

Δ. ΚΩΤΣΑΚΗ - Κ. ΧΑΣΑΠΗ

ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

ΣΤ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ - ΑΘΗΝΑΙ 1969

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Κ Ο Σ Μ ● Γ Ρ Α Φ Ι Α

Μέ απόφαση τῆς Ἑλληνικῆς Κυβερνήσεως τά διδακτικά βιβλία τοῦ Δημοτικοῦ, Γυμνασίου καί Λυκείου τυπώνονται ἀπό τόν Ὄργανισμό Ἐκδόσεως Διδακτικῶν Βιβλίων καί μοιράζονται ΔΩΡΕΑΝ.

ΠΙΝΑΞ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	Σελίς
ΕΙΣΑΓΩΓΗ. Ὁ Οὐρανὸς καὶ τὸ Σύμπαν	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'. ΤΟ ΣΥΜΠΑΝ	17
I. ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΕΚΤΑΣΙΣ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ	17
1. Ὅρισμὸς 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. Μορφὴ τῶν γαλαξιδῶν	21
7. Σύστασις τῶν γαλαξιδῶν	23
8. Μέγεθος, περιστροφὴ καὶ μᾶζα τῶν γαλαξιδῶν	25
III. ΓΑΛΑΞΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ ...	26
9. Σύστηματα, 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. Περιστροφὴ τοῦ γαλαξίου	38
15. Τὸ ἡλιακὸν σύστημα	39
16. Σχέσις τῆς γῆς πρὸς τὸν γαλαξίαν καὶ τὸ Σύμπαν	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'. ΑΣΤΕΡΕΣ ΚΑΙ ΑΣΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	42
I. ΟΝΟΜΑΣΙΑ, ΛΑΜΠΡΟΤΗΣ 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 μονὰς	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 νᾶνοι	60
32. Μᾶζαι καὶ πυκνότης τῶν ἀστέρων	61
33. Δομὴ καὶ περιστροφή τῶν ἀστέρων	62
V. ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΙ ΑΣΤΕΡΕΣ	63
34. Ὅρισμὸς 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. Γῆινα φαινόμενα, ἀκολουθοῦντα τὴν 11ετη κύκλον	88
58. Αἱ ἐκλάμψεις καὶ τὰ ἠλεκτρομαγνητικὰ γῆινα φαινόμενα	89
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε΄ ΤΟ ΗΛΙΑΚΟΝ ΣΥΣΤΗΜΑ	91
I. ΚΙΝΗΣΙΣ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΗΛΙΟΝ	91
59. Τὸ γεωκεντρικὸν καὶ ἠλιοκεντρικὸν σύστημα	91
60. Αἱ πραγματικαὶ καὶ αἱ φαινομενικαὶ κινήσεις τῶν πλανητῶν	91
61. Οἱ νόμοι τοῦ Kepler καὶ τοῦ Νεύτωνος	92
62. Ἀποστάσεις τῶν πλανητῶν ἐκ τοῦ ἡλίου	95
63. Ταξινόμησις τῶν πλανητῶν	96
64. Συζυγίαι καὶ ἀποχαὶ τῶν πλανητῶν	96
65. Φάσεις τῶν πλανητῶν	98
66. Οἱ δορυφόροι τῶν πλανητῶν	99
II. ΟΙ ΠΛΑΝΗΤΑΙ ΚΑΙ ΟΙ 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 και πλήθος τών κομητών	116
79. Τροχιαί τών κομητών· περιοδικοί και μη περιοδικοί κομηται	117
80. Θεωρία τής ἄγρας· οἰκογένειαι και προέλευσις τών κομητών	118
81. Φυσική κατάστασις και χημική σύστασις τών κομητών	119
82. Οἱ κομηται τοῦ Βιέλα και τοῦ Χάλλεϋ	119
83. Μετέωρα	121
84. Πλήθος και βροχαι διαπτόντων	122
85. Οἱ ἀερόλιθοι	123
86. Ζωδιακόν και ἀντιηλιακόν φῶς	124
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ' Η ΓΗ	125
I. ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΗΣ ΓΗΣ	125
87. Ἡ γήϊνη σφαῖρα· ἄξων αὐτῆς και κύκλοι τῆς ἐπιφανείας τῆς	125
88. Γεωγραφικαί συντεταγμένα	125
89. Τὸ γήϊνον ἑλλειψοειδές	126
II. ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΤΗΣ ΓΗΣ	128
90. Αἱ στοιβάδες τῆς γήϊνης σφαίρας	128
91. Ἡ ἀτμόσφαιρα	129
92. Ἀτμοσφαιρική διάθλασις	131
93. Ὁ γήϊνος μαγνητισμός	133
III. Αἱ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΓΗΣ	134
94. Ἡ περιστροφή τῆς γῆς	134
95. Ἡ κίνησις τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον	135
96. Ἀποτελεσματα τοῦ συνδυασμοῦ τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς και τῆς κινήσεως αὐτῆς περὶ τὸν ἥλιον	136
97. Ἡ μετάπτωσις και ἡ κλόνησις	140
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'. Η ΣΕΛΗΝΗ	142
I. Η ΣΕΛΗΝΗ ΩΣ ΔΟΥΡΥΦΟΡΟΣ ΤΗΣ ΓΗΣ	142
98. Ἀπόστασις και μέγεθος τῆς σελήνης	142
99. Κίνησις τῆς σελήνης περὶ τὴν γῆν	142
100. Αἱ φάσεις τῆς σελήνης	143
101. Περιστροφή και σχῆμα τῆς σελήνης	145
II. ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΤΗΣ ΣΕΛΗΝΗΣ	146
102. Ἐπιφάνεια τῆς σελήνης	146
103. Τὸ ἔδαφος και τὸ ἐσωτερικόν τῆς σελήνης	150

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. Ἑρμηνεῖα τοῦ φαινομένου τῶν παλιρροιῶν	157
112. Ἡ παλίρροια τοῦ Εὐρίπου	159
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'. Η 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 ἰσημερινὸς	166
119. Ὁριζαῖοι καὶ παράλληλοι κύκλοι	167
120. Μεσημβρινὸν ἐπίπεδον καὶ οὐράνιος μεσημβρινὸς τόπου· κύρια σημεία τοῦ ὀριζοντος	168
121. Φαινομένη περιστροφή τῆς οὐρανόσφαιρας καὶ νόμοι αὐτῆς	170
122. Ἄνατολαι καὶ δύσεις τῶν ἀστέρων· ἡμερήσια καὶ νυκτερινὰ τόξα αὐτῶν	172
123. Ἄειφανεῖς, ἀμφιφανεῖς καὶ ἀφανεῖς ἀστέρες εἰς ἓνα τόπον	173
124. Μεσουρανήσεις τῶν ἀστέρων εἰς ἓνα τόπον	174
125. Δύο θεμελιώδεις ἰδιότητες τοῦ οὐρανόσφαιρου μεσημβρινοῦ	175
126. Ἀπόκλισις καὶ πολικὴ ἀπόστασις ἀστέρος	177
127. Ὁριζαία γωνία ἀστέρος	178
Ο ΗΛΙΟΣ ΕΙΣ ΤΗΝ ΟΥΡΑΝΙΟΝ ΣΦΑΙΡΑΝ	180
128. Ἐκλειπτικὴ	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. Ὁρθὴ ἀναφορὰ ἀστέρος	189
134. Ὁρισμὸς τῆς θέσεως σημείου ἐπὶ τῆς οὐρανόσφαιρας	191

	Σελίς
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Θ'. ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ	193
135. Αί δύο μεγάλαι μονάδες μετρήσεως του χρόνου	193
I. Η ΗΜΕΡΑ	193
136. Ἀστρική ἡμέρα, ἀστρικός χρόνος, ἀστρικά ὥρολόγια	193
137. Θεμελιώδεις σχέσεις μεταξύ ἀστρικού χρόνου (Τ), ὀρθῆς ἀναφορᾶς (α) καί ὠριαίας γωνίας (Η)	195
138. Ἀληθῆς ἡλιακή ἡμέρα, ἀληθῆς ἡλιακός χρόνος, ἡλιακή ὥρολόγια	197
139. Μέσος ἥλιος, μέση ἡλιακή ἡμέρα, μέσος ἡλιακός χρόνος, ὥρολόγια μέσου ἡλιακοῦ χρόνου	199
140. Ἐξίσωσις του χρόνου	200
141. Παγκόσμιος χρόνος	201
142. Ἀρχή καί ἀλλαγὴ τῆς ἡμέρας	204
II. ΤΟ ΕΤΟΣ	206
143. Ἀστρικόν, τροπικόν καί 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 ἑορτῆς τοῦ Πάσχα	211
149. Ὁ κύκλος τοῦ Μέτῶνος	211
150. Τὸ παγκόσμιον ἡμερολόγιον	212
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ι'. ΚΟΣΜΟΓΟΝΙΑ	215
151. Μικροκοσμογονία καί μακροκοσμογονία	215
152. Προέλευσις τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος	215
153. Χαρακτηριστικά γνωρίσματα τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος	216
154. Αἱ «ἔξελικτικά» καί αἱ «δυναμικά» θεωρίαι	217
155. Ἡ πρωτοπλανητικὴ θεωρία	219
156. Γένεσις τῶν ἀστέρων καί τῶν γαλαξιδῶν	220
157. Διαστολὴ τοῦ Σύμπαντος	223
158. Ἡλικία τοῦ Σύμπαντος	225
159. Ἀρχὴ καί τέλος τοῦ Σύμπαντος	226
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΑ'. ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ	228
160. Γνώμων	228
161. Χρονόμετρα καί ἐκκρεμῆ	229
162. Τηλεσκόπια	229
163. Εἰδικὰ ἀστρονομικὰ ὄργανα	234
164. Ραδιοτηλεσκόπια	234

	Σελίς
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΒ'. ΑΣΤΡΟΝΑΥΤΙΚΗ	236
Είσαγωγή	236
165. Οί θεμελιώδεις νόμοι τῆς Μηχανικῆς	237
166. Ταχύτης διαφυγῆς	237
167. Κίνησις τῶν τεχνητῶν δορυφόρων	239
168. Αί τρεῖς κοσμικαί ταχύτητες	240
169. Ἄρχή τῆς δράσεως καί ἀντιδράσεις καί τεχνική τῶν πυραύλων	241
170. Τοποθέτησις δορυφόρου ἐπὶ τροχιᾶς	242
171. Ἐρευναι διὰ τῶν τεχνητῶν δορυφόρων	245
172. Ἐξέδραι τοῦ διαστήματος	248
173. Διαστημόπλοια	248
174. Διαπλανητικὰ ταξίδια	255
175. Τὸ μέλλον τῆς Ἀστροναυτικῆς	258
Οἱ 88 ἀστερισμοί, τὰ 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 κοιτάξωμεν πρὸς τὰ ἐπάνω καὶ γύρω μας, θὰ ἴδωμεν τὸν οὐρανὸν πλημμυρισμένον ἀπὸ χιλιάδες φωτεινὰ σημεῖα, τοὺς ἀστέρας. Ὁ οὐρανὸς φαίνεται συνήθως κίανου 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 περιβάλλουν ἀπὸ παντοῦ οἱ ἀστέρες τοῦ οὐρανοῦ. Θὰ ἐφαίνοντο δὲ ὅλοι εἰς τὴν ἰδίαν ἀπὸ ἡμᾶς ἀπόστασιν, διεσπαρμένοι ἐπάνω εἰς τὴν οὐράνιον σφαῖραν. Ἡ σφαῖρα αὐτὴ δὲν εἶναι πραγματικὴ, ἀλλὰ φανταστικὴ.

Ἐπὶ τῆς οὐρανόσφαιρας 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, ἢ μεταξὺ τῶν ἀστέρων ὑπάρχονσα ὕλη — ἀπὸ ἀέριον καὶ σκόνην — ἀκόμη δὲ καὶ ὀλόκληρος ὁ **γαλαξίας**. Πολυπληθέστεροι εἶναι οἱ ἀστέρες, εἰς ὀλόκληρον δὲ τὴν οὐράνιον σφαῖραν φαίνονται διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ περὶ τὰς 7.000. Διὰ τοῦ τηλεσκοπίου τοῦ Παλομάρ δύναται νὰ φωτογραφηθῶν 5.000.000.000 ἀστέρες.

Ὁ Γαλαξίας μας ὑπολογίζεται, ὅτι ἔχει πλέον τῶν 150 δισεκατομμυρίων ἀστέρων. Καὶ ὑπάρχουν εἰς τὸ διάστημα τρισεκατομμύρια γαλαξιών 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 χῶρον 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 χῶρον.

Ἡ Ἀστρονομία εἶναι ἡ ἐπιστήμη πὸν ἀσχολεῖται μὲ τὴν μελέτην τῶν οὐρανίων σωμάτων. Χωρίζεται εἰς δύο μεγάλους κλάδους: α) Τὴν Κλασσικὴν Ἀστρονομίαν, ἡ ὁποία ἐξετάζει τὰς 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 πὸν τὰς προκαλοῦν· δηλαδὴ διατυπώνει τοὺς μαθηματικοὺς τύπους, οἱ ὁποῖοι τὰ συνδέουν μεταξὺ τῶν. 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 πὸν σχετίζονται μὲ τὴν μορφήν καὶ τὴν κατασκευὴν τοῦ Σύμπαντος, καθὼς καὶ μὲ τὸν πιθανὸν τρόπον τῆς γενέσεως καὶ ἐξελιξέως 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 πολλαπλῆ. Αἱ παρατηρήσεις τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν ὠδήγησαν τὸν Νεύτωνα εἰς τὴν μεγάλην ἀνακάλυψιν τοῦ νόμου τῆς βαρύτητος, πὸν εἶναι ἡ κυριώτερα βᾶσις τῆς συγχρόνου θετικῆς ἐπιστήμης. Ἡ ὀπτικὴ (τηλεσκόπιον, μικροσκόπιον) ἀνεπτύχθη πολὺ μὲ τὴν ἔρευναν 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 ἠΐξεσε, ἰδίως εἰς τὸν τομέα ἐρεῦνης τοῦ διαστήματος, διὰ τῶν τεχνητῶν δορυφόρων καὶ τῶν διαστημοπλοίων.

Ἡ ἀξία ὁμως 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 ἐξαιρετον γύμνασμα διὰ τὸ πνεῦμα τοῦ ἀνθρώπου. Ἐνισχύει τὴν μνήμην καὶ ὀξύνει τὴν κρίσιν· διευρύνει τὴν σκέψιν καὶ ἀναπτέρωνει τὴν φαντασίαν. Ἡ θαυ-

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

Ἡ Ἀστρονομία εἶναι ἐπιστήμη μὲ μεγάλην ἠθοπλαστικὴν δύναμιν. Διότι, « ἐὰν ἡ σπουδὴ της, λέγει ὁ καθηγητὴς Πλακίδης¹, ἀποκαλύπτῃ διὰ τῶν θαυμασίων αὐτῆς εἰς τὸν ἄνθρωπον τὸ μεγαλεῖον τοῦ λογικοῦ, διὰ τοῦ ὁποῖου ἐπροικίσθη οὗτος ὑπὸ τῆς Θείας Προνοίας, συγχρόνως τὸν ὀδηγεῖ 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, και τῆς ἰδιοτελείας, ὅταν ἀναλογισθῶμεν τί ἀντιπροσωπεύει ἐν χώρῳ και χρόνῳ τὸ ἀνθρώπινον ἐγὼ ἀπέναντι τοῦ Σύμπαντος ».

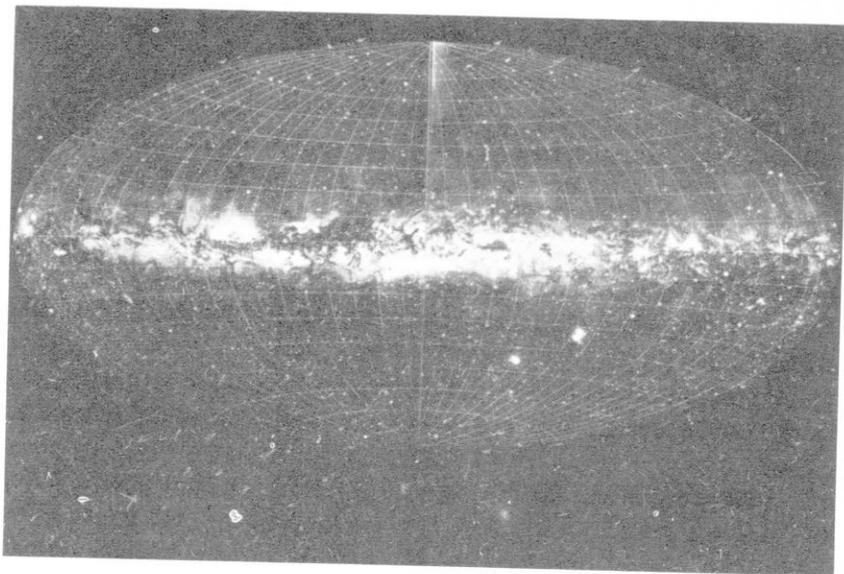
Ἡ Ἀστρονομία τέλος σχετίζεται στενῶς μὲ τὴν Φιλοσοφίαν και τὴν Μεταφυσικὴν. Μολονότι, ὡς φυσικὴ ἐπιστήμη, δὲν δύναται νὰ δώσῃ ἄμεσον ἀπάντησιν εἰς φιλοσοφικὰ προβλήματα, ἐν τούτοις, ἡ μελέτη τῶν ἀστρονομικῶν ζητημάτων, ὅπως γράφει ὁ Russell (Ράσσελ)² « ἀσκεῖ γενικῶς σημαντικὴν ἐπίδρασιν εἰς τὸν καθορισμὸν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

Πολὺ 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 και τέως Διευθυντὴς τοῦ Ἀστεροσκοπεῖου 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 και τῆς ἐξελίξεως τῶν ἀστέρων.

3. Δ. Αἰγινήτης, Καθηγητὴς τοῦ Πανεπιστημίου και Διευθυντὴς τοῦ Ἐθνικοῦ Ἀστεροσκοπεῖου 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 σώματων.

β'. Αἱ διάφοροι μορφαὶ ἐνεργείας ἦτοι τὸ φῶς, ἡ θερμότης, ὁ ἠλεκτρισμὸς κ.λπ. συνδέονται μὲ τὰ ὑλικά σώματα. Ὅπως δὲ διδάσκει ἡ σύγχρονος Φυσική, δὲν ὑπάρχει οὐσιαστικὴ διαφορὰ μεταξύ ὕλης καὶ ἐνεργείας, ἀλλ' ἡ μὲν ὕλη « ἐξαύλουμένη » γίνεται ἐνέργεια, ἡ δὲ ἐνέργεια « ὑλοποιουμένη » εἶναι δυνατὸν νὰ μετατραπῆ 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 ἄμορφο, οὔτε ἄπειρον, ἀλλ' ἔχει πέρατα.

Ὅσον καὶ ἐάν, ἐκ πρώτης ὄψεως, τοῦτο φαίνεται νὰ εἶναι δυσπαραδέκτον, ὅμως ὅλαι αἱ ἔρευναι 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 ("Αἰνστάϊν")¹.

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

Καλοῦμεν δὲ ὑπερσφαιραν², τὴν σφαῖραν, τῆς ὁποίας ἡ ἀκτὴς δὲν ἔχει σταθερὸν μήκος, ἀλλὰ τὸ μέγεθός της μεταβάλλεται ἐν χρόνῳ.

Τοῦτο σημαίνει, ὅτι τὸ Σύμπαν δύναται νὰ ἐξομοιωθῆ με ἓνα μπαλόνι, τὸ ὁποῖον συνεχῶς ἡ 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, χώρον καὶ ὅτι, σὺν τῇ παρόδῳ τῶν δισεκατομμυρίων ἐτῶν τῆς ἱστορίας του, τὸ Σύμπαν συνεχῶς διεστέλλετο, ἡ δὲ διαστολή του συνεχίζεται ἀκόμη.

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

Ἐτος φωτός εἶναι τὸ μήκος, τὸ ὁποῖον διανύει τὸ φῶς, ἐάν κινήται συνεχῶς, μετὰ 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 μετὰ 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 μορφάς τοῦ αἰῶνος μας.

2. Ὁ ὀρισμὸς οὗτος δὲν πρέπει νὰ συσχετισθῆ μετὰ τὸν ὀρισμὸν τῆς ὑπερσφαιρας εἰς τὴν Γεωμετρίαν.

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

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

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

Διὰ τοῦ μεγαλυτέρου τηλεσκοπίου, τὸ ὁποῖον εύρίσκεται εἰς τὸ ἀστεροσκοπεῖον τοῦ Palomar (Παλομάρ), διακρίνονται ἀντικείμενα καὶ πέραν τῆς ἀποστάσεως τῶν δύο δισεκατομμυρίων ε.φ. Διὰ τῶν μεγάλων δὲ ρ α δ ι ο τ η λ ε σ κ ο π ί ω ν, εἶναι δυνατὸν νὰ εἰσδύσωμεν εἰς τὸν χῶρον τοῦ Σύμπαντος, περίπου, μέχρι τῶν ἑξ δισεκ. ε.φ. Καὶ ὅμως! Τὸ Σύμπαν εἶναι τόσον πολὺ μέγα, ὥστε θὰ πρέπει νὰ κατασκευασθοῦν πολὺ μεγαλύτερα τηλεσκόπια, διὰ νὰ κατορθωθῇ νὰ «ἴδωμεν» αὐτὸ εἰς ὅλην του τὴν ἑκτασίαν.

Ὑπολογίζεται, ὅτι ἡ ἀκτίς τῆς ὑπερσφαιρας τοῦ Σύμπαντος εἶναι τ ἡ ς τ ᾶ ξ ε ω ς τῶν δέκα δισεκατομμυρίων ε.φ. ἢ καὶ μεγαλυτέρα.

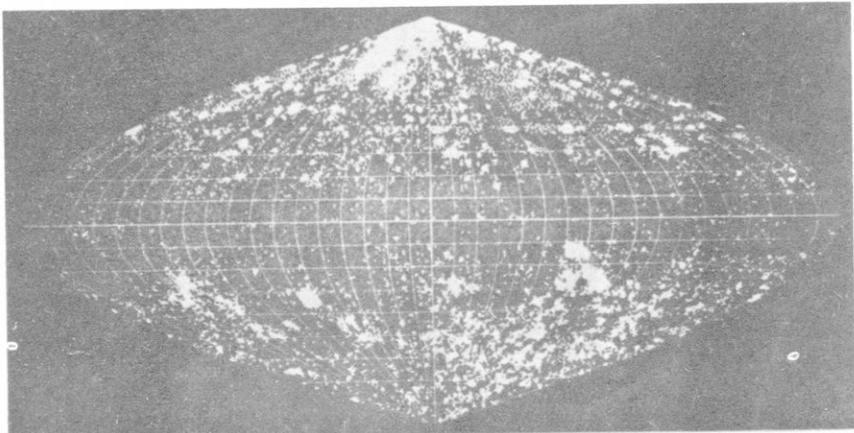
II. ΟΙ ΓΑΛΑΞΙΑΙ

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

*Ἄλλοτε, ὅταν δὲν ἦτο δυνατὸν νὰ μετρηθοῦν αἱ ἀποστάσεις των καὶ νὰ ἐκτιμηθοῦν τὰ πραγματικά των μεγέθη, οἱ ἀστρονόμοι ὠνόμασαν τὰ ἀντικείμενα αὐτά, ὡς ἐκ τῆς ὀψεως των, ν ε φ ε λ ο ε ι δ ε ἰ ς. Σήμερον γνωρίζομεν, ὅτι ἕκαστον ἐξ αὐτῶν εἶναι καὶ ἕνας γ α λ α ξ ῖ α ς.

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 γαλαξιδῶν, εύρίσκεται διασκορπισμένη καὶ ἀραιοτάτη ὕλη, ἐξ ἀερίων καὶ κόνεως, συχνὰ πολὺ ἀραιότερα τοῦ «κενοῦ», τὸ ὁποῖον ἐπιτυγχάνομεν τεχνικῶς. Ἡ ὕλη αὐτὴ δύναται νὰ θεωρηθῇ, ὅτι πληροῖ, ἐν γένει, τὸν



Είκ. 2. Κατανομή τών νεφελοειδών (γαλαξιών)
εἰς τὴν οὐράνιον σφαῖραν.

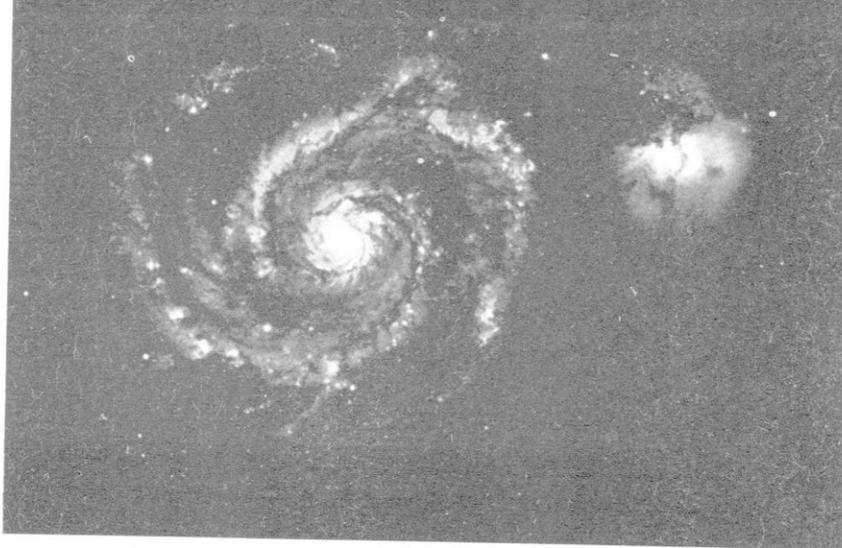
χῶρον τοῦ Σύμπαντος. Ἐπειδὴ δὲ καταλαμβάνει ὅλον τὸ μεσογαλαξιακὸν διάστημα, ἤτοι τὸ διάστημα μεταξύ τών γαλαξιών, διὰ τοῦτο καὶ καλεῖται **μεσογαλαξιακὴ ὕλη**.

5. Πλῆθος τών γαλαξιών. α'. Δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ καταμετρηθοῦν μὲ ἀκρίβειαν ὅλοι οἱ γαλαξίαι τοῦ Σύμπαντος καὶ τοῦτο διότι, ὡς ἐλέχθη (§ 3β), μὲ τὰ τηλεσκόπια εἰσδύομεν εἰς τὸν χῶρον μέχρι ἑνὸς ὠρισμένου βάρους, τὸ ὁποῖον ἀντιπροσωπεύει, τὸ πιθανώτερον, μόνον τὸ ἡμισυ τῆς ἀκτίνος τοῦ Σύμπαντος.

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

β'. Παρὰ ταῦτα εἶναι δυνατὸν νὰ ὑπολογίσωμεν τὸ πλῆθος τών γαλαξιών. Εἰς τὸν ὑπολογισμόν ὁμως αὐτὸν περιοριζόμεθα μόνον εἰς τὴν τάξιν τοῦ πλῆθους.

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



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

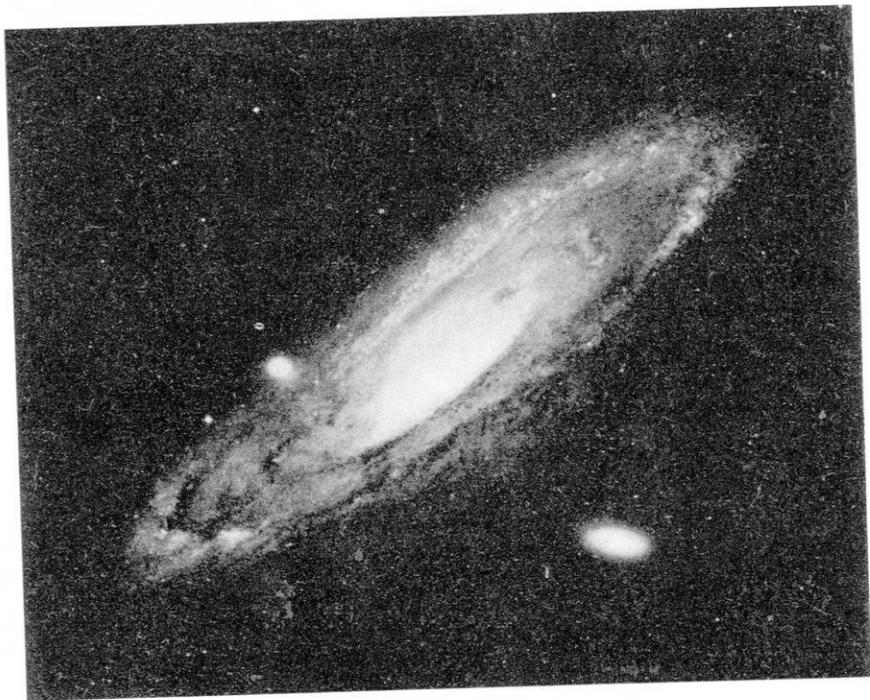
Σύμπαν, τότε ἡ τάξις τῶν ἀριθμῶν εἶναι ἀρκετὴ διὰ τὸν καθορισμὸν αὐτῶν τῶν μεγεθῶν, περιττεύει δὲ ἡ μεγαλύτερα ἀκρίβεια.

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

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

β'. Οἱ περισσότεροι ὅμως γαλαξίαι παρουσιάζουν ὄψιν σ π ε ι ρ ο ε ι δ ῆ. Ἐχουν δηλαδὴ οὔτοι ἓνα πυρῆνα, ὃ ὁποῖος δυνατὸν νὰ

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



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

εἶναι ἔλλειπτικοῦ σχήματος, δυνατὸν ὅμως καὶ νὰ ὁμοιάζη μὲ ἐπιμήκη ράβδον. Καὶ εἰς τὰς δύο ὅμως περιπτώσεις, ἀπὸ τὰ ἄκρα τοῦ ραβδωτοῦ ἢ ἔλλειψοειδοῦς πυρήνος, ἐκφύονται δύο βραχίονες, οἱ ὁποῖοι ἐλίσσονται σπειροειδῶς περὶ τὸν πυρήνα. Διὰ τοῦτο τοὺς γαλαξίας αὐτοὺς τοὺς ὀνομάζομεν **σπειροειδεῖς**. Τὸ πλῆθος των ἀντιπροσωπεύει τὰ 80% τοῦ συνόλου τῶν γαλαξιῶν.

Ἐὰν ὁ πυρὴν τῶν ἐν λόγω γαλαξιῶν εἶναι ἔλλειπτικός, 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 γαλαξία, οἱ ὁποῖοι 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 γαλαξιών.

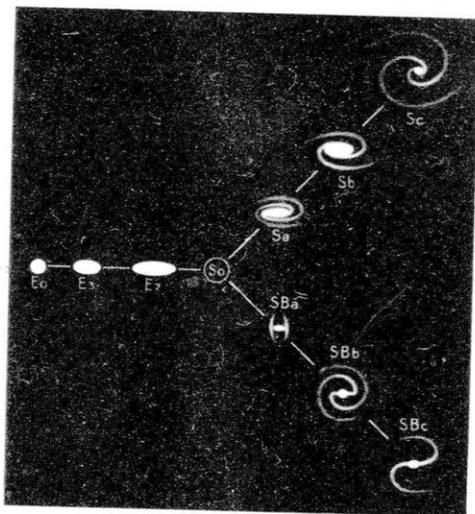
δ'. Θεωρεῖται ὡς λίαν πιθανόν, ὅτι αἱ μορφαὶ αὐταὶ τῶν γαλαξιών μαρτυροῦν καὶ τὸν τρόπον, κατὰ τὸν ὁποῖον οὗτοι ἐξελισσονται.

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

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

Ἐξ ἄλλου, παραπλευρῶς ἀπὸ τὸν ἀριθμὸν ἀναφέρεται συνήθως καὶ ἡ μορφή τοῦ γαλαξίου, ὡς τ ὕ π ο ς αὐτοῦ, διὰ τῶν γραμμάτων E (ἔλλειπτικὸς), S (σπειροειδής), SB (ραβδωτὸς σπειροειδής), I (ἀνώμαλος). Π.χ., διὰ τὸν νεφελοειδῆ τῆς Ἀνδρομέδας γράφομεν: γαλαξίας N.G.C. 224, τύπου S.

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



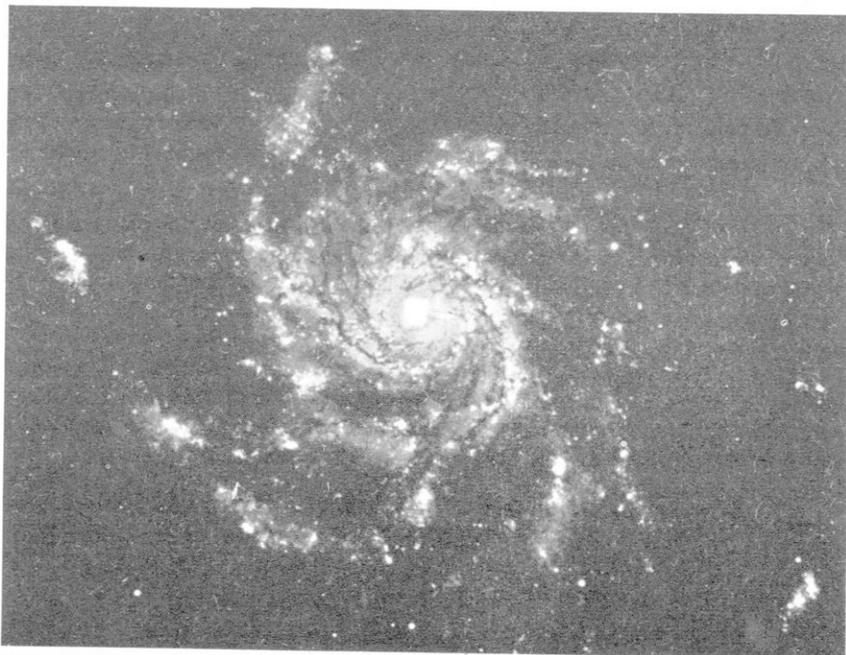
Εἰκ. 5. Μορφολογικὴ ταξινόμησις τῶν γαλαξιών. E₀, E₃, E₇ ἔλλειψοειδεῖς· Sa, Sb, Sc σπειροειδεῖς· SBa, SBb, SBc σπειροειδεῖς ραβδωτοί.

α'. Οί **άστερες** καθ' ένός γαλαξίου είναι ήλιοι, ώς ό ήλιός μας. Τό πλήθος τών άστέρων έκάστου γαλαξίου δέν είναι δυνατόν νά καταμετρηθῆ· διότι, λόγω τῆς μεγάλης άποστάσεως τών γαλαξιών, δέν είναι συνήθως δυνατόν καί νά διακρίνωμεν τούς άστέρας των, πρό παντός εις τούς πυρήνας των. Μόνον εις τούς πλησιεστέρους γαλαξίας κατορθώνομεν νά διακρίνωμεν τούς άστέρας καί πάλιν, ὄχι τόσον εις τούς πυρήνας, ὅσον εις τούς βραχίονας, ὅπου είναι καί άραιότεροι.

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

β'. Τά **νεφελώματα** καθ' ένός γαλαξίου είναι ὕλη νεφελώδης, σχετικῶς πυκνή, συνήθως δέ σκοτεινή, έκτός ἕαν φωτίζεται ἀπό γειτονικούς πρός αὐτήν άστέρας, ὅποτε φαίνεται φωτεινή. Διακρίνονται δέ τά νεφελώματα ὡς σκοτειναί κηλίδες ἢ καί σκοτειναί ταινίαι,

Εικ. 6. Ὁ σπειροειδής γαλαξίας N.G.C. 5457 εις τόν άστερισμόν τῆς Μεγάλης Ἄρκτου, ἀναλυόμενος μερικῶς εις άστέρας.



αί όποια άμαυρώνουν κατά τόπους τόσον τόν πυρήνα, όσον και τούς βραχίονας καθενός γαλαξίου.

γ'. Τέλος, ή **μεσοαστρική ύλη** είναι ύλη διάσπαρτος, έξ αερίων ή και κόνεως, πολύ άραιότερα από τήν ύλην τών νεφελωμάτων, ή όποία, έπειδή πληροί τόν μεσοαστρικόν χώρον, ήτοι τόν χώρον μεταξύ τών άστέρων καθ' ένός γαλαξίου, διά τουτο όνομάζεται και μεσοαστρική.

Ή μεσοαστρική ύλη είναι ανάλογος πρós τήν μεσογαλαξιακήν, ή όποία εύρίσκεται εις τόν χώρον μεταξύ τών γαλαξιών (§4γ).

8. Μέγεθος, περιστροφή και μάζα τών γαλαξιών. α'. Έπειδή τό σχήμα τών γαλαξιών, έξαιρέσει τών σφαιρωτών, είναι έν γένει πεπλατυσμένον, μάλιστα δέ εις τούς σπειροειδείς γαλαξίας φαίνεται πολύ πεπιεσμένον, διά τουτο αί διαστάσεις τών γαλαξιών προσδιορίζεται μέ δύο πάντοτε άριθμούς. Έξ αυτών, ό ένας δίδει τήν διάμετρον του γαλαξίου ή άκριβέστερον, τό μήκος του **μεγάλου άξονος** του έλλειψοειδούς (φακοειδούς) σχήματός του, ένώ ό άλλος παρέχει τό μήκος του **μικροϋ άξονος**, ό όποίος αντιτοιχεί εις τό «πάχος» του γαλαξίου.

Εύρέθη, ότι ή **διάμετρος** τών γαλαξιών ποικίλλει πάντοτε όμως είναι τής τάξεως τών χιλιάδων ή και τών δεκάδων χιλιάδων ε.φ. Εις τούς πολύ μεγάλους γαλαξίας δυνατόν νά φθάνη ή και νά υπερβαίνη άκόμη και τās έκατόν χιλιάδας ε.φ. Συνήθως, τά μεγέθη τών μεγάλων άξόνων τών γαλαξιών κυμαίνονται μεταξύ 20 και 60 χιλιάδων ε.φ. Ό μικρός, έξ άλλου, άξων τών γαλαξιών περιορίζεται συνήθως εις τό δέκατον του μεγέθους του μεγάλου άξονος αυτών.

Κατά κανόνα μεγαλύτεροι είναι οί σπειροειδείς γαλαξίαι.

β'. Συνήθως, ό μικρός άξων ένός γαλαξίου είναι συγχρόνως και ό **άξων τής περιστροφής** του.

Τήν περιστροφήν τών γαλαξιών μαρτυρεί, κατ' άρχήν, αυτό τουτο τό σχήμα των, ένώ οί σπειροειδείς βραχίονες δεικνύουν σαφώς και τήν φοράν, κατά τήν όποίαν περιστρέφεται ένας γαλαξίας.

Έξ άλλου όμως, μέ τήν βοήθειαν του φασματοσκοπίου, κατωρθώθη όχι μόνον νά έπιβεβαιωθῆ ή περιστροφή μερικών γαλαξιών, άλλ' έπί πλέον και νά μετρηθῆ ή **ταχύτης τής περιστρο-**

φ ή γ των. Ἡ ταχύτης αὐτή, εἰς τὰ ἔξωτερικά ὄρια τῶν βραχιόνων, φθάνει καί ἐνίοτε ὑπερβαίνει τὰ 300 km/sec.

γ'. Ἡ ταχύτης περιστροφῆς ἐνὸς γαλαξίου ἐπιτρέπει νὰ ὑπολογισθῇ καί ἡ μᾶζα του, ἤτοι τὸ ποσὸν τῆς ὕλης, τὸ ὁποῖον περιέχει.

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

Εὐρέθη, ὅτι ἡ μᾶζα τῶν μεγάλων γαλαξιδῶν δύναται νὰ εἶναι καί 300 δισεκατομμύρια φορὰς μεγαλύτερα τῆς μάζης τοῦ ἡλίου μας. Οἱ περισσότεροι ὅμως γαλαξιαὶ ἔχουν μᾶζαν μικροτέραν, κυμαίνοντάς μεταξὺ 6×10^{10} καί 2×10^{10} ἡλιακῶν μαζῶν. Ὑπάρχουν ὅμως καί γαλαξιαὶ μὲ μᾶζαν ἴσην πρὸς ἓν μόνον δισεκατομμύριον φορὰς τὴν μᾶζαν τοῦ ἡλίου μας.

Τὰ ἐξαγόμενα αὐτὰ τῶν μετρήσεων τῆς μάζης τῶν γαλαξιδῶν εἶναι ἐκεῖνα, τὰ ὁποῖα ἐπιτρέπουν νὰ ἐκτιμήσωμεν ἐμμέσως καί τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων, τοὺς ὁποίους περιέχει ἕκαστος ἐξ αὐτῶν, ἀν ὑποθεθῇ, ὅτι ἡ μέση μᾶζα τῶν ἀστέρων τῶν εἶναι ἴση πρὸς τὴν ἡλιακὴν μᾶζαν. Διὰ τοῦτο καί ἐλέχθη (§ 7α), ὅτι τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων ἐκάστου γαλαξίου εἶναι τῆς τάξεως τῶν δεκάδων ἕως ἑκατοντάδων δισεκατομμυρίων.

III. ΓΑΛΑΞΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ

9. **Συστήματα, ομάδες καὶ σμήνη γαλαξιδῶν.** Οἱ γαλαξιαὶ δὲν εὐρίσκονται διεσπαρμέναι εἰς τὸ Σύμπαν, κατὰ τρόπον ὁμοίωμορον.

α'. Κατ' ἀρχὴν, ὑπάρχουν γαλαξιαὶ ἐντελῶς μεμονωμέναι, οἱ ὁποῖοι δὲν φαίνονται νὰ ἔχουν οὔτε δεσμὸν κοινῆς καταγωγῆς ἀλλ' οὔτε καί ἄλλην τινα ἀμοιβαίαν ἐξάρτησιν.

Ἐξ ἄλλου, αἱ ἀποστάσεις, αἱ ὁποῖαι τοὺς διαχωρίζουν εἶναι πολὺ μεγάλαι καί τόσοσ, ὥστε, ἀκόμη καί οἱ γειτονικοὶ ἀπέχουν πολλὰ ἑκατομμύρια ε.φ. ἀπ' ἀλλήλων.

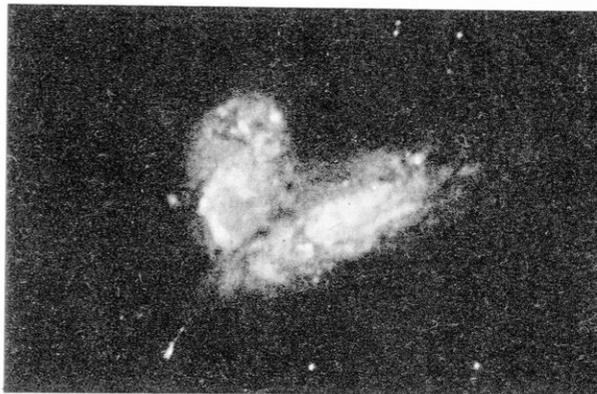
Οί γαλαξίαι αὐτοὶ ὀνομάζονται συνήθως ἄπλοῖ καὶ ἀντιπροσωπεύουν τὸ μεγαλύτερον ποσοστὸν τῶν συνολικῶς γνωστῶν γαλαξιδῶν.

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, ἣ ὅποια κυμαίνεται ἀπὸ $5 \cdot 10^5$ ἕως $2 \cdot 10^6$ ε.φ. Κατόπιν, ἓνα ἄλλο ποσοστὸν γαλαξιδῶν ἀποτελοῦν **συστήματα τριπλᾶ**, ἧτοι συστήματα ἐκ τριῶν γαλαξιδῶν, εὐρισκομένων εἰς ἀποστάσεις ἀπ' ἀλλήλων, ἀναλόγους πρὸς ἐκείνας 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 γαλαξίας, τὰ ὅποια ὀνομάζομεν **ὀμάδας γαλαξιδῶν**, ἀκόμη δὲ καὶ ἄλλα πολὺ περισσότερον πολυμελῆ, μὲ ἑκατοντάδας γαλαξιδῶν ἕκαστον, τὰ ὅποια ὀνομάζονται **σμήνη γαλαξιδῶν**.

Ὁ κατωτέρω πίναξ περιέχει τὰς δώδεκα γνωστὰς **πλησιεστέρας** καὶ κυριωτέρας ὀμάδας καὶ σμήνη γαλαξιδῶν, ἀναγεγραμμένας κατὰ τὴν σειρὰν τῆς ἀποστάσεώς των ἀπ' ἡμῶν. Εἰς τὴν πρώτην στήλην ἀναφέρεται κάθε σμῆνος μὲ τὸ ὄνομα τοῦ ἀστειρισμοῦ, ἧτοι τῆς περιοχῆς τοῦ οὐρανοῦ, ὅπου εὐρίσκεται ἡ ὀμάς ἢ τὸ σμῆνος. Εἰς τὴν δευτέραν στήλην δίδεται ἡ φαινομένη διάμετρος τοῦ τμήματος τοῦ οὐρανοῦ, τὸ ὅποιον καταλαμβάνει τὸ σμῆνος. Διὰ νὰ αἰσθητοποιήσῃ κανεὶς 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 σμῆνους εἰς ἑκατομμύρια ε.φ. καὶ εἰς τὴν τελευταίαν ἀναφέρεται τὸ πλῆθος τῶν γαλαξιδῶν τοῦ σμῆνους.



Εἰκ. 7. Ζεῦγος σπείροειδῶν γαλαξιδῶν.

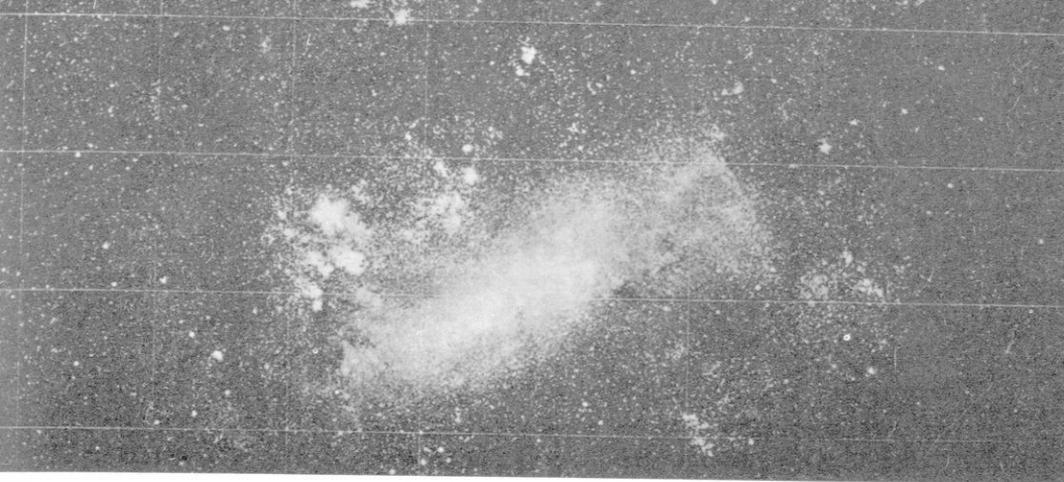
Εικ. 8. Όμας γαλαξιών εις τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Πηγάσου.

Τὰ δώδεκα κυριώτερα σμήνη γαλαξιών

α.α.	Σμήνος	Φαινομ. διαμ.	Ἀπόστασις εἰς ἑκατ. 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. *Αρκτου I	0,7	525	300
8.	Λέοντος	0,6	575	300
9.	Βορείου Στεφάνου	0,5	625	400
10.	Διδύμων	0,5	625	200
11.	Βώτου	0,3	1285	150
12.	Μεγαλ. *Αρκτου II	0,2	1285	200

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

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



Εικ. 9. Τὸ μέγα νέφος τοῦ Μαγγελάνου.

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

Μεταξὺ τῶν γαλαξιών 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 ὁμάς τῶν γαλαξιών καταλαμβάνει εἰς τὸ διάστημα ἓνα χῶρον ἑλλειψοειδοῦς (ὠοειδοῦς) 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, ὁ πολὺ ἄγνωστος ὡς «νεφελειδῆς τῆς Ἀνδρομέδας». Ὁ ἄλλος εἶναι ὁ ἰδικός μας γαλαξίας. Ἀμφότεροι εἶναι σπειροειδεῖς, περίπου δὲ τῶν αὐτῶν διαστάσεων.

Παρέχομεν κατωτέρω τὸν πίνακα τῶν γαλαξιών τῆς «τοπικῆς ὁμάδος».

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

Ἡ τοπικὴ ὁμὰς γαλαξιδῶν

α.α.	Γαλαξία	Τύπος	Ἀπόσταση ε.φ.	Φαινόμενη διάμ.	Διάμετρος εἰς ε.φ.
1.	Ὁ γαλαξίας μας	S	—	—	100.000
2.	Μέγα Νέφος Μαγγελάνου	I	163.000	12 ^ο	34.000
3.	Μικρὸν Νέφος Μαγγελάνου	I	179.000	8 ^ο	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 ^ο ,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 παρετήρησε, 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 μέγαν 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 ὑποθεθῆ, ὅτι αὕτη ἤψανε 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 εὐρεθῆ 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 εὐρεθῆ πόση θὰ εἶναι ἡ ἀκτίς τοῦ Σύμπαντος μετὰ 10^9 ἔτη, ἂν αὕτη αὐξάνη καὶ εἰς τὸ μέλλον ἀναλόγως πρὸς τὸν χρόνον.

3. Ἐὰν ληφθῆ ὡς μονὰς ὁ σημερινὸς ὄγκος τοῦ χώρου τοῦ Σύμπαντος, νὰ εὐρεθῆ πόσος θὰ εἶναι ὁ ὄγκος αὐτοῦ μετὰ 10^9 ἔτη, ὑποτιθεμένου, ὅτι τὸ Σύμπαν εἶναι σφαιρικὸν 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 εὐρισκώμεθα μακρὰν τῶν φώτων τῶν πόλεων, βλέπομεν σαφῶς, ὅτι ὁ οὐρανὸς διασχίζεται ἀπὸ μίαν ἀνώμαλον φωτεινὴν ζώνην, νεφελώδη καὶ ὑπόλευκον, τὴν ὁποίαν οἱ ἀρχαῖοι ἑλληνες ὠνόμασαν **Γαλαξίαν**, ὡς ἐκ τῆς γαλακτοχρῶου ὕφους 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, συμφοτιζομένων 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, ὄχι διότι τοῦτο εἶναι καὶ τὸ πραγματικόν του σχῆμα. Ἔχομεν αὐτὴν τὴν ἐντύπωσιν, διότι καὶ ἡ γῆ ἀπὸ τὴν ὁποίαν τὸν παρατηροῦμεν, εὐρίσκεται ἐντὸς τοῦ γαλαξίου. Κατέχει δὲ τοιαύτην θέσιν εἰς αὐτόν, ὥστε, ὅπως τὸν βλέπομεν, φαίνεται ὡσὰν φωτεινὴ ζώνη, τὴν ὁποίαν ὀνομάζομεν **γαλαξιακὴν ζώνην**.

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

Καθ' ὅμοιον τρόπον, ὅλοι οἱ ἀστέρες, οἱ ὁποῖοι φαίνονται διασκορπισμένοι εἰς τὸν οὐρανόν, εἶναι οἱ πλησίον μας ἀστέρες τοῦ γαλαξίου, ἀντίστοιχοι πρὸς τὰ πλησίον μας δένδρα τοῦ δάσους. Ἐξ ἄλλου ἢ φωτεινὴ γαλακτόχρους ζώνη εἶναι τὰ μακρυνὰ πλήθη τῶν ἀστέρων, τὰ ἀντίστοιχα πρὸς τὰ μακρυνὰ δένδρα τοῦ δάσους. Εἶναι τὰ πλήθη τῶν ἀστέρων, τὰ ὁποῖα εἶναι τόσο πυκνά, ἀλλὰ καὶ τόσο μακρὰ ἀπὸ ἡμᾶς, ὥστε νὰ βλέπωμεν μόνον τὴν ὑπόλευκον

ἀνταύγειάν των. Ὁ γαλαξίας δὲν εἶναι μία σφαῖρα, εἰς τὸ κέντρον τῆς ὁποίας εὐρίσκεται ἡ γῆ, εἰς τρόπον ὥστε ὁλος ὁ οὐρανὸς νὰ ἔχη αὐτὴν τὴν γαλακτώδη ὄψιν. Ἔχει 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'. Ἐπιμελημέναι ἔρευναι, τὰς ὁποίας ἤρχισε πρὸ διακοσίων περίπου ἔτων ὁ W. Herschel (Οὐίλ. Ἑρσελ)¹ καὶ αἱ ὁποῖαι συνεχίσθησαν μέχρι σήμερον ὑπὸ πολλῶν ἐπιφανῶν ἀστρονόμων, ἀπέδειξαν, ὅτι ὁ γαλαξίας μας εἶναι πελώριον συγκρότημα ἔξ ἀστέρων, νεφελωμάτων καὶ μεσοαστρικῆς ὕλης, ὅπως συμβαίνει μὲ ὅλους τοὺς γαλαξίας, μάλιστα δέ, ὅτι εἶναι ἓνας ἐκ τῶν σπειροειδῶν γαλαξιῶν.

Συγκεκριμένως, ὁ γαλαξίας μας ἀποτελεῖται, κυρίως, ἔξ ἑνὸς πυρῆνος, τοῦ ὁποίου τὸ σχῆμα εἶναι φακοειδέες, πολὺ πεπλατυσμένον. Ἀπὸ δύο ἐκ διαμέτρου ἀντίθετα ἄκρα τοῦ φακοειδοῦς αὐτοῦ πυρῆνος, ἐκφύονται οἱ δύο βραχίονές του, οἱ ὁποῖοι καὶ ἐλίσσονται περὶ τὸ κύριον φακοειδέες 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, δυσκολεῖται 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 ἀμυδρούς, 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 τῶν ἄλλων, ὀφείλεται καὶ ἡ ἀνακάλυψις τοῦ πλανῆτου Οὐρανοῦ.

Ἐν τούτοις, καταρθώθη 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.

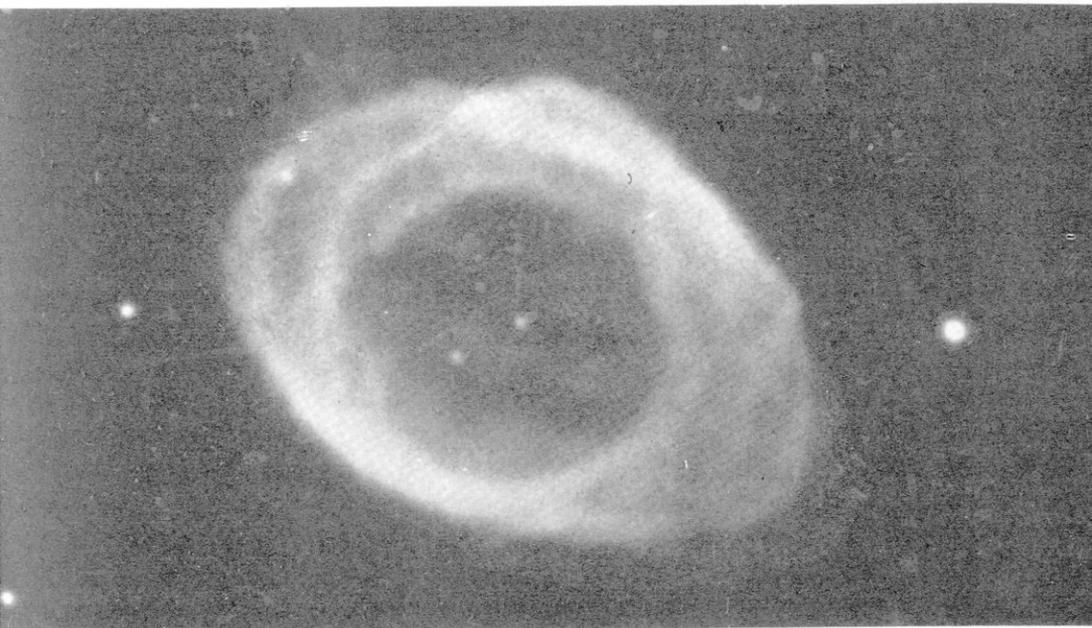
β'. Ἐκτὸς τῶν ἀστέρων, ὁ γαλαξίας μας περιέχει καὶ πολλὰ **νεφελώματα**.

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 ἀστὴρ, ἐκ τοῦ ὁποίου προῆλθεν ἕκαστον ἐκ τούτων, φαίνεται περιβαλλόμενος ἀπὸ τὸ νεφέλωμα.

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

Εἰκ. 10. Τὸ δακτυλιοειδὲς πλανητικὸν νεφέλωμα τῆς Λύρας.



στέρα ένα χῶρον περίπου σφαιρικόν, διὰ τοῦτο τὰ νεφελώματα αὐτὰ παρουσιάζουν συνήθως τὴν ὄψιν δίσκου, περίπου κυκλικοῦ, 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.

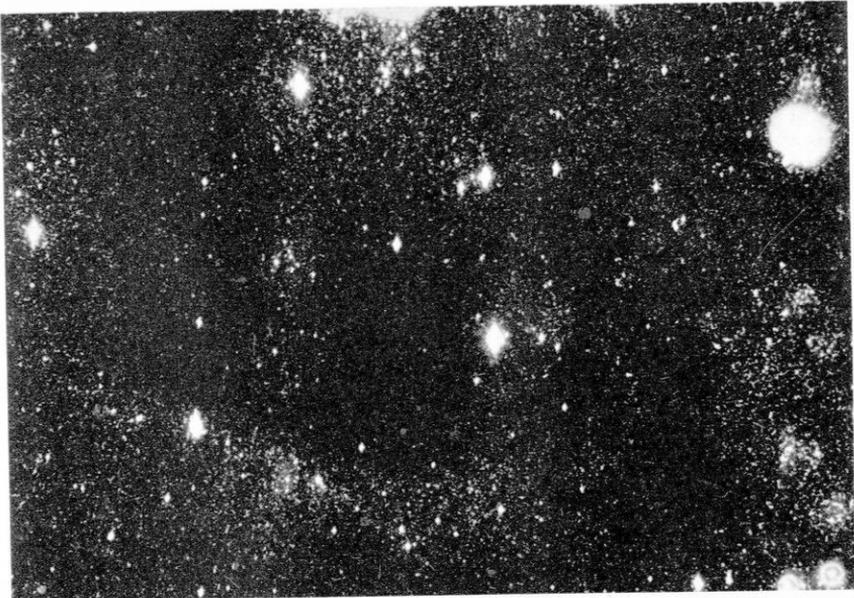
2. Ἐξ ἄλλου τὰ **διάχυτα (φωτεινὰ) νεφελώματα** εἶναι νεφελώδης ὕλη ἐξ ἀερίου ἢ καὶ κόνεως. Κυρίως ἀποτελοῦνται ἐκ τῶν στοιχείων ὕδρογόνου, ἡλίου καὶ νατρίου.

Αὐτὰ φαίνονται φωτεινά, διότι ἀνακλοῦν καὶ διαχέουν τὸ φῶς τῶν ἀστέρων, οἱ ὁποῖοι εὐρίσκονται πλησίον των, ὁπότε ὀνομάζονται «νεφελώματα ἀνακλάσεως» ἢ ἐκπέμπουν ἰδικόν των φῶς, λόγῳ διεγέρσεως τῶν ἀτόμων τῆς ὕλης των, ὁπότε 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 ὁποῖαν συνίστανται εἶναι πολὺ ἀραιά, ἡ δὲ πυκνότης της πρέπει νὰ εἶναι μικροτέρα τῆς πυκνότητος τῆς γηίνης ἀτμοσφαίρας πλέον ἀπὸ 30 ἑκατομ. φορές.

3. Τὰ **σκοτεινὰ νεφελώματα** δὲν διαφέρουν καθόλου ἀπὸ τὰ φωτεινά, 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 ὑπαρξιν αὐτῶν τὸ γεγονός ὅτι, ἐκεῖ ὅπου ὑπάρχουν, ἀποκρύπτονται ἐντελῶς οἱ ἀστέρες, ἐνῶ ἔξω ἀπὸ τὴν περίμετρόν των, ὁ χῶρος βρῖθιθε 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. Ὁλος ἄλλωστε ὁ γαλαξίας φαίνεται καὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ διχασμένος εἰς δύο κλάδους ἐπιμήκει, διότι ἀκριβῶς διασχίζεται ἀπὸ ἓνα πολὺ μεγάλο, ἐπίμηκες, σκοτεινὸν νεφέλωμα.



Είκ. 11. Σκοτεινόν διάχυτον νεφέλωμα τοῦ Γαλαξίου μας εἰς τήν περιοχήν τοῦ Τοξότου, ἀποκρύπτει τοὺς ὀπισθὲν του εὕρισκομένους ἀστέρας.

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



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

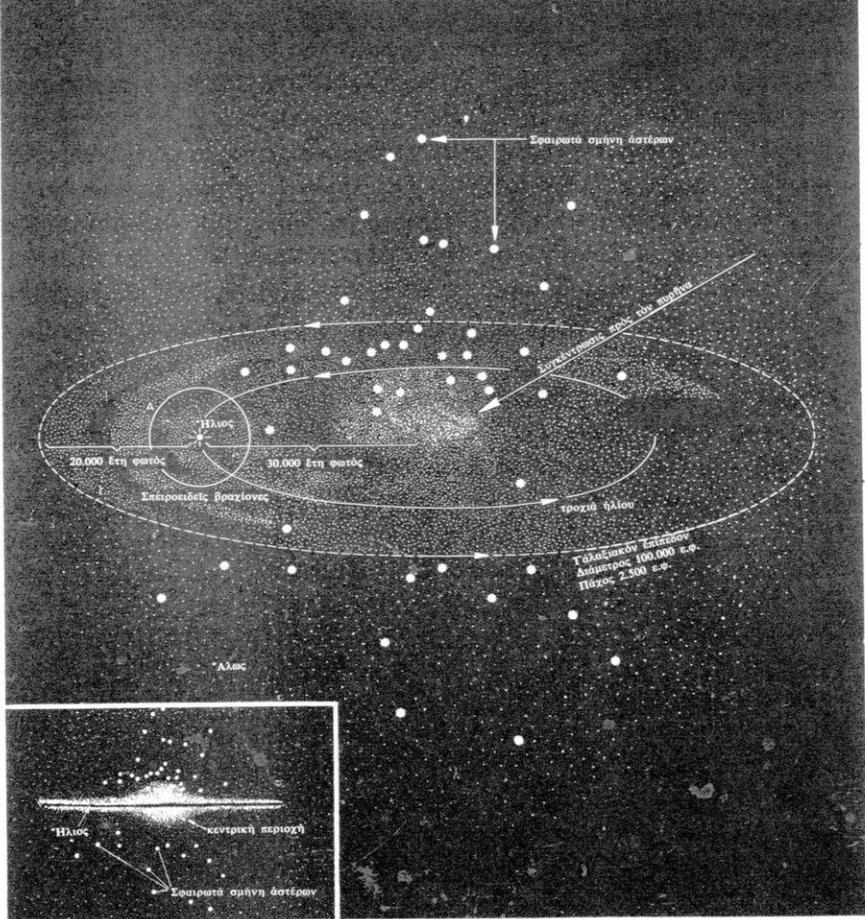
γ'. Ὡρισμένοι περιοχαὶ τοῦ οὐρανοῦ ἐκπέμπουν ἔντονα ραδιοφωνικὰ κύματα. Αἱ πηγαὶ αὐταὶ ὀνομάζονται ραδιστέρες ἢ ραδιοπηγαί. Ἡ ὕπαρξις των διαπιστώνεται διὰ τῶν ραδιοτηλεσκοπιῶν, τὰ ὅποια συλλαμβάνουν τὴν ραδιοφωνικὴν ἀκτινοβολίαν ἀπὸ μήκους κύματος 0,25 cm ἕως 30 m. Οἱ «ραδιστέρες», κατὰ κανόνα, δὲν φαίνονται διὰ τῶν ὀπτικῶν τηλεσκοπιῶν. Οὗτοι εἶναι ὑπολείμματα «ὑπερνέων» ἀστέρων (§34δ). Πολὺ ἔντονος ραδιοφωνικὴ ἀκτινοβολία ἔρχεται καὶ ἀπὸ ἐξωγαλαξιακοῦ ραδιστέρας, οἱ ὅποιοι εἶναι γαλαξίαι ἐν ἐκρήξει. Αἱ περισσότερον ἐντυπωσιακαὶ περιπτώσεις ἐκρήξεως γαλαξίων ἀποτελοῦν τοὺς ἡμιαστέρας ἢ κβάζαρς. Ὡνομάσθησαν οὕτως, διότι εἰς τὴν φωτογραφίαν ἐμφανίζονται ὡς μικροὶ κυκλικοὶ δίσκοι, ὅπως οἱ ἀστέρες. Ἡ ἀκτινοβολία των ὁμως εἶναι κατὰ 100 καὶ πλέον φορές μεγαλύτερα τῆς ἀκτινοβολίας ἐνὸς γαλαξίου.

Τελευταίως ἀνεκαλύφθησαν καὶ ὠρισμένοι, ἀόρατοι ραδιοπηγαί, ποὺ ἐκπέμπουν πολὺ ρυθμικὴν ραδιοφωνικὴν ἀκτινοβολίαν. Οὗτοι ὀνομάσθησαν πάλσαρς.

δ'. Τέλος, ἐκτὸς τῶν νεφελωμάτων, σκοτεινῶν ἢ φωτεινῶν, καθ' ὅλην τὴν ἑκτασιν τοῦ γαλαξίου, μεταξὺ τῶν ἀστέρων του, ὑπάρχει διάχυτος ἀραιοτάτη ὕλη, ἡ **μεσοαστρικὴ**, τουλάχιστον ἑκατὸν φορές ἀραιότερα τῶν νεφελωμάτων, κυρίως ἐκ τῶν στοιχείων, ὕδρογόνου, ἡλίου καὶ νατρίου, ἡ ὅποια 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 ὅποιοι ὀνομάζονται **ἀστρικὰ νέφη**. Τὰ νέφη αὐτὰ φαίνονται καὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Ἐξ ἄλλου, καθὲν ἐκ τῶν ἀστρικῶν νεφῶν ἀποτελεῖται συ-



Εικ. 13. Σχηματική παράσταση του Γαλαξίου μας.

νήθως από πολλά **σμήνη άστέρων**, ένῳ εἰς καθέν σμήνος ἀριθμοῦνται ἑκατοντάδες, χιλιάδες ἢ καὶ δεκάδες χιλιάδες ἀστέρων. Εἰδικώτερον, εἰς τοὺς δύο βραχίονας τοῦ γαλαξίου, πολλὰ σμήνη ἀστέρων συναποτελοῦν τὰς λεγομένους **κομβώσεις** τῶν βραχιόνων.

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

Τὸ τοπικόν σύστημα εἶναι σύνολον πολλῶν ἀστρικῶν σμηνῶν.

γ'. Ἐνα σμήνος ἐξ αὐτῶν ἀπαρτίζεται ἐκ τῶν λαμπροτέρων κυ-

ρίως ἀστέρων τοῦ οὐρανοῦ, ἀνερχομένων περίπου εἰς πεντακοσίους.

Παρά τὸ γεγονός, ὅτι οἱ ἀστέρες αὐτοὶ φαίνονται κατεσπαρμένοι πρὸς πᾶσαν διεύθυνσιν εἰς τὸν οὐρανόν, εἰς τὴν πραγματικότητα 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 ἢ 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 ἑνὸς ἐκ τῶν δύο βραχιόνων τοῦ ὄλου γαλαξιακοῦ μας συγκροτήματος.

Καθωρίσθη ἡ θέσις τοῦ τοπικοῦ συστήματος, σύνεπῶς δὲ καὶ τοῦ ἡλίου μετὰ τῆς γῆς, εἰς τὸν γαλαξίαν (βλ. εἰκ. 13) καὶ εὐρέθη, 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 ὀλόκληρος ὁ γαλαξίας περιστρέφεται. Ἡ περιστροφή του γίνεται γύρω ἀπὸ τὸν μικρὸν ἄξονα τοῦ ἑλλειψοειδοῦς πυρῆνος του (§ 8 α καὶ 11 δ), ὁ δὲ χρόνος, ὁ ἀπαιτούμενος διὰ μίαν περιστροφήν ἀνέρχεται εἰς 200 περίπου ἑκατομμύρια ἔτη.

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

γ'. Τὸ τοπικὸν σύστημα εὐρίσκεται σχεδὸν ἐπὶ τοῦ γαλαξιακοῦ ἐπίπεδου. Εἰδικώτερον δέ, ὁ ἥλιος μετὰ τῆς γῆς μας κεῖνται εἰς πολὺ μικρὰν ἀπόστασιν, μόλις 25 ε.φ., μακρὰν τοῦ γαλαξιακοῦ ἐπίπεδου. 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 280 km/sec, συμπαρασύρων καὶ τὴν γῆν, εἰς τρόπον ὥστε ἥλιος καὶ γῆ νὰ συμπληρῶνουν μαζὶ ἓνα γῦρον 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 μᾶζας. 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 ἀστὴρ τοῦ γαλαξίου, δὲν εἶναι μόνος.

α'. Κινοῦνται περὶ αὐτόν, εἰς διαφόρους ἀποστάσεις, ἐννέα 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 $1,5 \times 10^8$ km. Ἡ ἀπόστασις αὕτη καλεῖται συνήθως **ἀστρονομικὴ μονάς**.

β'. Ἐξ ἄλλου, ἐκτὸς τοῦ Ἑρμοῦ, τῆς Ἀφροδίτης καὶ τοῦ Πλούτωνος, γύρω ἀπὸ καθένα τῶν ἄλλων ἐξ πλανητῶν κινοῦνται ἓνα ἢ καὶ περισσότερα, μικρότερα ἀπὸ τοὺς πλανῆτας, σώματα, τὰ ὁποῖα ὀνομάζονται **δορυφόροι τῶν πλανητῶν**, ἐπειδὴ 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 ἑλαφρότερων, τὰ ὁποῖα, ἐπειδὴ ἔχουν σχῆμα ἐπίμηκες, ὑπὸ μορφήν κόμης, ὀνομάζονται **κομηταί**.

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

κοινοῦ μὲ 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 τόσον μικρά, ὥστε ἡ μᾶζα τῆς ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ $1/330.000$ τῆς ἡλιακῆς μάζης.

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

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

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

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

Ἐπ' αὐτὰς τὰς συνθήκας, ὄχι μόνον ἡ γῆ ἀλλὰ καὶ ὁ ἥλιος εἶναι σώματα μικρότατα, πρὸ τοῦ τεραστίου μεγέθους τῆς διαμέτρου τοῦ γαλαξίου, ἴσης πρὸς 100.000 ε.φ. Ἀκόμη καὶ τὸ μέγεθος ὀλοκλήρου 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 ἕξ 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 φορὰς, περίπου, μικροτέρα.

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

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

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

Ἀσκήσεις

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

6. Πόσοι γαλαξίαι πρέπει νὰ ὑπάρχουν εἰς ἓνα χῶρον τοῦ Σύμπαντος, ἔχοντα ἀκτίνα 10^9 ἔτη φωτός, ὅταν ληφθῆ ὡς μέση ἀπόστασις τῶν γαλαξίων ἀπ' ἀλλήλων, ἢ ἀπόστασις τῶν 10^6 ε.φ. καὶ θεωρηθῆ, ὅτι οἱ γαλαξίαι 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; (Ἐπιτίθεται, ὅτι ἡ κατανομή τῶν ἀστέρων εἰς αὐτὸν εἶναι ὁμοίομορφος).

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

9. Εἰς πόσας « ἀστερονομικὰς 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 ἀστερονομικὰς 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, ληφθῆ ὡς μονὰς μετρήσεων τῶν ἀποστάσεων, τότε, πόσας τοιαύτας μονάδας ἀπέχει ἀπὸ τὸν ἥλιον ὁ τελευταῖος πλανῆτης, ὁ Πλούτων;

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

14. Εὑρετε τὸν λόγον: τοῦ μεγέθους τῆς ἀκτίνας 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 ἀκτίνας τοῦ γαλαξίου, ὡς πρὸς ἐκείνην τοῦ Σύμπαντος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ ΑΣΤΕΡΕΣ ΚΑΙ ΑΣΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

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

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

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

Ἐπάρχουν π.χ. οἱ άστερισμοὶ τοῦ Ἡρακλέους, τοῦ Ὠρίωνος καὶ τοῦ Περσέως ἢ ἀκόμη τοῦ Κηφέως, τῆς Κασσιόπης καὶ τῆς Ἀνδρομέδας ἢ τῆς Μεγάλης Ἄρκτου καὶ τῆς Μικρᾶς Ἄρκτου, εἰς τὰς ὁποίας μετεμόρφωσεν ὁ Ζεὺς τὴν νύμφην Καλλιστῶ καὶ τὸν υἱόν της Ἄρκάδα κ.ο.κ. Εἰς μετέπειτα ἑποχάς, ἐκτὸς τῶν 48 ἐν συνόλῳ άστερισμῶν, τοὺς ὁποίους εἰσήγαγον οἱ Ἕλληνες, προσετέθησαν καὶ ἄλλοι.

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

Ἐκτὸς κειμένου παρέχεται ὁ πίναξ τῶν 88 άστερισμῶν μὲ τὰ διεθνή ὀνόματά των καὶ τὰ σύμβολά των.

γ'. Ἐκ τῶν 88 άστερισμῶν οἱ 6: Μεγάλῃ Ἄρκτος, Μικρᾷ Ἄρκτος, Κασσιόπη, Κηφεύς, Δράκων καὶ Καμηλοπάρδαλις εἶναι ὀρατοὶ ἐξ Ἑλλάδος καθ' ὅλην τὴν νύκτα καὶ ὅλας τὰς ἑποχάς εἰς τὸ βόρειον μέρος τοῦ οὐρανοῦ, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ὀνομάζονται **ἀειφανεῖς άστερισμοί**. Ἐκ τῶν ὑπολοίπων 82, μόνον οἱ 63 φαίνονται ἀπὸ τὴν

Ἑλλάδα κατὰ διαφόρους ἔποχάς καὶ ὥρας τῆς νυκτός, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ὀνομάζονται **ἀμφιφανεῖς ἀστερισμοί**. Αὐτοὶ χωρίζονται εἰς 23 **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 αὐτοὶ καλοῦνται **ἀφανεῖς** διὰ τὴν Ἑλλάδα.

18. Ὀνομασίαι τῶν ἀστέρων. α'. Ἐκ τῶν ἀστέρων μόνον οἱ 30 λαμπρότεροι φέρουν ἰδιαιτερον ὁ καθείς ὄνομα, συνήθως ἑλληνικῆς προελεύσεως, ὅπως ὁ Ἄρ κ τ ο ὕ ρ ο ς (ὁ ὀδηγὸς τῆς Ἄρκτου), ἡ Ἄραβικῆς¹, ὅπως ὁ Ἄ λ τ ἄ ῖ ρ (ἀετὸς ἱπτάμενος).

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

Ἐὰν ὁ ἀστερισμὸς ἔχη περισσοτέρους ἀπὸ 24 ἀστέρας, πρᾶγμα σὺνήθες, τότε, μετὰ τὰ γράμματα τοῦ ἑλληνικοῦ ἀλφαβήτου χρησιμοποιοῦνται ἐκεῖνα τοῦ λατινικοῦ. Προκειμένου δὲ περὶ τῶν ὑπολοίπων ἀστέρων, τῶν ὄρατῶν συνήθως μὲ τὰ τηλεσκόπια, ἀντὶ ὀνόματος, χρησιμοποιεῖται ὁ ἀριθμὸς, μὲ τὸν ὁποῖον φέρονται καταγεγραμμένοι 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, ἐνῶ ἄλλοι φαίνονται ὀλονέν καὶ ἀμυδρότεροι, διὰ τὰ καταλήξωμεν εἰς ἐκείνους, οἱ ὁποῖοι διακρίνονται μετὰ δυσκολίας.

Ἀπὸ τοὺς ἀρχαίους Ἕλληνας ἀστρονόμους καὶ πρὸ παντὸς τὸν

1. Οἱ Ἄραβες 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 ὀρατοί, 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 ὀρατοί.

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 ἀστὴρ τοῦ ε' μεγέθους εἶναι c φορές λαμπρότερος ἀστέρου τοῦ στ' μεγέθους, τότε, ἕνας ἀστὴρ τοῦ δ' μεγέθους θὰ εἶναι c^2 φορές λαμπρότερος τοῦ ἰδίου ἀστέρος (τοῦ στ' μεγέθους), ἐνῶ, ἀστὴρ τοῦ γ' μεγέθους θὰ εἶναι c^3 φορές λαμπρότερος ἐκείνου. Κατ' ἀκολουθίαν ἀστὴρ τοῦ β' μεγέθους θὰ εἶναι κατὰ c^4 λαμπρότερος καὶ ἀστὴρ α' μεγέθους θὰ εἶναι κατὰ c^5 φορές 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 ὄλων τῶν ἐποχῶν. Εἰς αὐτὸν ὀφείλεται ἡ ἀνακάλυψις καὶ τῆς τρίτης κινήσεως τῆς γῆς, τῆς καλουμένης μεταπτώσεως, ἀλλὰ καὶ τὸσων ἄλλων, ὥστε ὠνομάσθη « πατὴρ 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 δια γυμνοῦ όφθαλμοῦ.

Οὔτω, μετά τὸ βον μέγεθος, άμυδροτέροι είναι οί τοῦ 7ου, 8ου, 9ου. . . κ.ο.κ. μεγέθους.

Τά υπάρχοντα τηλεσκόπια, άναλόγως τῆς διαμέτρου τοῦ αντικειμενικοῦ φακοῦ των ἢ τοῦ κατόπτρου των, διακρίνουν άστέρας μέχρι τοῦ 21ου μεγέθους, ὅπως φαίνεται τοῦτο εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα:

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

Όπως προκύπτει από τὸν πίνακα τοῦτου, α) οί άστέρες που βλέπομεν φθάνουν μόνον εἰς τὸ 21ον μέγεθος· καὶ β) δια νὰ γίνουιν όρατοί οί άστέρες τοῦ 20οῦ ἔως 21ου μεγέθους, ἔχρειάσθη νὰ διπλασιασθῆ ἢ διάμετρος τοῦ τηλεσκοπίου τοῦ άστεροσκοπείου τοῦ ὄρου Οὐίλσων καὶ νὰ γίνῃ τὸ τηλεσκόπιον τών 5 μέτρων, τοῦ άστεροσκοπείου τοῦ Παλομάρ.

ε'. Αἱ φωτογραφίαι είναι περισσότερον ευαίσθητοι από τὸν όφθαλμόν μας. Διά τοῦτο, κατορθώνεται νὰ φωτογραφηθοῦν με καθένα τών τηλεσκοπίων άστέρες άμυδροτέροι κατά ἕνα ἔως δύο μεγέθη.

στ'. Όπως είναι φυσικόν, ἡ μετάβασις από μεγέθους εἰς μέγεθος δέν γίνεται άποτόμως. Υπάρχει πάντοτε μία κλιμάκωσις λαμπροτήτων. Διά καταλλήλων φωτομέτρων είναι δυνατὸν νὰ μετρηθῆ ακριβῶς ἢ λαμπρότης καθενός άστέρος, ἢ όποία καὶ καθορίζεται, ὄχι μόνον εἰς άκέραιον μέγεθος, αλλά καὶ δια τών $\delta \epsilon \kappa \acute{\alpha} \tau \omega \nu$

αὐτοῦ. Οὕτως, ὁ ἀστήρ Λαμπραδίας (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 μεγαλυτέραν τῶν ἀστέρων α' μεγέθους. Διὰ τοῦτο, εἰς τὴν ἀκριβῆ κλίμακα τῶν μεγεθῶν, χρησιμοποιοῦμεν, ὡς μεγαλυτέρον 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 ὅποιοι εἶναι λαμπρότεροι καὶ τοῦ μηδενικοῦ μεγέθους. Χρησιμοποιοῦμεν δι' αὐτοὺς ἀρνητικὰ μεγέθη. Οὕτως ὁ ἕνας, ὁ Κάνωπος (α τῆς Τρόπιδος τῆς Ἀργοῦς), ἔχει μέγεθος $-0,9$ καὶ ὁ δεύτερος, ὁ Σείριος (α τοῦ Μεγάλου Κυνός), ὁ λαμπρότερος ὄλων τῶν ἀστέρων, εἶναι $-1,6$ μεγέθους.

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

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

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

Μεγέθη	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 αὐξήσεώς των ἀπὸ μεγέθους εἰς μέγεθος εἶναι περίπου 3, ἐνῶ δι' ἐκείνους, τῶν ὁποίων τὰ φαινόμενα μεγέθη εἶναι περίπου 20 καὶ 21, ὁ λόγος αὐτὸς εἶναι μικρότερος τοῦ 2.

Τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων, τοὺς ὁποίους δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν μέχρι βου 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.

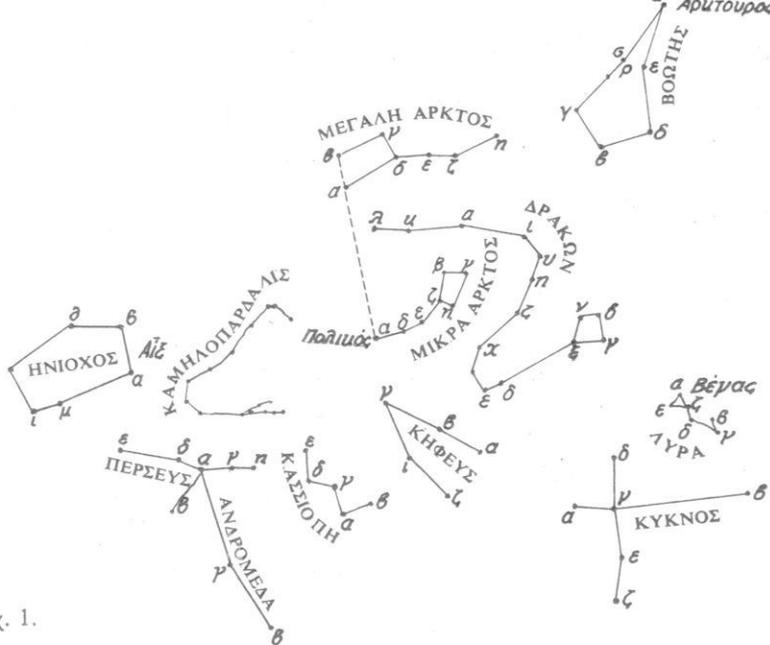
β'. Βάσει τῶν καταλόγων τῶν ἀστέρων, ἀλλὰ καὶ μὲ τὴν βοήθειαν τῆς φωτογραφίας, συντάσσονται ἀκριβεῖς χάρται καὶ ἄτλαντες τοῦ οὐρανοῦ, εἰς τοὺς ὁποίους σημειοῦνται αἱ θέσεις τῶν ἀστέρων ὡς πρὸς ἀλλήλους, ἀλλὰ καὶ τὸ ὀπτικὸν μέγεθός των. Οἱ ἀπλούστεροι χάρται παρέχουν τὰς θέσεις τῶν λαμπροτέρων μόνον ἀστέρων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

Εἰς τοὺς χάρτας οἱ λαμπρότεροι ἀστέρες συνδέονται συνήθως μὲ εὐθύγραμμα τμήματα, τὸ σύνολον τῶν ὁποίων παρέχει τὸ περίγραμμα 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 Ἄρκτου**. Οὗτος ἀποτελεῖται ἀπὸ πολλοὺς ἀστέρας, ἀλλ' οἱ κύριώτεροι 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 Ἄρκτου, ἐνῶ οἱ ε, ζ καὶ η τὴν ο ὕ ρ α ν αὐτῆς. Οἱ ἀστέρες τῆς Μεγάλης Ἄρκτου εἶναι 2ου μεγέθους, πλὴν τοῦ δ, ὁ ὁποῖος εἶναι 4ου.

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



Σχ. 1.

γ'. Ἐάν προεκτείνωμεν τὴν γραμμὴν β - α τῆς Μεγάλης Ἄρκτου κατὰ τὸ πενταπλάσιόν της, τότε συναντῶμεν ἀστέρα 2ου μεγέθους, ὃ ὁποῖος καλεῖται **Πολικός**, διότι εὐρίσκεται πολὺ πλησίον τοῦ **βόρειου πόλου** τοῦ οὐρανοῦ, ἤτοι τοῦ σημείου, κατὰ τὸ ὁποῖον ὁ ἄξων τῆς γῆς, ἂν προεκταθῆ ἀπὸ τὸν βόρειον πόλον αὐτῆς, συναντᾷ καὶ διαπερᾷ τὸν οὐρανόν. Ὁ πολικός ἀστὴρ χρησιμεύει εἰς τὸν **π ρ ο σ α ν α τ ο λ ι σ μ ὸ ν** 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 ἀστερισμὸν τῆς **Μικρᾶς Ἄρκτου** καὶ μάλιστα ὁ α αὐτῆς. Οἱ ἀστέρες οὗτοι σχηματίζουν παρόμοιον σχῆμα πρὸς τὸ τῆς Μεγάλης Ἄρκτου, ἀλλὰ μικρότερον καὶ ἀντίθετον, ὡς πρὸς αὐτήν.

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

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

στ'. Ἐὰν προεκτείνωμεν ἀκόμη περισσότερο τὴν γραμμὴν β - α τῆς Μεγάλης Ἄρκτου, ἢ ὁποῖα ὀδηγεῖ εἰς τὸν πολικόν, συναντῶμεν τὸν ἀστερισμὸν τοῦ **Κηφέως**, ἐνῶ ἂν συνδέσωμεν τὸν δ τῆς Μεγάλης Ἄρκτου μὲ τὸν πολικόν καὶ προεκτείνωμεν τὴν γραμμὴν, εὐρίσκομεν τὸν ἀστερισμὸν τῆς **Κασσιόπης**, τοῦ ὁποῖου 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 ἀμυδρῶν ἀστέρων.

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 ἀστὲρα **Ἄρκτοῦρον** τοῦ 1ου μεγέθους (εἰς τὴν προέκτασιν τῆς γραμμῆς ζ - η τῆς οὐρᾶς τῆς Μεγάλης Ἄρκτου)· τὴν **Λύραν** μὲ τὸν λαμπρότερον ἀστὲρα τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου, τὸν **Βέγαν**, καὶ τὸν **Κύκνον**, τοῦ ὁποῖου ὁ ἀστὴρ α εἶναι τοῦ 1ου μεγέθους, ἀμφοτέρους πρὸς τὸ μέρος τοῦ Κηφέως καὶ τοῦ Δράκοντος· τὸν **Περσέα** καὶ τὴν **Ἀνδρομέδαν**, λαμπροὺς ἀστερισμοὺς, ἐκεῖθεν τῆς Κασσιόπης· τέλος δὲ τὸν **Ἡνίοχον** μὲ τὸν λαμπρὸν ἀστὲρα του α, τὴν **Αἶγα**, ἐκεῖθεν τῆς Καμηλοπαρδάλεως. Καθ' ὅμοιον τρόπον, μὲ τὴν βοήθειαν τῶν χαρτῶν, εἶναι δυνατὴ ἡ ἀνεύρεσις καὶ ἀναγνώρισις ὄλων τῶν ἀστερισμῶν, τῶν ὀρατῶν ἐξ Ἑλλάδος.

Ἀσκήσεις

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

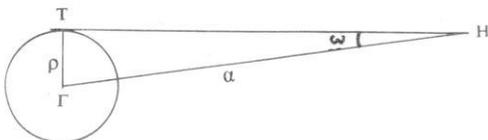
18. Πόσον εἶναι λαμπρότερα ἢ πανσέληνος ἀπὸ ἑνα ἀστὲρα πρώτου μεγέθους;

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. Ἀπόστασις τοῦ ἡλίου ἐκ τῆς γῆς. Ἀστρονομικὴ 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 ἐπιλεχθῆ ἐπὶ τοῦ ὀριζοντος, 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 ἄκτις 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 $\rho = \alpha \mu\omega$

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

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

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

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

Ἡ (1) συνεπῶς γίνεταί:

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

Ἐπειδὴ δὲ ἡ (ἰσημερινὴ) ἄκτις 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., λαμβάνεταί δὲ συνήθως

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

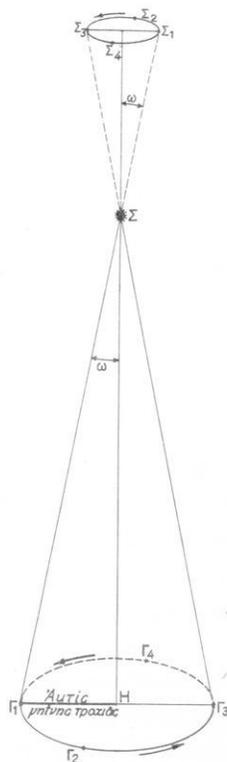
Ἐφ' ἐξῆς θὰ συμβολίζεται διὰ τῶν ἀρχικῶν α.μ.

24. Παραλλάξεις τῶν ἀστέρων. Ἡ μονὰς παρσέκ. α'. Ἐστω H 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 $\Gamma_1 H \Sigma$ εἶναι ὀρθογώνιον, τότε ἡ γωνία ω , τὴν ὁποίαν σχηματίζουν αἱ $\Sigma\Gamma_1$ καὶ $H\Sigma$ καλεῖται **ἐτησία παράλλαξις τοῦ ἀστέρος Σ** , ἐνῶ ἡ μὲν $\Sigma\Gamma_1$ εἶναι ἡ ἀπόστασις τοῦ ἀστέρος Σ ἀπὸ τὴν γῆν, ἡ δὲ $H\Sigma$ ἡ ἀπόστασις αὐτοῦ ἀπὸ τὸν ἥλιον. Ἐξ ἄλλου, ἐπειδὴ ἡ $\Gamma_1\Gamma_3$, διάμετρος τῆς γῆϊνης τροχιάς, εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν $H\Sigma$, 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 $\Sigma_1\Sigma_3$ καὶ λάβωμεν τὸ ἡμισυ 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 και του 1'' τόξου. Είναι δὲ προφανές, ὅτι ὅσον περισσότερο μακρὰν τῆς γῆς εὐρίσκεται ἕνας ἀστὴρ, τόσο μικροτέρα θὰ εἶναι καὶ ἡ παράλλαξις του. Ἐπομένως, διὰ τοὺς πολὺ μακρυνοὺς ἀστέρας εἶναι καὶ ἀδύνατον νὰ μετρηθῆ, διότι ἡ διάμετρος $\Sigma_1\Sigma_3$ τῆς παραλλακτικῆς τροχιᾶς τοῦ ἀστέρος περιορίζεται τόσο πολὺ, 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 $\Gamma_1\text{H}\Sigma$ ἔχομεν: $\text{H}\Gamma_1 = \Gamma_1\Sigma\eta\omega$

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

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

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

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

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

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

Μεταξὺ παραλλάξεως καὶ τῶν μονάδων μήκους: παρσέκ, ἀστρο-

νομικῆς μονάδος καὶ ἔτους φωτός, ὑπάρχει ἢ κάτωθι ἀντιστοιχία:

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

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 $0'',764$ εὐρίσκομεν, 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 μεγέθη 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, ναι 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, ἕνας ἀστήρ, μικρὸς κατὰ τὰς διαστάσεις καὶ ὀλίγον φωτεινός, εἶναι δυνατὸν νὰ φαίνεται λαμπρός, ἂν εὐρίσκεται πλησίον μας· ἐνῶ, ἕνας ἄλλος, πραγματικῶς φωτεινότερος καὶ μεγαλύτερός του κατ' ὄγκον, νὰ φαίνεται ἀμυδρός, ἐπειδὴ ἀπέχει πολὺ ἀπὸ τὴν γῆν.

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

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

Ἀστὴρ	Φαινομ. μέγεθος	Παράλαξις	Ἀπόστασις εἰς Παρσέκ	Ἀπόστασις εἰς ε.φ.	Σειρὰ ἀποστάσεως	Ἀπόλυτον μέγεθος
α Κενταύρου	0,3	0'',752	1,32	4,3	2ος	4,5
α Μεγάλου Κυνός (Σείριος)	1,6	0'',380	2,63	8,6	6ος	1,4
α Μικροῦ Κυνός (Προκύων)	0,5	0'',282	3,54	11,5	11ος	2,8
α Ἄετοῦ (Ἀλτάίρ)	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 ἑνὸς ἔτους φωτός.
23. Εὑρετε εἰς χλμ. τὴν τιμὴν ἑνὸς 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 κινουῦνται. Διὰ τοῦτο οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες τοὺς ὠνόμαζον **ἀπλανεῖς**, διὰ νὰ τοὺς ἀντιδιαστέλλουν πρὸς τοὺς πέντε μόνον γνωστοὺς τότε πλανήτας, οἱ ὁποῖοι ἐφαίνοντο νὰ κινουῦνται μεταξύ τῶν ἀπλανῶν.

Πρῶτος ὁ Halley (Χάλλεϋ)¹, τὸ 1718, ἀπέδειξε, ὅτι οἱ λαμπροὶ ἀστέρες Σείριος, Ἄρκτουρος καὶ Λαμπαδίας κινοῦνται. Σήμερον γνωρίζομεν, ὅτι ὅλοι οἱ ἀστέρες κινοῦνται, ἀσχετῶς ἂν αἱ κινήσεις των δὲν γίνονται αἰσθηταὶ εἰς μικρὰ χρονικὰ διαστήματα, ὀλίγων δεκάδων ἢ ἑκατοντάδων ἐτῶν.

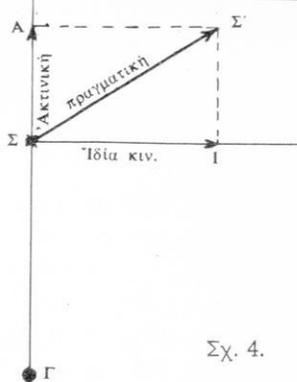
β'. Ἐστω ἀστὴρ Σ, θεώμενος ἐκ τῆς γῆς Γ (σχ. 4) καὶ ἔστω ΣΣ' ἡ πραγματικὴ κίνησις του εἰς τὸν χῶρον. Ὁ γῆινος παρατηρητὴς δὲν βλέπει τὴν πραγματικὴν αὐτὴν κίνησην, ἀλλὰ τὴν ἀντιλαμβάνεται ὡς δύο κινήσεις τοῦ ἀστέρος, συνιστώσας τὴν ΣΣ', ἥτοι τὰς ΣΑ καὶ ΣΙ. Ἐκ τῶν δύο τούτων συνιστωσῶν κινήσεων, ἡ μὲν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

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

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

Αἱ ἀκτινικαὶ ταχύτητες τῶν ἀστέρων κυμαίνονται συνήθως μεταξὺ 2 καὶ 55 km/sec. Βραδύτεροι εἶναι οἱ λευκοὶ καὶ κυανοὶ ἀστέρες καὶ ταχύτεροι οἱ κίτρινοι καὶ ἐρυθροὶ. Οὕτως, ὁ λευκοκύανος Βέγγας 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 Ἄγγλος ἀστρονόμος, γνωστὸς ἀπὸ τὸν κομήτην, ὅστις φέρει τὸ ὄνομά του (βλ. § 82β).



Σχ. 4.

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

Προκύων 3 km/sec· Σείριος 8 km/sec· α Κενταύρου 22 km/sec· 'Αλτάιρ 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 ἀστήρ, ὅστις παρουσιάζει τὴν μεγαλυτέραν γνωστὴν ἰδίαν κίνησιν, εἶναι ὁ καλούμενος ἀ σ τ ἦ ρ τ ο ῦ Μ π α ρ ν ἄ ρ ν τ ¹, 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 $1'',32$ · Προκύων $1'',25$ · 'Αλτάιρ $0'',66$.

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

27. Μεταβατικὴ κίνησις τοῦ ἡλίου. α'. Ἐξηκριβώθη, ὅτι ὁ ἥλιος, ὅπως ὅλοι οἱ ἀστέρες, κινεῖται εἰς τὸν χῶρον. Ἡ κίνησις του διαπιστοῦται ὡς ἐξῆς: "Ὅπως, ὅταν κινούμεθα ἐντὸς δάσους, τὰ δένδρα, πρὸς τὰ ὁποῖα προχωροῦμεν, φαίνονται ὅτι « ἀνοίγουν », ἐνῶ ἀντιθέτως, ἐκεῖνα ποὺ ἀφίνομεν ὀπίσω, φαίνονται ὅτι συγκλίνουν μετὰ τῶν, 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, ἡ ὁποία ἀκολουθεῖ τὸν ἥλιον, βλέπομεν, πράγματι, αὐτὰς τὰς κινήσεις τῶν ἀστέρων.

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

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

III. ΧΡΩΜΑ, ΦΑΣΜΑ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ

28. Χρώματα τῶν ἀστέρων. α'. Ὅπως εἶναι ἐμπειρικῶς γνωστόν, καθὼς αὐξάνει ἡ θερμοκρασία ἑνὸς σώματος, ὅταν τοῦτο διαπυρωθῆ παρουσιάζει ἀρχικῶς χρῶμα ἐρυθρὸν (ἐρυθροπύρωση), κατόπιν δέ, ὑψουμένης τῆς θερμοκρασίας του, τὸ χρῶμα του γίνεται ὀλονὲν καὶ λευκότερον, μέχρι τοῦ κυανοχρώου (λευκοπύρωση).

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

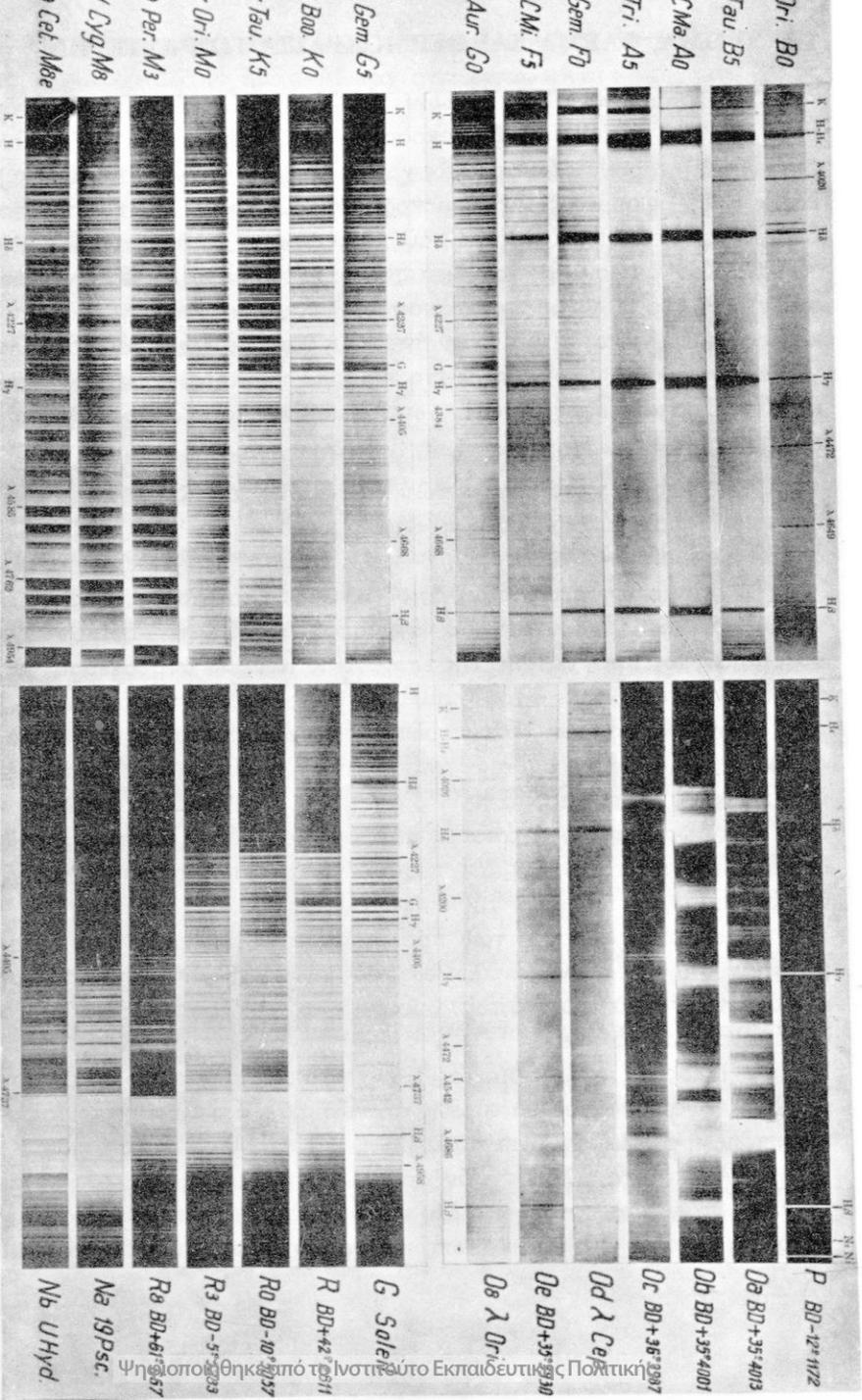
29. Φασματικοὶ τύποι τῶν ἀστέρων. α'. Ὅλοι σχεδὸν οἱ ἀστέρες παρουσιάζουν φάσμα ἀπορροφῆσεως καὶ πολὺ ὀλίγοι φάσμα ἐκπομπῆς.

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

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

γ'. Τέλος, ἐκ τοῦ φάσματος τῶν ἀστέρων, ἀλλὰ καὶ δι' ἄλλων μεθόδων, εἶναι δυνατὸν νὰ εὐρεθῆ ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας των, ἡ ὁποία κυμαίνεται, ἐν γένει, μεταξὺ 50.000^ο καὶ 3.000^ο 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



Εικ. 14. Τὰ φάσματα τῶν διαφόρων τύπων τῶν ὁστέρων.

οι άστέρες, εις δώδεκα **φασματικούς τύπους**, οι όποιοι όνομάζονται κατά σειράν: Q, W, O, B, A, F, G, K, M, N, R και S. Έκ τούτων οι σπουδαιότεροι είναι οι έξής έξ.

1. Τύπος B. **Άστέρες του στοιχείου ήλιου**. Το πλήθος των άστέρων αυτών άνέρχεται εις 12% του συνόλου των μελετηθέντων φασματοσκοπικώς. Παρουσιάζουν φάσμα άπορροφήσεως, εις το όποιον έπικρατούν αι γραμμαί του στοιχείου ήλιου. Η έπιφανειακή θερμοκρασία των κυμαίνεται μεταξύ 25.000⁰ και 15.000⁰ K και το χρώμα των είναι κυανόλευκον έως λευκόν. Εις αυτούς ανήκει, εις των λαμπρών άστέρων, ό Βασιλίσκος (α Λέοντος).

2. Τύπος A. **Άστέρες ύδρογόνου**. Αυτοι άντιστοιχοϋν εις τα 22% του συνόλου. Εις το φάσμα άπορροφήσεως αυτών έπικρατούν αι γραμμαί του ύδρογόνου. Η θερμοκρασία των εύρίσκεται μεταξύ 12.000⁰ και 8.000⁰ K και το χρώμα των είναι λευκόν. Ο Σείριος και ό Βέγας ανήκουν εις αυτούς.

3. Τύπος F. **Άστέρες ιονισμένου άσβεστιϋ**. Περίπου τα 20 % των άστέρων. Εις το φάσμα των έπικρατούν πρώτον αι γραμμαί του ιονισμένου άσβεστιϋ και έπειτα του ύδρογόνου. Η θερμοκρασία των είναι χαμηλότερα των 8000⁰ K και το χρώμα των είναι κίτρινον. Εις αυτούς ανήκει ό Προκύων (α του Μικροϋ Κυνός).

4. Τύπος G. **Άστέρες ήλιακοί**. Άντιπροσωπεϋουν τα 16 % των άστέρων. Το φάσμα των είναι άνάλογον προς το φάσμα του ήλιου μας, με πολλὰς γραμμάς άπορροφήσεως, όφειλομένης εις τα μέταλλα και κυρίως τον σίδηρον, χωρις όμως να λείπουν και αι γραμμαί του ύδρογόνου. Η θερμοκρασία της έπιφανείας των φθάνει τους 6000⁰ K και έχουν χρώμα κίτρινον. Η Αίξ (α Ηνιόχου) ανήκει εις αυτούς.

5. Τύπος K. **Άστέρες του τύπου των ήλιακων κηλιδων**. Οϋτοι είναι οι άφθονώτεροι των άστέρων, 27% του συνόλου, το δε φάσμα των είναι όμοιον προς εκείνο, το όποιον παρουσιάζουν αι κηλιδες του ήλιου μας (§53γ'), με άφθόνους μεταλλικάς γραμμάς και περισσότερον ήλαττωμένης τας γραμμάς του ύδρογόνου. Η θερμοκρασία των κατέρχεται εις τους 4600⁰ K και έχουν χρώμα χρυσοκίτρινον. Εις αυτούς ανήκει ό Άρκτοϋρος (α Βοώτου) και ό Λαμπιδίας (α Ταύρου).

6. Τύπος M. **Άστέρες του όξειδίου του τιτανίου**. Μόνον τα 3%

των ἀστέρων ἀνήκουν εἰς αὐτούς. Εἰς τὸ φάσμα των ἐπικρατοῦνται νίαι ἀπορροφήσεως, ὀφειλόμεναι εἰς τὸ ὀξειδιον τοῦ κυανίου. Ἡ θερμοκρασία των περιορίζεται εἰς 3.500⁰ ἕως 3.000⁰ K καὶ εἶναι ἐρυθροί, ὡς ὁ Μπεντελγκέξ (α Ὠρίωνος).

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

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

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

IV. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ, ΜΑΖΑ ΠΥΚΝΟΤΗΣ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ

30. Διάμετροι τῶν ἀστέρων. α'. 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 φαινομένη αἰ διάμετροι ἀρκετῶν ἀστέρων, αἱ ὅποια εὐρίσκονται πάντοτε μικρότεραι τῶν 0'',05. Ἐξ αὐτῶν ἐμετρήθησαν καὶ αἱ πραγματικαὶ διάμετροί των, διότι ἰσχύει ἡ σχέση:

$$\text{ἀκτῖς} = \frac{\text{φαινομένη ἡμιδιάμετρος}}{\text{παραλλάξις}} \times \text{ἀστρον. μον.}$$

β'. Εἶναι ὅμως δυνατὸν νὰ εὐρεθοῦν αἱ διαστάσεις τῶν ἀστέρων 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 ἀστέρος, 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 ἀστήρ Ἀντάρης (α τοῦ Σκορπίου), μὲ θερμοκρασίαν

μόνον 3000^o K παρουσιάζει μεγί-
στην φωτεινότητα, διότι ο όγκος
του είναι πολύ μεγάλος. Η ακτίς
του υπολογίζεται 160 φορές με-
γαλύτερα της ηλιακής και ο όγ-
κος του $4,1 \times 10^6$ μεγαλύτερος.

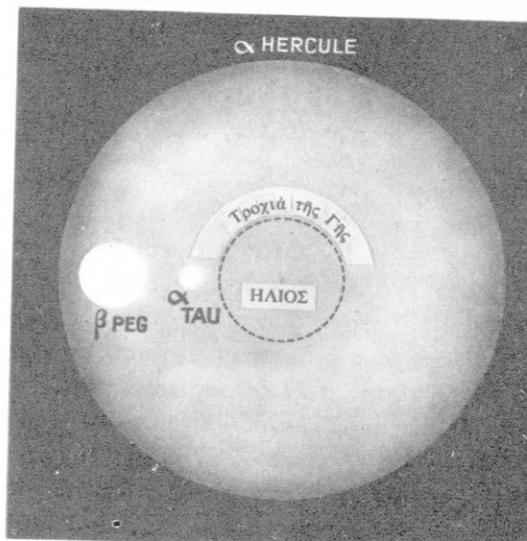
β'. Ονομάζονται γίγαντες οι
αστέρες, όταν έχουν διάμετρον 10
έως 100 φορές μεγαλύτεραν του
ήλιου και υπεργίγαντες οι ακόμη
μεγαλύτεροι· νάνοι δέ, οι έχοντες
διάμετρον από το δεκαπλάσιον έως
το δέκατον της ηλιακής. Συνεπώς,
ο ήλιός μας συγκαταλέγεται με-
ταξύ των νάνων αστέρων. 'Επί
πλέον, υπάρχουν οι καλούμενοι
λευκοί και έρυθροί νάνοι, με διάμε-
τρον κυμαινομένην μεταξύ 0,1 και
0,001 της ηλιακής.

Μεταξύ των υπεργιγάντων
συγκαταλέγεται ο αστήρ ε του 'Η-
νιόχου, ο όποιος, ενώ φαίνεται ως
αστήρ 3ου μεγέθους, έχει διάμετρον 2000 μεγαλύτεραν της ηλιακής
και όγκον 8×10^9 μεγαλύτερον του ήλιου.

32. Μάζαι και πυκνότητες των αστέρων. α'. Διά να μετρηθῆ
ἡ μάζα ενός αστερος χρειάζεται να γνωρίζωμεν τὴν ἑλκτικὴν δύνα-
μιν, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἐπὶ τινος ἄλλου. Τοῦτο δύναται νὰ γίνῃ μόνον
εἰς τοὺς λεγομένους διπλοῦς ἀστέρας. 'Ἄλλ' ὁ Eddington¹
('Ἐντιγκτον), ἔχων ὑπ' ὄψει τὰς ἑλκτικὰς δυνάμεις ὠρισμένων
αστέρων, τῶν καλουμένων « διπλῶν » (§39), εὔρεν, ὅτι ὑπάρχει
σχέσις μεταξύ τῆς μάζης των καὶ τοῦ ἀπολύτου μεγέθους των.

'Αν λάβωμεν ὡς μονάδα μάζης τὴν ἡλιακὴν, τότε εὐρίσκεται, ὅτι ὑπάρχει ἡ
ἐξῆς ἀντιστοιχία μεταξύ μάζης καὶ φασματικοῦ τύπου.

1. A. S. Eddington (1882 - 1944), ἐπιφανὴς Βρεττανὸς ἀστρονόμος, διακρι-
θεὶς εἰς τὴν ἔρευναν τῶν αστέρων, ἀλλὰ καὶ τοῦ Σύμπαντος ὁλοκλήρου.



Εἰκ. 15. Συγκριτικὰ μεγέθη τοῦ ἡλίου
πρὸς τοὺς γίγαντας ἀστέρας α Ταύ-
ρου (α Τau), β Πηγάσου (β Peg)
καὶ α 'Ηρακλέους (α Hercule). 'Εντὸς
τοῦ τελευταίου θὰ ἠδύνατο νὰ χωρέσει
ὁ ἡλιος καὶ ἡ περὶ αὐτὸν κινουμένη γῆ.

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

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

Ὁ λεγόμενος **συνδοξὸς τοῦ Σειρίου** ἔχει διάμετρον 46.000 km (ἐναντι τῶν 12.700 km τῆς γῆς) καὶ μᾶζαν 0,966 τῆς ἡλιακῆς, ἀνήκει δὲ εἰς τὸν φασμ. τύπον A, μὲ ἐπιφανειακὴν θερμοκρασίαν 8000°K. Ἡ πυκνότης του εὐρίσκεται οὕτω 55.000 φορές μεγαλύτερα τοῦ ὕδατος καὶ 10.000 φορές μεγαλύτερα τῆς γηίνης, 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 γηίνης, 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 ποία 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 μορφήν στοιβάδων καὶ πάλιν, μὲ ὀλονὲν χαμηλοτέρας θερμοκρασίας καὶ πυκνότητος, καθὼς βαίνομεν πρὸς τὰ ἐξωτερικὰ ὅρια των.

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

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

(Στρούβε), οί άστέρες περιστρέφονται. Ταχύτερον κινούνται περι άξονα οί θερμοί άστέρες, τών φασματικών τύπων Ο, Β και Α, οί όποιοι άναπτύσσουν ταχύτητας 80 και 100 km/sec ένίοτε, ένώ εις τούς όλιγώτερον θερμούς ή ταχύτης περιστροφής των όλονέν και περιορίζεται.

Άσκήσεις

28. Έάν άστήρ έχη ήμιδιάμετρον 0',0012, ή δέ παράλλαξις του είναι ίση πρός 0',004 πόση είναι ή άκτις του εις χλμ.;

29. Πόση είναι ή πυκνότης άστέρος, του όποίου ή μέν μάζα είναι ίση πρός 50 ήλιακάς, ό δέ όγκος ίσος πρός 100 ήλιακούς, άν ληφθούν ώς μονάδες α) ή πυκνότης του ήλιου και β) ή πυκνότης του ύδατος;

V. ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΙ ΑΣΤΕΡΕΣ

34. Όρισμός και ταξινόμησις τών μεταβλητών άστέρων.

α'. Ονομάζονται μεταβλητοί άστέρες, όσοι δέν έχουν σταθεράν λαμπρότητα, αλλά παρουσιάζουν κύμανσιν τής φωτεινότητός των.

β'. Έξηκριβώθη, ότι ή κύμανσις τής λαμπρότητος πολλών μεταβλητών άστέρων γίνεται έντός ώρισμένου χρονικού διαστήματος, μεταξύ ένός μεγίστου και ένός έλαχίστου τής φωτεινότητός των. Διά τουτο και καλουνται ούτοι **περιοδικοί μεταβλητοί άστέρες**. Αντιθέτως, άλλοι μεταβλητοί δέν έχουν ώρισμένα όρια λαμπρότητος, άλλ' ούτε ή μεταβολή τής φωτεινότητός των γίνεται έντός ώρισμένου χρόνου· διά τουτο και καλουνται **άνώμαλοι μεταβλητοί**.

γ'. Από τούς περιοδικούς μεταβλητούς πολλοί συμπληρώνουν τήν φωτεινήν των κύμανσιν έντός όλίγων ώρών ή όλίγων ήμερών. Διά τουτο καλουνται **μεταβλητοί βραχείας περιόδου** ή και **Κηφείδαι**, διότι ώς έκπροσωπευτικός άστήρ αύτου του τύπου τών μεταβλητών θεωρείται ό δ του Κηφέως, με κύμανσιν από του μεγέθους 3,7 έως τó 4,5, έντός περιόδου 5 ήμ. και 7 ώρ.

Άλλοι πάλιν έχουν μεγάλην περίοδον από 50 μέχρι 700 ήμερών. Διά τουτο λέγονται **μεταβλητοί μακράς περιόδου**. Ο άστήρ ο του Κήτους, ό λεγόμενος και **θαυμάσιος (Mira)**, ό όποίος

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

δ'. Μεταξύ τῶν ἀνωμάτων μεταβλητῶν, ὑπάρχουν μερικοί, οἱ ὁποῖοι 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 μερικᾶς ὅμως ἡμέρας ἢ λαμπρότητος των ἐλαττοῦται καὶ βραδέως γίνονται πάλιν, ὅπως ἦσαν, ἀμυδροί. Οἱ μεταβλητοὶ αὐτοί, περίπου 100, ὀνομάζονται **νέοι ἀστέρες** (novae). Ἐξ αὐτῶν ὑπάρχουν καὶ μερικοί, οἱ ὁποῖοι 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. Ὅταν ὁ ἀμυδρότερος ἀστὴρ ἔρχεται μεταξύ ἡμῶν καὶ τοῦ μεταβλητοῦ, τότε τὸν ἀποκρύπτει. Γίνεται δηλαδὴ ἓνα εἶδος ἐκλείψεως, συνεπεία τῆς ὁποίας ὁ μεταβλητὸς χάνει λαμπρότητα. Διὰ τοῦτο καὶ οἱ ἀστέρες αὐτοὶ λέγονται **μεταβλητοὶ δι' ἐκλείψεων**.

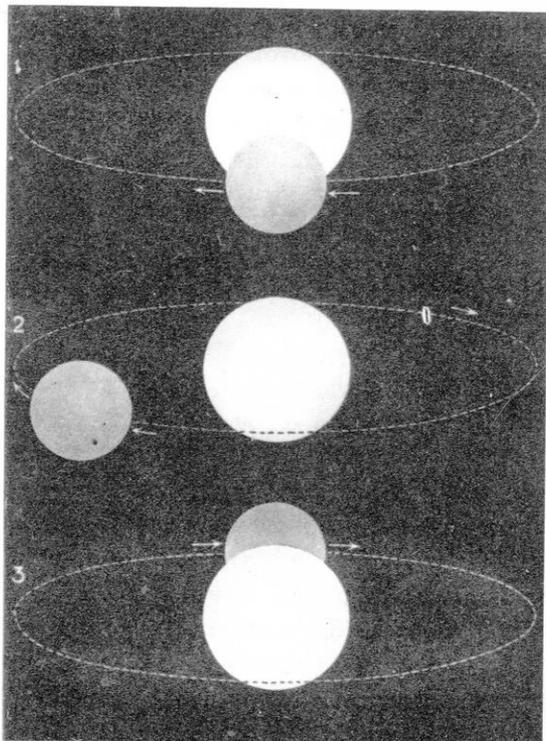
Ἐκπρόσωπός των εἶναι ὁ β τοῦ Περσεύς, ὁ λεγόμενος Ἄλγκο δ, ὁ ὁποῖος κυμαίνεται μεταξύ 2,3 καὶ 3,5 μεγεθῶν, ἐντὸς 70 ὡρῶν περίπου.

β'. Οἱ ἄλλοι περιοδικοὶ μεταβλητοί, βραχείας καὶ μακρᾶς περιόδου, καθὼς καὶ οἱ ἀνώμαλοι, τὸ πιθανώτερον, ὑπόκεινται εἰς μίαν συνεχῆ διαστολὴν καὶ συστολὴν· πάλλονταί. 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 ὁποῖοι παρουσιάζονται ἔξαφνα (διὰ τοῦτο δὲ καὶ ὠνομάσθησαν «νέοι»), γίνονται καὶ κατὰ 50.000 φορές λαμπρό-

τεροι, διότι έκρηγνυ-
ται άποτόμως και δια-
στέλλεται ή θερμή ύλη
των. Συνήθως, γύρω
άπό τόν άστέρα παρου-
σιάζεται τότε μία νεφέ-
λη ύλης, ή όποία τόν
περιβάλλει, συνεχώς ά-
πομακρνομένη του κεν-
τρικού άστέρος. Εϊναι
ή ύλη, ή όποία προήλ-
θεν άπό την έκρηξιν.

Οί «ύπερνέοι»
διαφέρουν άπό τους
νέους κατά την σφο-
δρότητα τής έκρήξεως,
άλλά και διότι γίνονται
έως 100.000.000 φορές
λαμπρότεροι. "Ο,τι ά-
πομένει άπό τόν ύπερ-
νέον εϊναι, συνήθως, έ-
νας «άστήρ νετρονίων»
(§ 32γ), ένῶ τά κα-
τάλοιπα τῶν νέων εϊ-
ναι οί ύπερθερμοί άστέ-
ρες του φασματικού τύ-
που W (§ 29δ).



Εικ. 16. Έξήγησις τής μεταβολής τής λαμπρότητος
του άστέρος β του Περσέως (Άλγκόλ). Εϊς τās θέ-
σεις 1 και 3 γίνεται έκλειψις και ό άστήρ παρουσιά-
ζει τὸ ελάχιστον τής λαμπρότητος, ένῶ εϊς τήν θέ-
σιν 2 παρατηρεϊται τὸ μέγιστον.

36. Έ σπουδαιότης τῶν μεταβλητῶν άστέρων. α΄. Οί μετα-
βλητοί άστέρες παρουσιάζουν μέγα ένδιαφέρον, διότι ή σπουδή των
μᾶς παρέχει τήν γνώσιν, περι τῶν τρόπων με τόν όποϊον συμπερι-
φέρονται, άλλά και έξελίσσονται, έν γένει, οί άστέρες.

β΄. Παρουσιάζουν όμως έντελῶς μέγα ένδιαφέρον οί βραχείας
περίοδου μεταβλητοί, οί Κηφεϊδαί, διότι, όπως διεπίστῳσεν ή Άμε-
ρικανίς άστρονόμος Leavitt (Λήβιτ), ή περίοδός των εϊναι συσχετι-
σμένη με τὸ άπόλυτον μέγεθός των (§ 25γ). Με τήν βοήθειαν τής

σχέσεως αὐτῆς ἠμποροῦμεν νὰ εὐρωμεν τὴν ἀπόστασιν των. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, ὅταν εἰς ἓνα μακρυνὸν γαλαξίαν παρουσιάζωνται Κηφεῖδαι, τότε εὐρίσκομεν ἀμέσως τὴν ἀπόστασιν καὶ τοῦ γαλαξίου ἐκείνου. Εἶναι δὲ αὐτὴ ἡ κυριώτερα καὶ ἀσφαλεστέρα μέθοδος, μὲ τὴν ὁποίαν προσδιορίζονται αἱ ἀποστάσεις τῶν γαλαξίων.

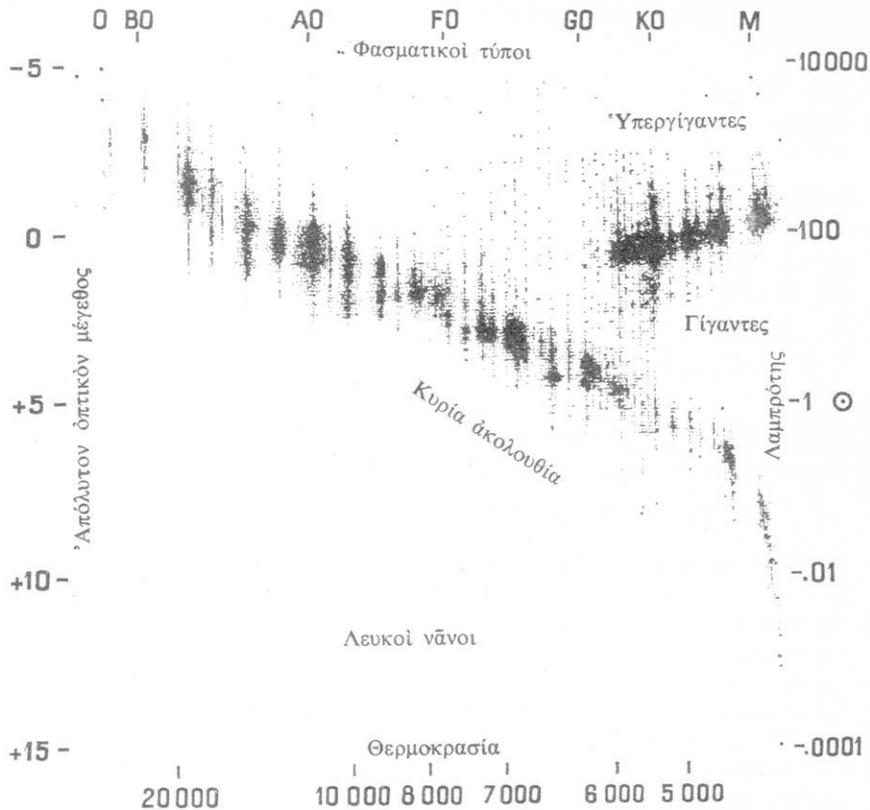
VI. Η ΕΞΕΛΙΞΙΣ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ

37. Τὸ διάγραμμα Χέρτσμπρουνγκ — Ράσσελ. α'. Ὁ Δανὸς ἀστρονόμος Hertzsprung (Χέρτσμπρουνγκ) 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 φασματικούς τύπους αὐτῶν (§ 29δ), οἱ ὁποῖοι φανερῶνουν τὰς θερμοκρασίας καὶ τὴν φυσικοχημικὴν κατάστασιν των, τότε προκύπτει, ὅτι μεταξὺ τῶν δύο αὐτῶν χαρακτηριστικῶν στοιχείων τῶν ἀστέρων ὑπάρχει σχέσηις, ἡ ὁποία δηλοῖ καὶ τὴν ἐξέλιξιν 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 σχέσηις μεταξὺ φασματικοῦ τύπου καὶ ἀπολύτου μεγέθους. Οὕτως, εἰς τὰ μεγάλα ἀπόλυτα μεγέθη, (τὰ ἀρνητικά), 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 ἀμυδροτέροι 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). Αὐτὴ 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-



Εἰκ. 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 ί α ς. Οὕτως, οἱ τοῦ φασμ. τύπου Ο λαμπροὶ ἀστέρες εἶναι οἱ νεώτεροι, μετ' 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 ὁποῖοι, ἐνῶ φαίνονται συνήθως διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ ὡς ἀπλοῖ, διὰ τοῦ τηλεσκοπίου ἀναλύονται, ἕκαστος εἰς δύο ἀστέρας, φαινομενικῶς πολὺ πλησίον πρὸς ἀλλήλους. Ἡ φαινομενικὴ γωνιώδης ἀπόστασις μεταξὺ τῶν ἀστέρων καθενὸς ζεύγους δύναται νὰ κυμαίνεται ἀπὸ τῶν 40 δευτερολέπτων τόξου, μέχρις ἀκόμη τῶν ὀλίγων δεκάτων τοῦ δευτερολέπτου.

Περίπου τὰ 25% τῶν ἀστέρων εἶναι διπλοῖ.

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 πλανήται, οὗτοι θὰ ἐφωτίζοντο ἀπὸ δύο διαφοροχρόμους ἡλίους.

Ἡ κατωτέρω πίναξ περιλαμβάνει ἐνδεικτικῶς μερικοὺς λαμπροὺς διπλοῦς.

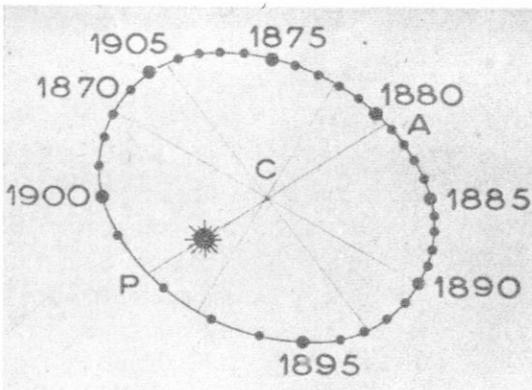
Ὄνομα ἀστέρος	Γωνιώδης ἀπόστασις	Μέγεθος καὶ χρῶμα	
		τοῦ κυρίου ἀστέρος	τοῦ ἄλλου ἀστέρος
δ Κηφέως	41'',0	3,6 κίτρινος	5,3 κυανοῦς
β Κύκνου	34'',5	3,2 πορτοκαλ.	5,4 κυανοῦς
η Περσέως	28'',0	3,9 πορτοκαλ.	8,7 κυανοῦς
α Θερευτικῶν Κυνῶν	19'',8	2,9 κίτρινος	5,4 ἰώδης
α Κενταύρου	9'',9	0,3 χρυσοῦς	1,7 χρυσοῦς
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 μάξαν ἀστήρ νὰ κινῆται περὶ τὸν μεγαλύτερον. Ἀκριβέστερον, καὶ οἱ δύο ἀστέρες κινουῦνται περὶ τὸ κοινὸν κέντρον τοῦ βάρους των.

Ἡ μικρότερος ἀστήρ ὀνομάζεται **συνόδος**.

Περίπου 500 ἀστέρων γνωρίζομεν τὰ πλήρη στοιχεῖα τῆς τροχιάς τοῦ συνοδοῦ περὶ τὸν κεντρικὸν ἀστέρα. Διότι, ἐὰν γνωρίζωμεν τὴν ἀπόστασιν τοῦ ζεύγους ἀπὸ ἡμᾶς, εὐρίσκομεν ἀμέσως καὶ τὴν πραγματικὴν ἀπόστασιν μεταξὺ τῶν μελῶν τοῦ ζεύγους, ἐκ τῆς φαινομενικῆς ἀποστάσεώς των. Ἡ 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 ἑλκτικῆς δυνάμεως, ἡ ὁποία ἀσκεῖται μεταξὺ τῶν μελῶν ἑνὸς ζεύγους, εἶναι δυνατόν νὰ εὐρωμεν καὶ τὴν μᾶζαν ἑκάστου.



Εἰκ. 18. Τροχιά 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 ἀμυδρὸς, ἀλλ' ἡ ὑπαρξίς του νὰ πιστοποιηθῆται ἀπὸ τὰς ἀνωμαλίας, τὰς ὁποίας παρουσιάζει ὁ κύριος ἀστὴρ κατὰ τὴν κίνησίν του εἰς τὸ διάστημα (§ 26 δ).

Ἐξ ἄλλου, πολλάκις πιστοποιεῖται ἡ παρουσία τοῦ συνοδοῦ φασματοσκοπικῶς, διότι ὁ διπλοῦς ἀστὴρ 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 μικραὶ, περιοριζόμεναι εἰς ὀλίγας ἡμέρας ἢ καὶ ὥρας.

40. Πολλαπλοῖ ἀστέρες. α'. Ὅπως δύο ἀστέρες ἀποτελοῦν συνήθως ἕνα διπλοῦν, καθ' ὅμοιον ἐντελῶς τρόπον, τρεῖς ἀστέρες ἀποτελοῦν ἕνα **τριπλοῦν ἀστέρα**. Ἡ φαινομένη ἀπόστασις τοῦ τρίτου ἀστέρος ἀπὸ τοὺς δύο ἄλλους, οἱ ὁποῖοι συγκροτοῦν διπλοῦν, δυνατόν νὰ φθάνη τὰ 2'. Εἶναι γνωστοὶ 130 τριπλοῖ 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 **τετραπλοῦς ἀστέρας**. Εἰς αὐτοὺς οἱ τέσσαρες ἀστέρες ἀποτελοῦν συνήθως δύο ζεύγη εἰς ἀπόστασιν μέχρι 3'. Ἐκπροσωπευτικὸς εἶναι ὁ λαμπρὸς

ἀστήρ ϵ τῆς Λύρας, ἀναλυόμενος εἰς δύο διπλοῦς, τοὺς 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 συμβῆ νὰ ἔχωμεν περισσοτέρους ἀπὸ πέντε ἀστέρας, ἀποτελοῦντας ἀπὸ κοινοῦ σύστημα, τότε τοὺς ὀνομάζομεν, ἐν γένει, **πολλαπλοῦς ἀστέρας**. Ὁ ὠραιότερος ἐξ αὐτῶν εἶναι ὁ θ τοῦ Ὠρίωνος, ἑξαπλοῦς, γνωστὸς ὑπὸ τὴν ἑπωνυμίαν **τραπέζιον τοῦ Ὠρίωνος**, διότι οἱ τέσσαρες λαμπρότεροι ἀστέρες αὐτοῦ σχηματίζουν τραπέζιον, ἔχουν δὲ διαφορετικὰ χρώματα: λευκόν, ἐρυθρόν, ὑπέρυθρον καὶ ὠχρόν ἰῶδες. Τὸν πολλαπλοῦν αὐτὸν ἀστέρα καθιστᾶ περισσώτερον θαυμάσιον, τὸ ὅτι εὐρίσκεται ἐντὸς τοῦ ὠραίου διαχύτου νεφελώματος τοῦ Ὠρίωνος (εἰκ. 12).

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

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

β'. Τὰ **ἀνοικτὰ** σμῆνη ἀποτελοῦνται συνήθως ἀπὸ μερικὰς δεκάδας ἢ καὶ ἑκατοντάδας ἀστέρων, διεσπαρμένων χωρὶς τάξιν εἰς μικρὸν σχετικῶς χῶρον τοῦ οὐρανοῦ. Εἶναι γνωστὰ 334, τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται εἰς ἀποστάσεις ἀφ' ἡμῶν 100 ἕως 15.000 ε.φ., ἐνῶ ἡ διάμετρος τοῦ 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 **Φάτην**, ὄρατὰ 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-



Εικ. 19. Τὸ σφαιρωτὸν σμήνος τοῦ Ἡρακλέους.

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

Αἱ Ἰάδες, ὅπως καὶ αἱ Πλειάδες, εὐρίσκονται εἰς τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Ταύρου. Ὁ Λαμπαδίας, ὁ λαμπρότερος ἀστὴρ τοῦ Ταύρου, ἀνήκει εἰς τὸ σμήνος τῶν Ἰάδων. 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 μερικὰ συμπλέγματα ἀστέρων, πολὺ ἀραιῶν, ὅπως π.χ. εἶναι 120 ἀστέρες τοῦ ἀστερισμοῦ τῆς Μεγάλης Ἀρκτοῦ. Αὐτὰ λέγονται ἀ ρ α ἰ ᾶ σμήνη, πρὸς διάκρισιν ἀπὸ τὰ προηγούμενα, τὰ ὁποῖα χαρακτηρίζονται ὡς π υ κ ν ᾶ.

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

Τὸ ἐκπροσωπευτικὸν καὶ πλέον ἐντυπωσιακὸν ἀπὸ τὰ σφαιρωτὰ σμήνη εἶναι τὸ τοῦ Ἡρακλέους (εἰκ. 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 ὄλων τῶν ἀστέρων τοῦ σμήνους θὰ πρέπει νὰ κυμαίνεται μεταξύ 100 καὶ 200 χιλιάδων. Ὑπολογίζεται, ὅτι ἡ ἀπόστασις τῶν ἀστέρων εἰς τὴν κεντρικὴν περιοχὴν του περιορίζεται εἰς μερικὰς μόνον ἀστρονομ. μονάδας, ἐνῶ 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., ἂν 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 βραχιόνας τῶν γαλαξιδῶν καὶ τὰ ἀνοικτὰ σμήνη των.

Ἀσκήσεις

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

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ Ο ΗΛΙΟΣ

Ι. ΣΧΗΜΑ, ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ

43. Σχήμα και περιστροφή του ἡλίου. α'. Ἐπιμελημένοι μετρήσεις ἔδειξαν, ὅτι ὁ ἥλιος εἶναι ἐντελῶς σφαιρικὸν σῶμα. Ἐνῶ δὲ ἡ γῆ, ὅπως καὶ οἱ ἄλλοι πλανῆται, εἶναι πεπεσμένοι 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.

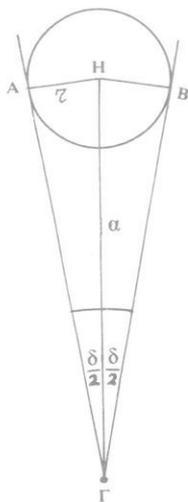
Πράγματι· ὅπως τὸ ἀποδεικνύει τόσον ἡ ὀπτική, ὅσον καὶ ἡ φασματοσκοπικὴ ἐξέτασις, ἡ ἡλιακὴ σφαῖρα κινεῖται περὶ ἄξονα, ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς, ἀλλ' ὁ ἀπαιτούμενος χρόνος δι' ἐκάστην περιστροφὴν ἀνέρχεται, κατὰ μέσον ὄρον, εἰς 25 ἡμ. καὶ 23λ. περίπου.

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 μὲ 32' 4", 1.



Σχ. 5.

β'. Ἡ μεταβολὴ τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ ἡλίου εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς μεταβολῆς τῆς ἀποστάσεως ΓΗ τῆς γῆς ἐκ τοῦ ἡλίου. Τοῦτο γίνεται, διότι ἡ γῆ δὲν κινεῖται περὶ τὸν ἥλιον ἐπὶ κυκλικῆς τροχιᾶς, τῆς ὁποίας τὸ κέντρον νὰ κατέχη 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 καὶ, συνεπῶς, $\frac{\delta}{2}$ ἡ φαινομένη ἡμιδιάμετρος

αὐτοῦ, ἐπειδὴ αὐτὰ ΓΑ καὶ ΓΒ εἶναι ἐφαπτόμενα 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

γράφωμεν :

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

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 γηῖνας ἀκτίνας (γηῖνη ἀκτίς = 6.378.388 μέτρα).

δ'. Ἐὰν καλέσωμεν E καὶ ε ἀντιστοιχῶς 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 ἑλκτικῆς 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 ἀναπτύξη ἓνα σῶμα, διὰ νὰ ὑπερνικήσῃ τὴν ἡλιακὴν ἔλξιν, εἶναι 617 km/sec.

Ἀσκήσεις

32. Εὑρετε τὴν ἀκτίνα τοῦ ἡλίου εἰς km, τὴν ἐπιφανείαν 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 ζυγίζη, 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 τῆς λαμπρότητος τοῦ ἡλίου ἀπέδειξαν, ὅτι οὗτος εἶναι κατὰ 12×10^{10} φορές λαμπρότερος ἀστέρος τοῦ α' μεγέθους καὶ κατὰ 23×10^7 φορές λαμπρότερος τοῦ φωτὸς ὄλων τῶν ἀστέρων. Διὰ τοῦτο ἄλλωστε κατὰ τὴν ἡμέραν τοὺς ἀποκρύπτει. Τέλος, εἶναι κατὰ 56×10^4 φορές λαμπρότερος τῆς πανσελήνου.

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

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

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

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

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

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

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

δεικνύεται από την σταθερότητα, εν γένει, του κλίματος της γης, κατά το διάστημα τουτο, συνάγεται το συμπέρασμα, ότι ο ήλιος συνεχώς αναπληροῖ τὴν ἀκτινοβολουμένην ἐνέργειάν του.

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

Α'. Ἡ **μετεωρική ὑπόθεσις**, διατυπωθεῖσα ἀπὸ τὸν Mayer (Μάγιερ) τὸ 1848. Συμφώνως πρὸς αὐτήν, ἡ ἠλιακὴ ἐνέργεια ἀνανεοῦται διὰ τῆς συνεχοῦς πτώσεως μετεωρικῆς ὕλης (§ 83α) ἐπὶ τοῦ ἡλίου. Ἀλλὰ διὰ τῆς πτώσεως μετεωρικῆς ὕλης ἐλάχιστον ποσὸν τῆς ἠλιακῆς ἐνεργείας δύναται νὰ καλυφθῆ.

Β'. Ἡ **ὑπόθεσις τῆς συστολῆς τοῦ ἡλίου**, ἡ ὁποία διευτυπώθη ἀρχικῶς τὸ 1854 ἀπὸ τὸν Helmholtz (Χέλμολτς) καὶ συνεπληρώθη τὸ 1893 ἀπὸ τὸν λόρδον Kelvin (Κέλβιν). Κατ' αὐτήν ἡ ἀκτινοβολία τοῦ ἡλίου προκαλεῖ τὴν ψύξιν αὐτοῦ καί, συνεπῶς, τὴν συστολὴν του. Ἡ συστολὴ τοῦ ἡλίου ἀποτελεῖ πηγὴν ἐνεργείας καὶ τόσης, ὥστε ἡ παραγομένη νὰ ἰσοφαρίζῃ τὴν ἀκτινοβολουμένην.

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

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

ὅποιαν ἀκτινοβολεῖ ὁ ἥλιος. Ὑπολογίζεται, ὅτι κατὰ δευτερόλεπτον μεταστοιχειοῦνται 700×10^6 τόννοι ὕδρογόνου καὶ ἐξ αὐτῶν οἱ μὲν $695,3 \times 10^6$ γίνονται ἥλιον, ἐνῶ οἱ $4,7 \times 10^6$ τόννοι ἀκτινοβολοῦνται εἰς τὸ διάστημα ὡς ἐνέργεια. Ἐπὶ πλέον, ὑπολογίζεται, ὅτι ἡ ποσότης τοῦ ὑπάρχοντος εἰς τὸν ἥλιον ὕδρογόνου εἶναι τόση, ὥστε νὰ καταστήθῃ δυνατὴ ἡ συντήρησις αὐτοῦ καὶ ἡ συνεχῆς ἀκτινοβολία του ἐπὶ πολλὰ δισεκατομμύρια ἔτων.

48. Θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἡλίου. α΄. Ἐὰν φαντασθῶμεν σφαῖραν, ἔχουσαν κέντρον τὸ κέντρον τοῦ ἡλίου καὶ ἀκτίνα ἴσην πρὸς τὴν ἀπόστασιν γῆς - ἡλίου, τότε ἡ ἐπιφάνειά της θὰ ἰσοῦται πρὸς $2,826 \times 10^{27} \text{ cm}^2$. Ἐπειδὴ δὲ ἡ πραγματικὴ ἐπιφάνεια τοῦ ἡλίου 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 ἡλιακῆς ἐπιφανείας ἀντιστοιχοῦν 46381 cm^2 τῆς γῆνιης. Ἐκ τούτου προκύπτει, ὅτι ἡ ἀντιστοιχοῦσα ἐνέργεια εἰς ἕκαστον cm^2 τῆς ἡλιακῆς ἐπιφανείας εἶναι ἴση πρὸς $1,94 \times 46.381 = 89.979$ θερμίδας. Συνεπῶς, ἀπὸ καθὲν cm^2 τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἡλίου ἀκτινοβολοῦνται 90.000 θερμίδες περίπου.

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

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

Ἄσκησις

36. Πῶς πρέπει νὰ ἐξηγηθῇ, ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρα τοῦ ἡλίου, 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 ἡλιακαὶ στοιβάδες. α΄. Βάσει τῶν δεδομένων περὶ τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἡλίου συμπεραίνομεν, ὅτι οὗτος συνίσταται ἐκ διαπύρων ἀερίων καὶ ὅτι ἡ ὕλη του εἶναι διατεταγμένη κατὰ ὄμο-

κέντρους στοιβάδας, 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.

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

Β'. Ἡ φωτόσφαιρα. Ἐπερᾶνω 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, εις τὴν φωτόσφαιραν.

Γ'. Ἡ ἀτμόσφαιρα. Ἐπερᾶνω τῆς φωτοσφαίρας ὑπάρχει ἡλιακὴ ὕλη καὶ μάλιστα εις 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 ἔντονον διάχυτον φῶς τῆς ἡμέρας, ὅπως ἀκριβῶς ἀποκρύπτονται καὶ οἱ ἀστέρες. Γίνεται ὁμοίως ὁρατὴ κατὰ τὰς ὀλικὰς ἐκλείψεις τοῦ ἡλίου, ὡς λαμπρὸς φωτοστέφανος, περιβάλλων τὸν σκοτισθέντα δίσκον τοῦ ἡλίου.

Ἡ ἡλιακὴ ἀτμόσφαιρα χωρίζεται εις δύο στοιβάδας.

Ἡ πρώτη ἐξ αὐτῶν, ἡ ὁποία εὐρίσκεται εὐθὺς ἀμέσως ὑπερᾶνω 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 ὄρια φθάνουν εἰς τὴν ἀπόστασιν τῶν πέντε ἡλιακῶν ἀκτίνων. Ἡ θερμοκρασία του 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 σκοτεινὰ γραμμὰ τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος παύουν, πρὸς στιγμὴν, νὰ εἶναι σκοτεινὰ καὶ γίνονται ὄλαι λαμπραὶ. Τοῦτο συμβαίνει, διότι παύει πλέον νὰ ἔρχεται φῶς ἀπὸ τὴν φωτόσφαιραν, τὸ ὅποιον καὶ νὰ ἀπορροφᾶται ὑπὸ τοῦ χαμηλοτέρου στρώματος τῆς χρωμοσφαίρας, τὸ ὅποιον καλεῖται 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 ὄρατὸν τμήμα του ($7500 - 3400 \text{ \AA}$), ἀλλ' ἐκτείνεται καὶ πέραν, τόσον τοῦ ἐρυθροῦ, ὅσον καὶ τοῦ ἰώδους μέρους αὐτοῦ, εἰς τὰς ὑπερύθρους ἀκτινοβολίας (20 μικρὰ ἕως 7500 \AA) καὶ τὰς υπεριώδεις ($3400 - 2000 \text{ \AA}$).

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

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

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

52. Χημική σύσταση του ήλιου. α'. Η σπουδή των γραμμών του ήλιακού φάσματος απέδειξε, ότι η ήλιακή ύλη αποτελείται εκ των γνωστών στοιχείων. Έκ 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 έξ αυτών αί γραμμαί απορροφήσεως θα πρέπει να εύρισκονται εις το άόρατον υπεριώδες μέρος του φάσματος, ενώ άλλα στοιχεία δυνατὸν να υπάρχουν μόνον εις τὸ έσωτερικὸν του ήλιου.

β'. Αί περισσότεραι των γραμμών του ήλιακού φάσματος αντιστοιχοῦν εις τὸν σίδηρον. Έν τούτοις όμως τὰ περισσότερον αφονοῦντα στοιχεία εις τὸν ήλιον είναι τὸ υδρογόνον και τὸ ήλιον, τὸ ὁποῖον έλαβε τὸ ὄνομα τουτο, διότι παρετηρήθη τὸ πρῶτον ἐπὶ του ήλιου και κατόπιν ανεκαλύφθη εις τὴν γῆν.

Η πιθανωτέρα αναλογία διανομῆς των στοιχείων εις τὴν ήλιακήν ύλην είναι: υδρογόνον 81,7%, ήλιον 18,2% και τὰ άλλα στοιχεία 0,1%.

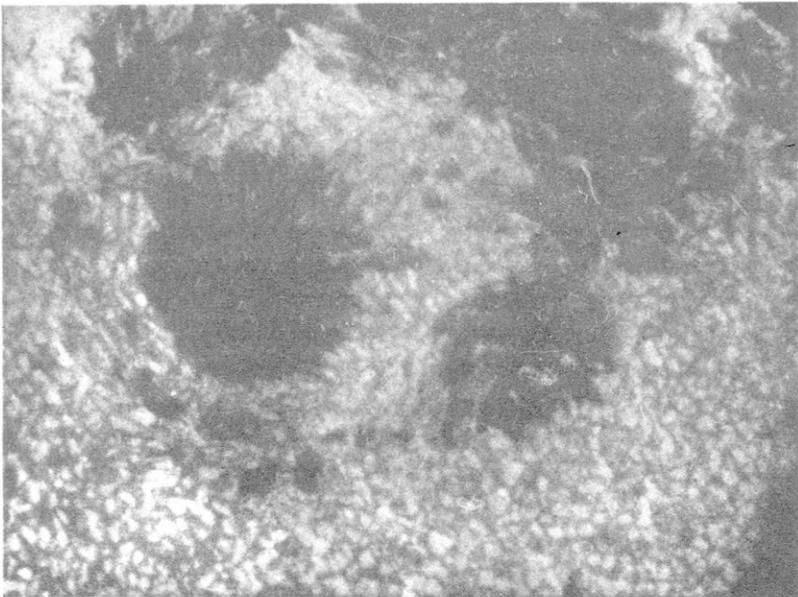
IV. ΗΛΙΑΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

53. Οί φωτοσφαιρικοί σχηματισμοί. α'. Παρατηροῦντες τὸν ήλιον διὰ του τηλεσκοπίου, βλέπομεν ὅτι η επιφάνειά του δεν είναι λεία, αλλά ὁμοιάζει με λευκὸν σινδόνι, τὸ ὁποῖον έχει καλυφθῆ ὁμοιόμορφως με κόκκους ὀρύζης. Διὰ τουτο και οί κόκκοι αὐτοί του ήλιου ὠνομάσθησαν **κόκκοι ὀρύζης**.

Οί κόκκοι είναι λαμπρότεροι ἀπὸ τὸ ὑπόβαθρον τῆς φωτοσφαίρας, έχουν δὲ συνήθως διάμετρον 600 ἔως 1000 km. Δύνανται να διατηρηθοῦν ἐπὶ τινὰ μόνον λεπτά ἔκαστός.

Μεταξύ των κόκκων παρατηροῦνται συνήθως μελανὰ στίγματα, ὁμοια με ὀπάς, τὰ ὁποῖα ὀνομάζονται **πόροι**, είναι δὲ βραχύβιοι σχηματισμοί, ὅπως οί κόκκοι.

β'. Κυρίως, πλησίον των χειλέων του ήλιακού δίσκου διακρίνονται ἄλλοι σχηματισμοί, λαμπρότεροι των κόκκων, κυκλικοί ἢ ἀκανόνιστοι, διατεταγμένοι συνήθως ταινιοειδῶς, οί ὁποῖοι ὀνομάζονται **πυρσοί**.



Είκ. 20. Κόκκοι και κηλίδες τῆς ἡλιακῆς φωτοσφαίρας.

Οἱ πυρσοὶ θεωροῦνται νέφη ἢ καὶ ὄρη τῆς φωτοσφαίρας, τὰ ὅποια 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 ὅποια περιβάλλονται ἀπὸ ὀλιγώτερον σκοτεινὰς στεφάνας, ἰνώδους 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 μεγάλα. Κατὰ τὸ διάστημα τῆς ζωῆς των παρουσιάζουν μεταβολὰς τῆς μορφῆς καὶ τῆς ἐντάσεως των, ἐξαφανίζονται δὲ διὰ τῆς βαθμιαίας ἐλαττώσεως τοῦ μεγέθους των καὶ τῆς σκοτεινότητός των.

Συνήθως αί κηλίδες παρουσιάζονται καθ' ὁμάδας. Εἰς μίαν ὁμάδα δυνατὸν νὰ περιέχωνται πολλαὶ δεκάδες μέχρι καὶ ἑκατοντάδων κηλίδων, ἐνῶ μεταξὺ τούτων, ὑπάρχουν σχεδὸν πάντοτε δύο πολὺ μεγάλαι, ἐκ τῶν ὁποίων ἡ δυτικὴ καλεῖται ἡ γ ο υ μ ἔ ν η καὶ ἡ ἀνατολικὴ ἔ π ο μ ἔ ν η.

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

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

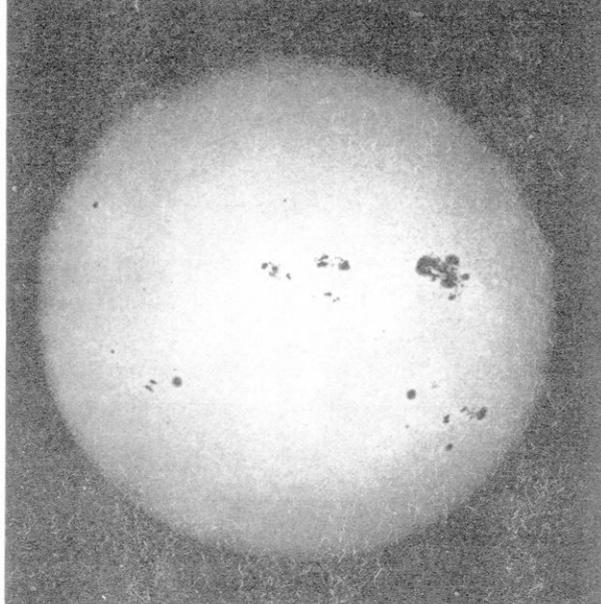
Ἡ θερμοκρασία τῶν κηλίδων εἶναι ἴση πρὸς 4600^o C, ἦτοι πολὺ ταπεινότερα τῆς φωτοσφαίρας, εἰς τοῦτο δὲ ὀφείλεται καὶ τὸ μελανὸν χρῶμα των. Συμβαίνει δηλαδὴ ἐδῶ ὅ,τι ἀκριβῶς καὶ μὲ τὴν φλόγα κηρίου, ἐὰν τοποθετηθῇ ἐμπρὸς εἰς ἕνα ἠλεκτρικὸν λαμπτήρα. Ἡ φλόγα τοῦ κηρίου φαίνεται μαῦρη, λόγῳ τῆς ταπεινότερας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

54. Οἱ ἡλιακοὶ νόμοι. α'. Ὁ ἑνδεκαετῆς κύκλος. Ὁ Schwabe (Σβάμπτε) πρῶτος διεπίστωσεν, ὅτι αἱ κηλίδες δὲν ἐμφανίζονται μὲ τὴν ἰδίαν πάντοτε συχνότητα. Ὑπάρχουν πάντοτε ἕνα ἕως δύο ἔτη, κατὰ τὰ ὁποῖα φαίνονται σπανίως ὀλίγα 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, **ἑνδεκαετῆς 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.

Είκ. 21. Φωτογραφία του ήλιου κατά τὸ μέγιστον τῆς δραστηριότητος αὐτοῦ. Διακρίνονται πολλὰ καὶ μεγάλα ὁμάδες κηλίδων.

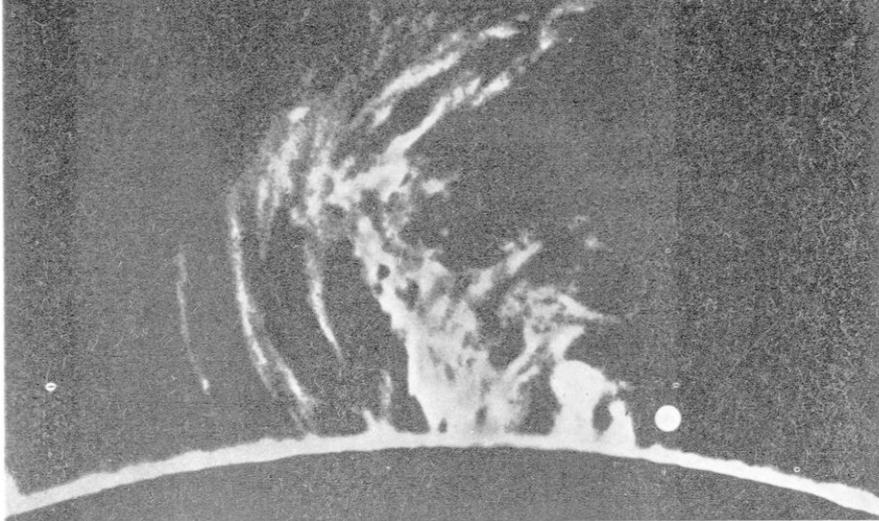


β'. Ὁ νόμος τῆς διανομῆς τῶν κηλίδων. Ὁ Sporer (Σπαϊρερ) πρῶτος διεπίστωσεν ἐξ ἄλλου, ὅτι αἱ κηλίδες δὲν σχηματίζονται τυχαίως ἐπὶ τῆς ἡλιακῆς ἐπιφανείας. Αἱ πρῶται κηλίδες καθ' ἑνὸς 11ετοῦς κύκλου ἐμφανίζονται εἰς ἀπόστασιν 45° περίπου ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ τοῦ ἡλίου καὶ εἰς τὰ δύο ἡμισφαίριά του, καθὼς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

Ἐπάρχουν 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) ἀνεκάλυψεν, ὅτι εἰς κάθε ὁμάδα κηλίδων, αἱ δύο μεγάλα, ἢ ἡγουμένη καὶ ἡ ἑπομένη, ἀποτελοῦν τοὺς δύο πόλους ἑνὸς μαγνήτου. Τὸ μαγνητικὸν πεδίου τῶν κηλίδων φαίνεται καὶ ὀφθαλμοσκοπικῶς ἀκόμη, διότι τὰ « ἄχυρα τοῦ σκιάφωτος », ὅμοια μὲ ἴνας, διατάσσονται κατὰ μῆκος τῶν δυναμικῶν γραμμῶν τοῦ πεδίου, ὅπως ἀκριβῶς συμβαίνει μὲ τὰ ρινίσματα σιδήρου, ἐὰν θέσωμεν πλησίον των ἑνα μαγνήτην.

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



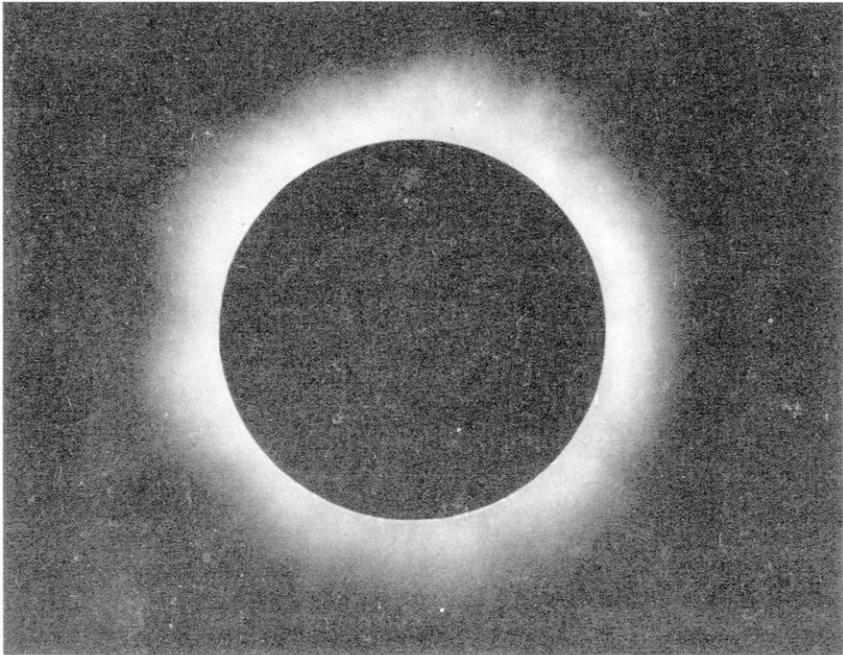
Εικ. 22. Ήλιακή προεξοχή ύψους 225.000 km. Ο λευκός κυκλικός δίσκος παριστᾶ τὰς σχετικές διαστάσεις τῆς γῆς.

ὅλαι αἱ ομάδες κηλίδων τοῦ ἑνὸς 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 ὁμως 11ετῆ 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 ληφθῆ ὡς βᾶσις ἡ ἀλλαγὴ αὐτῆ τῆς πολικότητος τῶν κηλίδων, τότε συμπεραίνομεν, ὅτι τὰ ἡλιακὰ φαινόμενα ἔχουν 22ετῆ περιοδικότητα, τῆς ὁποίας μέρη ἀποτελοῦν δύο διαδοχικαὶ ἑνδεκαετεῖς κύκλοι.

55. Τὰ φαινόμενα τῆς χρωμοσφαίρας. α΄. Ἀκίδες. Μὲ τὴν βοήθειαν ἐιδικῶν ὀργάνων (§ 163), τὰ ὁποῖα ἐπιτρέπουν τὴν σπουδὴν τῆς ἡλιακῆς ἀτμοσφαίρας, διεπιστώθη, ὅτι ἡ κυριώτερα στοιβὰς αὐτῆς, ἡ χρωμόσφαιρα, ἔχει ὑφὴν ἰνώδη. Αἱ ἴνες αὐταὶ 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-

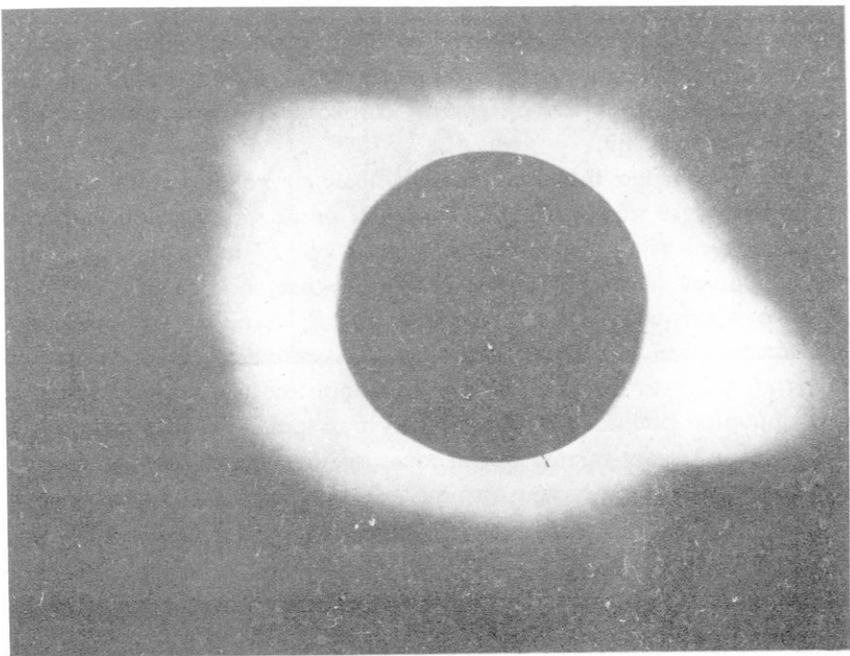


Εικ. 23α. Τὸ ἡλιακὸν στέμμα κατὰ τὸ μέγιστον τῆς ἡλιακῆς δραστηριότητος.

σμοὶ βραχύβιοι, μὲ διάρκειαν ζωῆς 2 ἕως 4 λεπτῶν, ἐνῶ ἡ ὕλη των, κυρίως ἐξ ὑδρογόνου, 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, ὁπότε χαρακτηρίζονται ὡς ἐ κ ρ η κ τ ι κ α ἰ. Τὸ ὕψος των φθάνει συνήθως τὰ 40.000 km (τὸ τριπλάσιον τῆς γηίνης διαμέτρου), ἂν καὶ παρετηρήθησαν 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. Τὸ ἠλιακὸν στέμμα κατὰ τὸ ἐλάχιστον τῆς ἠλιακῆς δραστηριότητος.

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

γ'. Ἐκλάμψεις. Πρόκειται περὶ ἐκρήξεων, αἱ ὁποῖαι παρατηροῦνται 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 ὑλικά σωματίδια.

56. Τὰ φαινόμενα τοῦ στέμματος. α'. Τὸ στέμμα δὲν παρουσιάζει πάντοτε ὄρια κυκλικά. Φαίνεται ὡς κυκλικὸς δακτύλιος, πάχους μιᾶς ἠλιακῆς 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 δυνατὸν νὰ παρατηρηθοῦν θύσανοί του, ἔχοντες μῆκος, ἀκόμη καὶ 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 καὶ ἐντὸς τοῦ ὁποῖου εἰσδύουν αἱ προεξοχαὶ τῆς χρωμοσφαίρας· καὶ εἰς τὸ ἐξωτερικόν, παρατηρούμενον μόνον κατὰ τὰς ὀλικὰς ἡλιακὰς ἐκλείψεις.

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

V. ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ ΕΠΙ ΤΗΣ ΓΗΣ

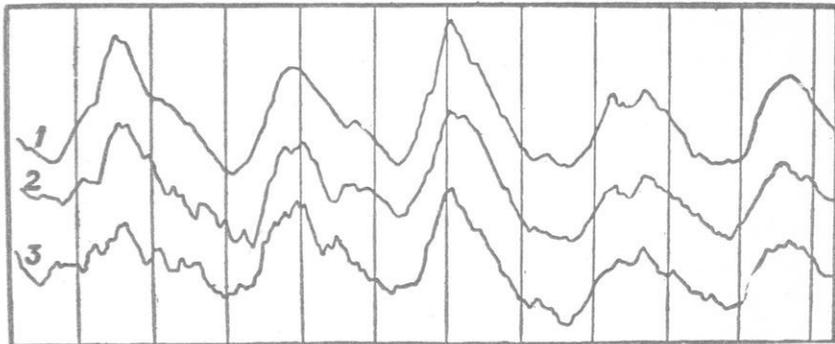
57. Γῆινα φαινόμενα, ἀκολουθοῦντα τὸν 11ετῆ κύκλον.

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

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

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

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



Εικ. 24. 'Η (1) καμπύλη παριστᾶ 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 μερικὰ 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 ἐτησίᾳ αὐξησις τῶν δένδρων καί, γενικώτερον, τῆς βλαστήσεως ἀκολουθεῖ τὸν 11ετῆ ἡλιακὸν κύκλον.

Ἐξ ἄλλου καὶ αἱ ἐπιδημιαί, αἱ ὅποια ἐπληξαν κατὰ καιροῦς τὴν ἀνθρωπότητα, συνέπιπτον, ἐν γένει, πρὸς τὰ ἔτη τῶν μεγίστων τῆς ἡλιακῆς δραστηριότητος.

58. Αἱ ἐκλάμψεις καὶ τὰ ἠλεκτρομαγνητικὰ γήινα φαινόμενα. α'. Τὰ προϊόντα τῶν ἡλιακῶν, ἐν γένει, ἐκρήξεων, μάλιστα δὲ τῶν ἐκλάμψεων εἶναι δύο εἰδῶν: α) ἄφθοнос ὑπεριώδης ἀκτινοβολία καὶ β) σωματίδια ὑλικά, φορτισμένα ἠλεκτρικῶς, ἰδίᾳ ἠλεκτρόνια. Ἡ ὑπεριώδης ἀκτινοβολία καὶ αἱ ἄλλαι κυματικαὶ ἀκτινοβολαὶ φθάνουν

ἔδῳ μετὰ 8 λ. περίπου, τὰ δὲ φορτισμένα σωματίδια μετὰ 18 ἕως 20 ὤρ. ἢ καὶ βραδύτερον.

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

Ἐξ ἄλλου ἢ ἀφθονος ὑπεριώδης ἀκτινοβολία, ἀπορροφωμένη ἀπὸ τὴν ἀτμόσφαιραν, προκαλεῖ ἕκτακτον ἰονισμόν τῶν στρωμάτων τῆς ἰονοσφαίρας (§ 91δ), ὁ ὁποῖος ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν μερικὴν ἢ ὀλικὴν ἀπορρόφησιν τῶν βραχέων ραδιοφωνικῶν κυμάτων ὑπ' αὐτῆς καί, κατὰ συνέπειαν, τὴν ἐξασθένησιν ἢ καὶ τὴν πλήρη κατασίγασιν τῶν μέσων τηλεπικοινωνίας εἰς τὰ κύματα αὐτά.

Ἄσκησις

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

Ι. ΚΙΝΗΣΙΣ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΗΛΙΟΝ

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

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

Κατὰ τὴν δευτέραν, οἱ πλανῆται, μεταξύ τῶν ὁποίων συγκατέλεγετο 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.

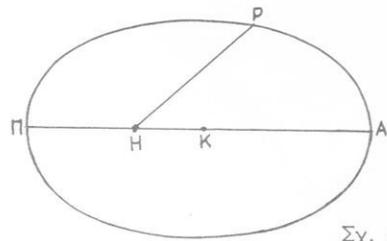
β'. Ὁ Πολωνὸς ἀστρονόμος Νικ. Κοπέρνικος (1473 - 1543), μελετήσας τὰς θεωρίας τοῦ Ἀριστάρχου καὶ τῶν ἄλλων Ἑλλήνων ἡλιοκεντριστῶν, ὑπεστήριξε τὴν ὀρθότητα τῆς ἡλιοκεντρικῆς ἰδέας καὶ συνετέλεσεν εἰς τὴν ἐδραίωσίν της. Ὡς ἐκ τούτου, ἐπεκράτησεν ἡ συνήθεια, νὰ ἀποκαλεῖται τὸ ἡλιοκεντρικὸν σύστημα « Κοπερνικεῖον », 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 διαπιστωθῆ, πράγματι, οἱ πλανῆται κινουῦνται περὶ τὸν ἥλιον, ἢ δὲ κινήσις 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 ὅμως τῆς κινήσεώς των πρὸς τὴν κίνησιν τῆς γῆς, ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν ἐξῆς φαινόμενικὴν κίνησιν των.

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

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



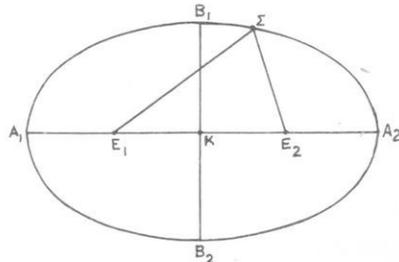
Σχ. 6.

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

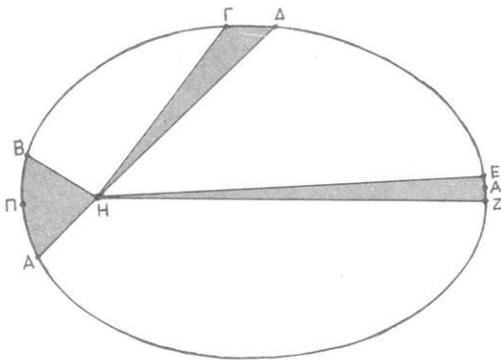
1. Ὡς γνωστόν, καλεῖται ἑλλείψις ὁ γεωμ. τόπος τῶν σημείων ἐπιπέδου, τῶν ὁποίων αἱ ἀποστάσεις ἀπὸ δύο σταθερῶν σημείων E_1, E_2 ἔχουν ἄθροισμα σταθερόν. Οὕτω, τοῦ τυχόντος σημείου Σ τῆς ἑλλείψεως (σχ. 7) εἶναι $E_1Σ + ΣE_2 = \text{σταθ.}$ Τὰ σημεῖα E_1 καὶ E_2 καλοῦνται ἑστίαί τῆς ἑλλείψεως, ἐνῶ τὸ Κ, 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 ἑκκεντρότης 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 ἑκκεντρότης $\epsilon = \frac{\gamma}{\alpha}$ εἶναι πάντοτε μικροτέρα τῆς μονάδος. Ἐὰν δὲ εἶναι $\gamma = 0$, ὁπότε αἱ ἑστίαί E_1 καὶ E_2 συμπίπτουν μὲ τὸ Κ, ἡ ἑλλείψις γίνεται περιφέρεια κύκλου, διὰ τὴν ὁποίαν θὰ εἶναι $\epsilon = 0$. Συνεπῶς, ὁ κύκλος εἶναι ἑλλείψις, τῆς ὁποίας ἡ ἑκκεντρότης εἶναι μηδέν.



Σχ. 7.



Σχ. 8.

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

δ'. Δεύτερος νόμος. Ἡ

ἐπιβατική ἄκτις 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 ἄκτις εἰς χρόνον t , π.χ. εἰς ἓνα μῆνα, εἶναι ἴσα. Τοῦτο συμβαίνει, διότι ἡ ἐπιβατική ἄκτις δὲν ἔχει σταθερὸν μῆκος, ἀλλὰ λαμβάνει τὴν μικροτέραν τιμὴν εἰς τὸ περιήλιον Π καὶ τὴν μεγαλύτεραν εἰς τὸ ἀφήλιον A. Συνεπῶς, ἡ ταχύτης τοῦ πλανήτου εἶναι μεγαλυτέρα εἰς τὸ περιήλιον καὶ μικροτέρα εἰς τὸ ἀφήλιον, διὰ τοῦτο δὲ καὶ τὰ τόξα AB, ΓΔ, EZ εἶναι ἄνισα, ἦτοι: $\widehat{AB} > \widehat{\Gamma\Delta} > \widehat{EZ}$.

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

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

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

Οὕτως, ἐὰν M καὶ m εἶναι αἱ μᾶζαι τοῦ ἡλίου καὶ τυχόνος πλανήτου καὶ r ἡ ἀπόστασις αὐτῶν, τότε οὔτοι ἔλκονται ἀμοιβαίως. Ἐὰν F παριστᾷ τὴν ἀμοιβαίαν ἑλξιν, ἔχομεν $F = \frac{M \cdot m}{r^2}$. Τῆς ἑλκτικῆς 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 εὔρον τὴν ἐξῆς σχέσιν. Ἐὰν λάβωμεν τὴν σειρὰν τῶν ἀριθμῶν 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96. . ., εἰς τὴν ὁποίαν ἕκαστος, πλὴν τοῦ πρώτου, εἶναι ὄρος γεωμ. προόδου 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 ἑνὸς μεγάλου πλῆθους μικρῶν πλανητῶν, τῶν ὁποίων ἡ μέση ἀπόστασις ἐκ τοῦ ἡλίου ἀντιστοιχεῖ εἰς τὰς 2,8 α.μ. Πιστεύεται, ὅτι οὔτοι ἴσως προῆλθον ἀπὸ τὸν θριμματισμὸν ἑνὸς ἄλλοτε μεγάλου πλανήτου.

γ'. Βραδύτερον, ἀνεκαλύφθησαν πέραν τοῦ Κρόνου καὶ ἄλλοι

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

τρεις πλανήται, οι οποίοι ώνομάσθησαν, κατά την σειράν τῆς ἀποστάσεως των ἀπὸ τὸν ἥλιον, **Οὐρανός, Ποσειδῶν καὶ Πλούτων.**

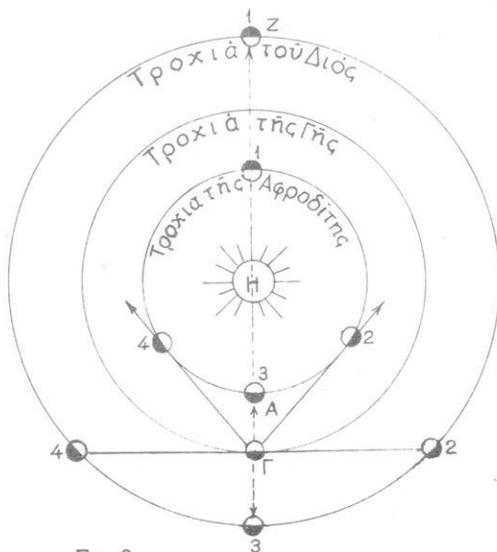
Εἰς τὸν πίνακα I (σελ. 114) παρέχονται αἱ ἀποστάσεις ἐνὸς ἑκάστου τῶν πλανητῶν ἐκ τοῦ ἡλίου εἰς ἑκατομ. km. καὶ εἰς α.μ., καθὼς ἐπίσης καὶ τὰ σπουδαιότερα τῶν στοιχείων τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν περὶ τὸν ἥλιον.

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 τροχιᾶς, ὀνομάζονται δὲ **ἑσωτερικοὶ πλανῆται** καὶ β) εἰς ἐκείνους, οἱ ὅποιοι εὐρίσκονται πέραν τῆς γῆς καὶ διαγράφουν τὰς τροχιάς των ἔξω τῆς τροχιᾶς αὐτῆς, ὀνομάζονται δὲ **ἔξωτερικοὶ πλανῆται.** Ἐσωτερικοί, συνεπῶς, εἶναι μόνον ὁ Ἑρμῆς καὶ ἡ Ἀφροδίτη, ἐνῶ ὅλοι οἱ ἄλλοι εἶναι ἔξωτερικοὶ 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 Ἄρεως 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.

64. Συζυγία καὶ ἀποχαί τῶν πλανητῶν. α'. Θεωρήσωμεν τὸν ἥλιον H (σχ. 9), τὴν τροχίαν ἐνὸς ἑσωτερικοῦ πλανῆτου, ἔστω τῆς Ἀφροδίτης A, τῆς γῆς Γ, καὶ ἐνὸς ἔξωτερικοῦ πλανῆτου, ἔστω τοῦ Διός Z. Ἄς ὑποθέσωμεν δὲ, ὅτι αἱ ἐν λόγῳ τροχιαὶ κείνται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου.



Σχ. 9.

Ἐν γένει, ὅταν ὁ ἥλιος, ἡ γῆ καὶ ὁ τυχὼν πλανήτης κείνται ἐπ' εὐθείας γραμμῆς, τότε λέγομεν, ὅτι ὁ ἥλιος καὶ ὁ πλανήτης εὐρίσκονται εἰς **συζυγίαν**. Διακρίνομεν, ἐξ ἄλλου, δύο περιπτώσεις. Ἐὰν ὁ ἥλιος καὶ ὁ πλανήτης κείνται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τῆς γῆς, τότε λέγομεν, ὅτι εὐρίσκονται εἰς **σύνοδον**· ἐνῶ, ὅταν κείνται ἐκατέρωθεν τῆς γῆς, τότε λέγομεν, ὅτι εἶναι εἰς **ἀντίθεσιν**. Ἄν, τέλος, τὰ τρία σώματα σχηματίζουν ὀρθὴν γωνίαν, λέγομεν, ὅτι εὐρίσκονται εἰς **τετραγωνισμόν**. Ὁ χρόνος μεταξύ δύο συνόδων ἑνὸς 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 ὁμως πλανήτης Ἄφροδίτη ποτὲ δὲν εὐρίσκεται εἰς ἀντίθεσιν, ἀλλ' ἔρχεται εἰς δύο συνόδους (1 καὶ 3). Ἐὰν κείται μεταξύ γῆς καὶ ἡλίου (θέσις 3), λέγομεν, ὅτι εἶναι εἰς **κατωτέραν σύνοδον**, ἐνῶ, ἐὰν ὁ ἥλιος κείται μεταξύ 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 παρατηρῆται 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 (τετραγωνισμὸς) τιμὴν 90°, εἰς τὴν 3 (ἀντίθεσις) τιμὴν 180°, εἰς τὴν 4 (τετραγωνισμὸς) ἴσην πρὸς 270° καὶ τέλος, ἴσην πρὸς 360° πάλιν εἰς τὴν θέσιν 1. Προκειμένου ὁμως 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 αὐτὴ ἀποχὴ, διὰ τὴν Ἄφροδίτην μὲν, φθάνει τὰς 48°, διὰ τὸν Ἐρμῆ δέ, περιορίζεται εἰς τὰς 28° μόνον.

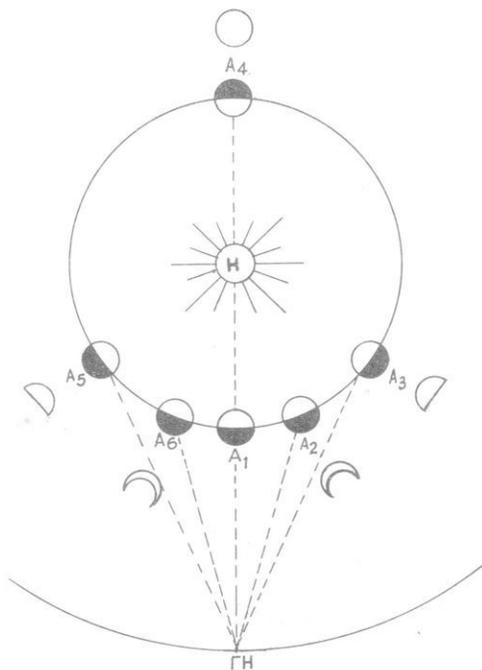
γ'. Κατὰ τὰς συνόδους, ἀφοῦ ὁ ἥλιος καὶ ὁ πλανήτης, ἐσωτερικὸς ἢ ἐξωτερικὸς, εὐρίσκονται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τῆς γῆς, εἶναι προφανές, ὅτι καὶ τὰ δύο σώματα φαίνονται εἰς τὸν οὐρανὸν εἰς τὴν ἰδίαν περίπτου θέσιν, διὰ τοῦτο δὲ ἀνατέλλουν καὶ τὰ δύο μαζί. Ὡς ἐκ τούτου ὁ πλανήτης βυθίζεται τότε εἰς τὴν ἡλιακὴν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

Ὅταν ὁμως ὁ ἐξωτερικὸς πλανήτης εὐρίσκεται εἰς ἀντίθεσιν,

τότε, ἀφοῦ διαφέρει τοῦ ἡλίου κατὰ 180° , φαίνεται εἰς τὸν οὐρανὸν τὴν νύκτα, ἐνῶ ὁ ἥλιος εὐρίσκεται κάτω τοῦ ὀρίζοντος. Διὰ τοῦτο καὶ αἱ καλαὶ παρατηρήσεις εἶναι δυνατὸν νὰ γίνουσι 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 ἀποχωρῶν 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 ὀλόκληρον ἢ μέρος τοῦ φωτιζομένου ἀπὸ τὸν ἥλιον ἡμισφαιρίου του. Οὕτως (σχ. 10), ὁ ἐσω-
τερικὸς πλανῆτης Α (Ἄφροδίτη), εἰς τὴν θέσιν Α₁ (κατωτέρα σύ-
νοδος) στρέφει πρὸς τὴν γῆν τὸ μὴ φωτιζόμενον ἡμισφαίριόν του



Σχ. 10.

καὶ δι' αὐτὸ δὲν φαίνεται καθόλου· ἐνῶ, καθὼς βαί-
νει ἀπὸ τὴν κατωτέραν πρὸς τὴν ἀνωτέραν σύνο-
δόν του, στρέφει πρὸς ἡ-
μᾶς ὅλον ἐν καὶ μεγαλύτε-
ρον μέρος τοῦ φωτιζομέ-
νου ἡμισφαιρίου του καὶ
φαίνεται ὑπὸ μορφήν δρε-
πανοειδοῦς μηνίσκου (Α₂)
καὶ ἔπειτα, ὡς ἡμιφώτι-
στος (Α₃), ἐνῶ κατὰ τὴν
ἀνωτέραν σύνοδόν του
(Α₄) φαίνεται ὡς ὀλοφώ-
τιστος δίσκος, ὅπως ἡ
πανσέληνος. Μετὰ ταῦτα
ἀρχίζει πάλιν νὰ παρου-
σιάζῃ ὅλον ἐν καὶ ὀλιγώ-
τερον μέρος τοῦ φωτιζο-
μένου ἡμισφαιρίου του,
καὶ φαίνεται διαδοχικῶς
ὡς ἡμιφώτιστος (Α₅) καὶ

ἔπειτα ὡς μηνίσκος (A_6) συνεχῶς λεπτυνόμενος, ἕως ὅτου ἐπανέλθη εἰς τὴν κατωτέρα συνοδον, ὁπότε παύει νὰ φαίνεται ὀλοτελῶς. Αἱ διαφορετικαὶ αὐταὶ ὄψεις καλοῦνται **φάσεις**, πρῶτος δὲ τὰς παρετήρησεν ὁ Γαλιλαῖος¹.

β'. Οἱ ἔξωτερικοὶ πλανῆται δὲν παρουσιάζουν φάσεις ἐντόνως αἰσθητάς, ὅπως οἱ ἔσωτετικοὶ 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 ἕξ 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 ἐὰν ὑπάρχη κανεὶς δορυφόρος κινούμενος περὶ τὸν Πλούτωνα. Συνεπῶς, τὸ πλῆθος τῶν γνωστῶν δορυφόρων ἀνέρχεται εἰς 32 (Βλ. πιν. II).

Ἀσκήσεις

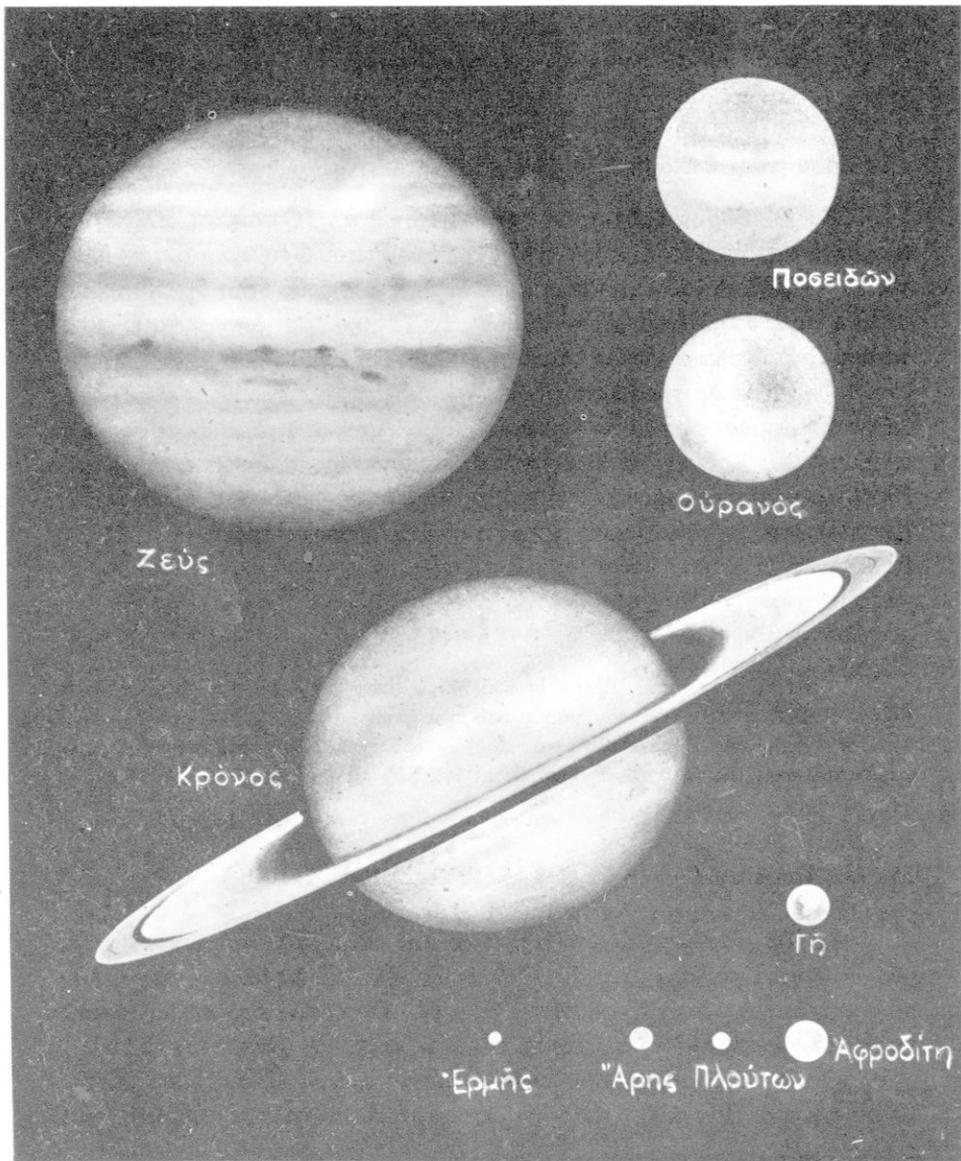
38. Ἡ ἀπόστασις τοῦ Ἄρεως ἐκ τοῦ ἡλίου εἶναι ἴση πρὸς 1,524 α.μ. Εὐρετε πόσον διαρκεῖ ἡ περιφορὰ του γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιον.

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

II. 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 11πλάσιαν τῆς γῆνης καὶ ἀκολουθοῦν οἱ πέραν αὐτοῦ πλανῆται Κρόνος, Οὐρανὸς καὶ Ποσειδῶν, ἐνῶ οἱ ἔσωτετικοὶ πλανῆται Ἑρμῆς καὶ

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



Εικ. 26. Συγκριτικά μεγέθη τῶν μεγάλων πλανητῶν.

Ἄφροδίτη, 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 γηίνης. Ἡ διάμετρος τῆς γῆς εἶναι ἴση πρὸς 12.742 km.

β'. Οἱ δορυφόροι ἐξ ἄλλου εἶναι, ἐν γένει, μικρὰ σώματα. Ἐν τούτοις, ἐκ τῶν δορυφόρων τοῦ Διός, ὁ **Γανυμήδης** (διάμετρος 4980 km) καὶ ἡ **Καλλιτώ** (διάμετρος 4500 km), καθὼς ἐπίσης καὶ ἐκ τῶν δορυφόρων τοῦ Ποσειδῶνος, ὁ **Τρίτων** (διάμετρος 4000 km), εἶναι μεγάλοι, σχεδὸν ὅσον καὶ ὁ πλανῆτης 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 Ἄφροδίτη, τῶν ὁποίων ἡ περιστροφή διαρκεῖ πολλὰς δεκάδας ἡμερῶν. Ἡ γῆ καὶ ὁ Ἄρης περιστρέφονται εἰς 24 ὥρας. Ὅλοι ὅμως οἱ ἄλλοι πλανῆται, πλὴν τοῦ Πλούτωνος, παρὰ τὸ μέγα μέγεθός των, περιστρέφονται ταχύτατα, εἰς διάστημα μόνον 15 ἕως 10 ὥρῶν.

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

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

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

Τὴν μεγαλύτεραν 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 διάφορους κλίσεις, ώς πρòς τò επίπεδον τής τροχιάς των περι τόν ήλιον. Η έν λόγω κλίσις έχει μεγάλην σπουδαιότητα, διότι έξ αυτής έξαρτώνται: α) ó σχηματισμός και τò εύρος τών ζωνών, **διακεκαυμένης, εϋκράτων και πολικών**, εις τήν επιφάνειαν τών πλανητών· β) ή ύπαρξις τών τεσσάρων έποχών του έτους· και γ) ή διάρκεια τής ημέρας και τής νυκτός εις τά διάφορα πλάτη τής επιφανείας τών πλανητών, αναλόγως τής έποχής του έτους.

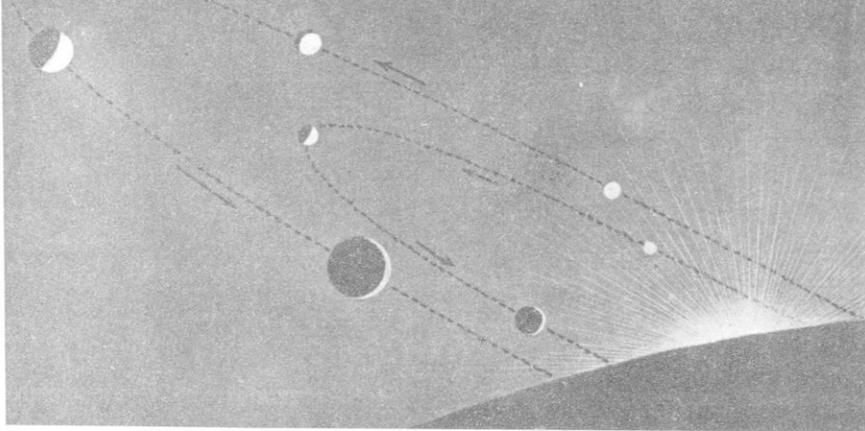
69. Έρμηξ. Εις τήν μέσην απόστασιν τών 58 εκατ. km περίπου, ó Έρμηξ κινείται περι τόν ήλιον εις 88 ήμέρας. Λόγω τής μεγάλης έγγύτητός του πρòς τόν ήλιον, δέχεται έξ αυτού φώς και θερμότητα έπτά φοράς περισσότερα από τήν γήν. Λόγω δέ τής μικράς τιμής τής μεγίστης απόχης του, τών 28^ο (§64β), αν και άστήρ του α' μεγέθους, παρατηρείται πολυ δύσκόλως έκ τής γής, έντός του λυκαυούς ή του λυκόφωτος, διá τουτο δέ και δέν γνωρίζομεν πολλά περι αύτου. Είναι ó μικρότερος έκ τών πλανητών.

Αί παρατηρήσεις επί τής πολώσεως του φωτός του, καθώς και ή καλουμένη «ανάκλαστική ικανότης», ήτοι τò ποσοστέν του άκτινοβολουμένου υπ' αύτου φωτός, έν σχέσει πρòς εκείνο που δέχεται έκ του ήλιου, μαρτυρούν, ότι τά πετρώματα τής επιφανείας του είναι παρόμοια μέ εκείνα τής σελήνης.

Ό Έρμηξ περιβάλλεται υπό άτμοσφαιράς, πολυ άραιότερας από τήν γηϊνήν. Τοϋτο δικαιολογείται, αν ληθθῆ υπ' όψιν, ότι ή ταχύτης διαφυγής (§44ε), περιορίζεται εις τά 3,6 km/sec μόνον (έναντι τών 11,2 km/sec τής γής) και επιτρέπει τήν διαφυγήν εις τò διάστημα τών μορίων τής άτμοσφαιράς του. Εις τουτο συντελεί άκόμη και ή ύψηλή θερμοκρασία του, ή όποία άνέρχεται εις + 400^ο C, εις τò ήμισφάριον που φωτίζεται από τόν ήλιον. Εις τò μη φωτιζόμενον, αντιθέτως, έχομεν - 100^ο C.

Υπ' αυτάς τας συνθήκας δέν είναι δυνατòν νά ύπάρχη επί του Έρμου ζώή, αν α λ ο γ ο ς πρòς τήν γηϊνήν.

70. Άφροδίτη. Η Άφροδίτη είναι ó λαμπρότερος άστήρ του ουρανού μέ μέγεθος κυμαινόμενον μεταξυ - 4,3 και - 3,0. Ονομάζεται Έωσφόρος ή Α υ γ ε ρ ι ν ό ς, όταν φαίνεται τήν πρωϊαν εις τò λυκαυγές και Έσπερος ή Α π ο σ π ε ρ ί τ η ς, κατά τò έσπέρας.



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

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

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 ὑπαρξίς νεφῶν, ἀποκρυπτόντων τὴν ἐπιφανείαν της. Μὲ τὰ διαστημόπλοια, τὰ ὁποῖα ἐστάλησαν εἰς τὴν Ἀφροδίτην τὸ 1962 καὶ τὸ 1967, εὔρεθη, ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρά της ἀποτελεῖται κατὰ 90% ἀπὸ διοξείδιον τοῦ ἀνθρακος καὶ μόνον κατὰ τὰ 5% ἀπὸ ἄζωτον, ἐνῶ τὸ ὀξυγόνον καὶ τὸ ὕδρογόνον, ἀπὸ κοινοῦ, περιορίζονται εἰς τὰ 1,5%. Ἡ θερμοκρασία εἰς ὕψος 30 km ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ πλανήτου εὔρεθη +40° C, ἐνῶ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας εἶναι τῆς τάξεως τῶν +400° 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 διαφύγη εἰς τὸ διάστημα.

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

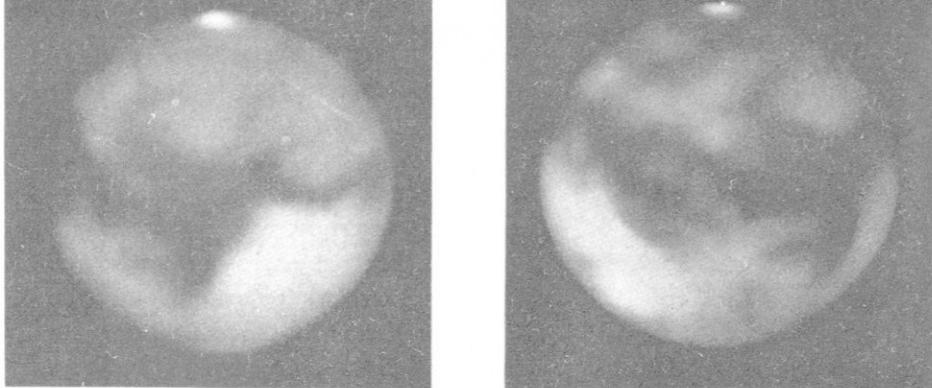
71. Ἄρης. α΄. Εἶναι ὁ περισσότερο γνωστὸς πλανήτης, διότι παρατηρεῖται ὑπὸ εὐνοϊκὰς συνθήκας κατὰ τὰς ἀνὰ διετίαν ἀντιθέσεις του, ἀλλὰ καὶ διότι ἀνὰ 15 περίπου ἔτη πλησιάζει τὴν γῆν εἰς ἀπόστασιν μόνον 55 ἑκατ. km ἀπ' αὐτῆς.

Εἰς τὴν μέσην ἀπόστασιν τῶν 228 ἑκατομ. km, κινούμενος ὁ Ἄρης 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 γηϊνῆς καὶ ὁ ὄγκος του περιορίζεται εἰς τὰ 0,15 τοῦ γηίνου. 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 γηϊνῆς, εἰς τρόπον, ὥστε σῶμα βάρους 1 kg, μεταφερόμενον ἐπὶ τοῦ Ἄρεως, νὰ ζυγίζη μόνον 380 gr. Διὰ τοῦτο καὶ ἡ ταχύτης διαφυγῆς περιορίζεται ἐκεῖ εἰς 5 km/sec.

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

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



Εικ. 28. Δύο φωτογραφίαι τοῦ πλανήτου Ἄρεως. Ἐνω διακρίνεται ὁ ἕνας πόλος τοῦ πλανήτου, καλυπτόμενος ὑπὸ πάγων. Αἱ φωτεινότεραι περιοχαὶ ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰς ἐρήμους τοῦ Ἄρεως.

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 Ἄρη, τὸ θέρος τοῦ 1965, μέχρις ἀποστάσεως 10.000 km ἀπ' αὐτοῦ, ἀπεκάλυψεν, ὅτι μεγάλαι ἐκτάσεις του καλύπτονται ἀπὸ κρατήρας, ἀναλόγους πρὸς τοὺς κρατήρας τῆς Σελήνης, διαμέτρου 5 ἕως 120 km. Τὸ πλῆθος τῶν κρατήρων τούτων ὑπολογίζεται εἰς 10.000, τὸ δὲ βάθος των νὰ φθάνη τὰ 4.000 m. Οἱ κρατήρες καλύπτουν κυρίως τὰς ἐκτάσεις τῶν ἄλλοτε λεγομένων « διωρύγων » τοῦ Ἄρεως, διὰ τὰς ὁποίας ἐπιστεύετο, ὅτι ἦσαν τεχνικὰ ἔργα τῶν « κατοίκων » τοῦ Ἄρεως. Τέλος, ἡ σπουδὴ τῆς πολώσεως τοῦ φωτὸς τοῦ Ἄρεως 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 Ἄρης περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαιρας πολὺ ἀραιᾶς, εἰς τὴν ὁποίαν ἀφθονεῖ τὸ ἄζωτον καὶ ἐν συνέχειᾳ τὸ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος. Ἐπίσης παρατηροῦνται ὕδρατμοὶ καὶ νέφη ἐκ παγοκρυστάλλων ἀλλὰ καὶ ἄμμου, τὴν ὁποίαν ἀνυφοῦν ἐκ τῆς ἐπιφανείας τῶν ἐρήμων τοῦ Ἄρεως ἄνεμοι, πνέοντες, ὅπως διεπιστώθη, μὲ ταχύτητα 36 km/h. Ἡ θερμοκρασία εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ ἰσημερινοῦ τοῦ Ἄρεως ἀνέρχεται κατὰ τὸ θέρος εἰς 30°C, κατέρχεται δὲ εἰς τὰς πολικὰς περιοχὰς μέχρι τῶν - 50° C.

Αί έναλλαγαί χρώματος, τὰς ὁποίας παρουσιάζουν μεγάλα ἐκτάσεις, ὥστε νὰ φαίνωνται πράσινα κατὰ τὸ ἔαρ, κίτρινα τὸ θέρος καὶ σκοτεινὰ τὸν χειμῶνα, ὠδήγησαν εἰς τὸ συμπέρασμα, ὅτι ὑπάρχει ἐπὶ τοῦ Ἄρεως βλάστησις. Τὴν ἄποψιν αὐτὴν ἐνισχύουν αἱ φασματοσκοπικαὶ ἔρευναι, ἀλλὰ καὶ αἱ πολωσιμετρικαὶ τοῦ Ἑλληνικοῦ 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 ὑπάρχη ὕδωρ ἐν ὑγρᾷ καταστάσει, ἀφοῦ τὰ ὄρη καὶ οἱ κρατῆρες τοῦ Ἄρεως δὲν παρουσιάζουν διαβρώσεις. Φαίνεται λίαν πιθανόν, ὅτι ἡ κύμανσις τῆς θερμοκρασίας τοῦ πλανήτου, ἐν συνδυασμῷ πρὸς τὴν χαμηλὴν τιμὴν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, δὲν ἐπιτρέπουν τὴν τῆξιν τῶν πολικῶν χιόνων, ἀλλὰ τὴν ἐξάχνωσίν των, εἰς τρόπον ὥστε τὸ ὕδωρ νὰ μεταπίπτῃ κατ' εὐθείαν ἀπὸ τὴν ἀεριοῦδη 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 λειχῆνες καὶ τὰ ξηρὰ βρύα, ποὺ ἀπαντῶνται εἰς τὰς τούνδρας τῶν γηίνων πολικῶν ζωνῶν.

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

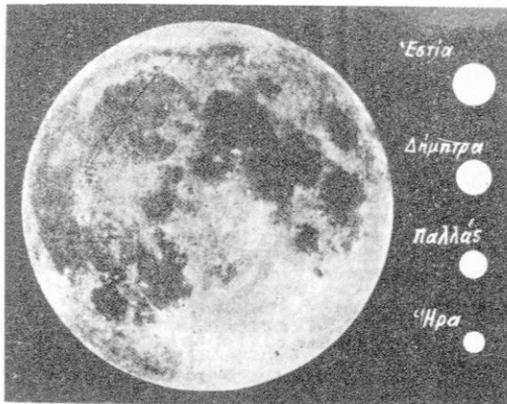
72. Μικροὶ πλανῆται (ἀστεροειδεῖς). Ὁ πρῶτος τῶν μικρῶν πλανητῶν ἀνεκαλύφθη τὸ 1801, ἀπὸ τὸν Ἰταλὸν ἀστρονόμον Piazzi (Πιάτσι 1746 - 1826), ὅστις καὶ τὸν ὠνόμασε **Δήμητραν**. Οὗτος εἶναι καὶ ὁ μεγαλύτερος ὄλων, μὲ διάμετρον 770 km. Τὸ 1802 ἀνεκαλύφθη ὁ δεῦτερος, ὀνομασθεὶς **Παλλάς**, ὁ ὁποῖος ἔχει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

Οί άσπεροειδεΐς κινούνται περι τόν ήλιον εΐς τήν μέσην άπόστασιν τών 2,8 α.μ., άλλ' αΐ τροχιαΐ των παρουσιάζουν ένίοτε τόσον μεγάλας έκκεντρότητασ, ώσπε μερικοΐ πλησιάζουν τόν ήλιον περισσότερο του "Αρεωσ. Ο "Ίκαροσ μάλιστα έχει τó περιήλιόν του εΐς τήν άπόστασιν τών 28 έκατ. km άπό τόν ήλιον, ήτοι πλησιέστερον καΐ του "Ερμουΐ, κατá τήν κίνησίν του δέ πλησιάζει τήν γήν εΐς άπόστασιν 16,5 έκατ. km. Άντιθέτωσ ό "Ίδαλγόσ έχει τó άφήλιόν του πλησίον του Κρόνου, εΐς τήν άπόστασιν έκ του ήλιου τών 9,4 α.μ.

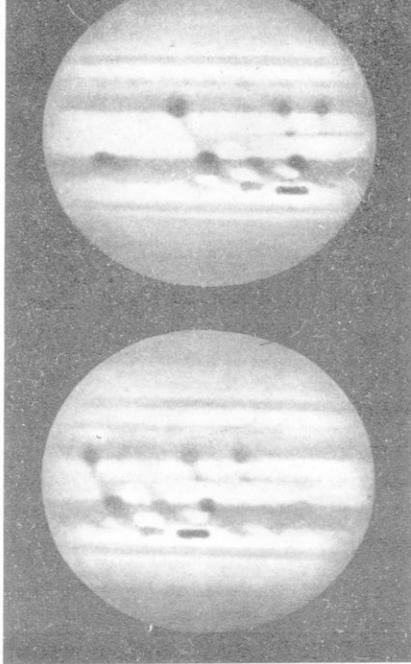
Τó πρόβλημα τήσ προελεύσεωσ τών άσπεροειδών δέν έχει λυθή. Η ύπόθεσισ, ότι οΐτοΐ προήλθον εκ τήσ έκρήξεωσ ένόσ μεγάλοσ πλανήτου, άν καΐ ή φυσικώτερα, προσκρούει πολΐ εΐς τó ότι ή ύλη όλων μαζί τών μικρών πλανητών αντιπροσωπεΐει μόλισ τó 1/20 τήσ μάζησ τήσ σελήνησ.

73. Ζεύσ. αΐ. Ο Ζεύσ είναι ό γίγασ μεταξΐ τών πλανητών. Δέν είναι μόνον ό μεγαλύτεροσ έξ αυτών, άλλά συγχρόνωσ είναι μεγαλύτεροσ όλων τών άλλων μαζί. Η διάμετρόσ του, ίση πρòσ 140.720 km, είναι 11άκισ μεγαλυτέρα τήσ γηΐνησ καΐ ό όγκοσ του 1318 φοράσ μεγαλύτεροσ τήσ γήσ. Άλλά καΐ ή μάζα του είναι 318 φοράσ μεγαλυτέρα τήσ γηΐνησ καΐ 2,5 φοράσ μεγαλυτέρα του συνόλου τών πλανητών καΐ δορυφόρων. Παρά ταΐτα ή πυκνότησ του μόλισ φθάνει εΐς 1,33, λαμβανομένησ ώσ μονάδοσ τήσ πυκνότητοσ του ύδατοσ. Μετá τήν Άφροδίτην είναι ό λαμπρότεροσ τών άλλων άστέρων, διότι τó μέγεθόσ του κυμαΐνεται μεταξΐ - 2,1 καΐ - 2,5.

Εΐς τήν άπόστασιν τών 5,2 α.μ. (778 έκατ. km), πέμπτοσ κατá σειράν πλανήτησ, συμπληροΐ μΐαν περιφοράν περι τόν ήλιον έντόσ 11έτ.



Εΐκ. 29. Συγκριτικά μεγέθη τών μεγάλων άσπεροειδών ώσ πρòσ τήν Σελήνην.



Εικ. 30. Δύο εικόνες του Διός, αί ό-
ποιαί δεικνύουν 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, διαχωριζομένας άπό φωτεινότερας ζ ώ ν α ς, έκτεινομένας
παραλλήλως πρός τόν ίσημερινόν του πλανήτητου. Αί ζώναι και αί
ταινίαί μεταβάλλουν συνεχώς όψιν και εύρος. Μεταξύ αυτών παρα-
τηρεΐται ή καλουμένη « έρυθρά κηλίς », με διάμετρον τετραπλασίαν
τής γηϊνης, ή όποία μετατοπίζεται άσθενώς, ώσαν αίωρούμενος σχημα-
τισμός, πρό του δίσκου του Διός. Ίσως πρόκειται περι « νησίδος »,
ή όποία πλέει επί ύλης, εύρισκομένης μεταξύ ύγρᾶς και άεριώδους
καταστάσεως, καλύπτεται δέ υπό πέπλου νεφών.

Πιστεύεται, ότι ό Ζεύς περικλείει πιθανώς εις τόν πυρήνα του
μικράν ποσότητα βαρέων στοιχείων, άναμειγμένων με ύδρογόνον
και ήλιον.

και 315 ήμ. περίπου, δέχεται δέ
άπό τόν ήλιον ποσότητα φωτός
και θερμότητος, ίσην πρός τó 1/25
έκείνης, που φθάνει εις τήν γήν.

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

Περιβάλλεται υπό πυκνής άτμο-
σφαιράς (θερμοκρασίας - 130° C),
ή όποία περιέχει, κατά κύριον λό-
γον, ένώσεις άμμωνίας και μεθα-
νίου. Δια τηλεσκοπίου δέν φαί-
νεται ή έπιφάνειά του, άλλα μόνον

Οὐδεις λόγος περί ζωῆς, ἀναλόγου πρὸς τὴν γῆινην, εἶναι δυνατὸν νὰ γίνῃ προκειμένου περί τοῦ Διός.

β'. Ἐκ τῶν 12 δορυφόρων τοῦ πλανήτου τούτου, οἱ τέσσαρες, **Γανυμήδης, Καλλιστώ, Ἴω** 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 ἡσημερινοῦ τοῦ πλανήτου. Ἀντιθέτως οἱ ἄλλοι ὀκτῶ εἶναι μικρότατα σώματα, διαμέτρου 20 ἕως 160 km.

Κατὰ τὴν κίνησιν των περί τὸν Δία, οἱ δορυφόροι ἄλλοτε ὑφίστανται **ἐκλείψεις**, ἀφανιζόμενοι εἰς τὴν σκιάν τοῦ Διός, ἄλλοτε δὲ παρουσιάζουν **διαβάσεις** πρὸ τοῦ δίσκου τοῦ πλανήτου καὶ φαίνονται ἐπ' αὐτοῦ ὡς μελανοὶ δίσκοι καὶ ἄλλοτε ὑφίστανται **ἐπιπροσθήσεις**, ἀποκρυπτόμενοι ὀπισθεν τοῦ δίσκου τοῦ πλανήτου.

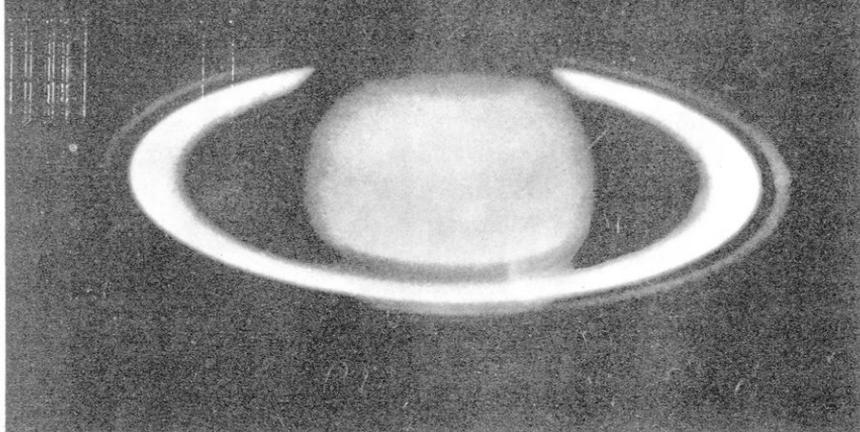
Αἱ ἐκλείψεις τῆς Ἰοῦς ἐχρησίμευσαν εἰς τὸν Roemer (Ραίμερ), διὰ τὴν εὐρεσιν τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός.

74. Κρόνος. α'. Εἰς τὴν μέσην ἀπόστασιν τῶν 9,54 ἄ.μ. κινεῖται περί τὸν ἥλιον ὁ Κρόνος, ἕκτος 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 φωτὸς ποῦ φθάνει εἰς τὴν γῆν.

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

Κινεῖται περί ἄξονα ἐντὸς 10 ὥρ. καὶ 14λ., παρουσιάζει δέ, ὅπως ὁ Ζεὺς, βραδυτέραν περιστροφὴν μακρὰν τοῦ ἡσημερινοῦ του, δηλωτικὴν τῆς ρευστότητός του μέχρι μεγάλου βάρους, ἐντὸς αὐτοῦ. Ἀποτέλεσμα τῆς ταχείας του περιστροφῆς εἶναι ἡ μεγάλη πλάτυνσις του, μεγαλυτέρα ὄλων 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 ἀτμοσφαιρας, ἀναλόγου συνθέσεως καὶ ὄψεως, μετὰ ζωνῶν καὶ ταινιῶν. Ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας του εὐρίσκεται ἴση πρὸς -155°C .



Εικ. 31. Ὁ πλανήτης Κρόνος.

Πιστεύεται, ὅτι ὁ Κρόνος ἔχει τὴν ἴδιαν σύστασιν μὲ τὸν Δία.

β'. Τὸν Κρόνον περιβάλλει **δακτύλιος**, ὁ ὁποῖος τὸν καθιστᾷ τὸν θαυμασιώτερον τῶν πλανητῶν. Εἰς τὴν πραγματικότητα πρόκειται περὶ τριῶν δακτυλίων συγκεντρικῶν, τῶν ὁποίων ἡ ἔσωτερικὴ διάμετρος φθάνει τὰ 272.000 km, ἐνῶ τὸ συνολικὸν τῶν πλάτος ἀνέρχεται εἰς τὰ 66.000 km. Τὸ πάχος τῶν ὁμῶς εἶναι πολὺ μικρὸν· περίπου 20 km. Ἀπὸ τοῦ ἔσωτερικοῦ χεῖλους τοῦ δακτυλίου μέχρι τῆς ἐπιφανείας τοῦ πλανήτου ἡ ἀπόστασις μόλις φθάνει τὰ 40.000 km.

Οἱ δακτύλιοι τοῦ Κρόνου δὲν εἶναι συμπαγῆς ὕλη, ἀλλὰ σύνολον σωματίων, πιθανῶς παγοκρυστάλλων, ἕκαστον τῶν ὁποίων περιφέρεται περὶ τὸν πλανήτην καὶ διαγράφει κυκλικὴν τροχίαν, εἰς χρόνον κυμαινόμενον μεταξὺ 14 καὶ 5,4 ὥρων. Λόγω ὁμῶς τῆς μεγάλης ἀποστάσεως, ὅλα αὐτὰ τὰ σωματῖα δίδουν τὴν ἐντύπωσιν τοῦ συνεχοῦς δακτυλίου.

γ'. Ὁ Κρόνος ἔχει 10 δορυφόρους, ἐκ τῶν ὁποίων οἱ πέντε εἶναι πολὺ μεγάλοι, μὲ διάμετρον ἀπὸ 1200 ἕως 5.000 km, ἐνῶ οἱ ἄλλοι πέντε εἶναι σχετικῶς μικροί, διαμέτρου 300 ἕως 600 km. Ὅλοι ὁμῶς, πλὴν τοῦ **Τιτᾶνος**, εἶναι μικρότεροι τῆς Σελήνης.

75. Οὐρανός. α'. Τὸν πλανήτην αὐτὸν ἀνεκάλυψε τυχαίως ὁ W. Herschel τὴν 13ην Μαρτίου 1781. Ἀρχικῶς τὸν ἐξέλαβεν ὡς κομήτην ἄνευ οὐράς, διότι ἕως τότε ἐπιστεύετο, ὅτι ὁ Κρόνος ὀρίζει τὰ

όρια του ἡλιακοῦ συστήματος. Ὡς ἐκ τῆς μεγάλης ἀποστάσεώς του ἀπὸ τὸν ἥλιον, ἴσης πρὸς 19,18 α.μ. (2.868 ἑκατ. km), ὁ Οὐρανὸς φαίνεται ὡς ἀστήρ βου μεγέθους καὶ εἶναι πολὺ δοσκόλως ὄρατὸς διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Συμπληρώνει τὴν περιφορὰν του περὶ τὸν ἥλιον εἰς 84 ἔτη καὶ 7 ἡμέρας.

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

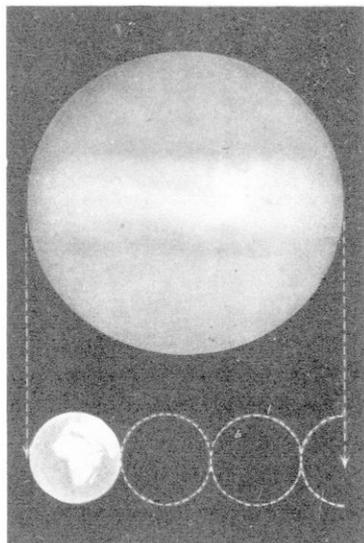
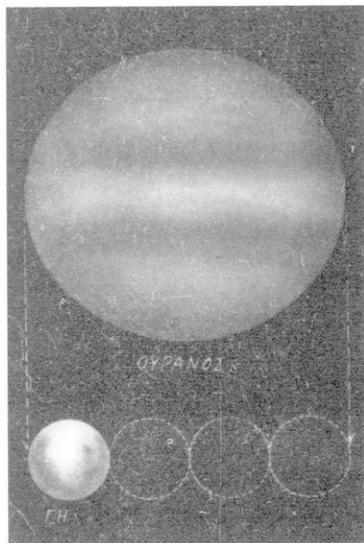
Περιστρέφεται εἰς 10 ὤ. 49λ. περὶ ἄξονα, τοῦ ὁποῖου ἡ κλίσις φθάνει τὰς 98°. Οὕτω, δύναται νὰ λεχθῆ, ὅτι κυλίνεται ἐπὶ τῆς τροχιᾶς του περὶ τὸν ἥλιον. Ἡ πλάτυνσις του ὑπολογίζεται ἴση πρὸς $1/12$.

Ὁ Οὐρανός, ὅπως ὁ Ζεὺς καὶ ὁ Κρόνος, παρουσιάζει ζώνας καὶ ταινίας, ἐναλλὰξ φωτεινάς καὶ σκοτεινάς, παραλλήλους πρὸς τὸν ἡμερινόν του, ὀφειλομένας εἰς τὴν περιβάλλουσαν αὐτὸν πυκνὴν ἀτμόσφαιραν, εἰς τὴν ὁποίαν κυριαρχεῖ τὸ μεθάνιον καὶ τὸ μοριακὸν 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 ὅσων δέχεται ἡ γῆ. Ὁ ἥλιος ἐκεῖθεν φαίνεται σχεδὸν ὡς ἀστήρ, με ἔντασιν φωτὸς μόλις 1584 φορές μεγαλύτεραν τῆς πάνσελήνου.

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 μικρότεραν τοῦ ἡμίσεος τῆς σεληνιακῆς (3476 km).

76. Ποσειδῶν. α. Ἡ ὕπαρξις τοῦ πλανήτου τούτου διεπιστώθη ἐκ τῶν παρελξέων, τὰς ὁποίας ἀσκεῖ ἐπὶ τοῦ Οὐρανοῦ. Ὁ Γάλλος μαθηματικὸς Le Verrier (Λεβερριέ, 1811 - 1877), ὑπελόγησε θεωρητικῶς καὶ ὑπέδειξε τὴν ἀκριβῆ θέσιν, εἰς τὴν ὁποίαν ἔπρεπε νὰ εὑρίσκεται ὁ ἄγνωστος πλανήτης, ὅπου δὲ καὶ πράγματι ἀνευρέθη τὴν 23ην Σεπτεμβρίου 1846 ὑπὸ τοῦ Γερμανοῦ ἀστρονόμου Galle (Γκάλλε), ὡς ἀστήρ 8ου μεγέθους.

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



Είκ. 32. Οί πλανήται Ούρανός και Ποσειδῶν ἐν συγκρίσει πρὸς τὴν γῆν.

περίπου καὶ συμπληροῖ τὴν περιφορὰν του εἰς 164,8 ἔτη. Ἡ διάμετρος του εἶναι 3,5 φορές μεγαλυτέρα τῆς γηϊνῆς καὶ ἡ μᾶζα του ἰσοῦται μὲ 17,23 γηϊνῆς μᾶζας. Ἡ πυκνότης του εἶναι 1,56 φορές μεγαλυτέρα τῆς τοῦ ὕδατος. Ὁ χρόνος τῆς περιστροφῆς του εὐρέθη 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 ἀτμοσφαιράς, ὅπως ἐκεῖνοι καὶ ὅτι ἡ φυσικὴ του κατάστασις θὰ 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 ὄφειλε νὰ εὐρίσκειται ὁ Πλούτων, ἐκ τῶν παρέλξεων, τὰς ὁποίας ἤσκει ἐπὶ τοῦ Ποσειδῶνος. Πράγματι, τὴν

21ην Ἰανουαρίου 1930 ἀνεκαλύφθη φωτογραφικῶς ὁ τελευταῖος γνωστός σήμερον πλανήτης Πλούτων, ὑπὸ τοῦ ἀστρονόμου τοῦ ἰδίου ἀστεροσκοπείου Cl. Tombaugh (Τόμποφ).

Ἡ μέση ἀπόστασις τοῦ Πλούτωνος ἐκ τοῦ ἡλίου ἰσοῦται μὲ 39,5 α.μ., ἤτοι 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 περισσότερον καὶ τοῦ Ποσειδῶνος, ἤτοι 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 17⁰ περίπου.

Ὁ Πλούτων φαίνεται ὡς ἀστήρ 14,5 μεγέθους. Ἡ πραγματικὴ του διάμετρος ἰσοῦται μὲ 6.850 km, ἤτοι 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 ἕξαπλασία τῆς γῆνης.

Δὲν γνωρίζομεν τίποτε τὸ βέβαιον, περὶ τῆς φυσικῆς καταστάσεώς του. Εἰς τὴν μέσην ἀπόστασίν του ἐκ τοῦ ἡλίου, 40 φορὰς μεγαλυτέραν τῆς γῆνης, θὰ δέχεται καὶ 40² = 1600 φορὰς μικροτέραν ποσότητα θερμότητος καὶ φωτὸς ἀπὸ τὴν γῆν, ἡ δὲ θερμοκρασία ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας του ὑπολογίζεται εἰς - 220⁰ C.

Ἀσκήσεις

40. Εἰς τὴν γῆν, τῆς ὁποίας ἡ κλίσις τοῦ ἄξονος εἶναι ἴση μὲ 23⁰ 27', ἡ μὲν διακεκαυμένη ζώνη ἐκτείνεται 23⁰ 27' ἐκατέρωθεν τοῦ ἰσημερινοῦ, αἱ δὲ κατεψυγμέναι καλύπτουν ἕκτασιν 23⁰ 27' ἀπὸ τῶν γῆινων πόλων. Καθορίσατε ἐπακριβῶς τὴν θέσιν καὶ τὴν ἕκτασιν ἐκάστης τῶν ζωνῶν τῶν πλανητῶν Ἄρεως, Διὸς καὶ Κρόνου.

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

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

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

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

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

ΠΙΝΑΚΙ
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

Πλανήτης	'Απόσταση έκ του ήλιου		Περιφορά περί των ήλιων	Χρόνος περιφορ. ήμ. ημ.	Ταχύτης περιφ. χλμ/δευτ.	Συνοδική περίοδος εις ημέρας		Τροχιάς		Κλίσις ως πρός την 'Εκλειπτι- κήν	Διάμετρος	Μέγεθος (Γ _ή = 1)			'Ενταση βαρύτητας	Κριτική ταχύτης km/sec	Περιστροφή		Πλάτυσις
	Εις έκδοσιμ. χλμ.	Εις α.μ.				'Εκκεντρότης	Γοή	Όγκος	Μάζα			Πυκνότης	ήμ. όρ. λ.	Κλίσις αξονος ως πρός την τροχιάν					
Έρμηϋς	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		
* Άρης	228	1,524	1 322	24,2	780	0,093	1	51	0,53	0,15	0,11	0,69	0,38	5,0	24 37	23 59	1:288		
Ζεύς	778	5,203	11 315	13,1	399	0,048	1	19	11,2	318,00	0,24	2,64	61,6	9,51	3 5	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		
Ουρανός	2.868	19,18	84 7	6,8	370	0,047	0	46	4,0	50	14,55	0,22	1,07	22	10 49	98	1:12		
Ποσειδών	4.494	30,06	164 280	5,4	367	0,009	1	47	3,5	42	17,23	0,22	1,41	25	14	28 48	;		
Πλούτων	5.896	39,5	248	4,7	367	0,247	17	9	0,54	0,16	0,9;	5,6;	;	;	6 9	;	;		

ΠΙΝΑΞ ΙΙ
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΔΟΥΡΥΦΟΡΩΝ

ΑΔΕ, αριθμός	Σύμβολον	Όνομα	Άστροικόν μέγεθος	Διάμετρος εις χλμ.	Άπόστασις ἐκ τοῦ πλανήτου εις ἀκτίνας τοῦ πλαν.	Χρόνος Περιφορᾶς Ἡμ. ὥρ. λ.	Φορά κινήσεως	Ἔτος Ἀνακαλύψεως	Όνομα Ἀνακαλύψαντος
Γ Η									
1		Σελήμη	-12,7	3.476	60,28	27 7 43	Ὅρθή	—	—
Α Ρ Η Σ									
1	I	Φόβος	11,5	16	2,77	7 39	Ὅρθή	1877	Ἄ. Χάλ
2	II	Δείμος	12,5	8	6,95	1 6 18	»	1877	Ἄ. Χάλ
Ζ Ε Υ Σ									
1	V	Ἀμάλθεια	13,0	160	2,53	11 57	Ὅρθή	1892	Μπαρνάρ
2	I	Ἴω	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	Περραίν
7	VII		16,2	40	164	259 14	»	1905	»
8	X		17,9	20	165	260 12	»	1938	Νικόλασον
9	XII		18,1	20	293	625	Ἀνάδρ.	1951	»
10	XI		17,5	22	317	700	»	1938	»
11	VIII		16,2	40	329	739	»	1908	Μελόττ
12	IX		17,7	22	338	758	»	1914	Νικόλασον
Κ Ρ Ο Ν Ο Σ									
1	XI	Ἴανός	12,1	520	3,07	22 37	Ὅρθή	1967	Ντολφούς
2	I	Μίμας	11,7	600	3,94	1 8 53	»	1789	Οὐίλ Ἔρσελ
3	II	Ἐγκέλαδος	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	Χουίγκνς
7	VI	Τιτάν	14	400	24,5	21 6 38	»	1848	Μπίουτε
8	VII	Ἵπεριών	11	1.200	58,9	79 7 55	»	1671	Κασσινί
9	VIII	Ἴαπετός	14,5	300	214,4	550 11 24	Ἀνάδρ.	1898	Πίκεριγγκ
10	IX	Φοίβη							
ΟΥ Ρ Α Ν Ο Σ									
1	V	Μιράντα	17	200	5,2	1 9 56	Ὅρθή	1948	Κόιπερ
2	I	Ἀριήλ	15,5	600	7,7	2 12 29	Ἀνάδρ.	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 Ἔρσελ
5	IV	Ὁβερών	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	Ἀνάδρ.	1846	Λάσσελ
2	II	Νηρεὺς	19,5	300	211	359 10	Ὅρθή	1949	Κόιπερ

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 μερικὰ ἄλλα σώματα, τὰ ὁποῖα ὀνομάζονται **κομήται**.

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

β΄. Σχεδὸν ὅλοι οἱ κομήται εἶναι σώματα τεραστίων διαστάσεων. Ἡ κεφαλὴ ἔχει συνήθως τὸ μέγεθος τῆς γῆς, δυνατὸν ὅμως νὰ εἶναι καὶ πλεον ἀπὸ 10 φορὰς μεγαλυτέρα. Ἐξ ἄλλου, τὸ μήκος τῆς οὐρᾶς δύνανται 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 γηίνης. 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 φορὰς καὶ μὲ μᾶζαν, ἔστω, 250.000 μικροτέραν τῆς γηίνης, ἔχει πυκνότητα τῆς κεφαλῆς 9000 φορὰς 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 ἑτησίως καί, κατὰ μέσον ὄρον, 5 ἕως 6. Μέχρι τῆς ἀνακαλύψεως τοῦ τηλεσκοπίου (1610 μ.Χ.), εἶχον παρατηρηθῆ 400· ἔκτοτε ὅμως, μὲ τὰ τηλεσκόπια

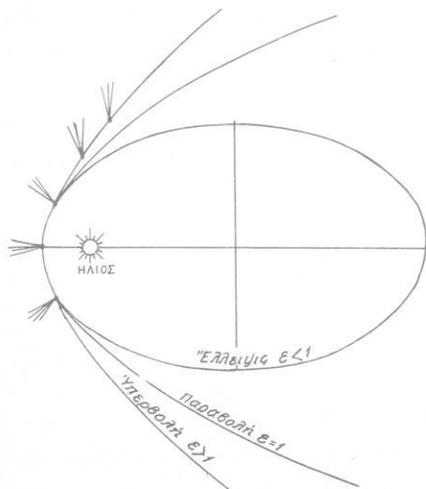


Εικ. 33. Ὁ κομήτης τοῦ Μπρούξ.

παρετηρήθησαν τόσοι, ὥστε ὁ ἀριθμὸς των ἔχει ἤδη ὑπερδιπλασιασθῆ. Ὅμως οἱ πολὺ μεγάλοι κομήται εἶναι περίπου 2%.

79. Τροχιαὶ τῶν κομητῶν· περιοδικοὶ καὶ μὴ περιοδικοὶ κομηῆται. α'. Αἱ τροχιαὶ τῶν κομητῶν εἶναι, κατὰ κανόνα, ἢ λίαν ἐπιμήκεις ἐλλείψεις, μὲ ἐκκεντρότητα τείνουσαν πρὸς τὴν μονάδα· ἢ ἡ ἐκκεντρότης των εἶναι μεγαλύτερα τῆς μονάδος. Εἰς τὴν δευτέραν αὐτὴν περίπτωσιν, ὅτε $e \geq 1$, αἱ τροχιαὶ δὲν εἶναι κλειστάι καμπύλαι, ἀλλὰ ἀνοικτάι. Καί, ἐὰν μὲν $e = 1$, τότε λέγομεν, ὅτι ἡ τροχιά των εἶναι **παραβολικὴ**, ἐὰν δὲ $e > 1$, τότε ἡ τροχιά των εἶναι **ὑπερβολικὴ** (σχ. 11).

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



Σχ. 11.

θως, περί τούς τρεῖς μῆνας. Καί οἱ μὲν περιοδικοί, ἐπειδὴ αἱ τροχιαί των σχηματίζουν μικράς γωνίας μετὰ τῆς ἐκλειπτικῆς, φαίνονται πάντοτε πλησίον αὐτῆς, ἐνῶ οἱ μὴ περιοδικοί, ἐπειδὴ σχηματίζουν τυχούσας καί συνήθως μεγάλας γωνίας μετὰ τῆς ἐκλειπτικῆς, παρατηροῦνται πρὸς πᾶσαν κατεύθυνσιν τοῦ οὐρανοῦ.

80. Θεωρία τῆς ἄγρας· οἰκογένεια καὶ προέλευσις τῶν κομητῶν. α'. Ἐκ τῶν 69 περιοδικῶν κομητῶν, μὲ περίοδον μικροτέραν τῶν 100 ἐτῶν, οἱ 45 ἔχουν τὸ ἀφῆλιον τῆς τροχιάς των πλησίον τοῦ Διός, ἐνῶ τῶν ὑπολοίπων ἄλλων τὰ ἀφῆλια εὐρίσκονται πλησίον τῶν πλανητῶν Κρόνου, Οὐρανοῦ καὶ Ποσειδῶνος. Ἐκ τῶν δεδομένων τούτων συνάγεται τὸ συμπέρασμα, ὅτι οἱ ἐν λόγω περιοδικοὶ κομηταὶ διήλθον κάποτε πλησίον κάποιου ἀπὸ τούς μεγάλους πλανήτας, οἱ ὅποιοι, μὲ τὴν ἰσχυρὰν ἔλξιν των, μετέβαλον τὴν τροχίαν των, ὥστε οἱ κομηταὶ νὰ καταστοῦν περιοδικοὶ καὶ νὰ ἔχουν τὰ ἀφῆλιά των πλησίον ἐκείνου τοῦ πλανήτου, ὁ ὁποῖος καὶ τοὺς ἤ γ ρ ε υ σ ε ν.

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

γ'. Σήμερον δεχόμεθα, ὡς πιθανωτέραν τὴν ἐκδοχὴν, ὅτι οἱ κομηταὶ, ἐν γένει, δὲν εἶναι ξένοι πρὸς τὸ ἡλιακὸν μας σύστημα, ἀλλ'

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

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

δ'. Οἱ κομηταὶ, περιοδικοὶ καὶ μὴ, γίνονται ὀρατοί, ὅταν διέρχονται πλησίον τοῦ περιηλίου των, ὅπότε 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 αὐτὴ πιθανὸν νὰ ὑπερβαίῃ καὶ τὰς 100.000 α.μ. Ἐπιπλέον καὶ
ἐκεῖ ἡ ἐλκτική δύναμις τοῦ ἡλίου τοὺς συγκρατεῖ, ἐφ' ὅσον δὲν ὑ-
πάρχει πλησίον τους κανεὶς ἄλλος ἀστὴρ, ὁ δὲ πλησιέστερος εὐρί-
σκεται εἰς ἀπόστασιν πλέον τῶν 4 ε.φ.

**81. Φυσικὴ κατάστασις καὶ χημικὴ σύστασις τῶν κομη-
τῶν. α'.** Τὸ φῶς τῶν κομητῶν εἶναι, ἐν μέρει, ἰδικόν τῶν 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. Ἐπιπλέον 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
ῤλη 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 σηῆνος ἵπταμένων πτηνῶν, κινοῦνται ὁμα-
δικῶς ἐπὶ τῆς αὐτῆς τροχιᾶς. Τὸ σύνολον τῶν στερεῶν τούτων καὶ
σχετικῶς μεγάλων τεμαχίων περιβάλλεται ὑπὸ κονιορτώδους καὶ
ἐν μέρει ἀεριώδους ῤλης, ἡ ὁποία καὶ σχηματίζει τὴν κόμην. Αἱ οὐ-
ραὶ, τέλος, αἱ ὁποῖαι ἀναπτύσσονται κυρίως, ὅταν οἱ κομηῆται πλη-
σιάζουν τὸν ἥλιον, ἀλλὰ καὶ διευθύνονται πάντοτε ἀντιθέτως τοῦ
ἡλίου (σχ. 11), σχηματίζονται διὰ τῆς πιέσεως τῆς ἀκτινοβολίας
τοῦ ἡλίου ἐπὶ τῶν μικρῶν σωματιδίων, τὰ ὁποῖα, καθ' 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 κομηῆται τοῦ Biela καὶ τοῦ Halley. α'. Ὁ κομηῆτης τοῦ
Biela (Βιέλα) παρέσχε τὴν ἀπόδειξιν, περὶ τῆς καταστάσεως αὐτῆς
τῶν κομητῶν.

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

Οὗτος ἀνεκαλύφθη τὸ 1826 καὶ διεπιστώθη, ὅτι ἦτο περιοδικός, τῆς οικογενείας 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 ὅμως, δὲν ἐπανῆλθε πλέον. Ὄταν, τέλος, τὴν 27ην Νοεμβρίου 1872 ἡ γῆ διῆλθεν ἐκ σημείου τῆς τροχιᾶς τῆς, ἀπὸ τὸ ὁποῖον τότε ἔπρεπε νὰ διέλθῃ καὶ ὁ ἄλλοτε κομήτης, ἔλαβε χώραν ἔκτακτος **βροχῆ 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 ἀτμοσφαίρας καὶ ἐξητιμίζοντο.

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

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

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

Ὅμως, παρὰ τὸ γεγονός ὅτι, τοῦλάχιστον, 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 ἀραιότητας 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 ὅποια εὐρίσκονται διεσπαρμένα εἰς τὸν χῶρον τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος.

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

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

τῶν μορίων τῆς γηίνης ἀτμοσφαίρας, ὥστε εἰς τὸ ὕψος τῶν 120 km, λόγω τῆς ἀναπτυσσομένης θερμότητος, διαπυροῦται ἐξωτερικῶς. Καὶ ἐὰν μὲν τοῦτο εἶναι μικρῶν διαστάσεων, τοῦ μεγέθους κόκκου ἄμμου, κατακαίεται καὶ ἀποτεφροῦται ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαίρας, εἰς 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 ὅμως ἔχη διαστάσεις μεγαλύτερας, τότε πυρακτοῦται ἐξωτερικῶς καὶ ἐκρήγνυται, ὁπότε καὶ ἀκούεται κάποτε ἰσχυρὸς ὁ κρότος τῆς ἐκρήξεως. Τότε λέγομεν, ὅτι ἔχομεν φαινόμενον **βολίδος**. Τέλος, ἐὰν τὸ μετέωρον εἶναι μεγαλύτερον τοῦ μεγέθους καρυδίου, τότε, ὁπωςδῆποτε, δὲν προλαμβάνει νὰ ἀποτεφρωθῇ ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαίρας καὶ καταπίπτει, καιόμενον, ἐπὶ τοῦ ἐδάφους. Οἱ ἀνευρισκόμενοι ἐπὶ τῆς γῆς μετεωρίζονται ὀνομάζονται καὶ **μετεωρόλιθοι** ἢ καὶ **ἀερόλιθοι**.

84. Πλήθος καὶ βροχαὶ διαττόντων. α'. Ὑπολογίζεται ὅτι, κατὰ μέσον ὄρον, πίπτουν εἰς ἓνα τόπον 30 - 40 διάττοντες καθ' ὥραν. Ὁ ἀριθμὸς των ἀνέρχεται εἰς 10.000 τὴν ὥραν, ἐὰν ληθοῦν ὑπ' ὄψιν καὶ ὅσοι ἀμυδροὶ φαίνονται μόνον εἰς τὰ τηλεσκόπια. Οὕτως, εὐρίσκεται, ὅτι τὸ πλήθος τῶν διαττόντων, τῶν πιπτόντων καθ' ἡμέραν εἰς ὅλην τὴν γῆν, ὑπερβαίνει τὰ 10 ἑκατομ. καὶ ὅτι ἐτησίως ὁ ἀριθμὸς των φθάνει τὰ 4 δισεκ.

β'. 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 διάρκειας τοῦ ἔτους, ἀκόμη δὲ καὶ τὴν ἐπιβράδυνσιν τῆς περιστροφῆς της, ἡ ὁποία συνεπάγεται τὴν αὔξησιν τῆς διάρκειας τοῦ ἡμερονυκτίου.

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

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

σμένον σημεῖον τοῦ οὐρανοῦ, τὸ ὁποῖον καλεῖται **ἀκτινοβόλον**.

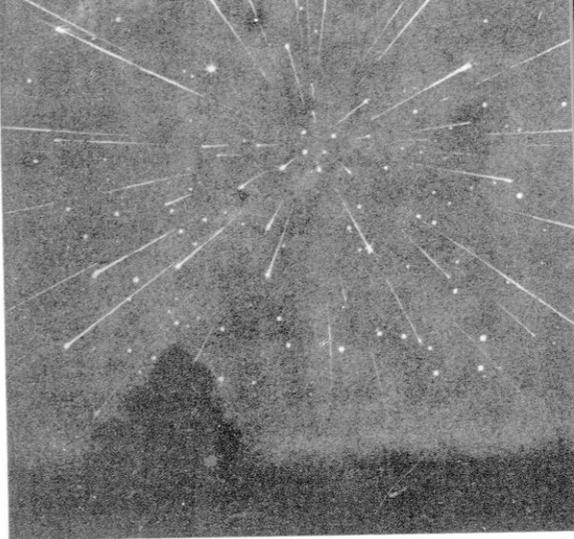
Συνολικῶς λαμβάνουν χώραν ἑννέα βροχαὶ διαττόντων ἐτησίως, σπουδαιότερα τῶν ὁποίων εἶναι ἡ σημειομένη μεταξὺ 9ης καὶ 14ης Αὐγούστου, ὅποτε τὸ πλῆθος τῶν λαμπρῶν μόνον διαττόντων ὑπολογίζεται εἰς 46 καθ' ὥραν. Τὸ ἀκτινοβόλον αὐτῶν εὐρίσκεται εἰς τὴν κατεύθυνσιν τοῦ ἀστέρος ἡ τοῦ Περσέως, διὰ τοῦτο δὲ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

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

Ἐνίστε συμβαίνει, ἐὰν ὁ ἀερόλιθος ἐκραγῆ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν ἢ ἐὰν ἡ γῆ διέλθῃ διὰ μέσου σμήνους μετεώρων, νὰ πέσῃ εἰς τὴν γῆν ἡ καλουμένη **χάλαζα ἐκ λίθων**, ὅποτε τὸ συνολικὸν πλῆθος τῶν μετεωρολίθων δυνατὸν νὰ ὑπερβαίῃ 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 διανοίξιν κρατήρων ἐπὶ τῆς γῆς, οἱ ὁποῖοι, πρὸς διάκρισιν ἀπὸ τοὺς ἠφαιστειακοὺς, καλοῦνται **μετεωρικοὶ κρατήρες**. Ὁ μεγαλύτερος ἐξ



Εἰκ. 35. Ἡ βροχὴ τῶν διαττόντων τῆς 9ης Ὀκτωβρίου 1933. Ὅλα τὰ μετέωρα προέρχονται ἀπὸ τὸ «ἀκτινοβόλον» σημεῖον, τὸ εὐρισκόμενον 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 λῆξιν τοῦ λυκόφωτος, φαίνεται εἰς τὸν δυτικὸν ὀρίζοντα ὑπόλευκον καὶ διάχυτον, πολὺ ζωηρὸν φῶς, ὡς τριγωνικὴ στήλη, ἐκτεινομένη κατὰ μῆκος τῆς ἐκλειπτικῆς· τὸ ὕψος τοῦ φωτός, εἰς τὴν Ἑλλάδα, φαίνεται νὰ περιορίζεται εἰς 50° . Ἀνάλογον φῶς παρατηρεῖται καὶ εἰς τὸν ἀνατολικὸν ὀρίζοντα, πρὸ τοῦ λυκαυγοῦς, τοὺς μῆνας Ὀκτώβριον καὶ Νοέμβριον. Τοῦτο καλοῦμεν **ζωδιακὸν φῶς**.

Τὸ φῶς αὐτὸ προέρχεται ἀπὸ τὴν ἀνάκλασιν τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς ὑπὸ σωματιδίων, τὰ ὁποῖα, ὡς ἀραιὸς κονιορτός, εὐρίσκονται διακεχυμένα εἰς τὸν χῶρον μεταξὺ τῶν πλανητῶν, κυρίως δὲ ἀπὸ τοῦ ἡλίου μέχρι τοῦ Ἄρεως. Ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ 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 ἐκείνων, εἰς τὰς ὁποίας εὐρίσκεται ὁ ἥλιος, ἐκτείνεται δὲ ἐπὶ μικρᾶς περιοχῆς τοῦ οὐρανοῦ, σχήματος ἑλλειπτικοῦ.

Ἀσκήσεις

46. Εὑρετε τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ἡμιάξονος τῆς 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 περιήλιον ἀπέχει ἐκ τοῦ ἡλίου 0,8 α.μ., τὸ δὲ ἀφήλιον 5,4 α.μ.

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

I. ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

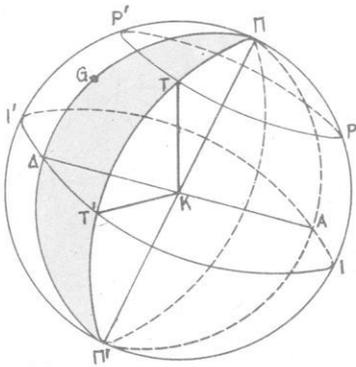
87. Ἡ γήινη σφαῖρα· ἄξων αὐτῆς καὶ κύκλοι τῆς ἐπιφανείας τῆς α'. Ἡ γῆ εἶναι σφαιρικὴ καὶ μεμονωμένη εἰς τὸ διάστημα. Ἐκτὸς πολλῶν ἄλλων ἀποδείξεων, τοῦτο πιστοποιοῦν πλέον αἱ φωτογραφαίαι τῆς γῆς, αἱ ληφθεῖσαι ὑπὸ διαστημοπλοίων, ἀπὸ μεγάλων ἔξ αὐτῆς ἀποστάσεων.

β'. Καλοῦμεν ἄξωνα τῆς γήινης 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 ἔστραμμένος πρὸς βορρᾶν, νότιος δὲ ὁ Π', ἔστραμμένος 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. ΔΙΑ τοῦ ἰσημερινοῦ καλεῖται δυτικὸν ἡμισφαίριον.

88. Γεωγραφικαὶ συντεταγμένα. α'. Ἐστώ τυχῶν τόπος Τ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς (σχ. 12) καὶ ΚΤ ἡ ἀκτὴς 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 ΤΤ' 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** μὲν, ἂν ὁ τόπος κεῖται εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον τῆς γῆς, **νότιον** δέ, ἂν οὗτος κεῖται εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον αὐτῆς. Οὕτω, τὸ γεωγρ. πλάτος τοῦ τόπου Τ εἶναι βόρειον καὶ μετρεῖται ὑπὸ τοῦ τόξου Τ'Τ.

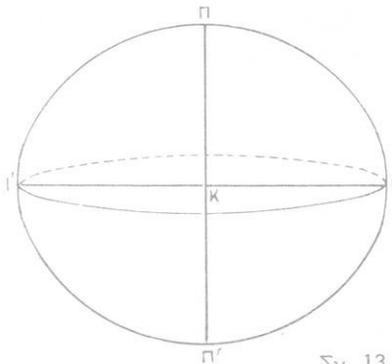
β'. Καλοῦμεν **γεωγραφικὸν μῆκος** τοῦ τόπου Τ καὶ τὸ συμβολίζομεν διὰ τοῦ L, τὴν διέδρον γωνίαν ΓΠΠ'Τ, τὴν σχηματιζομένην ὑπὸ τοῦ πρώτου μεσημβρινοῦ καὶ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου Τ. Ταύτης ἀντίστοιχος εἶναι ἡ ἐπίπεδος γωνία ΔΚΤ' τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἰσημερινοῦ, τῆς ὁποίας μέτρον εἶναι τὸ τόξον ΔΤ' τῆς περιφέρειας τοῦ ἰσημερινοῦ.

Τὸ γεωγραφικὸν μῆκος μετρεῖται ἀπὸ 0° ἕως 180° ἐπὶ τῆς περιφέρειας τοῦ ἰσημερινοῦ, ἀρχῆς γενομένης ἐκ τῆς τομῆς Δ τοῦ ἰσημερινοῦ ὑπὸ τοῦ α' μεσημβρινοῦ, πρὸς τὸ Α' καὶ καλεῖται **ἀνατολικὸν** μὲν, ἂν ὁ τόπος κεῖται εἰς τὸ ἀνατολικὸν ἡμισφαίριον, **δυτικὸν** δέ, ἂν οὗτος κεῖται εἰς τὸ δυτικὸν ἡμισφαίριον. Οὕτω, τὸ γεωγρ. μῆκος τοῦ τόπου 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 τοῦ 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, **γεωγραφικὰ συντεταγμένα τοῦ τόπου.**

89. Τὸ γήινον ἔλλειψοειδές. 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 μῆκος 40.009.152 m, ἐνῶ ὁ ἰσημερινὸς εἶναι μεγαλύτερος κατὰ 67.442 m. Ἐκ τῶν δεδομένων τούτων προκύπτει, ὅτι ὁ μεσημβρινὸς ΠΙΠ'Ι', (σχ. 13) εἶναι ἔλλειψις, τῆς ὁποίας, ὁ μὲν μέγας ἡμιάξων ΙΚ, ὁστις καὶ καλεῖται **ισημερινὴ ἀκτίς** τῆς γῆς, ἔχει μῆκος 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 ἔλλειψοειδὲς ἐκ περιστροφῆς, ἥτοι σφαιροειδὲς, τὸ ὁποῖον γεννᾶται διὰ τῆς περιστροφῆς τῆς ἑλλείψεως ΠΙΠ'Ι' (τοῦ μεσημβρινοῦ) περὶ τὸν μικρὸν ἄξονα αὐτῆς ΠΠ'.

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

δ' 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 ὑπερνηκίσεως 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 Ἐρατοσθένης, κατὰ τὸ 250 π.Χ. Οὗτος κατέμετρησε τὸ μῆκος τοῦ τόξου τοῦ μεσημβρινοῦ, τοῦ περιλαμβανομένου μεταξὺ Ἀλεξανδρείας καὶ Συήνης. Εὕρεν, ὅτι τοῦτο ἦτο ἴσον μὲ 7° 12' καὶ ὅτι εἶχε μῆκος 5000 σταδίων. Συνεπῶς, τὸ μῆκος τοῦ ὅλου μεσημβρινοῦ ἀνέρχεται εἰς 250.000 στ. = 39.375 m· διότι τὸ στάδιον ἰσοῦτο πρὸς 157,5 m.

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

ε'. Ἐκ τῶν διαστάσεων τοῦ γηίνου ἔλλειψοειδοῦς ὠρίσθη ἡ μὸνὰς μήκους: τὸ **μέτρον**. Τοῦτο ἐλήφθη ἴσον πρὸς τὸ $1/10^7$ τοῦ μήκους τοῦ τετάρτου τοῦ μεσημβρινοῦ τῆς γῆς. Ἐπειδὴ ὁμως 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 μετρηθῆ 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. Εὔρετε τὴν τιμὴν τῆς πλατύσεως τῆς γῆς.
54. Εὔρετε 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. Εὔρετε 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 (ἤτοι ἐκείνων, τὰ ὁποῖα διασχίζουν τὴν γῆν σχεδὸν διαμετρικῶς καὶ τῶν ὁποίων ἡ ταχύτης μεταβάλλεται ἀναλόγως τῆς πυκνότητος τῶν ἐσωτερικῶν στρωμάτων τῆς γῆς), ὁ πλανήτης μας διαχωρίζεται, βασικῶς, εἰς τρεῖς κυρίως ὑπερκειμένους ἀλλήλων στοιβάδας: τὸν **πυρῆνα**, τὸν **μανδύαν** καὶ τὸν **φλοιόν**.

α'. Ὁ **πυρῆν**. Ὁ πυρῆν εἶναι ἡ σφαῖρα, ἡ ἔχουσα ὡς κέντρον τῆς τὸ κέντρον τῆς γῆς καὶ ἀκτίνα 3600 km περίπου, ἀντιστοιχοῦσαν συνεπῶς εἰς τὰ 0,57 τῆς γηίνης ἀκτίνας. 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 πυρῆν συνίσταται κυρίως ἐκ σιδήρου καὶ νικελίου. Ἄλλ' ὑπὸ τὰς κρατούσας ἐκεῖ συνθήκας, ἡ ὕλη τοῦ πυρῆνος δὲν δύναται νὰ θεωρηθῆ ὡς στερεά, πρέπει δὲ νὰ συμπεριφέρεται ὡς ρευστή.

β'. Ὁ **μανδύας** εἶναι ἡ στοιβάς, ἡ ὁποία ὑπέρεκειται τοῦ πυρῆνος, πάχους 2750 km περίπου, ἦτοι 0,42 τῆς γῆνης ἀκτίως καὶ ἡ ὁποία διαχωρίζεται εἰς δύο στρώματα, ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω.

Εἰς τὸ πρῶτον στρῶμα, πάχους 1800 km, ἡ μέση πυκνότης ὑπολογίζεται εἰς 6,4, ἡ δὲ θερμοκρασία, εἰς τὰ ὄρια 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 δεύτερον στρῶμα, τὸ ὑπερκεῖμενον, πάχους 900 km, ἡ πυκνότης κυμαίνεται ἀπὸ 4,7 ἕως 3,3 καὶ εἰς τὰ κατώτερα ὄρια 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 **φλοιός** 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 στρῶμα του ἀποτελεῖται ἀπὸ βαλσατοειδῆ, εἰς δὲ τὸ ἀνώτερον ἀπὸ γρανιτοειδῆ πετρώματα.

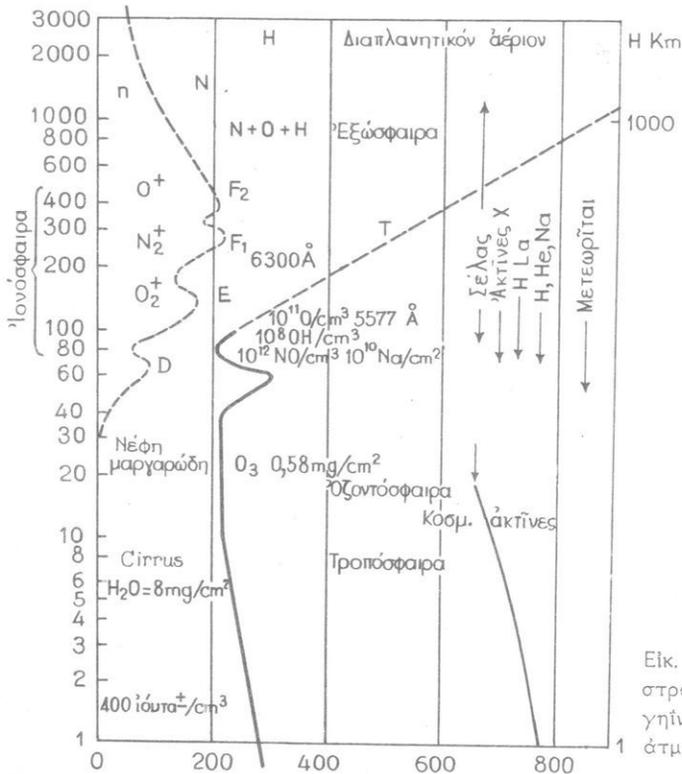
δ'. Τὸ σύνολον τῶν ὑδάτων, τὰ ὁποῖα καλύπτουν τὰς κοιλότητας τῆς ἐπιφανείας τῆς λιθοσφαίρας, ὡς θάλασσαι, λίμναι κ.λπ. καλοῦμεν συνήθως **ὕδρόσφαιραν**.

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 εὐρεθῆ. Διότι ἡ ὕλη τῆς ἀτμοσφαίρας, εἰς τὰς περιοχὰς ποῦ 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** τῆς περιορίζεται εἰς τὸ $1/10^6$ ἐκείνης, τὴν ὁποίαν ἔχει εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης καὶ ἡ **πίεσις** εἰς 1 mm, ἔναντι τῶν 760 mm ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης.

Ἡ **μᾶζα** τῆς ἀτμοσφαίρας ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ $1/1000$ τῆς ὅλης γῆνης μάζης, ἐνῶ τὰ $3/4$ αὐτῆς συγκεντροῦνται 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 ὁποῖα εἶναι :
1. Ἡ **τροπόσφαιρα**, μέσου ὕψους 11 km. Εἶναι τὸ κατώτερον στρῶμα, τοῦ



Εικ. 36. Διαδοχικά στρώματα της γήινης ατμόσφαιρας.

όποιον 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 ἰ, ὅπως λέγονται, ἐκ τῶν ὁποίων ἔλαβε καὶ τὸ ὄνομά της. Εἰς τὴν τροπόσφαιραν ἡ θερμοκρασία κατέρχεται κατὰ $0,6^{\circ}$ 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 παραμένει σταθερὰ κατ' ἀρχάς, ἀκολουθῶν δὲ ἀνέρχεται βαθμιαίως ἕως τοὺς $+15^{\circ}$ 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 **θερμόσφαιρα**, ἀπὸ 80 ἕως 500 km ὕψος, ἔλαβε τὸ ὄνομα τοῦτο, διότι καθ' ὅλην τὴν ἑκτασίαν της ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται συνεχῶς καὶ εἰς τὸ ὕψος τῶν 450 - 500 km φθάνει τοὺς $+1500^{\circ}$ 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, εἰς τὰ ὕψη ἐκεῖνα, εἶναι ἡ ἀντιστοιχοῦσα εἰς 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 ἠλιακοῦ 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 ὀ ζ ο ν τ ὀ σ φ α ι ρ α. Ἐπειδὴ δὲ τὸ ὄζον προκαλεῖ μεγάλην ἀπορρόφησιν τῆς ὑπεριώδους ἀκτινοβολίας, ἡ ὁποία ἐπίδραξ 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 πλανῆτός μας. Ἐάν δι' οἰονδίηποτε λόγον ἐξηφανίζετο τὸ στρώμα τοῦτο, θὰ κατεστρέφετο, ἐντὸς ὥρων, ὀλόκληρος ἡ ζωὴ ἐπὶ τῆς γῆς.

δ'. Ἴονόσφαιρα. Ἀπὸ τοῦ ὕψους τῶν 60 km καὶ ἄνω παρατηροῦνται φαινόμενα ἰονισμοῦ τῶν μορίων καὶ τῶν ἀτόμων τῆς ἀτμοσφαίρας, εἰς τρόπον ὡστε ὀλόκληρα στρώματα, μεγάλου πάχους, νὰ ἐμφανίζονται ἰονισμένα. Καλοῦμεν Ἴονόσφαιραν τὸ σύνολον τῶν ἰονισμένων ἀτμοσφαιρικῶν στρωμάτων. Ἐς αὐτῶν τὰ κυριώτερα εἶναι:

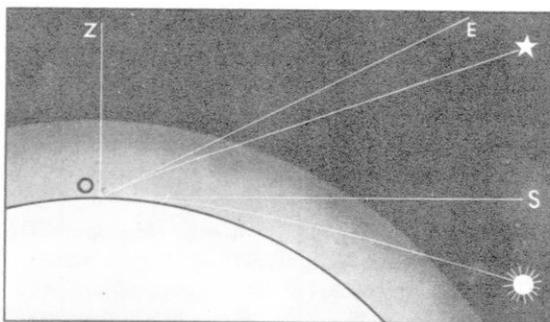
1. Τὸ **στρώμα D** εἰς ὕψος 60 ἕως 80 km, ἀσθενῶς ἰονισμένον καὶ μόνον κατὰ τὴν ἡμέραν.

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

92. Ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις. α'. Ὡς ἐκ τῆς διαφόρου πυκνότητος τῶν στρωμάτων τῆς γῆινης ἀτμοσφαίρας, τὸ φῶς τοῦ ἡλίου καὶ τῶν ἀστέρων, εἰσδύον ἀπὸ στρώματος εἰς στρώμα, ἤτοι ἀπὸ τινος μέσου μικροτέρας ὀ π τ ι κ ῆ ς πυκνότητος, εἰς ἄλλα, ὀλονὲν καὶ μεγαλύτερας ὀπτικῆς πυκνότητος, ὑπόκειται εἰς συνεχῆ διάθλασιν, τὴν ὁποῖαν ὀνομάζομεν **ἀτμοσφαιρικὴν**. Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις εἶναι τόσοσ μεγαλύτερα, ὅσων εἶναι μεγαλύτερα καὶ ἡ πλαγιότης τῶν ἀ-



Εικ. 37. Λόγω τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως, ὁ ἥλιος καὶ ὁ ἀστὴρ, εὐρισκόμενοι πλησίον τοῦ ὀρίζοντος, ἀνυψοῦνται καὶ φαίνονται εἰς τὰς θέσεις S καὶ E ἀντιστοίχως.

κτίνων τοῦ φωτός, διὰ τοῦτο δὲ καὶ μηδενίζεται, ὅταν ἡ ἀκτίς εἰσδύῃ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κατακορύφου. Ἀντιθέτως, λαμβάνει τὴν μεγαλυτέραν τῆς τιμὴν, ἴσην πρὸς 36'36'', ὅταν τὸ φῶς προέρχεται ἐκ τῶν σωμάτων, τῶν εὐρισκομένων εἰς τὸν ὀρίζοντα.

β'. Τὰ ἀποτελέσματα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς

διαθλάσεως εἶναι πολλά, κυριώτερα δὲ τούτων τὰ ἑξῆς:

1. **Παράτασις τῆς διαρκείας τῆς ἡμέρας.** Λόγω τῆς ἀτμ. διαθλάσεως, ὁ ἥλιος, ὅταν εὐρίσκεται πλησίον τοῦ ὀρίζοντος, ἀνυψοῦται φαινομενικῶς. Ἐπειδὴ δὲ ἡ φαινομένη διάμετρος του εἶναι ἴση πρὸς 32' περίπου, ἥτοι ὅση εἶναι καὶ ἡ τιμὴ τῆς ἀτμ. διαθλάσεως εἰς τὸν ὀρίζοντα, διὰ τοῦτο, ὅταν ὁ δίσκος του φαίνεται, ὅτι ἐφάπτεται τοῦ ὀρίζοντος, διὰ τὴν δύσιν, εἰς τὴν πραγματικότητα οὗτος ἔχει δύσει ἐντελῶς. Τὸ ἀντίστροφον γίνεται κατὰ τὴν ἀνατολήν του, ὅποτε, ὅταν πράγματι ἀρχίζῃ νὰ ἀνατέλλῃ, 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 ἀτμοσφαιρ. 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 εἴσθε παραμορφωμένοι πλησίον τοῦ ὀρίζοντος.

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

ρίως, προκαλείται τὸ φαινόμενον, κατὰ τὸ ὅποιον οἱ ἀστέρες φαίνονται νὰ σπινθιρίζουν καὶ νὰ μετατοπίζονται ἑλαφρῶς, 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 **λυκαυγές** καὶ τὸ **λυκόφως**, ὅπως καὶ τὸ **διάχυτον φῶς** τῆς ἡμέρας, δὲν ὀφείλονται εἰς τὴν ἀτμ. διάθλασιν, ἀλλ' εἰς τὴν διάχυσιν τοῦ φωτὸς ὑπὸ τῶν μορίων τῆς ἀτμοσφαιρας καὶ τῶν ἐντὸς αὐτῆς αἰωρουμένων ξένων σωματιδίων, ὑδρατμῶν, 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 πεδίον, τοῦ ὁποίου ἡ ἔντασις φαίνεται νὰ εἶναι τόσον μεγαλυτέρα, ὅσον ταχυτέρα εἶναι ἡ περιστροφή των.

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

γ'. **Ζῶναι Van Allen (Βὰν Ἄλλεν).** 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 Ἄλλεν, ἀπὸ τὸ ὄνομα τοῦ ἐρευνητοῦ, ὅστις πρῶτος τὰς ἐπέσημανε. Ἡ ἔντονος ἀκτινοβολία των ὀφείλεται εἰς τὰ ταχέως κινούμενα σωματίδια, πρωτόνια καὶ ἠλεκτρόνια, ἐπὶ τῶν δυναμικῶν γραμμῶν τοῦ γηίνου μαγνητικοῦ πεδίου. Σημαντικώτερα ἐμφανίζεται ἡ ἐξωτερικὴ ζώνη, ἡ ὁποία καὶ γεννᾶται ἀπὸ τὰ σωματίδια, τὰ ὁποῖα φθάνουν εἰς τὴν γῆν ἐκ τοῦ ἡλίου (§ 58), σχηματίζουσαν δὲ ζώνην ἀπὸ πλάσμα, μὲ ἐντονωτέραν ἀκτινοβολίαν περὶ τὸν μαγνητικὸν ἰσημερινὸν τῆς γῆς.

Αἱ ζῶναι Βὰν Ἄλλεν 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.

Ἄσκήσεις

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

57. Δικαιολογήσατε πῶς συμβαίνει, ὥστε ἡ στίλβη τῶν ἀστέρων νὰ περιορίζεται, 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 ἀνατολάς.

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

1. Ἡ φαινόμενη ἡμερησία κίνησις τοῦ ἡλίου καὶ ὀλοκλήρου τῆς οὐρανοῦ σφαίρας ἐξ Α πρὸς Δ., ἢ ὅποια εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς (§ 121).

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

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

4. Ἡ ἀπόκλισις τῶν ὀριζοντίως κινουμένων βλημάτων. Πράγματι, ἐὰν εἰς τὸ Β. ἡμισφαίριον τῆς γῆς, ριφθῇ βλήμα μὲ διεύθυνσιν ἐκ Β. πρὸς Ν., ἦτοι 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).

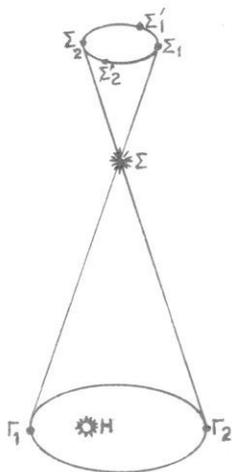
5. Ἡ μεταβολὴ τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος, συναρτήσῃ τοῦ γεωγρ. πλάτους. Οὕτως, ἐνῶ εἰς τοὺς πόλους τῆς γῆς ἡ τιμὴ τοῦ g εἶναι $983,221 \text{ cm/sec}^2$, εἰς τὸν ἰσημερινὸν ἔχομεν $g = 978,049 \text{ cm/sec}^2$,

άν και θά έπρεπε νά εΐναι $981,441 \text{ cm/sec}^2$, έάν ή μεταβολή ώφείλετο μόνον εΐς τήν μεγαλυτέραν άπόστασιν έκ τοϋ κέντρου τής γής, λόγω τοϋ μεγαλυτέρου μήκους τής ισημερινής άκτίνας. Ή διαφορά τών $3,392 \text{ cm/sec}^2$ ώφείλεται εΐς τήν περιστροφήν.

Έκτός αυτών και άλλων άποδείξεων, ύπάρχει και ή **πειραματική τοϋ έκκρεμοϋς**, τήν όποΐαν εφηήρμωσε πρώτος ό Foucault (Φουκώ, 1819 - 1868) τό 1851. Αυτή στηρίζεται εΐς τήν γνωστήν ιδιότητα τοϋ έκκρεμοϋς, καθ' ήν τó έπίπεδον τής αΐωρήσεως του μένει άμετάβλητον και όταν στρέφεται ό άξων έξαρτήσεως του. Κατά ταϋτα, εΐς έκκρεμές έξηρητημένον έπί τινος τών πόλων τής γής, και έφωδιασμένον με άκίδα, χαράσσουναν έπί τοϋ έδάφους τας αΐωρήσεις, θά συνέβαινε τοϋτο: ή άκίς θά έγραφεν εΐς κάθε αΐώρησιν διαφορετικήν γραμμήν, μαρτυροϋσαν άλλαγήν τοϋ έπιπέδου, λόγω τής περιστροφής τής γής και, εΐς 24 ώρ., τó σύνολον τών γραμμών θά συνεπλήρωνε περιφέρειαν κύκλου με κέντρον τόν πόλον. Έάν, άντιθέτως, τó έκκρεμές έξαρτηθῆ έπί τινος τόπου τοϋ ισημερινοϋ τής γής, θά διαγράφεται πάντοτε μία και ή αυτή γραμμή, έφ' όσον τó έπίπεδον αΐωρήσεως θά συνέπιπτε μετά τοϋ έπιπέδου τοϋ ισημερινοϋ. Τέλος, εΐς ένδιάμεσα γεωγρ. πλάτη θά γράφεται έλλειψις. Τοϋτο άκριβώς έδειξε και τó έκκρεμές τοϋ Foucault, τó όποΐον έξηρητήθη άπό τόν θόλον τοϋ Πανθέου τών Παρισίων. Ή άκίς τοϋ έκκρεμοϋς έγραφεν έπί τής άμμου διαφορετικας γραμμάς, σχηματιζούσας έλλειψιν και μαρτυρούσας τήν περιστροφήν τής γής.

γ'. Αποτέλεσμα τής περιστροφής τής γής εΐναι ή συνεχής διαδοχή τής **ήμέρας** και τής **νυκτός**, εΐς τούς διαφόρους τόπους. Διότι ή γῆ στρέφει προς τόν ήλιον διαφορετικόν ήμισφαίριον, άνά πᾶσαν στιγμήν, τó όποΐον φωτίζεται και έχει ήμέραν, διαχωρίζεται δε άπό τó άλλο ήμισφαίριον, τó όποΐον δέν φωτίζεται και έχει νύκτα, δια τοϋ καλουμένου **κύκλου φωτισμοϋ**, ό όποΐος, έντός 24ώρου, συνεχώς μετατοπίζεται και διατρέχει όλην τήν επιφάνειαν τής γής.

95. Ή κίνησις τής γής περι τόν ήλιον. α'. Ως τρίτος, κατά σειράν, πλανήτης τοϋ ήλιακοϋ συστήματος, ή γῆ κινείται περι τόν ήλιον, έκ Δ προς Α., εΐς τήν μέσην άπ' αυτοϋ άπόστασιν τών $149.600.000 \text{ km}$ περίπου και γράφει τήν έλλειπτικήν της τροχίαν περι εκείνον, με μέσην ταχύτητα 29.760 m/sec , έντός $365,256$ ήμ.



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 τροχίαν** (σχ. 3 καὶ 14). Ἄλλ' ἐὰν ἡ γῆ δὲν ἐκινεῖτο περὶ τὸν ἥλιον Η, οἱ ἀστέρες δὲν θὰ ἔγραφον ἐτησίως τὴν τροχίαν αὐτήν.

2. Ἡ **ἐτησία ἀποπλάνησις τοῦ φωτός.** Ἄλλ' ἐνῶ ἐκ τῆς θέσεως Γ_1 τῆς γῆς (σχ. 14) ὁ ἀστὴρ Σ θὰ ἔπρεπε νὰ παρατηρῆται 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 διευσθύνσεως τοῦ ἀνέμου καὶ τῆς διευσθύνσεως τοῦ πλοίου. Καθ' ὅμοιον τρόπον, ἡ κατεύθυνσις πρὸς τὴν ὁποίαν φαίνεται ὁ ἀστὴρ εἶναι ἡ συνισταμένη τῆς κινήσεως τῆς γῆς καὶ τοῦ φωτός τοῦ ἐρχομένου ἐκ τοῦ ἀστέρος.

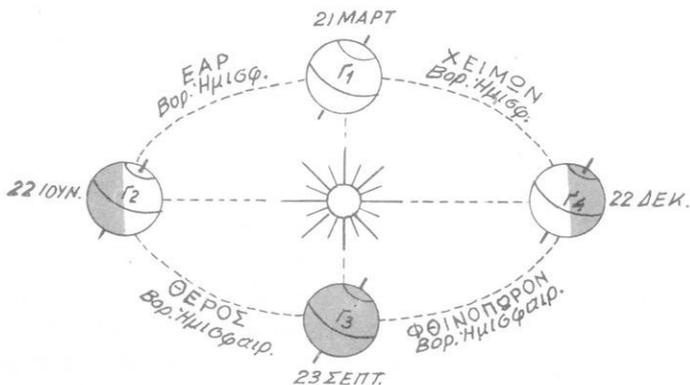
3. Ἡ **φασματικὴ ἀπόδειξις.** Τέλος, λόγῳ τῆς κινήσεως τῆς περὶ τὸν ἥλιον, ἐπὶ ἕξ μῆνας ἡ γῆ πλησιάζει πρὸς τινὰς τῶν ἀστέρων καὶ ἐπὶ ἄλλους ἕξ ἀπομακρύνεται αὐτῶν. Τὴν μὲν προσέγγισιν μαρτυρεῖ ἡ παρατηρουμένη μετατόπισις τῶν γραμμῶν τοῦ φάσματος τῶν ἀστέρων πρὸς τὸ κυανοῦν μέρος· τὴν δὲ ἀπομάκρυνσιν ἡ μετατόπισις τῶν πρὸς τὸ ἐρυθρὸν. 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 τροχιᾶς 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. Ἄλλ' 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 σταθεράν κλίσιν, ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιᾶς τῆς. Ὅλοι οἱ τόποι τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου φωτίζονται τότε ὀλονέν καὶ ἐπὶ περισσώτερον 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 ὀλονέν καὶ περισσώτερον, λόγῳ τῆς μεγαλυτέρας διαρκείας τῆς ἡμέρας, ἀλλὰ καὶ διότι αἱ ἀκτίνες, ἡμέραν καθ' ἡμέραν, προσπίπτουν ὀλιγώτερον πλαγίως εἰς τοὺς τόπους αὐτοῦ. Διὰ τοῦτο καὶ ἐπικρατεῖ εἰς αὐτὸ ἡ ἐποχὴ τοῦ **ἔαρος**, ἐνῶ τὸ νότιον, τὸ ὁποῖον θερμαίνεται ὀλονέν καὶ ὀλιγώτερον, διανύει τὴν ἐποχὴν τοῦ **φθινοπώρου**.

Σχ. 15.

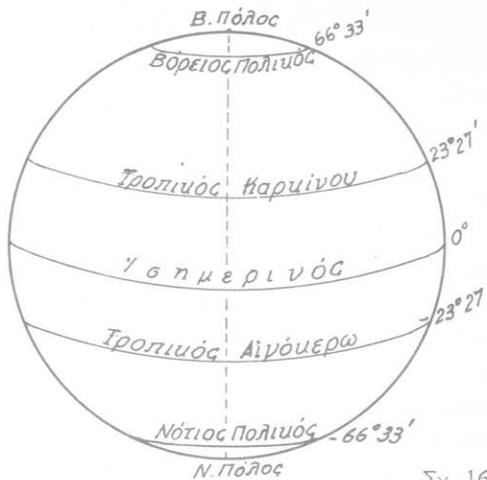


Ἀπὸ τῆς 22ας Ἰουνίου μέχρι τῆς 23ης Σεπτεμβρίου, ὁπότε ἡ γῆ διατρέχει τὸ τόξον $\Gamma_2\Gamma_3$ τῆς τροχιάς της, ὁ κύκλος φωτισμοῦ πλησιάζει καὶ πάλιν πρὸς τοὺς πόλους καὶ τὴν 23ην Σεπτεμβρίου διέρχεται ἀκριβῶς ἐξ αὐτῶν. Διὰ τοῦτο, ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας συνεχῶς περιορίζεται εἰς τοὺς τόπους τοῦ βορείου 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 συνεχῆ ἡμέραν καὶ ὁ Ν. πόλος συνεχῆ 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 γεγονός ὅτι αἱ ἀκτῖνες προσπίπτουν ὁλονὲν καὶ περισσότερο πλάγια), 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 φωτίζονται 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 συνεχῆ νύκτα καθ' ὅλον τὸ διάστημα τοῦτο, ὁ Ν. πόλος ἀντιθέτως ἔχει συνεχῆ 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 συνεχῆ 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 ἀκτῖνες προσπίπτουν ὀλονέν καὶ ὀλιγώτερον πλαγίως), συγκεντρῶνται εἰς τὸ βόρειον μικροτέρα ποσότης θερμότητος καὶ τοιουτοτρόπως ἐπικρατεῖ εἰς



Σχ. 16.

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

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

Ἡ πρώτη ἐξ αὐτῶν ἐκτείνεται ἐκατέρωθεν 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 ὀριά της τοὺς δύο τροπικοὺς κύκλους, καλεῖται **τροπικὴ**· ἀκόμη δὲ λέγεται καὶ **διακεκαυμένη**, διότι αἱ ἀκτῖνες τοῦ ἡλίου προσπίπτουν ἐπὶ τῶν τόπων αὐτῆς ὑπὸ γωνίαν μικράν, (ἢ ὅποια, συναρτήσῃ 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, ἢ ὅποια καλεῖται **βόρειος εὐκρατος**, ἐνῶ ὁ τροπικὸς τοῦ Αἰγίουπερω μετὰ τοῦ νοτίου πολικοῦ κύκλου ὀρίζουν τὴν **νότιον εὐκρατον ζώνην**. Εἰς

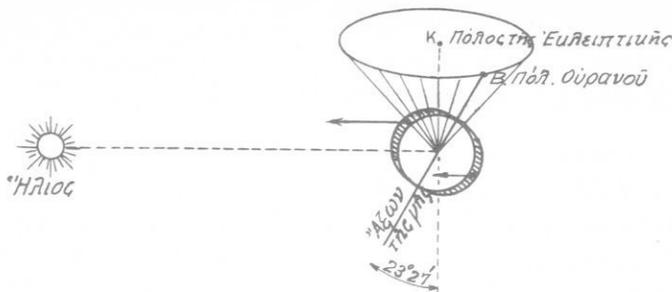
αὐτὰς αἱ ἀκτῖνες τοῦ ἡλίου, συναρτήσῃ τοῦ φ ἐκάστου τόπου καὶ τῆς ἡμερομηνίας τοῦ ἔτους, προσπίπτουν ὑπὸ γωνίαν, ἢ ὁποῖα κυμαίνεται ἀπὸ 0° ἕως 90° καὶ ὡς ἐκ τούτου αἱ θερμοκρασίαι διακυμαίνονται πολὺ καὶ τὸ κλίμα των, ἐν γένει, εἶναι εὐκρατον (γλυκὺ).

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, κυμαινομένη μεταξὺ $66^{\circ} 33'$ καὶ 90° . Ἐξ ἄλλου, κατὰ τὸν χειμῶνα, εἰς ἐκάστην ἐξ αὐτῶν ἡ νύξ παρατείνεται ἐπὶ πολὺ. Συγκεκριμένως διαρκεῖ ἐν εἰκοσιτετράωρον εἰς τοὺς πολικοὺς κύκλους (τὴν 22αν Δεκεμβρίου εἰς τὸν βόρειον πολικὸν καὶ τὴν 22αν Ἰουνίου εἰς τὸν νότιον πολικὸν), 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 ὁποῖαν 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 ἔλξις τοῦ ἡλίου ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ ἐξογκώματος εἶναι ἀνομοιόμορφος, μεγαλύτερα δὲ εἰς τὸ μέρος αὐτοῦ, τὸ στρεφόμενον πρὸς τὸν ἥλιον καί, συνεπῶς, τὸ πλησιέστερον, μικρότερα δὲ εἰς τὸ ἐκ διαμέτρου ἀντίθετον (σχ. 17). Ἄλλ' ἡ ἀνομοιόμορφος αὐτῆς ἔλξις 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, ἢ δὲ κυκλικὴ βάσις, ἀκτῖνος $23^{\circ} 27'$ γράφεται ὑπὸ καθενὸς τῶν πόλων τῆς γῆς.

Τὸν κύκλον τῆς βάσεως τοῦ κῶνου 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.

κὸς ἀστὴρ (§ 22γ). Οὕτως ὁ βόρειος πόλος τοῦ οὐρανοῦ, μετατοπίζεται συνεχῶς, λόγω μεταπτώσεως καὶ γράφει ἐπίσης κύκλον, ἐντὸς 25.800 ἐτῶν, τοῦ ὁποῖου τὸ κέντρον Κ καλεῖται **βόρειος πόλος τῆς ἐκλειπτικῆς**. Ἀποτέλεσμα τῆς μετατοπίσεως τοῦ οὐρανοῦ πόλου εἶναι νὰ ἀλλάσῃ συνεχῶς ὁ πολικὸς ἀστὴρ. Οὕτω, πρὸ 6.000 ἐτῶν πολικὸς ἦτο ὁ ἀστὴρ 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 Ἄγγλος ἀστρονόμος Bradley (Μπράντλεϋ, 1693 - 1762), ἀνεκάλυψε τὴν τετάρτην κίνησιν τῆς γῆς, ἡ ὁποία ὠνομάσθη **κλόνησις**. Αὕτη ὀφείλεται εἰς τὴν ἀνομοιόμορφον ἔλξιν, τὴν ὁποῖαν ἀσκεῖ καὶ ἡ Σελήνη ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ ἐξογκώματος τῆς γῆς. Ἡ ἔλξις τῆς Σελήνης δὲν συμπίπτει, ἐν γένει, μετὰ τὴν ἔλξιν τοῦ ἡλίου, κατὰ διεύθυνσιν καὶ ὡς ἐκ τούτου ὁ γῆινος 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 σπειροειδῆς γραμμὴ, ἀποτελουμένη ἀπὸ 2.800 μικρὰς ἡμιελλείψεις, 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 ὁποῖου ἡ γραμμικὴ ταχύτης περιστροφῆς εἶναι ἴση πρὸς 233 m/sec.
62. Εὑρετε τὸ εὔρος, εἰς μοίρας, ἐκάστης τῶν εὐκρατῶν ζωνῶν τῆς γῆς.
63. Καθορίσατε τὴν σειρὰν μεγέθους ἐκάστης τῶν ζωνῶν τῆς γῆς.

Ι. Η ΣΕΛΗΝΗ ΩΣ ΔΟΡΥΦΟΡΟΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

98. Ἀπόστασις καὶ μέγεθος τῆς σελήνης. α΄. Ἀκριβείς 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 ἀπόστασις τῆς ἰσοῦται πρὸς 384.400 km.

β΄. Δεδομένου, ὅτι ἡ φαινομένη διάμετρος τῆς σελήνης, ἀναλόγως τῆς ἀποστάσεώς της, μεταβάλλεται μεταξύ 33' 49'' καὶ 28' 21'', ἡ μέση τιμὴ αὐτῆς ἰσοῦται πρὸς 31' 5''. Ἐκ τῆς ἀποστάσεως καὶ τῆς φαινομένης διαμέτρου ὑπολογίζομεν τὴν πραγματικὴν διάμετρον, διὰ τῆς ἀπλῆς σχέσεως, κατὰ τὴν ὁποίαν, πᾶν σῶμα, τιθέμενον εἰς ἀπόστασιν ἴσην πρὸς 57 διαμέτρον αὐτοῦ, ἔχει φαινομένην διάμετρον, ἴσην πρὸς 1^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 γῆνης).

Ἐκ τῆς ἀκτίως τῆς σελήνης προκύπτει, ὅτι ἡ ἐπιφάνειά της εἶναι ἴση πρὸς 38×10^6 km², ἤτοι τετραπλασία περίπου τῆς Εὐρώπης, ὁ δὲ ὄγκος της ἴσος πρὸς 22×10^9 km³, ἐνῶ ἐκ τῶν δεδομένων τούτων συνάγεται, ὅτι ὁ δορυφόρος μας εἶναι ὁ πέμπτος, εἰς μέγεθος, μεταξύ ὄλων τῶν δορυφόρων τῶν πλανητῶν.

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

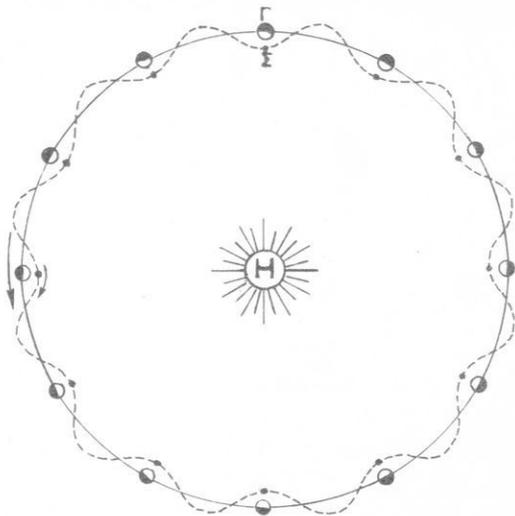
99. Κίνησις τῆς σελήνης περὶ τὴν γῆν. α΄. Ἡ σελήνη, κινουμένη περὶ τὴν γῆν ἐκ Δ πρὸς Α, γράφει ἔλλειψιν, τῆς ὁποίας ἡ ἐκκεντρότης εἶναι μικρά, ὡς προκύπτει ἐκ τῆς μεγίστης καὶ ἐλαχίστης ἀποστάσεώς της ἀφ' ἡμῶν. Καλοῦμεν **περίγειον** καὶ **ἀπόγειον** τῆς

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

β'. Τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιᾶς τῆς σελήνης σχηματίζει γωνίαν ἴσην πρὸς $5^{\circ} 8'$ μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιᾶς τῆς γῆς. Ὡς ἐκ τούτου, τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιᾶς 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 ἡμισυ τῆς σεληνιακῆς τροχιᾶς εὐρίσκεται ἀνωθεν τοῦ ἐπιπέδου τῆς γῆνιης τροχιᾶς, τὸ δὲ ἄλλο ἡμισυ 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, 5 δ. (27,322 ἡμ.) καὶ καλεῖται **ἄστρικός μῆν**. Ἐκ τούτου προκύπτει, ὅτι ἡ μέση ταχύτης τῆς σελήνης, κινουμένης περὶ τὴν γῆν, ἰσοῦται πρὸς 1,02 km/sec.

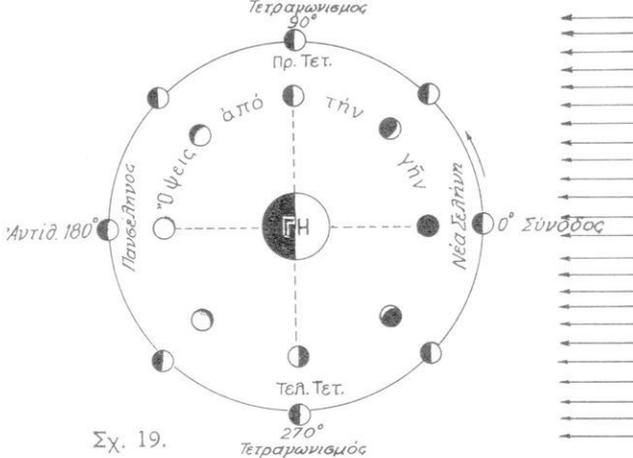
δ'. Ἐκ τοῦ συνδυασμοῦ τῆς κινήσεως τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον καὶ τῆς σελήνης περὶ τὴν γῆν, ἡ σελήνη γράφει περὶ τὸν ἥλιον μίαν κυματοειδῆ καμπύλην, ὅπως φαίνεται εἰς τὸ σχ. 18.



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 ἡμισφαιρίου 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 **νεάν σελήνην** (Ν.Σ.) ἢ **νουμηνίαν**. Ἀκολουθῶς, καθὼς ἡ ἀποχὴ μεγαλώνει, στρέφει πρὸς τὴν γῆν μικρὸν κατ' ἀρχὴν καὶ ἔπειτα ὄλον ἐν μεγαλύτερον μέρος τοῦ φωτιζομένου ἡμισφαιρίου της καὶ φαίνεται ὡς δρεπανοειδὴς κοιλόκυρτος **μη-**

νίσκος, ἐστραμμένος πρὸς ἀνατολὰς. 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 της 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 ημ. 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 **πανσελήνον**. Τότε ἡ σελήνη ἀνατέλλει, ὅταν ὁ ἥλιος δύη. Κατὰ τὸ διάστημα ἀπὸ τῆς Ν.Σ. μέχρι τῆς πανσελήνου ἡ σελήνη καλεῖται **αὔξουσα**.

Καθὼς ἡ ἀποχὴ μεγαλώνει μεταξὺ 180° καὶ 270° , ἡ σελήνη στρέφει πρὸς τὴν γῆν πάλιν ὄλον 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 οὗτου, μετὰ ἄλλας 7 ἡμ. καὶ 9 ὥρ., ἔλθῃ ἡ σελήνη καὶ πάλιν εἰς σύνοδον, ὁπότε καὶ θὰ γίνῃ νομηνία. Ἀπὸ τῆς πανσελήνου μέχρι τῆς Ν.Σ. ἡ σελήνη λέγεται **φθίνουσα**.

β'. Ἀπὸ συνόδου εἰς σύνοδον παρέρχονται ἐν συνόλω

29 ἡμ. 12 ὥρ. 44 λ. 2,86 δ. (29,531 ἡμ.), 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 $\frac{1}{12}$ 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 διανυθέν ὑπὸ τῆς γῆς, ὥστε νὰ καταλάβῃ καὶ πάλιν θέσιν μεταξὺ ἡλίου καὶ γῆς, διὰ νὰ γίνῃ σύνοδος. Διὰ τὸ ἐπὶ πλέον τοῦτο τόξον, ἡ σελήνη χρειάζεται χρόνον, ἴσον πρὸς τὴν διαφορὰν μεταξὺ συνοδικοῦ καὶ ἀστρικοῦ μηνός.

γ'. Κατὰ τὰς πρώτας καὶ τελευταίας ἡμέρας τοῦ κύκλου τῶν φάσεων, ὅταν ἡ σελήνη φαίνεται ὡς κοιλόκυρτος μηνίσκος, τὸ ὑπόλοιπον μέρος τῆς ἐπιφανείας της δὲν εἶναι ἐντελῶς σκοτισμένον, ἀλλὰ παρουσιάζει ἀσθενὲς φέγγος, τὸ ὁποῖον ὀνομάζεται **τεφρῶδες φῶς**. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸ φῶς, τὸ ὁποῖον ἀνακλᾶ 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, ἧτοι εἰς 27 ἡμ. 7 ὥρ. 43 λ. 11,5 δ. Ἡ ἰσότης αὕτη μεταξὺ τῶν χρόνων περιστροφῆς καὶ περιφορᾶς ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα, νὰ στρέφῃ ἡ σελήνη πρὸς τὴν γῆν τὸ ἴδιον πάντοτε ἡμισφαίριον. Γίνεται ἐποπτικῶς ἀντιληπτόν, πῶς συμβαίνει τοῦτο, ἂν κινηθῇ κανεὶς περὶ κυκλικὴν τράπεζαν, εἰς τρόπον ὥστε νὰ βλέπῃ πάντοτε πρὸς τὸ κέντρον τῆς τραπέζης. Διότι τότε, κάμνει βαθμιαίως μίαν περιστροφήν 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 ὁποῖαν ὀνομάζομεν **λίκνισιν**. Λόγω τῆς λικνίσεως δὲν βλέπομεν μόνον τὸ ἐν ἀκριβῶς ἡμισφαίριον τῆς σελήνης, ἀλλὰ καὶ μέρος τοῦ ἄλλου, εἰς τρόπον ὥστε, ἐκ περιτροπῆς, νὰ γίνωνται ὁρατὰ τὰ 0,59 τῆς ὅλης σεληνιακῆς ἐπιφανείας.

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

ἄξονα τὸν κάθετον ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς της, ἴσην 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 ἄκτινα 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 παρουσιάσῃ φαινομένην διάμετρον, $30', 6', 1', 30'',$
 $20'', 10''$ καὶ $1''$.

67. Εὑρετε μὲ πόσας γηίνας ἄκτινας ἰσοῦται ἡ μέση ἀπόστασις γῆς-σελήνης.

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

69. Ὅρισατε 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 γηίνην.

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

74. Εὑρετε τὴν ἐκκεντρότητα τῆς σεληνιακῆς τροχιάς καὶ ὀρίσατε σχηματικῶς
τὴν θέσιν τοῦ περιγείου καὶ τοῦ ἀπογείου τῆς σελήνης.

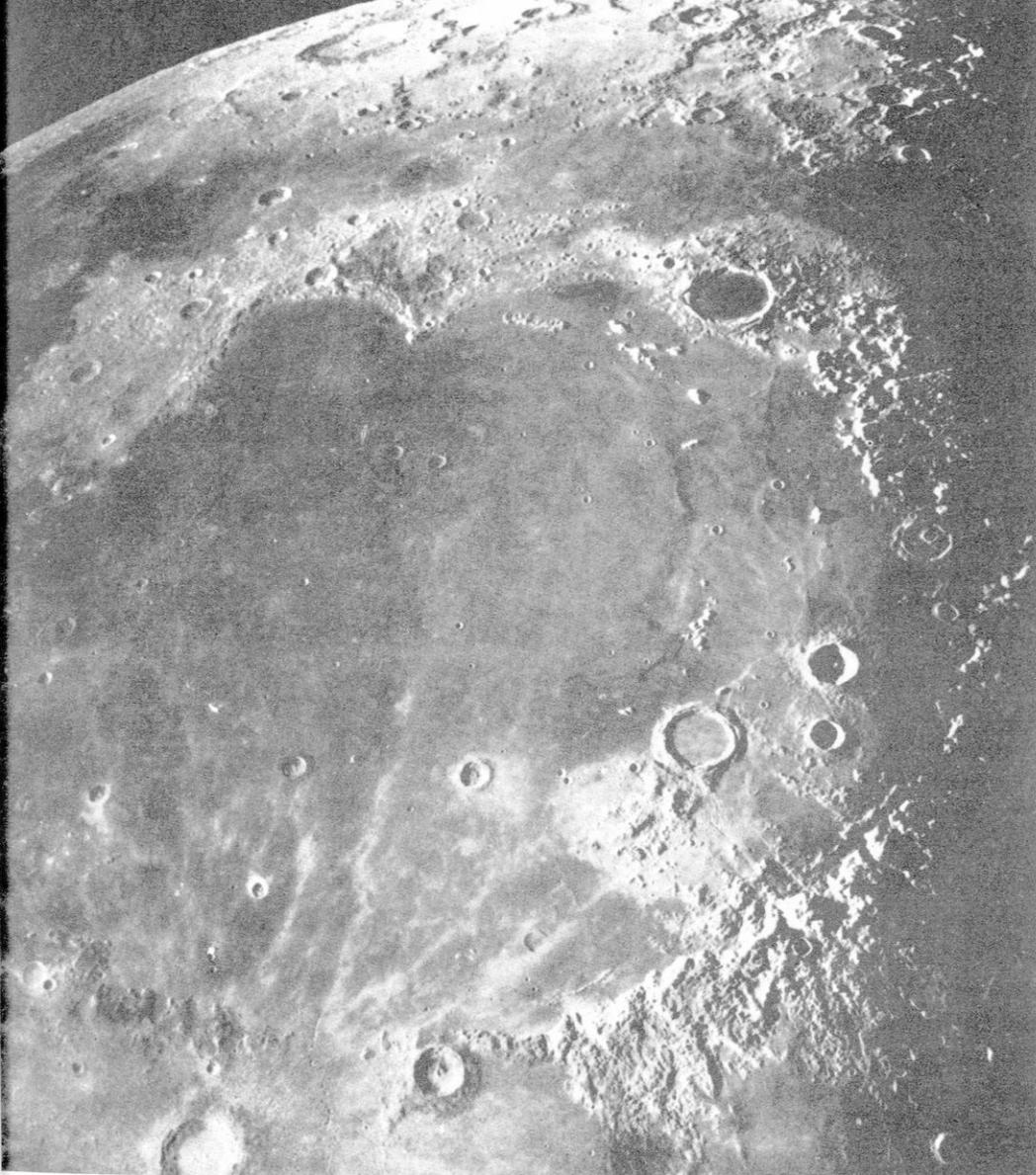
75. Εὑρετε τὴν πλάτυνσιν τῆς σελήνης, ἐὰν ὁ μικρὸς ἄξων αὐτῆς διαφέρῃ
κατὰ 50 μέτρα ἀπὸ τὸν μεγάλον ἄξονά της.

II. ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΤΗΣ ΣΕΛΗΝΗΣ

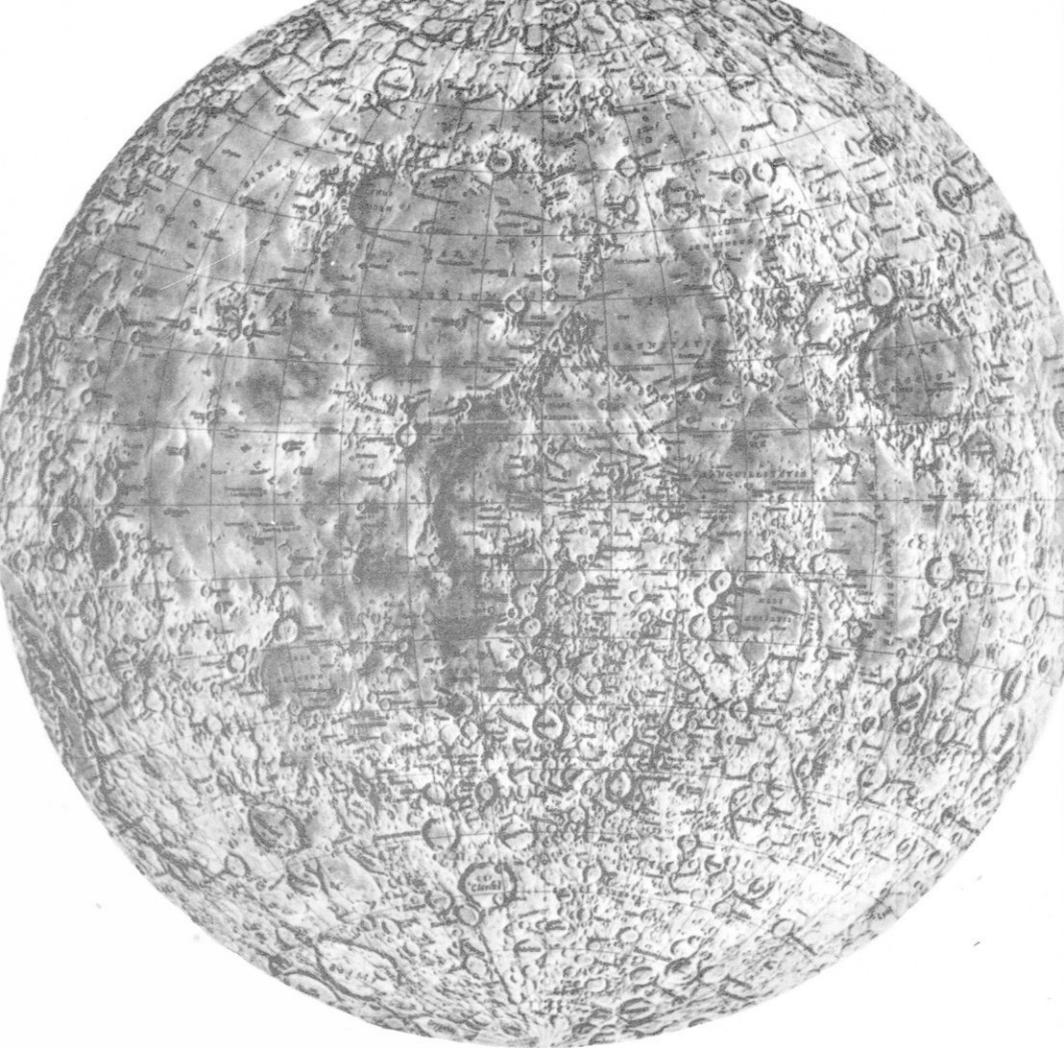
102. Ἐπιφάνεια τῆς σελήνης. α'. Αἱ τηλεσκοπικαὶ παρατη-
ρήσεις ἐπέτρεψαν τὴν πλήρη καὶ ἀκριβῆ χαρτογράφησιν τοῦ ὄρατοῦ
ἡμισφαιρίου τῆς σελήνης, βάσει δὲ τῶν φωτογραφιῶν, αἱ ὁποῖαι
ἐλήφθησαν ἐπὶ μίαν δεκαετίαν ὑπὸ τῶν διαστημοπλοίων, τὸ 1969
ἔγινεν ἡ πλήρης χαρτογράφησις καὶ τοῦ ἀοράτου ἡμισφαιρίου.

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 γῆϊνα θάλασσαι,
τὰ ὁποῖα ἀρχικῶς ὠνομάσθησαν «θάλασσαι», ἂν καὶ σήμερον γνω-



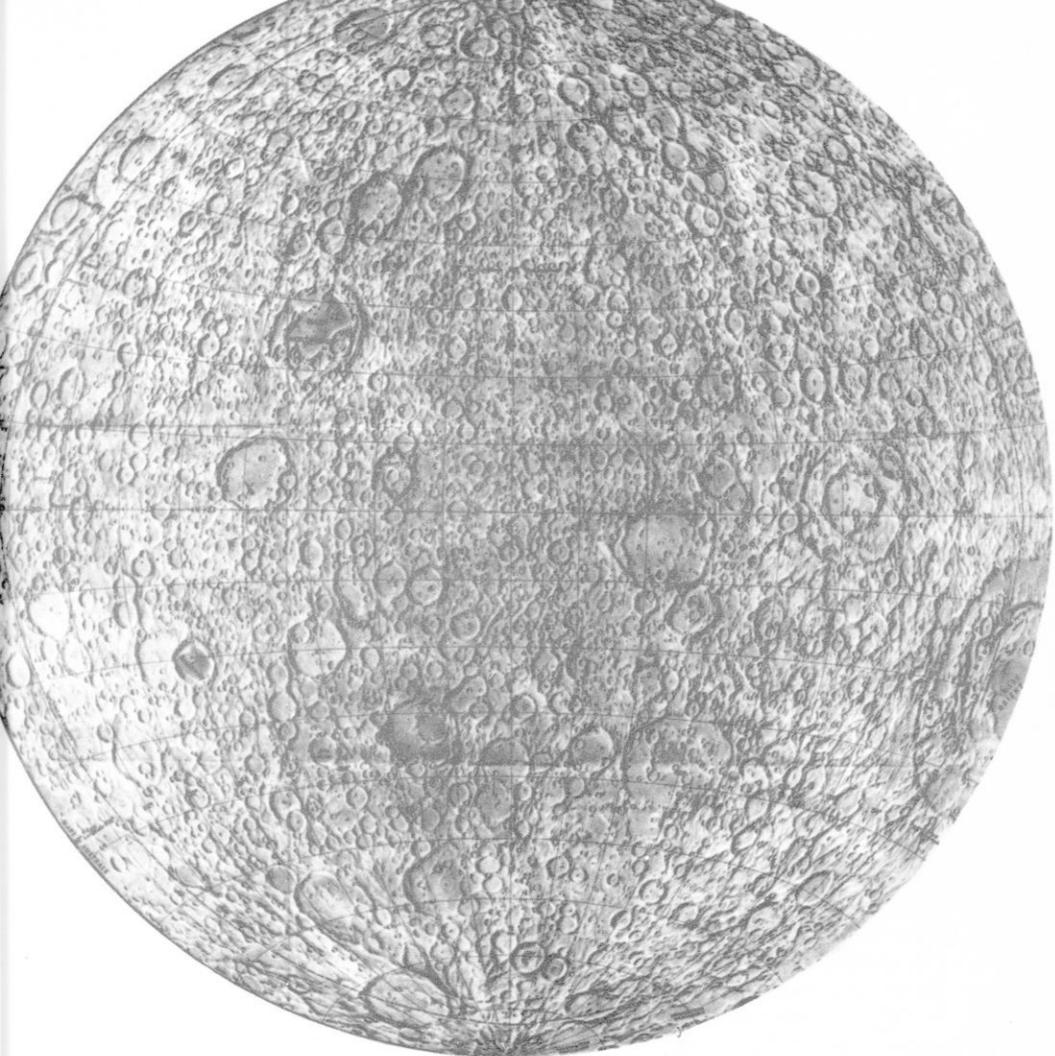
Εικ. 38. Περιοχή τῆς σεληνιακῆς ἐπιφανείας. Διακρίνονται δύο μεγάλοι ὄροσειραι (ἄνω καὶ κάτω ἀριστερά), περιβάλλουσαι τὴν ἐπίπεδον ἕκτασιν τῆς «θαλάσσης τῶν ὄμβρων», ὅπως καὶ ἀρκετοὶ κρατῆρες.



Εικ. 39α. Χάρτης τοῦ ὄρατοῦ ἡμισφαιρίου τῆς σελήνης.

ρίζομεν, ὅτι δὲν ὑπάρχει ὕδωρ οὔτε εἰς τὰ κοιλώματα αὐτά, ἀλλ' οὔτε καὶ οὐδαμοῦ ἐπὶ τῆς σελήνης. Συνολικῶς ὑπάρχουν περὶ τὰς 20 μεγάλα «θάλασσαι», αἱ ὁποῖαι φαίνονται καὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ, ὡς σκοτεινὰι περιοχαὶ ἐπὶ τοῦ σεληνιακοῦ δίσκου.

2. Ὁρη. Ὑπάρχουν, ἐξ ἄλλου, περὶ τὰς 20 μεγάλα ὄροσειρά ἢ



Εικ. 39β. Χάρτης τοῦ ἀοράτου ἡμισφαιρίου τῆς σελήνης.

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

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

θέστεροι σχηματισμοί τῆς σεληνιακῆς ἐπιφανείας. Εἶναι ὄλοι κυκλικοί ἢ ἑλλειπτικοί, ὁμοιάζοντες μὲ ὄρη κυκλικοῦ σχήματος, τὰ ὅποια περικλείουν μεγάλας πεδιάδας. Διὰ τοῦτο καὶ ὠνομάσθησαν κίρκοι (τσιρκα) ἢ καὶ κρατῆρες, ἐπειδὴ οἱ μικρότεροι ὁμοιάζουν μὲ τοὺς κρατῆρας τῶν γῆινων ἠφαιστείων. Ἐνῶ ὅμως ὁ μεγαλύτερος τῶν κρατῆρων τῆς γῆς, τοῦ ἠφαιστείου Κρακάτουα ἔχει διάμετρον μόλις 2.000m, ἐπὶ τῆς σελήνης ὑπάρχουν μεγάλοι κρατῆρες καὶ κίρκοι, διαμέτρου καὶ ἄνω τῶν 100 km, συνήθως δὲ μέχρι 35 km. Τὰ ὄρεινά κυκλικά τειχώματα ἔχουν κάποτε ὕψος καὶ 6.500 m. Τὸ συνολικὸν πλῆθος τῶν σχετικῶς μεγάλων κρατῆρων, εἰς μὲν τὸ ὄρατὸν ἡμισφαίριον, ὑπερβαίνει τὰς 30.000, εἰς τὸ ἀόρατον δὲ τὰς 100.000.

Δὲν γνωρίζομεν πῶς ἐσχηματίσθησαν οἱ κίρκοι 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 ἀνακλᾶται ὑπ' αὐτῆς καὶ τὸ ὅποιον εἶναι ἴσον πρὸς 0,073 τοῦ προσπίπτοντος ἡλιακοῦ φωτός, προκύπτει ὅτι τὸ σεληνιακὸν ἔδαφος ἀποτελεῖται ἐν μέρει ἀπὸ ἑλαφρὰ πετρώματα, ὡς ὁ γύψος καὶ ἡ ἀργιλλικὴ μάργη. Ἐξ ἄλλου, αἱ ἔρευναι τῶν διαστημοπλοίων ἔδειξαν, ὅτι τοῦτο ἔχει τὴν σκληρότητα τοῦ χέρσου ἐδάφους τοῦ πλανήτου μας, παρατηρήσεις δὲ διὰ ραδιοτηλεσκοπίων παρέχουν ἐνδείξεις, ὅτι τὸ πάχος τοῦ κονιορτοῦ τοῦ ἐδάφους δυνατόν νὰ φθάνη 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 ἔρευνῆται ὑποστηρίζουν, ὅτι κάποτε παρατηροῦνται ἐπ' αὐτῆς μικραὶ μεταβολαί, αἱ ὅποια πιθανῶς ὀφείλονται εἰς δραστηριότητα τοῦ ἐσωτερικοῦ τῆς σελήνης, ὁμοίαν πρὸς ἐκείνην τῶν γῆινων ἠφαιστείων, 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, ὄχι ὅμως καὶ παρασκιάν· ἡ ἀπουσία λυκαυγοῦς καὶ λυκόφωτος, καθὼς ἐπίσης καὶ ἡ ἀπότομος πτώσις τῆς θερμοκρασίας εἰς τὰ μέρη, τὰ ὅποια παύουν νὰ φωτίζων-

ται κατ' εὐθείαν ἀπὸ τὸν ἥλιον· ὅπως καὶ ἡ ταχυτάτη 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 ἀξιολόγου 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 ὄξυγονον 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 ἀέρος. Διότι μὲ θερμοκρασίαν 100° C μόνον ἦτο δυνατόν νὰ ἀποκτήσουν κινητικὴν ἐνέργειαν πολὺ μεγαλυτέραν.

β'. Λόγῳ, κυρίως, τῆς ἐλλείψεως ἀξιολόγου ἀτμοσφαίρας, ἡ θερμοκρασία φθάνει τοὺς $+130^{\circ}$ C εἰς τὰ μέρη, τὰ ὁποῖα 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.

Ἐπὶ τὰς συνθήκας αὐτὰς δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ὑπάρχῃ εἰς τὴν σελήνην οὔτε ἴχνος ζωῆς, ὡς ἐκείνη τὴν ὁποίαν γνωρίζομεν ἐπὶ τῆς γῆς.

Ἀσκήσεις

76. Εὐρετε 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, λυκαυγοῦς καὶ λυκόφωτος, ὡς καὶ παρασκιάς;

79. Εἰς τὸν οὐρανὸν τῆς σελήνης φαίνονται οἱ ἀστέρες καὶ κατὰ τὴν ἡμέραν. Διατί;

III. ΑΙ ΕΚΛΙΨΕΙΣ

105. Ἡ σκιά καὶ ἡ παρασκιά τῆς γῆς. α'. Ἡ γῆ καὶ οἱ ἄλλοι πλανῆται, ὅπως καὶ οἱ δορυφόροι των, ὡς σκοτεινὰ σφαιρικὰ σώματα, φωτιζόμενα ὑπὸ τοῦ ἡλίου, ρίπτουν ὀπισθέν των σκιάν, ἔχουσαν σχῆμα κώνου. Οὕτως, ἡ γῆ Γ (σχ. 20), φωτιζομένη ἀπὸ τὸν ἥλιον Η, ρίπτει τὴν κωνικὴν σκιάν ΔΟΕ, ἀλλὰ καὶ τὴν παρασκιάν ΙΔΕΘ, ἔχουσαν σχῆμα κολούρου κώνου, ὃ 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.

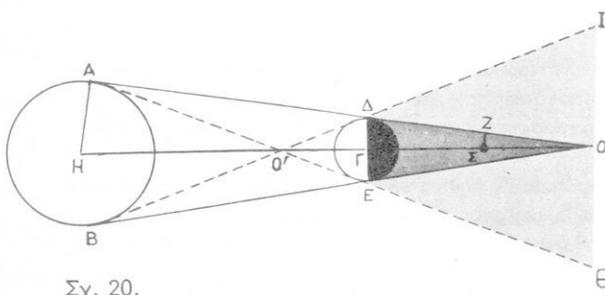
β'. Ἐκ τῆς ὁμοιότητος τῶν τριγώνων ΑΗΟ καὶ ΔΓΟ λαμβάνομεν $\frac{ΟΗ}{ΗΑ} = \frac{ΟΓ}{ΓΔ} = \frac{ΟΗ-ΟΓ}{ΗΑ-ΓΔ}$ ἢ $\frac{ΟΓ}{ΓΔ} = \frac{ΗΓ}{ΗΑ-ΓΔ}$ καὶ $(ΟΓ) = \frac{(ΓΔ)(ΗΓ)}{(ΗΑ)-(ΓΔ)}$ (1)
Ἐπειδὴ δὲ ΓΔ εἶναι ἡ ἀκτίς ρ τῆς γῆς καὶ ΗΓ ἡ ἀπόστασις τῆς γῆς ἐκ τοῦ ἡλίου, ἴση πρὸς 23.440 ρ, ἐνῶ ἡ ἀκτίς τοῦ ἡλίου ΗΑ ἰσοῦται μὲ 109 ρ, ἡ (1) γίνεται: $(ΟΓ) = \frac{23.440 \rho^2}{108 \rho} = 217 \rho$ περίπου.

Ἦτοι, τὸ μῆκος τῆς σκιάς τῆς γῆς ἰσοῦται πρὸς 217 ἀκτίνας αὐτῆς.
γ'. Ἐὰν ἐπὶ τῆς ΟΓ ληφθῆ 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 γηίνης ἀκτίνας, ἐνῶ ὡς γνωστόν (§ 98 β) ἡ ἀκτίς τῆς σελήνης εἶναι μόνον 0,273 ρ.

106. Αἱ ἐκλείψεις τῆς σελήνης. α'. Ὄταν ἡ σελήνη εἰσδύῃ εἰς



Σχ. 20.

τὸν κώνον τῆς σκιάς τῆς γῆς, λέγομεν ὅτι ἔχομεν **ἐκλείψιν σελήνης**. Καί, ἐὰν μὲν εἰσέλθῃ ὀλόκληρος ἡ σελήνη, τότε ἡ ἐκλείψις καλεῖται **ὀλική**, ἐὰν δὲ εἰσδύσῃ μέρος μόνον αὐτῆς, τότε λέγεται **μερική**.

Διὰ νὰ συμβῆ ὁμως ἔκλειψις σελήνης, θὰ πρέπει ἡ σκιά τῆς γῆς νὰ διευθύνεται πρὸς τὴν σελήνην. Τοῦτο, συνεπῶς, θὰ συνέβαινε καθ' ἑκάστην 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' ἑκάστην 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° 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 συμβῆ ἔκλειψις πρέπει νὰ διέλθῃ ἡ σελήνη ἐκ τῶν συνδέσμων τῆς τροχιᾶς της (§ 99β) ἢ πλησίον αὐτῶν, μέχρις ἀποστάσεως, τὸ πολὺ, 1° 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 κέντρον 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.

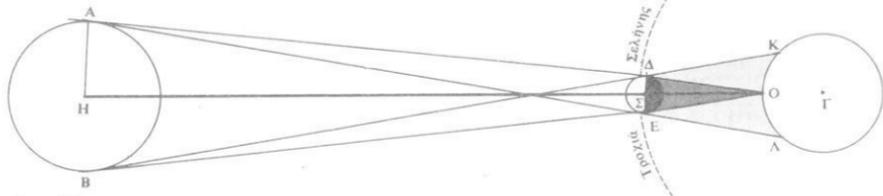
γ) Τέλος, ἂν διέλθῃ εἰς ἀπόστασιν 31' ἕως 52', ἡ ἔκλειψις εἶναι ὀπωσδήποτε μερικὴ, ἐνῶ πέραν τῶν 52' καὶ μέχρι 1° 3', πάλιν ἐξαρτᾶται ἂν θὰ γίνῃ ἢ ὄχι μερικὴ ἔκλειψις ἐκ τῶν ἀποστάσεων γῆς - σελήνης καὶ ἡλίου - γῆς.

γ'. Κατὰ τὰς ὀλικὰς ἐκλείψεις της, ἡ σελήνη φαίνεται, συνήθως, χαλκόχρους, λόγω διαθλάσεως τοῦ φωτὸς αὐτῆς ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρας τῆς γῆς.

107. Ἡ σκιά καὶ ἡ παρασκιά τῆς σελήνης. α'. Ἐὰν Σ εἶναι ἡ σελήνη (σχ. 21) καὶ ΣΔ ἡ ἄκτις αὐτῆς, ἴση πρὸς 0,27 ρ, τὸ μῆκος τῆς σκιάς της ΟΣ θὰ εἶναι

$$(ΟΣ) = \frac{(ΣΔ)(ΗΣ)}{(ΗΑ)-(ΣΔ)} \quad \text{ἢ} \quad (ΟΣ) = \frac{0,27\rho (ΗΣ)}{(109-0,27)\rho} = \frac{27(ΗΣ)}{10.873} \quad (1).$$

Ἄλλ' 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 μετὰξὺ ἡλίου καὶ γῆς (σύνοδος), ὁπότε καὶ μόνον ἡ σκιά της κατευθύνεται πρὸς τὴν γῆν, ἡ ἀπόστασις αὐτῆς ἐκ τοῦ ἡλίου θὰ εἶναι $(ΗΣ) = (ΗΓ) - (ΣΓ)$. Ἡ, ἂν θέσωμεν τὴν ἀπόστασιν γῆς - ἡλίου $(ΗΓ) = \alpha$ καὶ τὴν ἀπόστασιν



Σχ. 21.

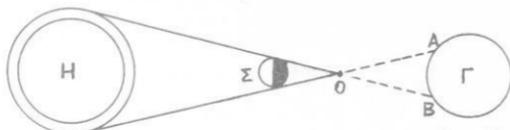
γῆς - σελήνης (ΣΓ) = α_1 , θά είναι (ΗΣ) = $\alpha - \alpha_1$, ὁπότε ἡ (1) γί-
νεται $(ΟΣ) = \frac{27(\alpha - \alpha_1)}{10.873}$. Ἐπειδή εἶναι προφανές, ὅτι ἡ διαφορὰ

$\alpha - \alpha_1$, 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 ΟΣ λαμβάνει τὴν μεγίστην τιμὴν της, ἴσην πρὸς 59,9ρ.
Ἐνῶ, ὅταν ἡ γῆ εὐρίσκεται εἰς τὸ περιήλιον καὶ ἡ σελήνη εἰς τὸ ἀπό-
γειον, ἡ διαφορὰ $\alpha - \alpha_1$ γίνεται μικρὰ καὶ ἡ τιμὴ τῆς ΟΣ λαμβάνει
τὴν ἐλαχίστην τιμὴν της, ἴσην πρὸς 57,6 ρ. Συνεπῶς, ἐπειδὴ ἡ ἀπό-
στασις τῆς σελήνης ἀπὸ τὴν γῆν κυμαίνεται μεταξὺ 56 ρ καὶ 64 ρ,
ὁ κῶνος τῆς σκιᾶς τῆς σελήνης δὲν φθάνει πάντοτε μέχρι τῆς γῆς.
Ἐὰν καὶ ὅταν φθάνη, τέμνεται ὑπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς πολὺ πλη-
σίον τῆς κορυφῆς του Ο, εἰς τρόπον ὥστε ἡ διάμετρος τῆς κυκλικῆς
τομῆς τῆς σκιᾶς, νὰ μὴ ὑπερβαίνει ποτὲ τὰ 300 km.

β'. Ἐξ ἄλλου καὶ ἡ παρασκιά τῆς σελήνης ΚΔΕΛ δὲν δύναται
νὰ καλύψῃ ποτὲ ὁλόκληρον τὴν γῆν, ἀλλὰ μόνον μίαν περιοχὴν τῆς
γῆς, εὐρους ΚΛ.

108. Αἱ ἐκλείψεις τοῦ ἡλίου. α'. Ὅταν ἡ σκιά τῆς σελήνης
φθάνη εἰς τὴν γῆν, τότε, ὅπως ἡ σελήνη κινεῖται, ἡ σκιά της διατρέχει
τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς, καλύπτουσα οὕτω μίαν λωρίδα αὐτῆς, εὐρους
τὸ πολὺ 300 km. Τότε, καὶ εἰς ὅλους τοὺς τόπους, ἐκ τῶν ὁποίων διέρ-
χεται ἡ σκιά, ὁ δίσκος τῆς σελήνης ἀποκρύπτει τὸν δίσκον τοῦ ἡλίου.
διότι ἡ φαινομένη διάμετρος τῆς σελήνης εἶναι μεγαλυτέρα τῆς φαι-
νομένης διαμέτρου τοῦ ἡλίου, ὅταν ἡ σκιά φθάνη 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 κόλου-
ρος κῶνος τῆς παρασκιάς, ἔχουν **μερικτὴν ἐκλείψιν τοῦ ἡλίου,** διότι, εἰς
αὐτούς, ὁ δίσκος τῆς σελήνης ἀποκρύπτει μέρος τοῦ ἡλικικοῦ καὶ

μάλιστα τόσο μικρότερον, ὅσον ὁ τόπος εὐρίσκεται πλησιέστερον πρὸς τὰ ὄρια τῆς παρασκιᾶς.



Σχ. 22.

β'. "Όταν ὁμως ὁ κῶνος τῆς σκιᾶς 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 μικρότερην 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 παρασκιὰ, 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 πλησίων του. Καὶ ἐὰν α) διέλθῃ ἐκ τοῦ συνδέσμου, ἔχομεν ἡλιακὴν ἔκλειψιν, μὲ τὴν μεγαλύτεραν 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 μικρότερην τῶν 53' ἀπὸ τοῦ συνδέσμου, ἡ ἔκλειψιν θὰ εἶναι ὀπωσδῆποτε ὀλική, ἐνῶ εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ 53' ἕως 1° 3' εἶναι ὀλική ἢ μερικὴ, ἀναλόγως τῶν ἀποστάσεων γῆς - ἡλίου καὶ σελήνης - γῆς. γ) 'Εάν, τέλος, ἡ ἀπόστασις ἐκ τοῦ συνδέσμου κυμαίνεται μεταξύ 1° 3' καὶ 1° 24', ἡ ἔκλειψιν θὰ εἶναι ὀπωσδῆποτε μερικὴ, ἐνῶ πέραν τῆς 1° 24' μέχρι καὶ 1° 34', ἂν θὰ γίνῃ ἡ ὄχι ἢ μερικὴ ἔκλειψιν, ἐξαρτᾶται πάλιν ἐκ τῶν ἐν λόγω ἀποστάσεων.

δ'. Αἱ ὀλικαὶ ἔκλειψεις τοῦ ἡλίου εἶναι ἀπὸ τὰ περισσότερον ἐντυπωσιακὰ ἀλλὰ καὶ ἐνδιαφέροντα ἀστρονομικὰ φαινόμενα. 'Όλίγον 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 περιέργοι σκιαὶ διατρέχουν τὸ ἔδαφος. 'Η σκιά τῆς σελήνης φαίνεται ὡσάν κινουμένη στήλη καπνοῦ καὶ νομίζει κανεῖς, ὅτι θὰ ἐσπάσῃ καταγίγς.

109. Συχνότης καὶ περιοδικότης τῶν ἐκλείψεων. α'. 'Ανά 223 συνοδικούς μῆνας, ἧτοι ἀνά 18 ἔτ. καὶ 11 ἡμ. περίπου, ἐπαναλαμ-

βάνονται αί ἐκλείψεις, αἱ ὁποῖαι συνέβησαν κατὰ τὴν προηγουμένην 18ετίαν, μὲ τὴν ἴδιαν σειρὰν καὶ μὲ τὴν ἴδιαν χρονικὴν ἀπόστασιν μεταξὺ τῶν διαδοχικῶν ἐκλείψεων. Ἡ 18ετής αὕτη περίοδος τῶν ἐκλείψεων ὀνομάζεται **σάρος**, ἦτο δὲ γνωστὴ εἰς τοὺς ἀρχαίους λαούς.

β'. Ὁ σάρος ὀφείλεται εἰς τὴν κίνησιν τῆς σελήνης, ἡ ὁποία ὀνομάζεται **ἀναδρομὴ τῶν συνδέσμων**. Κατ' αὐτήν, ἡ τομὴ τῶν τροχιῶν γῆς καὶ σελήνης ἀλλάσσει συνεχῶς θέσιν καὶ ἐντὸς 18 ἐτ. 11 ἡμ. γράφει ὅλον τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς τῆς γῆς.

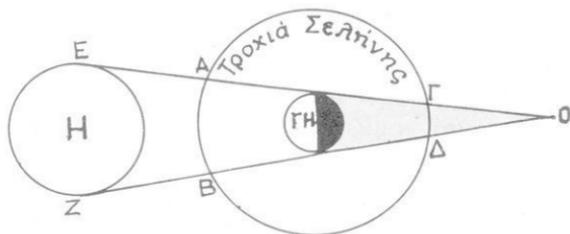
γ'. Ἐντὸς μιᾶς 18ετοῦς περιόδου συμβαίνουν συνολικῶς 70 ἐκλείψεις, ἐκ τῶν ὁποίων αἱ 41 εἶναι ἡλιακαὶ καὶ αἱ 29 σεληνιακαὶ. Νομίζομεν ὅμως, ὅτι εἶναι συχνότερα αἱ σεληνιακαὶ, διότι αἱ τοῦ ἡλίου φαίνονται ἀπὸ ὠρισμένους τόπους, ἐκείνους ἐκ τῶν ὁποίων διέρχεται ἡ σκιά τῆς σελήνης, ἐνῶ αἱ σεληνιακαὶ εἶναι ὁραταὶ ἀπὸ ὅλους τοὺς τόπους, οἱ ὁποῖοι ἔχουν νύκτα. Οὕτως, εἰς τὴν Ἑλλάδα ἡ τελευταία ὁρατὴ ἦτο ἡ δακτυλοειδὴς τῆς 21ης Μαΐου 1966, ἡ δὲ προσεχὴς θὰ εἶναι τῆς 29 Ἀπριλίου 1976. Ἄλλ' ἐν τῷ μεταξύ θὰ συμβοῦν καὶ ἄλλα ὀλικά, μὴ ὁραταὶ ἐξ Ἑλλάδος. Κατ' ἔτος γίνονται πάντοτε 2 ἕως 7 ἐκλείψεις. Ἐὰν γίνουν μόνον 2, τότε ἀμφότερα εἶναι ἡλιακαὶ. Ἄν συμβοῦν 7, τότε αἱ 5 ἢ αἱ 4 εἶναι ἡλιακαὶ καὶ αἱ 2-3 σεληνιακαὶ.

δ'. Ἐπιστημονικῶς ὁ σάρος δὲν εἶναι ἐπαρκὴς διὰ τὴν πρόρρησιν τῶν ἐκλείψεων. Διότι, ναὶ μὲν εἶναι δυνατόν νὰ καθορισθοῦν αἱ ἡμερομηνιαί, δὲν εἶναι ὅμως δυνατόν δι' αὐτοῦ νὰ προσδιορισθῇ καὶ ἡ ζώνη ὁρατότητος τῶν ἡλιακῶν ἐκλείψεων, ἦτοι 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 μῆκος τῆς σκιάς τῆς σελήνης: α) ὅταν ἡ γῆ εὑρίσκεται εἰς τὸ περιήλιον καὶ ἡ σελήνη εἰς τὸ περιγίγιον· β) ὅταν ἡ γῆ εὑρίσκεται εἰς τὸ ἀφήλιον καὶ ἡ σελήνη εἰς τὸ ἀπόγειον.

81. Σπουδάσατε εἰς τὸ σχ. 23 τὰ τόξα AB καὶ ΓΔ τῆς τροχιάς τῆς σελήνης καὶ



Σχ. 23.

δικαιολογήσατε διατί αἱ ἐκλείψεις τοῦ ἡλίου εἶναι περισσότερα τῶν σεληνιακῶν.

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

IV. ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΙ

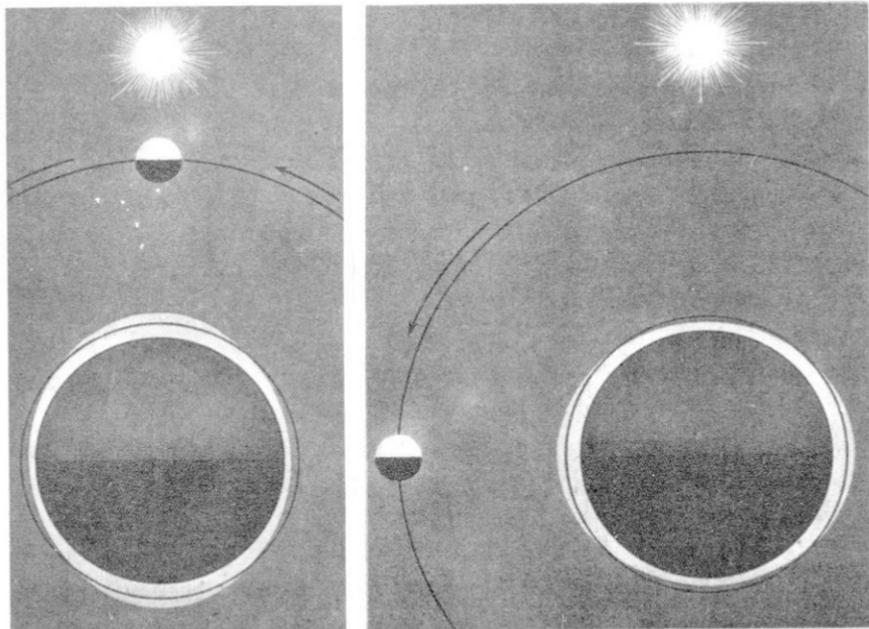
110. Τὸ φαινόμενον τῆς παλιρροίας καὶ ἡ σελήνη. α'. Ἐπὶ ἕξ ὥρας ἢ στάθμη τῶν ὑδάτων τῶν θαλασσῶν ἀνέρχεται συνεχῶς, κατόπιν δὲ ἀκολουθεῖ κάθοδος τῆς ἐπὶ ἄλλας ἕξ συνεχεῖς ὥρας. Οὕτως, ἀνὰ 24 ὥρον καὶ ἀκριβέστερον, ἀνὰ 24 ὥρ. 50 λ. 30 δ., παρατηροῦνται δύο ἄνοδοι καὶ δύο κάθοδοι. Ἡ ἄνοδος ὀνομάζεται **πλημμυρίς** καὶ ἡ κάθοδος **ἄμπωτις**. Ἀπὸ κοινοῦ, πλημμυρίς καὶ ἄμπωτις, ἀποτελοῦν τὸ φαινόμενον, τὸ ὁποῖον καλοῦμεν **παλίρροιαν**.

β'. Ἀλλὰ 24 ὥρ. 50,5 λ μεσολαβοῦν καὶ μεταξὺ δύο διαβάσεων τῆς σελήνης ἄνωθεν ἑνὸς τόπου, δηλαδὴ μεταξὺ δύο «ἄνω μεσουρανήσεων» τῆς σελήνης, ὅπως λέγονται αἱ διαβάσεις ἄνωθεν ἑνὸς τόπου (§ 124). Ἐπὶ πλέον δέ, ἡ μία πλημμυρίς γίνεται εἰς κάθε τόπον κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησιν τῆς σελήνης καὶ ἡ ἄλλη κατὰ τὴν «κάτω μεσουράνησιν», ἥτοι κατὰ τὴν διάβασιν αὐτῆς ἀκριβῶς κάτωθεν τοῦ τόπου, δηλ. μετὰ 12 ὥρ. 25λ., ἀπὸ τὴν πρώτην. Ἐξ ἄλλου, αἱ δύο ἀμπώτιδες γίνονται εἰς κάθε τόπον, ὅταν ἡ σελήνη εὑρίσκεται εἰς τὴν ἀνατολὴν καὶ (ἔπειτα περίπου ἀπὸ 12 ὥρ. 25λ.), εἰς τὴν δύσιν. Ἐκ τούτων ὄλων 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 τῆς, 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 Νεύτωνα 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 ὑγροῦ στοιχείου τῆς γῆς εἶναι κατὰ 2,2 φορές μεγαλύτερα τῆς ἔλξεως, τὴν ὁποίαν



Εικ. 40. Ἐξήγησις τοῦ φαινομένου τῶν παλίρροιῶν. Ἀριστερά: κατὰ τὴν φάσιν τῆς Ν.Σ. ἡ συνδυασμένη ἔλξις σελήνης καὶ ἡλίου προκαλεῖ ἰσχυροτέραν παλίρροϊαν. Δεξιὰ: κατὰ τὸν τετραγωνισμόν, ἡ ἔλξις τῆς σελήνης ἐξουδετεροῦται μερικῶς ὑπὸ τῆς ἔλξεως τοῦ ἡλίου καὶ ἡ παλίρροια 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 συνεσωρεύοντο περισσότερο πρὸς τὸ μέρος τῆς σελήνης, ἀλλ' ἐπὶ πλέον, ὅπως διδάσκει ἡ Μηχανικὴ τῶν ρευστῶν, καὶ εἰς τὸ ἐκ διαμέτρου ἀντίθετον μέρος τῆς γῆς. Ἄλλ' ἡ συσσώρευσις αὐτὴ θὰ ἔδιδε εἰς τὴν γῆϊνὴν σφαῖραν σχῆμα ἔλλειψοειδές (εἰκ. 40 ἀριστερά). Ἄν ἤδη ὑποθέσωμεν, ὅτι πρὸς τὸ μέρος τῆς σελήνης εὐρίσκεται καὶ ὁ ἥλιος (σύνοδος), τότε, ἡ συνδυασμένη ἔλξις ἡλίου καὶ σελήνης θὰ καταστήσῃ τὸ ἔλλειψοειδές περισσότερο πεπλατυσμένον· τοῦτο ἀκριβῶς συμβαίνει εἰς τὰς συζυγίας. Ἀντιθέτως, εἰς τοὺς τετραγωνισμούς, ὅποτε σελήνη, γῆ καὶ ἥλιος σχηματίζουν ὀρθὴν γωνίαν, ἡ ἔλξις τοῦ ἡλίου θὰ ἐξουδετερώσῃ μέρος τῆς ἔλξεως τῆς σελήνης καὶ τὸ ἔλλειψοειδές σχῆμα θὰ εἶναι ὀλιγώτερον τονισμένον, ἐστραμμένον δέ, πάντοτε, πρὸς

τὴν σελήνην (εἰκ. 40 δεξιά). Λόγω ὁμῶς καὶ τῆς περιστροφῆς τῆς, ἡ γῆ στρέφει πρὸς τὴν σελήνην διαφορετικὰ, συνεχῶς, μέρη τῆς ἐπιφανείας τῆς. Συνεπῶς καὶ τὸ ἔλλειψοειδές σχῆμα θὰ ἀλλάσῃ συνεχῶς τὴν θέσιν τῶν δύο ὑδατίνων ἐξογκώσεων του, τῶν π λ η μ υ ρ ί δ ω ν, ὅπως καὶ τῶν μεταξὺ τούτων ἀ μ π ω τ ί δ ω ν. Ἐπειδὴ δὲ ἡ περιστροφή τῆς γῆς, ἐκ Δ πρὸς Α, γίνεται εἰς 24 ὥρας, ἡ μετατόπισις τῶν ὑδατίνων ἐξογκωμάτων θὰ γίνεται εἰς τὸν ἴδιον χρόνον, ἀλλ' ἐξ Α πρὸς Δ. Διότι τὰ ὕδατα κινοῦνται συνεχῶς πρὸς τὰ ὀπίσω, ἤτοι 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. Φυσικὰ, αἱ ἠπειροὶ 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 ἄ ν ε ι κατὰ ἓν δευτερόλεπτον, ἀνά 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 ἔδειξεν ὅτι, ἐνῶ ἐπὶ 22 - 23 ἡμ. παρουσιάζει τοῦτο μίαν κανονικότητα καὶ ἀλλάσσει φορὰν, ἀνά 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, ἤτοι 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, μεταξὺ τῶν ὁποίων πρωτεύουσαν θέσιν κατέχει ὁ Δ. Αἰγινήτης. Σήμερον δεχόμεθα τὴν ἐξῆς ἐξήγησιν τῶν φαινομένων τοῦ Εὐρίπου.

Τὸ κῦμα τῆς παλιρροίας φθάνει εἰς τὴν Εὐβοίαν καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸν βόρειον καὶ τὸν νότιον Εὐβοϊκόν, κατευθυνόμενον πρὸς τὸν Εὐρίπον. Λόγω ὅμως τοῦ διαφορετικοῦ μήκους τῆς διαδρομῆς, τὸ κῦμα τὸ ἐρχόμενον ἐκ νότου φθάνει ἐκεῖ 1 ὥρ. καὶ 15 λ. ἐνωρίτερον ἀπὸ τὸ ἐρχόμενον ἐκ βορρᾶ. Ὡς ἐκ τούτου, εἶναι φυσικόν, οἱ περισσότεροι ὑδάτινοι ὄγκοι, οἱ ὅποιοι φθάνουν ἐκ νότου ἐνωρίτερον, νὰ ἀνεβάσουν τὴν στάθμην εἰς τὸ μέρος αὐτὸ καὶ μάλιστα κατὰ 30 ἕως 40 cm, ὁπότε δημιουργεῖται ρεῦμα ἐκ νότου πρὸς βορρᾶν. Μετὰ ἕξ ὅμως ὥρας ἀντιστρέφονται αἱ συνθήκαι καὶ δημιουργεῖται ἀντίθετον ρεῦμα, καθὼς ἡ ἄμπωτις διαδέχεται τὴν πλημμυρίδα, διότι τότε εἰς τὸ βόρειον μέρος ἔχουν συσσωρευθῆ περισσότερα ὕδατα. Καί, ὅταν μὲν ἔχωμεν συζυγίας, ὁπότε ἡ ἔντασις τῆς παλιρροίας εἶναι μεγάλη, τὸ ρεῦμα παρουσιάζεται κανονικόν. Κατὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς 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 παρουσιάσῃ τὰς παρατηρουμένας ἀνωμαλίας.

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 ὅμως ἡ ἀκτίς τῆς οὐρανίου σφαίρας δύναται νὰ θεωρηθῆ ὡς ἔχουσα ἄπειρον μῆκος, διὰ τοῦτο, ἡ μὲν ἀκτίς ΚΤ τῆς γῆϊνης σφαίρας εἶναι δυνατὸν νὰ θεωρηθῆ ἀμελητέα, τὸ δὲ τυχὸν σημεῖον Τ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς δύναται νὰ ληφθῆ ὡς κέντρον τῆς οὐρανίου σφαίρας. Κατὰ ταῦτα, ἀντὶ τῆς ἀκτίνος ΚΖ τῆς οὐρανίου σφαίρας, δύναται νὰ ληφθῆ ἡ ΤΖ ἡ ἀκόμη, ἐπὶ τὸ ἀπλούστερον, ὁ τόπος Τ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς δύναται νὰ θεωρηθῆ, ὡς συμπίπτων πρὸς τὸ κέντρον Κ τῆς οὐρανίου καὶ τῆς γῆϊνης σφαίρας.



Σχ. 24.

β΄. Ἡ οὐράνιος σφαῖρα δὲν ὑπάρχει εἰς τὴν πραγματικότητα. Ὀφείλεται ἀποκλειστικῶς καὶ μόνον εἰς τὴν παρουσίαν τῆς ἀτμοσφαιρας τῆς γῆς. Ἐὰν δὲν ὑπῆρχεν ἡ ἀτμόσφαιρα, τότε ἡ οὐράνιος σφαῖρα θὰ ἐξηφανίζετο καὶ ὁ περιβάλλων τὴν γῆν χώρος θὰ παρουσίαζεν ἄμορφον καὶ χαώδη ὄψιν. Αὐτὴν τὴν ἐντύπωσιν σχηματίζουν οἱ ἀστρωναῦται, ὅταν ταξιδεύουν εἰς τὸ διάστημα πέραν τῶν ὁρίων τῆς γῆϊνης ἀτμοσφαιρας.

Ἐξ ἄλλου καὶ τὸ κυανοῦν χρῶμα τῆς οὐρανίου σφαίρας ὀφείλεται, κυρίως, εἰς τὴν διάχυσιν τῆς κυανῆς ἰδίᾳ ἀκτινοβολίας τοῦ ἡλιακοῦ φωτός, ὑπὸ τῶν μορίων τῆς γῆϊνης ἀτμοσφαιρας, 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 διάχυσιν τῆς ἐρυθρᾶς ἀκτινοβολίας τοῦ ἡλιακοῦ φωτός, ὑπὸ τῶν αἰωρουμένων ὕδρατμῶν εἰς τὰ χαμηλὰ ἀτμοσφαιρικά στρώματα. Διότι οἱ ὕδρατμοί, καθὼς καὶ τὰ μόρια τοῦ καπνοῦ καὶ μάλιστα τοῦ κονιορτοῦ, ἔχουν μεγαλύτερας διαστάσεις, τῆς τάξεως τῶν μικρῶν κύματος τῆς ἐρυθρᾶς καὶ πορτοκαλοχρόου ἀκτινοβολίας. Διὰ τοῦτο καὶ ἡ ἐρυθρότης

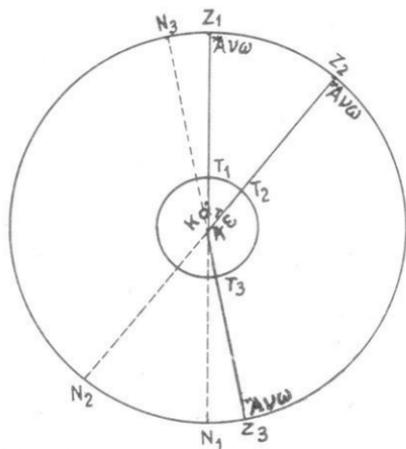
τοῦ οὐρανου, πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ ἡλίου, μαρτυροῦσα τὴν παρουσίαν πολλῶν ὑδρατμῶν, ἀποτελεῖ συνήθως ἐμπειρικὸν προγνωστικόν, ὅτι ἐπίκειται βροχερὸς καιρὸς.

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

114. Κατακόρυφος τόπου· κατακόρυφοι κύκλοι. α'. Κατακόρυφος τόπος T τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς καλεῖται ἡ διεύθυνσις τῆς βαρύτητος εἰς τὸν τόπον T . 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 T 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 K τῆς γῆς καὶ ἐπεκτεινομένη ἐπ' ἄπειρον, συναντᾷ τὴν οὐράνιον σφαῖραν εἰς τὸ σημεῖον N_1 , ἐκ διαμέτρου ἀντίθετον πρὸς τὸ Z_1 , τὸ ὁποῖον καλεῖται **Ναδιρ** τοῦ τόπου T_1 .



Σχ. 25.

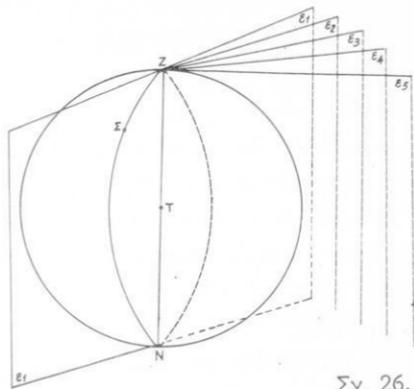
Κατὰ τὰ ἄνωτέρω, ἡ μὲν Z_1N_1 εἶναι ἡ κατακόρυφος τοῦ τόπου T_1 , ἐνῶς ἡ Z_2N_2 εἶναι ἡ κατακόρυφος τοῦ τόπου T_2 .

γ'. Οἱ ὄροι ζενιθ καὶ ναδιρ εἶναι ἀραβικῆς προελεύσεως καὶ χρησιμοποιοῦνται διεθνῶς. Ἑλληνιστί, τὸ μὲν ζενιθ καλεῖται κατακόρυφον σημεῖον, τὸ δὲ ναδιρ, ἀντικόρυφον.

δ'. Ἐκ τοῦ ὀρισμοῦ τῆς κατακόρυφου προκύπτει, ὅτι οἱ ὄροι «ἄνω» καὶ «κάτω» εἶναι σχετικοί. Διότι, διὰ παρατηρητήν, ἰσταμένον εἰς τὸν τόπον T_3 , λογίζεται ὡς «ἄνω» ἡ κατεύθυνσις, τὴν ὁποίαν ὀνομάζει «κάτω» ἕτερος παρατηρη-

τῆς, εὐρισκόμενος εἰς σημεῖον τῆς γῆνης ἐπιφανείας, ἐκ διαμέτρου ἀντίθετον τοῦ T_3 . Γενικῶς, χαρακτηρίζεται ὡς «κάτω» ἢ κατ'εὐθυνσις πρὸς τὸ κέντρον τῆς γῆς καὶ ὡς «ἄνω» ἢ 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 $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ κ.ο.κ. (σχ. 26).



Σχ. 26.

στ'. Καθὲν τῶν κατακορύφων ἐπιπέδων τέμνει τὴν οὐράνιον σφαῖραν κατὰ κύκλον μέγιστον, ὅστις ὀνομάζεται **κατακόρυφος κύκλος**. Οὕτως, ὁ κύκλος ZSN , κατὰ τὸν ὁποῖον τέμνεται ἡ οὐράνιος σφαῖρα ὑπὸ τοῦ κατακορύφου ἐπιπέδου ϵ_1 εἶναι κατακόρυφος κύκλος.

ζ'. Ἐὰν Σ εἶναι τυχὸν σημεῖον τῆς οὐρανίου σφαίρας, τότε τὸ ἡμικύκλιον ZSN τοῦ κατακορύφου κύκλου, τὸ περιέχον τὸ σημεῖον Σ , καλεῖται **κατακόρυφος τοῦ σημείου Σ** .

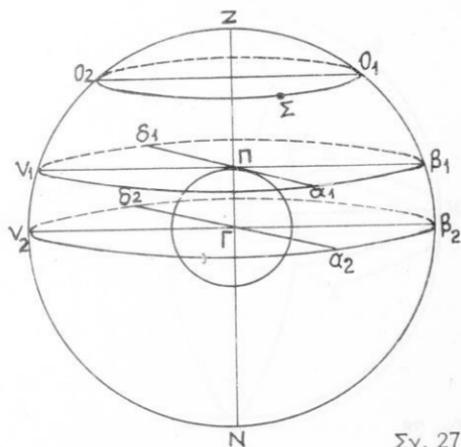
115. Φυσικὸς καὶ αἰσθητὸς ὀρίζων· ὀριζόντιοι κύκλοι.

α'. Καλεῖται **φυσικὸς ὀρίζων** ἑνὸς τόπου ἡ γραμμὴ, κατὰ τὴν ὁποῖαν ὁ οὐρανὸς φαίνεται, ὅτι ἐγγίζει τὴν γῆν.

Λόγω τῶν ἀνωμαλιῶν τοῦ ἐδάφους, ὁ φυσικὸς ὀρίζων ἑνὸς τόπου παρουσιάζεται ἐν γένει ὡς ἀνώμαλος γραμμὴ, μόνον δὲ ἐὰν εὐρισκόμεθα 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. 27.

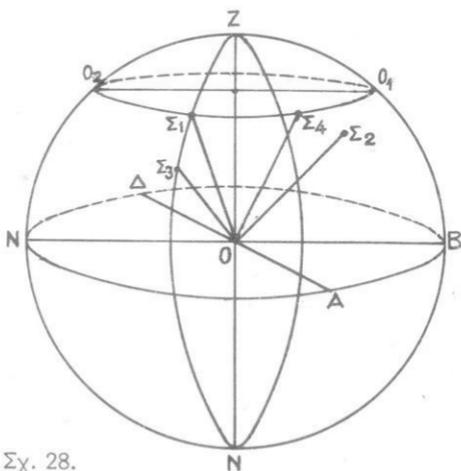
έπιφανείας τῆς γῆς Γ (σχ. 27). Τότε, τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, τὸ διερχόμενον ἐκ τῶν ὀφθαλμῶν του, θὰ τέμνη τὴν οὐράνιον σφαῖραν κατὰ κύκλον $\beta_1\delta_1\nu_1\alpha_1$, τοῦ ὁποίου κέντρον εἶναι τὸ σημεῖον Π, ἐνῶ ἡ διάμετρος του $\beta_1\nu_1$ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν κατακόρυφον ΖΝ. Τὸν κύκλον τοῦτον ὀνομάζομεν **αἰσθητὸν ὀρίζοντα** τοῦ σημείου Π.

Ἐπειδὴ ἡ ἀκτίς τῆς γῆς ΓΠ δύναται νὰ θεωρηθῆ ἀμελητέα, πρὸ τοῦ ἀπείρου μήκους τῆς ἀκτίδος τῆς οὐρανίου σφαίρας (§ 113α), διὰ τοῦτο ὁ παρατηρητῆς 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 ἐνὸς τόπου, ὅπως ὁ κύκλος $O_1\Sigma O_2$, καλοῦνται **ὀριζόντιοι κύκλοι** ἢ καί, διὰ τοῦ ἀραβικοῦ ὀνόματός των, **ἀλμικανταραῖτοι**. Οἱ ὀριζόντιοι κύκλοι εἶναι τομαὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, ὑπὸ τῶν ὀριζοντίων ἐπιπέδων καὶ ἔχουν τὰ κέντρα των ἐπὶ τῆς κατακόρυφου ΖΝ.

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 Ο 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 ὀπτικά ἀκτῖνες, 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 $\Sigma_1 O \Sigma_2$, τὴν ὁποίαν σχηματίζουν αἱ δύο ὀπτικά ἀκτῖνες $O\Sigma_1$ 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 $\Sigma_1 O \Sigma_3$ έχει μέτρον τὸ τόξον $\Sigma_1 \Sigma_3$ τοῦ κατακορύφου κύκλου. Καθ' ὅμοιον τρόπον καὶ τὰ σημεῖα Σ_1 καὶ Σ_4 , τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται ἐπὶ τοῦ ἰδίου ὀριζοντίου κύκλου $O_1 O_2 \Sigma_1 \Sigma_4$, ἔχουν ὡς μέτρον τῆς γωνιώδους ἀποστάσεώς των $\Sigma_1 O \Sigma_4$, 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 ὀριζοντος (σχ. 28).

85. Πόση εἶναι ἡ γωνιώδης ἀπόστασις Ζενίθ—Ναδίρ;

86. Ἐὰν B, N καὶ A, Δ εἶναι τὰ κύρια σημεῖα τοῦ ὀριζοντος Βορρᾶς, Νότου, Ἐνατολῆ καὶ Δύσεως καὶ ἡ BN εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν AD, πόση εἶναι ἡ γωνιώδης ἀπόστασις Βορρᾶ — Νότου, Ἐνατολῆς — Δύσεως, Βορρᾶ — Ἐνατολῆς καὶ Νότου — Δύσεως ;

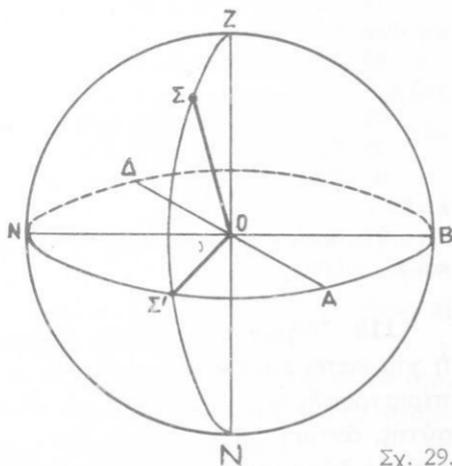
117. Ζενιθία ἀπόστασις καὶ ὕψος ἀστέρος. α'. Καλοῦμεν **ζενιθίαν ἀπόστασιν** ἑνὸς σημείου τῆς οὐρανοῦ σφαίρας ἢ ἑνὸς ἀστέρος, κατὰ τινὰ στιγμὴν, τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τούτου ἀπὸ τοῦ ζενίθ τοῦ τόπου, εἰς τὸν ὁποῖον ἰστάμεθα.

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 **ὑψος** ἑνὸς σημείου ἢ ἑνὸς ἀστέρος, κατὰ τινὰ στιγμὴν, τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν του ἀπὸ τοῦ ὀριζοντος τοῦ τόπου, εἰς τὸν ὁποῖον ἰστάμεθα.

Διὰ νὰ εὐρωμεν τὸ ὑψος, ἔστω τοῦ ἀστέρος Σ (σχ. 29), φέρομεν τὸν κατακόρυφόν του ΖΣΝ καὶ, ἐκ τοῦ O, τὰς δύο ὀπτικὰς ἀκτῖνας OΣ καὶ OΣ'. 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 u · μετρεῖται ἐπὶ τοῦ κατακορύφου κύκλου, τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ σημείου ἢ τοῦ ἀστέρος, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τοῦ σημείου Σ' τοῦ ὀρίζοντος· δύναται νὰ μεταβληθῆ ἀπὸ 0° ἕως 90° ἀπολύτως· καὶ εἶναι θετικὸν μὲν, ἐὰν ὁ ἀστήρ εὑρίσκεται πρὸς τὸ ἄνω τοῦ ὀρίζοντος ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ, τὸ περιέχον τὸ ζενίθ, ἀρνητικὸν δὲ ἐὰν ὁ ἀστήρ κεῖται εἰς τὸ κάτω τοῦ ὀρίζοντος ἡμισφαίριον, τὸ περιέχον τὸ ναδίρ.

Ἀσκήσεις

87. Δείξατε διατί ἡ z δύναται νὰ μεταβληθῆ ἀπὸ 0° ἕως 180° .
88. Ἐὰν ἡ ζενιθία ἀπόστασις ἀστέρος, κατὰ τινὰ στιγμὴν, μετρομένη εἰς ἓνα τόπον, εὑρεθῆ ἴση μὲ z , εἰς ἓνα ἄλλον τόπον, κατὰ τὴν ἴδιαν στιγμὴν, δὲν ἔχει ποτὲ τὴν ἴδιαν τιμὴν. Διατί ;
89. Δείξατε, ὅτι τὸ ὕψος εἶναι πάντοτε τὸ συμπλήρωμα τῆς ζενιθίας ἀποστάσεως· ἤτοι, ὅτι ἰσχύει ἡ σχέσις $z+u=90^\circ$.
90. Ἀστέρος τινὸς τὸ ὕψος, εἰς ἓνα τόπον καὶ κατὰ τινὰ στιγμὴν, εἶναι $u=37^\circ 51' 28''$. Πόση εἶναι ἡ z αὐτοῦ ;
91. Ἀστέρος τινὸς ἡ ζενιθία ἀπόστασις, εἰς ἓνα τόπον καὶ κατὰ τινὰ στιγμὴν, εἶναι $z=106^\circ 32' 48''$. Πόσον εἶναι τὸ u αὐτοῦ ;
92. Τὸ ὕψος ἀστέρος, κειμένου ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα, εἶναι $u=-35^\circ 15' 27''$. Πόση εἶναι ἡ z αὐτοῦ ;
93. Πότε ἡ z λαμβάνει τιμὰς μεγαλυτέρας τῶν 90° ἐν σχέσει πρὸς τὰς τιμὰς τοῦ u ;
94. Πότε τὸ u λαμβάνει ἀρνητικὰς τιμὰς ἐν σχέσει πρὸς τὰς τιμὰς τῆς z ;
95. Πότε αἱ τιμαὶ τοῦ z καὶ τοῦ u εἶναι ἀμφοτέραι θετικαί ;
96. Ποῖος εἶναι ὁ γεωμετρικὸς τόπος τῶν σημείων, τῶν ἐχόντων $u=0^\circ$ καὶ $z=90^\circ$;
97. Ποῖος εἶναι ὁ γεωμετρικὸς τόπος τῶν σημείων, τῶν ἐχόντων $u=-25^\circ$ καὶ $z=+115^\circ$;

118. Ἄξων τοῦ κόσμου καὶ οὐράνιος ἰσημερινός. α'. Ἐστω Γ ἡ γῆ, κατέχουσα τὸ κέντρον τῆς οὐρανόσφαιρας καὶ ππ' ὁ ἄξων περιστροφῆς τῆς γῆς, ἐνῶ π καὶ π' εἶναι ὁ βόρειος καὶ ὁ νότιος πόλος αὐτῆς, ἀντιστοίχως. Ἐὰν ὁ ἄξων τῆς γῆς ἐπεκταθῆ ἐπ' ἀπειρον 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 σφαῖρα και καταστή διάμετρος αὐτῆς.

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

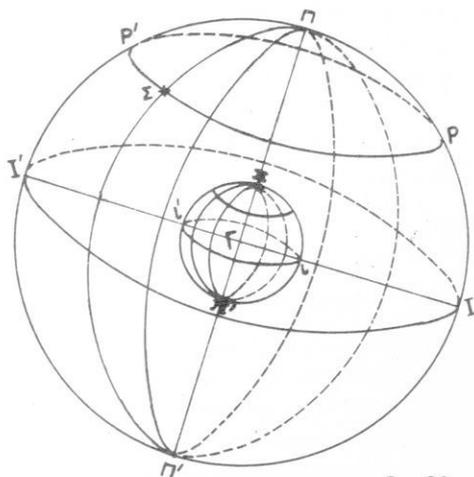
β'. Ἐὰν τὸ ἐπίπεδον τοῦ ἰσημεριουῦ τῆς γῆς ιι' προεκταθῆ ἐπ' ἄπειρον, θὰ τμήσῃ τὴν οὐράνιον σφαῖρα, κατὰ μέγιστον κύκλον αὐτῆς, τὸν ΙΙ', ἀντίστοιχον πρὸς τὸν γῆϊνον ἰσημερινόν, τὸν ὁποῖον και καλοῦμεν **οὐράνιον ἰσημερινόν**.

Ὁ οὐράνιος ἰσημερινὸς εἶναι κάθετος πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου, ἀφοῦ και ὁ γῆϊνος ἰσημερινὸς εἶναι κάθετος πρὸς τὸν ἄξονα τῆς γῆς.

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

119. Ὠριαῖοι 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 ἕνας ἀστήρ, τότε τὸ ἡμικύκλιον ΠΣΠ' (σχ. 30) τοῦ ὠριαίου κύκλου, τὸ περιέχον τὸ Σ, καλεῖται **ὠριαῖος τοῦ σημείου ἢ τοῦ ἀστέρος Σ**.



Σχ. 30.

β'. Οί ἀπειροί μικροί κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας, οἱ παράλληλοι πρὸς τὸν οὐράνιον ἰσημερινόν, ὅπως ὁ ΡΣΡ' (σχ. 30), καλοῦνται **παράλληλοι κύκλοι**.

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

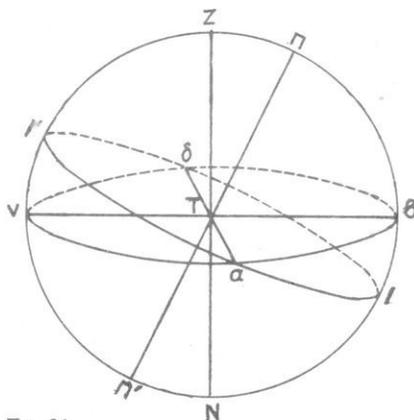
120. Μεσημβρινὸν ἐπίπεδον καὶ οὐράνιος μεσημβρινὸς τόπου· κύρια σημεῖα τοῦ ὀρίζοντος. α'. Ἐστω ὁ τόπος Τ (σχ. 31), θεωρούμενος ὡς συμπίπτων μὲ τὸ κέντρον τῆς γῆινης καὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, ΖΝ ἡ κατακόρυφος αὐτοῦ καὶ ΠΠ' ὁ ἄξων τοῦ κόσμου.

Καλοῦμεν **μεσημβρινὸν ἐπίπεδον** τοῦ τόπου Τ, τὸ ὀριζόμενον ὑπὸ τοῦ ἄξωνος 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 μεσημβρινὸν** τοῦ τόπου Τ.

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

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



Σχ. 31.

γ'. Εἰς πάντα τόπον τῆς γῆς οἱ τρεῖς κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας, ὀρίζων, ἰσημερινός καὶ μεσημβρινός εἶναι θεμελιώδεις. Αἱ τρεῖς διαμέτροι τῆς οὐρανίου 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 α δ.

δ'. Ἡ μεσημβρινή γραμμὴ 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, **ἀνατολὴ** 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 ἀνατολὴ (α), ἐκεῖνο τὸ ὅποῖον εὐρίσκεται πρὸς τὰ δεξιὰ παρατηρητοῦ, ἐστραμμένου πρὸς βορρᾶν.

ε'. Θὰ ἀποδείξωμεν, ὅτι ὁ ἄξων τοῦ μεσημβρινοῦ α δ συμπίπτει πρὸς τὴν τομὴν τοῦ ἰσημεριοῦ ὑπὸ τοῦ ὀρίζοντος.

Πράγματι ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς εἶναι κάθετος, ἐξ ὀρισμοῦ (§ 120α), τόσον πρὸς τὸν ὀρίζοντα, ὅσον καὶ πρὸς τὸν ἰσημερινόν, διότι περιέχει τὴν κατακόρυφον, κάθετον ἐπὶ τὸν ὀρίζοντα καὶ τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου, κάθετον ἐπὶ τὸν ἰσημερινόν. Ὅθεν καὶ ἡ μεσημβρινὴ γραμμὴ β ν (σχ. 31), ὡς κειμένη ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ μεσημβρινοῦ, θὰ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν τομὴν, ἔστω α δ, ὀρίζοντος καὶ ἰσημεριοῦ. Ἀλλὰ τότε ἡ τομὴ α δ θὰ πρέπει νὰ συμπίπτῃ πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ μεσημβρινοῦ α δ, κάθετον ἐξ ὀρισμοῦ (§ 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 μεσημβρινὸς, εἰς ἓνα τόπον, δύναται νὰ ὀρισηθῇ καὶ ὡς « ὁ κατακόρυφος κύκλος τοῦ σημείου τοῦ νότου εἰς τὸν τόπον τοῦτον » ἢ ἀκόμη καὶ ὡς « 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. Διατί α) ἐὰν δύο τόποι κείνται ὁ ἕνας νοτιώτερον τοῦ ἄλλου, συμβαίνει νὰ ἔχουν τὸν ἴδιον οὐράνιον μεσημβρινὸν (ὅπως ἔχουν καὶ τὸν ἴδιον γήϊνον μεσημβρινόν), ἐνῶ β) ἐὰν ὁ ἕνας κείται ἀνατολικώτερον ἢ δυτικώτερον τοῦ ἄλλου, τότε ὅπωςδήποτε ἔχουν καὶ διαφορετικὸν οὐράνιον μεσημβρινόν (ὅπως διαφορετικοὶ εἶναι καὶ οἱ γήϊνοι μεσημβρινοὶ των);

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 ὡσὰν νὰ εἶναι κ α θ η λ ω μ ε ν ο ι ἐπὶ τῆς ἑσωτερικῆς (κοίλης) ἐπιφανείας τῆς οὐρανίου σφαίρας, εἰς τρόπον ὥστε αἱ σχετικαὶ θέσεις των, ὡς πρὸς ἀλλήλους, νὰ μένουν πάντοτε σταθεραί. Διὰ τοῦτο ὠνομάσθησαν ὑπὸ τῶν ἀρχαίων Ἑλλήνων ἀστρονόμων **ἀπλανεῖς ἀστέρες**, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τοὺς πλανήτας, οἱ ὁποῖοι, σὺν τῷ χρόνῳ, ἀλλάσσουν συνεχῶς θέσιν μεταξὺ τῶν ἀπλανῶν.

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

β'. “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 πάροδον ἐνὸς 24ώρου ἀπὸ τῆς προηγούμενης ἀνατολῆς των.

Ἡ σπουδὴ αὐτῶν τῶν καθημερινῶν κινήσεων τῶν ἀστέρων ἀπέδειξεν, ὅτι ὀλόκληρος ἡ οὐράνιος σφαῖρα φαίνεται, ὅτι **π ε ρ ι σ τ ρ έ φ ε τ α ι**· λόγω δὲ τῆς περιστροφῆς τῆς, οἱ ἀστέρες, ὡς καθηλωμένοι ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς, φαίνονται, ὅτι συμπαρασύρονται εἰς τὴν περιστροφὴν 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 ὅποῖον, ἐὰν εὕρισκώμεθα ἐπὶ ἐνὸς κινητοῦ (πλοίου, σιδηροδρόμου κ.ἄ.), μένομεν μετὰ τὴν ἀπατηλὴν ἐντύπωσιν, ὅτι κινοῦνται αἱ οἰκίαι, τὰ δένδρα κ.λπ., κατ' **ἄ ν τ ἰ θ ε τ ο ν φ ο ρ ἄ ν** ἐκείνης, πρὸς τὴν ὁποῖαν κινούμεθα ἡμεῖς. “Ὅπως δὲ ἀκριβῶς, ἐὰν πε-

ριστραφή 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 δ υ σ μ ῶ ν πρὸς ἀ ν α τ ο λ ᾶ ς, ἡμεῖς, ὡς εὐρισκόμενοι ἐπ' αὐτῆς, μένομεν μὲ τὴν ἐντύπωσιν, ὅτι κινεῖται ἡ περιβάλλουσα τὴν γῆν οὐράνιος σφαῖρα, ἐξ ἀ ν α τ ο λ ῶ ν πρὸς δ υ σ μ ᾶ ς, περί τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου. Τοῦτο δέ, διότι ὁ ἄξων τοῦ κόσμου εἶναι αὐτὸς οὔτος ὁ ἄξων τῆς γῆς, προεκτεινόμενος μέχρι τῆς οὐρανόσφαιρας (§ 118α).

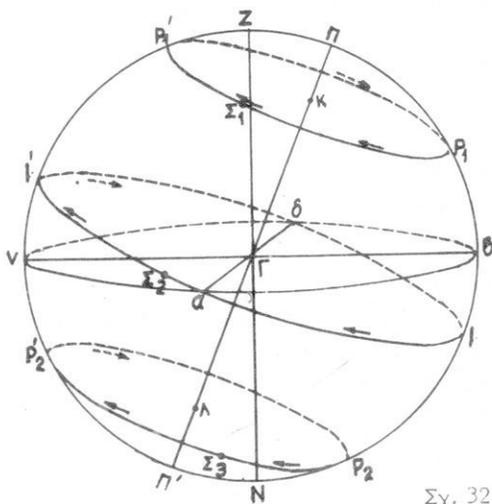
δ'. Ἡ ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς φορά (τῆς πραγματικῆς κινήσεως τῆς γῆς), καλεῖται **ὀρθή φορά**: ἐνῶ ἡ ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυμᾶς (τῆς φαινομένης περιστροφῆς τῆς οὐρανόσφαιρας), καλεῖται **ἀνάδρομος φορά**.

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

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

Διότι, πᾶν σημεῖον σφαιράς περιστρεφόμενης, διαγράφει τροχίαν παραλλήλου κύκλου αὐτῆς: ἤτοι κύκλου, ἔχοντος τὸ κέντρον τοῦ ἐπὶ τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς καὶ καθέτου πρὸς τὸν ἄξονα τοῦτον.

Οὕτως, ὁ ἀστὴρ Σ_1 (σχ. 32) διαγράφει τὴν περιφέρειαν $\Sigma_1 P'_1 P_1 \Sigma_1$, τῆς ὁποίας τὸ κέντρον K κεῖται ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου καὶ ἦτις εἶναι κάθετος ἐπ' αὐτόν. Ὁ ἀστὴρ Σ_2 , κείμενος ἐπὶ τοῦ οὐρανόσφαιρας ἰσημερινοῦ, διαγράφει τὴν περιφέρειαν τοῦ ἰσημερινοῦ $\Sigma_2 I' \Sigma_2$, τῆς ὁποίας τὸ κέντρον Γ εἶναι καὶ τὸ κέντρον τῆς οὐρανόσφαιρας, κείμενον ἐπίσης ἐπὶ τοῦ ἄξονος $\Pi\Pi'$.



Σχ. 32.

Τὰ βέλη δεικνύουν τὴν ἀνάδρομον φοράν, ἐξ ἀνατολῶν (α) πρὸς δυσμᾶς (δ), ἐνῶ ὁ κύκλος β α ν δ εἶναι ὁ ὀρίζων τοῦ τόπου Γ.

Νόμος 2ος. Ὁ χρόνος, ὁ ὁποῖος ἀπαιτεῖται διὰ νὰ συμπληρωσῇ τυχὼν ἀστήρ 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).

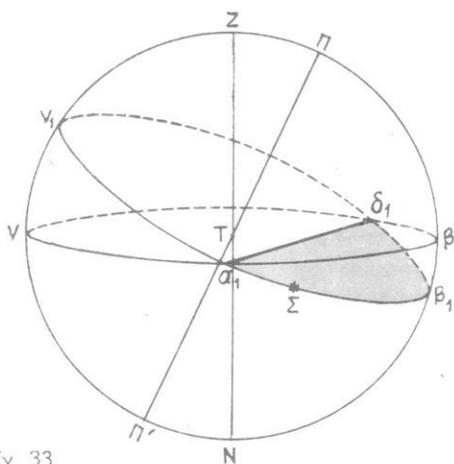
Οὕτως, οἱ ἀστέρες Σ_1 καὶ Σ_2 , ἀνεξαρτήτως τῆς θέσεώς των ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, συμπληρώνουν ἕκαστος μίαν περιφέρειαν μετὰ μίαν ἀστρικήν ἡμέραν.

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

Οὕτως, ὁ ἀστήρ Σ_2 , διὰ νὰ διατρέξῃ τὴν ἡμιπεριφέρειαν α'Ιδ, χρειάζεται τόσον χρόνον, ὅσος ἀπαιτεῖται διὰ νὰ διανύσῃ καὶ τὴν ἡμιπεριφέρειαν δ'Ια.

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

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



Σχ. 33.

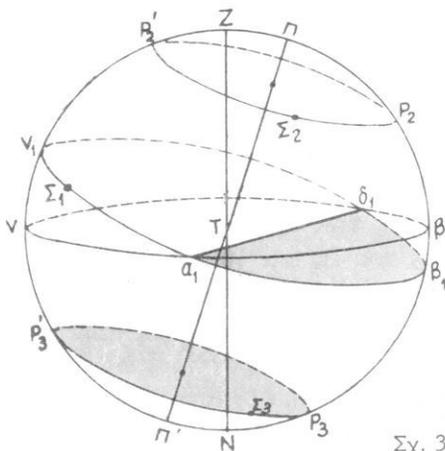
122. Ἀνατολαὶ καὶ δύσεις τῶν ἀστέρων· ἡμερήσια καὶ νυκτερινὰ τόξα αὐτῶν. α'. Λόγω τοῦ 1ου νόμου τῆς φαινομενικῆς κινήσεως τῶν ἀστέρων (§ 121ε), ἕνας ἀστήρ ἔστω Σ (Σχ. 33), καθὼς διαγράφει τὴν περιφέρειαν τοῦ παραλλήλου τοῦ κύκλου $\Sigma\alpha_1\nu\delta_1\beta_1\Sigma$, ὅταν φθάσῃ εἰς τὸ σημεῖον α_1 , τομὴν τῆς τροχιᾶς 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 ὅποιον εἶναι τὸ ἄλλο ἄκρον τῆς τομῆς $\alpha_1 \delta_1$ τῆς τροχιᾶς του μετὰ τοῦ ὀρίζοντος. Τότε, πάλιν τὸ ὕψος του γίνεται $u = 0^{\circ}$, λέγομεν δέ, ὅτι ὁ ἀστὴρ, κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην, **δύει.** Ἐπειτα, προχωρεῖ ἐπὶ τοῦ τμήματος τῆς τροχιᾶς του, τὸ ὅποιον εὐρίσκεται κάτω τοῦ ὀρίζοντος καὶ φθάνει εἰς τὸ σημεῖον β_1 , εἰς τὸ ὅποιον τὸ ὕψος του εἶναι ἀρνητικόν ($u = -\beta\beta_1$). Τότε τὸ ὕψος λαμβάνει τὴν μεγαλύτεραν ἀπόλυτον τιμὴν, κατὰ τὴν διαδρομὴν τοῦ ἀστέρος ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα τοῦ τόπου. Ἀπὸ τὸ σημεῖον β_1 ὁ ἀστὴρ 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 ὀλονὲν καὶ μικροτέρα. Τέλος δὲ ἐπανέρχεται εἰς τὸ α_1 , ὁπότε τὸ ὕψος του γίνεται πάλιν $u = 0$.

β'. Καλοῦμεν **ἡμερήσιον τόξον** ἀστέρος τὸ τόξον, τὸ ὅποιον διαγράφει οὗτος ὑπεράνω τοῦ ὀρίζοντος τοῦ τόπου, ὅπου ἰστάμεθα, ὅπως εἶναι τὸ τόξον $\alpha_1 \nu_1 \delta_1$ τοῦ ἀστέρος 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. Ἄειφανεῖς, ἀμφιφανεῖς καὶ ἀφανεῖς ἀστέρες εἰς ἓνα τόπον. α'. Ἐστω ὁ ἀστὴρ 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 εὐρισκόμενον 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 T .

Καλοῦμεν **ἀμφιφανεῖς ἀστέρας**, δι' ἓνα τόπον T , ἐκείνους οἱ ὅποιοι ἀνατέλλουν καὶ δύουν εἰς τὸν ὀρίζοντα



σχ. 34.

του τόπου, ὥστε ἓνα μέρος τῆς τροχιάς των νὰ εἶναι ἡμερήσιον τόξον, ἐνῶ τὸ ὑπόλοιπον μέρος αὐτῆς νὰ εἶναι νυκτερινὸν τόξον.

β'. Ἐὰν ὁμως παρατηρήσωμεν τὴν τροχίαν τοῦ ἀστέρος Σ_2 , τὴν $\Sigma_2 P'_2 P_2 \Sigma_2$, βλέπομεν, ὅτι ὀλόκληρος εἶναι ἡμερησία, διότι ὁ παράλληλος, τὸν ὁποῖον διαγράφει ὁ ἀστὴρ οὗτος, εὐρίσκεται ὀλόκληρος ὑπεράνω τοῦ ὀρίζοντος τοῦ τόπου T .

Καλοῦμεν **ἀειφανεῖς ἀστέρας** δι' ἓνα τόπον T , ἐκείνους, τῶν ὁποίων ὀλόκληρος ἡ τροχία διαγράφεται ὑπεράνω τοῦ ὀρίζοντος τοῦ τόπου, εἰς τρόπον ὥστε οἱ ἀστέρες αὐτοὶ νὰ μὴ ἀνατέλλουν καὶ νὰ μὴ δύουν, ἀλλὰ νὰ φαίνωνται συνεχῶς καὶ πάντοτε.

γ'. Ἀντιθέτως, ὀλόκληρος ἡ τροχία τοῦ ἀστέρος Σ_3 , ἤτοι ἡ $\Sigma_3 P_3 P'_3 \Sigma_3$, εἶναι νυκτερινή, ἀφοῦ ὁ παράλληλος, τὸν ὁποῖον διαγράφει ὁ ἀστὴρ, εὐρίσκεται ὀλόκληρος κάτω ἀπὸ τὸν ὀρίζοντα τοῦ τόπου T .

Καλοῦμεν **ἀφανεῖς ἀστέρας** εἰς ἓνα τόπον T , ἐκείνους οἱ ὁποῖοι διανύουν ὀλόκληρον τὴν τροχίαν των κάτω ἀπὸ τὸν ὀρίζοντα τοῦ τόπου, χωρὶς νὰ ἀνατέλλουν οὔτε νὰ δύουν εἰς αὐτόν, ἀλλὰ νὰ παραμένουν συνεχῶς καὶ πάντοτε ἀόρατοι εἰς τὸν τόπον αὐτόν.

124. Μεσουρανῆσεις τῶν ἀστέρων εἰς ἓνα τόπον. α'. Καλοῦμεν **ἄνω μεσουράνησιν ἀστέρος** τὴν στιγμὴν, κατὰ τὴν ὁποίαν ἔχει οὗτος τὸ μεγαλύτερον ὕψος του εἰς ἓνα τόπον, ἀνεξαρτήτως ἂν εἶναι ἀειφανῆς ἢ ἀφανῆς εἰς τὸν τόπον αὐτόν· λέγομεν δέ, ὅτι τότε ὁ ἀστὴρ **μεσουρανεῖ ἄνω**.

Κατὰ τὸν ὀρισμὸν τοῦτον, ὁ ἀστὴρ Σ_1 (σχ. 34) μεσουρανεῖ ἄνω εἰς τὸ σημεῖον ν_1 τῆς τροχιάς του, ἐνῶ ὁ ἀειφανῆς ἀστὴρ Σ_2 ἔχει τὴν ἄνω μεσουράνησίν του εἰς τὸ σημεῖον P_2' καὶ ὁ ἀφανῆς Σ_3 εὐρίσκεται εἰς τὴν ἄνω μεσουράνησίν του, ὅταν φθάσῃ εἰς τὸ σημεῖον P'_3 τῆς τροχιάς του.

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

Οὕτω, τοῦ ἀστέρος Σ_1 ἡ κάτω μεσουράνησις γίνεται εἰς τὸ σημεῖον β_1 τῆς τροχιάς του, ἐνῶ ὁ μὲν ἀειφανῆς ἀστὴρ Σ_2 μεσουρανεῖ κάτω εἰς τὸ σημεῖον P_2 , ὁ δὲ ἀφανῆς ἀστὴρ Σ_3 εὐρίσκεται εἰς τὴν κάτω μεσουράνησίν του, ὅταν φθάσῃ εἰς τὸ σημεῖον P_3 τοῦ 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'. Ἐὰν 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 **μ ε σ η μ β ρ ι ν ὁ σ** 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 μεσουρανήσεις ν_1, P_2', P_3' τῶν ἀστέρων $\Sigma_1, \Sigma_2, \Sigma_3$, ὅσον καὶ αἱ κάτω μεσουρανήσεις αὐτῶν β_1, P_2, P_3 ἀντιστοίχως, γίνονται πάντοτε ἐπὶ τοῦ μεσημβρινοῦ. Μάλιστα, αἱ μὲν ἄνω μεσουρανήσεις γίνονται εἰς τὸ ἡμικύκλιον ΠνΠ' τοῦ μεσημβρινοῦ, τὸ περιέχον τὸ σημεῖον τοῦ ὀρίζοντος ν , τὸν **ν ὀ τ ο ν** (τὸ ὁποῖον σημεῖον καλεῖται, διὰ τοῦτο, καὶ **μεσημβρία**)· ἐνῶ αἱ κάτω μεσουρανήσεις γίνονται εἰς τὸ ἡμικύκλιον τοῦ μεσημβρινοῦ ΠβΠ', τὸ ὁποῖον περιέχει τὸ σημεῖον τοῦ ὀρίζοντος β , τὸν **β ο ρ ρ ἄ ν**.

Ἀσκήσεις

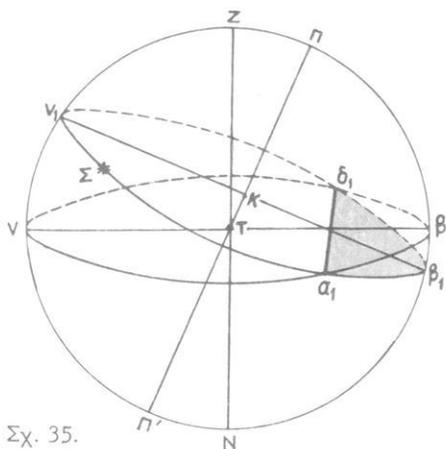
110. Δείξατε, ὅτι ἓνας ἀστήρ ἀειφανῆς εἰς ἓνα τόπον, δύναται νὰ εἶναι ἀμφιφανῆς εἰς ἓνα ἄλλον τόπον καὶ ἀντιστρόφως. (Προσέξατε, διὰ τὴν λύσιν, τὴν γωνίαν τῆς κατακορύφου μετὰ τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου).

111. Δείξατε, ἀκόμη, ὅτι ἓνας ἀστήρ ἀειφανῆς εἰς κάποιον τόπον δύναται νὰ εἶναι ἀμφιφανῆς εἰς ἓνα ἄλλον τόπον καὶ ἀντιστρόφως.

112. Δείξατε, ὅτι ὅσον χρόνον χρειάζεται ἓνας ἀστήρ, διὰ νὰ διανύσῃ τὸ τόξον τῆς τροχιάς του, ἀπὸ τῆς ἄνω μέχρι τῆς κάτω μεσουρανήσεώς του, τὸν ἴδιον χρόνον χρειάζεται καὶ διὰ νὰ διανύσῃ τὸ τόξον, ἀπὸ τῆς κάτω μέχρι τῆς ἄνω μεσουρανήσεώς του. (Χρειάζεται διὰ τὴν λύσιν καὶ ὁ 3ος νόμος τῆς φαινομένης κινήσεως τῶν ἀστέρων, § 121 ε).

125. Δύο θεμελιώδεις ιδιότητες τοῦ οὐρανόυ μεσημβρινοῦ.

α'. Ἐστω τυχῶν ἀμφιφανῆς 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 οὐρανόυ σφαίρας· ἐνῶ $\alpha_1\nu\delta_1\beta_1\alpha_1$ εἶναι ὁ ὀρίζων τοῦ τόπου Τ, εἰς τὸν ὁποῖον ἰστάμεθα καὶ ΠΖΠ'ΝΠ ὁ μεσημβρινὸς τοῦ τόπου Τ. Τότε, ν_1 καὶ β_1 εἶναι τὰ σημεία τῆς ἄνω καὶ τῆς κάτω μεσουρανήσεως



Σχ. 35.

τοῦ ἀστέρος Σ, ἀντιστοίχως.

Ἄλλ' ἢ $\nu_1\beta_1$ 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 περιέχη καὶ τὸ Κ. Ἄρα ἡ τομὴ $\nu_1\beta_1$ διέρχεται ἐκ τοῦ Κ καὶ εἶναι διάμετρος τοῦ παραλλήλου κύκλου.

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

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

β'. Ἐξ ἄλλου, $\alpha_1\delta_1$ εἶναι ἡ τομὴ τοῦ παραλλήλου κύκλου τοῦ ἀστέρος ὑπὸ τοῦ ὀρίζοντος. Ἄλλ' ὁ μεσημβρινὸς εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν ὀρίζοντα, ὡς περιέχων τὴν ΖΝ καί, ἐπὶ πλέον, κάθετος ἐπὶ τὸν παράλληλον τοῦ ἀστέρος, ὡς περιέχων τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου ΠΠ'. Συνεπῶς, εἶναι κάθετος καὶ ἐπὶ τὴν τομὴν των $\alpha_1\delta_1$. Ἀλλὰ τότε, ἡ $\alpha_1\delta_1$, ὡς κάθετος ἐπὶ τὸν μεσημβρινόν, θὰ εἶναι κάθετος καὶ ἐπὶ τὴν $\nu_1\beta_1$, (τομὴν τοῦ παραλλήλου κύκλου ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ), διότι ἢ $\nu_1\beta_1$ 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 ἀστρικής ἡμέρας (§ 121ε, νόμος 2ος).

113. Ἄστηρ 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 μεσουρανήσεώς 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 ἀστήρ ἀνατέλλῃ τὴν 8 ὥρ. 30 λ. καὶ ἔαν δύῃ τὴν 14 ὥρ. 40 λ. 30 δ., πότε μεσουρανεῖ ἄνω καὶ πότε, κάτω ;

117. Ἐὰν ἓνας ἀστήρ εὐρίσκεται ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ ἰσημερινοῦ, πόσον διαρκεῖ τὸ ἡμερήσιον καὶ πόσον τὸ νυκτερινὸν τόξον του.

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

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

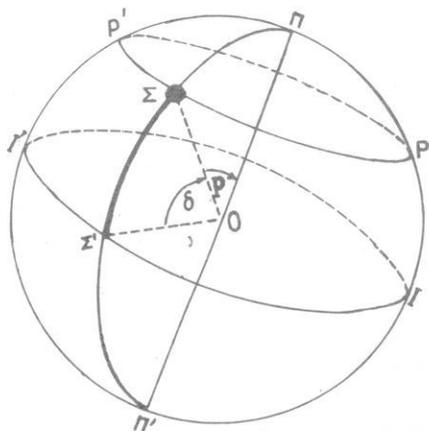
120. Ἐὰν ἀστήρ μεσουρανεῖ ἄνω τὴν 7 ὥρ. 14 λ. 10 δ. καὶ δύῃ τὴν 12 ὥρ. 36 λ. α) πότε ἀνατέλλει ; β) πότε μεσουρανεῖ κάτω ;

121. Ἐὰν ἀστήρ διανύῃ τὸ ἡμερήσιον τόξον του εἰς 16 ὥρ. 24 λ. 2 δ. καὶ μεσουρανεῖ κάτω τὴν 5 ὥρ. 30 λ. 30 δ., α) πότε ἀνατέλλει ; β) πότε μεσουρανεῖ ἄνω ; γ) πότε δύνει ;

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

126. Ἀπόκλισις καὶ πολικὴ ἀπόστασις ἀστέρος. α΄. Καλοῦμεν ἀπόκλισιν ἑνὸς ἀστέρος Σ (σχ. 36) τὴν γωνιώδη ἀπόστασίν του ἀπὸ τὸν οὐράνιον ἰσημερινὸν $\text{I}\Sigma'\text{I}'$.

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



Σχ. 36.

Ἡ ἀπόκλισις συμβολίζεται μὲ 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** ἑνὸς 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 μὲ 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 ποῖα ἀντιστοιχία ὑπάρχουν μεταξύ ὕψους καὶ ζενιθίας ἀποστάσεως ἀφ' ἑνὸς (§ 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 ἑνὸς ἀστέρος εἶναι ἴση μὲ $112^\circ 34' 29''$. Πόση εἶναι ἡ δ αὐτοῦ ;

129. Ἡ δ ἑνὸς ἀστέρος εἶναι ἴση πρὸς $-31^\circ 15' 45''$. Πόση εἶναι ἡ P αὐτοῦ ;

130. Πότε εἶναι $P > 90^\circ$ καὶ πότε $\delta < 0^\circ$;

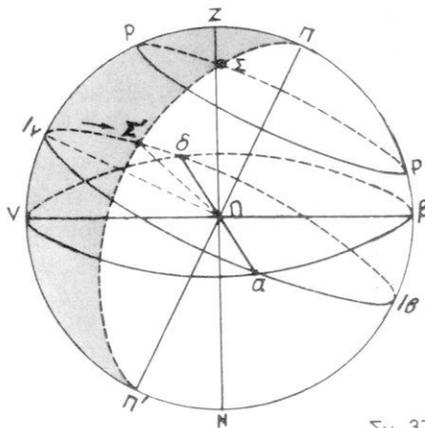
131. Ποῖος ὁ γεωμετρικὸς τόπος τῶν σημείων, τῶν ἐχόντων $\delta = 0$ καὶ $P = 90^\circ$;

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 ἀστὴρ Σ καὶ ὁ ὠριαῖος αὐτοῦ $\Pi\alpha\beta$, ὅστις τέμνει τὸν οὐράνιον ἰσημερινὸν ἐν τοῖς σημείοις ν καὶ β . Ὁ ὠριαῖος οὗτος σχηματίζει μετὰ τοῦ μεσημβρινοῦ $\Pi\alpha\beta$ τὴν διέδρον γωνίαν $\nu, \Pi\alpha\beta, \Sigma$, τῆς ὁποίας ἀντίστοιχος, ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἰσημερινοῦ, εἶναι ἡ γωνία ν, α, δ · διότι τὸ σημεῖον ν εἶναι ἐκεῖνο, κατὰ τὸ ὁποῖον ὁ οὐράνιος ἰσημερινὸς τέμνεται ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ. Ἡ διέδρος γωνία $\nu, \Pi\alpha\beta, \Sigma$ καὶ ἡ ἀντίστοιχος τῆς ἐπιπέδου ν, α, δ ἔχουν ὡς μέτρον τὸ τόξον ν, Σ' τοῦ ἰσημερινοῦ.



Σχ. 37.

Καλοῦμεν **ὠριαίαν γωνίαν τοῦ ἀστέρος Σ** ἢ τυχόντος σημείου τῆς οὐρανίου σφαίρας, τὴν διέδρον γωνίαν, τὴν ὁποῖαν 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 ἀνατολικὴν φέρουσαν, ἢτοι 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 ἡμισφαῖριον**, τὸ περιέχον τὸ σημεῖον τῆς ἀνατολῆς· καὶ **δυτικὸν ἡμισφαῖριον**, τὸ περιέχον τὸ σημεῖον τῆς δύσεως.

γ'. Ἐπειδὴ ὁ ἀστὴρ Σ κινεῖται συνεχῶς ἐπὶ τοῦ παραλλήλου κύκλου τοῦ $\Sigma P'P$, διὰ τοῦτο ἡ ὠριαία γωνία του μεταβάλλεται μετὰ τοῦ χρόνου, ἐντὸς καθενὸς 24ώρου. Γίνεται 0° , ὅταν ὁ ἀστὴρ διέρχεται ἐκ τοῦ μεσημβρινοῦ, κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησιν του, ἢτοι ὅταν εὐρίσκεται εἰς τὸ σημεῖον P · ἔπειτα αὐξάνει ἀπὸ 0° ἕως 180° , καθὼς ὁ ἀστὴρ διατρέχει τὴν ἡμιπεριφέρειαν τοῦ πα-

ραλλήλου του, τὴν εὐρισκομένην 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 μεσουρανήσεώς του.

Ἄσκήσεις

133. Δείξατε, ὅτι ἡ Η ἐνὸς ἀστέρος, μετρουμένη εἰς ἓνα τόπον, εἶναι διαφορετικὴ ἀπὸ ἐκείνην ἢ ὅποια εὐρίσκεται, ὅταν μετρηθῇ εἰς ἓνα ἄλλον τόπον, κείμενον ἀνατολικώτερον ἢ δυτικώτερον τοῦ πρώτου τόπου. (Διὰ τὴν λύσιν χρησιμοποιοῦσατε 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 οὐρανόσφαιρας, τῶν ἐχόντων α) $H=0^\circ$ β) $H=90^\circ$ γ) $H=180^\circ$ δ) $H=270^\circ$ καὶ ε) $H=37^\circ 23'$.

136. Δείξατε, μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ σχ. 37, ὅτι ἡ ὠριαία γωνία Η καὶ ἡ ἀπόκλισις δ ἐνὸς ἀστέρος, ἀπὸ κοινοῦ θεωρούμεναι, δύνανται νὰ χρησιμεύσουν διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς θέσεως τοῦ ἀστέρος ἐπὶ τῆς οὐρανόσφαιρας, ἤτοι ὡς $\sigma \nu \nu \tau \epsilon \tau \alpha \gamma \mu \acute{\epsilon} \nu \alpha \iota$ τοῦ ἀστέρος τούτου.

137. Δείξατε, ὅτι ἡ Η καὶ ἡ δ, χρησιμοποιούμεναι ὡς συντεταγμέναι ἐνὸς ἀστέρος (ὡς ἡ ἀσκ. 136), δὲν εἶναι σταθεραί, ἀλλὰ μεταβάλλονται μετὰ τοῦ $\chi \rho \acute{o} \nu \omicron \upsilon$ καὶ τοῦ $\tau \acute{o} \pi \omicron \upsilon$, εἰς τὸν ὅποιον εὐρισκόμεθα, καθορίσατε δὲ ποία ἐκ τῶν δύο συντεταγμένων μεταβάλλεται καὶ ποία παραμένει σταθερὰ καὶ διατί.

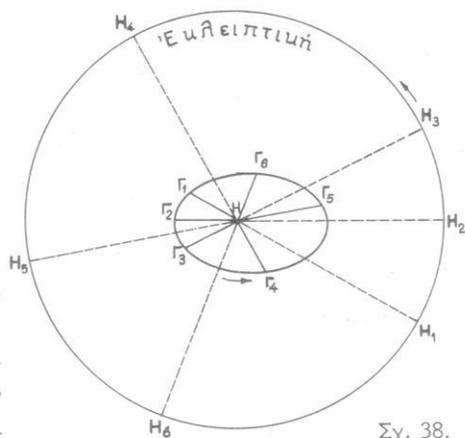
Ο ΗΛΙΟΣ ΕΙΣ ΤΗΝ ΟΥΡΑΝΙΟΝ ΣΦΑΙΡΑΝ

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

Ἐκτὸς τῆς καθημερινῆς κινήσεώς του, ἡ ὅποια εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς φαινομένης κινήσεως τῆς οὐρανόσφαιρας (§ 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 οὐρανόσφαιρας.

Ὁ μέγιστος κύκλος τῆς ἑτησίας τροχιᾶς τοῦ ἡλίου ὠνομάσθη, ἀπὸ τοὺς ἀρχαίους Ἕλληνας ἀστρονόμους, Ἐκλειπτική.

β'. Ἡ ἔτησις κίνησις τοῦ ἡλίου, κατὰ μῆκος τῆς ἔκλειπτικῆς, δὲν εἶναι πραγματικὴ, ἀλλὰ φαινομενικὴ. Ὅπως δὲ ἡ ἡμερησίαι κίνησις αὐτοῦ, ἀλλὰ καὶ ὁλοκλήρου τῆς οὐρανίου σφαίρας, εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς (§ 121γ), καθ' ὅμοιον τρόπον, ἡ φαινομένη ἔτησις κίνησις τοῦ ἡλίου, κατὰ μῆκος τῆς ἔκλειπτικῆς, ὀφείλεται εἰς τὴν πραγματικὴν κίνησιν τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον.

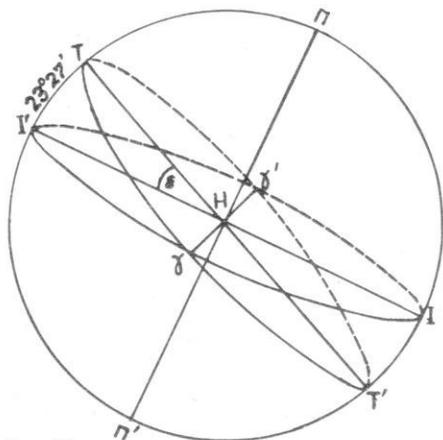


Σχ. 38.

Πράγματι· ἂν Γ_1 εἶναι τυχούσα θέσις τῆς γῆς ἐπὶ τῆς ἔλλειπτικῆς τροχιᾶς αὐτῆς περὶ τὸν ἥλιον Η (σχ. 38), τότε, ἐκ τῆς θέσεως ταύτης παρατηρούμενος ὁ ἥλιος, φαίνεται ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας εἰς τὴν θέσιν Η_1 , ἡ ὁποία ὀρίζεται ἀπὸ τὴν προέκτασιν τῆς ὀπτικῆς ἀκτίνος $\Gamma_1\text{H}$ (τῆς διευθυνομένης ἐκ τῆς γῆς Γ πρὸς τὸν ἥλιον Η) μέχρις ὅτου αὕτη τμήσῃ τὴν οὐρανίον 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 Η_2 ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας. Μετὰ ἓνα ἀκόμη μῆνα, ἐκ τῆς θέσεως Γ_3 τῆς γῆς, ὁ ἥλιος θὰ φαίνεται εἰς τὴν θέσιν Η_3 ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας κ.ο.κ. Ἐπομένως, ὅπως ἡ γῆ κινεῖται κατ' ὀρθὴν φοράν περὶ τὸν ἥλιον, ἐκεῖνος φαίνεται εἰς τὰς θέσεις $\text{Η}_1, \text{Η}_2, \dots, \text{Η}_6, \text{Η}_1$, ὅτι κινεῖται ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ κατὰ τὴν ἰδίαν φοράν. Ὅταν δὲ ἡ γῆ συμπληρώσῃ τὴν ἔτησίαν τῆς περιφορᾶν ἐπὶ τῆς ἔλλειπτικῆς τροχιᾶς περὶ τὸν ἥλιον καὶ ἐπανέρχεται εἰς τὸ Γ_1 , ἐκεῖνος συμπληρώνει τὸν μέγιστον κύκλον τῆς οὐρανίου σφαίρας $\text{Η}_1, \text{Η}_2, \dots, \text{Η}_6, \text{Η}_1$.

Προκύπτει ἐκ τούτων, ὅτι ἡ ἔκλειπτικὴ 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 ἔτησίαν περιφορᾶν τῆς 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.

πλῶς τὴν γῆν, ἀλλ' ὀλόκληρον τὴν τροχιάν αὐτῆς περὶ τὸν ἥλιον.

δ'. Ἐὰν Η εἶναι τὸ κέντρον τῆς οὐρανίου σφαίρας καὶ ΠΠ' ὁ ἄξων αὐτῆς (σχ. 39), ἐνῶ ΙγΙ'γ' εἶναι ὁ ἰσημερινός της, τότε γΤγ'Τ' εἶναι ἡ ἐκλειπτική, σχηματίζουσα μετὰ τοῦ ἰσημερινοῦ τὴν διέδρον γωνίαν Ι'γγ'Τ, τῆς ὁποίας ἀντίστοιχος εἶναι ἡ ἐπίπεδος γωνία Ι'ΗΤ = ε, ἔχουσα μέτρον τὸ τόξον Ι'Τ, ἢ τὸ ΙΤ'.

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

Ἡ λόξωσις τῆς ἐκλειπτικῆς εἶναι, εἰς τὴν πραγματικότητα, ἡ κλίσις τὴν ὁποίαν παρουσιάζει ὁ ἄξων τῆς γῆς ἢ, ὅπερ τὸ αὐτό, ἡ γωνία τὴν ὁποίαν σχηματίζει ὁ ἰσημερινός της μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς τροχιάς αὐτῆς περὶ τὸν ἥλιον. Ἐπειδὴ δέ, εἰς τὴν οὐράνιον σφαῖραν, ὁ μὲν ἄξων τῆς γῆς καθίσταται ἄξων τοῦ κόσμου, ὁ δὲ γήινος ἰσημερινός ἐμφανίζεται ὡς οὐράνιος, ἐνῶ ἡ τροχιά τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον παρουσιάζεται ὡς ἡ ἐκλειπτική, διὰ τοῦτο καὶ ἡ γωνία γῆινου ἰσημερινοῦ καὶ τροχιάς τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν λόξωσιν τῆς ἐκλειπτικῆς.

129. Ἰσημερίαὶ καὶ τροπαί. α'. Ἡ διάμετρος γγ' τῆς οὐρανίου σφαίρας (σχ. 40), κατὰ τὴν ὁποίαν τέμνονται ὁ οὐράνιος ἰσημερινός ΙγΙ'γ' καὶ ἡ ἐκλειπτική Τ'γΤγ', καλεῖται **ἰσημερινὴ γραμμὴ**, ἐνῶ τὰ πέρατα αὐτῆς γ καὶ γ' ὀνομάζονται **ἰσημερινὰ σημεῖα**. Ἐκ

σφαίρας, διὰ τοῦτο, ὅπως ἄλλοτε (§ 113α) ἐθεωρήσαμεν ὀλόκληρον τὴν γῆν, ὡς σημεῖον — κέντρον — τῆς οὐρανίου σφαίρας, καθ' ὅμοιον τρόπον, τώρα, δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν, ὡς σημεῖον — κέντρον — αὐτῆς, ὀλόκληρον τὴν τροχιάν τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον.

Ἐξηγεῖται, κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, διατί ἡ ἐκλειπτικὴ φαίνεται ὡς μέγιστος κύκλος τῆς οὐρανίου σφαίρας, ἔχων ὡς κέντρον, ὄχι ἀ-

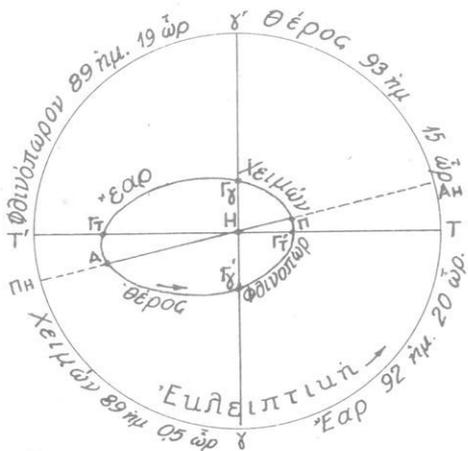
γ'. Ἡ διάμετρος τῆς οὐρανίου σφαίρας ΤΤ', ἡ συνδέουσα τὰ σημεῖα τῶν τροπῶν, καλεῖται **γραμμὴ τῶν τροπῶν ἢ γραμμὴ τῶν ἡλιοστασιῶν**.

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 Αἰγόκερω**.

130. Ἀνισότης διαρκείας τῶν ὥρῶν τοῦ ἔτους. α'. Ἡ ἰσημερινή γραμμὴ γγ' καὶ ἡ γραμμὴ τῶν τροπῶν ΤΤ', κὰ θ ε τ ο ι πρὸς ἀλλήλας, χωρίζουν τὴν ἐκλειπτικὴν εἰς τέσσαρα ἴσα τεταρτημόρια, τὰ ὁποῖα, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τὸ σημεῖον γ, ἀντιστοιχοῦν κατὰ σειρὰν πρὸς τὸ **ἔαρ**, τὸ **θέρος**, τὸ **φθινόπωρον** καὶ τὸν **χειμῶνα**.

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

Ἐστω (σχ. 41), ὅτι ἡ γῆ εὐρίσκεται ἐπὶ τῆς τροχιάς της εἰς τὸ σημεῖον Γ_γ. Τότε ὁ ἥλιος προβάλλεται ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς εἰς τὸ γ καὶ ἀρχίζει τὸ ἔαρ. Ἀπὸ τοῦ Γ_γ ἡ γῆ προχωρεῖ καὶ διαγράφει τὸ τόξον Γ_γΓ_τ, τοῦ **ἔα ρ ο ς**, 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 τροχιάς της Α, κινεῖται καὶ ὀλονὲν β ρ α δ ὕ τ ε ρ ο ν, ἐπειδὴ ἡ ἀσκουμένη ἐπ' αὐτῆς ἑλκτικὴ δύναμις τοῦ ἡλίου γίνεται ὀλονὲν καὶ μικροτέρα. Συνεπῶς καὶ ὁ ἥλιος θὰ φαίνεται ὅτι διατρέχει τὸ τόξον γΤ μὲ ταχύτητα συνεχῶς ἐπιβραδυνομένην. Ὑπ' αὐτὰς τὰς συνθήκας τὸ ἔαρ διαρκεῖ 92 ἡμ. καὶ 20 ὥρ. περίπου.



Σχ. 41.

Μετά ταῦτα, ἡ γῆ θὰ διαγραφῆ τὸ τόξον $\Gamma\text{T}\Gamma\gamma$ τῆς τροχιάς της, τὸ ἀντιστοιχοῦν εἰς τὸ $\theta \acute{\epsilon} \rho \omicron \varsigma$, ἐνῶ ὁ ἥλιος θὰ φαίνεται διατρέχων ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς τὸ τόξον $\text{T}\gamma'$. Ἀλλὰ τὸ τόξον $\Gamma\text{T}\Gamma\gamma$ τῆς γῆνης τροχιάς, ἀφ' ἐνὸς μὲν εἶναι τὸ μεγαλύτερον ὄλων, 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 $\Gamma\gamma'\text{T}'$, τοῦ $\phi\theta\iota\nu\omicron\pi\omega\rho\omicron\nu$, ἐνῶ ὁ ἥλιος φαίνεται κινούμενος ἀπὸ τοῦ γ' μέχρι τῆς χειμερινῆς τροπῆς T' . Ἡ κίνησις ὁμῶς ἀμφοτέρων γίνεται ὅλον ἐν 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 $\chi\epsilon\iota\mu\omega\nu\alpha$, ἡ μὲν γῆ διατρέχει τὸ τόξον $\Gamma\text{T}'\Gamma\gamma$, τὸ περιέχον τὸ περιήλιον, εἰς τὸ ὁποῖον φθάνει τὴν 1ην Ἰανουαρίου· ὁ δὲ ἥλιος διανύει τὸ τόξον $\text{T}'\gamma$ τῆς ἐκλειπτικῆς, ταχύτερον ὄλων, ἀφοῦ καὶ ἡ γῆ κινεῖται ἤδη ταχύτερον, ὡς 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 ΠH , ὡς δίσκος μεγαλύτερος ἀπὸ ἐκεῖνον μὲ τὸν ὁποῖον παρουσιάζεται εἰς τὸ A_H , ὅταν παρατηρῆται 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 του ἴσοῦται μὲ $32' 4''$.

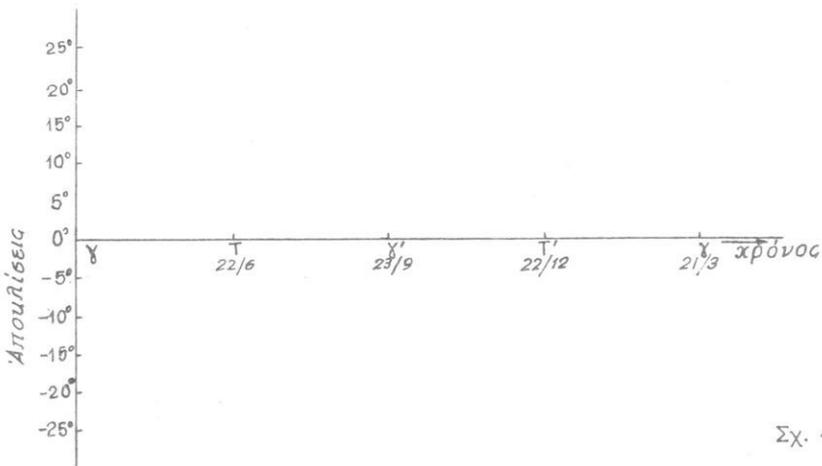
Ἄσκήσεις

138. Εὑρετε τὴν ἀπόκλισιν τῶν σημείων γ , T , γ' καὶ T' .

139. Καθορίσατε τοὺς γεωμετρικοὺς τόπους τῶν σημείων τῆς οὐρανοῦ σφαίρας, τὰ ὁποῖα 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 οὐρανοῦ 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' ; (Χρησιμοποίησατε τὸ σχ. 40).

141. Χαράξατε τὴν καμπύλην μεταβολῆς τῆς ἀποκλίσεως δ τοῦ ἡλίου, διαρ-



Σχ. 42.

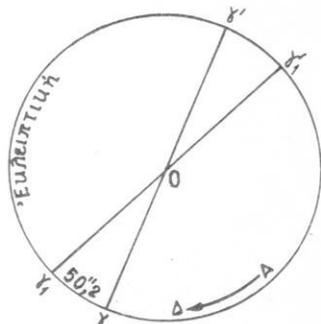
κοῦντος ἐνὸς ἔτους, ὑποτιθεμένου ὅτι αὕτη μεταβάλλεται ὁμαλῶς. Χρησιμοποιήσατε πρὸς τοῦτο τὸ ἄνωθι (σχ. 42) σύστημα συντεταγμένων: ἄξων τῶν τετμημένων ὁ χρόνος· τῶν τεταγμένων αἱ ἀποκλίσεις.

142. Χαράξατε, καθ' ὅμοιον τρόπον, τὴν καμπύλην μεταβολῆς τῶν πολικῶν ἀποστάσεων P τοῦ ἡλίου, διαρκοῦντος ἐνὸς 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 ἰσημερινὸς συνεχῶς μετατοπίζεται. Ἐπομένως, θὰ ἀλλάσσουν συνεχῶς θέσιν, τόσον ὁ ἄξων τοῦ κόσμου, ὅσον καὶ ὁ οὐράνιος ἰσημερινός, ἐν σχέσει πρὸς τὴν ἐκλειπτικὴν. Διὰ τοῦτο καὶ ἡ τομὴ ἰσημερινοῦ καὶ ἐκλειπτικῆς, ἥτοι ἡ ἰσημερινὴ γραμμὴ $\gamma\gamma'$, ἐπίσης θὰ ἀλλάσση συνεχῶς θέσιν ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐκλειπτικῆς. Οὕτως, ἐὰν σήμερον ἡ ἰσημερινὴ γραμμὴ εἶναι ἡ $\gamma\gamma'$ (σχ. 43), μετὰ ἐν ἔτος θὰ εὑρεθῇ εἰς τὴν θέσιν $\gamma_1\gamma'_1$, τὸ δὲ γ θὰ καταλάβῃ τὴν θέσιν γ_1 . Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **μετάπτωσις τῶν ἰσημεριῶν**.

Ἐπειδὴ ἡ μετάπτωσις τοῦ ἄξονος τῆς γῆς γίνεται κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν καὶ ἡ περίοδος τῆς εἶναι ἴση πρὸς 25.800 ἔτη, ἔπεται ὅτι τὸ γ , κινούμενον συνεχῶς ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς, θὰ διαγράφη ὀλόκληρον τὸν κύκλον τῆς ἐκλειπτικῆς, ἐντὸς τῆς περιόδου τῶν 25.800 ἐτῶν καὶ ὅτι ἡ ἔτησία μετατόπισις αὐτοῦ ἰσοῦται πρὸς $360^\circ : 25.800 = 50'' , 2$.

β'. 'Εφ' ὅσον ἡ ἰσημερινὴ γραμμὴ γγ' (σχ. 41) συνεχῶς μετατοπίζεται ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐκλειπτικῆς, ἔπεται, ὅτι θὰ ἀλλάσση συνεχῶς καὶ θέσιν, ὡς πρὸς τὴν γραμμὴν τῶν ἀψίδων ΑΠ, ἥτοι τὴν γραμμὴν, ἡ ὁποία συνδέει τὸ περιήλιον μὲ τὸ ἀφῆλιον τῆς γῆνης τροχιᾶς. Ἀλλὰ τότε καὶ τὰ μῆκη τῶν τόξων Γ_γΓ_τ, Γ_τΓ_{γ'}, Γ_{γ'}Γ_τ, Γ_τΓ_γ 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).

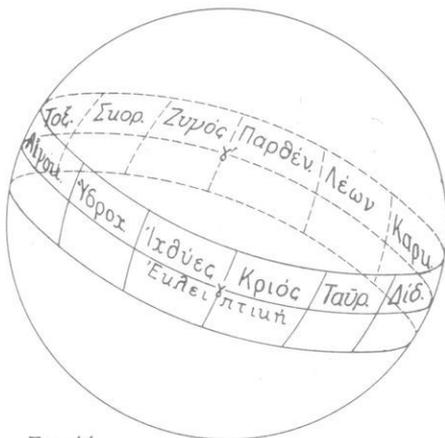


Σχ. 43.

Εἰς ὅλα αὐτὰ συντείνει ἀκόμη περισσότερο, 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 γῆνης τροχιᾶς 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 διαπιστωθῆ ὑπὸ τῶν Ἑλλήνων ἀστρονόμων, ὅτι οἱ πλανῆται, κινούμενοι περὶ τὸν ἥλιον, διαγράφουν τὰς τροχιὰς αὐτῶν ἐντὸς στενῆς ζώνης τοῦ οὐρανοῦ, πλάτους μόλις 16° , ἡ 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 ἑνὸς ἐκάστου ἐξ αὐτῶν παραμένει ὁ ἥλιος ἐπὶ ἕνα μῆνα κατ' ἔτος, καθὼς διατρέχει τὴν ἐκλειπτικὴν. Ἐπειδὴ δέ, εἰς ἕκαστον τῶν δώδεκα αὐτῶν μερῶν, τῶν **δωδεκατημορίων**, ὅπως ἀκόμη λέγονται, οἱ εὕρισκόμενοι ἀστέρες ἀπετέλουν ἀντιστοίχως καὶ ἀπὸ ἕνα ἀστερισμόν, ὁ ὁποῖος ἔφερε, κατὰ κανόνα, τὸ ὄνομα ἐνὸς ζώου, διὰ τοῦτο, οἱ « οἴκοι » ὠνομάζοντο



Σχ. 44.

και ζώδια, ἐνῶ ὁλόκληρος ἡ ζώνη ὠνομάσθη ζωδιακὴ ζώνη ἢ και ζωδιακὸς κύκλος.

Τὰ ζώδια ἀρχίζουσι ἀπὸ τὸ ἐαρινὸν σημεῖον γ και ἕκαστον ἐκτείνεται ἐπὶ μήκους 30°, φέρουσι δέ, κατὰ σειρὰν, τὰ ἐξῆς ὀνόματα :

Κριός, Ταῦρος, Δίδυμοι (Κάστωρ και Πολυδεύκης),

Καρκίνος, Λέων, Παρθένος (Περσεφόνη),

Χηλαί Σκορπίου (μετονομασθεῖσαι βραδύτερον εἰς Ζυγόν),
Σκορπίος, Τοξότης (Κένταυρος),

Αἰγόκερως (Πάν), **Ύδροχος** (Γανυμήδης) και **Ίχθύες**.

β'. Ἐντὸς τῶν τελευταίων 2150 ἐτῶν, τὸ γ, ἡ ἀρχὴ τῶν ζωδίων, μετατοπίσθη λόγω τῆς μεταπτώσεως (131α) κατὰ $50'' \cdot 2 \times 2150 = 30'$ περίπου.

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

Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλοῦμεν **μετάπτωσησι τῶν ζωδίων**.

Παρὰ ταῦτα, ἐξακολουθοῦμεν νὰ ὀνομάζωμεν τὸν πρῶτον οἶκον, οἶκον τοῦ Κριοῦ, ἀνεξαρτήτως ἂν ἐντὸς αὐτοῦ δὲν ὑπάρχη πλέον ὁ ἀστερισμὸς τοῦ Κριοῦ, ἀλλ' ὁ τῶν Ἰχθύων. Τὸ αὐτὸ γίνεται και μὲ ὄλους τοὺς ἄλλους οἶκους, τοὺς ὁποίους ὀνομάζωμεν, κατὰ σειρὰν, Ταῦρον, Διδύμους, Καρκίνον, κ.λπ., ἂν και εἰς τὸν καθένα ἐξ αὐτῶν εὑρίσκεται σήμερον ὁ ἀμέσως προηγούμενος ἀστερισμὸς (Κριός, Ταῦρος, Δίδυμοι κ.λπ.).

Ἀσκήσεις

143. Ποῖος ἦτο ὁ ἀστερισμὸς, ὅστις εὑρίσκετο εἰς τὸ πρῶτον ζῶδιον τοῦ

Κριού, μεταξύ 2000 π.Χ. και 4.000 π.Χ. και ποίος θα εὑρίσκεται ἐντὸς αὐτοῦ μετὰ 2.000 ἔτη ἀπὸ σήμερον ;

144. Πόσον θὰ ἀπέχη ἡ γραμμὴ τῶν ἰσημερινῶν ἀπὸ τὴν γραμμὴν τῶν ἀφί-
δων μετὰ 2000 ἔτη ;

ΟΥΡΑΝΟΓΡΑΦΙΚΑΙ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΑΙ

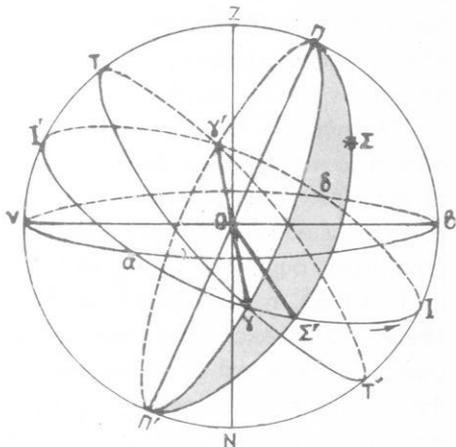
133. Ὁρθὴ ἀναφορὰ ἀστέρος. α'. Ἐστω ὁ τόπος O καὶ β α ν δ β ὁ ὀρίζων αὐτοῦ (σχ. 45).

Εἰς τὸ σχῆμα τοῦτο, τοῦ ὀρισμοῦ τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς, ὁ ὀρίζων χρειάζε-
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 $I\gamma I\gamma'$ καὶ ἡ ἐκλειπτικὴ $\gamma T\gamma'T'$, ἐνῶ $\gamma\gamma'$
εἶναι ἡ τομὴ αὐτῶν, ἥτοι ἡ γραμμὴ τῶν ἰσημερινῶν. Θεωρήσωμεν
ἀκόμη, τὸν κόλουρον τῶν ἰσημερινῶν $\Pi\gamma\Pi'\gamma'$, 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 οὗ-
τος τέμνει τὸν οὐράνιον ἰσημερινὸν εἰς τὸ σημεῖον Σ'

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

Κατὰ ταῦτα, ἡ ὀρθὴ ἀνα-
φορὰ τοῦ ἀστέρος Σ εἶναι ἡ διέ-
δρος γωνία $\gamma\Pi\Pi'\Sigma$, τὴν ὁποῖαν
σχηματίζει ὁ ὠριαῖος τοῦ ἀ-
στέρος $\Pi\Sigma\Pi'$ μετὰ τοῦ ἡμικυ-
κλίου τοῦ κολούρου τῶν ἰση-
μερινῶν, τὸ ὁποῖον διέρχεται ἐκ
τοῦ ἄρηνου σημείου γ , ἥτοι με-
τὰ τοῦ $\Pi\gamma\Pi'$. Τῆς γωνίας ταύ-
της ἀντίστοιχος εἶναι ἡ ἐπί-
πεδος γωνία $\gamma O\Sigma'$, κειμένη ἐπὶ
τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἰσημερινοῦ,
τῆς ὁποίας τὸ μέτρον $\gamma\Sigma'$ εἶναι
καὶ τὸ μέτρον τῆς διέδρου.



Σχ. 45

Ἡ ὀρθή ἀναφορά συμβολίζεται μέ τὸ γράμμα α : μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ ἡμερινοῦ, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τοῦ γ , κατὰ τὴν ὀρθήν φοράν, ἥτοι ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς καὶ μεταβάλλεται ἀπὸ 0° ἕως 360° .

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

β'. Μεταξὺ ὀρθῆς ἀναφορᾶς καὶ ὠριαίας γωνίας (§127α) ὑπάρχουν, συνεπῶς, αἱ ἑξῆς διαφοραὶ:

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

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

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 ἀστρικῆς ἡμέρας. Συνεπῶς, ἡ ὠριαία γωνία μεταβάλλεται καὶ ἐξαρτᾶται, τόσον ἀπὸ τὸν τόπον τῆς παρατηρήσεως, ὅσον καὶ ἀπὸ τὸν χρόνον, κατὰ τὸν ὅποιον ἔγινε ἡ μέτρησις τῆς.

Ἀντιθέτως, ἡ ὀρθή ἀναφορά δὲν ἐξαρτᾶται, οὔτε ἀπὸ τὸν τόπον οὔτε ἀπὸ τὸν χρόνον. Διότι, τὸ σημεῖον γ , ἀπὸ τοῦ ὁποῖου ἀρχίζουσιν αἱ μετρήσεις, εἶναι ἄσχετον πρὸς τὸν τόπον, ὅπου εὐρίσκόμεθα. Εἶναι σημεῖον τῆς οὐρανόσφαιρας ὠρισμένον καί, ἂν δὲν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν τὴν βραδείαν του μεταβολήν, λόγω τῆς μεταπτώσεως (§ 131α), τοῦτο δύναται νὰ θεωρηθῆ καὶ σταθερόν. Ἐξ ἄλλου, ἐπειδὴ τὸ γ ἀκολουθεῖ τὴν φαινομένην περιστροφὴν τῆς οὐρανόσφαιρας, 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. Ποίος είναι ο γεωμετρικός τόπος των σημείων, των έχόντων $\alpha = 247^\circ$;
 146. Εύρετε την ὀρθήν ἀναφοράν τοῦ σημείου γ' καὶ τῶν τροπῶν Γ καὶ Γ' .
 147. Ὄταν τὸ γ μεσουρανή ἄνω, πόση εἶναι ἡ α ἐνὸς ἐκάστου τῶν κυρίων σημείων τοῦ ὀρίζοντος ;
 148. Ποία εἶναι ἡ α ἀστέρος, ὅστις δύει ὅταν τὸ γ ἀνατέλλῃ ;

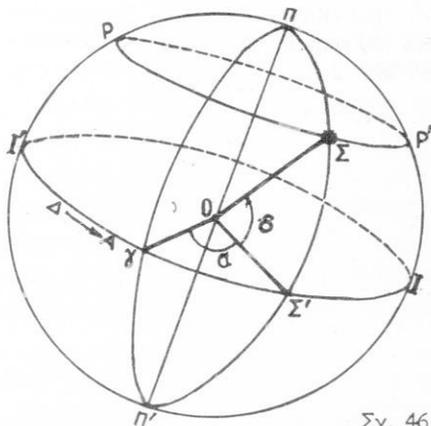
134. Ὅρισμός τῆς θέσεως σημείου ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας.

α'. Ἐστω ἀστὴρ Σ τοῦ, ὁποῖου ὁ μὲν ὠριαῖός εἶναι ὁ $\Pi\Sigma\Pi'$ (σχ. 46), ὁ δὲ παράλληλός του ὁ $\rho\Sigma\rho'$. Ἐὰν $\Pi\gamma\Pi'$ εἶναι ὁ ὠριαῖός τοῦ γ , τότε ἡ μὲν ὀρθὴ ἀναφορὰ αὐτοῦ εἶναι ἴση πρὸς τὴν γωνίαν $\gamma\text{O}\Sigma'$ (ὅπου Σ' εἶναι τὸ σημεῖον, καθ' ὃ ὁ ὠριαῖός τοῦ ἀστέρος τέμνει τὸν ἰσημερινόν), ἡ δὲ ἀπόκλισις αὐτοῦ, ἴση πρὸς τὴν γωνίαν $\Sigma'\text{O}\Sigma$ (§ 126, α). Καὶ τῆς μὲν ὀρθῆς ἀναφορᾶς αὐτοῦ (α) μέτρον εἶναι τὸ τόξον $\gamma\Sigma'$ τοῦ ἰσημερινοῦ, μετρούμενον κατὰ τὴν ὀρθὴν φοράν, 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 δυνατὸν νὰ καθορισθῇ ἐντελῶς ἡ θέσις τοῦ ἀστέρος Σ ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, ἐφ' ὅσον καὶ αἱ δύο αὐταὶ συντεταγμένα εἶναι ἀνεξάρτητοι καὶ τοῦ τόπου τῆς παρατηρήσεως καὶ τοῦ χρόνου. Ἐξ ἄλλου, διὰ τυχόντος σημείου τῆς οὐρανίου σφαίρας, ὅπως τὸ Σ , διέρχονται ἕνας καὶ μόνος ὠριαῖός κύκλος καὶ ἕνας καὶ μόνος παράλληλος κύκλος, τὸ δὲ σημεῖον Σ , εὕρισκόμενον 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 συντεταγμένα** τοῦ σημείου.

β'. Αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμένα παρουσιάζουν μίαν σχεδὸν πλήρη ἀντιστοιχίαν πρὸς τὰς γεωγραφικὰς (§ 88). Διότι, ἡ μὲν ἀπόκλισις εἶναι ἐντελῶς ἀντίστοιχος πρὸς τὸ γεωγραφικὸν πλάτος, ἡ



Σχ. 46.

δὲ ὀρθή ἀναφορὰ εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ γεωγραφικὸν μῆκος.

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 γῆϊνοι τόποι, εἴτε τὰ σημεῖα τῆς οὐρανοῦ 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 οὐρανοῦ σφαίρας, ἀπὸ τὸ ἔαρινόν ἰσημερινὸν σημεῖον γ.

γ'. Λόγω τῆς μεταπτώσεως, μεταβάλλονται αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τῶν ἀστέρων, σὺν τῇ παρόδῳ τοῦ χρόνου.

Ἐσκήσεις

149. Ποῖαι εἶναι αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τῶν σημείων γ, γ', Γ, Γ' 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;

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.

I. 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 θεωρηθῆ ἀμελητέα. Ἀντιθέτως, ὁ ἥλιος κινεῖται, κατὰ μέσον ὄρον, 1^ο περίπου ἡμερησίως, ἀφοῦ διατρέχει ὀλόκληρον τὴν περιφέρειαν τῆς ἐκλειπτικῆς ἐντὸς 365,242217 ἡμ., τὸ σπουδαιότερον δέ, δὲν κινεῖται ὁμαλῶς, ἀλλὰ ἀνισοταχῶς (§130α).

β'. 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 μεσουρανήσεών του, εἶναι προφανές, ὅτι τοῦτο θὰ ἐπανέρχεται πάντοτε εἰς αὐτήν, ἀνὰ μίαν ἀστρικήν ἡμέραν (§ 121ε, νόμος 2ος), ἤτοι ἀνὰ 23 ὥρ. 56 λ. 4 δ.

Διὰ τοῦτο καὶ ὀνομάζομεν **ἀστρικήν ἡμέραν τὸν χρόνον, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξύ 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 ὑποδιαιρεῖται, εἰς τὰ ἀστρικά ὥρολόγια, εἰς 24 **ἀστρικά ὥρας**, ἐνῶ ἐκάστη ἀστρική ὥρα περιέχει 60 **ἀστρικά πρῶτα λεπτά** καὶ καθὲν ἀστρικὸν λεπτόν 60 **ἀστρικά δευτερόλεπτα.**

Εἶναι προφανές, ὅτι αἱ ἀστρικαὶ ὥραι, καθὼς καὶ τὰ ἀστρικά λεπτά καὶ δευτερόλεπτα, εἶναι μικροτέρας 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. μικρότερα τῆς διάρκειας, τὴν ὁποίαν μετροῦν τὰ συνήθη ὥρολόγια.

δ' . Ἐφ' ὅσον τὸ γ διαγράφει τὴν περιφέρειαν τοῦ ἰσημερινοῦ, ἤτοι 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 σχηματίζη 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 T.

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 τάνάπαλι, ἰσχύουσιν αἱ ἑξῆς σχέσεις:

1 ἄστροικὴ ὥρα	= 15°	1° = 4 ἄστροικὰ λεπτά
1 ἄστροικὸν λεπτόν	= 15'	1' = 4 ἄστροικὰ δευτερόλεπτα
1 ἄστροικὸν δευτερόλεπτον	= 15''	1'' = 0,066... ἄστροικὸν δευτερολ.

Ἀσκήσεις

152. Ποίαν (ἄστροικὴν) ὥραν δεικνύει τὸ (ἄστροικὸν) ὠρολόγιον εἰς ἓνα τόπον, ὅταν ἀνατέλῃ καὶ ὅταν δύῃ α) τὸ γ' β) τὸ γ'; (Διὰ τὴν λύσιν πρέπει νὰ γίνῃ χρῆσις τῆς § 125 καὶ τῶν ἀσκ. 117, 118).

153. Ἐὰν ἀστὴρ ἀνατέλῃ, ὅταν τὸ γ μεσουρανή ἄνω καὶ ἐὰν τὸ ἡμερήσιον τόξον του διαρκῆ 9 ὥρ. 50 λ. 8 δ., α) κατὰ ποίαν ὥραν θὰ μεσουρανήσῃ ἄνω καὶ β) κατὰ ποίαν ὥραν θὰ δύσῃ;

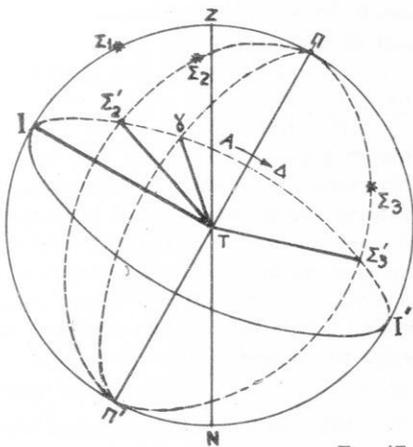
154. Λύσατε τὰς ἀσκήσεις 134 καὶ 135 μὲ τὰ δεδομένα καὶ τὰ ζητούμενα, ἐκπεφρασμένα εἰς ἄστροικὸν χρόνον.

137. Θεμελιώδεις σχέσεις μεταξὺ ἀστροικοῦ χρόνου (T), ὀρθῆς ἀναφορᾶς (α) καὶ ὠριαίας γωνίας (H). α'. Ἐστω ἀστὴρ Σ_1 (σχ. 47), ὃ ὁποῖος εὐρίσκεται ἐπὶ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου T, κατὰ τὴν ἄνω μεσουράνησιν του. Ἐὰν γ εἶναι τὸ ἑαρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον καὶ ΠγΠ' ὃ ὠριαῖος του, τότε ἡ ὠριαία γωνία του Πγ μετρεῖ τὸν ἀστροικὸν χρόνον T, κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἄνω μεσουρανῆσεως τοῦ ἀστέρος Σ_1 . Ἐξ ἄλλου ὁμως ἡ ἰδία γωνία, μετρουμένη κατ' ὀρθὴν φορὰν (ἐκ τοῦ γ πρὸς τὸ I), εἶναι ἴση μὲ τὴν ὀρθτὴν ἀναφορὰν α_1 τοῦ ἀστέρος Σ_1 . Ἦτοι ἔχομεν:

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

Συνάγεται ἐκ τῶν ἀνωτέρω, ὅτι ὅταν ἓνας ἀστὴρ μεσουρανή ἄνω, τότε ἡ ὀρθτὴ ἀναφορὰ του ἰσοῦται πρὸς τὸν ἀστροικὸν χρόνον.

Τοῦτο σημαίνει ὅτι, διὰ νὰ εὕρωμεν τὴν ὀρθτὴν ἀναφορὰν ἀστέρος, ἀρκεῖ νὰ ἐπισημάνω-



Σχ. 47.

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

β'. Ἐστω ἤδη ὁ ἀστήρ Σ_2 , ὁ ὁποῖος ἀκολουθεῖ τὸ γ , ἤτοι εὐρίσκεται πρὸς ἀνατολὰς αὐτοῦ. Ἡ ὠριαία γωνία του H_2 εἶναι ἴση πρὸς τὸ τόξον $I\Sigma'_2$, ἐνῶ ἡ ὀρθή του ἀναφορὰ α_2 ἰσοῦται πρὸς τὸ τόξον $\gamma\Sigma'_2$. Συνεπῶς, ὁ ἀστρικός χρόνος $T = \text{τόξ. } I\gamma$ εἶναι ἴσος πρὸς τὸ ἄθροισμα $H_2 + \alpha_2$.

Κατὰ ταῦτα, ὁ ἀστρικός χρόνος T ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῆς ὠριαίας γωνίας καὶ τῆς ὀρθῆς ἀναφορᾶς ἀστέρος, ὁ ὁποῖος ἀκολουθεῖ τὸ γ εἰς τὴν ἡμερησίαν κίνησιν τῆς οὐρανοῦ σφαίρας.

Ἦτοι ἔχομεν τότε

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

Ἐὰν τώρα θεωρήσωμεν καὶ τὸν ἀστέρα Σ_3 , ὁ ὁποῖος προηγεῖται τοῦ γ , εἰς τὴν φαινομένην κίνησιν τῆς οὐρανοῦ σφαίρας, τότε ἡ ὠριαία του γωνία H_3 εἶναι ἴση πρὸς τὸ τόξον $I\Sigma'_3$, ἐνῶ ἡ ὀρθή ἀναφορὰ του α_3 , θὰ εἶναι τὸ τόξον $\gamma I\Sigma'_3$ (τῆς κοίλης γωνίας). Ἐξ ἄλλου, τὸ ἀπομένον τόξον ἐκ τῆς περιφερείας τοῦ ἰσημερινοῦ, ἤτοι τὸ $\gamma\Sigma'_3$ θὰ εἶναι ἴσον πρὸς $24 \text{ ὥρ} - \alpha_3$. Ἐπομένως ἔχομεν :

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

Καὶ ἐπειδὴ $I\gamma = T$ καὶ $\gamma\Sigma'_3 = 24 \text{ ὥρ} - \alpha_3$, 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 οὐρανοῦ σφαίρας, ἰσοῦται πρὸς τὸν ἀστρικὸν του χρόνον, ηὔξημένον κατὰ 24 ὥρας, ἤτοι κατὰ ἑμῆ ἀστρικήν ἡμέραν.

Τοῦτο σημαίνει ὅτι, ὅταν ὁ ἀστήρ προηγῆται τοῦ γ , τότε ἡ ὠριαία του γωνία ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν προηγούμενην ἀστρικήν ἡμέραν.

Ἡ πρακτικὴ σημασία τῶν τύπων (2) καὶ (3) συνίσταται εἰς τὸ ὅτι : μετροῦντες, μὲ τὰ τηλεσκόπια, τὴν ὠριαίαν γωνίαν ἐνὸς ἀστέρος, κατὰ τινα ἀστρικήν στιγμήν, εὐρίσκομεν ἀμέσως τὴν ὀρθὴν του ἀναφορὰν. Ἡ ἀντιστρόφως, γνωρίζοντες 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 τυχόντος ἀστέρος, τοῦ ὁποῖου γνωρίζομεν τὴν ὀρθὴν ἀναφορὰν, ὅποτε 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 άστρική 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 ἔχη 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 ἀστρικός 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, ἀκολουθοῦντος 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. Ἀληθῆς ἡλιακὴ ἡμέρα, ἀληθῆς ἡλιακὸς χρόνος, ἡλιακὰ ὠρολόγια. α'. Καλοῦμεν ἀληθῆ ἡλιακὴν ἡμέραν τὸν χρόνον, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἄνω μεσουρανήσεων (μεσημβριῶν) τοῦ κέντρου τοῦ δίσκου τοῦ ἡλίου.

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

Ἐπειδὴ ὁ ἥλιος, συγχρόνως πρὸς τὴν ἡμερησίαν του κίνησιν, κινεῖται συνεχῶς καὶ ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς, διὰ τοῦτο, καθ' ἐκάστην μεσημβρίαν, ὅταν ἐπανερχεται 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° (§136 α').

Οὕτως, ἐὰν τὴν 21ην Μαρτίου συμβῆ, 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 κινηθῆ κατ' ὀρθὴν φοράν, κατὰ 1° περίπου. Τὸ ἀποτέλεσμα αὐτῆς τῆς μεταθέσεως θὰ εἶναι, ὅτι τὴν 22αν Μαρτίου, ὅταν τὸ γ θὰ διέρχεται ἐκ τοῦ μεσημβρινοῦ καὶ

θὰ ἔχη συμπληρωθῆ μία ἀστρική ἡμέρα, ὁ ἥλιος θὰ εὐρίσκεται ἀ ν α τ ο λ ι κ ὠ τ ε ρ ο ν τοῦ γ κατὰ 1^0 καὶ οὕτω θὰ διέλθῃ ἐκ τοῦ μεσημβρινοῦ 4 λ. περίπου βραδύτερον τοῦ γ· ($1^0 = 4 \lambda$).

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

Ἐπομένως, ἡ ἡλιακὴ ἡμέρα εἶναι μ ε γ α λ υ τ ἔ 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 ἓνα 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, ὄχι μόνον κινεῖται ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς, ἀλλ' ἐπὶ πλέον κινεῖται καὶ ἀνωμάλως. Συνεπῶς, ἡ ἡμερησία μεταβολὴ τῆς ὀρθῆς του ἀναφορᾶς δὲν εἶναι οὔτε σταθερά, οὔτε ὀμαλή. Κατ' ἀκολουθίαν, δὲν εἶναι σταθερά, οὔτε ὀμαλή 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 ὀμαλή, ἀλλὰ κ υ μ α ἰ ν ε τ α ἰ ἀνωμάλως περὶ τὰ 4 λ.

Διὰ τοῦτο καί, πρακτικῶς, δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ χρησιμοποιηθῆ ἡ ἡμερησία πορεία τοῦ ἡλίου καὶ ἡ μετ' αὐτῆς συνδεομένη μεταβολὴ τῆς ὠριαίας του γωνίας, διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ χρόνου. Ἐὰν δὲ ἐρρυθμίζομεν τὰ συνήθη ὠρολόγια μας, μὲ βάσιν τὰς διαβάσεις τοῦ ἡλίου ἐκ τοῦ μεσημβρινοῦ, τότε ἡ ἡμέρα θὰ εὐρίσκετο ἄλλοτε μεγαλύτερα καὶ ἄλλοτε μικρότερα ἀπὸ 24 ὥρας (ἡλιακᾶς).

γ'. Ἀληθῆ ἡλιακὸν χρόνον δεικνύουσιν τὰ καλούμενα ἡλιακὰ ὠρολόγια, τὰ ὁποῖα συνίστανται ἐξ ἑνὸς γνώμονος (§160), ἥτοι ἐκ μιᾶς ράβδου, σπτριζομένης ἐπὶ σταθερᾶς ὀριζοντίου ἢ κατακορύφου ἐπιφανείας.

Ἡ γενικὴ θεωρία τῶν ἡλιακῶν ὠρολογίων εἶναι ἡ ἐξῆς :

Ἡ σκιά τῆς ράβδου, μετατιθεμένη συνεχῶς, διαρκούσης τῆς ἡμέρας, δεικνύει τὴν πορείαν τοῦ ἡλίου εἰς τὸν οὐρανόν. Ἐὰν δὲ χαράξωμεν ἐπὶ ὀριζοντίου ἢ κατακορύφου ἐπιφανείας διαίρεσεις, κατὰ τὰς διευθύνσεις, πρὸς τὰς ὁποίας πί-

ππει ή σκιά τής ράβδου μετά μίαν, δύο, τρείς ώρας κλπ., πρό και μετά τήν μεσημβρίαν, τότε, ή θέσις τής σκιάς, κατά τινα στιγμήν, θά δεικνύη τήν ώριαίαν γωνίαν του ήλιου, ήτοι τόν άληθή ήλιακόν χρόνον. Βασικώς, χρειάζεται να συμπίπτη ή διεύθυνσις τής σκιάς, κατά τήν μεσημβρίαν, πρός τήν διεύθυνσιν βορρά - νότου, ήτοι πρός τήν μεσημβρινήν γραμμήν του τόπου, όπου θά τοποθετηθῆ τó ώρολόγιον.

Ήλιακά ώρολόγια κατεσκευάζον οι άρχαιοι Έλληνες. Σήμερον κατασκευάζονται, κυρίως, πρός διακόσμησην και τοποθετούνται εις κήπους, πλατείας, σχολεία κ.λ.π. Τοιοῦτον (όριζόντιον) ήλιακόν ώρολόγιον είναι τó εύρισκόμενον εις τήν είσοδον του Έθνικού Κήπου των Άθηνών.

139. Μέσος ήλιος, μέση ήλιακή ήμέρα, μέσος ήλιακός χρόνος, ώρολόγια μέσου ήλιακού χρόνου. α΄. Έπειδή ό ήλιος, άν και ρυθμίξη βασικώς τά του καθημερινού βίου (μέ τά φαινόμενα τής διαδοχής ήμέρας και νυκτός, τά όποια προκαλεϊ), δέν προσφέρεται όμως δια τήν μέτρησην του χρόνου, έθεσπίσθη να γίνεται ή μέτρησις, με τήν βοήθειαν ένός φανταστικού ήλιου, δια τόν όποιον δεχόμεθα, ότι ισχύουν τά έξής:

α) ότι κινεϊται ίσοταχώς·

β) ότι δέν διατρέχει τήν έκλειπτικήν, άλλα τόν ουράνιον ίσημερινόν·

γ) ότι συμπληρώνει τήν περιφέρειαν του ίσημερινού εις τόν ίδιον χρόνον, τόν όποιον χρειάζεται ό άληθής ήλιος, δια να συμπληρώση τήν περιφέρειαν τής έκλειπτικής, ήτοι εις ένα έτος.

Ό πλαστός αυτός ήλιος καλεϊται **μέσος ήλιος.**

β΄. Καλοῦμεν **μέσην ήλιακήν ήμέραν τόν χρόνον, ό όποιος περιέχεται μεταξύ δύο διαδοχικών άνω μεσουρανήσεων του κέντρου του δίσκου του «μέσου ήλιου».**

Εϊναι προφανές ότι, λόγω τής ίσοταχοῦς κινήσεως του μέσου ήλιου, ή διαφορά μεταξύ άστρικῆς και μέσης ήλιακῆς ήμέρας γίνεται πλέον σταθερά και ίση πρός 3 λ. και 56 δ., ήτοι ίση πρός τήν μέσην διάρκειαν των 365 άληθών ήλιακών ήμερῶν του έτους.

Ή στιγμή τής άνω μεσουρανήσεως του μέσου ήλιου καλεϊται **μέση μεσημβρία,** ένῶ ή στιγμή τής κάτω μεσουρανήσεως αυτού ονομάζεται **μέσον μεσονύκτιον.**

Συμφώνως πρός τόν όρισμόν της, ή μέση ήλιακή ήμέρα, άστρονομικώς, άρχίζει από τήν μεσημβρίαν. Δια λόγους όμως πρακτικούς, εις τήν καθημερινήν ζωήν, άρχίζει από τó μεσονύκτιον.

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

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

Τὰ συνήθη ὠρολόγια δεικνύουν ἐπίσης μέσον ἡλιακὸν χρόνον.

140. Ἐξίσωσις τοῦ χρόνου. α'. Καλοῦμεν ἐξίσωσιν τοῦ χρόνου καὶ τὴν συμβολίζομεν μὲ τὸ γράμμα ϵ , τὴν διαφορὰν τοῦ ἀληθοῦς ἡλιακοῦ χρόνου (X_α) ἀπὸ τὸν μέσον ἡλιακὸν χρόνον (X_μ), κατὰ τινὰ ἡμέραν τοῦ ἔτους. Ἦτοι ἔχομεν:

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

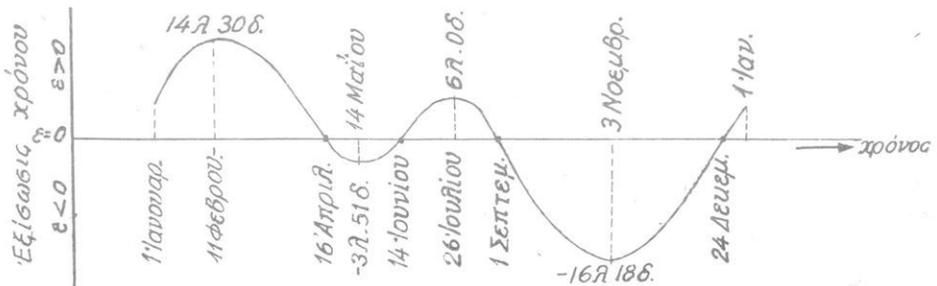
β'. Εἶναι προφανές ὅτι, ἐὰν ὁ μέσος ἡλιος ὑπῆρχε πράγματι, τότε, ὁ ἀληθής ἡλιος, ἄλλοτε μὲν θὰ προεπορεύετο αὐτοῦ, ἄλλοτε δὲ θὰ τὸν ἠκολούθει. Ἐπομένως καὶ ἡ ἐξίσωσις τοῦ χρόνου εἶναι ἄλλοτε θετική καὶ ἄλλοτε ἀρνητική, ἀκόμη δὲ καὶ ἴση πρὸς μηδέν. Ἦτοι ἔχομεν:

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

Τὴν μεταβολὴν τῆς ἐξισώσεως τοῦ χρόνου, κατὰ τὴν διάρκειαν ἑνὸς ἔτους, παροσιάζει ἡ καμπύλη τοῦ σχ. 48.

Εἰς τὴν καμπύλην αὐτὴν παρατηροῦμεν, ὅτι τετράκις τοῦ ἔτους, ἦτοι τὴν 16ην Ἀπριλίου, 14ην Ἰουνίου, 1ην Σεπτεμβρίου καὶ 24ην Δεκεμβρίου, ἡ ϵ μηδενίζεται. Τότε, ὁ μέσος ἡλιος καὶ ὁ ἀληθής μεσουρανοῦν ἄνω συγχρόνως.

Ἐξ ἄλλου, κατὰ τὸ διάστημα α) ἀπὸ 24ης Δεκεμβρίου μέχρι 16ης Ἀπριλίου καὶ β) ἀπὸ 14ης Ἰουνίου μέχρι 1ης Σεπτεμβρίου, ἡ ϵ εἶναι θετική. Τοῦτο σημαίνει, ὅτι $X_\mu > X_\alpha$, ἦτοι, ὅτι ἡ ὠριαία γωνία τοῦ μέσου ἡλίου εἶναι μεγαλυτέρα τῆς ὠριαίας γωνίας τοῦ ἀληθοῦς. Δηλαδή, ὁ μέσος ἡλιος διέρχεται πρῶτος ἐκ τοῦ μεσημβρινοῦ καὶ, συνεπῶς, εὐρίσκεται **δυτικώτερον** τοῦ ἀληθοῦς, ἢ δὲ μέση μεσημβρία συμβαίνει **πρὸ** τῆς ἀληθοῦς.



Σχ. 48.

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

Ἐπὶ πλεόν 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, ἤτοι κατὰ 29 λ., ἐνῶς εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν, τὸ προμεσημβρινὸν τμήμα τῆς ἡμέρας γίνεται μεγαλύτερον τοῦ μεταμεσημβρινοῦ κατὰ 2 ε, ἤτοι κατὰ 33 λ. περίπου.

γ'. Εἰς τὰ ἡλιακὰ ὠρολόγια, 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. Εὗρετε πόσον διαρκεῖ τὸ προμεσημβρινὸν τμήμα τῆς ἡμέρας καὶ πόσον τὸ μεταμεσημβρινόν 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 ἀληθὴς καὶ μέσος ἡλιακὸς χρόνος ὀρίζονται διὰ τῆς ὠριαίας γωνίας καὶ ἐφ' ὅσον, ἡ ὠριαία γωνία ἀλλάσσει ἀπὸ τόπου εἰς τόπον, διότι ἀλλάσσει ὁ μεσημβρινός, συνάγεται, ὅτι ὅλοι αὐτοὶ οἱ χρόνοι εἶναι τοπικοί. Τοῦτο, ἄλλωστε, φαίνεται σαφέστερον ἐκ τοῦ γεγονότος, ὅτι ἡ ἀρχὴ τῆς ἀστρικῆς ἡμέρας, ἤτοι ἡ ἄνω μεσουράνησις τοῦ γ, καθὼς καὶ ἡ μεσημβρία, εἴτε ἡ ἀληθὴς εἴτε ἡ μέση, εἰς ἕνα



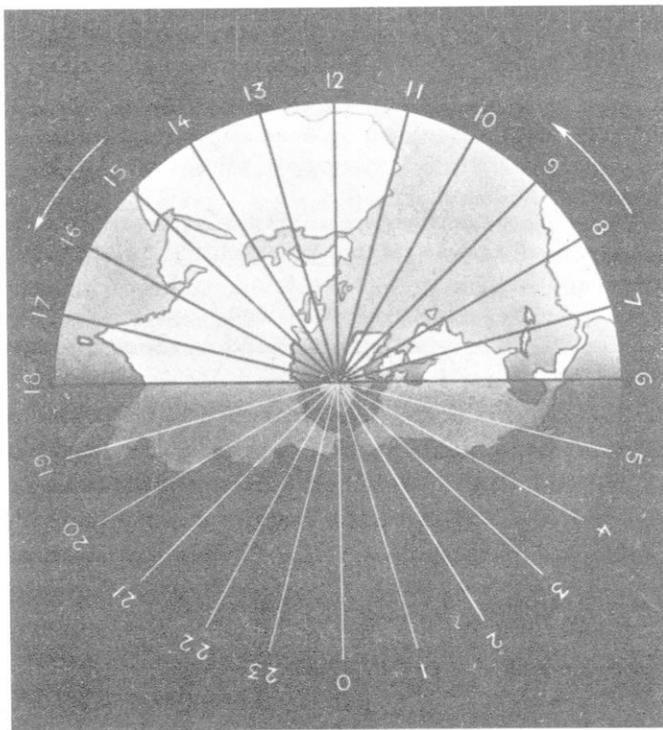
Σχ. 49.

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 μετρηται διὰ τῆς ὠριαίας γωνίας εἰς τὸν τόπον αὐτόν.

β'. Διὰ τὰ μὴ ἔχη ὁ κάθε τόπος ἰδικόν του μέσον ἡλιακόν χρόνον, τ ο π ι κ ὀ ν, ὁπότε ἄλλη θὰ ἦτο ἡ ὥρα εἰς τὰς Ἀθήνας καὶ ἄλλη εἰς τὰς Πάτρας ἢ τὴν Μυτιλήνην, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον θὰ ἐδυσχέραине τὰ μέγιστα, ὄχι μόνον τὰς πάσης φύσεως τηλεπικοινωνίας καὶ τὰς



Εἰκ. 41. Αἱ 24 ἄτρακτοι τῆς γῆς.

συγκοινωνίας, αλλά και την έν γένει συνεννόησιν, εισήχθη τὸ σύστημα τοῦ **παγκοσμίου χρόνου**, τὸ ὁποῖον στηρίζεται εἰς τὸν χωρισμὸν τῆς γῆς εἰς 24 ἴσας **ὠριαίας ἀτράκτους**.

Καλεῖται **ἄ τ ρ α κ τ ο ς** τὸ μέρος τῆς σφαίρας, τὸ ὀριζόμενον ὑπὸ δύο μεσημβρινῶν αὐτῆς. Συνεπῶς, αἱ 24 ἴσαι 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 $15^{\circ} = 1$ ὥρ., διὰ τοῦτο καὶ αἱ 24 ἄτρακτοι καλοῦνται **ὠ ρ ι α ῖ α ι**.

Εἶναι φανερόν, ὅτι τὸ εὖρος τῶν $15^{\circ} = 1$ ὥρ., ἐκάστης ἀτράκτου, ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν διαφορὰν τοῦ **γ ε ω γ ρ α φ ι κ ο ὺ μ ῆ κ ο υ ς** τῶν δύο μεσημβρινῶν τῆς γῆς, οἱ ὅποιοι 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 **δι χ ο τ ο μ ε ῖ τ α ι** 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 **ἰ δ ῖ α ν** ὥραν· καὶ μάλιστα τὴν ὥραν, ἡ ὁποία ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸν γήϊνον μεσημβρινόν, τὸν διχοτομοῦντα τὴν ἄτρακτον.

Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, τόποι εὐρισκόμενοι εἰς διαφορετικὰς ἀτράκτους, κατὰ μίαν τυχούσαν στιγμὴν, διαφέρουν μόνον **κ α τ ἄ ἀ κ ε ρ α ῖ α ς ὥ ρ α ς**. Οὕτω, τὰ ὠρολόγια δεικνύουν τὴν ὥραν τῆς **τ ἄ ξ ε ω ς** τῆς ἀτράκτου (0, 1, 2... 23 ὥρ.), τὰ **ἰ δ ι α δ ῆ π ἄ ν τ ο τ ε λ ε π τ ἄ κ α ἰ δ ε υ τ ε ρ ὀ λ ε π τ α** εἰς ὅλας τὰς ἀτράκτους.

γ'. Ἡ Εὐρώπη ἐκτείνεται μεταξύ τῶν τριῶν πρώτων ἀτράκτων. Αἱ ἀντιστοιχοῦσαι εἰς αὐτὰς ὥραι ὀνομάζονται ὡς ἑξῆς: ἡ τῆς μηδενικῆς ἀτράκτου, **ὥ ρ α δ υ τ ι κ ῆ ς Εὐ ρ ὴ π η ς**· ἡ τῆς 1ης ἀτράκτου, **ὥ ρ α κ ε ν τ ρ ι κ ῆ ς Εὐ ρ ὴ π η ς**· καὶ ἡ τῆς 2ας ἀτράκτου, **ὥ ρ α ἀ ν α τ ο λ ι κ ῆ ς Εὐ ρ ὴ π η ς**.

Ἡ Ἑλλάς ἐκτείνεται ἐπὶ τῆς 1ης καὶ τῆς 2ας ἀτράκτου. Διὰ νὰ μὴ ἔχωμεν ὁμως 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 2ε (§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 τοπικοῦ χρόνου 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 ἀνήκει 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'. Ὄταν εἰς τὸ Greenwich εἶναι μεσημβρία μιᾶς ἡμερομηνίας, π.χ. τῆς 1ης Ἀπριλίου (εἰκ. 41), τότε οἱ ἀνατολικοὶ ὡς πρὸς αὐτὸ τόποι θὰ ἔχουν μεταμεσημβρινὰς ὥρας. Οὕτως, εἰς τὴν Ἑλλάδα θὰ ἔχωμεν 14ην ὥρ., εἰς τὸ Ἰράκ 15ην, εἰς τὴν Ἰαπωνίαν 21ην, εἰς τὰς Καρολίνας 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 ἀνατολάς, 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 ἔχη 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, ὄχι ὅμως τῆς 31ης Μαρτίου πρὸς τὴν 1ην Ἀπριλίου, ἀλλὰ τῆς ἐπομένης, ἦτοι καὶ πάλιν τῆς 1ης πρὸς τὴν 2αν Ἀπριλίου.

Κατὰ τὰ ἀνωτέρω, ἐὰν τὰ ταξιδεύοντα πλοῖα καὶ ἀεροπλάνα κινουῦνται ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς, ἦτοι ἀντιθέτως πρὸς τὴν φορὰν τῆς ἡμερησίας κινήσεως τοῦ ἡλίου, ὅταν φθάνουν εἰς τὸν ἡμιμεσημβρινὸν τῆς ἀρχῆς τῆς ἡμέρας, δὲν ἀλλάσσουν ἡμερομηνίαν. Διότι, εἰς τὸ δυτικὸν ἡμισφαίριον, εἰς τὸ ὁποῖον, τώρα, εἰσέρχονται εἶναι ἀκόμη ἡ ἴδια ἡμερομηνία. Ἀντιθέτως, ἐὰν τὸ πλοῖον ἢ τὸ ἀεροπλάνον διέρχεται ἀπὸ τὸν ἡμιμεσημβρινὸν τῆς ἀρχῆς τῆς ἡμέρας, κινούμενον ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμάς, ὅπως καὶ ὁ ἥλιος, ἦτοι ἐκ τοῦ δυτικοῦ ἡμισφαιρίου πρὸς τὸ ἀνατολικόν, τότε ἀλλάσσει ἡμερομηνίαν καὶ ἐὰν μέχρι τῆς στιγμῆς τῆς διαβάσεως ἐμετρεῖτο π.χ. ἡ 1η Ἀπριλίου, ἀπὸ τῆς διαβάσεως καὶ ἐφ' ἑξῆς μετρεῖται ἡ 2α Ἀπριλίου.

Διὰ τοὺς ὡς ἄνω λόγους ὁ ἡμιμεσημβρινὸς τῆς ἀρχῆς τῆς ἡμέρας καλεῖται καὶ ἡμιμεσημβρινὸς τῆς ἀ λ λ α γ ῆς τῆς ἡ μ ε ρ ο μ η ν ῖ 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 ὁποῖον ἀναπτύσσει ταχύτητα ἴσην πρὸς τὴν περιστροφὴν τῆς γῆς, ἀναχωρεῖ ἀπὸ τὸ ἀεροδρόμιον τοῦ Ἑλληνικοῦ τὴν μεσημβρίαν τῆς 1ης Ἀπριλίου καὶ κινεῖται ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμάς. α) Διατί καθ' ὅλην τὴν διαδρομὴν του θὰ ἔχη συνεχῶς μεσημβρίαν; β) Ποίαν ἡμερομηνίαν πρέπει νὰ δεικνύη τὸ ἡμερολόγιον του, ὅταν ἐπιστρέψῃ, μετὰ 24ωρον, εἰς τὸ ἀεροδρόμιον Ἑλληνικοῦ καὶ διατί ;

II. ΤΟ ΕΤΟΣ

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

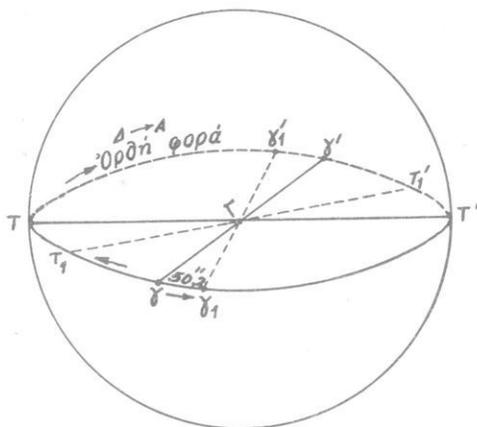
Τὸ ἀστρικόν ἔτος εἶναι ἴσον πρὸς 365,256374 μέσας ἡλιακὰς ἡμέρας.

β'. Ἐστω ὅτι, κατὰ τὴν ἔαρινὴν ἰσημερίαν τυχόντος ἔτους, ἡ γραμμὴ τῶν ἰσημεριῶν κατέχη τὴν θέσιν $\gamma\gamma'$ τῆς ἐκλειπτικῆς $\gamma\Gamma\gamma'T'$ (σχ. 50) καὶ ὅτι γ εἶναι τὸ ἔαρινόν σημεῖον. Τότε, διαρκούντος ἑνὸς ἔτους, κατὰ τὸ ὁποῖον ὁ ἥλιος θὰ φαίνεται κινούμενος κατὰ τὴν ὀρθὴν φορὰν, λόγῳ τῆς μεταπτώσεως τῶν ἰσημεριῶν (§131α), ἡ $\gamma\gamma'$ θὰ μετατεθῆ κατ' ἀνάδρομον φορὰν καὶ θὰ λάβῃ τὴν θέσιν $\gamma_1\gamma_1'$, ἐνῶ γ_1 θὰ εἶναι ἡ νέα θέσις τοῦ γ , διαφέρουσα τῆς ἀρχικῆς κατὰ $50''$,2. Συνεπῶς, μετὰ ἓν ἔτος, ἡ νέα ἰσημερία θὰ συμβῆ, ὅταν ὁ ἥλιος θὰ ἔλθῃ εἰς τὴν θέσιν γ_1 . Ἀλλὰ τότε ὁ ἥλιος δὲν θὰ ἔχη διαγράψῃ ἀκόμη τὴν πλήρη περιφέρειαν τῆς ἐκλειπτικῆς. Θὰ ἔχη διανύσει μόνον τὸ τόξον $\gamma\Gamma\gamma_1$, τὸ ὁποῖον διαφέρει τῆς περιφερείας κατὰ $50''$,2. Ἐπομένως, μεταξύ δύο ἔαρινῶν ἰσημεριῶν, δὲν περιλαμβάνεται ἓνα πλήρες ἀστρικόν ἔτος, ἀλλὰ χρονικὸν διάστημα μικρότερον.

Καλοῦμεν **τροπικόν ἔτος** τὸν χρόνον, ὁ ὁποῖος περιέχεται μεταξύ δύο διαβάσεων τοῦ κέντρου τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου ἀπὸ τὸ ἔαρινόν ἰσημερινόν σημεῖον γ , ἤτοι τὸν χρόνον μεταξύ δύο διαδοχικῶν ἰσημεριῶν.

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

Ἡ ὀνομασία « τροπικόν » ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι, ὄχι μόνον ἡ $\gamma\gamma'$, ἀλλὰ καὶ ἡ γραμμὴ τῶν τροπῶν $\Gamma\Gamma'$ μετατοπίζεται συν-



Σχ. 50.

εχῶς, παραμένουσα 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 πλεόν. Οὕτω, τὸ μὲν τροπικὸν ἔτος περιέχει 366,242217... ἀστρικάς 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 αὐτὴ γίνεται (3 λ. 56 δ.) × 365,242217 = 1 ἀστρική ἡμέρα.

Ἄλλὰ καὶ ἡ φυσικὴ ἐξήγησις τούτου εἶναι ἀπλή, ἔχει δὲ ὡς ἐξῆς: Ἡμεῖς μετροῦμεν μόνον 365,24... μέσας ἡλιακὰς ἡμέρας, διότι, ἐντὸς μιᾶς μέσης ἡλιακῆς ἡμέρας (24 ὥρ.), ἡ γῆ δὲν ἐκτελεῖ μόνον μίαν ἀκεραίαν περιστροφὴν (23 ὥρ. 56 λ. 4 δ.), ἀλλ' ἀκόμη καὶ μικρὸν μέρος τῆς μιᾶς ἐπὶ πλεόν περιστροφῆς τῆς, ἴσον πρὸς $\frac{24 \text{ ὥρ.}}{365,242217} =$
= 3λ. 56δ. τόξου. Τὸ μικρὸν τοῦτο τόξον τὸ μετροῦμεν καθημερινῶς, ὡς με γ α λ υ τ ε ρ α ν διάρκειαν τῆς μέσης ἡλιακῆς ἡμέρας, ἔναντι τῆς πραγματικῆς διαρκείας τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς (ἀστρική ἡμέρας). Οὕτω δέ, ἐντὸς ἑνὸς ἔτους, συμπληροῦνται ἡ ἐπὶ πλεόν περιστροφὴ, χωρὶς νὰ τὴν ἀντιληφθῶμεν, ἀφοῦ αὐταί, τὰς ὁποίας ἀντιλαμβανόμεθα, εἶναι μόνον αἱ ἡλιακαί.

δ'. Ἐπειδὴ ἡ διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους δὲν εἶναι ἴση με ἀ κ ε ρ α ι ο ν ἀριθμὸν ἡμερῶν καὶ ἐπειδὴ, εἰς τὸν πρακτικὸν βίον, τὸ ἔτος τοῦτο δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ χρησιμοποιηθῇ πρὸς μέτρησιν τῶν ἐτῶν, διὰ τοῦτο εἰσῆχθη ὁ θεσμὸς τοῦ **πολιτικοῦ ἔτους**, ἀποτελουμένου ἀπὸ ἀκέραιον, πάντοτε, ἀριθμὸν ἡμερῶν.

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

144. Ἡμερολόγια ἡλιακά, σεληνιακά, σεληνοηλιακά.
α'. Ἀπὸ τῆς ἀρχειότητος, πολλοὶ λαοί, ὅπως οἱ Ἕλληνες τῶν Ὀρφικῶν χρόνων, εἰς τὸν καθορισμὸν τῆς διαρκείας τοῦ ἔτους, δὲν ἐλάμβανον ὑπ' ὄψιν τὴν διάρκειαν τοῦ τροπικοῦ ἔτους, ἀλλ' ἐπρόσεχον νὰ περιέχη τὸ ἔτος τῶν, πάντοτε, ἓνα ἀκέραιον πλῆθος ἡμερῶν καὶ τόσων, ὅσαι ἀντιστοιχοῦν εἰς ἓνα ὠρισμένον ἀριθμὸν $\sigma \upsilon \nu \omicron \delta \iota \kappa \omega \nu$ μηνῶν (§ 100 β). Συνεπῶς, ἐλάμβανον ὑπ' ὄψιν μόνον τὰς φάσεις τῆς σελήνης καὶ ὄχι τὴν διάρκειαν τοῦ τροπικοῦ ἔτους. Τὰ ἡμερολόγια αὐτὰ καλοῦνται **σεληνιακά**.

β'. Εἰς ἄλλους πάλιν λαοὺς κατεβάλλετο φροντίς, ὥστε τὸ πλῆθος τῶν ἡμερῶν τοῦ ἔτους, τὸ ὁποῖον 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 ὄρον.

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, ἐχρησιμοποίηθη δὲ εἰς τὸ Ρωμαϊκὸν κράτος ἀπὸ τὸ 700 μέχρι τὸ 44 π.Χ.

Εἶναι ἡμερολόγιον σεληνοηλιακόν. Περιελάμβανε 12 μῆνας, διαρκείας 29 καὶ 30 ἡμερῶν, ἑναλλάξ. Τὸ συνολικὸν πλῆθος τῶν ἡμερῶν τοῦ ἔτους ἀνῆρχετο εἰς 354. Ἐπειδὴ δέ, ὅταν εἰσήχθη, ἐπιστεύετο, ὅτι τὸ ἔτος ἀποτελεῖτο ἐκ 365 ἀκεραίων ἡμερῶν, κάθε ἔτος τῶν 354 ἡμερῶν ἠκολούθει ἄλλο, ἀ ν ὠ μ α λ ο ν, τὸ ὁποῖον περιελάμβανε καὶ ἓνα ἀκόμη μῆνα, 13ον, περιέχοντα 22 ἡμέρας, ἧτοι τρεῖς περίπου ἑβδομάδας, ὥστε νὰ συμπληροῦται ὁ ἀριθμὸς τῶν 365 ἡμερῶν.

146. Τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον. Τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον εἶναι τὸ καλούμενον σήμερον π α λ α ι ὶ ο ν ἡμερολόγιον. Εἰσήχθη τὸ 44 π.Χ. καθ' ὄλην τὴν ἑκτασιν 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., ἧτοι μ ι κ ρ ὶ τ ε ρ ο ν τοῦ τροπικοῦ ἔτους κατὰ 0,242217 ἡμ. = 5 ὥρ. 48 λ. καὶ 48 δ. περίπου, διὰ τοῦτο, εἰς τὸ διάστημα ἀπὸ τοῦ 700 π.Χ. ἕως τὸ 45 π.Χ., αἱ μετρούμεναι χρονολογίαι, ἧτο φυσικόν, νὰ

π ρ ο χ ω ρ ο ὦ ν ταχύτερον ἀπὸ τὰς ἐποχάς. Οὕτω, κατὰ τὴν ἑαρινὴν ἰσημερίαν τοῦ 45 π.Χ. (23 Μαρτίου τότε), τὸ ἡμερολόγιον προεπορεύετο κατὰ 80 ἡμέρας καὶ ἔλεγε 12 Ἰουνίου.

Ὁ Ἰούλιος Καῖσαρ 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 μετρηθῆ ἐπὶ πλέον ἕως τότε, χωρὶς, εἰς τὴν πραγματικότητα, νὰ διανυθοῦν. Οὕτω, τὸ 44 π.Χ., ἡ ἑαρινὴ ἰσημερία ἦλθεν εἰς τὴν φυσικὴν τῆς θέσιν, εἰς τὴν 23ην Μαρτίου.

Ὁ Σωσιγένης ὅμως ὑπελόγιζε τὴν διάρκειαν τοῦ τροπικοῦ ἔτους, ὡς ἴσην πρὸς 365,25 ἡμ., ἥτοι με γ α λ υ τ ἔ 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 δίσεκτα. Τοῦτο δέ, διότι ἡ 366ῆ ἡμέρα παρενεβάλλετο ἀρχικῶς μεταξὺ 24ης καὶ 25ης Φεβρουαρίου, ἡ ὁποία τότε ὠνομάζετο « ἕ κ τ η πρὸ τῶν καλενδῶν τοῦ Μαρτίου », ἐμετρεῖτο δέ, διὰ δευτέραν φοράν, ὡς δίσεκτα. Σήμερον ἡ 366ῆ ἡμέρα τῶν δισέκτων ἐτῶν μετρεῖται, ὡς 29η Φεβρουαρίου.

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

147. Τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον. α'. Ἐπειδὴ τὸ ἔτος τοῦ Ἰουλιανοῦ ἡμερολογίου ὑπελογίζετο με γ α λ ὺ τ ε ρ ο ν τοῦ τροπικοῦ, κατὰ $365,25 - 365,242217 = 0,007783$ ἡμ., διὰ τοῦτο, ἀνὰ 129 ἔτη, ἡ διαφορά ἀνήρχετο εἰς $0,007783 \times 129 = 1,004$ ἡμέρα. Συνεπῶς, ἀνὰ 129 ἔτη αἱ μετρούμεναι ἡμερομηνιαὶ θὰ καθυστέρουν, ὡς πρὸς τὰς ἐποχάς, κατὰ μίαν ἡμέραν. Ἦρχισε δηλαδὴ νὰ συμβαίη τῶρα τὸ ἀντίθετον ἐκείνου, τὸ ὁποῖον συνέβη μὲ τὸ ἡμερολόγιον τοῦ Νουμᾶ.

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

τὸ Πάσχα, ἡ ἰσημερία, κατὰ τὸ ἡμερολόγιον, ἐγένετο εἰς τὰς 21 Μαρτίου.

Ἡ καθυστέρησις αὐτῆ τοῦ ἡμερολογίου, ὡς πρὸς τὰς ἐποχάς, συνεχίζετο καὶ τὸ 1582 ἡ ἰσημερία τοῦ ἔαρος ἐσημειοῦτο ἡμερολογιακῶς εἰς τὰς 11 Μαρτίου, ἤτοι 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 Lillio, ὅπως α) ἐναρμονίση τὸ ἡμερολόγιον μὲ τὰς ἐποχὰς καὶ β) τὸ μεταρρυθμίση, ὥστε νὰ παύσῃ ἡ παρατηρουμένη ἀνωμαλία.

Ὁ Lillio, διὰ νὰ καλύψῃ, πρῶτον, τὴν ἡμερολογιακὴν καθυστέρησιν τῶν δέκα ἡμερῶν, ἀπὸ τοῦ 325 μέχρι τὸ 1582 μ.Χ., μετωνόμασε τὴν 4ην Ὀκτωβρίου 1582 εἰς 15ην Ὀκτωβρίου διότι, πράγματι, αἱ ἡμέραι αὐταὶ ἂν καὶ διηνύθησαν, ἐν τούτοις δὲν εἶχον μετρηθῆ. Ἐξ ἄλλου, διὰ νὰ μὴ ἐπαναληφθῆ τὸ λάθος, ὥρισε ὅπως, ἀνὰ 400 ἔτη, θεωροῦνται ὡς δίσεκτα, ὄχι τὰ 100, ἀλλὰ μόνον τὰ 97. Διότι, ἀνὰ τέσσαρας αἰῶνας, ἡ ἐτησίᾳ διαφορά τῶν 0,007783 ἡμ. γίνεται: $0,007783 \times 400 = 3,1132$ ἡμέραι. Διὰ τοῦτο καὶ εἰσήγαγε τὸν ἐξῆς κανόνα πρὸς ὑπολογισμὸν 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 αἰώνων (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 ἐπαιώνια 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 περίπτου 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, εἰσῆχθη εἰς τὴν Ἑλλάδα τὸ 1923. Ἐπειδὴ δέ, ἀπὸ τοῦ 1582 ἕως τὸ 1923 μ.Χ., εἶχεν ἐπέλθει καθυστέρησις τοῦ Ἰουλιανοῦ ἡμερολογίου καὶ ἄλλων τριῶν ἡμερῶν, ἤτοι 13 ἡμερῶν ἐν συνόλῳ ἀπὸ τοῦ 325 μ.Χ., διὰ τοῦτο μετωνομάσθη ἡ 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 ι ό ν, τὸ Ἰουλιανόν.

148. Καθορισμός τῆς ἡμερομηνίας τῆς ἑορτῆς τοῦ Πάσχα.
Ἐπειδὴ τὸ Ἑβραϊκὸν πάσχα ἑωρτάζετο κατὰ τὴν ἡμέραν τῆς πανσελήνου, ἢ ὅποια ἐλάμβανε χώραν μετὰ τὴν ἑαρινὴν ἰσημερίαν· καὶ ἐπειδὴ ὁ Ἰησοῦς Χριστὸς ἀνέστη μετὰ τὴν ἑορτὴν τοῦ Ἑβραϊκοῦ πάσχα καί, συνεπῶς, μετὰ τὴν ἑαρινὴν πανσέληνον, διὰ τοῦτο ἢ ἐν Νικαίᾳ Ἀ' Οἰκουμένηκῃ Σύνοδος, τὸ 325 μ.Χ., ἐθέσπισε τὸν ἑξῆς κανόνα, διὰ τὸν ἑορτασμὸν τοῦ Πάσχα:

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

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

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

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

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

Ὡς ἐκ τούτου, ἡ τόσον χαρακτηριστικὴ αὐτῆ περιόδου τῶν 19 ἐτῶν ὠνόμασθη **κύκλος τοῦ Μέτωνος ἢ κύκλος τῆς σελήνης.**

Διὰ τοῦ κύκλου τοῦ Μέτωνος, εἶναι δυνατὸν νὰ προσδιορισθοῦν αἱ ἡμερομηνίαί τῶν φάσεων τῆς σελήνης δι' ὅποιονδήποτε ἔτος, ἀρκεῖ νὰ γνωρίζωμεν τὰς ἡμερομηνίας αὐτῶν δι' ἓνα 19ετην κύκλον. Τοῦτο δέ, διότι αἱ φάσεις θὰ ἐπαναλαμβάνωνται πάντοτε, μὲ τὴν ἰδίαν, σειρὰν, 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 συμπέσουν ἐπίσης μὲ ἐκείνας τοῦ 1989, ἀρκεῖ μόνον νὰ ἐπιφέρωνται αἱ διορθώσεις λόγῳ τῶν δισέκτων ἐτῶν.

β'. Κατόπιν τούτου, ἐὰν ληφθοῦν αἱ ἡμερομηνίαί τῶν πανσελήνων τῶν ἐτῶν 1 μὲχρι 19 μ.Χ., ὡς βάσις, τότε, διὰ μίαν ἄλλην τυχούσαν 19ετιάν, εἶναι ἀρκετὸν νὰ γνωρίζωμεν τὴν τὰ ξιν τοῦ ἔτους ἐντὸς αὐτῆς, ἦτοι τὸ 1ον, 2ον, 3ον, ... 19ον ἔτος, διὰ νὰ εὐρωμεν τὰς ἡμερομηνίας τῶν πανσελήνων του. Ἡ τάξις τοῦ ἔτους, ἐντὸς τυχόντος 19ετοῦς κύκλου, καλεῖται **χρυσοῦς ἀριθμὸς.**

Ἐξ ἄλλου, διὰ νὰ εὐρωμεν τὸν χρυσοῦν ἀριθμὸν τυχόντος ἔτους, αὐξάνομεν

τὸν ἀριθμὸν αὐτοῦ κατὰ μονάδα καὶ τὸν προκύπτοντα διαιροῦμεν διὰ 19. Τότε, τὸ μὲν πηλίκον τῆς διαιρέσεως φανερώσει 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' Οἰκουμένηκὴ Σύνοδος ἀνέθεσεν εἰς τὸν Πατριάρχην Ἀλεξανδρείας τὴν φροντίδα, νὰ ὑπολογισθοῦν αἱ ἡμερομηνίαι τοῦ Πάσχα δι' ὅλα τὰ ἔτη, ἐπειδὴ εἰς τὴν Ἀλεξανδρείαν ὑπῆρχον τότε οἱ ἀριστοὶ τῶν ἀστρονόμων. Τοῦτο δὲ καὶ ἐγένετο μὲ βάσιν τὸν κύκλον τοῦ Μέτωνος.

Πλὴν ὁμως, ὁ κύκλος τοῦ Μέτωνος δὲν μᾶς δίδει ἀπόλυτον ἀκρίβειαν. Κάθε 19 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 γίνεται σφάλμα 5 ὀλοκλήρων ἡμερῶν. Διὰ τοῦτο, ἡ Δυτικὴ Ἐκκλησία χρησιμοποιεῖ σήμερον ἄλλον, ἀσφαλέστερον, τρόπον ὑπολογισμοῦ τῶν πανσελήνων, ὁ ὅποιος περιορίζει τὸ σφάλμα εἰς μίαν ἡμέραν ἀνὰ 20.000 ἔτη. Ἡ διαφορά αὕτη, εἰς τὸν τρόπον ὑπολογισμοῦ τῶν πανσελήνων, συντελεῖ, κυρίως, ὥστε τὸ Πάσχα τῶν Ὀρθοδόξων νὰ μὴ συμπίπτῃ μὲ τὸ Πάσχα τῶν Δυτικῶν.

Ἐξ ἄλλου, οἱ Δυτικοὶ ὑπολογίζουν τὴν ἑαρινὴν ἰσημερίαν μὲ τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον, ἐνῶ οἱ Ὀρθόδοξοι τὴν ὑπολογίζουν μὲ τὸ Ἰουλιανόν. Συνεπῶς, ἐὰν μεταξὺ 21ης Μαρτίου μὲ τὸ Γρηγοριανόν καὶ 21ης Μαρτίου μὲ τὸ Ἰουλιανόν, γίνῃ πανσέληνος, οἱ Ὀρθόδοξοι δὲν τὴν θεωροῦν ὡς πανσέληνον τοῦ Πάσχα, ὅπως οἱ Δυτικοί. Ὁ δεύτερος αὐτὸς λόγος ἐπιτείνει τὴν διαφορὰν, εἰς τὴν ἡμερομηνίαν ἑορτασμοῦ τοῦ Πάσχα, μεταξὺ Ὀρθοδόξων 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 ἄλλαι ἀτέλειαι αὐτοῦ, κυριώτεραι 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 συνεχῆ 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, ἧτοι ἐκ 13 πλήρων ἐβδομάδων ($13 \times 7 = 91$). Οἱ πρῶτοι μῆνες τῶν τριμήνων, ἧτοι οἱ Ἰανουάριος, Ἀπρίλιος, Ἰούλιος καὶ Ὀκτώβριος ἔχουν 31 ἡμέρας, ἐνῶ ὅλοι οἱ ἄλλοι ἔχουν 30 ἡμέρας. Οὕτω, τὸ συνολικὸν πλῆθος τῶν ἀ ρ ι θ μ η σ ί μ ω ν ἡμερῶν τοῦ ἔτους θὰ εἶναι $4 \times 91 = 364$ ἡμέραι, ἧτοι 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 Κυριακὴ. Ἐξ ἄλλου ἡ 1η ἡμέρα τῶν δευτέρων μηνῶν τῶν τριμήνων (1η Φεβρουαρίου, 1η Μαΐου, 1η Αὐγούστου καὶ 1η Νοεμβρίου) θὰ εἶναι πάντοτε Τετάρτη, ἐνῶ ἡ 1η τῶν τρίτων μηνῶν τῶν τριμήνων (1η Μαρτίου, 1η Ἰουνίου, 1η Σεπτεμβρίου καὶ 1η Δεκεμβρίου) θὰ εἶναι σταθερῶς Παρασκευὴ. Οὕτως ὁμως, ὄλαι αἱ ἡμερομηνίαί θὰ συμπίπτουν πάντοτε πρὸς μίαν καὶ τὴν αὐτὴν ἡμέραν τῆς ἐβδομάδος ἐκάστη· καὶ μία ἑορτὴ, π.χ. τοῦ Ἁγίου Δημητρίου, ἑορταζομένη εἰς τὰς 26 Ὀκτωβρίου, θὰ εἶναι πάντοτε Πέμπτη.

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

Ἡ 365η ἡμέρα τοῦ ἔτους θὰ εἶναι ἡμέρα, ἐκ τῶς ἀριθμῆσεως καὶ ἀνευ ὀνόματος, θὰ ἀποκαλεῖται δὲ λευκὴ ἡμέρα. Αὕτῃ 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 1ου ἑξαμήνου καὶ τῆς 1ης Ἰουλίου (Κυριακῆς).

Ἐπι' αὐτὰς τὰς συνθήκας, κατ' ἔτος, θὰ ὑπάρχη πάντοτε ὠρισμένος ἀριθμὸς ἀργιῶν καὶ ἐργασιῶν 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 (οἰκονομικοί, ἐργατικὰ συνδικάτα κλπ.). Δὲν ἔχει ὁμως ἀκόμη τεθῆ εἰς χρῆσιν, διότι πρέπει νὰ γίνῃ, πρῶτον, ἡ σχετικὴ διαφώτισις τῶν λαῶν. Ἡ ἀπλότης του καταφαίνεται ἀπὸ τὸ γεγονός, ὅτι τοῦτο κεφαλαιοῦται εἰς τὸν κατωτέρω μικρὸν πίνακα.

ΝΕΟΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΝ ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟΝ

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

Ἀσκήσεις

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

172. Δοθέντος, ὅτι τὸ 325 μ.Χ. ἡ ἔαρινή 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.

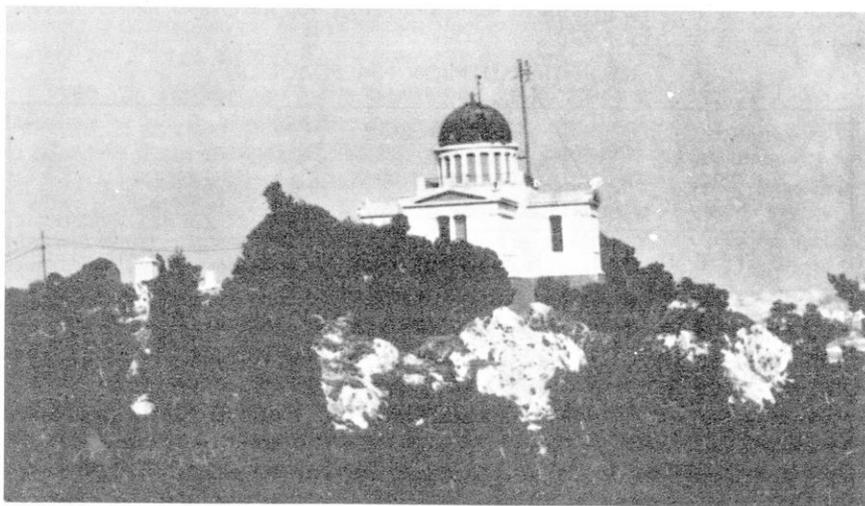
175. Ἐγενήθη κάποιος τὴν 4ην Σεπτεμβρίου 1914. Καθορίσατε τὴν ἀκριβῆ ἡλικίαν αὐτοῦ (ἔτη, μῆνες, ἡμέραι) κατὰ τὴν 12ην Μαρτίου 1969.

176. Ἐὰν δὲν ἔθεσπιζετο ἀκόμη τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον, τότε πότε θὰ ἐλάμβανε χώραν ἡ ἔαρινή ἰσημερία κατὰ τὸ ἔτος 2001 ;

177. Εὑρετε ἀνὰ πόσους δεκαευνεαετῆς κύκλους γίνεται σφάλμα μιᾶς ἡμέρας εἰς τὸν κύκλον τοῦ Μέτωνος, 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 Μέτωνος γίνεται σφάλμα 2 ὥρῶν, εἰς τὸν ὑπολογισμὸν τῶν φάσεων τῆς σελήνης, εὑρετε ἑπακριβῶς πόσον εἶναι τὸ σφάλμα, τὸ ὁποῖον θὰ γίνῃ εἰς τὸν ὑπολογισμὸν τῆς ἡμερομηνίας τῆς πανσελήνου τοῦ Πάσχα τοῦ ἔτους 1971, ἀν ὡς πρῶτος 19ετῆς κύκλος ληφθῆ 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 και μακροκοσμογονία. α'. Ἡ Κοσμογονία εἶναι ὁ κλάδος τῆς Ἀστρονομίας, ὁ ὁποῖος ἀσχολεῖται μὲ τὸ πρόβλημα τῆς προελεύσεως καὶ ἐξελίξεως τοῦ σύμπαντος. Εἰδικώτερον, ἡ κοσμογονία ζητεῖ νὰ εὕρη τὸν τρόπον, κατὰ τὸν ὁποῖον ἐδημιουργήθησαν τὰ συστήματα τῶν γαλαξιδῶν, οἱ ἀστέρες ἀλλὰ καὶ τὸ πλανητικὸν μας σύστημα. Ἐξ ἄλλου, ἐρευνᾷ τὴν πιθανὴν ἐξέλιξιν καὶ τὸ τέλος τῶν οὐρανίων σωμάτων.

β'. Ἡ Κοσμογονία 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 ὀλοκλήρου τοῦ Σύμπαντος.

γ'. Συγγενὴς πρὸς τὴν Κοσμογονίαν εἶναι ἡ Κοσμολογία. Αὐτὴ ἐξετάζει τὰς σχέσεις, μὲ τὰς ὁποίας συνδέονται μεταξὺ των τὰ οὐράνια σώματα καὶ τὰ κοσμικὰ συστήματα, τὰ ὁποία συγκροτοῦν, ἐν γένει, οἱ ἀστέρες. Συνεπῶς, ἡ Κοσμολογία ἀσχολεῖται, κυρίως, μὲ τὴν ὀργάνωσιν τοῦ σύμπαντος.

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

Κατὰ τὰ τέλη τοῦ 18ου αἰῶνος εἰσήχθη 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 κοσμογονικὴν του θεωρίαν.

Εἰς τὰς ἀρχὰς τοῦ 20οῦ αἰῶνος ἤλθεν ἡ θεωρία τοῦ Jeans (Τζήνς)¹, ἡ ὁποία, μὲ μερικὰς τροποποιήσεις καὶ συμπληρώσεις, ἴσχυε μέχρι τοῦ 1940. Ἐν τῷ μεταξύ, διευτρώθησαν καὶ ἄλλαι θεωρίαι, αἱ ὁποῖαι ὁμως δὲν ἐζησαν ἐπὶ πολὺ.

β'. Τὸ 1944 διευτρώθη μία νέα θεωρία, περὶ τῆς προελεύσεως τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος, ὑπὸ τοῦ Γερμανοῦ ἀστροφυσικοῦ Carl von Weizsaecker (Βαϊτσζαϊκερ), ἡ ὁποία συνεπληρώθη καὶ ἐγενικεύθη ὑπὸ τοῦ Ἀμερικανοῦ ἀστρονόμου G. Kuiper (Κούπερ). Αὐτὴ ἡ θεωρία ἰσχύει σήμερον, ὡς ἡ ἀκριβεστέρα μικροκοσμολογικὴ 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 φοράν (ἐκ Δ πρὸς Α) καὶ ἐπὶ τοῦ ἰδίου περιήτου ἐπιπέδου.

2) Ἐπίσης αἱ χιλιάδες τῶν ἀστεροειδῶν περιφέρονται περὶ τὸν ἥλιον ἐκ Δ πρὸς Α καὶ ἐπὶ τοῦ ἰδίου περιήτου 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 πλείστοι τῶν κομητῶν κινοῦνται κατὰ τὸν ἴδιον περιήτου τρόπον περὶ τὸν ἥλιον.

5) Ὁ ἥλιος καὶ ὄλοι οἱ πλανῆται, πλὴν ἑνός, περιστρέφονται ἐκ Δ πρὸς Α περὶ τὸν ἄξονά του ἑκαστος. 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 ἑνιαῖον ὀργανικὸν σύνολον, μὲ πολλὰς καὶ ποικίλας κανονικότητας. Ὁ Laplace,

1. J. Jeans (1877 - 1946), διάσημος Ἄγγλος ἀστροφυσικὸς καὶ κοσμολόγος. Ἠσχολήθη μὲ τὴν συμπεριφοράν 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 ὕπ' ὄψει του ὅλα αὐτὰ τὰ δεδομένα, τὰ ὅποια ἔχομεν σήμερα, ἐπρόσβλεψε ἰδιαίτερώς τὴν τάξιν καὶ νομοτέλειαν τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος. Διατυπῶντων δὲ τὴν κοσμογονικὴν του θεωρίαν, γράφει: «Τοιαῦτα φαινόμενα (τάξεως), τόσον ἔκτακτα, δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ προέκυψαν κατὰ τύχην. Ὑπολογίζοντες δέ, μαθηματικῶς, τὰς πιθανότητας, νὰ εὐρέθησαν τυχαίως εἰς αὐτὴν τὴν τάξιν, εὐρίσκομεν, 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 πεπειθήσεως, ὅτι κάποια ἀρχικὴ αἰτία διηθύθυε τὰς κινήσεις τῶν πλανητῶν». Καὶ οἱ νεώτεροι ἀστρονόμοι δέχονται, ὅτι αἱ κανονικότητες, ποὺ παρουσιάζει τὸ ἡλιακὸν σύστημα, ἀποδεικνύουν, ὅτι τὰ μέλη του ἔχουν κοινὴν καταγωγὴν.

154. Αἱ «ἔξελικτικαὶ» 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.

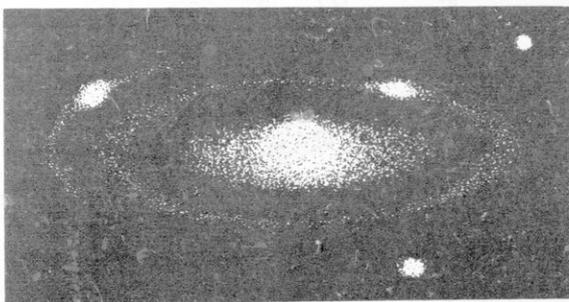
α'. Νεφελικαὶ ἢ ἐξελικτικαὶ θεωρίαι: Κατὰ τὸν Κάντ (1755), ὑπῆρχεν ἓνα ἀρχικὸν νεφέλωμα ἀπὸ σκόνην καὶ ἀέριον. Εἰς αὐτὸ ἐσηματίσθησαν μικρὰ νέφη περιστρεφόμενα, τὰ ὅποια συνεκέντρωσαν τὴν γύρω των ὕλην καὶ οὕτως ἐσηματίσθησαν οἱ πλανῆται καὶ οἱ δορυφόροι. Τὸ κεντρικὸν νέφος συνεστάλη καὶ ἐσηματίσθη ὁ ἥλιος.

Ἡ θεωρία τοῦ Κάντ ἦτο περισσότερον φιλοσοφικὴ παρά φυσικὴ θεωρία.

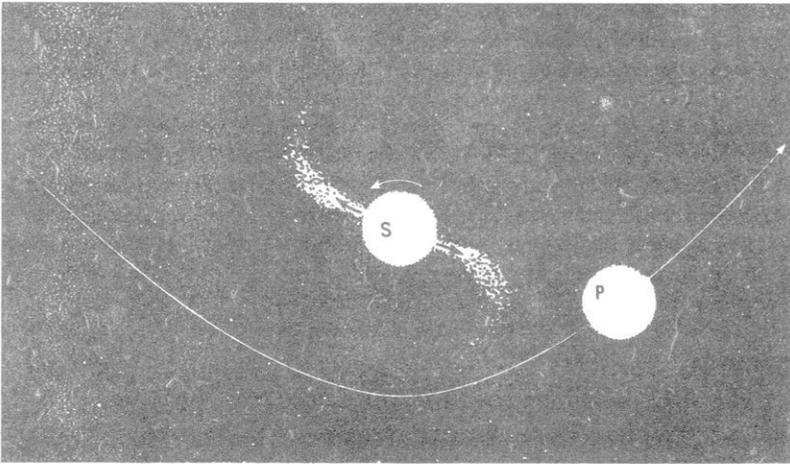
Κατὰ τὸν Laplace (1796) τὸ ἀρχικὸν νεφέλωμα συνεστέλλετο, λόγῳ τῆς βαρῦτητος καὶ περιστρέφετο (εἰκ. 43) ὅλον ἐν καὶ ταχύτερον. Βαθμηδόν, ἔλαβε τὴν μορφήν πεπλατυσμένου δίσκου καὶ, ὡσάκις ἡ φυγόκεντρος δύναμις ὑπερίσχυε τῆς βαρῦτητος, ἀπεσπῶντο ἐκ τοῦ ἰσημερινοῦ του ἐπιπέδου δακτύλιοι. Οὗτοι βραδύτερον ἐσηματίσαν 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 παλινροίας. Τὰ κύματα τῆς ἡλιακῆς ὕλης ἐξεσφενδονίσθησαν ἀπὸ τὸν ἥλιον



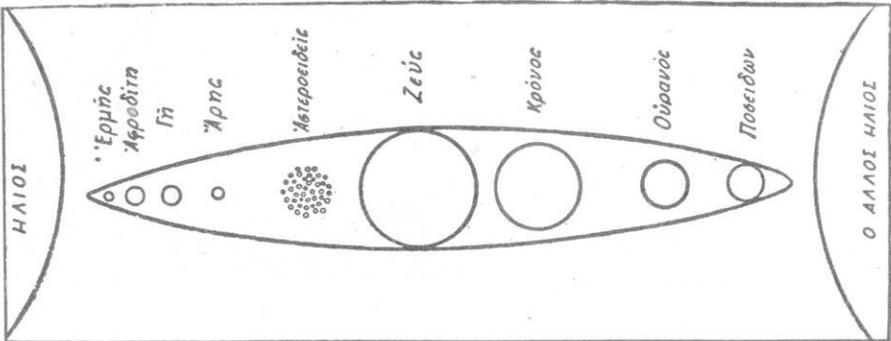
Εἰκ. 43. Τὸ νεφέλωμα ἐκ τοῦ ὁποίου προῆλθον ὁ ἥλιος καὶ οἱ πλανῆται, κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Laplace.



Είκ. 44. Γένεσις τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος, κατὰ τὴν θεωρίαν τῶν Chamberlin – Moulton.

καὶ ἐσχημάτισαν δύο βραχίονας, οἱ ὅποιοι ἔλαβον σπειροειδῆ μορφήν, μὲ συμπυκνώσεις. Αἱ συμπυκνώσεις αὗται εἶναι οἱ π λ α ν η τ ῖ σ κ ο ι, ἀπὸ τοὺς ὁποίους, διὰ τῆς συσσωρεύσεως καὶ ἄλλης ὕλης, ἐσχηματίσθησαν οἱ πλανῆται, περιφερόμενοι περὶ τὸν ἥλιον καὶ περιστρεφόμενοι περὶ τὸν ἄξονά των.

Ὁ Jeans ἐξ ἄλλου (τὸ 1902 καὶ 1916) διετύπωσε τὴν θεωρίαν, ὅτι ὁ ἐπισκεπτής ἀστὴρ ἐπλησίασε τὸν ἥλιον (εἰκ. 45) καὶ ἐσχημάτισε, διὰ τῆς παλινδροσίας, ἕνα βραχίονα. Ὁ βραχίον αὐτὸς εἶχε τὴν μορφήν «πούρου». Συνεπεία ψύξεως, ἡ θερμοκρασία ἐπιπτε καί, καθὼς τὸ πούρου διεσπᾶσθη, 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 «πούρου» τῶν πλανητῶν, κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Jeans.

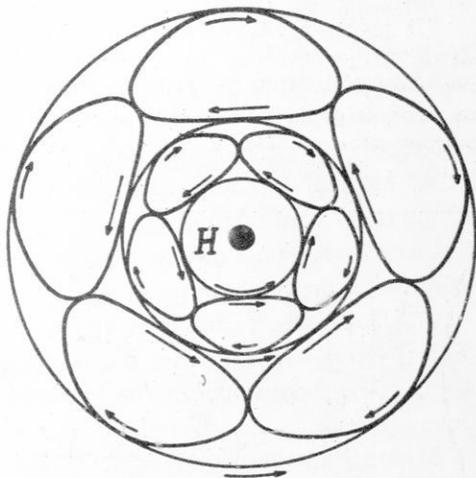
Οι μεγαλύτεροι πλανήται έχουν και περισσότερους δορυφόρους. Όμως και οι θεωρίες αυτές κατέπεσαν, διότι αντιβαίνουν εις την Μηχανικήν και την Θερμodynamικήν.

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 διμορφώθη ἓνας πυρήν, ὁ π ρ ω τ ο ῆ λ ι ο ς. Πέριξ αὐτοῦ ὑπῆρχεν ἓνα πολὺ ἐκτεταμένον κέλυφος ἀερίωδους ὕλης, ἀπὸ ὕδρογόνου καὶ ἥλιου, μὲ μᾶζαν τὸ 0,1 τῆς μάζης τοῦ πρωτοῆλιου. Τὸ κέλυφος (περίβλημα) αὐτὸ δὲν ἀπεροφήθη ἀπὸ τὸν πρωτοῆλιον διὰ τῆς βαρῦτητος, διότι περιστρέφετο μὲ μεγάλην ταχύτητα.

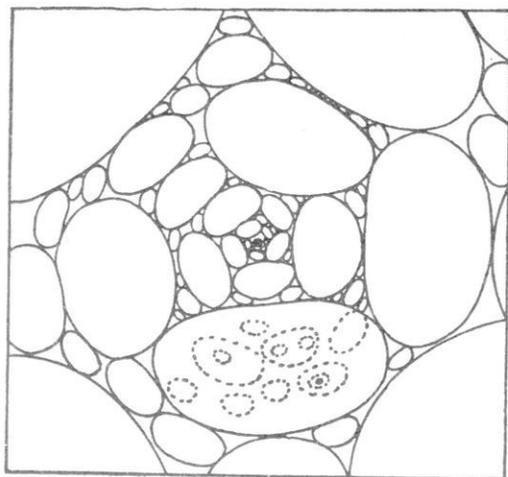
β'. Ὁ Weizsaecker (1944) ὑπέθεσεν, ὅτι ἡ κεντρικὴ μᾶζα (ὁ πρωτοῆλιος) διμορφώθη εἰς τὸν σημερινὸν ἥλιον. Εἰς τὸ νεφελικὸν κέλυφος, λόγῳ ἐσωτερικῶν τριβῶν, ἐσχηματίσθησαν στρόβιλοι. Οἱ στρόβιλοι αὐτοὶ διατάχθησαν εἰς δακτυλίους, ἀνὰ πέντε εἰς ἕκαστον δακτύλιον καὶ ὅλοι μαζί οἱ δακτύλιοι, περιστρέφοντο περὶ τὸν κοινὸν κέντρον των, τὸν ἥλιον. Αἱ τριβαὶ μεταξὺ δύο στροβίλων διαφορετικῶν δακτυλίων, προὐκάλεσαν τὸν σχηματισμὸν συμπτυκνώσεων, αἱ ὁποῖα ἔπειτα ἀπετέλεσαν τοὺς πλανήτας (εἰκ. 46).

γ'. Τὴν θεωρίαν αὐτὴν τοῦ Weizsaecker ἐπεξέτεινε 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 βαρῦτης, εἰς



Εἰκ. 46. Οἱ στρόβιλοι ἐκ τῶν ὁποίων ἐσχηματίσθησαν οἱ πλανῆται, κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Weizsäcker.



Εικ. 47. Σχηματική διανομή τῶν στροβίλων εἰς τὸ ἡλιακὸν νεφέλωμα, κατὰ τὸν Kuiper.

μῖαν περιοχὴν τοῦ ἡλιακοῦ νεφελώματος, δύναται νὰ συγκρατήσῃ ἕνα μέρος αὐτοῦ, ἐκεῖ καὶ γίνονται αἱ μόνιμοι συμπυκνώσεις. Ἄρκει ἡ τοπικὴ πυκνότης νὰ ὑπερβαίῃ μίαν ὠρισμένην κριτικὴν τιμὴν, ἡ ὁποία ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἀπόστασιν. Οὕτως, ἐκ τῶν στροβίλων ἐσχηματίσθησαν συμπυκνώσεις, καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν τοῦ νεφελικοῦ δίσκου, αἱ ὁποῖαι κατόπιν ἀπετέλεσαν τοὺς πρωτοπλανῆτας. Οἱ κεντρικοὶ πυρῆνες αὐτοῦ περιεῖχον

στερεὰν ὕλην, τὸ δὲ περίβλημά των περιεῖχεν ὕδρογόνον, ἥλιον, ὕδατμούς, ἀμμωνίαν, ἀλλὰ καὶ νέον, ἐκεῖ ὅπου τὸ ἐπέτρεπεν ἡ θερμοκρασία.

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

δ'. Παρεμφερεῖς θεωρίας διετύπωσαν ὁ Ρῶσσος O. Schmidt (Σμίτ) καὶ ὁ Ἄγγλος McCrea (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 ἕνα νέφος ἐξ ἀερίου καὶ κόνεως. Ἐκ τοῦ νέφους αὐτοῦ ἐσχηματίσθησαν βραδύτερον οἱ πλανῆται.

156. Γένεσις τῶν ἀστέρων καὶ τῶν γαλαξιών. α'. Εἰς τὰ ἔρω-

τήματα π ὤ ς και π ὄ τ ε ἐγεννήθησαν οἱ ἀστέρες και πρὸ παντὸς οἱ γαλαξίαι εἶναι πολὺ δύσκολον νὰ ἀπαντήση ἡ ἐπιστήμη. Δημιουργεῖ ἐν προκειμένῳ θεωρίας περὶ τοῦ «πιθανοῦ» τρόπου γενέσεως αὐτῶν, χωρὶς ὅμως νὰ δύναται νὰ ἀποδείξη, ὅτι πράγματι οὕτως ἐδημιουργήθησαν οἱ ἀστέρες και οἱ γαλαξίαι.

Ἡ μακροκοσμογονία κάμνει τὰς ἐξῆς τρεῖς παραδοχάς:

1ον. Ὅλη ἡ ὕλη τοῦ σύμπαντος ἦτο διάχυτος και νεφελική, ὑπὸ μορφήν κόνεως και ἀερίων, εἶχε δὲ τὴν αὐτὴν χημικὴν σύστασιν.

2ον. Οἱ φυσικοὶ νόμοι, τοὺς ὁποίους ἀνακαλύπτει ἡ ἐπιστήμη, ἴσχυον και εἰς τὸ παρελθόν, ὅπως τοὺς γνωρίζομεν νὰ ἰσχύουν και σήμερον, και,

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 και τῶν ἀστέρων. Ἡ μία ὀνομάζεται ἐξελικτικὴ θεωρία ἢ θεωρία τοῦ ἀρχικοῦ ἀτόμου, ἡ ὁποία ὑποθέτει, ὅτι τὸ σύμπαν ἔχει ὠρισμένην ἀρχὴν και ὠρισμένον τέλος. Ἡ ἄλλη, ἡ θεωρία τῆς σταθερᾶς καταστάσεως ἢ τῆς συνεχοῦς δημιουργίας, ὑποστηρίζει, ὅτι τὸ σύμπαν εἶναι ἀπειρον και αἰώνιον και ἐπομένως, ὅτι δὲν ἔχει οὔτε ἀρχὴν οὔτε τέλος, ἐν χώρῳ και 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 και μόνον τεράστιον «ἀτομον». Ὅλα δηλαδὴ τὰ σωματῖα τῆς ὕλης ἦσαν συσσωρευμένα εἰς ἓνα μικρὸν σφαιρικὸν χῶρον, τοῦ ὁποίου ἡ ἀκτὶς δὲν ὑπερέβαινε τὰς 100 α.μ. Εἰς αὐτὸν τὸν μικρὸν χῶρον ἡ ὕλη εὐρίσκετο εἰς ὑπέρπυκνον κατάστασιν, ἐντελῶς διαφορετικὴν ἀπὸ τὴν σημερινήν.

Ἡ θερμοκρασία τοῦ σύμπαντος - ἀτομῶν ἦτο τῆς τάξεως τῶν δισεκατομμυρίων βαθμῶν, ἡ δὲ πυκνότης του ἦτο, ἴσως, παρομοία μετὴν πυκνότητα τοῦ πυρῆνος τῶν ἀτόμων. Τὸ ἀρχικὸν τοῦτο ἄ-

1. G. Lemaitre (1894 - 1967), διάσημος Βέλγος ἀστροφυσικὸς, μαθηματικὸς και κοσμογόνος.

τομον εξερράγη και έτεμαχίσθη. Μίαν ώραν μετά την έκρηξιν, ή θερμοκρασία τών μερών του κατήλθεν εις 250.000.000^ο K και έξ αυτών έσχηματίσθησαν οί π ρ ω τ ο γ α λ α ξ ί α ι. Ούτοι ήρχισαν νά συμπυκνωϋνται και νά περιστρέφονται, ένώ συγχρόνως άπεμακρύνοντο άπο τοϋ κέντρου τής έκρήξεως, αλλά και μεταξύ των.

Έκ τών πρωτογαλαξιών ήρχισαν, προ 10 δισεκατομμυρίων έτών, νά διαμορφώνωνται οί γαλαξίαι, ένώ ή άπομάκρυνσίς των συνεχίζετο.

Άκολούθως, άπο την ύλην τών γαλαξιών έδημιουργήθησαν, αλλά και εξακολουθοϋν νά δημιουργοϋνται, οί ά σ τ έ ρ ε ς. Οί άστέρες έσχηματίσθησαν άπο την συμπύκνωσιν τής ύλης (άερίου και κόνεως) τών γαλαξιών, είτε λόγω άμοιβαίας έλξεως, είτε λόγω τριβής. Διότι ή τριβή τών μορίων δημιουργεί στροβίλους και έν συνεχεία άλλους στροβίλους, έξ αυτών δέ σχηματίζονται συμπυκνώσεις, εκ τών όποίων άκολουθως γεννώνται οί άστέρες.

Με άλλους λόγους, εις ένα σύστημα όπως ό γαλαξίας, είναι δυνατόν νά δημιουργοϋνται συνεχώς νέοι άστέρες εκ τής μεσοαστρικής ύλης. Άπο το άλλο μέρος, εκ τών άστέρων έκτοξεύεται ύλη, ή όποία πλουτίζει τον μεσοαστρικόν χώρον. Άλλ' όμως, ή μεσοαστρική ύλη συνεχώς έλαττώνεται και σιγά - σιγά σταματά ή δημιουργία νέων άστέρων. Έπομένως, εις το παρελθόν, ή δημιουργία νέων άστέρων ήτο έντονωτέρα.

Ή όλη διεργασία, δια τόν σχηματισμόν ένός άστέρος, διαρκεί, πιθανώς, περισσότερο άπο 100.000.000 έτη, κατόπιν δέ οί άστέρες φωτίζουν το διάστημα.

Εις τους γαλαξίας εκείνους, εις τους όποιους έχρησιμοποιήθη όλη ή ύλη των δια τόν σχηματισμόν άστέρων, οί άστέρες είναι ή λ ι κ ι ω μέ ν ο ι, τοϋ πληθυσμοϋ II και οί γαλαξίαι έχουν σχήμα έλλειπτικόν. Οί γαλαξίαι οί όποιοι έχουν άκόμη ύλην και δημιουργοϋνται έξ αυτής νέοι άστέρες, έχουν σχήμα σπειροειδές, οί δέ άστέρες των άνήκουν εις τον πληθυσμόν I (§ 42).

Τήν θεωρίαν αυτήν ύπεστήριξαν έκτοτε πολλοί κοσμολόγοι, υπό διαφόρους παρεμφερείς μορφάς. Ή θεωρία τοϋ άρχικοϋ άτόμου ονομάζεται και θ ε ω ρ ί α τ ή ς μ ε γ ά λ η ς έ κ ρ ή ξ ε ω ς (Big-Bang).

δ'. Κατά την θεωρίαν τής συνεχούς δημιουργίας, την όποιαν διετύπωσε το

1948 ὁ Ἕλληνας ἀστρονόμος F. Hoyle (Χόυλ)¹ καὶ οἱ συνεργάται του Gold καὶ Bondi, ἡ μέση πυκνότης τοῦ σύμπαντος ἦτο πάντοτε ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ μέρη του. Δηλαδή, τὸ σύμπαν ἦτο καὶ εἶναι ὄχι μόνον ὁμογενές, ἀλλὰ καὶ ἀμετάβλητον ἐν χρόνῳ. Ὑπῆρχε πάντοτε, ὅπως εἶναι σήμερον καὶ θὰ ἐξακολουθῆ νὰ ἔχη τὴν ἰδίαν πυκνότητα αἰωνίως.

Ἐπειδὴ ὁμως αἱ παρατηρήσεις δεικνύουν, ὅτι οἱ γαλαξίαι ἀπομακρύνονται ἀλλήλων καί, ἐπομένως, ὅτι ἡ ἀκτίς τῆς σφαιρας τοῦ σύμπαντος αὐξάνει, ὁ Hoyle δέχεται ὅτι, διὰ νὰ μὴν ἐλαττώνεται ἡ πυκνότης του, δημιουργεῖται συνεχῶς νέα ὕλη, ὑπὸ μορφήν ὕδρογόνου, ἐκ τοῦ μ η δ ε ν ὁ ζ. Δημιουργεῖται δὲ τόση ἀκριβῶς ὕλη, ὅση χρειάζεται διὰ νὰ ἀναπληρωθῆ τὸ κενόν, τὸ ὁποῖον προκαλεῖται ἐκ τῆς συνεχοῦς ἀπομακρύνσεως τῶν γαλαξιών. Ἄρκει ἡ δημιουργία ἐνὸς μόνου ἀτόμου ὕδρογόνου κάθε 10⁹ ἔτη καὶ ἀνὰ κύβον ἀκμῆς 10cm, διὰ νὰ διατηρητῆ ἡ πυκνότης τοῦ σύμπαντος σταθερά. Ἡ νέα ὕλη, ποῦ δημιουργεῖται μεταξὺ τῶν γαλαξιών, διὰ συμπακνώσεως, σχηματίζει νέους γαλαξίας, οἱ ὁποῖοι ἀναπληρῶνουν εἰς τὴν θέσιν των τοὺς ἀπομακρυνομένους γαλαξίας.

ε'. Ἐκ τῶν δύο τούτων θεωριῶν ὡς ἐπικρατεστέρα φαίνεται ἡ θεωρία τοῦ ἀρχικοῦ ἀτόμου. Καὶ τοῦτο, διότι αὐτὴ ἐρμηνεύει ἀκριβέστερον τὰ παρατηρούμενα φαινόμενα. Ἄλλωστε καὶ 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. Διαστολὴ τοῦ Σύμπαντος. α'. Ὁ Ἀμερικανὸς ἀστρονόμος Slipher (Σλίφερ) παρετήρησεν 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 ἀστρονόμοι Hubble (Χάμπλ) καὶ Humason (Χιούμασον) διεπίστωσαν, ὅτι τὸ φαινόμενον τῆς ἀπομακρύνσεως παρουσιάζουν καὶ οἱ πολὺ ἀπομακρυσμένοι ἐξ ἡμῶν ἀμυδροὶ γαλαξίαι. Μάλιστα δὲ εὔρον, ὅτι ὅσον μακρύτερα εὐρίσκονται οἱ γαλαξίαι, τόσον αἱ ταχύτητες ἀπομακρύνσεώς των εἶναι μεγαλύτεροι.

Ἐφ' ὅσον οἱ γαλαξίαι ἀπομακρύνονται ἔφ' ἡμῶν, μὲ ταχύτητας τόσον μεγαλυτέρας, ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι καὶ ἡ ἀπόστασίς των, τὸ σύμπαν φαίνεται νὰ διαστέλλεται. Διὰ τοῦτο καὶ τὸ φαινόμενον

1. Fr. Hoyle, Ἕλληνας ἀστροφυσικός, γεννηθεὶς τὸ 1915. Εἶναι καθηγητῆς εἰς τὸ Πανεπιστήμιον τοῦ Cambridge καὶ θεωρεῖται ἕνας ἐκ τῶν μεγαλυτέρων συγχρόνων κοσμολόγων.

τῆς ἀπομακρύνσεως τῶν γαλαξιδῶν ὀνομάζεται διαστολή τοῦ Σύμπαντος.

β'. Ὁ Hubble ἔδωσε τὸ 1929 τὸν νόμον τῆς διαστολῆς τοῦ σύμπαντος, ὅστις παρέχεται ἀπὸ τὴν σχέσιν: $V = Hr$, ὅπου V εἶναι ἡ ἀκτινικὴ ταχύτης ἀπομακρύνσεως τῶν γαλαξιδῶν εἰς km/sec , r ἡ ἀπόστασις τῶν ἀνὰ $1.000.000 \text{ pc}$, καὶ H ἡ καλουμένη σταθερὰ τοῦ Hubble.

Κατόπιν τῶν τελευταίων ἀκριβῶν παρατηρήσεων, διὰ τοῦ τηλεσκοπίου τοῦ Πάλομαρ, ἡ τιμὴ τῆς σταθερᾶς τοῦ Hubble εἶναι :

$$H = 75 \frac{\text{km/sec}}{1.000.000 \text{ pc}}.$$

Δηλαδή, ἡ ταχύτης ἀπομακρύνσεως εἶναι ἀνάλογος τῆς ἀποστάσεως τῶν γαλαξιδῶν, πολλαπλασιαζομένη ἐπὶ τὸν παράγοντα

$$75 \frac{\text{km}}{1.000.000 \text{ pc}}.$$

Εἰς μεγαλύτερας ἀποστάσεις, ὅπου παρατηροῦμεν τὰ σμήνη γαλαξιδῶν, διαπιστώνομεν, ὅτι ἰσχύει καὶ δι' αὐτὰ ὁ νόμος τῆς διαστολῆς. Τὸ σμῆνος π.χ. τῆς Παρθένου, τὸ ὅποιον εὑρίσκεται εἰς ἀπόστασιν $7.500.000 \text{ ε.φ.}$, ἀπομακρύνεται μὲ ταχύτητα 1.200 km/sec . Τὸ σμῆνος τοῦ Βορείου Στεφάνου, εἰς ἀπόστασιν $130.000.000 \text{ ε.φ.}$, ἀπομακρύνεται μὲ ταχύτητα 21.500 km/sec καὶ τὸ σμῆνος τῆς Ὑδρας, εἰς ἀπόστασιν $350.000.000 \text{ ε.φ.}$, ἀπομακρύνεται μὲ ταχύτητα 61.000 km/sec .

Φαίνεται, ὅτι ὁ νόμος τῆς διαστολῆς ἰσχύει καὶ διὰ τοὺς ρ -αδιόγαλαξίαις, οἱ ὅποιοι δὲν διακρίνονται πάντοτε μὲ τὰ συνήθη τηλεσκόπια, ἀλλὰ μόνον μὲ τὰ ραδιοτηλεσκόπια, διότι εὑρίσκονται εἰς πολὺ μεγαλύτερας ἀποστάσεις. Τὸ αὐτὸ ἰσχύει καὶ διὰ τοὺς $K\beta\alpha\zeta\alpha\rho\varsigma$. 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 ἔλξεως 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 αι ταχύτητες εκ τής έκρήξεως, αι όποιαι θα έπρεπε να είναι διάφοροι, παραμένουν σταθεραί, τότε αι απόστάσεις των γαλαξιών θα πρέπει να είναι ανάλογοι των ταχυτήτων των. Τότε δυνάμεθα και να υπολογίσωμεν πότε έγινε η αρχική έκρηξις. Διότι, αφού γνωρίζομεν τας απόστάσεις αρκετών εκ των πλέον μεμακρυσμένων σμηνών γαλαξιών, δυνάμεθα να εύρωμεν πρό πόσου χρόνου όλοι οι γαλαξίες και τα σμήνη γαλαξιών ήσαν συγκεντρωμένα εις την αρχικήν σφαίραν. Οι υπολογισμοί, βάσει του νόμου τής διαστολής του Hubble, δίδουν την τιμήν 10^{10} έτη. 'Επομένως, από τότε που ήρχισεν η διαστολή, μέχρι σήμερα, έχουν παρέλθει 10^{10} έτη. Το διάστημα τουτο το ονομάζομεν «ήλικίαν του σύμπαντος». "Ωστε, εκ του νόμου τής διαστολής του σύμπαντος, συνάγεται ήλικία του σύμπαντος τής τάξεως των 10^{10} ετών.

β'. Δυνάμεθα εξ άλλου να υπολογίσωμεν την ήλικίαν του σύμπαντος, από την μελέτην τής δημιουργίας των αστερών και των αστρικών συστημάτων του γαλαξίου μας. Αι μελέται αυτάι δίδουν ήλικίαν 10^{10} έτη. 'Η ήλικία του ήλιου και του ήλιακού συστήματος είναι μικρότερα του γαλαξίου μας και ανέρχεται περίπου εις 5×10^9 έτη.

γ'. "Ενας άλλος υπολογισμός τής ήλικίας του σύμπαντος γίνεται με τα ραδιενεργά στοιχειά. Ταυτα διαρκώς διασπώνται και δυνάμεθα να εύρωμεν τον χρόνον υποδιπλασιασμού μερικών εξ αυτών. Εύρέθη, ότι η ήλικία των στοιχείων τουτων είναι μικρότερα των 10^{10} ετών.

Δεν αποκλείεται η ήλικία ώρισμένων στοιχείων να είναι μεγαλύτερα τής ήλικίας των αστερών και των γαλαξιών, διότι ταυτα έδημιουργήθησαν πρό τής δημιουργίας των γαλαξιών και των αστερών.

δ'. 'Ο G. Gamow (Γκάμωφ) και οι συνεργάται του δέχονται, ότι όλα τα χημικά στοιχειά έσχηματίσθησαν εντός των 30 πρώτων λεπτών, αφ' ου το αρχικόν άτομον, κατόπιν τής έκρήξεώς του, ήρχισε να διαστέλλεται, δηλαδή ήμίσειαν ώραν πρό τής «πρώτης αρχής του σύμπαντος». 'Ο σχηματισμός των ήτο το αποτέλεσμα αναμίξεως αρχικού «αερίου» νετρονίων, πρωτονίων και ηλεκτρονίων, εις μίαν θερμοκρασίαν πολλών τρισεκατομμυρίων βαθμών, η όποια έγινε πρό ώρισμένων δια-

εκατομμυρίων ἐτῶν καὶ τόσων, ὅση εἶναι καὶ ἡ ἡλικία τῶν στοιχείων. Μετὰ τὴν ἔκρηξιν, ἡ θερμοκρασία κατέπεσεν εἰς τὴν τάξιν τῶν ἑκατομμυρίων βαθμῶν.

Κατ' ἄλλην, πλεόν πρόσφατον θεωρίαν, ἡ ὁποία ἀνεπτύχθη ἰδιαίτερος ὑπὸ τοῦ W. Fowler (Φόουλερ) καὶ τῶν συνεργατῶν του, τὰ διάφορα στοιχεῖα συντέθησαν καὶ ἐξακολουθοῦν νὰ συντίθενται εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῶν ἐξελισσομένων ἀστέρων.

Ἐξ ὄλων τῶν ἀνωτέρω προκύπτει ὅτι, ἡ ἡλικία τοῦ σύμπαντος εἶναι τῆς τάξεως τῶν 10 δισεκατομμυρίων ἐτῶν, πάντως δὲ μικροτέρα τῶν 12 δισεκατομ. ἐτῶν.

159. Ἄρχη καὶ τέλος τοῦ Σύμπαντος. α΄. Παρὰ τὸ γεγονός, ὅτι ἡ Κοσμολογία εἰσέδυσεν εἰς τὰ βάθη τοῦ παρελθόντος, μέχρι τῆς ἀρχῆς τῆς διαστολῆς τοῦ σύμπαντος, ὅταν ἤρχισεν ὁ σχηματισμὸς τῶν στοιχείων τῆς ὕλης, ὅμως δὲν κατώρθωσε νὰ δώσῃ καμμίαν ἀπάντησιν εἰς τὸ βασικὸν ἐρώτημα: Πῶς εὐρέθη τὸ ἀρχικὸν ὑπερπυκνὸν σύμπαν - ἄτομον καὶ πῶς ἔλαβε τοῦτο τὴν πρώτην κίνησιν. Τὸ ζήτημα τοῦτο, καθαρῶς μεταφυσικόν, ὁ ἀνθρώπινος νοῦς εἶναι ἀνίσχυρος νὰ τὸ ἀντιμετωπίσῃ. Καὶ ἐπειδὴ δὲν δύναται νὰ εὐσταθήσῃ ἡ ὑπόθεσις, ὅτι τοῦτο ἐγινε μόνον του καὶ κατὰ τύχην, ὁ ἐπιστήμων προσφεύγει εἰς τὴν μόνην λογικὴν δυνατότητα, τῆς δημιουργίας του ὑπὸ ἐξωτερικῆς, ὡς πρὸς αὐτό, Ἀνωτέρας Δυνάμεως. Ὁρθῶς δὲ λέγεται, ὅτι ὁ Δημιουργὸς τοῦ σύμπαντος δὲν ἀποδεικνύεται, ἀλλ' ἀποκαλύπτεται.

β΄. Ἐξ ἄλλου, τὸ πρόβλημα τῆς μελλοντικῆς καὶ τελικῆς καταστάσεως τοῦ σύμπαντος, φαίνεται εὐκολώτερον. Δύναται ἡ ἐπιστήμη νὰ ἀπαντήσῃ, διότι ἀναχωρεῖ ἀπὸ τὰ δεδομένα τῆς παρατηρήσεως καὶ ἀπὸ τοὺς νόμους, οἱ ὁποῖοι διέπουν τὸ σύμπαν, ὅπως παρουσιάζεται σήμερον. Παρὰ ταῦτα, ἡ ἀπάντησις εἰς τὸ ἐρώτημα: «ποῖον τὸ μέλλον τοῦ σύμπαντος;» εἶναι δυσκολωτάτη. Διὰ νὰ ἀπαντήσωμεν εἰς αὐτό, θὰ πρέπει νὰ ἀπαντήσωμεν πρῶτον εἰς τὸ ἐξῆς ἐρώτημα: Ἡ διαστολὴ τοῦ σύμπαντος θὰ συνεχίζεται ἐπ' ἄπειρον; Ἡ μήπως, ἔπειτα ἀπὸ μακρότατον χρονικὸν διάστημα, θὰ ἀρχίσῃ τοῦτο νὰ συστέλλεται; Μήπως, ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει, ἔχομεν ἓνα παλλόμενον σύμπαν;

Διὰ νὰ ὑπάρξῃ κάποτε συστολὴ τοῦ σύμπαντος, θὰ πρέπει ἡ ταχύτης διαστολῆς του νὰ ἐπιβραδύνεται, μέχρις ὅτου μηδενισθῇ. Τότε, εἶναι δυνατὸν νὰ ἀρχίσῃ νὰ συστέλλεται τὸ σύμπαν, μέχρις

ὄτου ἡ ὕλη του συσσωρευθῆ εἰς μίαν σφαῖραν, ὅποτε καὶ δυνατὸν νὰ ἀκολουθήσῃ ἐκ νέου διαστολή. Αὐτὰ ὅμως δὲν δυνάμεθα νὰ τὰ διαπιστώσωμεν ἐπὶ τοῦ παρόντος. Ἄλλὰ καὶ ἂν κάποτε ἀρχίσῃ ἡ συστολή αὐτοῦ καὶ ἀκολουθήσῃ ἡ ἐκ νέου διαστολή, πάλιν ἔπειτα ἀπὸ ὠρισμένον χρονικὸν διάστημα — ὄχι ἄπειρον — τὸ σύμπαν θὰ παύσῃ νὰ πάλλεται.

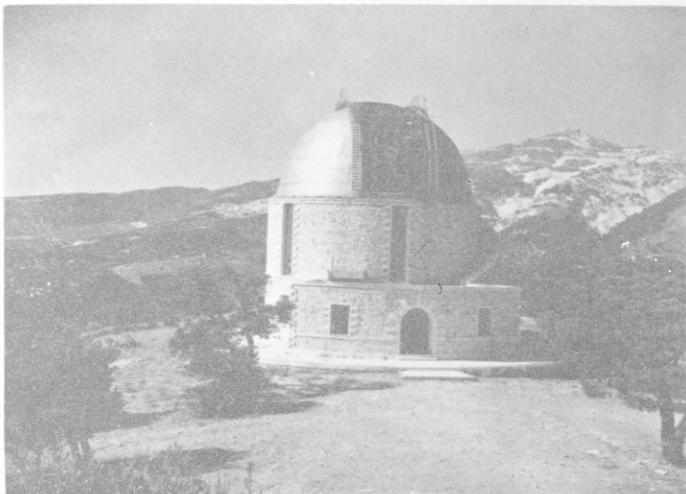
Ἐὰν πάλιν, δὲν μεσολαβήσῃ καμμία συστολή καὶ ἡ διαστολή συνεχίζεται ἐπ' ἄπειρον, ἡ μελλοντικὴ τύχη τοῦ σύμπαντος θὰ πρέπει νὰ εἶναι ἡ διάλυσις αὐτοῦ. Διότι, ὅσον παρέρχεται ὁ χρόνος, τόσον τὸ σύμπαν ἀποσυντίθεται καὶ διαλύεται. Εἶναι δὲ βασικὸν χαρακτηριστικὸν γνώρισμα ὄλων τῶν μερῶν τοῦ σύμπαντος ἡ συνεχῆς ἀποδιοργάνωσις, ἡ ἀποσύνθεσις καὶ διάλυσις αὐτῶν. Συνεπῶς καὶ ὁλόκληρον τὸ σύμπαν θὰ πρέπει νὰ ἀκολουθήσῃ τὴν ἰδίαν τύχην, τὴν ὀδηγοῦσαν πρὸς τὸ τέλος του.

Ἀσκήσεις

180. Ἐὰν δεχθῶμεν ὅτι ἡ ἄκτις τοῦ σύμπαντος εἶναι σήμερον ἴση μὲ 10^{10} ἔτη φωτός, εὔρετε πόση ἦτο πρὸ 10^9 ἐτῶν.

181. Πότε ἡ ἄκτις τοῦ σύμπαντος πρέπει νὰ ἦτο ἴση πρὸς 10^6 ε.φ.;

Εἰκ. 48. Τὸ Ἀστεροσκοπεῖον Πεντέλης.



δ'. Με την βοήθειαν τοῦ γνώμονος λειτουργοῦν τὰ **ἡλιακὰ ὄρολόγια** (§138γ), τὰ ὁποῖα, ἂν μὲν ἔχουν τὸν δίσκον τῶν ἐνδείξεων των ὀριζόντιον, καλοῦνται **ὀριζόντια**, ἂν δὲ ὁ δίσκος των εἶναι κατακόρυφος καὶ κάθετος ἐπὶ τὸν μεσημβρινόν, καλοῦνται **κατακόρυφα**.

161. Χρονόμετρα καὶ ἔκκρεμῆ. α'. Διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ χρόνου, εἴτε τοῦ ἀστρικοῦ, εἴτε τοῦ μέσου ἡλιακοῦ, χρησιμοποιοῦμεν ὠρολόγια ἀκρίβειας, τὰ ὁποῖα ὀνομάζομεν **χρονόμετρα**. Τὸ σφάλμα των εἶναι δυνατὸν νὰ περιορισθῆ εἰς μικρὸν κλάσμα, συνήθως τῆς τάξεως τοῦ ἑκατοστοῦ τοῦ δευτερολέπτου καθ' ἡμέραν.

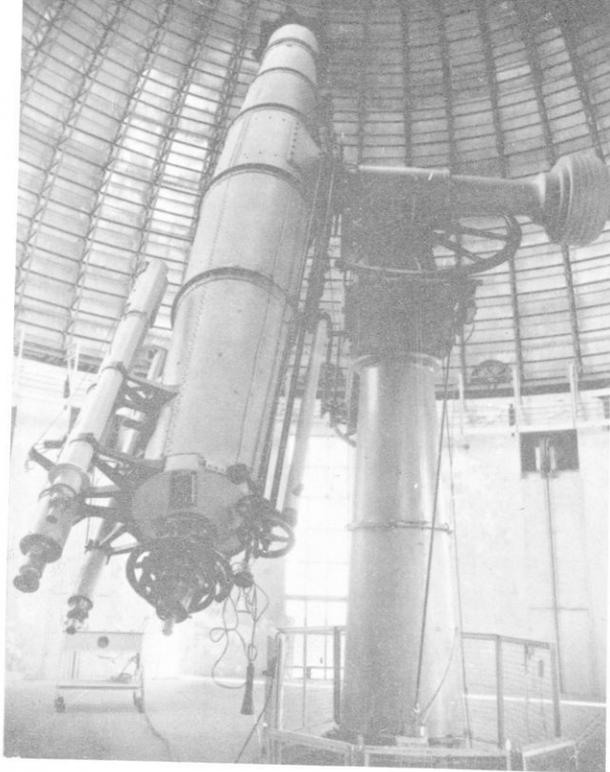
Μεταπολεμικῶς κατασκευάζονται **ἠλεκτρονικὰ χρονόμετρα**, τὰ ὁποῖα εἶναι δυνατὸν νὰ περιορίσουν τόσον πολὺ τὸ σφάλμα των, ὥστε τοῦτο νὰ καταντᾷ ἐντελῶς ἀμελητέον. Αὐτὰ παρέχουν ἀκρίβειαν μὲ προσέγγισιν ἑνὸς ἑκατοντάκις χιλιοστοῦ τοῦ δευτερολέπτου.

β'. Εἰς τὰ ἀστεροσκοπεῖα χρησιμοποιοῦνται πολὺ τὰ **ἐκκρεμῆ ὄρολόγια**, τὰ ὁποῖα λειτουργοῦν μὲ τὴν βοήθειαν βάρους, ἐξηρητημένου ἐκ τοῦ μηχανισμοῦ των καὶ αἰωρουμένου. Τὰ ἐκκρεμῆ ὠρολόγια παρουσιάζουν μεγαλυτέραν ἀκρίβειαν, ὡς πρὸς τὰ συνήθη χρονόμετρα, διότι τὸ σφάλμα των περιορίζεται μέχρι καὶ τοῦ χιλιοστοῦ τοῦ δευτερολέπτου.

γ'. Τόσον τὰ ἐκκρεμῆ, ὅσον καὶ τὰ χρονόμετρα, «κτυποῦν» ἀνὰ ἓν δευτερόλεπτον, τὰ δὲ χρονόμετρα καὶ ἀνὰ 0,5 sec, ὥστε, ἐξοικειωμένος ἐρευνητής, νὰ δύναται νὰ ὑπολογίσῃ τὸν χρόνον μὲ προσέγγισιν 0,1 sec. Διὰ μεγαλυτέραν ὁμως ἀκρίβειαν, τὸ ὠρολόγιον συνδέεται μὲ αὐτογραφικὸν μηχανήμα, λειτουργοῦν δι' ἠλεκτρικῶν ἐπαφῶν, τὸ ὁποῖον καὶ καταγράφει τὰ διαστήματα τῶν δευτερολέπτων ἐπὶ ταινίας, ὅπως καὶ τὴν στιγμὴν, καθ' ἣν ἔγινε 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' ἢ ἀνακάλυψις τοῦ ὄργανου ὀφείλεται εἰς τὸν Ἑλληνα Ζαχαρίαν Ἰωαννίδην, γνωστὸν ὡς Ζανσέν, ὅστις καὶ κατασκεύασε τὰ πρῶτα τηλεσκόπια, δύο περίπου ἔτη πρὸ τοῦ Γαλιλαίου.

β'. Τὸ **ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον** ἀποτελεῖται ἐκ σωλῆνος, ὁ ὁποῖος, εἰς μὲν τὸ ἓν ἄκρον του, τὸ στρεφόμενον πρὸς τὸ παρατηρούμενον ἀντικείμενον, φέρει σύστημα φακῶν, καλούμενον **ἀντικειμενικόν**, εἰς δὲ τὸ ἄλλο ἄκρον του, ὅπου προσαρμύζεται ὁ ὀφθαλμὸς



Εικ. 49. Το διοπτρικό τηλεσκόπιο του Ἀστεροσκοπίου Πεντέλης· διάμετρος φακού 625 mm.

καὶ ἡ διακριτικὴ ἰσχὺς, ἀλλὰ καὶ ἡ μεγέθυνσις τοῦ τηλεσκοπίου. Ἐμπειρικῶς, ἰσχύει διὰ τὴν μεγέθυνσιν ὁ ἐξῆς κανὼν: ἡ ἐπιτυχανομένη δυνατὴ μεγέθυνσις εἶναι περίπου ἴση πρὸς τὸ τριπλάσιον τῆς διαμέτρου τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ, ἐκπεφρασμένης εἰς χιλιοστόμετρα. Π.χ., τηλεσκόπιο με ἀντικειμενικὸν φακόν, διαμέτρου 500 mm, μεγεθύνει τὰ ἀντικείμενα $3 \times 500 = 1500$ φορές.

δ'. Ἐξ ἄλλου, τὸ προσοφθάλμιον σύστημα ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο φακοῦς, φερομένους εἰς τὰ ἄκρα σωληνίσκου, οἱ ὅποιοι ἀπὸ κοινοῦ λειτουργοῦν ὅπως τὸ ἀπλοῦν μικροσκόπιο καὶ ἐπιτρέπουν τὴν μεγέθυνσιν τοῦ εἰδώλου τοῦ παρατηρουμένου ἀντικειμένου, τὸ ὅποιον σχηματίζεται εἰς τὴν ἐστίαν τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ.

ε'. Τηλεσκόπιο, με ἀντικειμενικὸν σύστημα ἐκ φακῶν, καλεῖται **διοπτρικόν**.

τοῦ παρατηρητοῦ, φέρει ἄλλο σύστημα φακῶν, καλούμενον **προσοφθάλμιον**.

γ'. Τὸ ἀντικειμενικόν σύστημα ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο φακοῦς, ἓνα ἀμφικύρτον, ἐκ στεφανυάλου καὶ ἓνα κοιλόκυρτον ἐκ πυριθιάλου. Οἱ δύο φακοὶ συνευνοῦνται κατὰ τρόπον, ὥστε ἡ μία κυρτὴ ἐπιφάνεια τοῦ ἀμφικύρτου νὰ ἐπικάθηται ἐπὶ τῆς κοίλης τοῦ κοιλόκυρτου, οὕτω δὲ νὰ σχηματίζεται ἓνας φακός. Οὗτος, λόγω τῆς διαφορετικῆς ὕλης τῶν μερῶν του καὶ τοῦ σχήματος των, ἐξουδετερώνει τὸ χρωματικὸν σφάλμα ἐκάστου τῶν μερῶν του.

Ὅσον μεγαλύτερα εἶναι ἡ διάμετρος τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ, τόσον εἶναι μεγαλύτερα

Β'. Κατοπτρικά τηλεσκόπια. α'. Είναι δυνατόν, αντί φακών, να χρησιμοποιηθῆ ὡς ἀντικειμενικὸν σύστημα κοίλου κάτοπτρον, ὑάλινον ἢ μεταλλικόν. Τότε, τὸ τηλεσκόπιον καλεῖται **κατοπτρικόν**.

β'. Προσφεύγομεν εἰς τὴν χρησιμοποίησιν κατόπτρων, διότι ἡ κατασκευὴ φακῶν, διαμέτρου μεγαλυτέρας τοῦ μέτρου, δὲν εἶναι εὐχερῆς, κυρίως, λόγῳ τῆς ἀνάγκης νὰ λειανθοῦν τέσσαρες ἐπιφάνειαι, ἀνὰ δύο δι' ἕκαστον φακόν· ἐνῶ εἰς τὰ κάτοπτρα λειαίνεται μία μόνον ἐπιφάνεια, ἡ ἀνακλαστικὴ.

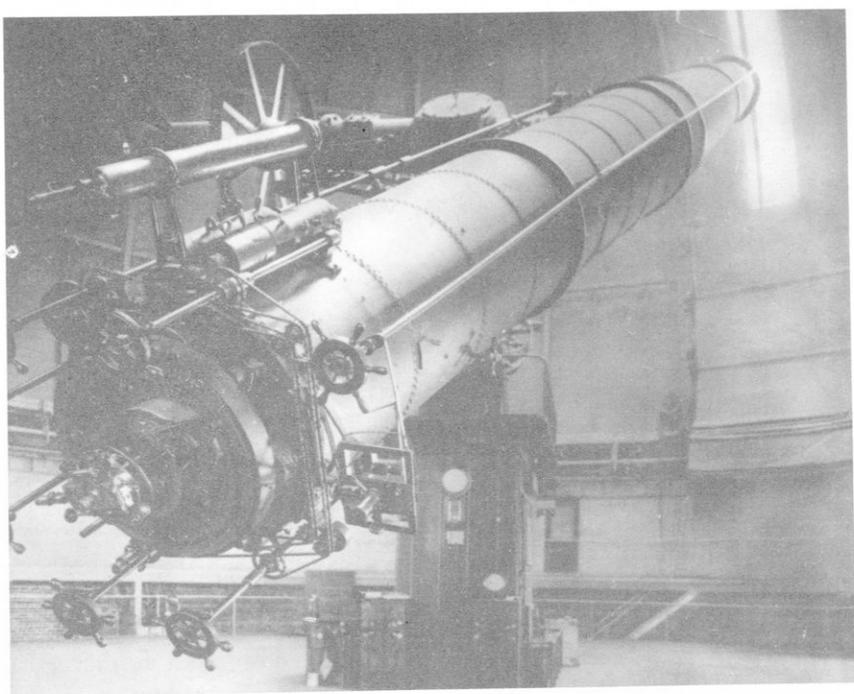
γ'. Τὰ διοπτρικά τηλεσκόπια εἶναι, ἐν γένει, καλλίτερα τῶν κατοπτρικῶν, ἀν καὶ τὰ τελευταῖα ὑπερέχουν τῶν πρώτων, κυρίως, διότι δὲν διαθλοῦν, ὅπως οἱ φακοί, τὰς ἀκτῖνας καί, ὡς ἐκ τούτου, τὰ εἰδωλά των δὲν εἶναι χρωματικά. Τὰ διοπτρικά εἶναι καλλίτερα, διότι εἶναι φωτεινότερα.

Γ'. Τὰ μεγαλύτερα τηλεσκόπια. α'. Τὰ μεγαλύτερα τῶν ὑπαρχόντων σήμερον (1969) τηλεσκοπίων εἶναι: ἐκ τῶν διοπτρικῶν μὲν, ἐκεῖνο τοῦ ἀστεροσκοπεῖου τοῦ Yerkes (Γέρκς) τῆς Ἀμερικῆς, διαμέτρου 1,02 m καὶ ἔστιακῆς ἀποστάσεως 19,3 m· ἐκ τῶν κατοπτρικῶν δέ, τὸ τηλεσκόπιον τοῦ ἀστεροσκοπεῖου τοῦ Palomar (Πάλομαρ), διαμέτρου 5 m καὶ ἔστιακῆς ἀποστάσεως 16,8 m.

β'. Εἰς τὴν Εὐρώπην τὸ μεγαλύτερον διοπτρικὸν τηλεσκόπιον εἶναι τοῦ ἀστεροσκοπεῖου τῆς Meudon (Μεντόν) τῶν Παρισίων, διαμέτρου 83 cm καὶ ἔστ. ἀποστάσεως 16,2 m. Ἐν Ἑλλάδι διατίθεται τὸ διοπτρικὸν τηλεσκόπιον τοῦ ἀστρονομικοῦ σταθμοῦ Πεντέλης, διαμέτρου 62,5 cm καὶ ἔστ. ἀποστ. 8,8 m, τὸ ὁποῖον, εἶναι ἓνα ἀπὸ τὰ μεγαλύτερα εἰς τὸν κόσμον.

Δ' Ἰσημερινὰ καὶ μεσημβρινὰ τηλεσκόπια.

α'. Τὰ τηλεσκόπια, τὰ ὁποῖα χρησιμεύουν διὰ τὴν ἔρευναν τῆς φυσικῆς καταστάσεως τῶν οὐρανίων σωμάτων καὶ γενικώτερον εἰς τὴν σπουδὴν τοῦ σύμπαντος, στηρίζονται ἐπὶ συστήματος δύο ἀξόνων. Ἐκ τούτων, ὁ ἓνας εἶναι σταθερὸς καὶ ἔχει τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου, καλεῖται δὲ **πολικὸς ἄξων**· ὁ ἄλλος φέρει εἰς τὸ ἐν ἄκρον του τὸ τηλεσκόπιον καὶ εἰς τὸ ἄλλο ἀντίβαρα ἰσοσταθμῆσεως, περιστρέφεται δὲ περὶ τὸν πρώτον, ἐπὶ τὸν ὁποῖον εἶναι κάθετος καὶ καλεῖται **ἄξων ἀποκλίσεως**. Ἐκ τῶν δύο κύκλων τοῦ συστήματος, ὁ ἓνας εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν πολικὸν ἄξονα καὶ μετρεῖ τὰς ὠριαίας γωνίας, διὰ τοῦτο δὲ καλεῖται **ὠριαῖος κύκλος**, ἐνῶ ὁ ἄλλος, κάθετος ἐπὶ τὸν ἄξονα ἀποκλίσεως, μετρεῖ τὰς ἀποκλίσεις καὶ καλεῖται **κύκλος τῶν ἀποκλίσεων**. Τὸ σύστημα τοῦτο ἐπιτρέπει νὰ σκοπεύσωμεν εὐχερῶς ἓναν ἀστέρα, ὅπουδῆποτε καὶ ἂν εὑρίσκεται οὔτως ἐπὶ τοῦ ὁρατοῦ μέρους τῆς οὐρανοῦ σφαίρας, ὅταν γνωρίζωμεν τὰς οὐρανογραφικὰς του συντεταγμένας

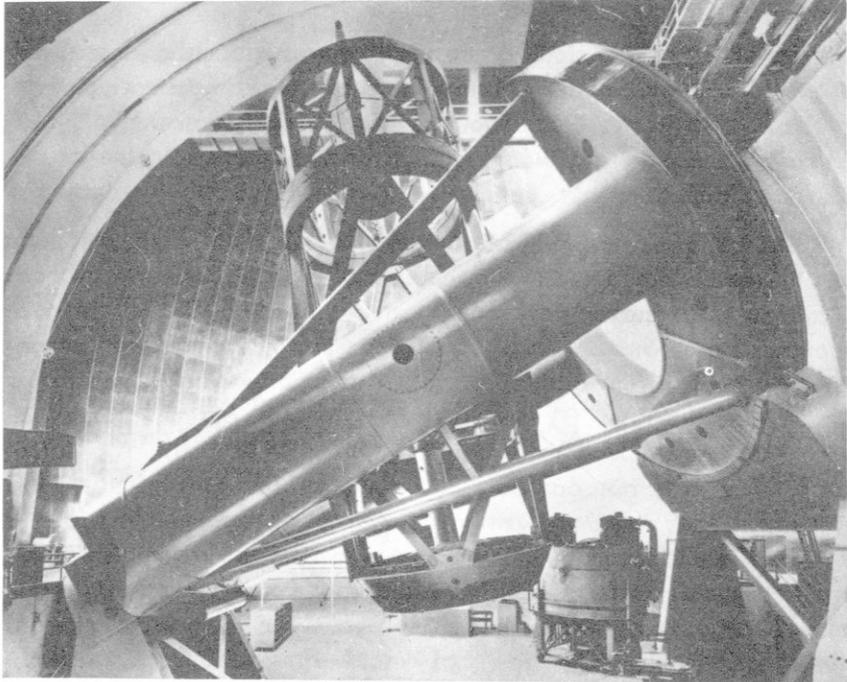


Εικ. 50. Τὸ μεγαλύτερον διοπτρικὸν τηλεσκόπιον τοῦ κόσμου, εἰς τὸ Ἀστεροσκοπεῖον Yerkes τῆς Ἀμερικῆς· διάμετρος φακοῦ 1,02 m.

καὶ τὸν ἀστρικὸν χρόνον (§ 137). Ἐπειδὴ δὲ εὐκόλως μετρῶνται ἐπ' αὐτοῦ ἡ ὠριαία γωνία καὶ ἡ ἀπόκλισις, αἱ ὁποῖαι ἀπὸ κοινοῦ καλοῦνται **ἡμεριναὶ συντεταγμένοι**, διὰ τοῦτο καὶ τὸ ὅλον σύστημα στηρίξεως καλεῖται **ἡμερινὸν** καὶ τὸ τηλεσκόπιον λέγεται τότε **ἡμερινὸν τηλεσκόπιον**.

β'. Μὲ τὴν βοήθειαν ὠρολογιακοῦ μηχανισμοῦ εἶναι δυνατὸν, ὅταν σκοπευθῇ κάποιος ἀστὴρ, νὰ τεθῇ τὸ τηλεσκόπιον εἰς κίνησιν ἐξ Α πρὸς Δ καὶ νὰ παρακαλουθῇ συνεχῶς τὸν ἀστέρα, ὁ ὁποῖος, ἐνῶ κινεῖται συνεχῶς, λόγω τῆς ἡμερησίας κινήσεως τῆς οὐρανοῦ σφαιράς (§ 121), ἐν τούτοις παραμένει σταθερῶς εἰς τὸ πεδῖον τοῦ τηλεσκοπίου. Ὁ ὠρολογιακὸς αὐτὸς μηχανισμὸς καλεῖται **ἀστροστάτης**, διότι σταματᾷ τὸν ἀστέρα εἰς τὸ πεδῖον τοῦ τηλεσκοπίου. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, διὰ τῶν ἡμερινῶν τηλεσκοπίων, εἶναι δυνατὴ ἡ εὐχερὴς ἔρευνα τῶν ἀστέρων διὰ μακρῶρων παρατηρήσεων, ὅταν τοῦτο χρειάζεται· ὅπως π.χ. εἰς τὴν φωτογραφησίαν των, ὅποτε ἀπαιτεῖται μακρὰ ἔκθεσις τῆς φωτογραφικῆς πλακῆς.

γ'. Ἐὰν τὸ τηλεσκόπιον προορίζεται μόνον διὰ τὸν καθορισμὸν τῶν συντεταγμένων τῶν ἀστέρων καὶ δι' αὐτῶν, διὰ τὴν εὔρεσιν τοῦ ἀκριβοῦς χρόνου (§ 137), τότε στηρίζεται κατὰ τρόπον, ὥστε νὰ κινῆται μόνον ἐκ Β πρὸς Ν, ἤτοι μόνον ἐπὶ τοῦ μεσημβρινοῦ ἐπιπέδου, διὰ τοῦτο δὲ καλεῖται **μεσημβρινὸν τηλεσκόπιον**.



Είκ. 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 μεσουράνησίν του, ὅποτε ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ του ἰσοῦται 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 μήκος, διὰ τοῦτο δὲ νὰ ἔχουν καὶ εὐρὺ ὀπτικὸν πεδίου, ὥστε νὰ φωτογραφίζουσι ἐκτάσεις ἀκόμη καὶ πολλῶν τετραγωνικῶν μοιρῶν τοῦ οὐρανοῦ, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ συνήθη τηλεσκόπια, διοπτρικά ἢ κατοπτρικά, τὰ ὁποῖα ἔχουν τόσον περισσότερον περιορισμένον ὀπτικὸν πεδίου, ὅσον εἶναι μεγαλύτερα. Τὸ πεδίου αὐτῶν πε-

ριορίζεται, συνήθως, εις ὀλίγα τετραγωνικά λεπτά τῆς μοίρας. Ἐξ ἄλλου, τὰ τηλεσκόπια Σμίτ ἤμποροῦν νὰ φωτογραφήσουν, εις βραχύν σχετικῶς χρόνον, πολὺ ἀμυδροὺς ἀστέρας, ἐνῶ εις τὰ συνήθη χρειάζεται πολὺ ὥρος ἐκθεσις, διὰ τὰ ἀμυδρὰ ἀντικείμενα ὅπως εἶναι οἱ μακρυνοὶ γαλαξίαι.

163. Εἰδικὰ ἀστρονομικὰ ὄργανα. α'. Διὰ τὴν εἰδικὴν σπουδὴν τῶν οὐρανίων σωμάτων, προσαρμύζονται εις 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 φωτογράφησιν 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, ἢ ὁποία ἄλλως θὰ καθίστατο ἀδύνατος, διότι αἱ ἀκτῖνες, συγκεντρούμεναι εις τὴν ἐστίαν τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ, εἶναι δυνατὸν νὰ καταστρέψουν τὸν ὀφθαλμὸν τοῦ παρατηρητοῦ ἐντὸς ὀλίγων δευτερολέπτων· ε) εἰδικοὶ ἐπίσης **ἠήμοι** (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 $\tau \epsilon \chi \nu \eta \tau \omicron \upsilon$ ἀστέρος, τοῦ ὁποίου τὸ μέγεθος μεταβάλλεται, νὰ καθορίζωμεν διὰ $\sigma \upsilon \gamma \kappa \rho \acute{\iota} \sigma \epsilon \omega \varsigma$ τὸ ὀπτικὸν μέγεθος τῶν ἀστέρων καί, συνεπῶς, τὴν λαμπρότητά των· καὶ β) ἐκεῖνα, εις τὰ ὁποῖα χρησιμοποιεῖται φωτοηλεκτρικὸν κύτταρον. Ὅταν ταῦτο προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ φωτὸς τοῦ ἀστέρος, δημιουργεῖται ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, τοῦ ὁποίου ἡ ἔντασις καθορίζει καὶ τὴν ἔντασιν τοῦ προσπίπτοντος εις τὸ κύτταρον ἀστρικοῦ φωτὸς.

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 **ἠλιακοὶ πύργοι**.

164. Ραδιοτηλεσκόπια. α'. Ἀφ' οὔτου, 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 ὅποια 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 γαλαξία, **ραδιογαλαξία**.

γ'. Τὸ μεγαλύτερον σήμερον (1969) ραδιοτηλεσκόπιον τοῦ κόσμου εὐρίσκεται εἰς Σίδνεϋ τῆς Αὐστραλίας, αἱ δὲ κεραταὶ του ἔχουν μῆκος 500 m. Εἰς τὴν Εὐρώπην, τὸ πλέον ἀξιόλογον ραδιοτηλεσκόπιον εὐρίσκεται εἰς Jodrell Bank (Τζόντρελ Μπάνγκ) τῆς Ἀγγλίας, τὸ δὲ κάτοπτρόν του, ἔχει ἄνοιγμα 76 m.

Ἀσκήσεις

182. Δικαιολογήσατε διατὶ 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. Διατὶ 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 αὐτὴν τοῦ σχολείου.

186. Διατὶ, ἂν γνωρίζωμεν τὴν ἀκριβῆ στιγμὴν τῆς ἀληθοῦς μεσημβρίας, εἶναι δυνατόν νὰ ὀρίσωμεν ἀμέσως, διὰ τῆς σκιαῶς τοῦ γνώμονος, τὴν διεύθυνσιν τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς;

Εισαγωγή. Τὰ ταξίδια εἰς τὸ διάστημα καὶ ἡ ἀστροναυτικὴ ἔχουν τὴν ἱστορίαν των. Ἡ πρώτη ἀρχὴ των βυθίζεται εἰς τὴν ἑλληνικὴν προϊστορίαν. Ὁ μυθικὸς Ἴκαρος ἐπέταξε πρῶτος εἰς τὸ διάστημα, διὰ τεχνητῶν 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 ἑνὸς ταξιδίου εἰς τὸν Ἄρην, φανταζόμενος ὅτι κατοικεῖται ὑπὸ μικρῶν ἀνθρωποειδῶν ὄντων, εὐρισκομένων ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν ἀρνητικῆς βαρύτητος.

Ὁ Ρώσος K. Tsiolkovsky (Τσιολκόβσκι), κατὰ τὴν περίοδον 1883 - 1914, ἐξετάζει προβλήματα μηχανικῆς εἰς χώρον μὴ ὑποκείμενον 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.

Ἀκολουθῶς οἱ Γερμανοὶ H. Oberth (Ὁμπερθ), W. Hohmann (Ὁμαν) καὶ W. Ley (Λῆ), δημοσιεύουν μελέτας περὶ πυραύλων καὶ περὶ τοῦ τρόπου κατακτήσεως τῶν οὐρανίων σωμάτων.

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 Χ. Οὐέλς, οἱ ὁποῖοι ἐφαντάσθησαν καὶ προείδον πολλὰς τοιαύτας ἀνακαλύψεις, μὲ πολλὴν ἐπιτυχίαν.

Ἀπὸ τοῦ ἔτους 1937 οἱ Γερμανοὶ ἀρχίζουν εὐρὴ πρόγραμμα κατασκευῆς πυραύλων μὲ κυρίως ὑπεύθυνον τὸν Wernher von Braun (Βέρνερ φὸν Μπράουν)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 ἐρεῦνης, γεννηθεὶς τὸ 1912. Ἀπὸ τοῦ 1946 ἐργάζεται ἐν Ἀμερικῇ. Τὸ 1958 ἐξετόξευσε τὸν πρῶτον ἀμερικανικὸν δορυφόρον «Explorer». Θεωρεῖται ὡς ὁ μεγαλύτερος εἰδικὸς ἐπὶ τῆς ἐρεῦνης τοῦ διαστήματος, διὰ τῶν διαστημοπλοίων.

μανοί βομβαρδίζουν την 'Αγγλίαν κατά τόν Β' Παγκόσμιον Πόλεμον.

Μεταπολεμικῶς, οἱ πύραυλοι ἐτελειοποιήθησαν καί εἰς τὸ πρόγραμμα τοῦ Διεθνoῦς Γεωφυσικοῦ Ἔτους 1957 - 1958 περιελήφθη καί 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, ἰατροὶ — ἀπὸ 66 Χώρας, ἐκτέλεσαντες παρατηρήσεις καί ἐρεῦνας ἀπὸ περισσοτέρους τῶν 2.000 σταθμῶν. Ἡ Διεθνῆς ἐκείνη συνεργασία ἔδωσε μεγάλην ὠθησιν εἰς τὴν ὄλην πρόοδον τῆς ἐπιστήμης καί 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 , καί γ ἡ ὑπὸ ταύτης προσδιδόμενη ἐπιτάχυνσις, ἰσχύει ἡ σχέση :

$$F = M \cdot \gamma.$$

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 ». Ἦτοι :

$$F = G \frac{M_1 M_2}{\gamma^2}$$

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 ἀναπτύξη σῶμα, ἐκτοξευόμενον ἐκ τῆς ἐπιφανείας πλανήτου (ἢ δορυφόρου), διὰ νὰ ὑπερνικήσῃ τὴν ἔλξιν καὶ νὰ φύγῃ εἰς τὸ διάστημα, ὑποτιθεμένου, ὅτι δὲν ὑπάρχει ἀντίστασις εἰς τὴν κίνησίν του. Τοῦτο ἐκφράζεται ὑπὸ τῆς σχέσεως :

$$V^2 = 2G \frac{M}{R}$$

όπου V είναι η ταχύτης διαφυγής, M ή μάζα του σώματος (τής γής ή τυχόντος πλανήτη) και R η ακτίς αυτού.

Ἡ ταχύτης διαφυγής ἐκ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, μὴ λαμβανομένης ὑπ' ὄψιν τῆς ἀντιστάσεως τῆς ἀτμοσφαίρας, εἶναι 11,18 km/sec, ἐκ τῆς σελήνης 2,38 km/sec καὶ ἐκ τοῦ ἡλίου 618 km/sec.

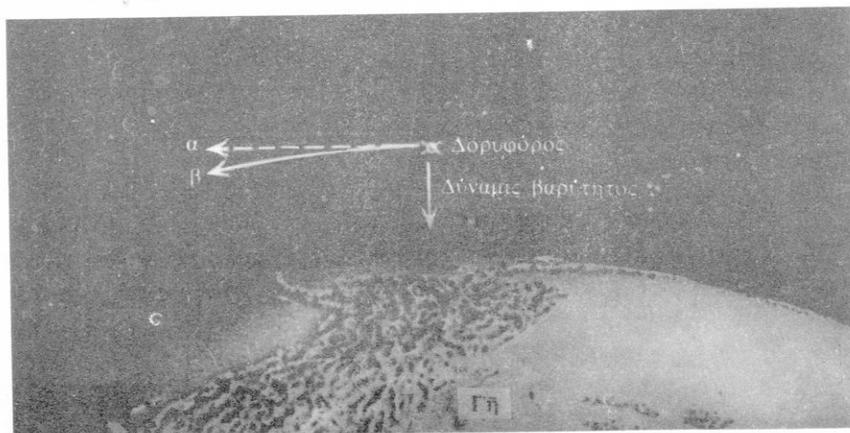
β'. Ἡ ταχύτης διαφυγής ἐλαττώνεται, καθ' ὅσον τὸ μικρὸν σῶμα ἀπομακρύνεται τοῦ μεγαλυτέρου σώματος (πίναξ I). Ἐὰν τὸ μικρότερον σῶμα ἔχη ταχύτητα μικροτέραν τῆς ταχύτητος διαφυγῆς, τοῦτο οὐδέποτε ἐγκαταλείπει τὸ κύριον σῶμα· ἢ περιφέρεται περὶ τὸ μεγαλύτερον ἢ πίπτει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας του.

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 ἀνά πάσαν στιγμὴν ἡ φυγόκεντρος δύναμις ἰσοφαρίζει τὴν ἔλξιν τῆς γῆς. Ἰσχύουν δηλαδὴ συγχρόνως οἱ ἀνωτέρω δύο νόμοι τῆς Μηχανικῆς. Ἐὰν ἴσχυε μόνον ὁ πρῶτος νόμος, ἡ σελήνη ἢ ὁ τεχνητὸς



Σχ. 52.

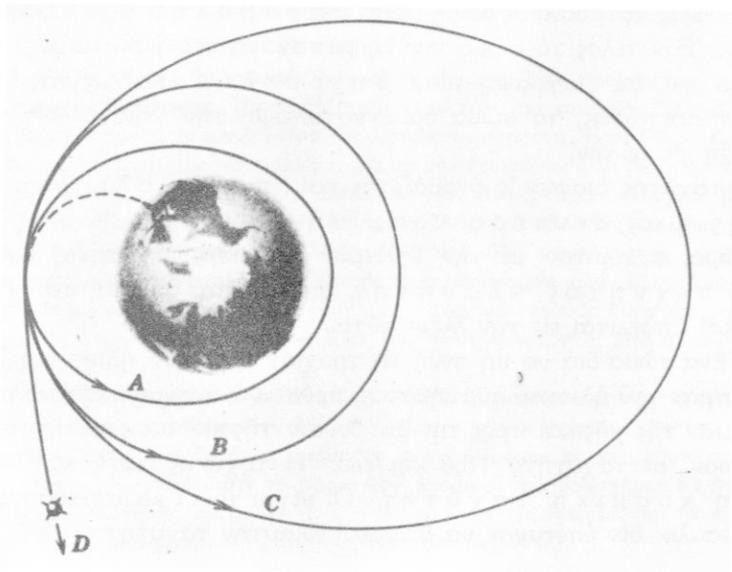
δορυφόρος θὰ ἐκινεῖτο εὐθυγράμμως καὶ ὁμαλῶς. Ἡ γῆ ὁμως, κατὰ τὸν νόμον τοῦ Νεύτωνος (ἐλξεως), ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῆς σελήνης καὶ οὕτω κινεῖται αὐτὴ ἐπὶ κυκλικῆς περιπέτου τροχιᾶς. Τὸ ἴδιον ἰσχύει καὶ περὶ τῶν τεχνητῶν δορυφόρων, τῶν περιφερομένων περὶ τὴν γῆν (σχ. 52, τροχιὰ β).

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 ἀκτίνα τῆς τροχιᾶς τοῦ δορυφόρου καὶ ἀπὸ τὴν μᾶζαν τῆς γῆς. Ἡ μέση ἀκτίς καὶ τὸ σχῆμα (ἢ μορφή) τῆς τροχιᾶς ἐξαρτῶνται α) ἀπὸ τὸ ὕψος, εἰς τὸ ὁποῖον ὁ δορυφόρος θὰ τεθῆ εἰς τὴν τροχιάν, προωθούμενος ὑπὸ τοῦ πυραύλου· β) ἀπὸ τὴν ταχύτητα, τὴν ὁποίαν θὰ ἔχη ὁ δορυφόρος, κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς εἰσόδου του εἰς τὴν τροχιάν· καὶ γ) ἀπὸ τὴν διεύθυνσίν του, ὡς πρὸς τὸν γήϊνον ὀρίζοντα.

β'. Διὰ νὰ κινηθῆ ἓνας δορυφόρος ἐπὶ κυκλικῆς τροχιᾶς (σχ. 53 τροχιὰ Β) θὰ πρέπει ἡ ταχύτης του, εἰς τὸ ἀντίστοιχον ὕψος, νὰ εἶναι ὠρισμένη.

Ὁ Πίναξ II δίδει τὰς σχετικὰς τιμὰς:

Σχ. 53.



239

ΠΙΝΑΞ ΙΙ

Ύψος τροχιάς km	Κυκλ. ταχύτης km/sec	Χρόνος περιφοράς ήμ. 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.

Ἐάν ἡ ταχύτης εἶναι μικροτέρα ἀπὸ ἐκείνην ποὺ δίδει κυκλικὴν τροχιάν καὶ ἡ διεύθυνσις τῆς τροχιάς εἶναι παράλληλος πρὸς τὸν τοπικὸν ὀρίζοντα, τότε ὁ δορυφόρος θὰ διαγράψῃ τὴν ἔλλειπτικὴν τροχιάν Α. Ἐάν δὲ ἡ ταχύτης εἶναι μεγαλυτέρα τῆς κυκλικῆς ταχύτητος, τότε θὰ διαγράψῃ τὴν ἔλλειπτικὴν τροχιάν Β (Σχ. 53).

168. Αἱ τρεῖς κοσμικαὶ ταχύτητες. α'. Ἡ ταχύτης, τὴν ὁποίαν πρέπει νὰ ἔχη ἓνα σῶμα εἰς ὠρισμένον ὕψος, διὰ νὰ τεθῆ εἰς κυκλικὴν τροχιάν, ὀνομάζεται πρῶτη κοσμικὴ ταχύτης.

β'. Ὄταν ἓνα σῶμα ἀποκτήσῃ τὴν ταχύτητα διαφυγῆς, ἦτοι 11,2 km/sec, τότε θὰ διαγράψῃ μίαν παραβολὴν (σχ. 53, τροχιά D). Ἐάν τέλος τὸ σῶμα κινήθῃ μὲ ταχύτητα μεγαλυτέραν τῶν 11,2 km/sec, θὰ διαγράψῃ μίαν ὑπερβολήν. Καὶ εἰς τὰς δύο αὐτὰς περιπτώσεις, τὸ σῶμα θὰ ἐγκαταλείψῃ τὴν γῆν καὶ δὲν θὰ ἐπανέλθῃ εἰς αὐτήν.

Ἡ ταχύτης διαφυγῆς ὀνομάζεται καὶ παραβολικὴ ταχύτης ἢ καὶ δευτέρη κοσμικὴ ταχύτης.

Σῶμα, κινούμενον μὲ τὴν δευτέραν κοσμικὴν ταχύτητα, καθίσταται τεχνητὸς πλανήτης, περιφέρεται δηλαδὴ περὶ τὸν ἥλιον καὶ ὑπόκειται εἰς τὴν ἔλξιν αὐτοῦ.

γ'. Ἐνα σῶμα διὰ νὰ μὴ τεθῆ εἰς τροχιάν 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, ἔλλείπει πυκνοῦ στρώματος ἀέρος, δὲν δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν ἔλικες, 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 ἄ σ ε ω ς κ α ἰ ἄ ν τ ἰ δ ρ ἄ σ ε ω ς :

$\Delta\rho\tilde{\alpha}\sigma\iota\varsigma = \text{Ἀντίδρασις.}$

Προκαλοῦμεν καῦσιν, ἢ 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, οὔτω 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 ἐξελίσεται. 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 βᾶρος τῆς καυσίμου ὕλης. Διὰ νὰ ἐπιτύχωμεν π.χ. καῦσιν 273 gr ἄνθρακος, ἀπαιτοῦνται 727 gr ὀξυγόνου, ὅποτε παράγεται ἐνέργεια 2,64 κιλοβαττωρίων. Διὰ νὰ προωθησῶμεν εἰς τὸ διάστημα ἓνα κιλὸν ὕλης, ἀπαιτοῦνται 6,56 kgf μίγματος ἄνθρακος καὶ ὀξυγόνου. Ὑπάρχει ἐνταῦθα δυνατότης χρησιμοποίησεως ἀτόμων διαφόρων στοιχείων, τὰ ὅποια εὐρίσκονται ὑπὸ εἰδικὴν χημικὴν κατάστασιν.

δ'. Ἰδεώδης λύσις, ἐν προκειμένῳ, θὰ ἦτο ἡ χρησιμοποίησις τῆς ἀτομικῆς ἐνεργείας. Θὰ εἶχουμεν ἐλάχιστον βᾶρος καυσίμου ὕλης, ἐν σχέσει μὲ τὴν παραγομένην ἐνέργειαν. Δὲν δυνάμεθα ὁμως ἀκόμη νὰ προχωρήσωμεν εἰς τὴν λύσιν αὐτὴν, διὰ δύο λόγους. Πρῶτον, διότι τὸ βᾶρος τοῦ ἀτομικοῦ ἀντιδραστήρου θὰ ἦτο τεράστιον· καὶ δεύτερον, διότι δὲν εἶναι εὐκόλον νὰ μετατρέψωμεν τὴν παραγομένην ἀτομικὴν ἐνέργειαν εἰς κινητικὴν ἐνέργειαν (ἐπιτάχυνσιν).

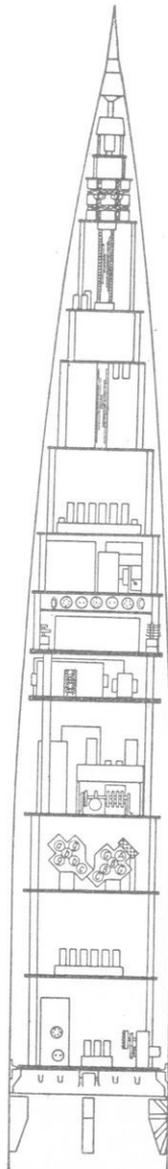
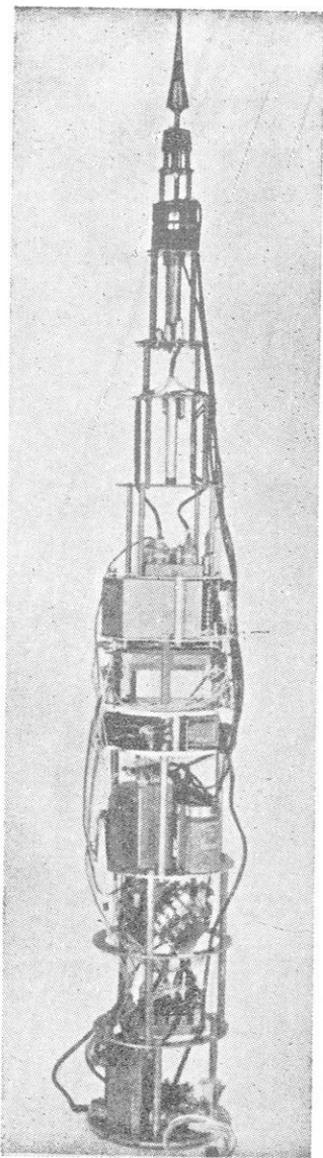
Παραδείγματα παραγωγής ενέργειας.

Καύσιμος ύλη	1 kgρ καυσίμου δίδει ενέργειαν:	Ἀπαιτούμενον ποσόν καυσίμων, διὰ 17,4 κι- λοβατώρια.
Οινόπνευμα + όξυγόνον	2,43 Κιλοβατώρια	7,2 kgρ
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 mgρ
Μεταστοιχ. Η εις He	2.10 ⁸ »	0,09 »

ε'. Ἐχουν κατασκευασθῆ διαφόρων τύπων πύραυλοι. Ἐνας ἐξ αὐτῶν εἶναι ὁ πύραυλος Aerobee - 11 (εἰκ.52), ὁ ὁποῖος εἶχεν ὡς σκοπὸν τὴν ἔρευναν τῆς ἀνωτέρας ἀτμοσφαιρας τῆς γῆς, δι' εἰδικῶν ὀργάνων, τὰ ὁποῖα ἔφερον ἐντὸς αὐτοῦ. Ἐτερος τύπος πυραύλου εἶναι ὁ Ζεὺς C, ὁ ὁποῖος ἀποτελεῖται ἀπὸ τρεῖς ὀρόφους, προορίζεται δέ, δι' ἐκτοξεύσεις δορυφόρων καὶ τοποθέτησιν τούτων ἐπὶ τροχιάς 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 βάρους 100 τόννων.

170. Τοποθέτησις δορυφόρου ἐπὶ τροχιάς. α'. Ἐπειδὴ ἡ γῆ περιστρέφεται περὶ τὸν ἀξονά 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 ἰσημερινόν, ἡ ἐφαπτομενικὴ ταχύτης περιστροφῆς τῆς γῆς εἶναι 465 m/sec· εἰς γεωγραφικὸν πλάτος 30⁰ γίνεται 402 m/sec καὶ εἰς πλάτος 45⁰ 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. ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ

ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗΣ GEIGER
ΕΝΤΟΣ ΜΟΛΥΒΔΙΝΟΥ
ΘΩΡΑΚΟΣ

ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗΣ GEIGER
ΑΝΕΥ ΘΩΡΑΚΟΣ

ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗΣ GEIGER
ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΔΙΑΒΑΘΜ.
ΚΡΟΥΣΕΩΣ

ΠΟΜΠΟΙ, ΞΗΡΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΠΙΝΑΞ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

ΚΙΝΗΤΗΡ, ΗΘΜΟΣ, ΣΥΣ-
ΣΩΡΕΥΤΑΙ, ΥΨ. ΤΑΣΕΩΣ

ΜΑΓΝΗΤΟΜΕΤΡΑ
ΜΑΓΝ. ΒΑΘΜΟΝΟΜΟΣ

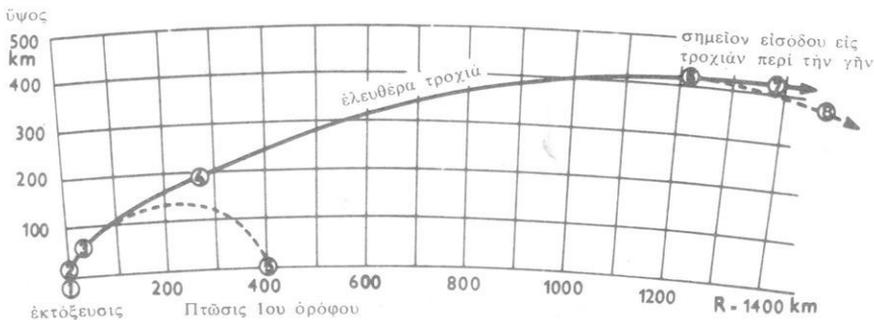
ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΑ ΚΟΣΜΙΚΩΝ
ΑΚΤΙΝΩΝ-ΑΝΕΥ ΘΩΡΑΚΟΣ

ΚΥΚΛ. ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΑ

ΦΩΤΟΕΝΙΣΧΥΤΗΣ

ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΑ

Εικ. 52. Ο πύραυλος Aerobee-A-11. Το παραπλεύρως διάγραμμα δεικνύει τὰς θέσεις τῶν ὀργάνων μετρήσεως τῆς κοσμικῆς ἀκτινοβολίας, τοῦ γηίνου μαγνητικοῦ πεδίου κλπ.



Σχ. 54.

χῶς ἀνυψούμενος, φθάνει εἰς τὸ σημεῖον, εἰς τὸ ὁποῖον θὰ τοποθετηθῆ εἰς τροχίαν, κυκλικήν ἢ ἔλλειπτικήν (θέσις 6). Τοῦτο ὑπολογίζεται ἐκ προτέρου, ἀναλόγως τοῦ προγράμματος, τὸ ὁποῖον ἔχει νὰ ἐκτελέσῃ ὁ δορυφόρος. Κανονίζεται τὸ ὕψος καὶ ἀναλόγως αὐτοῦ καὶ τῆς διευθύνσεως τῆς τροχιάς, ρυθμίζεται ἡ ταχύτης τοῦ δορυφόρου, ὥστε νὰ τοποθετηθῆ εἰς τὴν προὔπολογισθεῖσαν τροχίαν.

Μετὰ τὴν καῦσιν (2 - 3 λεπτὰ 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 ἐλευθέρη πτήσις (θέσις 4) λόγω ἀδρανείας. Εἰς τὸ χρονικὸν αὐτὸ διάστημα ἐπεμβαίνουν οἱ σταθμοὶ ἐλέγχου, οἱ εὑρισκόμενοι ἐπὶ τῆς γῆς, οἱ ὁποῖοι παρακολουθοῦν τὸ ὄχημα. Οἱ σταθμοὶ οὗτοι ἐξετάζουν, ἐὰν τὸ ὄχημα ἀνῆλθεν εἰς τὸ κανονικὸν ὕψος, μετὰ τὴν κανονικὴν ταχύτητα καὶ τὴν ἐπιθυμητὴν κλίσιν ὡς πρὸς τὸν ὀρίζοντα.

Εἰς περίπτωσιν, κατὰ τὴν ὁποίαν ὑπάρχουν ἀποκλίσεις εἰς τὴν τροχίαν, εἶναι δυνατὸν νὰ προσδιορισθοῦν ταχύτατα, δι' ἠλεκτρονικῶν ὑπολογιστῶν, αἱ ἀναγκαῖαι διορθώσεις (διεύθυνσις 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. Ὀλίγον μετὰ τὸ τέλος τῆς καύσεως καὶ αὐτοῦ, ἀκολουθεῖ ὁ ἀποχωρισμὸς τοῦ δορυφόρου, διὰ πυροδοτήσεως μικρῶν πυραύλων (ἐκρήξεων). Τοῦτο συμβαίνει εἰς τὸ σημεῖον τῆς εἰσόδου τοῦ δορυφόρου εἰς τροχίαν (θέσις 6) ἢ ὅποια συμπίπτει μετὰ 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, ἐὰν ὁ δορυφόρος ἔχη ὁ ἴδιος μικροὺς πυραύλους μετὰ κινητήρας, οἱ ὅποιοι τίθενται εἰς ἐνέργειαν, διὰ σημάτων ἐκ τῆς γῆς.

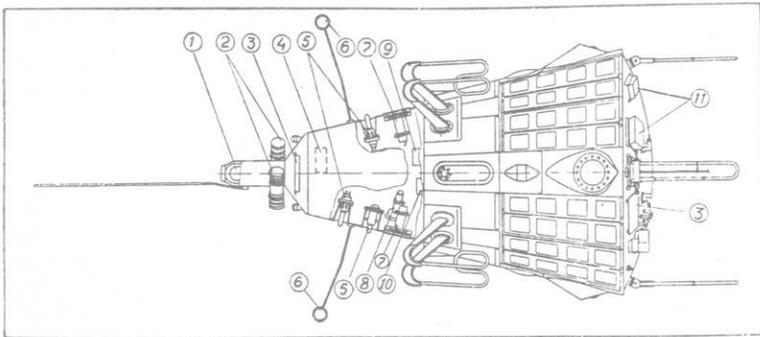
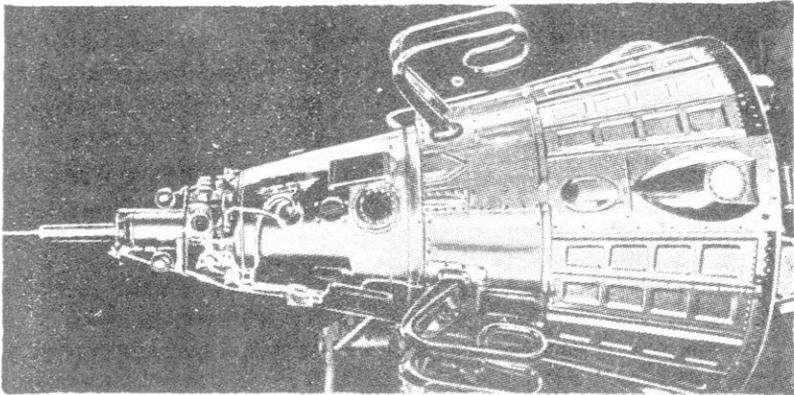
γ'. Ἡ διάρκεια ζωῆς τοῦ δορυφόρου, δηλαδὴ ὁ χρόνος καθ' ὃν οὗτος θὰ κινῆται ἐπὶ τῆς τροχιάς του, ἐξαρτᾶται κυρίως ἀπὸ τὸ ὕψος, εἰς τὸ ὅποιον περιφέρεται καὶ ἀπὸ τὴν μορφήν τῆς τροχιάς του. Ἐὰν κινῆται πλησίον τῆς γῆς, ὅπου ἡ ἀτμόσφαιρα εἶναι κάπως πυκνὴ, λόγῳ τῆς τριβῆς, οὗτος θὰ περιφέρεται ὀλιγον ἐπὶ μικροτέρας τροχιάς, διότι ὑπόκειται συνεχῶς εἰς βραδείαν « πτώσιν », πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ πλανῆτου μας. Ἐπίσης, ἐὰν ἡ τροχία του εἶναι πολὺ ἐλλειπτικὴ καὶ πάλιν ἡ διάρκεια ζωῆς του εἶναι σχετικῶς μικρά. Συνήθως, κυμαίνεται ἀπὸ μερικoὺς μῆνας (Telstar 1), μέχρι 10.000 ἔτη ἢ καὶ περισσώτερον (Syncom 1, Vela 1, 2 κ.λπ.), ὅπως προβλέπεται δι' αὐτοῦς.

171. Ἐρευναι διὰ τῶν τεχνητῶν δορυφόρων. α'. Ἀπὸ τῆς 4ης Ὀκτωβρίου 1957, ὅποτε ἐτέθη εἰς τροχίαν ὁ δορυφόρος Sputnik I, μέχρι σήμερον (1969), ἔχουν ἐκτοξευθῆ πολλοὶ ἑκατοντάδες τεχνητῶν δορυφόρων, μετὰ 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 ἀτμοσφαιρας μεταβάλλεται μεταξὺ ἡμέρας καὶ νυκτὸς ἢ μετὰς ἐποχὰς τοῦ ἔτους. Εἰς τὸ ὕψος τῶν 500 km ἡ πυκνότης της, κατὰ τὴν ἡμέραν, εἶναι 3 - 4 φορὰς μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν πυκνότητα κατὰ τὴν νύκτα καὶ εἰς τὰ 1.500 km ἡ πυκνότης κατὰ τὴν ἡμέραν εἶναι 80 φορὰς μεγαλυτέρα τῆς νυκτερινῆς πυκνότητος. Ὁ Sputnik I διέγραψεν ἐλλειπτικὴν 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 γηϊνῆς ἀτμοσφαιρας εἰς μεγάλα ὕψη, καθὼς καὶ τὰς διαφοροὺς ἀκτινοβολίας (ἀκτίνες X,

υπεριώδη ακτινοβολίαν κ.λπ.). Ήμέτρησαν επίσης τούς μετεωρίτας, τούς κινουμένους εις τὸ διάστημα, οἱ ὅποιοι εἶναι ἀδύνατον νὰ μετρηθοῦν δι' ἄλλων ὀργάνων. Ἰδιαιτέρως, ὁ Explorer 6 (1959) ἔμέτρησε



Εἰκ. 53. Ὁ Σπούτικ III. Εἰς τὸ διάγραμμα : 1. Μαγνητόμετρον· 2. Φωτο-ἐνισχυταὶ μετρήσεως τῆς ἡλιακῆς σωματιακῆς ἀκτινοβολίας· 3. Ἡλιακοὶ συσσωρευταί· 4. Ὁρῶνα 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. Ὁρῶνον ἀναγραφῆς βαρέων πυρήνων κοσμικῆς ἀκτινοβολίας· 10. Ὁρῶνον μετρήσεως τῆς ἐντάσεως πρωτογενοῦς κοσμικῆς ἀκτινοβολίας· 11. Μηχάνημα ἀναγραφῆς μικρομετεωριτῶν. Ὁ Σπούτικ III περιεῖχε καὶ ραδιοτηλεμετρικὰ συστήματα, μηχανῆμα χρονικοῦ προγραμματισμοῦ, χημικοὺς συσσωρευτάς κ. ἄ.

τὸ μαγνητικὸν πεδίου τῆς γῆς, τὰς ζώνας ἀκτινοβολίας καὶ τὴν μετὰδοσιν τῆς ραδιοακτινοβολίας. Τὸ ὕψος τῆς τροχιᾶς τοῦ ἑκυμαίνοτο μεταξύ 245 km (περίγειον) καὶ 42.500 km (ἀπόγειον).

γ'. Βραδύτερον (1962), ἄλλοι δορυφόροι ἔφερον μεθ' ἑαυτῶν μικρὰ τηλεσκόπια καὶ ἄλλα ἀστρονομικὰ ὄργανα, μετὰ ὅποια ἐξετέλεσαν ἐνδιαφερούσας παρατηρήσεις τοῦ ἡλίου, διότι ἐκεῖ ὑψηλὰ δὲν ἐμποδίζει εἰς τοῦτο ἡ ἀτμόσφαιρα τῆς γῆς. Αὐτοὶ οἱ δορυφόροι ὠνομάσθησαν «τ ρ ο χ ι α κ 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 μετὰ τὰ ὀνόματα Τίρος καὶ Nimbus ἐστάλησαν μετὰ εἰδικὸν πρόγραμμα μελέτης τῆς ἀτμοσφαιρας, τὸ ὁποῖον ἀνεφέρετο εἰς τὴν πρόγνωσιν τοῦ καιροῦ. Μερικοὶ δορυφόροι διατρέχον τὸν πλανήτην μας παραλλήλως πρὸς τὸν ἰσημερινόν, ἄλλοι δὲ διέρχονται διὰ τῶν δύο πόλων, διὰ τὸ νὰ γίνεταί μελέτη ὀλοκλήρου τῆς ἀτμοσφαιρας. Αὐτοὶ εἶναι οἱ μετεωρολογικοὶ δορυφόροι. Ὁ Τίρος 7 ἔστειλε πλέον τῶν 250.000 φωτογραφιῶν νεφῶν, ἐκ τῶν ὁποίων 199.000 ἐχρησιμοποιήθησαν ὑπὸ τῆς ἐπιστήμης. Κατὰ τὰ ἔτη 1962 καὶ 1963, μετὰ τὴν βοήθειαν τῶν μετεωρολογικῶν δορυφῶρων, ἀνεκαλύφθησαν καὶ ἐνετοπίσθησαν 827 κυκλῶνες καὶ ἐπετεύχθη ἡ διάσωσις χιλιάδων ἀνθρώπων, κυρίως εἰς τοὺς ὠκεανούς.

ε'. Ἐχομεν ἀκόμη καὶ τοὺς τηλεπικοινωνιακοὺς δορυφόρους, οἱ ὅποιοι χρησιμοποιοῦνται εὐρέως διὰ τὴν εὐκολον καὶ ταχυτάτην ἀναμετάδοσιν εἰδήσεων μεταξὺ τῶν ἠπείρων, 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 μεταβιβάζη 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 προσδιορίζουν μετὰ 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 πλοῦτου.

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 ἐξεπὸνήσε τὰ σχέδια ἐξέδρας, ἡ ὁποία θὰ περιφέρεται 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 ἔρευναν τοῦ διαστήματος, διὰ τὴν ἐπιστημονικὴν πρόοδον, ἀλλὰ καὶ διὰ τὴν διατήρησιν τῆς εἰρήνης (ἢ διὰ τὸν ἐξαφανισμὸν τοῦ πολιτισμοῦ μας), δύναται νὰ κατασκευασθῇ. Διὰ πολλοὺς λόγους, ἡ κατασκευὴ τοῦ Σταθμοῦ αὐτοῦ εἶναι ἀναπόφευκτος ἀνάγκη, οὐχὶ δὲ ὀλιγώτερον 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 συνεχῆ διαμονὴν 20 ἢ καὶ περισσοτέρων ἀτόμων, τὰ ὁποῖα θὰ ἐκτελοῦν ὠρισμένα προγράμματα ἐρεύνης. Θὰ ἐγκαταστασθῇ εἰς αὐτὴν καὶ εἰδικὸν ἀστεροσκοπεῖον. Δύναται ὁμως 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 ἕναν ἄλλον σκοπὸν. Θὰ δύναται 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 ὑπάρχη 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 ἕνα 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 κατασκευὴν, ὥστε, κατὰ τὴν συνάντησιν των εἰς τὸ διάστημα, νὰ δύναται νὰ συναρμολογηθοῦν μεταξύ των καὶ περισσότεροι τῶν δύο μαζὶ 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 ἔξοδα τῆς κατασκευῆς τῆς εἰς 4 δισεκατομμύρια δολλάρια.

173. Διαστημόπλοια. Α'. Γενικά. α'. Εἰς τὸ εὐρύτερον πρόγραμμα ἐρεύνης τοῦ διαστήματος, περιλαμβάνεται καὶ ἡ ἀποστολὴ

διαστημοπλοίων εις τὸν πέραν τοῦ πεδίου ἔλξεως τῆς γῆς χῶρον, ἢ ὁποία ἤδη μερικῶς ἔχει πραγματοποιηθῆ.

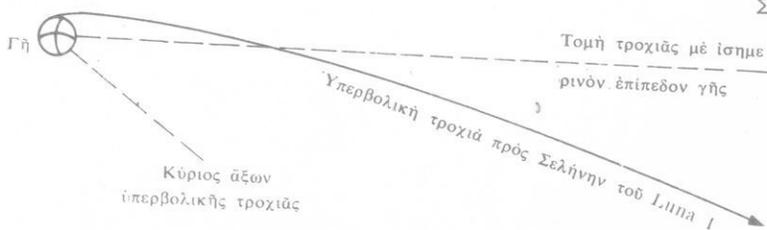
Τὰ διαστημόπλοια ἔχουν σκοπὸν νὰ ἐρευνήσουν: α) Τὸν χῶρον, ὁ ὁποῖος ὑπάρχει μεταξύ γῆς, σελήνης, πλανητῶν καὶ τοῦ ἡλίου καὶ β) τὰ ἄλλα οὐράνια σώματα, ὅπως εἶναι ἡ σελήνη, ἡ Ἄφροδίτη, ὁ Ἄρης καὶ οἱ ἄλλοι πλανῆται.

β'. Εἰς τὴν ἐπιτυχίαν ἀποστολῆς διαστημοπλοίων εἰς τὸ διάστημα συνετέλεσαν πρωτίστως δύο παράγοντες. Ἡ τεχνικὴ ἐπιστήμη, μὲ τὴν βοήθειαν τῆς ὁποίας ἐσχεδιάσθησαν καὶ κατασκευάσθησαν ἰσχυροὶ πύραυλοι ἐκτοξεύσεως μεγάλων μαζῶν, εἰδικαὶ διαστημοσκευαὶ μὲ ἄρτιον ἐξοπλισμὸν καὶ ἐξαιρετὰ ἠλεκτρονικὰ συστήματα παρακολουθήσεως καὶ ἐλέγχου τῶν διαστημικῶν πτήσεων· ἀλλὰ 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 διαστημόπλοιο, τὸ ὁποῖον ἐξετοξεύθη μὲ τὸν σκοπὸν νὰ καταστῆ τεχνητὸς πλανῆτης, ἦτο τὸ ρωσσικὸν Luna 1 (2-1-1959). Διῆλθε πλησίον τῆς σελήνης καὶ διετήρησεν ἐπαφὴν μὲ τὴν γῆν, μέχρι τῆς ἀποστάσεως τῶν 6.000.000 km. Ἦκολούθησεν ὑπερβολικὴν 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 πλανῆτης Pioneer 4, ὁ ὁποῖος διῆλθεν 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 διαστημόπλοιο, τὸ ὁποῖον ἐφθασεν εἰς τὴν σελήνην, ἐπροχώρησεν πέραν αὐτῆς καὶ ἠκολούθησεν ἑλλειπτικὴν τροχίαν, ἐπλησίασεν δὲ ἐκ νέου τὸν πλανῆτην μας, εἶναι ὁ Luna 3. Ανεχώ-

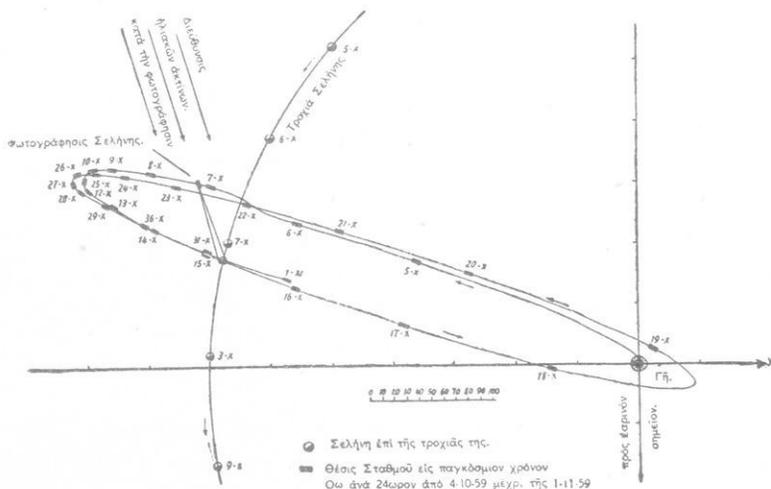


Σχ. 55.

ρησεν ἐκ τῆς γῆς τὴν 4-10-1959. Τὴν 6ην πρὸς 7ην Ὀκτωβρίου εὐρίσκετο ὀπισθεν τῆς σελήνης (σχ. 56) ἔλαβεν, ἐξ ἀποστάσεως 60.000 km, πολλὰς φωτογραφίας τῆς ἀοράτου πλευρᾶς της, ἡ ὁποία τότε ἐφωτίζετο ὑπὸ τοῦ ἡλίου καὶ τὰς ἀπέστειλεν εἰς τὴν γῆν. Ὁ Luna 3 ἔπειτα κατεστράφη.

β'. Τὸ διαστημόπλοιο Ranger, τὸν Αὐγουστον τοῦ 1964, κατηύθυνθη πρὸς τὴν σελήνην (σχ. 57), μὲ τὸν σκοπὸν νὰ λάβῃ καὶ ἀποστείλῃ εἰς τὴν γῆν φωτογραφίας τῆς ἐπιφανείας τοῦ δορυφόρου μας. Ὁ Ranger 7 (ὅπως μετ' ὀλίγον καὶ οἱ Ranger 8 καὶ Ranger 9) εἶχεν ἐφοδιασθῆ μὲ τρεῖς θαλάμους τηλεοράσεως, ἀνοίγματος 38 mm καὶ ἐστιακῆς ἀποστάσεως 76 mm, ὅπως καὶ μὲ τρεῖς ἄλλας, ἐστιακῆς ἀποστάσεως 25 mm καὶ ἀνοίγματος 25 mm. Οἱ ὀπτικοὶ ἄξονες τῶν μηχανῶν εἶχον πολὺπλοκα συστήματα ἐλέγχου. Κατὰ τὰ τελευταῖα 30 λεπτά, πρὸ τῆς προσκρούσεώς του ἐπὶ τῆς σελήνης, ἔλαβε πολλὰς φωτογραφίας, τὴν τελευταίαν δὲ ἀπὸ ὕψους 330 m ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας. Διὰ τῶν φωτογραφιῶν αὐτῶν, ὅπως καὶ χιλιάδων ἄλλων, ληφθεῖσῶν διὰ τῶν Ranger 8 καὶ Ranger 9, ἀπεδείχθη, ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τῆς σελήνης δὲν καλύπτεται, τοῦλάχιστον ὀλικῶς, ὑπὸ σκόνης, ὅπως ἐπιστεύετο.

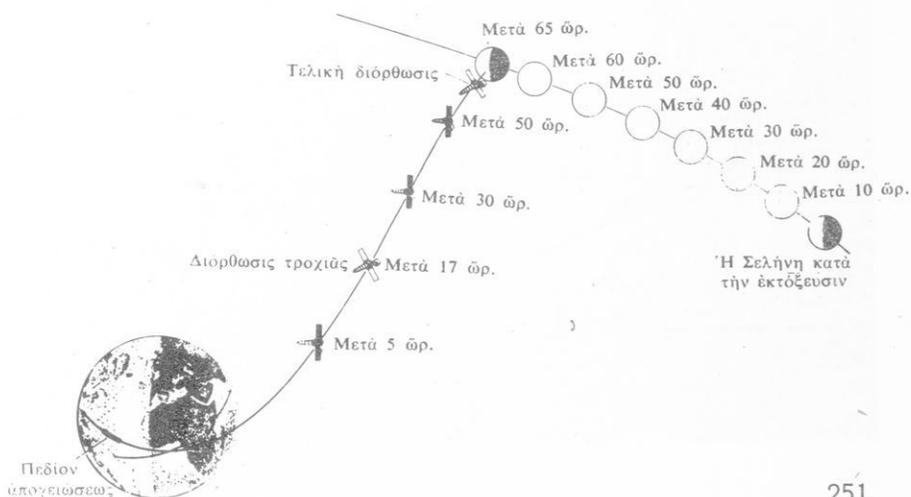
Σχ. 56. Τροχιά τοῦ Luna 3 ἀπὸ 4ης Ὀκτωβρίου ἕως 1ης Νοεμβρίου 1959.



γ'. Τὸ ἔτος 1966 προσεδαφίσθησαν ὁμαλῶς ἐπὶ τοῦ «ὠκεανοῦ τῶν καταιγίδων» ὁ Luna 9 τῶν Ρώσων καὶ ὁ Surveyor 1 (Σερβεῦορ) τῶν Ἀμερικανῶν. Ἔλαβον χιλιάδας φωτογραφιῶν τῆς ἐπιφανείας τῆς σελήνης, τῶν ἀνωμαλιῶν καὶ τῶν ὁρέων τῶν περιοχῶν εἰς τὰς ὁποίας προσεδαφίσθησαν καὶ τὰς ἀπέστειλαν εἰς τὴν γῆν. Ἐφωτογράφησαν κόκκους κόνεως, διαμέτρου 0,5 mm μέχρι βράχων 0,5 km. Ἐξ αὐτῶν ἐπληροφορήθημεν, ὅτι τὸ σεληνιακὸν ἔδαφος δὲν εἶναι πορῶδες, ὅτι ἔχει τὴν σκληρότητα τοῦ γηίνου ἐδάφους καὶ ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ δορυφόρου μας δὲν καλύπτεται ὀλόκληρος ὑπὸ κόνεως. Ὁ Surveyor 3 (1967) ἐφωτογράφησε τυχαίως τὸν ἥλιον ἐν ἐκλείψει, συνεπεῖα παρεμβολῆς ἔμπροσθεν αὐτοῦ, ὄχι τοῦ δίσκου τῆς σελήνης (ὅπως συμβαίνει εἰς τὰς ἡλιακὰς ἐκλείψεις, τὰς παρατηρουμένας ἐκ τῆς γῆς), ἀλλὰ τοῦ πλανήτου μας.

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 της, τοῦ ὄρατοῦ καὶ ἀόρατοῦ ἡμισφαιρίου καὶ τὰς ἀπέστειλαν εἰς τὴν γῆν. Οὕτως, ἔγινε πλήρης τοπογραφικὸς χάρτης τοῦ δορυφόρου μας. Ἐ-

Σχ. 57. Διαδοχικαὶ θέσεις τοῦ Ranger καὶ τῆς σελήνης μέχρι τῆς συναντήσεώς των.



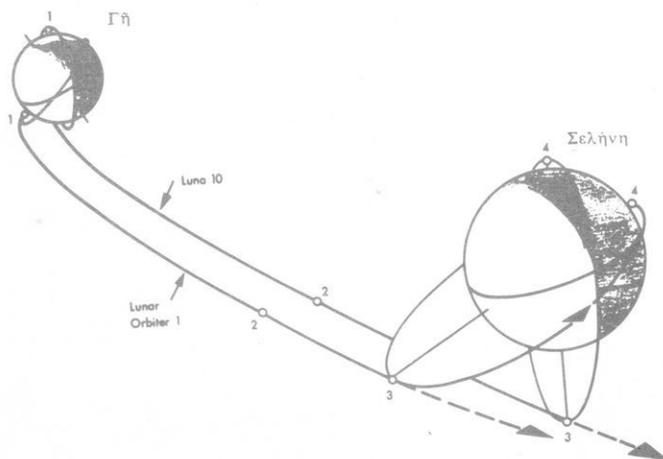
μελέτησαν ακόμη τὸ μαγνητικὸν πεδίου τῆς σελήνης, τὴν πυκνότητα τῶν μετεωριτῶν, καθὼς καὶ διαφόρους ἀκτινοβολίας περὶ τὴν σελήνην.

ε'. Ὁ Lunar Orbiter ἐπέτυχεν νὰ φωτογραφίση 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.

Προκειμένου νὰ τοποθετηθοῦν οἱ δορυφόροι αὐτοὶ εἰς τροχίαν πέριξ τῆς σελήνης, ἠκολούθησαν τὴν ἐξῆς πορείαν. Ἀφοῦ πρώτον περιεφέρθησαν περὶ τὴν γῆν, ἐξῆλθον τῶν γηίνων τροχιῶν τῶν διὰ τῆς λειτουργίας ἐιδικῶν πυραύλων καὶ ἠκολούθησαν ὑπερβολικὰς τροχιάς (σχ. 58). Ὅταν ὁμως ἐπλησίασαν τὴν σελήνην, κατόπιν ὠρισμένων χειρισμῶν, γενομένων αὐτομάτως ἀπὸ τὴν γῆν, ἐτέθησαν εἰς ἑλλειπτικὰς τροχιάς περὶ τὴν σελήνην. Εἰς τὰς τροχιάς αὐτὰς ἡ σελήνη εὐρίσκετο εἰς τὴν μίαν τῶν ἐστιῶν τῆς ἑλλείψεως, ἐφ' ὅσον αὕτη ἦτο τὸ κύριον ἔλκον σώμα.

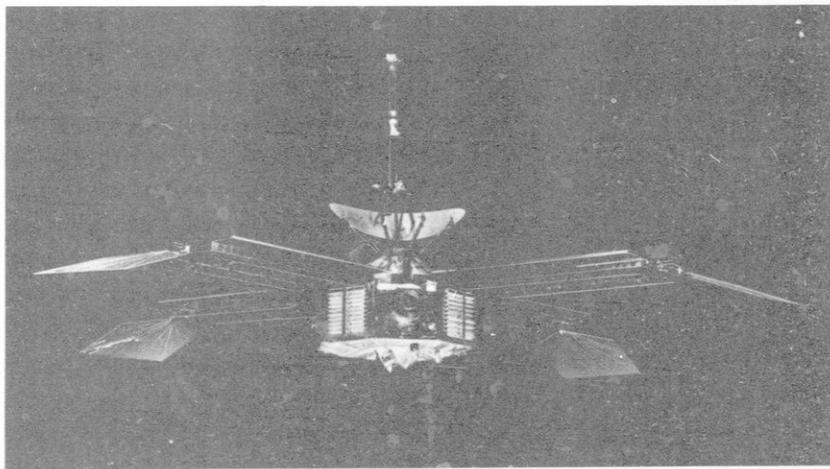
Σχ. 58. Τροχιαὶ τοῦ Luna 10 καὶ τοῦ Lunar Orbiter 1.

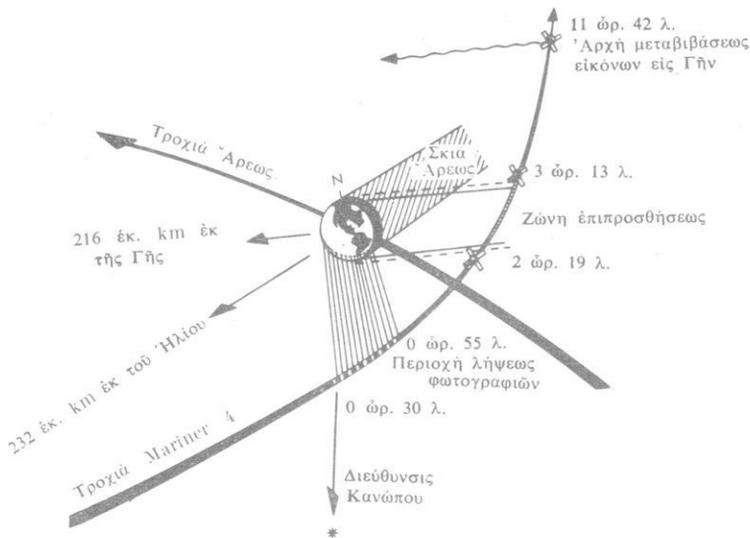


Γ'. Διαστημόπλοια πρὸς τοὺς πλανήτας. α'. Τὸν Αὐγουστον τοῦ 1962 οἱ Ἀμερικανοὶ ἐξέτόξευσαν ἐπιτυχῶς τὸν Mariner 2, μὲ τὸν σκοπὸν νὰ πλησιάσῃ τὸν πλανήτην Ἀφροδίτην. Πρὸς τοῦτο, ἐτέθη οὗτος εἰς προϋπολογισθεῖσαν τροχίαν περὶ τὸν ἥλιον. Ἔγινε δηλαδὴ τεχνητὸς πλανήτης. Ἀλλ' ὑπελογίσθη νὰ διαγραφῇ τροχίαν τοιαύτην, ὥστε τὸ ἐπίπεδόν της νὰ εὐρίσκεται ἐγγὺς τοῦ ἐπιπέδου τροχιάς τῆς Ἀφροδίτης καὶ ἡ ἐκτόξευσις ἔγινεν εἰς τοιοῦτον χρόνον, ὥστε νὰ συμπέσῃ νὰ διέρχωνται ταυτοχρόνως ἀμφοτέροι οἱ πλανῆται — Ἀφροδίτη καὶ Mariner 2 — ἀπὸ τὸ ἐγγύτερον σημεῖον τῆς τροχιάς των, διὰ νὰ ἔχουν τὴν πλησιεστέραν ἀπόστασιν.

Ὁ Mariner 2 εἶχε βάρους 200 kgf 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 ἄκτινόμετρα, 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 Ἄρεως.

β'. Τὴν 14ην-15ην Ἰουλίου 1965, κατόπιν ταξιδίου 228 ἡμερῶν, ὁ Mariner 4, βάρους 260 kgr ἐπλησίασε τὸν Ἄρηνα εἰς ἀπόστασιν 10.000 km (εἰκ. 54 καὶ σχ. 59) καὶ ἔλαβεν 22 φωτογραφίας τοῦ πλανήτου. Τὴν ἐποχὴν ἐκείνην ὁ Ἄρης εὐρίσκετο εἰς ἀπόστασιν 216 ἑκατομ. km ἀπὸ τῆς γῆς καὶ 232 ἑκατομ. km ἐκ τοῦ ἡλίου. Αἱ φωτογραφίαι παρουσιάζουν ὄροσειράς καὶ πολλοὺς κρατῆρας, παρομοίους μὲ τοὺς τῆς σελήνης. Ἐμελέτησεν ἀκόμη τὴν θερμοκρασίαν καὶ τὴν πυκνότητα τῆς ἀτμοσφαιράς τοῦ Ἄρεως, καθὼς ἐπίσης καὶ τὸ μαγνητικὸν πεδίου αὐτοῦ. Κατόπιν, ἤλθεν ὀπισθεν τοῦ Ἄρεως, ἐν σχέσει μὲ τὴν γῆν (σχ. 59) καὶ εἰσῆλθεν εἰς τὴν σκιάν αὐτοῦ. Ἐπειτα ἀπὸ 307 ἡμέρας, τὴν 1ην Ὀκτωβρίου 1965, διεκόπη ἡ τηλεπικοινωνιακὴ ἐπαφὴ μετὰ τῆς γῆς, λόγω 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'. Ὡς τὸ πρῶτον ἐπληρώμενον διαστημόπλοιο δύναται νὰ θεωρηθῆ ὁ τεχνητὸς δορυφόρος *Worstok 1* (1961), ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἐπέβαινε ὁ Ρώσος ἀστροναύτης *Gagarin*. Ἐξετέλεσε μίαν περιφορὰν περὶ τὴν γῆν καὶ προσεγειώθη ὁμαλῶς. Ἐπειτα ὁ Ἀμερικανὸς ἀστροναύτης *Glenn* ἐξετέλεσε τρεῖς περιφορὰς περὶ τὴν γῆν καὶ προσεθαλασσωθῆ ὁμαλῶς, ἐπιβαίνων τοῦ διαστημοπλοίου *Mercury 6* (1962).

Αἱ περίξ τῆς γῆς ἐπληρώμεναι πτήσεις συνεχίσθησαν ἔκτοτε μὲ κάπως ταχύν ρυθμὸν, τῶν τοιούτων δὲ δορυφόρων 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 ἀπεβιβάσθησαν ἐπὶ τοῦ δορυφόρου μας δύο ἀστροναῦται. Ὁ Πίναξ III δίδει μερικὰ συγκριτικὰ στοιχεῖα ἐν προκειμένῳ.

ΠΙΝΑΞ III

Ἐπληρώμενοι δορυφόροι Ἀμερικῆς καὶ Ρωσίας μέχρι τέλους Ἰουλίου 1969.

	Ἀμερικανῶν	Ρώσων
Ἀριθμὸς ἐπληρώμενων πτήσεων	19	12
Ὁραιο παραμονῆς ἀνθρώπων εἰς τὸ διάστημα .	5099	868
Πολυάνθρωποι ἀποστολαὶ	15	4
Περιγῆϊναι τροχιαὶ	957	468
Περισελήνιοι 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, προκειμένου νὰ πετάξουν εἰς τὸ διάστημα, ὑποβάλλονται εἰς πολλὰς καὶ μακροχρονίους ἀσκήσεις. Ἐπιλέγονται συνήθως μεταξύ τῶν ἐμπειροτέρων ἀεροπόρων. Δοκιμάζονται ἀπὸ ἀπόψεως διαμονῆς των εἰς κλειστὸν χῶρον, μεταβολῆς τῆς ἐπιταχύνσεώς των, ψυχικῆς ἀνοχοῆς των κ.λπ. Ἐπίσης ἀσκούνται εἰς τὴν ἀκριβῆ καὶ ταχείαν ἐκτέλεσιν πολλῶν καὶ λεπτῶν χειρισμῶν, ὥστε νὰ δύνανται νὰ κυβερνήσουν τὸ διαστημόπλοιο ἐπιτυχῶς καὶ νὰ ἐκτελέσουν ποικίλας παρατηρήσεις.

Εἰδικώτερον, ὡς πρὸς τὸ ζήτημα τῆς μεταβολῆς τῆς ἐπιταχύνσεως τῆς βαρύτητος, ἀσκούνται, ὥστε νὰ δύναται ὁ ὀργανισμὸς των νὰ ἀνθέξῃ εἰς αὐξήσιν τῆς τιμῆς τῆς κατὰ 4 - 9 φορές ὡς πρὸς τὴν τιμὴν τοῦ *g*. Ἐπίσης ἐθίζονται, ὥστε νὰ

ευρίσκονται υπό μηδενικήν τιμήν ($g = 0$) ήτοι νά κινούνται εις τὸ διάστημα, χωρὶς νά ἔχουν βάρος.

Κατὰ τὴν ἐκκίνησίν των, τὸ διαστημόπλοιον (ὅταν εὐρίσκεται ἠνωμένον μετὰ τοῦ πυραύλου) ἀποκτᾷ εἰς μικρὸν χρονικὸν διάστημα (ὀλίγων λεπτῶν), ἐπιτάχυνσιν 5πλασίαν ἢ 9πλασίαν τῆς ἐπὶ τῆς γῆς. Οὕτω δέ, τὸ βάρος τῶν ἀστροναυτῶν αὐξάνει εἰς τὸ 9πλάσιον. Ὅταν ὁμως τεθῆ τοῦτο εἰς τροχίαν, ἢ ἐπιτάχυνσις μηδενίζεται. Ἐπομένως, οἱ ἀστροναῦται περιφέρονται περὶ τὴν γῆν ἢ καὶ περὶ τὴν σελήνην, ἄνευ ἑλξεως τινός, « Ἴστανται » δὲ εἰς ὁποιαδήποτε θέσιν εὐρίσκονται, χωρὶς νά ἔχουν τὸ αἰσθημα, 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. Ἐάν 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 τοχίαν καὶ εἰσέλθουν εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν τῆς γῆς, πάλιν ἢ ἐπιτάχυνσις αὐξάνει καὶ τόσον, ὅσον ἑλαττοῦται κατὰ τὴν ἔξοδόν 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 ἑβδομάδων.

γ'. Τὸ πρόγραμμα τῶν Ἀμερικανῶν εἰς τὸν τομέα τῶν διαπλανητικῶν ταξιδίων ἐσχεδιάσθη ἀπὸ τοῦ ἔτους 1960 καὶ ἤρχισε πραγματοποιούμενον ἐν συνεχείᾳ ὡς ἀκολούθως:

1ον) Π ρ ό γ ρ α μ μ α « Ἐ ρ μ ῆ ς » (Mercury). Κατασκευὴ καὶ ἀποστολὴ περίξ τῆς γῆς δορυφόρων μὲ πλήρωμα ἕναν ἄνδρα. Τοῦτο ἐστέφθη ὑπὸ ἐπιτυχίας καὶ τὰ συναχθέντα συμπεράσματα ἐχρησιμοποιήθησαν διὰ τὴν πραγματοποίησιν τῶν ἐπομένων πτήσεων.

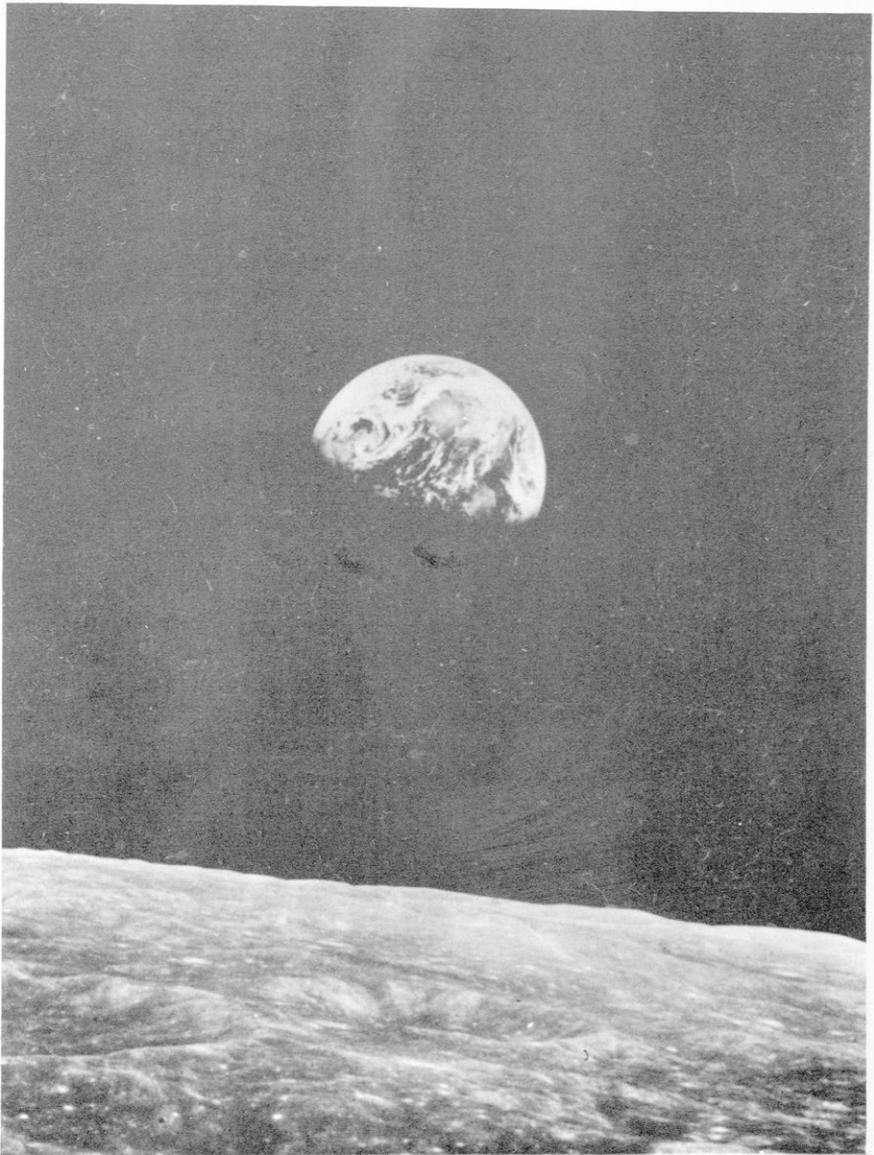
2ον) Π ρ ό γ ρ α μ μ α « Δ ί δ υ μ ο ι » (Gemini). Κατασκευὴ καὶ ἀποστολὴ περίξ τῆς γῆς διαστημοπλοίων μὲ πλήρωμα δύο ἀστροναυτῶν. « Περίπατοι » ἀστροναυτῶν εἰς τὸ διάστημα. Συνάντησις διαστημοπλοίων εἰς τὸ διάστημα καὶ ἀποχωρισμὸς αὐτῶν. Τὸ πρόγραμμα τοῦτο ἐτελείωσε τὸ 1966.

3ον) Π ρ ό γ ρ α μ μ α « Ἀ π ό λ λ ω ν » (Apollo). Χρησιμοποίησις μεγαλυτέρων καὶ εὐρυχωροτέρων διαστημοπλοίων διὰ τρεῖς ἀστροναύτας. Κατασκευὴ μεγάλης προσωπικῆς 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) « Ἀ π ό λ λ ω ν 7 » (Ὀκτώβριος 1968). Περιφορὰ τριῶν ἀστροναυτῶν περὶ τὴν γῆν δι' ἐκτέλεσιν διαφόρων δοκιμῶν καὶ ἀσκήσεων.

β) « Ἀ π ό λ λ ω ν 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).



Είκ. 55. Φωτογραφία τῆς γῆς, αἰωρουμένης εἰς τὸ διάστημα, πλησίον τοῦ ὀρί-
ζοντος σεληνιακοῦ τοπίου, ληφθεῖσα ἀπὸ τὸν Ἄπολλωνα 8.

γ) « Ἄ π ό λ λ ω ν 9 » (Μάρτιος 1969). Περιφορά τριῶν ἀστροναυτῶν περί τήν γῆν. Ἐπιβίβασις τῶν δύο ἐπὶ τῆς «σεληνακάτου», ἀνεξάρτητος περιφορά των περί τήν γῆν ἐντὸς τῆς «σεληνακάτου», ἐπάνοδος των εἰς τὸ κύριον διαστημόπλοιον καὶ ἐπιστροφή καὶ τῶν τριῶν εἰς τήν γῆν. Καὶ ἡ ἀποστολὴ αὕτη ἐπέτυχε. Ἔγιναν αἱ ἀναγκαίουσαι γενικαὶ δοκιμαὶ διὰ τὰς ἐπομένας ἀποστολάς.

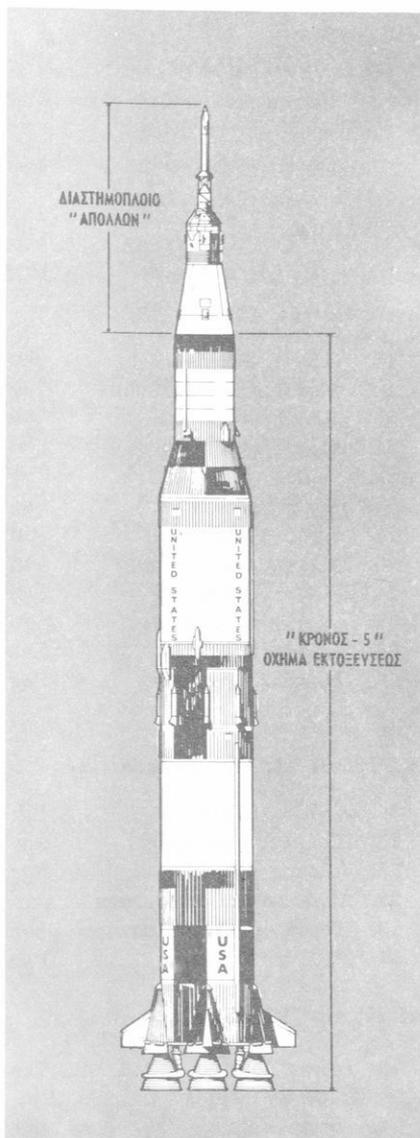
δ) « Ἄ π ό λ λ ω ν 10 » (Μαΐος 1969). Ἀποστολὴ τριῶν ἀστροναυτῶν εἰς τήν σελήνην καὶ περιφορά των περί αὐτήν, εἰς ὕψος 120 km. Ἐν συνεχείᾳ ἀποχωρισμὸς «σεληνακάτου» μετὰ δύο ἀστροναυτῶν καὶ κάθοδος τῆς μέχρις ὕψους 15 km ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς σελήνης. Ἐπάνοδος των εἰς τὸ κύριον διαστημόπλοιον καί, ἐν συνεχείᾳ, ὄλων εἰς τήν γῆν. Ἡ «σεληνακάτος» περιφέρεται περί τήν σελήνην.

ε) « Ἄ π ό λ λ ω ν 11 » (Ἰούλιος 1969). Ἀποστολὴ τριῶν ἀστροναυτῶν εἰς σελήνην, ὅπως καὶ διὰ τοῦ « Ἀπόλλων 8 ». Κάθοδος τῆς «σεληνακάτου» ἐπὶ τῆς σελήνης εἰς μέρος τὸ ὅποιον εἶχεν ἐπιλεγῆ ἀπὸ ἐρεύνας προηγουμένων ἀποστολῶν τῶν Lunar Orbiter, τῶν Surveyor καὶ τῶν ἀστροναυτῶν τοῦ Ἀπόλλωνος. Ἐξοδος τῶν δύο ἀστροναυτῶν εἰς τήν ἐπιφάνειαν τῆς σελήνης. Λήψις φωτογραφιῶν, ἐγκατάστασις σεισμογράφου καὶ κατόπτρου ἀκτίνων Λαίζερ, μέτρησις ἀκτινοβολιῶν καὶ δειγματοληψία ἐκ τοῦ ἐδάφους. Ἀποσελήνωσις τῶν δύο ἀστροναυτῶν διὰ πυραύλου προσηρτημένου εἰς τήν σεληνακάτον καὶ περιφορά τῆς εἰς τροχιάν περίξ τῆς σελήνης. Συνάντησις μετὰ τὸ κύριον διαστημόπλοιον. Μεταβίβασις τῶν δύο ἀστροναυτῶν εἰς τὸ διαστημόπλοιον καὶ ἐπιστροφή τῶν τριῶν εἰς τήν γῆν. Ἡ ἀποστολὴ αὕτη ἐπέτυχε πλήρως. (Βλ. εἰκ. 56α, β).

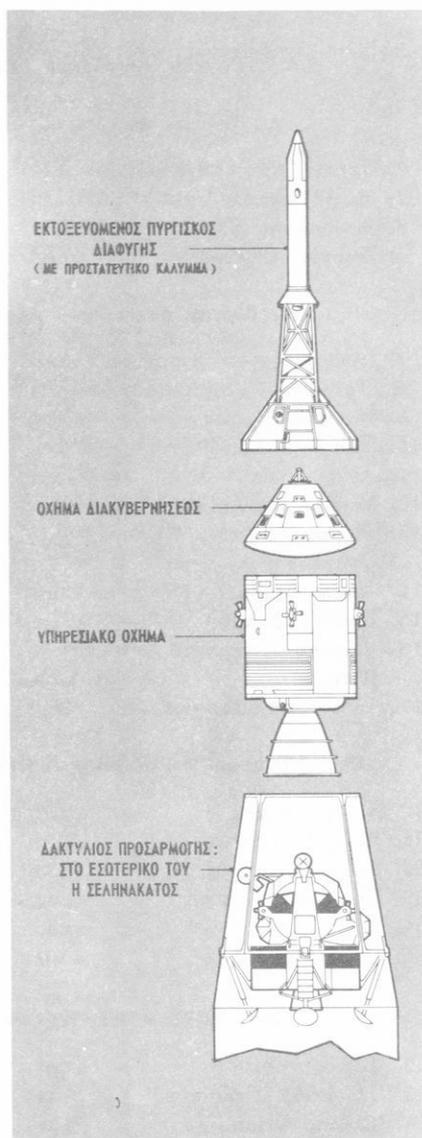
175. Τὸ μέλλον τῆς Ἀστροναυτικῆς. Μετὰ τήν προσεδάφισιν τῶν δύο Ἀμερικανῶν εἰς τήν σελήνην, κατὰ τὸν Ἰούλιον 1969, σημειοῦται, διὰ πρώτην φοράν τὸ κοσμοϊστορικὸν γεγονός, ὅτι ὁ ἄνθρωπος κατῆλθεν, ἐβάδισε καὶ παρέμεινεν ἐπὶ δύο καὶ πλέον ὥρας εἰς ἕτερον οὐράνιον σῶμα. Προγραμματίζονται καὶ ἄλλα ταξίδια κοσμοναυτῶν εἰς τήν σελήνην καί, ὀλίγον βραδύτερον, ἐπιηδρωμέναι πτήσεις εἰς τὸν Ἄρην.

Ἡ αὐτοπρόσωπος παρουσία τοῦ ἀνθρώπου εἰς τὰ ἄλλα οὐράνια σώματα ἀνοίγει μίαν νέαν ἐποχὴν εἰς τήν ἐπιστήμην τοῦ διαστήματος, δημιουργεῖ πολλὰς προοπτικὰς εἰς ποικίλας ἐκδηλώσεις τῆς ἀνθρωπίνης δραστηριότητος καὶ θέτει, ἐκ νέου, ὑπὸ μελέτην καὶ συζήτησιν γενικώτερα προβλήματα περί τῆς ζωῆς καὶ τοῦ κόσμου.

Παρὰ ταῦτα, ἐὰν ληφθῆ ὑπ' ὄψιν ὅτι ἡ ἀπόστασις τῆς σελήνης ἐκ τῆς γῆς, τῶν 384.000 km, μόλις ὑπερβαίνει τὸ ἐν δευτερόλεπτον τοῦ ἔτους φῶτος, ἐνῶ ἡ ἀκτίς τοῦ ὄλου σύμπαντος ἀνέρχεται εἰς δεκάδα καὶ πλέον δισεκατομμυρίων ε. φ., γίνεται φανερόν, ὅτι ὁ ἄνθρωπος μόλις κατώρθωσε νὰ πραγματοποιήσῃ μικρότατον βῆμα ἐντὸς τοῦ σύμπαντος καὶ ὅτι δὲν εἶναι ὀρθόν νὰ λέγεται ὅτι θὰ καταστή ὁ «κατακτητὴς του»!



Εικ. 56α. Ο πύραυλος Κρόνος V, δια του οποίου έξετοξεύθη ό '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 Άρκτος· Ursa Major UMA	5. Δράκων· Draco	Dra
2. Μικρά Άρκτος· Ursa minor UMi	6. Καμηλοπάρδαλις· Camelopardalus	Cam
3. Κασσιόπη· Cassiopeia Cas		
4. Κηφεύς· Cepheus Cep		

Β'. Βόρειοι άστερισμοί, άμφιφανείς εις την Έλλάδα (23)

7. Άνδρομέδα· Andromeda And	18. Όφεις· Serpens	Ser
8. Τρίγωνον· Triangulum Tri	19. Όφιοϋχος· Ophiuchus	Oph
9. Περσεύς· Perseus Per	20. Άσπίς· Scutum	Set
10. Άνίοχος· Auriga Aur	21. Λύρα· Lyra	Lyr
11. Λύγξ· Lynx Lyn	22. Κύκνος· Cygnus	Cyg
12. Μικρός Λέων· Leo Minor LMi	23. Βέλος· Sagitta	Sga
13. Θηρευτικοί κύνες· Canes Venatici CVn	24. Άετός· Aquila	Aql
14. Κόμη· Coma Com	25. Άλώπηξ· Vulpecula	Vul
15. Βώτης· Bootes Boo	26. Δελφίν· Delphinus	Del
16. Βόρειος Στέφανος· Corona Borealis CrB	27. Ίππάριον· Equuleus	Equ
17. Άρακλής· Heruules Her	28. Σάυρα· Lacerta	Lac
	29. Πήγασος· Pegasus	Peg

Γ'. Άστερισμοί του Ζωδιακού Κύκλου, όρατοί εις την Έλλάδα (12)

30. Κριός· Aries Ari	36. Ζυγός· Libra	Lib
31. Ταϋρός· 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. Όδροχός· Aquarius	Aqr
35. Παρθένος· Virgo Vir	41. Όχθύες· Pirces	Psc

Δ'. Νότιοι άστερισμοί, όρατοί εις την Έλλάδα (28)

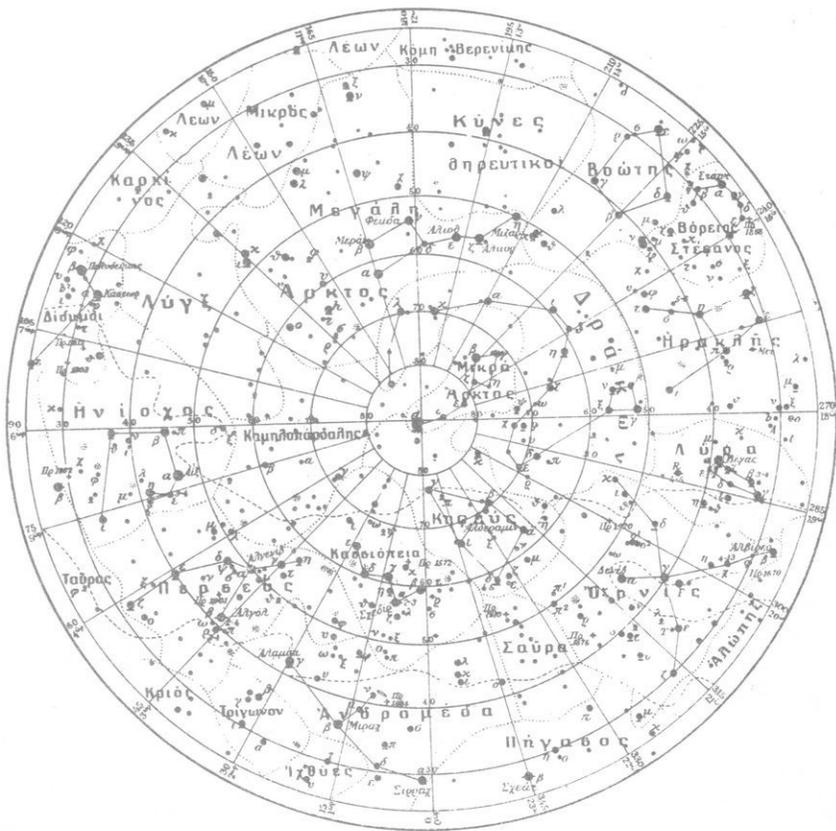
42. Κήτος· Cetus Cet	49. Τρόπις· Carina	Car
43. Άριδανός· Eridanus Eri	50. Πρύμνα· Puppis	Pup
44. Όρίων· Orion Ori	51. Ίστία· Vela	Vel
45. Λαγώς· Lepus Lep	52. Όδρα· Hydra	Hya
46. Περιστερά· Columba Col	53. Κρατήρ· Crater	Crt
47. Μέγας Κύων· Canis Major CMA	54. Κόραξ· Corvus	Crv
48. Μικρός Κύων· Canis 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 Australis	CrA	65. Ἀντλία· Antlia	Ant
59. Νότιος Ἰχθύς· Piscis Australis	PsA	66. Ἐξᾶς· 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

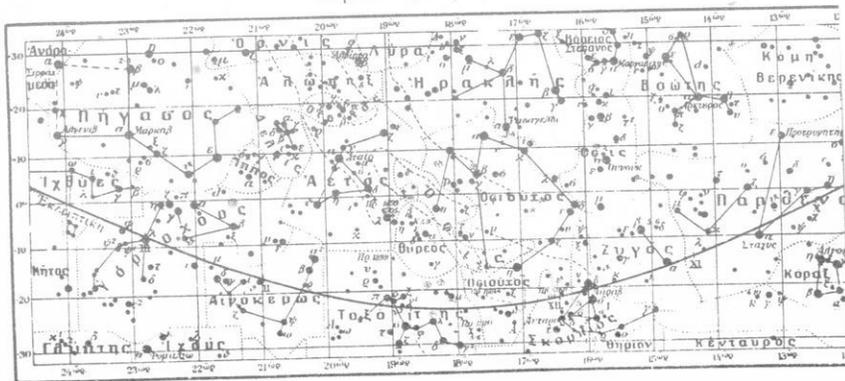
Ε'. Νότιοι ἄστερισμοί, ἀόρατοι εἰς Ἑλλάδα (19)

70. Τουκάνα· Tucana	Tuc	80. Διαβήτης· Circinus	Cir
71. Ὠρολόγιον· Horologium	Hor	81. Μυῖα· Musca	Mus
72. Γλυφεῖον· Coelum	Coe	82. Νότιος Σταυρός· Crux	Cru
73. Ὑδρος· Hydros	Hyl	83. Πτηνόν· Apus	Aps
74. Δίκτυον· Reticulum	Ret	84. Νότιον Τρίγωνον· Triangulum 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. Ἴνδός· Indus	Ind.
79. Χαμαιλέων· Chamaeleon	Cha		

(Ἄκολουθοῦν οἱ χάρται τοῦ Οὐρανοῦ)



Βόρειον ημισφαίριον

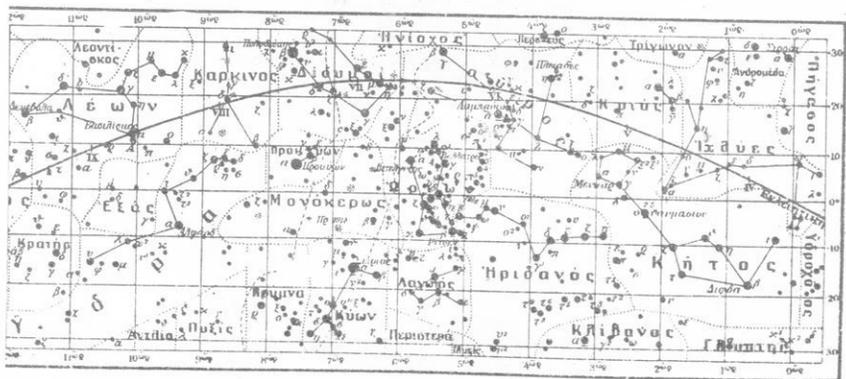


ΑΓΑ ΠΤ

Ίσημερινή ζώνη



Νότιον ημισφαίριον



Ήσημερινή ζώνη

Ε.Ο.Ε

2500
Τὰ αντίτυπα τοῦ βιβλίου φέρουν τὸ κάτωθι βιβλιοσήμον εἰς ἀπόδειξιν τῆς γνησιότητος αὐτῶν.

Ἄντίτυπον στερούμενον τοῦ βιβλιοσήμου τούτου θεωρεῖται κλεψίτυπον ὃ διαθέτων, πωλῶν ἢ χρησιμοποιοῦν αὐτὸ διώκεται κατὰ τὰς διατάξεις τοῦ ἄρθρου 7 τοῦ νόμου 1129 τῆς 15/21 Μαρτίου 1946 (Ἐφ. Κυβ. 1946, Α 108).



ΕΚΔΟΣΙΣ Α΄, 1969 (VIII) - ΑΝΤΙΤΥΠΙΑ 60.000 - ΣΥΜΒΑΣΙΣ 1931/3-7-1969

Ἐκτύπωσις — Βιβλιοδεσία Ἄ/φῶν Γ. ΡΟΔΗ — Ἀμαρουσίου 59 — Ἀμαρούσιον





Ι 2
Κ 0
1 9