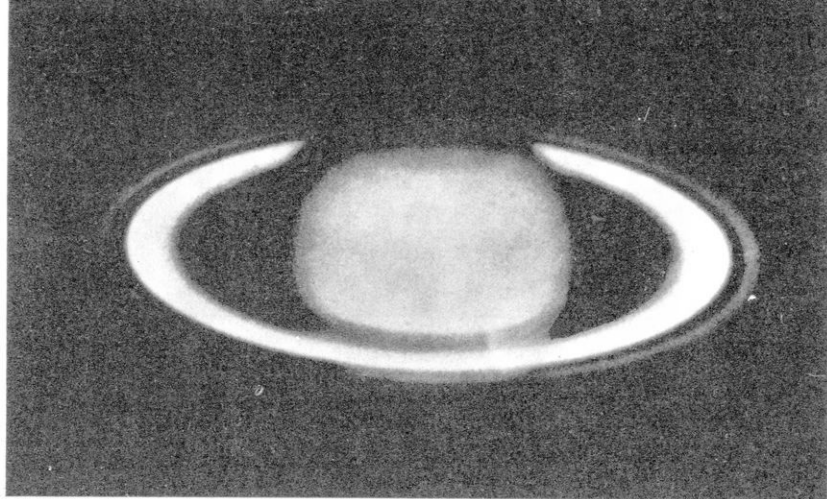
Αἱ ἐκλείψεις τῆς Ἰοῦς ἐχρησίμεισαν εἰς τὸν Roemer (Ραίμερ), διὰ τὴν εὕρεσιν τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός.

74. Κρόνος. α'. Εἰς τὴν μέσσην ἀπόστασιν τῶν 9,54 ἀ.μ. κινεῖται περὶ τὸν ἥλιον ὁ Κρόνος, ἔκτος κατὰ σειρὰν πλανήτης καὶ συμπληροῖ τὴν περιφορὰν του ἐντὸς 29 ἔτ. καὶ 167 ἡμ., δέχεται δὲ ἐκ τοῦ ἡλίου τὸ 100ὸν τῆς θερμότητος καὶ τοῦ φωτός πού φθάνει εἰς τὴν γῆν.

Μετὰ τὸν Δία, εἶναι ὁ δεύτερος εἰς μέγεθος πλανήτης, μὲ διάμετρον 9,4 φορές μεγαλυτέραν τῆς γηϊνῆς, διὰ τοῦτο δὲ καὶ φαίνεται ὡς ἀστήρ α' μεγέθους, παρὰ τὴν μεγάλην του ἀπόστασιν ἐκ τῆς γῆς. Ἡ μᾶζα του εἶναι 95,2 φορές μεγαλυτέρα τῆς γηϊνῆς, ἡ δὲ πυκνότης του εὐρίσκεται ἴση πρὸς 0,68, ὅταν ληφθῇ ὡς μονὰς ἡ πυκνότης τοῦ ὕδατος.

Κινεῖται περὶ ἄξονα ἐντὸς 10 ὥρ. καὶ 14λ., παρουσιάζει δέ, ὅπως ὁ Ζεὺς, βραδυτέραν περιστροφὴν μακρὰν τοῦ ἡμερινοῦ του, δηλωτικὴν τῆς ρευστότητός του μέχρι μεγάλου βάρους, ἐντὸς αὐτοῦ. Ἀποτέλεσμα τῆς ταχείας του περιστροφῆς εἶναι ἡ μεγάλη πλάτυνσις του, μεγαλυτέρα ὅλων τῶν πλανητῶν, ἴση πρὸς 1/10. Ὁ ἄξων τῆς περιστροφῆς του παρουσιάζει κλίσιν 26°,75 περίπου.

Ὅπως ὁ Ζεὺς, οὕτω καὶ ὁ Κρόνος, περιβάλλεται ὑπὸ πυκνῆς ἀτμοσφαίρας, ἀναλόγου συνθέσεως καὶ ὀψεως, μετὰ ζωνῶν καὶ ταινιῶν. Ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας του εὐρίσκεται ἴση πρὸς -155°C.



Εικ. 31. 'Ο πλανήτης Κρόνος.

Πιστεύεται, ότι ο Κρόνος έχει την ίδιαν σύστασιν με τον Δία.

β'. Τον Κρόνον περιβάλλει **δακτύλιος**, ό όποίος τόν καθιστά τόν θαυμασιώτερον τών πλανητών. Είς τήν πραγματικότητα πρόκειται περί τριών δακτυλίων συγκεντρικών, τών όποίων ή έσωτερική διάμετρος φθάνει τά 272.000 km, ένώ τό συνολικόν των πλάτος άνέρχεται είς τά 66.000 km. Τό πάχος των όμως είναι πολύ μικρόν· περίπου 20 km. 'Από τοϋ έσωτερικού χείλους τοϋ δακτυλίου μέχρι τής έπιφανείας τοϋ πλανήτου ή απόστασις μόλις φθάνει τά 40.000 km.

Οί δακτύλιοι τοϋ Κρόνου δέν είναι συμπαγής ύλη, άλλα σύνολον σωματίων, πιθανώς παγοκρυστάλλων, έκαστον τών όποίων περιφέρεται περί τόν πλανήτην και διαγράφει κυκλικήν τροχιάν, είς χρόνον κυμαινόμενον μεταξύ 14 και 5,4 ώρων. Λόγω όμως τής μεγάλης απόστασεως, όλα αυτά τά σωματία δίδουν τήν έντύπωσιν τοϋ συνεχούς δακτυλίου.

γ'. 'Ο Κρόνος έχει 10 δορυφόρους, έκ τών όποίων οί πέντε είναι πολύ μεγάλοι, με διάμετρον από 1200 έως 5.000 km, ένώ οί άλλοι πέντε είναι σχετικώς μικροί, διαμέτρου 300 έως 600 km. "Ολοι όμως, πλην τοϋ **Τιταῆνος**, είναι μικρότεροι τής Σελήνης.

75. Ούρανός. α'. Τόν πλανήτην αυτόν άνεκάλυψε τυχάιως ό W. Herschel τήν 13ην Μαρτίου 1781. 'Αρχικώς τόν έξέλαβεν ως κομήτην άνευ ούρας, διότι έως τότε έπιστεύετο, ότι ό Κρόνος όρίζει τά

όρια του ήλιακού συστήματος. Ός εκ τής μεγάλης απόστασέως του από τον ήλιον, ίσης πρὸς 19,18 α.μ. (2.868 έκ.τ. km), ὁ Οὐρανὸς φαίνεται ὡς ἀστήρ βου μεγέθους καὶ εἶναι πολὺ δοσκόλως ὁρατὸς διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Συμπληρώνει τὴν περιφορὰν του περὶ τὸν ἥλιον εἰς 84 ἔτη καὶ 7 ἡμέρας.

Κατὰ τὰς διαστάσεις, εἶναι ὁ τρίτος κατὰ σειρὰν πλανήτης, με διάμετρον 4πλασίαν τῆς γῆϊνης, ἴσην πρὸς 47.100 km. Ἡ μᾶζα του εἶναι 14,6 φορές μεγαλυτέρα τῆς μάζης τῆς γῆς καὶ ἡ πυκνότης του, ὡς πρὸς τὴν τοῦ ὕδατος, μόλις φθάνει τὴν τιμὴν 1,60.

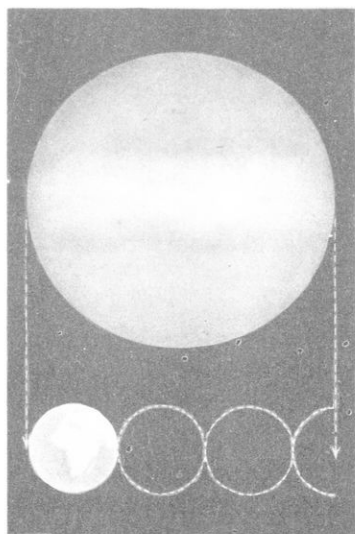
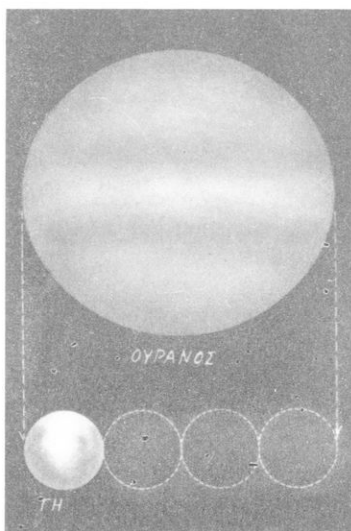
Περιστρέφεται εἰς 10 ὥ. 49λ. περὶ ἄξονα, τοῦ ὁποίου ἡ κλίσις φθάνει τὰς 98°. Οὕτω, δύναται νὰ λεχθῇ, ὅτι κυλίνεται ἐπὶ τῆς τροχιᾶς του περὶ τὸν ἥλιον. Ἡ πλάτυνσίς του ὑπολογίζεται ἴση πρὸς 1/12.

Ὁ Οὐρανός, ὅπως ὁ Ζεὺς καὶ ὁ Κρόνος, παρουσιάζει ζώνας καὶ ταινίας, ἐναλλάξ φωτεινὰς καὶ σκοτεινὰς, παραλλήλους πρὸς τὴν ἡμερινὸν του, ὀφειλομένας εἰς τὴν περιβάλλουσιν αὐτὸν πυκνὴν ἀτμόσφαιραν, εἰς τὴν ὁποίαν κυριαρχεῖ τὸ μεθάνιον καὶ τὸ μερικὸν ὕδρογόνον. Ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας του κατέρχεται εἰς τοὺς -185°C , τοῦτο δὲ διότι δέχεται φῶς καὶ θερμότητα ἐκ τοῦ ἡλίου, ἴσην πρὸς τὸ 1/368 μόνον, τῶν ὧν δέχεται ἡ γῆ. Ὁ ἥλιος ἐκεῖθεν φαίνεται σχεδὸν ὡς ἀστήρ, με ἔντασιν φωτὸς μόλις 1584 φορές μεγαλυτέραν τῆς πανσελήνου.

β'. Ὁ Οὐρανὸς ἔχει πέντε δορυφόρους. Ὁ πλησιέστερος εἶναι ὁ μικρότερος, με διάμετρον 200 km., ἐνῶ οἱ δύο τελευταῖοι, ἡ **Τιτανία** καὶ ὁ **Ὁβερὸν**, εἶναι οἱ μεγαλύτεροι με διάμετρον 1000 καὶ 800 km ἀντιστοίχως, ἤτοι μικροτέραν τοῦ ἡμίσεος τῆς σεληνιακῆς (3476 km).

76. Ποσειδῶν. α'. Ἡ ὕπαρξις τοῦ πλανήτου τούτου διεπιστώθη ἐκ τῶν παραλξεων, τὰς ὁποίας ἀσκέι ἐπὶ τοῦ Οὐρανοῦ. Ὁ Γάλλος μαθηματικὸς Le Verrier (Λεβερριέ, 1811 - 1877), ὑπελόγησε θεωρητικῶς καὶ ὑπέδειξε τὴν ἀκριβῆ θέσιν, εἰς τὴν ὁποίαν ἔπρεπε νὰ εὑρίσκεται ὁ ἄγνωστος πλανήτης, ὅπου δὲ καὶ πράγματι ἀνευρέθη τὴν 23ην Σεπτεμβρίου 1846 ὑπὸ τοῦ Γερμανοῦ ἀστρονόμου Galle (Γκάλλε), ὡς ἀστήρ βου μεγέθους.

Ὁ Ποσειδῶν ἀπέχει ἐκ τοῦ ἡλίου 30,06 α.μ., ἤτοι 4,5 δισεκ. km



Εικ. 32. Οι πλανήται Ουρανός και Ποσειδών εν συγκρίσει πρὸς τὴν γῆν.

περίπου καὶ συμπληροῖ τὴν περιφορὰν του εἰς 164,8 ἔτη. Ἡ διάμετρος του εἶναι 3,5 φορές μεγαλυτέρα τῆς γῆϊνης καὶ ἡ μᾶζα του ἰσοῦται μὲ 17,23 γῆϊνας μᾶζας. Ἡ πυκνότης του εἶναι 1,56 φορές μεγαλυτέρα τῆς τοῦ ὕδατος. Ὁ χρόνος τῆς περιστροφῆς του εὐρέθῃ ἴσος πρὸς 14 ὥρ.

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 Οὐρανοῦ. Διὰ τοῦτο καὶ εἰκάζεται, ὅτι περιβάλλεται ὑπὸ πυκνῆς ἀτμοσφαίρας, ὅπως ἐκείνοι καὶ ὅτι ἡ φυσικὴ του κατάστασις θά εἶναι, ἐν γένει, ἀνάλογος.

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

77. Πλούτων. Ὁ ἰδρυτὴς τοῦ ἀστεροσκοπείου τοῦ Flagstaff τῆς Ἀριζόνας P. Lowell (Λόουελ 1855 - 1916), εἶχεν ὑπολογίσει τὴν θέσιν, εἰς τὴν ὁποίαν ὤφειλε νὰ εὕρισκεται ὁ Πλούτων, ἐκ τῶν παρέλξεων, τὰς ὁποίας ἤσκει ἐπὶ τοῦ Ποσειδῶνος. Πράγματι, τὴν

21ην Ιανουαρίου 1930 ἀνεκαλύφθη φωτογραφικῶς ὁ τελευταῖος γνωστός σήμερον πλανήτης Πλούτων, ὑπὸ τοῦ ἀστρονόμου τοῦ ἰδίου ἀστεροσκοπεῖου Cl. Tombaugh (Τόμποθ).

Ἡ μέση ἀπόστασις τοῦ Πλούτωνος ἐκ τοῦ ἡλίου ἰσοῦται μὲ 39,5 α.μ., ἥτοι μὲ ἕξ περίπου δισεκ. km, ἡ δὲ περιφορά του συμπληροῦται εἰς 248 ἔτη. Ἐν τούτοις, λόγῳ τῆς μεγάλης ἐκκεντρότητος τῆς τροχιάς του, μεγίστης μεταξὺ ὄλων τῶν πλανητῶν, ὁ Πλούτων, εἰς μὲν τὸ περιήλιόν του πλησιάζει τὸν ἥλιον περισσότερο καὶ τοῦ Ποσειδῶνος, ἥτοι εἰς τὴν ἀπόστασιν τῶν 4,5 δισεκ. km, εἰς δὲ τὸ ἀφήλιόν του ἀπομακρύνεται τοῦ ἡλίου εἰς τὰ 7,4 δισεκ. km. Ἐξ ἄλλου, ἡ τροχιά τοῦ Πλούτωνος παρουσιάζει καὶ τὴν μεγαλυτέραν κλίσιν, ὡς πρὸς τὴν ἐκπλειπτικήν, ἴσην πρὸς 17° περίπου.

Ὁ Πλούτων φαίνεται ὡς ἀστήρ 14,5 μεγέθους. Ἡ πραγματικὴ του διάμετρος ἰσοῦται μὲ 6.850 km, ἥτοι μὲ τὰ 0,54 περίπου τῆς γῆνης. Ἡ μᾶζα του, τὸ πιθανώτερον, εἶναι ἴση πρὸς τὰ 0,9 τῆς γῆνης, ἡ δὲ πυκνότης του εἶναι περίπου ἑξαπλασία τῆς γῆνης.

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

Ἀσκήσεις

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

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

42. Εὑρετε τὴν ἑκτασιν τῆς ἐπιφανείας ἐκάστου τῶν πλανητῶν ὡς πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς, βάσει τῆς διαμέτρου τῶν πλανητῶν ἑκπεφρασμένης εἰς γῆνας. διαμέτρους.

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

44. Καθορίσατε τὰ ὅρια τῆς ἀποστάσεως ἐνὸς ἐκάστου τῶν πλανητῶν ἀπὸ τῆς γῆς, λαμβάνοντες ὡς βάσιν τὴν μέσην ἀπόστασιν καθενὸς τῶν πλανητῶν ἐκ τοῦ ἡλίου.

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

ΠΙΝΑΚΙ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

Πλανήτης	'Απόσταση ἐκ τοῦ ἡλίου		Περιφορά τὸν ἡλίου		Συνολικὴ περίοδος εἰς ἡμέρας	Τροχιάς		Κλίσις πρὸς τὴν 'Εκλειπτι- κὴν 0°	Διάμετρος	'Όγκος	Μάζα	Πυκνότης	'Ενταση βαρύτητος	Κριτικὴ ταχύτης km/sec	Περιστροφή		Πλάτυνσις
	Εἰς ἐκάστον. χλμ.	Εἰς α.μ.	Χρόνος περιφ. ἡμ.	Ταχύτης περιφ. χλμ/δευτ.		Τροχιάς	Χρόνος ἡμ. ὁρ. λ.								Κλίσις ἀξονος ὡς πρὸς τὴν τροχίαν 0°		
'Ερμῆς	58	0,387	88	47,8	116	0,206	7 0	0,37	0,05	0,06	0,98	0,42	3,6	59 21 46		0	
'Αφροδίτη	108	0,723	225	35,0	584	0,007	3 24	0,96	0,88	0,82	0,91	0,87	10,3	243 16 48	23;	1:303	
Γῆ	149,5	1	365	29,8	—	0,017	0 0	1	1	1	1	1	11,2	23 56 23	27	1:293	
'Αρης	228	1,524	1 322	24,2	780	0,093	1 51	0,53	0,15	0,11	0,69	0,38	5,0	24 37	23 59	1:288	
Ζεὺς	778	5,203	11 315	13,1	399	0,048	1 19	11,2	1,318	318,00	0,24	2,64	61,6	9 51	3 5	1:15	
Κρόνος	1.426	9,539	29 167	9,7	378	0,056	2 30	9,4	769	95,22	0,13	1,13	37	10 14	26 44	1:10	
Οὐρανός	2.868	19,18	84 7	6,8	370	0,047	0 46	4,0	50	14,55	0,22	1,07	22	10 49	98	1:12	
Ποσειδῶν	4.494	30,06	164 280	5,4	367	0,009	1 47	3,5	42	17,23	0,22	1,41	25	14	28 48	;	
Πλούτων	5.896	39,5	248	4,7	367	0,247	17 9	0,54	0,16	0,9;	5,6;	;	;	6 9	;	;	

ΠΙΝΑΞ ΙΙ
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΔΟΥΡΥΦΩΡΩΝ

Αυξ. αριθμός	Σύμβολον	*Όνομα	*Αστρικών μέγεθος	Διάμετρος εις χλμ.	*Απόστασις ἐκ τοῦ πλανήτου εις ἀκτίνας τοῦ πλαν.	Χρόνος Περιφορᾶς Ἡμ. ὥρ. λ.	Φορὰ κινήσεως	*Ἔτος Ἀνακα- λύψεως	*Όνομα Ἀνακαλύ- ψαντος
--------------	----------	--------	----------------------	-----------------------	--	-----------------------------------	------------------	---------------------------	------------------------------

Γ Η

1		Σελήνη	-12,7	3.476	60,28	27 7 43	Ὁρθή	—	—
---	--	--------	-------	-------	-------	---------	------	---	---

Α Ρ Η Σ

1	I	Φόβος	11,5	16	2,77	7 39	Ὁρθή	1877	*Α. Χάλ
2	II	Δείμος	12,5	8	6,95	1 6 18	»	1877	*Α. Χάλ

Ζ Ε Υ Σ

1	V	*Αμάλθεια	13,0	160	2,53	11 57	Ὁρθή	1892	Μπαρνάρ
2	I	*Ιώ	5,5	3.220	5,91	1 18 28	»	1610	Γαλιλαῖος
3	II	Εὐρώπη	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	Περραῖν
7	VII		16,2	40	164	259 14	»	1905	»
8	X		17,9	20	165	260 12	»	1938	Νικόλσον
9	XII		18,1	20	293	625	*Ανάδρ.	1951	»
10	XI		17,5	22	317	700	»	1938	»
11	VIII		16,2	40	329	739	»	1908	Μελόττ
12	IX		17,7	22	338	758	»	1914	Νικόλσον

Κ Ρ Ο Ν Ο Σ

1	XI	*Ιανός	12,1	520	3,07	22 37	Ὁρθή	1967	Ντολφούς
2	I	Μίμος	11,7	600	3,94	1 8 53	»	1789	Οὐίλ *Ερσελ
3	II	*Εγκέλαδος	10,6	1.200	4,88	1 21 18	»	1684	»
4	III	Τηθύς	10,7	1.300	6,24	2 17 41	»	1684	Κασσινί
5	IV	Διώνη	10	1.800	8,72	4 12 25	»	1672	»
6	V	Ρέα	8,3	5.000	20,2	15 22 41	»	1655	Χουιγκένς
7	VI	Τιτάν	14	400	24,5	21 6 38	»	1848	Μπόντε
8	VII	*Υπερίων	11	1.200	58,9	79 7 55	»	1671	Κασσινί
9	VIII	*Ιαπετός	14,5	300	214,4	550 11 24	*Ανάδρ.	1898	Πίκερινγκ
10	IX	Φοίβη							

Ο Υ Ρ Α Ν Ο Σ

1	V	Μιράντα	17	200	5,2	1 9 56	Ὁρθή	1948	Κόϊπτερ
2	I	*Αριήλ	15,5	600	7,7	2 12 29	*Ανάδρ.	1851	Λάσσελ
3	II	Οὐμβριήλ	16	400	10,7	4 3 28	»	1851	»
4	III	Τιτανία	14	1.000	17,6	8 16 56	»	1787	Οὐίλ *Ερσελ
5	IV	*Οβερών	14,2	800	23,6	13 11 7	»	1787	»

Π Ο Σ Ε Ι Δ Ω Ν

1	I	Τρίτων	13,6	4.000	13,3	5 21 3	*Ανάδρ.	1846	Λάσσελ
2	II	Νηρεΰς	19,5	300	211	359 10	Ὁρθή	1949	Κόϊπτερ

III. ΚΟΜΗΤΑΙ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΑ

78. Μορφή, μέγεθος και πλήθος τῶν κομητῶν. α΄. Ἐκτὸς τῶν πλανητῶν καὶ τῶν δορυφόρων των, εἰς τὸ ἡλιακὸν σύστημα ἀνήκουν καὶ μερικά ἄλλα σώματα, τὰ ὁποῖα ὀνομάζονται **κομήται**.

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

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

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

Ἐκ τοῦ μεγάλου ὄγκου καὶ τῆς μικρᾶς μάζης των προκύπτει, ὅτι οἱ κομήται ἔχουν μικρὰν πυκνότητα. Οὕτω, κομήτης μεγαλύτερος τῆς γῆς κατὰ 125 μόνον φορές καὶ μὲ μᾶζαν, ἔστω, 250.000 μικροτέραν τῆς γῆϊνης, ἔχει πυκνότητα τῆς κεφαλῆς 9000 φορές μικροτέραν τῆς πυκνότητος τοῦ ἀέρος. Τὴν μεγάλην ἀραιότητα τῆς ὕλης τῶν κομητῶν μαρτυρεῖ ἡ δυνατότης νὰ διακρίνωνται οἱ ἀστέρες ὀπισθεν τῆς οὐρᾶς, ἀλλὰ καὶ τῆς κόμης αὐτῶν.

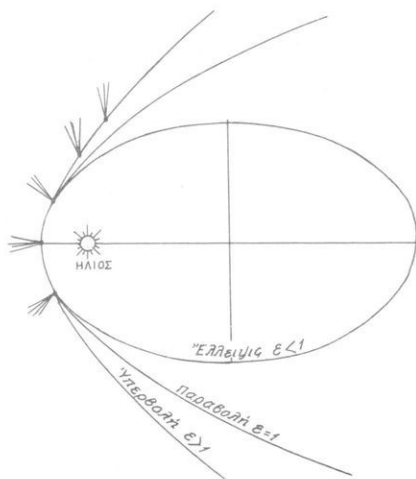
δ΄. Οἱ κομήται εἶναι τόσον πολλοί, ὥστε κάποτε παρατηροῦνται διὰ τῶν τηλεσκοπίων περισσότεροι τῶν 10 ἐτησίως καί, κατὰ μέσον ὅρον, 5 ἕως 6. Μέχρι τῆς ἀνακαλύψεως τοῦ τηλεσκοπίου (1610 μ.Χ.), εἶχον παρατηρηθῇ 400· ἕκτοτε ὅμως, μὲ τὰ τηλεσκόπια

Είκ. 33. 'Ο κομήτης τοῦ Μπρούξ.

παρατηρήθησαν τόσοι, ὥστε ὁ ἀριθμός των ἔχει ἤδη ὑπερδιπλασιασθῇ. "Ομως οἱ πολὺ μεγάλοι κομήται εἶναι περίπου 2%.

79. Τροχιαὶ τῶν κομητῶν· περιοδικοὶ καὶ μὴ περιοδικοὶ κομηταί. α'. Αἱ τροχιαὶ τῶν κομητῶν εἶναι, κατὰ κανόνα, ἡ λίσαν ἐπιμήκεις ἐλλείψεις, μὲ ἐκκεντρότητα τείνουσαν πρὸς τὴν μονάδα· ἡ ἡ ἐκκεντρότης των εἶναι μεγαλυτέρα τῆς μονάδος. Εἰς τὴν δευτέραν αὐτὴν περίπτωσιν, ὅτε $\epsilon \geq 1$, αἱ τροχιαὶ δέν εἶναι κλεισταὶ καμπύλαι, ἀλλὰ ἀνοικταί. Καί, ἐὰν μὲν $\epsilon = 1$, τότε λέγομεν, ὅτι ἡ τροχιά των εἶναι **παραβολικὴ**, ἐὰν δὲ $\epsilon > 1$, τότε ἡ τροχιά των εἶναι **ὑπερβολικὴ** (σχ. 11).

β'. "Οσοι κομήται ἔχουν ἐλλειπτικὴν τροχιάν κινουῦνται περὶ τὸν ἥλιον ἐντὸς ὠρισμένου χρόνου, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ὀνομάζονται **περιοδικοί**. Ἀντιθέτως, ὅταν αἱ τροχιαὶ των εἶναι ἀνοικταὶ (παραβολαὶ ἢ ὑπερβολαί), ἔρχονται πλησίον τῆς ἡλιακῆς ἐστίας, εἰς τὸ περιήλιόν των, ἐφ' ἅπαξ καὶ δέν ἐπανέρχονται πλέον εἰς αὐτό. Διὰ τοῦτο οἱ κομήται αὗτοὶ καλοῦνται **μὴ περιοδικοί**.



Σχ. 11.

θως, περί τούς τρεις μήνας. Καί οί μὲν περιοδικοί, ἐπειδὴ αἱ τροχιαὶ των σχηματίζουν μικρὰς γωνίας μετὰ τῆς ἐκλειπτικῆς, φαίνονται πάντοτε πλησίον αὐτῆς, ἐνῶ οἱ μὴ περιοδικοί, ἐπειδὴ σχηματίζουν τυχούσας 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 ἐτῶν, οἱ 45 ἔχουν τὸ ἀφήλιον τῆς τροχιάς των πλησίον τοῦ Διός, ἐνῶ τῶν ὑπολοίπων ἄλλων τὰ ἀφήλια εὐρίσκονται πλησίον τῶν πλανητῶν Κρόνου, Οὐρανοῦ καὶ Ποσειδῶνος. Ἐκ τῶν δεδομένων τούτων συνάγεται τὸ συμπέρασμα, ὅτι οἱ ἐν λόγῳ περιοδικοί κομήται διήλθον κάποτε πλησίον κάποιου ἀπὸ τούς μεγάλους πλανήτας, οἱ ὅποιοι, μὲ τὴν ἰσχυρὰν ἔλξιν των, μετέβαλον τὴν τροχίαν των, ὥστε οἱ κομήται νὰ καταστοῦν περιοδικοί καὶ νὰ ἔχουν τὰ ἀφήλιά των πλησίον ἐκείνου τοῦ πλανήτου, ὁ ὅποιος καὶ τοὺς ἤγρυσεν.

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

γ'. Σήμερον δεχόμεθα, ὡς πιθανωτέραν τὴν ἐκδοχὴν, ὅτι οἱ κομήται, 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 τροχιάς παραβολικὰς, οἱ ἄλλοι δὲ 5% ὑπερβολικὰς.

γ'. Εἶναι γνωστοὶ περὶ τοὺς 100 περιοδικοὶ κομήται. Ἐξ αὐτῶν οἱ 69 συμπληρῶνουν τὴν περιφορὰν των εἰς διάστημα μικρότερον τοῦ αἰῶνος. Οἱ ἄλλοι ἔχουν περίοδον πολὺ μακράν, ἀκόμη καὶ μέχρι 10.000 ἐτῶν.

δ'. Οἱ κομήται, περιοδικοί καὶ μὴ, γίνονται ὁρατοί, ὅταν διέρχονται πλησίον τοῦ περιηλίου των, ὁπότε καὶ φαίνονται, συνή-

ὅτι 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 αὕτη πῦθανὸν νὰ ὑπερβαίῃ καὶ τὰς 100.000 α.μ. Ἀλλὰ καὶ
ἐκεῖ ἡ ἑλκτική δύναμις τοῦ ἡλίου τοὺς συγκρατεῖ, ἐφ' ὅσον δὲν ὑ-
πάρχει πλησίον τους κανεὶς ἄλλος ἀστήρ, ὁ δὲ πλησιέστερος εὐρί-
σκεται εἰς ἀπόστασιν πλεόν τῶν 4 ε.φ.

**81. Φυσικὴ κατάστασις καὶ χημικὴ σύστασις τῶν κομη-
τῶν. α'.** Τὸ φῶς τῶν κομητῶν εἶναι, ἐν μέρει, ἰδικόν των καὶ ὀ-
φείλεται κυρίως εἰς ἐκρήξεις, αἱ ὁποῖαι λαμβάνουν χώραν εἰς τοὺς
πυρῆνας των. 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 ἥλιον. Ἀλλὰ καὶ ἡ
πόλωσις τοῦ φωτός των μαρτυρεῖ τὴν ἀνάκλασιν τοῦ ἡλιακοῦ φω-
τός ὑπὸ σωματιδίων, ὡς ἐκεῖνα τοῦ κονιορτοῦ.

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

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

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



Εικ. 34. 'Ο κομήτης του Χάλλεϋ, ὡς ἐφαίνετο τὴν 8ην Μαΐου (ν.ή.) 1910.

Οὗτος ἀνεκαλύφθη τὸ 1826 καὶ διεπιστώθη, ὅτι ἦτο περιοδικός, τῆς οἰκογενείας τοῦ Διός, μὲ περίοδον 6 ἔτ. 7 μην. 13 ἡμ. Ἐνῶ ἐπανήρχετο κανονικῶς ἀνὰ 6,6 ἔτη, ἔξαφνα τὸ 1845 παρουσίασε διόγκωμα τῆς κεφαλῆς, τὸ ὁποῖον τελικῶς ἀπεκόπη καὶ ἀπεμακρύνθη τοῦ κυρίως κομήτου, ἐνῶ γέφυρα φωτεινῆς ὕλης συνήνωνε τὰ δύο μέρη. Εἰς τὴν ἐπομένην ἐμφάνισιν, τὸ 1852, ἐφαίνετο διπλοῦς, μετὰ ταῦτα ὁμως, δὲν ἐπανῆλθε πλέον. Ὅταν, τέλος, τὴν 27ην Νοεμβρίου 1872 ἡ γῆ διῆλθεν ἐκ σημείου τῆς τροχιᾶς της, ἀπὸ τὸ ὁποῖον τότε ἔπρεπε νὰ διέλθῃ καὶ ὁ ἄλλοτε κομήτης, ἔλαβε χώραν ἑκτακτος **βροχῇ διατόντων ἀστέρων**, ἀνερχομένων εἰς ἑκατομμύρια, ἡ ὁποία προφανῶς ὠφείλετο εἰς τοὺς ἀναριθμήτους κόκκους τοῦ κονιορτοῦ, τοὺς ὁποίους διέσπειρεν ὁ κομήτης, κατὰ μῆκος τῆς τροχιᾶς του. Οἱ κόκκοι αὐτοί, εἰσερχόμενοι μετὰ ταχύτητος εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν τῆς γῆς, ὑπερεθερμαίνοντο ἐκ τῆς τριβῆς των μὲ τὰ μόρια τῆς ἀτμοσφαιρας καὶ ἐξητμίζοντο.

β'. Ὁ κομήτης τοῦ Halley (Χάλλεϋ) εἶναι περιοδικός, μὲ περίοδον 75,2 ἔτων, τὸ δὲ ἀφήλιόν του εὐρίσκεται πλησίον τοῦ Ποσειδῶνος. Ὅπως διεπιστώθη, οὗτος παρετηρεῖτο πάντοτε, ὡσάκις

διήρχετο ἐκ τοῦ περιηλίου του, λόγω τοῦ μεγάλου μεγέθους του. Ἀπὸ τῶν χρόνων τῆς ἀρχαιότητος (240 π.Χ.) ἔχει παρατηρηθῇ 28 φορές. Ἡ τελευταία διάβασίς του ἐκ τοῦ περιηλίου ἔγινε τὸν Ἀπρίλιον τοῦ 1910, ἡ δὲ προσεχὴς θὰ λάβῃ χώρα¹ τὸ 1986.

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

Ὅμως, 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 ἐπιβλητικότητά 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, ἐνίοτε δὲ καὶ μεγαλύτερα, τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται διεσπαρμένα εἰς τὸν ὡρὸν τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος.

Τὰ μετέωρα, προερχόμενα κυρίως ἀπὸ τὴν διάλυσιν κομητῶν, κινοῦνται μετὰ ταχυτήτων μεγάλων, συνήθως 15 ἕως 45 km/sec, ὥστε εἶναι καὶ ἡ ταχύτης τῶν κομητῶν, τῶν κινουμένων ἐπὶ ἑλλειπτικῶν, παραβολικῶν καὶ ὑπερβολικῶν τροχιῶν¹.

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

β'. Ἐὰν ἡ γῆ, κινουμένη περὶ τὸν ἥλιον μὲ ταχύτητα 30 km/sec περίπου, συναντήσῃ μετέωρον, τότε, ὡς ἐκ τῆς συνθέσεως τῆς ταχύτητος γῆς καὶ μετεώρου, τοῦτο ὑφίσταται τόσῃν τριβῇ μετὰ

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

των μορίων της γήινης ατμοσφαιρας, ώστε εις το ύψος των 120 km, λόγω της αναπτυσσόμενης θερμότητος, διαπυροῦται εξωτερικῶς. Καί ἐάν μὲν τοῦτο εἶναι μικρῶν διαστάσεων, τοῦ μεγέθους κόκκου ἄμμου, κατακαίεται καὶ ἀποτεφροῦται ἐντὸς τῆς ατμοσφαιρας, εις διάστημα 2 ἕως 3 δευτερολέπτων. Τὸ μετέωρον φαίνεται τότε ὡς ἀστήρ, κινούμενος ταχέως καὶ ἀφήνει ὀπισθὲν του φωτεινὴν οὐράν. Διὰ τοῦτο, ἐπεκράτησε νὰ ὀνομάζεται **διάττων ἀστήρ**. Ἐὰν ὁμως ἔχη διαστάσεις μεγαλυτέρας, τότε πυρακτοῦται ἐξωτερικῶς καὶ ἐκρήγνυται, ὁπότε καὶ ἀκούεται κάποτε ἰσχυρὸς ὁ κρότος τῆς ἐκρήξεως. Τότε λέγομεν, ὅτι ἔχομεν φαινόμενον **βολίδος**. Τέλος, ἐάν τὸ μετέωρον εἶναι μεγαλύτερον τοῦ μεγέθους καρυδίου, τότε, ὅπωςδήποτε, δὲν προλαμβάνει νὰ ἀποτεφρωθῇ ἐντὸς τῆς ατμοσφαιρας καὶ καταπίπτει, καίόμενον, ἐπὶ τοῦ ἐδάφους. Οἱ ἀνευρισκόμενοι ἐπὶ τῆς γῆς μετεωρίζονται ὀνομάζονται καὶ **μετεωρόλιθοι** ἢ καὶ **ἀερόλιθοι**.

84. Πλῆθος καὶ βροχαὶ διαττόντων. α'. Ὑπολογίζεται ὅτι, κατὰ μέσον ὅρον, πίπτουν εἰς ἓνα τόπον 30 - 40 διάττοντες καθ' ὥραν. Ὁ ἀριθμὸς των ἀνέρχεται εἰς 10.000 τὴν ὥραν, ἐὰν ληφθοῦν ὑπ' ὅψιν καὶ ὅσοι ἄμυδροι φαίνονται μόνον εἰς τὰ τηλεσκόπια. Οὕτως, εὐρίσκεται, ὅτι τὸ πλῆθος τῶν διαττόντων, τῶν πιπτόντων καθ' ἡμέραν εἰς ὅλην τὴν γῆν, ὑπερβαίνει τὰ 10 ἑκατομ. καὶ ὅτι ἐτησίως ὁ ἀριθμὸς των θάναει τὰ 4 δισεκ.

β'. Ἡ μᾶζα, ἡ ὁποία προστίθεται ἐτησίως εἰς τὴν γῆν ἐκ τῶν διαττόντων, ὑπολογίζεται εἰς 25.000 τόννους, ἔχει δὲ ὡς κύριον ἀποτέλεσμα τὴν βραδείαν ἐπιτάχυνσιν τῆς κινήσεως τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον καί, συνεπῶς, τὴν ἐλάττωσιν τῆς διαρκείας τοῦ ἔτους, ἀκόμη δὲ καὶ τὴν ἐπιβράδυνσιν τῆς περιστροφῆς της, ἡ ὁποία συνεπάγεται τὴν αὐξησιν τῆς διαρκείας τοῦ ἡμερονυκτίου.

γ'. Καθ' ὠρισμένας ἡμερομηνίας τοῦ ἔτους, οἱ παρατηρούμενοι διάττοντες εἶναι ἀφθονώτεροι τῶν συνήθων (τῶν καλουμένων, πρὸς διάκρισιν, **σποραδικῶν**). Τότε λέγομεν, ὅτι ἔχομεν φαινόμενον **βροχῆς διαττόντων**.

Αἱ βροχαὶ διαττόντων ὀφείλονται εἰς μετεωρικὴν ὕλην, προερχομένην συνήθως ἀπὸ ὠρισμένους κομήτας, διαλυθέντας μερικῶς ἢ ὁλικῶς, διὰ μέσου τῆς ὁποίας διέρχεται ἡ γῆ καθ' ὠρισμένας ἡμέρας τοῦ ἔτους, ὅταν εὐρίσκεται εἰς τὴν περιοχὴν τῆς τομῆς τῆς τροχιάς της μετὰ τῆς τροχιάς τοῦ κομήτου ἢ πλησίον αὐτῆς. Διὰ τοῦτο καὶ ὅλοι οἱ διάττοντες τῆς βροχῆς φαίνονται, ὅτι προέρχονται ἀπὸ ὠρι-

σμένον σημείον τοῦ οὐρανοῦ, τὸ ὁποῖον καλεῖται **ἄκτινοβόλον**.

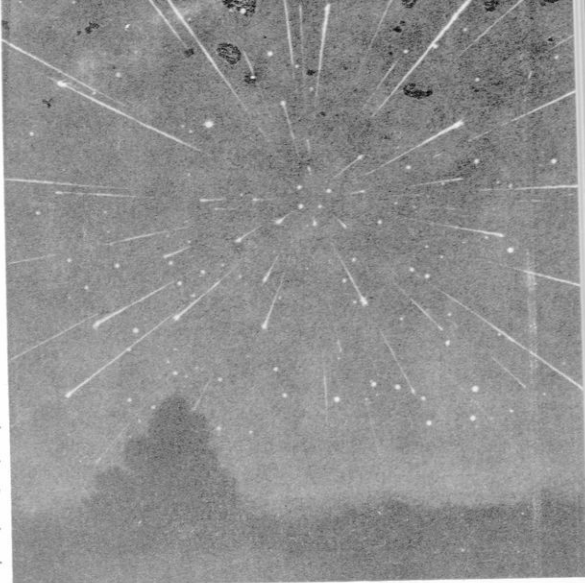
Συνολικῶς λαμβάνουν χώραν ἑννέα βροχαὶ διαττόντων ἑτησίως, σπουδαιότερα τῶν ὁποίων εἶναι ἡ σημειούμενη μεταξὺ 9ης καὶ 14ης Αὐγούστου, ὁπότε τὸ πλῆθος τῶν λαμπρῶν μόνον διαττόντων ὑπολογίζεται εἰς 46 καθ' ὥραν. Τὸ ἄκτινοβόλον αὐτῶν εὐρίσκεται εἰς τὴν κατεύθυνσιν τοῦ ἀστέρος ἡ τοῦ Περσέως, διὰ τοῦτο δὲ καὶ καλοῦνται **Περσείδαι**. Ἡ βροχὴ αὐτὴ ὀφείλεται εἰς τὸ μετεωρικὸν σμήνος, τὸ προερχόμενον ἀπὸ τὸν κομήτην τοῦ Tuttle, τοῦ 1866.

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

Ἐνίστε συμβαίνει, ἔαν ὁ ἀερόλιθος ἐκραγῇ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν ἢ ἔαν ἡ γῆ διέλθῃ διὰ μέσου σμήνους μετεώρων, νὰ πέσῃ εἰς τὴν γῆν ἢ καλουμένη **χάλαζα ἐκ λίθων**, ὁπότε τὸ συνολικὸν πλῆθος τῶν μετεωρολίθων δυνατὸν νὰ ὑπερβαίνει 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 αὐτοὺς μέταλλα καὶ μάλιστα σίδηρος, εἰς μεγάλην ἀναλογίαν. Διὰ τοῦτο οἱ ἀερόλιθοι διαχωρίζονται εἰς **σιδηρίτας**, περιέχοντας σίδηρον καὶ εἰς **μετεωρολίθους**, οἱ ὁποῖοι προέρχονται ἀπὸ πετρώδεις μετεωρίτας.

γ'. Ἡ πτώσις τῶν μετεωριτῶν συνεπάγεται συνήθως τὴν διανοξιν κρατῆρων ἐπὶ τῆς γῆς, οἱ ὁποῖοι, πρὸς διάκρισιν ἀπὸ τοὺς ἡφαιστειακοὺς, καλοῦνται **μετεωρικοὶ κρατῆρες**. Ὁ μεγαλύτερος ἐξ



Εἰκ. 35. Ἡ βροχὴ τῶν διαττόντων τῆς 9ης Ὀκτωβρίου 1933. Ὅλα τὰ μετέωρα προέρχονται ἀπὸ τὸ «ἄκτινοβόλον» σημείον, τὸ εὐρίσκόμενον μεταξὺ τῶν τεσσάρων ἀστέρων τῆς κεφαλῆς τοῦ Δράκοντος.

αὐτῶν εὐρίσκεται εἰς Κεμπέκ τῆς Ἀμερικῆς, ἔχει δὲ διάμετρον 4600 m καὶ ὕψος τειχωμάτων 165 m.

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

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

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

Ἀσκήσεις

46. Εὑρετε τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ἡμιάξονος τῆς τροχιάς τοῦ κομήτου τοῦ Halley, τοῦ ὁποίου ἡ περίοδος εἶναι 75,2 ἔτη.

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

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

Ι. ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

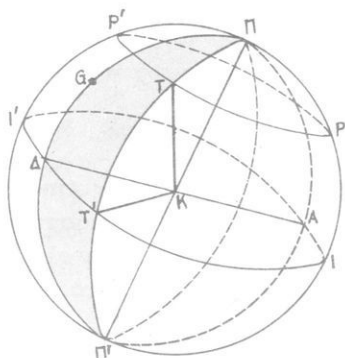
87. Ἡ γῆνιν σφαῖρα· ἄξων αὐτῆς καὶ κύκλοι τῆς ἐπιφανείας τῆς α'. Ἡ γῆ εἶναι σφαιρική καὶ μεμονωμένη εἰς τὸ διάστημα. Ἐκτὸς πολλῶν ἄλλων ἀποδείξεων, τοῦτο πιστοποιοῦν πλέον αἱ φωτογραφίαι τῆς γῆς, αἱ ληφθεῖσαι ὑπὸ διαστημοπλοίων, ἀπὸ μεγάλων ἐξ αὐτῆς ἀποστάσεων.

β'. Καλοῦμεν ἄξονα τῆς γῆνιν σφαίρας (σχ. 12) τὴν διάμετρον αὐτῆς ΠΠ', περὶ τὴν ὁποίαν 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'. Ὀνομάζεται ἰσημερινὸς τῆς γῆς ὁ μέγιστος κύκλος αὐτῆς ΙΤ'Ι', ὁ κάθετος πρὸς τὸν ἄξονά της καὶ διερχόμενος διὰ τοῦ κέντρου της Κ. Ὁ ἰσημερινὸς χωρίζει τὴν γῆν εἰς δύο ἡμισφαίρια, ἐκ τῶν ὁποίων, τὸ μὲν περιέχον τὸν βόρειον πόλον αὐτῆς καλεῖται βόρειον ἡμισφαίριον, τὸ δὲ περιέχον τὸν νότιον πόλον της λέγεται νότιον ἡμισφαίριον. Οἱ ἄπειροι παράλληλοι πρὸς τὸν ἰσημερινὸν μικροὶ κύκλοι, ὡς ὁ Ρ Τ Ρ', καλοῦνται παράλληλοι κύκλοι τῆς γῆς.

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

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



Σχ. 12.

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, ἂν ὁ τόπος κεῖται εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον τῆς γῆς, **νότιον** δέ, ἂν οὗτος κεῖται εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον αὐτῆς. Οὕτω, τὸ γεωγρ. πλάτος τοῦ τόπου Τ εἶναι βόρειον καὶ μετρεῖται ὑπὸ τοῦ τόξου Τ'Τ.

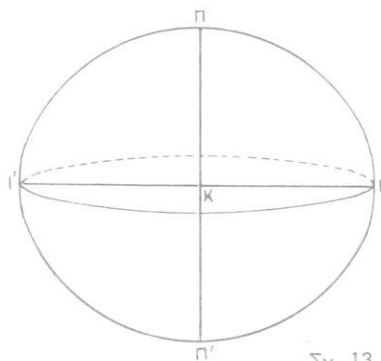
β'. Καλοῦμεν γεωγραφικὸν μῆκος τοῦ τόπου Τ καὶ τὸ συμβολίζομεν διὰ τοῦ L, τὴν διέδρον γωνίαν ΓΠΠ'Τ, τὴν σχηματιζομένην ὑπὸ τοῦ πρώτου μεσημβρινοῦ καὶ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου Τ. Ταύτης ἀντίστοιχος εἶναι ἡ ἐπίπεδος γωνία ΔΚΤ' τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἰσημερινοῦ, τῆς ὁποίας μέτρον εἶναι τὸ τόξον ΔΤ' τῆς περιφερείας 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, ἂν ὁ τόπος κεῖται εἰς τὸ ἀνατολικὸν ἡμισφαίριον, **δυτικὸν** δέ, ἂν οὗτος κεῖται εἰς τὸ δυτικὸν ἡμισφαίριον. Οὕτω, τὸ γεωγρ. μῆκος τοῦ τόπου Τ εἶναι ἀνατολικὸν καὶ μετρεῖται ὑπὸ τοῦ τόξου ΔΤ'.

γ'. Ἐπειδὴ ὁ τόπος Τ κεῖται εἰς τὴν τομὴν τοῦ μεσημβρινοῦ αὐτοῦ ΠΠΠ' καὶ τοῦ παραλλήλου του ΡΤΡ', εἶναι προφανές, ὅτι τὸ γεωγρ. μῆκος καὶ τὸ γεωγρ. πλάτος αὐτοῦ, ὀρίζουν τὴν θέσιν του ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς. Διότι, τὸ μὲν πλάτος ὀρίζει τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τοῦ παραλλήλου τοῦ τόπου ἀπὸ τὸν ἰσημερινόν, καθὼς καὶ τὸ ἡμισφαίριον, βόρειον ἢ νότιον, τὸ δὲ μῆκος ὀρίζει τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου ἀπὸ τὸν πρῶτον μεσημβρινόν, καθὼς καὶ τὸ ἡμισφαίριον, ἀνατολικὸν ἢ δυτικόν. Διὰ τοῦτο, τὸ γεωγρ. πλάτος καὶ γεωγρ. μῆκος ἑνὸς τόπου καλοῦνται, ἀπὸ κοινοῦ, **γεωγραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ τόπου**.

89. Τὸ γήινον ἑλλειψοειδές. α'. Ἀκριβεῖς μετρήσεις τοῦ μήκους τόξων, διαφόρων μεσημβρινῶν τῆς γῆς, ὠδήγησαν εἰς τὸν καθορι-

σμόν τοῦ ἀκριβοῦς μεγέθους¹, ἀλλὰ καὶ τοῦ ἀκριβοῦς σχήματος τῆς γῆς. Οὕτως εὐρέθη, ὅτι οἱ μεσημβρινοί, ἴσοι πρὸς ἀλλήλους, ἔχουν μήκος 40.009.152 m, ἐνῶ ὁ ἰσημερινὸς εἶναι μεγαλύτερος κατὰ 67.442 m. Ἐκ τῶν δεδομένων τούτων προκύπτει, ὅτι ὁ μεσημβρινὸς ΠΠΠ'Ι', (σχ. 13) εἶναι ἑλλειψις, τῆς ὁποίας, ὁ μὲν μέγας ἡμιάξων ΙΚ, ὁστις καὶ καλεῖται **ἰσημερινὴ ἀκτίς** τῆς γῆς, ἔχει μήκος 6.378.388 m, ὁ δὲ μικρὸς ἡμιάξων ΚΠ, ὁστις καλεῖται **πολικὴ ἀκτίς**, εἶναι μικρότερος κατὰ 21.476 m.



Σχ. 13.

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

γ'. Ἀπὸ τὰ μήκη τῆς ἰσημερινῆς καὶ τῆς πολικῆς ἀκτίνος προκύπτει, ὅτι ἡ μὲν ἐπιφάνεια τῆς γῆς εἶναι ἴση πρὸς 510.101.000 km², ἐκ τῶν ὁποίων μόνον τὰ 148.900.000 ἀντιστοιχοῦν εἰς τὴν ξηράν, ὁ δὲ ὄγκος τῆς ἀνέρχεται εἰς 1.083.320.000.000 km³.

Ἐξ ἄλλου, διὰ διαφόρων μεθόδων εὐρέθη, ὅτι ἡ μᾶζα τῆς γῆς ἀνέρχεται εἰς 5.977.10¹⁸ τόννους, ἐνῶ ἐκ τῆς μάζης καὶ τοῦ ὄγκου προκύπτει, ὅτι ἡ μέση πυκνότης αὐτῆς εἶναι ἴση μὲ 5,517. Τέλος, ἡ μὲν ἔντασις τῆς βαρύτητος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, εἰς γεωγρ. πλάτος 45°, εἶναι 9,81 m/sec², ἡ δὲ ταχύτης διαφυγῆς, ἥτοι ἡ ταχύτης ὑπερνικήσεως τῆς ἑλξεως τῆς γῆς, ἰσοῦται μὲ 11.178 m/sec.

δ'. Καλοῦμεν **γεωειδὲς** τὸ ἀκριβὲς ἑλλειψοειδὲς σχῆμα, τὸ ὁποῖον

(1) Πρῶτος, ὁστις ἐμέτρησε τὸ μέγεθος τῆς γῆς, μὲ ἀρκετὴν μάλιστα ἀκρίβειαν, εἶναι ὁ Ἑρατοσθένης, κατὰ τὸ 250 π.Χ. Οὗτος κατέμετρησε τὸ μήκος τοῦ τόξου τοῦ μεσημβρινοῦ, τοῦ περιλαμβανομένου μεταξὺ Ἀλεξανδρείας καὶ Συήνης. Εὕρεν, ὅτι τοῦτο ἦτο ἴσον μὲ 7° 12' καὶ ὅτι εἶχε μήκος 5000 σταδίων. Συνεπῶς, τὸ μήκος τοῦ ὅλου μεσημβρινοῦ ἀνῆρχετο εἰς 250.000 στ. = 39.375 m· διότι τὸ στάδιον ἰσοῦτο πρὸς 157,5 m.

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

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

Ἀσκήσεις

49. Διατί οἱ μεσημβρινοὶ εἶναι ἴσοι πρὸς ἀλλήλους;

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

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

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

53. Εὑρετε τὴν τιμὴν τῆς πλατύσεως τῆς γῆς.

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

55. Τὸ ναυτικὸν μίλιον ὀρίζεται ὡς τὸ μήκος τόξου $1'$ τοῦ μεσημβρινοῦ. Εὑρετε πόσον εἶναι τὸ μήκος τούτου εἰς μέτρα.

II. ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

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

α'. Ὁ **πυρῆν**. Ὁ πυρῆν εἶναι ἡ σφαῖρα, ἡ ἔχουσα ὡς κέντρον τὴν τὸ κέντρον τῆς γῆς καὶ ἀκτῖνα 3600 km περίπου, ἀντιστοιχοῦσαν συνεπῶς εἰς τὰ 0,57 τῆς γηίνης ἀκτίνος. Ἡ μέση πυκνότης του ὑπολογίζεται εἰς 9,5, ἐνῶ περὶ τὸ κέντρον τῆς

γῆς ἀνέρχεται εἰς τὴν τιμὴν 12,5. Ἐξ ἄλλου, ἡ θερμοκρασία του πρέπει νὰ κυμαίνεται περὶ τοὺς 3000° C, ἐνῶ ἡ πίεσις τῶν ὑπερκειμένων στοιβάδων φθάνει μέχρι $3,5 \times 10^6$ ἀτμοσφ. Τὸ πιθανώτερον, ὁ πυρὴν συνίσταται κυρίως ἐκ σιδήρου καὶ νικελίου. Ἀλλ' ὑπὸ τὰς κρατούσας ἐκεῖ συνθήκας, ἡ ὕλη τοῦ πυρῆνος δὲν δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς στερεά, πρέπει δὲ νὰ συμπεριφέρεται ὡς ρευστή.

β'. Ὁ μανδύας εἶναι ἡ στοιβάς, ἡ ὁποία ὑπέρκειται τοῦ πυρῆνος, πάχους 2750 km περίπου, ἥτοι 0,42 τῆς γήινης ἀκτίνος καὶ ἡ ὁποία διαχωρίζεται εἰς δύο στρώματα, ἐκ τῶν ἑσῶ πρὸς τὰ ἑξῶ.

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

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

Ὁ φλοιός, εἰς μὲν τὸ κατώτερον στρώμα του ἀποτελεῖται ἀπὸ βαλσταοειδῆ, εἰς δὲ τὸ ἀνώτερον ἀπὸ γρανιτοειδῆ πετρώματα.

δ'. Τὸ σύνολον τῶν ὑδάτων, τὰ ὁποία καλύπτουν τὰς κοιλότητας τῆς ἐπιφανείας τῆς λιθοσφαίρας, ὡς θάλασσαι, λίμναι κ.λπ. καλοῦμεν συνήθως **ὕδρoσφαιραν**.

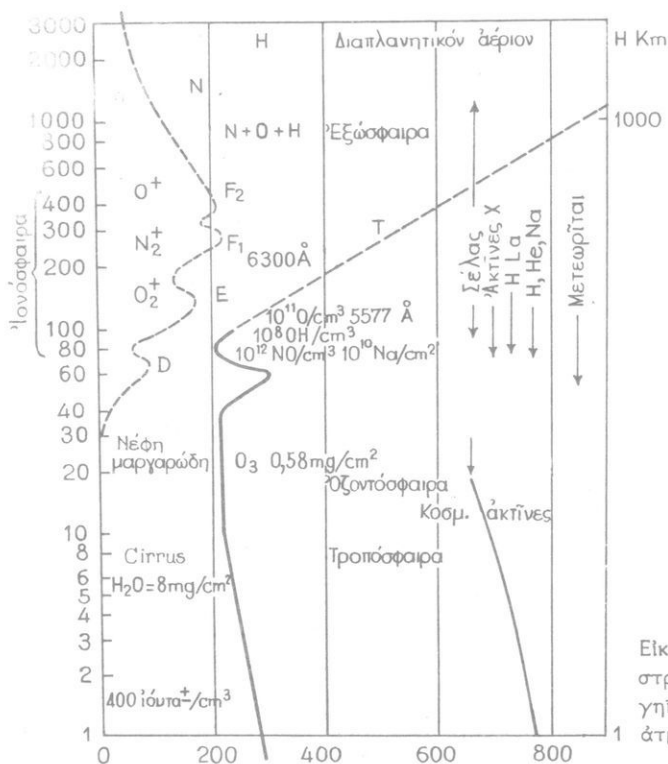
91. Ἡ ἀτμόσφαιρα. α'. Ὑπεράνω τοῦ φλοιοῦ ὑπάρχει ἡ τελευταία στοιβάς τῆς γῆς, ἡ **ἀτμόσφαιρα**.

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

Ἡ μᾶζα τῆς ἀτμοσφαίρας ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ $1/1000$ τῆς ὅλης γήινης μάζης, ἐνῶ τὰ $3/4$ αὐτῆς συγκεντρῶνται μέχρι τοῦ ὕψους τῶν 11 km. Συνίσταται κυρίως ἐξ ἀζώτου (78%), ὀξυγόνου (21 %) καὶ εὐγενῶν ἀερίων κ.λπ. (1 %).

β'. Ἡ ἀτμόσφαιρα διαχωρίζεται εἰς πέντε στρώματα, τὰ ὁποία εἶναι :

1. Ἡ **τροπόσφαιρα**, μέσου ὕψους 11 km. Εἶναι τὸ κατώτερον στρώμα, τοῦ



Εικ. 36. Διαδοχικά στρώματα της γήινης ατμόσφαιρας.

όπου το ύψος, εις τούς πόλους μόν, περιορίζεται εις τὰ 10 km, εις τὸν ἰσημερινὸν δέ, ἐπεκτείνεται ἕως τὰ 16 km. Ἐντὸς αὐτῆς λαμβάνουν χώραν ὅλαι αἱ μεταβολαὶ τῶν μετεωρολογικῶν φαινομένων, νεφῶν, ἀνέμων βροχῶν κ.λπ., αἱ **τ ρ ο π α ῖ**, ὅπως λέγονται, ἐκ τῶν ὁποίων ἔλαβε καὶ τὸ ὄνομα τῆς. Εἰς τὴν τροπόσφαιραν ἡ θερμοκρασία κατέρχεται κατὰ 0,6° C ἀνὰ 100 m ὕψος καὶ εἰς τὰ ὅρια αὐτῆς φθάνει τοὺς 60° C ὑπὸ τὸ μηδέν.

2. Ἡ **στρατόσφαιρα**, ἀπὸ 11 ἕως 50 km ὕψος. Τὸ ἀμέσως ὑπερκείμενον τῆς τροπόσφαιρας στρώμα εἶναι ἡ στρατόσφαιρα, εἰς τὴν ὁποίαν ἡ θερμοκρασία παρὰ μένει σίταθερά κατ' ἀρχάς, ἀκολουθῶν δὲ ἀνέρχεται βαθμιαίως ἕως τοὺς +15° C.

3. Ἡ **μεσόσφαιρα**, ἀπὸ 50 ἕως 80 km ὕψος. Εἰς τὸ στρώμα αὐτὸ ἡ θερμοκρασία κατέρχεται μέχρι -40° C, καθὼς χωροῦμεν πρὸς τὸ ὕψος τῶν 80 km.

4. Ἡ **θερωσφαιρα**, ἀπὸ 80 ἕως 500 km ὕψος, ἔλαβε τὸ ὄνομα τοῦτο, διότι καθ' ὅλην τὴν ἑκτασίν τῆς ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται συνεχῶς καὶ εἰς τὸ ὕψος τῶν 450 - 500 km φθάνει τοὺς +1500° C ἢ καὶ περισσότερον.

5. Ἡ **ἐξώσφαιρα**, τέλος, ἐκτείνεται ἀπὸ τὰ 500 km ὕψος καὶ ἄνω, ὅπου ἡ θερμοκρασία παρουσιάζει μικρὰν αὐξησιν μετὰ τοῦ ὕψους. Ὅταν λέγωμεν, ὅτι ἡ

θερμοκρασία είναι τόσο υψηλή, εις τὰ ἐξώτατα ὄρια, θὰ πρέπει νὰ ἐννοῶμεν, ὅτι ἡ κινητικὴ κατάστασις τῶν ἀτόμων τῆς ἀτμοσφαίρας, εις τὰ ὕψη ἐκεῖνα, εἶναι ἡ ἀντιστοιχοῦσα εις αὐτὰς τὰς θερμοκρασίας.

Ἡ ἐξώσφαιρα ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ ἠλεκτρόνια καὶ ἰόντα, τὰ ὁποῖα, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τῆς γῆς (§ 93 α), συμπεριφέρονται ὅπως ἡ ὕλη τῶν ἀνωτέρων στοιβάδων τοῦ ἡλιακοῦ στέμματος. Τὴν κατάστασιν αὐτὴν τῆς ὕλης καλοῦμεν **πλάσμα**.

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

δ'. **Ἰονόσφαιρα**. Ἀπὸ τοῦ ὕψους τῶν 60 km καὶ ἄνω παρατηροῦνται φαινόμενα ἰονισμοῦ τῶν μορίων καὶ τῶν ἀτόμων τῆς ἀτμοσφαίρας, εἰς τρόπον ὥστε ὁλόκληρα στρώματα, μεγάλου πάχους, νὰ ἐμφανίζονται ἰονισμένα. Καλοῦμεν ἰονόσφαιραν τὸ σύνολον τῶν ἰονισμένων ἀτμοσφαιρικῶν στρωμάτων. Ἐξ αὐτῶν τὰ κυριώτερα εἶναι:

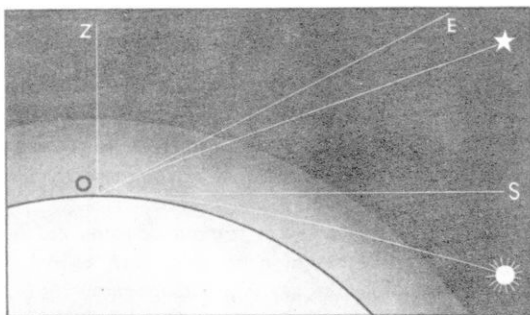
1. Τὸ **στρώμα D** εἰς ὕψος 60 ἕως 80 km, ἀσθενῶς ἰονισμένον καὶ μόνον κατὰ τὴν ἡμέραν.

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

3. Τὸ **στρώμα F**, διαχωριζόμενον εἰς δύο μέρη F_1 καὶ F_2 , ἐκ τῶν ὁποίων τὸ μὲν F_1 ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ μέσον ὕψος τῶν 220 km μὲ πάχος 120 km καὶ ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἡλιακοῦ φωτισμοῦ, τὸ δὲ F_2 , εἰς τὸ ὕψος τῶν 350 km, ἐπεκτείνεται κάποτε καὶ μέχρι τῶν 500 km. Τὰ δύο τμήματα χωρίζονται κατὰ τὴν ἡμέραν, ἐνῶ κατὰ τὴν νύκτα συνεννοῦνται εἰς ἓν στρώμα.

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

92. Ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις. α'. Ὡς ἐκ τῆς διαφόρου πυκνότητος τῶν στρωμάτων τῆς γηίνης ἀτμοσφαίρας, τὸ φῶς τοῦ ἡλίου καὶ τῶν ἀστέρων, εἰσδύον ἀπὸ στρώματος εἰς στρώμα, ἦτοι ἀπὸ τινος μέσου μικροτέρας ὀπτικῆς πυκνότητος, εἰς ἄλλα, ὁλονὲν καὶ μεγαλύτερας ὀπτικῆς πυκνότητος, ὑπόκειται εἰς συνεχῇ διάθλασιν, τὴν ὁποίαν ὀνομάζομεν **ἀτμοσφαιρικὴν**. Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις εἶναι τόσοσὺν μεγαλύτερα, ὅσον εἶναι μεγαλύτερα καὶ ἡ πλαγιότης τῶν ἀ-



Εικ. 37. Λόγω της ατμοσφαιρικής διαθλάσεως, ο ήλιος και ο άστήρ, εύρισκόμενοι πλησίον του όρίζοντος, άνυψούνται και φαίνονται εις τὰς θέσεις S και E αντίστοιχως.

κτίνων του φωτός, διὰ τουτο δὲ καὶ μηδενίζονται, ὅταν ἡ ἀκτὶς εἰσδύῃ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κατακορύφου. Ἀντιθέτως, λαμβάνει τὴν μεγαλυτέραν τῆς τιμὴν, ἴσην πρὸς $36'36''$, ὅταν τὸ φῶς προέρχεται ἐκ τῶν σωμάτων, τῶν εύρισκομένων εἰς τὸν ὀρίζοντα.

β'. Τὰ ἀποτελέσματα τῆς ατμοσφαιρικῆς

διαθλάσεως εἶναι πολλὰ, κυριώτερα δὲ τούτων τὰ ἑξῆς:

1. **Παράτασις τῆς διαρκείας τῆς ἡμέρας.** Λόγω τῆς ἀτμ. διαθλάσεως, ὁ ἥλιος, ὅταν εύρίσκεται πλησίον τοῦ ὀρίζοντος, άνυψούται φαινομενικῶς. Ἐπειδὴ δὲ ἡ φαινομένη διάμετρός του εἶναι ἴση πρὸς $32'$ περίπου, ἥτοι ὅση εἶναι καὶ ἡ τιμὴ τῆς ἀτμ. διαθλάσεως εἰς τὸν ὀρίζοντα, διὰ τουτο, ὅταν ὁ δίσκος του φαίνεται, ὅτι ἐφάπτεται τοῦ ὀρίζοντος, διὰ τὰ δύσει, εἰς τὴν πραγματικότητα οὗτος ἔχει δύσει ἐντελῶς. Τὸ ἀντίστροφον γίνεται κατὰ τὴν ἀνατολήν του, ὅποτε, ὅταν πράγματι ἀρχίζῃ νὰ ἀνατέλῃ, φαίνεται ὅτι ἤδη ἀνέτειλεν ἐντελῶς. Συνεπῶς, λόγω τῆς ἀτμ. διαθλάσεως ἐπιμηκύνεται ἡ παρουσία τοῦ ἡλίου ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα καὶ οὕτω παρατείνεται ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας.

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

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

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

ρίως, προκαλείται τὸ φαινόμενον, κατὰ τὸ ὅποιον οἱ ἀστέρες φαίνονται νὰ σπινθιρίζουν καὶ νὰ μετατοπίζονται ἐλαφρῶς, ἀλλὰ συνεχῶς, περὶ τὴν πραγματικὴν των θέσιν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται στίλβη τῶν ἀστέρων καὶ εἶναι ἐντονώτερον, ὅσον οἱ ἀστέρες εὐρίσκονται πλησιέστερον τοῦ ὀρίζοντος.

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

γ'. Τὸ **λυκαυγὲς** 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 σωματιδίων, ὕδρατμῶν, μορίων καπνοῦ κ.λπ.

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

Ὁ γεωμαγνητικὸς ἄξων τῆς γῆς σχηματίζει μετὰ τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς γωνίαν $11^{\circ},4$.

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

Ἐξ ἄλλου, ὁ ἥλιος καὶ οἱ πλανῆται παρουσιάζουν μαγνητικὸν πεδίου, τοῦ ὁποίου ἡ ἔντασις φαίνεται νὰ εἶναι τόσον μεγαλυτέρα, ὅσον ταχύτερα εἶναι ἡ περιστροφή των.

Ἡ ἔντασις τοῦ γήινου μαγνητικοῦ πεδίου, εἰς τοὺς πόλους, εὐρίσκεται ἴση πρὸς 0,63 gauss, ἐνῶ τοῦ ἡλίου εἶναι 1 - 2 gauss.

γ'. **Ζῶναι Van Allen (Βὰν Ἀλλεν).** Διὰ τῶν τεχνητῶν δορυφόρων διεπιστώθη, ὅτι ὑπάρχουν δύο ζῶναι, ἐντόνου σωματικῆς ἀκτινοβολίας, ἡ πρώτη εἰς ὕψος ἀπὸ 1000 ἕως 8000 km καὶ ἡ δευτέρα ἀπὸ 10.000 ἕως 65.000 km, αἱ ὁποῖαι ὠνομάσθησαν ζῶναι Βὰν Ἀλλεν, ἀπὸ τὸ ὄνομα τοῦ ἐρευνητοῦ, ὅστις πρῶτος τὰς ἐπεσήμανε. Ἡ ἔντονος ἀκτινοβολία των ὀφείλεται εἰς τὰ ταχέως κινούμενα σωματίδια, πρωτόνια καὶ ἠλεκτρόνια, ἐπὶ τῶν δυναμικῶν γραμμῶν τοῦ γήινου μαγνητικοῦ πεδίου. Σημαντικώτερα ἐμφανίζεται ἡ ἐξωτερικὴ ζώνη, ἡ ὁποία καὶ γεννᾶται ἀπὸ τὰ σωματίδια, τὰ ὁποῖα φθάνουν εἰς τὴν γῆν ἐκ τοῦ ἡλίου (§ 58), σχηματίζουν δὲ ζώνην ἀπὸ πλάσμα, μὲ ἐντονωτέραν ἀκτινοβολίαν περὶ τὸν μαγνητικὸν ἰσημερινὸν τῆς γῆς.

Αἱ ζῶναι Βὰν Ἀλλεν σχετίζονται στενῶς μὲ τὸ φαινόμενον τοῦ πολικοῦ σέλαος.

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

Ἀσκήσεις

56. Δείξατε διατί ὁ δίσκος τοῦ ἡλίου ἢ τῆς σελήνης φαίνεται πεπλατυσμένος πλησίον τοῦ ὀρίζοντος.

57. Δικαιολογήσατε πῶς συμβαίνει, ὥστε ἡ στίλβη τῶν ἀστέρων νὰ περιρίζεται, ὅταν οὗτοι εὐρίσκονται πρὸς τὴν κατεύθυνσιν τῆς κατακορύφου.

III. ΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

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

β'. Ἀποδείξεις τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς ὑπάρχουν πολλαί, ἐκ τῶν ὁποίων αἱ κυριώτεραι εἶναι:

1. Ἡ φαινόμενη ἡμερησία κινήσεις τοῦ ἡλίου καὶ ὀλοκλήρου τῆς οὐρανίου σφαίρας ἐξ Α πρὸς Δ., ἡ ὁποία εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς (§ 121).

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

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

4. Ἡ ἀπόκλισις τῶν ὀριζοντίως κινουμένων βλημάτων. Πράγματι, ἐὰν εἰς τὸ Β. ἡμισφαίριον τῆς γῆς, ριφθῇ βλήμα μὲ διεύθυνσιν ἐκ Β. πρὸς Ν., ἥτοι κατὰ τὴν διεύθυνσιν μεσημβρινοῦ τῆς γῆς, τοῦτο κινεῖται καὶ πίπτει δυτικώτερον· ἐὰν δὲ κατευθυνθῇ ἐκ Ν. πρὸς Β., τότε κινεῖται καὶ πίπτει ἀνατολικώτερον. (Τὰ ἀντιθετα συμβαίνουν εἰς τὸ Ν. ἡμισφαίριον τῆς γῆς).

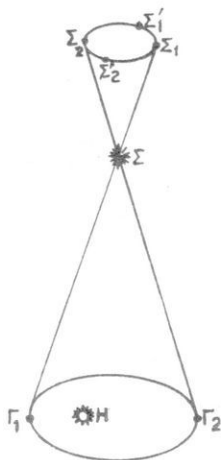
5. Ἡ μεταβολὴ τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος, συναρτῇ τοῦ γεωγρ. πλάτους. Οὕτως, ἐνῶ εἰς τοὺς πόλους τῆς γῆς ἡ τιμὴ τοῦ g εἶναι $983,221 \text{ cm/sec}^2$, εἰς τὸν ἰσημερινὸν ἔχομεν $g = 978,049 \text{ cm/sec}^2$,

ἂν καὶ θὰ ἔπρεπε νὰ εἶναι $981,441 \text{ cm/sec}^2$, ἂν ἡ μεταβολὴ ὠφείλετο μόνον εἰς τὴν μεγαλυτέραν ἀπόστασιν ἐκ τοῦ κέντρου τῆς γῆς, λόγῳ τοῦ μεγαλυτέρου μήκους τῆς ἰσημερινῆς ἀκτίνος. Ἡ διαφορὰ τῶν $3,392 \text{ cm/sec}^2$ ὀφείλεται εἰς τὴν περιστροφὴν.

Ἐκτὸς αὐτῶν καὶ ἄλλων ἀποδείξεων, ὑπάρχει καὶ ἡ **πειραματικὴ τοῦ ἐκκρεμοῦς**, τὴν ὁποίαν ἐφήρμοσε πρῶτος ὁ Foucault (Φουκῶ, 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 ἐξηρητημένον ἐπὶ τινος τῶν πόλων τῆς γῆς, καὶ ἐφωδιασμένον μὲ ἀκίδα, χαράσσουσιν ἐπὶ τοῦ ἐδάφους τὰς αἰωρήσεις, θὰ συνέβαινε τοῦτο: ἡ ἀκὴς θὰ ἔγραφεν εἰς κάθε αἰώρησιν διαφορετικὴν γραμμὴν, μαρτυροῦσαν ἀλλαγὴν τοῦ ἐπιπέδου, λόγῳ τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς καί, εἰς 24 ὥρ., τὸ σύνολον τῶν γραμμῶν θὰ συνεπλήρωνε περιφέρειαν κύκλου μὲ κέντρον τὸν πόλον. Ἐάν, ἀντιθέτως, τὸ ἐκκρεμές ἐξαρτηθῇ ἐπὶ τινος τόπου τοῦ ἰσημερινοῦ τῆς γῆς, θὰ διαγράφεται πάντοτε μία καὶ ἡ αὐτὴ γραμμὴ, ἐφ' ὅσον τὸ ἐπίπεδον αἰωρήσεως θὰ συνέπιπτε μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἰσημερινοῦ. Τέλος, εἰς ἐνδιάμεσα γεωγρ. πλάτη θὰ γράφεται ἔλλειψις. Τοῦτο ἀκριβῶς ἔδειξε καὶ τὸ ἐκκρεμές τοῦ Foucault, τὸ ὁποῖον ἐξηρητήθη ἀπὸ τὸν θόλον τοῦ Πανθέου τῶν Παρισίων. Ἡ ἀκὴς τοῦ ἐκκρεμοῦς ἔγραφεν ἐπὶ τῆς ἄμμου διαφορετικὰς γραμμάς, σχηματιζούσας ἔλλειψιν καὶ μαρτυρούσας τὴν περιστροφὴν τῆς γῆς.

γ'. Ἀποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς εἶναι ἡ συνεχὴς διαφορὰ τῆς **ἡμέρας** καὶ τῆς **νυκτός**, εἰς τοὺς διαφόρους τόπους. Διότι ἡ γῆ στρέφει πρὸς τὸν ἥλιον διαφορετικὸν ἡμισφαίριον, ἀνὰ πᾶσαν στιγμὴν, τὸ ὁποῖον φωτίζεται καὶ ἔχει ἡμέραν, διαχωρίζεται δὲ ἀπὸ τὸ ἄλλο ἡμισφαίριον, τὸ ὁποῖον δὲν φωτίζεται καὶ ἔχει νύκτα, διὰ τοῦ καλουμένου **κύκλου φωτισμοῦ**, ὁ ὁποῖος, ἐντὸς 24 ὥρου, συνεχῶς μετατοπίζεται καὶ διατρέχει ὅλην τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς.

95. Ἡ κίνησις τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον. α'. Ὡς τρίτος, κατὰ σειρὰν, πλανήτης τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος, ἡ γῆ κινεῖται περὶ τὸν ἥλιον, ἐκ Δ πρὸς Α., εἰς τὴν μέσην ἀπ' αὐτοῦ ἀπόστασιν τῶν $149.600.000 \text{ km}$ περίπου καὶ γράφει τὴν ἑλλειπτικὴν τῆς τροχίαν περὶ ἐκεῖνον, μὲ μέσην ταχύτητα 29.760 m/sec , ἐντὸς 365,256 ἡμ.



Σχ. 14.

β'. Ἀποδείξεις τῆς περιφορᾶς τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον, ὑπάρχουν πολλοί, σπουδαιότεροι τῶν ὁποίων εἶναι αἱ ἐξῆς:

1. Ἡ **παραλλακτικὴ ἀπόδειξις**. Ὅπως ἐλέχθη, (§ 24) καθὲς τῶν πλησιεστέρων ἀστέρων γράφει ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ κατ' ἔτος μικρὰν ἔλλειψιν, τὴν ὁποίαν καλοῦμεν **παραλλακτικὴν τροχιάν** (σχ. 3 καὶ 14). Ἀλλ' ἐὰν ἡ γῆ δὲν ἐκινεῖτο περὶ τὸν ἥλιον H, οἱ ἀστέρες δὲν θὰ ἔγραφον ἐτησίως τὴν τροχιάν αὐτήν.

2. Ἡ **ἐτησία ἀποπλάνησις τοῦ φωτός**. Ἀλλ' ἐνῷ ἐκ τῆς θέσεως Γ_1 τῆς γῆς (σχ. 14) ὁ ἀστήρ Σ θὰ ἔπρεπε νὰ παρατηρῇται εἰς τὴν θέσιν Σ_1 , ἐν τούτοις φαίνεται εἰς τὴν Σ'_1 καὶ ἐκ τῆς θέσεως Γ_2 τῆς γῆς παρατηρεῖται μετατοπισμένος ἐκ τοῦ Σ_2 εἰς τὸ Σ'_2 . Καθ' ὅμοιον τρόπον

μετατοπίζεται καὶ εἰς ὅλας τὰς ἐνδιαμέσους θέσεις. Ἡ μετατόπισις αὕτη καλεῖται ἐτησία ἀποπλάνησις τοῦ φωτός, ὀφείλεται δὲ εἰς τὴν κίνησιν τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον καὶ ἐξηγεῖται ὡς ἐξῆς:

Ὅταν ἓνα πλοῖον ἀκίνητῃ ὁ καπνὸς τῆς καπνοδόχου τοῦ ἔχει τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἀνέμου. Ὅταν ὅμως κινῆται, τότε καὶ ὁ καπνὸς τοῦ κινεῖται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς συνισταμένης τῆς διευσύνσεως τοῦ ἀνέμου καὶ τῆς διευσύνσεως τοῦ πλοίου. Καθ' ὅμοιον τρόπον, ἡ κατεύθυνσις πρὸς τὴν ὁποίαν φαίνεται ὁ ἀστήρ εἶναι ἡ συνισταμένη τῆς κινήσεως τῆς γῆς καὶ τοῦ φωτός τοῦ ἐρχομένου ἐκ τοῦ ἀστέρος.

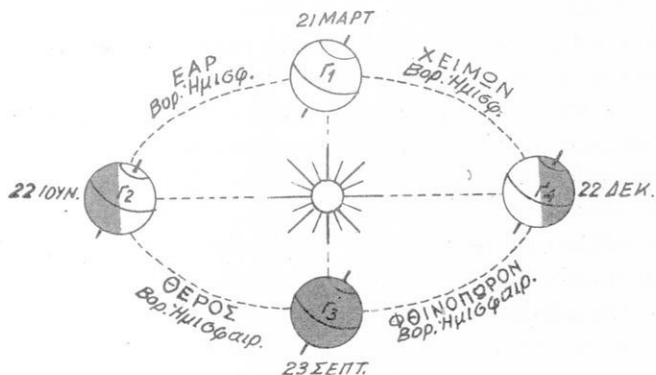
3. Ἡ **φασματικὴ ἀπόδειξις**. Τέλος, λόγῳ τῆς κινήσεως τῆς περὶ τὸν ἥλιον, ἐπὶ ἐξ μῆνας ἡ γῆ πλησιάζει πρὸς τινὰς τῶν ἀστέρων καὶ ἐπὶ ἄλλους ἐξ ἀπομακρύνεται αὐτῶν. Τὴν μὲν προσέγγισιν μαρτυρεῖ ἡ παρατηρουμένη μετατόπισις τῶν γραμμῶν τοῦ φάσματος τῶν ἀστέρων πρὸς τὸ κυανοῦν μέρος· τὴν δὲ ἀπομάκρυνσιν ἡ μετατόπισις τῶν πρὸς τὸ ἐρυθρόν. Τὰ φαινόμενα αὐτὰ τῆς περιοδικῆς μετατοπίσεως τῶν γραμμῶν τοῦ φάσματος δὲν ἐξηγοῦνται 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 Η (σχ. 15), θεωρούμενος ἐπὶ τὸ ἀπλούστερον, εἰς τὸ κέντρον τῆς ἐλλειπτικῆς τροχιάς τῆς γῆς περὶ αὐτόν.

Κατὰ τὴν 21ην Μαρτίου ἡ γῆ εὐρίσκεται εἰς τὴν θέσιν Γ_1 . Τότε, ὁ 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, ὁπότε ἡ γῆ διανύει τὸ τόξον $\Gamma_1\Gamma_2$, ὁ κύκλος φωτισμοῦ συνεχῶς μετατίθεται, ἐπειδὴ ὁ ἄξων αὐτῆς διατηρεῖ σταθερὰν κλίσιν, ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς της. Ὅλοι οἱ τόποι τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου φωτίζονται τότε ὅλον ἐν καὶ ἐπὶ περισσότερον χρόνον ἀπὸ τοὺς τόπους τοῦ νοτίου, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας εἰς αὐτοὺς συνεχῶς αὐξάνει, ἐνῶ εἰς τοὺς τόπους τοῦ νοτίου αὐξάνει συνεχῶς ἡ διάρκεια τῆς νυκτός. Κατὰ τὴν 22αν Ἰουνίου σημειοῦται ἡ μεγίστη διάρκεια τῆς ἡμέρας εἰς τὸ βόρειον καὶ ἡ ἐλαχίστη εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον. Τέλος, ἐνῶ ὁ Β. πόλος ἔχει συνεχῆ ἡμέραν, καθ' ὅλον τὸ διάστημα τοῦτο, ὁ Ν. πόλος ἔχει συνεχῆ νύκτα. Ἐξ ἄλλου, τὸ βόρειον ἡμισφαίριον, θερμαίνεται ὅλον ἐν καὶ περισσότερον, λόγῳ τῆς μεγαλυτέρας διαρκείας τῆς ἡμέρας, ἀλλὰ καὶ διότι αἱ ἀκτῖνες, ἡμέραν καθ' ἡμέραν, προσπίπτουν ὀλιγώτερον πλαγίως εἰς τοὺς τόπους αὐτοῦ. Διὰ τοῦτο καὶ ἐπικρατεῖ εἰς αὐτὸ ἡ ἐποχὴ τοῦ **ἔαρος**, ἐνῶ τὸ νότιον, τὸ ὁποῖον θερμαίνεται ὅλον ἐν καὶ ὀλιγώτερον, διανύει τὴν ἐποχὴν τοῦ **φθινοπώρου**.

Σχ. 15.



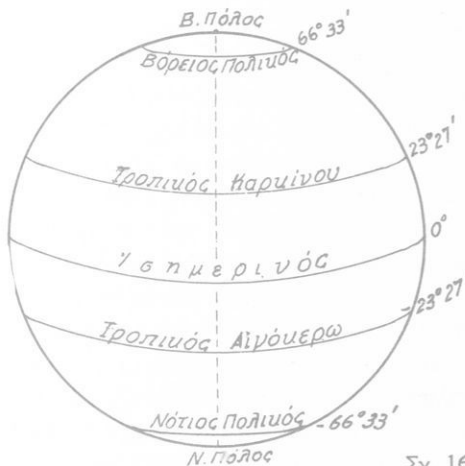
Ἀπὸ τῆς 22ας Ἰουνίου μέχρι τῆς 23ης Σεπτεμβρίου, ὁπότε ἡ γῆ διατρέχει τὸ τόξον $\Gamma_2\Gamma_3$ τῆς τροχιάς της, ὁ κύκλος φωτισμοῦ πλησιάζει καὶ πάλιν πρὸς τοὺς πόλους καὶ τὴν 23ην Σεπτεμβρίου διέρχεται ἀκριβῶς ἐξ αὐτῶν. Διὰ τοῦτο, ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας συνεχῶς περιορίζεται εἰς τοὺς τόπους τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου, ἐνῶ αὐξάνει εἰς τοὺς τόπους τοῦ νοτίου· καὶ τὴν 23ην Σεπτεμβρίου, ὅλοι πάλιν οἱ τόποι τῆς γῆς ἔχουν ἴσην διάρκειαν ἡμέρας καὶ νυκτός. Δι' ἄλλους τρεῖς μῆνας ὁ Β. πόλος εἶχε συνεχῇ ἡμέραν καὶ ὁ Ν. πόλος συνεχῇ νύκτα. Ἐξ ἄλλου, λόγῳ τῆς συνεχιζομένης μεγαλυτέρας διαρκείας τῆς ἡμέρας εἰς τοὺς τόπους τοῦ βορείου (ἔστω καὶ ἐὰν ἤδη αὐτὴ συνεχῶς περιορίζεται καί, ἐπὶ πλέον, παρὰ τὸ γεγονὸς ὅτι αἱ ἀκτῖνες προσπίπτουν ὁλονὲν καὶ περισσότερον πλάγιοι), συγκεντροῦται εἰς τὸ βόρειον μεγαλυτέρα ποσότης θερμότητος, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ἐπικρατεῖ εἰς αὐτὸ ἡ ἐποχὴ τοῦ **θέρους**, ἐνῶ εἰς τὸ νότιον ἡ ἐποχὴ τοῦ **χειμῶνος**.

Ἀπὸ τῆς 23ης Σεπτεμβρίου μέχρι τῆς 22ας Δεκεμβρίου, ὁπότε ἡ γῆ διατρέχει τὸ τόξον $\Gamma_3\Gamma_4$ τῆς τροχιάς της, ὁ κύκλος φωτισμοῦ συνεχῶς μετατίθεται, εἰς τρόπον, ὥστε νὰ φωτίζωνται ὁλονὲν καὶ ἐπὶ ὀλιγώτερον 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 ἡμισφαίριον. Καὶ ἐνῶ ὁ Β. πόλος ἔχει συνεχῇ νύκτα καθ' ὅλον τὸ διάστημα τοῦτο, ὁ Ν. πόλος ἀντιθέτως ἔχει συνεχῇ ἡμέραν. Ἐξ ἄλλου, τὸ Β. ἡμισφαίριον, λόγῳ τῆς μικροτέρας διαρκείας τῆς ἡμέρας, ἀλλὰ καὶ λόγῳ τῆς καθ' ἡμέραν μεγαλυτέρας πλαγιότητος τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων, θερμαίνεται πλέον πολὺ ὀλίγον, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὸ Ν. ἡμισφαίριον. Διὰ τοῦτο καὶ ἐπικρατεῖ εἰς τὸ βόρειον ἡ ἐποχὴ τοῦ **φθινοπώρου**, ἐνῶ εἰς τὸ νότιον ἡ ἐποχὴ τοῦ **ἔαρος**.

Τέλος, ἀπὸ τῆς 22ας Δεκεμβρίου μέχρι τῆς 21ης Μαρτίου, ὁπότε ἡ γῆ διατρέχει τὸ τόξον $\Gamma_4\Gamma_1$ τῆς τροχιάς 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, ἐνῶ τὴν 21ην Μαρτίου, ὅλοι πάλιν οἱ τόποι τῆς γῆς ἔχουν ἴσην διάρκειαν ἡμέρας καὶ νυκτός. Δι' ἄλλους τρεῖς μῆνας, ἐπὶ πλέον, ὁ βόρειος πόλος ἔχει συνεχῇ νύκτα, ἐνῶ ὁ νό-

τιος ἔχει συνεχῆ ἡμέραν.

Ἐξ ἄλλου, λόγω τῆς συνεχιζομένης μικροτέρας διαρκείας τῆς ἡμέρας εἰς τοὺς τόπους τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου, (ἔστω καὶ ἐὰν ἤδη αὐτὴ συνεχῶς αὐξάνει καὶ αἱ ἀκτίνες προσπίπτουν ὁλονέν καὶ ὀλιγώτερον πλαγίως), συγκεντροῦνται εἰς τὸ βόρειον μικρότερα ποσότης θερμότητος καὶ τοιοῦτοτρόπως ἐπικρατεῖ εἰς



Σχ. 16.

αὐτὸ ἡ ἐποχὴ τοῦ χειμῶνος, ἐνῶ εἰς τὸ νότιον ἡ ἐποχὴ τοῦ θέρους.

β'. Αἱ ζῶναι τῆς γῆς. Λόγω τῆς κλίσεως τοῦ ἄξονος τῆς γῆς καὶ τῆς, ὡς ἐκ τούτου, ἀνίσου κατανομῆς τῆς θερμότητος καὶ τοῦ φωτός εἰς τοὺς διαφόρους τόπους αὐτῆς, ἡ ἐπιφάνεια τοῦ πλανήτου μας διαχωρίζεται εἰς πέντε ζῶνας (σχ. 16).

Ἡ πρώτη ἐξ αὐτῶν ἐκτείνεται ἑκατέρωθεν τοῦ ἰσημερινοῦ μέχρι $\varphi = \pm 23^\circ 27'$, ἐνῶ ὁ μὲν παράλληλος κύκλος, διὰ τὸν ὅποιον εἶναι $\varphi = +23^\circ 27'$ καλεῖται **τροπικὸς τοῦ Καρκίνου**, ὁ δὲ παράλληλος, διὰ τὸν ὅποιον εἶναι $\varphi = -23^\circ 27'$ καλεῖται **τροπικὸς τοῦ Αἰγίουπερω**. Ἐπειδὴ ἡ ἐν λόγω ζώνη ἔχει ὡς ὁρίᾳ τῆς τοὺς δύο τροπικοὺς κύκλους, καλεῖται **τροπικὴ**· ἀκόμη δὲ λέγεται καὶ **διακεκαυμένη**, διότι αἱ ἀκτίνες τοῦ ἡλίου προσπίπτουν ἐπὶ τῶν τόπων αὐτῆς ὑπὸ γωνίαν μικράν, (ἢ ὅποια, συναρτῆσει 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 ὅποιον $\varphi = +66^\circ 33'$ καὶ **νότιον πολικὸν κύκλον** τὸν παράλληλον εἰς τὸν ὅποιον εἶναι $\varphi = -66^\circ 33'$. Ὁ τροπικὸς τοῦ Καρκίνου μετὰ τοῦ βορείου πολικοῦ κύκλου ὀρίζουν τὴν ζώνην, ἡ ὅποια καλεῖται **βόρειος εὐκρατος**, ἐνῶ ὁ τροπικὸς τοῦ Αἰγίουπερω μετὰ τοῦ νοτίου πολικοῦ κύκλου ὀρίζουν τὴν **νότιον εὐκρατον ζώνην**. Εἰς

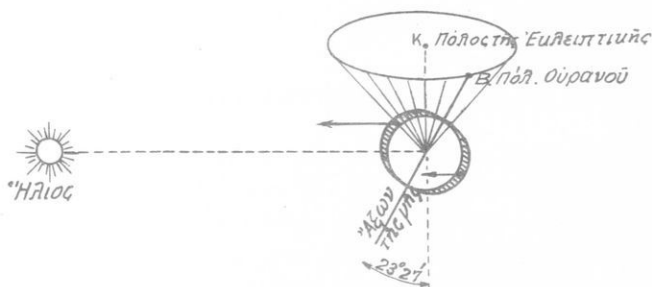
αὐτὰς αἱ ἀκτῖνες τοῦ ἡλίου, συναρτήσῃ τοῦ φ ἐκάστου τόπου καὶ τῆς ἡμερομηνίας τοῦ ἔτους, προσπίπτουν ὑπὸ γωνίαν, ἡ ὁποία κυμαίνεται ἀπὸ 0° ἕως 90° καὶ ὡς ἐκ τούτου αἱ θερμοκρασίαι διακυμαίνονται πολὺ καὶ τὸ κλίμα των, ἐν γένει, εἶναι εὐκρατον (γλυκύ).

Τέλος, μεταξὺ βορείου πολικοῦ κύκλου καὶ βορείου πόλου ἐκτείνεται ἡ **βόρειος πολικὴ ἢ βόρειος κατεψυγμένη ζώνη**, ἐνῶ μεταξὺ νοτίου πολικοῦ κύκλου καὶ νοτίου πόλου ἡ **νότιος πολικὴ ἢ νότιος κατεψυγμένη ζώνη**. Εἰς τοὺς τόπους αὐτῶν αἱ ἀκτῖνες τοῦ ἡλίου προσπίπτουν ὑπὸ μεγάλην πάντοτε γωνίαν, κυμαινομένην μεταξὺ $66^{\circ} 33'$ καὶ 90° . Ἐξ ἄλλου, κατὰ τὸν χειμῶνα, εἰς ἐκάστην ἐξ αὐτῶν ἡ νύξ παρτείνεται 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), ὅλον ἐν δὲ καὶ περισσότερα 24ῶρα, καθὼς τὸ φ αὐξάνει ἀπολύτως, μέχρι τῶν πόλων, ὅπου ἡ διάρκεια τῆς νυκτὸς ἀνέρχεται εἰς ἕξ μῆνας (§ 96α).

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

β'. Ἡ **μετάπτωσις**, τὴν ὁποίαν ἀνεκάλυψεν ὁ Ἕλληνας ἀστρονόμος Ἰππάρχος (190 - 120 π.Χ.), προκαλεῖται ὡς ἑξῆς: Λόγω τοῦ ἐλλειψοειδοῦς σχήματός της, ἡ γῆ εἶναι ἐξωγκωμένη περὶ τὸν ἰσημερινόν. Ἡ ἑλξις τοῦ ἡλίου ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ ἐξογκώματος εἶναι ἀνομοιόμορφος, μεγαλυτέρα δὲ εἰς τὸ μέρος αὐτοῦ, τὸ στρεφόμενον πρὸς τὸν ἥλιον καί, συνεπῶς, τὸ πλησιέστερον, μικρότερα δὲ εἰς τὸ ἐκ διαμέτρου ἀντίθετον (σχ. 17). Ἀλλ' ἡ ἀνομοιόμορφος αὐτῇ ἑλξις τείνει «νὰ ἀνατρέψῃ» τὴν γῆν, ὃ δὲ ἄξων αὐτῆς ἀναγκάζεται νὰ ἐκτελῇ κινήσιν, ἀνάλογον πρὸς ἐκείνην τῆς σβούρας. Οὕτως ὁ ἄξων τῆς γῆς γράφει, ἐντὸς 25.800 περίπου ἐτῶν, διπλοῦν κῶνον, τοῦ ὁποίου ἡ κορυφὴ εὐρίσκεται εἰς τὸ κέντρον τῆς γῆς, ἡ δὲ κυκλικὴ βάσις, ἀκτίνος $23^{\circ} 27'$ γράφεται ὑπὸ καθενὸς τῶν πόλων τῆς γῆς.

Τὸν κύκλον τῆς βάσεως τοῦ κώνου βλέπομεν νὰ γράφεται καὶ ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ. Διότι ὁ ἄξων τῆς γῆς, προεκτεινόμενος νοερῶς, τέμνει τὸν οὐρανὸν εἰς δύο σημεῖα, τὰ ὁποῖα ὀνομάζομεν πόλους τοῦ οὐρανοῦ. Πλησίον τοῦ βορείου οὐρανοῦ πόλου εὐρίσκεται ὁ πολι-



Σχ. 17.

κός ἀστήρ (§ 22γ). Οὕτως ὁ βόρειος πόλος τοῦ οὐρανοῦ, μετατοπίζεται συνεχῶς, λόγω μεταπτώσεως καὶ γράφει ἐπίσης κύκλον, ἐντὸς 25.800 ἐτῶν, τοῦ ὁποίου τὸ κέντρον Κ καλεῖται **βόρειος πόλος τῆς ἐκλειπτικῆς**. Ἀποτέλεσμα τῆς μετατοπίσεως τοῦ οὐρανοῦ πόλου εἶναι νὰ ἀλλάσῃ συνεχῶς ὁ πολικὸς ἀστήρ. Οὕτω, πρὸ 6.000 ἐτῶν πολικὸς ἦτο ὁ ἀστήρ α τοῦ Δράκοντος καὶ μετὰ 12.000 ἔτη θὰ εἶναι ὁ Βέγας. Ἐξ ἄλλου, λόγω αὐτῆς τῆς ἀλλαγῆς τοῦ οὐρανοῦ πόλου, ἀλλάσσουν καὶ οἱ ἀειφανεῖς ἀστερισμοί (§ 17γ).

γ'. Τὸ 1742 ὁ Ἀγγλὸς ἀστρονόμος Bradley (Μπράντλεϋ, 1693 - 1762), ἀνεκάλυψε τὴν τετάρτην κίνησιν τῆς γῆς, ἡ ὁποία ὠνομάσθη **κλόνησις**. Αὕτῃ ὀφείλεται εἰς τὴν ἀνομοιόμορφον ἔλξιν, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ καὶ ἡ Σελήνη ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ ἐξογκώματος τῆς γῆς. Ἡ ἔλξις τῆς Σελήνης δὲν συμπίπτει, ἐν γένει, μὲ τὴν ἔλξιν τοῦ ἡλίου, κατὰ διεύθυνσιν καὶ ὥς ἐκ τούτου ὁ γήινος ἰσημερινός, καθὼς καὶ ὁ ἄξων τῆς γῆς, ὑπόκειται καὶ εἰς ἄλλην κίνησιν. Οὕτως, ὁ ἄξων τῆς γῆς γράφει, ἀνὰ 9 ἔτ. καὶ 4 μῆν., μικρὰς ἡμιελλείψεις. Ἡ συνισταμένη τῆς μεταπτώσεως καὶ τῆς κλονήσεως εἶναι μία σπειροειδὴς γραμμὴ, ἀποτελουμένη ἀπὸ 2.800 μικρὰς ἡμιελλείψεως, αἱ ὁποῖαι γράφονται ἐντὸς τῆς μεταπτωτικῆς περιόδου τῶν 25.800 ἐτῶν.

Ἀσκήσεις

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ Η ΣΕΛΗΝΗ

Ι. 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 μεταξύ μιᾶς μεγίστης τιμῆς, ἴσης πρὸς 405.500 km καὶ μιᾶς ἐλαχίστης, ἴσης πρὸς 363.300 km. Ἐξ αὐτῶν προκύπτει, ὅτι ἡ μέση ἀπόστασίς της ἰσοῦται πρὸς 384.400 km.

β΄. Δεδομένου, ὅτι ἡ φαινομένη διάμετρος τῆς σελήνης, ἀναλόγως τῆς ἀποστάσεώς της, μεταβάλλεται μεταξύ 33' 49'' καὶ 28' 21'', ἡ μέση τιμὴ αὐτῆς ἰσοῦται πρὸς 31' 5''. Ἐκ τῆς ἀποστάσεως καὶ τῆς φαινομένης διαμέτρου ὑπολογίζομεν τὴν πραγματικὴν διάμετρον, διὰ τῆς ἀπλῆς σχέσεως, κατὰ τὴν ὁποίαν, πᾶν σῶμα, τιθέμενον εἰς ἀπόστασιν ἴσην πρὸς 57 διαμέτρους αὐτοῦ, ἔχει φαινομένην διάμετρον, ἴσην πρὸς 1^ο, ἐνῶ ἡ φαινομένη του διαμέτρος εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν πραγματικὴν. Οὕτως εὐρίσκομεν, ὅτι ἡ διάμετρος τῆς σελήνης εἶναι ἴση πρὸς 3.476 km (0,273 τῆς γηίνης).

Ἐκ τῆς ἀκτίνος τῆς σελήνης προκύπτει, ὅτι ἡ ἐπιφάνειά της εἶναι ἴση πρὸς $38 \times 10^6 \text{ km}^2$, ἥτοι τετραπλασία περίπου τῆς Εὐρώπης, ὁ δὲ ὄγκος της ἴσος πρὸς $22 \times 10^9 \text{ km}^3$, ἐνῶ 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 $\frac{1}{81}$ τῆς μάζης τῆς γῆς, ἥτοι πρὸς 73×10^{18} τόννους καὶ ὅτι ἡ πυκνότης της εἶναι 3,33, λαμβανομένης ὡς μονάδος τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος. Ἐκ τῆς μάζης καὶ τῆς ἀκτίνος εὐρίσκομεν, ὅτι ἡ τιμὴ τοῦ g ἐπὶ τῆς σεληνιακῆς ἐπιφανείας περιορίζεται εἰς τὸ $\frac{1}{6}$ τῆς γηίνης καὶ ὅτι ἡ ταχύτης διαφυγῆς ἐκ τῆς σελήνης εἶναι ἴση πρὸς 2,4 km/sec.

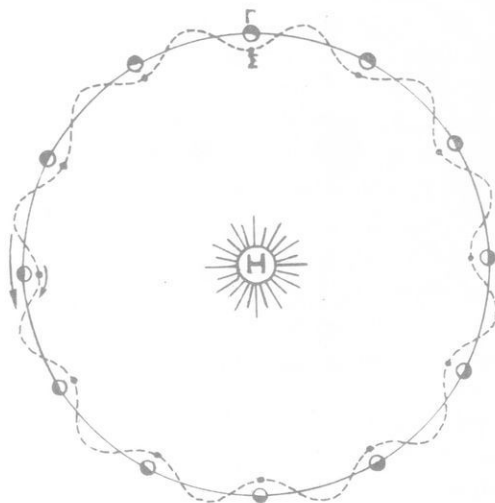
99. Κίνησις τῆς σελήνης περὶ τὴν γῆν. α΄. Ἡ σελήνη, κινουμένη περὶ τὴν γῆν ἐκ Δ πρὸς Α, γράφει ἔλλειψιν, τῆς ὁποίας ἡ ἐκκεντρότης εἶναι μικρά, ὥς προκύπτει ἐκ τῆς μεγίστης καὶ ἐλαχίστης ἀποστάσεώς της ἀφ' ἡμῶν. Καλοῦμεν **περίγειον** καὶ **ἀπόγειον** τῆς

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

β'. Τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς τῆς σελήνης σχηματίζει γωνίαν ἴσην πρὸς $5^{\circ} 8'$ μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς τῆς γῆς. Ὡς ἐκ τούτου, τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς τῆς σελήνης, τέμνει τὴν οὐράνιον σφαῖραν κατὰ κύκλον μέγιστον, ὁ ὁποῖος τέμνει τὴν ἐκλειπτικὴν (§ 128), εἰς δύο σημεῖα, τὰ ὁποῖα καλοῦνται **σύνδεσμοι**, ὁ ἓνας **ἀναβιβάζων** καὶ ὁ ἄλλος **καταβιβάζων**, διότι, ὡς εἶναι προφανές, τὸ ἥμισυ τῆς σεληνιακῆς τροχιάς εὐρίσκεται ἀνωθεν τοῦ ἐπιπέδου τῆς γήινης τροχιάς, τὸ δὲ ἄλλο ἥμισυ κάτωθεν αὐτοῦ.

γ'. Ὁ χρόνος, ὁ ἀπαιτούμενος διὰ μίαν πλήρη περιφορὰν τῆς σελήνης περὶ τὴν γῆν, ἰσοῦται πρὸς 27 ἡμ. 7 ὥρ. 43 λ. 11,58. (27,322 ἡμ.) καὶ καλεῖται **ἀστρικός μῆν**. Ἐκ τούτου προκύπτει, ὅτι ἡ μέση ταχύτης τῆς σελήνης, κινουμένης περὶ τὴν γῆν, ἰσοῦται πρὸς 1,02 km/sec.

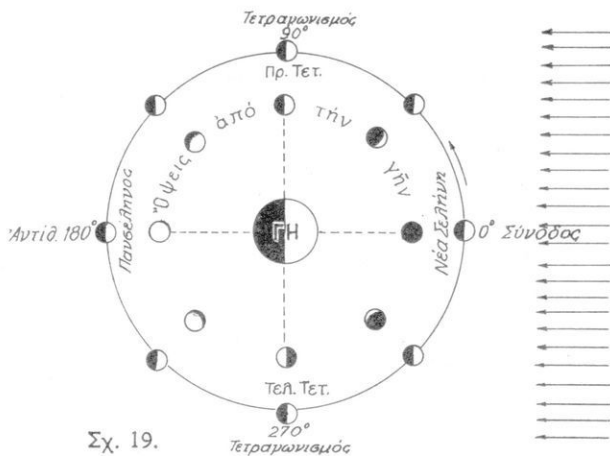
δ'. Ἐκ τοῦ συνδυασμοῦ τῆς κινήσεως τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον καὶ τῆς σελήνης περὶ τὴν γῆν, ἡ σελήνη γράφει περὶ τὸν ἥλιον μίαν κυματοειδῆ καμπύλην, ὅπως φαίνεται εἰς τὸ σχ. 18.



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

100. Αἱ φάσεις τῆς σελήνης. α'. Ἀναλόγως τῆς ἀποχῆς της (§ 64β) ἀπὸ τὴν ἥλιον, ἡ σελήνη παρουσιάζει πρὸς ἡμᾶς, καθ' ἡμέραν, διαφορετικὸν μέρος τοῦ φωτιζομένου ἀπὸ τὸν ἥλιον ἡμισφαίριου της. Καλοῦμεν **φάσεις τῆς σελήνης** τὰς διαφόρους ἀπόψεις αὐτῆς, καθ' ἐκάστην περιφορὰν της περὶ τὴν γῆν, ὡς ἐκ τῆς συνεχοῦς μεταβολῆς τῆς ἀποχῆς της ἀπὸ τὸν ἥλιον.

Οὕτως, ὅταν ἡ σελήνη εὐρίσκεται εἰς σύνοδον μετὰ τοῦ ἡλίου (ἀποχὴ 0°), στρέφει πρὸς τὴν γῆν (σχ. 19) τὸ μὴ φωτιζόμενον ἡμι-



Σχ. 19.

σφαίριόν της. Τότε λέγομεν, ὅτι ἔχομεν **νέαν σελήνην** (Ν.Σ.) ἢ **νουμηνίαν**. Ἀκολουθῶς, καθὼς ἡ ἀποχὴ μεγαλύνει, στρέφει πρὸς τὴν γῆν μικρὸν κατ' ἀρχὴν καὶ ἔπειτα ὅλον ἐν μεγαλύτερον μέρος τοῦ φωτιζομένου ἡμισφαιρίου της καὶ φαίνεται ὡς δρεπανοειδὴς κοιλόκυρτος **μη-**

νίσκος, ἐστραμμένος πρὸς ἀνατολάς. Μετὰ 7 ἡμ. καὶ 9 ὥρ. περίπου ἀπὸ τῆς Ν.Σ., ὅταν ἔρχεται εἰς τετραγωνισμόν (ἀποχὴ 90°), φαίνεται κατὰ τὸ ἡμισυ φωτισμένη, ἡ δὲ φάσις τῆς καλεῖται **πρῶτον τέταρτον** (Π.Τ.). Καθὼς 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 ἡμισφαίριόν της καὶ λέγομεν, ὅτι ἔχομεν **πανσέληνον**. Τότε ἡ σελήνη ἀνατέλλει, ὅταν ὁ ἥλιος δύῃ. Κατὰ τὸ διάστημα ἀπὸ τῆς Ν.Σ. μέχρι τῆς πανσελήνου ἡ σελήνη καλεῖται **αὔξουσα**.

Καθὼς ἡ ἀποχὴ μεγαλύνει μεταξὺ 180° καὶ 270°, ἡ σελήνη στρέφει πρὸς τὴν γῆν πάλιν ὅλον ἐν 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 τετραγωνισμόν (ἀποχὴ 270°) καὶ φαίνεται ἡμιφώτιστος. Τότε λέγομεν, ὅτι εὐρίσκεται εἰς τὴν φάσιν τοῦ **τελευταίου τετάρτου** (Τ.Τ.). Τέλος, καθὼς ἡ ἀποχὴ τείνει πρὸς τὰς 360°, ὁ μηνίσκος τῆς σελήνης γίνεται κοιλόκυρτος καὶ συνεχῶς λεπτύνεται, μέχρις οὗ, μετὰ ἄλλας 7 ἡμ. καὶ 9 ὥρ., ἔλθῃ ἡ σελήνη καὶ πάλιν εἰς σύνοδον, ὁπότε 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 ὥρ. 44 λ. 2,86 δ. (29,531 ήμ.), ὁ χρόνος δ' αὐτὸς καλεῖται **συνοδικὸς μῆν.**

Ὁ συνοδικὸς μῆν εἶναι μεγαλύτερος τοῦ ἀστρικοῦ, διότι εἰς τὸ διάστημα τῆς μιᾶς πλήρους περιφορᾶς τῆς σελήνης καὶ ἡ γῆ κινεῖται, κατὰ τὴν ἰδίαν φοράν, ἐπὶ τῆς τροχιάς της καὶ διανύει τόξον, ἴσον πρὸς τὸ $1/12$ αὐτῆς, περίπου. Συνεπῶς, διὰ νὰ ἔλθῃ ἡ σελήνη ἐκ νέου εἰς σύνοδον, χρειάζεται νὰ διατρέξῃ, ἐπὶ πλέον τῆς πλήρους περιφορᾶς της, τόξον ἀντίστοιχον πρὸς τὸ διανυθὲν ὑπὸ τῆς γῆς, ὥστε νὰ καταλάβῃ καὶ πάλιν θέσιν μεταξύ ἡλίου καὶ γῆς, διὰ νὰ γίνῃ σύνοδος. Διὰ τὸ ἐπὶ πλέον τοῦτο τόξον, ἡ σελήνη χρειάζεται χρόνον, ἴσον πρὸς τὴν διαφορὰν μεταξύ 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 ὁποῖον ὀνομάζεται **τεφρῶδες φῶς**. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸ φῶς, τὸ ὁποῖον ἀνακλᾷ πρὸς τὴν σελήνην ἡ γῆ καὶ τὸ ὁποῖον, ἐν συνεχείᾳ, ἀντανεκλᾶται 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 ἥλιον, μέρους τοῦ δίσκου της.

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

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

γ'. Ὁ ἄξων περιστροφῆς τῆς σελήνης ἔχει μικρὰν κλίσιν, ὡς πρὸς τὸν

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

δ'. Ὡς ἐκ τῆς βραδείας περιστροφῆς της, ἡ σελήνη παρουσιάζει ἀμελητέαν πλά-
τυνσιν, ὥστε τὸ σχῆμα της νὰ εἶναι, σχεδόν, ἐντελῶς σφαιρικόν.

Ἀσκήσεις

64. Εὑρετε τὴν ἀπόστασιν τῆς σελήνης ἐκ τῆς γῆς, δοθείσης τῆς παραλλά-
ξεως αὐτῆς, ὡς ἴσης πρὸς $57' 2'', 7$.

65. Εὑρετε τὴν ἀκτίνα τῆς σεληνιακῆς σφαίρας, δοθείσης τῆς μέσης φαινομέ-
νης διαμέτρου αὐτῆς, ὡς ἴσης πρὸς $31' 5''$.

66. Εἰς ποίας ἀποστάσεις, μετρούμενας διὰ τῆς διαμέτρου του, πρέπει νὰ εὑ-
ρεθῇ σῶμα σφαιρικόν, ὥστε νὰ παρουσιάζῃ φαινομένην διάμετρον, $30', 6', 1', 30'',$
 $20'', 10''$ καὶ $1''$.

67. Εὑρετε μὲ πόσας γῆνας ἀκτίνας ἰσοῦται ἡ μέση ἀπόστασις γῆς-σελήνης.

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

69. Ὅρίσατε τὴν ἀπόστασιν γῆς - σελήνης εἰς α.μ. καὶ ε.φ.

70. Πόσον πρέπει νὰ ζυγίζῃ ἐπὶ τῆς σελήνης σῶμα, ἔχον ἐπὶ τῆς γῆς βάρος 1 kg;

71. Εὑρετε εἰς ποῖον ποσοστὸν τῆς ἐπιφανείας καὶ τοῦ ὄγκου τῆς γῆς ἀντι-
στοιχοῦν ἡ ἐπιφάνεια καὶ ὁ ὄγκος τῆς σελήνης.

72. Εὑρετε τὴν τιμὴν τῆς πυκνότητος τῆς σελήνης, ὡς πρὸς τὴν γῆνιν.

73. Ἐὰν ἡ γῆ εὕρισκετο εἰς τὸ κέντρον τοῦ ἡλίου, ποῖαν θέσιν θὰ κατεῖχε ἡ
σελήνη, ὡς πρὸς τὸ κέντρον αὐτό, κινουμένη περὶ τὴν γῆν;

74. Εὑρετε τὴν ἐκκεντρότητα τῆς σεληνιακῆς τροχιάς καὶ ὁρίσατε σχηματικῶς
τὴν θέσιν τοῦ περιγείου καὶ τοῦ ἀπογείου τῆς σελήνης (βλ. ὑποσ. σ. 93).

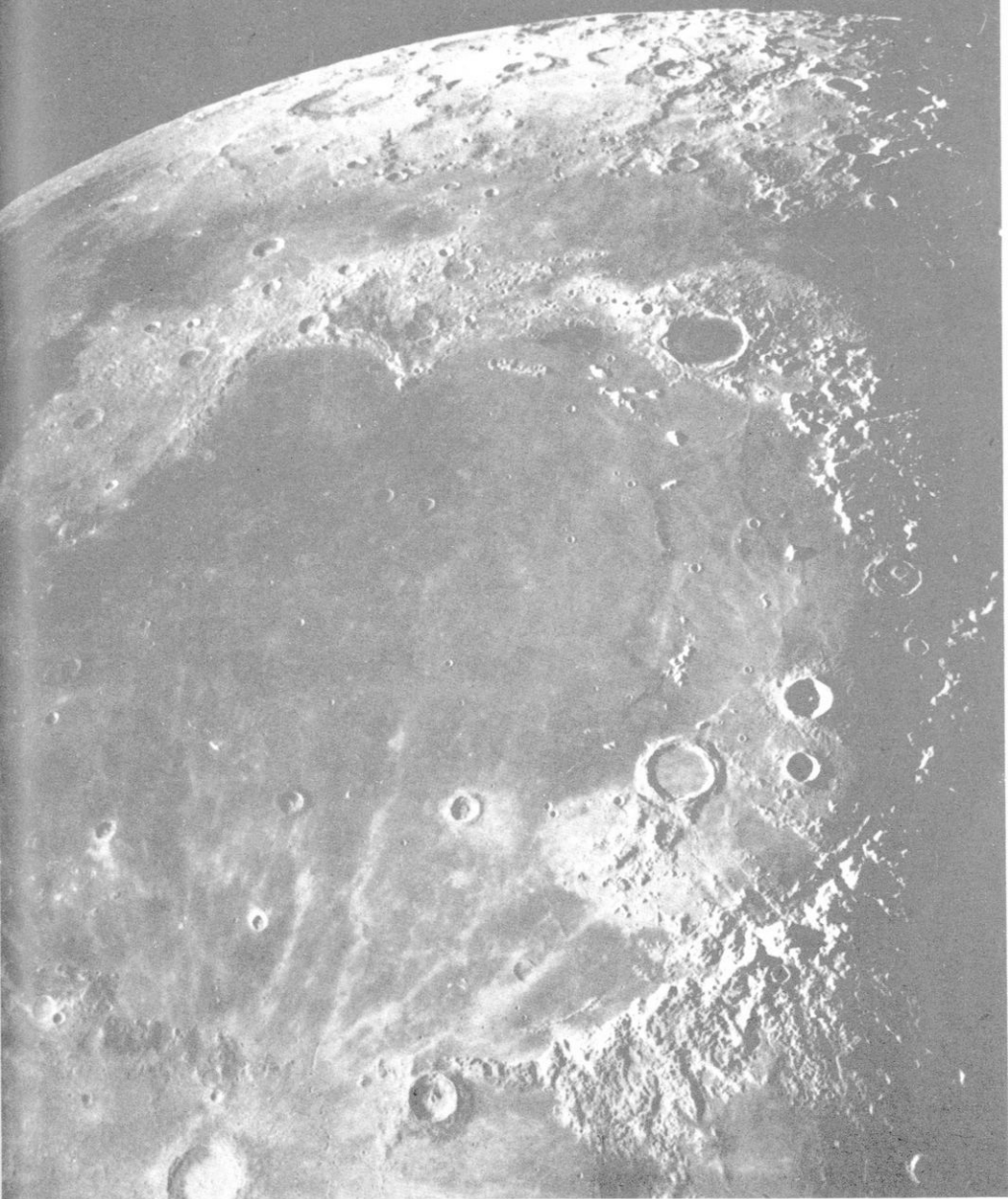
75. Εὑρετε τὴν πλάτυνσιν τῆς σελήνης, ἐὰν ὁ μικρὸς ἄξων αὐτῆς διαφέρῃ
κατὰ 50 μέτρα ἀπὸ τὸν μεγάλον ἄξονά της (βλ. § 68 γ).

II. ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΤΗΣ ΣΕΛΗΝΗΣ

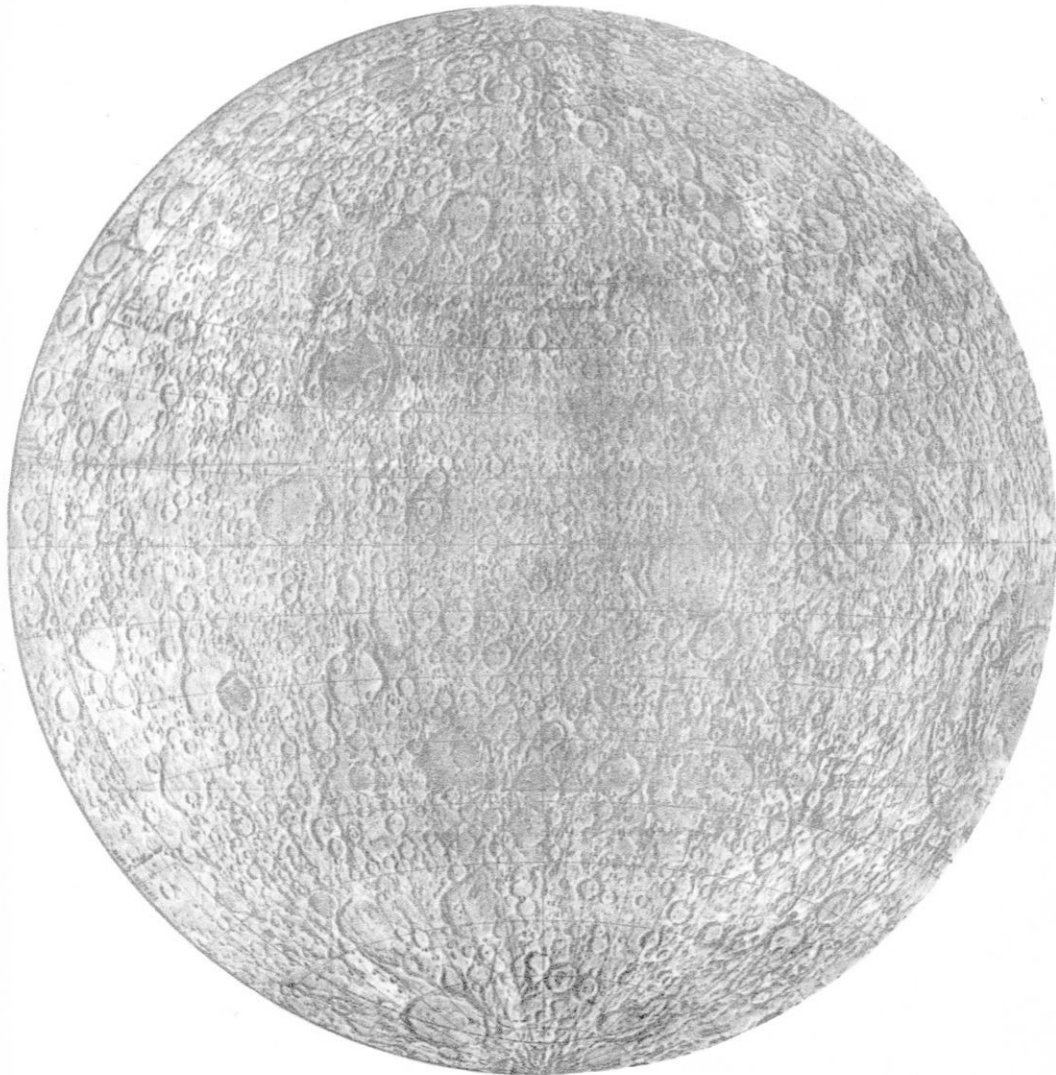
102. Ἐπιφάνεια τῆς σελήνης. α'. Αἱ τηλεσκοπικαὶ παρατη-
ρήσεις ἐπέτρεψαν τὴν πλήρη καὶ ἀκριβῆ χαρτογράφησιν τοῦ ὁρατοῦ
ἡμισφαιρίου τῆς σελήνης, βάσει δὲ τῶν φωτογραφιῶν, αἱ ὁποῖαι
ἐλήφθησαν ἐπὶ μίαν δεκαετίαν ὑπὸ τῶν διαστημοπλοίων, τὸ 1969
ἔγινεν ἡ πλήρης χαρτογράφησις καὶ τοῦ ἀοράτου ἡμισφαιρίου.

β'. Οὕτω γνωρίζομεν πλέον, ὅτι ἐπὶ τῆς σελήνης ὑπάρχουν
τὰ ἐξῆς κυρίως εἶδη σχηματισμῶν.

1. «Θάλασσαι». Πρόκειται περὶ μεγάλων κοιλωμάτων, ἀναλό-
γων πρὸς τὰ κοιλώματα, τὰ ὁποῖα καλύπτουν αἱ γῆναι θάλασσαι,
τὰ ὁποῖα ἀρχικῶς ὠνομάσθησαν «θάλασσαι», ἂν καὶ σήμερον γνω-



Εικ. 38. Περιοχή της σεληνιακής επιφανείας. Διακρίνονται δύο μεγάλοι όροσειροι (άνω και κάτω αριστερά), περιβάλλουσαι τήν επίπεδον έκτασιν τῆς «θαλάσσης τῶν ὀμβρῶν», ὅπως καὶ ἄρκετοὶ κρατῆρες.



Εικ. 39β. Χάρτης του άοράτου ήμισφαιρίου τής σελήνης.

καί μεμονωμένα ὄρη, τὰ ὁποῖα ἔχουν ὕψος μεγαλύτερον τῶν 4.800m., ἐνῶ τὸ μήκος τῶν ὄροσειρῶν φθάνει κάποτε καί τὰ 6.500 km. Ὡς ὑψηλότερον ὄρος θεωρεῖται τὸ Λάϊμπνιτζ, τοῦ ὁποίου τὸ ὕψος ὑπελογίσθη εἰς 8.200 m.

3. Κίρκοι καὶ κρατῆρες. Οὗτοι εἶναι οἱ κυριώτεροι καὶ πολυπλη-

θέστεροι σχηματισμοί τῆς σεληνιακῆς ἐπιφανείας. Εἶναι ὅλοι κυκλικοὶ ἢ ἑλλειπτικοί, ὁμοιάζοντες μὲ ὄρη κυκλικοῦ σχήματος, τὰ ὅποια περικλείουν μεγάλας πεδιάδας. Διὰ τοῦτο καὶ ὠνομάσθησαν κύκλοι (τσίρκα) ἢ καὶ κρατῆρες, ἐπεὶ οἱ μικρότεροι ὁμοιάζουν μὲ τοὺς κρατῆρας τῶν γηίνων ἡφαιστειῶν. Ἐνῶ ὅμως ὁ μεγαλύτερος τῶν κρατῆρων τῆς γῆς, τοῦ ἡφαιστείου Κρακάτουα ἔχει διάμετρον μόλις 2.000m, ἐπὶ τῆς σελήνης ὑπάρχουν μεγάλοι κρατῆρες καὶ κύκλοι, διαμέτρου καὶ ἄνω τῶν 100 km, συνήθως δὲ μέχρι 35 km. Τὰ ὄρεινὰ κυκλικά τειχώματα ἔχουν κάποτε ὕψος καὶ 6.500 m. Τὸ συνολικὸν πλῆθος τῶν σχετικῶς μεγάλων κρατῆρων, εἰς μὲν τὸ ὄρατον ἡμισφαίριον, ὑπερβαίνει τὰς 30.000, εἰς τὸ ἀόρατον δὲ τὰς 100.000.

Δὲν γνωρίζομεν πῶς ἐσχηματίσθησαν οἱ κύκλοι καὶ οἱ κρατῆρες. Τὸ πιθανώτερον ὅμως εἶναι, ὅτι οἱ περισσότεροι ἐξ αὐτῶν ἐδημιουργήθησαν διὰ τῆς πτώσεως μετεωριτῶν, μεγάλων διαστάσεων.

103. Τὸ ἔδαφος καὶ τὸ ἐσωτερικὸν τῆς σελήνης. α΄. Ἐκ τῆς ἀνακλαστικῆς ἰκανότητος τῆς σελήνης, ἥτοι τῆς ποσότητος τοῦ φωτός, τὸ ὅποιον ἀνακλάται ὑπ' αὐτῆς καὶ τὸ ὅποιον εἶναι ἴσον πρὸς 0,073 τοῦ προσπίπτοντος ἡλιακοῦ φωτός, προκύπτει ὅτι τὸ σεληνιακὸν ἔδαφος ἀποτελεῖται ἐν μέρει ἀπὸ ἐλαφρὰ πετρώματα, ὡς ὁ γύψος καὶ ἡ ἀργιλλικὴ μάργη. Ἐξ ἄλλου, αἱ ἐρευναι 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 δυνατόν νὰ φθάσῃ εἰς ὀλίγα ἑκατοστόμετρα.

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 ἐρευνηταὶ ὑποστηρίζουν, ὅτι κάποτε παρατηροῦνται ἐπ' αὐτῆς μικραὶ μεταβολαί, αἱ ὅποια πιθανῶς ὀφείλονται εἰς δραστηριότητα τοῦ ἐσωτερικοῦ τῆς σελήνης, ὁμοίαν πρὸς ἐκείνην τῶν γηίνων ἡφαιστειῶν, ἔστω καὶ ἀσθενεστάτην.

104. Ἀτμόσφαιρα καὶ θερμοκρασία τῆς σελήνης. α΄. Ὅτι εἰς τὴν σελήνην δὲν ὑπάρχει ἀξιόλογος ἀτμόσφαιρα ἀποδεικνύεται πολλαπλῶς. Κυρίως, ἡ σαφήνεια τοῦ χείλους τοῦ δίσκου της· τὸ ὅτι τὰ ὄρη της ρίπτουν μόνον σκιάν, ὅχι ὅμως καὶ παρασκιάν· ἡ ἀπουσία λυκαυγούς καὶ λυκόφωτος, καθὼς ἐπίσης καὶ ἡ ἀπότημος πτώσις τῆς θερμοκρασίας εἰς τὰ μέρη, τὰ ὅποια παύουν νὰ φωτίζων-

ται κατ' εὐθείαν ἀπὸ τὸν ἥλιον· ὅπως καὶ ἡ τὰχύτατη ἀνύψωσις τῆς θερμοκρασίας εὐθὺς μὲ τὴν ἀνατολὴν τοῦ ἡλίου εἰς μίαν περιοχὴν· τέλος δὲ ἡ ἔλλειψις νεφῶν ἢ καὶ ἀπλῆς ἀχλύος, ἀποδεικνύουν, ὅτι δὲν ὑπάρχει εἰς τὴν σελήνην ἀξιόλογος ἀτμόσφαιρα, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον ἐπιβεβαιοῦται καὶ φασματοσκοπικῶς.

Ἐν τούτοις, μία ἀσθενὴς διάθλασις, ἡ ὁποία παρατηρεῖται εἰς τὸ φῶς τῶν ἀστέρων, ὅταν εὐρίσκωνται πολὺ πλησίον τοῦ χείλους τῆς σελήνης, ἀποτελεῖ ἐνδειξιν παρουσίας χαμηλῆς ἀτμοσφαίρας, ὕψους μέχρι 3000 m καὶ πυκνότητος, ἡ ὁποία δυνατόν νὰ φθάσῃ καὶ τὸ 10^{-9} τῆς γῆνης.

Ἡ ἀπουσία ἀξιόλογου ἀτμοσφαίρας συνεπάγεται καὶ τὴν ἔλλειψιν τοῦ ὕδατος εἰς τὴν σελήνην. Καὶ τὸ μὲν ὕδωρ φαίνεται, ὅτι ἀπερροφήθη κατὰ μέγα μέρος εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς σελήνης, τὸ δὲ ὅξυγόνον του ὅτι συνηνώθη μὲ ἄλλα στοιχεῖα· ἐνῶ ἡ ἀτμόσφαιρα, διεσπάρη εἰς τὸ διάστημα, λόγῳ τῆς μικρᾶς τιμῆς τῆς ταχύτητος διαφυγῆς (2,4 km/sec), τὴν ὁποίαν εὐκόλως ὑπερέβησαν τὰ μόρια τοῦ αέρος. Διότι μὲ θερμοκρασίαν 100°C μόνον ἦτο δυνατόν νὰ ἀποκτήσουν κινητικὴν ἐνέργειαν πολὺ μεγαλυτέραν.

β'. Λόγῳ, κυρίως, τῆς ἐλλείψεως ἀξιόλογου ἀτμοσφαίρας, ἡ θερμοκρασία φθάνει τοὺς $+130^{\circ}\text{C}$ εἰς τὰ μέρη, τὰ ὁποία φωτίζονται καθέτως, ἐνῶ κατέρχεται εἰς τοὺς -170° ἐκεῖ ὅπου ὑπάρχει σκότος. Ἐπειδὴ δὲ ἡ περιστροφή 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.

Ὑπὸ τὰς συνθήκας αὐτὰς δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ὑπάρχῃ εἰς τὴν σελήνην οὔτε ἶχνος ζωῆς, ὡς ἐκείνη τὴν ὁποίαν γνωρίζομεν ἐπὶ τῆς γῆς.

Ἀσκήσεις

76. Εὑρετε πόσον εἶναι ὑψηλότερα τὰ ὄρη τῆς σελήνης, ὡς πρὸς τὰ ὄρη τῆς γῆς, ἂν ληφθοῦν ὑπ' ὄψιν 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, λυκαυγούς καὶ λυκόφωτος, ὡς καὶ παρασκίς;

79. Εἰς τὸν οὐρανὸν τῆς σελήνης φαίνονται οἱ ἀστέρες καὶ κατὰ τὴν ἡμέραν. Διατί;

III. ΑΙ ΕΚΛΕΙΨΕΙΣ

105. Ἡ σκιά καὶ ἡ παρασκιά τῆς γῆς. α'. Ἡ γῆ καὶ οἱ ἄλλοι πλανῆται, ὅπως καὶ οἱ δορυφόροι των, ὡς σκοτεινὰ σφαιρικά σώματα, φωτιζόμενα ὑπὸ τοῦ ἡλίου, ρίπτουν ὀπισθὲν των σκιάν, ἔχουσιν σχῆμα κώνου. Οὕτως, ἡ γῆ Γ (σχ. 20), φωτιζομένη ἀπὸ τὸν ἥλιον Η, ρίπτει τὴν κωνικὴν σκιάν ΔΟΕ, ἀλλὰ καὶ τὴν παρασκιάν ΙΔΕΘ, ἔχουσιν σχῆμα κολούρου κώνου, ὁ ὁποῖος προκύπτει ἀπὸ τὸν κώνον ΙΟ'Θ. Οὗτος γεννᾶται ἀπὸ τὰς ἐσωτερικὰς ἐφαπτομένας ΑΕ καὶ ΒΔ, ἐνῶ ὁ κώνος τῆς σκιάς ἀπὸ τὰς ἐξωτερικὰς ΑΔ καὶ ΒΕ.

β'. Ἐκ τῆς ὁμοιότητος τῶν τριγώνων ΑΗΟ καὶ ΔΓΟ λαμβάνομεν $\frac{ΟΗ}{ΗΑ} = \frac{ΟΓ}{ΓΔ} = \frac{ΟΗ-ΟΓ}{ΗΑ-ΟΓ}$ ἢ $\frac{ΟΓ}{ΓΔ} = \frac{ΗΓ}{ΗΑ-ΓΔ}$ καὶ $(ΟΓ) = \frac{(ΓΔ)(ΗΓ)}{(ΗΑ)-(ΓΔ)}$ (1)
Ἐπειδὴ δὲ ΓΔ εἶναι ἡ ἀκτίς ρ τῆς γῆς καὶ ΗΓ ἡ ἀπόστασις τῆς γῆς ἐκ τοῦ ἡλίου, ἴση πρὸς 23.440 ρ, ἐνῶ ἡ ἀκτίς τοῦ ἡλίου ΗΑ ἰσοῦται με 109 ρ, ἡ (1) γίνεταί: $(ΟΓ) = \frac{23.440 \rho^2}{108 \rho} = 217 \rho$ περίπου.

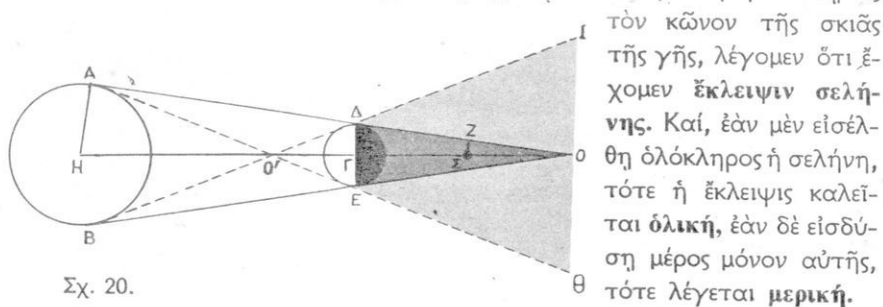
Ἦτοι, τὸ μήκος τῆς σκιάς τῆς γῆς ἰσοῦται πρὸς 217 ἀκτίνας αὐτῆς.

γ'. Ἐὰν ἐπὶ τῆς ΟΓ ληφθῇ τὸ σημεῖον Σ, ὥστε νὰ εἶναι $(ΓΣ) = 60 \rho$, ἦτοι ἴσον πρὸς τὴν ἀπόστασιν γῆς - σελήνης, τότε, ἐκ τῶν ὁμοίων τριγώνων ΟΓΔ καὶ ΟΣΖ λαμβάνομεν

$$(ΣΖ) = \frac{(ΟΣ)(ΓΔ)}{(ΟΓ)} = \frac{157 \rho^2}{217 \rho} = 0,72 \rho. \quad (2)$$

Συνεπῶς, ἡ ἀκτίς τῆς κυκλικῆς τομῆς τῆς σκιάς τῆς γῆς, εἰς τὴν ἀπόστασιν τῆς σελήνης, εἶναι ἴση πρὸς 0,72 τῆς γηγίνης ἀκτίνος, ἐνῶ ὡς γνωστόν (§ 98 β) ἡ ἀκτίς τῆς σελήνης εἶναι μόνον 0,273 ρ.

106. Αἱ ἐκλείψεις τῆς σελήνης. α'. Ὅταν ἡ σελήνη εἰσδύῃ εἰς



Σχ. 20.

Διὰ νὰ συμβῇ ὁμως ἔκλειψις σελήνης, θὰ πρέπει ἡ σκιά τῆς γῆς νὰ διευθύνεται πρὸς τὴν σελήνην. Τοῦτο, συνεπῶς, θὰ συνέβαινε καθ' ἐκάστην πανσέληνον, ὁπότε, λόγω τῆς ἀντιθέσεως σελήνης - ἡλίου, ἡ γῆ ρίπτει τὴν σκιάν της πρὸς τὸ μέρος τῆς σελήνης. Ἀλλὰ διὰ νὰ εἰσδύῃ ἡ σελήνη εἰς τὴν σκιάν, καθ' ἐκάστην πανσέληνον, θὰ ἔπρεπε ἀκόμη νὰ συμπίπτουν τὰ ἐπίπεδα γῆνης καὶ σεληνιακῆς τροχιᾶς· διότι μόνον κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον τὰ τρία σώματα ἡλίου - γῆ - σελήνη θὰ εὕρισκοντο ἐπ' εὐθείας. Ὅμως, ὡς γνωστὸν (§ 99β) τὰ ἐπίπεδα αὐτὰ σχηματίζουν γωνίαν ἴσην πρὸς $5^{\circ} 8'$, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ἡ σκιά τῆς γῆς διέρχεται συνήθως, κατὰ τὴν πανσέληνον, ἄνωθεν ἢ κάτωθεν τῆς σελήνης καί, ὡς ἐκ τούτου, δὲν γίνεται τότε ἔκλειψις.

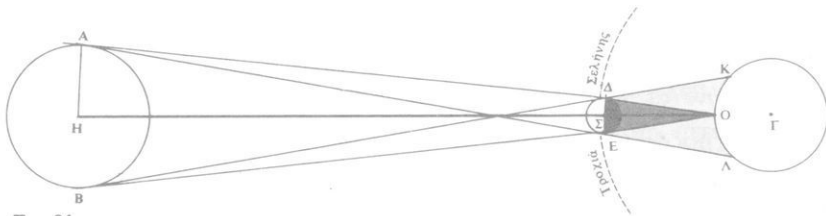
β'. Διὰ νὰ συμβῇ ἔκλειψις πρέπει νὰ διέλθῃ ἡ σελήνη ἐκ τῶν συνδέσμων τῆς τροχιᾶς της (§ 99β) ἢ πλησίον αὐτῶν, μέχρις ἀποστάσεως, τὸ πολὺ, $1^{\circ} 3'$, ὁπότε: α) ἂν διέλθῃ, ἀκριβῶς, ἐκ τινος τῶν συνδέσμων, εὕσκεται τελείως ἐπ' εὐθείας μετὰ τῆς γῆς καὶ τοῦ ἡλίου, ἡ δὲ ἔκλειψις εἶναι ὀλική καὶ μάλιστα κεντρικὴ ὀλική, διότι τὸ κέντρον τῆς σελήνης συμπίπτει μετὰ τοῦ κέντρου τῆς τομῆς τῆς σκιάς τῆς γῆς· τότε ἡ ἔκλειψις ἔχει καὶ τὴν μακροτέραν διάρκειαν, περίπου 2 ὥρ. β) Ἐὰν ἡ σελήνη διέλθῃ μέχρις ἀποστάσεως $21'$ ἀπὸ τινος τῶν συνδέσμων, ἡ ἔκλειψις εἶναι ὀλική, ἐνῶ εἰς ἀπόστασιν $21'$ ἕως $32'$ ἡ ἔκλειψις εἶναι ὀλικὴ ἢ μερικὴ, ἀναλόγως καὶ τῆς ἀποστάσεως τῆς γῆς ἐκ τοῦ ἡλίου καὶ τῆς σελήνης ἐκ τῆς γῆς. γ) Τέλος, ἂν διέλθῃ εἰς ἀπόστασιν $31'$ ἕως $52'$, ἡ ἔκλειψις εἶναι ὅπωςδήποτε μερικὴ, ἐνῶ πέραν τῶν $52'$ καὶ μέχρι $1^{\circ} 3'$, πάλιν ἐξαρτᾶται ἂν θὰ γίνη ἢ ὀχι μερικὴ ἔκλειψις ἐκ τῶν ἀποστάσεων γῆς - σελήνης καὶ ἡλίου - γῆς.

γ'. Κατὰ τὰς ὀλικὰς ἐκλείψεις της, ἡ σελήνη φαίνεται, συνήθως, χαλκόχρους, λόγω διαθλάσεως τοῦ φωτὸς αὐτῆς ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαίρας τῆς γῆς.

107. Ἡ σκιά καὶ ἡ παρασκιά τῆς σελήνης. α'. Ἐὰν Σ εἶναι ἡ σελήνη (σχ. 21) καὶ ΣΔ ἡ ἀκτὶς αὐτῆς, ἴση πρὸς 0,27 ρ, τὸ μῆκος τῆς σκιάς της ΟΣ θὰ εἶναι

$$(\text{ΟΣ}) = \frac{(\text{ΣΔ})(\text{ΗΣ})}{(\text{ΗΑ}) - (\text{ΣΔ})} \quad \text{ἢ} \quad (\text{ΟΣ}) = \frac{0,27\rho(\text{ΗΣ})}{(109 - 0,27)\rho} = \frac{27(\text{ΗΣ})}{10.873} \quad (1).$$

Ἀλλ' ἡ ἀπόστασις ΗΣ τῆς σελήνης ἐκ τοῦ ἡλίου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν θέσιν αὐτῆς ἐπὶ τῆς τροχιᾶς της περὶ τὴν γῆν. Οὕτως, ὅταν ἡ σελήνη εὕσκεται μετὰς ἡλίου καὶ γῆς (σύνοδος), ὁπότε καὶ μόνον ἡ σκιά της κατευθύνεται πρὸς τὴν γῆν, ἡ ἀπόστασις αὐτῆς ἐκ τοῦ ἡλίου θὰ εἶναι $(\text{ΗΣ}) = (\text{ΗΓ}) - (\text{ΣΓ})$. Ἡ, ἂν θέσωμεν τὴν ἀπόστασιν γῆς - ἡλίου $(\text{ΗΓ}) = \alpha$ καὶ τὴν ἀπόστασιν



Σχ. 21.

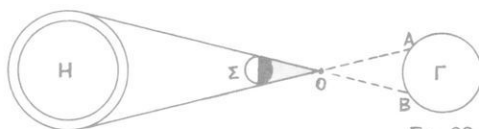
$\gamma\eta\varsigma$ - σελήνης ($\Sigma\Gamma$) = α_1 , θὰ εἶναι ($H\Sigma$) = $\alpha - \alpha_1$, ὁπότε ἡ (1) γίνεται $(O\Sigma) = \frac{27(\alpha - \alpha_1)}{10.873}$. Ἀλλ' εἶναι προφανές, ὅτι ἡ διαφορὰ

$\alpha - \alpha_1$, ἐξαρτᾶται πάλιν ἐκ τῶν θέσεων τῆς γῆς καὶ τῆς σελήνης ἐπὶ τῶν τροχιῶν των. Διότι, ἂν ἡ γῆ εὐρίσκεται εἰς τὸ ἀφῆλιόν της καὶ ἡ σελήνη εἰς τὸ περίγειόν της, ἡ διαφορὰ $\alpha - \alpha_1$ εἶναι μεγάλη καὶ ἡ τιμὴ τῆς $O\Sigma$ λαμβάνει τὴν μεγίστην τιμὴν της, ἴσην πρὸς 59,9ρ' ἐνῶ, ὅταν ἡ γῆ εὐρίσκεται εἰς τὸ περιήλιον καὶ ἡ σελήνη εἰς τὸ ἀπόγειον, ἡ διαφορὰ $\alpha - \alpha_1$ γίνεται μικρὰ καὶ ἡ τιμὴ τῆς $O\Sigma$ λαμβάνει τὴν ἐλαχίστην τιμὴν της, ἴσην πρὸς 57,6 ρ. Συνεπῶς, ἐπειδὴ ἡ ἀπόστασις τῆς σελήνης ἀπὸ τὴν γῆν κυμαίνεται μεταξύ 56 ρ καὶ 64 ρ, ὁ κῶνος τῆς σκιάς τῆς σελήνης δὲν φθάνει πάντοτε μέχρι τῆς γῆς. Ἀλλὰ καὶ ὅταν φθάνη, τέμνεται ὑπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς πολὺ πλησίον τῆς κορυφῆς του O , εἰς τρόπον ὥστε ἡ διάμετρος τῆς κυκλικῆς τομῆς τῆς σκιάς, νὰ μὴ ὑπερβαίνει ποτὲ τὰ 300 km.

β'. Ἐξ ἄλλου καὶ ἡ παρασκιὰ τῆς σελήνης $K\Delta E\Lambda$ δὲν δύναται νὰ καλύψῃ ποτὲ ὁλόκληρον τὴν γῆν, ἀλλὰ μόνον μίαν περιοχὴν τῆς γῆς, εὖρους $K\Lambda$.

108. Αἱ ἐκλείψεις τοῦ ἡλίου. α'. Ὅταν ἡ σκιά τῆς σελήνης φθάνῃ εἰς τὴν γῆν, τότε, ὅπως ἡ σελήνη κινεῖται, ἡ σκιά της διατρέχει τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς, καλύπτονσα οὕτω μίαν λωρίδα αὐτῆς, εὖρους τὸ πολὺ 300 km. Τότε, καὶ εἰς ὅλους τοὺς τόπους, ἐκ τῶν ὁποίων διέρχεται ἡ σκιά, ὁ δίσκος τῆς σελήνης ἀποκρύπτει τὸν δίσκον τοῦ ἡλίου. διότι ἡ φαινομένη διάμετρος τῆς σελήνης εἶναι μεγαλυτέρα τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ ἡλίου, ὅταν ἡ σκιά φθάνῃ ἕως τὴν γῆν. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, εἰς τοὺς τόπους αὐτοὺς γίνεται **ὀλικὴ ἐκλείψις τοῦ ἡλίου**. Οἱ τόποι ὅμως τῆς γῆς, ἐπὶ τῶν ὁποίων προσπίπτει ὁ κόλινος κῶνος τῆς παρασκιᾶς, ἔχουν **μερικὴν ἐκλείψιν τοῦ ἡλίου**, διότι, εἰς αὐτοὺς, ὁ δίσκος τῆς σελήνης ἀποκρύπτει μέρος τοῦ ἡλικικοῦ καὶ

μάλιστα τόσο μικρότερον, ὅσον ὁ τόπος εὐρίσκεται πλησιέστερον πρὸς τὰ ὅρια τῆς παρασκιάς.



Σχ. 22.

β'. "Όταν ὁμως ὁ κῶνος

τῆς σκιάς τῆς σελήνης δὲν φθάνη εἰς τὴν γῆν (σχ. 22), τότε, εἰς ὅλους τοὺς τόπους, εἰς τοὺς ὁποίους φθάνει ὁ κατὰ κορυφήν, πρὸς τὴν σκιάν, κῶνος ΑΟΒ, ὁ δίσκος τῆς σελήνης, (ὁ ὁποῖος 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**, ἐνῶ καὶ πάλιν, οἱ τόποι τοὺς ὁποίους καλύπτει ἡ παρασκία, ἔχουν μερικὴν ἔκλειψιν.

γ'. "Όπως διὰ τὰς ἐκλείψεις τῆς σελήνης, οὕτω καὶ διὰ τὰς ἡλιακὰς, ἀπαιτεῖται νὰ διέλθῃ ἡ σελήνη ἐκ τινος τῶν συνδέσμων ἢ πλησίον του. Καὶ ἐὰν α) διέλθῃ ἐκ τοῦ συνδέσμου, ἔχομεν ἡλιακὴν ἔκλειψιν, μὲ τὴν μεγαλυτέραν δυνατὴν διάρκειαν, ἡ ὁποία δὲν δύναται νὰ ὑπερβῇ τὰ 7 λ. 46 δ., διὰ τὰς ὀλικὰς καὶ τὰ 12 λ. 42 δ., διὰ τὰς δακτυλιοειδεῖς, ἐνῶ, ἀπὸ τῆς ἐνάρξεως τῆς ἀποκρύψεως τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου, μέχρι τῆς πλήρους ἀποκαλύψεως αὐτοῦ, παρέρχονται περίπου 2 ὥραι. β) 'Εὰν ἡ σελήνη διέλθῃ εἰς ἀπόστασιν μικρότεραν τῶν 53' ἀπὸ τοῦ συνδέσμου, ἡ ἔκλειψις θὰ εἶναι ὁπωσδήποτε ὀλική, ἐνῶ εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ 53' ἕως 1° 3' εἶναι ὀλική ἢ μερική, ἀναλόγως τῶν ἀποστάσεων γῆς - ἡλίου καὶ σελήνης - γῆς. γ) 'Εάν, τέλος, ἡ ἀπόστασις ἐκ τοῦ συνδέσμου κυμαίνεται μεταξὺ 1° 3' καὶ 1° 24', ἡ ἔκλειψις θὰ εἶναι ὁπωσδήποτε μερική, ἐνῶ πέραν τῆς 1° 24' μέχρι καὶ 1° 34', ἂν θὰ γίνῃ ἡ ὀχι ἡ μερική ἔκλειψις, ἐξαρτᾶται πάλιν ἐκ τῶν ἐν λόγω ἀποστάσεων.

δ'. Αἱ ὀλικαὶ ἔκλειψεις τοῦ ἡλίου εἶναι ἀπὸ τὰ περισσότερον ἐντυπωσιακὰ ἀλλὰ καὶ ἐνδιαφέροντα ἀστρονομικὰ φαινόμενα. 'Ολίγον πρὶν καλυφθῇ ὁλος ὁ δίσκος τοῦ ἡλίου, ὅπως καὶ μόλις ἀρχίσῃ νὰ ἀποκαλύπτεται, περιβάλλεται ἀπὸ φωτεινὸν κομβολόγιον, ἐπὶ 6 - 8 δευτερ. Κατὰ τὴν ὀλικὴν ἔκλειψιν φαίνεται ἡ ἀτμόσφαιρα τοῦ ἡλίου μὲ τὰς προεξοχὰς καὶ τὸ στέμμα, ἀλλὰ καὶ οἱ ἀστέρες. 'Επὶ τῆς γῆς πνέει ὁ λεγόμενος «ἄνεμος τῆς ἐκλείψεως», ἡ θερμοκρασία καταπίπτει καὶ περίεργοι σκιαὶ διατρέχουν τὸ ἔδαφος. 'Η σκιά τῆς σελήνης φαίνεται ὡσὰν κινουμένη στήλη καπνοῦ καὶ νομίζει κανεῖς, ὅτι θὰ ἐκσπάσῃ καταγίγῃς.

109. Συχνότης καὶ περιοδικότης τῶν ἐκλείψεων . α'. 'Ανὰ 223 συνοδικούς μῆνας, ἥτοι ἀνὰ 18 ἔτ. καὶ 11 ἡμ. περίπου, ἐπαναλαμ-

βάνονται αἱ ἐκλείψεις, αἱ ὁποῖαι συνέβησαν κατὰ τὴν προηγουμένην 18ετιάν, μὲ τὴν ἰδίαν σειρὰν καὶ μὲ τὴν ἰδίαν χρονικὴν ἀπόστασιν μεταξὺ τῶν διαδοχικῶν ἐκλείψεων. Ἡ 18ετής αὕτη περίοδος τῶν ἐκλείψεων ὀνομάζεται **σάρος**, ἥτο δὲ γνωστὴ εἰς τοὺς ἀρχαίους λαοὺς.

β'. Ὁ σάρος ὀφείλεται εἰς τὴν κίνησιν τῆς σελήνης, ἡ ὁποία ὀνομάζεται **ἀναδρομὴ τῶν συνδέσμων**. Κατ' αὐτὴν, ἡ τομὴ τῶν τροχιῶν γῆς καὶ σελήνης ἀλλάσσει συνεχῶς θέσιν καὶ ἐντὸς 18 ἐτ. 11 ἡμ. γράφει ὅλον τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς τῆς γῆς.

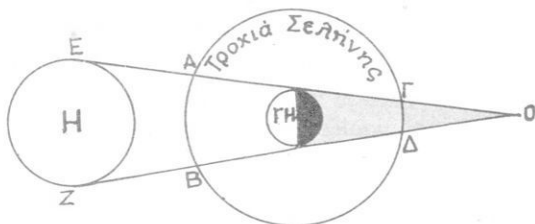
γ'. Ἐντὸς μιᾶς 18ετοῦς περιόδου συμβαίνουν συνολικῶς 70 ἐκλείψεις, ἐκ τῶν ὁποίων αἱ 41 εἶναι ἡλιακαὶ καὶ αἱ 29 σεληνιακαί. Νομίζομεν ὅμως, ὅτι εἶναι συχνότεραι αἱ σεληνιακαί, διότι αἱ τοῦ ἡλίου φαίνονται ἀπὸ ὠρισμένους τόπους, ἐκείνους ἐκ τῶν ὁποίων διέρχεται ἡ σκιά τῆς σελήνης, ἐνῶ αἱ σεληνιακαὶ εἶναι ὁραταὶ ἀπὸ ὅλους τοὺς τόπους, οἱ ὁποῖοι ἔχουν νύκτα. Οὕτως, εἰς τὴν Ἑλλάδα ἡ τελευταία ὁρατὴ ἦτο ἡ δακτυλιοειδὴς τῆς 21ης Μαΐου 1966, ἡ δὲ προσεχὴς θὰ εἶναι τῆς 29 Ἀπριλίου 1976. Ἀλλ' ἐν τῷ μεταξὺ θὰ συμβοῦν καὶ ἄλλαι ὀλικάι, μὴ ὁραταὶ ἐξ Ἑλλάδος. Κατ' ἔτος γίνονται πάντοτε 2 ἕως 7 ἐκλείψεις. Ἐὰν γίνουν μόνον 2, τότε ἀμφότεραι εἶναι ἡλιακαί. Ἄν συμβοῦν 7, τότε αἱ 5 ἢ αἱ 4 εἶναι ἡλιακαὶ καὶ αἱ 2-3 σεληνιακαί.

δ'. Ἐπιστημονικῶς ὁ σάρος δὲν εἶναι ἐπαρκὴς διὰ τὴν πρόρρησιν τῶν ἐκλείψεων. Διότι, ναὶ μὲν εἶναι δυνατόν νὰ καθορισθοῦν αἱ ἡμερομηνίαι, δὲν εἶναι ὅμως δυνατόν δι' αὐτοῦ νὰ προσδιορισθῇ καὶ ἡ ζώνη ὁρατότητος τῶν ἡλιακῶν ἐκλείψεων, ἥτοι ἡ ζώνη τὴν ὁποίαν διατρέχει ἐκάστοτε ἡ σκιά τῆς σελήνης καὶ ἡ ὁποία ζώνη διαφέρει ἀπὸ σάρου εἰς σάρον, δι' ὅλας τὰς ἡλιακὰς ἐκλείψεις.

Ἀσκήσεις

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

81. Σπουδάσατε εἰς τὸ σχ. 23 τὰ τόξα ΑΒ καὶ ΓΔ τῆς τροχιάς τῆς σελήνης καὶ δικαιολογήσατε διὰ τί αἱ ἐκλείψεις τοῦ ἡλίου εἶναι περισσότεραι τῶν σεληνιακῶν.



Σχ. 23.

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

IV. ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΙ

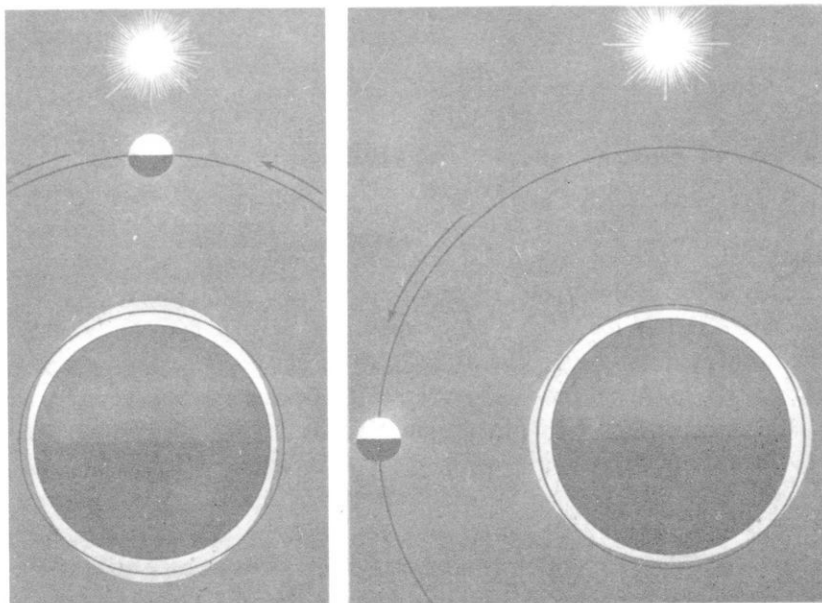
110. Τὸ φαινόμενον τῆς παλιρροίας καὶ ἡ σελήνη. α'. Ἐπὶ ἕξ ὥρας ἡ στάθμη τῶν ὑδάτων τῶν θαλασσῶν ἀνέρχεται συνεχῶς, κατόπιν δὲ ἀκολουθεῖ κάθοδός της ἐπὶ ἄλλας ἕξ συνεχεῖς ὥρας. Οὕτως, ἀνὰ 24 ὥρον καὶ ἀκριβέστερον, ἀνὰ 24 ὥρ. 50 λ. 30 δ., παρατηροῦνται δύο ἄνοδοι καὶ δύο κάθοδοι. Ἡ ἄνοδος ὀνομάζεται **πλημμυρίς** καὶ ἡ κάθοδος **ἄμπωτις**. Ἀπὸ κοινοῦ, πλημμυρίς καὶ ἄμπωτις, ἀποτελοῦν τὸ φαινόμενον, τὸ ὁποῖον καλοῦμεν **παλίρροιαν**.

β'. Ἀλλὰ 24 ὥρ. 50,5 λ μεσολαβοῦν καὶ μεταξὺ δύο διαβάσεων τῆς σελήνης ἄνωθεν ἐνὸς τόπου, δηλαδὴ μεταξὺ δύο «ἄνω μεσουραντήσεων» τῆς σελήνης, ὅπως λέγονται αἱ διαβάσεις ἄνωθεν 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. 25 λ., ἀπὸ τὴν πρώτην. Ἐξ ἄλλου, αἱ δύο ἀμπωτίδες γίνονται εἰς κάθε τόπον, ὅταν ἡ σελήνη εὐρίσκεται εἰς τὴν ἀνατολήν καὶ (ἔπειτα περίπου ἀπὸ 12 ὥρ. 25 λ.), εἰς τὴν δύσιν. Ἐκ τούτων ὅλων προκύπτει, ὅτι ὑπάρχει σχέσις μεταξὺ τῆς σελήνης καὶ τοῦ φαινομένου τῶν παλιρροιῶν.

γ'. Ἐπειδὴ ἐπὶ πλέον τὸ ὕψος τῆς στάθμης τῶν ὑδάτων ἐξαρτᾶται ὄχι μόνον ἀπὸ τὴν ἀπόστασιν τῆς σελήνης ἐκ τῆς γῆς, ἀλλὰ καὶ τῆς γῆς ἐκ τοῦ ἡλίου, προκύπτει ὅτι καὶ ὁ ἥλιος ἔχει σχέσιν πρὸς τὴν παλίρροιαν. Μάλιστα διαπιστοῦται, ὅτι τὸ ὕψος τῶν ὑδάτων ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν φάσιν τῆς σελήνης, ἥτοι ἀπὸ τὴν θέσιν της, ὡς πρὸς τὸν ἥλιον. Διότι κατὰ τὰς συζυγίας, ἥτοι κατὰ τὴν σύνοδον (Ν.Σ.) καὶ κατὰ τὴν ἀντίθεσιν (πανσέληνος) παρατηρεῖται ἡ ὑψηλότερα στάθμη, ἐνῶ κατὰ τοὺς τετραγωνισμούς (Π.Τ. καὶ Τ.Τ.) σημειοῦται ἡ χαμηλότερα.

111. Ἑρμηνεία τοῦ φαινομένου τῶν παλιρροιῶν. α'. Εἰς τὸν Νεῦτωνα ὀφείλεται ἡ ἐξήγησις τοῦ φαινομένου τῶν παλιρροιῶν, ἂν καί, τόσον ὁ Πυθέας ὁ Μασσαλιώτης, ὅσον καὶ ὁ Σέλευκος, ἀλλὰ καὶ ὁ Ποσειδώνιος, διεπίστωσαν πρῶτοι, ὅτι ὑπάρχει σχέσις μεταξὺ σελήνης καὶ παλιρροιῶν.

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



Εικ. 40. Ἐξήγησις τοῦ φαινομένου τῶν παλirrooiῶν. Ἀριστερά· κατὰ τὴν φάσιν τῆς Ν.Σ. ἡ συνδυασμένη ἔλξις σελήνης καὶ ἡλίου προκαλεῖ ἰσχυροτέραν παλirrooiαν. Δεξιά· κατὰ τὸν τετραγωνισμόν, ἡ ἔλξις τῆς σελήνης ἐξουδετεροῦται μερικῶς ὑπὸ τῆς ἔλξεως τοῦ ἡλίου καὶ ἡ παλirrooiα εἶναι ἀσθενεστέρα.

ἀσκεῖ ἐπ' αὐτοῦ ὁ ἥλιος. Βάσει τοῦ δεδομένου τούτου, ὑποθέσωμεν, ὅτι ὅλη ἡ ἐπιφάνεια τῆς γῆς καλύπτεται ὑπὸ ὕδατων. Τότε, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς ἔλξεως τῆς σελήνης, τὰ ὕδατα τῶν θαλασσῶν θὰ συνεισφέρουντο περισσότερο πρὸς τὸ μέρος τῆς σελήνης, ἀλλ' ἐπὶ πλέον, ὅπως διδάσκει ἡ Μηχανικὴ τῶν ρευστῶν, καὶ εἰς τὸ ἐκ διαμέτρου ἀντίθετον μέρος τῆς γῆς. Ἀλλ' ἡ συσσωρεύσις αὐτὴ θὰ ἔδιδε εἰς τὴν γῆϊν σφαῖραν σχῆμα ἐλλειψοειδές (εἰκ. 40 ἀριστερά). Ἄν ἤδη ὑποθέσωμεν, ὅτι πρὸς τὸ μέρος τῆς σελήνης εὐρίσκεται καὶ ὁ ἥλιος (σύνoδος), τότε, ἡ συνδυασμένη ἔλξις ἡλίου καὶ σελήνης θὰ καταστήσῃ τὸ ἐλλειψοειδές περισσότερο πεπλατυσμένον· τοῦτο ἀκριβῶς συμβαίνει εἰς τὰς συζυγίας. Ἀντιθέτως, εἰς τοὺς τετραγωνισμούς, ὁπότε σελήνη, γῆ καὶ ἥλιος σχηματίζουν ὀρθὴν γωνίαν, ἡ ἔλξις τοῦ ἡλίου θὰ ἐξουδετερώσῃ μέρος τῆς ἔλξεως τῆς σελήνης καὶ τὸ ἐλλειψοειδές σχῆμα θὰ εἶναι ὀλιγώτερον τονισμένον, ἐστραμμένον δέ, πάντοτε, πρὸς

τήν σελήνην (εἰκ. 40 δεξιά). Λόγω ὅμως καὶ τῆς περιστροφῆς τῆς, ἡ γῆ στρέφει πρὸς τὴν σελήνην διαφορετικὰ, συνεχῶς, μέρη τῆς ἐπιφανείας τῆς. Συνεπῶς καὶ τὸ ἐλλειψοειδὲς σχῆμα θὰ ἀλλάσσει συνεχῶς τὴν θέσιν τῶν δύο ὑδατίνων ἐξογκώσεων του, τῶν π λ η μ υ ρ ί δ ω ν, ὅπως καὶ τῶν μεταξὺ τούτων ἀ μ π ω τ ί δ ω ν. Ἐπειδὴ δὲ ἡ περιστροφή τῆς γῆς, ἐκ Δ πρὸς Α, γίνεται εἰς 24 ὥρας, ἡ μετατόπισις τῶν ὑδατίνων ἐξογκωμάτων θὰ γίνεται εἰς τὸν ἴδιον χρόνον, ἀλλ' ἐξ Α πρὸς Δ. Διότι τὰ ὕδατα κινοῦνται συνεχῶς πρὸς τὰ ὀπίσω, ἥτοι πρὸς τὸ μέρος ποῦ ἀφίνουν τὴν σελήνην, καθὼς ἡ γῆ περιστρέφεται. Μὲ ἄλλους λόγους, ἓνα πελώριον κῦμα κινεῖται συνεχῶς κατὰ τὴν ἀντίθετον διεύθυνσιν τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς, πρὸς τὸ μέρος, ἀκριβῶς, ὅπου εὐρίσκεται ἡ σελήνη. Φυσικά, αἱ ἡπειροὶ ἐμποδίζουν τὸ κῦμα καὶ συνεχῶς ἀλλάσσουν τὴν κανονικὴν πορείαν του, ὅπως ἐπίσης καὶ τὴν ὥραν τῆς πλημμυρίδος καὶ τῆς ἀμπώτιδος, κατὰ τόπους, ἀναλόγως τῆς διατάξεως τῶν ἀκτῶν.

β'. Ἡ συνεχὴς κίνησις τῶν ὑδάτων εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς, ἀντιθέτως πρὸς τὴν φορὰν περιστροφῆς τῆς γῆς, ἐλαττώνει βραδέως ἀλλὰ σταθερῶς τὴν ταχύτητα τῆς περιστροφῆς τῆς. Οὕτως ὑπολογίζεται, ὅτι ὁ χρόνος τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς ἀ ὕ ξ ά ν ε ι κατὰ ἓν δευτερόλεπτον, ἀνὰ 10.000 ἔτη.

112. Ἡ παλίρροια τοῦ Εὐρίπου. α'. Ὁ δίαυλος τοῦ Εὐρίπου εἶναι λωρὶς τῆς θαλάσσης, πλάτους 39 m, μήκους 40 m καὶ βάθους 8,5 m, συνδέουσα τὸν βόρειον Εὐβοϊκὸν μὲ τὸν νότιον. Εἰς αὐτὸν παρουσιάζεται μοναδικόν, διὰ τὰς θαλάσσας, φαινόμενον: τὰ ὕδατά του κινοῦνται συνεχῶς, ἐνῶ συγχρόνως ἀλλάσσουν καὶ φορὰν κινήσεως, κατευθυνόμενα ἄλλοτε πρὸς τὸν βόρειον καὶ ἄλλοτε πρὸς τὸν νότιον Εὐβοϊκόν. Ἡ συστηματικὴ σπουδὴ τοῦ ρεύματος ἐδείξεν ὅτι, ἐνῶ ἐπὶ 22 - 23 ἡμ. παρουσιάζει τοῦτο μίαν κανονικότητα καὶ ἀλλάσσει φορὰν, ἀνὰ 6 ὥρ. περίπου, ὅπως ἡ παλίρροια, κατὰ τὰς ὑπολοίπους 6 ἕως 7 ἡμέρας τοῦ μηνός, τὸ ρεῦμα γίνεται ἀκανόνιστον, δύναται δὲ νὰ ἀλλάξῃ φορὰν ἀκόμη καὶ 14 φορὰς τὸ 24ωρον. Τὸ κανονικὸν ρεῦμα ἀντιστοιχεῖ εἰς τὰς συζυγίας, ἥτοι εἰς 11 - 12 ἡμέρας περὶ τὴν Ν.Σ. καὶ ἄλλας τόσας περὶ τὴν πανσέληνον, ἐνῶ τὸ ἀκανόνιστον παρατηρεῖται κατὰ τοὺς τετραγωνισμούς, Π.Τ. καὶ Τ.Τ.

β'. Ἡ ἐξήγησις τῶν φαινομένων τοῦ ρεύματος τοῦ Εὐρίπου ἀπησχόλησε τὸν Ἀριστοτέλη καὶ τὸν Ἐρατοσθένη εἰς τὴν ἀρχαιότητα, ἀλλὰ καὶ πολλοὺς τῶν ἐπιστημόνων ἀπὸ τοῦ παρελθόντος αἰῶνος

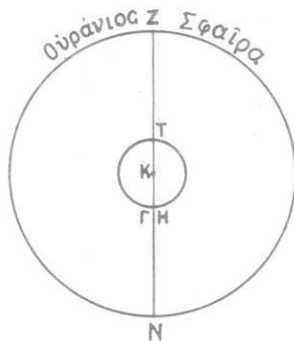
καὶ ἐφ' ἐξῆς, μετὰ τῶν ὁποίων πρωτεύουσαν θέσιν κατέχει ὁ Δ. Αἰγινήτης. Σήμερον δεχόμεθα τὴν ἐξῆς ἐξήγησιν τῶν φαινομένων τοῦ Εὐρίπου.

Τὸ κῦμα τῆς παλιρροίας φθάνει εἰς τὴν Εὐβοίαν καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸν βόρειον καὶ τὸν νότιον Εὐβοϊκόν, κατευθυνόμενον πρὸς τὸν Εὐρίπον. Λόγῳ ὅμως τοῦ διαφορετικοῦ μήκους τῆς διαδρομῆς, τὸ κῦμα τὸ ἐρχόμενον ἐκ νότου φθάνει ἐκεῖ 1 ὥρ. καὶ 15 λ. ἐνωρίτερον ἀπὸ τὸ ἐρχόμενον ἐκ βορρᾶ. Ὡς ἐκ τούτου, εἶναι φυσικόν, οἱ περισσότεροι ὑδάτινοι ὅγκοι, οἱ ὅποιοι φθάνουν ἐκ νότου ἐνωρίτερον, νὰ ἀνεβάσουν τὴν στάθμην εἰς τὸ μέρος αὐτὸ καὶ μάλιστα κατὰ 30 ἕως 40 cm, ὁπότε δημιουργεῖται ρεῦμα ἐκ νότου πρὸς βορρᾶν. Μετὰ ἕξ ὅμως ὥρας ἀντιστρέφονται αἱ συνθῆκαι καὶ δημιουργεῖται ἀντίθετον ρεῦμα, καθὼς ἡ ἄμπωτις διαδέχεται τὴν πλημμυρίδα, διότι τότε εἰς τὸ βόρειον μέρος ἔχουν συσσωρευθῇ περισσότερα ὕδατα. Καί, ὅταν μὲν ἔχωμεν συζυγίας, ὁπότε ἡ ἔντασις τῆς παλιρροίας εἶναι μεγάλη, τὸ ρεῦμα παρουσιάζεται κανονικόν. Κατὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς ὅμως, ὁπότε τὸ ρεῦμα εἶναι ἀσθενέστερον, ἡ διαμόρφωσις τοῦ βυθοῦ εἰς τοὺς ἐκεῖ δύο λιμένας, οἱ πνέοντες ἄνεμοι καὶ ἄλλα αἷτια συντελοῦν, ὥστε τοῦτο νὰ παρουσιάζῃ τὰς παρατηρουμένας ἀνωμαλίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η Η ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΣΦΑΙΡΑ

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

Κέντρον τῆς σφαίρας ταύτης εἶναι τὸ κέντρον Κ τῆς γῆς (σχ. 24). Ἐπειδὴ ὁμως ἡ ἀκτίς τῆς οὐρανίου σφαίρας δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς ἔχουσα ἄπειρον μῆκος, διὰ τοῦτο, ἡ μὲν ἀκτίς ΚΤ τῆς γηίνης σφαίρας εἶναι δυνατόν νὰ θεωρηθῇ ἀμελητέα, τὸ δὲ τυχόν σημεῖον Τ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς δύναται νὰ ληφθῇ ὡς κέντρον τῆς οὐρανίου σφαίρας. Κατὰ ταῦτα, ἀντὶ τῆς ἀκτίνος ΚΖ τῆς οὐρανίου σφαίρας, 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 σφαίρας.



Σχ. 24.

β'. Ἡ οὐράνιος σφαῖρα δὲν ὑπάρχει εἰς τὴν πραγματικότητα. Ὀφείλεται ἀποκλειστικῶς καὶ μόνον εἰς τὴν παρουσίαν τῆς ἀτμοσφαίρας τῆς γῆς. Ἐὰν δὲν ὑπῆρχεν ἡ ἀτμόσφαιρα, τότε ἡ οὐράνιος σφαῖρα θὰ ἐξηφανίζετο καὶ ὁ περιβάλλων τὴν γῆν χώρος θὰ παρουσίαζεν ἀμορφον καὶ χαώδη ὄψιν. Αὐτὴν τὴν ἐντύπωσιν σχηματίζουν οἱ ἀστεροναῦται, ὅταν ταξιδεύουν εἰς τὸ διάστημα πέραν τῶν ὁρίων τῆς γηίνης ἀτμοσφαίρας.

Ἐξ ἄλλου καὶ τὸ κυανοῦν χρῶμα τῆς οὐρανίου σφαίρας ὀφείλεται, κυρίως, εἰς τὴν διαχυσίν τῆς κυανῆς ἰδίᾳ ἀκτινοβολίας τοῦ ἡλιακοῦ φωτός, ὑπὸ τῶν μορίων τῆς γηίνης ἀτμοσφαίρας, τὰ ὁποία ἔχουν μέγεθος τῆς τάξεως τοῦ μήκους κύματος τῆς κυανῆς ἀκτινοβολίας. Καθ' ὅμοιον τρόπον, τὸ ἐρυθρὸν χρῶμα, τὸ ὁποῖον παρουσιάζει ἐνίοτε ἡ οὐράνιος σφαῖρα πλησίον τοῦ ὀρίζοντος καὶ κυρίως εἰς τὸ ἀνατολικὸν καὶ δυτικὸν τμήμα αὐτοῦ, ὀφείλεται εἰς παρομοίαν διαχυσίν τῆς ἐρυθρᾶς ἀκτινοβολίας τοῦ ἡλιακοῦ φωτός, ὑπὸ τῶν αἰωρουμένων ὕδρατμων εἰς τὰ χαμηλὰ ἀτμοσφαιρικά στρώματα. Διότι οἱ ὕδρατμοί, καθὼς καὶ τὰ μόρια τοῦ καπνοῦ καὶ μάλιστα τοῦ κονιορτοῦ, ἔχουν μεγαλυτέρας διαστάσεις, τῆς τάξεως τῶν μικρῶν κύματος τῆς ἐρυθρᾶς καὶ πορτοκαλοχρόου ἀκτινοβολίας. Διὰ τοῦτο καὶ ἡ ἐρυθρότης

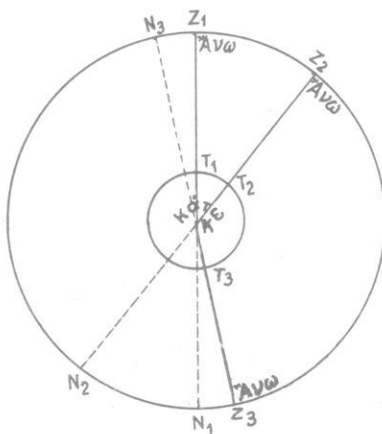
τοῦ οὐρανοῦ, πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ ἡλίου, μαρτυροῦσα τὴν παρουσίαν πολλῶν ὑδρατμῶν, ἀποτελεῖ συνήθως ἐμπειρικὸν προγνωστικόν, ὅτι ἐπικέεται βροχερὸς καιρὸς.

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

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 ἓνα 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 ὀρίζεται καὶ ὡς ἡ διεύθυνσις τῆς γηίνης ἀκτίνος, τῆς διερχομένης ἐξ αὐτοῦ.

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

β'. Ἡ κατακόρυφος ἐνὸς τόπου, ἔστω τοῦ T_1 (σχ. 25), προεκτεινομένη νοερῶς πρὸς τὰ ἄνω, συναντᾷ τὴν οὐράνιον σφαῖραν εἰς σημεῖον Z_1 , καλούμενον **Ζενιθ** τοῦ τόπου T_1 . Ἐὰν 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 Κ τῆς γῆς καὶ ἐπεκτεινομένη ἐπ' ἄπειρον, συναντᾷ τὴν οὐράνιον σφαῖραν εἰς τὸ σημεῖον N_1 , ἐκ διαμέτρου ἀντίθετον πρὸς τὸ Z_1 , τὸ ὁποῖον καὶ καλεῖται **Ναδιρ** τοῦ τόπου T_1 .



Σχ. 25.

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

γ'. Οἱ ὅροι ζενιθ καὶ ναδιρ εἶναι ἀραβικῆς προελεύσεως καὶ χρησιμοποιοῦνται διεθνῶς. Ἑλληνιστί, τὸ μὲν ζενιθ καλεῖται κατακόρυφον σημεῖον, τὸ δὲ ναδιρ, ἀντικόρυφον.

δ'. Ἐκ τοῦ ὀρίσμου τῆς κατακόρυφου προκύπτει, ὅτι οἱ ὅροι «ἄνω» καὶ «κάτω» εἶναι σχετικοί. Διότι, διὰ παρατηρητὴν, ἰσταμένον εἰς τὸν τόπον T_3 , λογίζεται ὡς «ἄνω» ἡ κατεύθυνσις, τὴν ὁποίαν ὀνομάζει «κάτω» ἕτερος παρατηρη-

τῆς, εὕρισκόμενος εἰς σημεῖον τῆς γῆνης ἐπιφανείας, ἐκ διαμέτρου ἀντίθετον τοῦ T_3 . Γενικῶς, χαρακτηρίζεται ὡς «κάτω» ἡ κατευθύνσις πρὸς τὸ κέντρον τῆς γῆς καὶ ὡς «ἄνω» ἡ ἀντίθετος πρὸς αὐτήν.

ε'. Ὀνομάζονται **κατακόρυφα ἐπίπεδα**, τὰ ἄπειρα ἐπίπεδα, τὰ ὁποῖα διέρχονται ἐκ τῆς κατακορύφου ἑνὸς τόπου. Οὕτω, διὰ τῆς κατακορύφου ZN τοῦ τόπου T (τὸν ὁποῖον, κατὰ τὴν § 113α, θεωροῦμεν ὡς ταυτιζόμενον πρὸς τὸ κέντρον τῆς οὐρανίου σφαίρας), διέρχονται ἄπειρα κατακόρυφα ἐπίπεδα, ὡς τὰ e_1, e_2, e_3 κ.ο.κ. (σχ. 26).

στ'. Καθὲν τῶν κατακορύφων ἐπιπέδων τέμνει τὴν οὐράνιον σφαῖραν κατὰ κύκλον $\mu \epsilon \gamma \iota \sigma \tau \omicron \nu$, ὅστις ὀνομάζεται **κατακόρυφος κύκλος**. Οὕτως, ὁ κύκλος $Z\Sigma N$, κατὰ τὸν ὁποῖον τέμνεται ἡ οὐράνιος σφαῖρα ὑπὸ τοῦ κατακορύφου ἐπιπέδου e_1 εἶναι κατακόρυφος κύκλος.

ζ'. Ἐὰν Σ εἶναι τυχὸν σημεῖον τῆς οὐρανίου σφαίρας, τότε τὸ ἡμικύκλιον $Z\Sigma N$ τοῦ κατακορύφου κύκλου, τὸ περιέχον τὸ σημεῖον Σ , καλεῖται **κατακόρυφος τοῦ σημείου Σ** .

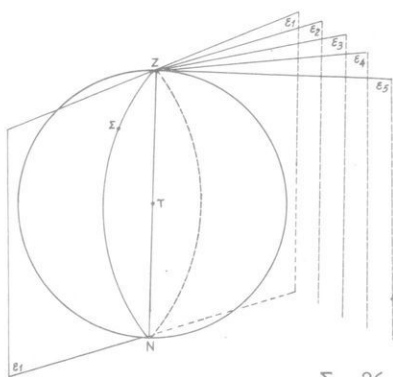
115. Φυσικὸς καὶ αἰσθητὸς ὀρίζων· ὀριζόντιοι κύκλοι.

α'. Καλεῖται **φυσικὸς ὀρίζων** ἑνὸς τόπου ἡ γραμμὴ, κατὰ τὴν ὁποῖαν ὁ οὐρανὸς φαίνεται, ὅτι ἐγγίζει τὴν γῆν.

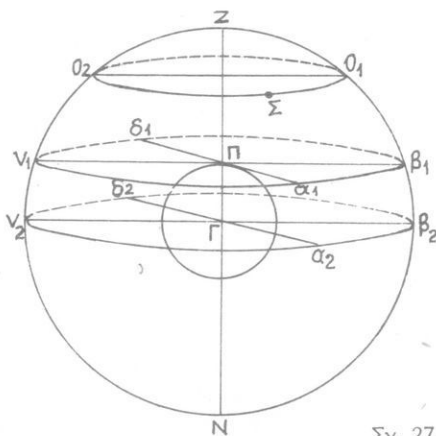
Λόγω τῶν ἀνωμαλιῶν τοῦ ἑδάφους, ὁ φυσικὸς ὀρίζων ἑνὸς τόπου παρουσιάζεται ἐν γένει ὡς ἀνώμαλος γραμμὴ, μόνον δὲ ἂν εὕρισκόμεθα ἐπὶ ἀνοικτῆς θαλάσσης, μακρὰν πάσης ξηρᾶς, λαμβάνει οὗτος τὸ σχῆμα κύκλου, τοῦ ὁποῖου τὸ κέντρον κατέχει ὁ παρατηρητής.

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

γ'. Ἐστω παρατηρητής, ἰστάμενος εἰς τὸ σημεῖον Π τῆς



Σχ. 26.



Σχ. 27.

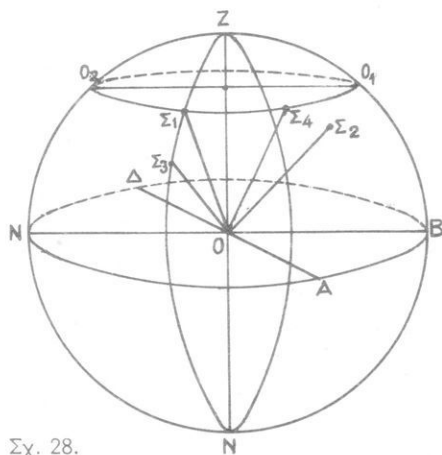
έπιφανείας τῆς γῆς Γ (σχ. 27). Τότε, τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, τὸ διερχόμενον ἐκ τῶν ὀφθαλμῶν του, θὰ τέμνῃ τὴν οὐράνιον σφαῖραν κατὰ κύκλον $\beta_1\delta_1\nu_1\alpha_1$, τοῦ ὁποῖου κέντρον εἶναι τὸ σημεῖον Π , ἐνῶ ἡ διάμετρος του $\beta_1\nu_1$ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν κατακόρυφον ZN . Τὸν κύκλον τοῦτον ὀνομάζομεν **αἰσθητὸν ὀρίζοντα** τοῦ σημείου Π .

Ἐπειδὴ ἡ ἀκτὺς τῆς γῆς $\Gamma\Pi$ 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 ὀρίζων αὐτοῦ εἶναι ὁ $\beta_2\delta_2\nu_2\alpha_2$.

δ'. Οἱ ἄπειροι κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας, οἱ παράλληλοι πρὸς τὸν αἰσθητὸν ὀρίζοντα ἑνὸς τόπου, ὅπως ὁ κύκλος $O_1\Sigma O_2$, καλοῦνται **ὀριζόντιοι κύκλοι** ἢ καί, διὰ τοῦ ἀραβικοῦ ὀνόματός των, **ἀλμικαν-ταρᾶτοι**. Οἱ ὀριζόντιοι κύκλοι εἶναι τομαὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, ὑπὸ τῶν ὀριζοντίων ἐπιπέδων καὶ ἔχουν τὰ κέντρα των ἐπὶ τῆς κατακόρυφου ZN .

Ὅλοι οἱ ὀριζόντιοι κύκλοι εἶναι μικροί, ἐκτὸς τοῦ αἰσθητοῦ ὀρίζοντος, ὁ ὁποῖος εἶναι μέγιστος, διότι ἔχει ὡς κέντρον του τὸ κέντρον τῆς οὐρανίου σφαίρας.

116. Γωνιώδης ἀπόστασις δύο σημείων. α'. Ἐστω O ὁ ὀφθαλμὸς παρατηρητοῦ, θεωρούμενος ὡς κέντρον τῆς οὐρανίου σφαίρας (σχ. 28). Ἐὰν Σ_1 καὶ Σ_2 εἶναι δύο τυχόντα σημεῖα τῆς σφαίρας ταύτης,



σχ. 28.

τότε, $O\Sigma_1$ καὶ $O\Sigma_2$ εἶναι αἱ ὀπτικές ἀκτίνες, αἱ φερόμεναι ἐκ τοῦ ὀφθαλμοῦ τοῦ παρατηρητοῦ, πρὸς ἕνα ἕκαστον τῶν σημείων τούτων.

Καλοῦμεν **γωνιώδη ἀπόστασιν** τῶν σημείων Σ_1 καὶ Σ_2 , τὴν γωνίαν $\Sigma_1O\Sigma_2$, τὴν ὁποίαν σχηματίζουν αἱ δύο ὀπτικές ἀκτίνες $O\Sigma_1$ καὶ $O\Sigma_2$.

β'. Ἐὰν τὰ δύο σημεῖα εὐρίσκωνται ἐπὶ τοῦ ἰδίου κατακόρυφου κύκλου, ὅπως τὰ Σ_1 καὶ Σ_3 , τότε ἡ γωνιώδης ἀπόστασις

των $\Sigma_1\text{O}\Sigma_3$ ἔχει μέτρον τὸ τόξον $\Sigma_1\Sigma_3$ τοῦ κατακορύφου κύκλου. Καθ' ὁμοιον τρόπον καὶ τὰ σημεῖα Σ_1 καὶ Σ_4 , τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται ἐπὶ τοῦ ἰδίου ὀριζοντίου κύκλου $\text{O}_1\text{O}_2\Sigma_1\Sigma_4$, ἔχουν ὡς μέτρον τῆς γωνιώδους ἀποστάσεως των $\Sigma_1\text{O}\Sigma_4$, τὸ τόξον $\Sigma_1\Sigma_4$ τοῦ ὀριζοντίου των κύκλου.

Ἀσκήσεις

83. Ὅρισατε τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τῶν σημείων A καὶ B (σχ. 28) καὶ καθορίσατε τὸ μέτρον αὐτῆς.

84. Εὑρετε, εἰς μοίρας, τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τῶν σημείων Z (ζενίθ) καὶ A, τὸ ὁποῖον κείται ἐπὶ τοῦ ὀρίζοντος (σχ. 28).

85. Πόση εἶναι ἡ γωνιώδης ἀπόστασις Ζενίθ—Ναδὶρ;

86. Ἐὰν B, N καὶ A, Δ εἶναι τὰ κύρια σημεῖα τοῦ ὀρίζοντος Βορρᾶς, Νότος, Ἀνατολὴ καὶ Δύσις καὶ ἡ BN εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν AD, πόση εἶναι ἡ γωνιώδης ἀπόστασις Βορρᾶ — Νότου, Ἀνατολῆς — Δύσεως, Βορρᾶ — Ἀνατολῆς καὶ Νότου—Δύσεως;

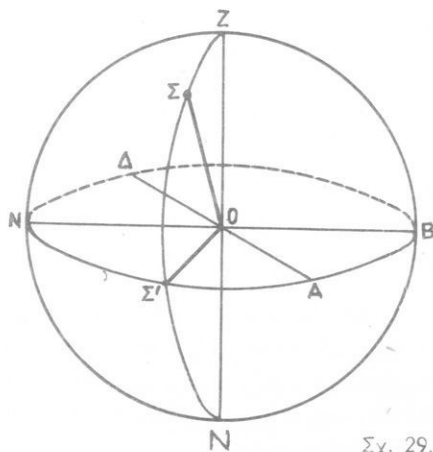
117. Ζενιθία ἀπόστασις καὶ ὕψος ἀστέρος. α'. Καλοῦμεν **ζενιθίαν ἀπόστασιν** ἑνὸς σημείου τῆς οὐρανίου σφαίρας ἢ ἑνὸς ἀστέρος, κατὰ τινα στιγμὴν, τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τούτου ἀπὸ τοῦ ζενίθ τοῦ τόπου, εἰς τὸν ὁποῖον ἰστάμεθα.

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

Οὕτως, ἡ z τοῦ ἀστέρος Σ (σχ. 29) εἶναι ἡ ZOΣ, τῆς ὁποίας μέτρον εἶναι τὸ τόξον ΖΣ.

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

Διὰ νὰ εὕρωμεν τὸ ὕψος, ἔστω τοῦ ἀστέρος Σ (σχ. 29), φέρομεν τὸν κατακόρυφόν του ΖΣΝ καὶ, ἐκ τοῦ Ο, τὰς δύο ὀπτικὰς ἀκτῖνας ΟΣ καὶ ΟΣ'. Ἡ



σχ. 29.

ΟΣ' κατευθύνεται πρὸς τὸ σημεῖον Σ', τομὴν τοῦ ὀρίζοντος ὑπὸ τοῦ κατακορύφου τοῦ ἀστέρος. Τότε, ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ ἀστέρος Σ ἀπὸ τοῦ ὀρίζοντος θὰ εἶναι ἡ γωνία Σ'ΟΣ, τῆς ὁποίας μέτρον εἶναι τὸ τόξον Σ'Σ.

Τὸ ὕψος συμβολίζεται μὲ τὸ γράμμα ν · μετρεῖται ἐπὶ τοῦ κατακορύφου κύκλου, τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ σημείου ἢ τοῦ ἀστέρος, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τοῦ σημείου Σ' τοῦ ὀρίζοντος· δύναται νὰ μεταβληθῇ ἀπὸ 0° ἕως 90° ἀπολύτως· καὶ εἶναι θετικὸν μὲν, ἐὰν ὁ ἀστὴρ εὑρίσκεται πρὸς τὸ ἄνω τοῦ ὀρίζοντος ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ, τὸ περιέχον τὸ ζενίθ, ἀρνητικὸν δὲ ἐὰν ὁ ἀστὴρ κεῖται εἰς τὸ κάτω τοῦ ὀρίζοντος ἡμισφαίριον, τὸ περιέχον τὸ ναδίρ.

Ἀσκήσεις

87. Δείξατε διατὶ ἡ z δύναται νὰ μεταβληθῇ ἀπὸ 0° ἕως 180° .

88. Ἐὰν ἡ ζενιθία ἀπόστασις ἀστέρος, κατὰ τινὰ στιγμήν, μετρούμενη εἰς ἓνα τόπον, εὐρεθῇ ἴση μὲ z , εἰς ἓνα ἄλλον τόπον, κατὰ τὴν ἰδίαν στιγμήν, δὲν ἔχει ποτὲ τὴν ἰδίαν τιμὴν. Διατί;

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

90. Ἀστέρος τινὸς τὸ ὕψος, εἰς ἓνα τόπον καὶ κατὰ τινὰ στιγμήν, εἶναι $\nu = 37^\circ 51' 28''$. Πόση εἶναι ἡ z αὐτοῦ;

91. Ἀστέρος τινὸς ἡ ζενιθία ἀπόστασις, εἰς ἓνα τόπον καὶ κατὰ τινὰ στιγμήν, εἶναι $z = 106^\circ 32' 48''$. Πόσον εἶναι τὸ ν αὐτοῦ;

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

93. Πότε ἡ z λαμβάνει τιμὰς μεγαλυτέρας τῶν 90° ἐν σχέσει πρὸς τὰς τιμὰς τοῦ ν ;

94. Πότε τὸ ν λαμβάνει ἀρνητικὰς τιμὰς ἐν σχέσει πρὸς τὰς τιμὰς τῆς z ;

95. Πότε αἱ τιμαὶ τοῦ z καὶ τοῦ ν εἶναι ἀμφοτέραι θετικαί;

96. Ποῖος εἶναι ὁ γεωμετρικὸς τόπος τῶν σημείων, τῶν ἐχόντων $\nu = 0^\circ$ καὶ $z = 90^\circ$;

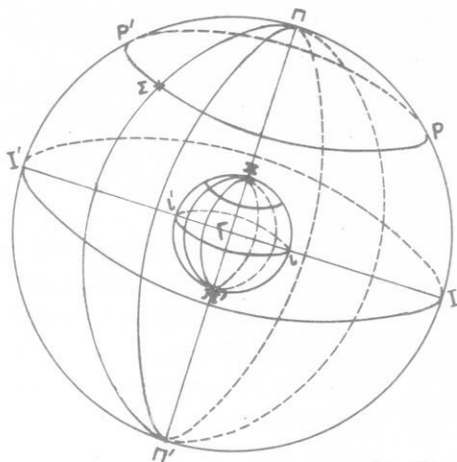
97. Ποῖος εἶναι ὁ γεωμετρικὸς τόπος τῶν σημείων, τῶν ἐχόντων $\nu = -25^\circ$ καὶ $z = +115^\circ$;

118. Ἄξων τοῦ κόσμου καὶ οὐράνιος ἰσημερινός. α'. Ἐστω Γ ἡ γῆ, κατέχουσα τὸ κέντρον τῆς οὐρανίου σφαίρας καὶ ππ' ὁ ἄξων περιστροφῆς τῆς γῆς, ἐνῷ π καὶ π' εἶναι ὁ βόρειος καὶ ὁ νότιος πόλος αὐτῆς, ἀντιστοίχως. Ἐὰν ὁ ἄξων τῆς γῆς ἐπεκταθῇ ἐπ' ἄπειρον καὶ ἀπὸ τὰ δύο μέρη του, τότε θὰ τμήσῃ τὴν οὐράνιον σφαῖραν κατὰ τὰ

σημεία Π και Π' , αντίστοιχα τῶν π και π' τῆς γῆς (σχ. 30).

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

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



Σχ. 30.

β'. Ἐὰν τὸ ἐπίπεδον τοῦ ἡσημερινοῦ τῆς γῆς $\iota\iota'$ προεκταθῇ ἐπ' ἄπειρον, θὰ τμήσῃ τὴν οὐράνιον σφαῖραν, κατὰ μέγιστον κύκλον αὐτῆς, τὸν $\Pi\Gamma$, ἀντίστοιχον πρὸς τὸν γηῖνον ἡσημερινόν, τὸν ὁποῖον και καλοῦμεν **οὐράνιον ἡσημερινόν**.

Ὁ οὐράνιος ἡσημερινὸς εἶναι κάθετος πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου, ἀφοῦ και ὁ γηῖνος ἡσημερινὸς εἶναι κάθετος πρὸς τὸν ἄξονα τῆς γῆς.

Ἡ οὐράνιος σφαῖρα διαχωρίζεται ὑπὸ τοῦ οὐρανίου ἡσημερινοῦ εἰς δύο ἡμισφαῖρια, ὅπως ἡ γηῖνη σφαῖρα διαχωρίζεται, ὑπὸ τοῦ ἡσημερινοῦ αὐτῆς, εἰς τὸ βόρειον και νότιον ἡμισφαῖριον. Κατ' ἀναλογίαν, ὀνομάζομεν **βόρειον ἡμισφαῖριον** τῆς οὐρανίου σφαίρας, τὸ περιέχον τὸν βόρειον πόλον αὐτῆς και **νότιον ἡμισφαῖριον**, τὸ περιέχον τὸν νότιον πόλον τῆς.

119. Ὁριαῖοι και παράλληλοι κύκλοι. α'. Οἱ ἄπειροι μέγιστοι κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας, οἱ ἔχοντες ὡς διάμετρόν των τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου, ὀνομάζονται **ὠριαῖοι κύκλοι**. Οἱ ὠριαῖοι κύκλοι εἶναι οἱ ἀντίστοιχοι πρὸς τοὺς μεσημβρινούς τῆς γῆς (§ 87δ).

Ἐὰν Σ εἶναι τυχὸν σημεῖον τῆς οὐρανίου σφαίρας ἢ ἓνας ἀστήρ, τότε τὸ ἡμικύκλιον $\Pi\Sigma\Pi'$ (σχ. 30) τοῦ ὠριαίου κύκλου, τὸ περιέχον τὸ Σ , καλεῖται **ὠριαῖος τοῦ σημείου ἢ τοῦ ἀστέρος Σ** .

β'. Οἱ ἄπειροι μικροὶ κύκλοι τῆς οὐράνιου σφαίρας, οἱ παράλληλοι πρὸς τὸν οὐράνιον ἰσημερινόν, ὅπως ὁ ΡΣΡ' (σχ. 30), καλοῦνται **παράλληλοι κύκλοι**.

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

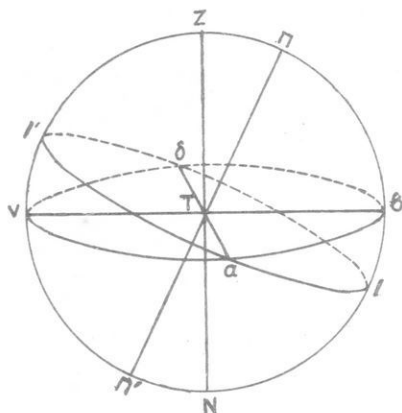
120. Μεσημβρινὸν ἐπίπεδον καὶ οὐράνιος μεσημβρινὸς τόπου· κύρια σημεῖα τοῦ ὀρίζοντος. α'. Ἐστω ὁ τόπος Τ (σχ. 31), θεωρούμενος ὡς συμπίπτων μὲ τὸ κέντρον τῆς γῆϊνης καὶ τῆς οὐράνιου σφαίρας, ΖΝ ἢ κατακόρυφος αὐτοῦ καὶ ΠΠ' ὁ ἄξων τοῦ κόσμου.

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

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

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

Ἐξ ἄλλου, ἡ διάμετρος τοῦ ὀρίζοντος αδ, 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 οὐράνιου σφαίρας, ὀρίζων, ἰσημερινός καὶ μεσημβρινός εἶναι θεμελιώδεις. Αἱ τρεῖς διάμετροι τῆς οὐράνιου σφαίρας, αἱ κάθετοι ἐπὶ ἕνα ἕκαστον τῶν κύκλων τούτων, καλοῦνται ἄξονες αὐτῶν. Οὕτως, ἄξων τοῦ ὀρίζοντος εἶναι ἡ κατακόρυφος· ἄξων τοῦ ἰσημερινοῦ εἶναι ὁ ἄξων τοῦ κόσμου· καὶ ἄξων τοῦ μεσημβρινοῦ εἶναι ἡ διάμετρος τοῦ ὀρίζοντος αδ.

δ'. Ἡ μεσημβρινή γραμμή β ν καὶ ὁ ἄξων τοῦ μεσημβρινοῦ α δ διαιροῦν τὸν ὀρίζοντα εἰς τέσσαρα ὀρθογώνια τεταρτημόρια.

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

Ἐκ τῶν περάτων τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς, λαμβάνεται ὡς βορρᾶς (β), τὸ εὐρισκόμενον πρὸς τὸν βόρειον πόλον τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου (σχ. 31), ἐνῶ ἐκ τῶν περάτων τοῦ ἄξονος τοῦ μεσημβρινοῦ, λαμβάνεται ὡς ἀνατολή (α), ἐκεῖνο τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται πρὸς τὰ δεξιά παρατηρητοῦ, ἐστραμμένου πρὸς βορρᾶν.

ε'. Θὰ ἀποδείξωμεν, ὅτι ὁ ἄξων τοῦ μεσημβρινοῦ α δ συμπίπτει πρὸς τὴν τομὴν τοῦ ἰσημερινοῦ ὑπὸ τοῦ ὀρίζοντος.

Πράγματι· ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς εἶναι κάθετος, ἐξ ὁρίσμου (§ 120α), τὸσον πρὸς τὸν ὀρίζοντα, ὅσον καὶ πρὸς τὸν ἰσημερινόν, διότι περιέχει τὴν κατακόρυφον, κάθετον ἐπὶ τὸν ὀρίζοντα καὶ τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου, κάθετον ἐπὶ τὸν ἰσημερινόν. Ὅθεν καὶ ἡ μεσημβρινή γραμμή β ν (σχ. 31), ὡς κειμένη ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ μεσημβρινοῦ, θὰ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν τομὴν, ἔστω α δ, ὀρίζοντος καὶ ἰσημερινοῦ. Ἀλλὰ τότε ἡ τομὴ α δ θὰ πρέπει νὰ συμπίπτῃ πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ μεσημβρινοῦ α δ, κάθετον ἐξ ὁρίσμου (§ 120β) ἐπὶ τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν. Κατὰ ταῦτα, ὁ οὐράνιος ἰσημερινὸς τέμνει τὸν ὀρίζοντα κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ μεσημβρινοῦ α δ.

Ἀσκήσεις

98. Δείξατε, ὅτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς εἶναι κύκλος κατακόρυφος.

99. Δείξατε, ὅτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς εἶναι ὠριαῖος κύκλος.

100. Δείξατε, ὅτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν ὀρίζοντα τοῦ τόπου, ὅπου ἰστάμεθα.

101. Δείξατε, ὅτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς, εἰς τυχόντα τόπον, εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν οὐράνιον ἰσημερινόν.

102. Δείξατε, ὅτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς εἶναι κάθετος ἐπὶ τοὺς παραλλήλους κύκλους.

103. Δείξατε, ὅτι ὁ οὐράνιος μεσημβρινός, εἰς ἓνα τόπον, δύναται νὰ ὀρισθῇ 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. Εὑρετε τὸ υ καὶ τὴν z ἐκάστου τῶν κυρίων σημείων τοῦ ὀρίζοντος.

105. Δείξατε, ὅτι ὅλα τὰ σημεῖα τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, τὰ ὅποια εὐρίσκονται ἐπὶ τοῦ ἰδίου γήινου μεσημβρινοῦ, ἔχουν καὶ τὸν ἴδιον οὐράνιον μεσημβρινόν.

106. Διὰ τῆς α) ἂν δύο τόποι κείνται ὁ ἓνας νοτιώτερον τοῦ ἄλλου, συμβαίνει νὰ ἔχουν τὸν ἴδιον οὐράνιον μεσημβρινὸν (ὅπως ἔχουν καὶ τὸν ἴδιον γήινον μεσημβρινόν), ἐνῶ β) ἂν ὁ ἓνας κείται ἀνατολικώτερον ἢ δυτικώτερον τοῦ ἄλλου, τότε ὅπωςδήποτε ἔχουν καὶ διαφορετικὸν οὐράνιον μεσημβρινόν (ὅπως διαφορετικοὶ εἶναι καὶ οἱ γήινοι μεσημβρινοὶ τῶν);

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

108. Δείξατε, ὅτι ὁ ὀρίζων καὶ ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς διχοτομοῦνται.

109. Δείξατε, ὅτι ὁ ὀρίζων καὶ ὁ οὐράνιος ἰσημερινὸς διχοτομοῦνται.

121. Φαινομένη περιστροφή τῆς οὐρανίου σφαίρας καὶ νόμοι αὐτῆς. α'. "Ολοὶ οἱ ἀστέρες, ἐκτὸς τοῦ ἡλίου, τῆς σελήνης καὶ τῶν πλανητῶν, φαίνονται ὥσάν νὰ εἶναι καθελωμένοι ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς (κοίλης) ἐπιφανείας τῆς οὐρανίου σφαίρας, εἰς τρόπον ὥστε αἱ σχετικαὶ θέσεις τῶν, ὡς πρὸς ἀλλήλους, νὰ μένουν πάντοτε σταθεραί. Διὰ τοῦτο ὠνομάσθησαν ὑπὸ τῶν ἀρχαίων Ἑλλήνων ἀστρονόμων **ἀπλανεῖς ἀστέρες**, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τοὺς πλανήτας, οἱ ὁποῖοι, σὺν τῷ χρόνῳ, ἀλλάσσουν συνεχῶς θέσιν μετὰ τῶν ἀπλανῶν.

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

β'. "Ολοὶ ἐν γένει οἱ ἀστέρες φαίνονται καθ' ἑκάστην νὰ ἀνατέλουν, ὅπως ὁ ἥλιος, καὶ ἐν συνεχείᾳ νὰ διατρέχουν τὸν οὐρανόν, προχωροῦντες πρὸς τὸ δυτικὸν μέρος τοῦ ὀρίζοντος, ὅπου συνήθως δύουν, διὰ νὰ ἀνατείλουν ἐκ νέου, μετὰ ἀράροδον ἐνὸς 24ώρου ἀπὸ τῆς προηγούμενης ἀνατολῆς τῶν.

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

γ'. Ἡ **περιστροφή τῆς οὐρανίου σφαίρας** δὲν εἶναι πραγματικὴ, ἀλλὰ φαινομενικὴ. Εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς περὶ τὸν ἄξονά της (§ 94). Λαμβάνει δηλαδὴ καὶ ἐδῶ χώραν τὸ γνωστὸν φαινόμενον, κατὰ τὸ ὁποῖον, ἐὰν εὕρισκώμεθα ἐπὶ ἐνὸς κινητοῦ (πλοίου, σιδηροδρόμου κ.ἄ.), μένομεν μὲ τὴν ἀπατηλὴν ἐντύπωσιν, ὅτι κινοῦνται αἱ οἰκίαι, τὰ δένδρα κ.λπ., κατ' ἀντίθετον φερόμεν ἐκείνης, πρὸς τὴν ὁποίαν κινούμεθα ἡμεῖς. Ὅπως δὲ ἀκριβῶς, ἐὰν πε-

ριστραφῇ κάποιος περί τὸν ἑαυτὸν του, νομίζει ὅτι καὶ τὰ γύρω του ἀντικείμενα κινοῦνται κυκλικῶς, ἀλλὰ κατ' ἀντίθετον φοράν, κατὰ τὸν ἴδιον τρόπον, λόγω τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς περί τὸν ἄξονά της, ἐκ $\delta\upsilon\sigma\mu\omega\nu$ πρὸς ἀνατολάς, ἡμεῖς, ὡς εὐρισκόμενοι ἐπ' αὐτῆς, μένομεν μὲ τὴν ἐντύπωσιν, ὅτι κινεῖται ἡ περιβάλλουσα τὴν γῆν οὐράνιος σφαῖρα, ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμᾶς, περί τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου. Τοῦτο δέ, διότι ὁ ἄξων τοῦ κόσμου εἶναι αὐτὸς οὗτος ὁ ἄξων τῆς γῆς, προεκτεινόμενος μέχρι τῆς οὐρανίου σφαίρας (§ 118α).

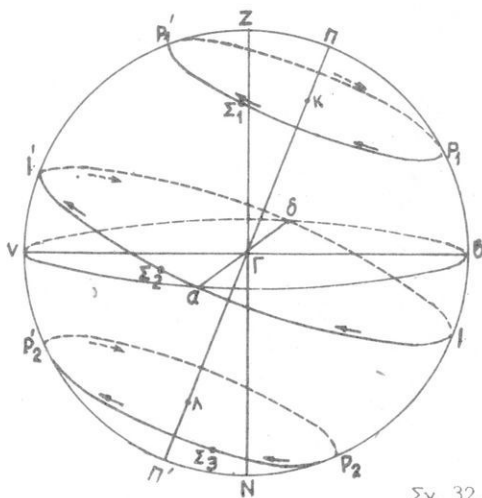
δ'. Ἡ ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς φορά (τῆς πραγματικῆς κινήσεως τῆς γῆς), καλεῖται **ὀρθή φορά**· ἐνῶ ἡ ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμᾶς (τῆς φαινομένης περιστροφῆς τῆς οὐρανίου σφαίρας), καλεῖται **ἀνάδρομος φορά**.

ε'. Λόγω τῆς φαινομένης κινήσεως τῆς οὐρανίου σφαίρας, οἱ ἀστέρες ὑπακούουν εἰς τοὺς ἐξῆς τέσσαρας νόμους.

Νόμος 1ος. **Ἐκαστος ἀστήρ διαγράφει, κατ' ἀνάδρομον φοράν καὶ καθ' ἐκάστην, περιφέρειαν παραλλήλου κύκλου τῆς οὐρανίου σφαίρας.**

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

Οὕτως, ὁ ἀστήρ Σ_1 (σχ. 32) διαγράφει τὴν περιφέρειαν $\Sigma_1 P'_1 P_1 \Sigma_1$, τῆς ὁποίας τὸ κέντρον K κεῖται ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου καὶ ἥτις εἶναι κάθετος ἐπ' αὐτόν. Ὁ ἀστήρ Σ_2 , κείμενος ἐπὶ τοῦ οὐρανίου ἡσημερινοῦ, διαγράφει τὴν περιφέρειαν τοῦ ἡσημερινοῦ $\Sigma_2 I' I \Sigma_2$, τῆς ὁποίας τὸ κέντρον Γ εἶναι καὶ τὸ κέντρον τῆς οὐρανίου σφαίρας, κείμενον ἐπίσης ἐπὶ τοῦ ἄξονος ΠΠ'.



Σχ. 32.

Τὰ βέλη δεικνύουν τὴν ἀνάδρομον φοράν, ἐξ ἀνατολῶν (α) πρὸς δυσμᾶς (δ), ἐνῶ ὁ κύκλος βανδ εἶναι ὁ ὀρίζων τοῦ τόπου Γ.

Νόμος 2ος. Ὁ χρόνος, ὁ ὁποῖος ἀπαιτεῖται διὰ νὰ συμπληρώσῃ τυχὼν ἀστὴρ μίαν περιφέρειαν, εἶναι σταθερὸς καὶ δι' ὅλους τοὺς ἀστέρας ὁ αὐτός· ὀνομάζεται δὲ ἀστρική ἡμέρα καὶ ἰσοῦται πρὸς τὸν χρόνον τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς: 23 ὥρ. 56 λ. 4δ (§ 94α).

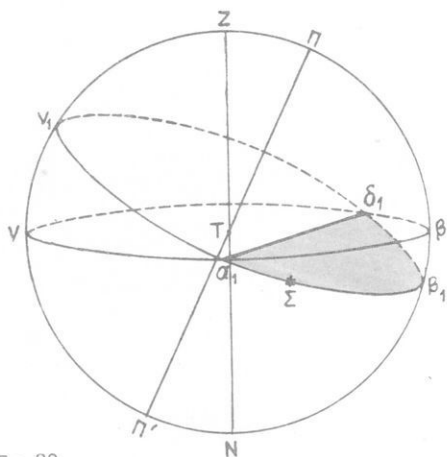
Οὕτως, οἱ ἀστέρες Σ_1 καὶ Σ_2 , ἀνεξαρτήτως τῆς θέσεώς των ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, συμπληρῶνουν ἕκαστος μίαν περιφέρειαν μετὰ μίαν ἀστρικήν ἡμέραν.

Νόμος 3ος. Κατὰ τὴν κίνησιν των περὶ τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου, οἱ ἀστέρες κινοῦνται ὁμαλῶς· ἤτοι εἰς ἰσους χρόνους διατρέχουν ἴσα τόξα τῆς τροχιάς των.

Οὕτως, ὁ ἀστὴρ Σ_2 , διὰ νὰ διατρέξῃ τὴν ἡμιπερίφειραν α'δ, χρειάζεται τὸσον χρόνον, ὅσος ἀπαιτεῖται διὰ νὰ διανύσῃ καὶ τὴν ἡμιπερίφειραν δ'α.

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

Τοῦτο συμβαίνει, διότι οἱ ἀστέρες, πλὴν τοῦ ἡλίου, τῆς σελήνης καὶ τῶν πλανητῶν, φαίνονται καθηλωμένοι ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, ὥσαν ἐκείνη νὰ ᾔτο σφαῖρα ὀστερά.



Σχ. 33.

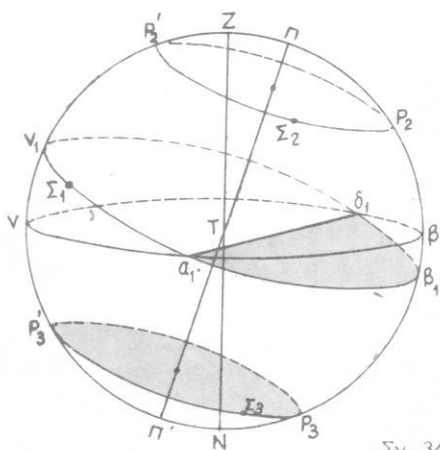
122. Ἀνατολαὶ καὶ δύσεις τῶν ἀστέρων· ἡμερήσια καὶ νυκτερινὰ τόξα αὐτῶν. α'. Λόγω τοῦ 1ου νόμου τῆς φαινομενικῆς κινήσεως τῶν ἀστέρων (§ 121ε), ἓνας ἀστὴρ ἔστω Σ (Σχ. 33), καθὼς διαγράφει τὴν περιφέρειαν τοῦ παραλλήλου τοῦ κύκλου $\Sigma\alpha_1\nu\delta_1\beta_1\Sigma$, ὅταν φθάνη εἰς τὸ σημεῖον α_1 , τὴν τῆς τροχιάς του μετὰ τοῦ ὀρίζοντος $\alpha_1\nu\delta_1\beta$ εἰς τὸν τόπον Τ, λέγομεν ὅτι ἀ-

νατέλλει. Ἐπειδὴ δὲ εὐρίσκεται τότε ἐπὶ τοῦ ὀρίζοντος, τὸ ὕψος του εἶναι ἴσον πρὸς 0° . Ἐν συνεχείᾳ, προχωρεῖ καὶ φθάνει εἰς τὸ σημεῖον ν_1 , ὁπότε ἔχει καὶ τὸ μεγαλύτερον ὕψος αὐτοῦ ὑπεράνω τοῦ ὀρίζοντος, ἴσον πρὸς τὸ τόξον $\nu \nu_1$. Κατόπιν, τὸ ὕψος του ἐλαττοῦται, καθὼς οὗτος προχωρεῖ μέχρι τοῦ σημείου δ_1 , τὸ ὁποῖον εἶναι τὸ ἄλλο ἄκρον τῆς τομῆς $\alpha_1 \delta_1$ τῆς τροχιᾶς του μετὰ τοῦ ὀρίζοντος. Τότε, πάλιν τὸ ὕψος του γίνεται $\nu = 0^\circ$, λέγομεν δέ, ὅτι ὁ ἀστήρ, κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην, **δύει**. Ἐπειτα, προχωρεῖ ἐπὶ τοῦ τμήματος τῆς τροχιᾶς του, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται κάτω τοῦ ὀρίζοντος καὶ φθάνει εἰς τὸ σημεῖον β_1 , εἰς τὸ ὁποῖον τὸ ὕψος του εἶναι ἀρνητικὸν ($\nu = -\beta \beta_1$). Τότε τὸ ὕψος λαμβάνει τὴν μεγαλύτεραν ἀπόλυτον τιμὴν, κατὰ τὴν διαδρομὴν τοῦ ἀστέρος ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα τοῦ τόπου. Ἀπὸ τὸ σημεῖον β_1 ὁ ἀστήρ ἀρχίζει νὰ πλησιάζῃ καὶ πάλιν πρὸς τὸν ὀρίζοντα, καθὼς προχωρεῖ πρὸς τὸ α_1 καὶ τὸ ὕψος του παραμένει μὲν ἀρνητικόν, ἀλλὰ συνεχῶς αὐξάνει, διότι ἡ ἀπόλυτος τιμὴ του γίνεται ὁλονὲν καὶ μικρότερα. Τέλος δὲ ἐπανερχεται εἰς τὸ α_1 , ὁπότε τὸ ὕψος του γίνεται πάλιν $\nu = 0$.

β'. Καλοῦμεν **ἡμερήσιον τόξον** ἀστέρος τὸ τόξον, τὸ ὁποῖον διαγράφει οὗτος ὑπεράνω τοῦ ὀρίζοντος τοῦ τόπου, ὅπου ἰστάμεθα, ὅπως εἶναι τὸ τόξον $\alpha_1 \nu_1 \delta_1$ τοῦ ἀστέρος Σ (σχ. 33)· καὶ **νυκτερινὸν τόξον** αὐτοῦ, τὸ διαγραφόμενον ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα 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 τροχιὰ του $\alpha_1 \nu_1 \delta_1 \beta_1 \alpha_1$. Παρατηροῦμεν, ὅτι τὸ μὲν τόξον αὐτῆς $\alpha_1 \nu_1 \delta_1$, ὡς εὐρίσκόμενον ὑπεράνω τοῦ ὀρίζοντος $\alpha_1 \nu \delta_1 \beta \alpha_1$, εἶναι ἡμερήσιον· ἐνῶ τὸ τόξον $\delta_1 \beta_1 \alpha_1$ εἶναι νυκτερινόν, ἀφοῦ διαγράφεται κάτω ἀπὸ τὸν ὀρίζοντα τοῦ τόπου Τ.

Καλοῦμεν **ἀμφιφανεῖς ἀστέρας**, δι' ἓνα τόπον Τ, ἐκείνους οἱ ὁποῖοι ἀνατέλλουν καὶ δύουν εἰς τὸν ὀρίζοντα



Σχ. 34.

του τόπου, ώστε ένα μέρος της τροχιάς των να είναι ημερήσιον τόξον, ενώ το υπόλοιπον μέρος αυτής να είναι νυκτερινόν τόξον.

β'. Εάν όμως παρατηρήσωμεν την τροχίαν του άστερος Σ_2 , την $\Sigma_2 P'_2 P_2 \Sigma_2$, βλέπομεν, ότι ολόκληρος είναι ημερησία, διότι ο παράλληλος, τόν όποϊον διαγράφει ο άστήρ ούτος, εύρίσκεται ολόκληρος υπεράνω του όρίζοντος του τόπου Τ.

Καλοῦμεν **άειφανείς άστέρας** δι' ένα τόπον Τ, εκείνους, τών όποίων ολόκληρος ή τροχιά διαγράφεται υπεράνω του όρίζοντος του τόπου, εις τρόπον ώστε οί άστέρες αυτοί να μη ανατέλλουν και να μη δύουν, αλλά να φαίνωνται συνεχώς και πάντοτε.

γ'. Αντιθέτως, ολόκληρος ή τροχιά του άστερος Σ_3 , ήτοι ή $\Sigma_3 P_3 P'_3 \Sigma_3$, είναι νυκτερινή, άφου ο παράλληλος, τόν όποϊον διαγράφει ο άστήρ, εύρίσκεται ολόκληρος κάτω από τόν όρίζοντα του τόπου Τ.

Καλοῦμεν **άφανείς άστέρας** εις ένα τόπον Τ, εκείνους οί όποιοι διανύουν ολόκληρον την τροχίαν των κάτω από τόν όρίζοντα του τόπου, χωρίς να ανατέλουν ούτε να δύουν εις αυτόν, αλλά να παραμένουν συνεχώς και πάντοτε άόρατοι εις τόν τόπον αυτόν.

124. Μεσουρανήσεις τών άστέρων εις ένα τόπον. α'. Καλοῦμεν **άνω μεσουράνησιν άστέρος** την στιγμήν, κατά την όποιαν έχει ούτος τó μεγαλύτερον ύψος του εις ένα τόπον, άνεξαρτήτως αν είναι άειφανής ή άφανής εις τόν τόπον αυτόν· λέγομεν δέ, ότι τότε ο άστήρ **μεσουρανεῖ άνω**.

Κατά τόν όρισμόν τουτον, ο άστήρ Σ_1 (σχ. 34) μεσουρανεῖ άνω εις τó σημεῖον ν_1 της τροχιάς του, ενώ ο άειφανής άστήρ Σ_2 έχει την άνω μεσουράνησίν του εις τó σημεῖον P'_2 και ο άφανής Σ_3 εύρίσκεται εις την άνω μεσουράνησίν του, όταν φθάσῃ εις τó σημεῖον P'_3 της τροχιάς του.

β'. Κατ' αντίστοιχον τρόπον, καλοῦμεν **κάτω μεσουράνησιν άστέρος** την στιγμήν, κατά την όποιαν έχει ούτος τó μικρότερον ύψος του εις ένα τόπον και λέγομεν, ότι τότε ο άστήρ **μεσουρανεῖ κάτω**.

Οὔτω, του άστερος Σ_1 ή κάτω μεσουράνησις γίνεται εις τó σημεῖον β_1 της τροχιάς του, ενώ ο μέν άειφανής άστήρ Σ_2 μεσουρανεῖ κάτω εις τó σημεῖον P_2 , ο δέ άφανής άστήρ Σ_3 εύρίσκεται εις την κάτω μεσουράνησίν του, όταν φθάσῃ εις τó σημεῖον P_3 του παραλλήλου του

κύκλου. Διότι τὰ σημεία β_1, P_2, P_3 είναι τὰ ἔχοντα τὸ μικρότερον ὕψος εἰς τὴν τροχίαν καθ' ἑνὸς τῶν ἐν λόγῳ ἀστέρων, ἀντιστοίχως.

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

δ'. Ἐάν προσέξωμεν εἰς τὸ σχ. 34 (ἀλλὰ καὶ εἰς τὰ προηγούμενα σχήματα 33, 32 καὶ 31), ὁ κύκλος ΠΖΠ'Ν, μὲ τὸν ὁποῖον παρίσταται ἡ οὐράνιος σφαῖρα, εἶναι πάντοτε ὁ $\mu\epsilon\sigma\eta\mu\beta\rho\iota\nu\acute{o}\varsigma$ τοῦ τόπου, εἰς τὸν ὁποῖον ἰστάμεθα. Διότι ὁ ἄξων τοῦ κόσμου ΠΠ' καὶ ἡ κατακόρυφος τοῦ τόπου Τ, ἡ ΖΝ, ὀρίζουν (§ 120α) τὸ μεσημβρινὸν ἐπίπεδον. Συνεπῶς, αἱ ἄνω μεσουρανῆσεις ν_1, P_2', P_3' τῶν ἀστέρων $\Sigma_1, \Sigma_2, \Sigma_3$, ὅσον καὶ αἱ κάτω μεσουρανῆσεις αὐτῶν β_1, P_2, P_3 ἀντιστοίχως, γίνονται πάντοτε ἐπὶ τοῦ μεσημβρινοῦ. Μάλιστα, αἱ μὲν ἄνω μεσουρανῆσεις γίνονται εἰς τὸ ἡμικύκλιον ΠνΠ' τοῦ μεσημβρινοῦ, τὸ περιέχον τὸ σημεῖον τοῦ ὀρίζοντος ν, τὸν $\nu\acute{o}\tau\omicron\nu$ (τὸ ὁποῖον σημεῖον καλεῖται, διὰ τοῦτο, καὶ **μεσημβρία**)· ἐνῶ αἱ κάτω μεσουρανῆσεις γίνονται εἰς τὸ ἡμικύκλιον τοῦ μεσημβρινοῦ ΠβΠ', τὸ ὁποῖον περιέχει τὸ σημεῖον τοῦ ὀρίζοντος β, τὸν $\beta\omicron\rho\rho\acute{\alpha}\nu$.

Ἀσκήσεις

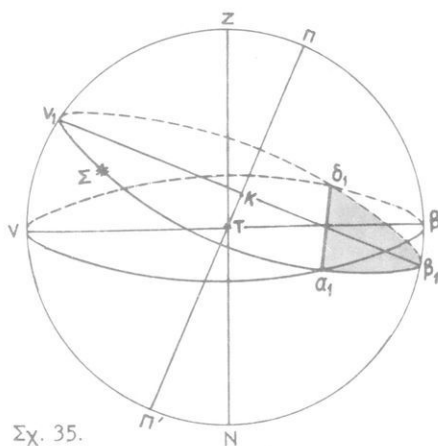
110. Δείξατε, ὅτι ἓνας ἀστήρ ἀειφανὴς εἰς ἓνα τόπον, δύναται νὰ εἶναι ἀμφιφανὴς εἰς ἓνα ἄλλον τόπον καὶ ἀντιστρόφως. (Προσέξατε, διὰ τὴν λύσιν, τὴν γωνίαν τῆς κατακορύφου μετὰ τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου).

111. Δείξατε, ἀκόμη, ὅτι ἓνας ἀστήρ ἀφανὴς εἰς κάποιον τόπον δύναται νὰ εἶναι ἀμφιφανὴς εἰς ἓνα ἄλλον τόπον καὶ ἀντιστρόφως.

112. Δείξατε, ὅτι ὅσον χρόνον χρειάζεται ἓνας ἀστήρ, διὰ νὰ διανύσῃ τὸ τόξον τῆς τροχίᾳς του, ἀπὸ τῆς ἄνω μέχρι τῆς κάτω μεσουρανῆσεώς του, τὸν ἴδιον χρόνον χρειάζεται καὶ διὰ νὰ διανύσῃ τὸ τόξον, ἀπὸ τῆς κάτω μέχρι τῆς ἄνω μεσουρανῆσεώς του. (Χρειάζεται διὰ τὴν λύσιν καὶ ὁ 3ος νόμος τῆς φαινομένης κινήσεως τῶν ἀστέρων, § 121 ε).

125. Δύο θεμελιώδεις ιδιότητες τοῦ οὐρανοῦ μεσημβρινοῦ.

α'. Ἐστω τυχῶν ἀμφιφανὴς ἀστήρ Σ (σχ. 35) καὶ $\alpha_1\nu_1\delta_1\beta_1\alpha_1$ ὁ παράλληλος, τὸν ὁποῖον διαγράφει, λόγῳ τῆς φαινομένης περιστροφῆς τῆς οὐρανοῦ σφαίρας· ἐνῶ $\alpha_1\nu\delta_1\beta\alpha_1$ εἶναι ὁ ὀρίζων τοῦ τόπου Τ, εἰς τὸν ὁποῖον ἰστάμεθα καὶ ΠΖΠ'ΝΠ ὁ μεσημβρινὸς τοῦ τόπου Τ. Τότε, ν_1 καὶ β_1 εἶναι τὰ σημεία τῆς ἄνω καὶ τῆς κάτω μεσουρανῆσεως



τοῦ ἀστέρος Σ, ἀντιστοίχως.

Ἄλλ' ἡ $\nu_1\beta_1$ εἶναι ἡ τομὴ τοῦ παραλλήλου, τὸν ὁποῖον διαγράφει ὁ ἀστήρ, ὑπὸ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ μεσημβρινοῦ· ἐνῶ τὸ κέντρον Κ τοῦ παραλλήλου κύκλου κεῖται ἐπὶ τοῦ ἄξονος ΠΠ' (§ 121ε, 1ος νόμος). Ἐπειδὴ ὁμως, ὁ μεσημβρινὸς περιέχει τὸν ἄξονα τοῦτον, θὰ περιέχῃ καὶ τὸ Κ. Ἀρα ἡ τομὴ $\nu_1\beta_1$ διέρχεται ἐκ τοῦ Κ καὶ εἶναι διάμετρος τοῦ παραλλήλου κύκλου.

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

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

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

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

Ἀσκήσεις

Εἰς τὰς κατωτέρω ἀσκήσεις θὰ πρέπει νὰ ληφθῇ ὑπ' ὄψιν ἡ ἀκριβὴς διάρκεια τῆς ἀστρικῆς ἡμέρας (§ 121ε, νόμος 2ος).

113. Ἀστὴρ Σ διαγράφει τὸ ἡμερήσιον τόξον του εἰς 14 ὥρ. 30 λ. καὶ 20 δ. Πόσον χρόνον χρειάζεται, διὰ νὰ διανύσῃ τὸ νυκτερινὸν τόξον του ;

114. Πόσος χρόνος παρέρχεται ἀπὸ τῆς ἄνω μέχρι τῆς κάτω μεσουρανήσεως ἀστέρος τινος καὶ πόσος ἀπὸ τῆς κάτω μέχρι τῆς ἄνω ;

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

116. Ἐὰν ἓνας ἀστὴρ ἀνατέλλῃ τὴν 8 ὥρ. 30 λ. καὶ ἑὰν δύῃ τὴν 14 ὥρ. 40 λ. 30 δ., πότε μεσουρανεῖ ἄνω καὶ πότε, κάτω ;

117. Ἐὰν ἓνας ἀστὴρ εὐρίσκεται ἐπὶ τοῦ οὐρανίου ἡσημερινοῦ, πόσον διαρκεῖ τὸ ἡμερήσιον καὶ πόσον τὸ νυκτερινὸν τόξον του.

118. Πόσον χρόνον χρειάζεται ἀστὴρ, κείμενος ἐπὶ τοῦ οὐρανίου ἡσημερινοῦ, διὰ νὰ διατρέξῃ τὸ τόξον του, ἀπὸ τῆς ἄνω μεσουρανήσεως μέχρι τῆς δύσεώς του.

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

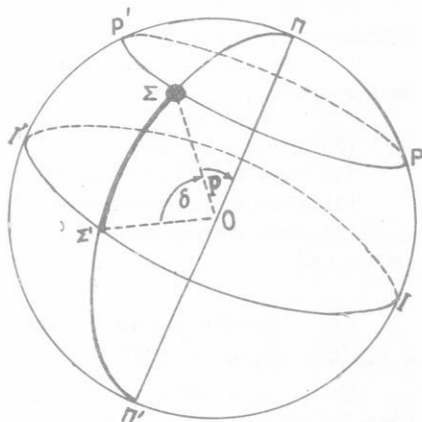
120. Ἐὰν ἀστὴρ μεσουρανῇ ἄνω τὴν 7 ὥρ. 14 λ. 10 δ. καὶ δύῃ τὴν 12 ὥρ. 36 λ. α) πότε ἀνατέλλει ; β) πότε μεσουρανεῖ κάτω ;

121. Ἐὰν ἀστὴρ 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 εὐρίσκεται ἀστὴρ, τοῦ ὁποίου τὸ ἡμερήσιον τόξον εἶναι ἴσον πρὸς τὸ νυκτερινόν ;

126. Ἀπόκλισις καὶ πολικὴ ἀπόστασις ἀστέρος. α'. Καλοῦμεν ἀπόκλινιν ἑνὸς ἀστέρος Σ (σχ. 36) τὴν γωνιώδη ἀπόστασίν του ἀπὸ τὸν οὐράνιον ἡσημερινὸν $ΙΣ'Ι'Ι$.

Διὰ νὰ εὕρωμεν τὴν ἀπόκλινιν τοῦ Σ, φέρομεν τὸν ὠριαῖον αὐτοῦ ΠΣΣ'Π' καὶ ἐκ τοῦ Ο τὰς δύο ὀπτικές ἀκτίνας ΟΣ καὶ ΟΣ'. Ἡ ΟΣ' κατευθύνεται πρὸς τὸ Σ', τομὴν τοῦ ἡσημερινοῦ ὑπὸ τοῦ ὠριαίου τοῦ ἀστέρος. Τότε, ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ ἀστέρος Σ ἀπὸ τὸν ἡσημερινὸν θὰ εἶναι ἡ γωνία Σ'ΟΣ, τῆς ὁποίας μέτρον εἶναι τὸ τόξον Σ'Σ, τοῦ ὠριαίου τοῦ Σ.



Σχ. 36.

Ἡ ἀπόκλισις συμβολίζεται μετὰ τὸ γράμμα δ · μετρεῖται ἐπὶ τοῦ ὠριαίου τοῦ ἀστέρος, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τοῦ σημείου Σ τοῦ ἰσημερινοῦ· δύναται νὰ μεταβληθῇ ἀπὸ 0° ἕως 90° ἀπολύτως· καὶ εἶναι θετική μὲν, ἐὰν ὁ ἀστήρ εὐρίσκεται εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ, ἀρνητική δέ, ἐὰν ὁ ἀστήρ κεῖται εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον.

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

Οὕτως, ἡ πολικὴ ἀπόστασις τοῦ Σ (σχ. 36) εἶναι ἡ γωνία ΠΟΣ, τῆς ὁποίας μέτρον εἶναι τὸ τόξον ΠΣ τοῦ ὠριαίου τοῦ Σ .

Ἡ πολικὴ ἀπόστασις συμβολίζεται μετὰ τὸ γράμμα P · μετρεῖται ἐπὶ τοῦ ὠριαίου τοῦ ἀστέρος, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τοῦ βορείου πόλου τῆς οὐρανοῦ σφαίρας· καὶ δύναται νὰ μεταβληθῇ ἀπὸ 0° ἕως 180° .

Ἀσκήσεις

123. Καθορίσατε ποῖαι ἀντιστοιχίαι ὑπάρχουν μεταξὺ ὕψους καὶ ζενιθίας ἀποστάσεως ἀφ' ἐνὸς (§ 117) καὶ ἀποκλίσεως καὶ πολικῆς ἀποστάσεως ἀφ' ἑτέρου, ὡς καὶ κατὰ τί διαφέρουν.

124. Ἀποδείξατε, ὅτι· ἐνῶς ἡ z καὶ u μεταβάλλονται μετὰ τοῦ τόπου εἰς τὸν ὁποῖον ἰστάμεθα, ἀντιθέτως, ἡ δ καὶ ἡ P εἶναι ἀνεξάρτητοι τοῦ τόπου.

125. Δείξατε, ὅτι· ἐνῶς ἡ z καὶ τὸ u μεταβάλλονται μετὰ τοῦ χρόνου, ἀντιθέτως αἱ δ καὶ P εἶναι ἀνεξάρτητοι καὶ τοῦ χρόνου.

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

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

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

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

130. Πότε εἶναι $P > 90^\circ$ καὶ πότε $\delta < 0^\circ$;

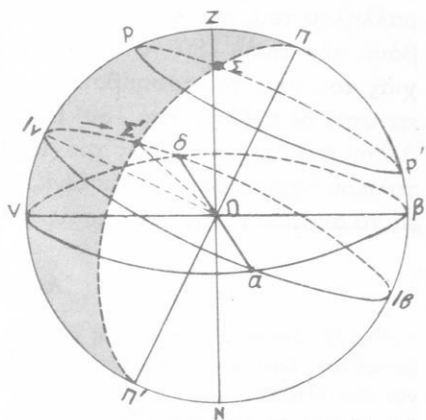
131. Ποῖος ὁ γεωμετρικὸς τόπος τῶν σημείων, τῶν ἐχόντων $\delta = 0$ καὶ $P = 90^\circ$;

132. Ποῖος εἶναι ὁ γεωμετρικὸς τόπος τῶν σημείων, τῶν ἐχόντων $\delta = -46^\circ$ καὶ $P = 136^\circ$;

127. Ὠριαία γωνία ἀστέρος. α'. Ἐστω ὁ τόπος O καὶ $\beta \alpha \nu \delta \beta$ ὁ ὀρίζων αὐτοῦ (σχ. 37).

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

Ἐστω ἤδη ὁ ἀστήρ Σ καὶ ὁ ὠριαῖος αὐτοῦ $\Pi\Sigma\Pi'$, ὅστις τέμνει τὸν οὐράνιον ἰσημερινὸν ἐν β καὶ δ εἰς τὸ σημεῖον Σ' . Ὁ ὠριαῖος οὗτος σχηματίζει μετὰ τοῦ μεσημβρινοῦ $\Pi\Sigma\Pi'N$ τὴν διέδρον γωνίαν $\angle \Pi\Pi'\Sigma$, τῆς ὁποίας ἀντίστοιχος, ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἰσημερινοῦ, εἶναι ἡ γωνία $\angle \nu \text{ΟΣ}'$ · διότι τὸ σημεῖον ν εἶναι ἐκεῖνο, κατὰ τὸ ὁποῖον ὁ οὐράνιος ἰσημερινὸς τέμνεται ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ. Ἡ διέδρος γωνία $\angle \Pi\Pi'\Sigma$ καὶ ἡ ἀντίστοιχὸς τῆς ἐπίπεδος $\angle \nu \text{ΟΣ}'$ ἔχουν ὡς μέτρον τὸ τόξον $\nu \Sigma'$ τοῦ ἰσημερινοῦ.



Σχ. 37.

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

Ἡ ὠριαία γωνία συμβολίζεται μὲ τὸ γράμμα H · μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ ἰσημερινοῦ, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τοῦ σημείου ν , εἰς τὸ ὁποῖον ὁ ἰσημερινὸς τέμνεται ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ, κατὰ τὴν ἀνὰ δρομὸν φοράν, ἥτοι ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς (ὅπως κινεῖται φαινομενικῶς ἡ οὐράνιος σφαῖρα)· δύναται δὲ νὰ μεταβληθῇ ἀπὸ 0° ἕως 360° .

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

γ . Ἐπειδὴ ὁ ἀστήρ Σ κινεῖται συνεχῶς ἐπὶ τοῦ παραλλήλου κύκλου τοῦ $\Sigma\Pi'P$, διὰ τοῦτο ἡ ὠριαία γωνία του μεταβάλλεται μετὰ τοῦ χρόνου, ἐντὸς καθενὸς 24ώρου. Γίνεται 0° , ὅταν ὁ ἀστήρ διέρχεται ἐκ τοῦ μεσημβρινοῦ, κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησίν του, ἥτοι ὅταν εὐρίσκεται εἰς τὸ σημεῖον P · ἔπειτα αὐξάνει ἀπὸ 0° ἕως 180° , καθὼς ὁ ἀστήρ διατρέχει τὴν ἡμιπερίφερίαν τοῦ πα-

ραλλήλου του, τήν εύρισκομένην εἰς τὸ δυτικὸν ἡμισφαίριον καὶ λαμβάνει τὴν τιμὴν 180° , ὅταν φθάνη εἰς τὸ σημεῖον Ρ', τομὴν τῆς τροχιᾶς του ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ, κατὰ τὴν κάτω μεσουράνησίν του· κατόπιν δὲ αὐξάνει 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 ἄνω μεσουρανῆσεώς του.

Ἀσκήσεις

133. Δείξατε, ὅτι ἡ H ἐνὸς ἀστέρος, μετρομένη εἰς ἓνα τόπον, εἶναι διαφορετικὴ ἀπὸ ἐκείνην ἢ ὁποῖα εὐρίσκεται, ὅταν μετρηθῇ εἰς ἓνα ἄλλον τόπον, κείμενον ἀνατολικώτερον ἢ δυτικώτερον τοῦ πρώτου τόπου. (Διὰ τὴν λύσιν χρησιμοποίησατε τὰ δεδομένα τῶν ἀσκήσεων 105 καὶ 106).

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

135. Ὅρισατε τοὺς γεωμετρικοὺς τόπους τῶν σημείων τῆς οὐρανίου σφαίρας, τῶν ἔχόντων 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, ὅτι ἡ ὠριαία γωνία H καὶ ἡ ἀπόκλισις δ ἐνὸς ἀστέρος, ἀπὸ κοινοῦ θεωρούμεναι, δύνανται νὰ χρησιμεύσουν διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς θέσεως τοῦ ἀστέρος ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, ἥτοι ὡς $\sigma \nu \nu \tau \epsilon \tau \alpha \gamma \mu \acute{\epsilon} \nu \alpha \iota$ τοῦ ἀστέρος τούτου.

137. Δείξατε, ὅτι ἡ H καὶ ἡ δ , χρησιμοποιούμεναι ὡς συντεταγμένα ἐνὸς ἀστέρος (ὡς ἡ ἀσκ. 136), δὲν εἶναι σταθεραὶ, ἀλλὰ μεταβάλλονται μετὰ τοῦ $\chi \rho \acute{o} \nu \omicron \upsilon$ καὶ τοῦ $\tau \acute{o} \pi \omicron \upsilon$, εἰς τὸν ὁποῖον εὐρίσκόμεθα, καθορίσατε δὲ ποῖα ἐκ τῶν δύο συντεταγμένων μεταβάλλεται καὶ ποῖα παραμένει σταθερὰ καὶ διατί.

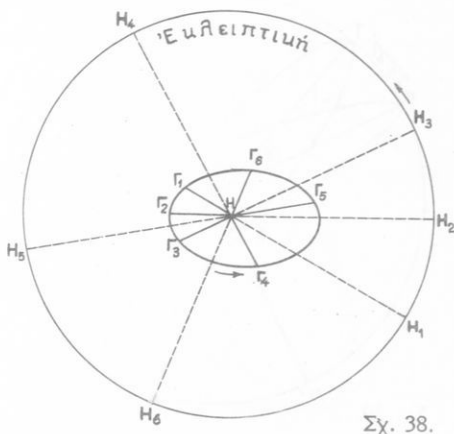
Ο ΗΛΙΟΣ ΕΙΣ ΤΗΝ ΟΥΡΑΝΙΟΝ ΣΦΑΙΡΑΝ

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

Ἐκτὸς τῆς καθημερινῆς κινήσεώς του, ἡ ὁποῖα εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς φαινομένης κινήσεως τῆς οὐρανίου σφαίρας (§ 121β), οὗτος ἀλλάσσει συνεχῶς θέσιν εἰς τὸν οὐρανόν, εἰς τρόπον ὥστε, ἐντὸς ἐνὸς ἔτους ἀκριβῶς, νὰ διαγράφῃ πάντοτε καὶ σταθερῶς μίαν πλήρη κυκλικὴν τροχίαν, κατὰ μῆκος μεγίστου κύκλου τῆς οὐρανίου σφαίρας.

Ὁ μέγιστος κύκλος τῆς ἐτήσιας τροχιᾶς τοῦ ἡλίου ὠνομάσθη, ἀπὸ τοὺς ἀρχαίους Ἑλληνας ἀστρονόμους, Ἐκλειπτική.

β'. Ἡ ἑτησία κίνησις τοῦ ἡλίου, κατὰ μήκος τῆς ἑκλειπτικῆς, δὲν εἶναι πραγματική, ἀλλὰ φαινομενική. Ὅπως δὲ ἡ ἡμερησία κίνησις αὐτοῦ, ἀλλὰ καὶ ὁλοκλήρου τῆς οὐρανίου σφαίρας, εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς (§ 121γ), καθ' ὅμοιον τρόπον, ἡ φαινομένη ἑτησία κίνησις τοῦ ἡλίου, κατὰ μήκος τῆς ἑκλειπτικῆς, ὁφείλεται εἰς τὴν πραγματικὴν κίνησιν τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον.

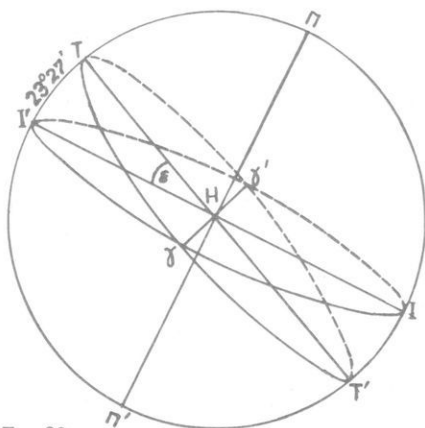


Σχ. 38.

Πράγματι· ἂν Γ_1 εἶναι τυχούσα θέσις τῆς γῆς ἐπὶ τῆς ἑκλειπτικῆς τροχιᾷ αὐτῆς περὶ τὸν ἥλιον H (σχ. 38), τότε, ἐκ τῆς θέσεως ταύτης παρατηρούμενος ὁ ἥλιος, φαίνεται ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας εἰς τὴν θέσιν H_1 , ἡ ὁποία ὀρίζεται ἀπὸ τὴν προέκτασιν τῆς ὀπτικῆς ἀκτίνος $\Gamma_1 H$ (τῆς διευθυνομένης ἐκ τῆς γῆς Γ πρὸς τὸν ἥλιον H) μέχρις ὅτου αὕτη τμήσῃ τὴν οὐράνιον σφαῖραν. Καθὼς ἡ γῆ κινεῖται ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς περὶ τὸν ἥλιον, ὅταν μετὰ τι διάστημα, π.χ. μετὰ ἓνα μῆνα, φθάσῃ εἰς τὴν θέσιν Γ_2 , τότε ὁ ἥλιος θὰ φαίνεται προβαλλόμενος, καθ' ὅμοιον τρόπον, εἰς τὴν θέσιν H_2 ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας. Μετὰ ἓνα ἀκόμη μῆνα, ἐκ τῆς θέσεως Γ_3 τῆς γῆς, ὁ ἥλιος θὰ φαίνεται εἰς τὴν θέσιν H_3 ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας κ.ο.κ. Ἐπομένως, ὅπως ἡ γῆ κινεῖται κατ' ὀρθὴν φορὰν περὶ τὸν ἥλιον, ἐκεῖνος φαίνεται εἰς τὴν θέσιν H_1 , ὅτι κινεῖται ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ κατὰ τὴν ἰδίαν φορὰν. Ὅταν δὲ ἡ γῆ συμπληρώσῃ τὴν ἑτησίαν της περιφορὰν ἐπὶ τῆς ἑκλειπτικῆς της τροχιᾷ περὶ τὸν ἥλιον καὶ ἐπανέρχεται εἰς τὸ Γ_1 , ἐκεῖνος συμπληρώνει τὸν μέγιστον κύκλον τῆς οὐρανίου σφαίρας $H_1, H_2, \dots, H_6, H_1$.

Προκύπτει ἐκ τούτων, ὅτι ἡ ἑκλειπτική εἶναι ὁ τόπος τῶν θέσεων, εἰς τὰς ὁποίας φαίνεται ὁ ἥλιος ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, κατὰ τὴν διάρκειαν ἑνὸς ἔτους, ἐκ τῶν διαδοχικῶν θέσεων τῆς γῆς, κατὰ τὴν ἑτησίαν περιφορὰν της περὶ τὸν ἥλιον.

γ'. Ἐπειδὴ ἡ ἀπόστασις τῆς γῆς ἐκ τοῦ ἡλίου δύναται νὰ θεωρηθῇ ἀμελητέα, πρὸ τοῦ ἀπείρου μήκους τῆς ἀκτίνος τῆς οὐρανίου



Σχ. 39.

σφαίρας, διὰ τοῦτο, ὅπως ἄλλοτε (§ 113α) ἐθεωρήσαμεν ὁλόκληρον τὴν γῆν, ὡς σημεῖον — κέντρον — τῆς οὐρανίου σφαίρας, καθ' ὅμοιον τρόπον, τώρα, δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν, ὡς σημεῖον — κέντρον — αὐτῆς, ὁλόκληρον τὴν τροχίαν τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον.

Ἐξηγεῖται, κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, διατί ἡ ἐκλειπτικὴ φαίνεται ὡς μέγιστος κύκλος τῆς οὐρανίου σφαίρας, ἔχων ὡς κέντρον, ὃχι ἀ-

πλῶς τὴν γῆν, ἀλλ' ὁλόκληρον τὴν τροχίαν αὐτῆς περὶ τὸν ἥλιον.

δ'. Ἐὰν H εἶναι τὸ κέντρον τῆς οὐρανίου σφαίρας καὶ $ΠΠ'$ ὁ ἄξων αὐτῆς (σχ. 39), ἐνῶ $Ιγ'γ'$ εἶναι ὁ ἰσημερινὸς τῆς, τότε $γΤγ'Τ'$ εἶναι ἡ ἐκλειπτικὴ, σχηματίζουσα μετὰ τοῦ ἰσημερινοῦ τὴν διεδρον γωνίαν $Ι'γγ'Τ$, τῆς ὁποίας ἀντίστοιχος εἶναι ἡ ἐπίπεδος γωνία $Ι'ΗΤ = ε$, ἔχουσα μέτρον τὸ τόξον $Ι'Τ$, ἢ τὸ $ΙΤ'$.

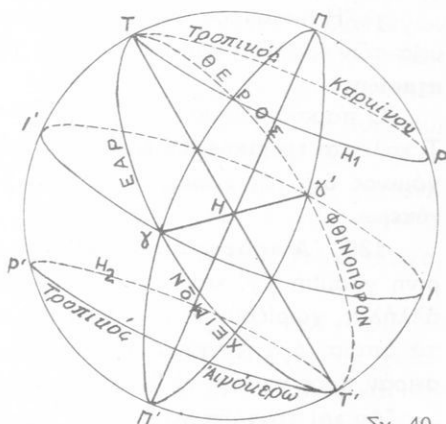
Ἡ γωνία αὕτη εἶναι σταθερά, ἴση πρὸς $23^{\circ} 27'$ καὶ καλεῖται **λόξωσις τῆς ἐκλειπτικῆς**.

Ἡ λόξωσις τῆς ἐκλειπτικῆς εἶναι, εἰς τὴν πραγματικότητα, ἡ κλίσις τὴν ὁποίαν παρουσιάζει ὁ ἄξων τῆς γῆς ἢ, ὅπερ τὸ αὐτό, ἡ γωνία τὴν ὁποίαν σχηματίζει ὁ ἰσημερινὸς τῆς μετὰ τοῦ ἐπίπεδου τῆς τροχιάς αὐτῆς περὶ τὸν ἥλιον. Ἐπειδὴ δέ, εἰς τὴν οὐράνιον σφαῖραν, ὁ μὲν ἄξων τῆς γῆς καθίσταται ἄξων τοῦ κόσμου, ὁ δὲ γήϊνος ἰσημερινὸς ἐμφανίζεται ὡς οὐράνιος, ἐνῶ ἡ τροχία τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον παρουσιάζεται ὡς ἡ ἐκλειπτικὴ, διὰ τοῦτο καὶ ἡ γωνία γήϊνου ἰσημερινοῦ καὶ τροχιάς τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν λόξωσιν τῆς ἐκλειπτικῆς.

129. Ἰσημερίαι καὶ τροπαί. α'. Ἡ διάμετρος $γγ'$ τῆς οὐρανίου σφαίρας (σχ. 40), κατὰ τὴν ὁποίαν τέμνονται ὁ οὐράνιος ἰσημερινὸς $Ιγ'γ'$ καὶ ἡ ἐκλειπτικὴ $Τ'γΤγ'$, καλεῖται **ἰσημερινὴ γραμμὴ**, ἐνῶ τὰ πέρατα αὐτῆς $γ$ καὶ $γ'$ ὀνομάζονται **ἰσημερινὰ σημεία**. Ἐκ

τούτων, τὸ μὲν γ, εἰς τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται ὁ ἥλιος κατὰ τὴν **ἔαρινὴν ἰσημερίαν** (21ην Μαρτίου), καλεῖται **ἔαρινόν ἰσημερινὸν σημεῖον**. ἐνῶ τὸ γ', εἰς τὸ ὁποῖον φθάνει ὁ ἥλιος μετὰ ἕξ μῆνας, κατὰ τὴν **φθινοπωρινὴν ἰσημερίαν** (23ην Σεπτεμβρίου), ὀνομάζεται **φθινοπωρινόν ἰσημερινόν σημεῖον**.

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



Σχ. 40.

β'. Ἀπὸ τὸ ἔαρινόν ἰσημερινόν σημεῖον ὁ ἥλιος ἀνέρχεται εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ καί, συνεχῶς ἀπομακρυνόμενος ἀπὸ τὸν ἰσημερινόν, μετὰ τρεῖς μῆνας (τὴν 22 Ἰουνίου), φθάνει εἰς τὸ βορειότερον σημεῖον τῆς ἐκλειπτικῆς, τὸ Τ, ἀπὸ τὸ ὁποῖον 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 τινὰς ἡμέρας πρὸ καὶ μετὰ τὴν θερινὴν τροπήν, ὁ ἥλιος φαίνεται βραδυπορῶν ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς (§ 130α), ὥσαν νὰ ἴσταται διὰ τοῦτο τὸ θερινὸν τροπικὸν σημεῖον ὀνομάζεται ἀκόμη καὶ **θερινὸν ἡλιοστάσιον**.

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

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

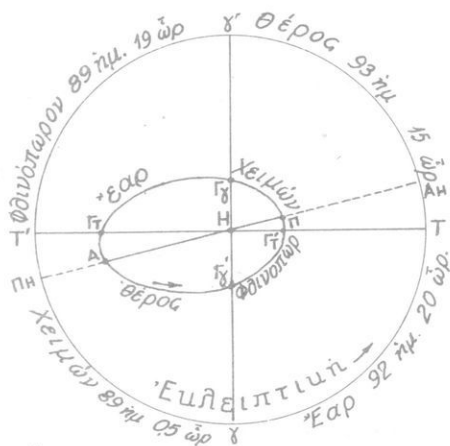
Ὁ παράλληλος κύκλος ΤΗ₁Ρ, ὁ διερχόμενος ἐκ τῆς θερινῆς τροπῆς Τ, καλεῖται **τροπικὸς τοῦ Καρκίνου**, ἐνῶ ὁ παράλληλος Τ'Η₂Ρ', ὁ διερχόμενος διὰ τῆς χειμερινῆς τροπῆς Τ', ὀνομάζεται **τροπικὸς τοῦ Αἰγίου**.

130. Ἀνισότης διαρκείας τῶν ὥρῶν τοῦ ἔτους. α'. Ἡ ἰσημερινὴ γραμμὴ γγ' καὶ ἡ γραμμὴ τῶν τροπῶν ΤΤ', καθέτοιαι πρὸς ἀλλήλας, χωρίζουν τὴν ἐκλειπτικὴν εἰς τέσσαρα ἴσα τεταρτημόρια, τὰ ὁποῖα, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τὸ σημεῖον γ, ἀντιστοιχοῦν κατὰ σειρὰν πρὸς τὸ **ἔαρ**, τὸ **θέρους**, τὸ **φθινόπωρον** καὶ τὸν **χειμῶνα**.

Ἄν καὶ τὰ τόξα γΤ, Τγ', γ'Τ' καὶ Τ'γ εἶναι ἴσα, ὅμως αἱ ἐποχαὶ ἔχουν διαφορετικὴν διάρκειαν ὡς πρὸς ἀλλήλας. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι ὁ ἥλιος κινεῖται ἀνισοταχῶς ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς. Ἡ ἀνισοταχὴς κίνησις τοῦ ἡλίου ἐξηγεῖται ὡς ἑξῆς:

Ἐστω (σχ. 41), ὅτι ἡ γῆ εὐρίσκεται ἐπὶ τῆς τροχιᾶς τῆς 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 Γ_γΓ_τ, τοῦ **ἔαρος**, ἐνῶ ὁ ἥλιος φαίνεται, ὅτι διατρέχει τὸ τόξον γΤ τῆς ἐκλειπτικῆς. Ὅμως, καθὼς ἡ γῆ ἀπομακρύνεται ἐκ τοῦ

ἡλίου Η καὶ πλησιάζει πρὸς τὸ ἀφῆλιον (§61, γ) τῆς τροχιᾶς τῆς Α, κινεῖται καὶ ὁλονὲν βραδυτέρων, ἐπεὶδὴ ἡ ἀσκουμένη ἐπ' αὐτῆς ἐλκτική δύναμις τοῦ ἡλίου γίνεται ὁλονὲν καὶ μικροτέρα. Συνεπῶς καὶ ὁ ἥλιος θὰ φαίνεται ὅτι διατρέχει τὸ τόξον γΤ με ταχύτητα συνεχῶς ἐπιβραδυνομένην. Ὑπ' αὐτὰς τὰς συνθήκας τὸ ἔαρ διαρκεῖ 92 ἡμ. καὶ 20 ὥρ. περίπου.



Σχ. 41.

Μετά ταῦτα, ἡ γῆ θὰ διαγράφη τὸ τόξον $\Gamma\tau\Gamma\gamma$ τῆς τροχιάς της, τὸ ἀντιστοιχοῦν εἰς τὸ $\theta \epsilon \rho \sigma$, ἐνῶ ὁ ἥλιος θὰ φαίνεται διατρέχων ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς τὸ τόξον $\tau\gamma'$. Ἀλλὰ τὸ τόξον $\Gamma\tau\Gamma\gamma$ τῆς γῆνης τροχιάς, ἀφ' ἑνὸς μὲν εἶναι τὸ μεγαλύτερον ὅλων, ἀφ' ἑτέρου δὲ περιέχει καὶ τὸ ἀφῆλιον A , εἰς τὸ ὁποῖον φθάνει ἡ γῆ τὴν 1ην Ἰουλίου, ὅπου δὲ καὶ ἀναπτύσσει τὴν μικροτέραν της ταχύτητα. Διὰ τοῦτο καὶ ὁ ἥλιος, εἰς τὸ ἀντίστοιχον σημεῖον τῆς ἐκλειπτικῆς A_H , γειτονικὸν τοῦ θερινοῦ ἡλιοστασίου T , φαίνεται, ὅτι κινεῖται βραδύτατα· ὅτι ἴσταται. Διὰ τοὺς λόγους αὐτοὺς, τὸ θέρος εἶναι ἡ μακροτέρα ἐποχὴ, διαρκείας 93 ἡμ. καὶ 15 ὥρ. περίπου.

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

Τέλος, κατὰ τὸν $\chi \epsilon \imath \mu \omega \nu \alpha$, ἡ μὲν γῆ διατρέχει τὸ τόξον $\Gamma\tau\Gamma\gamma$, τὸ περιέχον τὸ περιήλιον, εἰς τὸ ὁποῖον φθάνει τὴν 1ην Ἰανουαρίου· ὁ δὲ ἥλιος διανύει τὸ τόξον $\tau\gamma$ τῆς ἐκλειπτικῆς, ταχύτερον ὅλων, ἀφοῦ καὶ ἡ γῆ κινεῖται ἤδη ταχύτερον, ὥς ἐκ τῆς ἐγγύτητός της πρὸς τὸν ἥλιον. Ὡς ἐκ τούτου, ὁ χειμὼν εἶναι ἡ βραχυτέρα ἐποχὴ, διαρκείας 89 ἡμ. καὶ 0,5 ὥρ. περίπου.

β'. Εἶναι προφανές, ὅτι ὁ ἥλιος H φαίνεται ἀπὸ τὸ περιήλιον Π τῆς τροχιάς τῆς γῆς, εἰς τὸ σημεῖον Π_H , ὡς δίσκος μεγαλύτερος ἀπὸ ἐκεῖνον μὲ τὸν ὁποῖον παρουσιάζεται εἰς τὸ A_H , ὅταν παρατηρῇται ἀπὸ τὸ ἀφῆλιον A τῆς τροχιάς τῆς γῆς. Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν ἡ **φαινομένη διάμετρος** τοῦ ἡλίου εἶναι $32' 36''$, ἐνῶ εἰς τὴν δευτέραν περιορίζεται εἰς $31' 32''$. Συνεπῶς, ἡ μέση τιμὴ τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ ἰσοῦται μὲ $32' 4''$.

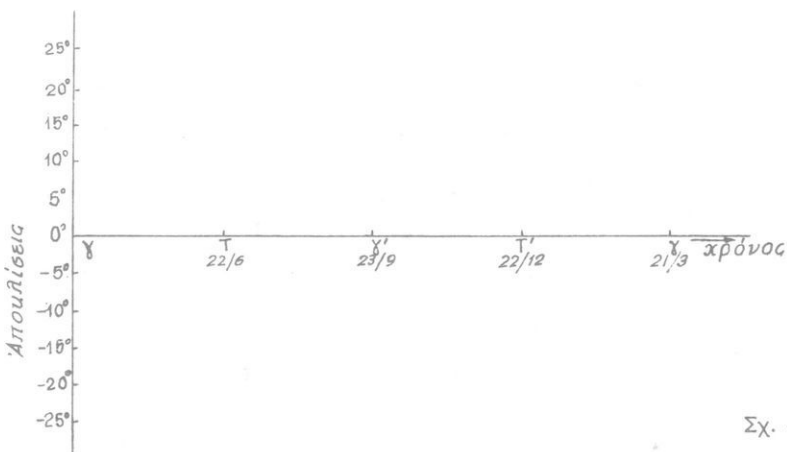
Ἀσκήσεις

138. Εὑρετε τὴν ἀπόκλισιν τῶν σημείων γ , T , γ' καὶ T' .

139. Καθορίσατε τοὺς γεωμετρικοὺς τόπους τῶν σημείων τῆς οὐρανίου σφαίρας, τὰ ὅποια ἔχουν α) $\delta = +23^\circ 27'$ καὶ β) $\delta = -23^\circ 27'$.

140. Ποῖον παράλληλον κύκλον διαγράφει ὁ ἥλιος, λόγῳ τῆς φαινομένης ἡμερησίας κινήσεως τῆς οὐρανίου σφαίρας, ὅταν εὑρίσκεται α) εἰς τὸ γ β) ὅταν εὑρίσκεται εἰς τὸ T γ) ὅταν εἶναι εἰς τὸ γ' καὶ δ) ὅταν εἶναι εἰς τὸ T' ; (Χρησιμοποιήσατε τὸ σχ. 40).

141. Χαραξάτε τὴν καμπύλην μεταβολῆς τῆς ἀποκλίσεως δ τοῦ ἡλίου, διαρ-



Σχ. 42.

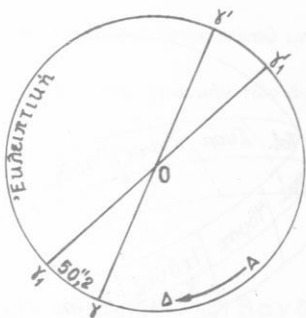
κοῦντος ἑνὸς ἔτους, ὑποτιθεμένου ὅτι αὕτη μεταβάλλεται ὁμαλῶς. Χρησιμοποιήσατε πρὸς τοῦτο τὸ ἄνωθι (σχ. 42) σύστημα συντεταγμένων : ἄξων τῶν τετμημένων ὁ χρόνος· τῶν τεταγμένων αἱ ἀποκλίσεις.

142. Χαράξατε, καθ' ὅμοιον τρόπον, τὴν καμπύλην μεταβολῆς τῶν πολικῶν ἀποστάσεων P τοῦ ἡλίου, διαρκούντος ἑνὸς ἔτους.

131. Μεταβολὴ τῆς διαρκείας τῶν ὥρῶν τοῦ ἔτους. α'. Λόγω τῆς τρίτης κινήσεως τῆς γῆς, τῆς μεταπτώσεως (§ 97β), ὡς γνωστόν, ὁ ἄξων τῆς γῆς μεταβάλλει συνεχῶς θέσιν. Ὡς ἐκ τούτου καὶ ὁ γῆϊνος ἡμερινὸς συνεχῶς μετατοπίζεται. Ἐπομένως, θὰ ἀλλάσσουν συνεχῶς θέσιν, τόσον ὁ ἄξων τοῦ κόσμου, ὅσον καὶ ὁ οὐράνιος ἡμερινός, ἐν σχέσει πρὸς τὴν ἐκλειπτικὴν. Διὰ τοῦτο καὶ ἡ τομὴ ἡμερινοῦ καὶ ἐκλειπτικῆς, ἥτοι ἡ ἡμερινὴ γραμμὴ $\gamma\gamma'$, ἐπίσης θὰ ἀλλάσσει συνεχῶς θέσιν ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐκλειπτικῆς. Οὕτως, ἐὰν σήμερον ἡ ἡμερινὴ γραμμὴ εἶναι ἡ $\gamma\gamma'$ (σχ. 43), μετὰ ἓν ἔτος θὰ εὑρεθῇ εἰς τὴν θέσιν $\gamma_1\gamma_1'$, τὸ δὲ γ θὰ καταλάβῃ τὴν θέσιν γ_1 . Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **μετάπτωσης τῶν ἡμεριῶν**.

Ἐπειδὴ ἡ μετάπτωσης τοῦ ἄξονος τῆς γῆς γίνεται κατὰ τὴν ἀνδρομον φορὰν καὶ ἡ περίοδός της εἶναι ἴση πρὸς 25.800 ἔτη, ἔπεται ὅτι τὸ γ , κινούμενον συνεχῶς ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς, θὰ διαγράφῃ ὁλόκληρον τὸν κύκλον τῆς ἐκλειπτικῆς, ἐντὸς τῆς περιόδου τῶν 25.800 ἔτων καὶ ὅτι ἡ ἑτησίᾳ μετατόπισις αὐτοῦ ἰσοῦται πρὸς $360^\circ : 25.800 = 50'',2$.

β'. Ἐφ' ὅσον ἡ ἰσημερινὴ γραμμὴ γγ' (σχ. 41) συνεχῶς μετατοπίζεται ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐκλειπτικῆς, ἔπεται, ὅτι θὰ ἀλλάσῃ συνεχῶς καὶ θέσιν, ὡς πρὸς τὴν γραμμὴν τῶν ἀψίδων ΑΠ, ἥτοι τὴν γραμμὴν, ἡ ὁποία συνδέει τὸ περιήλιον μὲ τὸ ἀφῆλιον τῆς γῆϊνης τροχιάς. Ἀλλὰ τότε καὶ τὰ μήκη τῶν τόξων $\Gamma\gamma\Gamma_T$, $\Gamma_T\Gamma\gamma$, $\Gamma\gamma\Gamma_T$, $\Gamma_T\Gamma\gamma$ θὰ μεταβάλλωνται, ὅπως καὶ ἡ ταχύτης τῆς γῆς (ἐπομένως δὲ καὶ τοῦ ἡλίου, κινουμένου ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς) καὶ δὲν θὰ εἶναι πάντοτε, ὅπως παρουσιάζονται σήμερον, κατὰ τὰς διαφόρους ἐποχὰς τοῦ ἔτους (§ 130α).

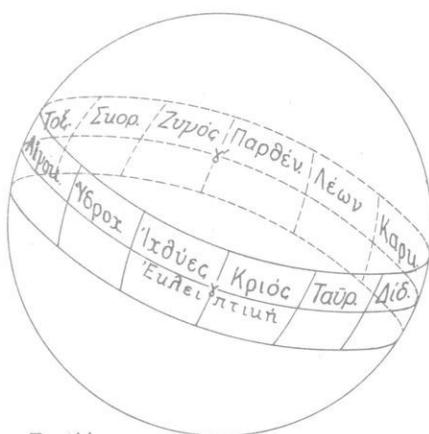


Σχ. 43.

Εἰς ὅλα αὐτὰ συντείνει ἀκόμη περισσότερον, τὸ ὅτι, ὄχι 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 γῆϊνης τροχιάς κατὰ $11'',7$, κινούμενος ἀντιθέτως, ἥτοι κατὰ τὴν ὀρθὴν φοράν. Ὡς ἐκ τούτου, ἡ γραμμὴ τῶν ἀψίδων ἀπομακρύνεται ἀπὸ τὴν γραμμὴν τῶν ἰσημεριῶν κατὰ $50'',2 + 11'',7 = 61'',9$ ἐτησίως. Καὶ ἐνῶ σήμερον σχηματίζουν γωνίαν 12° περίπου, πρὸ 700 ἐτῶν συνέπιπτον. Ἐπομένως, τότε, τὸ ἔαρ εἶχεν ἴσην διάρκειαν μὲ τὸ θέρος καὶ τὸ φθινόπωρον ἴσην μὲ τὸν χειμῶνα.

132. Ζωδιακὴ ζώνη. α'. Κατὰ τοὺς χρόνους τῆς ἀρχαιότητος, εἶχε διαπιστωθῇ ὑπὸ τῶν Ἑλλήνων ἀστρονόμων, ὅτι οἱ πλανῆται, κινούμενοι περὶ τὸν ἥλιον, διαγράφουν τὰς τροχιάς αὐτῶν ἐντὸς στενῆς ζώνης τοῦ οὐρανοῦ, πλάτους μόλις 16° , ἡ ὁποία καὶ ἐδιχοτομεῖτο ὑπὸ τῆς ἐκλειπτικῆς.

Ἡ ἐν λόγῳ ζώνη διεχωρίζετο εἰς δώδεκα ἴσα μέρη (σχ. 44), τὰ ὁποῖα ὠνομάσθησαν οἴκοι (τοῦ ἡλίου), διότι ἐντὸς ἐνὸς ἐκάστου ἐξ αὐτῶν παραμένει ὁ ἥλιος ἐπὶ ἓνα μῆνα κατ' ἔτος, καθὼς διατρέχει τὴν ἐκλειπτικὴν. Ἐπειδὴ δέ, εἰς ἕκαστον τῶν δώδεκα αὐτῶν μερῶν, τῶν δωδεκατημορίων, ὅπως ἀκόμη λέγονται, οἱ εὐρίσκόμενοι ἀστέρες ἀπετέλουν ἀντιστοιχῶς καὶ ἀπὸ ἓνα ἀστερισμὸν, ὁ ὁποῖος ἔφερε, κατὰ κανόνα, τὸ ὄνομα ἐνὸς ζώου, διὰ τοῦτο, οἱ « οἴκοι » ὠνομάζοντο



Σχ. 44.

καὶ ζώδια, ἐνῶ ὁλόκληρος ἡ ζώνη ὠνομάσθη ζωδιακὴ ζώνη ἢ καὶ ζωδιακὸς κύκλος.

Τὰ ζώδια ἀρχίζουन ἀπὸ τὸ ἐαρινὸν σημεῖον γ καὶ ἕκαστον ἐκτείνεται ἐπὶ μῆκους 30° , φέρουν δέ, κατὰ σειρὰν, τὰ ἑξῆς ὀνόματα :

Κριός, Ταῦρος, Αἰδύμοι (Κάστωρ καὶ Πολυδεύκης),

Καρκίνος, Λέων, Παρθένος (Περσεφόνη),

Χηλαὶ Σκορπίου (μετονομασθεῖσαι βραδύτερον εἰς **Ζυγόν**),
Σκορπίος, Τοξότης (Κένταυρος),

Αἰγόκερως (Πάν), **Ὑδροχόος** (Γανυμήδης) καὶ **Ἰχθύες**.

β'. Ἐντὸς τῶν τελευταίων 2150 ἐτῶν, τὸ γ, ἡ ἀρχὴ τῶν ζωδίων, μετετοπίσθη λόγῳ τῆς μεταπτώσεως (131α) κατὰ $50'', 2 \times \times 2150 = 30^\circ$ περίπου.

Ὡς ἐκ τούτου, ἐνῶ ὁ πρῶτος οἶκος τοῦ Κριοῦ, ἀντιστοιχοῦσεν ἄλλοτε εἰς τὸν πρῶτον ἀστειρισμὸν τοῦ Κριοῦ, σήμερον εἰς τὸν οἶκον τοῦτον ἀντιστοιχεῖ πλέον ὁ τελευταῖος ἀστειρισμός, τῶν Ἰχθύων. Οὕτω δέ, τὴν 21ην Μαρτίου ὁ ἥλιος δὲν εἰσέρχεται πλέον εἰς τὸν ἀστειρισμὸν τοῦ Κριοῦ, ἀλλ' εἰς ἐκείνον τῶν Ἰχθύων.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλοῦμεν **μετάπτωσην τῶν ζωδίων**.

Παρὰ ταῦτα, ἐξακολουθοῦμεν νὰ ὀνομάζωμεν τὸν πρῶτον οἶκον, οἶκον τοῦ Κριοῦ, ἀνεξαρτήτως ἂν ἐντὸς αὐτοῦ δὲν ὑπάρχη πλέον ὁ ἀστειρισμὸς τοῦ Κριοῦ, ἀλλ' ὁ τῶν Ἰχθύων. Τὸ αὐτὸ γίνεται καὶ μὲ ὅλους τοὺς ἄλλους οἴκους, τοὺς ὁποίους ὀνομάζομεν, κατὰ σειρὰν, Ταῦρον, Διδύμους, Καρκίνον, κ.λπ., ἂν καὶ εἰς τὸν καθένα ἐξ αὐτῶν εὐρίσκεται σήμερον ὁ ἀμέσως προηγούμενος ἀστειρισμὸς (Κριός, Ταῦρος, Δίδυμοι κ.λπ.).

Ἀσκήσεις

143. Ποῖος ἦτο ὁ ἀστειρισμός, ὅστις εὐρίσκετο εἰς τὸ πρῶτον ζῳδῖον τοῦ

Κριού, μεταξύ 2000 π.Χ. και 4.000 π.Χ. και ποίος θα εύρισκεται ἐντὸς αὐτοῦ μετὰ 2.000 ἔτη ἀπὸ σήμερον ;

144. Πόσον θὰ ἀπέχη ἡ γραμμὴ τῶν ἰσημεριῶν ἀπὸ τὴν γραμμὴν τῶν ἀψίδων μετὰ 2000 ἔτη ;

ΟΥΡΑΝΟΓΡΑΦΙΚΑΙ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΑΙ

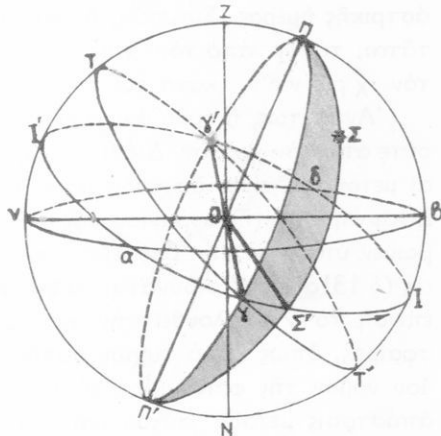
133. Ὁρθὴ ἀναφορά ἀστέρος. α'. Ἐστω ὁ τόπος O καὶ $\beta \alpha \nu \delta \beta$ ὁ ὀρίζων αὐτοῦ (σχ. 45).

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

Ἐστω ἤδη ὁ ἰσημερινὸς $\iota \gamma \iota \gamma'$ καὶ ἡ ἐκλειπτικὴ $\gamma \tau \gamma' \tau'$, ἐνῷ $\gamma \gamma'$ εἶναι ἡ τομὴ αὐτῶν, ἥτοι ἡ γραμμὴ τῶν ἰσημεριῶν. Θεωρήσωμεν ἀκόμη, τὸν κόλουρον τῶν ἰσημεριῶν $\Pi \gamma \Pi' \gamma'$, ἥτοι τὸν ὠριαῖον, τὸν διερχόμενον ἐκ τῶν ἰσημερινῶν σημείων γ καὶ γ' , ὅπως ἐπίσης καὶ τὸν ὠριαῖον τοῦ ἀστέρος Σ ἥτοι τὸ ἡμικύκλιον $\Pi \Sigma \Pi'$. Ὁ ὠριαῖος οὗτος τέμνει τὸν οὐράνιον ἰσημερινὸν εἰς τὸ σημεῖον Σ' .

Καλοῦμεν **ὀρθὴν ἀναφορὰν τοῦ ἀστέρος Σ** ἡ τυχόντος ἄλλου σημείου τῆς οὐρανίου σφαίρας, τὴν διεδρον γωνίαν, τὴν ὁποίαν σχηματίζει ὁ ὠριαῖος αὐτοῦ μετὰ τοῦ ὠριαίου τοῦ γ .

Κατὰ ταῦτα, ἡ ὀρθὴ ἀναφορά τοῦ ἀστέρος Σ εἶναι ἡ διεδρος γωνία $\gamma \Pi \Pi' \Sigma$, τὴν ὁποίαν σχηματίζει ὁ ὠριαῖος τοῦ ἀστέρος $\Pi \Sigma \Pi'$ μετὰ τοῦ ἡμικυκλίου τοῦ κολούρου τῶν ἰσημεριῶν, τὸ ὁποῖον διέρχεται ἐκ τοῦ ἑαρινοῦ σημείου γ , ἥτοι μετὰ τοῦ $\Pi \gamma \Pi'$. Τῆς γωνίας ταύτης ἀντίστοιχος εἶναι ἡ ἐπίπεδος γωνία $\gamma \Theta \Sigma'$, κειμένη ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἰσημερινοῦ, τῆς ὁποίας τὸ μέτρον $\gamma \Sigma'$ εἶναι καὶ τὸ μέτρον τῆς διέδρου.



Σχ. 45

Ἡ ὀρθή ἀναφορὰ συμβολίζεται μὲ τὸ γράμμα α : μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ ἡμερινοῦ, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τοῦ γ , κατὰ τὴν $\delta\rho\theta\eta\nu$ φορὰν, ἥτοι ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς καὶ μεταβάλλεται ἀπὸ 0^0 ἕως 360^0 .

Τὸ ὄνομα «ὀρθή ἀναφορά», ὀφείλεται εἰς τὴν ὀρθὴν φορὰν, κατὰ τὴν ὁποίαν μετρῶνται αἱ γωνίαι.

β'. Μεταξὺ ὀρθῆς ἀναφορᾶς καὶ ὠριαίας γωνίας (§127α) ὑπάρχουν, συνεπῶς, αἱ ἐξῆς διαφοραί:

α) Ἐνῷ εἰς τὴν ὠριαίαν γωνίαν λαμβάνεται, ὡς πρῶτος κᾶθετος κύκλος ἐπὶ τὸν ἡμερινόν, ὁ μεσημβρινὸς τοῦ τόπου καὶ ἐξ αὐτοῦ ἀρχίζουν αἱ μετρήσεις, εἰς τὴν ὀρθὴν ἀναφορὰν, ὡς πρῶτος κᾶθετος κύκλος ἐπὶ τὸν ἡμερινόν λαμβάνεται ὁ ὠριαῖος τοῦ γ .

β) Ἐνῷ ἡ ὠριαία γωνία μετρεῖται κατὰ τὴν ἀνάδρομον φορὰν ($A \rightarrow \Delta$), ἡ ὀρθή ἀναφορά μετρεῖται κατὰ τὴν ὀρθήν φορὰν ($\Delta \rightarrow A$).

γ'. Ἐπειδὴ ἡ ὠριαία 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 ὠριαία γωνία μεταβάλλεται συνεχῶς μετὰ τοῦ χρόνου, εἰς τὸ διάστημα μιᾶς ἀστρικής ἡμέρας. Συνεπῶς, ἡ ὠριαία γωνία μεταβάλλεται καὶ ἐξαρθᾶται, τόσον ἀπὸ τὸν τόπον τῆς παρατηρήσεως, ὅσον καὶ ἀπὸ τὸν χρόνον, κατὰ τὸν ὁποῖον ἔγινε ἡ μέτρησίς της.

Ἀντιθέτως, ἡ ὀρθή ἀναφορά δὲν ἐξαρθᾶται, οὔτε ἀπὸ τὸν τόπον οὔτε ἀπὸ τὸν χρόνον. Διότι, τὸ σημεῖον γ , ἀπὸ τοῦ ὁποῖου ἀρχίζουν αἱ μετρήσεις, εἶναι ἄσχετον πρὸς τὸν τόπον, ὅπου εὕρισκόμεθα. Εἶναι σημεῖον τῆς οὐρανίου σφαίρας ὡρισμένον καί, ἂν δὲν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν τὴν βραδείαν 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 τυχὼν 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 ὀρθή ἀναφορά εἶναι ἀνεξάρτητος καὶ τοῦ χρόνου.

Άσκήσεις

145. Ποῖος εἶναι ὁ γεωμετρικὸς τόπος τῶν σημείων, τῶν ἐχόντων $\alpha = 247^\circ$;
 146. Εὑρετε τὴν ὀρθὴν ἀναφορὰν τοῦ σημείου γ' καὶ τῶν τροπῶν Γ καὶ Γ' .
 147. Ὄταν τὸ γ μεσουρανή ᾄνω, πόση εἶναι ἡ α ἐνὸς ἐκάστου τῶν κυρίων σημείων τοῦ ὁρίζοντος;
 148. Ποῖα εἶναι ἡ α ἀστέρος, ὅστις δύει ὅταν τὸ γ ἀνατέλλῃ;

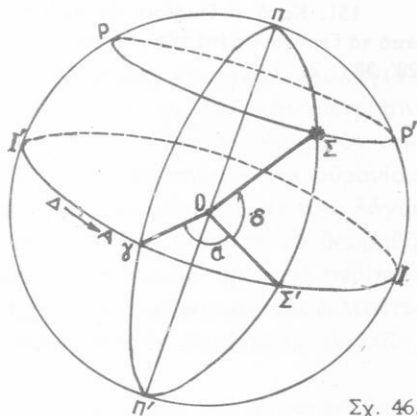
134. Ὅρισμός τῆς θέσεως σημείου ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας.

α'. Ἐστω ἀστὴρ Σ τοῦ, ὁποῖου ὁ μὲν ὠριαῖος εἶναι ὁ $\Pi\Sigma\Pi'$ (σχ. 46), ὁ δὲ παράλληλός του ὁ $\rho\Sigma\rho'$. Ἐὰν $\Pi\gamma\Pi'$ εἶναι ὁ ὠριαῖος τοῦ γ , τότε ἡ μὲν ὀρθὴ ἀναφορὰ αὐτοῦ εἶναι ἴση πρὸς τὴν γωνίαν $\gamma\text{ΟΣ}'$ (ὅπου Σ' εἶναι τὸ σημεῖον, καθ' ὃ ὁ ὠριαῖος τοῦ ἀστέρος τέμνει τὸν ἡμερινόν), ἡ δὲ ἀπόκλισις αὐτοῦ, ἴση πρὸς τὴν γωνίαν $\Sigma'\text{ΟΣ}$ (§ 126, α). Καὶ τῆς μὲν ὀρθῆς ἀναφορᾶς αὐτοῦ (α) μέτρον εἶναι τὸ τόξον $\gamma\Sigma'$ τοῦ ἡμερινοῦ, μετρούμενον κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν, τῆς δὲ ἀποκλίσεως (δ) μέτρον εἶναι τὸ τόξον $\Sigma'\Sigma$, μετρούμενον ἐπὶ τοῦ ὠριαίου τοῦ ἀστέρος.

Συνεπῶς, διὰ τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς καὶ τῆς ἀποκλίσεως, εἶναι δυνατόν νὰ καθορισθῇ ἐντελῶς ἡ θέσις τοῦ ἀστέρος Σ ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, ἐφ' ὅσον καὶ αἱ δύο αὗται συντεταγμέναι εἶναι ἀνεξάρτητοι καὶ τοῦ τύπου τῆς παρατηρήσεως καὶ τοῦ χρόνου. Ἐξ ἄλλου, διὰ τυχόντος σημείου τῆς οὐρανίου σφαίρας, ὅπως τὸ Σ , διέρχονται ἕνας καὶ μόνος ὠριαῖος κύκλος καὶ ἕνας καὶ μόνος παράλληλος κύκλος, τὸ δὲ σημεῖον Σ , εὐρίσκόμενον εἰς τὴν τομὴν αὐτῶν, εἶναι ἐντελῶς ὠρισμένον καὶ ἕνα καὶ μόνον.

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

β'. Αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι παρουσιάζουν μίαν σχεδὸν πλήρη ἀντιστοιχίαν πρὸς τὰς γεωγραφικὰς (§ 88). Διότι, ἡ μὲν ἀπόκλισις εἶναι ἐντελῶς ἀντίστοιχος πρὸς τὸ γεωγραφικὸν πλάτος, ἡ



Σχ. 46.

δὲ ὀρθὴ ἀναφορὰ εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ γεωγραφικὸν μήκος.

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

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

γ'. Λόγω τῆς μεταπτώσεως, μεταβάλλονται αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τῶν ἀστέρων, σὺν τῇ παρόδῳ τοῦ χρόνου.

Ἀσκήσεις

149. Ποῖαι εἶναι αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τῶν σημείων γ, γ', Τ, Τ' τῆς ἐκλειπτικῆς; (σχ. 45).

150. Ποῖαι εἶναι αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ ἡλίου, κατὰ τὸ χειμερινὸν ἡλιοστάσιόν του καὶ κατὰ τὴν φθινοπωρινὴν ἰσημερίαν;

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 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 ὁποίαν καλοῦμεν, ἐν γένει, **ἡμέραν**· καὶ

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

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

Οὕτω, διὰ τὸν καθορισμὸν τῆς διαρκείας τῆς ἡμέρας, χρησιμεύει ἡ φαινομένη ἡμερησία κίνησις τῆς οὐρανίου σφαίρας, ἡ ὁποία προκαλεῖ καὶ τὴν φαινομένην ἡμερησίαν περιφορὰν τοῦ ἡλίου καὶ τῶν ἀστέρων (§ 121). Διὰ τὸν καθορισμὸν δὲ τῆς διαρκείας τοῦ ἔτους, χρησιμοποιεῖται ἡ ἔτησία φαινομένη κίνησις τοῦ ἡλίου ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς (§128).

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

Ι. Η ΗΜΕΡΑ

136. Ἀστρική ἡμέρα, ἀστρικός χρόνος, ἀστρικά ὥρολόγια.

α'. Εἰς τὴν Ἀστρονομίαν δὲν χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν μέτρησιν τῆς διαρκείας τῆς ἡμέρας ὁ ἥλιος, ἀλλὰ τὸ ἑαρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον γ. Τοῦτο δέ, διότι τὸ γ εἶναι ὠρισμένον σημεῖον τῆς οὐρανίου σφαίρας καὶ σχεδὸν σταθερόν, ἀφοῦ ἡ ἔτησία μετατόπισίς του, λόγῳ τῆς μεταπτώσεως, κατὰ 50'',2 μόνον (§131α), δύναται νὰ θεωρηθῇ ἀμελητέα. Ἀντιθέτως, ὁ ἥλιος κινεῖται, κατὰ μέσον ὅρον, 1^ο περίπου ἡμερησίως, ἀφοῦ διατρέχει ὁλόκληρον τὴν περιφέρειαν τῆς ἐκλειπτικῆς ἐντὸς 365,242217 ἡμ., τὸ σπουδαιότερον δέ, δὲν κινεῖται ὁμαλῶς, ἀλλὰ ἀνισοταχῶς (§130α).

β'. Ὅπως οἱ ἀστέρες, οὕτω καὶ τὸ γ, λόγῳ τῆς φαινομένης περιστροφῆς τῆς οὐρανίου σφαίρας (§121β), διαγράφει καθημερινῶς μίαν

πλήρη περιφέρειαν. Ἐπειδὴ δὲ κεῖται ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ, ἀντὶ παραλλήλου, διαγράφει αὐτὸν τοῦτον τὸν ἰσημερινόν.

Ἐὰν λάβωμεν, ὡς ἀρχὴν τῶν συνεχῶν περιφορῶν τοῦ γ, μίαν ἐκ τῶν ἄνω μεσουρανήσεων του, εἶναι προφανές, ὅτι τοῦτο θὰ ἐπανερχεται πάντοτε εἰς αὐτήν, ἀνὰ μίαν ἀστρικήν ἡμέραν (§ 121ε, νόμος 2ος), ἥτοι ἀνὰ 23 ὥρ. 56 λ. 4 δ.

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

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

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

Μία ἀστρική ἡμέρα ὑποδιαίρεῖται, εἰς τὰ ἀστρικά ὥρολόγια, εἰς 24 **ἀστρικάς ὥρας**, ἐνῶ ἐκάστη ἀστρική ὥρα περιέχει 60 **ἀστρικά πρῶτα λεπτά** καὶ καθὲν ἀστρικὸν λεπτόν 60 **ἀστρικά δευτερόλεπτα.**

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

δ'. Ἐφ' ὅσον τὸ γ διαγράφει τὴν περιφέρειαν τοῦ ἰσημερινοῦ, ἥτοι 360° , εἰς μίαν ἀστρικήν ἡμέραν, ἐντὸς μιᾶς ἀστρικῆς ὥρας θὰ διανύη $\frac{360^{\circ}}{24^{\circ}} = 15^{\circ}$. Συνεπῶς, μετὰ μίαν ἀστρικήν ὥραν ἀπὸ τῆς ἄνω μεσουρανήσεώς του, ὁ ὠριαῖος αὐτοῦ θὰ σχηματίζῃ μετὰ τοῦ μεσημβρινοῦ ὠριαίαν γωνίαν (§ 127), ἴσην πρὸς 15° καὶ μετὰ δύο, τρεῖς, τεσσαρας κ.λπ. ἀστρικὰς ὥρας, ἡ ὠριαία του γωνία θὰ εἶναι, ἀντιστοίχως, 30° , 45° , 60° κ.ο.κ.

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

Ὁ ἀστρικός χρόνος συμβολίζεται διὰ τοῦ Τ.

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

Ἐξ αὐτῆς τῆς δυνατότητος προέκυψεν ἄλλωστε καὶ ἡ ἐπωνυμία « ὠριαία » γωνία.

Διὰ τὴν μετατροπὴν τῶν μοιρῶν εἰς ὥρας καὶ τάνάπαλιν, ἰσχύουσιν αἱ ἐξῆς σχέσεις:

1 ἄστρικὴ ὥρα	= 15°	1° = 4 ἄστρικὰ λεπτά
1 ἄστρικόν λεπτόν	= 15'	1' = 4 ἄστρικὰ δευτερόλεπτα
1 ἄστρικόν δευτερόλεπτον	= 15''	1'' = 0,066... ἄστρικόν δευτερολ.

Ἀσκήσεις

152. Ποίαν (ἄστρικὴν) ὥραν δεικνύει τὸ (ἄστρικόν) ὠρολόγιον εἰς ἓνα τόπον, ὅταν ἀνατέλῃ καὶ ὅταν δύῃ α) τὸ γ· β) τὸ γ'; (Διὰ τὴν λύσιν πρέπει νὰ γίνη χρῆσις τῆς § 125 καὶ τῶν ἀσκ. 117, 118).

153. Ἐὰν ἀστήρ ἀνατέλῃ, ὅταν τὸ γ μεσουρανή ἄνω καὶ ἔαν τὸ ἡμερήσιον τόξον του διαρκῇ 9 ὥρ. 50 λ. 8 δ., α) κατὰ ποίαν ὥραν θὰ μεσουρανήσῃ ἄνω καὶ β) κατὰ ποίαν ὥραν θὰ δύσῃ;

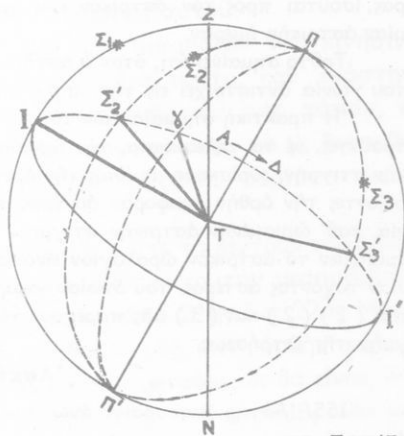
154. Λύσατε τὰς ἀσκήσεις 134 καὶ 135 μὲ τὰ δεδομένα καὶ τὰ ζητούμενα, ἐκπεφρασμένα εἰς ἄστρικόν χρόνον.

137. Θεμελιώδεις σχέσεις μεταξὺ ἄστρικοῦ χρόνου (T), ὀρθῆς ἀναφορᾶς (α) καὶ ὠριαίας γωνίας (H). α'. Ἐστω ἀστήρ Σ_1 (σχ. 47), ὁ ὁποῖος εὐρίσκεται ἐπὶ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου T, κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησίν του. Ἐὰν γ εἶναι τὸ ἐαρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον καὶ ΠγΠ' ὁ ὠριαῖος του, τότε ἡ ὠριαία γωνία του ITγ μετρεῖ τὸν ἄστρικόν χρόνον T, κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἄνω μεσουρανῆσεως τοῦ ἀστέρος Σ_1 . Ἐξ ἄλλου ὅμως ἡ ἰδίᾳ γωνία, μετρομένη κατ' ὀρθὴν φορὰν (ἐκ τοῦ γ πρὸς τὸ I), εἶναι ἴση μὲ τὴν ὀρθὴν ἀναφορὰν α_1 τοῦ ἀστέρος Σ_1 . Ἦτοι ἔχομεν:

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

Συνάγεται ἐκ τῶν ἀνωτέρω, ὅτι ὅταν ἓνας ἀστήρ μεσουρανή ἄνω, τότε ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ του ἰσοῦται πρὸς τὸν ἄστρικόν χρόνον.

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



Σχ. 47.

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

β'. Ἐστω ἡδη ὁ ἀστήρ Σ_2 , ὁ ὁποῖος ἀκολουθεῖ τὸ γ , ἥτοι εὐρίσκεται πρὸς ἀνατολὰς αὐτοῦ. Ἡ ὠριαία γωνία του H_2 εἶναι ἴση πρὸς τὸ τόξον $|\Sigma'_2|$, ἐνῶ ἡ ὀρθή του ἀναφορὰ α_2 ἰσοῦται πρὸς τὸ τόξον $\gamma\Sigma'_2$. Συνεπῶς, ὁ ἀστρικός χρόνος $T = \text{τόξ. } |\gamma|$ εἶναι ἴσος πρὸς τὸ ἄθροισμα $H_2 + \alpha_2$.

Κατὰ ταῦτα, ὁ ἀστρικός χρόνος T ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῆς ὠριαίας γωνίας καὶ τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς ἀστέρος, ὁ ὁποῖος ἀκολουθεῖ τὸ γ εἰς τὴν ἡμερησίαν κίνησιν τῆς οὐρανίου σφαίρας.

Ἦτοι ἔχομεν τότε

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

Ἐὰν τώρα θεωρήσωμεν καὶ τὸν ἀστέρα Σ_3 , ὁ ὁποῖος προηγείται τοῦ γ , εἰς τὴν φαινομένην κίνησιν τῆς οὐρανίου σφαίρας, τότε ἡ ὠριαία του γωνία H_3 εἶναι ἴση πρὸς τὸ τόξον $|\Sigma'_3|$, ἐνῶ ἡ ὀρθή ἀναφορὰ του α_3 , θὰ εἶναι τὸ τόξον $\gamma|\Sigma'_3|$ (τῆς κοίλης γωνίας). Ἐξ ἄλλου, τὸ ἀπομένον τόξον ἐκ τῆς περιφερείας τοῦ ἰσημερινοῦ, ἥτοι τὸ $\gamma\Sigma'_3$ θὰ εἶναι ἴσον πρὸς $24 \text{ ὥρ} - \alpha_3$. Ἐπομένως ἔχομεν :

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

Καὶ ἐπειδὴ $|\gamma| = T$ καὶ $\gamma\Sigma'_3 = 24 \text{ ὥρ} - \alpha_3$, θὰ εἶναι

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

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

Συνεπῶς, τὸ ἄθροισμα τῆς ὠριαίας γωνίας καὶ τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς ἀστέρος, ὁ ὁποῖος προπορεύεται τοῦ γ εἰς τὴν ἡμερησίαν κίνησιν τῆς οὐρανίου σφαίρας, ἰσοῦται πρὸς τὸν ἀστρικὸν του χρόνον, ηὔξημένον κατὰ 24 ὥρας, ἥτοι κατὰ μίαν ἀστρικήν ἡμέραν.

Τοῦτο σημαίνει ὅτι, ὅταν ὁ ἀστήρ προηγῇ τοῦ γ , τότε ἡ ὠριαία του γωνία ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν προηγουμένην ἀστρικήν ἡμέραν.

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

Ἀσκήσεις

155. Ἀστήρ μεσουρανεῖ ἄνω τὴν 23 ὥρ. 35 λ. 47,8 δ'· πόση εἶναι ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ του ;

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

157. Κατὰ τὴν 6 ὥρ. 7 λ. 8,2 δ. ἡ H ἐνὸς ἀστέρος, ὁ ὁποῖος ἀκολουθεῖ τὸ γ, εἶναι ἴση πρὸς 14 ὥρ. 19 λ. 3,8 δ. Πόση εἶναι ἡ α τοῦ ἀστέρος;

158. Ἡ α ἐνὸς ἀστέρος, ὁ ὁποῖος ἀκολουθεῖ τὸ γ, εἶναι 12 ὥρ. 6 λ. 0 δ. Πόση εἶναι ἡ ὠριαία γωνία του κατὰ τὴν 7 ὥρ. 3 λ. 47,6 δ.;

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

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

161. Ἀστήρ, ὁ ὁποῖος προπορεύεται τοῦ γ, ἔχει $H = 19$ ὥρ. 7 λ. 6 δ., ὅταν T εἶναι 2 ὥρ. 3 λ. 4 δ. Πόση εἶναι ἡ α τοῦ ἀστέρος;

162. Ποία εἶναι ἡ H ἀστέρος, προπορευομένου τοῦ γ, κατὰ τὴν 5 ὥρ. 8 λ. 43,8 δ., ὅταν ἡ α αὐτοῦ εἶναι 11 ὥρ. 30 λ. 0 δ.

163. Ἐνα χρονόμετρον δεικνύει $T = 7$ ὥρ. 8 λ. 4,3 δ., ὅταν ἡ α ἀστέρος, ἀκολουθούντος τὸ γ, εἶναι 5 ὥρ. 30 λ. 40 δ. καὶ ἡ H αὐτοῦ ἴση πρὸς 1 ὥρ. 38 λ. 9,6 δ. Ποίαν διόρθωσιν πρέπει νὰ κάμωμεν εἰς τὸ χρονόμετρον;

138. Ἀληθὴς ἡλιακὴ ἡμέρα, ἀληθὴς ἡλιακὸς χρόνος, ἡλιακὰ ὥρολόγια. α'. Καλοῦμεν ἀληθὴ ἡλιακὴν ἡμέραν τὸν χρόνον, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἄνω μεσουρανήσεων (μεσημβριῶν) τοῦ κέντρου τοῦ δίσκου τοῦ ἡλίου.

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

Ἐπειδὴ ὁ ἥλιος, συγχρόνως πρὸς τὴν ἡμερησίαν του κίνησιν, κινεῖται συνεχῶς καὶ ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς, διὰ τοῦτο, καθ' ἑκάστην μεσημβρίαν, ὅταν ἐπανέρχεται ἐπὶ τοῦ μεσημβρινοῦ ἐνὸς τόπου, ἡ ὀρθὴ του ἀναφορά, ὡς γωνιώδης ἀπόστασις του ἀπὸ τὸ γ, διαρκῶς μεταβάλλεται καί, καθ' ἡμέραν, συνεχῶς αὐξάνει, περίπου κατὰ 1^0 (§136 α').

Οὕτως, ἐὰν τὴν 21ην Μαρτίου συμβῇ, ὥστε 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, ὁ ἥλιος θὰ φύγῃ ἀπὸ τὸ γ καὶ θὰ κινηθῇ κατ' ὀρθὴν φορὰν, κατὰ 1^0 περίπου. Τὸ ἀποτέλεσμα αὐτῆς τῆς μεταθέσεως θὰ εἶναι, ὅτι τὴν 22αν Μαρτίου, ὅταν τὸ γ θὰ διέρχεται ἐκ τοῦ μεσημβρινοῦ καὶ

θά εχη συμπληρωθῇ μία ἀστρική ἡμέρα, ὁ ἥλιος θά εὐρίσκεται ἀ ν α τ ο λ ι κ ῶ τ ε ρ ο ν τοῦ γ κατὰ 1^0 καί οὕτω θά διέλθῃ ἐκ τοῦ μεσημβρινοῦ 4 λ. περίπου βραδύτερον τοῦ γ· ($1^0 = 4 \lambda$).

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

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

β'. Ὅπως ὠνομάσαμεν ἀστρικὸν χρόνον τὴν ὠριαίαν γωνίαν τοῦ γ κατὰ τινὰ στιγμήν (§136δ), καθ' ὅμοιον τρόπον, **καλοῦμεν ἀληθῆ ἡλιακὸν χρόνον εἰς ἕνα τόπον, κατὰ τινὰ στιγμήν, τὴν ὠριαίαν γωνίαν τοῦ κέντρου τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου, εἰς τὸν θεωρούμενον τόπον, κατὰ τὴν στιγμήν ταύτην.**

Ἄλλ' ὅπως εἶδομεν (§130α), ὁ ἥλιος, ὅχι μόνον κινεῖται ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς, ἀλλ' ἐπὶ πλέον κινεῖται καὶ ἀνωμάλως. Συνεπῶς, ἡ ἡμερησία μεταβολὴ τῆς ὀρθῆς του ἀναφορᾶς δὲν εἶναι οὔτε σταθερά, οὔτε ὁμαλή. Κατ' ἀκολουθίαν, δὲν εἶναι σταθερά, οὔτε ὁμαλή καὶ ἡ μεταβολὴ τῆς ὠριαίας του γωνίας· ὅπως ἐπίσης καὶ ἡ διαφορὰ διαρκείας, μεταξὺ ἀληθοῦς ἡλιακῆς ἡμέρας καὶ ἀστρικῆς ἡμέρας, δὲν εἶναι ἐπίσης, οὔτε σταθερά, οὔτε ὁμαλή, ἀλλὰ **κυμαίνεται ἀνωμάλως περὶ τὰ 4 λ.**

Διὰ τοῦτο καί, πρακτικῶς, δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ χρησιμοποιηθῇ ἡ ἡμερησία πορεία τοῦ ἡλίου καὶ ἡ μετ' αὐτῆς συνδεομένη μεταβολὴ τῆς ὠριαίας του γωνίας, διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ χρόνου. Ἐὰν δὲ ἐρρυθμίζομεν τὰ συνήθη ὥρολόγιά μας, μὲ βάσιν τὰς διαβάσεις τοῦ ἡλίου ἐκ τοῦ μεσημβρινοῦ, τότε ἡ ἡμέρα θά εὐρίσκετο ἄλλοτε μεγαλύτερα καὶ ἄλλοτε μικρότερα ἀπὸ 24 ὥρας (ἡλιακᾶς).

γ'. Ἀληθῆ ἡλιακὸν χρόνον δεικνύουν τὰ καλούμενα ἡλιακὰ ὥρολόγια, τὰ ὁποῖα συνίστανται ἐξ ἐνὸς γνώμονος (§160), ἥτοι ἐκ μίᾳ ράβδου, στηριζομένης ἐπὶ σταθερᾶς ὀριζοντίου ἢ κατακορύφου ἐπιφανείας.

Ἡ γενικὴ θεωρία τῶν ἡλιακῶν ὥρολογίων εἶναι ἡ ἐξῆς:

Ἡ σκιά τῆς ράβδου, μετατιθεμένη συνεχῶς, διαρκούσης τῆς ἡμέρας, δεικνύει τὴν πορείαν τοῦ ἡλίου εἰς τὸν οὐρανόν. Ἐὰν δὲ χαράξωμεν ἐπὶ ὀριζοντίου ἢ κατακορύφου ἐπιφανείας διαιρέσεις, κατὰ τὰς διευθύνσεις, πρὸς τὰς ὁποίας πί-

πτει ή σκιά τής ράβδου μετά μίαν, δύο, τρεῖς ώρας κλπ., πρὸ καὶ μετά τήν μεσημβρίαν, τότε, ή θέσις τής σκιάς, κατά τινα στιγμήν, θά δεικνύη τήν ώριαίαν γωνίαν τοῦ ήλιου, ήτοι τὸν ἀληθῆ ήλιακὸν χρόνον. Βασικῶς, χρειάζεται νά συμπίπτῃ ή διεύθυνσις τής σκιάς, κατά τήν μεσημβρίαν, πρὸς τήν διεύθυνσιν βορρᾶ - νότου, ήτοι πρὸς τήν μεσημβρινήν γραμμὴν τοῦ τόπου, ὅπου θά τοποθετηθῇ τὸ ὥρολόγιον.

Ἡλιακά ὥρολόγια κατασκευάζουν οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες. Σήμερα κατασκευάζονται, κυρίως, πρὸς διακόσμησιν καὶ τοποθετοῦνται εἰς κήπους, πλατείας, σχολεῖα κ.λ.π. Τοιοῦτον (ὀριζόντιον) ήλιακὸν ὥρολόγιον εἶναι τὸ εὑρισκόμενον εἰς τὴν εἴσοδον τοῦ Ἐθνικοῦ Κήπου τῶν Ἀθηνῶν.

139. Μέσος ήλιος, μέση ήλιακὴ ήμέρα, μέσος ήλιακὸς χρόνος, ὥρολόγια μέσου ήλιακοῦ χρόνου. α'. Ἐπειδὴ ὁ ήλιος, ἂν καὶ ρυθμίζῃ βασικῶς τὰ τοῦ καθημερινοῦ βίου (μὲ τὰ φαινόμενα τής διαδοχῆς ήμέρας καὶ νυκτός, τὰ ὅποια προκαλεῖ), δὲν προσφέρεται ὅμως διὰ τήν μέτρησιν τοῦ χρόνου, ἔθεσπίσθη νά γίνεται ή μέτρησις, μὲ τήν βοήθειαν ἑνὸς φανταστικοῦ ήλιου, διὰ τὸν ὁποῖον δεχόμεθα, ὅτι ἰσχύουν τὰ ἑξῆς:

α) ὅτι κινεῖται ἰσοταχῶς·

β) ὅτι δὲν διατρέχει τήν ἐκλειπτικὴν, ἀλλὰ τὸν οὐράνιον ἰσημερινόν·

γ) ὅτι συμπληρώνει τήν περιφέρειαν τοῦ ἰσημερινοῦ εἰς τὸν ἴδιον χρόνον, τὸν ὁποῖον χρειάζεται ὁ ἀληθὴς ήλιος, διὰ νά συμπληρώσῃ τήν περιφέρειαν τής ἐκλειπτικῆς, ήτοι εἰς ἓνα ἔτος.

Ὁ πλαστὸς αὐτὸς ήλιος καλεῖται **μέσος ήλιος**.

β'. Καλοῦμεν **μέσην ήλιακὴν ήμέραν τὸν χρόνον**, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξύ δύο διαδοχικῶν ἄνω μεσουρανήσεων τοῦ κέντρου τοῦ δίσκου τοῦ «μέσου ήλιου».

Εἶναι προφανὲς ὅτι, λόγω τής ἰσοταχοῦς κινήσεως τοῦ μέσου ήλιου, ή διαφορὰ μεταξύ ἀστρικῆς καὶ μέσης ήλιακῆς ήμέρας γίνεται πλέον σταθερὰ καὶ ἴση πρὸς 3 λ. καὶ 5᾽ δ., ήτοι ἴση πρὸς τήν μέσην διάρκεια τῶν 365 ἀληθῶν ήλιακῶν ήμερῶν τοῦ ἔτους.

Ἡ στιγμή τής ἄνω μεσουρανήσεως τοῦ μέσου ήλιου καλεῖται **μέση μεσημβρία**, ἐνῶ ή στιγμή τής κάτω μεσουρανήσεως αὐτοῦ ὀνομάζεται **μέσον μεσονύκτιον**.

Συμφώνως πρὸς τὸν ὀρισμὸν τῆς, ή μέση ήλιακὴ ήμέρα, ἀστρονομικῶς, ἀρχίζει ἀπὸ τήν μεσημβρίαν. Διὰ λόγους ὅμως πρακτικούς, εἰς τήν καθημερινὴν ζωὴν, ἀρχίζει ἀπὸ τὸ μεσονύκτιον.

γ'. Καλούμεν μέσον ήλιακόν χρόνον, κατά τινα στιγμήν, τήν ώριαίαν γωνίαν του κέντρου του δίσκου του μέσου ήλιου εις τόν τόπον, όπου εύρισκόμεθα, κατά τήν στιγμήν ταύτην.

δ'. Διά τήν μέτρησιν του μέσου ήλιακού χρόνου χρησιμοποιούνται τὰ καλούμενα **χρονόμετρα μέσου χρόνου**.

Τὰ συνήθη ώρολόγια δεικνύουν έπίσης μέσον ήλιακόν χρόνον.

140. Έξίσωσις του χρόνου. α'. Καλούμεν εξίσωσιν του χρόνου και τήν συμβολίζομεν με τὸ γράμμα ϵ , τήν διαφοράν του άληθοῦς ήλιακού χρόνου (X_a) από τὸν μέσον ήλιακόν χρόνον (X_μ), κατά τινά ήμέραν του έτους. "Ητοι έχομεν:

$$\epsilon = X_\mu - X_a. \quad (1)$$

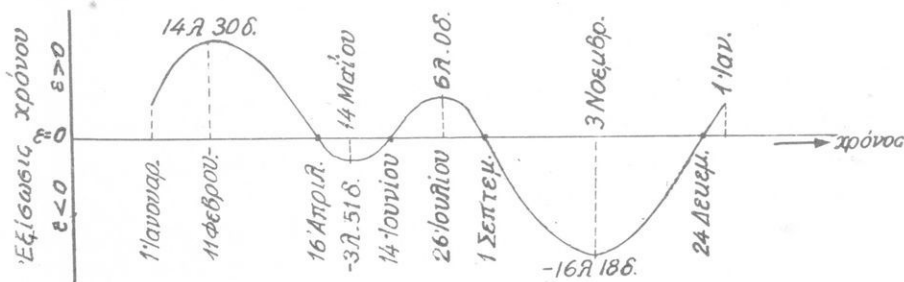
β'. Είναι προφανές ότι, εάν ὁ μέσος ήλιος υπήρχε πράγματι, τότε, ὁ άληθής ήλιος, άλλοτε μὲν θα προεπορεύετο αὐτοῦ, άλλοτε δὲ θα τὸν ήκολούθει. Έπομένως και ἡ εξίσωσις του χρόνου είναι άλλοτε θετική και άλλοτε άρνητική, άκόμη δὲ και ίση πρὸς μηδέν. "Ητοι έχομεν:

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

Τήν μεταβολήν τῆς εξισώσεως του χρόνου, κατά τήν διάρκειαν ενός έτους, παρουσιάζει ἡ καμπύλη του σχ. 48.

Εἰς τήν καμπύλην αὐτήν παρατηροῦμεν, ὅτι τετράκις του έτους, ήτοι τήν 16ην 'Απριλίου, 14ην 'Ιουνίου, 1ην Σεπτεμβρίου και 24ην Δεκεμβρίου, ἡ ϵ μηδενίζεται. Τότε, ὁ μέσος ήλιος και ὁ άληθής μεσουρανοῦν άνω συγχρόνως.

Έξ άλλου, κατά τὸ διάστημα α) από 24ης Δεκεμβρίου μέχρι 16ης 'Απριλίου και β) από 14ης 'Ιουνίου μέχρι 1ης Σεπτεμβρίου, ἡ ϵ είναι θετική. Τοῦτο σημαίνει, ὅτι $X_\mu > X_a$, ήτοι, ὅτι ἡ ώριαία γωνία του μέσου ήλιου είναι μεγαλυτέρα τῆς ώριαίας γωνίας του άληθοῦς. Δηλαδή, ὁ μέσος ήλιος διέρχεται πρῶτος ἐκ του μεσημβρινοῦ και, συνεπῶς, εύρίσκεται δυτικώτερον του άληθοῦς, ἡ δὲ μέση μεσημβρία συμβαίνει πρὸ τῆς άληθοῦς.



Σχ. 48.

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

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

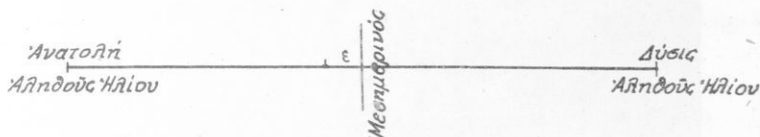
γ'. Εἰς τὰ ἡλιακὰ ὥρολόγια, ὡς ἐκεῖνο τοῦ Ἐθνικοῦ Κήπου, παρατίθενται συνήθως καὶ πίνακες τῆς ἐξισώσεως τοῦ χρόνου, διὰ τὴν 1ην καὶ τὴν 15ην ἐκάστου μηνός, εἰς τρόπον ὥστε νὰ εἶναι δυνατὴ ἡ μετατροπὴ τοῦ ἀληθοῦς ἡλιακοῦ χρόνου εἰς μέσον ἡλιακόν, κατὰ προσέγγισιν.

Ἀσκήσεις

164. Διατὶ τὸ προμεσημβρινὸν καὶ τὸ μεταμεσημβρινὸν τμήμα τῆς ἡμέρας αὐξάνουν ἢ ἐλαττοῦνται κατὰ 2ε καὶ ὄχι κατὰ ε; Διὰ τὴν λύσιν σπουδάσατε τὸ σχῆμα 49, ἀντιστοιχοῦν εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς ἐλαττώσεως τοῦ προμεσημβρινοῦ τμήματος κατὰ 2ε.

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

141. Παγκόσμιος χρόνος. α'. Ἐφ' ὅσον, τόσον ὁ ἀστρικός, ὅσον καὶ ὁ ἀληθής καὶ μέσος ἡλιακός χρόνος ὁρίζονται διὰ τῆς ὠριαίας γωνίας καὶ ἐφ' ὅσον, ἡ ὠριαία γωνία ἀλλάσσει ἀπὸ τόπου εἰς τόπον, διότι ἀλλάσσει ὁ μεσημβρινός, συνάγεται, ὅτι ὅλοι αὐτοὶ οἱ χρόνοι εἶναι τοπικοί. Τοῦτο, ἄλλωστε, φαίνεται σαφέστερον ἐκ τοῦ γεγονότος, ὅτι ἡ ἀρχὴ τῆς ἀστρικῆς ἡμέρας, ἥτοι ἡ ἄνω μεσουράνησις τοῦ γ, καθὼς καὶ ἡ μεσημβρία, εἴτε ἡ ἀληθὴς εἴτε ἡ μέση, εἰς ἓνα



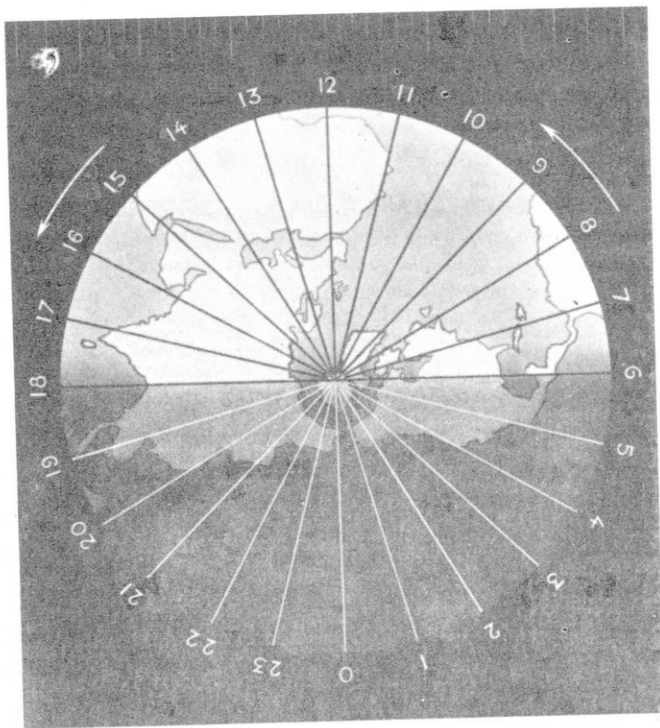
Σχ. 49.

τόπον, διαφέρουν ἀπὸ τὴν μεσουράνησιν τοῦ γ καὶ τὴν μεσημβρίαν εἰς ἓνα ἄλλον τόπον, ἀνατολικώτερον ἢ δυτικώτερον. Διότι καὶ οἱ μεσημβρινοὶ τῶν δύο τόπων εἶναι διαφορετικοί.

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

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

β'. Διὰ νὰ μὴ ἔχη ὁ κάθε τόπος ἰδικόν του μέσον ἡλιακόν χρόνον, **τοπικόν**, ὅποτε ἄλλη θὰ ᾔτο ἡ ὥρα εἰς τὰς Ἀθήνας καὶ ἄλλη εἰς τὰς Πάτρας ἢ τὴν Μυτιλήνην, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον θὰ ἐδυσχέraitε τὰ μέγιστα, ὄχι μόνον τὰς πάσης φύσεως τηλεπικοινωνίας καὶ τὰς



Εἰκ. 41. Αἱ 24 ἀτρακτοὶ τῆς γῆς.

συγκοινωνίας, αλλά και την έν γενεί συνεννόησιν, εισηχθη τὸ σύστημα τοῦ **παγκοσμίου χρόνου**, τὸ ὁποῖον στηρίζεται εἰς τὸν χωρισμὸν τῆς γῆς εἰς 24 ἴσας **ὠριαίας ἀτράκτους**.

Καλεῖται **ἄτραπετος** τὸ μέρος τῆς σφαίρας, τὸ ὀριζόμενον ὑπὸ δύο μεσημβρινῶν αὐτῆς. Συνεπῶς, αἱ 24 ἴσαι ἄτρακτοι τῆς γῆς παρέχουν εἰς αὐτὴν μορφήν πορτοκαλίου, ἀποτελουμένου ἀπὸ 24 ἴσας φέτας.

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

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

Αἱ 24 ἄτρακτοι τῆς γῆς ἀριθμοῦνται, κατὰ σειρὰν, ἀπὸ 0 ἕως 23 (ὅπως αἱ ὥραι), λαμβάνεται δὲ ὡς μηδενικὴ ἡ ἄτρακτος ἐκείνη, ἡ ὁποία **διχοτομεῖται** ὑπὸ τοῦ πρώτου μεσημβρινοῦ, τοῦ Greenwich (Γκρήνουϊτς), ὅπως φαίνεται εἰς τὴν εἰκ. 41.

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

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

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

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

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

δ'. Ὑπ' αὐτὰς τὰς συνθήκας, τὸ προμεσημβρινὸν τμήμα τῆς ἡμέρας δὲν διαφέρει μόνον κατὰ 2 ε (§140 β) ἀπὸ τὸ μεταμεσημβρινόν, ἀλλὰ κατὰ 2 (ε + 25 λ. 8 δ.). Οὕτω, τὴν 11ην Φεβρουαρίου, ὅτε $\epsilon = 14$ λ. 30 δ., ἔχομεν: $2(14 \lambda. 30 \delta. + 25 \lambda. 8 \delta.) = 1$ ὥρ. 19 λ. 16 δ. Συνεπῶς, κατὰ τὴν ἡμέραν αὐτὴν, τὰ ὥρολόγια μας δεικνύουν μεσημβρίαν κατὰ 1 ὥρ. καὶ 19 λ. περίπου πρὸ τῆς ἀληθοῦς μεσημβρίας.

Ἐξ ἄλλου, ἐπειδὴ ὁ ἀληθὴς ἡλιακὸς χρόνος εἰς τὰς Ἀθήνας διαφέρει τοῦ παγκοσμίου κατὰ 25 λ. 8 δ., διὰ τοῦτο καὶ οἱ πίνακες τῶν ἡλιακῶν ὥρολογίων (§140 γ) εἰς τὰς Ἀθήνας, ἀναγράφουν τὰς διαφορὰς $\epsilon + 25 \lambda. 8 \delta.$

Ἀσκήσεις

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

167. Ποίαν διαφορὰν τὸ τοπικὸν χρόνον παρουσιάζει ἡ Ἀλεξανδρούπολις ($L=25^{\circ} 53' 40''$ Α.), ἀπὸ τὰς Ἀθήνας.

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

142. Ἀρχὴ καὶ ἀλλαγὴ τῆς ἡμέρας. α'. Ὅταν εἰς τὸ Greenwich εἶναι μεσημβρία μιᾶς ἡμερομηνίας, π.χ. τῆς 1ης Ἀπριλίου (εἰκ. 41), τότε οἱ ἀνατολικοὶ ὥς πρὸς αὐτὸ τόποι θὰ ἔχουν μεταμεσημβρινὰς ὥρας. Οὕτως, εἰς τὴν Ἑλλάδα θὰ ἔχωμεν 14ην ὥρ., εἰς τὸ Ἰράκ 15ην, εἰς τὴν Ἰαπωνίαν 21ην, εἰς τὰς Καρολίνας νήσους 22αν καὶ εἰς τὰς νήσους Μάρσαλ 23ην, ἥτοι μίαν ὥραν πρὸ τοῦ μεσονυκτίου τῆς 1ης πρὸς τὴν 2αν Ἀπριλίου. Ἐὰν προχωρήσωμεν ὀλίγον ἀκόμη πρὸς ἀνατολὰς, εἰς τὸν Εἰρηνικὸν ὠκεανόν, φθάνομεν εἰς τὸν ἡμιμεσημβρινόν, ὁ ὁποῖος διαφέρει κατὰ 12 ὥρας ἀπὸ τὸ Greenwich, ὅπου δὲ καὶ θὰ ἔχωμεν μεσονύκτιον, ἥτοι τὴν ἀρχὴν τῆς 2ας Ἀπριλίου.

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

β'. Ἐάν, ἀντιθέτως, ἐξετάσωμεν τὴν ὥραν εἰς τόπους δυτικούς ὡς πρὸς τὸ Greenwich, ὅταν τοῦτο ἔχῃ μεσημβρίαν, τότε εὐρίσκομεν, ὅτι οἱ ἐν λόγῳ τόποι θὰ ἔχουν προμεσημβρινὰς ὥρας. Οὕτως, εἰς τὴν Ἰσλανδίαν θὰ εἶναι 11π.μ., εἰς τὴν ἀνατολικὴν Γροιλανδίαν 10π.μ., εἰς τὴν Νέαν Ὑόρκην 7π.μ., εἰς τὸν Ἅγιον Φραγκίσκον 4π.μ. καὶ εἰς τὰς νήσους Σαμόας τοῦ Εἰρηνικοῦ 1π.μ. τῆς 1ης Ἀπριλίου. Ἐάν προχωρήσωμεν ὀλίγον ἀκόμη δυτικώτερον φθάνομεν καὶ πάλιν εἰς τὸν ἡμιμεσημβρινὸν τῆς ἀρχῆς τῆς ἡμέρας, ὅπου ἡ ὥρα θὰ εἶναι 0, ὅχι ὅμως τῆς 31ης Μαρτίου πρὸς τὴν 1ην Ἀπριλίου, ἀλλὰ τῆς ἐπομένης, ἥτοι καὶ πάλιν τῆς 1ης πρὸς τὴν 2αν Ἀπριλίου.

Κατὰ τὰ ἀνωτέρω, ἐάν τὰ ταξιδεύοντα πλοῖα καὶ ἀεροπλάνια κινουῦνται ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς, ἥτοι ἀντιθέτως πρὸς τὴν φοράν τῆς ἡμερησίας κινήσεως τοῦ ἡλίου, ὅταν φθάνουν εἰς τὸν ἡμιμεσημβρινὸν τῆς ἀρχῆς τῆς ἡμέρας, δὲν ἀλλάσσουν ἡμερομηνίαν. Διότι, εἰς τὸ δυτικὸν ἡμισφαίριον, εἰς τὸ ὅποιον, τώρα, εἰσέρχονται εἶναι ἀκόμη ἡ ἰδία ἡμερομηνία. Ἀντιθέτως, ἐάν τὸ πλοῖον ἢ τὸ ἀεροπλάνον διέρχεται ἀπὸ τὸν ἡμιμεσημβρινὸν τῆς ἀρχῆς τῆς ἡμέρας, κινούμενον ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμάς, ὅπως καὶ ὁ ἥλιος, ἥτοι ἐκ τοῦ δυτικοῦ ἡμισφαιρίου πρὸς τὸ ἀνατολικόν, τότε ἀλλάσσει ἡμερομηνίαν καὶ ἐάν μέχρι τῆς στιγμῆς τῆς διαβάσεως ἐμετρεῖτο π.χ. ἡ 1η Ἀπριλίου, ἀπὸ τῆς διαβάσεως καὶ ἐφ' ἐξῆς μετρεῖται ἡ 2α Ἀπριλίου.

Διὰ τοὺς ὡς ἄνω λόγους ὁ ἡμιμεσημβρινὸς τῆς ἀρχῆς τῆς ἡμέρας καλεῖται καὶ ἡμιμεσημβρινὸς τ ῆ ς ἄ λ λ α γ ῆ ς τ ῆ ς ἡ μ ε ρ ο - μ η ν ί α ς.

Ἀσκήσεις

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

170. Ἐνα πυραυλοκίνητον ἀεροπλάνον, τὸ ὅποιον ἀναπτύσσει ταχύτητα ἴσην πρὸς τὴν περιστροφὴν τῆς γῆς, ἀναχωρεῖ ἀπὸ τὸ ἀεροδρόμιον τοῦ Ἑλληνικοῦ τὴν μεσημβρίαν τῆς 1ης Ἀπριλίου καὶ κινεῖται ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμάς. α) Διατί καθ' ὅλην τὴν διαδρομὴν του θὰ ἔχῃ συνεχῶς μεσημβρίαν; β) Ποίαν ἡμερομηνίαν πρέπει νὰ δεικνύῃ τὸ ἡμερολόγιον του, ὅταν ἐπιστρέψῃ, μετὰ 24 ὥρων, εἰς τὸ ἀεροδρόμιον Ἑλληνικοῦ καὶ διατί ;

II. ΤΟ ΕΤΟΣ

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

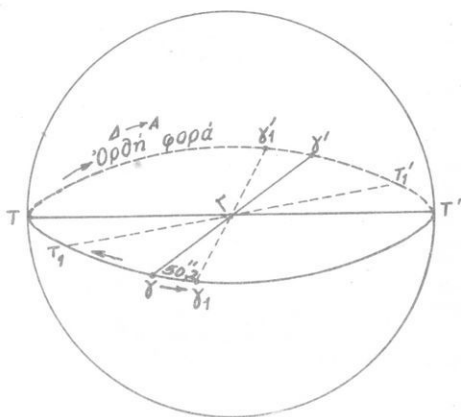
Τὸ ἀστρικόν ἔτος εἶναι ἴσον πρὸς 365,256374 μέσας ἡλιακὰς ἡμέρας.

β'. Ἐστω ὅτι, κατὰ τὴν ἑαρινὴν ἰσημερίαν τυχόντος ἔτους, ἡ γραμμὴ τῶν ἰσημεριῶν κατέχῃ τὴν θέσιν $\gamma\gamma'$ τῆς ἐκλειπτικῆς $\gamma\tau\gamma'\tau'$ (σχ. 50) καὶ ὅτι γ εἶναι τὸ ἑαρινὸν σημεῖον. Τότε, διαρκοῦντος ἑνὸς ἔτους, κατὰ τὸ ὁποῖον ὁ ἥλιος θὰ φαίνεται κινούμενος κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν, λόγῳ τῆς μεταπτώσεως τῶν ἰσημεριῶν (§ 131α), ἡ $\gamma\gamma'$ θὰ μετατεθῇ κατ' ἀνάδρομον φορὰν καὶ θὰ λάβῃ τὴν θέσιν $\gamma_1\gamma'_1$, ἐνῷ γ_1 θὰ εἶναι ἡ νέα θέσις τοῦ γ , διαφέρουσα τῆς ἀρχικῆς κατὰ $50'',2$. Συνεπῶς, μετὰ ἓν ἔτος, ἡ νέα ἰσημερία θὰ συμβῇ, ὅταν ὁ ἥλιος θὰ ἔλθῃ εἰς τὴν θέσιν γ_1 . Ἀλλὰ τότε ὁ ἥλιος δὲν θὰ ἔχῃ διαγράψῃ ἀκόμη τὴν πλήρη περιφέρειαν τῆς ἐκλειπτικῆς. Θὰ ἔχῃ διανύσει μόνον τὸ τόξον $\gamma\tau\tau'\gamma_1$, τὸ ὁποῖον διαφέρει τῆς περιφερείας κατὰ $50'',2$. Ἐπομένως, μεταξὺ δύο ἑαρινῶν ἰσημεριῶν, δὲν περιλαμβάνεται ἓνα πλήρες ἀστρικόν ἔτος, ἀλλὰ χρονικὸν διάστημα μικρότερον.

Καλοῦμεν **τροπικόν ἔτος** τὸν χρόνον, ὃ ὁποῖος περιέχεται μεταξὺ δύο διαβάσεων τοῦ κέντρου τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου ἀπὸ τοῦ ἑαρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον γ , ἥτοι τὸν χρόνον μεταξύ δύο διαδοχικῶν ἰσημεριῶν.

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

Ἡ ὀνομασία « τροπικόν » ὁφείλεται εἰς τὸ ὅτι, ὅχι μόνον ἡ $\gamma\gamma'$, ἀλλὰ καὶ ἡ γραμμὴ τῶν τροπῶν $\tau\tau'$ μετατοπίζεται συν-



Σχ. 50.

εχῶς, παραμένονσα σταθερῶς κάθετος ἐπὶ τὴν γγ'. Ἐπομένως καὶ ἡ ἐπάνοδος τοῦ ἡλίου εἰς μίαν τῶν τροπῶν γίνεται μετὰ ἓν τροπικὸν ἔτος.

Εἰς τὸν καθημερινὸν βίον, ὅπως εἶναι φανερόν, δὲν μετροῦμεν τὰ ἀστρικά ἔτη, ἀλλὰ τὰ τροπικά, διότι αὐτὰ ὑποπίπτουν εἰς τὴν ἀντίληψίν μας, ὡς ἐκ τῆς συνεχοῦς ἐναλλαγῆς τῶν ἐποχῶν τοῦ ἔτους.

γ'. Κατὰ τὴν διάρκειαν ἑνὸς τροπικοῦ ἔτους, ἴσου πρὸς 365,242217... μέσας ἡλιακὰς ἡμέρας, ἡ γῆ δὲν ἐκτελεῖ μόνον 365,242217... περιστροφὰς ἀλλὰ καὶ μίαν ἐπὶ πλέον. Οὕτω, τὸ μὲν τροπικὸν ἔτος περιέχει 365,242217... μέσας ἡλιακὰς ἡμέρας, τὸ δὲ ἀστρικὸν ἔτος 366,256374... ἀστρικάς ἡμέρας.

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

Ἀλλὰ καὶ ἡ φυσικὴ ἐξήγησις τούτου εἶναι ἀπλή, ἔχει δὲ ὡς ἑξῆς: Ἡμεῖς μετροῦμεν μόνον 365,24... μέσας ἡλιακὰς ἡμέρας, διότι, ἐν τῷ μιᾷ μέσῃ ἡλιακῇ ἡμέρᾳ (24 ὥρ.), ἡ γῆ δὲν ἐκτελεῖ μόνον μίαν ἀκεραίαν περιστροφήν (23 ὥρ. 56 λ. 4 δ.), ἀλλ' ἀκόμη καὶ μικρὸν μέρος τῆς μιᾶς ἐπὶ πλέον περιστροφῆς τῆς, ἴσον πρὸς $\frac{24 \text{ ὥρ.}}{365,242217} =$

$= 3 \lambda. 56 \delta.$ τόξου. Τὸ μικρὸν τοῦτο τόξον τὸ μετροῦμεν καθημερινῶς, ὡς μεγαλυτέραν διάρκειαν τῆς μέσης ἡλιακῆς ἡμέρας, ἐναντὶ τῆς πραγματικῆς διαρκείας τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς (ἀστρικής ἡμέρας). Οὕτω δέ, ἐντὸς ἑνὸς ἔτους, συμπληροῦνται ἡ ἐπὶ πλέον περιστροφή, χωρὶς νὰ τὴν ἀντιληφθῶμεν, ἀφοῦ αὐταί, τὰς ὁποίας ἀντιλαμβάνομεθα, εἶναι μόνον αἱ ἡλιακαί.

δ'. Ἐπειδὴ ἡ διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους δὲν εἶναι ἴση μετὰ τὸν ἀριθμὸν ἡμερῶν καὶ ἐπειδὴ, εἰς τὸν πρακτικὸν βίον, τὸ ἔτος τοῦτο δὲν εἶναι δυνατόν νὰ χρησιμοποιηθῇ πρὸς μέτρησιν τῶν ἐτῶν, διὰ τοῦτο εἰσῆχθη ὁ θεσμὸς τοῦ **πολιτικοῦ ἔτους**, ἀποτελουμένου ἀπὸ ἀκεραίων, πάντοτε, ἀριθμὸν ἡμερῶν.

Ἡ ἐναρμόνισις μεταξὺ τῆς φυσικῆς διαρκείας τοῦ τροπικοῦ ἔτους καὶ τῆς, κατὰ συνθήκην, διαρκείας τῶν πολιτικῶν ἐτῶν, ἔδωκε ἀφορμὴν εἰς τὴν εἰσαγωγὴν, κατὰ καιροὺς, διαφορῶν **ἡμερολογίων**.

144. Ἡμερολόγια ἡλιακά, σεληνιακά, σεληνοηλιακά.
α'. Ἀπὸ τῆς ἀρχαιότητος, πολλοὶ λαοί, ὅπως οἱ Ἕλληνες τῶν Ὀρφικῶν χρόνων, εἰς τὸν καθορισμὸν τῆς διαρκείας τοῦ ἔτους, δὲν ἐλάβανον ὑπ' ὄψιν τὴν διάρκειαν τοῦ τροπικοῦ ἔτους, ἀλλ' ἐπρόσεχον νὰ περιέχῃ τὸ ἔτος τῶν, πάντοτε, ἓνα ἀκέραιον πλῆθος ἡμερῶν καὶ τόσων, ὅσαι ἀντιστοιχοῦν εἰς ἓνα ὠρισμένον ἀριθμὸν $\sigma\upsilon\nu\nu\omicron\delta\iota\kappa\omega\nu$ μηνῶν (§ 100 β). Συνεπῶς, ἐλάβανον ὑπ' ὄψιν μόνον τὰς φάσεις τῆς σελήνης καὶ ὄχι τὴν διάρκειαν τοῦ τροπικοῦ ἔτους. Τὰ ἡμερολόγια αὐτὰ καλοῦνται **σεληνιακά**.

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

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

γ'. Τέλος, εἰς ἄλλα ἡμερολόγια, ὅπως εἶναι τὸ ἐν χρήσει, λαμβάνεται ὑπ' ὄψιν μόνον ἡ διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους καὶ ἀγνοοῦνται παντελῶς ἡ κινήσεις 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, ἐκρησιμοποιήθη 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 ἀνῆρχετο εἰς 354. Ἐπειδὴ δέ, ὅταν εἰσῆχθη, ἐπιστεύετο, ὅτι τὸ ἔτος ἀπετελεῖτο ἐκ 365 ἀκεραίων ἡμερῶν, κάθε ἔτος τῶν 354 ἡμερῶν ἠκολοῦθει ἄλλο, ἀνὼμαλον, τὸ ὁποῖον περιελάμβανε καὶ ἓνα ἀκόμη μῆνα, 13ον, περιέχοντα 22 ἡμέρας, ἥτοι τρεῖς περίπου ἑβδομάδας, ὥστε νὰ συμπληροῦνται ὁ ἀριθμὸς τῶν 365 ἡμερῶν.

146. Τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον. Τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον εἶναι τὸ καλούμενον σήμερον $\pi\alpha\lambda\alpha\iota\omicron\nu$ ἡμερολόγιον. Εἰσῆχθη τὸ 44 π.Χ. καθ' ὅλην τὴν ἑκτασίαν τοῦ Ρωμαϊκοῦ κράτους, ὑπὸ τοῦ Ρωμαίου αὐτοκράτορος Ἰουλίου Καίσαρος, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ἐκλήθη Ἰουλιανόν.

Ἐπειδὴ τὸ ἔτος ἐλογίζετο ἕως τότε ἴσον πρὸς 365 ἡμ., ἥτοι μικρότερον τοῦ τροπικοῦ ἔτους κατὰ 0,242217 ἡμ. = 5 ὥρ. 48 λ. καὶ 48 δ. περίπου, διὰ τοῦτο, εἰς τὸ διάστημα ἀπὸ τοῦ 700 π.Χ. ἕως τὸ 45 π.Χ., αἱ μετρούμεναι χρονολογίαι, ἦτο φυσικόν, νὰ

π ρ ο χ ω ρ ο ũ ν ταχύτερον ἀπὸ τὰς ἐποχάς. Οὕτω, κατὰ τὴν ἑαρινὴν ἡμερίαν τοῦ 45 π.Χ. (23 Μαρτίου τότε), τὸ ἡμερολόγιον προεπορεύετο κατὰ 80 ἡμέρας καὶ ἔλεγε 12 Ἰουνίου.

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

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

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

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

Πράγματι· ἐνῶ τὸ 44 π.Χ., ὅτε ἐθεσπίσθη τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον, ἡ ἑαρινὴ ἡμερία, ἔλαβε χώραν εἰς τὰς 23 Μαρτίου, τὸ 85 μ.Χ. τὸ ἡμερολόγιον τὴν ἐπεσήμενε εἰς τὰς 22 Μαρτίου καὶ τὸ 214 μ.Χ. τὴν μετέφερεν ἄλλην μίαν ἡμέραν ἐνωρίτερον, εἰς τὰς 21 Μαρτίου, ὁπότε καὶ ἐσημειοῦτο μέχρι τὸ 343 μ.Χ. Διὰ τοῦτο, τὸ 325 μ.Χ., ὅτε συνῆλθεν ἡ Α' Οἰκουμένη Σύνοδος καὶ ὥρισε πότε θὰ ἐορτάζεται

τὸ Πάσχα, ἡ ἰσημερία, κατὰ τὸ ἡμερολόγιον, ἐγένετο 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' ἠναγκάσθη τότε, νὰ ἀναθέσῃ εἰς τὸν ἐκ Καλαβρίας ἀστρονόμον Lilio, ὅπως α) ἐναρμονίσῃ τὸ ἡμερολόγιον μὲ τὰς ἐποχὰς καὶ β) τὸ μεταρρυθμίσῃ, ὥστε νὰ παύσῃ ἡ παρατηρουμένη ἀνωμαλία.

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

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

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

β'. Τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον, γενόμενον δεκτὸν ὑφ' ὅλων τῶν πολιτισμένων κρατῶν, εἰσήχθη εἰς τὴν Ἑλλάδα τὸ 1923. Ἐπειδὴ δέ, ἀπὸ τοῦ 1582 ἕως τὸ 1923 μ.Χ., εἶχεν ἐπέλθει καθυστέρησις τοῦ Ἰουλιανοῦ ἡμερολογίου καὶ ἄλλων τριῶν ἡμερῶν, 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, ν έ ο ν, διὰ νὰ ἀντιδιαστέλλεται πρὸς τὸ π α λ α ί ο ν, τὸ Ἰουλιανόν.

148. Καθορισμός της ήμερομηνίας της έορτής του Πάσχα.
'Επειδή τὸ 'Εβραϊκὸν πάσχα ἐωρτάζετο κατὰ τὴν ἡμέραν τῆς πανσελήνου, ἡ ὁποία ἐλάμβανε χώραν μετὰ τὴν ἑαρινὴν ἰσημερίαν καὶ ἐπειδὴ ὁ 'Ιησοῦς Χριστὸς ἀνέστη μετὰ τὴν ἐορτὴν τοῦ 'Εβραϊκοῦ πάσχα καί, συνεπῶς, μετὰ τὴν ἑαρινὴν πανσέληνον, διὰ τοῦτο ἡ ἐν Νικαίᾳ Α' Οἰκουμένηκῃ Σύνοδος, τὸ 325 μ.Χ., ἐθέσπισε τὸν ἐξῆς κανόνα, διὰ τὸν ἐορτασμὸν τοῦ Πάσχα:

Τὸ Χριστιανικὸν Πάσχα πρέπει νὰ ἐορτάζεται τὴν πρώτῃν Κυριακὴν μετὰ τὴν πανσέληνον, ἥτις θὰ σημειωθῇ κατὰ ἡ μετὰ τὴν ἑαρινὴν ἰσημερίαν. 'Εὰν δὲ ἡ πανσέληνος αὐτῇ συμβῇ Κυριακῇ, τότε τὸ Πάσχα θὰ ἐορτάζεται τὴν ἐπομένην Κυριακῇ. Τοῦτο δέ, διὰ νὰ μὴ συμπίπτῃ τὸ Χριστιανικὸν μὲ τὸ 'Εβραϊκὸν πάσχα.

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

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

149. 'Ο κύκλος τοῦ Μέτωνος. α'. Τὸ 433 π.Χ. ὁ 'Ελλην ἀστρονόμος Μέτων εὗρεν, ὅτι 235 συνοδικοὶ μῆνες τῶν 29,53 ἡμ., περιέχουν τόσον πληθὺς ἡμερῶν, ὅσον καὶ 19 ἔτη τῶν 365,25 ἡμ., ἥτοι:

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

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

Διὰ τοῦ κύκλου τοῦ Μέτωνος, εἶναι δυνατόν νὰ προσδιορισθοῦν αἱ ἡμερομηνίαι τῶν φάσεων τῆς σελήνης δι' ὅποιονδήποτε ἔτος, ἀρκεῖ νὰ γνωρίζωμεν τὰς ἡμερομηνίας αὐτῶν δι' ἓνα 19ετῆ κύκλον. Τοῦτο δέ, διότι αἱ φάσεις θὰ ἐπαναλαμβάνωνται πάντοτε, μὲ τὴν ἰδίαν σειράν, κατὰ τὰς αὐτὰς ἡμερομηνίας, εἰς καθένα τῶν ἐπομένων 19ετῶν κύκλων, λόγῳ τῆς (1). Οὕτως, αἱ πανσέληνοι τοῦ 1970 συμπίπτουν ἡμερομηνιακῶς μὲ τὰς πανσελήνους τοῦ 1951 καὶ θὰ συμπίσουν ἐπίσης μὲ ἐκείνας τοῦ 1989, ἀρκεῖ μόνον νὰ ἐπιφέρωνται αἱ διορθώσεις λόγῳ τῶν δισέκτων ἐτῶν.

β'. Κατόπιν τούτου, ἐὰν ληφθοῦν αἱ ἡμερομηνίαι τῶν πανσελήνων τῶν ἐτῶν 1 μέχρι 19 μ.Χ., ὡς βάσις, τότε, διὰ μίαν ἄλλην τυχούσαν 19ετίαν, εἶναι ἀρκετὸν νὰ γνωρίζωμεν τὴν τὰ ξιν τοῦ ἔτους ἐντὸς αὐτῆς, ἥτοι τὸ 1ον, 2ον, 3ον, ... 19ον ἔτος, διὰ νὰ εὐρωμεν τὰς ἡμερομηνίας τῶν πανσελήνων του. Ἡ τάξις τοῦ ἔτους, ἐντὸς τυχόντος 19ετοῦς κύκλου, καλεῖται **χρυσοὺς ἀριθμός.**

'Εξ ἄλλου, διὰ νὰ εὐρωμεν τὸν χρυσοῦν ἀριθμὸν τυχόντος ἔτους, αὐξάνομεν

τὸν ἀριθμὸν αὐτοῦ κατὰ μονάδα καὶ τὸν προκύπτοντα διαιρούμεν διὰ 19. Τότε, τὸ μὲν πηλίκον τῆς διαιρέσεως φανερώνει τοὺς 19ετείς κύκλους, οἱ ὅποιοι ἐκλείσαν, 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 γνωρίζομεν τὴν ἡμερομηνίαν τῆς ἑαρινῆς πανσελήνου διὰ τὸ 14ον ἔτος τοῦ κύκλου, εὐρίσκομεν ἀμέσως τὴν μετὰ ταύτην Κυριακὴν, καθ' ἣν πρέπει νὰ ἑορτασθῇ τὸ Πάσχα.

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

Πλὴν ὁμως, ὁ κύκλος τοῦ Μένωνος δὲν μᾶς δίδει ἀπόλυτον ἀκρίβειαν. Κάθε 19 ἔτη ὀρίζει τὴν στιγμήν τῆς πανσελήνου 2 ὥρας βραδύτερον ἀπὸ τὴν πραγματικὴν στιγμήν. Τὸ λάθος αὐτό, συσσωρευόμενον ἀπὸ τοῦ 325 π.Χ., συντελεῖ, ὥστε σήμερον νὰ γίνεταί σφάλμα 5 ὁλοκλήρων ἡμερῶν. Διὰ τοῦτο, ἡ Δυτικὴ Ἐκκλησία χρησιμοποιοῖ σήμερον ἄλλον, ἀσφαλέστερον, τρόπον ὑπολογισμοῦ τῶν πανσελήνων, ὁ ὅποιος περιορίζει τὸ σφάλμα εἰς μίαν ἡμέραν ἀνὰ 20.000 ἔτη. Ἡ διαφορὰ αὕτη, εἰς τὸν τρόπον ὑπολογισμοῦ τῶν πανσελήνων, συντελεῖ, κυρίως, ὥστε τὸ Πάσχα τῶν Ὁρθόδοξων νὰ μὴ συμπίπτῃ μὲ τὸ Πάσχα τῶν Δυτικῶν.

Ἐξ ἄλλου, οἱ Δυτικοὶ ὑπολογίζουν τὴν ἑαρινὴν ἰσημερίαν μὲ τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον, ἐνῶ οἱ Ὁρθόδοξοι τὴν ὑπολογίζουν μὲ τὸ Ἰουλιανόν. Συνεπῶς, ἐὰν μεταξὺ 21ης Μαρτίου μὲ τὸ Γρηγοριανὸν καὶ 21ης Μαρτίου μὲ τὸ Ἰουλιανόν, γίνῃ πανσέληνος, οἱ Ὁρθόδοξοι δὲν τὴν θεωροῦν ὡς πανσέληνον τοῦ Πάσχα, ὅπως οἱ Δυτικοί. Ὁ δεῦτερος αὐτὸς λόγος ἐπιτείνει τὴν διαφορὰν, εἰς τὴν ἡμερομηνίαν ἑορτασμοῦ τοῦ Πάσχα, μεταξὺ Ὁρθόδοξων 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 ἄλλα ἀτέλεια αὐτοῦ, κυριώτεροι τῶν ὁποίων εἶναι :

α) ἡ ἀνισότης τῶν ἡμερῶν τῶν μηνῶν.

β) ἡ συνεχὴς ἀλλαγὴ τῆς ἡμέρας τῆς ἐβδομάδος, κατὰ τὴν 1ην τοῦ ἔτους, ἡ ὁποία συνεπάγεται καὶ τὴν συνεχῇ ἀλλαγὴν τῆς ἡμέρας τῆς ἐβδομάδος, κατὰ τὴν ὁποίαν 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 τοῦ Mastrofini τὸ 1887, τὸ ἔτος διαιρεῖται εἰς 4 τρίμηνα ἐξ 91 ἡμερῶν ἕκαστον, ἥτοι ἐκ 13 πλήρων ἐβδομάδων ($13 \times 7 = 91$). Οἱ πρῶτοι μῆνες τῶν τριμήνων, ἥτοι οἱ Ἰανουάριος, Ἀπρίλιος, Ἰούλιος καὶ Ὀκτώβριος ἔχουν 31 ἡμέρας, ἐνῶ ὅλοι οἱ ἄλλοι ἔχουν 30 ἡμέρας. Οὕτω, τὸ συνολικὸν πλῆθος τῶν ἀριθμῶν ἡμερῶν τοῦ ἔτους θὰ εἶναι $4 \times 91 = 364$ ἡμέραι, ἥτοι 52 πλήρεις ἐβδομάδες ($52 \times 7 = 364$).

Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, ἡ 1η ἡμέρα τοῦ ἔτους, ὅπως καὶ ἡ 1η ἐκάστου τῶν τριμήνων, θὰ εἶναι πάντοτε Κυριακή. Ἐξ ἄλλου ἡ 1η ἡμέρα τῶν δευτέρων μηνῶν τῶν τριμήνων (1η Φεβρουαρίου, 1η Μαΐου, 1η Αὐγούστου καὶ 1η Νοεμβρίου) θὰ εἶναι πάντοτε Τετάρτη, ἐνῶ ἡ 1η τῶν τρίτων μηνῶν τῶν τριμήνων (1η Μαρτίου, 1η Ἰουνίου, 1η Σεπτεμβρίου καὶ 1η Δεκεμβρίου) θὰ εἶναι σταθερῶς Παρασκευή. Οὕτως ὅμως, ὅλαι αἱ ἡμερομηνίαί θὰ συμπίπτουν πάντοτε πρὸς μίαν καὶ τὴν αὐτὴν ἡμέραν τῆς ἐβδομάδος ἐκάστη· καὶ μία ἑορτή, π.χ. τοῦ Ἀγίου Δημητρίου, ἑορταζομένη εἰς τὰς 26 Ὀκτωβρίου, θὰ εἶναι πάντοτε Πέμπτη.

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

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

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

Ἐπ' αὐτὰς τὰς συνθήκας, κατ' ἔτος, θὰ ὑπάρχη πάντοτε ὠρισμένος ἀριθμὸς ἀργιῶν καὶ ἐργασίμων ἡμερῶν.

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

ΝΕΟΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΝ ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟΝ

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

Ἀσκήσεις

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

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

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

174. Εὑρετε εἰς ποῖαν ἡμερομηνίαν τοῦ Ἰουλιανοῦ ἡμερολογίου ἀντιστοιχεῖ ἡ 1η Ἰουλίου 1970.

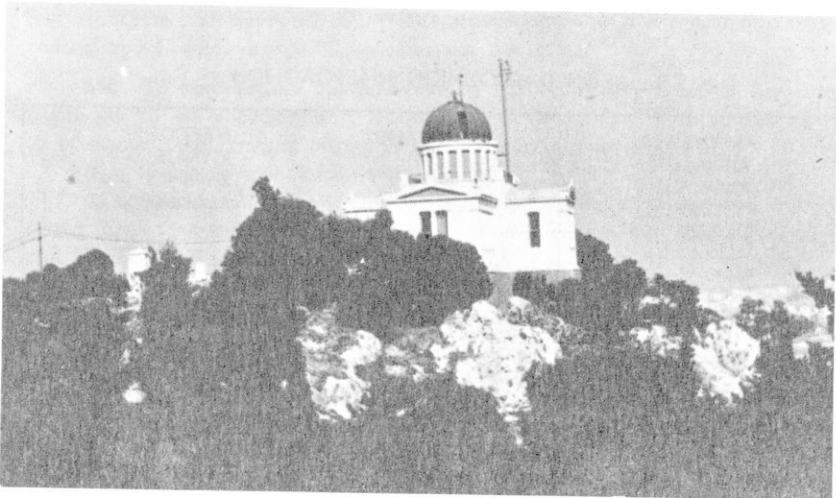
175. Ἐγεννήθη κάποιος τὴν 4ην Σεπτεμβρίου 1914. Καθορίσατε τὴν ἀκριβῆ ἡλικίαν αὐτοῦ (ἔτη, μῆνες, ἡμέραι) κατὰ τὴν 12ην Μαρτίου 1969.

176. Ἐὰν δὲν ἔθεσπίζετο ἀκόμη τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον, τότε πότε θὰ ἐλάμβανε χώραν ἡ ἑαρινὴ ἰσημερία κατὰ τὸ ἔτος 2001 ;

177. Εὑρετε ἀνὰ πόσους δεκαευνεαετεῖς κύκλους γίνεται σφάλμα μιᾶς ἡμέρας εἰς τὸν κύκλον τοῦ Μέτωνα, δοθέντος, ὅτι ἡ μὲν διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους εἶναι ἴση πρὸς 365,242217 ἡμέρας, ἡ δὲ ἀκριβὴς διάρκεια τοῦ συνοδικοῦ μηνὸς εἶναι 29 ἡμ. 12 ὥρ. 44 λ. καὶ 2,9 δ. μέσου ἡλιακοῦ χρόνου.

178. Ἐὰν ἀπὸ κύκλου εἰς κύκλον τοῦ Μέτωνα γίνεται σφάλμα 2 ὥρων, εἰς τὸν ὑπολογισμὸν τῶν φάσεων τῆς σελήνης, εὑρετε ἐπακριβῶς πόσον εἶναι τὸ σφάλμα, τὸ ὁποῖον θὰ γίνῃ εἰς τὸν ὑπολογισμὸν τῆς ἡμερομηνίας τῆς πανσελήνου τοῦ Πάσχα τοῦ ἔτους 1971, ἀν ὥς πρῶτος 19ετῆς κύκλος ληφθῇ ἡ περίοδος τῶν ἐτῶν 325 — 344 μ.Χ.

179. Καθορίσατε τὸν χρυσοῦν ἀριθμὸν τοῦ ἔτους 1999 μ.Χ.



Εἰκ. 42. Τὸ Ἀστεροσκοπεῖον Ἀθηνῶν.

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

β'. Ἡ Κοσμογονία διαιρεῖται εἰς δύο μέρη: Εἰς τὴν μικροκοσμογονίαν, ἡ ὁποία ἀσχολεῖται μὲ τὴν προέλευσιν καὶ ἐξέλιξιν τοῦ ἡλιακοῦ μας συστήματος καὶ εἰς τὴν μακροκοσμογονίαν, ἡ ὁποία πραγματεύεται τὸ ζήτημα τῆς προελεύσεως, τῆς ἐξελίξεως καὶ τοῦ τέλους τῶν ἀστέρων καὶ τῶν γαλαξιδῶν, καθὼς καὶ ὁλοκλήρου τοῦ Σύμπαντος.

γ'. Συγγενὴς πρὸς τὴν Κοσμογονίαν εἶναι ἡ Κοσμολογία. Αὕτῃ ἐξετάζει τὰς σχέσεις, μὲ τὰς ὁποίας συνδέονται μεταξύ των τὰ οὐράνια σώματα καὶ τὰ κοσμικὰ συστήματα, τὰ ὁποῖα συγκροτοῦν, ἐν γένει, οἱ ἀστέρες. Συνεπῶς, ἡ Κοσμολογία ἀσχολεῖται, κυρίως, μὲ τὴν ὀργάνωσιν τοῦ σύμπαντος.

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

Κατὰ τὰ τέλη τοῦ 18ου αἰῶνος εἰσέχθη ἡ κοσμογονικὴ θεωρία τοῦ Laplace (Λαπλάς)¹, ἡ ὁποία ἐπεκράτησεν ἐπὶ 100 καὶ πλέον ἔτη.

1. P. Laplace (1749 - 1827), διαπρεπὴς Γάλλος ἀστρονόμος καὶ μαθηματικός, γνωστότατος διεθνῶς, κυρίως ἀπὸ τὴν κουμογονικὴν του θεωρίαν.

Εἰς τὰς ἀρχὰς τοῦ 20οῦ αἰῶνος ἦλθεν ἡ θεωρία τοῦ Jeans (Τζήνς)¹, ἡ ὁποία, μὲ μερικὰς τροποποιήσεις καὶ συμπληρώσεις, ἴσχυε μέχρι τοῦ 1940. Ἐν τῷ μεταξύ, διευτυπώθησαν καὶ ἄλλαι θεωρίαι, αἱ ὁποῖαι ὅμως δὲν ἔζησαν ἐπὶ πολὺ.

β'. Τὸ 1944 διευτυπώθη μία νέα θεωρία, περὶ τῆς προελεύσεως τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος, ὑπὸ τοῦ Γερμανοῦ ἀστροφυσικοῦ Carl von Weizsaecker (Βαϊτσαϊκερ), ἡ ὁποία συνεπληρώθη καὶ ἐγενικεύθη ὑπὸ τοῦ Ἀμερικανοῦ ἀστρονόμου G. Kuiper (Κούπερ). Αὕτῃ ἡ θεωρία ἰσχύει σήμερον, ὡς ἡ ἀκριβεστέρα μικροκοσμογονικὴ θεωρία, περὶ τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος.

153. Χαρακτηριστικὰ γνωρίσματα τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος. α'. Τὸ ἡλιακὸν σύστημα παρουσιάζει ὠρισμένα χαρακτηριστικὰ γνωρίσματα. Ἐκ τούτων ἐνδιαφέρουν, κυρίως, τὰ ἑξῆς:

1) Οἱ μεγάλοι πλανῆται κινοῦνται περὶ τὸν ἥλιον κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν (ἐκ Δ πρὸς Α) καὶ ἐπὶ τοῦ ἰδίου περιπίου ἐπιπέδου.

2) Ἐπίσης αἱ χιλιάδες τῶν ἀστεροειδῶν περιφέρονται περὶ τὸν ἥλιον ἐκ Δ πρὸς Α καὶ ἐπὶ τοῦ ἰδίου περιπίου ἐπιπέδου. Ἀλλὰ καὶ οἱ περισσότεροι δορυφόροι κινοῦνται, κατὰ τὸν ἴδιον τρόπον, περὶ τοὺς οἰκείους πλανήτας των.

3) Ἐξαίρεσιν παρουσιάζουν τὸ σύστημα τοῦ Οὐρανοῦ, ὁ δορυφόρος Τρίτων τοῦ Ποσειδῶνος καὶ μερικοὶ ἑξωτερικοὶ δορυφόροι τοῦ Διὸς καὶ Κρόνου.

4) Καὶ οἱ πλεῖστοι τῶν κομητῶν κινοῦνται κατὰ τὸν ἴδιον περιπίου τρόπον περὶ τὸν ἥλιον.

5) Ὁ ἥλιος καὶ ὅλοι οἱ πλανῆται, πλὴν ἑνὸς, περιστρέφονται ἐκ Δ πρὸς Α περὶ τὸν ἀξονά του ἑκάστος. Τὸ ἴδιον 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 ὡς ἐνιαῖον ὁργανικὸν σύνολον, μὲ πολλὰς καὶ ποικίλας κανονικότητας. Ὁ Laplace,

1. J. Jeans (1877 - 1946), διάσημὸς Ἀγγλὸς ἀστροφυσικὸς καὶ κοσμογόνος. Ἦσυχολήθη μὲ τὴν συμπεριφορὰν τῶν ἀερίων, τῶν ὑγρῶν καὶ τῶν στερεῶν, τὰ ὁποῖα ὑπόκεινται εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῆς βαρύτητος καὶ εὐρίσκονται ἐν περιστροφῇ. Θεωρεῖται ὡς ἕνας ἐκ τῶν μεγαλυτέρων ἐπιστημόνων καὶ φιλοσόφων τοῦ 20οῦ αἰῶνος.

μολονότι τότε δὲν εἶχεν ὑπ' ὄψει τοῦ ὅλα αὐτὰ τὰ δεδομένα, τὰ ὁποῖα ἔχομεν σήμερον, ἐπρόσεξεν ἰδιαιτέρως τὴν τάξιν καὶ νομοτέλειαν τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος. Διατυπώνων δὲ τὴν κοσμογονικὴν του θεωρίαν, γράφει : «Τοιαῦτα φαινόμενα (τάξεως), τόσον ἔκτακτα, δὲν εἶναι δυνατόν νὰ προέκυψαν κατὰ τύχην. Ὑπολογίζοντες δέ, μαθηματικῶς, τὰς πιθανότητας, νὰ εὐρέθωσαν τυχαίως εἰς αὐτὴν τὴν τάξιν, εὐρίσκωμεν, ὅτι ὑπάρχει μόνον μία πρὸς 200 τρισεκατομμύρια δυνατὰς ἄλλας περιπτώσεις τοῦλάχιστον. Ἐπομένως, ἡ τάξις των δὲν εἶναι ἀποτέλεσμα τύχης, ἀφοῦ ἡ πιθανότης εἶναι κατὰ πολὺ ὑπερτέρα τῶν περισσοτέρων ἱστορικῶν γεγονότων, περὶ τῶν ὁποίων οὐδεὶς ἀμφιβάλλει. Ὅθεν, ὀφείλομεν νὰ πιστεύσωμεν, τοῦλάχιστον μετὰ τῆς αὐτῆς πεποιθήσεως, ὅτι κάποια ἀρχικὴ αἰτία διηύθυνε τὰς κινήσεις τῶν πλανητῶν». Καὶ οἱ νεώτεροι ἀστρονόμοι δέχονται, ὅτι αἱ κανονικότητες, ποὺ παρουσιάζει τὸ ἡλιακὸν σύστημα, ἀποδεικνύουν, ὅτι τὰ μέλη του ἔχουν κοινὴν καταγωγήν.

154. Αἱ «ἐξελικτικαὶ» καὶ «δυναδικαὶ» θεωρίαι. Αἱ προταθεῖσαι θεωρίαι, περὶ τῆς προελεύσεως τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος, διαιροῦνται εἰς δύο κατηγορίας: 1) Τὰς νεφελικὰς ἢ ἐξελικτικὰς καὶ 2) τὰς δυναδικὰς ἢ κατακλυσμικὰς.

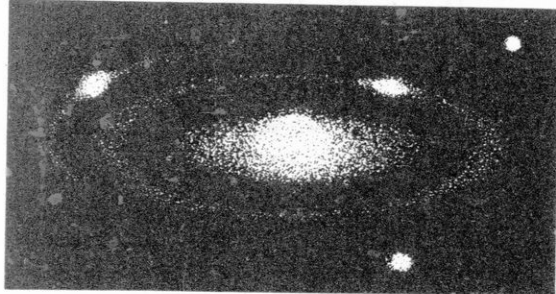
α'. Νεφελικαὶ ἢ ἐξελικτικαὶ θεωρίαι: Κατὰ τὸν Κάντ (1755), ὑπῆρχεν ἓνα ἀρχικὸν νεφέλωμα ἀπὸ σκόνην καὶ ἀέριον. Εἰς αὐτὸ ἐσχηματίσθησαν μικρὰ νέφη περιστρεφόμενα, τὰ ὁποῖα συνεκέντρωσαν τὴν γύρω των ὕλην καὶ οὕτως ἐσχηματίσθησαν οἱ πλανῆται καὶ οἱ δορυφόροι. Τὸ κεντρικὸν νέφος συνεστάλη καὶ ἐσχηματίσθη ὁ ἥλιος.

Ἡ θεωρία τοῦ Κάντ ἦτο περισσότερον φιλοσοφικὴ παρὰ φυσικὴ θεωρία.

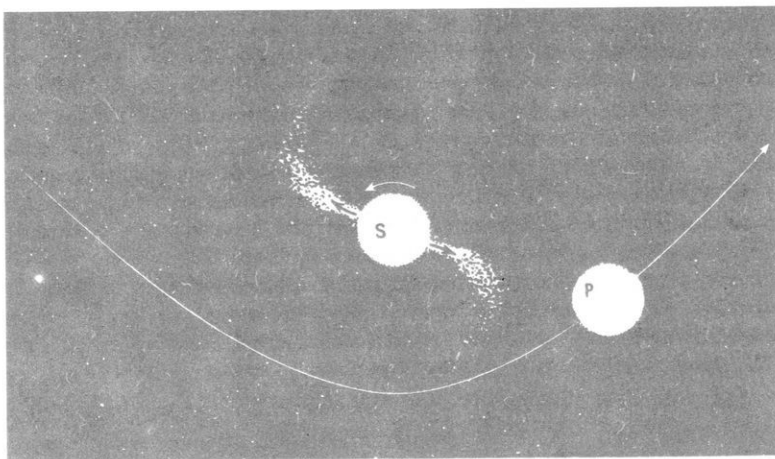
Κατὰ τὸν Laplace (1796) τὸ ἀρχικὸν νεφέλωμα συνεστέλλετο, λόγῳ τῆς βαρύτητος καὶ περιστρέφετο (εἰκ. 43) ὁλονὲν καὶ ταχύτερον. Βαθμηδόν, ἔλαβε τὴν μορφήν πεπλατυσμένου δίσκου καί, ὁσάκις ἡ φυγόκεντρος δύναμις ὑπερίσχυε τῆς βαρύτητος, ἀπεσιπῶντο ἐκ τοῦ ἱσημερινοῦ τοῦ ἐπιπέδου δακτύλιοι. Οὗτοι βραδύτερον ἐσχημάτισαν τοὺς πλανῆτας, διότι συνεπυκνώθησαν, λόγῳ ψύξεως.

Ἡ θεωρία τοῦ Laplace δὲν εἶναι δεκτὴ σήμερον, διότι ἀντιβαίνει εἰς βασικοὺς νόμους τῆς Μηχανικῆς.

β'. Δυναδικαὶ ἢ κατακλυσμικαὶ θεωρίαι. Τὸ 1900 οἱ Μαθηματικοὶ Chamberlin (Τσάμπερλεν) καὶ Moulton (Μούλτον) ὑπέθεσαν, ὅτι εἰς τὸ ἀπώτατον παρελθόν, ἓνας ἐπισκέπτῃς ἀστήρ P ἐπλησίασε τὸν ἥλιον S (σχ. 44) καὶ ἐδημιούργησεν ἐπ' αὐτοῦ δύο μεγάλα κύματα παλινδροίας. Τὰ κύματα τῆς ἡλιακῆς ὕλης ἐξεσφενδονίσθησαν ἀπὸ τὸν ἥλιον



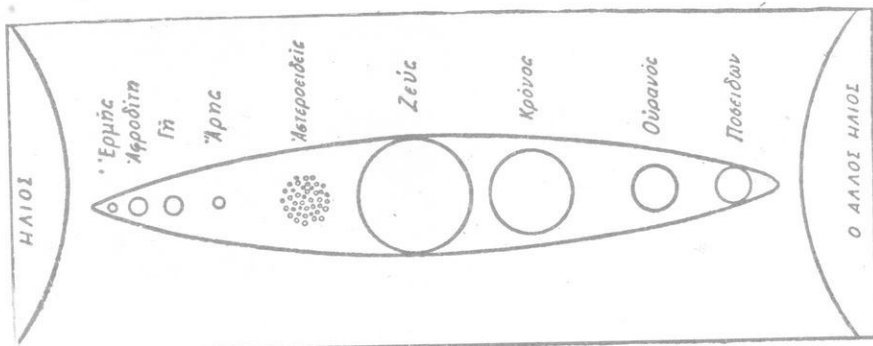
Εἰκ. 43. Τὸ νεφέλωμα ἐκ τοῦ ὁποίου προῆλθον ὁ ἥλιος καὶ οἱ πλανῆται, κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Laplace.



Είκ. 44. Γένεσις τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος, κατὰ τὴν θεωρίαν τῶν Chamberlin — Moulton.

καὶ ἐσχημάτισαν δύο βραχίονας, οἱ ὅποιοι ἔλαβον σπειροειδῆ μορφήν, μὲ συμπτυνώσεις. Αἱ συμπτυνώσεις αὗται εἶναι οἱ πλανήτισκοι, ἀπὸ τοὺς ὁποίους, διὰ τῆς συσσωρεύσεως καὶ ἄλλης ὕλης, ἐσχηματίσθησαν οἱ πλανῆται, περιφερόμενοι περὶ τὸν ἥλιον καὶ περιστρεφόμενοι περὶ τὸν ἑξῆς ἑαυτῶν.

Ὁ Jeans ἐξ ἄλλου (τὸ 1902 καὶ 1916) διετύπωσε τὴν θεωρίαν, ὅτι ὁ ἐπισκέπτῃς ἀστὴρ ἐπλησίασε τὸν ἥλιον (εἰκ. 45) καὶ ἐσχημάτισε, διὰ τῆς παλινδροίας, ἓνα βραχίονα. Ὁ βραχίον αὗτος εἶχε τὴν μορφήν «πούρου». Συνεπεία ψύξεως, ἡ θερμοκρασία ἐπιπτε καί, καθὼς τὸ πούρο διεσπάσθη, ἤρχισαν νὰ σχηματίζονται οἱ πλανῆται. Εἰς τὰ ἄκρα τοῦ πούρου ἔχομεν πλανήτας μὲ μικρὸν ὄγκον καὶ μικρὰν μᾶζαν, ἐνῶ εἰς τὸ μέσον εἶναι οἱ ἔχοντες μεγάλην μᾶζαν καὶ ὄγκον.



Είκ. 45. Τὸ «πούρον» τῶν πλανητῶν, κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Jeans.

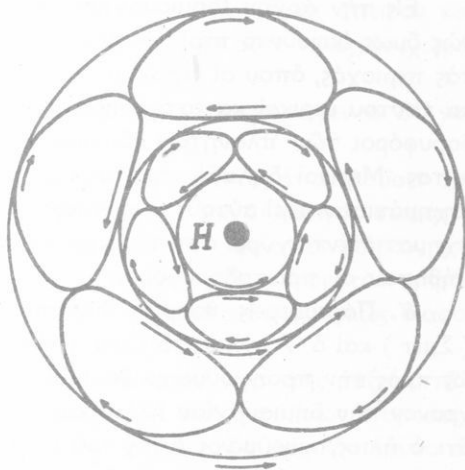
Οι μεγαλύτεροι πλανήται έχουν και περισσότερους δορυφόρους. Όμως και οι θεωρίες αυτές κατέπεσαν, διότι αντιβαίνουν εις την Μηχανικήν και την Θερμοδυναμικήν.

155. 'Η «Πρωτοπλανητική θεωρία». α'. 'Η σύγχρονος θεωρία περί τῆς προελεύσεως τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος ἀναχωρεῖ ἀπὸ τὰς θεωρίας Κάντ - Laplace, μὲ μερικὰς ὅμως τροποποιήσεις. Ὑποθέτει, ὅτι ὑπῆρχεν ἀρχικῶς ἓνα νεφέλωμα. Εἰς τὸ κέντρον τοῦ διεμορφώθη ἓνας πυρὴν, ὁ π ρ ω τ ο ῡ ἡ λ ι ο υ. Πέριξ αὐτοῦ ὑπῆρχεν ἓνα πολὺ ἐκτεταμένον κέλυφος ἀεριώδους ὕλης, ἀπὸ ὕδρογόνου καὶ ἡλίου, μὲ μᾶζαν τὸ 0,1 τῆς μάζης τοῦ πρωτοῦ ἡλίου. Τὸ κέλυφος (περίβλημα) αὐτὸ δὲν ἀπερροφήθη ἀπὸ τὸν πρωτοῦ ἡλίον διὰ τῆς βαρύτητος, διότι περιστρέφετο μὲ μεγάλην ταχύτητα.

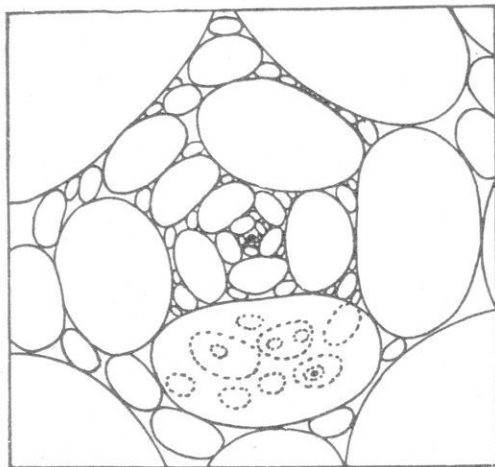
β'. Ὁ Weizsaecker (1944) ὑπέθεσεν, ὅτι ἡ κεντρικὴ μᾶζα (ὁ πρωτοῦ ἡλίου) διεμορφώθη εἰς τὸν σημερινὸν ἥλιον. Εἰς τὸ νεφελικὸν κέλυφος, λόγῳ ἐσωτερικῶν τριβῶν, ἐσχηματίσθησαν στρόβιλοι. Οἱ στρόβιλοι αὐτοὶ διετάχθησαν εἰς δακτυλίους, ἀνὰ πέντε εἰς ἕκαστον δακτύλιον καὶ ὅλοι μαζί οἱ δακτύλιοι, περιστρέφοντο περὶ τὸν κοινὸν κέντρον των, τὸν ἥλιον. Αἱ τριβαὶ μεταξὺ δύο στροβίλων διαφορετικῶν δακτυλίων, προὐκάλεσαν τὸν σχηματισμὸν συμπυκνώσεων, αἱ ὁποῖαι ἔπειτα ἀπετέλεσαν τοὺς πλανήτας (εἰκ. 46).

γ'. Τὴν θεωρίαν αὐτὴν τοῦ Weizsaecker ἐπέξετεινε καὶ συνεπλήρωσεν ἀργότερον (1951 καὶ 1956) ὁ Kuiper. Κατ' αὐτόν, οἱ στρόβιλοι, οἱ ὁποῖοι ἐσχηματίσθησαν εἰς τὸ ἡλιακὸν νεφέλωμα, δὲν εἶχον οὔτε τὸ ἴδιον μέγεθος, οὔτε καὶ τὴν διάταξιν τοῦ Weizsaecker, ἀλλ' οἱ μικροὶ στρόβιλοι ἦσαν περισσότεροι ἀπὸ τοὺς μεγάλους (Εἰκ. 47).

Ὅταν ἡ βαρύτης, εἰς



Εἰκ. 46. Οἱ στρόβιλοι ἐκ τῶν ὁποίων ἐσχηματίσθησαν οἱ πλανῆται, κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Weizsäcker.



Εικ. 47. Σχηματική διανομή τῶν στροβίλων εἰς τὸ ἥλιακὸν νεφέλωμα, κατὰ τὸν Kuiper.

στερεὰν ὕλην, τὸ δὲ περίβλημά των περιεῖχεν ὕδρογόνον, ἥλιον, ὕδρατμος, ἀμμωνίαν, ἀλλὰ καὶ νέον, ἐκεῖ ὅπου τὸ ἐπέτρεπεν ἡ θερμοκρασία.

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

δ'. Παρεμφερεῖς θεωρίας διέτύπωσαν ὁ Ρῶσσος Ο. Schmidt (Σμίτ) καὶ ὁ Ἀγγλος McGrea (Μάκρη). Ἡ κυρία διαφορὰ των, ὡς πρὸς τὴν προηγουμένην θεωρίαν, εἶναι, ὅτι δὲν δέχονται ὡς σύγχρονον τὴν δημιουργίαν ἡλίου καὶ πλανητῶν, ἀλλ' ὑποστηρίζουν, ὅτι ὁ ἥλιος, κινούμενος ἐντὸς τοῦ ἐπιπέδου τοῦ γαλαξίου, συνέλαβεν ἓνα νέφος ἐξ αἰρίου καὶ κόνεως. Ἐκ τοῦ νέφους αὐτοῦ ἐσχηματίσθησαν βραδύτερον οἱ πλανῆται.

156. Γένεσις τῶν ἀστέρων καὶ τῶν γαλαξιών. α'. Εἰς τὰ ἐρω-

μίαν περιοχὴν τοῦ ἡλιακοῦ νεφελώματος, δύναται νὰ συγκρατήσῃ ἓνα μέρος αὐτοῦ, ἐκεῖ καὶ γίνονται αἱ μόνιμοι συμπυκνώσεις. Ἀρκεῖ ἡ τοπικὴ πυκνότης νὰ ὑπερβαίνει μίαν ὠρισμένην κριτικὴν τιμὴν, ἡ ὁποία ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἀπόστασιν. Οὕτως, ἐκ τῶν στροβίλων ἐσχηματίσθησαν συμπυκνώσεις, καθ' ὅλην τὴν ἑκτασιν τοῦ νεφελικοῦ δίσκου, αἱ ὁποῖαι κατόπιν ἀπετέλεσαν τοὺς πρωτοπλανῆτας. Οἱ κεντρικοὶ πυρῆνες αὐτοῦ περιεῖχον

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 οὗτως ἐδημιουργήθησαν οἱ ἀστέρες καὶ οἱ γαλαξίαι.

Ἡ μακροκοσμογονία κάμνει τὰς ἐξῆς τρεῖς παραδοχάς:

1ον. Ὅλη ἡ ὕλη τοῦ σύμπαντος ἦτο διάχυτος καὶ νεφελική, ὑπὸ μορφὴν κόνεως καὶ ἀερίων, εἶχε δὲ τὴν αὐτὴν χημικὴν σύστασιν.

2ον. Οἱ φυσικοὶ νόμοι, τοὺς ὁποίους ἀνακαλύπτει ἡ ἐπιστήμη, ἴσχυον καὶ εἰς τὸ παρελθόν, ὅπως τοὺς γνωρίζομεν νὰ ἰσχύουν καὶ σήμερον, καί,

3ον. Οἱ παρατηρηταὶ τοῦ σύμπαντος σχηματίζουν τὴν πραγματικὴν εἰκόνα περὶ αὐτοῦ.

β'. Ὑπάρχουν σήμερον δύο κυρίως θεωρίαι, αἱ ὁποῖαι προσπαθοῦν νὰ ἐρμηνεύσουν τὸν τρόπον τῆς γενέσεως τῶν γαλαξιδῶν καὶ τῶν ἀστέρων. Ἡ μία ὀνομάζεται ἐξελικτικὴ θεωρία ἡ θεωρία τοῦ ἀρχικοῦ ἀτόμου, ἡ ὁποία ὑποθέτει, ὅτι τὸ σύμπαν ἔχει ὠρισμένην ἀρχὴν καὶ ὠρισμένον τέλος. Ἡ ἄλλη, ἡ θεωρία τῆς σταθερᾶς καταστάσεως ἡ τῆς συνεχοῦς δημιουργίας, ὑποστηρίζει, ὅτι τὸ σύμπαν εἶναι ἄπειρον καὶ αἰώνιον καὶ ἐπομένως, ὅτι δὲν ἔχει οὔτε ἀρχὴν οὔτε τέλος, ἐν χώρῳ καὶ ἐν χρόνῳ.

γ'. Τὴν θεωρίαν περὶ τοῦ ἀρχικοῦ ἀτόμου εἰσήγαγεν ὁ Βέλγος καθηγητὴς G. Lemaitre (Λεμαίτρ)¹ τὸ 1927.

Κατὰ τὸν Lemaitre, ὅλη ἡ ὕλη τοῦ σύμπαντος ἀποτελοῦσεν ἀρχικῶς ἓνα καὶ μόνον τεράστιον «ἄτομον». Ὅλα δηλαδὴ τὰ σωμάτια τῆς ὕλης ἦσαν συσσωρευμένα εἰς ἓνα μικρὸν σφαιρικὸν χῶρον, τοῦ ὁποίου ἡ ἀκτὺς δὲν ὑπερέβαινε τὰς 100 α.μ. Εἰς αὐτὸν τὸν μικρὸν χῶρον ἡ ὕλη εὐρίσκετο εἰς ὑπέρπυκνον κατὰστασιν, ἐντελῶς διαφορετικὴν ἀπὸ τὴν σημερινήν.

Ἡ θερμοκρασία τοῦ σύμπαντος - ἄτομον ἦτο τῆς τάξεως τῶν δισεκατομμυρίων βαθμῶν, ἡ δὲ πυκνότης του ἦτο, ἴσως, παρομοία μὲ τὴν πυκνότητα τοῦ πυρῆνος τῶν ἀτόμων. Τὸ ἀρχικὸν τοῦτο ἄ-

1. G. Lemaitre (1894 - 1967), διάσημος Βέλγος ἀστροφυσικός, μαθηματικός καὶ κοσμογόνος.

τομον έξερράγη καί έτεμαχίσθη. Μίαν ώραν μετά τήν έκρηξιν, ή θερμοκρασία τών μερών του κατήλθεν εις 250.000.000° K καί έξ αútων έσχηματίσθησαν οί πρωτογαλαξίαι. Ούτοι ήρχισαν νά συμπυκνούνται καί νά περιστρέφονται, ένώ συγχρόνως άπεμακρύνοντο άπό του κέντρου τής έκρήξεως, άλλα καί μεταξύ των.

Έκ τών πρωτογαλαξιών ήρχισαν, πρό 10 δισεκατομμυρίων έτών, νά διαμορφώνωνται οί γαλαξίαι, ένώ ή άπομάκρυνσίς των συνεχίζετο.

Άκολούθως, άπό τήν ύλην τών γαλαξιών έδημιουργήθησαν, άλλα καί εξακολουθούν νά δημιουργοῦνται, οί άστέρες. Οί άστέρες έσχηματίσθησαν άπό τήν συμπύκνωσιν τής ύλης (άέριου καί κόνεως) τών γαλαξιών, είτε λόγω άμοιβαίας έλξεως, είτε λόγω τριβής. Διότι ή τριβή τών μορίων δημιουργεί στροβίλους καί έν συνεχεία άλλους στροβίλους, έξ αútων δέ σχηματίζονται συμπυκνώσεις, έκ τών όποίων άκολουθως γεννώνται οί άστέρες.

Μέ άλλους λόγους, εις ένα σύστημα όπως ό γαλαξίας, εΐναι δυνατόν νά δημιουργοῦνται συνεχώς νέοι άστέρες έκ τής μεσοαστρικής ύλης. Άπό τό άλλο μέρος, έκ τών άστέρων έκτοξεύεται ύλη, ή όποία πλουτίζει τόν μεσοαστρικόν χώρον. Άλλ' όμως, ή μεσοαστρική ύλη συνεχώς έλαττώνεται καί σιγά - σιγά σταματά ή δημιουργία νέων άστέρων. Έπομένως, εις τό παρελθόν, ή δημιουργία νέων άστέρων ήτο έντονωτέρα.

Ή όλη διεργασία, διά τόν σχηματισμόν ένός άστέρος, διαρκεί, πιθανώς, περισσότερον άπό 100.000.000 έτη, κατόπιν δέ οί άστέρες φωτίζουν τό διάστημα.

Εις τούς γαλαξίας έκείνους, εις τούς όποίους έχρησιμοποιήθη όλη ή ύλη των διά τόν σχηματισμόν άστέρων, οί άστέρες εΐναι ήλικιωμένοι, του πληθυσμού II καί οί γαλαξίαι έχουν σχήμα έλλειπτικόν. Οί γαλαξίαι οί όποιοι έχουν άκόμη ύλην καί δημιουργοῦνται έξ αútης νέοι άστέρες, έχουν σχήμα σπειροειδές, οί δέ άστέρες των άνήκουν εις τόν πληθυσμόν I (§ 42).

Τήν θεωρίαν αútην ύπεστήριξαν έκτοτε πολλοί κοσμολόγοι, υπό διαφόρους παρεμφερείς μορφάς. Ή θεωρία του άρχικου άτόμου ονομάζεται καί θεωρία τής μεγάλης έκρήξεως (Big-Bang).

δ'. Κατά τήν θεωρίαν τής συνεχούς δημιουργίας, τήν όποίαν διετύπωσε τό

1948 ο Άγγλος αστρονόμος F. Hoyle (Χόυλ)¹ και οι συνεργάτες του Gold και Bondi, ή μέση πυκνότης του σύμπαντος ήτο πάντοτε ή αυτή εις όλα τὰ μέρη του. Δηλαδή, τὸ σύμπαν ήτο και είναι ὄχι μόνον ὁμογενές, ἀλλὰ και ἀμετάβλητον ἐν χρόνῳ. Ὑπῆρχε πάντοτε, ὅπως εἶναι σήμερον και θὰ ἐξακολουθῇ νὰ ἔχῃ τὴν ἰδίαν πυκνότητα αἰωνίως.

Ἐπειδὴ ὁμως αἱ παρατηρήσεις δεικνύουν, ὅτι οἱ γαλαξίαι ἀπομακρύνονται ἀλλήλων και, ἐπομένως, ὅτι ἡ ἀκτίς τῆς σφαίρας τοῦ σύμπαντος αὐξάνει, ὁ Hoyle δέχεται ὅτι, διὰ νὰ μὴν ἐλαττώνεται ἡ πυκνότης του, δημιουργεῖται συνεχῶς νέα ὕλη, ὑπὸ μορφήν ὕδρογόνου, ἐκ τοῦ $\mu\eta\delta\epsilon\nu\delta\varsigma$. Δημιουργεῖται δὲ τόση ἀκριβῶς ὕλη, ὅση χρειάζεται διὰ νὰ ἀναπληρωθῇ τὸ κενόν, τὸ ὅποιον προκαλεῖται ἐκ τῆς συνεχοῦς ἀπομακρύνσεως τῶν γαλαξίων. Ἀρκεῖ ἡ δημιουργία ἐνὸς μόνου ἀτόμου ὕδρογόνου κάθε 10^9 ἔτη και ἀνὰ κύβον ἀκμῆς 10cm, διὰ νὰ διατηρῆται ἡ πυκνότης τοῦ σύμπαντος σταθερά. Ἡ νέα ὕλη, πού δημιουργεῖται μεταξύ τῶν γαλαξίων, διὰ συμπακνώσεως, σχηματίζει νέους γαλαξίας, οἱ ὅποιοι ἀναπληρώνουν εἰς τὴν θέσιν των τοὺς ἀπομακρυνομένους γαλαξίας.

ε'. Ἐκ τῶν δύο τούτων θεωριῶν ὡς ἐπικρατεστέρα φαίνεται ἡ θεωρία τοῦ ἀρχικοῦ ἀτόμου. Καὶ τοῦτο, διότι αὕτη ἐρμηνεύει ἀκριβέστερον τὰ παρατηρούμενα φαινόμενα. Ἄλλωστε και αὐτὸς ὁ Hoyle τὰ τελευταῖα ἔτη (1965 - 66) φαίνεται νὰ ἐγκαταλείπη τὴν θεωρίαν τῆς συνεχοῦς δημιουργίας, διότι δὲν ἐρμηνεύονται ἱκανοποιητικῶς δι' αὐτῆς ἀρκετὰ ζητήματα, σχετικὰ μὲ τὰ φαινόμενα τοῦ σύμπαντος.

157. Διαστολή τοῦ Σύμπαντος. α'. Ὁ Ἀμερικανὸς αστρονόμος Slipher (Σλίφερ) παρατήρησεν ἤδη ἀπὸ τὸ 1912, ὅτι οἱ πλείστοι γαλαξίαι παρουσίαζον μετάθεσιν τῶν γραμμῶν τοῦ φάσματός των πρὸς τὸ ἐρυθρόν, ἡ ὁποία ἐφάνερωνεν, ὅτι οἱ γαλαξίαι ἀπομακρύνονται μὲ ταχύτητα μερικῶν ἑκατοντάδων χιλιομέτρων κατὰ δευτερόλεπτον. Βραδύτερον, οἱ Ἀμερικανοὶ αστρονόμοι Hubble (Χάμπλ) και Humason (Χιούμασον) διεπίστωσαν, ὅτι τὸ φαινόμενον τῆς ἀπομακρύνσεως παρουσιάζουν και οἱ πολὺ ἀπόμακρυσμένοι ἐξ ἡμῶν ἀμυδροὶ γαλαξίαι. Μάλιστα δὲ εὔρον, ὅτι ὅσον μακρύτερα εὐρίσκονται οἱ γαλαξίαι, τόσοι αἱ ταχύτητες ἀπομακρύνσεώς των εἶναι μεγαλύτεραι.

Ἐφ' ὅσον οἱ γαλαξίαι ἀπομακρύνονται ἀφ' ἡμῶν, μὲ ταχύτητας τόσοι μεγαλύτερας, ὅσον μεγαλύτερα εἶναι και ἡ ἀπόστασίς των, τὸ σύμπαν φαίνεται νὰ διαστέλλεται. Διὰ τοῦτο και τὸ φαινόμενον

1. Fr. Hoyle, Ἄγγλος ἀστροφυσικὸς, γεννηθεὶς τὸ 1915. Εἶναι καθηγητὴς εἰς τὸ Πανεπιστήμιον τοῦ Cambridge και θεωρεῖται ἓνας ἐκ τῶν μεγαλύτερων συγχρόνων κοσμολόγων.

τῆς ἀπομακρύνσεως τῶν γαλαξίων ὀνομάζεται **διαστολή τοῦ Σύμπαντος**.

β'. Ὁ Hubble ἔδωσε τὸ 1929 τὸν νόμον τῆς διαστολῆς τοῦ σύμπαντος, ὅστις παρέχεται ἀπὸ τὴν σχέσηιν: $V = Hr$, ὅπου V εἶναι ἡ ἀκτινικὴ ταχύτης ἀπομακρύνσεως τῶν γαλαξίων εἰς km/sec , r ἡ ἀπόστασις των ἀνὰ 1.000.000 pc, καὶ H ἡ καλουμένη **σταθερὰ τοῦ Hubble**.

Κατόπιν τῶν τελευταίων ἀκριβῶν παρατηρήσεων, διὰ τοῦ τηλεσκοπίου τοῦ Πάλομαρ, ἡ τιμὴ τῆς σταθερᾶς τοῦ Hubble εἶναι :

$$H = 75 \frac{\text{km/sec}}{1.000.000 \text{ pc}}.$$

Δηλαδή, ἡ ταχύτης ἀπομακρύνσεως εἶναι ἀνάλογος τῆς ἀποστάσεως τῶν γαλαξίων, πολλαπλασιαζομένη ἐπὶ τὸν παράγοντα

$$75 \frac{\text{km}}{1.000.000 \text{ pc}}.$$

Εἰς μεγαλυτέρας ἀποστάσεις, ὅπου παρατηροῦμεν τὰ σμήνη γαλαξίων, διαπιστώνομεν, ὅτι ἰσχύει καὶ δι' αὐτὰ ὁ νόμος τῆς διαστολῆς. Τὸ σμῆνος π.χ. τῆς Παρθένου, τὸ ὁποῖον 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 Ὑδρας, εἰς ἀπόστασιν 1.960.000.000 ε.φ., ἀπομακρύνεται μὲ ταχύτητα 61.000 km/sec .

Φαίνεται, ὅτι ὁ νόμος τῆς διαστολῆς ἰσχύει καὶ διὰ τοὺς **ράδιογαλαξίαις**, οἱ ὁποῖοι δὲν διακρίνονται πάντοτε μὲ τὰ συνήθη τηλεσκόπια, ἀλλὰ μόνον μὲ τὰ ραδιοτηλεσκόπια, διότι εὑρίσκονται εἰς πολὺ μεγαλυτέρας ἀποστάσεις. Τὸ αὐτὸ ἰσχύει καὶ διὰ τοὺς **Κβάρζαρς**. Οὗτοι εἶναι γαλαξίαι, εὑρισκόμενοι εἰς ἀποστάσεις 4,6 ἕως καὶ 8 δισεκατομμυρίων ἐτῶν φωτός. Εἰς τὰ ὅρια αὐτὰ αἱ ταχύτητες ἀπομακρύνσεως φθάνουν τὰ 110.000 km/sec καὶ τὰ 150.000 km/sec . Συνεπῶς, ἐκεῖ οἱ γαλαξίαι τρέχουν μὲ ταχύτητα, ἴσην πρὸς τὸ $1/2$ τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός!

γ'. Ὁ νόμος τῆς διαστολῆς τοῦ Hubble εἶναι ἀντίθετος τοῦ νόμου τῆς παγκοσμίου ἐλξεως τοῦ Νεύτωνος.

Φαίνεται, ότι ο νόμος του Νεύτωνος ισχύει μεταξύ των αστερών καθενός γαλαξίου, ενώ μεταξύ των γαλαξιών ισχύει ο νόμος του Hubble.

158. 'Ηλικία του Σύμπαντος. α'. Γίνεται δεκτόν, ότι οι γαλαξίες προήλθον από την έκρηξιν του αρχικού σύμπαντος - άτομον. 'Εάν αἱ ταχύτητες ἐκ τῆς ἐκρήξεως, αἱ ὁποῖαι θὰ ἔπρεπε νὰ εἶναι διάφοροι, παραμένουν σταθεραί, τότε αἱ ἀποστάσεις τῶν γαλαξιδῶν θὰ πρέπει νὰ εἶναι ἀνάλογοι τῶν ταχυτήτων των. Τότε δυνάμεθα καὶ νὰ ὑπολογίσωμεν π ὅ τ ε ἔγινεν ἡ ἀρχικὴ ἐκρηξις. Διότι, ἀφοῦ γνωρίζομεν τὰς ἀποστάσεις ἀρκετῶν ἐκ τῶν πλέον μεμακρυσμένων σημνῶν γαλαξιδῶν, δυνάμεθα νὰ εὗρωμεν π ρ ὀ π ὅ σ ο υ χ ρ ὀ ν ο υ ὅλοι οἱ γαλαξίες καὶ τὰ σμήνη γαλαξιδῶν ἦσαν συγκεντρωμένα εἰς τὴν ἀρχικὴν σφαῖραν. Οἱ ὑπολογισμοί, βάσει τοῦ νόμου τῆς διαστολῆς τοῦ Hubble, δίδουν τὴν τιμὴν 10^{10} ἔτη. 'Επομένως, ἀπὸ τότε ποὺ ἤρχισεν ἡ διαστολή, μέχρι σήμερον, ἔχουν παρέλθει 10^{10} ἔτη. Τὸ διάστημα τοῦτο τὸ ὀνομάζομεν « ἡ λ ι κ ῖ α ν τ ο ὕ σ ὺ μ - π α ν τ ο ς ». "Ωστε, ἐκ τοῦ νόμου τῆς διαστολῆς τοῦ σύμπαντος, συνάγεται ἡλικία τοῦ σύμπαντος τῆς τάξεως τῶν 10^{10} ἐτῶν.

β'. Δυνάμεθα ἐξ ἄλλου νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν ἡλικίαν τοῦ σύμπαντος, ἀπὸ τὴν μελέτην τῆς δημιουργίας τῶν αστερῶν καὶ τῶν ἀστρικῶν συστημάτων τοῦ γαλαξίου μας. Αἱ μελέται αὐταὶ δίδουν ἡλικίαν 10^{10} ἔτη. 'Η ἡλικία τοῦ ἡλίου καὶ τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος εἶναι μικρότερα τοῦ γαλαξίου μας καὶ ἀνέρχεται περίπου εἰς 5×10^9 ἔτη.

γ'. "Ενας ἄλλος ὑπολογισμὸς τῆς ἡλικίας τοῦ σύμπαντος γίνεται μὲ τὰ ραδιενεργὰ στοιχεῖα. Ταῦτα διαρκῶς διασπῶνται καὶ δυνάμεθα νὰ εὗρωμεν τὸν χρόνον ὑποδιπλασιασμοῦ μερικῶν ἐξ αὐτῶν. Εὐρέθη, ὅτι ἡ ἡλικία τῶν στοιχείων τούτων εἶναι μικρότερα τῶν 10^{10} ἐτῶν.

Δὲν ἀποκλείεται ἡ ἡλικία ὠρισμένων στοιχείων νὰ εἶναι μεγαλύτερα τῆς ἡλικίας τῶν αστερῶν καὶ τῶν γαλαξιδῶν, διότι ταῦτα ἐδημιουργήθησαν πρὸ τῆς δημιουργίας τῶν γαλαξιδῶν καὶ τῶν αστερῶν.

δ'. 'Ο G. Gamow (Γκάμωβ) καὶ οἱ συνεργάται του δέχονται, ὅτι ὅλα τὰ χημικὰ στοιχεῖα ἐσηματίσθησαν ἐντὸς τῶν 30 πρώτων λεπτῶν, ἀφ' ὅτου τὸ ἀρχικὸν άτομον, κατόπιν τῆς ἐκρήξεώς του, ἤρχισε νὰ διαστέλλεται, δηλαδὴ ἡμίσειαν ὥραν πρὸ τῆς «πρώτης ἀρχῆς τοῦ σύμπαντος». 'Ο σχηματισμὸς των ἦτο τὸ ἀποτέλεσμα ἀναμίξεως ἀρχικοῦ «ἀέριου» νετρονίων, πρωτονίων καὶ ἡλεκτρονίων, εἰς μίαν θερμοκρασίαν πολλῶν τρισεκατομμυρίων βαθμῶν, ἡ ὁποία ἔγινε πρὸ ὠρισμένων δισ-

εκατομμυρίων έτων και τόσων, όση είναι και ή ηλικία τών στοιχείων. Μετά τήν έκρηξιν, ή θερμοκρασία κατέπεσεν εις τήν τάξιν τών εκατομμυρίων βαθμών.

Κατ' άλλην, πλέον πρόσφατον θεωρίαν, ή όποία άνεπτύχθη ιδιαιτέρως ύπό του W. Fowler (Φόουλερ) και τών συνεργατών του, τά διάφορα στοιχεία συνετέθησαν και έξακολουθούν νά συντίθενται εις τό έξωτερικόν τών έξελισσόμενων αστέρων.

Έξ όλων τών άνωτέρω προκύπτει ότι, ή ηλικία του σύμπαντος είναι τής τάξεως τών 10 δισεκατομμυρίων έτων, πάντως δέ μικροτέρα τών 12 δισεκατομ. έτων.

159. Άρχή και τέλος του Σύμπαντος. α΄. Παρά τό γεγονός, ότι ή Κοσμολογία εισέδυσεν εις τά βάθη του παρελθόντος, μέχρι τής αρχής τής διαστολής του σύμπαντος, όταν ήρχισεν ό σχηματισμός τών στοιχείων τής ύλης, όμως δέν κατώρθωσε νά δώση καμμίαν άπάντησιν εις τό βασικόν έρώτημα: Πώς εύρέθη τό αρχικόν ύπερπυκνον σύμπαν - άτομον και πώς έλαβε τουτο τήν πρώτην κίνησιν. Τό ζήτημα τουτο, καθαρώς μεταφυσικόν, ό ανθρώπινος νους είναι άνίσχυρος νά τό άντιμετωπίση. Και έπειδή δέν δύναται νά εύσταθήση ή ύπόθεσις, ότι τουτο έγινε μόνον του και κατά τύχην, ό έπιστήμων προσφεύγει εις τήν μόνην λογικήν δυνατότητα, τής δημιουργίας του ύπό έξωτερικής, ως πρός αυτό, Άνωτέρας Δυνάμεως. Όρθως δέ λέγεται, ότι ό Δημιουργός του σύμπαντος δέν άποδεικνύεται, άλλ' άποκαλύπτεται.

β΄. Έξ άλλου, τό πρόβλημα τής μελλοντικής και τελικής καταστάσεως του σύμπαντος, φαίνεται εύκολώτερον. Δύναται ή έπιστήμη νά άπαντήση, διότι άναχωρεί άπό τά δεδομένα τής παρατηρήσεως και άπό τους νόμους, οι όποιοι διέπουν τό σύμπαν, όπως παρουσιάζεται σήμερον. Παρά ταύτα, ή άπάντησις εις τό έρώτημα: «ποιον τό μέλλον του σύμπαντος;» είναι δυσκολωτάτη. Διά νά άπαντήσωμεν εις αυτό, θά πρέπει νά άπαντήσωμεν πρώτον εις τό έξής έρώτημα: Ή διαστολή του σύμπαντος θά συνεχίζεται έπ' άπειρον; Ή μήπως, έπειτα άπό μακρότατον χρονικόν διάστημα, θά άρχίση τουτο νά συστέλλεται; Μήπως, εν τοιαύτη περιπτώσει, έχομεν ένα παλλόμενον σύμπαν;

Διά νά ύπάρξη κάποτε συστολή του σύμπαντος, θά πρέπει ή ταχύτης διαστολής του νά έπιβραδύνεται, μέχρις ότου μηδενισθί. Τότε, είναι δυνατόν νά άρχίση νά συστέλλεται τό σύμπαν, μέχρις

ὅτου ἡ ὕλη του συσσωρευθῇ εἰς μίαν σφαῖραν, ὁπότε καὶ δυνατόν νὰ ἀκολουθήσῃ ἐκ νέου διαστολή. Αὐτὰ ὁμως δὲν δυνάμεθα νὰ τὰ διαπιστώσωμεν ἐπὶ τοῦ παρόντος. Ἀλλὰ καὶ ἂν κάποτε ἀρχίσῃ ἡ συστολή αὐτοῦ καὶ ἀκολουθήσῃ ἡ ἐκ νέου διαστολή, πάλιν ἔπεται ἀπὸ ὠρισμένον χρονικὸν διάστημα — ὄχι ἄπειρον — τὸ σύμπαν θὰ παύσῃ νὰ πάλλεται.

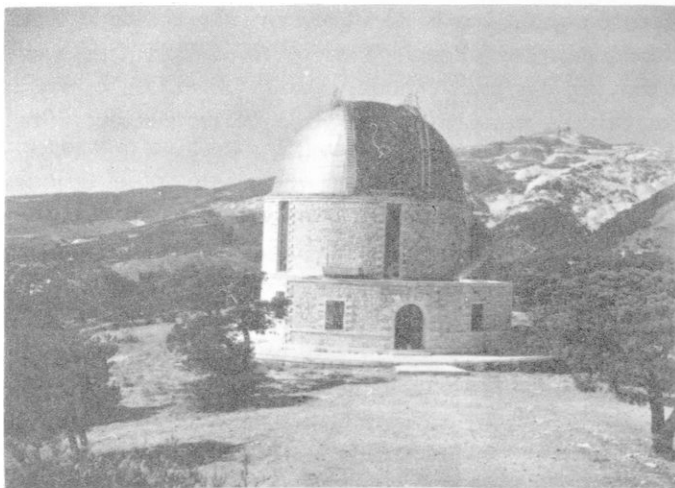
Ἐὰν πάλιν, δὲν μεσολαβήσῃ καμμία συστολή καὶ ἡ διαστολή συνεχίζεται ἐπ' ἄπειρον, ἡ μελλοντικὴ τύχη τοῦ σύμπαντος θὰ πρέπει νὰ εἶναι ἡ διάλυσις αὐτοῦ. Διότι, ὅσον παρέρχεται ὁ χρόνος, τόσον τὸ σύμπαν ἀποσυντίθεται καὶ διαλύεται. Εἶναι δὲ βασικὸν χαρακτηριστικὸν γνώρισμα ὄλων τῶν μερῶν τοῦ σύμπαντος ἡ συνεχὴς ἀποδιοργάνωσις, ἡ ἀποσύνθεσις καὶ διάλυσις αὐτῶν. Συνεπῶς καὶ ὁλόκληρον τὸ σύμπαν θὰ πρέπει νὰ ἀκολουθήσῃ τὴν ἰδίαν τύχην, τὴν ὁδηγοῦσαν πρὸς τὸ τέλος του.

Ἀσκήσεις

180. Ἐὰν δεχθῶμεν ὅτι ἡ ἀκτίς τοῦ σύμπαντος εἶναι σήμερον ἴση μὲ 10^{10} ἔτη φωτός, εὑρετε πόσῃ ἦτο πρὸ 10^9 ἐτῶν.

181. Πότε ἡ ἀκτίς τοῦ σύμπαντος πρέπει νὰ ἦτο ἴση πρὸς 10^8 ε.φ.;

Εἰκ. 48. Τὸ Ἀστεροσκοπεῖον Πεντέλης.

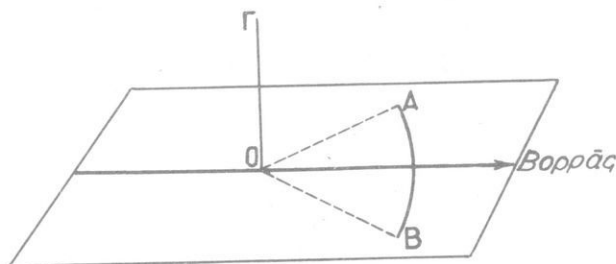


160. Γνώμων. α'. Ὁ γνώμων εἶναι τὸ ἀπλούστερον τῶν ἀστρονομικῶν ὀργάνων, ἐχρησιμοποιήθη δέ, κατὰ τὴν ἀρχαιότητα, ὑπὸ τῶν ἀστρονόμων τῶν διαφόρων λαῶν καὶ μάλιστα ἀπὸ τοὺς Ἑλλήνας.

Καλεῖται γνώμων στῦλος, στερεωμένος κακακορύφως ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου καὶ ἐκτεθειμένος εἰς τὰς ἀκτῖνας τοῦ ἡλίου, ὥστε νὰ ρίπτῃ ὀπισθὲν τοῦ σκιάν. Διὰ νὰ διακρίνεται σαφῶς τὸ πέρασ τῆς σκιάς, ὁ γνώμων φέρει εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος του μικρὰν ὀπήν.

β'. Μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ γνώμονος εἶναι δυνατόν νὰ μελετηθοῦν πολλὰ ἀστρονομικὰ φαινόμενα, κυριώτερα τῶν ὁποίων εἶναι : α) ἡ ἡμερομηνία τῆς ἐνάρξεως ἐκάστης τῶν ἐποχῶν τοῦ ἔτους· β) ἡ διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους· γ) ἡ τιμὴ τῆς λοξώσεως τῆς ἐκλειπτικῆς· δ) ἡ μεταβολὴ τῆς ἀποκλίσεως τοῦ ἡλίου καθ' ἐκάστην· ε) ὁ ἀληθὴς ἡλιακὸς χρόνος, κατὰ τὴν ἡμέραν· καὶ στ) νὰ καθορισθοῦν ἀκριβῶς τὰ κύρια σημεῖα τοῦ ὀρίζοντος εἰς ἓνα τόπον.

γ'. Διὰ τὸν καθορισμὸν τῆς διευθύνσεως τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς, ἐργαζόμεθα ὡς ἑξῆς. Κατὰ τινα στιγμήν, πρὸ τῆς μεσημβρίας, σημειοῦμεν ἐπακριβῶς τὸ μῆκος OA , τοῦ γνώμονος OG (σχ. 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 τιμὴν, ἀκριβῶς κατὰ τὴν μεσημβρίαν. Ἐπειτα, τὸ μῆκος τῆς μεγαλύνει καὶ ἔρχεται στιγμή, ὅτε ρίπτει σκιάν, μήκους $OB = OA$, ὅποτε καὶ περατοῦται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ χαραχθέντος κύκλου. Τότε, ἡ διχοτόμος τῆς γωνίας AOB εἶναι ἡ διεύθυνσις τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς.



Σχ. 51.

δ'. Μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ γνώμονος λειτουργοῦν τὰ **ἡλιακὰ ὥρολόγια** (§138γ), τὰ ὁποῖα, ἂν μὲν ἔχουν τὸν δίσκον τῶν ἐνδείξεων τῶν ὀριζόντιον, καλοῦνται **ὀριζόντια**, ἂν δὲ ὁ δίσκος τῶν εἶναι κατακόρυφος καὶ κάθετος ἐπὶ τὸν μεσημβρινόν, καλοῦνται **κατακόρυφα**.

161. Χρονόμετρα καὶ ἔκκρεμῇ. α'. Διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ χρόνου, εἴτε τοῦ ἀστρικοῦ, εἴτε τοῦ μέσου ἡλιακοῦ, χρησιμοποιοῦμεν ὥρολόγια ἀκριβείας, τὰ ὁποῖα ὀνομάζομεν **χρονόμετρα**. Τὸ σφάλμα τῶν εἶναι δυνατόν νὰ περιορισθῇ εἰς μικρὸν κλάσμα, συνήθως τῆς τάξεως τοῦ ἑκατοστοῦ τοῦ δευτερολέπτου καθ' ἡμέραν.

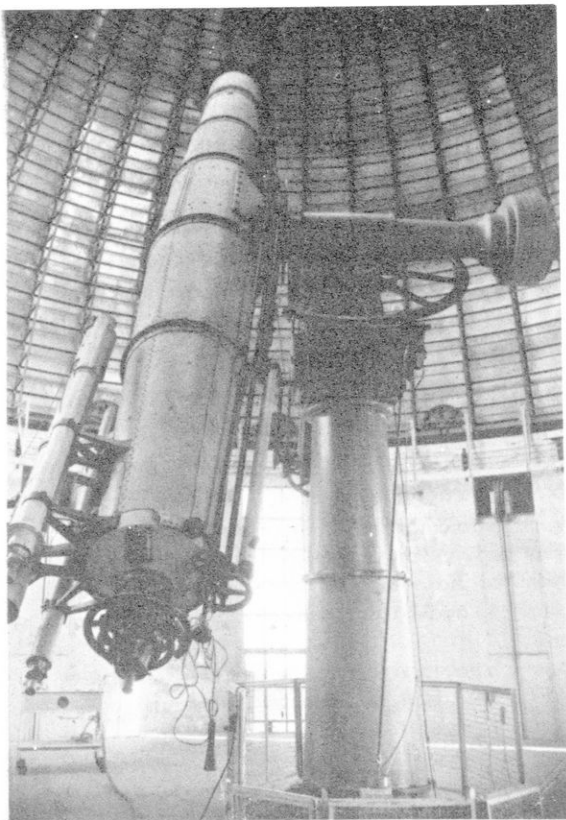
Μεταπολεμικῶς κατασκευάζονται **ἠλεκτρονικὰ χρονόμετρα**, τὰ ὁποῖα εἶναι δυνατόν νὰ περιορίσουν τόσον πολὺ τὸ σφάλμα τῶν, ὥστε τοῦτο νὰ καταντᾷ ἐντελῶς ἀμελητέον. Αὐτὰ παρέχουν ἀκρίβειαν μὲ προσέγγισιν ἑνὸς ἑκατοντάκις χιλιοστοῦ τοῦ δευτερολέπτου.

β'. Εἰς τὰ ἀστεροσκοπεῖα χρησιμοποιοῦνται πολὺ τὰ **ἐκκρεμῇ ὥρολόγια**, τὰ ὁποῖα λειτουργοῦν μὲ τὴν βοήθειαν βάρους, ἐξηρητημένου ἐκ τοῦ μηχανισμοῦ τῶν καὶ αἰωρουμένου. Τὰ ἐκκρεμῇ ὥρολόγια παρουσιάζουν μεγαλυτέραν ἀκρίβειαν, ὥς πρὸς τὰ συνήθη χρονόμετρα, διότι τὸ σφάλμα τῶν περιορίζεται μέχρι καὶ τοῦ χιλιοστοῦ τοῦ δευτερολέπτου.

γ'. Τόσον τὰ ἐκκρεμῇ, ὅσον καὶ τὰ χρονόμετρα, «κτυποῦν» ἀνὰ ἓν δευτερόλεπτον, τὰ δὲ χρονόμετρα καὶ ἀνὰ 0,5 sec, ὥστε, ἐξοικειωμένος ἐρευνητῆς, νὰ δύναται νὰ ὑπολογίσῃ τὸν χρόνον μὲ προσέγγισιν 0,1 sec. Διὰ μεγαλυτέραν ὁμως ἀκρίβειαν, τὸ ὥρολόγιον συνδέεται μὲ αὐτογραφικὸν μηχανήμα, λειτουργοῦν δι' ἠλεκτρικῶν ἐπαφῶν, τὸ ὁποῖον καὶ καταγράφει τὰ διαστήματα τῶν δευτερολέπτων ἐπὶ ταινίας, ὅπως καὶ τὴν στιγμὴν, καθ' ἣν ἐγίνετο τὸ φαινόμενον, τὸ ὁποῖον παρατηροῦμεν. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον γίνεται ὁ ὑπολογισμὸς τῆς ἀκριβοῦς στιγμῆς τοῦ φαινομένου, ἐξ ὑστέρων, ἐπὶ τοῦ διαγράμματος τοῦ ὄργανου. Τὰ αὐτογραφικὰ αὐτὰ ὄργανα καλοῦνται **χρονογράφοι**.

162. Τηλεσκόπια. Α'. Διοπτρικὰ τηλεσκόπια. α'. Ἡ ἀνακάλυψις τοῦ τηλεσκοπίου ἀποδίδεται συνήθως εἰς τὸν Γαλιλαῖον. Ἐν τούτοις, εἶναι βέβαιον, ὅτι ὁ Γαλιλαῖος ἐχρησιμοποίησε μὲν πρῶτος τὸ τηλεσκόπιον δι' ἀστρονομικὰ παρατηρήσεις τὸ 1610, ἀλλ' ἡ ἀνακάλυψις τοῦ ὄργανου ὀφείλεται εἰς τὸν Ἑλληνα Ζαχαρίαν Ἰωαννίδην, γνωστὸν ὡς Ζανσέν, ὅστις καὶ κατεσκεύασε τὰ πρῶτα τηλεσκόπια, δύο περίπου ἔτη πρὸ τοῦ Γαλιλαίου.

β'. Τὸ **ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον** ἀποτελεῖται ἐκ σωλῆνος, ὁ ὁποῖος, εἰς μὲν τὸ ἓν ἄκρον του, τὸ στρεφόμενον πρὸς τὸ παρατηρούμενον ἀντικείμενον, φέρει σύστημα φακῶν, καλούμενον **ἀντικειμενικόν**, εἰς δὲ τὸ ἄλλο ἄκρον του, ὅπου προσαρμόζεται ὁ ὀφθαλμὸς



Εικ. 49. Τὸ διοπτρικὸν τηλεσκόπιον τοῦ Ἀστεροσκοπείου Πεντέλης· διάμετρος φακοῦ 625 mm.

καὶ ἡ διακριτικὴ ἰσχὺς, ἀλλὰ καὶ ἡ μεγέθυνσις τοῦ τηλεσκοπίου. Ἐμπειρικῶς, ἰσχύει διὰ τὴν μεγέθυνσιν ὁ ἑξῆς κανὼν· ἡ ἐπιτυγχανομένη δυνατὴ μεγέθυνσις εἶναι περίπου ἴση πρὸς τὸ τριπλάσιον τῆς διαμέτρου τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ, ἐκπεφρασμένης εἰς χιλιοστόμετρα. Π.χ., τηλεσκόπιον μὲ ἀντικειμενικὸν φακόν, διαμέτρου 500 mm, μεγεθύνει τὰ ἀντικείμενα $3 \times 500 = 1500$ φορές.

δ'. Ἐξ ἄλλου, τὸ προσοφθάλμιον σύστημα ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο φακοὺς, φερομένους εἰς τὰ ἄκρα σωληνίσκου, οἱ ὅποιοι ἀπὸ κοινῆς λειτουργοῦν ὅπως τὸ ἀπλοῦν μικροσκόπιον καὶ ἐπιτρέπουν τὴν μεγέθυνσιν τοῦ εἰδώλου τοῦ παρατηρουμένου ἀντικειμένου, τὸ ὁποῖον σχηματίζεται εἰς τὴν ἐστίαν τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ.

ε'. Τηλεσκόπιον, μὲ ἀντικειμενικὸν σύστημα ἐκ φακῶν, καλεῖται **διοπτρικόν**.

τοῦ παρατηρητοῦ, φέρει ἄλλο σύστημα φακῶν, καλούμενον **προσοφθάλμιον**.

γ'. Τὸ ἀντικειμενικὸν σύστημα ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο φακοὺς, ἓνα ἀμφίκυρτον, ἐκ στεφανυάλου καὶ ἓνα κοιλόκυρτον ἐκ πυριθυάλου. Οἱ δύο φακοὶ συνενοῦνται κατὰ τρόπον, ὥστε ἡ μία κυρτὴ ἐπιφάνεια τοῦ ἀμφίκυρτου νὰ ἐπικάθηται ἐπὶ τῆς κοίλης τοῦ κοιλοκύρτου, οὕτω δὲ νὰ σχηματίζεται ἓνας φακός. Οὗτος, λόγῳ τῆς διαφορετικῆς ὕλης τῶν μερῶν του καὶ τοῦ σχήματος τῶν, ἐξουδετερώνει τὸ χρωματικὸν σφάλμα ἐκάστου τῶν μερῶν του.

Ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ διάμετρος τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ, τόσον εἶναι μεγαλυτέρα

Β'. Κατοπτρικά τηλεσκόπια. α'. Είναι δυνατόν, αντί φακών, να χρησιμοποιηθῇ ὡς ἀντικειμενικὸν σύστημα κοίλον κάτοπτρον, ὑάλινον ἢ μεταλλικόν. Τότε, τὸ τηλεσκόπιον καλεῖται **κατοπτρικόν**.

β'. Προσφεύγομεν εἰς τὴν χρησιμοποίησιν κατόπτρων, διότι ἡ κατασκευὴ φακῶν, διαμέτρου μεγαλύτερας τοῦ μέτρου, δὲν εἶναι εὐχερής, κυρίως, λόγω τῆς ἀνάγκης νὰ λειανθοῦν τέσσαρες ἐπιφάνειαι, ἀνὰ δύο δι' ἕκαστον φακόν· ἐνῶ εἰς τὰ κάτοπτρα λειαίνεται μία μόνον ἐπιφάνεια, ἡ ἀνακλαστική.

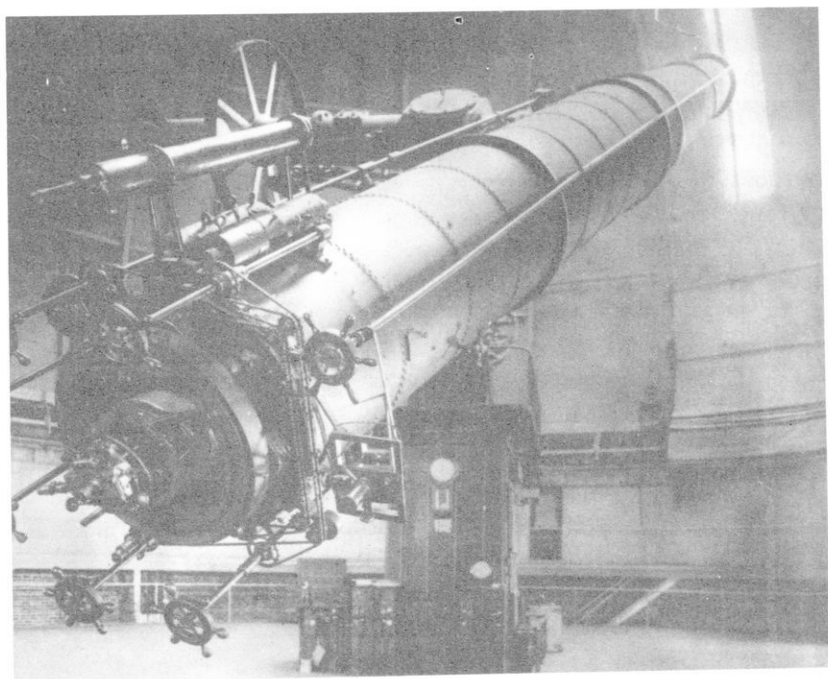
γ'. Τὰ διοπτρικά τηλεσκόπια εἶναι, ἐν γένει, καλλίτερα τῶν κατοπτρικῶν, ἂν καὶ τὰ τελευταῖα ὑπερέχουν τῶν πρώτων, κυρίως, διότι δὲν διαθλοῦν, ὅπως οἱ φακοί, τὰς ἀκτῖνας καί, ὥς ἐκ τούτου, τὰ εἰδωλά των δὲν εἶναι χρωματικά. Τὰ διοπτρικά εἶναι καλλίτερα, διότι εἶναι φωτεινότερα.

Γ'. Τὰ μεγαλύτερα τηλεσκόπια. α'. Τὰ μεγαλύτερα τῶν ὑπαρχόντων σήμερον (1969) τηλεσκοπίων εἶναι: ἐκ τῶν διοπτρικῶν μὲν, ἐκεῖνο τοῦ ἀστεροσκοπείου τοῦ Yerkes (Γέρκς) τῆς Ἀμερικῆς, διαμέτρου 1,02 m καὶ ἐστιακῆς ἀποστάσεως 19,3 m· ἐκ τῶν κατοπτρικῶν δέ, τὸ τηλεσκόπιον τοῦ ἀστεροσκοπείου τοῦ Palomar (Πάλομαρ), διαμέτρου 5 m καὶ ἐστιακῆς ἀποστάσεως 16,8 m.

β'. Εἰς τὴν Εὐρώπῃν τὸ μεγαλύτερον διοπτρικὸν τηλεσκόπιον εἶναι τοῦ ἀστεροσκοπείου τῆς Meudon (Μεντόν) τῶν Παρισίων, διαμέτρου 83 cm καὶ ἐστ. ἀποστάσεως 16,2 m. Ἐν Ἑλλάδι διατίθεται τὸ διοπτρικὸν τηλεσκόπιον τοῦ ἀστερονομικοῦ σταθμοῦ Πεντέλης, διαμέτρου 62,5 cm καὶ ἐστ. ἀποστ. 8,8 m, τὸ ὁποῖον, εἶναι ἕνα ἀπὸ τὰ μεγαλύτερα εἰς τὸν κόσμον.

Δ' Ἰσημερινὰ καὶ μεσημβρινὰ τηλεσκόπια.

α'. Τὰ τηλεσκόπια, τὰ ὁποῖα χρησιμεύουν διὰ τὴν ἔρευναν τῆς φυσικῆς καταστάσεως τῶν οὐρανίων σωμάτων καὶ γενικώτερον εἰς τὴν σπουδὴν τοῦ σύμπαντος, στηρίζονται ἐπὶ συστήματος δύο ἁξόνων. Ἐκ τούτων, ὁ ἓνας εἶναι σταθερὸς καὶ ἔχει τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἁξονος τοῦ κόσμου, καλεῖται δὲ **πολικὸς ἁξὼν**· ὁ ἄλλος φέρει εἰς τὸ ἐν ἄκρον του τὸ τηλεσκόπιον καὶ εἰς τὸ ἄλλο ἀντίβαρα ἰσοσταθμίσως, περιστρέφεται δὲ περὶ τὸν πρῶτον, ἐπὶ τὸν ὁποῖον εἶναι κάθετος καὶ καλεῖται **ἁξὼν ἀποκλίσεων**. Ἐκ τῶν δύο κύκλων τοῦ συστήματος, ὁ ἓνας εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν πολικὸν ἁξονα καὶ μετρεῖ τὰς ὠριαίας γωνίας, διὰ τοῦτο δὲ καλεῖται **ὠριαῖος κύκλος**, ἐνῶ ὁ ἄλλος, κάθετος ἐπὶ τὸν ἁξονα ἀποκλίσεων, μετρεῖ τὰς ἀποκλίσεις καὶ καλεῖται **κύκλος τῶν ἀποκλίσεων**. Τὸ σύστημα τοῦτο ἐπιτρέπει νὰ σκοπεύσωμεν εὐχερῶς ἕναν ἀστέρα, ὅπουδῆποτε καὶ ἂν εὑρίσκεται οὗτος ἐπὶ τοῦ ὁρατοῦ μέρους τῆς οὐρανίου σφαίρας, ὅταν γνωρίζωμεν τὰς οὐρανογραφικὰς του συντεταγμένας

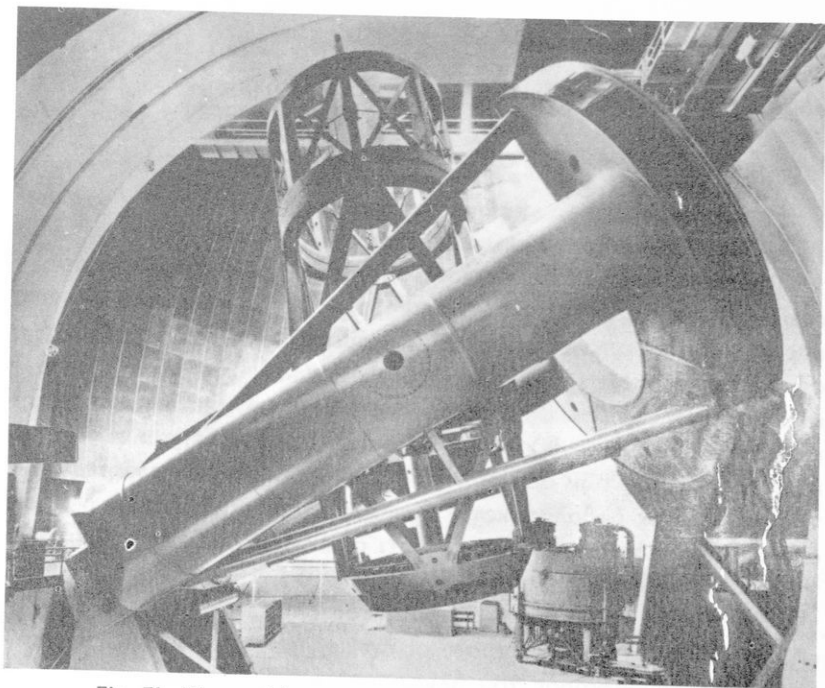


Εικ. 50. Τὸ μεγαλύτερον διοπτρικὸν τηλεσκόπιον τοῦ κόσμου, εἰς τὸ Ἀστεροσκοπεῖον Yerkes τῆς Ἀμερικῆς· διάμετρος φακοῦ 1,02 m.

καὶ τὸν ἀστρικὸν χρόνον (§ 137). Ἐπειδὴ δὲ εὐκόλως μετρῶνται ἐπ' αὐτοῦ ἡ ὠριαία γωνία καὶ ἡ ἀπόκλισις, αἱ ὁποῖαι ἀπὸ κοινοῦ καλοῦνται **ἡμεριναὶ συντεταγμέναι**, διὰ τούτου καὶ τὸ ὅλον σύστημα στηρίξεως καλεῖται **ἡμερινὸν** καὶ τὸ τηλεσκόπιον λέγεται τότε **ἡμερινὸν τηλεσκόπιον**.

β'. Μὲ τὴν βοήθειαν ὥρολογιακοῦ μηχανισμοῦ εἶναι δυνατόν, ὅταν σκοπευθῇ κάποιος ἀστήρ, νὰ τεθῇ τὸ τηλεσκόπιον εἰς κίνησιν ἐξ Α πρὸς Δ καὶ νὰ παρακαλουθῇ συνεχῶς τὸν ἀστέρα, ὁ ὁποῖος, ἐνῶ κινεῖται συνεχῶς, λόγῳ τῆς ἡμερησίας κινήσεως τῆς οὐρανίου σφαίρας (§ 121), ἐν τούτοις παραμένει σταθερῶς εἰς τὸ πεδίον τοῦ τηλεσκοπίου. Ὁ ὥρολογιακὸς αὐτὸς μηχανισμὸς καλεῖται **ἀστροστάτης**, διότι σταματᾷ τὸν ἀστέρα εἰς τὸ πεδίον τοῦ τηλεσκοπίου. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, διὰ τῶν ἡμερινῶν τηλεσκοπίων, εἶναι δυνατὴ ἡ εὐχερὴς ἔρευνα τῶν ἀστέρων διὰ μακράρων παρατηρήσεων, ὅταν τοῦτο χρειάζεται· ὅπως π.χ. εἰς τὴν φωτογράφισιν των, ὅποτε ἀπαιτεῖται μακρὰ ἔκθεσις τῆς φωτογραφικῆς πλάκας.

γ'. Ἐὰν τὸ τηλεσκόπιον προορίζεται μόνον διὰ τὸν καθορισμὸν τῶν συντεταγμένων τῶν ἀστέρων καὶ δι' αὐτῶν, διὰ τὴν εὕρεσιν τοῦ ἀκριβοῦς χρόνου (§ 137), τότε στηρίζεται κατὰ τρόπον, ὥστε νὰ κινῆται μόνον ἐκ Β πρὸς Ν, ἥτοι μόνον ἐπὶ τοῦ μεσημβρινοῦ ἐπιπέδου, διὰ τούτου δὲ καὶ καλεῖται **μεσημβρινὸν τηλεσκόπιον**.



Εικ. 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 ἓνα ἀστέρα, ὅταν οὗτος διέρχεται ἐκ τοῦ μεσημβρινοῦ, κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησιν του, ὁπότε ἡ ὀρθή ἀναφορά του ἴσουςται 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 ὁποῖα ἀποτελοῦν σύνθεσιν διοπτρικοῦ καὶ κατοπτρικοῦ τηλεσκοπίου. Ἐκ τοῦ ὀνόματος τοῦ ἐφευρέτου των, αὐτὰ καλοῦνται τηλεσκόπια Σμίτ.

β'. Τὰ τηλεσκόπια Σμίτ ἔχουν τὸ μέγα πλεονέκτημα νὰ εἶναι μικρὰ εἰς μῆκος, διὰ τοῦτο δὲ νὰ ἔχουν καὶ εὐρὺ ὀπτικὸν πεδίου, ὥστε νὰ φωτογραφίζουν ἐκτάσεις ἀκόμη καὶ πολλῶν τετραγωνικῶν μοιρῶν τοῦ οὐρανοῦ, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ συνήθη τηλεσκόπια, διοπτρικά ἢ κατοπτρικά, τὰ ὁποῖα ἔχουν τόσοι περισσότεροι περιορισμένοι ὀπτικὸν πεδίου, ὅσον εἶναι μεγαλύτερα. Τὸ πεδίου αὐτῶν πε-

ριορίζεται, συνήθως, εις ὀλίγα τετραγωνικά λεπτά τῆς μοίρας. Ἐξ ἄλλου, τὰ τηλεσκόπια Σμιτ ἤμποροῦν νὰ φωτογραφήσουν, εις βραχύν σχετικῶς χρόνον, πολὺ ἀμυδρούς ἀστέρας, ἐνῶ εις τὰ συνήθη χρειάζεται πολὺ ὥρος ἔκθεσις, διὰ τὰ ἀμυδρὰ ἀντικείμενα ὅπως εἶναι οἱ μακρυνοὶ γαλαξίαι.

163. Εἰδικὰ ἀστρονομικὰ ὄργανα. α'. Διὰ τὴν εἰδικὴν σπουδὴν τῶν οὐρανίων σωμάτων, προσαρμόζονται εἰς τὴν θέσιν τοῦ προσοφθαλμίου συστήματος τῶν τηλεσκοπίων ἄλλα αὐτοτελῆ ὄργανα, κυριώτερα τῶν ὁποίων εἶναι: α) **μικρόμετρα**, διὰ τὴν ἀκριβῆ μέτρησιν τῶν φαινομένων διαμέτρων τῶν σωμάτων καὶ τῶν γωνιωδῶν ἀποστάσεων αὐτῶν· β) **φωτογραφικοὶ θάλαμοι**, διὰ τὴν φωτογράφισιν τῶν ἀστέρων· γ) **πολωσίμετρα**, διὰ τὴν μέτρησιν τῆς πολώσεως τοῦ φωτὸς τῶν ἀστέρων· δ) **εἰδικὰ φίλτρα καὶ πρίσματα**, διὰ τὴν ἀπ' εὐθείας ὀφθαλμοσκοπικὴν παρατήρησιν τοῦ ἡλίου, ἡ ὁποία ἄλλως θὰ καθίστατο ἀδύνατος, διότι αἱ ἀκτίνες, συγκεντρούμεναι εἰς τὴν ἐστίαν τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ, εἶναι δυνατόν νὰ καταστρέψουν τὸν ὀφθαλμὸν τοῦ παρατηρητοῦ ἐντὸς ὀλίγων δευτερολέπτων· ε) **εἰδικοὶ ἐπίσης ἡθμοὶ (φίλτρα)**, οἱ ὁποῖοι ἐπιτρέπουν τὴν παρατήρησιν τῆς ἀτμοσφαιρας τοῦ ἡλίου· στ) **φωτόμετρα** διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ἐντάσεως τοῦ φωτὸς τῶν ἀστέρων καὶ ζ) **φασματοσκόπια καὶ φασματογράφοι**, διὰ τὴν σπουδὴν τοῦ φάσματος τῶν οὐρανίων σωμάτων.

β'. Τὰ κυριώτερα ἀστρονομικὰ **φωτόμετρα** εἶναι δύο εἰδῶν: α) ἐκεῖνα τὰ ὁποῖα ἐπιτρέπουν, μετὰ τὴν βοήθειαν τοῦ ὀπτικοῦ ἀστέρος, τοῦ ὁποίου τὸ μέγεθος μεταβάλλεται, νὰ καθορίζωμεν διὰ τοῦ ὀπτικοῦ μέγεθος τῶν ἀστέρων καί, συνεπῶς, τὴν λαμπρότητα των· καὶ β) ἐκεῖνα, εἰς τὰ ὁποῖα χρησιμοποιεῖται φωτοηλεκτρικὸν κύτταρον. Ὅταν τοῦτο προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ φωτὸς τοῦ ἀστέρος, δημιουργεῖται ἡλεκτρικὸν ρεῖμα, τοῦ ὁποίου ἡ ἐντασις καθορίζει καὶ τὴν ἐντασιν τοῦ προσπίπτοντος εἰς τὸ κύτταρον ἀστρικοῦ φωτός.

γ'. Ἐξ ἄλλου, διὰ τὴν φασματοσκοπικὴν ἔρευναν τῶν ἀστέρων, χρησιμοποιῶνται μεγάλοι **φασματογράφοι**. Εἰδικῶς δέ, διὰ τὴν φασματικὴν ἔρευναν τοῦ ἡλίου γίνεται χρῆσις φασματογράφων, ἐγκατεστημένων ἐπὶ ὑψηλῶν πύργων, οἱ ὁποῖοι καλοῦνται **ἡλιακοὶ πύργοι**.

164. Ραδιοτηλεσκόπια. α'. Ἀφ' ὅτου, τὸ 1944, διεπιστώθη, ὅτι ὑπάρχουν ἀστέρες καὶ γαλαξίαι, οἱ ὁποῖοι, ἐκτὸς τῆς φωτεινῆς ἀκτινοβολίας, ἐκπέμπουν καὶ κύματα τῆς τάξεως τῶν ραδιοφωνικῶν μηκῶν, κατασκευάζονται τὰ καλούμενα **ραδιοτηλεσκόπια**,

τὰ ὁποῖα δὲν εἶναι ὀπτικὰ ὄργανα, ἀλλὰ δέκται τῶν ραδιοφωνικῶν αὐτῶν κυμάτων.

β'. Ἡ σπουδὴ τῶν οὐρανίων σωμάτων καὶ γενικώτερον τοῦ σύμπαντος, διὰ τῶν «τηλεσκοπίων» αὐτῶν, ἤνοιξε νέους ὀρίζοντας, ἐδημιουργήθη δέ, κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, νέος κλάδος τῆς Ἀστρονομίας, ἡ **Ραδιαστρονομία**, ἐνῶ οἱ ἀστέρες, οἱ ὅποιοι ἐκπέμπουν τὰ φυσικὰ αὐτὰ ραδιοκύματα, ὠνομάσθησαν **ραδιαστέρες** καὶ οἱ γαλαξίαι, **ραδιογαλαξίαι**.

γ'. Τὸ μεγαλύτερον σήμερον (1969) ραδιοτηλεσκόπιον τοῦ κόσμου εὐρίσκεται εἰς Green Bank Δυτ. Βιργινίας (Η.Π.Α.) μὲ διάμετρον κατόπτρου 100 m. Εἰς τὴν Εὐρώπην, τὸ πλέον ἀξιόλογον ραδιοτηλεσκόπιον εὐρίσκεται εἰς Jodrell Bank (Τζόντρελ Μπά'γκ) τῆς Ἀγγλίας, τὸ δὲ κάτοπτρόν του, ἔχει ἄνοιγμα 76 m.

Ἀσκήσεις

182. Δικαιολογήσατε διατί εἶναι δυνατός, διὰ τοῦ γνώμονος, ὁ καθορισμὸς α) τῆς ἡμερομηνίας ἐνάρξεως τῶν ἐποχῶν· β) τῆς διαρκείας τοῦ τροπικοῦ ἔτους· γ) τῆς λοξώσεως τῆς ἐκλειπτικῆς καὶ δ) τῆς ἀποκλίσεως τοῦ ἡλίου καθ' ἡμέραν.

183. Διατί ἡ διχοτόμος τῆς γωνίας AOB (σχ. 51) ὀρίζει τὴν διεύθυνσιν τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς;

184. Ὑποδείξατε ἄλλον τρόπον καθορισμοῦ τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς, διὰ τοῦ γνώμονος.

185. Κατασκευάσατε γνώμονα καὶ ὀρίσατε τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν εἰς τὴν αὐλὴν τοῦ σχολείου.

186. Διατί, ἂν γνωρίζωμεν τὴν ἀκριβῆ στιγμὴν τῆς ἀληθοῦς μεσημβρίας, εἶναι δυνατόν νὰ ὀρίσωμεν ἀμέσως, διὰ τῆς σκιᾶς τοῦ γνώμονος, τὴν διεύθυνσιν τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς;

Εἰσαγωγή. Τὰ ταξίδια εἰς τὸ διάστημα καὶ ἡ ἀστροναυτική ἔχουν τὴν ἱστορίαν των. Ἡ πρώτη ἀρχὴ των βυθίζεται εἰς τὴν ἑλληνικὴν προῖστορίαν. Ὁ μυθικὸς Ἴκαρος ἐπέταξε πρῶτος εἰς τὸ διάστημα, διὰ τεχνητῶν πτερύγων, αἱ ὁποῖαι διελύθησαν ἀπὸ τὴν θερμότητα τοῦ ἡλίου καὶ ἐπνίγη εἰς τὸ Κρητικὸν πέλαγος.

Κατὰ τοὺς νεωτέρους χρόνους ὁ P. Greg (Γρέγκ) τὸ 1880, γράφει περὶ ἐνὸς ταξιδίου εἰς τὸν Ἄρην, φανταζόμενος ὅτι κατοικεῖται ὑπὸ μικρῶν ἀνθρωποειδῶν ὄντων, εὐρισκομένων ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν ἀρνητικῆς βαρύτητος.

Ὁ Ρῶσσος K. Tsiolkovsky (Τσιολκόβσκι), κατὰ τὴν περίοδον 1883 - 1914, ἐξετάζει προβλήματα μηχανικῆς εἰς χῶρον μὴ ὑποκειμένον εἰς τὴν βαρύτητα καὶ μελετᾷ τὴν κατασκευὴν μηχανῶν, κινουμένων εἰς τὸ διάστημα ἐξ ἀντιδράσεως.

Ὁ Ἀμερικανὸς R. Goddard (Γκόνταρντ), κατὰ τὸ 1919, μελετᾷ τοὺς πυραύλους καὶ τὴν 16ην Μαρτίου 1926 ἐξαπολύει τὸν πρῶτον πύραυλον.

Ἀκολουθῶν οἱ Γερμανοὶ H. Oberth (Ὁμπερθ), W. Hohmann (Ὁμαν) καὶ W. Ley (Λή), δημοσιεύουν μελέτας περὶ πυραύλων καὶ περὶ τοῦ τρόπου κατακτήσεως τῶν οὐρανίων σωμάτων.

Ἐν τῷ μεταξύ, αἱ ἰδέαι ἐξερευνήσεως τοῦ διαστήματος, διὰ ταξιδίων τῶν ἀνθρώπων, διαδίδονται εὐρέως εἰς ὅλον τὸν κόσμον, διὰ τῶν ἔργων τῶν δύο γνωστῶν διηγηματογράφων, τοῦ Ἰουλίου Βέρν καὶ τοῦ X. Οὐέλς, οἱ ὁποῖοι ἐφαντάστησαν καὶ προεῖδον πολλὰς τοιαύτας ἀνακαλύψεις, μὲ πολλὴν ἐπιτυχίαν.

Ἀπὸ τοῦ ἔτους 1937 οἱ Γερμανοὶ ἀρχίζουν εὐρὺ πρόγραμμα κατασκευῆς πυραύλων μὲ κυρίως ὑπεύθυνον τὸν Wernher von Braun (Βέρνερ φὸν Μπράουν)¹. Τὸ 1942 ἐκτοξεύεται 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 ἐρευνῆς, γεννηθεὶς τὸ 1912. Ἀπὸ τοῦ 1946 ἐργάζεται ἐν Ἀμερικῇ. Τὸ 1958 ἐξετόξευσε τὸν πρῶτον ἀμερικανικὸν δορυφόρον «Explorer». Θεωρεῖται ὡς ὁ μεγαλύτερος εἰδικὸς ἐπὶ τῆς ἐρευνῆς τοῦ διαστήματος, διὰ τῶν διαστημοπλοίων.

μανοί βομβαρδίζουν την 'Αγγλίαν κατά τὸν Β' Παγκόσμιον Πόλεμον.

Μεταπολεμικῶς, οἱ πύραυλοι ἐτελειοποιήθησαν καὶ εἰς τὸ πρόγραμμα τοῦ Διεθνoῦς Γεωφυσικοῦ Ἔτους 1957 - 1958 περιελήφθη καὶ ἡ ἐκτόξευσις τεχνητῶν δορυφόρων, περιφερομένων περὶ τὴν γῆν. Κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ Διεθνoῦς Γεωφυσικοῦ Ἔτους συνειργάσθησαν 10.000 ἐπιστήμονες — γεωφυσικοί, γεωλόγοι, σεισμολόγοι, μετεωρολόγοι, φυσικοί, ἀστρονόμοι, βιολόγοι, ἱατροὶ — ἀπὸ 66 Χώρας, ἐκτελέσαντες παρατηρήσεις καὶ ἐρεῦνας ἀπὸ περισσοτέρους τῶν 2.000 σταθμῶν. Ἡ Διεθνὴς ἐκείνη συνεργασία ἔδωκε μεγάλην ὠθησιν εἰς τὴν ὅλην πρόοδον τῆς ἐπιστήμης καὶ τῆς τεχνικῆς.

Ἡ ἐπιστήμη τοῦ διαστήματος ἤρχισε τὴν 4ην Ὀκτωβρίου 1957, ὁπότε ἐξετοξεύθη 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 ἰσχύουν οἱ ἀκόλουθοι θεμελιώδεις νόμοι τῆς Μηχανικῆς :

1ος Νόμος τῆς Μηχανικῆς : Κατ' αὐτόν, ἐὰν F εἶναι ἡ δύναμις, ἡ ἀσκουμένη ἐπὶ τινος ὑλικοῦ σημείου μάζης M , καὶ γ ἡ ὑπὸ ταύτης προσδιδομένη ἐπιτάχυνσις, ἰσχύει ἡ σχέσηις :

$$F = M \cdot \gamma.$$

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 ». Ἦτοι :

$$F = G \frac{M_1 M_2}{r^2}.$$

ὅπου G εἶναι μία παγκόσμιος φυσικὴ σταθερά, ἀνεξάρτητος τῆς φύσεως τῶν δύο σωμάτων.

166. Ταχύτης διαφυγῆς. α'. Βασικὴ, ἐξ ἄλλου, εἶναι ἡ σημασία τῆς ταχύτητος διαφυγῆς. Ταχύτης διαφυγῆς εἶναι ἡ ταχύτης, τὴν ὁποίαν πρέπει νὰ ἀναπτύξῃ σῶμα, ἐκτοξευόμενον ἐκ τῆς ἐπιφανείας πλανήτου (ἢ δορυφόρου), διὰ νὰ ὑπερνικήσῃ τὴν ἑλξιν καὶ νὰ φύγῃ εἰς τὸ διάστημα, ὑποτιθεμένου, ὅτι δὲν ὑπάρχει ἀντίστασις εἰς τὴν κίνησιν του. Τοῦτο ἐκφράζεται ὑπὸ τῆς σχέσεως :

$$V^2 = 2G \frac{M}{R}$$

ὅπου V εἶναι ἡ ταχύτης διαφυγῆς, M ἡ μάζα τοῦ σώματος (τῆς γῆς ἢ τυχόντος πλανήτου) καὶ R ἡ ἀκτίς αὐτοῦ.

Ἡ ταχύτης διαφυγῆς ἐκ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, μὴ λαμβανομένης ὑπ' ὅσιν τῆς ἀντιστάσεως τῆς ἀτμοσφαίρας, εἶναι 11,18 km/sec, ἐκ τῆς σελήνης 2,38 km/sec καὶ ἐκ τοῦ ἡλίου 618 km/sec.

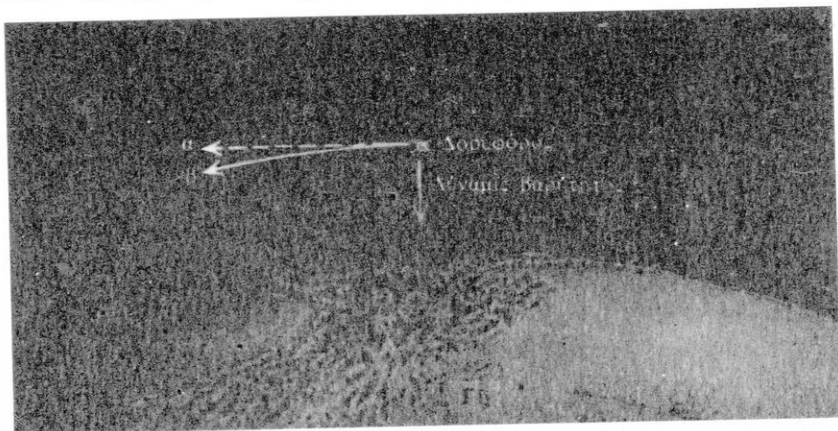
β'. Ἡ ταχύτης διαφυγῆς ἐλαττώνεται, καθ' ὅσον τὸ μικρὸν σῶμα ἀπομακρύνεται τοῦ μεγαλύτερου σώματος (πίναξ I). Ἐὰν τὸ μικρότερον σῶμα ἔχῃ ταχύτητα μικροτέραν τῆς ταχύτητος διαφυγῆς, τοῦτο οὐδέποτε ἐγκαταλείπει τὸ κύριον σῶμα· ἢ περιφέρεται περὶ τὸ μεγαλύτερον ἢ πίπτει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας του.

ΠΙΝΑΞ I

Ταχύτητες διαφυγῆς εἰς διάφορα ὕψη ἀπὸ τῆς γῆς.

Ὑψος	0 km	$V = 11,180$ km/sec
200	».....	11,009 »
400	».....	10,846 »
600	».....	10,688 »
800	».....	10,538 »
1000	».....	10,395 »

γ'. Ἡ σελήνη κινεῖται ἐπὶ κυκλικῆς τροχιάς περὶ τὴν γῆν καὶ δὲν πίπτει ἐπ' αὐτῆς, οὔτε φεύγει εἰς τὸ διάστημα, διότι ἀνὰ πᾶσαν στιγμὴν ἡ φυγόκεντρος δύναμις ἰσοφαρίζει τὴν ἑλξιν τῆς γῆς. Ἰσχύουν δηλαδὴ συγχρόνως οἱ ἀνωτέρω δύο νόμοι τῆς Μηχανικῆς. Ἐὰν ἴσχυε μόνον ὁ πρῶτος νόμος, ἡ σελήνη ἢ ὁ τεχνητὸς



Σχ. 52.

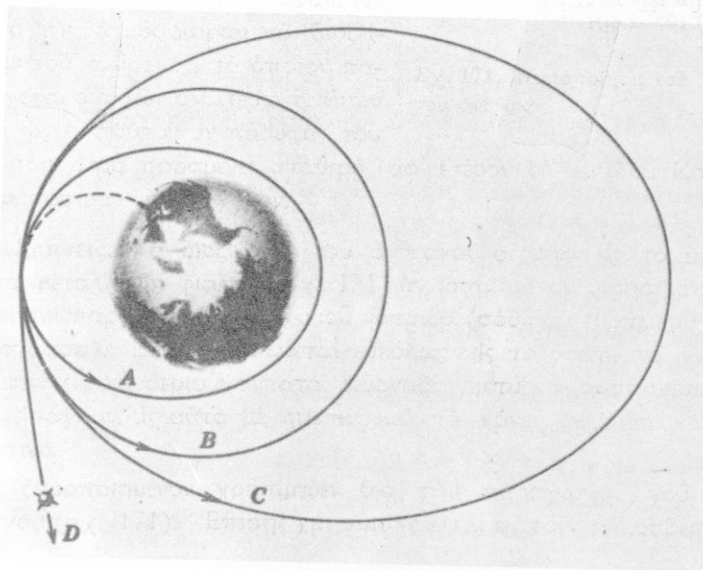
δορυφόρος θα έκινε εὐθυγράμμως καὶ ὁμαλῶς. Ἡ γῆ ὁμως, κατὰ τὸν νόμον τοῦ Νεύτωνος (ἐλξεως), ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῆς σελήνης καὶ οὕτω κινεῖται αὕτη ἐπὶ κυκλικῆς περιήτου τροχιάς. Τὸ ἴδιον ἰσχύει καὶ περὶ τῶν τεχνητῶν δορυφόρων, τῶν περιφερομένων περὶ τὴν γῆν (σχ. 52, τροχιά b).

167. Κίνησις τῶν τεχνητῶν δορυφόρων. α'. Αἱ κινήσεις τῶν τεχνητῶν δορυφόρων ἀκολουθοῦν τοὺς τρεῖς νόμους τοῦ Κέπλερ (§ 61), οἱ ὅποιοι ἰσχύουν διὰ τοὺς φυσικοὺς δορυφόρους καὶ τοὺς πλανήτας. Ἡ διάρκεια ἐκάστης περιόδου περιφορᾶς (τεχνητοῦ δορυφόρου) ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν μέσην ἀκτῖνα τῆς τροχιάς τοῦ δορυφόρου καὶ ἀπὸ τὴν μᾶζαν τῆς γῆς. Ἡ μέση ἀκτίς καὶ τὸ σχῆμα (ἢ μορφή) τῆς τροχιάς ἐξαρτῶνται α) ἀπὸ τὸ ὕψος, εἰς τὸ ὁποῖον ὁ δορυφόρος θὰ τεθῇ εἰς τὴν τροχίαν, προωθούμενος ὑπὸ τοῦ πυραύλου· β) ἀπὸ τὴν ταχύτητα, τὴν ὁποίαν θὰ ἔχῃ ὁ δορυφόρος, κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς εἰσόδου του εἰς τὴν τροχίαν· καὶ γ) ἀπὸ τὴν διεύθυνσίν του, ὡς πρὸς τὸν γῆϊνον ὀρίζοντα.

β'. Διὰ νὰ κινηθῇ ἓνας δορυφόρος ἐπὶ κυκλικῆς τροχιάς (σχ. 53 τροχιά B) θὰ πρέπει ἡ ταχύτης του, εἰς τὸ ἀντίστοιχον ὕψος, νὰ εἶναι ὠρισμένη.

Ὁ Πίναξ II δίδει τὰς σχετικὰς τιμὰς:

Σχ. 53.



ΠΙΝΑΞ II

Ύψος τροχιᾶς km	Κυκλ. ταχύτης km/sec	Χρόνος περιφορᾶς ἡμ. ὥρ. λ.	Ἀντίστοιχος 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.

Ἐὰν ἡ ταχύτης εἶναι μικρότερα ἀπὸ ἐκείνην ποὺ δίδει κυκλικὴν τροχίαν καὶ ἡ διεύθυνσις τῆς τροχιᾶς εἶναι παράλληλος πρὸς τὸν τοπικὸν ὀρίζοντα, τότε ὁ δορυφόρος θὰ διαγράψῃ τὴν ἑλλειπτικὴν τροχίαν Α. Ἐὰν δὲ ἡ ταχύτης εἶναι μεγαλύτερα τῆς κυκλικῆς ταχύτητος, τότε θὰ διαγράψῃ τὴν ἑλλειπτικὴν τροχίαν C (Σχ. 53).

168. Αἱ τρεῖς κοσμικαὶ ταχύτητες. α'. Ἡ ταχύτης, τὴν ὁποίαν πρέπει νὰ ἔχῃ ἓνα σῶμα εἰς ὠρισμένον ὕψος, διὰ νὰ τεθῇ εἰς κυκλικὴν τροχίαν, ὀνομάζεται πρῶτη κοσμικὴ ταχύτης.

β'. Ὅταν ἓνα σῶμα ἀποκτήσῃ τὴν ταχύτητα διαφυγῆς, ἥτοι 11,2 km/sec, τότε θὰ διαγράψῃ μίαν παραβολὴν (σχ. 53, τροχιά D). Ἐὰν τέλος τὸ σῶμα κινηθῇ μὲ ταχύτητα μεγαλύτεραν τῶν 11,2 km/sec, θὰ διαγράψῃ μίαν ὑπερβολήν. Καὶ εἰς τὰς δύο αὐτὰς περιπτώσεις, τὸ σῶμα θὰ ἐγκαταλείψῃ τὴν γῆν καὶ δὲν θὰ ἐπανέλθῃ εἰς αὐτήν.

Ἡ ταχύτης διαφυγῆς ὀνομάζεται καὶ παραβολικὴ ταχύτης ἢ καὶ δευτέρη κοσμικὴ ταχύτης.

Σῶμα, κινούμενον μὲ τὴν δευτέραν κοσμικὴν ταχύτητα, καθίσταται τεχνητὸς πλανήτης, περιφέρεται δηλαδὴ περὶ τὸν ἥλιον καὶ ὑπόκειται εἰς τὴν ἑλξιν αὐτοῦ.

γ'. Ἐνα σῶμα διὰ νὰ μὴ τεθῇ εἰς τροχίαν περὶ τὸν ἥλιον καὶ νὰ φύγῃ πέραν τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος, πρέπει νὰ ἀναχωρήσῃ ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς καὶ πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως αὐτῆς περὶ τὸν ἥλιον, μὲ ταχύτητα 16,6 km/sec. Ἡ ταχύτης αὕτη καλεῖται τρίτη κοσμικὴ ταχύτης. 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 τροχίαν περὶ τὴν γῆν ἢ νὰ προωθηθοῦν ὀχήματα πρὸς τὴν σελήνην ἢ τοὺς ἄλλους πλανήτας, πρέπει νὰ χρησιμοποιηθοῦν *π ρ ο ω θ η τ ι κ ο ἰ π ὕ ρ α υ λ ο ι*. Διότι εἰς τὴν ἀνωτέραν ἀτμόσφαιραν, ἐλλείπει πυκνοῦ στρώματος ἀέρος, δὲν δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν ἑλικες, διὰ τὴν προώθησιν τοῦ ὀχήματος, οὔτε πτερύγια, διὰ νὰ δώσουν σταθερὰν διεύθυνσιν εἰς αὐτό.

β'. Ἡ κίνησις τοῦ ὀχήματος (πυραύλου) εἰς τὸ διάστημα στηρίζεται εἰς τὸ γνωστὸν *ἄ ξ ῖ ω μ α τ ῆ ς δ ρ ᾱ σ ε ω ς καὶ ἀ ν τ ι δ ρ ᾱ σ ε ω ς*:

$$\Delta\rho\tilde{\alpha}\sigma\iota\varsigma = \text{Ἀντίδρασις.}$$

Προκαλοῦμεν καῦσιν, ἡ ὁποία παράγει ἐνέργειαν καὶ μὲ τὴν βοήθειαν τῆς ἐνεργείας αὐτῆς προωθοῦνται τὰ ἐκ τῆς καύσεως ἀέρια. Εἰς τὸν πύραυλον χρησιμοποιεῖται μίγμα καυσίμου οὐσίας μετὰ τοῦ ἀπαιτουμένου διὰ τὴν καῦσιν ὀξυγόνου. Ἡ παραγομένη ἐντὸς αὐτοῦ ἀπαραίτητος ποσότης ἀερίων ἐξέρχεται καὶ κινεῖται πρὸς τὰ ὀπίσω τὸ ὅλον δὲ ὄχημα, ὡς ἐκ τῆς ἀρχῆς τῆς ἀντιδράσεως, προωθείται πρὸς τὴν ἀντίθετον φοράν. Τὸ παραγόμενον ἀέριον εὐρίσκεται ὑπὸ ὑψηλὴν θερμοκρασίαν καὶ πίεσιν, οὕτω δέ, ἐξερχόμενον, ὑφίσταται ἐκτόνωσιν πρὸς μίαν διεύθυνσιν, δίδον κίνησιν εἰς τὸ ὄχημα, ἀκριβῶς, πρὸς τὴν ἀντίθετον κατεύθυνσιν.

γ'. Ἡ τεχνικὴ τῶν πυραύλων ἐν προκειμένῳ ἔχει προχωρήσει ἐξαιρετικὰ καὶ συνεχῶς ἐξελίσσεται. Προτιμῶνται ἐν γένει τὰ ὑγρά καύσιμα, διότι ἡ ρύθμισις τῆς καύσεως τῶν εἶναι εὐκολωτέρα. Εἰς μερικὰς περιπτώσεις, προστίθεται εἰς τὸ καύσιμον καὶ ποσότης ἀδρανοῦς ἀερίου, διὰ νὰ μὴν ἔχωμεν ὑψηλὰς θερμοκρασίας.

Εἰς μίαν κανονικὴν χημικὴν ἀντίδρασιν ἡ ἐλευθερουμένη ἐνέργεια εἶναι ὀλίγη, ἐν συγκρίσει μὲ τὸ βάρος τῆς καυσίμου ὕλης. Διὰ νὰ ἐπιτύχωμεν π.χ. καῦσιν 273 gr ἄνθρακος, ἀπαιτοῦνται 727 gr ὀξυγόνου, ὁπότε παράγεται ἐνέργεια 2,64 κιλοβατῶρων. Διὰ νὰ προωθῇσωμεν εἰς τὸ διάστημα ἓνα κιλὸν ὕλης, ἀπαιτοῦνται 6,56 kgr μίγματος ἄνθρακος καὶ ὀξυγόνου. Ὑπάρχει ἐνταῦθα δυνατότης χρησιμοποίησεως ἀτόμων διαφόρων στοιχείων, τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται ὑπὸ εἰδικὴν χημικὴν κατάστασιν.

δ'. Ἰδεώδης λύσις, ἐν προκειμένῳ, θὰ ἦτο ἡ χρησιμοποίησις τῆς ἀτομικῆς ἐνεργείας. Θὰ εἴχομεν ἐλάχιστον βάρος καυσίμου ὕλης, ἐν σχέσει μὲ τὴν παραγομένην ἐνέργειαν. Δὲν δυνάμεθα ὅμως ἀκόμη νὰ προχωρήσωμεν εἰς τὴν λύσιν αὐτὴν, διὰ δύο λόγους. Πρῶτον, διότι τὸ βάρος τοῦ ἀτομικοῦ ἀντιδραστήρου θὰ ἦτο τεράστιον· καὶ δεύτερον, διότι δὲν εἶναι εὐκόλῳ νὰ μετατρέψωμεν τὴν παραγομένην ἀτομικὴν ἐνέργειαν εἰς κινητικὴν ἐνέργειαν (ἐπιτάχυνσιν).

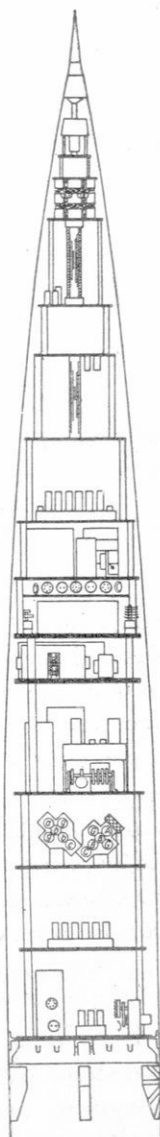
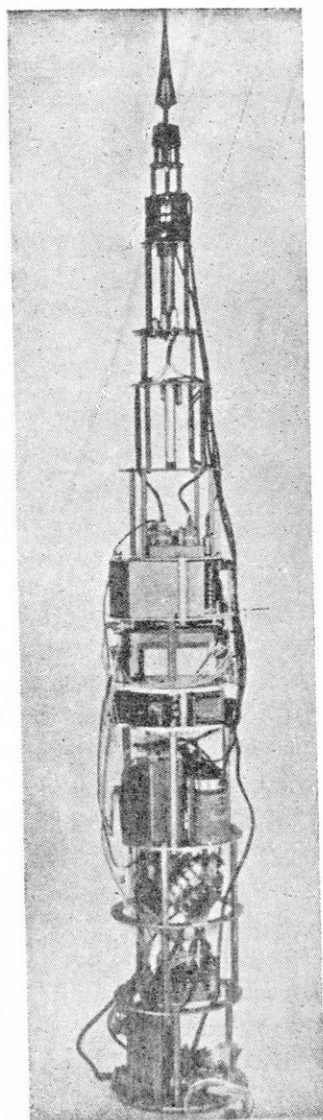
Παραδείγματα παραγωγής ενέργειας.

Καύσιμος ύλη	1 kgτ καυσίμου δίδει ενέργειαν:	Απαιτούμενον ποσόν καυσίμων, διὰ 17,4 κι- λοβατώρια.
Οινόπνευμα + όξυγόνον	2,43	Κιλοβατώρια 7,2 kgτ
Βενζίνη + όξυγόνον	2,60	» 6,7 »
Ναφθαλίνη + όξυγόνον	2,80	» 6,2 »
ύδρογόνον + όξυγόνον	3,21	» 5,4 »
Μεθάνιον + όξυγόνον	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 mgr
Μεταστοιχ. Η εις He	2.10 ⁸	» 0,09 »

ε'. Έχουν κατασκευασθῇ διαφόρων τύπων πύραυλοι. Ένας εξ αὐτῶν εἶναι ὁ πύραυλος Aerobee - 11 (εἰκ.52), ὁ ὁποῖος εἶχεν ὡς σκοπὸν τὴν ἔρευναν τῆς ἀνωτέρας ἀτμοσφαίρας τῆς γῆς, δι' εἰδικῶν ὀργάνων, τὰ ὁποῖα ἔφερεν ἐντὸς αὐτοῦ. Ἐτερος τύπος πυραύλου εἶναι ὁ Ζεὺς C, ὁ ὁποῖος ἀποτελεῖται ἀπὸ τρεῖς ὀρόφους, προορίζεται δέ, δι' ἐκτοξεύσεις δορυφόρων καὶ τοποθέτησιν τούτων ἐπὶ τροχιᾷ περίξ τῆς γῆς. Τελευταῖος τύπος εἶναι ὁ πύραυλος «Κρόνος V» (εἰκ. 56), διὰ τοῦ ὁποῖου ἐξετοξεύθησαν τὰ διαστημόπλοια τοῦ προγράμματος «Ἀπόλλων». Ὁ πύραυλος Κρόνος V δύναται νὰ ἐκτοξεύσῃ εἰς τὸ διάστημα βάρος 100 τόννων.

170. Τοποθέτησις δορυφόρου ἐπὶ τροχιᾷ. α'. Ἐπειδὴ ἡ γῆ περιστρέφεται περὶ τὸν ἄξονά της ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς, ἡ ἐκτόξευσις τῶν δορυφόρων γίνεται κατὰ τὴν ἰδίαν διεύθυνσιν. Γίνεται δὲ τοῦτο, διὰ νὰ ἐκμεταλλευθῶμεν καὶ τὴν ταχύτητα περιστροφῆς τῆς γῆς εἰς τὴν προώθησιν τοῦ πυραύλου. Εἰς τὸν ἡμερινόν, ἡ ἐφαπτομενικὴ ταχύτης περιστροφῆς τῆς γῆς εἶναι 465 m/sec· εἰς γεωγραφικὸν πλάτος 30° γίνεται 402 m/sec καὶ εἰς πλάτος 45° εἶναι 328 m/sec.

β'. Ἡ ἐκτόξευσις γίνεται κατ' ἀρχὰς κατακορύφως (σχ. 54, θέσις 1) ἀλλὰ συντόμως, δι' εἰδικοῦ μηχανισμοῦ, λαμβάνει ὁ πύραυλος κλίσιν ὡς πρὸς τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον (θέσις 2) καί, συνε-



ΤΗΛΕΜ. ΚΕΡΑΙΑ

ΜΑΓΝΗΤ. ΑΝΙΧΝΕΤΗΣ

ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗΣ GEIGER
ΕΝΤΟΣ ΜΟΛΥΒΔΙΝΟΥ
ΘΩΡΑΚΟΣ

ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗΣ GEIGER
ΑΝΕΓ' ΘΩΡΑΚΟΣ

ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗΣ GEIGER
ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΔΙΑΒΑΘΜ.
ΚΡΟΤΣΕΩΣ

ΠΟΜΠΟΙ, ΞΗΡΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΠΙΝΑΞ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

ΚΙΝΗΤΗΡ, ΗΘΟΜΩΣ, ΣΥΣ-
ΣΩΡΕΤΑΙ, ΥΨ. ΤΑΣΕΩΣ

ΜΑΓΝΗΤΟΜΕΤΡΑ
ΜΑΓΝ. ΒΑΘΜΟΝΟΜΟΣ

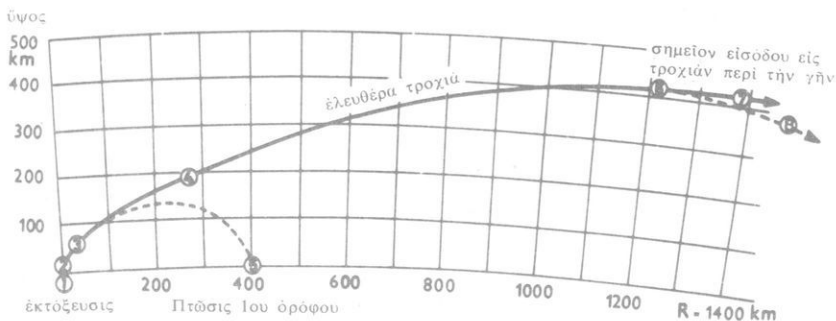
ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΑ ΚΟΣΜΙΚΩΝ
ΑΚΤΙΝΩΝ-ΑΝΕΓ' ΘΩΡΑΚΟΣ

ΚΥΚΛ. ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΑ

ΦΩΤΟΕΝΙΣΧΥΤΗΣ

ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΑ

Εικ. 52. 'Ο πύραυλος Aerobee-A-11. Τò παραπλεύρωσ διάγραμμα δεικνύει τὰς θέσεις τῶν ὀργάνων μετρήσεως τῆς κοσμικῆς ἀκτινοβολίας, τοῦ γηίνου μαγνητικοῦ πεδίου κλπ.



Σχ. 54.

χῶς ἀννυσούμενος, φθάνει εἰς τὸ σημεῖον, εἰς τὸ ὁποῖον θὰ τοποθετηθῇ εἰς τροχίαν, κυκλικήν ἢ ἑλλειπτικήν (θέσις 6). Τοῦτο ὑπολογίζεται ἐκ προτέρου, ἀναλόγως τοῦ προγράμματος, τὸ ὁποῖον ἔχει νὰ ἐκτελέσῃ ὁ δορυφόρος. Κανονίζεται τὸ ὕψος καὶ ἀναλόγως αὐτοῦ καὶ τῆς διευθύνσεως τῆς τροχιάς, ρυθμίζεται ἡ ταχύτης τοῦ δορυφόρου, ὥστε νὰ τοποθετηθῇ εἰς τὴν προϋπολογισθεῖσαν τροχίαν.

Μετὰ τὴν καῦσιν (2 - 3 λεπτά μετὰ τὴν ἐκτόξευσιν) τοῦ πρώτου ὀρόφου τοῦ πυραύλου (Σχ. 54, θέσις 3), ἀποχωρίζεται οὗτος τοῦ ὑπολοίπου ὀχήματος καὶ πίπτει εἰς τὴν γῆν (θέσις 5), ἐνῶ συγχρόνως, πυροδοτεῖται ὁ δεύτερος ὀροφος. Μετὰ τὴν καῦσιν καὶ τοῦ ὀρόφου τούτου (διαρκείας 4 - 5 λεπτῶν), τὸ ὑπόλοιπον ὄχημα διαγράφει τροχίαν, σχεδὸν παράλληλον πρὸς τὸν ὀρίζοντα(θέσεις 4 ἕως 6). Τότε, ἀρχίζει ἡ ἑλευθερά πτήσις (θέσις 4) λόγω ἀδρανείας. Εἰς τὸ χρονικὸν αὐτὸ διάστημα ἐπεμβαίνουν οἱ σταθμοὶ ἐλέγχου, οἱ εὕρισκόμενοι ἐπὶ τῆς γῆς, οἱ ὁποῖοι παρακολουθοῦν τὸ ὄχημα. Οἱ σταθμοὶ οὗτοι ἐξετάζουν, ἐὰν τὸ ὄχημα ἀνῆλθεν εἰς τὸ κανονικὸν ὕψος, μὲ τὴν κανονικὴν ταχύτητα καὶ τὴν ἐπιθυμητὴν κλίσιν ὡς πρὸς τὸν ὀρίζοντα.

Εἰς περίπτωσιν, κατὰ τὴν ὁποίαν ὑπάρχουν ἀποκλίσεις εἰς τὴν τροχίαν, εἶναι δυνατόν νὰ προσδιορισθοῦν ταχύτατα, δι' ἡλεκτρονικῶν ὑπολογιστῶν, αἱ ἀναγκαῖαι διορθώσεις (διευθύνσις καὶ ταχύτης) καὶ νὰ ἐκτελεσθοῦν αὗται διὰ ραδιοσημάτων, τὰ ὁποῖα θὰ θέσουν εἰς κίνησιν ὠρισμένα πυραυλικά συστήματα τοῦ ὀχήματος. Ἐπειτα ἀπὸ τὰς διορθώσεις αὐτάς, ἀποχωρίζεται ὁ δεύτερος ὀροφος

καί πυροδοτείται ὁ τρίτος. Ὁλίγον μετὰ τὸ τέλος τῆς καύσεως καὶ αὐτοῦ, ἀκολουθεῖ ὁ ἀποχωρισμὸς τοῦ δορυφόρου, διὰ πυροδοτήσεως μικρῶν πυραύλων (ἐκρήξεων). Τοῦτο συμβαίνει εἰς τὸ σημεῖον τῆς εἰσόδου τοῦ δορυφόρου εἰς τροχίαν (θέσις 6) ἢ ὅποια συμπίπτει μὲ τὴν ἀρχὴν τῆς πρῶτης περιφορᾶς. Ὁ δορυφόρος περιφέρεται πλέον κανονικῶς περὶ τὴν γῆν. Διόρθωσις τῆς τροχιάς του (θέσις 6 πρὸς 8) ἀπὸ τοῦδε καὶ εἰς τὸ ἐξῆς δύναται νὰ γίνῃ μόνον, ἔὰν ὁ δορυφόρος ἔχῃ ὁ ἴδιος μικροὺς πυραύλους μὲ κινητήρας, οἱ ὅποιοι τίθενται εἰς ἐνέργειαν, διὰ σημάτων ἐκ τῆς γῆς.

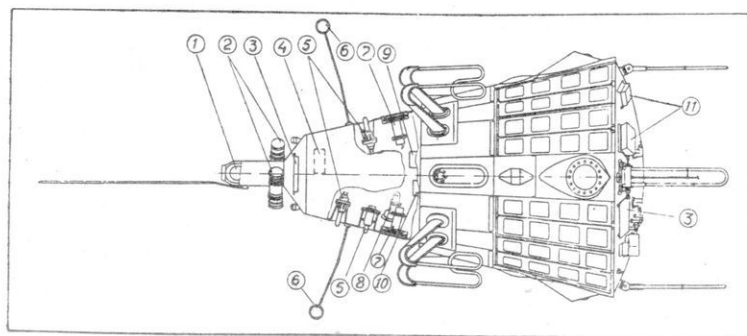
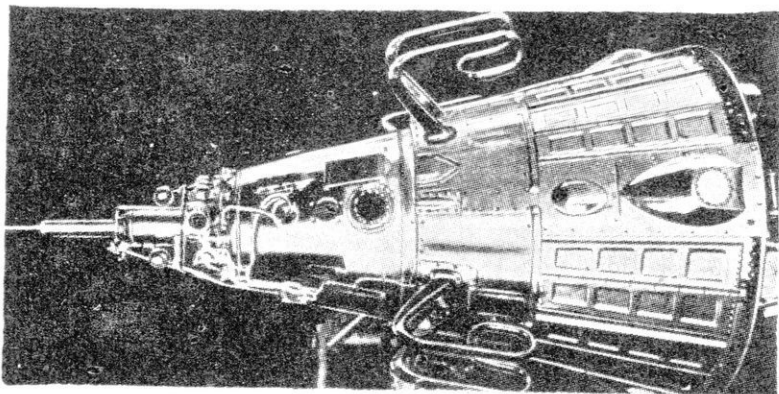
γ'. Ἡ διάρκεια ζωῆς τοῦ δορυφόρου, δηλαδὴ ὁ χρόνος καθ' ὃν οὗτος θὰ κινῆται ἐπὶ τῆς τροχιάς του, ἐξαρτᾶται κυρίως ἀπὸ τὸ ὕψος, εἰς τὸ ὁποῖον περιφέρεται καὶ ἀπὸ τὴν μορφήν τῆς τροχιάς του. Ἐὰν κινῆται πλησίον τῆς γῆς, ὅπου ἡ ἀτμόσφαιρα εἶναι κάπως πυκνὴ, λόγῳ τῆς τριβῆς, οὗτος θὰ περιφέρεται ὀλονὲν καὶ ἐπὶ μικροτέρας τροχιάς, διότι ὑπόκειται συνεχῶς εἰς βραδείαν « πτώσιν », πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ πλανήτου μας. Ἐπίσης, ἔὰν ἡ τροχία του εἶναι πολὺ ἑλλειπτικὴ καὶ πάλιν ἡ διάρκεια ζωῆς του εἶναι σχετικῶς μικρά. Συνήθως, κυμαίνεται ἀπὸ μερικοῦς μῆνας (Telstar 1), μέχρι 10.000 ἔτη ἢ καὶ περισσότερον (Syncom 1, Vela 1, 2 κ.λπ.), ὅπως προβλέπεται δι' αὐτοῦς.

171. Ἔρευναι διὰ τῶν τεχνητῶν δορυφόρων. α'. Ἀπὸ τῆς 4ης Ὀκτωβρίου 1957, ὅποτε ἐτέθη εἰς τροχίαν ὁ δορυφόρος Sputnik I, μέχρι σήμερον (1969), ἔχουν ἐκτοξευθῇ πολλαὶ ἑκατοντάδες τεχνητῶν δορυφόρων, μὲ σκοπὸν τὴν ἐκτέλεσιν εἰδικῶν ἐπιστημονικῶν προγραμμάτων.

Ὁ Sputnik I ἐμέτρησε τὴν θερμοκρασίαν καὶ τὴν ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν, ἀπὸ τοῦ ὕψους τῶν 80 km καὶ ἄνω. Εὐρέθη, ὅτι ἡ πυκνότης τῆς ἀτμοσφαίρας μεταβάλλεται μεταξὺ ἡμέρας καὶ νυκτὸς ἢ μὲ τὰς ἐποχὰς τοῦ ἔτους. Εἰς τὸ ὕψος τῶν 500 km ἡ πυκνότης τῆς, κατὰ τὴν ἡμέραν, εἶναι 3 - 4 φορές μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν πυκνότητα κατὰ τὴν νύκτα καὶ εἰς τὰ 1.500 km ἡ πυκνότης κατὰ τὴν ἡμέραν εἶναι 80 φορές μεγαλυτέρα τῆς νυκτερινῆς πυκνότητος. Ὁ Sputnik I διέγραψεν ἑλλειπτικὴν τροχίαν. Εἰς τὸ περίγειόν του εἶχεν ὕψος 215 km καὶ εἰς τὸ ἀπόγειόν του 940 km. Βραδύτερον ἐξετοξεύθησαν οἱ Sputnik II καὶ III.

β'. Τὸ 1958, οἱ Explorer 1 καὶ Explorer 3 ἀνεκάλυψαν τὰς ζώνας ἀκτινοβολίας Van Allen (§ 93ε). Ἐπίσης, ἄλλοι τεχνητοὶ δορυφόροι ἐμέτρησαν διάφορα στοιχεῖα τῆς γῆνης ἀτμοσφαίρας εἰς μεγάλα ὕψη, καθὼς καὶ τὰς διαφόρους ἀκτινοβολίας (ἀκτῖνας X,

υπεριώδη ακτινοβολίαν κ.λπ.). Ἐμέτρησαν ἐπίσης τοὺς μετεωρίτας, τοὺς κινουμένους εἰς τὸ διάστημα, οἱ ὅποιοι εἶναι ἀδύνατον νὰ μετρηθοῦν δι' ἄλλων ὀργάνων. Ἰδιαιτέρως, ὁ Explorer 6 (1959) ἐμέτρησε



Εἰκ. 53. Ὁ Σπούτνικ III. Εἰς τὸ διάγραμμα : 1. Μαγνητόμετρον· 2. Φωτο-ἐνισχυταὶ μετρήσεως τῆς ἡλιακῆς σωματιακῆς ἀκτινοβολίας· 3. Ἡλιακοὶ συσσωρευταί· 4. Ὁργανα ἀναγραφῆς φωτονίων εἰς τὴν κοσμικὴν ἀκτινοβολίαν· 5. Μανόμετρα ἰονισμοῦ· 6. Παγίδες ἰόντων· 7. Μετρηταὶ ἡλεκτροστατικῆς ροῆς (φορτίου καὶ ἐντάσεως τοῦ ἡλεκτροστατικοῦ πεδίου)· 8. Φασματόμετρον μάζης· 9. Ὁργανον ἀναγραφῆς βαρέων πυρρήνων κοσμικῆς ἀκτινοβολίας· 10. Ὁργανον μετρήσεως τῆς ἐντάσεως πρωτογενοῦς κοσμικῆς ἀκτινοβολίας· 11. Μηχάνημα ἀναγραφῆς μικρομετεωριτῶν. Ὁ Σπούτνικ III περιεῖχε καὶ ραδιοτηλεμετρικὰ συστήματα, μηχανήματα χρονικοῦ προγραμματισμοῦ, χημικοὺς συσσωρευτὰς κ.ἄ.

τὸ μαγνητικὸν πεδίου τῆς γῆς, τὰς ζώνας ἀκτινοβολίας καὶ τὴν μετὰδοσιν τῆς ραδιοακτινοβολίας. Τὸ ὕψος τῆς τροχιᾶς τοῦ ἐκυμαίνεται μεταξύ 245 km (περίγειον) καὶ 42.500 km (ἀπόγειον).

γ'. Βραδύτερον (1962), ἄλλοι δορυφόροι ἔφερον μεθ' ἑαυτῶν μικρὰ τηλεσκόπια καὶ ἄλλα ἀστρονομικὰ ὄργανα, μὲ τὰ ὁποῖα ἐξετέλεσαν ἐνδιαφερούσας παρατηρήσεις τοῦ ἡλίου, διότι ἐκεῖ ὑψηλὰ δὲν ἐμποδίζει εἰς τοῦτο ἡ ἀτμόσφαιρα τῆς γῆς. Αὐτοὶ οἱ δορυφόροι ὠνομάσθησαν «τ ρ ο χ ι α κ ᾶ ἡ λ ι α κ ᾶ π α ρ α τ η ρ η τ ῆ ρ ι α», ἔτεροι δὲ ἐξετέλεσαν παρατηρήσεις τῶν ἀστέρων.

δ'. Ἐπίσης, οἱ δορυφόροι μὲ τὰ ὀνόματα Τίρος καὶ Nimbus ἐστάλησαν μὲ εἰδικὸν πρόγραμμα μελέτης τῆς ἀτμοσφαίρας, τὸ ὁποῖον ἀνεφέρετο εἰς τὴν πρόγνωσιν τοῦ καιροῦ. Μερικοὶ δορυφόροι διατρέχουν τὸν πλανήτην μας παραλλήλως πρὸς τὸν ἡσημερινόν, ἄλλοι δὲ διέρχονται διὰ τῶν δύο πόλων, διὰ νὰ γίνεταί μελέτη ὁλοκλήρου τῆς ἀτμοσφαίρας. Αὐτοὶ εἶναι οἱ μετεωρολογικοὶ δορυφόροι. Ὁ Τίρος 7 ἔστειλε πλέον τῶν 250.000 φωτογραφιῶν νεφῶν, ἐκ τῶν ὁποίων 199.000 ἐχρησιμοποιήθησαν ὑπὸ τῆς ἐπιστήμης. Κατὰ τὰ ἔτη 1962 καὶ 1963, μὲ τὴν βοήθειαν τῶν μετεωρολογικῶν δορυφόρων, ἀνεκαλύφθησαν καὶ ἐνετοπίσθησαν 827 κυκλῶνες καὶ ἐπετεύχθη ἡ διάσωσης χιλιάδων ἀνθρώπων, κυρίως εἰς τοὺς ὠκεανούς.

ε'. Ἐχομεν ἀκόμη καὶ τοὺς τηλεπικοινωνιακοὺς δορυφόρους, οἱ ὁποῖοι χρησιμοποιοῦνται εὐρέως διὰ τὴν εὐκόλουν καὶ ταχυτάτην ἀναμετάδοσιν εἰδήσεων μεταξύ τῶν ἡπείρων, ραδιοφωνικῶν προγραμμάτων, καθὼς καὶ προγραμμάτων τηλεοράσεως. Ὁ Courier I B (1960) — ζωῆς 1.000 ἐτῶν — εἶναι ὁ πρῶτος τηλεπικοινωνιακὸς δορυφόρος, ὁ ὁποῖος διὰ διαφόρων διόδων (καναλιῶν), δύναται νὰ μεταβιβάζῃ μέχρι 68.000 λέξεις κατὰ λεπτόν. Εἰς εὐρείαν χρῆσιν εἶναι καὶ οἱ Telstar, εἰδικοὶ διὰ διηπειρωτικὰς μεταβιβάσεις προγραμμάτων τηλεοράσεως καὶ τηλεφωνικῆς ἐπικοινωνίας.

στ'. Ἐξ ἄλλου, οἱ ναυτιλιακοὶ δορυφόροι προσδίδουν μὲ ἀκρίβειαν τὴν θέσιν τῶν πλοίων ἐπὶ τῶν ὠκεανῶν καὶ τὰ διευκολύνουν εἰς τὴν ἐκτέλεσιν τῶν δρομολογίων των, κατὰ τὸν συντομώτερον καὶ ἀσφαλέστερον τρόπον. Οἱ γεωδαιτικοὶ δορυφόροι μελετοῦν τὸ ἀκριβὲς σχῆμα τῆς γῆς, ἄλλοι δὲ χρησιμοποιοῦνται ἀκόμη καὶ διὰ τὴν ἀνίχνευσιν κοιτασμάτων πετρελαίου, μετάλλων ἢ καὶ θαλασσίου πλούτου.

172. 'Εξέδραι τοῦ διαστήματος. α'. Εἰς τὸ πρόγραμμα ἐρευνῶν τοῦ διαστήματος περιλαμβάνεται καὶ ἡ κατασκευὴ μονίμου ἐξέδρας, κινουμένης περὶ τὴν γῆν. Ἀπὸ πολλῶν ἐτῶν ὁ W. von Braun ἐξεπὼνῃσε τὰ σχέδια ἐξέδρας, ἡ ὁποία θὰ περιφέρειται διαρκῶς περίξ τῆς γῆς, εἰς μίαν ἀπόστασιν 1.000 km ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς. Ὡς πρὸς τὸν σκοπὸν τῆς κατασκευῆς τῆς, ὁ W. von Braun λέγει τὰ ἑξῆς: «Ὁ Σταθμὸς τοῦ διαστήματος (ἐξέδρα τοῦ διαστήματος), μὲ ὅλας τὰς δυνατότητάς του διὰ τὴν ἐρευναν τοῦ διαστήματος, διὰ τὴν ἐπιστημονικὴν πρόοδον, ἀλλὰ καὶ διὰ τὴν διατήρησιν τῆς εἰρήνης (ἢ διὰ τὸν ἐξαφανισμὸν τοῦ πολιτισμοῦ μας), δύναται νὰ κατασκευασθῇ. Διὰ πολλοὺς λόγους, ἡ κατασκευὴ τοῦ Σταθμοῦ αὐτοῦ εἶναι ἀναπόφευκτος ἀνάγκη, οὐχὶ δὲ ὀλιγώτερον λόγῳ τῆς ἀκορέστου περιεργείας τοῦ ἀνθρώπου, ὁ ὁποῖος κάποτε (εἰς τὸ παρελθόν), ὠδηγήθη εἰς τὴν θάλασσαν καὶ ἀκολούθως εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν. . . Ἐὰν ὁ Σταθμὸς οὗτος δὲν γίνῃ μὲ τὸν σκοπὸν τῆς διατηρήσεως τῆς εἰρήνης, τότε θὰ πραγματοποιηθῇ δι' ἄλλους λόγους, ὅπως εἶναι ὁ ἀφανισμὸς ».

Εἰς τὴν ἐξέδραν αὐτὴν ὑπολογίζεται, ὅτι θὰ ὑπάρχουν χῶροι διὰ τὴν συνεχῇ διαμονὴν 20 ἢ καὶ περισσοτέρων ἀτόμων, τὰ ὁποῖα θὰ ἐκτελοῦν ὠρισμένα προγράμματα ἐρεῦνης. Θὰ ἐγκαταστασθῇ εἰς αὐτὴν καὶ εἰδικὸν ἀστεροσκοπεῖον. Δύνανται ὅμως αἱ ἐξέδραι νὰ παρακολουθοῦν καὶ νὰ ἐλέγχουν, ἴσως δὲ καὶ νὰ κατευθύνουν διαφόρους ἐνεργείας τοῦ ἀνθρώπου, ἐπὶ τοῦ πλανήτου μας.

β'. Αἱ ἐξέδραι τοῦ διαστήματος θὰ ἔχουν καὶ ἓναν ἄλλον σκοπὸν. Θὰ δύνανται νὰ χρησιμοποιοῦνται καὶ ὡς πεδία, ἀπὸ τὰ ὁποῖα θὰ ἐκκινοῦν διαστημόπλοια διὰ τὸν πέραν τῆς γῆς χῶρον. Ἡ ἀπὸ τοῦ πεδίου τῆς ἐξέδρας ἐκτόξευσις θὰ εἶναι πολὺ εὐκολωτέρα, διότι, πρακτικῶς δὲν θὰ ὑπάρχῃ τὸ ἐμπόδιον τῆς ἀντιστάσεως τῆς ἀτμοσφαίρας.

Ἡ μεταφορὰ τῶν μερῶν τῶν διαστημοπλοίων καὶ τῶν ἐξαρτημάτων των, καθὼς ἐπίσης καὶ τῶν τεχνητῶν ἐκ τῆς γῆς εἰς τὴν ἐξέδραν (ἢ ὅλην δηλαδὴ ἐπικοινωνίαν γῆς - ἐξέδρας) θὰ εἶναι εὐκολωτάτη καὶ ταχυτάτη, μὲ τὴν βοήθειαν εἰδικῶν πυραύλων - δορυφόρων, οἱ ὁποῖοι θὰ ἀποτελοῦν ἓνα εἶδος Ferry - Boat (Φέρρυ - Μπότ). Ἀλλὰ καὶ ἡ συναρμολόγησις τῶν διαστημοπλοίων θὰ γίνεται ἐπὶ τῆς ἐξέδρας.

γ'. Ἡ ἐξέδρα τοῦ διαστήματος θὰ κατασκευασθῇ εἰς τὴν γῆν καὶ ἡ μεταφορὰ τῶν μερῶν τῆς θὰ γίνῃ διὰ τεχνητῶν δορυφόρων, οἱ ὁποῖοι θὰ συναντηθοῦν εἰς τὸ ὕψος τῶν 1000 km καὶ θὰ ἐνωθοῦν. Δηλαδή, τὰ μέρη τῆς ἐξέδρας θὰ εἶναι ἐπὶ μέρους δορυφόροι, οἱ ὁποῖοι θὰ ἔχουν τοιαύτην κατασκευήν, ὥστε, κατὰ τὴν συνάντησίν των εἰς τὸ διάστημα, νὰ δύνανται νὰ συναρμολογηθοῦν μετὰ τῶν καὶ περισσότεροι τῶν δύο μαζί νὰ ἀποτελέσουν αὐτὴν ταύτην τὴν ἐξέδραν. Ταυτοχρόνως θὰ μεταφέρονται καὶ οἱ ἐπιστήμονες, τεχνικοὶ ἢ καὶ ἄλλοι εἰδικοί, διὰ τὴν ἀποστολὴν αὐτὴν. Ὁ V. Braun εἶχεν ὑπολογίσει, ἀρχικῶς, τὰ ἐξοδα τῆς κατασκευῆς τῆς εἰς 4 δισεκατομμύρια δολλάρια.

173. Διαστημόπλοια. Α'. Γενικά. α'. Εἰς τὸ εὐρύτερον πρόγραμμα ἐρεῦνης τοῦ διαστήματος, περιλαμβάνεται καὶ ἡ ἀποστολὴ

διαστημοπλοίων εις τὸν πέραν τοῦ πεδίου ἔλξεως τῆς γῆς χῶρον, ἢ ὁποία ἦδη μερικῶς ἔχει πραγματοποιηθῇ.

Τὰ διαστημόπλοια ἔχουν σκοπὸν νὰ ἐρευνήσουν: α) Τὸν χῶρον, ὁ ὁποῖος ὑπάρχει μεταξύ γῆς, σελήνης, πλανητῶν καὶ τοῦ ἡλίου καὶ β) τὰ ἄλλα οὐράνια σώματα, ὅπως εἶναι ἡ σελήνη, ἡ Ἀφροδίτη, ὁ Ἄρης καὶ οἱ ἄλλοι πλανῆται.

β'. Εἰς τὴν ἐπιτυχίαν ἀποστολῆς διαστημοπλοίων εἰς τὸ διάστημα συνετέλεσαν πρωτίστως δύο παράγοντες. Ἡ τεχνικὴ ἐπιστήμη, μὲ τὴν βοήθειαν τῆς ὁποίας ἐσχεδιάσθησαν καὶ κατεσκευάσθησαν ἱσχυροὶ πύραυλοι ἐκτοξεύσεως μεγάλων μαζῶν, εἰδικαὶ διαστημοσυσκευαὶ μὲ ἄρτιον ἐξοπλισμὸν καὶ ἐξαίρετα ἠλεκτρονικὰ συστήματα παρακολουθήσεως καὶ ἐλέγχου τῶν διαστημικῶν πτήσεων· ἄλλα καὶ ἡ μαθηματικὴ ἐπιστήμη, διότι ἔλυσε πολλὰ καὶ δύσκολα προβλήματα, σχετικὰ μὲ τὴν εὕρεσιν τῶν τροχιῶν, τὰς ὁποίας ἔπρεπε νὰ ἀκολουθήσουν τὰ διαστημόπλοια.

γ'. Τὸ πρῶτον διαστημόπλοιον, τὸ ὁποῖον ἐξετοξεύθη μὲ τὸν σκοπὸν νὰ καταστῇ τεχνητὸς πλανήτης, ἦτο τὸ ρωσσικὸν Luna 1 (2-1-1959). Διήλθε πλησίον τῆς σελήνης καὶ διετήρησεν ἐπαφὴν μὲ τὴν γῆν, μέχρι τῆς ἀποστάσεως τῶν 6.000.000 km. Ἦκολούθησεν ὑπερβολικὴν τροχίαν (σχ. 55). Τοῦ ἐδόθη ταχύτης 13 km/sec, ἦτοι 1,8 km/sec μεγαλυτέρα τῆς ταχύτητος διαφυγῆς. Τὴν 3-3-1959 ἐξετοξεύθη ὑπὸ τῶν Ἀμερικανῶν ὁ τεχνητὸς πλανήτης Pioneer 4, ὁ ὁποῖος διήλθεν εἰς ἀπόστασιν 60.000 km ἀπὸ τῆς σελήνης καὶ ἦτο εἰς τηλεπικοινωνίαν μὲ τὴν γῆν μέχρις ἀποστάσεως 650.000 km.

Β' Διαστημόπλοια πρὸς τὴν σελήνην καὶ δορυφόροι τῆς σελήνης.

α'. Τὸ πρῶτον διαστημόπλοιον, τὸ ὁποῖον ἐφθασεν εἰς τὴν σελήνην, ἐπροχώρησεν πέραν αὐτῆς καὶ ἠκολούθησεν ἑλλειπτικὴν τροχίαν, ἐπλησίασεν δὲ ἐκ νέου τὸν πλανήτην μας, εἶναι ὁ Luna 3. Ανεχώ-

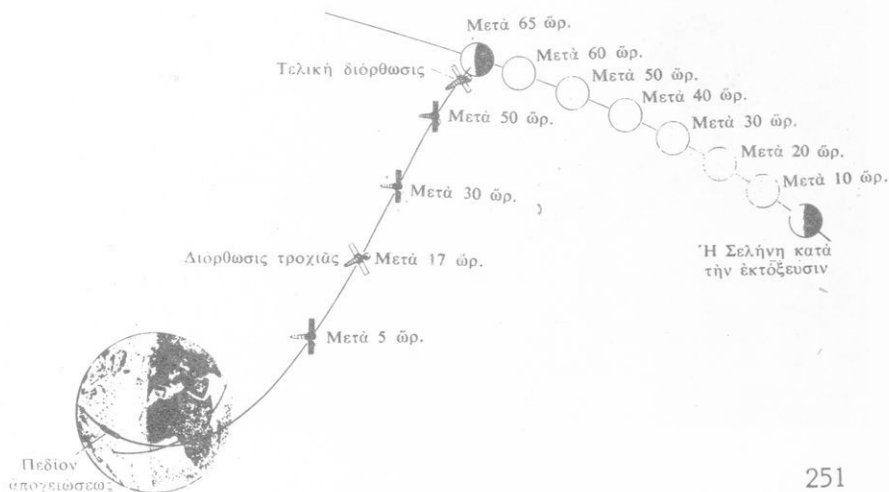
Σχ. 55.



γ'. Τὸ ἔτος 1966 προσεδαφίσθησαν ὁμαλῶς ἐπὶ τοῦ «ὠκεανοῦ τῶν καταιγίδων» ὁ Luna 9 τῶν Ρώσων καὶ ὁ Surveyor 1 (Σερβέυορ) τῶν Ἀμερικανῶν. Ἔλαβον χιλιάδας φωτογραφιῶν τῆς ἐπιφανείας τῆς σελήνης, τῶν ἀνωμαλιῶν καὶ τῶν ὀρέων τῶν περιοχῶν εἰς τὰς ὁποίας προσεδαφίσθησαν καὶ τὰς ἀπέστειλαν εἰς τὴν γῆν. Ἐφωτογράφησαν κόκκους κόνεως, διαμέτρου 0,5 mm μέχρι βράχων 0,5 km. Ἐξ αὐτῶν ἐπληροφορήθημεν, ὅτι τὸ σεληνιακὸν ἔδαφος δὲν εἶναι πορῶδες, ὅτι ἔχει τὴν σκληρότητα τοῦ γηίνου ἐδάφους καὶ ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ δορυφόρου μας δὲν καλύπτεται ὁλόκληρος ὑπὸ κόνεως. Ὁ Surveyor 3 (1967) ἐφωτογράφησε τυχαίως τὸν ἥλιον ἐν ἐκλείψει, συνεπεῖα παρεμβολῆς ἔμπροσθεν αὐτοῦ, ὅχι τοῦ δίσκου τῆς σελήνης (ὅπως συμβαίνει εἰς τὰς ἡλιακὰς 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, ἔλαβον ἀπὸ ὕψους 360 km - 1.000 km φωτογραφίας τῆς ἐπιφανείας τῆς, τοῦ ὁρατοῦ καὶ ἀοράτου ἡμισφαιρίου καὶ τὰς ἀπέστειλαν εἰς τὴν γῆν. Οὕτως, ἐγίνε πλήρης τοπογραφικὸς χάρτης τοῦ δορυφόρου μας. Ἐ-

Σχ. 57. Διαδοχικαὶ θέσεις τοῦ Ranger καὶ τῆς σελήνης μέχρι τῆς συναντήσεώς των.



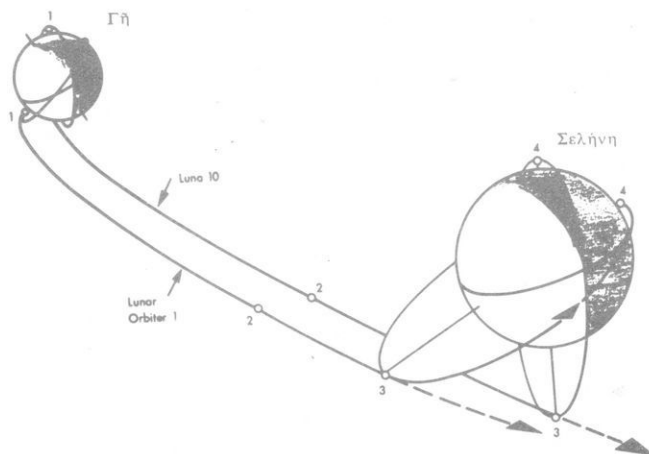
μελέτησαν ακόμη τὸ μαγνητικὸν πεδίου τῆς σελήνης, τὴν πυκνότητα τῶν μετεωριτῶν, καθὼς καὶ διαφόρους ἀκτινοβολίας περὶ τὴν σελήνην.

ε'. Ὁ Lunar Orbiter ἐπέτυχε νὰ φωτογραφήσῃ τὴν γῆν ἐκ τῆς ἀποστάσεως τῆς σελήνης. Εἶναι ἡ πρώτη φωτογραφία τοῦ πλανήτου μας, ληφθεῖσα ἐκ σταθμοῦ εὐρισκομένου ἐκτὸς τῆς γῆς καὶ μάλιστα εἰς τὴν ἀπόστασιν τῶν 380.000 km.

Ἦτο πρόβλημα δύσκολον νὰ τεθοῦν οἱ δορυφόροι οὗτοι εἰς τροχίαν περὶ τὴν σελήνην, ἀλλ' ἐπετεύχθη τοῦτο, τόσον ὑπὸ τῶν Ἀμερικανῶν μὲ τοὺς Lunar Orbiter, 1, 2 καὶ 3, ὅσον καὶ ὑπὸ τῶν Ρώσων μὲ τοὺς Luna 10, 11 καὶ 12.

Προκειμένον νὰ τοποθετηθοῦν οἱ δορυφόροι αὗτοι εἰς τροχίαν πέριξ τῆς σελήνης, ἠκολούθησαν τὴν ἐξῆς πορείαν. Ἀφοῦ πρῶτον περιεφέρθησαν περὶ τὴν γῆν, ἐξῆλθον τῶν γηϊνῶν τροχιῶν των διὰ τῆς λειτουργίας ἐιδικῶν πυραύλων καὶ ἠκολούθησαν ὑπερβολικὰς τροχιάς (σχ. 58). Ὅταν ὅμως ἐπλησίασαν τὴν σελήνην, κατόπιν ὠρισμένων χειρισμῶν, γενομένων αὐτομάτως ἀπὸ τὴν γῆν, ἐτέθησαν εἰς ἐλλειπτικὰς τροχιάς περὶ τὴν σελήνην. Εἰς τὰς τροχιάς αὐτὰς ἡ σελήνη εὐρίσκετο εἰς τὴν μίαν τῶν ἐστιῶν τῆς ἐλλείψεως, ἐφ' ὅσον αὕτη ἦτο τὸ κύριον ἔλκον σῶμα.

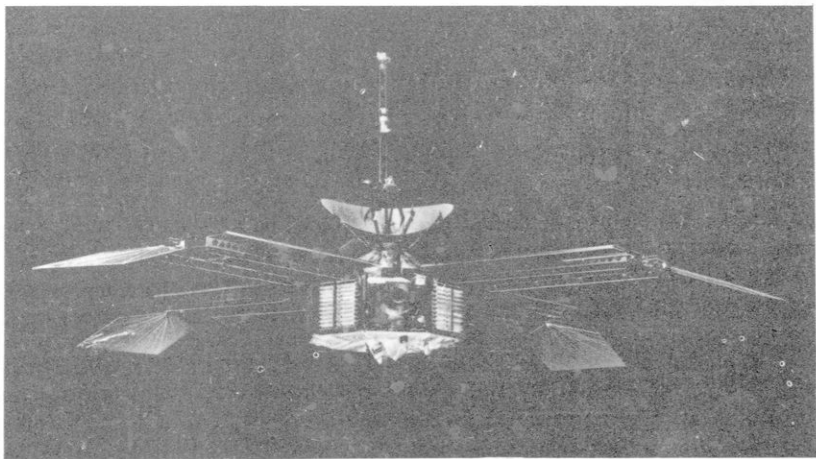
Σχ. 58. Τροχίαι τοῦ Luna 10 καὶ τοῦ Lunar Orbiter 1.

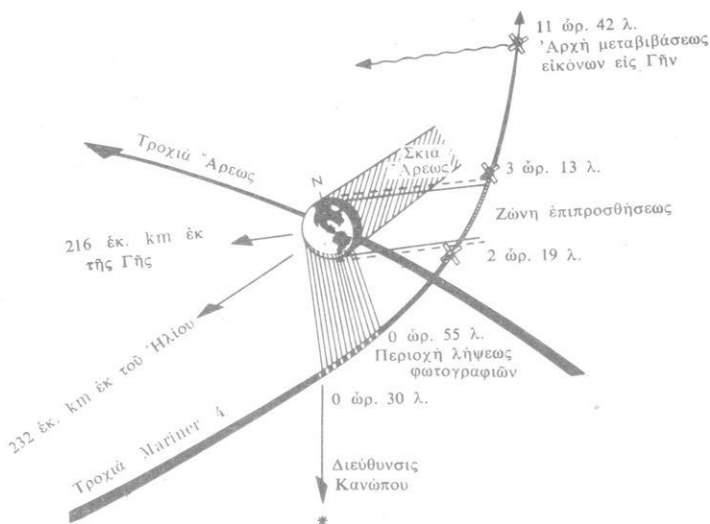


Γ'. Διαστημόπλοια πρὸς τοὺς πλανήτας. α'. Τὸν Αὐγουστον τοῦ 1962 οἱ Ἀμερικανοὶ ἐξετόξευσαν ἐπιτυχῶς τὸν Mariner 2, μὲ τὸν σκοπὸν νὰ πλησιάσῃ τὸν πλανήτην Ἀφροδίτην. Πρὸς τοῦτο, ἐτέθη οὗτος εἰς προϋπολογισθεῖσαν τροχίαν περὶ τὸν ἥλιον. Ἔγινε δηλαδὴ τεχνητὸς πλανήτης. Ἀλλ' ὑπελογίσθη νὰ διαγράψῃ τροχίαν τοιαύτην, ὥστε τὸ ἐπίπεδόν της νὰ εὐρίσκεται ἐγγὺς τοῦ ἐπιπέδου τροχιάς τῆς Ἀφροδίτης καὶ ἡ ἐκτόξευσις ἐγένεν εἰς τοιοῦτον χρόνον, ὥστε νὰ συμπέσῃ νὰ διέρχωνται ταυτοχρόνως ἀμφότεροι οἱ πλανῆται — Ἀφροδίτη καὶ Mariner 2 — ἀπὸ τὸ ἐγγύτερον σημεῖον τῆς τροχιάς των, διὰ νὰ ἔχουν τὴν πλησιεστέραν ἀπόστασιν.

Ὁ Mariner 2 εἶχε βάρος 200 kgτ καὶ κατόπιν ταξιδίου 3 1/2 μηνῶν, διήλθεν εἰς ἀπόστασιν 33.000 km ἀπὸ τὴν Ἀφροδίτην, τὴν 14ην Δεκεμβρίου 1962. Κατὰ τὴν διαδρομὴν του, διορθώθη ἡ πορεία του ἐκ τῶν ἐπιγείων σταθμῶν. Περίπου 100 ὥρας προτοῦ φθάσῃ εἰς τὴν μικροτέραν ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς Ἀφροδίτης, ἤρχισαν νὰ λειτουργοῦν δύο ἀκτινόμετρα, ἓνα διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ὑπερύθρου ἀκτινοβολίας καὶ ἕτερον διὰ τὴν μέτρησιν μικροκυμάτων. Μετ' ὀλίγον, ὁ Mariner 2 μετέδωκεν εἰς τὴν γῆν τὰς μετρήσεις τῆς θερμοκρασίας τῆς Ἀφροδίτης, αἱ τιμαὶ δὲ αὗται σχεδὸν συνέπιπτον μὲ τὰς γνωστὰς ἐκ τῶν ἀστρονομικῶν παρατηρήσεων.

Εἰκ. 54. Ὁ Μάρινερ 4.





Σχ. 59. Τροχιά τοῦ Μάρινερ 4, διερχομένου πλησίον τοῦ Ἀρεως.

β'. Τὴν 14ην - 15ην Ἰουλίου 1965, κατόπιν ταξιδίου 228 ἡμερῶν, ὁ Mariner 4, βάρους 260 kgr ἐπλησίασε τὸν Ἀρην εἰς ἀπόστασιν 10.000 km (εἰκ. 54 καὶ σχ. 59) καὶ ἔλαβεν 22 φωτογραφίας τοῦ πλανήτου. Τὴν ἐποχὴν ἐκείνην ὁ Ἀρης εὐρίσκετο εἰς ἀπόστασιν 216 ἑκατομ. km ἀπὸ τῆς γῆς καὶ 232 ἑκατομ. km ἐκ τοῦ ἡλίου. Αἱ φωτογραφίαι παρουσιάζουν ὄροσειράς καὶ πολλοὺς κρατῆρας, παρομοίους μὲ τοὺς τῆς σελήνης. Ἐμελέτησεν ἀκόμη τὴν θερμοκρασίαν καὶ τὴν πυκνότητα τῆς ἀτμοσφαίρας τοῦ Ἀρεως, καθὼς ἐπίσης καὶ τὸ μαγνητικὸν πεδίου αὐτοῦ. Κατόπιν, ἦλθεν ὀπισθεν τοῦ Ἀρεως, ἐν σχέσει μὲ τὴν γῆν (σχ. 59) καὶ εἰσῆλθεν εἰς τὴν σκιάν αὐτοῦ. Ἐπειτα ἀπὸ 348 ἡμέρας, τὴν 4ην Ἰανουαρίου 1966, διεκόπη ἡ τηλεπικοινωνιακὴ ἐπαφὴ μετὰ τῆς γῆς, λόγῳ τῆς μεγάλης ἀποστάσεως. Ἡ ἐπικοινωνία τοῦ Mariner 4 μετὰ τῆς γῆς ἐπανελήφθη τὸν Σεπτέμβριον 1967, ὅποτε οὗτος, διαγράφων ἑλλειπτικὴν τροχίαν περὶ τὸν ἥλιον, ἐπλησίασε καὶ πάλιν τὸν πλανήτην μας. Τὸν Ὀκτώβριον 1967 ἐπλησίασε τὴν Ἀφροδίτην ὁ Mariner 5 καὶ ὁ Venera 4, ὁ ὁποῖος ἔρριψε ἐπ' αὐτῆς εἰδικὴν ἄκατον μὲ ἐπιστημονικὰ ὄργανα.

174. Διαπλανητικά ταξίδια. α'. Ός τὸ πρῶτον ἐπὶνδρωμένον διαστημόπλοιον δύναται νὰ θεωρηθῇ ὁ τεχνητὸς δορυφόρος Worstok 1 (1961), ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἐπέβαιναν ὁ Ρῶσος ἀστροναύτης Gagarin. Ἐξετέλεσε μίαν περιφορὰν περὶ τὴν γῆν καὶ προσεγειώθη ὁμαλῶς. Ἐπειτα ὁ Ἀμερικανὸς ἀστροναύτης Glenn ἐξετέλεσε τρεῖς περιφορὰς περὶ τὴν γῆν καὶ προσεθαλασσώθη ὁμαλῶς, ἐπιβαίνων τοῦ διαστημοπλοίου Mercury 6 (1962).

Αἱ περίξ τῆς γῆς ἐπὶνδρωμέναι πτήσεις συνεχίσθησαν ἔκτοτε μὲ κάπως ταχύν ρυθμόν, τῶν τοιούτων δὲ δορυφώρων ἐπέβαινον ἀργότερον δύο ἢ τρεῖς ἀστροναῦται. Μέχρι τέλους Ἰουλίου 1969 ἔγιναν 19 πτήσεις τῶν Ἀμερικανῶν καὶ 12 τῶν Ρώσων. Τρεῖς τῶν Ἀμερικανῶν ἔγιναν περὶ τὴν σελήνην καὶ κατὰ τὴν τελευταίαν ἀπεβίβάσθησαν ἐπὶ τοῦ δορυφόρου μας δύο ἀστροναῦται. Ὁ Πίναξ III δίδει μερικὰ συγκριτικὰ στοιχεῖα ἐν προκειμένῳ.

ΠΙΝΑΞ III

Ἐπὶνδρωμένοι δορυφόροι Ἀμερικῆς καὶ Ρωσσίας μέχρι τέλους Ἰουλίου 1969.

	Ἀμερικανῶν	Ρώσων
Ἀριθμὸς ἐπὶνδρωμένων πτήσεων	19	12
Ὁραι παραμονῆς ἀνθρώπων εἰς τὸ διάστημα ..	5099	868
Πολυάνθρωποι ἀποστολαὶ	15	4
Περιγῆναι τροχιαὶ	957	468
Περисελήνιοι τροχιαὶ	21	0
Μακροτέρα πτήσεις	330 ὥρ. 35 λ.	119 ὥρ. 6 λ.
Μακροτέρα ἀπόστασις ἐκ τῆς γῆς	381.000 km.	495 km.
Διαστημικοὶ περίπατοι	6	3
Συνενώσεις διαστημοσκαφῶν εἰς τὸ διάστημα ..	10	1
Ἄτομα βαδίσαντα εἰς ἕτερον οὐράνιον σῶμα ..	2	0

β'. Οἱ ἀστροναῦται, προκειμένοι νὰ πετάξουν εἰς τὸ διάστημα, ὑποβάλλονται εἰς πολλὰς καὶ μακροχρόνιους ἀσκήσεις. Ἐπιλέγονται συνήθως μεταξὺ τῶν ἐμπειροτέρων ἀεροπόρων. Δοκιμάζονται ἀπὸ ἀπόψεως διαμονῆς των εἰς κλειστὸν χώρον, μεταβολῆς τῆς ἐπιταχύνσεώς των, ψυχικῆς ἀντοχῆς των κ.λπ. Ἐπίσης ἀσκοῦνται εἰς τὴν ἀκριβῆ καὶ ταχεῖαν ἐκτέλεσιν πολλῶν καὶ λεπτῶν χειρισμῶν, ὥστε νὰ δύνανται νὰ κυβερνήσουν τὸ διαστημόπλοιον ἐπιτυχῶς καὶ νὰ ἐκτελέσουν ποικίλας παρατηρήσεις.

Εἰδικώτερον, ὡς πρὸς τὸ ζήτημα τῆς μεταβολῆς τῆς ἐπιταχύνσεως τῆς βαρύτητος, ἀσκοῦνται, ὥστε νὰ δύναται ὁ ὀργανισμὸς των νὰ ἀνθῇ εἰς αὐξήσιν τῆς τιμῆς της κατὰ 4 - 9 φορές ὡς πρὸς τὴν τιμὴν τοῦ γ. Ἐπίσης ἐθίζονται, ὥστε νὰ

εύρισκονται υπό μηδενικήν τιμήν ($g = 0$) ήτοι νά κινούνται εις τὸ διάστημα, χωρὶς νά ἔχουν βάρος.

Κατὰ τὴν ἐκκίνησίν των, τὸ διαστημόπλοιον (ὅταν εὑρίσκεται ἠνωμένον μετὰ τοῦ πυραύλου) ἀποκτᾷ εἰς μικρὸν χρονικὸν διάστημα (ὀλίγων λεπτῶν), ἐπιτάχυνσιν 5πλάσιαν ἢ 9πλάσιαν τῆς ἐπὶ τῆς γῆς. Οὕτω δέ, τὸ βάρος τῶν ἀστροναυτῶν αὐξάνει εἰς τὸ 9πλάσιον. Ὅταν ὁμως τεθῇ τοῦτο εἰς τροχίαν, ἡ ἐπιτάχυνσις μηδενίζεται. Ἐπομένως, οἱ ἀστροναῦται περιφέρονται περὶ τὴν γῆν ἢ καὶ περὶ τὴν σελήνην, ἄνευ ἔλξεως τινός, « ἴστανται » δὲ εἰς ὁποιαδήποτε θέσιν εὑρίσκονται, χωρὶς νά ἔχουν τὸ αἶσθημα, ὅτι δὲν εἶναι ἐν ἰσορροπίᾳ. Τοῦτο συμβαίνει, διότι ἡ κεντρομόλος δύναμις ἀντισταθμίζεται, ἀνὰ πᾶσαν στιγμὴν, ἀπὸ τὴν δημιουργουμένην ἀντίθετον αὐτῆς δύναμιν, τὴν φυγόκεντρον καὶ οὕτως οἱ ἀστροναῦται δὲν ἔχουν βάρος, κατὰ τὴν κυκλικὴν περὶ τὴν γῆν ἢ τὴν σελήνην περιφορὰν των. Ἐὰν ἡ τροχιά ἦτο αἰσθητῶς ἑλλειπτική, τότε οἱ ἀστροναῦται θὰ ἐκινούντο, ἔχοντες g διάφορον τοῦ μηδενός. Δηλαδή θὰ εἶχον βάρος κυμαινόμενον. Ὅταν οἱ ἀστροναῦται ἐγκαταλείψουν τὴν κυκλικὴν τροχίαν καὶ εἰσέλθουν εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν τῆς γῆς, πάλιν ἡ ἐπιτάχυνσις αὐξάνει καὶ τόσον, ὅσον ἐλαττοῦται κατὰ τὴν ἐξοδὸν των καί, ὅταν φθάσουν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς, ἀποκτοῦν τὸ κανονικὸν των βάρος.

Τὰ μέχρι τοῦδε γενόμενα ταξίδια περὶ τὴν γῆν ἔδειξαν, ὅτι ὁ ἄνθρωπος, κατόπιν εἰδικῶν ἀσκήσεων, ἐθίζεται εἰς τὰς συνθήκας τοῦ διαστήματος εἰς χρονικὸν διάστημα 2 ἢ 3 ἡβdomάδων.

γ'. Τὸ πρόγραμμα τῶν Ἀμερικανῶν εἰς τὸν τομέα τῶν διαπλανητικῶν ταξιδίων ἐσχεδιάσθη ἀπὸ τοῦ ἔτους 1961 καὶ ἤρχισε πραγματοποιούμενον ἐν συνεχείᾳ ὡς ἀκολούθως:

1ον) Πρόγραμμα « Ἑρμῆς » (Mercury). Κατασκευὴ καὶ ἀποστολὴ περίξ τῆς γῆς δορυφόρων μὲ πλήρωμα ἓναν ἄνδρα. Τοῦτο ἐστέφθη ὑπὸ ἐπιτυχίας καὶ τὰ συναχθέντα συμπεράσματα ἐχρησιμοποιήθησαν διὰ τὴν πραγματοποίησιν τῶν ἐπομένων πτήσεων.

2ον) Πρόγραμμα « Δίδυμοι » (Gemini). Κατασκευὴ καὶ ἀποστολὴ περίξ τῆς γῆς διαστημοπλοίων μὲ πλήρωμα δύο ἀστροναυτῶν. « Περίπατοι » ἀστροναυτῶν εἰς τὸ διάστημα. Συνάντησις διαστημοπλοίων εἰς τὸ διάστημα καὶ ἀποχωρισμὸς αὐτῶν. Τὸ πρόγραμμα τοῦτο ἐτελείωσε τὸ 1966.

3ον) Πρόγραμμα « Ἀπόλλων » (Apollo). Χρησιμοποίησις μεγαλυτέρων καὶ εὐρυχωροτέρων διαστημοπλοίων διὰ τρεῖς ἀστροναῦτας. Κατασκευὴ μεγάλης προωστικῆς δυνάμεως πυραύλων, διὰ τὴν τοποθέτησιν τῶν διαστημοπλοίων ἐπὶ τροχιάς. Ἐχρησιμοποιήθη ὁ πύραυλος «Κρόνος V».

Τὸ πρόγραμμα « Ἀπόλλων » εἶχεν ὡς τελικὸν σκοπὸν τὴν προσεδάφισιν ἀνθρώπων ἐπὶ τῆς σελήνης. Διηρέθη εἰς διάφορα στάδια, τὰ κυριώτερα τῶν ὁποίων εἶναι τὰ ἑξῆς:

α) « Ἀπόλλων 7 » (Ὀκτώβριος 1968). Περιφορὰ τριῶν ἀστροναυτῶν περὶ τὴν γῆν δι' ἐκτέλεσιν διαφόρων δοκιμῶν καὶ ἀσκήσεων.

β) « Ἀπόλλων 8 » (Δεκέμβριος 1968). Ταξίδι τριῶν ἀστροναυτῶν εἰς τὴν σελήνην, 10 περιφοραὶ περὶ αὐτὴν (εἰς ὕψος 110 km) καὶ ἐπάνοδος εἰς τὴν γῆν. Ἡ ἀποστολὴ αὕτη ἐπέτυχε πλήρως (Βλ. εἰκ. 55).



Εικ. 55. Φωτογραφία της γης, αιώρουμένης εις τὸ διάστημα, πλησίον τοῦ ὁρίζοντος σεληνιακοῦ τοπίου, ληφθεῖσα ἀπὸ τὸν Ἀπόλλωνα 8.

γ) «'Απόλλων 9» (Μάρτιος 1969). Περιφορά τριών αστροναυτών περί την γῆν. Ἐπιβίβασις τῶν δύο ἐπὶ τῆς «σεληνακάτου», ἀνεξάρτητος περιφορά των περί τῆν γῆν ἐντός τῆς «σεληνακάτου», ἐπάνοδος των εἰς τὸ κύριον διαστημόπλοιον καὶ ἐπιστροφή καὶ τῶν τριῶν εἰς τὴν γῆν. Καὶ ἡ ἀποστολὴ αὕτη ἐπέτυχε. Ἐγιναν αἱ ἀναγκαῖοι γενικαὶ δοκιμαὶ διὰ τὰς ἐπομένας ἀποστολάς.

δ) «'Απόλλων 10» (Μάϊος 1969). Ἀποστολὴ τριῶν αστροναυτῶν εἰς τὴν σελήνην καὶ περιφορά των περί αὐτήν, εἰς ὕψος 120 km. Ἐν συνεχείᾳ ἀποχωρισμὸς «σεληνακάτου» μετὰ δύο αστροναυτῶν καὶ κάθοδος τῆς μέχρις ὕψους 15 km. Ἐπάνοδος των εἰς τὸ κύριον διαστημόπλοιον καὶ ὁλων εἰς τὴν γῆν.

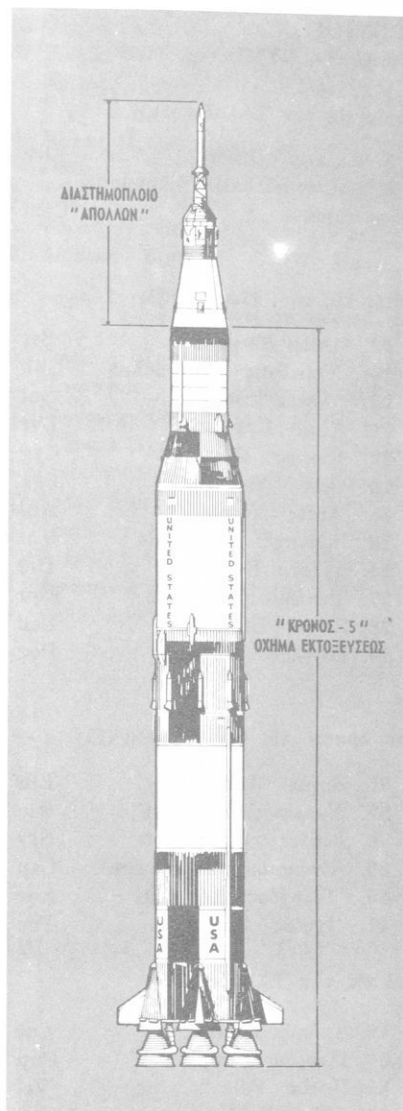
ε) «'Απόλλων 11» (Ιούλιος 1969). Ἀποστολὴ τριῶν αστροναυτῶν εἰς σελήνην διὰ πυραύλου Κρόνος V (εἰκ. 56α, β). Κάθοδος τῆς σεληνακάτου «'Αετός» εἰς τὴν θάλασσαν τῆς Ἡρεμίας καὶ εἰς μέρος ποῦ εἶχεν ἐπιλεγῆ ἀπὸ τὰς ἀποστολάς τῶν Lunar Orbiter, τῶν Surveyor καὶ τῶν αστροναυτῶν τοῦ Ἀπόλλωνος. Ἐξοδος τῶν δύο αστροναυτῶν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς σελήνης. Λήψις φωτογραφιῶν, ἐγκατάστασις σειсмоγράφου καὶ κατόπτρου ἀκτίνων Λαϊζερ, μέτρησις ἀκτινοβολιῶν καὶ δειγματοληψία ἐκ τοῦ ἐδάφους. Ἀποσεληνωσις τῶν δύο αστροναυτῶν διὰ πυραύλου καὶ συνάντησις σεληνακάτου μὲ κύριον διαστημόπλοιον Μεταβίβασις τῶν δύο αστροναυτῶν εἰς διαστημόπλοιον καὶ ἐπιστροφή τῶν τριῶν εἰς τὴν γῆν. Ἡ ἀποστολὴ αὕτη ἐπέτυχε πλήρως.

στ) «'Απόλλων 12» (Νοέμβριος 1969). Ἀποστολὴ τριῶν αστροναυτῶν εἰς τὴν σελήνην. Ἀποβίβασις τῶν δύο ἐπὶ τῆς ἐπιφάνειας τῆς, ἐγκατάστασις ἑτέρου σεισμομέτρου, μαγνητομέτρου καὶ ἄλλων ὀργάνων καὶ μικροῦ «πυρηνικοῦ» ἐργοστασίου ἐνεργείας διὰ λειτουργίαν ὀργάνων καὶ ἀποστολὴν τῶν παρατηρήσεων εἰς τὴν γῆν. Περιεπάτησαν εἰς τὸν Ὠκεανὸν τῶν Καταιγίδων. Ἐπέστρεψαν σῶοι εἰς τὴν γῆν μὲ πλήρη ἐπιτυχίαν τῆς ἀποστολῆς.

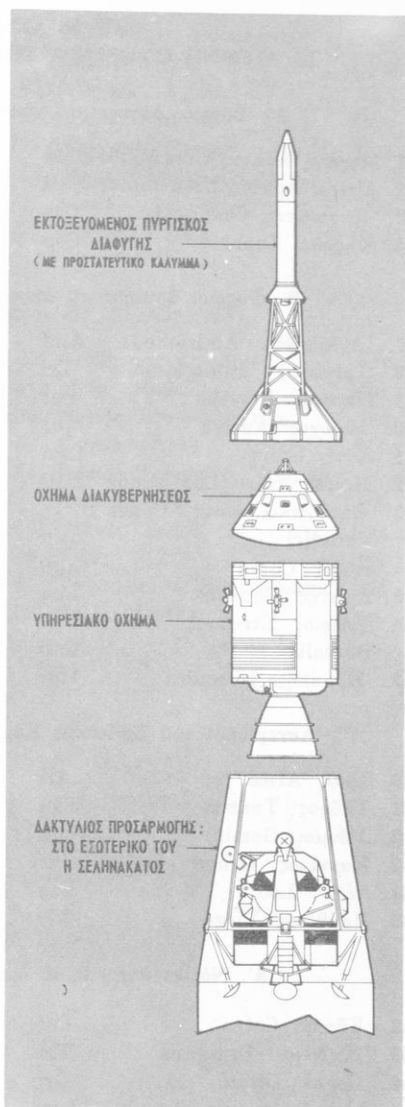
175. Τὸ μέλλον τῆς Ἀστροναυτικῆς. Μετὰ τὴν προσεδάφισιν τῶν Ἀμερικανῶν εἰς τὴν σελήνην, (Ἰούλιος καὶ Νοέμβριος 1969) σημειοῦται, διὰ πρώτην φοράν τὸ κοσμοϊστορικὸν γεγονός, ὅτι ὁ ἄνθρωπος κατῆλθεν, ἐβάδι-σε καὶ παρέμεινεν ἐπὶ πολλὰς ὥρας εἰς ἕτερον οὐράνιον σῶμα. Προγραμματίζονται καὶ ἄλλα ταξίδια κοσμοναυτῶν εἰς τὴν σελήνην καί, ὀλίγον βραδύτερον, ἐπηνδρωμέναι πτήσεις εἰς τὸν Ἄρη.

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 περί τῆς ζωῆς καὶ τοῦ κόσμου.

Παρά ταῦτα, ἔαν ληφθῇ ὑπ' ὄψιν ὅτι ἡ ἀπόστασις τῆς σελήνης ἐκ τῆς γῆς, τῶν 384.000 km, μόλις ὑπερβαίνει τὸ ἐν δευτερόλεπτον τοῦ ἔτους φῶτός, ἐνῶ ἡ ἀκτίς τοῦ ὅλου σύμπαντος ἀνέρχεται εἰς δεκάδα καὶ πλέον δισεκατομμυρίων ἑ. φ., γίνεται φανερόν, ὅτι ὁ ἄνθρωπος μόλις κατάρθωσε νὰ πραγματοποιήσῃ μικρότατον βῆμα ἐντός τοῦ σύμπαντος καὶ ὅτι δὲν εἶναι ὀρθὸν νὰ λέγεται ὅτι θὰ καταστή ὁ «κατακτητὴς του»!



Εικ. 56α. Ο πυράυλος Κρόνος V, δια του οποίου εξετοξεύθη ο 'Απόλλων 11.



Εικ. 56β. Τα τέσσερα κύρια μέρη του διαστημοπλοίου 'Απόλλων 11.

ΟΙ 88 ΑΣΤΕΡΙΣΜΟΙ
ΤΑ ΔΙΕΘΝΗ ΟΝΟΜΑΤΑ ΤΩΝ ΚΑΙ ΤΑ ΣΥΜΒΟΛΑ ΤΩΝ

Α'. Βόρειοι άστερισμοί, άειφανείς εις την Έλλάδα (6)

1. Μεγάλη "Αρκτος· Ursa Major UMA	5. Δράκων· Draco	Dra
2. Μικρά "Αρκτος· Ursa minor UMi	6. Καμηλοπάρδαλις· Camelopardalis	Cam
3. Κασσιόπη· Cassiopeia Cas		
4. Κηφεύς· Cepheus Cep		

Β'. Βόρειοι άστερισμοί, άμφιφανείς εις την Έλλάδα (23)

7. Άνδρομέδα· Andromeda And	18. "Οφιοι· Serpens	Ser
8. Τρίγωνον· Triangulum Tri	19. "Οφιοϋχος· Ophiuchus	Oph
9. Περσεύς· Perseus Per	20. "Ασπίς· Scutum	Sct
10. "Ηνίοχος· Auriga Aur	21. Λύρα· Lyra	Lyr
11. Λύγξ· Lynx Lyn	22. Κύκνος· Cygnus	Cyg
12. Μικρός Λέων· Leo Minor LMi	23. Βέλος· Sagitta	Sga
13. Θηρευτικοί κύνες· Canes Venatici CVn	24. "Αετός· Aquila	Aql
14. Κόμη· Coma Com	25. Άλώπηξ· Vulpecula	Vul
15. Βώτης· Bootes Boo	26. Δελφίν· Delphinus	Del
16. Βόρειος Στέφανος· Corona Borealis CrB	27. Ίππάριον· Equeleus	Equ
17. "Ηρακλής· Heruules Her	28. Σάυρα· Lacerta	Lac
	29. Πήγασος· Pegasus	Peg

Γ'. Άστερισμοί τοϋ Ζφδιακοϋ Κύκλου, όρατοί εις την Έλλάδα (12)

30. Κριός· Aries Ari	36. Ζυγός· Libra	Lib
31. Ταϋρος· Taurus Tau	37. Σκορπιός· Scorpius	Sco
32. Δίδυμοι· Gemini Gem	38. Τοξότης· Sagittarius	Sgr
33. Καρκίνος· Cancer Cnc	39. Αιγόκερως· Capricornus	Cap
34. Λέων· Leo Leo	40. Ύδροχός· Aquarius	Aqr
35. Παρθένος· Virgo Vir	41. Ίχθύες· Pircas	Psc

Δ'. Νότιοι άστερισμοί, όρατοί εις την Έλλάδα (28)

42. Κήτος· Cetus Cet	49. Τρόπις· Carina	Car
43. "Ηριδανός· Eridanus Eri	50. Πρύμνα· Puppis	Pup
44. "Ωρίων· Orion Ori	51. Ίστία· Vela	Vel
45. Λαγός· 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. Μικρός Κύων· Canis Minor CMi	55. Κένταυρος· Centaurus	Cen

56. Θηρίον· Lupus	Lup	63. Μονόκερως· Monoceros	Mon
57. Βωμός· Ara	Ara	64. Πυξίς· Pyxis	Pyx
58. Νότιος Στέφανος· Corona Au- stralis	CrA	65. Ἀντλία· Antlia	Ant
59. Νότιος Ἰχθύς· Piscis Au- stralis	PsA	66. Ἑξᾶς· Sextans	Sex
60. Γλύπτης· Sculptor	Scl	67. Γνώμων· Norma	Nor
61. Φοῖνιξ· Fhenix	Phe	68. Μικροσκόπιον· Microscopium	Mic
62. Κάμινος· Fornax	For	69. Γερανός· Grus	Gru

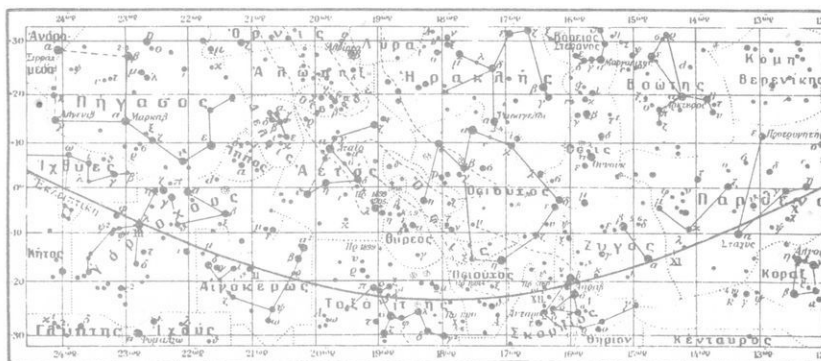
Ε'. Νότιοι ἀστερισμοί, ἀόρατοι εἰς Ἑλλάδα (19)

70. Τουκάνα· Tucana	Tuc	80. Διαβήτης· Circinus	Cir
71. Ὁρολόγιον· Horologium	Hor	81. Μυῖα· Musca	Mus
72. Γλυφεῖον· Coelum	Coe	82. Νότιος Σταυρός· Crux	Cru
73. Ὕδρος· Hydros	Hyl	83. Πτηνόν· Apus	Aps
74. Δίκτυον· Reticulum	Ret	84. Νότιον Τρίγωνον· Triangu- lum Australe	TrA
75. Δοράς· Dorado	Dor	85. Ὀκτάς· Octas	Oct
76. Ὀκρίβας· Pictor	Pic	86. Ταώς· Pavo	Pav
77. Τράπεζα· Mensa	Men	87. Τηλεσκόπιον· Telescopium	Tel
78. Ἰπτάμενος Ἰχθύς· Volans	Vol	88. Ἰνδός· Indus	Ind.
79. Χαμαιλέων· Chamaeleon	Cha		

(Ἀκολουθοῦν οἱ χάρται τοῦ Οὐρανοῦ)



Βόρειον ἡμισφαίριον



Αἰ. ΑΤ

Ἰσημερινή ζώνη

Τὰ ἀντίτυπα τοῦ βιβλίου φέρουν τὸ κάτωθι βιβλιοσῆμον εἰς ἀπόδειξιν τῆς γνησιότητος αὐτῶν.

Ἀντίτυπον στερούμενον τοῦ βιβλιοσήμου τούτου θεωρεῖται κλεψίτυπον. Ὁ διαθέτων, πωλὼν ἢ χρησιμοποιοῦν αὐτὸ διώκεται κατὰ τὰς διατάξεις τοῦ ἄρθρου 7 τοῦ νόμου 1129 τῆς 15/21 Μαρτίου 1946 (Ἑφημ. Κυβερν. 1946, Α' 108).



ΕΚΔΟΣΙΣ Γ.΄ 1971 (V) - ANT. 52.000 - ΣΥΜΒΑΣΙΣ 2087/29 - 3 - 71

ΕΚΤΥΠΩΣΙΣ : ΑΛΕΞ. & ANNA ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ - ΒΙΒΛΙΟΔ. ΟΚΤΩΡΑΤΟΣ - ΚΟΥΚΙΑΣ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

