

Δ. ΚΩΤΣΑΚΗ - Κ. ΧΑΣΑΠΗ



ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

ΣΤ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ 1976

1926

ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

ΔΩΡΕΑΝ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΔΗΜ. ΚΩΤΣΑΚΗ και ΚΩΝΣΤ. ΧΑΣΑΠΗ (†)

ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

ΣΤ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ

Α Θ Η Ν Α Ι 1976

ΠΙΝΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ. Ό Ούρανός και τό Σύμπαν	Σελίς 9 - 10
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'. ΤΟ ΣΥΜΠΑΝ	11 - 18
1. Όρισμός τοῦ Σύμπαντος. 2. Σχῆμα τοῦ Σύμπαντος. 3. Εκτασις τοῦ Σύμπαντος. 4. Γαλαξίαι. 5. Πλήθος τῶν γαλαξιῶν. 6. Μορφαὶ τῶν γαλαξιῶν. 7. Σύστασις τῶν γαλαξιῶν. 8. Μέγεθος τῶν γαλαξιῶν. 9. Τοπικὴ διμάς γαλαξιῶν.	
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'. Ο ΓΑΛΑΞΙΑΣ ΜΑΣ	19 - 24
10. Σύστασις, σχῆμα και διαστάσεις τοῦ γαλαξίου. 11. Δομὴ τοῦ γαλαξίου. «Τοπικὸν σύστημα». 12. Περιστροφὴ τοῦ γαλαξίου. 13. Τὸ ἡλιακὸν σύστημα. 14. Σχέσις τῆς γῆς πρὸς τὸν γαλαξίαν και τό Σύμπαν.	
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'. ΑΣΤΕΡΕΣ ΚΑΙ ΑΣΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	25 - 46
I. ΟΝΟΜΑΣΙΑ, ΛΑΜΠΡΟΤΗΣ ΚΑΙ ΠΛΗΘΟΣ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ - ΑΣΤΕΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΥΡΑΝΟΓΡΑΦΙΑ	25 - 30
15. Οἱ 88 ἀστερισμοὶ. 16. 'Ονυμασίαι τῶν ἀστέρων. 17. Λαμπρότης τῶν ἀστέρων. 18. Τὸ πλήθος τῶν ἀστέρων. 19. Κατάλογοι τῶν ἀστέρων και χάρται τοῦ οὐρανοῦ. 20. Ούρανογραφία.	
II. ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ	31 - 36
21. 'Απόστασις τοῦ ἥλιου ἐκ τῆς γῆς. 'Αστρονομικὴ μονάς. 22. Παραλλάξεις τῶν ἀστέρων. 'Η μονὰς παροέκ. 23. 'Αποστάσεις τῶν ἀστέρων. 'Απόλυτον μέγεθος. 24. Πραγματικὴ κινήσεις τῶν ἀστέρων. 25. Μεταβατικὴ κίνησις τοῦ ἥλιου.	
III. ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ	36 - 39
26. Χρώματα τῶν ἀστέρων. 27. Φασματικοὶ τύποι τῶν ἀστέρων. 28. Διάμετροι τῶν ἀστέρων. 29. 'Αστέρες γίγαντες και νᾶνοι.	
IV. ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΙ ΑΣΤΕΡΕΣ	39 - 42
30. 'Ορισμὸς και ταξινόμησις τῶν μεταβλητῶν ἀστέρων. 31. Τὰ αἵτια τῆς φωτεινῆς κυμάνσεως τῶν μεταβλητῶν. 32. Τὸ διάγραμμα Χέρτσμπρουνγκ - Ράσσελ. 33. 'Η ἔξελιξις τῶν ἀστέρων.	
V. ΑΣΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	42 - 46
34. Διπλοὶ ἀστέρες. 35. Πολλαπλοὶ ἀστέρες. 36. 'Αστρικὰ σμήνη.	

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'. Ο ΗΛΙΟΣ	Σελις 47 - 59
I. ΣΧΗΜΑ, ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ	47 - 53
37. Σχῆμα καὶ περιστροφὴ τοῦ ἥλιου. 38. Μέγεθος τοῦ ἥλιου. 39. Λαμπρότης τοῦ ἥλιου. 40. Ἡ ἥλιακή σταθερά. 41. Προέλευσις τῆς ἥλιακης ἐνέργειας. 42. Θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἥλιου. 43. Αἱ ἥλιακαι στοιβάδες. 44. Τὸ ἥλιακὸν φάσμα. 45. Μορφαὶ τῆς ἥλιακῆς ἀκτινοβολίας. 46. Χημικὴ σύστασις τοῦ ἥλιου.	
II. ΗΛΙΑΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ	53 - 56
47. Οἱ φωτοσφαιρικοὶ σχηματισμοί. 48. Ὁ ἐνδεκαετῆς κύκλος τῶν ἥλιακῶν κηλίδων. 49. Τὰ φαινόμενα τῆς χρωμοσφαίρας.	
III. ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ ΕΠΙ ΤΗΣ ΓΗΣ	57 - 59
50. Γήινα φαινόμενα, ἀκολουθοῦντα τὸν 11ετῆ κύκλον. 51. Αἱ ἐκλάμψεις καὶ τὰ ἡλεκτρομαγητικὰ γήινα φαινόμενα.	
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'. ΤΟ ΗΛΙΑΚΟΝ ΣΥΣΤΗΜΑ	60 - 82
I. ΚΙΝΗΣΙΣ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΗΛΙΟΝ	60 - 65
52. Τὸ γεωκεντρικὸν καὶ ἥλιοκεντρικὸν σύστημα. 53. Αἱ πρα- γματικαὶ καὶ αἱ φαινόμεναι κινήσεις τῶν πλανητῶν. 54. Οἱ νό- μοι τοῦ Κέπλερ καὶ τοῦ Νεύτωνος. 55. Ἀποστάσεις τῶν πλανη- τῶν ἐκ τοῦ ἥλιου. 56. Ταξινόμησις, συζυγίαι καὶ ἀποχαὶ τῶν πλανητῶν. 57. Φάσεις τῶν πλανητῶν καὶ δορυφόροι των.	
II. ΟΙ ΠΛΑΝΗΤΑΙ. ΚΑΙ ΟΙ ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ ΤΩΝ	66 - 76
58. Μεγέθη καὶ περιστροφὴ τῶν πλανητῶν. 59. Ἐρμῆς. 60. Ἀφροδίτη. 61. Ἀρῆς. 62. Μικροὶ πλανῆται (ἀστεροειδεῖς). 63. Ζεύς. 64. Κρόνος. 65. Ούρανός. 66. Ποσειδῶν. 67. Πλούτων.	
III. ΚΟΜΗΤΑΙ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΑ	76 - 82
68. Μορφή, μέγεθος καὶ πλήθος τῶν κομητῶν. 69. Τροχιαὶ τῶν κομητῶν περιοδικοὶ καὶ μὴ περιοδικοὶ κομῆται. 70. Θεωρία τῆς τάσσασας οἰκογένειας καὶ προέλευσις τῶν κομητῶν. 71. Φυσικὴ κα- τάστασις καὶ χημικὴ σύστασις τῶν κομητῶν. 72. Οἱ κομῆται τοῦ Βιέλα καὶ τοῦ Χάλλεϋ. 73. Μετέωρα. 74. Πληθος καὶ βροχαι διαττόντων. 75. Ζῳδιακὸν καὶ ἀντίζῳδιακὸν φῶς.	
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'. Η ΓΗ	83 - 91
I. ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΤΗΣ ΓΗΣ	83 - 87
76. Ἡ γηίνη σφαῖρα· ἔξων αὐτῆς καὶ κύκλοι τῆς ἐπιφανείας τῆς. 77. Γεωγραφικαὶ συντεταγμέναι. 78. Τὸ γήινον ἔλλειψοειδές. 79. Αἱ στοιβάδες τῆς γηίνης σφαίρας. 80. Ἡ ἀτμόσφαιρα. 81. Ἀτμο- σφαιρικὴ διάθλασις. 82. Ζῶναι van Allen ("Ἄλλεν") καὶ πολικὸν σέλας.	

	Σελίς
II. ΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΓΗΣ	88 - 91
83. 'Η περιστροφή τῆς γῆς. 84. 'Η κίνησης τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον.	
85. 'Αποτελέσματα τοῦ συνδυασμοῦ τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς καὶ τῆς κινήσεως αὐτῆς περὶ τὸν ἥλιον. 86. 'Η μετάπτωσις καὶ ἡ κλόνησις.	
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'. Η ΣΕΛΗΝΗ	92 - 102
I. Η ΣΕΛΗΝΗ ΩΣ ΔΟΡΥΦΟΡΟΣ ΤΗΣ ΓΗΣ	92 - 95
87. 'Απόστασις καὶ μέγεθος τῆς σελήνης. 88. Κίνησις τῆς σελήνης περὶ τὴν γῆν. 89. Αἱ φάσεις τῆς σελήνης. 90. Περιστροφὴ καὶ σχῆμα τῆς σελήνης.	
II. ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΤΗΣ ΣΕΛΗΝΗΣ	95 - 98
91. 'Επιφάνεια τῆς σελήνης. 92. Θερμοκρασία καὶ ἐσωτερικὴ δομὴ. 93. 'Ηλικία καὶ ἔξελιξις.	
III. ΑΙ ΕΚΛΕΙΨΕΙΣ ΚΑΙ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΙ	98 - 102
94. 'Η σκιὰ καὶ ἡ παρασκιὰ τῆς γῆς. 95. Αἱ ἐκλείψεις τῆς σελήνης. 96. Αἱ ἐκλείψεις τοῦ ἥλιου. 97. Τὸ φαινόμενον τῆς παλιρροίας καὶ ἡ σελήνη. 98. 'Ερμηνεία τοῦ φαινομένου τῶν παλιρροιῶν. 99. 'Η παλιρροία τοῦ Εύριπου.	
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'. Η ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΣΦΑΙΡΑ	103 - 119
I. ΓΗ ΚΑΙ ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΣΦΑΙΡΑ	103 - 113
100. Οὐράνιος σφαῖρα: σχῆμα καὶ χρῶμα τοῦ οὐρανοῦ. 101. Κατακόρυφος τόπου: κατακόρυφοι κύκλοι. 102. Φυσικός καὶ αἰσθητός δρίζων: δρίζοντοι κύκλοι. 103. Ζενιθία ἀπόστασις καὶ ὑψος ἀστέρος. 104. "Ἄξων τοῦ κόσμου καὶ οὐράνιος ισημερινός. 105. 'Ωριασίοι καὶ παράληλοι κύκλοι. 106. Μεσημβρινὸν ἐπίπεδον καὶ οὐράνιος μεσημβρινὸν τόπου: κύρια σημεῖα τοῦ δρίζοντος. 107. Φαινομένη περιστροφὴ τῆς οὐρανίου σφαίρας καὶ νόμοι αὐτῆς. 108. 'Ανατολαὶ καὶ δύσεις τῶν ἀστέρων: ἡμερήσια καὶ νυκτερινὰ τόξα αὐτῶν. 109. Μεσουρανήσεις τῶν ἀστέρων εἰς ἓνα τόπον. 110. Δύο θεμελιώδεις ιδίοτήτες τοῦ οὐρανίου μεσημβρινοῦ. 111. 'Απόκλισις καὶ πολικὴ ἀπόστασις ἀστέρος. 112. 'Ωριαία γωνία ἀστέρος.	
II. Ο ΗΛΙΟΣ ΕΙΣ ΤΗΝ ΟΥΡΑΝΙΟΝ ΣΦΑΙΡΑΝ	113 - 116
113. 'Εκλειπτική. 114. 'Ισημερίαι καὶ τροπαί. 115. Ζῳδιακὴ ζώνη.	
III. ΟΥΡΑΝΟΓΡΑΦΙΚΑΙ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΑΙ	116 - 119
116. 'Ορθὴ ἀναφορὰ ἀστέρος. 117. 'Ορισμὸς τῆς θέσεως σημείου ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας.	

	Σελίς
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Θ'. Η ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ	120 - 134
118. Αἱ δύο μεγάλαι μονάδες μετρήσεως τοῦ χρόνου	
I. Η ΗΜΕΡΑ	120 - 127
119. Ἀστρικὴ ἡμέρα, ἀστρικὸς χρόνος, ἀστρικὴ ὥρολόγια. 120. Θεμελιώδεις σχέσεις μεταξύ ἀστρικοῦ χρόνου (Τ), δρθῆς ἀναφορᾶς (α) καὶ ὥριαίς γωνίας (Η). 121. Ἀληθῆς ἡλιακὴ ἡμέρα, ἀληθῆς ἡλιακὸς χρόνος, ἡλιακὰ ὥρολόγια. 122. Μέσος ἡλιος, μέση ἡλιακὴ ἡμέρα, μέσος ἡλιακὸς χρόνος, ὥρολόγια μέσου ἡλιακοῦ χρόνου. 123. Ἐξίσωσις τοῦ χρόνου. 124. Παγκόσμιος χρόνος.	
II. ΤΟ ΕΤΟΣ	128 - 134
125. Ἀστρικὸν, τροπικὸν καὶ πολιτικὸν ἔτος. 126. Ἡμερολόγια ἡλιακά, σεληνιακά, σεληνοηλιακά. 127. Τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον. 128. Τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον. 129. Καθορισμὸς τῆς ἡμερομηνίας τῆς ἔορτῆς τοῦ Πάσχα. 130. Τὸ παγκόσμιον ἡμερολόγιον.	
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ι'. ΚΟΣΜΟΓΟΝΙΑ	135 - 138
131. Μικροκοσμογονία καὶ μακροκοσμογονία. 132. Προέλευσις τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος. 133. Χαρακτηριστικὰ γνωρίσματα τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος. 134. Ἡ «πρωτοπλανητικὴ θεωρία». 135. Διαστολὴ τοῦ Σύμπαντος. 136. Ἡλικία τοῦ Σύμπαντος. 137. Ἀρχὴ καὶ τέλος τοῦ Σύμπαντος.	
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΑ'. ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ	139 - 144
138. Γνώμων. 139. Χρονόμετρα καὶ ἐκκρεμῆ. 140. Τηλεσκόπια. 141. Τὰ μεγαλύτερα τηλεσκόπια. 142. Ἰσημερινὰ καὶ μεσημβρινὰ τηλεσκόπια. 143. Τὰ τηλεσκόπια Σμίτ. 144. Ειδικὰ ἀστρονομικὰ δργανα. 145. Ραδιοτηλεσκόπια.	
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΒ'. ΑΣΤΡΟΝΑΥΤΙΚΗ	145 - 161
Εἰσαγωγὴ	145 - 146
146. Ταχύτης διαφυγῆς. 147. Κίνησις τῶν τεχνητῶν δορυφόρων. 148. Αἱ τρεῖς κοσμικαὶ ταχύτητες. 149. Ἀρχὴ τῆς δράσεως καὶ ἀντιδράσεως καὶ τεχνικὴ τῶν πυραύλων. 150. Τοποθέτησις δορυφόρου ἐπὶ τροχιάς. 151. Ἐρευναὶ διὰ τῶν τεχνητῶν δορυφόρων. 152. Ἐξέδραι τοῦ διαστήματος. 153. Διαστημόπλοια. 154. Διαπλανητικὰ ταξίδια. 155. Τὸ μέλλον τῆς Ἀστροναυτικῆς. Οἱ 88 ἀστερισμοί. Χάρται τοῦ Ούρανοῦ.	
ΒΙΟΓΡΑΦΙΑΙ	162 - 163
ΧΑΡΤΑΙ ΟΥΡΑΝΟΥ	164 - 165
ΠΙΝΑΚΕΣ Ι - ΙΙ. Στοιχεῖα πλανητῶν καὶ δορυφόρων	166 - 167
Οἱ 88 ΑΣΤΕΡΙΣΜΟΙ	168 - 169

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο ΟΥΡΑΝΟΣ ΚΑΙ ΤΟ ΣΥΜΠΑΝ

Ἐὰν φαντασθῶμεν, ὅτι δὲν ὑπῆρχεν ἡ γῆ καὶ ὅτι ἐμέναμε μετέωροι εἰς τὸ διάστημα, τότε θὰ ἐβλέπαμε νὰ μᾶς περιβάλλουν ἀπὸ παντοῦ οἱ ἀστέρες τοῦ οὐρανοῦ. Θὰ ἐφαίνοντο δὲ ὅλοι εἰς τὴν ἴδιαν ἀπὸ ημᾶς ἀπόστασιν, διεσπαρμένοι ἐπάγω εἰς τὴν οὐρανούν σφαῖραν. Ἡ σφαῖρα αὐτὴ δὲν εἶναι πραγματική, ἀλλὰ φανταστική.

Ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαῖρας φαίνονται διάφορα ἀντικείμενα, τὰ οὐράνια σώματα. Εἰς τὰ οὐράνια σώματα ἀνήκουν δὲ ἥλιος, ἡ σελήνη, οἱ πλανῆται, οἱ κομῆται, οἱ ἀστέρες, τὰ φωτεινὰ καὶ σκοτεινὰ νεφελώματα, ἡ μεταξὺ τῶν ἀστέρων ωπάρχουσα ὅλη — ἀπὸ ἀέριον καὶ σκόνης — ἀκόμη δὲ καὶ ὀλόκληρος ὁ γαλαξίας. Πολυπληθέστεροι εἶναι οἱ ἀστέρες, εἰς ὀλόκληρον δὲ τὴν οὐρανίου σφαῖραν φαίνονται διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ περὶ τὰς 7.000. Διὰ τοῦ τηλεσκοπίου τοῦ Παλομὰρ δύνανται νὰ φωτογραφηθοῦν 5.000.000.000 ἀστέρες.

Ο Γαλαξίας μας ὑπόλογοί εἶται, ὅτι ἔχει πλέον τῶν 150 δισεκατομμυρίων ἀστέρας. Καὶ ὑπάρχουν τρισεκατομμύρια γαλαξιῶν μὲд ἀριθμὸν ἀνάλογον τῶν ἀστέρων τοῦ ἴδιου μας Γαλαξίου!

Τὸ Σύμπαν ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸν ἥλιον, τὸν πλανήτας, τὸν ἀστέρας, τὰ νεφελώματα, τὴν «μεσοαστρικὴν» ὅλην, τὸν γαλαξίας καὶ γενικώτερον ἀπὸ δὲ τι ἄλλο ὅλικὸν ἀντικείμενον ὑπάρχει μέσα εἰς τὸν χῶρον.

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

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

Ἡ χρησιμότης τῆς Ἀστρονομίας εἶναι πολλαπλῆ. Αἱ παρατηρή-

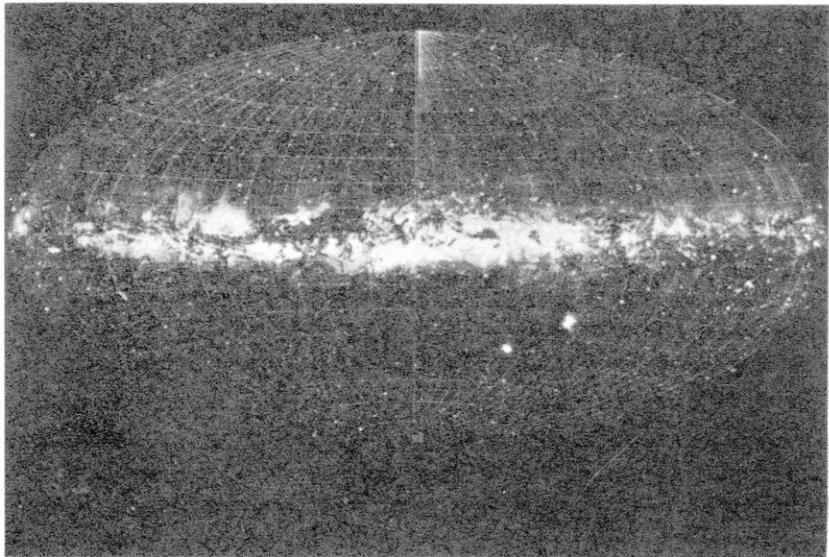
σεις τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν ὡδῆγησαν τὸν Νεύτωνα εἰς τὴν μεγάλην ἀνακάλυψιν τοῦ νόμου τῆς βαρύτητος, ποὺ εἶναι ἡ κυριωτέρα βάσις τῆς συγχρόνου θετικῆς ἐπιστήμης. Ἡ δπτική (τηλεσκόπιον, μικροσκόπιον) ἀνεπτύχθη πολὺ μὲ τὴν ἔρευναν τῶν οὐρανίων σωμάτων. Ἡ φασματοσκοπία ἔχει ἀστρονομικὴν προέλευσιν. Ἀκόμη ἡ Χρονομετρία, ἡ Ναυτιλία καὶ ἡ Γεωδαισία σχετίζονται στενῶς μὲ τὴν Ἀστρονομίαν. Τελευταίως μάλιστα, ἡ συμβολὴ τῆς ηὕξησε, ἰδίως εἰς τὸν τομέα ἔρευνῆς τοῦ διαστήματος, διὰ τῶν τεχνητῶν δορυφόρων καὶ τῶν διαστημοπλοίων.

Ἡ ἀξία ὅμως τῆς Ἀστρονομίας δὲν μετρεῖται κυρίως μὲ τὴν συμβολήν της εἰς τὰς Ἐπιστήμας καὶ τὴν Τεχνικήν. Τὸ κέρδος εἶναι πρωτίστως πνευματικόν. Διότι ἡ καλλιέργεια αὐτῆς εἶναι ἔξαιρετον γύμνασμα διὰ τὸ πνεῦμα τοῦ ἀνθρώπου. Ἔνισχνει τὴν μνήμην καὶ ὀξύνει τὴν κοίτην διευρύνει τὴν σκέψιν καὶ ἀναπτερώνει τὴν φαντασίαν. Ἡ θαυμαστὴ τάξις καὶ ἡ ὑπέροχος ἀρμονία, ποὺ παρατηρεῖται εἰς τὸ Σύμπαν, καθὼς καὶ ἡ μεγαλοπρέπεια καὶ ἀπεραντοσύνη αὐτοῦ δημιουργοῦν εἰς τὸν ἄνθρωπον καταστάσεις, αἱ δύοια τὸν ἀνεβάζουν εἰς ὑψηλοτέρας πνευματικὰς σφαίρας καὶ τοῦ ἐμπρέον συνναισθήματα ἀνώτερα καὶ εὐγενέστερα.

Ἡ Ἀστρονομία εἶναι ἐπιστήμη μὲ μεγάλην ἡθοπλαστικὴν δύναμιν. Διότι, «ἐὰν ἡ σπουδὴ της, λέγει ὁ καθηγητὴς Πλακίδης, ἀποκαλύπτῃ διὰ τῶν θαυμασίων αὐτῆς εἰς τὸν ἀνθρώπον τὸ μεγαλεῖον τοῦ λογικοῦ, διὰ τοῦ ὅποίν ἐποικισθη ὅντος ὑπὸ τῆς Θείας Προνοίας, συγχρόνως τὸν ὄδηγει εἰς τὴν ἐπίγνωσιν τῆς πραγματικῆς θέσεώς τον εἰς τὸν φθαρτὸν τούτον κόσμον..., δταν ἀναλογισθῶμεν τί ἀντιρροσωπεύει ἐν χώρῳ καὶ χρόνῳ τὸ ἀνθρώπινον ἔγώ ἀπέναντι τοῦ Σύμπαντος».

Ἡ Ἀστρονομία τέλος σχετίζεται στενῶς μὲ τὴν Φιλοσοφίαν καὶ τὴν Μεταφυσικήν. Μολονότι, ὡς φυσικὴ ἐπιστήμη, δὲν δύναται νὰ δώσῃ ἀμεσον ἀπάντησιν εἰς φιλοσοφικὰ προβλήματα, ἐν τούτοις, ἡ μελέτη τῶν ἀστρονομικῶν ζητημάτων, δπως γράφει ὁ Russell (Ράσσελ) «ἀσκεῖ γενικῶς σημαντικὴν ἐπίδρασιν εἰς τὸν καθορισμὸν τῆς στάσεως τοῦ σκεπτομένου ἀνθρώπου, ἀντιμετωπίζοντος προβλήματα τῆς Φιλοσοφίας, δπως εἶναι αἱ ὑποχρεώσεις τον πρὸς τὰς μελλούσας γενεάς, ἡ θέσις τον εἰς τὸ Σύμπαν καὶ αἱ σχέσεις τον πρὸς τὴν Λύραμιν ἐκείνην, ἡ δύοια ενδίσκεται δπισθεν τοῦ Σύμπαντος».

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



Εἰκ. 1. Γενική αποψίς τοῦ ούρανοῦ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α ΤΟ ΣΥΜΠΤΑΝ

1. Ὁρισμὸς τοῦ Σύμπαντος. α'. Ὄνομάζομεν **Σύμπαν** τὸ σύνολον τῶν ἀπανταχοῦ ὑπαρχόντων ὑλὶκῶν σωμάτων.

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

γ'. Ἐξ ἀλλού, μὲ τὴν ἔννοιαν τοῦ Σύμπαντος συνδέεται ἀκόμη καὶ δλος ὁ **χῶρος**, ἐντὸς τοῦ ὅποιου ὑπάρχουν τὰ ύλικὰ σώματα, ἡ ἀπαντᾶται καὶ μεταδίδεται ἡ ἐνέργεια ὑπὸ οἰανδήποτε μορφήν της.

2. Σχῆμα τοῦ Σύμπαντος. α'. Τὸ Σύμπαν δὲν εἶναι οὔτε ἄμορφον, οὔτε ἀπειρον. Εἶναι πεπρασμένον.

"Οσον και ἔαν, ἐκ πρώτης δψεως, τοῦτο φαίνεται νὰ εἰναι δυσπαράδεκτον, δμως ὅλαι αἱ ἔρευναι τῆς τελευταίας 50ετίας συγκλίνουν εἰς τὸ ὅτι τὸ Σύμπαν εἰναι περιωρισμένον. Εις τὸ συμπέρασμα αὐτὸ κατέληξε πρῶτος, διὰ τῆς θεωρίας τῆς σχετικότητος, ὁ A. Einstein ("Αϊνστάϊν").

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

Τοῦτο σημαίνει ὅτι τὸ Σύμπαν δύναται νὰ ἔξομοιωθῇ μὲ μίαν σφαῖραν, ή ὅποια συνεχῶς ἢ διογκοῦται καί, σὺν τῷ χρόνῳ, καταλαμβάνει ὀλονὲν μεγαλυτέραν ἔκτασιν, ἢ ἀντιθέτως σμικρύνεται.

γ'. Πράγματι: σήμερον δεχόμεθα, ὅτι εἰς τὸ μακρυνὸν παρελθόν, ὀλόκληρος ἢ ποσότης τῆς ὑλῆς καί τῆς ἐνεργείας τοῦ Σύμπαντος, εύρισκετο περιωρισμένη εἰς ἔνα μικρόν, σχετικῶς, χῶρον καὶ ὅτι, σὺν τῇ παρόδῳ τῶν δισεκατομμυρίων ἐτῶν τῆς ιστορίας του, τὸ Σύμπαν συνεχῶς διεστέλλετο, ἢ δὲ διαστολή του συνεχίζεται.

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

"Ἔτος φωτός εἰναι τὸ μῆκος, τὸ ὅποιον διανύει τὸ φῶς, ἔαν κινήται συνεχῶς, μὲ τὴν γνωστὴν ταχύτητά του τῶν 300.000 χλμ. κατὰ δευτερόλεπτον, ἐπὶ ἔν **ἔτος.**

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

β'. Παρὰ τὴν μεγάλην **ἴσχυν** τῶν σημερινῶν τηλεσκοπίων, δὲν εἰναι δυνατὸν νὰ **ἴδωμεν** μέχρι τῶν δρίων τοῦ Σύμπαντος.

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

4. Γαλαξίαι. α'. Παρατηροῦντες εἰς τὰ βάθη τοῦ Σύμπαντος, διὰ τῶν τηλεσκοπίων, βλέπομεν, ὅτι καθ' ὅλην τὴν ἔκτασίν του καὶ πρὸς πᾶσαν διεύθυνσιν εὔρισκονται κατεσπαρμένα ἀκαταμέτρητα ἀντικείμενα, φαινομενικῶς μικρά, τὰ δόποια ὅμοιάζουν μὲν νεφελοειδεῖς ὑπολεύκους κηλῖδας.

'Ονομάζομεν γαλαξίας τὰ πελώρια εἰς μέγεθος συγκροτήματα ἔξ ἀστέρων, ἀλλὰ καὶ ἐκ διαχύτου ὥλης καὶ ἐνεργείας, ἐκ τῶν δόποιων συγκροτημάτων, κατὰ κύριον λόγον, ἀποτελεῖται τὸ Σύμπαν.

β'. Διεπιστώθη, ὅτι εἰς τὸ Σύμπαν, ἐκτὸς τῶν γαλαξιῶν, εὐρίσκεται διεσκορπισμένη καὶ ἀραιοτάτη ὥλη, ἔξ ἀερίων καὶ κόνεως, συχνὰ πολὺ ἀραιότερα τοῦ κενοῦ, τὸ δόποιον ἐπιτυγχάνομεν τεχνικῶς. 'Η ὥλη αὐτὴ δύναται νὰ θεωρηθῇ, ὅτι πληροῖ, ἐν γένει, τὸν χῶρον τοῦ Σύμπαντος. 'Επειδὴ δὲ καταλαμβάνει ὅλον τὸ μεσογαλαξιακὸν διάστημα, ἥτοι τὸ διάστημα μεταξὺ τῶν γαλαξιῶν, διὰ τοῦτο καὶ καλεῖται μεσογαλαξιακὴ ὥλη.

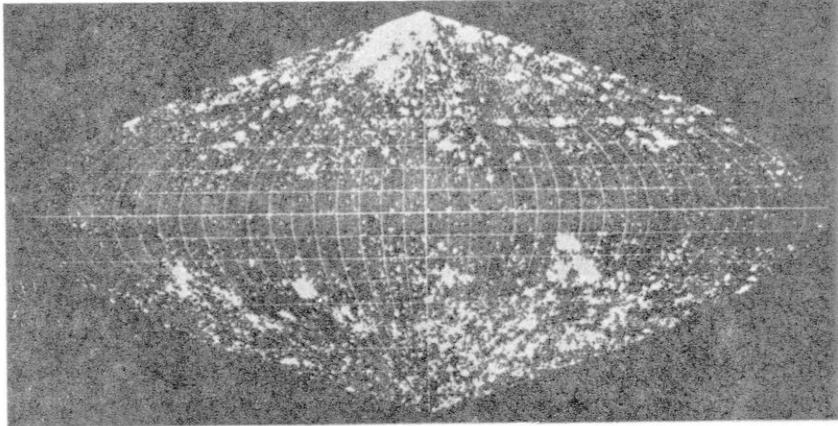
5. Πλῆθος τῶν γαλαξιῶν. α'. Δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ καταμετρηθοῦν μὲν ἀκρίβειαν ὅλοι οἱ γαλαξίαι τοῦ Σύμπαντος καὶ τοῦτο διότι, ὡς ἐλέχθη (§ 3β), μὲ τὰ τηλεσκόπια εἰσδύομεν εἰς τὸν χῶρον μέχρις ἐνὸς ὀρισμένου βάθους, τὸ δόποιον ἀντιπροσωπεύει, τὸ πιθανώτερον, μόνον τὸ ἥμισυ τῆς ἀκτίνος τοῦ Σύμπαντος.

'Εκτὸς τούτου, ὅσον μακρότερον ἀπὸ ἡμᾶς εὐρίσκονται οἱ γαλαξίαι, τόσον καὶ διακρίνονται μετὰ μεγαλυτέρας δυσκολίας, ὡς ἀμυδρότατα ἀντικείμενα. 'Εξ ἄλλου, ἡ μεσογαλαξιακὴ ὥλη, ἡ δόποια εὐρίσκεται εἰς τὸν χῶρον, ἀπορροφᾶ τὸ φῶς τῶν γαλαξιῶν, καθὼς τοῦτο διατρέχει τὸ διάστημα, διὰ νὰ φθάσῃ μέχρι τῆς γῆς καὶ ὡς ἐκ τούτου δὲν διακρίνομεν καθόλου τοὺς πλέον μακρυνούς γαλαξίας.

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

Οὕτως εὐρέθη, ὅτι οἱ γαλαξίαι πρέπει νὰ ἀνέρχωνται εἰς τὴν τὰς πλανηταὶς τοῦ μυρίων. "Οταν ἀναφερώμεθα εἰς πολὺ μεγάλα μεγέθη, δῆπος εἶναι ἐν γένει ὅλα τὰ σχετικὰ πρὸς τὸ Σύμπαν, τότε ἡ τάξις τῶν ἀριθμῶν εἶναι ἀρκετὴ διὰ τὸν καθορισμὸν αὐτῶν τῶν μεγεθῶν, περιττεύει δὲ ἡ μεγαλυτέρα ἀκρίβεια.

6. Μορφαὶ τῶν γαλαξιῶν. Οἱ γαλαξίαι παρουσιάζουν, ἐνγένει, σχήματα κανονικά. 'Ο Hubble (Χάμπλ) τοὺς ἐταξινόμησεν ὡς ἔξης :



Εικ. 2. Κατανομή τῶν νεφελοειδῶν (γαλαξιῶν) εἰς τὴν ούράνιον σφαῖραν.

α'. Τοὺς γαλαξίας ποὺ ἔχουν σχῆμα ἐλλειπτικὸν τοὺς ὀνομάζομεν ἐλλειπτικοὺς καὶ τοὺς συμβολίζομεν μὲ τὸ γράμμα Ε. Τὸ πλῆθός των ἀντιπροσωπεύει τὰ 17% τοῦ συνόλου τῶν γαλαξιῶν.

β'. Οἱ περισσότεροι ὄμως γαλαξίαι παρουσιάζουν ὅψιν σ π ει ρ ο ει δ η. Ἐχουν δηλαδὴ οὗτοι ἔνα πυρῆνα, ἀπὸ τὸν ὅποιον ἐκφύονται δύο βραχίονες, οἱ ὅποιοι ἐλίσσονται σπειροειδῶς περὶ τὸν πυρῆνα. Διὰ τοῦτο τοὺς γαλαξίας αὐτοὺς τοὺς ὀνομάζομεν **σπειροειδεῖς**. Τὸ πλῆθός των ἀντιπροσωπεύει τὰ 80%, τοῦ συνόλου τῶν γαλαξιῶν.

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

δ'. Θεωρεῖται ὡς λίαν πιθανόν, ὅτι αἱ μορφαὶ αὕται τῶν γαλαξιῶν μαρτυροῦν καὶ τὸν τρόπον, κατὰ τὸν ὅποιον οὗτοι ἐξελίσσονται.

Οὕτως, οἱ γαλαξίαι ἀρχίζουν τὴν ζωήν των, ὡς σφαιρωτὰ συγκροτήματα, βαθμιαίως δὲ λαμβάνουν σχῆμα ἐλλειπτικόν, διλονέν λεπτυνόμενον, ἔως ὅτου ἀποβάλλουν τοὺς βραχίονάς των. Τὸ τελευταῖον στάδιον ἐνὸς γαλαξίου εἶναι ἡ ἀνώμαλος μορφή του.

7. Σύστασις τῶν γαλαξιῶν. "Οπως ἀπέδειξαν αἱ ἔρευναι τῶν τελευταίων, πρὸ παντός, δεκαετηρίδων, καθένας τῶν γαλαξιῶν συνίσταται ἐξ ἀστέρων, νεφελῶμάτων καὶ μεσοαστρικῆς ὥλης.

α'. Οἱ ἀστέρες καθ' ἐνὸς γαλαξίου εἶναι ἥλιοι, ὅπως ὁ ἥλιος μας.

Τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων ἐκάστου γαλαξίου δὲν εἶναι δυνατὸν



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

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

Δι’ ἄλλων ὅμως μεθόδων βεβαιούμεθα, ὅτι τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων ἑκάστου γαλαξίου εἶναι τῆς τάξεως τῶν δεκάδων ἔως ἑκατοντάδων δισεκατομμυρίων.

β'. Τὰ νεφελώματα καθ’ ἐνὸς γαλαξίου εἶναι ὑλὴ νεφελώδης, σχετικῶς πυκνή, συνήθως δὲ σκοτεινή, ἐκτὸς ἐάν φωτίζεται ἀπὸ γειτονικούς πρὸς αὐτὴν ἀστέρας, ὅπότε φαίνεται φωτεινή. Διακρίνονται δὲ τὰ νεφελώματα ὡς σκοτειναὶ κηλῖδες ἢ καὶ σκοτειναὶ ταινίαι, αἱ δποῖαι ἀμαυρώνουν κατὰ τόπους τόσον τὸν πυρῆνα, ὅσον καὶ τοὺς βραχίονας καθενὸς γαλαξίου.

γ'. Τέλος, ἡ μεσοαστρικὴ ψληφίδη εἶναι ὑλὴ διάσπαρτος, ἐξ ἀριών ἢ καὶ κόνεως, πολὺ ἀραιοτέρα ἀπὸ τὴν ψληφίδην τῶν νεφελωμάτων, ἡ δποῖα, ἐπειδὴ πληροῦ τὸν μεσοαστρικὸν χῶρον, ἥτοι τὸν

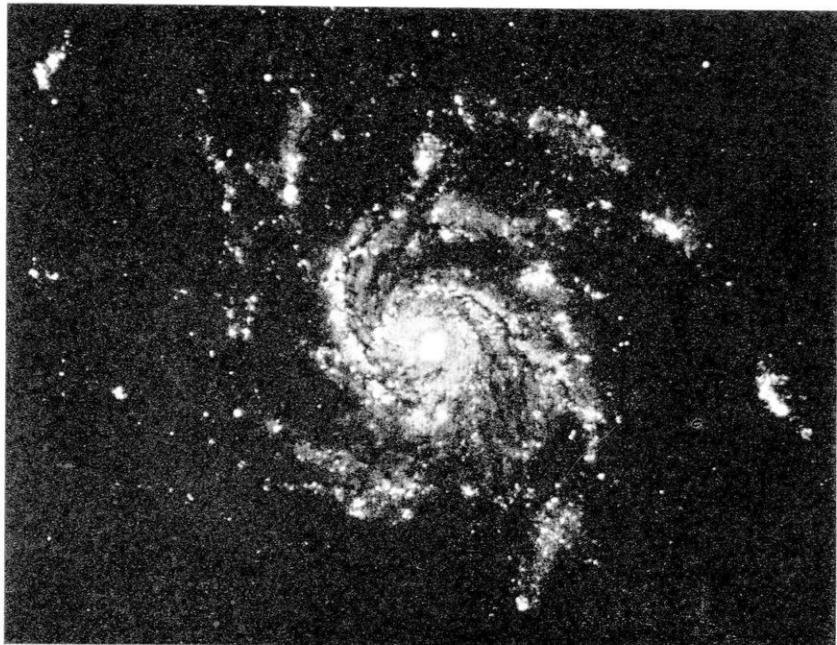


Εἰκ. 4. Ὁ μέγας σπειροειδής γαλαξίας
εἰς τὸν ἀστερισμὸν τῆς Ἀνδρομέδας.

χῶρον μεταξὺ τῶν ἀστέρων καθ' ἐνὸς γαλαξίου, διὰ τοῦτο ὀνομάζεται καὶ μεσοαστρική.

Ἡ μεσοαστρικὴ ὥλη εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν μεσογαλαξιακήν, ἡ ὅποια εύρισκεται εἰς τὸν χῶρον μεταξὺ τῶν γαλαξιῶν (§ 4β).

8. Μέγεθος τῶν γαλαξιῶν. Ἐπειδὴ τὸ σχῆμα τῶν γαλαξιῶν, ἔξαιρεσει τῶν σφαιρωτῶν, εἶναι ἐν γένει πεπλατυσμένον, μάλιστα δὲ εἰς τοὺς σπειροειδεῖς γαλαξίας φαίνεται πολὺ πεπιεσμένον, διὰ τοῦτο αἱ διαστάσεις τῶν γαλαξιῶν προσδιορίζονται μὲ δύο πάντοτε ἀριθμούς. Ἐξ αὐτῶν, ὁ ἐνας δίδει τὴν διάμετρον τοῦ γαλαξίου ἢ, ἀκριβέστερον, τὸ μῆκος τοῦ μὲ γάλον ἄξινος τοῦ ἐλλειψοειδοῦς (φακοειδοῦς) σχήματός του, ἐνῷ ὁ ἄλλος παρέχει τὸ μῆκος τοῦ μικροῦ ἄξινος, ὁ ὅποιος ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ «πάχος» τοῦ γαλαξίου.



Εικ. 5. 'Ο σπειροειδής γαλαξίας N.G.C. 5457 εις τὸν ἀστερισμὸν τῆς Μεγάλης Ἀρκτου, ἀναλυόμενος μερικῶς εἰς ἀστέρας.

Εύρέθη, ὅτι ἡ διάμετρος τῶν γαλαξίων ποικίλει· πάντοτε ὅμως είναι τῆς τάξεως τῶν χιλιάδων· ἡ καὶ τῶν δεκάδων χιλιάδων ε.φ. Εἰς τοὺς πολὺ μεγάλους γαλαξίας δυνατὸν νὰ φθάνῃ ἡ καὶ νὰ ὑπερβαίνῃ ἀκόμη καὶ τὰς ἑκατὸν χιλιάδας ε.φ. Συνήθως, τὰ μεγέθη τῶν μεγάλων ἀξόνων τῶν γαλαξιῶν κυμαίνονται μεταξὺ 20 καὶ 60 χιλιάδων ε.φ. 'Ο μικρός, ἐξ ἄλλου, ἀξών τῶν γαλαξιῶν περιορίζεται συνήθως εἰς τὸ δέκατον τοῦ μεγέθους τοῦ μεγάλου ἀξόνος αὐτῶν.

Κατὰ κανόνα μεγαλύτεροι είναι οἱ σπειροειδεῖς γαλαξίαι.

9. Τοπικὴ ὁμάς γαλαξιῶν. Μεταξὺ τῶν ὁμάδων γαλαξιῶν, δῆπος πρῶτος διεπίστωσεν ὁ W. Baade (Μπάαντε), ὑπάρχει μία ἔξαιρετικῶς ἐνδιαφέρουσα. Είναι ἡ λεγομένη **τοπικὴ ὁμάς γαλαξιῶν**, ἡ ὅποία ἀποτελεῖται ἀπὸ 17 γαλαξίας, ἃν καὶ εἰκάζεται, ὅτι ἵσως ἀνήκουν εἰς αὐτὴν καὶ τρεῖς ἀκόμη γαλαξίαι.

Μεταξύ τῶν γαλαξιῶν τῆς τοπικῆς ὁμάδος συγκαταλέγεται καὶ ἐκεῖνος ὁ γαλαξίας, τοῦ δποίου ἔνας ἐκ τῶν ἀστέρων του εἶναι καὶ ὁ ἥλιος μας. Εἰς αὐτὸν ἐπομένως εύρισκεται καὶ ἡ γῆ μας, ἡ δποία κινεῖται περὶ τὸν ἥλιον μας. Ἐτερος πολὺ γνωστὸς γαλαξίας εἶναι ὁ τῆς Ἀνδρομέδας (εἰκ. 4).

Ασκήσεις

1. Ἐὰν ἡ ἀκτὶς τοῦ Σύμπαντος εἶναι σήμερον ἵση πρὸς 10^{10} ἑτη φωτός· καὶ ἀν ὑποτεθῆ, ὅτι αὕτη τηξανε ἀναλόγως πρὸς τὸν χρόνον ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τῆς ὑπάρχειας τοῦ Σύμπαντος μέχρι σήμερον· καὶ ἐπὶ πλέον, ὅτι ἡ ἥλικια τοῦ Σύμπαντος εἶναι 10^{10} ἑτη, νὰ εὑρεθῇ πόση ἦτο ἡ ἀκτὶς αὐτοῦ α) πρὸς 9×10^9 , β) πρὸς 8×10^9 , γ) πρὸς 7×10^9 ... καὶ πρὸς 10^9 ἑτῶν.

2. Νὰ εὑρεθῇ πόση θὰ εἶναι ἡ ἀκτὶς τοῦ Σύμπαντος μετὰ 10^9 ἑτη, ἀν αὕτη αὔξανῃ καὶ εἰς τὸ μέλλον ἀναλόγως πρὸς τὸν χρόνον.

3. Ἐὰν ληφθῇ ὡς μονάς ὁ σημερινὸς δύκος τοῦ χώρου τοῦ Σύμπαντος, νὰ εὕρεθῇ πόσος θὰ εἶναι ὁ δύκος αὐτοῦ μετὰ 10^9 ἑτη, ὑποτιθεμένου, ὅτι τὸ Σύμπαν εἶναι σφαιρικὸν καὶ ὅτι ἡ ἀκτὶς αὐτοῦ αὔξανει ἀναλόγως μετὰ τοῦ χρόνου.

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β Ο ΓΑΛΑΞΙΑΣ ΜΑΣ

10. Σύστασις, σχῆμα καὶ διαστάσεις τοῦ γαλαξίου. α'. Κατὰ τὰς ἀσελήνους νύκτας, ὅταν εὐρισκόμεθα μακρὰν τῶν φώτων τῶν πόλεων, βλέπομεν σαφῶς, ὅτι ὁ οὐρανὸς διασχίζεται ἀπὸ μίαν ἀνώμαλον φωτεινὴν ζώνην, νεφελώδη καὶ ὑπόλευκον, τὴν ὅποιαν οἱ ἀρχαῖοι "Ελληνες ὠνόμασαν **Γαλαξίαν**, ὡς ἐκ τῆς γαλακτοχρόου ὅψεως της.

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

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

Συμβαίνει ἔδω κάτι ἀνάλογον, πρὸς ὃ, τι γίνεται, ὅταν εὐρισκόμεθα ἐντὸς δάσους. Τότε, τὰ πλησίον μας δένδρα μᾶς περιβάλλουν ἀπὸ ὅλα τὰ μέρη καὶ φαίνονται διακεκριμένα μεταξύ των. Τὰ δένδρα ὅμως, ποὺ εὑρίσκονται μακρὰ μας, δὲν κατορθώνομεν νὰ τὰ διαχωρίσωμεν. Τὰ βλέπομεν νά σχηματίζουν γύρω μας ἓνα ἄμιορφον σύνολον, εἰς τὸ ὅποιον συγχέονται οἱ κορμοί, οἱ κλάδοι καὶ τὰ φυλλώματά των, ὡς ἓνα ἀκαθόριστον σύνολον.

Καθ' ὅμιον τρόπον, ὅλοι οἱ ἀστέρες, οἱ ὅποιοι φαίνονται διασκορπισμένοι εἰς τὸν οὐρανόν, εἶναι οἱ πλησίον μας ἀστέρες τοῦ γαλαξίου, ἀντίστοιχοι πρὸς τὰ πλησίον μας δένδρα τοῦ δάσους. 'Εξ ἄλλου ἡ φωτεινὴ γαλακτόχρους ζώνη εἶναι τὰ μακρυνὰ πλήθη τῶν ἀστέρων, τὰ ἀντίστοιχα πρὸς τὰ μακρυνὰ δένδρα τοῦ δάσους. Εἶναι τὰ πλήθη τῶν ἀστέρων, τὰ ὅποια εἶναι τόσον πυκνά, ἀλλὰ καὶ τόσον μακρὰν ἀπὸ ἡμᾶς, ὡστε νὰ βλέπωμεν μόνον τὴν ὑπόλευκον ἀνταύγειάν των. 'Ο γαλαξίας δὲν εἶναι μία σφαῖρα, εἰς τὸ κέντρον τῆς ὅποιας εὑρίσκεται ἡ γῆ, εἰς τρόπον ὡστε ὅλος ὁ οὐρανὸς νὰ ἔχῃ αὐ-

τὴν τὴν γαλακτώδη ὅψιν. Ἐχει τὸ σχῆμα φακοῦ, ἡ δὲ γῆ μας εὑρίσκεται εἰς μίαν θέσιν πλησίον τοῦ χείλους τοῦ φακοῦ. Διὰ τοῦτο καὶ βλέπομεν ἀπὸ ἑδῶ τὸ κύριον σῶμα τοῦ φακοειδοῦς γαλαξίου νὰ προβάλλεται εἰς τὸν οὐρανόν, ὥστα μιὰ κυκλικὴ φωτεινὴ ζώνη.

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

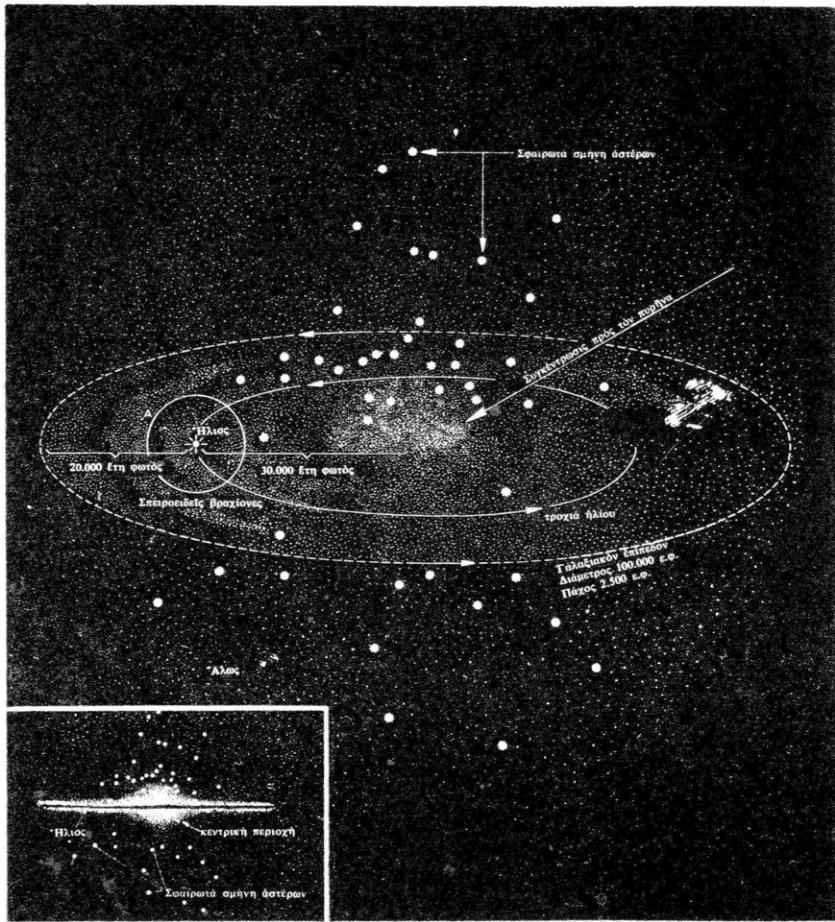
‘Υπολογίζεται, ὅτι ἡ διάμετρος τοῦ γαλαξίου εἶναι τῆς τάξεως τῶν 100.000 ε.φ., ἐνῷ τὸ πάχος του περιορίζεται εἰς τὰ 10.000 ε.φ.

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

ε'. Ὁρισμέναι περιοχαὶ τοῦ οὐρανοῦ ἐκπέμπουν ἐντονα ραδιοφωνικὰ κύματα. Αἱ πηγαὶ αὐταὶ ὀνομάζονται ραδιοστέρες ή ραδιοπηγαί. Ἡ ὑπαρξίς των διαπιστώνεται διὰ τῶν ραδιοτηλεσκοπίων. Οἱ «ραδιαστέρες», κατὰ κανόνα, δὲν φαίνονται διὰ τῶν ὀπτικῶν τηλεσκοπίων. Οὕτοι εἶναι ὑπολείμματα «ὑπερνέων» ἀστέρων (§ 308). Πολὺ ἐντονος ραδιοφωνικὴ ἀκτινοβολία ἔρχεται καὶ ἀπὸ ἔξωγαλαξιακούς ραδιαστέρας, οἱ ὁποῖοι εἶναι γαλαξίαι εὐ ἐκρήξεως γαλαξιῶν ἀποτελοῦν τοὺς ἡμιαστέρας ἢ κβάζαρς.

Τελευταίως ἀνεκαλύφθησαν εἰς τὸ διάστημα ραδιοπηγαί, ποὺ ἐκπέμπουν πολὺ ρυθμικήν ραδιοπηγαίν την ἀκτινοβολίαν. Αὗται ὠνομάσθησαν πάλισαρς (παλλόμενοι ἀστέρες).

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



Εικ. 6. Σχηματική παράστασις του Γαλαξίου μας.

β'. "Ενα σμῆνος έξι αύτῶν ἀπάρτιζεται ἐκ τῶν λαμπροτέρων κυρίως ἀστέρων τοῦ οὐρανοῦ, ἀνερχομένων περίπου εἰς πεντακοσίους.

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

ὅτι ὅχι μόνον ἀποτελοῦν σμῆνος, ἀλλ' ὅτι εἰς τὸ σμῆνος αὐτὸ ἀνήκει καὶ ὁ ἥλιος μας, ως ἀστὴρ τοῦ γαλαξίου μας. Συνεπῶς εἰς τὸ σμῆνος τοῦτο εὑρισκόμεθα καὶ ἡμεῖς εἶναι τὸ «τοπικὸν σύστημα».

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

12. Περιστροφὴ τοῦ γαλαξίου. α'. Η σπουδὴ τῶν κινήσεων τῶν ἀστέρων τοῦ γαλαξίου μας ἀπέδειξεν, ὅτι ὀλόκληρος ὁ γαλαξίας περιστρέφεται περὶ τοῦ γένεται γύρω ἀπὸ τὸν μικρὸν ἄξονα τοῦ ἐλλειψοειδοῦς πυρῆνός του (§ 8 καὶ 10γ), ὁ δὲ χρόνος, ὁ ἀπαιτούμενος διὰ μίαν περιστροφῆν ἀνέρχεται εἰς 200 περίπου ἑκατομμύρια ἔτη.

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

γ'. Ο ἥλιος μετὰ τῆς γῆς μας κείνται εἰς πολὺν μικράν ἀπόστασιν, μόλις 25 ε.φ., μακρὰν τοῦ γαλαξιακοῦ ἐπιπέδου. Εἰς τὴν θέσιν αὐτὴν καὶ εἰς τὴν ἀπόστασιν τῶν 30.000 ε.φ. ἀπὸ τὸ γαλαξιακὸν κέντρον, κινεῖται ὁ ἥλιος περὶ τὸν ἄξονα περιστροφῆς τοῦ γαλαξίου, μὲ ταχύτητα 250 km/sec, συμπαρασύρων καὶ τὴν γῆν, εἰς τρόπον ὡστε ἥλιος καὶ γῆ νὰ συμπληρώνουν μαζὶ ἐνα γῦρον περὶ τὸν ἄξονα τοῦτον, ἐντὸς τῶν 200 ἑκατοντάρια. ἔτῶν.

Ἐκ τοῦ χρόνου περιστροφῆς τοῦ γαλαξίου προέκυψεν, ὅτι ἡ συνολικὴ **μᾶζα** του εἶναι ἵση πρὸς 2.2×10^{11} ἥλιακὰς μάζας.

13. Τὸ ἥλιακὸν σύστημα. Ο ἥλιος μας, ως ἀστὴρ τοῦ γαλαξίου, δὲν εἶναι μόνος.

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

Κατὰ σειρὰν ἀποστάσεώς των ἀπὸ τὸν ἥλιον, οἱ πλανῆται ἔχουν τὰ ἔξης ὀνόματα : Ἐρμῆς, Ἀφροδίτη, Γῆ, Ἄρης, Ζεύς, Κρόνος, Οὐρανός, Ποσειδῶν καὶ Πλούτων.

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

β'. ’Εξ ἄλλου, ἐκτὸς τοῦ ‘Ερμοῦ, τῆς Ἀφροδίτης καὶ τοῦ Πλούτωνος, γύρω ἀπὸ καθένα τῶν ἄλλων ἔξι πλανητῶν κινοῦνται ἕνα ἡ καὶ περισσότερα, μικρότερα ἀπὸ τοὺς πλανήτας, σώματα, τὰ δόποια ὀνομάζονται **δορυφόροι** τῶν πλανητῶν. ‘Η σελήνη εἶναι ὁ μοναδικὸς δορυφόρος τῆς γῆς.

Τέλος, κινοῦνται περὶ τὸν ἥλιον καὶ μερικαὶ δεκάδες ἄλλων σωμάτων, δύγκωδεστέρων ἀπὸ τὸν πλανήτας, ἄλλὰ πολὺ ἐλαφρότερων, τὰ δόποια, ἐπειδὴ ἔχουν σχῆμα ἐπίμηκες, ὑπὸ μορφὴν κόμης, ὀνομάζονται **κομῆται**.

Οἱ πλανῆται μετὰ τῶν δορυφόρων καὶ τῶν κομητῶν ἀπὸ κοινοῦ μὲ τὸν ἥλιον, περὶ τὸν δόποιον κινοῦνται, συναποτελοῦν τὸ ἥλιακὸν ἡ πλανητικὸν **σύστημα** μας.

14. Σχέσις τῆς γῆς πρὸς τὸν γαλαξίαν καὶ τὸ Σύμπαν.
α'. ’Εμετρήθη ἀκριβῶς ἡ μᾶζα τῆς γῆς καὶ εύρεθη ἵση πρὸς $5,5 \times 10^{21}$ ($5,5$ ἑξάκις ἑκατομ.) τόννους. ’Εκ τοῦ στοιχείου τούτου προκύπτει, ὅτι ἡ κατὰ 330.000 φορὰς μεγαλυτέρα μᾶζα τοῦ ἥλιου εἶναι ἵση πρὸς 1,815²⁷ τόννους (1,8 περίπου ὀκτάκις ἑκατ. τόν.).

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

β'. ’Εξ ἄλλου, ἐμετρήθη ἡ διάμετρος τῆς γηίνης σφαίρας καὶ εύρεθη, ὅτι ἀνέρχεται εἰς 12.750 km. ‘Η διάμετρος τοῦ ἥλιου εύρισκεται, ὅτι εἶναι 109 φορὰς μεγαλυτέρα καὶ δ ὅγκος του κατὰ 1.300.000 φορὰς μεγαλύτερος τῆς γῆς.

‘Υπ’ αὐτὰς τὰς συνθήκας, δχὶ μόνον ἡ γῆ ἄλλὰ καὶ ὁ ἥλιος εἶναι σώματα μικρότατα, πρὸ τοῦ τεραστίου μεγέθους τῆς διαμέτρου τοῦ γαλαξίου, ἵσης πρὸς 100.000 ε.φ.

‘Η γῆ εἶναι τόσον μικρά, ὥστε ἡ ἀκτίς της, συγκρινόμενη πρὸς ἐκείνην τοῦ γαλαξίου, καταντᾶ πλέον ἀσήμαντος, ἀφοῦ δ λόγος τῶν μεγεθῶν των εἶναι, πράγματι, κλάσμα ἀμελητέον.

γ'. ’Αλλὰ τότε, εἶναι προφανές, ὅτι ὁ πλανήτης μας, τόσον ὡς πρὸς τὸ ποσὸν τῆς ὑλῆς του, δσον καὶ κατὰ τὰς διαστάσεις του, δὲν

είναι καν δυνατὸν νὰ συγκριθῇ πρὸς τὸ μέγεθος τοῦ ὅλου Σύμπαντος, ἀφοῦ ὁ γαλαξίας ὀλόκληρος μόλις συγκεντρώνει τὸ τρισεκατομμυριοστὸν τῆς Ὂλης τοῦ Σύμπαντος καὶ, ἀφοῦ ὁ λόγος τῆς ἀκτίνος τῆς γῆς, τῶν 6378 km, πρὸς τὴν ἀκτίνα τοῦ Σύμπαντος, τῶν δέκα τούλαχιστον δισεκατομμυρίων ἐτῶν φωτός, τείνει! πλέον πρὸς τὸ μηδέν!

Ασκήσεις

5. Νὰ εύρεθῃ ποίας τάξεως είναι τὸ πλήθος τῶν ἀστέρων τοῦ Σύμπαντος, ὅταν τὸ μὲν μέσον πλήθος τῶν ἀστέρων ἑκάστου γαλαξίου είναι τῆς τάξεως τῶν 10^{11} ἀστέρων, τὸ δὲ ὅλον πλήθος τῶν γαλαξιῶν τοῦ Σύμπαντος είναι τῆς τάξεως τῶν 10^{12} .

6. Πόσοι γαλαξίαι πρέπει νὰ ὑπάρχουν εἰς ἔνα χώρον τοῦ Σύμπαντος, ἔχοντα ἀκτίνα 10^9 ἑτη φωτός, ὅταν ληφθῇ ὡς μέση ἀπόστασις τῶν γαλαξιῶν ἀπ' ἄλληλῶν ἢ ἀπόστασις τῶν 10^6 ε.φ. καὶ θεωρηθῇ, ὅτι οἱ γαλαξίαι οὗτοι διαμοιράζονται διμοιρόφως εἰς τὸν χώρον τοῦτον;

7. Ἐάν τὸ ὅλον πλήθος τῶν ἀστέρων τοῦ γαλαξίου είναι 2×10^{11} , τότε, πόσοι ἀστέρες αὐτοῦ ἀποκρύπτονται ἀπὸ τὰ σκοτεινά νεφελώματα, ὅταν αὐτὰ καλύπτουν τὸ 1/12 τῆς ἐκτάσεως τοῦ γαλαξίου; (*Υποτίθεται, ὅτι ἡ κατανομὴ τῶν ἀστέρων εἰς αὐτὸν είναι διμοιρόφως*).

8. Ἐάν ἡ ἀπόστασις τῆς γῆς ἀπὸ τὸν ἥλιον, ἵστη πρὸς 1.5×10^8 km, ληφθῇ ὡς μονάς μετρήσεως τῶν ἀποστάσεων («ἀστρονομικὴ μονάς»), τότε πόσαις ἀστρονομικαὶ μονάδες ἀντιστοιχοῦν εἰς ἔτος φωτός;

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

10. Εὕρετε πόση είναι ἡ ἀπόστασις τοῦ ἥλιου α) μακράν τοῦ γαλαξιακοῦ ἐπιπέδου καὶ β) ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ γαλαξίου εἰς ἀστρονομικὰς μονάδας.

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

12. Ἐάν ἡ ἀπόστασις γῆς - ἥλιου, ἵστη πρὸς 1.5×10^8 km, ληφθῇ ὡς μονάς μετρήσεων τῶν ἀποστάσεων, τότε, πόσας τοιαύτας μονάδας ἀπέχει ἀπὸ τὸν ἥλιον ὁ τελευταῖος πλανήτης, ὁ Πλούτων;

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

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

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

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ ΑΣΤΕΡΕΣ ΚΑΙ ΑΣΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

I. Ὄνομασία, λαμπρότης καὶ πλῆθος τῶν ἀστέρων,
ἀστερισμοὶ καὶ οὐρανογραφία

15. Οἱ 88 ἀστερισμοὶ. α'. Παρατηροῦντες τοὺς ἀστέρας διαπιστώνομεν, ὅτι δὲν κατανέμονται ὁμοιόρφως εἰς τὸν οὐρανόν, ἐνῷ, ἔξ ἄλλου, σχηματίζουν μερικὰ εὐδιάκριτα συμπλέγματα, τὰ ὅποια, βοηθούσης καὶ τῆς φαντασίας, εύρισκομενά ἔχουν τὴν μορφὴν διαφόρων ἀντικειμένων, ζώων ἢ καὶ ἀνθρώπων.

Ὦς ἐκ τούτου, ἀπὸ τῆς βαθυτάτης ἀρχαιότητος (B' χιλιετία π.Χ.), τὰ εὐδιάκριτα αὐτὰ συμπλέγματα τῶν ἀστέρων ὀνομάσθησαν **ἀστερισμοί**, οἱ δὲ ἀρχαῖοι "Ελληνες ἔδωσαν εἰς καθένα ἔξ αὐτῶν ἰδιαίτερον ὄνομα, ληφθὲν ἀπὸ τὴν ἐλληνικὴν μυθολογίαν.

"Υπάρχουν π.χ. οἱ ἀστερισμοὶ τοῦ **Ἡρακλέους**, τοῦ **Ωρίωνος**, τοῦ **Περσέως**, τῆς **Ἀνδρομέδας** ἢ τῆς **Μεγάλης Ἀρκτού** καὶ τῆς **Μικρᾶς Ἀρκτού**, εἰς τὰς ὅποιας μετεμόρφωσεν ὁ Ζεὺς τὴν νύμφην Καλλιστώ καὶ τὸν υἱὸν της Ἀρκάδα κ.ο.κ. Εἰς μετέπειτα ἐποχάς, ἐκτὸς τῶν 48 ἐν συνόλῳ ἀστερισμῶν, τοὺς ὅποιους εἰσήγαγον οἱ "Ελληνες, προστέθησαν καὶ ἄλλοι.

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

'Εκτὸς κειμένου παρέχεται δὲ πίναξ τῶν 88 ἀστερισμῶν μὲ τὰ διεθνῆ ὄνόματά των, τὰ ὄριά των καὶ τὰ σύμβολά των.

γ'. Ἐκ τῶν 88 ἀστερισμῶν οἱ 6 : **Μεγάλη Ἀρκτος**, **Μικρὰ Ἀρκτος**, **Κασσιόπη**, **Κηφεύς**, **Δράκων** καὶ **Καμηλοπάρδαλις** εἰναι ὄρατοι ἔξ **Ἐλλάδος καθ'** ὅλην τὴν νύκτα καὶ δῆλας τὰς ἐποχάς εἰς τὸ βόρειον μέρος τοῦ οὐρανοῦ, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ὄνομάζονται **ἀειφανεῖς ἀστερισμοί**. Ἐκ τῶν ὑπολοίπων 82, μόνον οἱ 63 φαίνονται ἀπὸ τὴν **Ἐλλάδα** κατὰ διαφόρους ἐποχάς καὶ ὥρας τῆς νυκτός, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ὄνομάζονται **ἀμφιφανεῖς ἀστερισμοί**. Αὔτοὶ χωρίζονται εἰς 23 **Βορείους**, ἦτοι εύρισκομένους εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ,

12 ζωδιακούς (βλ. § 115) καὶ 28 νοτίους, ὡς εύρισκομένους εἰς τὸ νότιον ἡμισφαῖριον τοῦ οὐρανοῦ.

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

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

β'. Τόσον ὅμως αὐτοὶ οἱ 30 ἀστέρες, ὅστον καὶ ὅλοι οἱ ἄλλοι, οἱ διεθνῶς μὲν ἔνα γράμμα τοῦ Ἑλληνικοῦ ἀλφαβήτου ὁ καθένας. Τὸ γράμμα αὐτὸν ἔχει συνήθως ὁ λαμπρότερος ἀστὴρ τοῦ ἀστερισμοῦ· τὸ β ὁ ἀμέσως ἀμυδρότερος κ.ο.κ. Οὔτως, ὁ Βέγας, ὁ λαμπρότερος ἀστὴρ τοῦ θορείου ἡμισφαιρίου τοῦ οὐρανοῦ, εἰς τὸν ἀστερισμὸν τῆς Λύρας, λέγεται καὶ α Lyr (α τῆς Λύρας).

Ἐάν δὲ ἀστερισμὸς ἔχῃ περισσοτέρους ἀπὸ 24 ἀστέρας, πρᾶγμα σύνηθες, τότε, μετὰ τὰ γράμματα τοῦ Ἑλληνικοῦ ἀλφαβήτου χρησιμοποιοῦνται ἑκεῖνα τοῦ λατινικοῦ. Προκειμένου δὲ περὶ τῶν ὑπολοίπων ἀστέρων, τῶν δρατῶν συνήθως μὲ τὰ τηλεσκόπια, ἀντὶ ὀνόματος, χρησιμοποιεῖται ὁ ἀριθμός, μὲ τὸν δρατὸν φέρονται καταγεγραμμένοι εἰς τοὺς μεγάλους καταλόγους τῶν ἀστέρων.

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

Ἄπο τοὺς ἀρχαίους Ἑλληνας ἀστρονόμους καὶ πρὸ παντὸς τὸν Ἱππαρχον καὶ τὸν Πτολεμαῖον, οἱ ἀστέρες ἐταξινομήθησαν, ἀναλόγως τῆς λαμπρότητός των, εἰς μεγέθη: Τὸ «μέγεθος» ἐνὸς ἀστέρος, συνεπῶς, δὲν ἔκφραζε τὰς πραγματικάς του διαστάσεις, ἀλλὰ μόνον τὴν λαμπρότητά του, ἐν σχέσει πρὸς τὴν λαμπρότητα τῶν ἄλλων ἀστέρων.

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

β'. "Ολοι οι δρατοί, διὰ γυμνοῦ ὁ φθαλμοῦ, ἀστέρες κατετάγησαν εἰς ἔξ 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, ἐνῷ εἰς τὸ ἔκτον ἀντιστοιχοῦν οἱ μόλις ὄρατοί.

γ'. Πρῶτος ὁ Γερμανὸς ἀστρονόμος J. Herschel ("Ἐρσελ") ὑπέδειξε, τὸ 1830, ὅτι οἱ ἀστέρες τοῦ α' μεγέθους εἶναι 100 φορᾶς 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 $L_1 = 100 L_6 \text{ ή } \frac{L_1}{L_6} = 100$. (1)

"Ἐκ τοῦ δεδομένου τούτου, εύρισκομεν τὸν λόγον λαμπρότητος ε., τὸν ἀντιστοιχοῦντα ἀπὸ μεγέθους εἰς μέγεθος, σκεπτόμενοι ώς ἔξῆς: "Αν ἔνας ἀστὴρ τοῦ ε' μεγέθους εἶναι ε φορᾶς λαμπρότερος ἀστέρος τοῦ στ' μεγέθους, τότε, ἔνας ἀστὴρ τοῦ δ' μεγέθους θὰ εἶναι ε² φορᾶς λαμπρότερος τοῦ ιδίου ἀστέρος (τοῦ στ' μεγέθους), ἐνῷ, ἀστὴρ τοῦ γ' μεγέθους θὰ εἶναι ε³ φορᾶς λαμπρότερος ἐκείνου. Κατ' ἀκολουθίαν ἀστὴρ τοῦ β' μεγέθους θὰ εἶναι κατὰ ε⁴ λαμπρότερος καὶ ἀστὴρ α' μεγέθους θὰ εἶναι κατὰ ε⁵ φορᾶς μεγαλυτέρας λαμπρότητος τοῦ ἀστέρος τοῦ στ' μεγέθους. Συνεπῶς, θὰ ἔχωμεν $\frac{L_1}{L_6} = ε^5 = 100$, δυνάμει τῆς (1). Όπότε, $ε^5 = 100$ καὶ

$$ε = \sqrt[5]{100} = 2,512.$$

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

δ'. Διὰ τῶν τηλεσκοπίων βλέπομεν ἀστέρας κατὰ πολὺ ἀμυδρότερους τῶν ὄρατῶν διὰ γυμνοῦ ὁ φθαλμοῦ.

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

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

ε'. "Οπως είναι φυσικόν, ή μετάβασις άπό μεγέθους εις μέγεθος δὲν γίνεται άποτόμως. Υπάρχει πάντοτε μία κλιμάκωσις λαμπροτήτων. Διὰ καταλλήλων φωτομέτρων είναι δυνατὸν νὰ μετρηθῇ ἀκριβῶς ή λαμπρότης καθενὸς ἀστέρος, ή δοποία καὶ καθορίζεται, δχι μόνον εις ἀκέραιον μέγεθος, ἀλλὰ καὶ διὰ τῶν δεκάτων αὐτοῦ. Οὔτως, ὁ ἀστήρ Λαμπρότητος (α τοῦ ἀστερισμοῦ τοῦ Ταύρου) ἔχει μέγεθος 1,1, ἐνῷ ὁ Πολυδεύκης (β τῶν Διδύμων) είναι 1,2 μεγέθους καὶ ὁ Βασιλίσκος (α τοῦ Λέοντος) μεγέθους 1,3.

στ'. Διεπιστώθη, ὅτι ἐκ τῶν 20 λαμπροτέρων ἀστέρων, τοὺς δοποίους χαρακτηρίζομεν γενικῶς ὡς ἀστέρας α' μεγέθους, οἱ 12 ἔχουν λαμπρότητα πολὺ μεγαλυτέραν τῶν ἀστέρων α' μεγέθους. Διὰ τοῦτο, εἰς τὴν ἀκριβῆ κλίμακα τῶν μεγεθῶν, χρησιμοποιοῦμεν, ὡς μεγαλύτερον τοῦ α' μεγέθους, τὸ μηδενικὸν μέγεθος. 'Ο Βέγας π.χ. (ὅς τῆς Λύρας) ἔχει μέγεθος 0,1, ή Αἴξ (α τοῦ Ἡνιόχου) καὶ ὁ Ἀρκτούρος (α τοῦ Βοώτου) είναι 0,2 μεγέθους.

'Εξ ἀλλου, ὑπάρχουν δύο ἀστέρες, οἱ δοποῖοι είναι λαμπρότεροι καὶ τοῦ μηδενικοῦ μεγέθους. Χρησιμοποιοῦμεν δι' αὐτοὺς ἡ τικὰ μεγέθη. Οὔτως ὁ ἔνας, ὁ Κάνωπος (α τῆς Τρόπιδος τῆς Ἀργοῦ), ἔχει μέγεθος —0,9 καὶ δεύτερος, ὁ Σείριος (α τοῦ Μεγάλου Κυνός), ὁ λαμπρότερος ὅλων τῶν ἀστέρων, είναι —1,6 μεγέθους.

Μερικοὶ ἔκ τῶν πλανητῶν παρουσιάζουν λαμπρότητα ἀκόμη μεγαλυτέραν. Οὔτως η Ἀφροδίτη (Αύγερινός), ὁ λαμπρότερος τῶν πλανητῶν, φθάνει εἰς τὸ —4,3 μέγεθος.

'Η πλανητήνος ἔχει μέγεθος —12,6 καὶ ὁ Ἡλιος —26,8.

18. Τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων. α'. Είναι γενικὴ ή ἐντύπωσις, ὅτι οἱ ἀστέρες, ποὺ βλέπομεν, είναι ἄπειροι καὶ ὅτι θὰ ἥτο ματαία ή προσπάθεια νὰ τοὺς μετρήσωμεν. 'Η ἐντύπωσις ὅμως αὐτὴ είναι ἐσφαλμένη, διότι ὅλοι οἱ ἀστέρες, ὅσοι φαίνονται διὰ γυμνοῦ ὁφθαλμοῦ, είναι 7000.

β'. 'Απὸ τοῦ 7ου μεγέθους καὶ ἐφ' ἔξτις, τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων συνεχῶς αὐξάνει.

Τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων, τοὺς δοποίους δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν μέχρις δου μεγέθους είναι 7.000 περίπου

»	12	»	»	4.10 ⁶	»
»	21	»	»	5.10 ⁹	»

19. Κατάλογοι τῶν ἀστέρων καὶ χάρται τοῦ οὐρανοῦ. α'. Μέγα πλῆθος τῶν ἀστέρων κατεγράφη ἥδη εἰς καταλόγους, ἡ δὲ καταγραφὴ τῶν συνεχίζεται.

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

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

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

β'. Ὡς ἀρχὴν διὰ τὴν ἀναγνώρισιν τῶν ἀστέρων χρησιμοποιοῦμεν συνήθως τὸν ἀστερισμὸν τῆς Μεγάλης Ἀρκτοῦ. Οὗτος ἀποτελεῖται ἀπὸ πολλοὺς ἀστέρας, ἀλλὰ οἱ κυριώτεροι εἶναι μόνον 7· οἱ α, β, γ, δ, ε, ζ καὶ η (σχ. 1). Οἱ α, β, γ καὶ δ σχηματίζουν τὸ σῶμα τῆς Ἀρκτοῦ, ἐνῷ οἱ ε, ζ καὶ η τὴν οὐρὴν αὐτῆς. Οἱ ἀστέρες τῆς Μεγάλης Ἀρκτοῦ εἶναι 2ου μεγέθους, πλὴν τοῦ δ, δ ὁ δόποιος εἶναι 4ου.

γ'. Ἐὰν προεκτείνωμεν τὴν γραμμὴν β - α τῆς Μεγάλης Ἀρκτοῦ κατὰ τὸ πενταπλάσιον τῆς, τότε συναντῶμεν ἀστέρα 2ου μεγέθους, δ ὁ δόποιος καλεῖται Πολικός, διότι εύρισκεται ποιλὺ πλησίον τοῦ βορείου πόλου τοῦ οὐρανοῦ, ἥτοι τοῦ σημείου, κατὰ τὸ δόποιον δ ἄξων τῆς γῆς, ἀν προεκταθῆ ἀπὸ τὸν βόρειον πόλον αὐτῆς, συναντᾶ καὶ διαπερᾶ τὸν οὐρανόν. Ὁ πολικὸς ἀστὴρ χρησιμεύει εἰς τὸν προσανατολισμὸν κατὰ τὴν νύκτα. Βλέποντες πρὸς αὐτόν, ἐμπρός μας ὑπάρχει ὁ βορρᾶς καὶ διπισθεὶς ὁ νότος, ἐνῷ πρὸς τὰ δεξιά εύρισκεται ἡ ἀνατολὴ καὶ πρὸς τὰ ἀριστερά ἡ δύσις.

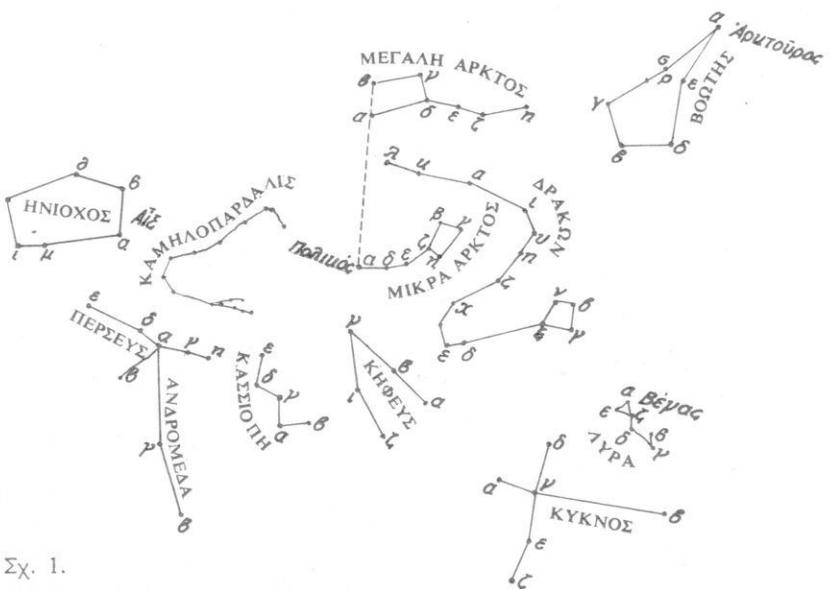
δ'. Ὁ πολικὸς εἶναι ἔνας ἐκ τῶν ἑπτὰ ἀστέρων, οἱ δόποιοι καθορίζουν τὸν ἀστερισμὸν τῆς Μικρᾶς Ἀρκτοῦ καὶ μάλιστα ὁ α αὐτῆς. Οἱ ἀστέρες οὕτοι σχηματίζουν παρόμοιον σχῆμα πρὸς τὸ τῆς Μεγάλης Ἀρκτοῦ, ἀλλὰ μικρότερον καὶ ἀντίθετον, ὡς πρὸς αὐτήν.

Οἱ ἀστέρες τῆς Μικρᾶς Ἀρκτοῦ εἶναι ἀμυδροὶ ἑκτός τοῦ πολικοῦ καὶ τῶν β καὶ γ, οἱ δόποιοι εἶναι 2ou μεγέθους..

ε'. Μεταξύ Μεγάλης καὶ Μικρᾶς Ἀρκτοῦ ὑπάρχει μίσ ὀφιοειδῆς σειρὰ ἀστέρων, ἡ δόποια καταλήγει εἰς τετράπλευρον. Εἶναι ὁ ἀστερισμὸς τοῦ Δράκοντος.

στ'. Ἐὰν προεκτείνωμεν ἀκόμη περισσότερον τὴν γραμμὴν β - α τῆς Μεγάλης Ἀρκτοῦ, ἡ δόποια ὀδηγεῖ εἰς τὸν πολικόν, συναντῶμεν τὸν ἀστερισμὸν τοῦ Κηφέως, ἐνῷ ἔαν συνδέσωμεν τὸν δ τῆς Μεγάλης Ἀρκτοῦ μὲ τὸν πολικὸν καὶ προ-

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



Σχ. 1.

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

ζ'. Πέραν τῶν ἔξι αὐτῶν ἀστερισμῶν, τῶν ἀειφανῶν διὰ τὴν Ἑλλάδα, μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ σχήματος, εύρισκομεν τούς λαμπροὺς ἀστερισμοὺς: τοῦ **Βοώτου** μὲ τὸν ἀστέρα **Άρκτούρον** τοῦ 1ου μεγέθους (εἰς τὴν προέκτασιν τῆς γραμμῆς ζ - η τῆς οὐρᾶς τῆς Μεγάλης "Άρκτου"); τὴν **Λύραν** μὲ τὸν λαμπρότερον ἀστέρα τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου, τὸν **Βέγαν**, καὶ τὸν **Κύκνον**, τοῦ δοποίου ὁ ἀστήρ α εἶναι τοῦ 1ου μεγέθους, ἀμφοτέρους πρὸς τὸ μέρος τοῦ Κηφέως καὶ τοῦ **Δράκοντος**; τὸν **Περσέα** καὶ τὴν **Ανδρομέδαν**, λαμπροὺς ἀστερισμούς, ἐκεῖθεν τῆς Κασσιόπης: τέλος δὲ τὸν **Ηνίοχον** μὲ τὸν λαμπρὸν ἀστέρα του α, τὴν **Αἴγα**, ἐκεῖθεν τῆς Καμηλοπαρδάλεως. Καθ' ὅμοιον τρόπον, μὲ τὴν βοήθειαν τῶν χαρτῶν, εἶναι δυνατὴ ἡ ἀνεύρεσις καὶ ἀναγνώρισις δῆλων τῶν ἀστερισμῶν, τῶν ὄρατῶν ἔξι Ἑλλάδος.

Ἄσκήσεις.

17. Δεδομένου, ὅτι ἀστήρ τυχόντος μεγέθους εἶναι κατὰ 2,512 φορὰς λαμπρότερος ἀλλού ἀστέρος τοῦ ἀμέσως ἐπομένου μεγέθους, εὕρετε πόσον εἶναι λαμπρότερος ἀστήρ τοῦ 15ου μεγέθους ἀπὸ ἕνα ἀλλού τοῦ 20οῦ μεγέθους.

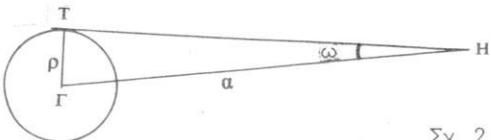
18. Πόσον εἶναι λαμπροτέρα ἡ πανσέληνος ἀπὸ ἕνα ἀστέρα πρώτου μεγέθους;

19. Εὕρετε μὲ πόσους ἀστέρας τοῦ 1ου μεγέθους ισοῦται ἡ λαμπρότης τοῦ ἡλίου;

20. Εὕρετε μὲ πόσας πανσελήνους ισοῦται ἡ λαμπρότης τοῦ ἡλίου.

II. Ἀπόστασις και κινήσεις τῶν ἀστέρων

21. Ἀπόστασις τοῦ ἡλίου ἐκ τῆς γῆς. Ἀστρονομικὴ μονάς.
 α'. Ἐστω τόπος Τ (σχ. 2) ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, Γ δὲ καὶ Η εἶναι τὰ κέντρα τῆς γηίνης καὶ τῆς ἥλιακῆς σφαίρας ἀντιστοίχως. Ἡ θέσις τοῦ ἡλίου Η, ὡς πρὸς τὸν τόπον Τ, ἔχει ἐπιλεχθῆ ἐπὶ τοῦ ὁρίζοντος, διότι τότε τὸ τρίγωνον ΓΤΗ εἶναι ὁρθογώνιον. Καλεῦμεν ὅριζοντίαν παράλλαξιν τοῦ ἡλίου τὴν γωνίαν ΤΗΓ = ω, ὑπὸ τὴν ὁποίαν φαίνεται ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ ἡλίου Η ἡ ἀκτὶς τῆς γῆς ΓΤ = ρ.



Σχ. 2.

β'. Ἐὰν καλέσωμεν α τὴν ἀπόστασιν ΗΓ τοῦ ἡλίου ἀπὸ τῆς γῆς, τότε, ἐκ τοῦ ὁρθογώνιου τριγώνου ΓΤΗ λαμβάνομεν ρ = απημω

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

Συνεπῶς, ἐὰν γνωρίζωμεν τὴν ὁρίζοντίαν παράλλαξιν ω τοῦ ἡλίου, δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν τὴν ἀπόστασίν του α ἐκ τῆς γῆς, ἐφ' ὃσον εἶναι γνωστὴ ἡ ἀκτὶς ρ τῆς γηίνης σφαίρας.

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

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

Ἡ (1) συνεπῶς γίνεται :

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

Ἐπειδὴ δὲ ἡ (ἰστημερινὴ) ἀκτὶς τῆς γῆς εἶναι ἵση πρὸς $6.378.388$ m, ἐκ τῆς (2) λαμβάνομεν :

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

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

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

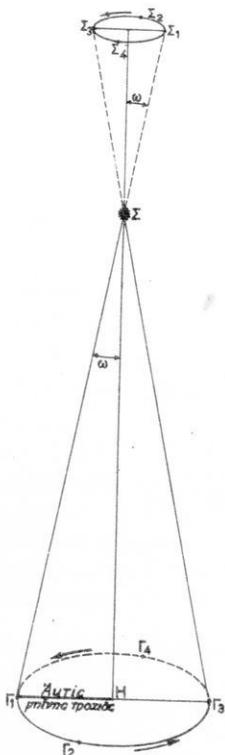
Ἐφ' ἔξῆς θὰ συμβολίζεται διὰ τῶν ἀρχικῶν α.μ.

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

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

β'. Εἰς τὸ ὄρθογώνιον τρίγωνον $\Gamma_1 \Sigma \Gamma_2$, τότε ἡ γωνία ω , τὴν ὅποιαν σχηματίζουν αἱ $\Sigma \Gamma_1$ καὶ $\Sigma \Gamma_2$ καλεῖται ἑτησία παράλλαξις τοῦ ἀστέρος Σ , ἐνῷ ἡ μὲν $\Sigma \Gamma_1$ εἶναι ἡ ἀπόστασις τοῦ ἀστέρος Σ ἀπὸ τὴν γῆν, ἡ δὲ $\Sigma \Gamma_2$ ἡ ἀπόστασις αὐτοῦ ἀπὸ τὸν ἥλιον. Ἡ παράλλαξις ω εἶναι πάντοτε πολὺ μικρά, μικροτέρα καὶ τοῦ 1'' τόξου. Εἶναι δὲ προφανές, ὅτι ὅσον περισσότερον μακρὰν τῆς γῆς εὑρίσκεται ἔνας ἀστήρ, τόσον μικροτέρα θὰ εἶναι καὶ ἡ παράλλαξις τοῦ.

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



Σχ. 3.

γ'. Τῶν ἀστέρων, οἱ ὅποιοι παρουσιάζουν παράλλαξιν, εἶναι δυνατόν νὰ εὕρωμεν τὴν ἀπόστασιν ἐκ τῆς γῆς εὔκολως, διότι ἐκ τοῦ ὄρθογωνίου τριγώνου $\Gamma_1 H \Sigma$ ἔχομεν: $H\Gamma_1 = \Gamma_1 \Sigma$

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

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

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

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

δ'. Ἐάν εἰς τὴν (2) θέσωμεν $\delta = 1''$, ἐπειδὴ $H\Gamma_1 = \alpha.\mu.$, ἡ ἀπόστασις $\Gamma_1 \Sigma$ θὰ εἴναι ἵση μὲ 206.265 α.μ.

Καλοῦμεν παρεκτὸν τὴν ἀπόστασιν, εἰς τὴν ὅποιαν ἔνας ἀστὴρ παρουσιάζει παράλλαξιν ἵσην πρὸς $1''$. Τὴν ἀπόστασιν αὐτὴν λαμβάνομεν πολὺ συνήθως ὡς μονάδα μετρήσεως τῶν ἀποστάσεων. Ἡ ὀνομασία της «παρεκτὸν» προκύπτει ἐκ τῆς συντημήσεως τῶν λέξεων: παράλλαξις καὶ σεκόντ (δευτερόλεπτον).

Μεταξύ παραλλάξεως καὶ τῶν μονάδων μήκους: παρεκτὸν, ἀστρονομικῆς μονάδος καὶ ἔτους φωτός, ὑπάρχει ἡ κάτωθι ἀντιστοιχία:

$$\begin{array}{lllll} \text{Παράλλαξις } 1'' & = & 1 \text{ παρεκτὸν} & = & 206.265 \text{ α.μ.} \\ \gg & & 0'',1 & = & 2.062.650 \gg = 32,60 \gg \text{ κ.ο.κ.} \end{array}$$

23. Ἀποστάσεις τῶν ἀστέρων. Ἀπόλυτον μέγεθος. α'. Ὁ ἀστὴρ, ὃστις παρουσιάζει τὴν μεγαλυτέραν γνωστὴν παράλλαξιν ἵσην πρὸς $0'',764$, ἐπόμενως δὲ καὶ τὴν μικροτέραν ἀπόστασιν ἐκ τῆς γῆς, εἶναι ὁ λεγόμενος ἐγγύτατος. Πρόκειται περὶ ἀστέρος ἀμυδροῦ, τοῦ 11ου μεγέθους, ὁ ὅποιος εἶναι «συνοδὸς» (§ 34β) τοῦ λαμπροῦ ἀστέρος α τοῦ Κενταύρου.

Θέτοντες εἰς τὴν (2) ἀντὶ τοῦ δ τὴν τιμὴν του $0'',764$ εὑρίσκομεν, ὅτι ὁ ἐγγύτατος ἀπέχει 262.450 α.μ. ($4,3 \text{ ε.φ.}$ ή $1,31$ παρεκτὸν).

β'. Ἡ λαμπρότης, τὴν ὅποιαν παρουσιάζουν ὅις ἀστέρες, ναὶ μὲν

έξαρταται άπό τὴν ἀπόστασίν των, σχετίζεται ὅμως κατ' οὐσίαν μὲ τὴν θερμοκρασίαν των καὶ τὰς πραγματικάς των διαστάσεις, δηλαδή μὲ τὴν πραγματικὴν φωτεινότητά των. Διὰ τοῦτο, ἔνας ἀστήρ, μικρὸς κατὰ τὰς διαστάσεις καὶ ὀλίγον φωτεινός, εἶναι δυνατὸν νὰ φαίνεται λαμπρός, ἐὰν εύρισκεται πλησίον μας· ἐνῷ, ἔνας ἄλλος, πραγματικῶς φωτεινότερος καὶ μεγαλύτερός του κατ' ὅγκον, νὰ φαίνεται ἀμυδρός, ἐπειδὴ ἀπέχει πολὺ ἀπὸ τὴν γῆν.

‘Ως ἔκ τούτου, διὰ νὰ εἴναι δυνατὴ ἡ σύγκρισις τῶν ἀστέρων μεταξύ των, ἀπεφασίσθη νὰ ἔξετάζεται, ὅχι τὸ φαῖνομενικὸν μέγεθός των, ἀλλ’ ἡ λαμπρότης, τὴν ὁποίαν θὰ εἴχον, ἐὰν εύρισκοντο ὅλοι, ἐξ ἴσου, εἰς τὴν αὐτὴν ἀπὸ τῆς γῆς ἀπόστασιν καὶ συγκεκριμένως εἰς τὴν ἀπόστασιν τῶν 10 παρσέκ. Τὸ μέγεθος, τὸ ὁποῖον θὰ παρουσίαζε τότε ἕκαστος ἀστήρ καλεῖται **ἀπόλυτον μέγεθος τοῦ ἀστέρος**.

γ'. Αἱ τελευταῖαι ἔρευναι ἀπέδειξαν, ὅτι ἔκ τῶν λαμπρῶν ἀστέρων τοῦ α' μεγέθους μόνον τέσσαρες συγκαταλέγονται μεταξύ τῶν 35 πλησιεστέρων. Οὔτοι εἴναι οἱ ἔξης :

'Αστήρ	Φαῖνομ. Παράλ-		'Απόστα-		'Απόστα-		Σειρὰ 'Απόλυ-			
	μέγεθος	λαξίς	σις εἰς	σις εἰς	ἀποστά-	τον	Παρσέκ	ε.φ.	σεως	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 Ἀετοῦ ('Αλτάιρ)	0,9	0'',207	5,02	16,4	35ος	2,5				

'Ασκήσεις

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

24. Πραγματικαὶ κινήσεις τῶν ἀστέρων.

α'. Μέχρι καὶ πρὸ τριῶν ἀκόμη αἰώνων ἐπιστεύετο, ὅτι οἱ ἀστέρες δὲν κινοῦνται. Διὰ τοῦτο οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες τοὺς ὡνόμαζον ἀπλανεῖς, διὰ νὰ τοὺς ἀντιδιαστέλλουν πρὸς τοὺς πέντε μόνον γνωστοὺς τότε πλανῆτας, οἱ ὅποιοι ἔφαίνοντο νὰ κινοῦνται μεταξὺ τῶν ἀπλανῶν.

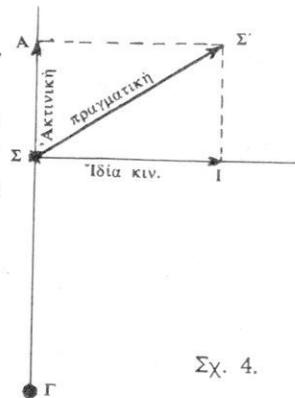
Πρῶτος δὲ Halley (Χάλλεϋ), τὸ 1718, ἀπέδειξεν, ὅτι οἱ λαμπροὶ ἀστέρες Σείριος, Ἀρκτοῦρος καὶ Λαμπαδίας κινοῦνται. Σήμερον γνωρίζομεν, ὅτι ὅλοι οἱ ἀστέρες κινοῦνται, ἀσχέτως ἂν αἱ κινήσεις τῶν δὲν γίνονται αἰσθηταὶ εἰς μικρὰ χρονικὰ διαστήματα, ὀλίγων δεκάδων ἢ ἑκατοντάδων ἑτῶν.

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

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

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

δ'. Αἱ **ἴδιαι κινήσεις τῶν ἀστέρων** γίνονται αἰσθηταὶ ὡς πολὺ βραδεῖαι μετατοπίσεις τῶν ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ. Οὕτως δὲ Σείριος, ἐντὸς 2000 ἑτῶν, παρουσίασε



Σχ. 4.

μετατόπισιν ίσην πρὸς $0^{\circ}5$ (δῆτα εἶναι ἡ φαινομένη διάμετρος τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου).

Οἱ ἀστέρες, δοτὶς παρουσιάζει τὴν μεγαλυτέραν γνωστὴν Ἰδίαν κίνησιν, εἶναι ὁ καλούμενος ἡ στὴρ τοῦ Μπαρίν ἀριθμοῦ 9,7. Οὗτος κινεῖται ἐτησίως κατὰ $10''$, 3 καὶ ἐντὸς 352 ἑτῶν μετατοπίζεται κατὰ $1''$.

Οἱ τέσσαρες πλησιέστεροι πρὸς ἡμᾶς λαμπροὶ ἀστέρες (§ 23γ) ἔχουν τὰς ἔξης Ἰδίας κίνησεις, ἐτησίως:

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

Οἱ ἀστερισμοὶ διατηροῦν ἐπὶ χιλιετίας τὴν Ἰδίαν μορφήν, λόγῳ τῆς μικρᾶς Ἰδίας κίνησεως τῶν ἀστέρων των.

25. Μεταβατικὴ κίνησις τοῦ ἡλίου. Ἐξηκριβώθη, ὅτι ὁ ἡλιος, ὅπως ὅλοι οἱ ἀστέρες, κινεῖται εἰς τὸν χῶρον. Ἡ κίνησίς του διαπιστοῦται ὡς ἔξης: "Οπως, ὅταν κινούμεθα ἐντὸς δάσους, τὰ δένδρα, πρὸς τὰ ὅποια προχωροῦμεν, φαίνονται ὅτι «ἀνοίγουν», ἐνῷ ἀντιθέτως, ἐκεῖνα ποὺ ἀφίνομεν ὅπισων, φαίνονται ὅτι συγκλίνουν μεταξύ των, καθ' ὅμοιον τρόπον καὶ οἱ γειτονικοὶ πρὸς τὸν ἡλιον ἀστέρες, διὰ μέσου τῶν ὅποιων ἐκεῖνος προχωρεῖ, «ἀνοίγουν» καὶ συνεχῶς ἀπομακρύνονται ἀλλήλων, ἐνῷ ὅσοι εὑρίσκονται πρὸς τὴν ἀντίθετον κατεύθυνσιν πλησιάζουν φαινομενικῶς. 'Ημεῖς, ἐκ τῆς γῆς, ἡ ὅποια ἀκολουθεῖ τὸν ἡλιον, βλέπομεν, πράγματι, αὐτὰς τὰς κίνησεις τῶν ἀστέρων.

Τὸ σημεῖον τοῦ οὐρανοῦ πρὸς τὸ ὅποιον κατεύθυνται ὁ ἡλιος καλεῖται **ἀπηξ**, ἐνῷ τὸ σημεῖον ἀπὸ τὸ ὅποιον ἀπομακρύνεται λέγεται **ἀντάπηξ**. 'Ο ἀπηξ εύρισκεται πλησίον τοῦ ἀστέρος ο τοῦ Ἡρακλέους, αἱ δὲ συντεταγμέναι του (§ 117) εἶναι $\alpha = 272^{\circ} 36'$, $\delta. = + 29^{\circ} 36'$.

III. Φυσικὴ κατάστασις καὶ δομὴ τῶν ἀστέρων

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

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

27. Φασματικοί τύποι τῶν ἀστέρων. α'. "Ολοι σχεδὸν οἱ ἀστέρες παρουσιάζουν φάσμα ἀπὸ ρόφησις καὶ πολὺ δλίγοι φάσμα ἐκ πομπῆς.

Τὸ φάσμα ἀπορροφήσεως ἀποδεικνύει, ὅτι οἱ ἀστέρες εἰναι διάπυροι καὶ περιβάλλονται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας μὲν 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 ἀπορροφήσεως. Ἐξ ἄλλου, τὸ φάσμα ἐκπομπῆς μὲ φωτεινὰς γραμμὰς, τὸ δποῖον παρουσιάζουν ἐλάχιστοι ἀστέρες, ἀποδεικνύει, ὅτι καὶ αὐτοὶ εύρισκονται εἰς διάπυρον κατάστασιν καὶ ὅτι περιβάλλονται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας, μὲ θερμοκρασίαν ὑψηλοτέραν τῆς ἐπιφανειακῆς των.

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

γ'. Τέλος, ἐκ τοῦ φάσματος τῶν ἀστέρων, ὀλλὰ καὶ δι' ἄλλων μεθόδων, εἰναι δυνατὸν νὰ εὑρεθῇ ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας των, ἡ δποία κυμαίνεται, ἐν γένει, μεταξὺ 50.000⁰ καὶ 3.000⁰ Κ.

δ'. Ἀν καὶ τὸ πλήθος τῶν ἀστέρων εἰναι μέγα, ἐν τούτοις αἱ ποικιλίαι τῶν φασμάτων των δὲν εἰναι πολλαί. Διὰ τοῦτο εἰναι δυνατὸν νὰ καταταγοῦν ὅλα τὰ ἀστρικὰ φάσματα, συνεπῶς δὲ καὶ ὅλοι οἱ ἀστέρες, εἰς διαφόρους φασματικοὺς τύπους. Οἱ σπουδαιότεροι τούτων εἰναι οἱ ἔξι:

1. **Ἀστέρες τοῦ στοιχείου ἥλιον.** Οὗτοι παρουσιάζουν φάσμα ἀπορροφήσεως, εἰς τὸ δποῖον ἐπικρατοῦν αἱ γραμμαὶ τοῦ στοιχείου ἥλιον. Ἡ ἐπιφανειακὴ θερμοκρασία των κυμαίνεται μεταξὺ 25.000⁰ καὶ 15.000⁰ Κ καὶ τὸ χρῶμα των εἶναι κυανόλευκον ἔως λευκόν. Εἰς αὐτοὺς ἀνήκει, εἰς τῶν λαμπρῶν ἀστέρων, ὁ Βασιλίσκος (αἱ Λέοντος).

2. **Ἀστέρες ὑδρογόνου.** Εἰς τὸ φάσμα ἀπορροφήσεως αὐτῶν ἐπικρατοῦν αἱ γραμμαὶ τοῦ ὑδρογόνου. Ἡ θερμοκρασία των εύρισκεται μεταξὺ 12.000⁰ καὶ 8.000⁰ Κ καὶ τὸ χρῶμα των εἶναι λευκόν. Οἱ Σείριοις καὶ ὁ Βέγας ἀνήκουν εἰς αὐτούς.

3. **Ἀστέρες ιονισμένου ἀσβεστίου.** Εἰς τὸ φάσμα των ἐπικρατοῦν πρῶτον αἱ γραμμαὶ τοῦ ιονισμένου ἀσβεστίου καὶ ἐπειτα τοῦ ὑδρογόνου. Ἡ θερμοκρασία των εἶναι χαμηλοτέρα τῶν 8.000⁰ Κ καὶ τὸ χρῶμα των εἶναι κίτρινον. Εἰς αὐτοὺς ἀνήκει ὁ Προκύνος (αἱ Μικροῦ Κυνός).

4. Άστέρες ήλιαικοί. Τὸ φάσμα τῶν εἰναι ἀνάλογον πρὸς τὸ φάσμα τοῦ ἡλίου μας, μὲ πολλὰς γραμμὰς ἀπορροφήσεως, διειλομένας εἰς τὰ μέταλλα καὶ κυρίως τὸν σίδηρον, χωρὶς ὅμως νὰ λείπουν καὶ αἱ γραμμαὶ τοῦ ὑδρογόνου. ‘Η θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας των φθάνει τοὺς 6000° Κ καὶ ἔχουν χρῶμα κίτρινον. ‘Η Αἰξ (αἱ Ήνιούχου) ἀνήκει εἰς αὐτούς.

5. Άστέρες τοῦ τύπου τῶν ἡλιαικῶν κηλίδων. Οὗτοι εἰναι οἱ ἀφθονώτεροι τῶν ἀστέρων, τὸ δὲ φάσμα τῶν εἰναι ὅμοιον πρὸς ἑκεῖνο, τὸ δόποιον παρουσιάζουν αἱ κηλίδες τοῦ ἡλίου μας (§ 47 γ'), μὲ ἀφθόνους μεταλλικὰς γραμμὰς καὶ περισσότερον ἥλαττωμένας τὰς γραμμὰς τοῦ ὑδρογόνου. ‘Η θερμοκρασία των κατέρχεται εἰς τοὺς 4600° Κ καὶ ἔχουν χρῶμα χρυσοκίτρινον. Εἰς αὐτούς ἀνήκει δὲ Ἀρκτοῦρος (αἱ Βοώτου) καὶ δὲ Λαμπαδίας (αἱ Ταύρου).

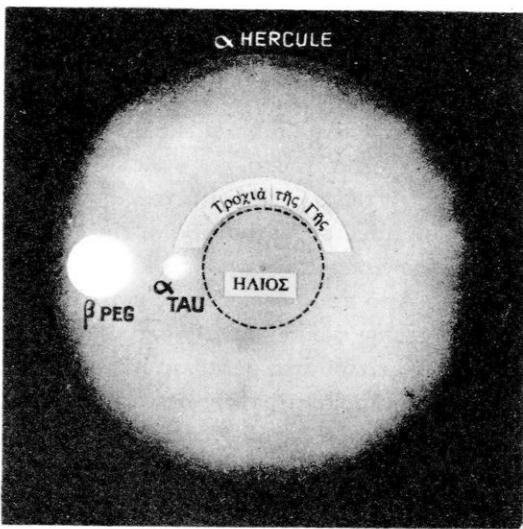
28. Διάμετροι τῶν ἀστέρων. α'. “Ολοι οἱ ἀστέρες, λόγῳ τῆς μεγάλης ἀποστάσεώς των, δὲν παρουσιάζονται ὡς μικροὶ δίσκοι, ἀλλὰ φαίνονται ὡς φωτεινὰ σημεῖα. Παρὰ ταῦτα, μὲ τὴν βοήθειαν τῆς συμβολῆς τοῦ φωτός των, κατωρθώθη νὰ μετρηθοῦν αἱ φαῖνόμεναι διάμετροι ἀρκετῶν ἀστέρων, αἱ δόποιαι εὑρίσκονται πάντοτε μικρότεραι τῶν $0'$, 05. Ἐξ αὐτῶν ἐμετρήθησαν καὶ αἱ πραγματικαὶ διάμετροὶ των, διότι ἴσχει τὸ σχέσις :

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

β'. Εἰναι ὅμως δυνατὸν νὰ εύρεθοῦν αἱ διαστάσεις τῶν ἀστέρων καὶ ἐκ τοῦ ἀπολύτου μεγέθους των (§ 23), ἐφ' ὃσον τοῦτο ἔξαρταται ἀπὸ τὴν ἐπιφανειακὴν θερμοκρασίαν των, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὴν ἕκτασιν τῆς ἐπιφανείας των. Ἐπομένως, ἐκ τοῦ ἀπολύτου μεγέθους, ὅταν γνωρίζωμεν τὴν θερμοκρασίαν τῆς ἐπιφανείας ἐνὸς ἀστέρος, εὑρίσκομεν καὶ τὴν πραγματικὴν του ἀκτίνα.

29. Άστέρες γίγαντες καὶ νᾶνοι. α'. Εύρεθη, ὅτι οἱ ἀστέρες διαφέρουν κατὰ πολὺ μεταξύ τῶν ὡς πρὸς τὰς διαστάσεις. Οὕτως, δὲ ἐρυθρὸς ἀστὴρ Ἄντάρης (αἱ Σκορπίου), μὲ θερμοκρασίαν μόνον 3000° Κ, παρουσιάζει μεγίστην φωτεινότητα, διότι ὁ ὅγκος του εἰναι πολὺ μεγάλος. ‘Η ἀκτὶς του ὑπολογίζεται 160 φορὰς μεγαλυτέρα τῆς ἡλιαικῆς καὶ ὁ ὅγκος του $4,1 \times 10^6$ μεγαλύτερος.

β'. Όνομάζονται γίγαντες οἱ ἀστέρες, ὅταν ἔχουν διάμετρον 10 ἔως 100 φορὰς μεγαλυτέραν τοῦ ἡλίου καὶ ὑπεργίγαντες οἱ ἀκόμη μεγαλύτεροι νᾶνοι δέ, οἱ ἔχοντες διάμετρον ἀπὸ τὸ δεκαπλάσιον ἔως



Εἰκ. 7. Συγκριτικὰ μεγέθη τοῦ ἡλίου πρὸς τοὺς γίγαντας ἀστέρας α Ταύρου (α Tau), β Πηγάσου (β Peg) καὶ α Ἡρακλέους (α Hercule). Ἐντὸς τοῦ τελευταίου θὰ ἥδυνατο νὰ χωρέσῃ ὁ ἡλιός καὶ ἡ περὶ αὐτὸν κινουμένη γῆ.

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

Μεταξὺ τῶν ὑπεργιγάντων συγκαταλέγεται ὁ ἀστὴρ ε τοῦ Ἡνιόχου, ὁ ὅποιος, ἐνῷ φαίνεται ὡς ἀστὴρ Ζου μεγέθους, ἔχει διάμετρον 2000 φοράς μεγαλυτέραν τῆς ἡλιακῆς καὶ ὅγκον 8×10^9 μεγαλύτερον τοῦ ἡλίου.

Ἄσκήσεις

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

29. Πόση εἶναι ἡ πυκνότης ἀστέρος, τοῦ διποίου ἡ μὲν μᾶζα εἶναι ἵση πρὸς 50 ἡλιακάς, δὲ ὅγκος ἴσος πρὸς 100 ἡλιακούς, ἀν ληφθοῦν ὡς μουάδες α) ἡ πυκνότης τοῦ ἡλίου καὶ β) ἡ πυκνότης τοῦ ὄδατος;

IV. Μεταβλητοὶ ἀστέρες

30. Ὁρισμὸς καὶ ταξινόμησις τῶν μεταβλητῶν ἀστέρων.
α'. Ονομάζονται μεταβλητοὶ ἀστέρες, ὅσοι ἔχουν σταθερὰν λαμ-

πρότητα, ἀλλὰ παρουσιάζουν κύμανσιν τῆς φωτεινότητός των.

β'. Ἐξηκριβώθη, ὅτι ἡ κύμανσις τῆς λαμπρότητος πολλῶν μεταβλητῶν ἀστέρων γίνεται ἐντὸς ὥρισμένου χρονικοῦ διαστήματος, μεταξὺ ἐνὸς μεγίστου καὶ ἐνὸς ἔλαχίστου τῆς φωτεινότητός των. Διὰ τοῦτο καὶ καλοῦνται οὗτοι περιοδικοί μεταβλητοί ἀστέρες. Ἀντιθέτως, ἄλλοι μεταβλητοὶ δὲν ἔχουν ὥρισμένα ὥρια λαμπρότητος, ἀλλ' οὕτε ἡ μεταβολὴ τῆς φωτεινότητός των γίνεται ἐντὸς ὥρισμένου χρόνου: διὰ τοῦτο καὶ καλοῦνται ἀνόμαλοι μεταβλητοί.

γ'. Ἀπὸ τοὺς περιοδικούς μεταβλητοὺς πολλοὶ συμπληρώνουν τὴν φωτεινήν των κύμανσιν ἐντὸς δλίγων ὥρῶν ἢ δλίγων ἡμερῶν. Διὰ τοῦτο καλοῦνται μεταβλητοὶ βραχεῖας περιόδου ἢ καὶ Κηφεῖδαι, διότι ὡς ἐκπροσωπευτικὸς ἀστὴρ αὐτοῦ τοῦ τύπου τῶν μεταβλητῶν θεωρεῖται ὁ δ τοῦ Κηφέως, μὲ κύμανσιν ἀπὸ τοῦ μεγέθους 3,7 ἔως τὸ 4,5, ἐντὸς περιόδου 5 ἡμ. καὶ 7 ὥρ.·

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

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

31. Τὰ αἴτια τῆς φωτεινῆς κυμάνσεως τῶν μεταβλητῶν.
α'. Ἀπὸ τοὺς περιοδικούς μεταβλητούς καὶ μάλιστα τῆς βραχείας περιόδου, ἐξηκριβώθη, ὅτι μερικοὶ ὀφείλουν τὴν φωτεινήν κύμανσίν των εἰς τὸ γεγονός, ὅτι γύρω των κινοῦνται ἄλλοι ἀστέρες μικροτέρας λαμπρότητος. "Οταν δὲ ἀμυδρότερος ἀστὴρ ἔρχεται μεταξὺ ἥμῶν καὶ τοῦ μεταβλητοῦ, τότε τὸν ἀποκρύπτει. Γίνεται δηλαδὴ ἔνα εἶδος ἐκλείψεως.

β'. Οι ἄλλοι περιοδικοί μεταβλητοί, βραχείας καὶ μακρᾶς περιόδου, καθώς καὶ οἱ ἀνώμαλοι, τὸ πιθανώτερον, ὑπόκεινται εἰς μίαν συνεχῆ διαστολὴν καὶ συστολὴν πά λον ταῖς. Διὰ τοῦτο, ὅταν ἔχουν τὸν μεγαλύτερον ὅγκον των, παρουσιάζουν τὸ μέγιστον τῆς λαμπρότητός των, ἐνῷ, ὅταν σμικρύγωνται εἰς ὅγκον, ἐμφανίζουν καὶ τὸ ἐλάχιστον τῆς φωτεινότητός των.

γ'. Οἱ νέοι, τέλος, οἱ ὅποιοι παρουσιάζονται ἔξαφνα, γίνονται καὶ κατὰ 50.000 φορὰς λαμπρότεροι, διότι ἐκρήγνυνται ἀποτόμως καὶ διαστέλλεται ἡ θερμὴ ὥλη των.

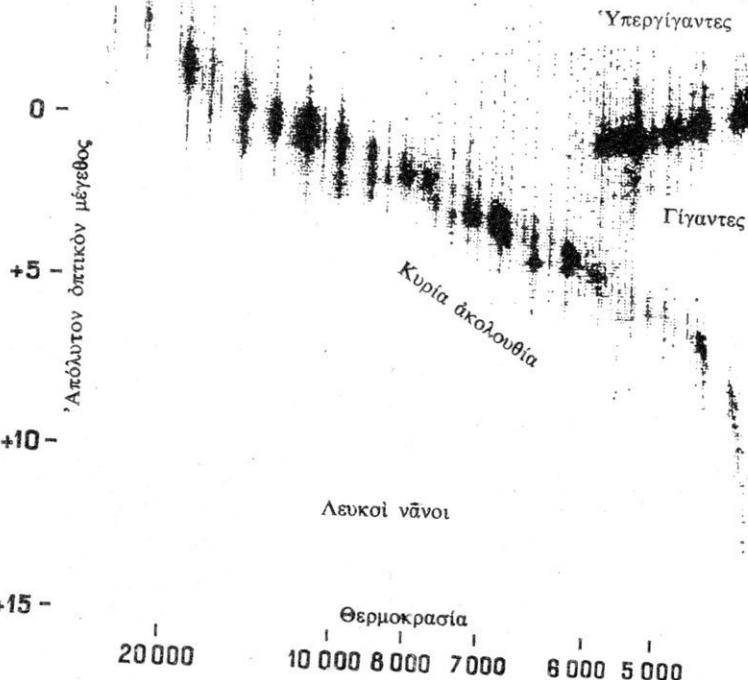
Οἱ «ύπερνέοι» διαφέρουν ἀπὸ τοὺς νέους καὶ τὴν σφοδρότητα τῆς ἐκρήξεως, ἀλλὰ καὶ διότι γίνονται ἕως 100.000.000 φορὰς λαμπρότεροι.

32. Τὸ διάγραμμα Χέρτσμπρουνγκ — Ράσσελ. α'. Ὁ Δανὸς ἀστρονόμος Hertzsprung (Χέρτσμπρουνγκ) καὶ ὁ Ἀμερικανὸς Russell (Ράσσελ) εὗρον ὅτι, ἐὰν ἔχετασθῇ τὸ ἀπόλυτον μέγεθος τῶν ἀστέρων (§ 23), τὸ ὅποιον εἶναι συνδεδεμένον μὲ τὰς πραγματικάς των διαστάσεις, καὶ συσχετισθῇ πρὸς τοὺς φασματικοὺς τύπους τούς τοὺς αὐτῶν (§ 27δ), οἱ ὅποιοι φανερώνουν τὰς θερμοκρασίας καὶ τὴν φυσικόχημικήν κατάστασίν των, τότε προκύπτει, ὅτι μεταξὺ τῶν δύο αὐτῶν χαρακτηριστικῶν στοιχείων τῶν ἀστέρων ὑπάρχει σχέσις, ἡ ὅποια δηλοῖ καὶ τὴν ἔξελιξίν των.

Πράγματι· ἂν κατασκευάσωμεν διάγραμμα (εἰκ. 8) ὅπου, εἰς μὲν τὸν ἄξονα τῶν τετμημένων ἀντιστοιχοῦν οἱ κυριώτεροι φασματικοὶ τύποι η̄ αἱ θερμοκρασίαι τῶν ἀστέρων, εἰς δὲ τὸν ἄξονα τῶν τεταγμένων τὰ ἀπόλυτα μεγέθη τῶν ἀστέρων, τότε τὸ διάγραμμα τοῦτο ἀποκαλύπτει: α) ὅτι οἱ ἀστέρες δὲν διανέμονται τυχαίως εἰς αὐτὸν καὶ β) ὅτι ὑπάρχει σαφῆς σχέσις μεταξὺ θερμοκρασίας (ἡ φασματικοῦ τύπου) καὶ ἀπολύτου μεγέθους.

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

33. Ἐξέλιξις τῶν ἀστέρων. α'. Σήμερον δεχόμεθα, ὅτι οἱ ἀστέρες γεννῶνται ἀρχικῶς, ὡς ἐρυθροὶ ὑπεργίγαντες, διὰ τῆς συμπυκνώσεως τῆς νεφελώδους ὥλης τῶν σκοτεινῶν καὶ φωτεινῶν νεφελωμάτων (§ 10δ), ἐπειτα δὲ εἰσέρχονται εἰς τὴν κυρίαν ἀκολουθίαν τῶν ἀστέρων.



Εικ. 8. Τὸ διάγραμμα Hertzsprung - Russell.

Υπεργίγαντες Γίγαντες Κυρία άκολουθιά Λευκοί νάνοι Θερμοκρασία Απόλυτον διπλικόν μέγεθος

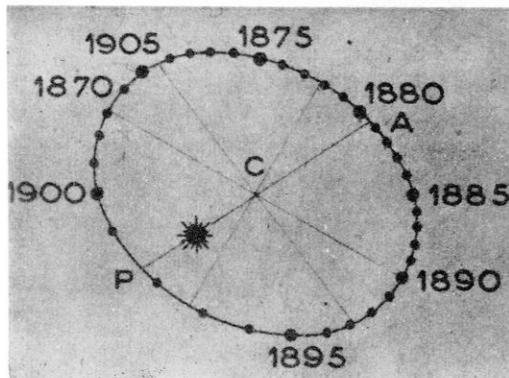
β'. Βάσει τῶν δεδομένων τούτων ὑπολογίζεται, ὅτι οἱ ἀστέρες ἔχουν διαφόρους ἡλικίας. Οὖτως οἱ τοῦ στοιχείου ἡλίου ἀστέρες εἰναι οἱ νεώτεροι, μὲ ήλικιαν 10^7 ἑτῶν. Οἱ τοῦ ὑδρογόνου μεγαλυτέρας ἡλικίας, 3×10^8 ἑτῶν, ἐνῷ οἱ ἀστέρες τῶν ἐπομένων τύπων ὡς καὶ τοῦ ἡλίου μας ἔχουν ἡδη ζῆσει δισεκατομμύρια ἑτῶν.

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

V. Αστρικὰ συστήματα

34. Διπλοὶ ἀστέρες. α'. Καλοῦνται διπλοὶ ἀστέρες ἐκεῖνοι, οἱ διποῖοι, ἐνῷ φαίνονται συνήθως διὰ γυμνοῦ ὁφθαλμοῦ ὡς ἀπλοῖ,

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



Εἰκ. 9. Τροχιὰ τοῦ συνοδοῦ τοῦ ἀστέρος
ζ 'Ηρακλέους, περιόδου 25 ἑτῶν.

Περίπου τὰ 25% τῶν ἀστέρων εἶναι διπλοῖ.

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

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

‘Ο μικρότερος ἀστήρ ὄνομάζεται **συνοδός**.

Περίπου 500 ἀστέρων ὑνωρίζομεν τὰ πλήρη στοιχεῖα τῆς τροχιᾶς τοῦ συνοδοῦ περὶ τὸν κεντρικὸν ἀστέρα. Διότι, ἐὰν γυνωρίζωμεν τὴν ἀπόστασιν τοῦ ζεύγους ἀπὸ ἡμᾶς, εύρισκομεν ἀμέσως καὶ τὴν πραγματικὴν ἀπόστασιν μεταξύ τῶν μελῶν τοῦ ζεύγους, ἐκ τῆς φαινομενικῆς ἀποστάσεώς των. ‘Ο χρόνος τῆς περιφορᾶς τοῦ συνοδοῦ περὶ τὸν μεγαλύτερον, ὁ δόποιος καλεῖται περίοδος, εύρισκεται ἐκ τῆς παρατηρήσεως, δύναται δὲ νὰ εἶναι ἕσος πρὸς μερικάς ἐκατοντάδας ἡμερῶν ἢ καὶ πρὸς δλοκλήρους αἰῶνας. Τέλος, ἐκ τῆς ἐλκτικῆς δυνάμεως, ἡ δόποια ἀσκεῖται μεταξύ τῶν μελῶν ἐνὸς ζεύγους, εἶναι δυνατὸν νὰ εὕρωμεν καὶ τὴν μᾶζαν ἐκάστου.

γ'. Συμβαίνει κάποτε ό συνοδός ένδεικνυτής είναι άρρενος, είτε διότι εύρισκεται πολὺ πλησίον τοῦ κυρίου ἀστέρος, είτε διότι είναι πολὺ ἀμυδρός, ἀλλ' ή ὑπαρξίς του νὰ πιστοποιήθαι ἀπὸ τὰς ἀνωμαλίας, τὰς ὅποιας παρουσιάζει ὁ κύριος ἀστὴρ κατὰ τὴν κίνησίν του εἰς τὸ διάστημα (§ 24 δ).

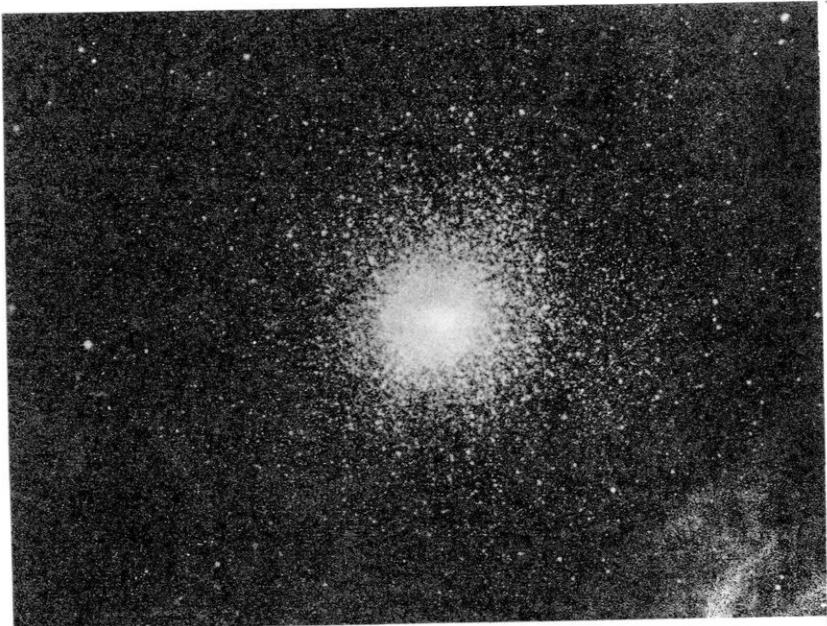
Ἐξ ἄλλου, πολλάκις διαπιστοῦται ἡ παρουσία τοῦ συνοδοῦ φασματοσκοπικῶς, διότι ὁ διπλοῦς ἀστὴρ παρουσιάζει τότε ἔνα περιοδικὸν διπλασιασμὸν τῶν γραμμῶν τοῦ φάσματός του. Διὰ τοῦτο καὶ οἱ ἀστέρες αὐτοὶ καλοῦνται φασματοσκοπικῶς διπλοῖ. Αἱ περίοδοι αὐτῶν είναι συνήθως πολὺ μικρά, περιοριζόμεναι εἰς δλίγας ἡμέρας ἢ καὶ ὥρας.

35. Πολλαπλοῖ ἀστέρες. α'. "Οπως δύο ἀστέρες ἀποτελοῦν συνήθως ἔνα διπλοῦν, καθ' ὅμοιον ἐντελῶς τρόπον τρεῖς ἀστέρες ἀποτελοῦν ἔνα τριπλοῦν ἀστέρα. Ἡ φαινομένη ἀπόστασις τοῦ τρίτου ἀστέρος ἀπὸ τοὺς δύο ἄλλους, οἱ ὅποιοι συγκροτοῦν διπλοῦν, δυνατὸν νὰ φθάνῃ τὰ 2'. Είναι γνωστοὶ 130 τριπλοῖ ἀστέρες, μεταξὺ τῶν ὅποιών διαμπρότερος είναι δι τῆς Κασσιόπης, εἰς τὸν ὅποιον τὰ μεγέθη τῶν τριῶν ἀστέρων είναι 4,2, 7,1 καὶ 8,1.

β'. Καθ' ὅμοιον τρόπον ἔχομεν πολλοὺς τετραπλοὺς ἀστέρας. Εἰς αὐτοὺς οἱ τέσσαρες ἀστέρες ἀποτελοῦν συνήθως δύο ζεύγη εἰς ἀπόστασιν μέχρι 3'. Ἐκπροσωπευτικὸς είναι ὁ λαμπρὸς ἀστὴρ 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 ἀπὸ ἄλλήλων 3'', 2, ὁ δὲ ϵ_2 ἀναλύεται εἰς δύο ἄλλους, 5,0 καὶ 5,5 μεγέθους, ἀπέχοντας μόνον 2'',5. Οἱ ἀστέρες καθ' ἐνδεικτούμενοι κινοῦνται περὶ τὸ κοινὸν κέντρον τῆς μάζης των, ἐνῷ τὰ κέντρα βάρους τῶν δύο διπλῶν κινοῦνται περὶ τὸ κοινὸν κέντρον βάρους αὐτῶν. Ὑπάρχουν καὶ πολὺ δλίγοι πενταπλοῖ ἀστέρες, μεταξὺ τῶν ὅποιών διαμπρότερος είναι δι τῆς Λύρας. Ἐπίσης ἔχομεν καὶ συστήματα πολλαπλῶν ἀστέρων.

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

β'. Τὰ ἀνοικτὰ σμήνη ἀποτελοῦνται συνήθως ἀπὸ μερικάς δεκάδας ἢ καὶ ἑκατοντάδας ἀστέρων, διεσπαρμένων χωρὶς τάξιν εἰς μικρὸν σχετικῶς χῶρον τοῦ οὐρανοῦ. Είναι γνωστὰ 334, τὰ ὅποια εύρισκονται εἰς ἀποστάσεις ἀφ' ἡμῶν 100 ἔως 15.000 ε.φ., ἐνῷ ἡ διάμετρος τοῦ χώρου, τὸν ὅποιον καταλαμβάνει καθέν εἶς αὐτῶν



Εικ. 10. Τὸ σφαιρωτὸν σμῆνος τοῦ Ἡρακλέους.

κυμαίνεται ἀπὸ 10 ἕως 50 ε.φ. Ἐξ αὐτῶν τὰ σπουδαιότερα εἰναι αἱ **Πλειάδες** (κ. Πούλεια), αἱ **Υάδες** καὶ ἡ **Φάτνη**, δρατὰ διὰ γυμνοῦ ὁφθαλμοῦ.

Αἱ **Πλειάδες** ἀποτελοῦνται ἀπὸ 300 περίπου ἀστέρας, ἃν καὶ ὑπάρχουν δεκαπλάσιοι εἰς τὴν ἴδιαν περιοχήν, χωρὶς νὰ εῖναι βέβαιον, ὅτι ὅλοι ἀνήκουν εἰς τὸ σμῆνος τοῦτο. Διὰ γυμνοῦ ὁφθαλμοῦ διακρίνονται μόνον 7. Οἱ ἀστέρες τοῦ σμήνους εύρισκονται ἐντὸς λίαν ἀραιοῦ νεφελώματος καὶ καταλαμβάνονται χῶρον διαμέτρου 20 ε.φ. περίπου. Ἡ ἀπόστασίς των ἵσως φθάνει τὰ 450 ε.φ.

γ'. Τέλος, ἐκτὸς τῶν ἀνοικτῶν σμηνῶν ὑπάρχουν καὶ τὰ **σφαιρωτὰ** σμῆνη, τὰ ὅποια εἰναι 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 σμῆνη εἰναι τὸ τοῦ Ἡρακλέους (εἰκ. 10). Εἰς τὰς φωτογραφίας του ἐμετρήθησαν περὶ τοὺς 50.000 ἀστέρες, ἐκτὸς ἐκείνων οἱ ὅποιοι

εύρισκονται περὶ τὸ κέντρον τοῦ σμήνους καὶ οἱ ὄποιοι εἰναι ἀδύνατον νὰ μετρηθοῦν, λόγω τῆς μεγάλης πυκνότητός των. Ἡ ἀπόστασις τοῦ σμήνους ἀφ' ἡμῶν φθάνει τὰ 30.000 ε.φ.

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

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

Ασκήσεις

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

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ Ο ΗΛΙΟΣ

I. Σχῆμα, μέγεθος καὶ κατάστασις τοῦ ἡλίου

37. Σχῆμα καὶ περιστροφὴ τοῦ ἡλίου. α'. Ἐπιμελημέναι μετρήσεις ἔδειξαν, ὅτι ὁ ἡλιος εἶναι ἐντελῶς σφαῖρα κικὸν σῶμα. Ἔνῷ δὲ ἡ γῆ, ὅπως καὶ οἱ ἄλλοι πλανῆται, εἶναι πεπιεσμένοι περὶ τοὺς πόλους τοῦ ἀξονος τῆς περιστροφῆς των, ἐν τούτοις ὁ ἡλιος δὲν παρουσιάζει αἰσθητὴν συμπίεσιν· διὰ τοῦτο καὶ ὁ δίσκος του φαίνεται ἐντελῶς κυκλικός.

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

Πράγματι· ὅπως τὸ ἀποδεικνύει τόσον ἡ ὀπτική, ὃσον καὶ ἡ φασματοσκοπικὴ ἔξέτασις, ἡ ἡλιακὴ σφαῖρα κινεῖται περὶ ἀξονα, ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς, συμπληρώνει δὲ μίαν περιστροφήν, κατὰ μέσον ὅρον, εἰς 25 ἡμ. καὶ 23λ. περίπου.

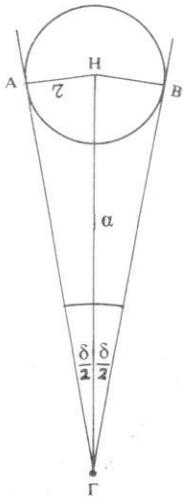
Ο χρόνος δύων αὐτὸς δὲν εἶναι ὁ ἴδιος εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῆς ἡλιακῆς ἐπιφανείας. Οὕτως, εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ Ἰσημερινοῦ περιορίζεται εἰς τὰς 24 ἡμ. καὶ 15 ὥρ., ἐνῷ εἰς ἀπόστασιν 45° ἀπὸ τοῦ Ἰσημερινοῦ φθάνει τὰς 28,5 ἡμ. περίπου καὶ γίνεται ἀκόμη μεγαλύτερος, καθ' ὃσον πλησιάζουμεν πρὸς τοὺς πόλους τοῦ ἀξονος τῆς περιστροφῆς αὐτοῦ.

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

38. Μέγεθος τοῦ ἡλίου. α'. Καλοῦμεν φαινομένην διάμετρον τοῦ ἡλίου τὴν γωνίαν ΑΓΒ, ὑπὸ τὴν ὅποιαν φαίνεται ὁ ἡλιος Ἡ ἐκ τῆς γῆς Γ (σχ. 5).

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

β'. Ἡ μεταβολὴ τῆς φαινομένης διαμέτρου τοῦ ἡλίου εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς μεταβολῆς τῆς ἀποστάσεως ΓΗ τῆς γῆς ἐκ τοῦ ἡλίου. Τοῦτο γίνεται, διότι ἡ γῆ δὲν κινεῖται περὶ τὸν ἡλιον ἐπὶ κυκλικῆς τροχιᾶς, τῆς ὅποιας τὸ κέντρον νὰ κατέχῃ ὁ ἡλιος, ἀλλ' ἐπὶ ἐλλειπτικῆς τροχιᾶς (§ 84α), εἰς τρόπον ὡστε, περὶ τὴν 1ην Ἰανουαρίου,



Σχ. 5.

ή άπόστασις ΓΗ λαμβάνει τὴν ἐλαχίστην τιμὴν, τῶν 147.100.000 km περίπου, ἐνῷ περὶ τὴν 2αν Ἰουλίου λαμβάνει τὴν μεγίστην τιμὴν, τῶν 152.100.000 km. Συνεπῶς ἡ τιμὴ τῶν 149.504.312 km (§ 21β) εἶναι ἡ μέση τιμὴ τῆς ἀποστάσεως.

γ'. Ἐὰν καλέσωμεν Ε καὶ εἶναι στοίχως τὰς ἐπιφανείας τοῦ ἥλιου καὶ τῆς γῆς καὶ V καὶ ν τοὺς ὅγκους αὐτῶν, τότε, δυνάμει τῆς γνωστῆς ἐκ τῆς γεωμετρίας σχέσεως, κατὰ τὴν ὁποίαν, αἱ μὲν ἐπιφάνειαι δύο σφαιρῶν ἔχουν λόγον ἵσον πρὸς τὸν λόγον τῶν τετραγώνων τῶν ἀκτίνων των, οἱ δὲ ὅγκοι αὐτῶν ἵσον πρὸς τὸν λόγον τῶν κύβων τῶν ἀκτίνων των, εὑρίσκομεν :

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

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

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

δ'. Ἐκ τῆς ἑλκτικῆς δυνάμεως τοῦ ἥλιου, τῆς ἀσκουμένης ἐπὶ τῆς γῆς, εὑρίσκεται, ὅτι ἡ μᾶζα τοῦ ἥλιου εἶναι 332.488 φορᾶς μεγαλυτέρα τῆς γηίνης.

Ἐκ τοῦ ὅγκου V καὶ τῆς μάζης M τοῦ ἥλιου εὑρίσκομεν, ὅτι ἡ πυκνότης του, λαμβανομένης ὡς μονάδος τῆς πυκνότητος τοῦ ὄγκου, εἶναι ἴση πρὸς 1,41.

Τέλος, εὑρίσκεται, ὅτι ἡ ἐντασις τῆς βαρύτητος ἐπὶ τῆς γῆς ἐπιφανείας τοῦ ἥλιου εἶναι 28 φορᾶς μεγαλυτέρα, ἀπὸ δύον εἶναι εἰς τὴν γῆν, ἡ δὲ ταχύτης διαφυγῆς, ἥτοι ἡ ταχύτης, τὴν ὁποίαν πρέπει νὰ ἀναπτύξῃ ἐνα σῶμα, διὰ νὰ ὑπερνικήσῃ τὴν ἥλιακὴν ἔλξιν, εἶναι 617 km/sec.

Ἄσκήσεις

32. Εὗρετε τὴν ἀκτίνα τοῦ ἥλιου εἰς km, τὴν ἐπιφάνειάν του εἰς km² καὶ τὸν ὅγκον του εἰς km³.

33. Εὗρετε τὴν τιμὴν τῆς πυκνότητος τῆς ἥλιακῆς ὑλῆς ἐν σχέσει πρὸς τὴν πυκνότητα τῆς γῆς, τῆς δόπιας ἡ τιμὴ εἶναι 5,52.

34. Εὗρετε πόσον θὰ ζυγίζῃ, ἐάν μεταφερθῇ ἐπὶ τοῦ ἥλιου, σῶμα γηίνου βάρους 1 kg.

35. Ἡ ταχύτης διαφυγῆς εἰς τὴν γῆν εἶναι 11.178 m/sec. Εὗρετε πόση εἶναι μεγαλυτέρα ἑκείνη τοῦ ἥλιου.

39. Λαμπρότης τοῦ ἡλίου. α'. Μετρήσεις τῆς λαμπρότητος τοῦ ἡλίου ἀπέδειξαν, ὅτι οὕτως είναι κατὰ 12×10^{10} φοράς λαμπρότερος ἀστέρος τοῦ α' μεγέθους καὶ κατὰ 23×10^7 φοράς λαμπρότερος τοῦ φωτὸς ὅλων τῶν ἀστέρων. Διὰ τοῦτο ἄλλωστε κατὰ τὴν ἡμέραν τοὺς ἀποκρύπτει. Τέλος, είναι κατὰ 56×10^4 φοράς λαμπρότερος τῆς πανσελήνου.

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

γ'. Παρατηρούμενος διὰ τηλεσκοπίου ὁ ἡλιος 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 ἀτμοσφαίρας, ἡ ὁποία ἀπορροφᾷ τὸ φῶς αὐτοῦ.

40. Ἡ ἡλιακὴ σταθερά. α'. Καλοῦμεν ἡλιακὴν σταθερὰν τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος καὶ, γενικώτερον, τῆς ἐνεργείας τοῦ ἡλίου, τὸ ὁποῖον δέχεται ἐπιφάνειαν ἵσην πρὸς 1 cm^2 , ἐὰν ἐκτεθῇ καθέτως πρὸς τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας ἐπὶ 1 min. Εύρεθη δέ, ὅτι ἡ ἡλιακὴ σταθερὰ είναι ἵση πρὸς 1,938 θερμίδας· ἥτοι, ὅτι ἀνυψοῦ τὴν θερμοκρασίαν μάζης 1 gr. ὕδατος κατὰ $1^{\circ},938$ C εἰς 1 min, ἥ, ὅπερ τὸ αὐτό, ὅτι εἰς 1 min ἀνυψοῦ κατὰ 1° C τὴν θερμοκρασίαν μάζης ὕδατος $1,938$ gr.

β'. 'Ἐὰν ληφθῇ ὑπὸ ὅψιν καὶ ἡ ἐνέργεια, τὴν ὁποίαν ἀπορροφᾷ ἡ γη̄νη ἐπιμόσφαιρα, χωρὶς ἥντα φθάνῃ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς, τότε ἡ ἡλιακὴ σταθερὰ ἀνέρχεται εἰς 2,04 θερμίδας.'

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

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

κατά τὸ διάστημα τοῦτο, συνάγεται τὸ συμπέρασμα, ὅτι ὁ ἡλίος συνεχῶς ἀναπληροῖ τὴν ἀκτινοβολουμένην ἐνέργειάν του.

β'. Πρὸς ἔξήγησιν τῆς συνεχοῦς ἀνανεώσεως τῆς ἀκτινοβολουμένης ἡλιακῆς ἐνέργειας ἔχουν προταθῆ κατὰ καιρούς διάφοροι θεωρίαι, σπουδαιότεραι τῶν ὅποιων εἰναι :

A'. Ἡ ύπόθεσις τῆς συστολῆς τοῦ ἡλίου, ἡ ὅποια διετυπώθη ἀρχικῶς τὸ 1854 ἀπὸ τὸν Helmholtz (Χέλμολτζ) καὶ συνεπληρώθη τὸ 1893 ἀπὸ τὸν λόρδον Kelvin (Κέλβιν). Κατ' αὐτὴν ἡ ἀκτινοβολία τοῦ ἡλίου προκαλεῖ τὴν ψῦξιν αὐτοῦ καὶ, συνεπῶς, τὴν συστολήν του. "Ἄρα μετατροπὴν τῆς δυνάμεως ἐνέργειας εἰς θερμικήν.

'Αλλ' ἔὰν κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον συνετηρεῖτο ἡ ἡλιακὴ ἐνέργεια, τότε ἡ ἡλικία τοῦ ἡλίου θὰ ἔπειπε νὰ μὴ εἰναι μεγαλυτέρα τῶν 3×10^7 ἑτῶν, ἐνῷ ἡ ἡλικία τῆς γῆς, διὰ πολλῶν μεθόδων, εὔρισκεται πολὺ μεγαλυτέρα, ἥτοι τῆς τάξεως τῶν $4,5 \times 10^9$ ἑτῶν. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἡ συστολὴ λόγῳ βαρύτητος εἰναι ἀνεπαρκής, ὡς κυρία πηγὴ ἐνέργειας τοῦ ἡλίου.

B'. Θερμοπυρηνικαὶ ἀντιδράσεις. Κατὰ τὰς θερμοπυρηνικὰς ἀντιδράσεις, μᾶζα πι μετατρέπεται εἰς ἐνέργειαν E, συμφώνως πρὸς τὸν τύπον τοῦ Einstein: $E = mc^2$, δηπου c εἰναι ἡ ταχύτης φωτός. Εἰς τὸν ἡλιον ἔχομεν τὸν «κύκλον τοῦ ἀνθρακος», δ ὅποιος διετυπώθη τὸ 1938 ὑπὸ τῶν Bethe, (Μιέρθε) καὶ Weizsaecker (Βάϊτσαϊκερ) καὶ τὸν κύκλον «πρωτονίου - πρωτονίου». Κατὰ τὰς ἀντιδράσεις αὐτὰς μέρος τῆς μεταστοιχειουμένης ὑλῆς, ἵσον πρὸς τὸ 0,027 αὐτῆς, μετατρέπεται εἰς ἐνέργειαν, τὴν ὅποιαν ἀκτινοβολεῖ ὁ ἡλίος.

'Ἐπομένως αἱ θερμοπυρηνικαὶ ἀντιδράσεις εἶναι ίκαναι νὰ δίδουν τὰ τεράστια πιοσὰ τῆς ἀκτινοβολουμένης ἐνέργειας καὶ νὰ προβλέψουν καὶ τὸ μακρὸν χρονικὸν διάστημα τῆς ζωῆς τοῦ ἡλίου.

"Υπολογίζεται, δητι κατὰ δευτερόλεπτον μεταστοιχειοῦνται 700×10^6 τόνυοι ὑδρογόνου καὶ ἔξ αὐτῶν οἱ μὲν $695,3 \times 10^6$ γίνονται ἡλιον, ἐνῷ οἱ $4,7 \times 10^6$ τόνυοι ἀκτινοβολοῦνται εἰς τὸ διάστημα ὡς ἐνέργεια. Ἐπὶ πλέον, ὑπολογίζεται, δητι ἡ ποσότης τοῦ ὑπάρχοντος εἰς τὸν ἡλιον ὑδρογόνου εἶναι τόση, ὡστε νὰ καταστῇ δυνατή ἡ συντήρησις αὐτοῦ καὶ ἡ συνεχῆς ἀκτινοβολία του ἐπὶ πολλὰ δισεκατομμύρια ἑτῶν.

42. Θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἡλίου. Διὰ διαφόρων μεθόδων εύρισκεται, δητι ἡ θερμοκρασία ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἡλίου ἀνέρχεται εἰς 6000° C περίπου.

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

”Ασκησις

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

43. Αἱ ἡλιακαὶ στοιβάδες. α'. Βάσει τῶν δεδομένων περὶ τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἡλίου συμπεραίνομεν, ὅτι οὗτος συνίσταται ἐκ διαπύρων ἀερίων καὶ ὅτι ἡ ὑλὴ του εἶναι διατεταγμένη κατὰ ὁμοκέντρους στοιβάδας, εἰς τὰς δόποιας ἡ θερμοκρασία καὶ ἡ πυκνότης ἐλαττούνται, καθὼς βαίνομεν ἀπὸ τοῦ κέντρου πρὸς τὴν ἐπιφάνειάν του.

β'. Αἱ ἐν λόγῳ στοιβάδες εἶναι :

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

“Υπολογίζεται, ὅτι εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ κέντρου ἡ πυκνότης τῆς ἡλιακῆς ὑλῆς εἶναι 70 φορᾶς μεγαλυτέρα τοῦ ὕδατος καὶ ἡ πίεσις ἀνέρχεται εἰς 2×10^{11} ἀτμοσφαίρας. Υπὸ τὰς συνθήκας αὐτὰς καὶ τὴν θερμοκρασίαν τῶν 14×10^6 βαθμῶν, τὰ ἄτομα τῶν στοιχείων εύρισκονται εἰς ιονισμένην κατάστασιν καὶ τόσον συμπιεσμένα, ὥστε ἡ ὑλὴ τοῦ πυρῆνος, ἃν καὶ ἀεριώδης, εἶναι ἀνένδοτος καὶ συνεκτικὴ περισσότερον καὶ ἀπὸ τὰ στερεά. Ἐξ ἄλλου, ἡ ἀκτινοβολία τῶν ἐσωτερικῶν στρωμάτων τοῦ πυρῆνος προκαλεῖ πίεσιν ἐπὶ τῶν ύπερκειμένων στρωμάτων.

Β'. Η φωτόσφαιρα. “Υπεράνω τοῦ πυρῆνος ύπαρχει στοιβάς, πάχους 400 km., ἡ δόποια φθάνει μέχρι τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἡλίου. Η στοιβὰς αὐτὴ τῆς ἡλιακῆς σφαίρας, ἀπὸ τὴν δόποιαν προέρχεται καὶ δλη ἡ ἀκτινοβολουμένη ύπὸ τοῦ ἡλίου ἐνέργεια, ἡ θερμότης καὶ τὸ φῶς, ἐκλήθη φωτόσφαιρα. Ο δίσκος τοῦ ἡλίου ἀντιστοιχεῖ, συνεπῶς, εἰς τὴν φωτόσφαιραν.

Γ'. Ή **άτμισθαιρα.** Ύπεράνω τῆς φωτοσφαίρας ύπάρχει ήλιακή οὐλη καὶ μάλιστα εἰς στρῶμα μεγάλου πάχους. Τοῦτο καλεῖται ἀτμόσφαιρα.

Η ήλιακή ἀτμόσφαιρα χωρίζεται εἰς δύο στοιβάδας.

Η πρώτη ἔξ αὐτῶν, ή ὅποια εύρισκεται εὐθύς ἀμέσως ὑπεράνω τῆς φωτοσφαίρας καλεῖται **χρωμόσφαιρα.** Τὸ ὑψος τῆς φθάνει, τὸ πολύ, εἰς τὰ 15.000 km, ή δὲ θερμοκρασία τῆς ἀνέρχεται εἰς τοὺς 100.000° K. Παρουσιάζει ἔντονον ρόδινον χρῶμα, ἔξ οὗ καὶ ἔλαβε τὸ ὄνομά της «χρωμόσφαιρα». Ύπεράνω τῆς χρωμοσφαίρας εύρισκεται τὸ **στέμμα**, τοῦ ὅποιου τὰ δρια φθάνουν εἰς τὴν ἀπόστασιν τῶν πέντε ήλιακῶν ἀκτίνων. Η θερμοκρασία του ἀνέρχεται εἰς τοὺς 10^6 ἔως $1,5 \times 10^6$ βαθμούς.

Η χρωμόσφαιρα καὶ τὸ στέμμα εἶναι ὄρατὰ μὲ ὅλην τὴν μεγαλοπρεπείαν των κατὰ τὰς διλικὰς ήλιακὰς ἐκλείψεις.

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

44. Τὸ ήλιακὸν φάσμα. α'. Τὸ φάσμα τῆς φωτοσφαίρας εἶναι συνεχές. Λόγῳ ὅμως τῆς χαμηλοτέρας θερμοκρασίας τῆς ὑπερκειμένης ἀτμοσφαίρας, τὸ φῶς τοῦ ήλιου παρέχει φάσμα ἀπορροφήσεως μὲ πολλὰς σκοτεινάς γραμμάς.

β'. Κατὰ τὰς διλικὰς ἐκλείψεις τοῦ ήλιου, μόλις γίνεται ἡ πλήρης ἀπόκρυψις τοῦ ήλιακοῦ δίσκου, αἱ σκοτειναὶ γραμμαὶ τοῦ ήλιακοῦ φάσματος παύουν, πρὸς στιγμήν, νὰ εἴναι σκοτειναὶ καὶ γίνονται ὀλαι λαμπραί. Τοῦτο συμβαίνει, διότι παύει πλέον νὰ ἔρχεται φῶς ἀπὸ τὴν φωτόσφαιραν, τὸ δόποιον καὶ νὰ ἀπορροφᾶται ὑπὸ τοῦ χαμηλοτέρου στρώματος τῆς χρωμοσφαίρας, τὸ δόποιον καλεῖται ἀπὸροφήσεως ἀκόμη καὶ «ἀνατρεπτικὴ στοιβάς», ως ἐκ τῆς παρατηρουμένης ἀπόροφής τῶν σκοτεινῶν γραμμῶν εἰς λαμπράς, κατὰ τὰς διλικὰς ήλιακὰς ἐκλείψεις. Ἐπειδὴ δὲ τὸ φαινόμενον τοῦτο διαφρεκτὸς ἐλάχιστον χρόνον, εἰς τὴν ἀρχὴν καὶ τὸ τέλος τῶν διλικῶν φάσεων τῶν ήλιακῶν ἐκλείγειν, διὰ τοῦτο καὶ τὸ φάσμα, μὲ τὰς λαμπρὰς γραμμάς, καλεῖται ἀστραπιαῖον.

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

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

ὅτι ὁ ἥλιος ἐκπέμπει ἀκτινοβολίας τῶν μηκῶν τῶν ραδιοφωνικῶν κυμάτων. Τὰ κύματα αὐτὰ συλλαμβάνονται ὑπὸ τῶν ραδιοφωνικῶν κυμάτων.

γ'. Ἐξ ἄλλου ἐκπέμπονται ὑπὸ τοῦ ἥλιου καὶ ἀκτινοβολίαι ἀντιστοιχοῦσαι εἰς τὰ πολὺ μικρὰ μήκη. Οὕτως ἀνευρέθησαν ἐσχάτως ἀκτίνες X, ἀλλὰ καὶ ἀκτίνες γ, προερχόμεναι ἐκ τοῦ ἥλιου.

46. Χημικὴ σύστασις τοῦ ἥλιου. α'. Ἡ σπουδὴ τῶν γραμμῶν τοῦ ἥλιακοῦ φάσματος ἀπέδειξεν, ὅτι ἡ ἥλιακὴ ὕλη ἀποτελεῖται ἀπὸ τῶν γνωστῶν στοιχείων. Ἐκ τούτων, διεπιστώθη μέχρι τοῦδε ἡ ὑπαρξία 70 στοιχείων, ἐνῷ ἡ μὴ ἀνεύρεσις τῶν ὑπολοίπων δὲν σημαίνει καὶ τὴν ἀπουσίαν των ἐκ τοῦ ἥλιου. Διότι, τούλαχιστον, τῶν 15 ἔξι αὐτῶν αἱ γραμμαὶ ἀπορροφήσεως θὰ πρέπει νὰ εύρισκωνται εἰς τὸ ἀόρατον ὑπεριῶδες μέρος τοῦ φάσματος, ἐνῷ ἄλλα στοιχεῖα δυνατὸν νὰ ὑπάρχουν μόνον εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ἥλιου.

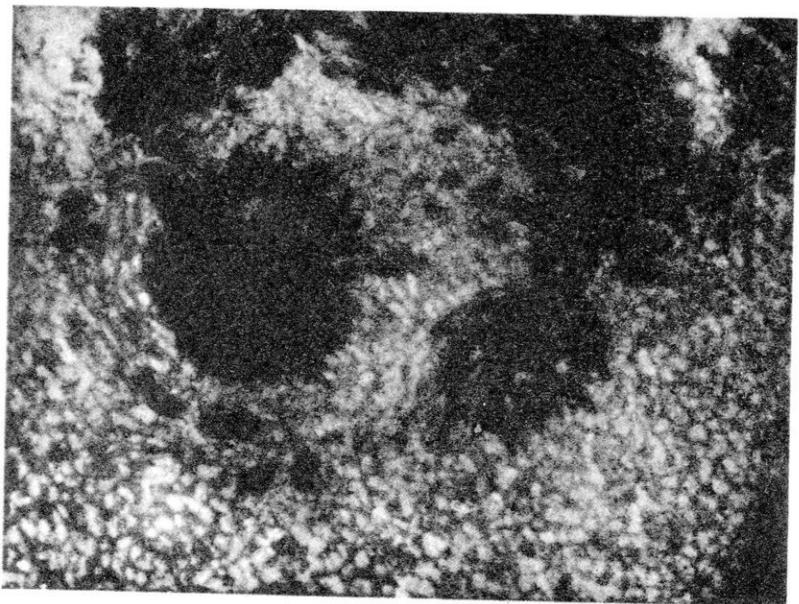
β'. Αἱ περισσότεραι τῶν γραμμῶν τοῦ ἥλιακοῦ φάσματος ἀντιστοιχοῦν εἰς τὸν σίδηρον. Ἐν τούτοις ὅμως τὰ περισσότερον ἀφθονοῦντα στοιχεῖα εἰς τὸν ἥλιον εἶναι τὸ ὑδρογόνον καὶ τὸ ἥλιον, τὸ δόπιον ἔλαβε τὸ ὄνομα τοῦτο, διότι παρετηρήθη τὸ πρῶτον ἐπὶ τοῦ ἥλιου καὶ κατόπιν ἀνεκαλύφθη εἰς τὴν γῆν.

Ἡ πιθανωτέρα ἀναλογία διανομῆς τῶν στοιχείων εἰς τὴν ἥλιακήν ὑλην εἶναι : ὑδρογόνον 84%, ἥλιον 15% καὶ τὰ ἄλλα στοιχεῖα 1%.

II. Ἡλιακὰ φαινόμενα

47. Οἱ φωτοσφαιρικοὶ ωχηματισμοί. α'. Παρατηροῦντες τὸν ἥλιον διὰ τοῦ τηλεσκοπίου, βλέπομεν ὅτι ἡ ἐπιφάνειά του δὲν εἶναι λεία, ἀλλ' ὅμοιάζει μὲν λευκὸν σινδόνι, τὸ δόπιον ἔχει καλυφθῆ ὅμοιομόρφως μὲν κόκκους δρύζης. Διὰ τοῦτο καὶ οἱ κόκκοι αὐτοὶ τοῦ ἥλιου ὀνομάσθησαν **κόκκοι δρύζης**.

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



Εικ. 11. Κόκκοι καὶ κηλίδες τῆς ἡλιακῆς φωτοσφαίρας.

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

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

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

γ'. Αἱ **κηλίδες** τέλος είναι οἱ περισσότερον ἐντυπωσιακοὶ καὶ ἐνδιαφέροντες σχηματισμοὶ τῆς φωτοσφαίρας. Συνήθως ἔχουν τὴν ὅψιν μεγάλων ἢ μικρῶν κυκλικῶν καὶ ἐντόνως μελανῶν ἐπιφανειῶν, οἵ ὅποιαι περιβάλλονται ἀπὸ ὀλιγώτερον σκοτεινᾶς στεφάνας, ἵνωδους ὑφῆς. Καὶ τὸ μὲν κεντρικὸν πολὺ σκοτεινὸν τμῆμα τῆς κηλίδος λέγεται **σκιά**, ἢ δὲ στεφάνη **σκιόφως** αὐτῆς.

Αἱ κηλίδες διατηροῦνται ἐπὶ πολλὰς ἡμέρας, κάποτε δὲ καὶ ἐπὶ

μερικούς μῆνας, ἐὰν είναι ἀρκετά μεγάλαι. Κατὰ τὸ διάστημα τῆς ζωῆς των παρουσιάζουν μεταβολὰς τῆς μορφῆς καὶ τῆς ἐντάσεως των, ἔξαφανίζονται δὲ διὰ τῆς βαθμιαίας ἐλαττώσεως τοῦ μεγέθους των καὶ τῆς σκοτεινότητός των.

Συνήθως αἱ κηλῖδες παρουσιάζονται καθ' ὁ μάδας. Εἰς μίαν δύμάδαν ὑπάρχουν σχεδὸν πάντοτε δύο πολὺ μεγάλαι, ἐκ τῶν δύοιων ἡ δυτικὴ καλεῖται ἡ γούμενη καὶ ἡ ἀνατολικὴ ἐπομένη.

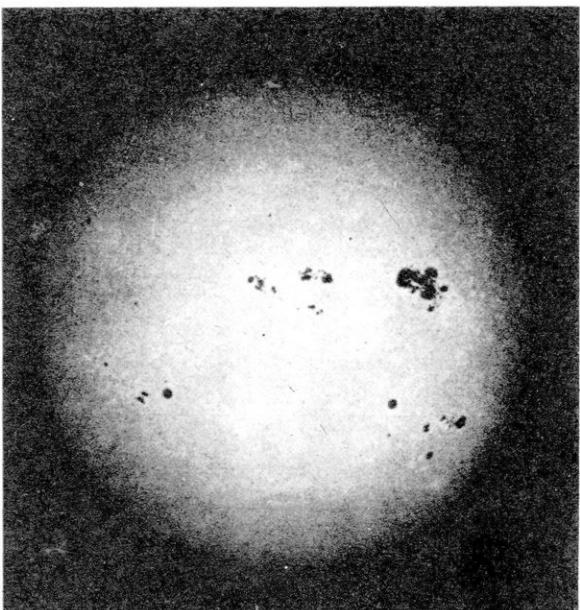
Ἡ διάμετρος τῶν κηλίδων ἐνίστει ὑπερβαίνει τὰ 80.000 km. Αἱ πολὺ μεγάλαι κηλῖδες, αἱ ἔχουσαι διάμετρον μεγαλυτέραν τῶν 40.000 χλμ., ἥτοι τριπλασίαν καὶ ἅνω τῆς γηίνης διαμέτρου, φαίνονται καὶ διὰ γυμνοῦ δρθαλμοῦ. Τὸ συνηθέστερον, αἱ κηλῖδες είναι κοιλότητες τῆς φωτοσφαίρας, ὅμοιαι μὲν χοάνας, βάθους μέχρι 800 km.

Ἡ θερμοκρασία τῶν κηλίδων είναι ἵστη πρὸς 4600° C, ἥτοι πολὺ ταπεινοτέρα τῆς φωτοσφαίρας, εἰς τοῦτο δὲ δόφειλεται καὶ τὸ μελανὸν χρῶμά των. Συμβαίνει δηλαδὴ ἔδωσι, τι ἀκριβῶς καὶ μὲ τὴν φλόγα κηρίου, ἐὰν τοποθετηθῇ ἐμπρὸς εἰς ἓνα ἡλεκτρικὸν λαμπτήρα. Ἡ φλόγα τοῦ κηρίου φαίνεται μαύρη, λόγω τῆς ταπεινοτέρας θερμοκρασίας της.

48. Ὁ ἐνδεκαετῆς κύκλος τῶν ἡλιακῶν κηλίδων. Ὁ Schwabe (Σβάμπε) πρῶτος διεπίστωσεν, ὅτι αἱ κηλῖδες δὲν ἔμφανίζονται μὲ τὴν ίδιαν πάντοτε συχνότητα. Ὅπαρχουν πάντοτε ἓνα ἔως δύο ἔτη, κατὰ τὰ δύοια φαίνονται σπανίως ὀλίγαι μόνον κηλῖδες. Ἐπειτα, ἐπὶ τέσσαρα περίπου ἔτη συνεχῶς γίνονται δλονὲν καὶ περισσότεραι, διὰ νὰ φθάσωμεν τελικῶς εἰς τὸ μέγιστον τοῦ πλήθους των καί, γενικώτερον, τῆς σκιαζομένης ὑπ' αὐτῶν ἐπιφανείας. Κατόπιν, ἐπὶ μίαν περίπου ἔξαετίαν, δὲ ἀριθμὸς τῶν κηλίδων ἐλαττοῦται συνεχῶς, διὰ νὰ ἐπανέλθωμεν καὶ πάλιν εἰς τὸ ἐλάχιστον τοῦ πλήθους των καὶ τῆς ἐκτάσεώς των.

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

49. Φαινόμενα τῆς χρωμοσφαίρας. Μὲ τὴν βοήθειαν εἰδικῶν ὀργάνων (§ 144), τὰ δύοια ἐπιτρέπουν τὴν σπουδὴν τῆς ἡλιακῆς



Εἰκ. 12. Φωτογραφία τοῦ ἡλίου κατὰ τὸ μέγιστον τῆς δραστηριότητος αὐτοῦ. Διακρίνονται πολλαὶ καὶ μεγάλαι ὁμάδες κηλίδων.

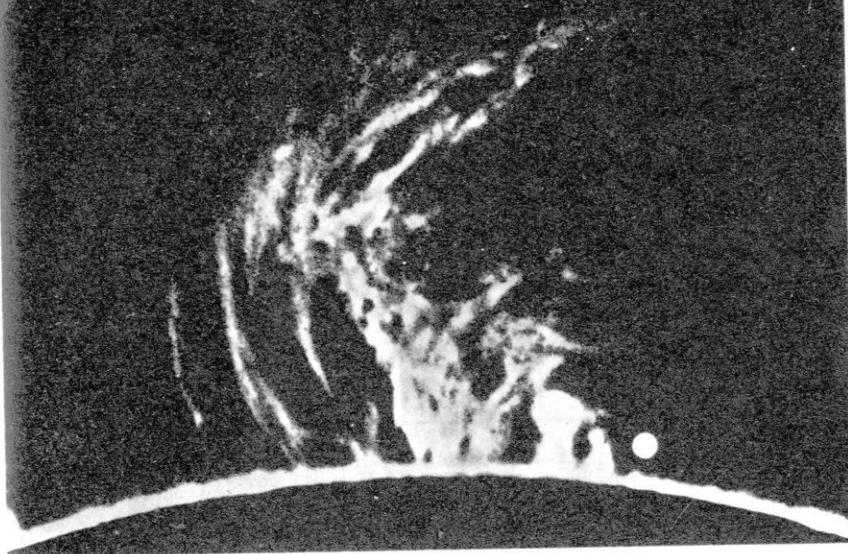
ἀτμοσφαίρας, διεπιστρώθη, ὅτι ἡ κυριωτέρα στοιβάς αὐτῆς, ἡ χρωμόσφαιρα, ἔχει ὑφὴν ἵνωδην.

α'. Προεξοχαί. 'Ο κυριώτερος τῶν χρωμοσφαιρικῶν σχηματισμῶν εἶναι αἱ **προεξοχαί**, εἶδος πυρίνων γλωσσῶν, ροδίνου χρώματος, αἱ ὅποιαι ἄλλοτε μὲν εἶναι διάχυτοι ὡς νέφη καὶ χαρακτηρίζονται ἡ ρεμοι, ἄλλοτε δὲ παρουσιάζουν μορφὴν πελωρίων πιθάκων, ὅπότε χαρακτηρίζονται ὡς ἐκρηκτικαί. Τὸ ὑψος των φθάνει συνήθως τὰ 40.000 km ἢν καὶ παρετηρήθησαν προεξοχαὶ μὲν ὑψος ὑπερδεκαπλάσιον (εἰκ. 12α). 'Η ταχύτης κινήσεως τῆς ὑλῆς των κυμαίνεται συνήθως ἀπὸ 50 ἕως 100 km/sec.

Διεπιστρώθη, ὅτι αἱ προεξοχαὶ ἐμφανίζονται εἰς δύο βασικὰς ζώνας, ὅπως αἱ κηλῖδες, ἡ δὲ συχνότης των ἀκολουθεῖ τὸν 11ετῆ κύκλον.

β'. Ἐκλάμψεις. Πρόκειται περὶ ἐκρήξεων, αἱ ὅποιαι παρατηροῦνται συνήθως ἀνωθεν τῶν περιοχῶν μεγάλων κηλίδων καὶ αἱ ὅποιαι εἶναι τόσον λαμπραί, ὡστε ἀπαστράπτουν ὡς λαμπροὶ λευκοὶ προβολεῖς. 'Η διάρκεια τῆς ζωῆς των εἶναι μικρά, μόλις 10 λεπτῶν ἔως ὥρῶν. 'Ἐνίστε φαίνονται εἰς τὸ ὁρατὸν λευκὸν φῶς.

Αἱ ἐκλάμψεις ἐκπέμπουν ὑπεριώδη καὶ κοσμικὴν ἀκτινοβολίαν, ἀκτίνας X καὶ ραδιοκύματα, καθὼς καὶ ύλικὰ σωματίδια.



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

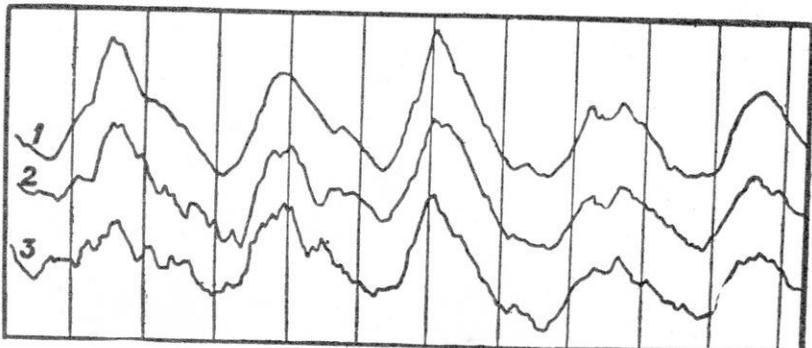
III. Ἐπιδράσεις τοῦ ἥλιου ἐπὶ τῆς γῆς

50. Γήινα φαινόμενα, ἀκολουθοῦντα τὸν 11ετῆ κύκλον.
α. Διεπιστώθη, ὅτι ἡ παρουσία τῶν ἑκλάμψεων ἐπὶ τοῦ ἥλιου συνοδεύεται ὑπὸ ποικίλων διαταραχῶν ἐπὶ τῆς γῆς, τόσον φυσικῶν, ὅσον καὶ βιολογικῶν.

Ἐκ τῶν πρώτων, κυριώτεραι εἶναι αἱ ἐμφανίσεις σέλαος εἰς τὰς πολικὰς περιοχὰς τῆς γῆς αἱ «μαγνητικαὶ καταιγίδες», ἦτοι διαταραχαὶ τοῦ γηίνου μαγνητικοῦ πεδίου· ἔκτακτοι διαταραχαὶ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἡλεκτρισμοῦ καὶ τέλος ραδιοφωνικαὶ ἀνωμαλίαι.

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

β'. Ἀλλ' ἔκτὸς τῶν ἔκτάκτων τούτων φαινομένων ἔξικριβώθη ὅτι τὰ πολικὰ σέλα, ὁ γήινος μαγνητισμὸς καὶ τὰ σπουδαιότερα μετεωρολογικὰ φαινόμενα, ὅπως ἡ διακύμανσις τῆς θερμοκρασίας καὶ ἡ βροχόπτωσις, τέλος δὲ καὶ αὐτὴ ἀκόμη ἡ στάθμη τῶν ὑδάτων τῶν λιμνῶν, ἀκολουθοῦν ἐν τὸν 11ετῆ κύκλον τῆς ἡλιακῆς δραστη-



Εἰκ. 13. 'Η (1) καμπύλη παριστά τὴν κύμανσιν τῶν ἡλιακῶν κηλίδων εἰς διάστημα 55 ἑτῶν (5 κύκλων 11 ἑτῶν). ή (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 ἴδιας διακυμάνσεις καὶ πρὸ παντὸς τὰ ἴδια μέγιστα καὶ ἐλάχιστα.

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

Παρομοία σχέσις ἀνευρίσκεται ἐνίστε καὶ εἰς μερικὰ τῶν βιολογικῶν φαινομένων, ἵδια δὲ εἰς τὴν ἀνάπτυξιν τῆς βλαστήσεως. Οὕτως, ἡ ἔξετασις τῶν δακτυλίων τῶν παφατηρουμένων εἰς ἐγκαρσίαν τομὴν τοῦ κορμοῦ τῶν δένδρων ἀποδεικνύει, ὅτι οἱ δακτύλιοι αὐτοὶ εἶναι παχύτεροι περὶ τὰ ἔτη τῶν μεγίστων καὶ στενότεροι κατὰ τὰ ἔτη τῶν ἐλαχίστων καὶ συνεπῶς, ὅτι ἡ ἐτησία αὔξησις τῶν δένδρων καί, γενικώτερον, τῆς βλαστήσεως ἀκολουθεῖ τὸν 11ετῆ ἡλιακὸν κύκλον.

51. Αἱ ἐκλάμψεις καὶ τὰ ἡλεκτρομαγνητικὰ γήινα φαινόμενα. α'. Τὰ προϊόντα τῶν ἡλιακῶν, ἐν γένει, ἐκρήξεων, μάλιστα δὲ τῶν ἐκλάμψεων εἶναι δύο εἰδῶν : α) ἔντονος ὑπέριωδης ἀκτινοβολία καὶ β) σωματίδια ύλικά, φορτισμένα ἡλεκτρικῶς, ἰδίᾳ ἡλεκτρόνια. 'Η ὑπέριωδης ἀκτινοβολία καὶ αἱ ὄλλαι κυματικαὶ ἀκτινοβολίαι φθάνουν ἐδῶ μετὰ 8 λ. περίπου, τὰ δὲ φορτισμένα σωματίδια μετά 18 ἕως 20 ὥρ. ἡ καὶ βραδύτερον.

β'. "Οταν τὰ φορτισμένα σωματίδια φθάσουν εἰς τὴν γῆν, ἀκολουθοῦν τὰς γραμμάς τοῦ γηίνου μαγνητικοῦ πεδίου καὶ κατευθύνονται πρὸς τοὺς πόλους τῆς

γῆς, κινούμενα σπειροειδῶς κατὰ μῆκος τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, προκαλοῦν δὲ τὰ ἔξης ἀποτελέσματα: α) μαγνητικάς καταγίδας· β) ήλεκτρικά ρεύματα, ἐξ ἀπαγωγῆς, διαρρέοντα τὴν ἀτμόσφαιραν καὶ διαταράσσοντα τὰς τηλεπικοινωνίας ἐν γένει· καὶ γ) ιονίζουν τὰ ἄτομα, ίδιά τοῦ ἀζώτου, τῶν ἀνωτέρων ἀτμοσφαιρικῶν στρωμάτων, τὰ δποῖα, τότε, ἀποδίδουν ὑπὸ μορφὴν σέλαος τὴν ἐνέργειαν, τὴν δποίαν ἐδέχθησαν ἀπὸ τὰ ἀφιχθέντα φορτισμένα σωματίδια.

Ἐξ ἀλλου ἡ ἄφθονος ὑπεριώδης ἀκτινοβολία, ἀπορροφωμένη ἀπὸ τὴν ἀτμόσφαιραν, προκαλεῖ ἕκτακτον ιονισμὸν τῶν στρωμάτων τῆς ιονοσφαίρας (§ 80δ), δ δποῖος ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν μερικὴν ἥ δλικὴν ἀπορρόφησιν τῶν βραχέων ραδιοφωνικῶν κυμάτων ὑπ’ αὐτῆς καί, κατὰ συνέπειαν, τὴν ἔξασθένσιν ἥ καὶ τὴν πλήρη κατασίγασιν τῶν μέσων τηλεπικοινωνίας εἰς τὰ κύματα αὔτά.

“Ασκησις

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε ΤΟ ΗΛΙΑΚΟΝ ΣΥΣΤΗΜΑ

I. Κίνησις τῶν πλανητῶν περὶ τὸν ἥλιον.

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

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

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

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

53. Αἱ πραγματικαὶ καὶ αἱ φαινόμεναι κινήσεις τῶν πλανητῶν. α'. Οπως ἔχει πλέον διαπιστωθῆ, πράγματι, οἱ πλανῆται κινοῦνται περὶ τὸν ἥλιον, ἡ δὲ κίνησίς των γίνεται ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς. Ἡ γῆ, ἐξ ἄλλου, εἶναι ἔνας ἐκ τῶν πλανητῶν.

β'. Λόγῳ τῆς πραγματικῆς κινήσεώς των περὶ τὸν ἥλιον, οἱ πλανῆται φαίνονται νὰ ἀλλάσσουν συνεχῶς θέσιν εἰς τὸν οὐρανόν. Ο συνδυασμὸς ὅμως τῆς κινήσεώς των πρὸς τὴν κίνησιν τῆς γῆς ἔχει ως ἀποτέλεσμα τὴν ἔξτης φαίνοντας διαδοχικῶς μεγάλα τόξα ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς, τὰ ὅποια χωρίζονται ἀπὸ ἄλλα μικρότερα, γραφόμενα ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμάς. Με-

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

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

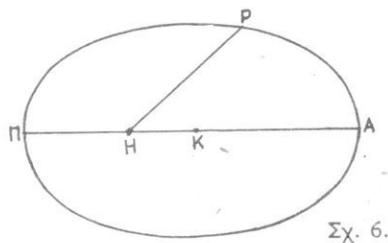
54. Οἱ νόμοι τοῦ Κέπλερ καὶ τοῦ Νεύτωνος. α'. Ὁ Γερμανὸς ἀστρονόμος J. Kepler (I. Κέπλερ, 1571 - 1630), μελετήσας τὰς παρατηρήσεις τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν, τὰς ὁποίας εἶχεν ἐκτελέσει, διλύγον πρὸ αὐτοῦ, ὁ Δανὸς ἀστρονόμος Tycho Brahe (Τύχων, 1546 - 1601), εὗρε τοὺς τρεῖς νόμους, οἱ ὁποῖοι διέπουν τὴν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

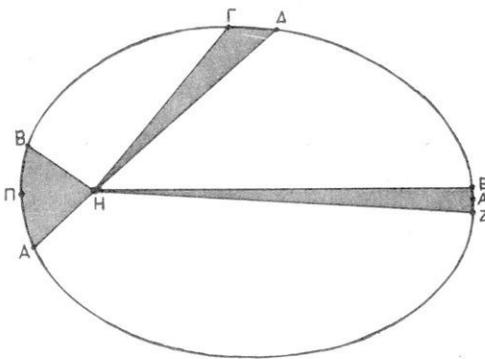
β'. Πρῶτος νόμος. Αἱ τροχιαὶ τῶν πλανητῶν εἰναι ἔλλειψεις, τῶν ὁποίων τὴν μίαν ἔστιαν, κοινὴν δι' ὅλας τὰς πλανητικὰς τροχιάς, κατέχει ὁ ἥλιος. Κατὰ ταῦτα ὁ πλανήτης P (σχ. 6) διαγράφει τὴν ἔλλειψιν, τῆς ὁποίας ὁ ἥλιος κατέχει τὴν ἔστιαν H.

γ'. Καλοῦμεν **περιήλιον** τῆς ἔλλειπτικῆς τροχιᾶς τοῦ πλανήτου P, τὸ σημεῖον Π τοῦ μεγάλου ἄξονος αὐτῆς, εἰς τὸ ὁποῖον, ὅταν οὕτος εύρισκεται, ἔχει καὶ τὴν μικροτέραν ἀπόστασίν του ἀπὸ τὸν ἥλιον· ἐνῷ ὀνομάζομεν **ἀφήλιον** τὸ σημεῖον A τοῦ μεγάλου ἄξονος, εἰς τὸ ὁποῖον ὁ πλανήτης ἔχει τὴν μεγαλυτέραν ἀπόστασίν ἀπὸ τὸν ἥλιον. Τὸν μέγαν ἡμιάξονα ΠΚ = KA τῆς τροχιᾶς ὀνομάζομεν **μέσην ἀπόστασιν** τοῦ πλανήτου ἐκ τοῦ ἥλιου, τὴν δὲ εὔθειαν HP, ἡ ὁποία συνδέει τὰ κέντρα ἥλιου καὶ πλανήτου, εἰς τυχούσαν θέσιν τῆς τροχιᾶς του, καλοῦμεν **ἐπιβατικὴν ἀκτῖνα**. Ἐξ ἄλλου, ὁ μέγας ἄξων τῆς τροχιᾶς ὀνομάζεται συνήθως **γραμμὴ τῶν ἀφίδων**.

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** (§ 113).

δ'. Δεύτερος νόμος. Η ἐπιβατικὴ ἀκτὶς τοῦ πλανήτου, κινούμενην περὶ τὸν ἥλιον, γράφει ἐμβαδὰ ἀνάλογα τῶν χρόνων. Κατὰ ταῦτα, τὰ ἐμβαδὰ HAB, HΓΔ, HEZ (σχ. 7), τὰ ὁποῖα γράφει ἡ ἐπιβατικὴ ἀκτὶς εἰς χρόνον t, π.χ. εἰς ἓνα μῆνα, εἰναι ἵσα. Τοῦτο





Σχ. 7.

συμβαίνει, διότι η ἐπιβατική ἀκτὶς δὲν ἔχει σταθερὸν μῆκος, ἀλλὰ λαμβάνει τὴν μικροτέραν τιμὴν εἰς τὸ περιήλιον Π καὶ τὴν μεγαλυτέραν εἰς τὸ ἀφήλιον Α. Συνεπῶς, ἡ ταχύτης τοῦ πλανήτου εἶναι μεγαλυτέρα εἰς τὸ περιήλιον καὶ μικροτέρα εἰς τὸ ἀφήλιον, διὰ τοῦτο δὲ καὶ τὰ τόξα \widehat{AB} , \widehat{GD} , \widehat{EZ} εἶναι ἄνισα, ἥτοι: $\widehat{AB} > \widehat{GD} > \widehat{EZ}$.

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, ἐάν X_r καὶ X_π εἶναι, ἀντιστοίχως, οἱ χρόνοι τῆς περιφορᾶς τῆς γῆς καὶ τυχόντος πλανήτου, ἐνῷ α_r καὶ α_π εἶναι τὰ μήκη τῶν μεγάλων ἡμιαξόνων τῶν τροχιῶν των, ἥτοι αἱ μέσαι ἀποστάσεις τῶν δύο πλανητῶν ἐκ τοῦ ἥλιου,

$$\text{θὰ } \frac{\times_r^2}{\times_\pi^2} = \frac{\alpha_r^3}{\alpha_\pi^3} \quad (1)$$

Ἐπειδὴ $\alpha_r = 1$ α.μ. καὶ $X_r = 1$ ἔτος, ἥ (1) γίνεται

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

Ἐκ τῆς (2) προκύπτει, ὅτι, ὅταν γνωρίζωμεν ἐκ τῶν παρατηρήσεων τὸν χρόνον, τὸν δόπιον χρειάζεται τυχών πλανήτης, διὰ νὰ συμπληρώσῃ τὴν περιφοράν του περὶ τὸν ἥλιον, τότε εύρισκομεν ἀμέσως καὶ τὴν μέσην ἀπόστασίν του ἐκ τοῦ ἥλιου.

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

Ούτως, έὰν M καὶ m εἶναι αἱ μᾶζαι τοῦ ἡλίου καὶ τυχόντος πλανήτου καὶ r ἡ ἀπόστασις αὐτῶν, τότε οὗτοι ἔλκονται ἀμοιβαίως.

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

55. Ἀποστάσεις τῶν πλανητῶν ἐκ τοῦ ἥλιου. α'. Οἱ ἀστρονόμοι Bode (Μπόντε), τὸ 1772 εὗρε τὴν ἑξῆς σχέσιν : Ἐὰν λάβωμεν τὴν σειρὰν τῶν ἀριθμῶν 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96..., εἰς τὴν ὁποίαν ἔκαστος, πλὴν τοῦ πρώτου, εἶναι ὅρος γεωμ. προσόδου μὲ λόγον 2 καὶ προσθέσωμεν εἰς καθένα ἕξ αὐτῶν τὸν 4 λαμβάνομεν 4, 7, 10, 16, 28, 52, 100... Ἐὰν ἦδη διαιρέσωμεν καθένα τῶν τελευταίων τούτων ἀριθμῶν διὰ τοῦ 10, θὰ λάβωμεν τελικῶς 0,4 0,7 1,0 1,6 2,8 5,2 10,0...

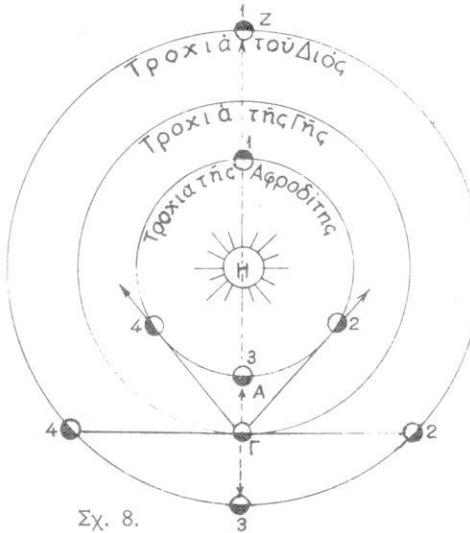
Ἄλλ' ἔὰν θεωρήσωμεν, ὅτι ὁ τρίτος ἕξ αὐτῶν 1,0 εἶναι ἡ μέση ἀπόστασις τῆς γῆς ἐκ τοῦ ἥλιου (1 α.μ.), τότε εύρισκομεν, ὅτι οἱ λοιποὶ ἀριθμοὶ ἀντιστοιχοῦν, κατὰ μεγάλην προσέγγισιν, εἰς τὰς ἀποστάσεις ἀπὸ τοῦ ἥλιου τῶν ἄλλων γνωστῶν ἀπὸ τῆς ἀρχαιότητος πλανητῶν, ὡς ἑξῆς :

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

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

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

56. Ταξινόμησις, συζυγίαι καὶ ἀποχαὶ τῶν πλανητῶν. α'. Λαμβανομένης ὑπὸ ὅψιν τῆς θέσεως τῶν ἄλλων πλανητῶν ὡς πρὸς τὴν γῆν, οὗτοι διακρίνονται συνήθως α) εἰς ἐκείνους, οἵ ὁποῖοι εύρι-



Σχ. 8.

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

Ἐν γένει, ὅταν ὁ ἥλιος, ἡ γῆ καὶ ὁ τυχῶν πλανήτης κεῖνται ἐπ’ εὐθείας γραμμῆς, τότε λέγομεν, ὅτι ὁ ἥλιος καὶ ὁ πλανήτης εύρισκονται εἰς **συζυγίαν**. Διακρίνομεν, ἐξ ἄλλου, δύο περιπτώσεις. Ἐὰν ὁ ἥλιος καὶ ὁ πλανήτης κεῖνται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τῆς γῆς, τότε λέγομεν, ὅτι εύρισκονται εἰς **σύνοδον** ἐνῷ, ὅταν κεῖνται ἑκατέρωθεν τῆς γῆς, τότε λέγομεν, ὅτι εἴναι εἰς **ἀντίθεσιν**. Ἀν, τέλος, τὰ τρία σώματα σχηματίζουν ὀρθὴν γωνίαν, λέγομεν, ὅτι εύρισκονται εἰς **τετραγωνισμόν**. Ὁ χρόνος μεταξὺ δύο συνόδων ἐνὸς πλανήτου μετὰ τοῦ ἥλιου λέγεται **συνοδικὴ περίοδος τοῦ πλανήτου**.

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

γ'. Καλοῦμεν ἀποχὴν πλανήτου τὴν γωνίαν, τὴν ὅποιαν σχη-

σκονται περισσότερον τῆς γῆς πλησίον τοῦ ἥλιου καί, ὡς ἐκ τούτου, διαγράφουν τὰς τροχιὰς των ἐντὸς τῆς γηίνης τροχιᾶς, ὀνομάζονται δὲ **ἔσωτερικοὶ πλανῆται**. καὶ β) εἰς ἑκείνους, οἱ ὅποιοι εύρισκονται πέραν τῆς γῆς καὶ διαγράφουν τὰς τροχιὰς των ἔξω τῆς γηίνης τροχιᾶς αὐτῆς, ὀνομάζονται δὲ **ἔξωτερικοὶ πλανῆται**.

β'. Θεωρήσωμεν τὸν ἥλιον Η (σχ. 8), τὴν τροχιὰν ἐνὸς ἔσωτερικοῦ πλανήτου, ἔστω τῆς Ἀφροδίτης Α, τῆς γῆς Γ, καὶ ἐνὸς ἔξωτερικοῦ πλανήτου, ἔστω τοῦ Διός Ζ. “Ἄσ οὐποθέσωμεν

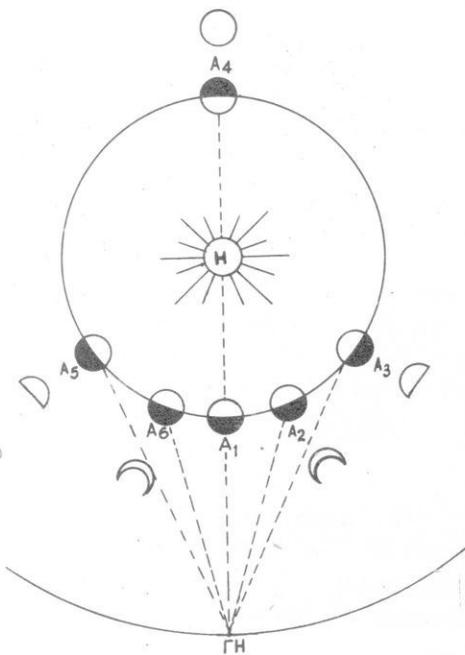
ματίζει ούτος μετά τοῦ ἡλίου, ὅταν παρατηρῆται ἐκ τῆς γῆς. "Οπως προκύπτει ἐκ τοῦ σχήματος, ἡ ἀποχὴ τοῦ ἔξωτερικοῦ πλανήτου λαμβάνει ὅλας τὰς τιμὰς ἀπὸ 0° ἕως 360° . Εἰς τὴν θέσιν 1 (σύνοδος) ἔχει τὴν τιμὴν 0° , εἰς τὴν θέσιν 2 (τετραγωνισμὸς) τιμὴν 90° , εἰς τὴν 3 (ἀντίθεσις) τιμὴν 180° , εἰς τὴν 4 (τετραγωνισμὸς) ἵσην πρὸς 270° καὶ τέλος, ἵσην πρὸς 360° πάλιν εἰς τὴν θέσιν 1. Προκειμένου ὅμως περὶ τοῦ ἔσωτερικοῦ πλανήτου, ἡ ἀποχὴ εἶναι ἵση πρὸς 0° , τόσον κατὰ τὴν ἀνωτέραν, ὅσον καὶ κατὰ τὴν κατωτέραν σύνοδον, λαμβάνει δὲ τὴν μεγίστην τιμὴν της μόνον εἰς τὰς θέσεις 2 καὶ 4.

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

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

Οἱ ἔξωτερικοὶ πλανῆται δὲν παρουσιάζουν φάσεις ἐντόνως αἰσθητάς, ὅπως οἱ ἔσωτερικοὶ πλανῆται.

β'. Οἱ πλανῆται Ἐρυζῆς καὶ Ἀφροδίτη δὲν ἔχουν δορυφόρους. Τῆς γῆς δορυφόρος εἶναι ἡ Σελήνη. 'Ο Ἀρης ἔχει δύο δορυφόρους, ὁ Ζεὺς 12, ὁ Κρόνος 10, ὁ Ούρανὸς 5 καὶ ὁ Ποσειδῶν 2. Δὲν γνωρίζουμεν ἐὰν ὑπάρχῃ κανεὶς δορυφόρος κινούμενος περὶ τὸν Πλούτωνα.



Σχ. 9.

Ασκήσεις

38. Ή ἀπόστασις τοῦ Ἀρεως ἐκ τοῦ ἡλίου εἶναι ᾧ ση πρὸς 1,524 α.μ. Εὗρετε πόσον διαφέρει ἡ περιφορά του γύρω ἀπὸ τὸν ἡλιον.

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

II. Οἱ πλανῆται καὶ οἱ δορυφόροι τῶν

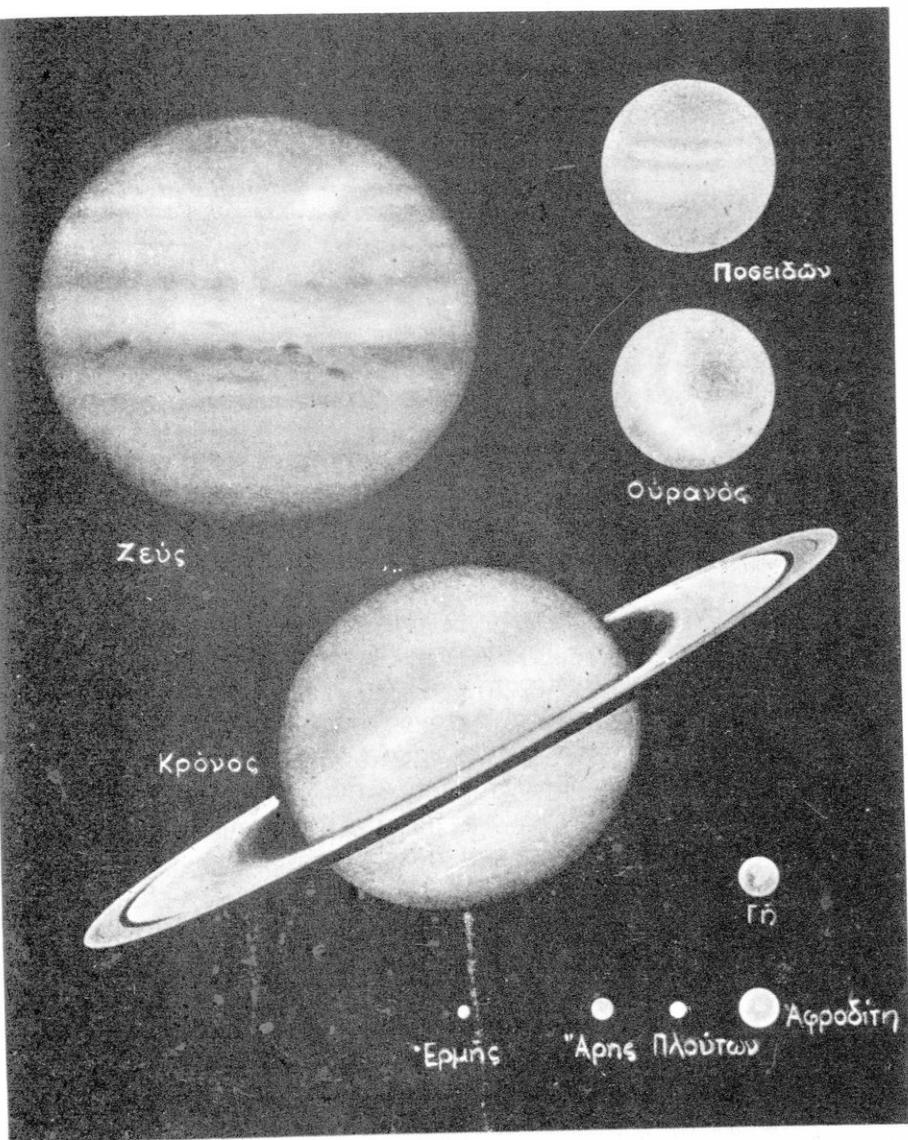
58. Μεγέθη καὶ περιστροφὴ τῶν πλανητῶν. α'. Εἰς τὸν πίνακα I παρέχονται ὅλα τὰ στοιχεῖα τῶν μεγάλων πλανητῶν. Εἰς τὸν δὲ πίνακα II (εἰς τὸ τέλος τοῦ κειμένου) τὰ κυριώτερα στοιχεῖα τῶν δορυφόρων.

β'. "Ολοι οἱ πλανῆται περιστρέφονται περὶ ἄξονα. Οἱ περιστρέποντα βραδυκίνητοι ἐκ τῶν πλανητῶν εἶναι ὁ Ἐρμῆς καὶ ἡ Ἀφροδίτη, τῶν ὅποιων ἡ περιστροφὴ διαφέρει πολλὰς δεκάδας ἡμερῶν. Ἡ Γῆ καὶ ὁ Ἀρης περιστρέφονται εἰς 24 ὥρας. "Ολοι ὅμως οἱ ἄλλοι πλανῆται, πλὴν τοῦ Πλούτωνος, παρὰ τὸ μέγα μέγεθός των, περιστρέφονται ταχύτατα, εἰς διάστημα μόνον 15 ἔως 10 ὥρῶν.

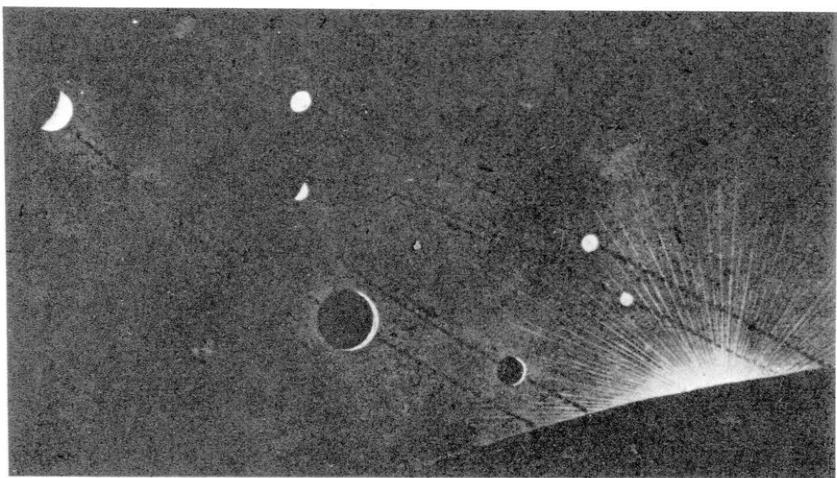
γ'. Πλὴν τῆς Ἀφροδίτης, ἡ ὅποια περιστρέφεται ἐξ Α πρὸς Δ (ἀνάδρομος φορά), ὅλοι οἱ πλανῆται κινοῦνται περὶ ἄξονα ἐκ Δ πρὸς Α (δρόθι φορά).

δ'. 'Ως ἐκ τῆς ταχύτητος τῆς περιστροφῆς των, οἱ πλανῆται εἶναι πεπιεσμένοι εἰς τοὺς πόλους τοῦ ἄξονος περιστροφῆς των καὶ ἔξωγκωμένοι περὶ τὸν ἰσημερινὸν των. Διὰ τοῦτο τὸ σχῆμα τῶν δὲν εἶναι ἀκριβῶς σφαιρικόν, ἀλλ' ἐλειψοειδές. 'Εὰν καλέσωμεν α τὴν ἵση μερινὴν ἀκτίνα ἐνὸς πλανήτου καὶ β τὴν πολικήν, ἥτοι τὸ ἡμισυ τοῦ ἄξονος περιστροφῆς του, τότε ὁ λόγος $\frac{\alpha - \beta}{\alpha}$ καλεῖται πλάτυνσις τοῦ πλανήτου.

59. Ἐρμῆς. Εἰς τὴν μέσην ἀπόστασιν τῶν 58 ἔκατ. km περίπου ὁ Ἐρμῆς κινεῖται περὶ τὸν ἡλιον εἰς 88 ἡμέρας. Λόγω τῆς μεγάλης ἐγγύτητός του πρὸς τὸν ἡλιον, δέχεται ἐξ αὐτοῦ φῶς καὶ θερμότητα ἐπτὰ φοράς περιστρέποντας ἀπὸ τὴν γῆν. Λόγω δὲ τῆς μικρᾶς τιμῆς τῆς μεγίστης ἀποχῆς του, τῶν 28° (§ 56γ), ἂν καὶ ἀστήρ τοῦ α' μεγέθους, παρατηρεῖται πολὺ δυσκόλως ἐκ τῆς γῆς, ἐντὸς τοῦ



Εἰκ. 14. Συγκριτικά μεγέθη τῶν μεγάλων πλανητῶν.



Εἰκ. 15. 'Ο 'Ερμῆς (έξωτερικῶς) καὶ ἡ 'Αφροδίτη (έξωτερικῶς), κινούμενοι περὶ τὸν ἥλιον, ὅπως φαίνονται ἐκ τῆς γῆς.
Διακρίνονται αἱ διαδοχικαὶ φάσεις τῶν.

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

'Ο Μάρινερ 10 προσήγγισε τὸν 'Ερμῆν ('Απρίλιος καὶ 'Οκτώβριος 1974). Αἱ ληφθεῖσαι φωτογραφίαι ἔδειξαν ὅτι ἡ ἐπιφάνειά του εἶναι γεμάτη ἀπὸ κρατήρας. 'Ομοιάζει μὲ τὴν σελήνην.

'Ο 'Ερμῆς περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας, πολὺ ἀραιοτέρας ἀπὸ τὴν γηίνην. 'Η θερμοκρασία του ἀνέρχεται εἰς $+400^{\circ}$ C, εἰς τὸ ἡμισφαίριον ποὺ φωτίζεται ἀπὸ τὸν ἥλιον. Εἰς τὸ μὴ φωτιζόμενον, ἀντιθέτως, ἔχομεν -100° C.

60. 'Αφροδίτη. 'Η 'Αφροδίτη εἶναι δὲ λαμπρότερος ἀστὴρ τοῦ οὐρανοῦ μὲ μέγεθος κυμαινόμενον μεταξὺ $-4,3$ καὶ $-3,0$. 'Ονομάζεται 'Εωσφόρος ἢ Αὔγερινός, ὅταν φαίνεται τὴν πρωίαν εἰς τὸ λυκαυγές, καὶ 'Εσπερος ἢ 'Αποσπερίτης, κατὰ τὸ ἐσπέρας.

Κατὰ τὰς διαστάσεις, δόμοιάζει περισσότερον τῶν ἄλλων πλανητῶν μὲ τὴν γῆν. 'Ἐκ παρατηρήσεων διὰ ραδιοτηλεσκοπίων ἔξαγεται ὡς χρόνος περιστροφῆς της, κατὰ τὴν ἀνάδρομον φοράν, ἡ τιμὴ τῶν 243 ἡμερῶν.

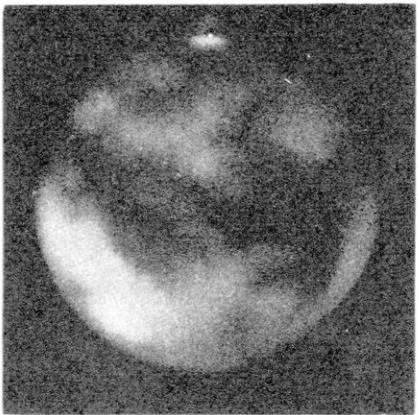
‘Η Ἀφροδίτη περιβάλλεται ύποδ ἀτμοσφαίρας, πυκνοτέρας ἀπὸ τὴν γηίνην, εἰς τὴν δόποιαν διεπιστώθη ἡ ὑπαρχίας νεφῶν. Μὲ τὰ διαστημόπλοια, τὰ δόποια ἐστάλησαν εἰς τὴν Ἀφροδίτην μεταξὺ 1962 καὶ 1974, εύρεθη, ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρά της ἀποτελεῖται κατὰ 90% ἀπὸ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος καὶ μόνον κατὰ τὰ 5% ἀπὸ ἄζωτον, ἐνῷ τὸ δξυγόνον καὶ τὸ ὑδρογόνον περιορίζονται εἰς τὰ 1,5%. ‘Η θερμοκρασία ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας της είναι τῆς τάξεως τῶν + 450° C.

61. "Αρης. α'. Εἶναι ὁ περισσότερον γνωστὸς πλανήτης, διότι παρατηρεῖται ύποδ εὐνοϊκάς 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.

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

‘Ο "Αρης περιστρέφεται περὶ ἀξονα εἰς χρόνον ἵσον σχεδὸν πρὸς ἔκεινον τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς, ἦτοι εἰς 24 ὥρ. 37 λ. 22,62 δ., ἐνῷ ὁ ἀξων τῆς περιστροφῆς του παρουσιάζει κλίσιν, ἵσην πρὸς 23° 59' ἐναντὶ τῶν 23° 27' τῆς κλίσεως τοῦ ἀξονος τῆς γῆς. ‘Ως ἐξ αὐτῆς τῆς ἀντιστοιχίας τὸ ἔτος τοῦ "Αρεως ἔχει τέσσαρας ἐποχάς, ἀναλόγους πρὸς τὰς γηίνας.

Εἰς τὸν πόλον τοῦ "Αρεως παρατηροῦνται, κατὰ τὴν ἐποχὴν τοῦ χειμῶνος καθενὸς ἡμισφαιρίου του, πάγοι, ἀνάλογοι πρὸς τοὺς γηίνους, οἱ δόποιοι ὅμως, κατὰ τὸ θέρος, ἔξαφανιζονται ἐντελῶς, προφανῶς λόγω τοῦ μικροῦ πάχους των. ‘Εξ ἀλλου, ἡ σπουδὴ τῶν φωτογραφιῶν τῆς ἀρειανῆς ἐπιφανείας, αἱ δόποιαι ἐλήφθησαν ἐκ διαστημοπλοίων, τὰ δόποια προσήγγισαν τὸν "Αρην μεταξὺ 1962 καὶ 1972 μέχρις ἀποστάσεως 4.000 km, ἀπεκάλυψεν, ὅτι μεγάλαι ἐκτάσεις του καλύπτονται ἀπὸ κρατῆρας ἀναλόγους πρὸς τοὺς κρατῆρας τῆς Σελήνης, διαμέτρου 5 ἑως 120 km. Τὸ πλῆθος τῶν κρατῆρων τούτων ὑπολογίζεται εἰς 10.000, τὸ δὲ βάθος των νὰ φθάνῃ τὰ 4.000 m. Οἱ κρατῆρες καλύπτουν κυρίως τὰς ἐκτάσεις τῶν ἄλλοτε λεγομένων «διώρυγων» τοῦ "Αρεως, διὰ τὰς δόποιας ἐπι-



Εἰκ. 16. Φωτογραφία τοῦ πλανήτου "Αρεώς. Ἀνω διακρίνεται ὁ ἔνας πόλος τοῦ πλανήτου καλυπτόμενος ὑπὸ πάγων.

С, κατέρχεται δὲ εἰς τὰς πολικὰς περιοχὰς μέχρι τῶν — 60° C.

Αἱ φωτογραφίαι ἐκ τῶν διαστημοπλοίων ἀποδεικνύουν, ὅτι ἐπὶ τοῦ πλανήτου αὐτοῦ δὲν πρέπει νὰ ὑπάρχῃ ὕδωρ ἐν ὑγρᾷ καταστάσει, ἀφοῦ τὰ ὅρη καὶ οἱ κρατῆρες τοῦ "Αρεώς δὲν παρουσιάζουν διαβρώσεις. Φαίνεται λίαν πιθανόν, ὅτι ἡ κύμανσις τῆς θερμοκρασίας τοῦ πλανήτου, ἐν συνδυασμῷ πρὸς τὴν χαμηλὴν τιμὴν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιεσεως, δὲν ἐπιτρέπουν τὴν τῆξιν τῶν πολικῶν χιόνων, ἀλλὰ τὴν ἔξαχνωσίν των, εἰς τρόπον ὥστε τὸ ὕδωρ νὰ μεταπίπτῃ κατ' εύθειαν ἀπὸ τὴν ἀεριώδη κατάστασιν τῶν ὑδρατμῶν, εἰς ἔκείνην τοῦ πάγου καὶ ἀντιστρόφως.

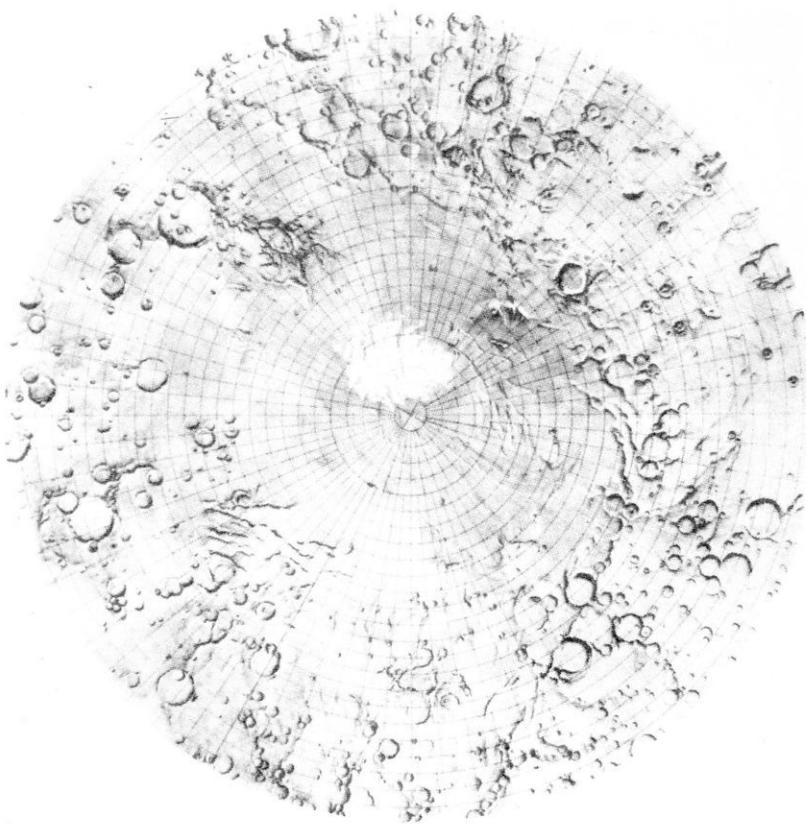
'Ἐπικρατεῖ τελευταίως ἡ ἄποψις, ὅτι εἰς τὸν "Αρην ἡ ζωὴ καὶ ὑπὸ τὴν πλέον στοιχειώδη μορφὴν αὐτῆς είναι προβληματική.

β'. Ἐκ τῶν δύο δορυφόρων τοῦ "Αρεώς, τοῦ **Φόβου** καὶ τοῦ **Δείμου**, ὃ 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.

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

στεύετο, ὅτι ἦσαν τεχνικὰ ἔργα τῶν «κατοίκων» τοῦ "Αρεώς.

'Ο "Αρης περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας πολὺ ἀραιᾶς, εἰς τὴν ὁποίαν ἀφθονεῖ τὸ ἄζωτον. Ἐπίσης παρατηροῦνται ὑδρατμοὶ καὶ νέφη ἐκ πάγοκρυστάλλων, ἀλλὰ καὶ ἄμμου, τὴν ὁποίαν ἀνυψοῦν ἐκ τῆς ἐπιφανείας τῶν ἑρήμων τοῦ "Αρεώς ἀνεμοί, πνέοντες, ὅπως διεπιστώθη, μὲ ταχύτητα 36 km/h. Ἡ θερμοκρασία εἰς τὴν περισχὴν τοῦ ἰσημερινοῦ τοῦ "Αρεώς ἀνέρχεται κατὰ τὸ θέρος εἰς 30°



Εικ. 16α. 'Ο πρώτος στερεογραφικός χάρτης τῆς Νοτίου Πολικής περιοχῆς τοῦ
"Αρεως ἐπὶ τῇ βάσει φωτογραφιῶν τοῦ Μάρινερ 9 (1972).

Piazzi (Πιάτσι 1746 - 1826), ὅστις καὶ τὸν ὀνόμασε **Δήμητραν**. Οὗτος εἶναι καὶ ὁ μεγαλύτερος ὄλων, μὲ διάμετρον 770 km. Τὸ 1802 ἀνεκαλύφθη ὁ δεύτερος, ὀνομασθεὶς **Παλλάς**, ὁ ὅποῖος ἔχει διάμετρον 420 km, καὶ μέχρι τοῦ 1807 ἀνεκαλύφθησαν ἄλλοι δύο ἡ **Ἐστία** καὶ ἡ **Ηρα** ἔχοντες, ἀντιστοίχως, διάμετρον 390 καὶ 190 km. Ἐκτὸτε ἀνεκαλύφθησαν μέχρι σήμερον (1975) πλέον τῶν 1850 μικροὶ πλανῆται, ὅλοι μικρότεροι τῶν τεσσάρων πρώτων.

Οἱ ἀστεροειδεῖς κινοῦνται περὶ τὸν ἥλιον εἰς ἵὴν μέσην ἀπόστασιν τῶν 2,8 α.μ., ἀλλ' αἱ τροχιαὶ των ὅμως παρουσιάζουν ἐνίστε-



Εἰκ. 17. Συγκριτικά μεγέθη τῶν μεγάλων ἀστεροειδῶν ὡς πρὸς τὴν Σελήνην.

λιόν του πλησίον τοῦ Κρόνου, εἰς τὴν ἀπόστασιν τῶν 9,4 α.μ.

63. Ζεύς. α'. 'Ο Ζεύς είναι ὁ γίγας μεταξὺ τῶν πλανητῶν. Δὲν είναι μόνον ὁ μεγαλύτερος ἐξ αὐτῶν, ἀλλὰ συγχρόνως είναι μεγαλύτερος ὅλων τῶν ἄλλων μαζί. 'Η διάμετρός του, ἵστη πρὸς 140.720 km, καὶ ὁ ὅγκος του 1318 φορᾶς μεγαλύτερος τῆς γῆς. 'Αλλὰ καὶ ἡ μᾶζά του είναι 318 φορᾶς μεγαλυτέρα τῆς γηίνης καὶ 2,5 φορᾶς μεγαλυτέρα τοῦ συνόλου τῶν πλανητῶν καὶ δορυφόρων. Παρὰ ταῦτα ἡ πυκνότης του μόλις φθάνει εἰς 1,33, λαμβανομένης ὡς μονάδος τῆς πυκνότητος τοῦ ὄυδατος. 'Ο Ζεύς συμπληροῖ μίαν περιφορὰν περὶ τὸν ἥλιον ἐντὸς 11 ἑτ. καὶ 315 ἡμ. περίπου.

'Ο Ζεύς περιστρέφεται ταχύτατα, ἐντὸς μόνον 9 ὥρ. 51 λ. 'Η περιστροφή του ὅμως δὲν είναι ὁμοιόμορφος καθ' ὅλην του τὴν ἔκτασιν, ἀλλ' ἐπιβραδύνεται πρὸς τοὺς πόλους του.

Περιβάλλεται ὑπὸ πυκνῆς ἀτμοσφαίρας (θερμοκρασίας — 130⁰ C), ἡ ὅποια περιέχει, κατὰ κύριον λόγον, ἐνώσεις ἀμμωνίας καὶ μεθανίου. Διὰ τηλεσκοπίου δὲν φαίνεται ἡ ἐπιφάνειά του, ἀλλὰ μόνον ἡ ἀτμόσφαιρά του, ἡ ὅποια παρουσιάζει πλατείας σκοτεινὰς ταὶνιας, διαχωριζομένας ἀπὸ φωτεινοτέρας ζώνας, ἐκτεινομένας παραλήλως πρὸς τὸν ἴσημερινὸν τοῦ πλανήτου. Αἱ ζῶναι καὶ αἱ ταινίαι με-

τόσον μεγάλας ἔκκεντροτητας, ὥστε μερικοὶ πλησιάζουν τὸν ἥλιον περισσότερον τοῦ "Αρεως. 'Ο "Ικαρος" μάλιστα ἔχει τὸ περιήλιον του εἰς τὴν ἀπόστασιν τῶν 28 ἑκατ. km ἀπὸ τὸν ἥλιον, ἥτοι πλησιέστερον καὶ τοῦ 'Ερμοῦ, κατὰ τὴν κίνησίν του δὲ πλησιάζει τὴν γῆν εἰς ἀπόστασιν 16,5 ἑκατ. km. 'Αντιθέτως ὁ "Ιδαλγός" ἔχει τὸ ἀφή-

ταβάλλουν συνεχῶς ὄψιν καὶ εὖρος. Μεταξύ αὐτῶν παρατηρεῖται ἡ καλουμένη «έρυθρὰ κηλίσ», μὲ διάμετρον τετραπλασίαν τῆς γηίνης, ἡ ὅποια μετατοπίζεται ἀσθενῶς, ώσταν αἰωρούμενος σχηματισμός, πρὸ τοῦ δίσκου τοῦ Διός.

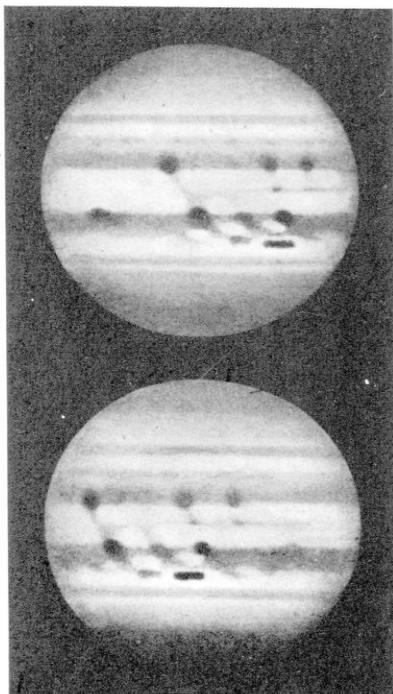
β'. Ἐκ τῶν 12 δορυφόρων τοῦ πλανήτου τούτου, οἱ τέσσαρες, Γανυμήδης, Καλλιστώ, Ἰώ καὶ Εὐρώπη, εἶναι πολὺ μεγάλοι, μὲ διάμετρον ἀπὸ 4980 μέχρι 2880 km. Τοῦ δύο πρῶτοι εἶναι μεγαλύτεροι τῆς σελήνης, τῆς ὅποιας ἡ διάμετρος περιορίζεται εἰς τὰ 3476 km. Οἱ ἔτεροι 8 φαίνονται μὲ ἵσχυρὰ τηλεσκόπια.

64. **Κρόνος. α'.** Ὁ Κρόνος εἶναι εἰς ἀπόστασιν 9,54 α.μ., περιφέρεται δὲ περὶ τὸν ἥλιον ἐντὸς 29 ἑτ. καὶ 167 ἡμ.

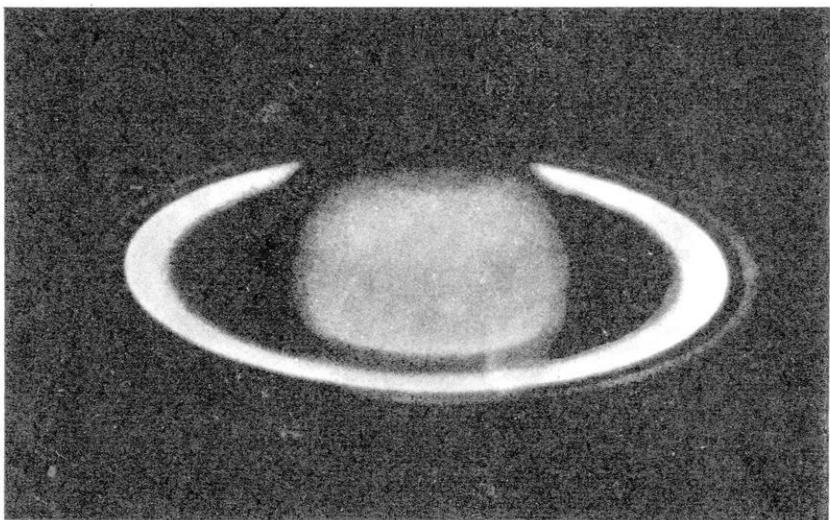
Περιστρέφεται περὶ ἄξονα ἐντὸς 10 ὡρ. καὶ 14 λ., παρουσιάζει δέ, ὅπως ὁ Ζεύς, βραδυτέραν περιστροφὴν μακρὰν τοῦ ἴσημερινοῦ του, δηλωτικὴν τῆς ρευστότητος του μέχρι μεγάλου βάθους ἐντὸς αὐτοῦ.

“Οπως ὁ Ζεύς, οὗτος καὶ ὁ Κρόνος; περιβάλλεται ὑπὸ πυκνῆς ἀτμοσφαίρας, ἀναλόγου συνθέσεως καὶ ὄψεως, μετὰ ζωνῶν καὶ ταινιῶν. Ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας του εύρισκεται ἵση πρὸς — 155° C. Πιστεύεται, ὅτι ὁ Κρόνος ἔχει τὴν ἴδιαν σύστασιν μὲ τὸν Δία.

β'. Τὸν Κρόνον περιβάλλει δακτύλιος, ὁ ὅποιος τὸν καθιστᾶ τὸν θαυμασιώτερον τῶν πλανητῶν. Εἰς τὴν πραγματικότητα πρόκειται περὶ τριῶν δακτυλίων συγκεντρικῶν, τῶν ὅποιων ἡ ἐσωτερικὴ διάμετρος φθάνει τὰ 272.000 km, ἐνῷ τὸ συνολικόν των πλάτος



Εἰκ. 18. Δύο εἰκόνες τοῦ Διός, αἱ ὅποιαι δεικνύουν τὴν μετακίνησιν τῶν διαφόρων σχηματισμῶν του, ἐντὸς μιᾶς ὡρας, λόγω τῆς ταχείας περιστροφῆς του.



Εἰκ. 19. Ὁ πλανήτης Κρόνος.

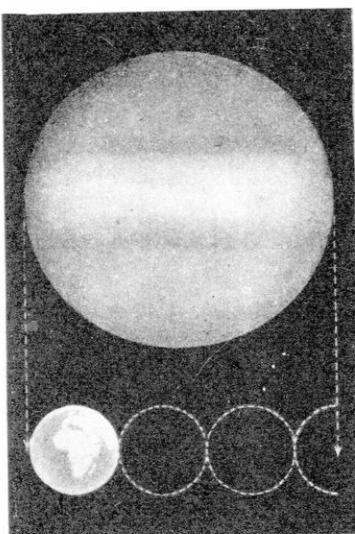
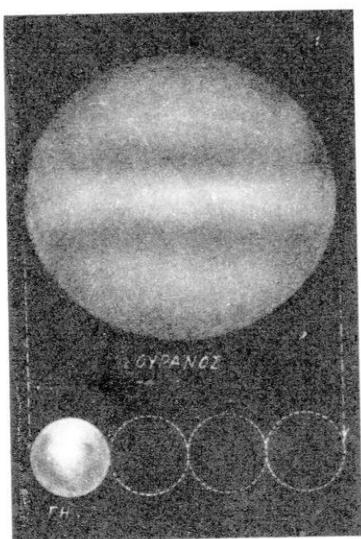
ἀνέρχεται εἰς τὰ 66.000 km. Τὸ πάχος τῶν ὅμως εἶναι πολὺ μικρόν· περίπου 20 km.

Οἱ δακτύλιοι τοῦ Κρόνου δὲν εἶναι συμπαγὴς ὥλη, ἀλλὰ σύνολον σωματίων, πιθανῶς παγοκρυστάλλων, ἔκαστον τῶν ὅποίων περιφέρεται περὶ τὸν πλανήτην. Λόγω ὅμως τῆς μεγάλης ἀποστάσεως, ὅλα αὐτὰ τὰ σωμάτια δίδουν τὴν ἐντύπωσιν τοῦ συνεχοῦς δακτυλίου. Τὸ 1969 ἀνεκαλύφθη καὶ τέταρτος δακτύλιος. Ἔχει 10 δορυφόρους.

65. Οὐρανός. Τὸν πλανήτην αὐτὸν ἀνεκάλυψε τυχαίως ὁ W. Herschel τὴν 13ην Μαρτίου 1781. Περιστρέφεται εἰς 10 ὥρ. 49 λ. περὶ ἄξονα, τοῦ ὅποίου ἡ κλίσις φθάνει τὰς 98°. Οὔτω, δύναται νὰ λεχθῇ, ὅτι κυλίεται ἐπὶ τῆς τροχιᾶς του περὶ τὸν ἥλιον.

‘Ο Οὐρανός, ὅπως ὁ Ζεὺς καὶ ὁ Κρόνος, παρουσιάζει ζώνας καὶ ταινίας, ἐναλλάξ φωτεινὰς καὶ σκοτεινάς. Ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας του κατέρχεται εἰς τοὺς — 185° C. ‘Ο Οὐρανὸς ἔχει πέντε δορυφόρους.

66. Ποσειδῶν. ‘Η ὑπαρξίς τοῦ πλανήτου τούτου διεπιστώθη



Εἰκ. 20. Οι πλανήται Ούρανος και Ποσειδών εν συγκρίσει πρὸς τὴν γῆν.

ἐκ τῶν παρέλξεων, τὰς ὅποιας ἀσκεῖ ἐπὶ τοῦ Οὐρανοῦ. Ὁ Γάλλος μαθηματικὸς Le Verrier (Λεβερριέ, 1811 - 1877), ὑπελόγισε θεωρητικῶς καὶ ὑπέδειξε τὴν ἀκριβῆ θέσιν, εἰς τὴν ὅποιαν ἔπειτε νὰ εύρισκεται ὁ ἄγνωστος πλανήτης, ὃπου δὲ καὶ πράγματι ἀνευρέθη τὴν 23ην Σεπτεμβρίου 1846 ὑπὸ τοῦ Γερμανοῦ ἀστρονόμου Galle (Γκάλλε), ὡς ἀστὴρ 8ου μεγέθους.

Ο Ποσειδῶν ἀπέχει ἐκ τοῦ ἥλιου 30,06 α.μ. ἦτοι 4,5 δισεκ. km περίπου καὶ συμπληροῖ τὴν περιφοράν του εἰς 164,8 ἔτη. Ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας του είναι -200° C. Ἐχει 2 δορυφόρους.

67. Πλούτων. Ο πλανήτης οὗτος ἀνεκαλύφθη φωτογραφικῶς τὸ 1930 καὶ είναι ὁ τελευταῖος γνωστὸς σήμερον πλανήτης.

Ἡ μέση ἀπόστασις τοῦ Πλούτωνος ἐκ τοῦ ἥλιου ἰσοῦται μὲν ἔξ περίπου δισεκ. km, ἡ δὲ περιφορά του συμπληροῦται εἰς 248 ἔτη. Ο Πλούτων φαίνεται ως ἀστὴρ 14,5 μεγέθους. Ἡ πραγματική του διάμετρος ἰσοῦται μὲν 5800 km.

40. Εἰς τὴν γῆν, τῆς ὁποίας ἡ κλίσις τοῦ ἄξονος εἶναι ἵση μὲν $23^{\circ} 27'$, ἡ μὲν διακεκαυμένη ζώνη ἐκτείνεται $23^{\circ} 27'$ ἀπὸ τῶν ισημερινοῦ, αἱ δὲ κατεψυγμέναι καὶ καλύπτουσιν ἔκτασιν $23^{\circ} 27'$ ἀπὸ τῶν γηίνων πόλων. Καθορίσατε ἐπακριβῶς τὴν θέσιν καὶ τὴν ἔκτασιν ἑκάστης τῶν ζωνῶν τῶν πλανητῶν Ἀρεως, Διός καὶ Κρόνου.

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

42. Εὔρετε τὴν ἔκτασιν τῆς ἐπιφανείας ἑκάστου τῶν πλανητῶν ὡς πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς, βάσει τῆς διαμέτρου τῶν πλανητῶν ἐκπεφρασμένης εἰς γηίνας διαμέτρους.

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

44. Καθορίσατε τὰ ὄρια τῆς ἀποστάσεως ἐνὸς ἑκάστου 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 ὄποιον δέχονται οἱ ἀστεροειδεῖς, ἐν σχέσει πρὸς ἐκεῖνο πού φθάνει εἰς τὴν γῆν.

III. Κομῆται καὶ μετέωρα

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

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

β'. Σχεδὸν ὅλοι οἱ κομῆται εἶναι σώματα τεραστίων διαστάσεων. Ἡ κεφαλὴ ἔχει συνήθως τὸ μέγεθος τῆς γῆς, δυνατὸν ὅμως νὰ εἶναι καὶ πλέον ἀπὸ 10 φορὰς μεγαλυτέρα. Ἐξ ἄλλου, τὸ μῆκος τῆς οὐρᾶς δύναται νὰ φθάσῃ καὶ τὰς 2 α.μ. "Οσοι δὲ κομῆται φαί-



Εικ. 21. Ο κομήτης τοῦ Μπρούξ.

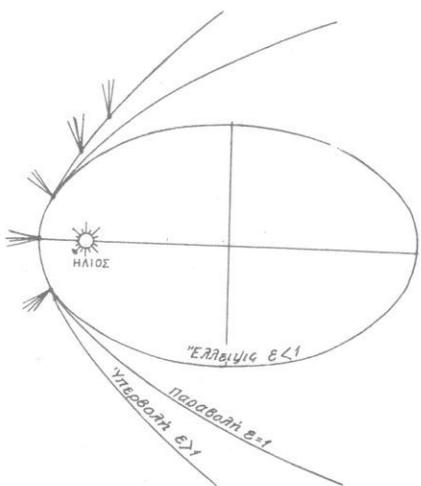
νονται διὰ γυμνοῦ ὁφθαλμοῦ ἔχουν συνήθως οὐράν μήκους ἀπὸ 10 ἑκατ. km καὶ ἅνω. Εἶναι ὅμως δυνατὸν νὰ ὑπάρχουν κομῆται ἄ- νευ οὐρᾶς.

γ'. Παρὰ τὸν μέγιστον ὅγκον των, ᾧ μᾶζα τῶν κομητῶν εἶναι πολὺ μικρὰ πάντοτε. Κομῆτης μετρίου μεγέθους ἔχει συνήθως μᾶ- ζαν μικροτέραν καὶ τοῦ ἑκατομμυριοστοῦ τῆς γηίνης.

69. **Τροχιαὶ τῶν κομητῶν**: περιοδικοὶ καὶ μὴ περιοδικοὶ κομῆται. α'. Αἱ τροχιαὶ τῶν κομητῶν εἶναι, κατὰ κανόνα, ἥ λίαν ἐπιμήκεις ἐλλείψεις, ἥ παραβολαὶ ἥ ύπερβολαὶ (σχ. 10).

β'. "Οσοι κομῆται ἔχουν ἐλλειπτικὴν τροχιὰν κινοῦνται περὶ τὸν ἥλιον ἐντὸς ὡρισμένου χρόνου, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ὀνομάζονται περιοδικοί. Ἀντιθέτως, ὅταν αἱ τροχιαὶ τῶν εἶναι ἀνοικταὶ (πα- παραβολαὶ ἥ ύπερβολαὶ), ἔρχονται πλησίον τῆς ἥλιακῆς ἑστίας, εἰς τὸ περιήλιον τῶν, ἐφ' ἄπαξ καὶ δὲν ἐπανέρχονται πλέον εἰς αὐτό.

Διὰ τοῦτο οἱ κομῆται αὐτοὶ καλοῦνται μὴ περιοδικοί.



Σχ. 10.

γω περιοδικοὶ κομῆται διῆλθον κάποτε πλησίον κάποιου ἀπὸ τοὺς μεγάλους πλανήτας, οἱ ὅποιοι, μὲ τὴν ἰσχυρὰν ἔλξιν τῶν, μετέβαλον τὴν τροχιάν των, ἔγιναν περιοδικοὶ καὶ τὰ ἀφήλια τῶν εἶναι πλησίον ἐκείνου τοῦ πλανήτου, ὁ ὅποιος καὶ τοὺς ἡγρεύει σεν. Ὡς ἐκ τούτου, οἱ κομῆται αὐτοὶ διαχωρίζονται εἰς οἰκογένειας. Καθεμία ἔξ αὐτῶν περιλαμβάνει τοὺς κομῆτας ἐκείνου τοῦ πλανήτου, ὅστις μὲ τὴν ἄγραν του τοὺς κατέστησε περιοδικούς.

Σήμερον δεχόμεθα, ὡς πιθανωτέραν τὴν ἑδοχήν, ὅτι οἱ κομῆται, ἐν γένει, δὲν εἶναι ξένοι πρὸς τὸ ἥλιακόν μας σύστημα, ἀλλ’ ὅτι καὶ οἱ μὴ περιοδικοὶ ἀκόμη ἀνήκουν εἰς αὐτό, ἔχουν δὲ τὰ ἀφήλια τῶν εἰς μίαν πολὺ μεγάλην ἀπόστασιν ἐκ τοῦ ἥλιου. Ἡ ἀπόστασις αὕτη πιθανὸν νὰ ὑπερβαίνῃ καὶ τὰς 100.000 α.μ. Ἀλλὰ καὶ ἐκεῖ ἡ ἐλκτική δύναμις τοῦ ἥλιου τοὺς συγκρατεῖ, ἐφ’ ὅσον δὲν ὑπάρχει πλησίον τῶν κανεὶς ἄλλος ἀστήρ, ὁ δὲ πλησιέστερος εὑρίσκεται εἰς ἀπόστασιν πλέον τῶν 4 ε.φ.

71. Φυσικὴ κατάστασις καὶ χημικὴ σύστασις τῶν κομητῶν. α'. Τὸ φῶς τῶν κομητῶν εἶναι, ἐν μέρει, ἴδιον τῶν καὶ διφείλεται κυρίως εἰς ἐκρήξεις, αἱ ὅποιαι συμβαίνουν εἰς τοὺς πυρῆνας τῶν. Τὸ μεγαλύτερον ὅμως μέρος τοῦ φωτός τῶν εἶναι ἥλιακόν, τὸ ὅποιον

καὶ ἀνακλοῦν. Διὰ τοῦτο ἄλλωστε καὶ φαίνονται λαμπρότεροι, καθ' ὅσον πλησιάζουν πρὸς τὸν ἥλιον.

β'. Ἡ φασματοσκοπικὴ ἔρευνα τῶν κομῆτῶν ἀπέδειξεν, ὅτι ἡ ὑλὴ 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, δτι οἱ πυρῆνες τῶν κομῆτῶν δὲν εἶναι συμπαγεῖς, ἀλλ' ἀποτελοῦνται ἀπὸ στερεά σώματα διαφόρων μεγεθῶν, τὰ δποῖα, ὡσάν σμῆνος Ἰπταμένων πτηνῶν, κινοῦνται ὁμαδικῶς ἐπὶ τῆς αὐτῆς τροχιᾶς. Αἱ ούραι, τέλος, αἱ ὄποιαι ἀναπτύσσονται κυρίως, ὅταν οἱ κομῆται πλησιάζουν τὸν ἥλιον καὶ διευθύνονται πάντοτε ἀντιθέτως τοῦ ἥλιού (σχ. 10). Σχηματίζονται διὰ τῆς πιέσεως τῆς ἀκτιγοβολίας τοῦ ἥλιού ἐπὶ τῶν μικρῶν σωματιδίων, τὰ δποῖα ἀπωθοῦνται ἀπὸ τὴν κόμην. Ὁφείλονται ἀκόμη καὶ εἰς τὸν «ἥλιακὸν ἄνεμον», ἢτοι τὴν σωματιακήν ἀκτινοβολίαν, τὴν προερχομένην ἐκ τοῦ ἥλιου.

72. Οἱ κομῆται τοῦ Biela καὶ τοῦ Halley. α'. Ὁ κομήτης τοῦ Biela (Βιέλα) ἀνεκαλύφθη τὸ 1826 καὶ διεπιστώθη, ὅτι ἡτο περισδικός, τῆς οἰκογενείας τοῦ Διός, 6,6 ἑτῶν. Ἐνῷ ἐπανήρχετο κανονικῶς ἀνὰ 6,6 ἔτη, ἔξαφνα τὸ 1845 παρουσίασε διόγκωμα τῆς κεφαλῆς, τὸ δποῖον τελικῶς ἀπεκόπη καὶ ἀπεμακρύνθη τοῦ κυρίως κομήτου, ἐνῷ γέφυρα φωτεινῆς ὑλῆς συνήνωντε τὰ δύο μέρη. Εἰς τὴν ἐπομένην ἐμφάνισιν, τὸ 1852, ἔφαίνετο διπλοῦς, μετὰ ταῦτα ὅμως, δὲν ἐπανῆλθε πλέον. "Οταν, τέλος, τὴν 27ην Νοεμβρίου 1872 ἡ γῆ διῆλθεν ἐκ σημείου τῆς τροχιᾶς της, ἀπὸ τὸ δποῖον τότε ἔπρεπε νὰ διέλθῃ καὶ δ ἀλλοτε κομήτης, ἔλαβε χώραν ἔκτακτος βροχὴ διαττόντων ἀστέρων, ἀνερχομένων εἰς ἑκατομύρια, ἡ ὄποια προφανῶς ὠφείλετο εἰς τοὺς ἀναριθμήτους κόκκους τοῦ κονιορτοῦ, ποὺ διέσπειρεν ὁ κομήτης.

β'. Ὁ κομήτης τοῦ Halley (Χάλλεϋ) εἶναι περιοδικὸς μὲ περίοδον 76 ἑτῶν, τὸ δὲ ἀφήλιον του εύρίσκεται πλησίον τοῦ Ποσειδῶνος. "Οπως διεπιστώθη, οὗτος παρετηρεῖτο πάντοτε, δσάκις διήρχετο ἐκ τοῦ περιηλίου του, λόγω τοῦ μεγάλου μεγέθους του. Ἀπὸ τῶν χρόνων τῆς ἀρχαιότητος (240 π.Χ.) ἔχει παρατηρηθῆ 28 φοράς. Ἡ τελευταία διάβασίς του ἐκ τοῦ περιηλίου ἔγινε τὸν Ἀπρίλιον τοῦ 1910, ἡ δὲ προσεχῆς θὰ λάβῃ χώραν τὸ 1986. Κατ' αὐτὴν



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

θὰ διήρχετο μεταξὺ γῆς καὶ ἥλιου τὴν νύκτα τῆς 19ης πρὸς τὴν 20ὴν Μαΐου (ν.ἡ.).

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

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

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

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

β'. Έὰν ἡ γῆ, κινουμένη περὶ τὸν ὥλιον μὲ ταχύτητα 30 km/sec περίπου, συναντήσῃ μετέωρον, τότε, ώς ἐκ τῆς συνθέσεως τῆς ταχύτητος γῆς καὶ μετεώρου, τοῦτο ὑφίσταται τόσην τριβήν μετά τῶν μορίων τῆς γηίνης ἀτμοσφαίρας, ὡστε εἰς τὸ ὕψος τῶν 120 km, λόγῳ τῆς ἀναπτυσσομένης θερμότητος, διαπυροῦται ἔξωτερικῶς. Καὶ ἔὰν μὲν τοῦτο εἴναι μικρῶν διαστάσεων, τοῦ μεγέθους κόκκου ἄμμου, κατακαίεται καὶ ἀποτεφροῦται ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαίρας, εἰς διάστημα 2 ἔως 3 δευτερολέπτων. Τὸ μετέωρον φαίνεται τότε ὡς ἀστήρ κινούμενος ταχέως καὶ ἀφήνει ὅπισθέν του φωτεινὴν οὐράν. Διὰ τοῦτο, ἐπεκράτησε νὰ ὀνομάζεται διάττων ἀστήρ. Έὰν ὅμως ἔχῃ διαστάσεις μεγαλυτέρας, τότε πυρακτοῦται ἔξωτερικῶς καὶ ἐκρήγνυται, ὅπότε καὶ ἀκούεται κάποτε ἰσχυρὸς ὁ κρότος τῆς ἐκρήξεως. Τότε ἔχομεν φαινόμενον **βολίδος**. Τέλος, ἔὰν τὸ μετέωρον εἴναι μεγαλύτερον τοῦ μεγέθους καρυδίου, τότε, ὅπωσδήποτε, δὲν προλαμβάνει νὰ ἀποτεφρωθῇ ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαίρας καὶ καταπίπτει, κατιόμενον, ἐπὶ τοῦ ἐδάφους. Οἱ ἀνευρισκόμενοι ἐπὶ τῆς γῆς μετεωρῖται ὀνομάζονται καὶ **μετεωρόλιθοι** ἢ καὶ **ἀερόλιθοι**. Μερικοὶ τούτων σχηματίζουν κρατῆρας, ὅπως εἴναι τῆς Ἀριζόνας καὶ τοῦ Κεμπέκ τῆς Αμερικῆς.

74. Πλῆθος καὶ βροχαὶ διαττόντων. α'. ‘Υπολογίζεται ὅτι, κατὰ μέσον ὥραν, πíπτουν εἰς ἔνα τόπον 30 - 40 διάττοντες καθ' ὥραν. ‘Ο ἀριθμός των ἀνέρχεται εἰς 10.000 τὴν ὥραν, ἔὰν ληφθοῦν ὑπ' ὅψιν καὶ ὅσοι ὀμυδροὶ φαίνονται μόνον εἰς τὰ τηλεσκόπια. Οὕτως, εύρισκεται, ὅτι τὸ πλῆθος τῶν διαττόντων, τὸ ὅποιον πíπτει καθ' ἡμέραν εἰς ὅλην τὴν γῆν, ζύπερβαίνει τὰ 10 ἑκατομ. καὶ ὅτι ἐτησίως ὁ ἀριθμός των φθάνει τὰ 4 δισεκ.

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

Αἱ βροχαὶ διαττόντων ὀφείλονται εἰς μετεωρικὴν ὥλην, προερχομένην συνήθως ἀπὸ ὥρισμένους κομήτας, διαλυθέντας μερικῶς ἢ ὀλικῶς, διὰ μέσου τῆς ὅποιας διέρχεται ἡ γῆ καθ' ὥρισμένας ἡμέρας τοῦ ἔτους, ὅταν εύρισκεται εἰς τὴν περιοχὴν τῆς τομῆς τῆς τροχιᾶς τῆς μετὰ τῆς τροχιᾶς τοῦ κομήτου ἢ πλησίον αὐτῆς.

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

⁷ Απρίλιον, μετά τὴν λῆξιν τοῦ λυκόφωτος, φαίνεται εἰς τὸν δυτικὸν ὁρίζοντα, ὑπόλευκον καὶ διάχυτον, πολὺ ζωηρὸν φῶς ὡς τριγωνικὴ στήλη, ἐκτεινομένη κατὰ μῆκος τῆς ἐκλειπτικῆς· τὸ ὄψος τοῦ φωτός, εἰς τὴν Ἑλλάδα, φαίνεται νὰ περιορίζεται εἰς 50°. ⁸ Ανάλογον φῶς παρατηρεῖται καὶ εἰς τὸν ἀνατολικὸν ὁρίζοντα, πρὸ τοῦ λυκαυγούς (⁹Οκτώβριον καὶ Νοέμβριον). Τὸ καλοῦμεν **ζωδιακὸν φῶς**.

Τὸ φῶς αὐτὸν προέρχεται ἀπὸ τὴν ἀνάκλασιν τοῦ ἥλιακοῦ φωτὸς ὑπὸ σωματιδίων, τὰ δόποια, ὡς ἀραιός κονιορτός, εὑρίσκονται διακεχυμένα εἰς τὸν χῶρον μεταξὺ τῶν πλανητῶν, κυρίως δὲ ἀπὸ τοῦ ἥλιου μέχρι τοῦ Ἀρεως. ¹⁰ Απὸ τὸ σχῆμα τοῦ ζωδιακοῦ φωτὸς συνάγεται, ὅτι τὸ κονιορτῶδες τοῦτο νέφος είναι φακοειδὲς καὶ ὅτι τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιᾶς τῆς γῆς είναι τὸ ἐπίπεδον συμμετρίας του.

β'. Τὸ **ἀντιζωδιακὸν φῶς**, ἔξ ἄλλου, πολὺ ἀσθενέστερον τοῦ ζωδιακοῦ καὶ τὸ πιθανώτερον ἀναλόγου προελεύσεως, παρατηρεῖται πάντοτε εἰς θέσεις τοῦ οὐρανοῦ, ἐκ δισμέτρου ἀντιθέτους ἑκείνων, εἰς τὰς δόποις εὑρίσκεται ὁ ἥλιος, ἐκτείνεται δὲ ἐπὶ μικρᾶς περιοχῆς τοῦ οὐρανοῦ, σχήματος ἐλλειπτικοῦ.

Ασκήσεις

46. Εὕρετε τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ἡμιάξονος τῆς τροχιᾶς τοῦ κομήτου τοῦ Halley, τοῦ δόποιου ἡ περίοδος είναι 76 ἔτη.

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

48. Εὕρετε πόση είναι, κατὰ μέσον ὅρον, ἡ μᾶζα ἐκάστου τῶν διαττόντων, ἐὰν ληφθῇ ὑπὸ δψιν, ὅτι τὸ συνολικὸν ἐτήσιον πλῆθός των φθάνει τὰ 4 δισεκατομμύρια καὶ ὅτι ἡ συνολικὴ μᾶζά των, ἐτησίως, ἀνέρχεται εἰς 25.000 τόννους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤΗ ΓΗ

I. Σχῆμα καὶ φυσικὴ κατάστασις τῆς γῆς

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

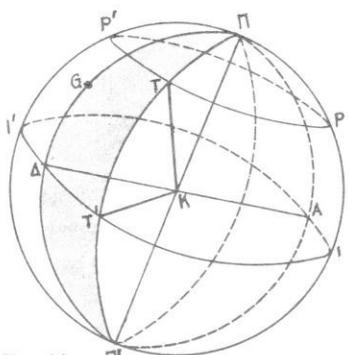
β'. Καλοῦμεν ἄξονα τῆς γηίνης σφαιρᾶς (σχ. 11) τὴν διάμετρον αὐτῆς ΠΠ', περὶ τὴν ὁποίαν περιστρέφεται. Τὰ πέρατα τοῦ ἄξονος Π καὶ Π' καλοῦνται πόλοι τῆς γῆς· βόρειος μὲν ὁ Π, ὁ ἐστραμμένος πρὸς βορρᾶν, νότιος δὲ ὁ Π', ἐστραμμένος πρὸς νότον.

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

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

77. Γεωγραφικαὶ συντεταγμέναι. α'. Ἔστω τυχών τόπος Τ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς (σχ. 11) καὶ ΚΤ ἡ ἀκτὶς τῆς γῆς, ἡ διερχόμενη διὰ τοῦ Τ. Θεωρήσωμεν καὶ τὴν ΚΤ', τομήν τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἰσημερινοῦ ὑπὸ τοῦ ἐπιπέδου ΠΠΠ' τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου Τ. Τότε, ἡ ἐπίπεδος γωνία Τ'ΚΤ, τῆς ὁποίας μέτρον εἶναι τὸ τόξον Τ'Τ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου Τ, καλεῖται γεωγραφικὸν πλάτος τοῦ τόπου τούτου καὶ συμβολίζεται διὰ τοῦ φ.

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



Σχ. 11.

νίαν $G\bar{P}P'T$, τὴν σχηματιζομένην ύπό τοῦ πρώτου μεσημβρινοῦ καὶ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου T . Ταύτης ἀντίστοιχος είναι ἡ ἐπίπεδος γωνία $\Delta KT'$.

Τὸ γεωγραφικὸν μῆκος μετρεῖται ἀπὸ 0° ἕως 180° ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ ἰσημερινοῦ, ἀρχῆς γενομένης ἐκ τῆς τομῆς Δ τοῦ ἰσημερινοῦ ύπό τοῦ α' μεσημβρινοῦ, πρὸς τὸ A · καὶ καλεῖται ἀνατολικὸν μέν, ὃν ὁ τόπος κεῖται εἰς τὸ ἀνατολικὸν ἡμισφαίριον, δυτικὸν δέ, ἐὰν οὗτος κεῖται εἰς τὸ δυτικόν.

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

78. Τὸ γήινον ἔλλειψοειδές. α'. Ἀκριβεῖς μετρήσεις τοῦ μήκους τόξων, διαφόρων μεσημβρινῶν τῆς γῆς, ὀδήγησαν εἰς τὸν καθορισμὸν τοῦ ἀκριβοῦς μεγέθους, ἀλλὰ καὶ τοῦ ἀκριβοῦς σχήματος τῆς γῆς. Οὔτως εύρεθη, ὅτι οἱ μεσημβρινοὶ ἔχουν μῆκος $40.009.152$ m, ἐνῷ δὲ ἰσημερινὸς είναι μεγαλύτερος κατὰ 67.442 m. Ἐκ τούτων προκύπτει, ὅτι ὁ μεσημβρινὸς $P\bar{P}'I'$, (σχ. 12) είναι ἔλλειψις, τῆς διποίας, ὃ μὲν μέγας ἡμιάξων IK ἔχει μῆκος $6.378.388$ m, δὲ μικρὸς ἡμιάξων $K\bar{P}$ είναι μικρότερος κατὰ 21.476 m.

β'. Ἐκ τῶν δεδομένων τούτων προκύπτει, ὅτι τὸ ἀκριβές σχῆμα τῆς γῆς είναι ἔλλειψοειδὲς ἐκ περιστροφῆς, ἥτοι στερεόν, τὸ δόποιον γεννᾶται διὰ τῆς περιστροφῆς τῆς ἔλλειψεως $P\bar{P}'I'$.

Σχ. 12.

(τοῦ μεσημβρινοῦ) περὶ τὸν μικρὸν ἄξονα αὐτῆς ΠΠ'.

γ.' Καλοῦμεν γεωειδές τὸ ἀκριβές ἐλλειψοειδὲς σχῆμα, τὸ ὅποιον θὰ εἶχεν ἡ γῆ, ἐὰν δὲν ὑπῆρχεν ἡ ξηρά, ἡ δὲ ἐπιφάνεια τῆς θαλάσσης ἐπεξετείνετο καθ' ὅλην τὴν ἔκτασίν της. Ὡς πρὸς τὸ γεωειδές, τὸ μέσον ὑψος τῆς ξηρᾶς ἀνέρχεται εἰς 700 m., ἐνῷ τὸ μέσον βάθος τῆς θαλάσσης φθάνει τὰ 3.500 m.

Ασκήσεις

49. Διατί οἱ μεσημβρινοὶ εἶναι ἵσοι πρὸς ἀλλήλους;

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

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

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

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

80. Ἡ ἀτμόσφαιρα. α'. Υπεράνω τοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς ὑπάρχει ἡ ἀτμόσφαιρα. Τὸ ὕψος αὐτῆς δὲν εἶναι γνωστόν, οὔτε καὶ εἶναι εὔκολον νὰ εύρεθῇ. Διότι ἡ ὑλη τῆς ἀτμοσφαίρας, εἰς τὰς περιοχὰς ποὺ εἶναι πέραν τῶν 3000 km, ἀναμιγνύεται μὲ τὴν ὑλην τοῦ μεσοπλανητικοῦ διαστήματος, ἡ δοποία συνίσταται κυρίως ἀπὸ ἄτομα διαφόρων στοιχείων, μάλιστα δὲ σωματίδια.

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

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

1. Ἡ τροπόσφαιρα, μέσου ὑψούς 11 km. 2. Ἡ στρατόσφαιρα, ἀπὸ 11 ἕως 50 km ὑψος. 3. Ἡ μεσόσφαιρα, ἀπὸ 50 ἕως 80 km ὑψος. 4. Ἡ θερμόσφαιρα, ἀπὸ 80 ἕως 500 km ὑψος. 5. Ἡ ἐξώσφαιρα, τέλος, ἐκτείνεται ἀπὸ τὰ 500 km ὑψος καὶ ἄνω.

‘Η έξωσφαιρα ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ ἡλεκτρόνια καὶ ίόντα, τὰ δύοια συμ-
περιφέρονται δύος ἡ υλη τῶν ἀνωτέρων στοιβάδων τοῦ ἡλιακοῦ στέμματος. Τὴν
κατάστασιν αὐτὴν τῆς υλης καλοῦμεν πλάσμα.

γ'. **Στρώμα ὅζοντος.** Εἰς τὸ ὄψος τῶν 15 ἔως 35 km ἡ στρατόσφαιρα καὶ ἡ
μεσόσφαιρα εἶναι πλουσία εἰς ὅζον, διὰ τοῦτο καλεῖται ὁ ζօντ ὁ σφαῖρας.
Ἐπειδὴ δὲ τὸ ὅζον προκαλεῖ μεγάλην ὀπορρόφησιν τῆς ὑπεριώδους ἀκτινοβολίας,
ἡ δύοις ἐπιδρᾷ πολὺ δυσμενῶς, ἀκόμη δὲ καὶ θανατηφόρως ἐπὶ τῶν ζωικῶν εἰδῶν,
ἡ δόζοντάσφαιρα ἀποτελεῖ διὰ τὰ ἔμβια δύτα εἰδος προστατευτικοῦ μανδύου τῆς
γῆς, διὸ δύοις ἔξασφαλίζει τὴν παρουσίαν τῆς ζωῆς ἐπὶ τοῦ πλανήτου μας. ‘Ἐὰν δι’
οἰνδήποτε λόγον ἔχειν φανίζετο τὸ στρώμα τοῦτο, θὰ κατεστρέφετο, ἐντὸς ὥρων,
δλόκληρος ἡ ζωὴ ἐπὶ τῆς γῆς.

δ'. **Ιονόσφαιρα.** Ἀπὸ τοῦ ὄψους τῶν 60 km καὶ ἀνω παρατηροῦνται φαινό-
μενα ιονισμοῦ τῶν μορίων καὶ τῶν ἀτόμων τῆς ἀτμοσφαίρας, εἰς τρόπον ὥστε
δλόκληρα στρώματα, μεγάλου πάχους, νὰ ἐμφανίζωνται ιονισμένα. Καλοῦμεν ἵο-
ν ὁ σφαῖρας τὸ σύνολον τῶν ιονισμένων ἀτμοσφαιρικῶν στρωμάτων.

Τὰ στρώματα τῆς ιονοσφαίρας ἀνακλοῦν τὰ ραδιοφωνικά κύματα. Οὕτω, διὰ
τῶν διασοχικῶν ἀνακλάσεων παρακάμπτεται ἡ δυσκολία μεταδόσεως τῶν ὡς ἐκ
τῆς κυρτότητος τῆς γῆς, δύνανται δὲ νὰ φθάσουν εἰς δέκτας, ἀπέχοντας κατὰ πολὺ
ἀπὸ τούς σταθμούς ἐκπομπῆς.

81. **Ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις. α'.** ‘Ως ἐκ τῆς διαφόρου πυκνότητος τῶν
στρωμάτων τῆς γηίνης ἀτμοσφαίρας, τὸ φῶς τοῦ ἡλίου καὶ τῶν ἀστέρων, εἰσ-
δῦνον ἀπὸ στρώματος εἰς στρώμα δλονέν καὶ μεγαλυτέρας ὀπτικῆς πυκνότητος,
ύποκειται εἰς συνεχὴ διάθλασιν, τὴν δύοιάν δυνομάζουμεν ἀτμοσφαιρικήν. ‘Η ἀτμο-
σφαιρικὴ διάθλασις εἶναι τόσον μεγαλυτέρα, δύσον εἶναι μεγαλυτέρα καὶ ἡ πλαγιότης
τῶν ἀκτίνων τοῦ φωτός, διὰ τοῦτο δὲ καὶ μηδενίζεται, δταν ἡ ἀκτίς εἰσδύνη κατὰ
τὴν διεύθυνσιν τῆς κατακορύφου. ‘Αντιθέτως, λαμβάνει τὴν μεγαλυτέραν τῆς τιμήν,
ἴσην πρὸς 36° 36'', δταν τὸ φῶς διέρχεται διὰ στρωμάτων εύρισκομένων εἰς τὸν
ὅριζοντα (εἰκ. 23).

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

1. **Παράτασις τῆς διαρκείας τῆς ήμέρας.** Λόγω τῆς ἀτμ. διαθλάσεως, δ ἡλιος,
δταν εύρισκεται πλησίον τοῦ ὅρίζοντος, ἀνυψοῦται φαινομενικῶς. ‘Ἐπειδὴ δὲ ἡ
φαινομένη διάμετρός του εἶναι ἴση πρὸς 32' περίπου, ἥτοι ὅση εἶναι καὶ ἡ τιμὴ τῆς
ἀτμ. διαθλάσεως εἰς τὸν ὅριζοντα, διὰ τοῦτο, δταν δ δίσκος του φαίνεται, δτι ἐφά-
πτεται τοῦ ὅρίζοντος διὰ νὰ δύσῃ, εἰς τὴν πραγματικότητα οὗτος ἔχει δύσει ἐν-
τελῶς. Τὸ ἀντίστροφον γίνεται κατὰ τὴν ἀνατολὴν του. Συνεπῶς, λόγω τῆς ἀτμ.
διαθλάσεως, ἐπιμηκύνεται ἡ παρουσία τοῦ ἡλίου ὑπὲρ τὸν ὅριζοντα καὶ οὕτω πα-
ρατείνεται ἡ διάρκεια τῆς ήμέρας.

2. **Παραμόρφωσις τῶν σωμάτων πλησίον τοῦ ὅρίζοντος.** ‘Ακόμη, λόγω τῆς
ἀτμ. διαθλάσεως, δ δίσκος τοῦ ἡλίου καὶ τῆς σελήνης φαίνονται πεπλατυσμένοι
καὶ ἐνίστε παραμορφωμένοι πλησίον τοῦ ὅρίζοντος.

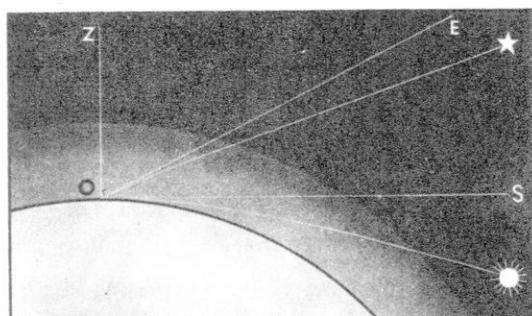
3. **Στίλβη τῶν ἀστέρων.** Λόγω τῆς ἀτμ. διαθλάσεως κυρίως, φαίνονται νὰ

σπινθηρίζουν καὶ νὰ μετατοπίζωνται ἔλαφρῶς, ἀλλὰ συνεχῶς, περὶ τὴν πραγματικήν τῶν θέσιν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται στίλβη τῶν ἀστέρων καὶ εἶναι ἐντονώτερον, δόσον οἱ ἀστέρες εύρισκονται πλησιέστερον τοῦ ὄριζοντος.

82. Ζῶναι Van Allen (Bān "Ἄλλεν) καὶ πολικὸν σέλας. α'. Διὰ τῶν τεχνῶν δορυφόρων διεπιστώθη, δῆτι ὑπάρχουν δύο ζῶναι, ἐντόνου σωματίσκης ἀκτινοβολίας, ἡ πρώτη εἰς ὕψος ἀπὸ 1.000 ἔως

8.000 km καὶ ἡ δευτέρα ἀπὸ 10.000 ἔως 65.000 km, αἱ δόποιαι ὠνομάσθησαν ζῶναι Bān "Ἄλλεν, ἀπὸ τὸ δύνομα τοῦ ἐρευνητοῦ, δῆτις πρῶτος τὰς ἐπεσήμανε. Ἡ ἐντονος ἀκτινοβολία τῶν δοφείλεται εἰς τὰ ταχέως κινούμενα σωματίδια, πρωτόνια καὶ ἡλεκτρόνια, ἐπὶ τῶν δυναμικῶν γραμμῶν τοῦ γηίνου μαγνητικοῦ πεδίου. Σημαντικώτερα ἐμφανίζεται ἡ ἔξωτερη ζώνη, ἡ δόποια καὶ γεννᾶται ἀπὸ τὰ σωματίδια, τὰ δόποια φθάνουν εἰς τὴν γῆν ἐκ τοῦ ἡλίου (§ 51), σχηματίζουν δὲ ζώνην ἀπὸ πλάσμα, μὲν ἐντονωτέρων ἀκτινοβολίσιν, περὶ τὸν μαγνητικὸν ἴσημερινὸν τῆς γῆς.

β'. Τὸ πολικὸν σέλας εἶναι φαινόμενον, παρατηρούμενον ιδίᾳ 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 ἡ φωτεινῶν, ἐρυθρωπῶν, συνήθως, νεφῶν, τὰ δόποια φαίνονται νὰ πάλλωνται, ἀλλὰ καὶ νὰ μεταμορφοῦνται συνεχῶς.



Εἰκ. 23. Λόγω τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως, ὁ ἥλιος καὶ ὁ ἀστήρ, εύρισκόμενοι πλησίον τοῦ ὄριζοντος, ἀνυψοῦνται καὶ φαίνονται εἰς τὰς θέσεις S καὶ E ἀντιστοίχως.

53. Δείξατε διατί ὁ δίσκος τοῦ ἡλίου ἡ τῆς σελήνης φαίνεται πεπλατυσμένος πλησίον τοῦ ὄριζοντος.

54. Δικαιολογήσατε πῶς συμβαίνει, ὅστε ἡ στίλβη τῶν ἀστέρων νὰ περιορίζεται, ὅταν οὗτοι εύρισκωνται πρὸς τὴν κατεύθυνσιν τῆς κατακορύφου.

II. Αἱ κινήσεις τῆς γῆς

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

Ἄποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς εἶναι ἡ συνεχὴς διαδοχὴ τῆς ἡμέρας καὶ τῆς νυκτὸς εἰς τοὺς διαφόρους τόπους.

β'. Ἀποδείξεις τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς ὑπάρχουν πολλαί. Αἱ κυριώτεραι εἶναι :

1. Ἡ φαινομένη ἡμερησία κίνησις τοῦ ἥλιου καὶ ὀλοκλήρου τῆς οὐρανίου σφαίρας ἐξ Α πρὸς Δ, ἡ ὅποια εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς (§ 107).

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

3. Ἡ μεταβολὴ τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος, συναρτήσει τοῦ γεωγρ. πλάτους. Οὕτως, ἐνῷ εἰς τοὺς πόλους τῆς γῆς ἡ τιμὴ τοῦ g εἶναι $983,221 \text{ cm/sec}^2$, εἰς τὸν ἴσημερινὸν ἔχομεν $g = 978,049 \text{ cm/sec}^2$, ἀν καὶ θὰ ἔπειπε νὰ εἶναι $981,441 \text{ cm/sec}^2$, ἐὰν ἡ μεταβολὴ ὀφείλετο μόνον εἰς τὴν μεγαλυτέραν ἀπόστασιν ἐκ τοῦ κέντρου τῆς γῆς, λόγῳ τοῦ μεγαλυτέρου μῆκους τῆς ἴσημερινῆς ἀκτίνος.

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

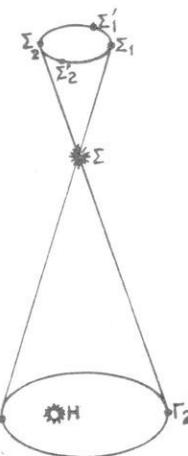
β'. Μία ἀπὸ τὰς ἀποδείξεις τῆς περιφορᾶς τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον εἶναι καὶ ἡ παραλλακτικὴ ἀπόδειξις. "Οπως ἐλέχθη (§ 22), καθεὶς τῶν πλησιεστέρων ἀστέρων γράφει ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ κατ' ἔτος μικράν ἐλλειψιν, τὴν ὅποιαν καλοῦμεν παραλλακτικὴν τροχιὰν (σχ. 3 καὶ 13). 'Αλλ' ἐὰν ἡ γῆ δὲν ἔκινεῖτο περὶ τὸν ἥλιον Η, οἱ ἀστέρες δὲν θὰ ἔγραφον ἐτησίως τὴν τροχιὰν αὐτήν.

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

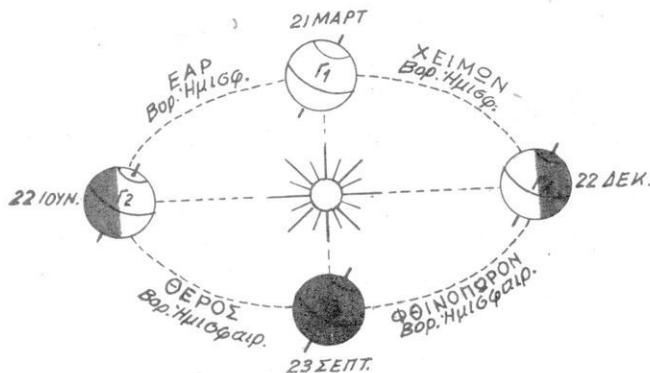
διαρκείας ήμερών και νυκτῶν. "Εστω ό ήλιος Η (σχ. 14), θεωρούμενος ἐπὶ τὸ ἀπλούστερον, εἰς τὸ κέντρον τῆς ἑλλειπτικῆς τροχιᾶς τῆς γῆς περὶ αὐτόν.

Κατὰ τὴν 21ην Μαρτίου ἡ γῆ εύρισκεται εἰς τὴν θέσιν Γ_1 . Τότε δοι οἱ τόποι φωτίζονται ἔξι ἵσου, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ἔχουν ἡμέραν ἴσην πρὸς τὴν νύκτα. Ἐλλ' ἀπὸ τῆς 21ης Μαρτίου μέχρι τῆς 22ας Ἰουνίου, ὅποτε ἡ γῆ διανύει τὸ τόξον $\Gamma_1\Gamma_2$, δοι οἱ τόποι τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου φωτίζονται τότε δλονέν καὶ ἐπὶ περισσότερον χρόνον ἀπὸ τοὺς τόπους τοῦ νοτίου, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας εἰς αὐτοὺς συνεχῶς αὔξανει, ἐνῷ εἰς τοὺς τόπους τοῦ νοτίου αὔξανει συνεχῶς ἡ διάρκεια τῆς νυκτός. Κατὰ τὴν 22αν Ἰουνίου σημειοῦται ἡ μεγίστη διάρκεια τῆς ἡμέρας εἰς τὸ βόρειον καὶ ἡ ἐλαχίστη εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον. Τέλος, ἐνῷ ὁ Β. πόλος ἔχει συνεχῆ ἡμέραν, καθ' δλον τὸ διάστημα τοῦτο, ὁ Ν. πόλος ἔχει συνεχῆ νύκτα. Ἐξ ἀλλού, τὸ βόρειον ἡμισφαιρίου θερμαίνεται δλονέν καὶ περισσότερον, 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 αὐτὸν ἡ ἐποχὴ τοῦ ξαρος, ἐνῷ τὸ νότιον, τὸ ὄπιον θερμαίνεται δλονέν καὶ ὀλιγώτερον, διανύει τὴν ἐποχὴν τοῦ φθινοπώρου.

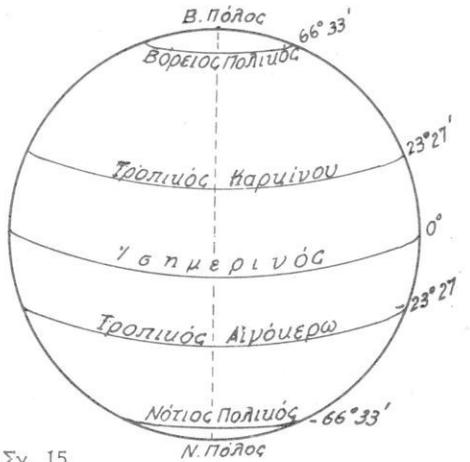
Απὸ τῆς 22ας Ἰουνίου μέχρι τῆς 23ης Σεπτεμβρίου, ὅποτε ἡ γῆ διατρέχει τὸ τόξον $\Gamma_2\Gamma_3$ τῆς τροχιᾶς της, συγκεντροῦται εἰς τὸ βόρειον μεγαλυτέρα χειμώνας Βορ. Ημισφ., ἐνῷ εἰς τὸ νότιον ἡ ἐποπόστης θερμότητος καὶ ἐπικρατεῖ ἡ ἐποχὴ τοῦ θέρους, ἐνῷ εἰς τὸ νότιον ἡ ἐποχὴ τοῦ χειμώνος. Απὸ τῆς 23ης Σεπτεμβρίου μέχρι τῆς 22ας Δεκεμβρίου, ἐπιχή τοῦ φθινοπώρου.



Σχ. 13.



Σχ. 14.



Σχ. 15.

$\phi = \pm 23^{\circ}27'$. 'Ο ένας παράλληλος κύκλος καλείται **τροπικός του Καρκίνου**, δε δὲ άλλος **τροπικός του Αιγαίνερω**. 'Η ζώνη αυτή καλείται **τροπική** ή καὶ **διακεκαυμένη**.

'Εξ ἄλλου, καλοῦμεν **βόρειον πολικὸν κύκλον** τὸν παράλληλον διὰ τὸν δύποιον $\phi = + 66^{\circ}33'$ καὶ **νότιον πολικὸν κύκλον** τὸν παράλληλον εἰς τὸν δύποιον εἶναι $\phi = - 66^{\circ}33'$. 'Ο τροπικὸς τοῦ Καρκίνου μετὰ τοῦ βορείου πολικοῦ κύκλου δρίζουν τὴν ζώνην, ή ὅποια καλεῖται **βόρειος εὔκρατος**, ένῷ δὲ τροπικὸς τοῦ Αιγαίνερω μετὰ τοῦ νοτίου πολικοῦ κύκλου δρίζουν τὴν νότιον **εὔκρατον ζώνην**.

Τέλος, μεταξὺ βορείου πολικοῦ κύκλου καὶ βορείου πόλου ἐκτείνεται η **βόρειος πολικὴ** ή **βόρειος κατεψυγμένη ζώνη**, ένῷ δὲ μεταξὺ νοτίου πολικοῦ κύκλου καὶ νοτίου πόλου η **νότιος πολικὴ** ή **νότιος κατεψυγμένη ζώνη**.

86. 'Η μετάπτωσις καὶ η κλόνησις. α'. Εκτὸς τῆς περιστροφῆς καὶ τῆς περιφορᾶς της περὶ τὸν ἥλιον, ή γῆ ἐκτελεῖ καὶ δἄλλας δώδεκα κινήσεις, ἐκ τῶν δύποιων αἱ σπουδαιότεραι εἰναι η μετάπτωσις καὶ η κλόνησις.

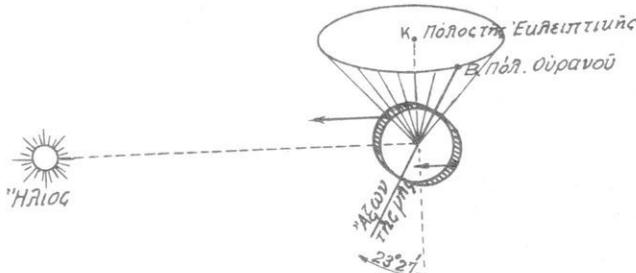
β'. 'Η μετάπτωσις, τὴν δύποιαν ἀνεκάλυψεν δὲ Ἐλλην ἀστρονόμος "Ιππαρχος (190 - 120 π.Χ.)", προκαλεῖται ως ἔξῆς: Λόγω τοῦ ἐλλειψοειδοῦς σχήματός της, ή γῆ εἶναι ἔξωγκωμένη περὶ τὸν Ισημερινόν. 'Η ἔξις τοῦ ἥλιου ἐπὶ τοῦ Ισημερινοῦ ἔξογκώματος εἶναι ἀνομοιόμορφος, μεγαλυτέρα δὲ εἰς τὸ μέρος αὐτοῦ, τὸ στρεφόμενον πρὸς τὸν ἥλιον καὶ, συνεπῶς, τὸ πλησιέστερον, μικροτέρα δὲ εἰς τὸ ἔκ διαμέτρου ἀντίθετον (σχ. 16). 'Αλλ' ή ἀνομοιόμορφος αὐτὴ ἔξις τείνει «νὰ ἀνατρέψῃ» τὴν γῆν, δὲ δξῶν αὐτῆς ἀναγκάζεται νὰ ἐκτελῇ κίνησιν, ἀνάλογον πρὸς ἐκείνην τῆς σφιούρας. Οὕτως δὲ δξῶν τῆς γῆς γράφει, ἐντὸς 25.800 περίπου ἐτῶν, διπλοῦν κῶνον, τοῦ δύποιου ή κορυφή εύρισκεται εἰς τὸ κέντρον τῆς γῆς, ή δὲ κυκλικὴ βάσις, ἀκτίνος $23^{\circ}27'$, γράφεται ὑπὸ καθενὸς τῶν πόλων τῆς γῆς.

κρατεῖ εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον ή ἐποχὴ τοῦ φθινοπώρου, ένῷ εἰς τὸ νότιον ή ἐποχὴ τοῦ ξαρος. Τέλος, ἀπὸ τῆς 22ας Δεκεμβρίου μέχρι τῆς 21ης Μαρτίου, ἐπικρατεῖ εἰς τὸ βόρειον ή ἐποχὴ τοῦ χειμῶνος, ένῷ εἰς τὸ νότιον ή ἐποχὴ τοῦ θέρους.

β'. Αἱ ζῶναι τῆς γῆς. Λόγω τῆς κλίσεως τοῦ ἀξίονος τῆς γῆς καὶ τῆς, ως ἐκ τούτου, ἀνίσου κατανομῆς τῆς θερμότητος καὶ τοῦ φωτὸς εἰς τοὺς διαφόρους τόπους αὐτῆς, ή ἐπιφάνεια τοῦ πλανήτου μας διαχωρίζεται εἰς πέντε ζώνας (σχ. 15).

'Η πρώτη ἐκτείνεται ἐκατέρωθεν τοῦ Ισημερινοῦ μέχρι

τέλος



Σχ. 16.

γ'. Τὸ 1742 ὁ Ἀγγλος ἀστρονόμος Bradley (Μπράντλεϋ) ἀνεκάλυψε τὴν κλόνησιν. Αὕτη δοφείλεται εἰς τὴν ἀνομοιόμορφον ἔλξιν, τὴν ὅποιαν ἀσκεῖ καὶ ἡ σελήνη ἐπὶ τοῦ ισημερινοῦ ἔξογκώματος τῆς γῆς.

Ασκήσεις

55. Εύρετε τὴν γωνιώδη ταχύτητα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς.
56. Εύρετε τὴν γραμμικὴν ταχύτητα περιστροφῆς σημείου τῆς γῆς, κειμένου ἐπὶ τοῦ ισημερινοῦ αὐτῆς.
57. Εύρετε τὴν γραμμικὴν ταχύτητα περιστροφῆς σημείου τῆς γῆς, κειμένου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς εἰς $\phi = \pm 45^\circ$.
58. Ποιὸν είναι τὸ φ τόπου τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, τοῦ ὅποιουν ἡ γραμμικὴ ταχύτης περιστροφῆς εἶναι ἵστη πρὸς 233 m/sec.
59. Εύρετε τὸ εύρος, εἰς μοίρας, ἐκάστης τῶν εύκράτων ζωνῶν τῆς γῆς.
60. Καθορίσατε τὴν σειρὰν μεγέθους ἐκάστης τῶν ζωνῶν τῆς γῆς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ Η ΣΕΛΗΝΗ

I. Η σελήνη ως δορυφόρος τῆς γῆς

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

β'. Δεδομένου, ὅτι ἡ φαινομένη διάμετρος τῆς σελήνης, ἀναλόγως τῆς ἀποστάσεως τῆς, 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 ἵσην πρὸς 57 διαμέτρους αὐτοῦ, ἔχει φαινομένην διάμετρον, ἵσην πρὸς 1° , ἐνῷ ἡ φαινομένη του διάμετρος είναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν πραγματικήν. Η διάμετρός της είναι 3.476 km.

Τέλος, ἐκ τῆς σπουδῆς τῆς κινήσεως περὶ τὸν ἥλιον τοῦ κέντρου βάρους τοῦ συστήματος γῆς - σελήνης προκύπτει, ὅτι ἡ μᾶζα τῆς σελήνης ἰσοῦται πρὸς τὸ $1/81$ τῆς μᾶζης τῆς γῆς, ἥτοι πρὸς 73×10^{18} τόνους καὶ ὅτι ἡ πυκνότης της είναι 3,33, λαμβανομένης ὡς μονάδος τῆς πυκνότητος τοῦ ὄρατος. Ἐκ τῆς μᾶζης καὶ τῆς ἀκτίνος εύρισκομεν, ὅτι ἡ τιμὴ τοῦ g ἐπὶ τῆς σεληνιακῆς ἐπιφανείας περιορίζεται εἰς τὸ $1/8$ τῆς γηίνης καὶ ὅτι ἡ ταχύτης διαφυγῆς ἐκ τῆς σελήνης είναι 2,4 km/sec.

88. **Κίνησις τῆς σελήνης περὶ τὴν γῆν.** α'. Η σελήνη, κινούμενη περὶ τὴν γῆν ἐκ Δ πρὸς Α, γράφει ἔλλειψιν, τῆς ὁποίας ἡ ἀκεντρότης είναι μικρά, ὡς προκύπτει ἐκ τῆς μεγίστης καὶ ἐλαχίστης ἀποστάσεως της ἀφ' ἡμῶν. Καλοῦμεν περίγειον καὶ ἀπόγειον τῆς σελήνης τὰ σημεῖα τῆς τροχιᾶς της, ὅπου σημειοῦνται αἱ ἄκραι τιμαὶ τῆς ἀποστάσεως, ἡ ἐλαχίστη καὶ ἡ μεγίστη ἀντιστοίχως.

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

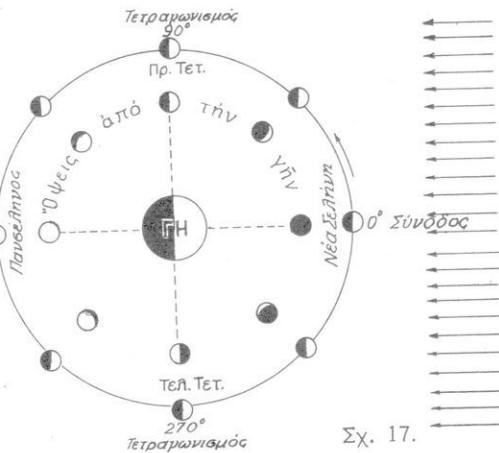
ταχύτης τῆς σελήνης, κινουμένης περὶ τὴν γῆν, ἴσοῦται πρὸς 1,02 km/sec.

89. Αἱ φάσεις τῆς σελήνης. α'. Ἀναλό-

Ἀντιδ. 180° γως τῆς ἀποχῆς τῆς (§ 56γ) ἀπὸ τὸν ἥλιον, ἡ σελήνη παρουσιάζει πρὸς ἡμᾶς, καθ' ἡμέραν διαφορετικὸν μέρος τοῦ φωτιζούμενου ἀπὸ τὸν ἥλιον ἡμισφαιρίου της. Καλοῦμεν φάσεις τῆς σελήνης τὰς διαφόρους ὅψεις αὐτῆς, καθ' ἐκάστην περιφοράν της περὶ τὴν γῆν, ως ἐκ τῆς συνεχοῦς μεταβολῆς τῆς ἀποχῆς της ἀπὸ τὸν ἥλιον.

Οὕτως, ὅταν ἡ σελήνη εύρισκεται εἰς σύνοδον μετὰ τοῦ ἥλιου (ἀποχὴ 0°), στρέφει πρὸς τὴν γῆν (σχ. 17) τὸ μὴ φωτιζόμενον ἡμισφαιρίον της. Τότε λέγομεν, ὅτι ἔχομεν νέαν σελήνην (Ν.Σ.) ἢ νουμηνίαν. Ἀκολούθως, καθὼς ἡ ἀποχὴ μεγαλώνει, στρέφει πρὸς τὴν γῆν μικρὸν κατ' ἀρχὴν καὶ ἔπειτα ὀλονὲν μεγαλύτερον μέρος τοῦ φωτιζούμενου ἡμισφαιρίου της καὶ φαίνεται ως δρεπανοειδής κοιλόκυρτος μηνίσκος, ἐστραμμένος πρὸς ἀνατολάς. Μετὰ 7 ἡμ. καὶ 9 ὥρ. περίπου ἀπὸ τῆς Ν.Σ., ὅταν ἔρχεται εἰς τετραγωνισμὸν (ἀποχὴ 90°), φαίνεται κατὰ τὸ 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 φωτιζούμενου ἡμισφαιρίου της καὶ δὲ μηνίσκος είναι τώρα ἀμφίκυρτος. Μετὰ 7 ἡμ. καὶ 9 ὥρ. ἀπὸ τὸ Π.Τ., ἡ σελήνη ἔρχεται εἰς ἀντίθεσιν (ἀποχὴ 180°), στρέφει δὲ πρὸς τὴν γῆν ὅλον τὸ φωτιζόμενον ἡμισφαιρίον της καὶ λέγομεν, ὅτι ἔχομεν πανσέληνον. Τότε ἡ σελήνη ἀνατέλλει, ὅταν δὲ ἥλιος δύῃ.

Καθὼς ἡ ἀποχὴ μεγαλώνει μεταξὺ 180° καὶ 270° , ἡ σελήνη στρέφει πρὸς τὴν γῆν πάλιν ὀλονὲν καὶ μικρότερον μέρος τοῦ φωτιζούμενου ἡμισφαιρίου της, γίνεται δὲ μηνίσκος ἀμφίκυρτος, ἀλλ' ἐστραμμένος



Σχ. 17.

πρὸς δυσμάς. Μετὰ 7 ἡμ. καὶ 9 ὥρ. ἀπὸ τῆς πανσελήνου ἔρχεται πάλιν εἰς τετραγωνισμὸν (ἀποχὴ 270°) καὶ φαίνεται ἡμιφώτιστος. Τότε λέγομεν, ὅτι εύρισκεται εἰς τὴν φάσιν τοῦ τελευταίου τετάρτου (Τ.Τ.). Τέλος, καθὼς ἡ ἀποχὴ τείνει πρὸς τὰς 360°, δι μηνίσκος τῆς σελήνης γίνεται κοιλόκυρτος καὶ συνεχῶς λεπτύνεται μέχρις ὅτου, μετὰ ἄλλας 7 ἡμ. καὶ 9 ὥρ., ἔλθῃ ἡ σελήνη καὶ πάλιν εἰς σύνοδον, ὅπότε καὶ θάγίνη νουμηνία.

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

90. Περιστροφὴ καὶ σχῆμα τῆς σελήνης. Ἡ σελήνη περιστρέφεται περὶ τὸν ἑαυτόν της, ἐκ Δ πρὸς Α, εἰς χρόνον ἵσον πρὸς τὸν χρόνον τῆς περιφορᾶς της γύρω ἀπὸ τὴν γῆν, ἦτοι εἰς 27 ἡμ. 7 ὥρ. 43 λ. 11,5 δ. Ἡ ἴστοις αὐτὴ μεταξὺ τῶν χρόνων περιστροφῆς καὶ περιφορᾶς ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα νὰ στρέψῃ ἡ σελήνη πρὸς τὴν γῆν τὸ ἕδιον πάντοτε ἡμισφαίριον. Γίνεται ἐποπτικῶς ἀντιληπτόν, πῶς συμβαίνει τοῦτο, ἀν κινηθῇ κανεὶς περὶ κυκλικὴν τράπεζαν, εἰς τρόπον ὡστε νὰ βλέπῃ πάντοτε πρὸς τὸ κέντρον τῆς τραπέζης. Διότι τότε, κάμνει βαθμιαίως μίαν περιστροφὴν περὶ ἑαυτόν, εἰς τὸν ἕδιον χρόνον, εἰς τὸν ὁποῖον κινεῖται περὶ τὸν γύρον τῆς τραπέζης.

Ἄσκήσεις

61. Εὕρετε τὴν ὀπόστασιν τῆς σελήνης ἐκ τῆς γῆς, διθείσης τῆς παραλλάξεως αὐτῆς, ὡς ἵστης πρὸς 57' 2'', 7.

62. Εὕρετε τὴν ἀκτίνα τῆς σεληνιακῆς σφαίρας, διθείσης τῆς μέσης φαινομένης διαμέτρου αὐτῆς, ὡς ἵστης πρὸς 31''.

63. Εἰς ποιας ὀποστάσεις, μετρουμένας διὰ τῆς διαμέτρου του, πρέπει νὰ εὐρεθῇ σῶμα σφαιρικόν, ὡστε νὰ παρουσιάζῃ φαινομένην διάμετρον, 30', 6', 1', 30'', 20'', 10'' καὶ 1''.

64. Εὕρετε μὲ πόσας γηίνας ἀκτίνας ἰσοῦται ἡ μέση ὀπόστασις γῆς - σελήνης.

65. Ὅποδ ποίαν φαινομένην διάμετρον πρέπει νὰ φαίνεται ἡ γῆ ἐκ τῆς σελήνης καὶ πόσας φοράς μεγαλύτερος πρέπει νὰ φαίνεται ἐκεῖθεν δισκός τῆς γῆς;

66. Ὁρίσατε τὴν ὀπόστασιν γῆς - σελήνης εἰς α.μ. καὶ ε.φ.

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

68. Εύρετε εις ποιον ποσοστὸν τῆς ἐπιφανείας καὶ τοῦ ὅγκου τῆς γῆς ἀντιστοιχοῦν ἡ ἐπιφάνεια καὶ ὁ ὅγκος τῆς σελήνης.

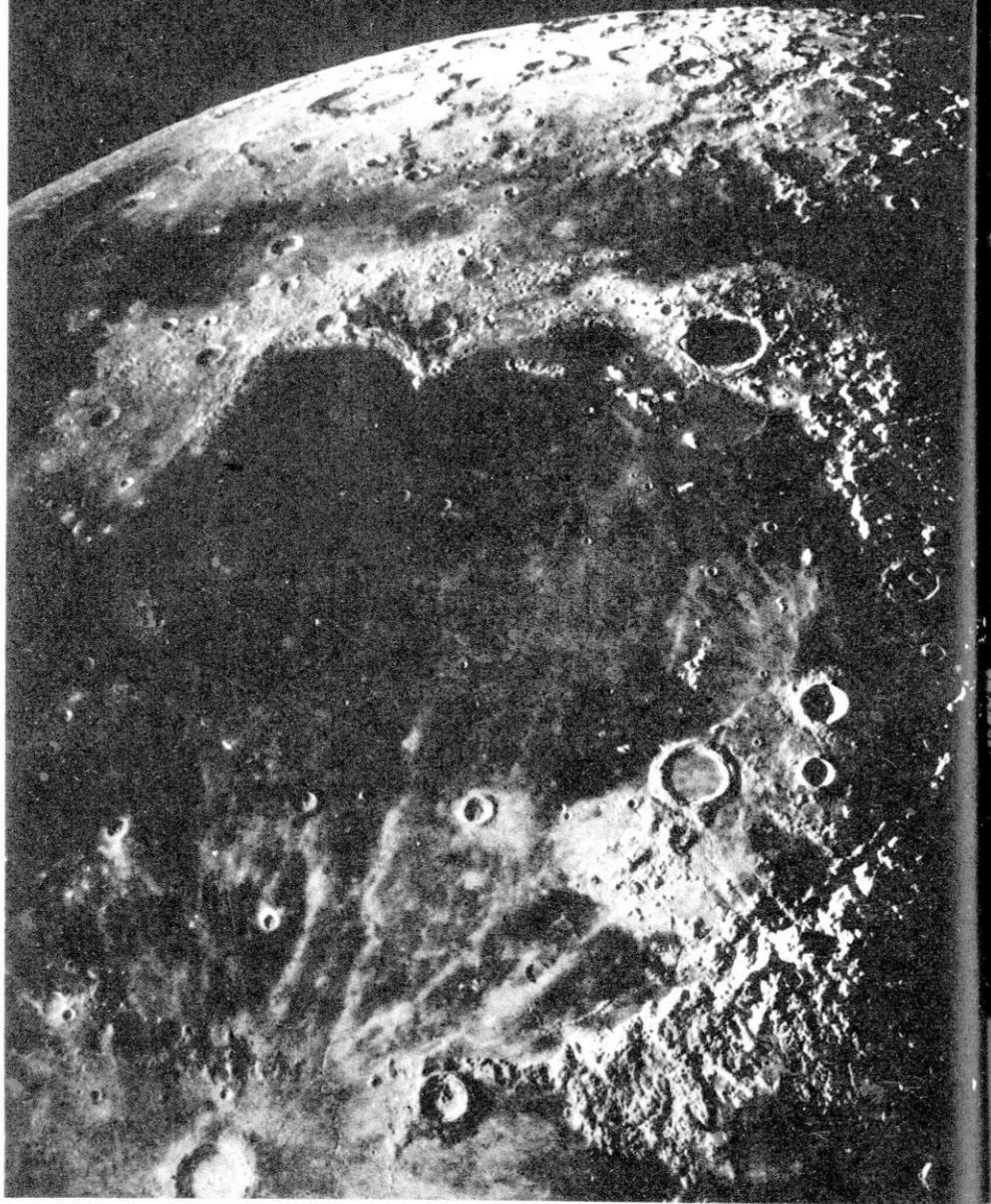
69. Εύρετε τὴν τιμὴν τῆς πυκνότητος τῆς σελήνης, ὡς πρὸς τὴν γηίνην.

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

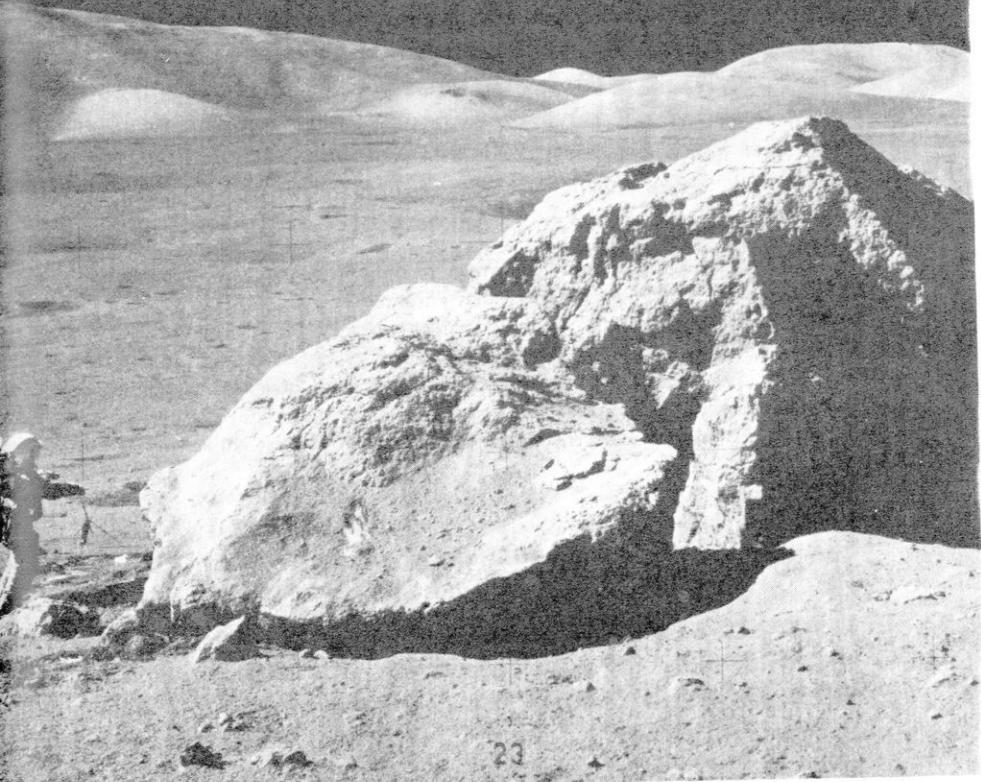
Π. Φυσικὴ κατάστασις τῆς σελήνης

91. Ἐπιφάνεια τῆς σελήνης. Ἡ σελήνη στερεῖται ὑδατος καὶ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος. Δι’ αὐτὸν ἡ ἐπιφάνεια τῆς παρουσιάζει τὴν μονότονον ἀχρωμίαν τῶν ἔρημων. Τὴν μονοτονίαν τοῦ τοπίου διακόπτουν μόνον οἱ πολυάριθμοι κρατῆρες, οἱ ὅποιοι ὑπάρχουν ἐπὶ τῆς Σελήνης, σχηματισθέντες ἀπὸ τὴν πρόσκρουσιν μετεωριῶν ἐπ’ αὐτῆς, πού, ἀκριβῶς λόγῳ τῆς μὴ ὑπάρχειν διαβρωτικῆς ἐπιδράσεως ὑδατος ἡ ἀτμοσφαίρας, διετηρήθησαν ἐπὶ δισεκατομμύρια ἔτη. Εἰς τὰς ὁμαλὰς καὶ ἐπιτέδους ἐκτάσεις τοῦ σεληνιακοῦ ἐδάφους, τῶν ὅποιών τὸ χρῶμα εἶναι σχετικῶς βαθύτερον, εἶχε δοθῆ εἰς τὸ παρελθὸν τὸ ὄνομα «θάλασσαι». Καὶ τοῦτο, διότι κατὰ τὰς παρατηρήσεις μὲ μικρὰ τηλεσκόπια ἐδίδετο ἡ ἐντύπωσις ὅτι ἡσαν ὥκεανοι ἀνάλογοι πρὸς τοὺς γηίνους, αὐτὸν δὲ τὸ ὄνομα χρησιμοποιεῖται ἀκόμη καὶ σήμερον παρ’ ὅλον ὅτι ἔχει πλέον ἀποδειχθῆ, ὅτι οὐδέποτε αὗται ἡσαν κεκαλυμμέναι ὑπὸ ὑδατος.

92. Θερμοκρασία καὶ ἐσωτερικὴ δομή. Καθὼς δὲν ὑπάρχει ἀτμόσφαιρα διὰ νὰ προστατεύῃ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Σελήνης, αὕτη ὑποκειμένη εἰς τὴν ἄμεσον ἡλιακὴν ἀκτινοβολίαν κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς μακρᾶς σεληνιακῆς ἡμέρας (ἢ ὅποια ἀντιστοιχεῖ εἰς δεκατέσσαρας γηίνας ἡμέρας) θερμαίνεται εἰς θερμοκρασίας ἀνωτέρας τῶν 100° C, ὥστε καὶ ἀν ἀκόμη ἡ σελήνη εἶχεν ὑδωρ, τοῦτο θὰ ἔξηται ἐξ δλοκλήρου. Κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς νυκτὸς ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας τῆς σελήνης πίπτει εἰς τοὺς -150° C. Εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς σελήνης ἐπικρατοῦν θερμοκρασίαι δλίγων ἐκατοντάδων βαθμῶν Κελσίου καὶ συνεπῶς τοῦτο εὐρίσκεται εἰς στερεὰν κατάστασιν, ὅπως ἀπέδειξαν παρατηρήσεις τῆς μεταδόσεως σεισμικῶν κυμάτων διὰ τοῦ σεληνιακοῦ ὑπεδάφους. "Εχομεν μόνον ἐνδείξεις διὰ τὴν ὑπαρξιν μι-



Εἰκ. 24. Περιοχή τῆς σεληνιακῆς ἐπιφανείας. Διακρίνονται δύο μεγάλαι δροσειραὶ (ἄνω καὶ κάτω), περιβάλλουσαι τὴν ἐπίπεδον ἔκτασιν τῆς «θαλάσσης τῶν ὅμβρων», ὅπως καὶ ἀρκετοὶ κρατήρες.



23

Εικ. 25. Φωτογραφία βράχου και όρέων Σελήνης άπό το 'Απόλλων 17.

κροῦ ρευστοῦ ἢ πλαστικοῦ πυρῆνος διαμέτρου περὶ τὰ 1000 χλμ.

93. Ἁλικία καὶ ἔξελιξις. Μελέτη τῶν σεληνιακῶν πετρωμάτων, ποὺ προσεκομίσθησαν ὑπὸ τῶν ἀστροναυτῶν, ἔδειξεν ὅτι αἱ διάφοροι περιοχαὶ τῆς σελήνης εύρισκοντο συνεχῶς .εἰς στερεὰν κατάστασιν καὶ συνεπῶς εἰς χαμηλάς σχετικῶς θερμοκρασίας, τούλάχιστον κατὰ τὰ τελευταῖα 4 - 4,5 δισεκατομμύρια ἔτη. Τοῦτο ἀποδεικνύει

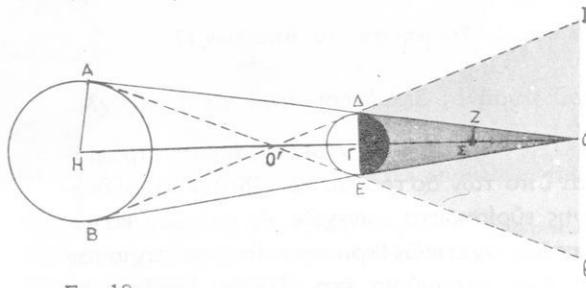
ὅτι τούλάχιστον ἐπὶ 4 δισεκατομμύρια ἔτη ἡ σελήνη ἥτο ἐν ἀπολύτως ἀδρανὲς καὶ ψυχρὸν σῶμα, χωρὶς νὰ παρουσιάζῃ καμμίαν δραστηριότητα ἢ ἀλλαγὴν. Αἱ μόναι ἐμφανεῖς ἀλλαγαὶ προήρχοντο ἀπὸ τὴν πτῶσιν εἰς διάφορα σημεῖα τῆς ἐπιφανείας τῆς τεραστίων μετεωριτῶν, μὲν ἀποτέλεσμα τὴν μερικὴν τῆξιν τῶν πετρωμάτων τῆς περιοχῆς, λόγῳ τῆς μεγάλης θερμότητος ποὺ ἐδημιουργεῖτο κατὰ τὴν κροῦσιν. "Ἐνας ἀπὸ τοὺς νεωτέρους σχηματισμοὺς ποὺ ἐδημιουργήθησαν κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον εἶναι ὁ κρατήρ Κοπέρνικος, ποὺ ἔχει ἡλικίαν περίπου 800.000.000 ἑτῶν.

Ἀσκήσεις

71. Εὕρετε πόσον εἶναι ὑψηλότερα τὰ ὄρη τῆς σελήνης, ὡς πρὸς τὰ ὄρη τῆς γῆς, ἀν ληφθεῦν ὑπὸ δψιν αἱ διαστάσεις γῆς καὶ σελήνης.
 72. Διατί ἡ ἀπόουσία τῆς ἀτμοσφαίρας ουνεπάγεται καὶ τὴν ἔλλειψιν ὑδατος ἐπὶ τῆς σελήνης;
 73. Διατί ἡ ἔλλειψις ἀτμοσφαίρας εἰς τὴν οελήνην συνεπάγεται τὴν ἀπουσίαν διαχύτου φωτός, λυκαυγοῦς καὶ λυκόφωτος, ὡς καὶ παρασκιᾶς;
 74. Εἰς τὸν οὐρανὸν τῆς σελήνης φαίνονται οἱ ἀστέρες καὶ κατὰ τὴν ἡμέραν. Διατί;

III. Αἱ ἐκλείψεις καὶ παλίρροιαι

94. **Ἡ σκιὰ καὶ ἡ παρασκιὰ τῆς γῆς.** Ἡ γῆ καὶ οἱ ἄλλοι πλανῆται, ὅπως καὶ οἱ δορυφόροι των, ὡς σκοτεινὰ σφαιρικὰ σώματα, φωτιζόμενα ὑπὸ τοῦ ἡλίου, ρίπτουν ὅπισθέν των σκιάν, ἔχουσαν σχῆμα κώνου. Οὕτως, ἡ γῆ Γ (σχ. 18), φωτιζομένη ἀπὸ τὸν ἡλιον Η, ρίπτει τὴν κωνικὴν σκιάν ΔΟΕ, ἀλλὰ καὶ τὴν παρασκιὰν



Σχ. 18

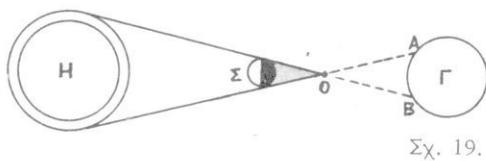
I ΙΔΕΘ, ἔχουσαν σχῆμα κοιλούρου κώνου, ὁ ὀπποῖος προκύπτει ἀπὸ τὸν κῶνον ΙΟ'Θ. Οὕτος γεννᾶται ἀπὸ τὰς ἐσωτερικὰς ἐφαπτομένας ΑΕ καὶ ΒΔ, ἐνῷ ὁ κῶνος τῆς σκιᾶς ἀπὸ τὰς ἐξωτερικὰς ΑΔ καὶ ΒΕ.

95. Αἱ ἐκλείψεις τῆς σελήνης. "Οταν ἡ σελήνη εἰσδύῃ εἰς τὸν κῶνον τῆς σκιᾶς τῆς γῆς, λέγομεν ὅτι ἔχουμεν ἐκλειψιν σελήνης. Καί, ἐάν μὲν εἰσέλθῃ ὀλόκληρος ἡ σελήνη, τότε ἡ ἐκλειψις καλεῖται ὄλική, ἐάν δὲ εἰσδύσῃ μέρος μόνον αὐτῆς, τότε λέγεται μερική.

Διὰ νὰ συμβῇ ὅμως ἐκλειψις σελήνης, θὰ πρέπει ἡ σκιὰ τῆς γῆς νὰ διευθύνεται πρὸς τὴν σελήνην. Τοῦτο, συνεπῶς, θὰ συνέβαινε καθ' ἐκάστην πανσέληνον, ὅποτε, λόγω τῆς ἀντιθέσεως σελήνης - ἥλιου, ἡ γῆ ρίπτει τὴν σκιάν της πρὸς τὸ μέρος τῆς σελήνης. Ἀλλὰ διὰ νὰ εἰσδύῃ ἡ σελήνη εἰς τὴν σκιάν, καθ' ἐκάστην πανσέληνον, θὰ ἐπρεπε ἀκόμη νὰ συμπίπτουν τὰ ἐπίπεδα γηίνης καὶ σεληνιακῆς τροχιᾶς· διότι μόνον κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον τὰ τρία σώματα ἥλιος - γῆ - σελήνη θὰ εύρισκοντο ἐπ' εύθείας. "Ομως, τὰ ἐπίπεδα αὐτὰ σχηματίζουν γωνίαν ἵσην πρὸς $50^{\circ}8'$, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ἡ σκιὰ τῆς γῆς διέρχεται συνήθως, κατὰ τὴν πανσέληνον, ἀνωθεν ἢ κάτωθεν τῆς σελήνης καί, ὡς ἐκ τούτου, δὲν γίνεται τότε ἐκλειψις.

96. Αἱ ἐκλείψεις τοῦ ἥλιου. α'. "Οταν ἡ σκιὰ τῆς σελήνης φθάνῃ εἰς τὴν γῆν, τότε, ὅπως ἡ σελήνη κινεῖται, ἡ σκιά της διατρέχει τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς, καλύπτουσα οὕτω μίαν λωρίδα αὐτῆς, εὔρους τὸ πολὺ 300 km. Τότε, καὶ εἰς ὅλους τοὺς τόπους, ἐκ τῶν ὄποιων διέρχεται ἡ σκιά, ὁ δίσκος τῆς σελήνης ἀποκρύπτει τὸν δίσκον τοῦ ἥλιου· διότι ἡ φαινομένη διάμετρος τῆς σελήνης είναι μεγαλύτερά τῆς φαινομένης διάμετρου τοῦ ἥλιου, ὅταν ἡ σκιὰ φθάνῃ ἔως τὴν γῆν. Εἰς τοὺς τόπους αὐτούς γίνεται ὄλικὴ ἐκλειψις τοῦ ἥλιου. Οἱ τόποι ὅμως τῆς γῆς, ἐπὶ τῶν ὄποιων προσπίπτει ὁ κόλουρος κῶνος τῆς παρασκιᾶς, ἔχουν μερικὴν ἐκλειψιν τοῦ ἥλιου, διότι, εἰς αὐτούς, ὁ δίσκος τῆς σελήνης ἀποκρύπτει μέρος τοῦ ἥλιακοῦ δίσκου.

β'. "Οταν ὅμως ὁ κῶνος τῆς σκιᾶς τῆς σελήνης δὲν φθάνῃ εἰς τὴν γῆν (σχ. 19), τότε, εἰς ὅλους, τοὺς τόπους, εἰς τοὺς ὄποιούς φθάνει ὁ κατὰ κο-



Σχ. 19.

ρυφήν πρὸς τὴν σκιὰν κῶνος ΑΟΒ, ὁ δίσκος τῆς σελήνης ἀφίνει ἀκάλυπτον λεπτὸν δακτύλιον γύρω ἀπὸ τὸ ἀποκρυπτόμενον μέρος τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου. Διὰ τοῦτο, λέγομεν τότε, ὅτι οἱ τόποι αὐτοὶ ἔχουν δακτυλιοειδῆ ἔκλειψιν τοῦ ἡλίου, ἐνῷ οἱ τόποι, τοὺς ὁποίους καλύπτει ἡ παρασκιά, ἔχουν μερικὴν ἔκλειψιν.

Ασκήσεις

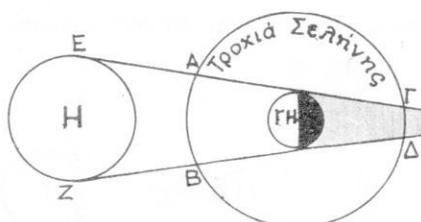
75. Εύρετε τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς τῆς σελήνης : α) ὅταν ἡ γῆ εύρισκεται εἰς τὸ περιήλιον καὶ ἡ σελήνη εἰς τὸ περίγειον· β) ὅταν ἡ γῆ εύρισκεται εἰς τὸ ἀφήλιον καὶ ἡ σελήνη εἰς τὸ ἀπόγειον.

76. Σπουδάσατε εἰς τὸ σχ. 20 τὰ τόξα ΑΒ καὶ ΓΔ τῆς τροχιᾶς τῆς σελήνης καὶ δικαιολογήσατε διατί αἱ ἔκλειψις τοῦ ἡλίου εἶναι περισσότεραι τῶν σεληνιακῶν.

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

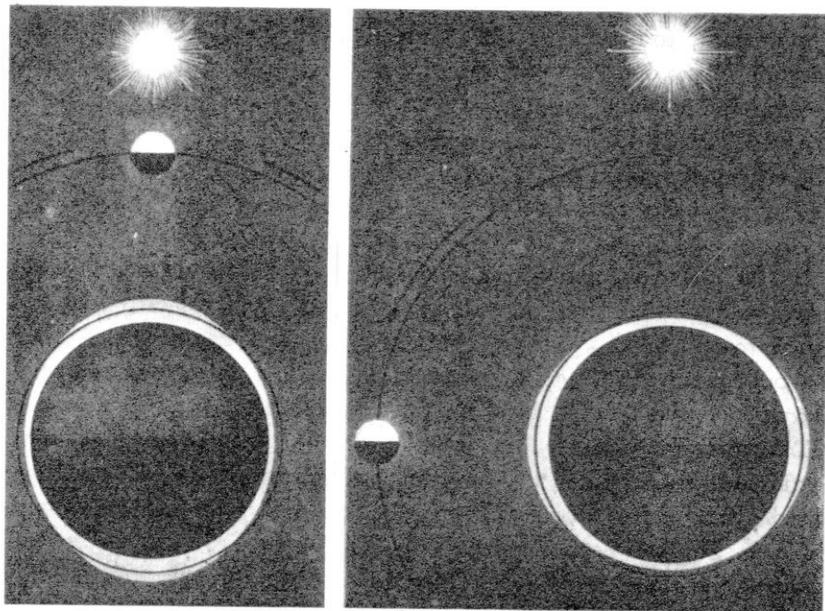
97. Τὸ φαινόμενον τῆς παλιρροίας καὶ ἡ σελήνη. Ἐπὶ ἔξ ὥρας ἡ στάθμη τῶν ὑδάτων τῶν θαλασσῶν ἀνέρχεται συνεχῶς, κατόπιν δὲ ἀκολουθεῖ κάθιδός της ἐπὶ ἄλλας ἔξ συνεχεῖς ὥρας. Οὔτως, ἀνὰ 24ωρον περίπου, παρατηροῦνται δύο ἀνοδοὶ καὶ δύο κάθιδοι. Ἡ ἀνδρος ὄνομάζεται πλημμυρὶς καὶ ἡ κάθιδος ἄμπωτις. Ἀπὸ κοινοῦ, πλημμυρὶς καὶ ἄμπωτις, ἀποτελοῦν τὸ φαινόμενον τῆς παλιρροίας. Ὅπαρχει σχέσις μεταξὺ τῆς σελήνης καὶ τοῦ φαινομένου τῶν παλιρροιῶν.

98. Ἐρμηνεία τοῦ φαινομένου τῶν παλιρροιῶν. Εἰς τὸν Νεύτωνα ὄφείλεται ἡ ἔξηγησις τοῦ φαινομένου τῶν παλιρροιῶν.



Σχ. 20.

“Οπως ἀποδεικνύεται, ἡ ἔλξις τῆς σελήνης ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ στοιχείου τῆς γῆς εἶναι κατὰ 2,2 φορὰς μεγαλυτέρα τῆς ἔλξεως, τὴν ὁποίαν



Εἰκ. 26. Ἐξήγησις τοῦ φαινομένου τῶν παλιρροιῶν. Ἀριστερά· κατὰ τὴν φάσιν τῆς Ν.Σ. ἡ συνδυασμένη ἔλξις σελήνης καὶ ἥλιου προκαλεῖ ἴσχυροτέραν παλίρροιαν. Δεξιά, κατὰ τὸν τετραγωνισμόν, ἡ ἔλξις τῆς σελήνης ἔξουδετεροῦται μερικῶς ὑπὸ τῆς ἔλξεως τοῦ ἥλιου καὶ ἡ παλίρροια εἶναι ἀσθενεστέρα.

ἀσκεῖ ἐπ’ αὐτοῦ ὁ ἥλιος. Βάσει τοῦ δεδομένου τούτου, ὑποθέσωμεν, ὅτι ὅλη ἡ ἐπιφάνεια τῆς γῆς κολύπτεται ὑπὸ ὑδάτων. Τότε, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς ἔλξεως τῆς σελήνης, τὰ ὕδατα τῶν θαλασσῶν θὰ συνεσωρεύοντο περισσότερον πρὸς τὸ μέρος τῆς σελήνης, ὅλλ’ ἐπὶ πλέον, ὅπως διδάσκει ἡ Μηχανικὴ τῶν ρευστῶν, καὶ εἰς τὸ ἐκ διαμέτρου ἀντίθετον μέρος τῆς γῆς. Ἀλλ’ ἡ συσσώρευσις αὐτὴ θὰ ἔδιδε εἰς τὴν γηίνην σφαῖραν σχῆμα ἐλλειψοειδὲς (εἰκ. 26 ἀριστερά). "Αν πρὸς τὸ μέρος τῆς σελήνης εύρισκεται καὶ ὁ ἥλιος (σύνοδος), τότε, ἡ συνδυασμένη ἔλξις ἥλιου καὶ σελήνης θὰ καταστήσῃ τὸ ἐλλειψοειδὲς περισσότερον πεπλατυσμένον· τοῦτο ἀκριβῶς συμβαίνει εἰς τὰς συζυγίας. Κατὰ τοὺς τετραγωνισμούς, ὅπότε σελήνη, γῆ καὶ ἥλιος σχηματίζουν ὄρθην γωνίαν καὶ ἡ ἔλξις τοῦ ἥλιου ἔξουδετερώνει μέρος τῆς ἔλξεως τῆς σελήνης καὶ τὸ ἐλλειψοειδὲς σχῆμα θὰ εἴναι ὀλιγώτερον

τονισμένον, ἐστραμμένον δέ, πάντοτε, πρὸς τὴν σελήνην (εἰκ. 26 δεξιά). Λόγω ὅμως καὶ τῆς περιστροφῆς της, ἡ γῆ στρέφει, συνεχῶς, πρὸς τὴν σελήνην διαφορετικὰ μέρη τῆς ἐπιφανείας της. Συνεπῶς καὶ τὸ ἐλλειψοειδὲς σχῆμα θὰ ἀλλάσσῃ συνεχῶς τὴν θέσιν τῶν δύο ὑδατίνων ἔξογκώσεών του, τῶν πλημμυρίδων καὶ τῶν μεταξὺ τούτων ἀμπώτιδων.

99. Ἡ παλίρροια τοῦ Εὔριπου. α'. Ο δίσυλος τοῦ Εὔριπου εἶναι πλάτους 39 m, μήκους 40 m καὶ βάθους 8,5 m. Εἰς αὐτὸν παρουσιάζεται μοναδικόν, διὰ τὰς θαλάσσας, φαινόμενον: τὰ ὕδατά του κινοῦνται συνεχῶς, ἐνῷ συγχρόνως ἀλλάσσουν καὶ φοράν κινήσεως, κατευθυνόμενα ἀλλοτε πρὸς τὸν βόρειον καὶ ἀλλοτε πρὸς τὸν νότιον Εὔβοϊκόν. Ἐπὶ 22 - 23 ἡμ. παρουσιάζει τοῦτο μίαν κανονικότητα καὶ ἀλλάσσει φοράν, ἀνὰ 6 ὥρ. περίπου, ὅπως ἡ παλίρροια, κατὰ τὰς ὑπολοίπους 6 ἔως 7 ἡμέρας τοῦ μηνὸς τὸ ρεῦμα γίνεται ἀκανόνιστον.

β'. Σήμερον δεχόμεθα τὴν ἔξῆς ἔκπληξιν: Τὸ κῦμα τῆς παλιρροίας ἔρχεται κυρίως ἀπὸ τὴν Μεσόγειον Θάλασσαν εἰς τὴν Εὔβοιαν καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸν βόρειον καὶ τὸν νότιον Εὔβοϊκόν, κατευθυνόμενον πρὸς τὸν Εὔριπον. Λόγω ὅμως τοῦ διαφορετικοῦ μήκους τῆς διαδρομῆς, τὸ κῦμα τὸ ἐρχόμενον ἐκ νότου φθάνει ἐκεῖ 1 ὥρ. καὶ 15 λ. ἐνωρίτερον ἀπὸ τὸ ἐρχόμενον ἐκ βορρᾶ. Ὡς ἐκ τούτου οἱ περισσότεροι ύδατινοι ὅγκοι φθάνουν ἐκ νότου ἐνωρίτερον καὶ ἀνεβάζουν τὴν στάθμην εἰς τὸ μέρος αὐτὸν καὶ μάλιστα κατὰ 30 ἔως 40 cm, ὅπότε δημιουργεῖται ρεῦμα ἐκ νότου πρὸς βορρᾶν. Μετὰ ἔξι ὅμως ὡρας ἀντιστρέφονται οἱ συνθῆκαι καὶ δημιουργεῖται ἀντίθετον ρεῦμα, καθὼς ἡ ἄμπωτις διαδέχεται τὴν πλημμυρίδα. Διότι τότε εἰς τὸ βόρειον μέρος ἔχουν συσσωρευθῆ περισσότερα ὕδατα. Καί, ὅταν μὲν ἔχωμεν συζυγίας, ὅπότε ἡ ἔντασις τῆς παλιρροίας εἶναι μεγάλη, τὸ ρεῦμα παρουσιάζεται κανονικόν. Κατὰ τοὺς τετραγωνισμοὺς ὅμως, τὸ ρεῦμα εἶναι ἀσθενέστερον, ἡ διαμόρφωσις τοῦ βυθοῦ τῶν δύο λιμένων, οἱ πνέοντες ἀνεμοί καὶ ἀλλα αἴτια συντελοῦν, ὡστε τοῦτο νὰ παρουσιάζῃ τὰς ἀνωμαλίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η Η ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΣΦΑΙΡΑ

I. Γῆ καὶ οὐράνιος σφαῖρα

100. Οὐράνιος σφαῖρα· σχῆμα καὶ χρῶμα τοῦ οὐρανοῦ. α'. Όνομάζουμεν οὐράνιον σφαῖραν, τὴν σφαῖραν ἐπὶ τῆς ὁποίας φαίνονται νὰ εἰναι καθηλωμένοι οἱ ὀστέρες καὶ ἡ ὁποίᾳ περιβάλλει τὴν γῆν.

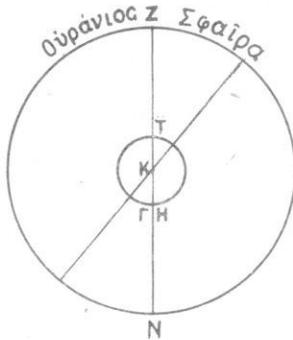
Κέντρον τῆς σφαίρας ταύτης εἶναι τὸ κέντρον Κ τῆς γῆς (σχ. 21). Ἐπειδὴ ὅμως ἡ ἀκτὶς τῆς οὐρανίου σφαίρας δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς ἔχουσα ἀπειρον μῆκος, διὰ τοῦτο, ἡ μὲν ἀκτὶς ΚΤ τῆς γηίνης σφαίρας εἶναι δυνατὸν νὰ θεωρηθῇ ἀμελητέα, τὸ δὲ τυχὸν σημεῖον Τ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς δύναται νὰ ληφθῇ ὡς κέντρον τῆς οὐρανίου σφαίρας. Κατὰ ταῦτα, ἀντὶ τῆς ἀκτίνος ΚΖ τῆς οὐρανίου σφαίρας, δύναται νὰ ληφθῇ ἡ ΤΖ ἥ, ἐπὶ τὸ ἀπλούστερον, δότοπος Τ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς δύναται νὰ θεωρηθῇ, ὡς συμπίπτων πρὸς τὸ κέντρον Κ τῆς οὐρανίου καὶ τῆς γηίνης σφαίρας.

β'. Ἡ οὐράνιος σφαῖρα ὀνομάζεται ἀκόμη οὐρανός θόλος ἢ ἀπλῶς, οὐρανός. Τὸ κυανοῦν χρῶμα του διείλεται κυρίως εἰς τὴν διάχυσιν τῆς κυανῆς ἴδιως ἀκτινοβολίας τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς ὑπὸ τῶν μορίων τῆς γηίνης ἀτμοσφαίρας.

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

Ἐκαστον σημεῖον τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς ἔχει ἴδιαν κατακόρυφον.

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



Σχ. 21.

εἰς τὸν τόπον T , τότε, διερχομένη ἐκ τοῦ κέντρου K τῆς γῆς καὶ ἐπεκτεινομένη ἐπί: ἀπειρον, συναντᾷ τὴν οὐράνιον σφαῖραν εἰς τὸ σημεῖον N , ἐκ διαμέτρου ἀντίθετον πρὸς τὸ Z , τὸ δποῖον καὶ καλεῖται **Ναδίρ** τοῦ τόπου T .

‘Η Z_2N_2 εἶναι ἡ κατακόρυφος τοῦ τόπου T_2 , ἐνῷ ἡ Z_1N_1 εἶναι ἡ τοῦ τόπου T_1 .

γ'. Ὁνομάζονται **κατακόρυφα** ἐπίπεδα, τὰ ἀπειρα ἐπίπεδα, τὰ δποῖα διέρχονται ἐκ τῆς κατακορύφου ἐνὸς τόπου. Καθὲν τῶν κατακορύφων ἐπιπέδων τέμνει τὴν οὐράνιον σφαῖραν κατὰ κύκλου μέγιστον, ὅστις ὀνομάζεται **κατακόρυφος κύκλος**.

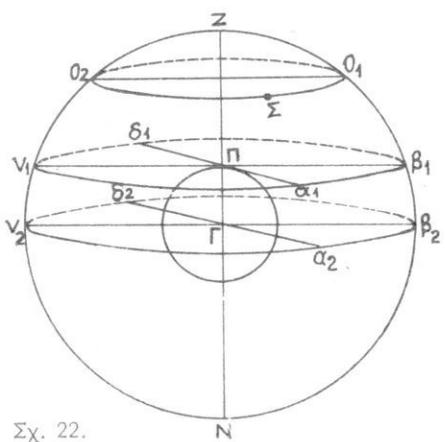
102. Φυσικὸς καὶ αἰσθητὸς ὄριζων· ὄριζόντιοι κύκλοι. α'.

Καλεῖται **φυσικὸς ὄριζων** ἐνὸς τόπου ἡ γραμμή, κατὰ τὴν δποίαν διούρανδος φαίνεται, ὅτι ἔγγιζει τὴν γῆν.

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

γ'. Ἐστω παρατηρητής, ίστάμενος εἰς τὸ σημεῖον Π τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς Γ (σχ. 22). Τότε, τὸ ὄριζόντιον ἐπίπεδον, τὸ διερχόμενον ἐκ τῶν δόφθαλμῶν του, θὰ τέμνῃ τὴν οὐράνιον σφαῖραν κατὰ κύκλον $\beta_1\delta_1\nu_1\alpha_1$, τοῦ δποίου κέντρον εἶναι τὸ σημεῖον Π , ἐνῷ ἡ διάμετρός του $\beta_1\nu_1$ εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν κατακόρυφον

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



σχ. 22.

103. Ζενιθία ἀπόστασις καὶ ὑψος ἀστέρος. α'.

Καλοῦμεν **ζενιθίαν ἀπόστασιν** ἐνὸς σημείου τῆς οὐρανίου σφαῖρας ἡ ἐνὸς ἀστέρος, κατά τινα στιγμήν, τὴν γωνιώδη ἀπόστασιν τούτου ἀπὸ τοῦ ζενιθίου τοῦ τόπου, εἰς τὸν δποῖον ίστάμεθα.

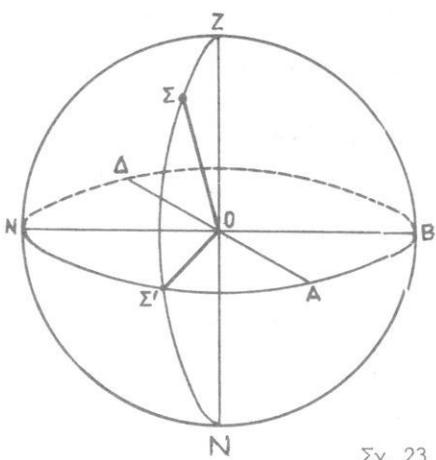
‘Η **ζενιθία ἀπόστασις** συμβολίζεται μὲ τὸ γράμμα z .

μετρεῖται ἐπὶ τοῦ κατακορύφου κύκλου, τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ σημείου ἢ τοῦ ἀστέρος, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τοῦ ζενίθ· μεταβάλλεται ἀπὸ 0° ἕως 180° . Ἡ ζ τοῦ ἀστέρος Σ ($\Sigma\chi.$ 23) εἶναι ἡ $ZO\Sigma$, τῆς ὁποίας μέτρον εἶναι τὸ τόξον $Z\Sigma$.

β'. Καλοῦμεν ὑψος ἐνὸς σημείου ἢ ἐνὸς ἀστέρος, κατά τινα στιγμήν, τὴν γωνιώδη ἀπόστασίν του ἀπὸ τοῦ ὁρίζοντος τοῦ τόπου, εἰς τὸν ὁποῖον ἴστάμεθα.

Διὰ νὰ εὔρωμεν τὸ ὑψος ἔστω τοῦ ἀστέρος Σ ($\Sigma\chi.$ 23), φέρομεν τὸν κατακόρυφόν του $Z\Sigma N$ καὶ, ἐκ τοῦ O , ἀκτῖνας $O\Sigma$ καὶ $O\Sigma'$. Ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ ἀστέρος Σ ἀπὸ τοῦ ὁρίζοντος θὰ εἶναι ἡ γωνία $\Sigma'OS$, τῆς ὁποίας μέτρον εἶναι τὸ τόξον $\Sigma'\Sigma$.

Τὸ ὑψος 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 ὁρίζοντος· δύναται νὰ μεταβληθῇ ἀπὸ 0° ἕως 90° ἀπολύτως· καὶ εἶναι θετικὸν μέν, ἐὰν ὁ ἀστὴρ εὐρίσκεται πρὸς τὸ ὄντων τοῦ ὁρίζοντος ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ, τὸ περιέχον τὸ ζενίθ, ἀρνητικὸν δὲ ἐὰν ὁ ἀστὴρ κεῖται εἰς τὸ κάτω τοῦ ὁρίζοντος ἡμισφαίριον, τὸ περιέχον τὸ ναδίρ.



$\Sigma\chi.$ 23.

Ασκήσεις

78. Δείξατε διατί ἡ z δύναται νὰ μεταβληθῇ ἀπὸ 0° ἕως 180° .

79. Ἐὰν ἡ ζενίθια ἀπόστασις ἀστέρος, κατά τινα στιγμήν, μετρουμένη εἰς ἕνα τόπον, εὐρεθῇ ἵση μὲ z , νὰ εὐρεθοῦν οἱ τόποι εἰς τοὺς ὁποίους ὁ αὐτὸς ἀστὴρ ἔχει τὴν αὐτήν z κατά τὴν ίδιαν στιγμήν.

.80. Δείξατε, ὅτι τὸ ὑψος εἶναι πάντοτε τὸ συμπλήρωμα τῆς ζενίθιας ἀποστάσεως· ἢτοι, ὅτι ἰσχύει ἡ σχέσις $z + u = 90^{\circ}$.

81. Ἀστέρος τινὸς τὸ ὑψος, εἰς ἓνα τόπον καὶ κατά τινα στιγμήν, εἶναι $u = 37^{\circ} 51' 28''$. Πόση εἶναι ἡ z αὐτοῦ;

82. Ἀστέρος τινὸς ἡ ζενίθια ἀπόστασις, εἰς ἓνα τόπον καὶ κατά τινα στι-

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

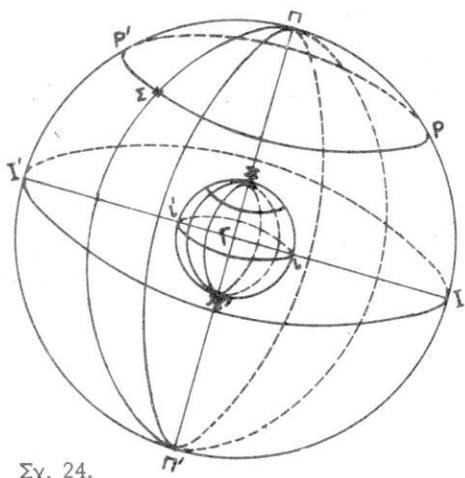
83. Τὸ ὄψος ἀστέρος, κειμένου ὑπὸ τὸν ὄριζοντα, είναι $u = -35^\circ 15' 27''$. Πόση είναι ἡ ρ αὐτοῦ;

104. **Αξων τοῦ κόσμου καὶ οὐράνιος ισημερινός.** α'. Ἐστω Γ ἡ γῆ, κατέχουσα τὸ κέντρον τῆς οὐρανίου σφαίρας καὶ πιπ' ὁ ἄξων περιστροφῆς τῆς γῆς, ἐνῷ π καὶ π' είναι ὁ βόρειος καὶ ὁ νότιος πόλος αὐτῆς, ἀντίστοιχως. Ἐὰν ὁ ἄξων τῆς γῆς ἐπεκταθῇ ἐπ' ἄπειρον καὶ ἀπὸ τὰ δύο μέρη του, τότε θὰ τμήσῃ τὴν οὐράνιον σφαῖραν κατὰ τὰ σημεῖα Π καὶ Π', ἀντίστοιχα τῶν π καὶ π' τῆς γῆς (σχ. 24).

Καλοῦμεν ἄξονα τῆς οὐρανίου σφαίρας ἡ καὶ ἄξονα τοῦ κόσμου αὐτὸν τοῦτον τὸν ἄξονα τῆς γῆς, προεκτεινόμενον ἐπ' ἄπειρον, ἔως ὅτου τμήσῃ τὴν οὐράνιον σφαῖραν καὶ καταστῇ διάμετρος αὐτῆς.

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

β'. Ἐὰν τὸ ἐπίπεδον τοῦ ισημερινοῦ τῆς γῆς ι' προεκταθῇ ἐπ' ἄπειρον, θὰ τμήσῃ τὴν οὐράνιον σφαῖραν, κατὰ μέγιστον κύκλον αὐτῆς, τὸν II', ἀντίστοιχον πρὸς τὸν γήινον ισημερινόν, τὸν διποίον καὶ καλοῦμεν **οὐράνιον ισημερινόν**.



σχ. 24.

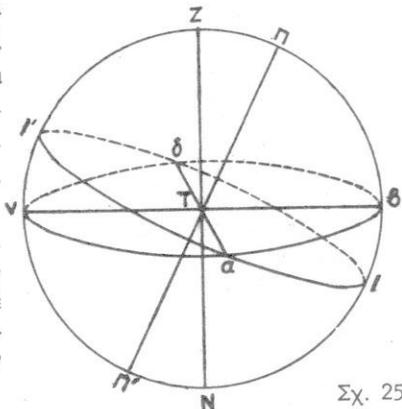
105. **Ωριαῖοι καὶ παράλληλοι κύκλοι.** α'. Οἱ ἄπειροι μέγιστοι κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας, οἱ ἔχοντες ὡς διάμετρόν των τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου, ὀνομάζονται **ώριαῖοι κύκλοι**. Οἱ ώριαῖοι κύκλοι είναι οἱ ἀντίστοιχοι πρὸς τοὺς μεσημβρινοὺς τῆς γῆς (§ 76δ).

Ἐὰν Σ είναι τυχὸν σημεῖον τῆς οὐρανίου σφαίρας ἡ ἔνας ἀστήρ, τότε τὸ ἡμικύκλιον ΠΣΠ' (σχ. 24) τοῦ ώριαίου

κύκλου, τὸ περιέχον τὸ Σ , καλεῖται
ώριαῖος τοῦ σημείου ἢ τοῦ ἀστέρος Σ .

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

Οἱ παράλληλοι κύκλοι τῆς οὐρανίου σφαίρας εἰναι οἱ διτίστοιχοι τῶν παραλλήλων κύκλων τῆς γῆς. "Οπως δὲ οἱ γήινοι, οὗτοι καὶ οἱ οὐράνιοι παράλληλοι κύκλοι ἔχουν τὰ κέντρα των ἐπὶ τοῦ ἄξονος PP' .



Σχ. 25.

106. Μεσημβρινὸν ἐπίπεδον καὶ οὐράνιος μεσημβρινὸς τόπου· κύρια σημεῖα τοῦ δρίζοντος. α'. "Εστω ὁ τόπος T (σχ. 25), θεωρούμενος ὡς συμπίπτων μὲ τὸ κέντρον τῆς γηίνης καὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, ZN ἢ κατακόρυφος αὐτοῦ καὶ PP' ὁ ἄξων τοῦ κόσμου.

Καλοῦμεν μεσημβρινὸν ἐπίπεδον τοῦ τόπου T , τὸ δρίζόμενον ὑπὸ τοῦ ἄξονος τοῦ κόσμου PP' καὶ τῆς κατακορύφου τοῦ τόπου ZN .

Τὸ μεσημβρινὸν ἐπίπεδον τοῦ τόπου T τέμνει τὴν οὐρανίου σφαίραν κατὰ μέγιστον κύκλον αὐτῆς, τὸν $\text{PZP}'N$, τὸν ὃποιον δύνομάζομεν οὐράνιον μεσημβρινὸν τοῦ τόπου T .

β'. "Εστω βδαὶ ὁ αἰσθητὸς δρίζων εἰς τὸν τόπον T , κάθετος ἐπὶ τὴν κατακόρυφον ZN καὶ $\text{ID}'\alpha$ ὁ οὐράνιος ἴσημερινός, κάθετος ἐπὶ τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου PP' . Τότε, ὁ οὐράνιος μεσημβρινὸς τοῦ τόπου, ὁ $\text{PZP}'N$, τέμνει καθέτως τὸν δρίζοντα, κατὰ τὴν κοινὴν διάμετρὸν τῶν βν, τὴν διποίαν καὶ δύνομάζομεν μεσημβρινὴν γραμμήν.

"Εξ ἀλλοῦ, ἡ διάμετρος τοῦ δρίζοντος $\alpha\delta$, ἡ κάθετος ἐπὶ τὴν μεσημβρινὴν γραμμήν, συνεπῶς δὲ καὶ ἐπὶ τὸν μεσημβρινόν, καλεῖται ἄξων τοῦ μεσημβρινοῦ.

γ'. "Η μεσημβρινὴ γραμμὴ βν καὶ ὁ ἄξων τοῦ μεσημβρινοῦ ἀδ διαιροῦν τὸν δρίζοντα εἰς τέσσαρα δρθογώνια τεταρτημόρια.

Τὰ πέρατα τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς β καὶ ν κ αὶ ν ν τός^ς ἐνῷ τὰ πέρατα τοῦ ἄξονος τοῦ μεσημβρινοῦ $\alpha\delta$ καὶ δ δύνομάζονται κατὰ σειράν, ἀνατολὴ καὶ δύσις. Ἀπὸ κοινοῦ, τὰ τέσσαρα αὐτὰ σημεῖα λέγονται κύρια σημεῖα τοῦ δρίζοντος.

Ασκήσεις

84. Δείξατε, δτι δ ούράνιος μεσημβρινός είναι κύκλος κατακόρυφος.
85. Δείξατε, δτι δ ούράνιος μεσημβρινός είναι ώριασιος κύκλος.
86. Δείξατε, δτι δ ούράνιος μεσημβρινός είναι κάθετος ἐπὶ τὸν δρίζοντα τοῦ τόπου, ὅπου ιστάμεθα.
87. Δείξατε, δτι δ ούράνιος μεσημβρινός, εἰς τυχόντα τόπον, είναι κάθετος ἐπὶ τὸν ούράνιον ισημερινόν.
88. Δείξατε, δτι δ ούράνιος μεσημβρινός είναι κάθετος ἐπὶ τοὺς παραλή-λους κύκλους.
89. Εὕρετε τὸ υ καὶ τὴν ἡ ἑκάστου τῶν κυρίων σημείων τοῦ δρίζοντος.
90. Δείξατε, δτι ὅλα τὰ σημεῖα τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, τὰ ὅποια εὑρί-σκονται ἐπὶ τοῦ ἴδιου γηίνου μεσημβρινοῦ, ἔχουν καὶ τὸν ἴδιον ούράνιον μεσημ-βρινόν.
91. Δείξατε, δτι ὁ δρίζων καὶ ὁ ούράνιος μεσημβρινός διχοτομοῦνται.

107. Φαινομένη περιστροφὴ τῆς οὐρανίου σφαίρας καὶ νόμοι αὐτῆς. α'. "Ολοι οι ἀστέρες, ἐκτὸς τοῦ ἥλιου, τῆς σελήνης καὶ τῶν πλανητῶν, φαίνονται ὡς ἀν νὰ είναι καθηλωμένοι ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς (κοίλης) ἐπιφανείας τῆς οὐρανίου σφαίρας, εἰς τρόπον ὡστε αἱ σχετικαὶ θέσεις των, ὡς πρὸς ἄλλήλους, νὰ μένουν πάντοτε σταθεραί. Διὰ τοῦτο ὡνομάσθησαν ὑπὸ τῶν ἀρχαίων Ἑλλήνων ἀστρονόμων ἀπλανεῖς ἀστέρες, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τοὺς πλανήτας, οἱ δόποιοι, σὺν τῷ χρόνῳ, ἀλλάσσουν συνεχῶς θέσιν μεταξύ τῶν ἀπλα-νῶν.

"Ολοι ἐν γένει οι ἀστέρες φαίνονται καθ' ἑκάστην νὰ ἀνατέλ-λουν, ὅπως ὁ ἥλιος, καὶ ἐν συνεχείᾳ νὰ διατρέχουν τὸν οὐρανόν, προχωροῦντες πρὸς τὸ δυτικὸν μέρος τοῦ δρίζοντος, ὅπου συνήθως δύουν, διὰ νὰ ἀνατείλουν ἐκ νέου, μετὰ πάροδον ἐνὸς 24ώρου ἀπὸ τῆς προηγουμένης ἀνατολῆς των.

β'. Ἡ περιστροφὴ τῆς οὐρανίου σφαίρας δὲν είναι πραγματική, ἀλλὰ φαινομενική. Είναι τὸ ἀποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς περὶ τὸν ἄξονά της (§ 83). Λαμβάνει δηλαδὴ καὶ ἔδω χώραν τὸ γνω-στὸν φαινόμενον, κατὰ τὸ ὅποιον, ἐὰν εύρισκώμεθα ἐπὶ ἐνὸς κινητοῦ (πλοίου, σιδηροδρόμου κ.ἄ.), μένομεν μὲ τὴν ἀπατηλὴν ἐντύπωσιν, δτι κινοῦνται αἱ οἰκίαι, τὰ δένδρα κ.λπ., κατ' ἀντίθετον φορὰν ἐκείνης, πρὸς τὴν ὅποιαν κινούμεθα ἡμεῖς. "Οπως δὲ ἀκριβῶς, ἐὰν πε-

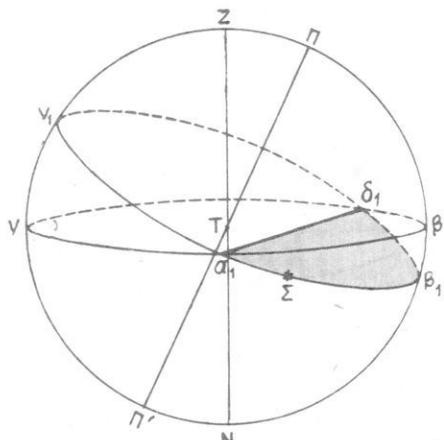
ριστραφῆ κάποιος περὶ τὸν ἔαυτόν του, νομίζει ὅτι καὶ τὰ γύρω του ἀντικείμενα κινοῦνται κυκλικῶς, ἀλλὰ κατ' ἀντίθετον φοράν, κατὰ τὸν ἕδιον τρόπον, λόγῳ τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς περὶ τὸν ἄξονά της, ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς, ἡμέεις, ὡς εὐρισκόμενοι ἐπ' αὐτῆς, μένομεν μὲν τὴν ἐντύπωσιν, ὅτι κινεῖται ἡ περιβάλλουσα τὴν γῆν οὐράνιος σφαῖρα, ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς, περὶ τὸν ἄξονα τοῦ κόσμου.

108. Ἀνατολαὶ καὶ δύσεις τῶν ἀστέρων· ἡμερήσια καὶ νυκτερινὰ τόξα αὐτῶν. α'. "Ἐνας ἀστὴρ ἔστω Σ (Σχ. 26), καθὼς διαγράφει τὴν περιφέρειαν τοῦ παραλλήλου του κύκλου $\sigma_1 \nu_1 \delta_1 \beta_1 \varsigma$, ὃταν φθάνῃ εἰς τὸ σημεῖον α_1 , τομὴν τῆς τροχιᾶς του μετὰ τοῦ ὁρίζοντος $\alpha_1 \nu_1 \delta_1 \beta_1$ εἰς τὸν τόπον T , ἀγόμεν ὅτι ἀνατέλλει. Ἐπειδὴ δὲ εὐρίσκεται τότε ἐπὶ τοῦ ὁρίζοντος, τὸ ὑψὸς του ἵναι ἵσον πρὸς 0° . Ἐν συνεχείᾳ, προχωρεῖ καὶ φθάνει εἰς τὸ σημεῖον ν_1 , διπότε ἔχει καὶ τὸ μεγαλύτερον ὑψὸς αὐτοῦ ὑπεράνω τοῦ ὁρίζοντος, ἵσον πρὸς τὸν τόξον $\nu \nu_1$. Κατόπιν, τὸ ὑψὸς του ἐλαττοῦται, καθὼς οὕτος προχωρεῖ μέχρι τοῦ σημείου δ_1 , τὸ διποίον εἶναι τὸ ἀλλο ἄκρον τῆς τομῆς $\alpha_1 \delta_1$ τῆς τροχιᾶς του μετὰ τοῦ ὁρίζοντος. Τότε, πάλιν τὸ ὑψὸς του γίνεται $v = 0^\circ$, λέγομεν δὲ ὅτι ὁ ἀστὴρ, κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην, δύει.

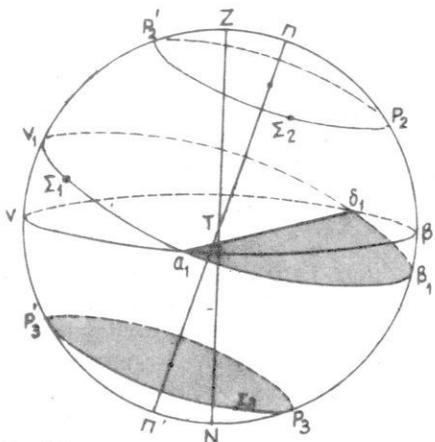
β'. Καλούμεν **ἡμερήσιον τόξον** ἀστέρος τὸ τόξον, τὸ διποίον διαγράφει οὕτος ὑπεράνω τοῦ ὁρίζοντος τοῦ τόπου, ὃπου ιστάμεθα, διπως εἶναι τὸ τόξον $\alpha_1 \nu_1 \delta_1$ τοῦ ἀστέρος Σ (σχ. 26)· καὶ **νυκτερινὸν τόξον** αὐτοῦ, τὸ διαγραφόμενον ὑπὸ τὸν ὁρίζοντα τοῦ τόπου, ὡς εἶναι τὸ τόξον $\delta_1 \beta_1 \alpha_1$.

109. **Μεσουρανήσεις τῶν ἀστέρων εἰς ἔνα τόπον.** α'. Καλούμεν ἄνω **μεσουράνησιν ἀστέρος** τὴν στιγμὴν, κατὰ τὴν ὁποίαν ἔχει οὕτος τὸ μεγαλύτερον ὑψὸς του εἰς ἔνα τόπον, ἀνεξαρτήτως ἀν εἰναι ἀειφανῆς ἢ ἀφανῆς εἰς τὸν τόπον αὐτὸν λέγομεν δέ, ὅτι τότε ὁ ἀστὴρ **μεσουρανεῖ** ἄνω.

Κατὰ τὸν ὁρισμὸν τοῦτον, ὁ ἀστὴρ Σ_1 (σχ. 27) μεσουρανεῖ ἄνω εἰς τὸ σημεῖον ν_1 τῆς τροχιᾶς του, ἐνῷ ὁ ἀειφανῆς ἀστὴρ Σ_2 ἔχει τὴν ἄνω μεσουράνησιν του εἰς τὸ σημεῖον P'_2 , καὶ ὁ ἀφανῆς Σ_3 εὐρίσκεται εἰς τὴν ἄνω μεσουράνησιν του, ὃταν φθάσῃ εἰς τὸ σημεῖον P'_3 τῆς τροχιᾶς του.



Σχ. 26.



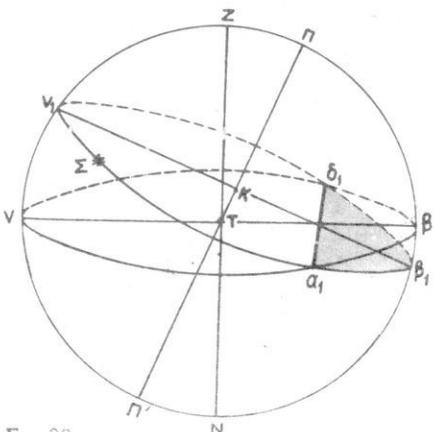
Σχ. 27.

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

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

"Ο οὐρανίος μεσημβρινός τέμνει καθένα τῶν παραλλήλων κύκλων, τοὺς ὁποίους διαγράφουν οἱ ἀστέρες, κατὰ διάμετρον, ἵτις 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 ἵσα, ὡς ἡμιπεριφέρειαι τοῦ παραλλήλου κύκλου τοῦ ἀστέρος Σ .



Σχ. 28.

β'. Κατ' ἀντίστοιχον τρόπον, καλοῦμεν κάτω μεσουράνησιν ἀστέρος τὴν στιγμήν, κατὰ τὴν ὁποίαν ἔχει οὕτως τὸ μικρότερον ὑψος του εἰς ἔνα τόπον καὶ λέγομεν, διότι τότε ὁ ἀστήρ μεσουρανεῖ κάτω.

110. Δύο θεμελιώδεις ἴδιότητες τοῦ οὐρανίου μεσημβρινοῦ. α'. Ἐστω τυχών ἀμφιφανῆς ἀστήρος Σ (σχ. 28) καὶ $\alpha_1\nu_1\delta_1\beta_1\alpha_1$ ὁ παράλληλος, τὸν ὁποίον διαγράφει, λόγω τῆς φαινομένης περιστροφῆς τῆς οὐρανίου σφαίρας ἐνῷ $\alpha_1\nu_1\delta_1\beta_1\alpha_1$ εἶναι ὁ ὅριζων τοῦ τόπου T , εἰς τὸν ὁποίον ιστάμεθα, καὶ ΠΖΠ'ΝΠ ὁ μεσημβρινὸς τοῦ τόπου T . Τότε ν_1 καὶ β_1 εἰ-

στοίχως.

β'. Ἐξ ἄλλου, $\alpha_1\delta_1$ εἶναι ἡ τομὴ τοῦ παραλλήλου κύκλου τοῦ ἀστέρος ὑπὸ τοῦ ὅριζοντος. 'Αλλ' ὁ μεσημβρινός εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸν ὅριζοντα, ὡς περιέχων τὴν ZN καὶ, ἐπὶ πλέον, κάθετος ἐπὶ τὸν παράλληλον τοῦ ἀστέρος, ὡς περιέχων τὸν ἀξονα τοῦ κόσμου ΠΠ'. Συνεπῶς, εἶναι κάθετος καὶ ἐπὶ τὴν τομήν των $\alpha_1\delta_1$. 'Αλλὰ 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 τὴν $\nu_1\beta_1$ κεῖται ἐπὶ τοῦ μεσημβρινοῦ.

Ἐπομένως, τὸ τόξον $\alpha_1\gamma_1$ εἶναι ἵσον πρὸς τὸ $\nu_1\delta_1$ · καὶ τὸ τόξον $\alpha_1\beta_1$ εἶναι ἵσον πρὸς τὸ $\beta_1\delta_1$.

Οὐράνιος μεσημβρινὸς διχοτομεῖ, τόσον τὰ ἡμερῆσια, δύσον καὶ τὰ νυκτερινὰ τόξα τῶν ἀστέρων.

111. Ἀπόκλισις καὶ πολικὴ ἀπόστασις ἀστέρος. α. Καλοῦμεν ἀπόκλισιν ἐνὸς ἀστέρος Σ (σχ. 29) τὴν γωνιώδη ἀπόστασίν του ἀπὸ τὸν οὐράνιον ἰσημερινὸν $\Sigma'\Sigma'$.

Διὰ νὰ εὔρωμεν τὴν ἀπόκλισιν τοῦ Σ , φέρομεν τὸν ὠριαῖον αὐτοῦ $\Pi\Sigma'\Pi'$ καὶ ἐκ τοῦ Ο τὰς δύο ὁπτικὰς ἀκτῖνας $O\Sigma$ καὶ $O\Sigma'$. Ἡ $O\Sigma'$ κατευθύνεται πρὸς τὸ Σ' , τομὴν τοῦ ἰσημερινοῦ ὑπὸ τοῦ ὠριαίου τοῦ ἀστέρος. Τότε, ἡ γωνιώδης ἀπόστασις τοῦ ἀστέρος Σ ἀπὸ τὸν ἰσημερινὸν θὰ εἴναι ἡ γωνία $\Sigma'\Omega\Sigma$, τῆς ὁποίας μέτρον εἴναι τὸ τόξον $\Sigma'\Sigma$, τοῦ ὠριαίου τοῦ Σ .

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 εἴναι θετική μὲν, ἐὰν ὁ ἀστὴρ εὑρίσκεται εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ, ἀρνητική δέ, ἐὰν ὁ ἀστὴρ κεῖται εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον.

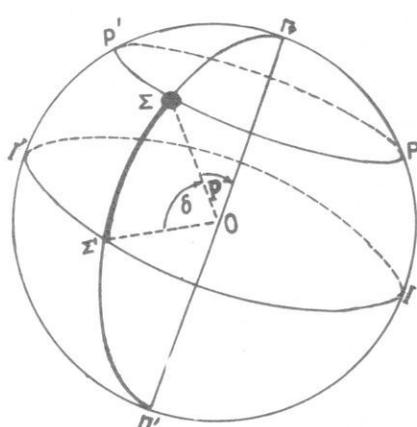
β'. Καλοῦμεν πολικὴν ἀπόστασιν ἐνὸς ἀστέρος, τὴν γωνιώδη ἀπόστασίν του ἀπὸ τοῦ βορείου πόλου τῆς οὐρανίου σφαίρας.

Οὕτως, ἡ πολικὴ ἀπόστασις τοῦ Σ (σχ. 29) είναι ἡ γωνία $\Pi\Omega\Sigma$, τῆς ὁποίας μέτρον εἴναι τὸ τόξον $\Pi\Sigma$ 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 οὐρανίου σφαίρας· καὶ δύναται νὰ μεταβληθῇ ἀπὸ 0° ἕως 180° .

Ἄσκησεις

92. Καθορίσατε ποῖαι ἀντιστοιχίαι ὑπάρχουν μεταξὺ ὑψους καὶ ζενιθίας



Σχ. 29.

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

93. Ἀποδείξατε, ὅτι ἐνῷ ἡ ζ καὶ υ μεταβάλλονται μετὰ τοῦ τόπου εἰς τὸν δόποιον ἰστάμεθα, ἀντιθέτως, ἡ δ καὶ ἡ Ρ είναι ἀ νεξάρτητοι τοῦ τόπου.

94. Δείξατε, ὅτι, ἐνῷ ἡ ζ καὶ τὸ υ μεταβάλλονται μετὰ τοῦ χρόνου, ἀντιθέτως αἱ δ καὶ Ρ είναι ἀ νεξάρτητοι καὶ τοῦ χρόνου.

95. Δείξατε, ὅτι ἡ Ρ είναι πάντοτε τὸ συμπλήρωμα τῆς δ· ἥτοι, ὅτι ἰσχύει πάντοτε ἡ σχέσις $\delta + \rho = 90^\circ$.

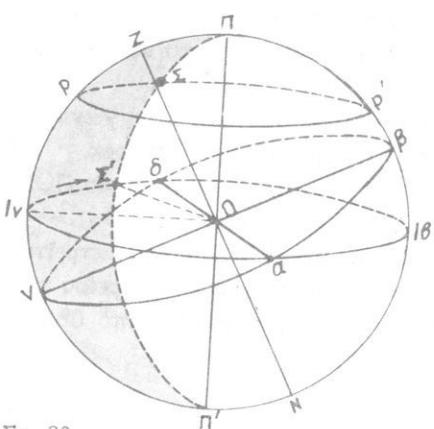
96. Ἐστιν ἀστέρος τινὸς ἡ ἀπόκλισις είναι $\delta = 46^\circ 38' 27''$. Πόση είναι ἡ Ρ τοῦ ἀστέρος τούτου;

97. Ἡ Ρ ἐνὸς ἀστέρος είναι ἵση μὲν $112^\circ 34' 29''$. Πόση είναι ἡ δ αὐτοῦ;

98. Ἡ δ ἐνὸς ἀστέρος είναι ἵση πρὸς $-31^\circ 15' 45''$. Πόση είναι Ρ αὐτοῦ;

112. Ὦριαία γωνία ἀστέρος. Ἐστω ὁ τόπος Ο καὶ βανδός δρίζων αὐτοῦ (σχ. 30).

Ἐστω ἡδη ὁ ἀστὴρ Σ καὶ ὁ ὥριαῖος αὐτοῦ ΠΣΠ', ὅστις τέμνει τὸν οὐράνιον ἰσημερινὸν I_β α I_γ , δ εἰς τὸ σημεῖον Σ' . Ὁ ὥριαῖος οὗτος σχηματίζει μετὰ τοῦ μεσημβρινοῦ ΠΖΠ'Ν τὴν διέδρον γωνίαν $I_\gamma \Pi \Pi' \Sigma$, τῆς δόποίας ἀντίστοιχος, ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἰσημερινοῦ, είναι ἡ γωνία $I_\gamma \Omega \Sigma'$. διότι τὸ σημεῖον I_γ είναι ἐκεῖνο, κατὰ τὸ δόποιον ὁ οὐράνιος ἰσημερινὸς τέμνεται ὑπὸ τοῦ μεσημβρινοῦ. Ἡ διέδρος γωνία $I_\gamma \Pi \Pi' \Sigma$ καὶ ἡ ἀντίστοιχός της ἐπίπεδος $I_\gamma \Omega \Sigma'$ ἔχουν ὡς μέτρον τὸ τόξον $I_\gamma \Sigma'$ τοῦ ἰσημερινοῦ.



Σχ. 30.

Καλοῦμεν ὥριαίαν γωνίαν τοῦ ἀστέρος Σ ἡ τυχόντος σημείου τῆς οὐρανίου σφαίρας, τὴν διέδρον γωνίαν, τὴν δόποίαν σχηματίζει ὁ ὥριαῖος τοῦ ἀστέρος ἡ τοῦ σημείου μετὰ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου, ὅπου ἰστάμεθα.

Ἡ ὥριαία γωνία συμβολίζεται μὲν τὸ γράμμα Η· μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ ἰσημερινοῦ, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τοῦ σημείου I_γ , εἰς τὸ δόποιον. ὁ ἰσημερινὸς

τέμνεται ύπο τοῦ μεσημβρινοῦ, κατὰ τὴν ἀνάρομον φοράν, ἦτοι ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς (ὅπως κινεῖται φαινομενικῶς ἡ οὐράνιος σφαῖρα): δύναται δὲ νὰ μεταβληθῇ ἀπὸ 0° ἕως 360° .

Ασκήσεις

99. Πόση είναι ἡ ὥριαία γωνία καθενὸς τῶν κυρίων σημείων τοῦ δρίζοντος;

100. 'Ορίστε τοὺς γεωμετρικοὺς τόπους τῶν σημείων τῆς οὐρανίου σφαῖρας, τῶν ἔχοντων α) $H = 0^{\circ}$ β) $H = 90^{\circ}$ γ) $H = 180^{\circ}$ δ) $H = 270^{\circ}$ καὶ ε) $H = 37923'$.

101. Δείξατε, μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ σχ. 30, ὅτι ἡ ὥριαία γωνία H καὶ ἡ ἀπόκλισις δ ἐνὸς ἀστέρος, ἀπὸ κοινοῦ θεωρούμεναι, δύνανται νὰ χρησιμεύσουν διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς θέσεως τοῦ ἀστέρος ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαῖρας, ἦτοι ὡς συνεταγμένα τοῦ ἀστέρος τούτου.

II. Ὁ ἥλιος εἰς τὴν οὐράνιον σφαῖραν

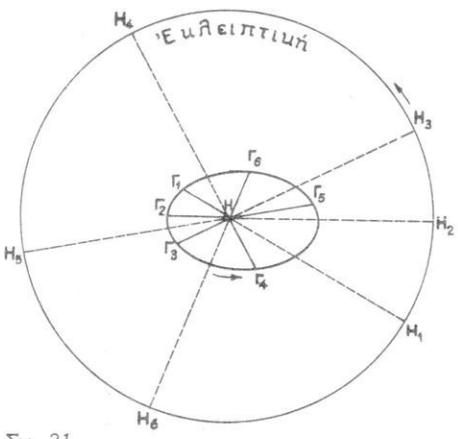
113. Ἐκλειπτική. α'. Μία συστηματικὴ παρακολούθησις τοῦ ἥλιου, ἡμέραν καθ' ἡμέραν, ἀποδεικνύει, ὅτι οὗτος δὲν μένει ἀκίνητος ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαῖρας.

Ἐκτὸς τῆς καθημερινῆς κινήσεώς του, ἡ ὁποία είναι ἀποτέλεσμα τῆς φαινομένης κινήσεως τῆς οὐρανίου σφαῖρας, οὗτος ἀλλάσσει συνεχῶς θέσιν εἰς τὸν οὐρανόν, εἰς τρόπον ὡστε, ἐντὸς ἐνὸς ἔτους ἀκριβῶς, νὰ διαγράφῃ πάντοτε καὶ σταθερῶς μίαν πλήρη κυκλικὴν τροχιάν, κατὰ μῆκος μεγίστου κύκλου τῆς οὐρανίου σφαῖρας.

Ο μέγιστος κύκλος τῆς ἑτησίας τροχιᾶς τοῦ ἥλιου ὀνομάσθη, ἀπὸ τοὺς ἀρχαίους "Ελληνας ἀστρονόμους, Ἐκλειπτική·

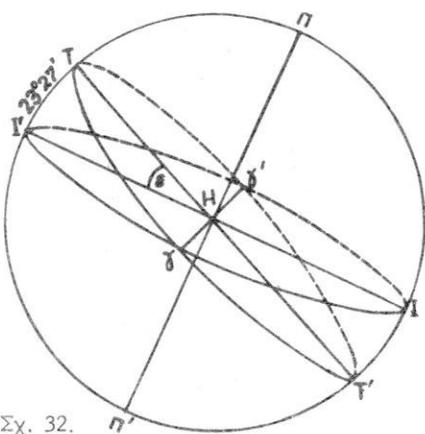
β'. Ἡ ἑτησία κίνησις τοῦ ἥλιου κατὰ μῆκος τῆς ἐκλειπτικῆς, δὲν είναι πραγματική, ἀλλὰ φαινομενική. Ὅπως δὲ ἡ ἡμερησία κίνησις αὐτοῦ, ἀλλὰ καὶ διλοκλήρου τῆς οὐρανίου σφαῖρας, είναι τὸ ἀποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς, καθ' ὅμοιον τρόπον, ἡ φαινομένη ἑτησία κίνησις τοῦ ἥλιου κατὰ μῆκος τῆς ἐκλειπτικῆς ὀφείλεται εἰς τὴν πραγματικὴν κίνησιν τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον.

Πράγματι: ἂν Γ₁ είναι τυχοῦσα θέσις τῆς γῆς ἐπὶ τῆς ἐλλειπτικῆς τροχιᾶς αὐτῆς περὶ τὸν ἥλιον H (σχ. 31), τότε, ἐκ τῆς θέσεως



Σχ. 31.

νεται προβαλλόμενος, καθ' ὅμοιον τρόπον, εἰς τὴν θέσιν H_2 ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας. Μετὰ ἔνα ἀκόμη μῆνα, ἐκ τῆς θέσεως G_3 τῆς γῆς, ὁ ἥλιος θὰ φαίνεται εἰς τὴν θέσιν H_3 ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας κ.ο.κ. Ἐπομένως, ὅπως ἡ γῆ κινεῖται κατ' ὄρθην φοράν περὶ τὸν ἥλιον, ἐκεῖνος φαίνεται κατὰ τὴν ἕτησίαν της περιφοράν ἐπὶ τῆς ἑλλειπτικῆς της τροχιᾶς περὶ τὸν ἥλιον καὶ ἐπανέρχεται εἰς τὸ G_1 , ἐκεῖνος συμπληρώνει τὸν μέγιστον κύκλον τῆς οὐρανίου σφαίρας $H_1, H_2, \dots, H_6, H_1$.



Σχ. 32.

ταύτης παρατηρούμενος ὁ ἥλιος, φαίνεται ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας εἰς τὴν θέσιν H_1 , ἡ ὅποια ὁρίζεται ἀπὸ τὴν πρόεκτασιν τῆς ὁπτικῆς ἀκτίνος G_1H (τῆς διευθυνομένης ἐκ τῆς γῆς Γ πρὸς τὸν ἥλιον H) μέχρι ὅτου αὕτη τμήσῃ τὴν οὐράνιον σφαίραν. Καθὼς ἡ γῆ κινεῖται ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς περὶ τὸν ἥλιον, διταν μετά τι διάστημα, π.χ. μετὰ ἔνα μῆνα, φθάσῃ εἰς τὴν θέσιν G_2 , τότε ὁ ἥλιος θὰ φαί-

γ. Ἐπειδὴ ἡ ἀπόστασις τῆς γῆς ἐκ τοῦ ἥλιου δύναται νὰ θεωρηθῇ ἀμελητέα, πρὸ τοῦ ἀπείρου μήκους τῆς ἀκτίνος τῆς οὐρανίου σφαίρας, διὰ τοῦτο, ὅπως ἀλλοτε (§ 100α) θεωρήσαμεν δλόκληρον τὴν γῆν, ως σημεῖον — κέντρον — τῆς οὐρανίου σφαίρας, καθ' ὅμοιον τρόπον, τώρα, δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν, ώς σημεῖον — κέντρον — αὐτῆς, δλόκληρον τὴν τροχιάν τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον.

Ἐὰν H είναι τὸ κέντρον τῆς οὐρανίου σφαίρας καὶ ΠΠ' ὁ ἀξων αὐτῆς (σχ. 32), ἐνῷ Ιγί' γ' είναι ὁ

Ισημερινός της, τότε γΤγ'Τ' είναι ή ἐκλειπτική, σχηματίζουσα μετά τοῦ Ισημερινοῦ τὴν δίεδρον γωνίαν Ἰ'γγ'Τ, τῆς δποίας ἀντίστοιχος είναι ή ἐπίπεδος γωνία Ι'ΗΤ = ε, ἔχουσα μέτρον τὸ τόξον ἸΤ, ή τὸ ΙΤ'.

Ἡ γωνία αὕτη είναι σταθερά, ἵση πρὸς $23^{\circ} 27'$ καὶ καλεῖται λόξωσις τῆς ἐκλειπτικῆς.

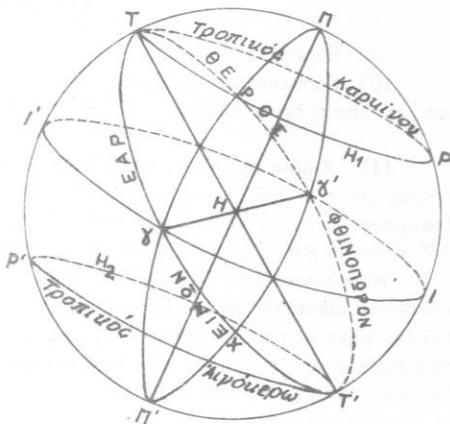
114. Ισημερίαι καὶ τροπαί.
α'. Η διάμετρος γγ' τῆς οὐρανίου σφαίρας (σχ. 33), κατὰ τὴν δποίαν τέμνονται ὁ οὐράνιος Ισημερινὸς Ιγλ'γ' καὶ ή ἐκλειπτικὴ Τ'γ'Τγ', καλεῖται Ισημερινὴ γραμμὴ, ἐνῷ τὰ πέρατα αὐτῆς γ καὶ γ' ὄνομάζονται Ισημερινὰ σημεῖα. Ἐκ τούτων, τὸ μὲν γ, εἰς τὸ δποίον εύρισκεται ὁ ἥλιος κατὰ τὴν ἔαρινὴν Ισημερίαν (21ην Μαρτίου), καλεῖται ἔαρινὸν Ισημερινὸν σημεῖον· ἐνῷ τὸ γ' εἰς τὸ δποίον φθάνει ὁ ἥλιος μετὰ ἔξ μηνας, κατὰ τὴν φθινοπωρινὴν Ισημερίαν (23ην Σεπτεμβρίου), δυνομάζεται φθινοπωρινὸν Ισημερινὸν σημεῖον.

Ο ὡριαῖος κύκλος ΠγΠ'γ', δ διερχόμενος διὰ τῶν Ισημερινῶν σημείων, καλεῖται κόλουρος τῶν Ισημεριῶν.

β'. Ἀπὸ τὸ ἔαρινὸν Ισημερινὸν σημεῖον ὁ ἥλιος ὀνέρχεται εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ καὶ μετὰ τρεῖς μῆνας (τὴν 22 Ιουνίου) φθάνει εἰς τὸ βορειότερον σημεῖον τῆς ἐκλειπτικῆς, τὸ Τ, ἀπὸ τὸ δποίον πλέον ἀρχίζει νὰ κατέρχεται, τρεπόμενος καὶ πάλιν πρὸς τὸν Ισημερινόν. Τὸ σημεῖον Τ ὄνομάζεται θερινὸν τροπικὸν σημεῖον ή ἀτλῶς θερινὴ τροπή. Ἐξ ὅλου, ἐπειδὴ ἐπὶ τινας ἡμέρας, πρὸ καὶ μετὰ τὴν θερινὴν τροπήν, ὁ ἥλιος φαίνεται βραδυπορῶν, ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς ὡσὰν ν ἀσταταῖ, διὰ τοῦτο τὸ θερινὸν τροπικὸν σημεῖον ὄνομάζεται ἀκόμη καὶ θερινὸν ἥλιοστασίον.

Ἐκ τοῦ Τ ὁ ἥλιος πορεύεται συνεχῶς πρὸς ν ὁ τον καί, ἀφοῦ φθάσῃ εἰς τὸ γ', συνεχίζει κατερχόμενος ἦδη εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον τοῦ οὐρανοῦ, τελικῶς δέ, μετὰ ὅλους τρεῖς μῆνας (τὴν 22αν Δεκεμβρίου) φθάνει εἰς τὸ σημεῖον Τ', τὸ νοτιώτερον τῆς τροχιᾶς του, τρεπόμενος ἀπλῶς χειμερινὴ τροπή. Τὸ χειμερινὸν τροπικὸν σημεῖον ή ἀπλῶς χειμερινὴ τροπή. Τὸ χειμερινὸν τροπικὸν σημεῖον ὄνομάζεται ἀκόμη καὶ χειμερινὸν ἥλιοστασίον.

Η διάμετρος τῆς οὐρανίου σφαίρας ΤΤ', ή συνδέουσα τὰ σημεῖα τῶν τροπῶν, καλεῖται γραμμὴ τῶν τροπῶν ή γραμμὴ τῶν ἥλιοστασίων.



Σχ. 33.

΄Ασκήσεις

102. Εύρετε τὴν ἀπόκλισιν τῶν σημείων γ, Τ, γ' καὶ Τ'.

103. Καθορίσατε τοὺς γεωμετρικούς τόπους τῶν σημείων τῆς οὐρανίου σφαιρᾶς, τὰ δόποια ᾔχουν α) $\delta = + 23^{\circ} 27'$. καὶ β) $\delta = - 23^{\circ} 27'$.

115. Ζῳδιακὴ ζώνη. Κατὰ τοὺς χρόνους τῆς ὄρχαιαότητος, εἶχε διαπιστωθῆν ὑπὸ τῶν Ἑλλήνων ὅστρονόμων, ὅτι οἱ πλανῆται, κινούμενοι περὶ τὸν ἥλιον, διαγράφουν τὰς τροχιὰς αὐτῶν ἐντὸς στενῆς ζώνης τοῦ οὐρανοῦ, πλάτους μόλις 16° , ἡ δόποια καὶ ἐδιχοτομεῖτο ὑπὸ τῆς ἐκλειπτικῆς.

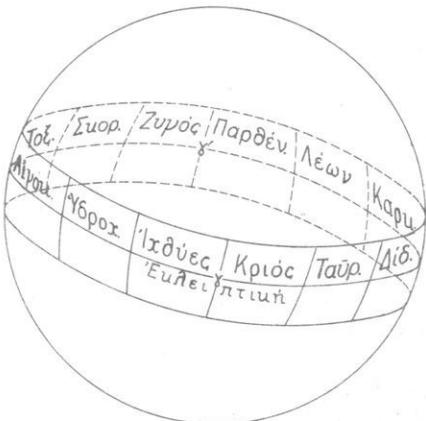
Ἡ ἐν λόγῳ ζώνη διεχωρίζετο εἰς δώδεκα ἵσα μέρη (σχ. 34), τὰ δόποια ὠνομάσθησαν οἰκοί (τοῦ ἥλιον), διότι ἐντὸς ἐνὸς ἐκάστου ἔξι αὐτῶν παραμένει ὁ ἥλιος ἐπὶ ἔνα μῆνα κατ' ἔτος, καθὼς διατρέχει τὴν ἐκλειπτικήν. Ἐπειδὴ δέ, εἰς ἑκαστὸν τῶν δώδεκα αὐτῶν μερῶν, τῶν δωδεκατημορίων, ὅπως ἀκόμη λέγονται, οἱ εὐρισκόμενοι ἀστέρες ἀπετέλουν ἀντιστοίχως καὶ ἀπὸ ἔνα ἀστερισμόν, δ δόποιος ἐφερε, κατὰ κανόνα, τὸ δυναμα ἐνὸς ζώου, διὰ τοῦτο, οἱ «οἰκοί» ὀνομάζοντο καὶ ζῷδια, ἐνῷ δὲ λόγοι ληρος ἡ ζώνη ὀνομάσθη ζῳδιακὴ ζώνη ἡ καὶ ζῳδιακὸς κύκλος.

Τὰ ζῷδια ἀρχίζουν ἀπὸ τὸ ἔαρινὸν σημεῖον γ καὶ ἑκαστὸν ἐκτείνεται ἐπὶ μῆκους 30° .

III. Οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι

116. Ὁρθὴ ἀναφορὰ ἀστέρος. α'. Ἐστω ὁ τόπος Ο καὶ βανδβ ὁ δρίζων αὐτοῦ (σχ. 35).

Εἰς τὸ σχῆμα τοῦτο, τοῦ ὄρισμαοῦ τῆς ὄρθιῆς ἀναφορᾶς, δ ὁρίζων χρειάζεται μόνον διὰ τὴν ἀναγνώρισιν τῆς θέσεως τῶν κυρίων σημείων τοῦ δρίζοντος, πρὸς καθορισμὸν τῆς ἐκ δυσμῶν πρὸς ὀνατολὰς (ὄρθιῆς) φορᾶς.



σχ. 34.

Ἐστω ἡδη ὁ ἰσημερινὸς Ιγιγ' καὶ ἡ ἐκλειπτικὴ γΤγ'Τ', ἐνῷ γγ' εἰναι ἡ τομὴ αὐτῶν, ἦτοι ἡ γραμμὴ τῶν ἰσημεριῶν. Θεωρήσωμεν ἀκόμη τὸν κόλουρον τῶν ἰσημεριῶν Πγπ'γ', ἦτοι τὸν ὡριαῖον, τὸν διερχόμενον ἐκ τῶν ἰσημεριῶν σημείων γ καὶ γ', ὅπως ἐπίσης καὶ τὸν ὡριαῖον τοῦ ἀστέρος Σ, ἦτοι

τὸ ἡμικύκλιον ΠΣΠ'. Ὁ ὥριαῖος οὗτος τέμνει τὸν οὐράνιον ἴσημερινὸν εἰς τὸ σημεῖον Σ .

Καλοῦμεν ὁρθὴν ἀναφορὰν τοῦ ἀστέρος Σ ἢ τυχόντος ἄλλου σημείου τῆς οὐρανίου σφαίρας, τὴν δίεδρον γωνίαν, τὴν δόποίαν σχηματίζει ὁ ὥριαῖος αὐτοῦ μετὰ τοῦ ὥριαίου τοῦ γ .

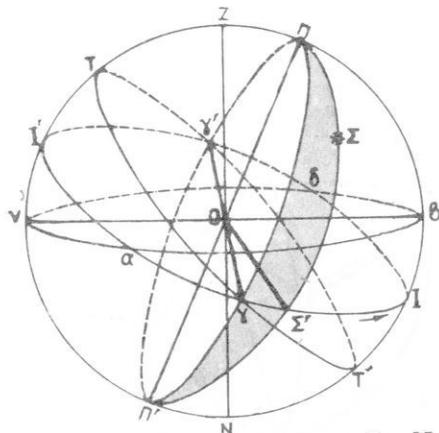
Κατὰ ταῦτα, ἡ ὁρθὴ ἀναφορὰ τοῦ ἀστέρος Σ εἶναι ἡ δίεδρος γωνία $\gamma\text{ΠΠ}'\Sigma$, τὴν δόποίαν σχηματίζει ὁ ὥριαῖος τοῦ ἀστέρος ΠΣΠ' μετὰ τοῦ ἡμικυκλίου τοῦ κολούρου τῶν ἴσημεριῶν, τὸ δόποιον διέρχεται ἐκ τοῦ ἔαρινοῦ σημείου γ , ἤτοι μετὰ τοῦ ΠγΠ'. Τῆς γωνίας ταύτης ἀντίστοιχος εἶναι ἡ ἐπίπεδος γωνία $\gamma\Omega'\Sigma'$, κειμένη ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἴσημερινοῦ, τῆς δόποίας τὸ μέτρον $\gamma\Sigma'$ εἶναι καὶ τὸ μέτρον τῆς διέδρου.

Ἡ ὁρθὴ ἀναφορὰ συμβολίζεται μὲ τὸ γράμμα α μετρεῖται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ ἴσημερινοῦ, ἀρχῆς γενομένης ἀπὸ τοῦ γ , κατὰ τὴν ὁρθὴν φοράν, ἤτοι ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς καὶ μεταβάλλεται ἀπὸ 0° ἕως 360° .

β'. Μεταξὺ ὁρθῆς ἀναφορᾶς καὶ ὥριαίας γωνίας (§ 112) ὑπάρχουν, συνεπῶς, αἱ ἔξης διαφοραί :

α) Ἐνῷ εἰς τὴν ὥριαίαν γωνίαν λαμβάνεται, ὡς πρῶτος κάθετος κύκλος ἐπὶ τὸν ἴσημερινόν, διεσήραγμα α μετρήσεις, εἰς τὴν ὁρθὴν ἀναφοράν, ὡς πρῶτος κάθετος κύκλος ἐπὶ τὸν ἴσημερινὸν λαμβάνεται ὁ ὥριαῖος τοῦ γ .

β) Ἐνῷ ἡ ὥριαία γωνία μετρεῖται κατὰ τὴν ἀναρθριμονικήν φοράν ($A \rightarrow \Delta$), ἡ ὁρθὴ ἀναφορὰ μετρεῖται κατὰ τὴν ὁρθὴν φοράν ($\Delta \rightarrow A$).



Σχ. 35.

Ασκήσεις

104. Ποιος είναι ό γεωμετρικός τόπος τῶν σημείων, τῶν ἔχόντων $\alpha = 247^\circ$;
105. Εύρετε τὴν δρθήν ἀναφοράν τοῦ σημείου γ' καὶ τῶν τροπῶν Τ καὶ Τ'.
106. "Οταν τὸ γ μεσούρανη̄ ἄνω, πόση είναι ἡ α ἐνὸς ἑκάστου τῶν κυρίων σημείων τοῦ δρίζοντος ;
107. Ποιά είναι ἡ α ἀστέρος, δοτις δύει, ὅταν τὸ γ ἀνατέλλῃ ;

117. Ὁρισμὸς τῆς θέσεως σημείου ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας.

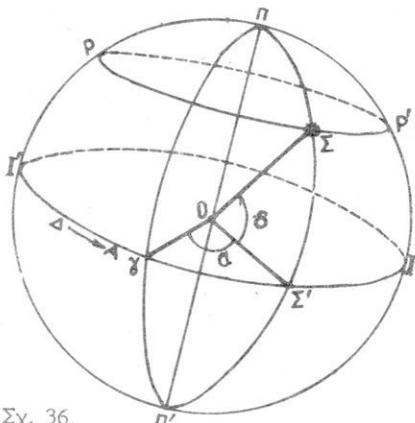
α'. Ἐστω ἀστὴρ Σ, τοῦ ὁποίου ὁ μὲν ὥριασις είναι ό ΠΣΠ' (σχ. 36), δὲ παράλληλός του ό ΡΣΡ'. Ἐὰν Πγ' είναι ό ὥριασις τοῦ γ, τότε ἡ μὲν δρθή ἀναφορὰ αὐτοῦ είναι ἵση πρὸς τὴν γωνίαν γΟΣ' (ὅπου Σ' είναι τὸ σημεῖον, καθ' ὃ δ ὥριασίς τοῦ ἀστέρος τέμνει τὸν ἴσημερινόν), ἡ δὲ ἀπόκλισις αὐτοῦ ἵση πρὸς τὴν γωνίαν Σ'ΟΣ (§ 111α). Καὶ τῆς μὲν δρθῆς ἀναφορᾶς αὐτοῦ (α) μέτρον είναι τὸ τόξον γΣ' τοῦ ἴσημερινοῦ, μετρούμενον κατὰ τὴν δρθήν φοράν, τῆς δὲ ἀποκλίσεως (δ) μέτρον είναι τὸ τόξον Σ'Σ, μετρούμενον ἐπὶ τοῦ ὥριασίου τοῦ ἀστέρος.

Συνεπῶς, διὰ τῆς δρθῆς ἀναφορᾶς καὶ τῆς ἀποκλίσεως, είναι δυνατὸν νὰ καθορισθῇ ἐντελῶς ἡ θέσις τοῦ ἀστέρος Σ ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, ἐφ' ὅσον καὶ αἱ δύο αὐταὶ συντεταγματικαὶ είναι ἀνεξάρτητοι καὶ τοῦ τόπου τῆς παρατηρήσεως καὶ τοῦ χρόνου.

Ἡ δρθή ἀναφορὰ καὶ ἡ ἀπόκλισις χρησιμεύουν ἀπὸ κοινοῦ διὰ

τὸν καθορισμὸν τῆς θέσεως τυχόντος ἀστέρος ἡ σημείου ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαίρας, καλοῦνται δὲ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ σημείου.

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



Σχ. 36.

Ασκήσεις

108. Ποῖαι εἶναι αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τῶν σημείων γ , γ' , T , T' τῆς ἐκλειπτικῆς ; (σχ. 35).

109. Ποῖαι εἶναι αἱ οὐρανογραφικαὶ συντεταγμέναι τοῦ ἥλιου, κατὰ τὸ χειμερινὸν ἥλιοστάσιόν του καὶ κατὰ τὴν φθινοπωρινὴν ἰσημερίαν ;

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΘΗ Η ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ

118. Αἱ δύο μεγάλαι μονάδες μετρήσεως τοῦ χρόνου. α'.

Διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ χρόνου χρησιμοποιοῦνται, ὡς μονάδες:

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

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

β'. Διὰ τὸν καθορισμὸν τοῦ ἀκριβοῦς μεγέθους τῶν δύο αὐτῶν χρονικῶν μονάδων, χρησιμεύουν τὰ φαινόμενα, τὰ ὅποια προκαλοῦν ἡ περὶ ἄξονα περιστροφὴ τῆς γῆς καὶ ἡ περὶ τὸν ἥλιον περιφορὰ αὐτῆς.

I. Η ἡμέρα

119. **Ἀστρικὴ ἡμέρα, ἀστρικὸς χρόνος, ἀστρικὰ ὡρολόγια.** α'. Εἰς τὴν Ἀστρονομίαν δὲν χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν μέτρησιν τῆς διαρκείας τῆς ἡμέρας ὁ ἥλιος, ἀλλὰ τὸ ἔαρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον γ. Τοῦτο δέ, διότι τὸ γ εἶναι ὠρισμένον σημεῖον τῆς οὐρανίου σφαίρας καὶ σχεδὸν σταθερόν, ἀφοῦ ἡ ἐτησία μετατόπισί του, λόγῳ τῆς μεταπτώσεως, κατὰ 50'',2 μόνον δύναται νὰ θεωρηθῇ ἀμελητέα. Ἀντιθέτως, ὁ ἥλιος κινεῖται, κατὰ μέσον ὅρου, 1^o περίπου ἡμερησίως, ἀφοῦ διατρέχει διάστημα τὴν περιφέρειαν τῆς ἐκλειπτικῆς ἐντὸς 365,242217 ἡμ., τὸ σπουδαιότερον δέ, δὲν κινεῖται ὀμαλῶς, ἀλλὰ ἀνισοταχῶς.

β'. "Οπως οἱ ἀστέρες, οὗτα καὶ τὸ γ, λόγῳ τῆς φαινομένης περιστροφῆς τῆς οὐρανίου σφαίρας (§ 107), διαγράφει καθημερινῶς μίαν πλήρη περιφέρειαν. Ἐπειδὴ δὲ κεῖται ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ, ἀντὶ παραλλήλου, διαγράφει αὐτὸν τοῦτον τὸν ἰσημερινόν.

Ἐάν λάβωμεν, ὡς ἀρχὴν τῶν συνεχῶν περιφορῶν τοῦ γ, μίαν ἐκ τῶν ἄνω μεσουρανήσεών του, εἴναι προφανές, ὅτι τοῦτο θὰ ἐπανέρχεται πάντοτε εἰς αὐτήν, ἀνὰ μίαν ἀστρικὴν ἡμέραν, ἥτοι ἀνὰ 23 ὥρ.

56 λ. 4 δ.

Διὰ τοῦτο καὶ ὀνομάζομεν ἀστρικὴν ἡμέραν τὸν χρόνον, ὁ ὅποιος περιέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἄνω μεσουρανήσεων τοῦ ἐαρινοῦ ἰσημερινοῦ σημείου γ.

Ἐξ ἄλλου, ὅταν ὁ χρόνος μετρῆται εἰς ἀστρικάς ἡμέρας καὶ τὰς ὑποδιαιρέσεις τῆς ἀστρικῆς ἡμέρας, καλεῖται ἀστρικὸς χρόνος.

δ'. Ἐφ' ὅσον τὸ γ διαγράφει τὴν περιφέρειαν τοῦ ἴσημερινοῦ, ἥτοι 360° , εἰς μίαν ἀστρικήν ἡμέραν, ἐντὸς μιᾶς ἀστρικῆς ὥρας θὰ διανύῃ $\frac{360^\circ}{24^\circ} = 15^\circ$. Συνεπῶς, μετὰ μίαν ἀστρικήν ὥραν ἀπὸ τῆς ἕνω μεσουρανήσεως του, ὁ ὥριατος αὐτοῦ θὰ σχηματίζῃ μετὰ τοῦ μεσημβρινοῦ ὥριατον γωνίαν (§ 112), ἵσην πρὸς 15° καὶ μετὰ δύο, τρεῖς, τέσσαρας κ.λπ. ἀστρικάς ὥρας, ἡ ὥριατος του γωνία θὰ εἴναι, ἀντιστοίχως, 30° , 45° , 60° κ.ο.κ.

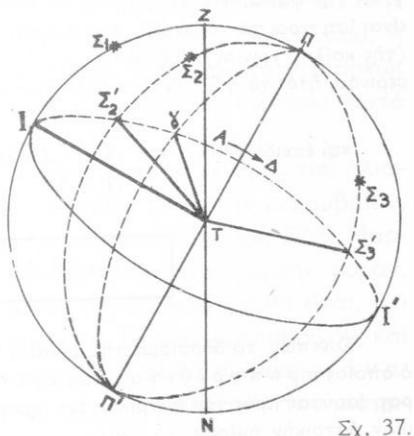
Συνεπῶς, ὁ ἀστρικὸς χρόνος, κατὰ τινα στιγμήν, ἰσοῦται μὲ τὴν ὥριατον γωνίαν τοῦ γ κατὰ τὴν στιγμήν ταύτην.

Ἄσκήσεις

111. Ποίαν (ἀστρικήν) ὥραν δεικνύει τὸ (ἀστρικὸν) ὥρολόγιον εἰς ἓνα τόπον, ὅταν ἀνατέλλῃ καὶ ὅταν δύνῃ α) τὸ γ· β) τὸ γ'; (Διὰ τὴν λύσιν πρέπει νὰ γίνη χρῆσις τῆς § 110).

112. Ἐὰν ἀστὴρ ἀνατέλλῃ, ὅταν τὸ γ μεσουρανῆ ἕνω καὶ ἔὰν τὸ ἡμερήσιον τόξον του διαφέρῃ 9° ὥρ. 50° λ. 8° δ., α) κατὰ ποίαν ὥραν θὰ μεσουρανῆσῃ ἕνω καὶ β) κατὰ ποίαν ὥραν θὰ δύσῃ;

120. Θεμελιώδεις σχέσεις μεταξὺ ἀστρικοῦ χρόνου (T), ὄρθης ἀναφορᾶς (α) καὶ ὥριατος γωνίας (H). σ'. Ἐστω ἀστὴρ Σ_1 (σχ. 37), ὁ ὄποιος εὑρίσκεται ἐπὶ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου T , κατὰ τὴν ἕνω μεσουράνησίν του. Ἐὰν γ είναι τὸ ἔαρινὸν ἴσημερινὸν σημεῖον καὶ $\Pi\Gamma\Gamma'$ ὁ ὥριατος του, τότε ἡ ὥριατος γωνία του $IT\gamma$ μετρεῖ τὸν ἀστρικὸν χρόνον T , κατὰ τὴν στιγμήν τῆς ἕνω μεσουρανήσεως τοῦ ἀστέρος Σ_1 . Ἐξ ἄλλου ὅμως ἡ ἴδια γωνία, μετρουμένη κατ' ὄρθην



Σχ. 37.

φοράν (ἐκ τοῦ γ πρὸς τὸ I), εἶναι ἵση μὲ τὴν δρθήν ἀναφορὰν α_1 τοῦ ἀστέρος Σ_1 . Ἡτοι ἔχομεν :

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

Συνάγεται ἐκ τῶν ἀνωτέρω, ὅτι, ὅταν ἔνας ἀστὴρ μεσουρανῇ ἄνω, τότε ἡ δρθή ἀναφορά του ισοῦται πρὸς τὸν ἀστρικὸν χρόνον.

Τοῦτο σημαίνει ὅτι, διὰ νὰ εὔρωμεν τὴν δρθήν ἀναφορὰν ἀστέρος, ἀρκεῖ νὰ ἐπισημάνωμεν τὴν στιγμήν, κατὰ τὴν διποίαν οὗτος εὑρίσκεται εἰς τὴν ἄνω μεσουράνησίν του.

β'. Ἐστω ἥδη ὁ ἀστὴρ Σ_2 , ὁ ὄποιος ἀκολουθεῖ τὸ γ, ἥτοι εὐρίσκεται πρὸς ἀνατολάς αὐτοῦ καὶ μεταξὺ τοῦ ὥριασίου τοῦ γ καὶ τοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπουν. Ἡ ὥριασία γωνία του H_2 εἶναι ἵση πρὸς τὸ τόξον $I\Sigma'_2$, ἐνῷ ἡ δρθή του ἀναφορᾶς α_2 ισοῦται πρὸς τὸ $\gamma\Sigma'_2$. Συνεπῶς, ὁ ἀστρικὸς χρόνος $T =$ τόξ. $I\gamma$ εἶναι ἵσος πρὸς τὸ ἀθροισμα $H_2 + \alpha_2$.

Κατὰ ταῦτα, ὁ ἀστρικὸς χρόνος T ισοῦται πρὸς τὸ ἀθροισμα τῆς ὥριασίας γωνίας καὶ τῆς δρθῆς ἀναφορᾶς ἀστέρος, ὁ ὄποιος ἀκολουθεῖ τὸ γ εἰς τὴν ἡμερησίαν κίνησιν τῆς οὐρανίου σφαίρας.

Ἡτοι ἔχομεν τότε

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

Ἐάν τώρα θεωρήσωμεν καὶ τὸν ἀστέρα Σ_3 , ὁ ὄποιος προσήγειται τοῦ γ, εἰς τὴν φαινομένην κίνησιν τῆς οὐρανίου σφαίρας, τότε ἡ ὥριασία του γωνία H_3 εἶναι ἵση πρὸς τὸ τόξον $I\Sigma'_3$, ἐνῷ ἡ δρθή ἀναφορά του α_3 , θὰ εἶναι τὸ τόξον $\gamma II\Sigma'_3$ (τῆς κοίλης γωνίας). Ἐξ ἀλλού, τὸ ἀπομένον τόξον ἐκ τῆς περιφερείας τοῦ ισημερινοῦ, ἥτοι τὸ $\gamma\Sigma'_3$ θὰ εἶναι ἵσον πρὸς 24 ὥρ. — α_3 . Ἐπομένως ἔχομεν :

$$H_3 = I\Sigma'_3 = I\gamma + \gamma\Sigma'_3 \\ \text{καὶ ἐπειδὴ } I\gamma = T \text{ καὶ } \gamma\Sigma'_3 = 24 \text{ ὥρ.} - \alpha_3, \text{ θὰ εἶναι}$$

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

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

Συνεπῶς, τὸ ἀθροισμα τῆς ὥριασίας γωνίας καὶ τῆς δρθῆς ἀναφορᾶς ἀστέρος, ὁ ὄποιος προσήγειται τοῦ γ εἰς τὴν ἡμερησίαν κίνησιν τῆς οὐρανίου σφαίρας, ισοῦται πρὸς τὸν ἀστρικόν του χρόνον, τού οὗτον κατὰ 24 ὥρας, ἥτοι κατὰ μίαν ἀστρικὴν ἡμέραν.

Ασκήσεις

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

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

115. Κατὰ τὴν 6 ὥρ. 7 λ. 8,2 δ. ἡ Η ἐνὸς ἀστέρος εἶναι ἵση πρὸς 14 ὥρας 19 λ. 3,8 δ. Πόση εἶναι ἡ α τοῦ ἀστέρος;

116. Ἡ α ἐνὸς ἀστέρος εἶναι 12 ὥρ. 6 λ. 0 δ. Πόση εἶναι ἡ ὥριαία γωνία του κατὰ τὴν 7 ὥρ. 3 λ. 47,6 δ.;

117. Κατὰ ποίον ἀστρικὸν χρόνον, ἀστὴρ ἀκολουθῶν τὸ γ, τοῦ ὅποιού ἡ ὁρθὴ ἀναφορά εἶναι $\alpha = 2$ δρ. 7 λ. 0 δ., θά ἔχῃ ὥριαίαν γωνίαν Η = 5 δρ., 0 λ. 6, 3 δ.;

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

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

Ἐπειδὴ ὁ ἥλιος, συγχρόνως πρὸς τὴν ἡμερησίαν του κίνησιν, κινεῖται συνεχῶς καὶ ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς, διὰ τοῦτο, καθ' ἕκαστην μεσημβρίαν, ὅταν ἐπανέρχεται ἐπὶ τοῦ μεσημβρινοῦ ἐνὸς τόπου, ἡ ὁρθὴ του ἀναφορά, ὡς γωνιώδης ἀπόστασίς του ἀπὸ τὸ γ, διαρκῶς μεταβάλλεται καί, καθ' ἡμέραν, συνεχῶς αὔξανει περίπου κατὰ 1^o (§ 119α).

Οὔτως, ἐὰν τὴν 21ην Μαρτίου συμβῇ, ὥστε τὸ κέντρον τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου νὰ συμπέσῃ μετὰ τοῦ γ, ἀκριβῶς κατὰ τὴν μεσημβρίαν, τότε, εἰς τὸ διάστημα τῆς ἀστρικῆς ἡμέρας ἀπὸ 21ης ἔως 22ας Μαρτίου, ὁ ἥλιος θὰ φύγῃ ἀπὸ τὸ γ καὶ θὰ κινηθῇ κατ' ὁρθὴν φοράν, κατὰ 1^o περίπου. Τὸ ἀποτέλεσμα αὐτῆς τῆς μεταθέσεως θὰ είναι, ὅτι τὴν 22αν Μαρτίου, ὅταν τὸ γ θὰ διέρχεται ἐκ τοῦ μεσημβρινοῦ καὶ θὰ ἔχῃ συμπληρωθῆ μία ἀστρικὴ ἡμέρα, ὁ ἥλιος θὰ εύρισκεται ἀν ατολικώ τε ρον τοῦ γ κατὰ 1^o καὶ οὕτω θὰ διέλθῃ ἐκ τοῦ μεσημβρινοῦ 4 λ. περίπου βραδύτερον τοῦ γ. (1^o = 4 λ.).

Τὸ ἕδιον θὰ γίνεται κάθε ἡμέραν· ὁ ἥλιος θὰ ἔρχεται εἰς τὸν μεσημβρινὸν καὶ θὰ γίνεται μεσημβρία, κατὰ 4 λ. ἀστρικοῦ χρόνου περίπου, βραδύτερον ἀπὸ τὴν προηγουμένην. Διὰ τοῦτο καὶ ἡ ἡλιακὴ ἡμέρα θὰ ἔχῃ συνεχῶς διάρκειαν 24 ὥρ., ἐνῷ ἡ ἀστρικὴ θὰ διαρκῇ 4 λ. διλιγώτερον.

Ἐπομένως, ἡ ἡλιακὴ ἡμέρα εἶναι μεγαλυτέρα ας διαρκείας ἀπὸ τὴν ἀστρικήν, πάντοτε, κατὰ 4 λ. περίπου.

β'. Ὁπως ὀνομάσαμεν ἀστρικὸν χρόνον τὴν ὥριαίαν γωνίαν τοῦ γ κατά τινα στιγμὴν (§ 119 δ), καθ' ὅμοιον τρόπον, **καλοῦμεν** ἀληθῆ ἡλιακὸν χρόνον εἰς ἕνα τόπον, κατά τινα στιγμήν, τὴν ὥριαίαν γωνίαν τοῦ κέντρου τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου, εἰς τὸν θεωρούμενον τόπον, κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην.

122. **Μέσος ἥλιος, μέση ἡλιακὴ ἡμέρα, μέσος ἡλιακὸς χρόνος, ὡρολόγια μέσου ἡλιακοῦ χρόνου.** α'. Ἐπειδὴ ὁ ἥλιος, ἃν καὶ ρυθμίζῃ βασικῶς τὰ τοῦ καθημερινοῦ βίου (μὲ τὰ φαινόμενα τῆς διαδοχῆς ἡμέρας καὶ νυκτός, τὰ ὄπρατα προκαλεῖ), δὲν προσφέρεται ὅμως διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ χρόνου, ἐθεσπίσθη νὰ γίνεται ἡ μέτρησις μὲ τὴν βοήθειαν ἐνδεικτικοῦ ἥλιου, διὰ τὸν ὄποιον δεχόμεθα, ὅτι Ισχύουν τὰ ἔξης:

α) δῖτι κινεῖται ίσοταχῶς,

β) δῖτι δὲν διατρέχει τὴν ἐκλειπτικήν, ἀλλὰ τὸν οὐράνιον ίσημερινόν,

γ) δῖτι συμπληρώνει τὴν περιφέρειαν τοῦ ίσημερινοῦ εἰς τὸν ἕδιον χρόνον, τὸν ὄποιον χρειάζεται ὁ ἀληθῆς ἥλιος, διὰ νὰ συμπληρώσῃ τὴν περιφέρειαν τῆς ἐκλειπτικῆς, ἦτοι εἰς ἐν ἔτος.

Ο πλαστὸς αὐτὸς ἥλιος καλεῖται **μέσος ἥλιος**.

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

Είναι προφανές δῖτι, λόγῳ τῆς ίσοταχοῦς κινήσεως τοῦ μέσου ἥλιου, ἡ διαφορὰ μεταξὺ ἀστρικῆς καὶ μέσης ἡλιακῆς ἡμέρας γίνεται πλέον σταθερὰ καὶ ἵση πρὸς 3λ. καὶ 56 δ., ἦτοι ἵση πρὸς τὴν μέσην διάρκειαν τῶν 365 ἀληθῶν ἡλιακῶν ἡμερῶν τοῦ ἔτους.

Ἡ στιγμὴ τῆς ἄνω μεσουρανήσεως τοῦ μέσου ἥλιου καλεῖται **μέση μεσημβρία**, ἐνῷ ἡ στιγμὴ τῆς κάτω μεσουρανήσεως αὐτοῦ δύναμέζεται **μέσον μεσονύκτιον**.

Συμφώνως πρὸς τὸν ὄρισμόν της, ἡ μέση ἡλιακὴ ἡμέρα, ἀστρονομικῶς, ἀρχίζει ἀπὸ τὴν μεσημβρίαν. Διὰ λόγους ὅμως πρακτικούς, εἰς τὴν καθημερινὴν ζωὴν, ἀρχίζει ἀπὸ τὸ μεσονύκτιον.

γ'. Καλοῦμεν μέσον ἡλιακὸν χρόνον, κατά τινα στιγμήν, τὴν ὥριαίαν γωνίαν τοῦ κέντρου τοῦ δίσκου τοῦ μέσου ἥλιου εἰς τὸν τόπον, ὅπου εὑρισκόμεθα, κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην.

123. Ἐξίσωσις τοῦ χρόνου. α'. Καλούμεν εξίσωσιν τοῦ χρόνου καὶ τὴν συμβολίζομεν μὲ τὸ γράμμα ε τὴν διαφορὰν τοῦ ἀληθοῦς ἡλιακοῦ χρόνου (X_α) ἀπὸ τὸν μέσον ἡλιακὸν χρόνον (X_μ), κατά τινα ἡμέραν τοῦ ἔτους. Ἡτοι ἔχομεν :

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

β'. Εἶναι προφανὲς ὅτι, ἐὰν ὁ μέσος ἡλιος ὑπῆρχε πράγματι, τότε, ὁ ἀληθής ἡλιος, ἄλλοτε μὲν θὰ προεπορεύετο αὐτοῦ, ἄλλοτε δὲ θὰ τὸν ἡκολούθει. Ἐπομένως καὶ ἡ Ἐξίσωσις τοῦ χρόνου εἶναι ἄλλοτε θετικὴ καὶ ἄλλοτε ἀρνητική, ἀκόμη δὲ καὶ ἵση πρὸς μηδέν. Ἡτοι ἔχομεν :

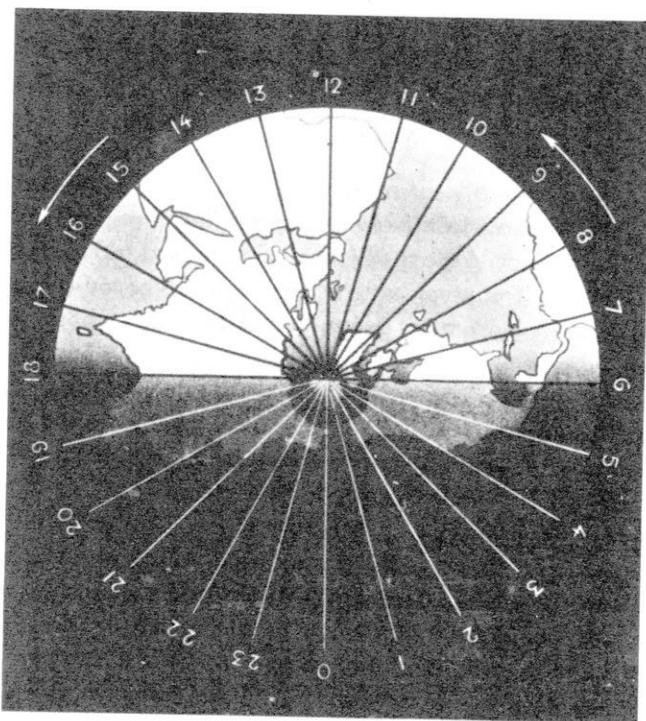
$$\epsilon > 0. \quad (2)$$

124. Παγκόσμιος χρόνος. α'. Ἐφ' ὅσον, τόσον ὁ ἀστρικός, ὅσον καὶ ὁ ἀληθής καὶ ὁ μέσος ἡλιακὸς χρόνος ὀρίζονται διὰ τῆς ὥριαίς γωνίας, καὶ ἐφ' ὅσον ἡ ὥριαί γωνία ἀλλάσσει ἀπὸ τόπου εἰς τόπον, διότι ἀλλάσσει ὁ μεσημβρινός, συνάγεται, ὅτι ὅλοι αὐτοὶ οἱ χρόνοι εἶναι το πικοί. Τοῦτο ἄλλωστε φαίνεται σαφέστερον ἐκ τοῦ γεγονότος, ὅτι ἡ ἀρχὴ τῆς ἀστρικῆς ἡμέρας, ἥτοι ἡ ἄνω μεσουράνησις τοῦ γ, καθὼς καὶ ἡ μεσημβρία, εἴτε ἡ ἀληθής εἴτε ἡ μέση, εἰς ἓνα 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.

Καλούμεν τοπικὸν χρόνον, τόσον τὸν ἀστρικόν, ὅσον καὶ τὸν ἡλιακόν, εἴτε τὸν ἀληθῆ εἴτε τὸν μέσον, ὅταν μετρῆται διὰ τῆς ὥριαίς γωνίας εἰς τὸν τόπον αὐτόν.

β'. Διὰ νὰ μὴ ἔχῃ ὁ κάθε τόπος ἴδικόν του μέσον ἡλιακὸν χρόνον, το πικόν, ὅποτε ἄλλη θὰ ἥτο ἡ ὥρα εἰς τὰς Ἀθήνας καὶ ἄλλη εἰς τὰς Πάτρας ἢ τὴν Μυτιλήνην, πρᾶγμα τὸ ὅποιον θὰ ἐδυσχέραινε τὰ μέγιστα, ὅχι μόνον τὰς πάστης φύσεως τηλεπτικοινωνίας καὶ τὰς συγκοινωνίας, ἀλλὰ καὶ τὴν ἐν γένει συνεννόησιν, εἰσήχθη τὸ σύστημα τοῦ παγκοσμίου χρόνου, τὸ ὅποιον στηρίζεται εἰς τὸν χωρισμὸν τῆς γῆς εἰς 24 ἴσας ὥριαίς ἀτράκτους.

Καλεῖται ἀτράκτος τὸ μέρος τῆς σφαίρας, τὸ ὄριζόμενον ὑπὸ δύο μεσημβρινῶν αὔτης. Συνεπῶς, αἱ 24 ἴσαι ἀτράκτοι τῆς γῆς παρέχουν εἰς αὐτὴν μορφὴν πορτοκαλίου, ἀποτελουμένου ἀπὸ 24 ἴσας φέτας.



Εἰκ. 27. Αἱ 24 ἄτρακτοι τῆς γῆς.

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

Είναι φανερόν, διὰ τὸ εύρος τῶν $15^{\circ} = 1$ ὥρ., ἐκάστης ἄτρακτου, ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν διαφοράν τοῦ γεωγραφικοῦ μήκους τῶν δύο μεσημβρινῶν τῆς γῆς, οἵ δποιοὶ δρίζουν κάθε μίαν ἄτρακτον.

Αἱ 24 ἄτρακτοι τῆς γῆς ἀριθμοῦνται, κατὰ σειράν, ἀπὸ 0 ἕως 23 (ὅπως αἱ ὥραι), λαμβάνεται δὲ ὡς μηδενικὴ ἡ ἄτρακτος ἐκείνη, ἡ δποιά διχοτομεῖται ὑπὸ τοῦ πρώτου μεσημβρινοῦ, τοῦ Greenwich (Γκρήνουϊτς), ὅπως φαίνεται εἰς τὴν εἰκ. 27.

Βάσει τοῦ συστήματος τούτου, τῶν 24 ἄτρακτων, συνεφωνήθη ὅπως ὅλοι οἱ τόποι, οἱ περιεχόμενοι εἰς ἐκάστην ἄτρακτον, ἔχουν τὴν ἴδιαν ὥραν· καὶ μάλιστα τὴν ὥραν, ἡ δποιά ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸν γήινον μεσημβρινόν, τὸν διχοτομοῦντα τὴν ἄτρακτον.

Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, τόποι εὑρισκόμενοι εἰς διαφορετικὰς ἀτράκτους, κατὰ μίαν τυχοῦσαν στιγμὴν, διαφέρουν μόνον κατὰ ἀκερίας ὥρας. Οὕτω, τὰ ώρολόγια δεικνύουν τὴν ὥραν τῆς τάξις εως τῆς ἀτράκτου (0, 1, 2...23 ὥρ.), τὰ δὲ παντοτε λεπτὰ καὶ δευτέροις παταίεις ὅλας τὰς ἀτράκτους.

γ'. 'Η Εύρωπη ἔκτείνεται μεταξὺ τῶν τριῶν πρώτων ἀτράκτων. Αἱ ἀντιστοιχοῦσαι εἰς αὐτὰς ὥραι ὁνομάζονται ὡς ἔξῆς: ἡ τῆς μηδενικῆς ἀτράκτου, ὥρα δυτικῆς Εὐρώπης: ἡ τῆς 1ης ἀτράκτου, ὥρα κεντρικῆς Εὐρώπης: καὶ ἡ τῆς 2ας ὥρα ἀνατολικῆς Εὐρώπης.

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

'Επειδὴ τὸ γεωγρ. μῆκος τῶν Ἀθηνῶν εἴναι $L=1$ ὥρ. 34λ. 52δ. Α., δὲ τοικὸς Ἀθηνῶν διαφέρει σταθερῶς τοῦ παγκοσμίου χρόνου κατὰ 2 ὥρ. — (1 ὥρ. 34 λ. 52 δ.) = 25 λ. 8 δ.

Ἀσκήσεις

118. Εὕρετε πόσον διαφεῖται τὸ προμεσημβρινὸν τμῆμα τῆς ἡμέρας καὶ πόσον τὸ μεταμεσημβρινὸν α) τὴν 14ην Μαΐου, β) τὴν 26ην Ἰουλίου καὶ γ) τὴν 3ην Νοεμβρίου εἰς τὰς Πάτρας, δῆπου $L = 21^{\circ} 44' 20''$ A.

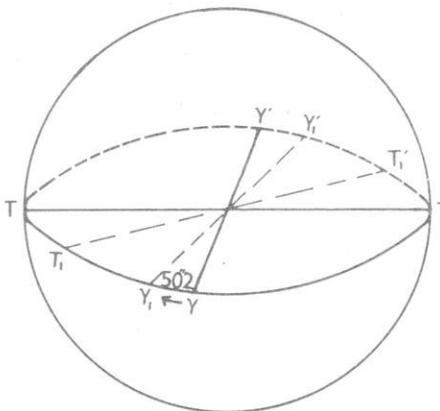
119. Ποιάν διαφορὰν τὸ πικοῦ χρόνου παρουσιάζει ἡ Ἀλεξανδρούπολις ($L = 25^{\circ} 53' 40''$ A.), ἀπὸ τὰς Ἀθήνας;

120. Τὸ Τόκιον ἔχει $L = 9$ ὥρ. 18 λ. 10 δ. Εὕρετε α) εἰς ποιάν ἀτρακτὸν ἀνήκει ἡ Ἰαπωνία καὶ ποιάν ὥραν δεικνύουσαν ἔκει τὰ ώρολόγια, ὅταν εἰς τὴν Ἑλλάδα ἔχωμεν 7 ὥρ. 31 λ. 25 δ.

121. Διατί, κινούμενοι ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς, ὅταν δυμπληρώσωμεν τὸν γύρον τῆς γῆς, κερδίζομεν πάντοτε μίαν ἀκεραίαν ἡμέραν, ὅπως συνέβη μὲ τοὺς ταξιδιώτας τοῦ ἔργου τοῦ Ἰουλίου Βέρου «Ο Γῦρος τῆς γῆς εἰς 80 ἡμέρας»;

122. "Ἐνα πυραυλοκίνητον ἀεροπλάνον, τὸ ὄποιον ἀναπτύσσει ταχύτητα ἵσην πρὸς τὴν περιστροφὴν τῆς γῆς, ἀναχωρεῖ ἀπὸ τὸ ἀεροδρόμιον τοῦ Ἐλληνικοῦ τὴν μεσημβρίαν τῆς 1ης Ἀπριλίου καὶ κινεῖται ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμάς. α) Διατί καθ' ὅλην τὴν διαδρομήν του θὰ ἔχῃ συνεχῶς μεσημβρίαν; β) Ποιάν ἡμέρα-μηνίαν πρέπει νὰ δεικνύῃ τὸ ἡμερολόγιόν του, ὅταν ἐπιστρέψῃ, μετὰ 24ωρον, εἰς τὸ ἀεροδρόμιον Ἐλληνικοῦ καὶ διατί;

II. Τὸ ἔτος.



Σχ. 38.

σον πρὸς 365,256374 μέσας ἡλιακὰς ἡμέρας.

β'. "Εστω ὅτι, κατὰ τὴν ἑαρινὴν ἰσημερίαν τυχόντος ἔτους, ἡ γραμμὴ τῶν ἰσημεριῶν κατέχει τὴν θέσιν γγ' τῆς ἐκλειπτικῆς γΤγ'Τ' (σχ. 38) καὶ ὅτι γ είναι τὸ ἑαρινὸν σημεῖον. Τότε, διαρκοῦντος ἐνὸς ἔτους, κατὰ τὸ ὄποιον ὁ ἥλιος θὰ φαίνεται κινούμενος κατὰ τὴν ὀρθήν φοράν, λόγῳ τῆς μεταπτώσεως τῶν ἰσημεριῶν, ἡ γγ' θὰ μετατεθῇ κατ' ἀνάδρομον φοράν καὶ θὰ λάβῃ τὴν θέσιν γγ'₁, ἐνῷ γ₁ θὰ είναι ἡ νέα θέσις τοῦ γ, διαφέρουσα τῆς ἀρχικῆς κατὰ 50'',2. Συνεπῶς, μετὰ ἐν ἔτος, ἡ νέα ἰσημερία θὰ συμβῇ, ὅταν ὁ ἥλιος θὰ ἔλθῃ εἰς τὴν θέσιν γ₁. Ἀλλὰ τότε ὁ ἥλιος δὲν θὰ ἔχῃ διαγράψει ἀκόμη τὴν πλήρη περιφέρειαν τῆς ἐκλειπτικῆς. Θὰ ἔχῃ διανύσει μόνον τὸ τόξον γΤ'γ₁, τὸ ὄποιον διαφέρει τῆς περιφερείας κατὰ 50'',2. Ἐπομένως, μεταξὺ δύο ἑαρινῶν ἰσημεριῶν, δὲν περιλαμβάνεται ἕνα πλῆρες ἀστρικὸν ἔτος, ἀλλὰ χρονικὸν διάστημα μικρότερον.

Καλούμεν τροπικὸν ἔτος τὸν χρόνον, ὁ ὄποιος περιέχεται μεταξὺ δύο διαβάσεων τοῦ κέντρου τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου ἀπὸ τὸ ἑαρινὸν ἰσημερινὸν σημεῖον γ, ἢτοι μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἰσημεριῶν.

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

125. Ἀστρικὸν, τροπικὸν καὶ πολιτικὸν ἔτος. α'. Καλούμεν ἀστρικὸν ἔτος τὸν χρόνον, ὁ ὄποιος ἀπαιτεῖται διὰ νὰ συμπληρώσῃ ἡ γῆ μίαν περιφοράν της περὶ τὸν ἥλιον, ἦ, ὅπερ τὸ αὐτό, τὸν χρόνον, ὁ ὄποιος ἀπαιτεῖται διὰ νὰ διαγράψῃ ὁ ἥλιος μίαν πλήρη περιφέρειαν κύκλου, κινούμενος ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς.

Τὸ ἀστρικὸν ἔτος είναι ἴ-

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

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

126. Ἡμερολόγια ἡλιακά, σεληνιακά, σεληνοηλιακά. α. Ἀπὸ τῆς ἀρ-
χαιότητος, πόλλοι λαοί, ὅπως οἱ Ἑλληνες τῶν Ὀρφικῶν χρόνων, εἰς τὸν καθορι-
σμὸν τῆς διαρκείας τοῦ ἔτους, δὲν ἐλάμβανον ὑπ' ὄψιν τὴν διάρκειαν τοῦ τροπικοῦ
ἔτους, ἀλλ' ἐπρόσεχον νὰ περιέχῃ τὸ ἔτος των, πάντοτε, ἐναὶ ἀκέραιον πλῆθος ἡμε-
ρῶν καὶ τόσων, ὅσαι ἀντιστοιχοῦν εἰς ἕνα ὥρισμένον ἀριθμὸν συνοδικῶν
μηνῶν (§ 89β). Συνεπῶς, ἐλάμβανον ὑπ' ὄψιν μόνον τὰς φάσεις τῆς σελήνης καὶ
ὅχι τὴν διάρκειαν τοῦ τροπικοῦ ἔτους. Τὰ ἡμερολόγια αὐτὰ καλοῦνται **σεληνιακά**.

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

Τέλος, εἰς ἄλλα ἡμερολόγια, ὅπως εἶναι τὸ ἐν χρήσει, λαμβάνεται ὑπ' ὄψιν
μόνον ἡ διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους καὶ ἀγνοοῦνται παντελῶς ἡ κίνησις τῆς σε-
λήνης περὶ τὴν γῆν καὶ αἱ φάσεις τῆς σελήνης. Τὰ ἡμερολόγια αὐτὰ καλοῦνται
ἡλιακά. Τὰ **ἡμερολόγιαν τοῦ Νουμᾶ** εἶναι σεληνοηλιακὰν καὶ φέρει τὸ ὄνομα τοῦ
Ρωμαίου αὐτοκράτορος Νουμᾶ (715 - 672 π.Χ.), ἐπειδὴ ἐκεῖνος τὸ εἰσήγαγεν,
ἐχρησιμοποιήθη δὲ εἰς τὸ Ρωμαϊκὸν κράτος ἀπὸ τὸ 700 μέχρι τὸ 44 π.Χ.

127. Τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον. Τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον
εἶναι τὸ καλούμενον σήμερον παλαιὸν ἡμερολόγιον. Εἰσῆχθη
τὸ 44 π.Χ. καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν τοῦ Ρωμαϊκοῦ κράτους, ὑπὸ τοῦ
Ρωμαίου αὐτοκράτορος Ἰουλίου Καίσαρος, διὰ τοῦτο δὲ καὶ ἐκλή-
θη Ἰουλιανόν.

Ἐπειδὴ τὸ ἔτος ἐλογίζετο ἔως τότε ἴσον πρὸς 365 ἡμ., ἦτοι μι-
κρότερον τοῦ τροπικοῦ ἔτους κατὰ 0,242217 ἡμ. = 5 ὥρ. 48 λ.
καὶ 48 δ. περίπου, διὰ τοῦτο, εἰς τὸ διάστημα ἀπὸ τοῦ 700 π.Χ.
ἔως τὸ 45 π.Χ., αἱ μετρούμεναι χρονολογίαι ἦτο φυσικὸν νὰ
προχωροῦν ταχύτερον ἀπὸ τὰς ἐποχάς. Οὕτω, κατὰ τὴν ἑ-
ρινὴν ἰσημερίαν τοῦ 45 π.Χ. (23 Μαρτίου τότε), τὸ ἡμερολόγιον
προεπορεύετο κατὰ 80 ἡμέρας καὶ ἔλεγε 12 Ἰουνίου.

Οἱ Ἰουλίου Καίσαρες ἐκάλεσε τότε, ἀπὸ τὴν Ἀλεξανδρείαν, τὸν "Ελ-
ληνα ἀστρονόμον Σωσιγένη, νὰ διορθώσῃ τὸ ἡμερολόγιον. Ἐκεῖνος

είσήγαγε 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 ἔως τότε, χωρίς, εἰς τὴν πραγματικότητα, νὰ διανυθοῦν. Οὕτω, τὸ 44 π.Χ., ἡ ἕαρινὴ ἴσημερία ἥλθεν εἰς τὴν φυσικήν της θέσιν, εἰς τὴν 23ην Μαρτίου.

Ο Σωσιγένης ὅμως ὑπελόγιζε τὴν διάρκειαν τοῦ τροπικοῦ ἔτους, ὡς ἵσην πρὸς 365,25 ἡμ., ἥτοι μεγαλύτερη αὐτοῦ τῆς πραγματικῆς. Διὰ τοῦτο καὶ ἐθεσπίσεν, 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 δισεκτα. Τοῦτο δέ, διότι ἡ 366η ἡμέρα παρενεβάλλετο ἀρχικῶς μεταξὺ 24ης καὶ 25ης Φεβρουαρίου, ἡ ὁποία τότε ὠνομάζετο «ἔκ τη πρὸ τῶν καλενδῶν τοῦ Μαρτίου», ἐμετρεῖτο δέ, διὰ δευτέραν φοράν, ὡς δισεκτα. Σήμερον ἡ 366η ἡμέρα τῶν δισέκτων ἐτῶν μετρεῖται, ὡς 29η Φεβρουαρίου.

Κατὰ τοὺς Χριστιανικοὺς χρόνους, ἐθεσπίσθη νὰ λαμβάνωνται ὡς δίσεκτα, ἔκεινα τὰ ἔτη, τῶν δύοιων διάριθμὸς είναι διαιρετὸς διὰ τοῦ 4.

128. Τὸ Γρηγοριανὸν ἡμερολόγιον. α'. Ἐπειδὴ τὸ ἔτος τοῦ Ἰουλιανοῦ ἡμερολογίου ὑπελογίζετο μεγαλύτερον τοῦ τροπικοῦ, κατὰ $365,25 - 365,242217 = 0,007783$ ἡμ., διὰ τοῦτο, ἀνὰ 129 ἔτη, ἡ διαφορὰ ἀνήρχετο εἰς $0,007783 \times 129 = 1,004$ ἡμέρα. Συνεπῶς, ἀνὰ 129 ἔτη αἱ μετρούμεναι ἡμερομηνίαι θὰ καθυστέρηνεν, ὡς πρὸς τὰς ἐποχάς, κατὰ μίαν ἡμέραν. "Ηρχισε δηλασθὴ νὰ συμβαίνῃ τώρα τὸ ἀντίθετον ἔκεινου, τὸ δύοιον συνέβη μὲ τὸ ἡμερολόγιον τοῦ Νουμᾶ.

Πράγματι ἔνῷ τὸ 44 π.Χ., ὅτε ἐθεσπίσθη τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον, ἡ ἕαρινὴ ἴσημερία ἔλαβε χώραν εἰς τὰς 23 Μαρτίου, τὸ 85 μ.Χ. τὸ ἡμερολόγιον τὴν ἐπεσήμανε εἰς τὰς 22 Μαρτίου καὶ τὸ 214 μ.Χ. τὴν μετέφερεν ὅλην μίαν ἡμέραν ἐνωρίτερον, εἰς τὰς 21 Μαρτίου, δύποτε καὶ ἐσημειοῦτο μέχρι τὸ 343 μ.Χ. Διὰ τοῦτο, τὸ 325 μ.Χ., ὅτε συνῆλθεν ἡ Α' Οἰκουμενικὴ Σύνοδος καὶ ὠρισε πότε θὰ ἐορτάζεται τὸ Πάσχα, ἡ ἴσημερία, κατὰ τὸ ἡμερολόγιον, ἐγίνετο εἰς τὰς 21 Μαρτίου.

Ἡ καθυστέρησις αὐτὴ τοῦ ἡμερολογίου, ὡς πρὸς τὰς ἐποχάς, ἐσυνεχίζετο καὶ τὸ 1582 ἡ ἴσημερία τοῦ ἕαρος ἐσημειοῦτο ἡμερολογια-

κῶς εἰς τὰς 11 Μαρτίου, ἥτοι δέκα ἡμέρας ἐνωρίτερον ώς πρὸς τὸ 325 μ.Χ. Δὰ τοῦτο, δὲ πάπας Γρηγόριος ὁ ΙΓ' ἦναγκάσθη τότε, νὰ ἀναθέσῃ εἰς τὸν ἐκ Καλαβρίας ἀστρονόμον Lilio, ὅπως α) ἐναρμονίσῃ τὸ ἡμερολόγιον μὲ τὰς ἑποχὰς καὶ β) τὸ μεταρρυθμίσῃ, ὅστε νὰ παύσῃ ἡ παρατηρουμένη ἀνωμαλία.

Ο Lilio, διὰ νὰ καλύψῃ, πρῶτον, τὴν ἡμερολογιακὴν καθυστέρησιν τῶν δέκα ἡμερῶν, ἀπὸ τοῦ 325 μέχρι τὸ 1582 μ.Χ., μετωνόμασε τὴν 4ην Ὁκτωβρίου 1582 εἰς 15ην Ὁκτωβρίου, διότι, πράγματι, αἱ ἡμέραι αὐταὶ ἀν. καὶ διηνύθησαν, ἐν τούτοις δὲν εἶχον μετρηθῆ. Ἐξ ἄλλου, διὰ νὰ μὴ ἐπαναληφθῇ τὸ λάθος, ὤρισεν ὅπως, ἀνὰ 400 ἔτη, θεωροῦνται ὡς δίσεκτα, ὅχι τὰ 100, ἀλλὰ μόνον τὰ 97. Διότι, ἀνὰ τέσσαρας αἰῶνας, ἡ ἑτησία διαφορὰ τῶν 0,007783 ἡμ. γίνεται: $0,007783 \times 400 = 3,1132$ ἡμέραι. Διὰ τοῦτο καὶ εἰσήγαγε τὸν ἔξις κανόνα πρὸς ὑπολογισμὸν τῶν δισέκτων ἐτῶν: Ἐκ τῶν ἐπαιωνίων ἐτῶν (1600, 1700, 1800, 1900, 2000 κ.ο.κ.), δίσεκτα θὰ είναι μόνον ἑκεῖνα, τῶν δόποιών ὁ ἀριθμὸς τῶν αἰώνων (16, 17, 18, 19, 20 κ.λπ.) είναι διαιρετὸς διὰ τοῦ 4. Οὕτω, συμφώνως πρὸς αὐτόν, δίσεκτα είναι μόνον τὰ ἔτη 1600, 2000, 2400 κ.ο.κ., ἐνῷ κατὰ τὸ Ἰουλιανὸν ἡμερολόγιον ὅλα τὰ ἐπαιώνια ἔτη ἥσαν δίσεκτα.

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

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

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

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

129. Καθορισμὸς τῆς ἡμερομηνίας τῆς ἑορτῆς τοῦ Πάσχα.
Ἐπειδὴ τὸ Ἐβραϊκὸν πάσχα ἐωρτάζετο κατὰ τὴν ἡμέραν τῆς πανσελήνου, ἡ δόποια ἐλάμβανε χώραν μετὰ τὴν ἑαρινὴν ἰσημερίαν, καὶ

έπειδή ὁ Ἰησοῦς Χριστὸς ἀνέστη μετὰ τὴν ἑορτὴν τοῦ Ἐβραϊκού πάσχα, καὶ συνεπῶς, μετὰ τὴν ἔαρινὴν πανσέληνον, διὰ τοῦτο ἡ ἐν Νικαίᾳ Α' Οἰκουμενικὴ Σύνοδος, τὸ 325 μ.Χ., ἐθέσπισε τὸν ἔξῆς κανόνα, διὰ τὸν ἑορτασμὸν τοῦ Πάσχα:

Τὸ Χριστιανικὸν Πάσχα πρέπει νὰ ἑορτάζεται τὴν πρώτην Κυριακὴν μετὰ τὴν πανσέληνον, ἵτις θὰ σημειωθῇ κατὰ ἡ μετὰ τὴν ἔαρινὴν ἰσημερίαν. Ἐάν δὲ ἡ πανσέληνος αὐτὴ συμβῇ Κυριακήν, τότε τὸ Πάσχα θὰ ἑορτάζεται τὴν ἐπομένην Κυριακήν. Τοῦτο δέ, διὰ νὰ μὴ συμπίπτῃ τὸ Χριστιανικὸν μὲ τὸ Ἐβραϊκὸν πάσχα.

Συνεπῶς, διὰ νὰ εὕρωμεν πότε θὰ ἑορτασθῇ τὸ Πάσχα τυχόντος ἔτους, ἀρκεῖ νὰ γνωρίζωμεν ποία εἶναι ἡ ἡμερομηνία τῆς ἔαρινῆς πανσέληνου καί, ἐν συνεχείᾳ, νὰ εὕρωμεν τὴν πρώτην, μετὰ ταύτην, Κυριακήν.

‘Η ἡμερομηνία τῆς ἔαρινῆς πανσέληνου ὑπολογίζεται ὑπὸ τῶν Ὁρθοδόξων, διὰ τοῦ καλουμένου κύκλου τοῦ Μέτωνος.

130. Τὸ παγκόσμιον ἡμερολόγιον. α'. Κατὰ τὸ ἡμερολόγιον τοῦτο, τὸ ἔτος διαιρεῖται εἰς 4 τρίμηνα ἔξ 91 ἡμέρῶν ἔκαστον, ἥτοι ἐκ 13 πλήρων ἑβδομάδων ($13 \times 7 = 91$). Οἱ πρῶτοι μῆνες τῶν τριμήνων, ἥτοι οἱ ‘Ιανουάριος, Ἀπρίλιος, Ἰούλιος καὶ Ὁκτωβρίος ἔχουν 31 ἡμέρας, ἐνῷ ὅλοι οἱ ὄλλοι ἔχουν 30 ἡμέρας. Οὔτω, τὸ συνολικὸν πλῆθος τῶν ἀριθμοῦ μήνων σὲ μίαν ἡμέραν τοῦ ἔτους θὰ εἴναι $4 \times 91 = 364$ ἡμέραι, ἥτοι 52 πλήρεις ἑβδομάδες ($52 \times 7 = 364$).

Κατ’ αὐτὸν τὸν τρόπον, ἡ 1η ἡμέρα τοῦ ἔτους, ὅπως καὶ ἡ 1η ἑκάστου τῶν τριμήνων, θὰ εἴναι πάντοτε Κυριακή. ‘Εξ ὄλλου ἡ 1η ἡμέρα τῶν δευτέρων μηνῶν τῶν τριμήνων (1η Φεβρουαρίου, 1η Μαΐου, 1η Αύγουστου καὶ 1η Νοεμβρίου) θὰ είναι πάντοτε Τετράκτη, ἐνῷ ἡ 1η τῶν τρίτων μηνῶν τῶν τριμήνων (1η Μαρτίου, 1η Ἰουνίου, 1η Σεπτεμβρίου καὶ 1η Δεκεμβρίου) θὰ είναι σταθερῶς Παρασκευή. Οὕτως ὅμως, ὅλαις αἱ ἡμερομηνίαι θὰ συμπίπτουν πάντοτε πρὸς μίαν καὶ τὴν αὐτὴν ἡμέραν τῆς ἑβδομάδος ἔκαστην· καὶ μία ἑορτή, π.χ. τοῦ ‘Αγίου Δημητρίου, ἑορταζομένη εἰς τὰς 26 Ὁκτωβρίου, θὰ είναι πάντοτε Πέμπτη.

‘Εξ ὄλλου, τὸ Πάσχα θὰ ἑορτάζεται σταθερῶς τὴν Κυριακὴν 8ην Ἀπριλίου καὶ αἱ κινηταὶ ἑορταὶ θὰ σταθεροποιηθοῦν.

‘Η 365η ἡμέρα τοῦ ἔτους θὰ είναι ἡμέρα, ἐκ τὸς ἀριθμοῦ σεως καὶ ἐνευρόν ματος, θὰ ἀποκαλῆται δὲ λευκὴ ἡμέρα. Αύτῃ θὰ παρεμβάλλεται πάντοτε μεταξὺ τῆς 30ῆς Δεκεμβρίου (Σαββάτου) καὶ τῆς 1ης τοῦ ἔτους (Κυριακῆς) καὶ θὰ είναι παγκόσμιον ἑορτασμοῦ.

Εἰς τὰ δίσεκτα ἔτη θὰ ὑπάρχῃ καὶ δευτέρα λευκὴ ἡμέρα, παγκόσμιον ἑορτασμοῦ, θὰ παρεμβάλλεται δὲ μεταξὺ τῆς 30ῆς Ἰουνίου (Σαββάτου), τελευταίας ἡμέρας τοῦ 1ου ἑξαμήνου, καὶ τῆς 1ης Ἰουλίου (Κυριακῆς).

β'. Τὸ ἡμερολόγιον τοῦτο, δονυμασθὲν παγκόσμιον, θὰ ισχύῃ, πράγματι, εἰς

όλον τὸν κόσμον, διότι ἡδη τὸ ἀπεδέχθησαν δ. Ο.Η.Ε., δλοι οἱ ἀρχηγοὶ τῶν διαφόρων θρησκειῶν, ἀλλὰ καὶ γενικώτερον ὅλοι οἱ παγκόσμιοι ὁργανισμοὶ (οἰκονομικοί, ἐργατικά συνδικάτα κ.λπ.). Δὲν ἔχει ὅμως ἀκόμη τεθῆ εἰς χρῆσιν, διότι πρέπει νὰ γίνῃ, πρῶτον, ἡ σχετικὴ διαφώτισις τῶν λαῶν. Ἡ ἀπλότης του καταφάνεται ἀπὸ τὸ γεγονός, δτὶ τοῦτο κεφαλαιοῦται εἰς τὸν κατωτέρω μικρὸν πίνακα:

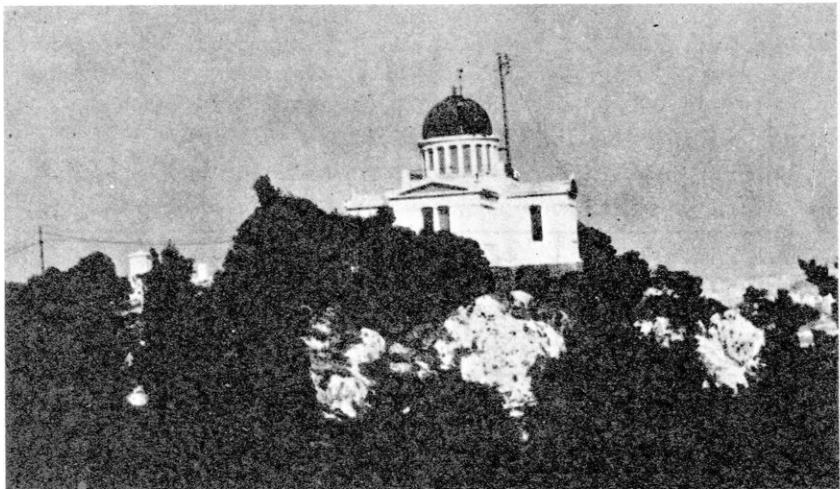
NEON ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΝ ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟΝ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ ΑΠΡΙΛΙΟΣ ΙΟΥΛΙΟΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ ΜΑΪΟΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ ΙΟΥΝΙΟΣ Σ/ΜΒΡΙΟΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
K. Δ. Τ. Τ. Π. Π. Σ. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	K. Δ. Τ. Τ. Π. Π. Σ. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	K. Δ. Τ. Τ. Π. Π. Σ. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

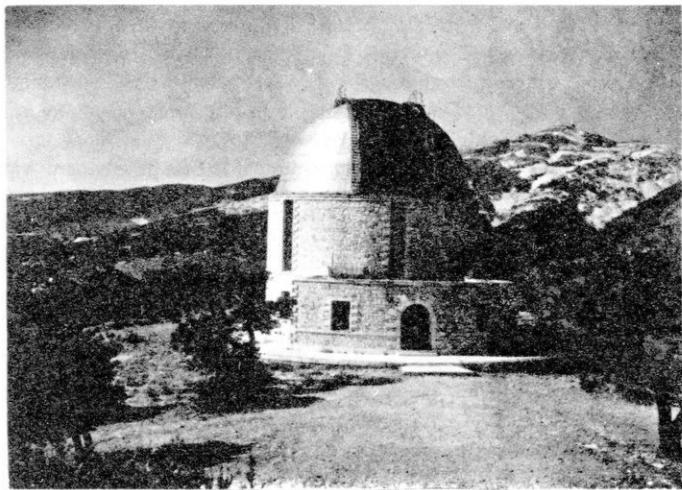
Σημείωσις: Μετὰ τὴν 30ὴν Δεκεμβρίου, ἡ λευκὴ ἡμέρα τῶν κοινῶν ἐτῶν.
Μετὰ τὴν 30ὴν Ἰουνίου, ἡ λευκὴ ἡμέρα τῶν δισέκτων ἐτῶν.

Ἄσκήσεις

123. Δοθέντος, ὅτι τὸ 44 π.Χ., ἡ ἑαρινὴ ἴσημερία ἐλάμβανε χώραν τὴν 23ην Μαρτίου, καθορίσατε πότε συνέβαινε κατὰ τὸ 1453 μ.Χ.
124. Δοθέντος, ὅτι τὸ 325 μ.Χ. ἡ ἑαρινὴ ἴσημερία ἐλάμβανε χώραν τὴν 21ην Μαρτίου, εὕρετε ἕτος κατὰ τὸ ὄποιον αὗτη συνέβαινε τὴν 15ην Μαρτίου.
125. Εὕρετε εἰς ποίαν ἡμερομηνίᾳ τοῦ Γρηγοριανοῦ ἡμερολογίου ἀντιστοιχεῖ ἡ 29η Μαΐου τοῦ 1453.



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



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

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ι ΚΟΣΜΟΓΟΝΙΑ

131. Μικροκοσμογονία καὶ μακροκοσμογονία. α'. 'Η Κοσμογονία εἶναι ὁ κλάδος τῆς Ἀστρονομίας, ὁ δποῖος ἀσχολεῖται μὲ τὸ πρόβλημα τῆς προελεύσεως καὶ ἔξελίξεως τοῦ σύμπαντος.

β'. 'Η Κοσμογονία διαιρεῖται εἰς δύο μέρη : Εἰς τὴν μικροκοσμογονίαν, ἡ δποία ἀσχολεῖται μὲ τὴν προέλευσιν καὶ ἔξελιξιν τοῦ ἥλιακοῦ μας συστήματος καὶ εἰς τὴν μακροκοσμογονίαν, ἡ δποία πραγματεύεται τὴν προέλευσιν καὶ ἔξελιξιν τῶν ἀστέρων, τῶν γαλαξιῶν, καθὼς καὶ ὀλοκλήρου τοῦ Σύμπαντος.

132. Προέλευσις τοῦ ἥλιακοῦ συστήματος. α'. Κατὰ τὰ τέλη τοῦ 18ου αἰώνος εἰσήχθη ἡ κοσμογονικὴ θεωρία τοῦ Laplace (Λαπλάσ), ἡ δποία ἐπεκράτησεν ἐπὶ 100 καὶ πλέον ἔτη.

Εἰς τὰς ἀρχὰς τοῦ 20οῦ αἰώνος ἤλθεν ἡ θεωρία τοῦ Jeans (Τζήνς), ἡ δποία, μὲ μερικὰς τροποποιήσεις καὶ συμπληρώσεις, ἵσχε μέχρι τοῦ 1940. 'Ανήκει εἰς τὰς δυαδικὰς θεωρίας.

β'. Τὸ 1944 διετυπώθη μία νέα θεωρία ὑπὸ τοῦ Γερμανοῦ ἀστροφυσικοῦ Carl von Weizsaecker (Βαϊτσάικερ), ἡ δποία συνεπληρώθη καὶ ἐγενικεύθη (1951) ὑπὸ τοῦ Ἀμερικανοῦ ἀστρονόμου G. Kuiper (Κούπερ). Αὐτὴ ἡ θεωρία ἵσχυε σήμερον, ὡς ἡ ἀκριβεστέρα ἔξελικτικὴ θεωρία, περὶ τοῦ ἥλιακοῦ συστήματος.

133. Χαρακτηριστικὰ γνωρίσματα τοῦ ἥλιακοῦ συστήματος. Τὸ ἥλιακὸν σύστημα παρουσιάζει ὡρισμένα χαρακτηριστικὰ γνωρίσματα. 'Εκ τούτων ἐνδιαφέρουν, κυρίως, τὰ ἔξῆς :

1) Οἱ μεγάλοι πλανῆται κινοῦνται περὶ τὸν ἥλιον κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν (ἐκ Δ πρὸς Α) καὶ ἐπὶ τοῦ ιδίου περίπου ἐπιπέδου.

2) 'Επίσης οἱ ἀστεροειδεῖς περιφέρονται περὶ τὸν ἥλιον ἐκ Δ πρὸς Α καὶ ἐπὶ τοῦ ιδίου περίπου ἐπιπέδου. Καὶ οἱ περισσότεροι δορυφόροι κινοῦνται, κατὰ τὸν ίδιον τρόπον, περὶ τοὺς οἰκείους πλανῆτας τῶν.

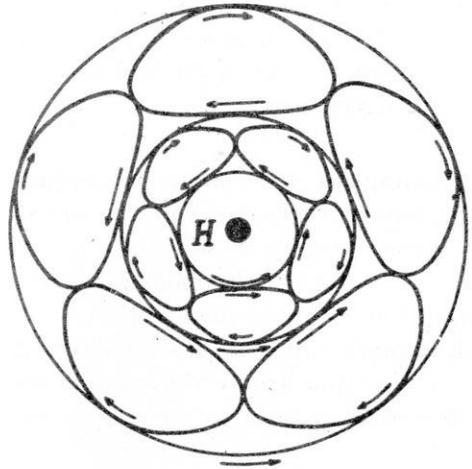
3) 'Ο ἥλιος καὶ ὅλοι οἱ πλανῆται, πλὴν ἐνός, περιστρέφονται ἐκ Δ πρὸς Α περὶ τὸν ἄξονά του ἕκαστος. Τὸ ίδιον συμβαίνει καὶ μὲ τοὺς δακτυλίους τοῦ Κρόνου.

4) Ισχύει ἐπὶ τῶν πλανητῶν ὁ νόμος ἀποστάσεων τοῦ Bode.

134. Ή «Πρωτοπλανητική θεωρία». α'. Η σύγχρονος θεωρία ἀναχωρεῖ ἀπὸ τὴν ὑπόθεσιν, ὅτι ὑπῆρχεν ἀρχικῶς ἔνα νεφέλωμα. Εἰς τὸ κέντρον του διεμορφώθη ἔνας πυρήνη, ὁ πρωτο-ἥλιος. Πέριξ αὐτοῦ ὑπῆρχεν ἔνα πολὺ ἐκτεταμένον κέλυφος ἀεριώδους ὑλῆς, ἀπὸ ὑδρογόνον καὶ ἥλιον, μὲν μᾶζαν τὸ 0,1 τῆς μάζης τοῦ πρωτοηλίου.

β'. Ο Weizsaecker ὑπέθεσεν, ὅτι ἡ κεντρικὴ μᾶζα (ὁ πρωτο-ἥλιος) διεμορφώθη εἰς τὸν σημερινὸν ἥλιον. Εἰς τὸ νεφελικὸν κέλυφος, λόγω ἐσωτερικῶν τριβῶν, ἐσχηματίσθησαν στρόβιλοι. Οἱ στρόβιλοι αὐτοὶ διετάχθησαν εἰς δακτυλίους, ἀνὰ πέντε εἰς ἕκαστον δακτύλιον, καὶ δλοὶ μαζὶ οἱ δακτύλιοι περιεστρέφοντο περὶ τὸ κοινὸν κέντρον των, τὸν ἥλιον. Αἱ τριβαὶ μεταξὺ δύο στροβίλων, διαφορετικῶν δακτυλίων, προύκαλεσαν τὸν σχηματισμὸν συμπυκνώσεων, αἱ ὅποιαι ἔπειτα ἀπετέλεσαν τοὺς πλανήτας (εἰκ. 30).

γ'. Τὴν θεωρίαν αὐτὴν τοῦ Weizsaecker ἐπεξέτεινε καὶ συνεπλήρωσεν ἀργότερον ὁ Kuiper. Κατ' αὐτόν, οἱ στρόβιλοι, οἱ ὅποιοι ἐσχηματίσθησαν εἰς τὸ ἥλιακὸν νεφέλωμα, δὲν εἶχον οὔτε τὸ ἴδιον μέγεθος, οὔτε καὶ τὴν διάταξιν τοῦ Weizsaecker.



Εἰκ. 30. Οἱ στρόβιλοι ἐκ τῶν ὅποιων ἐσχηματίσθησαν οἱ πλανῆται, κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Weizsaecker.

Ἐκ τῶν στροβίλων ἐσχηματίσθησαν συμπυκνώσεις, καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν τοῦ νεφελικοῦ δίσκου, αἱ ὅποιαι κατόπιν ἀπετέλεσαν τοὺς πρωτο-πλανῆτας. Οἱ κεντρικοὶ πυρῆνες αὐτῶν περιεῖχον στερεὰν ὑλην, τὸ δὲ περίβλημά των περιεῖχεν ὑδρογόνον, ἥλιον, ὑδρατμούς, ἀμμωνίαν.

Εἰς τὴν ἀρχὴν ἐδημιουργήθησαν πολλοὶ πρωτοπλανῆται. Καθὼς ὅμως

έκινοῦντο περὶ τὸν ἥλιον, συνεκρούοντο πρὸς ἄλλήλους εἰς τὰς περιοχάς, ὅπου αἱ τροχιαὶ τῶν ἐπλησίαζον μεταξύ των. Ἔνεκα τούτου μερικοὶ κατεστράφησαν, ἐνῷ ἄλλων ἡ μᾶζα ηὔξησεν. Οἱ δορυφόροι τῶν πλανητῶν ἐδημιουργήθησαν ἀπὸ τοὺς πρωτοπλανήτας. Μερικοὶ δηλαδὴ πρωτοπλανῆται, λόγῳ ὠρισμένων αἰτίων, ἐσχημάτισαν περὶ αὐτοὺς περιστρεφόμενον δίσκον, ἀνάλογον πρὸς τὸν σχηματισθέντα γύρω ἀπὸ τὸν πρωτοήλιον, ἀπὸ τὸν ὅποιον ἐδημιουργήθησαν οἱ δορυφόροι.

135. Διαστολὴ τοῦ Σύμπαντος. Ὁ Ἀμερικανὸς ἀστρονόμος Slipher (Σλάϊφερ) παρετήρησεν ἥδη ἀπὸ τὸ 1912, ὅτι οἱ πλεῖστοι γαλαξίαι παρουσίαζον μετάθεσιν τῶν γραμμῶν τοῦ φάσματός των πρὸς τὸ ἔρυθρόν, ἡ ὅποια ἐφανέρωνεν, ὅτι οἱ γαλαξίαι ἀπομακρύνονται μὲ ταχύτητα μερικῶν ἑκατοντάδων χιλιομέτρων κατὰ δευτερόλεπτον. Βραδύτερον, οἱ Ἀμερικανοὶ ἀστρονόμοι Hubble (Χάμπλ) καὶ Humason (Χιούμασον) διεπίστωσαν, ὅτι τὸ φαινόμενον τῆς ἀπομακρύνσεως παρουσιάζουν καὶ οἱ πολὺ ἀπομεμακρυσμένοι ἐξ ἡμῶν ἀμυδροὶ γαλαξίαι. Μάλιστα δὲ εὗρον, ὅτι ὅσον μακρύτερα εύρισκονται οἱ γαλαξίαι, τόσον αἱ ταχύτητες ἀπομακρύνσεώς των εἶναι μεγαλύτεραι.

Ἐφ' ὅσον οἱ γαλαξίαι ἀπομακρύνονται ἀφ' ἡμῶν, μὲ ταχύτητας τόσον μεγαλυτέρας, ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι καὶ ἡ ἀπόστασί των, τὸ σύμπαν φαίνεται νὰ διαστέλλεται. Διὰ τοῦτο καὶ τὸ φαινόμενον τῆς ἀπομακρύνσεως τῶν γαλαξιῶν ὀνομάζεται διαστολὴ τοῦ Σύμπαντος.

136. Ἡλικία τοῦ Σύμπαντος. Γίνεται δεκτόν, ὅτι οἱ γαλαξίαι προῆλθον ἀπὸ τὴν ἔκρηξιν τοῦ ἀρχικοῦ σύμπαντος - ἄτομον. Ἐὰν αἱ ταχύτητες ἐκ τῆς ἔκρηξεως, αἱ ὅποιαι θὰ ἔπρεπε νὰ εἶναι διάφοροι, παραμένουν σταθεραί, τότε αἱ ἀποστάσεις τῶν γαλαξιῶν θὰ πρέπει νὰ εἶναι ἀνάλογοι τῶν ταχυτήτων των. Τότε δυνάμεθα καὶ νὰ ὑπολογίσωμεν πότε ἔγινεν ἡ ἀρχικὴ ἔκρηξις. Διότι, ἀφοῦ γνώριζομεν τὰς ἀποστάσεις ἀρκετῶν ἐκ τῶν πλέον μεμακρυσμένων συμηνῶν γαλαξιῶν, δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν πρὸ πόσον χρόνον ὅλοι οἱ γαλαξίαι καὶ τὰ σμήνη γαλαξιῶν ἥσαν συγκεντρωμένα εἰς τὴν ἀρχικήν σφαῖραν. Οἱ ὑπολογισμοί, βάσει τοῦ νόμου τῆς δια-

στολῆς, δίδουν τὴν τιμὴν 10^{10} ἔτη. Ἐπομένως, ἀπὸ τότε ποὺ ἥρχισεν ἡ διαστολή, μέχρι σήμερον, ἔχουν παρέλθει 10^{10} ἔτη. Τὸ διάστημα τοῦτο τὸ ὄνομάζομεν «ἡ λικίαν τοῦ σύμπαντος». Ὡστε, ἐκ τοῦ νόμου τῆς διαστολῆς τοῦ σύμπαντος συνάγεται ἡλικία τοῦ σύμπαντος τῆς τάξεως τῶν 10^{10} ἔτῶν.

Γίνεται δεκτὸν σήμερον ὅτι ἡ ἡλικία τοῦ σύμπαντος εἶναι τῆς τάξεως τῶν 10 ή 12 δισεκατομμυρίων ἔτῶν.

137. Ἀρχὴ καὶ τέλος τοῦ Σύμπαντος. Παρὰ τὸ γεγονός, ὅτι ἡ Κοσμολόγια εἰσέδυσεν εἰς τὰ βάθη τοῦ παρελθόντος, μέχρι τῆς ἀρχῆς τῆς διαστολῆς τοῦ σύμπαντος, ὅταν ἥρχισεν ὁ σχηματισμὸς τῶν στοιχείων τῆς ὑλῆς, ὅμως δὲν κατώρθωσε νὰ δώσῃ καμμίαν ἀπάντησιν εἰς τὸ βασικὸν ἔρώτημα: Πῶς εύρεθη τὸ ἀρχικὸν ὑπέρπικον 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 εὔσταθῇ ἡ ὑπόθεσις, ὅτι τοῦτο ἔγινε μόνον του καὶ κατὰ τύχην, ὁ ἐπιστήμων προσφεύγει εἰς τὴν μόνην λογικὴν δυνατότητα, τῆς δημιουργίας του ὑπὸ ἔξωτερικῆς, ὡς πρὸς αὐτό, Ἀνωτέρας Δυνάμεως. Ὁρθῶς δὲ λέγεται, ὅτι ὁ Δημιουργὸς τοῦ παντὸς δὲν ἀποδεικνύεται, ἀλλ' ἀποκαλύπτεται ἐντὸς τοῦ Σύμπαντος.

Γράφει ὁ σύγχρονος "Αγγλος ἀστρονόμος, καθηγητὴς W. Smart: «Οταν σπουδάζωμεν τὸ Σύμπαν, ἐκτιμῶμεν τὸ μέγεθος καὶ τὴν ρυθμικότητά του καὶ ὁδηγούμεθα εἰς τὸ νὰ ἀναγνωρίσωμεν Δημιουργικὴν Δύναμιν καὶ Κοσμικὸν Σκοπόν, ὁ ὄποιος ὑπερβαίνει τὰ ὅρια τῆς ἀνθρωπίνης καταλήψεως... Διὰ πολλοὺς ἀπὸ ἡμᾶς, ἐπιστήμονας καὶ μὴ ἐπιστήμονας ἀδιάφορον, ἡ πίστις εἰς Θεὸν Δημιουργὸν εἶναι περισσότερον ἀναγκαία τώρα, παρὰ ἀλλοτε. Τούλαχιστον δι' ἕνα ἀστρονόμον ἴσχύει ὅτι: «Οἱ οὐρανοὶ δημιουργοῦνται δόξαν Θεοῦ, ποίησιν δὲ χειρῶν αὐτοῦ ἀναγγέλλει τὸ στερέωμα» (Ψαλμ. ιη', 2).

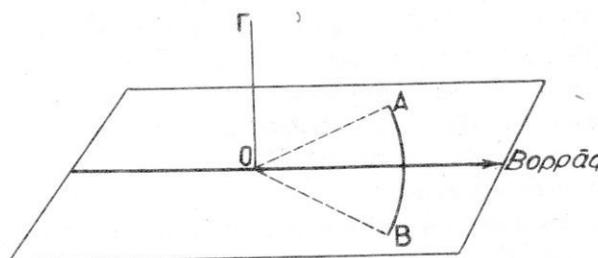
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ IA ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

138. Γνώμων. α'. Ὁ γνώμων εἶναι τὸ ἀπλούστερον τῶν ἀστρονομικῶν ὄργάνων, ἔχρησιμο ποιήθη δέ, κατὰ τὴν ἀρχαιότητα, ὑπὸ τῶν ἀστρονόμων τῶν διαφόρων λαῶν καὶ μάλιστα ἀπὸ τοὺς "Ἐλληνας.

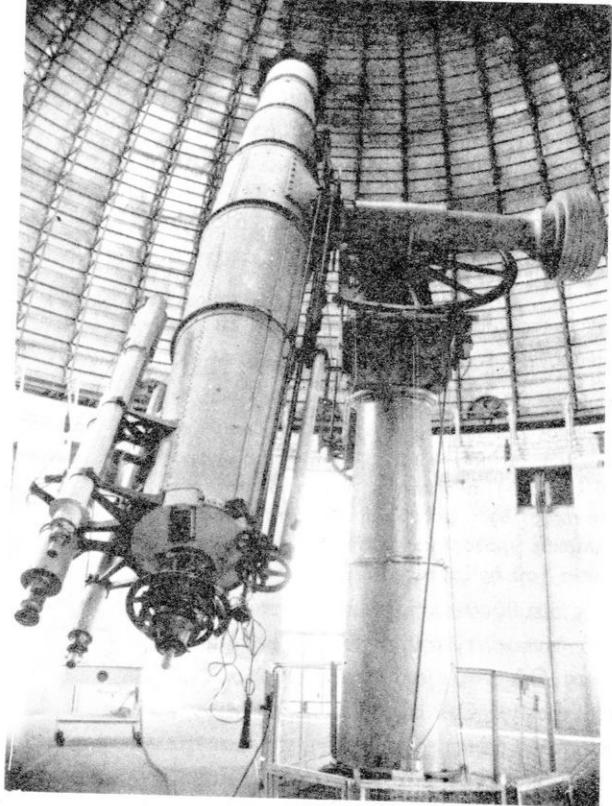
Καλεῖται γνώμων στῦλος, στερεωμένος κατακορύφως ἐπὶ ὁρίζοντίου ἐπιπέδου καὶ ἐκτεθειμένος εἰς τὰς ἀκτῖνας τοῦ ἡλίου, ὥστε νὰ ρίπτῃ ὅπισθέν του σκιάν.

β'. Μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ γνώμονος εἶναι δυνατὸν νὰ μελετηθοῦν πόλλα ἀστρονομικὰ φαινόμενα, κυριώτερα τῶν ὅποιων εἶναι: α) ἡ ἡμερομηνία τῆς ἐνάρξεως ἑκάστης τῶν ἐποχῶν τοῦ ἔτους· β) ἡ διάρκεια τοῦ τροπικοῦ ἔτους· γ) ἡ τιμὴ τῆς λοξώσεως τῆς ἑκλειπτικῆς· δ) ἡ μεταβολὴ τῆς ἀποκλίσεως τοῦ ἡλίου καθ' ἑκάστην· ε) ὁ ἀληθής ἡλιακὸς χρόνος κατὰ τὴν ἡμέραν· καὶ στ) νὰ καθορισθοῦν ἀκριβῶς τὰ κύρια σημεῖα τοῦ ὁρίζοντος εἰς ἕνα τόπον.

γ'. Διὰ τὸν καθορισμὸν τῆς διευθύνσεως τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς, ἐργαζόμεθα ὡς ἔξῆς: Κατά τινα στιγμήν, πρὸ τῆς μεσημβρίας, σημειοῦμεν ἐπακριβῶς τὸ μῆκος ΟΑ τοῦ γνώμονος ΟΓ (σχ. 39). Κατόπιν, μὲ κέντρον τὸ Ο καὶ ἀκτῖνα ΟΑ φέρομεν περιφέρειαν κύκλου. Ἡ σκιά, καθὼς βαίνομεν πρὸς τὴν μεσημβρίαν, γίνεται συνεχῶς μικροτέρα, λαμβάνει δὲ τὸ μῆκός της τὴν ἐλαχίστην τιμήν, ἀκριβῶς κατὰ τὴν μεσημβρίαν. Ἐπειτα, τὸ μῆκός της μεγαλώνει καὶ ἔρχεται στιγμή, ὅτε ρίπτει σκιάν μῆκους OB = OA, ὅπότε καὶ περατοῦται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ χαραχθέντος κύκλου. Τότε, ἡ διχοτόμος τῆς γωνίας AOB εἶναι ἡ διεύθυνσις τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς.



Σχ. 39.



Εἰκ. 31. Τὸ διοπτρικὸν τηλεσκόπιον τοῦ Ἀστεροσκοπείου Πεντέλης διάμετρος φακοῦ 625 mm.

ἀκρίβειαν μὲ προσέγγισιν ἐνὸς ἑκατοντάκις χιλιοστοῦ τοῦ δευτερολέπτου.

140. Τηλεσκόπια. α'. Τὸ ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον ἀποτελεῖται ἐκ σώληνος, ὁ ὄποιος, εἰς μὲν τὸ ἐν ἄκρον του, τὸ στρεφόμενον πρὸς τὸ παρατηρούμενον ἀντικείμενον, φέρει σύστημα φακῶν, καλούμενον ἀντικειμενικόν, εἰς δὲ τὸ ἄλλο ἄκρον του, ὅπου προσαρμόζεται ὁ ὄφθαλμὸς τοῦ παρατηρητοῦ, φέρει ἄλλο σύστημα φακῶν, καλούμενον προσοφθάλμιον.

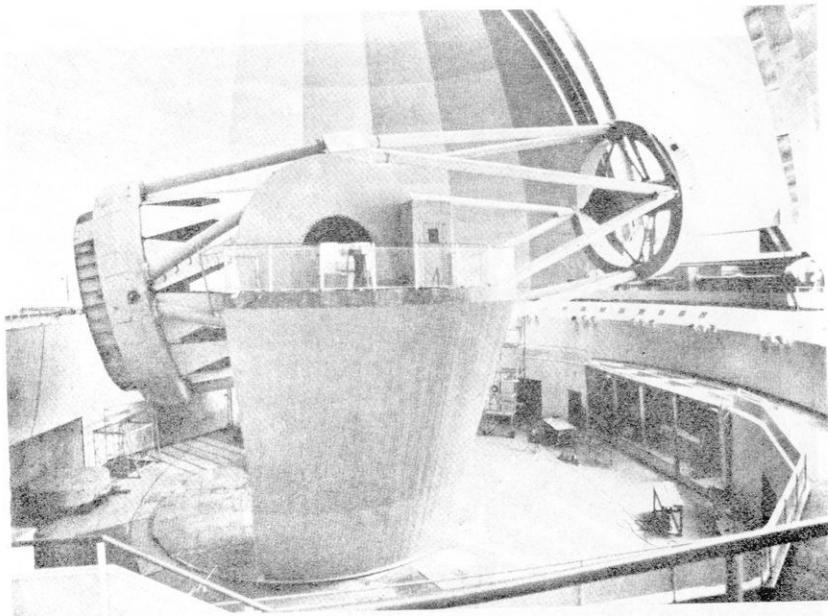
β'. Τηλεσκόπιον, μὲ ἀντικειμενικὸν σύστημα ἐκ φακῶν, καλεῖται διοπτρικὸν (εἰκ. 31).

γ'. Εἶναι δυνατόν, ἀντὶ φακῶν, νὰ χρησιμοποιηθῇ ὡς ἀντικε-

δ'. Μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ γνώμονος λειτουργοῦν τὰ ἡ-λιακὰ ὥρολόγια.

139. Χρονόμετρα καὶ ἔκκρεμη. Διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ χρόνου, εἴτε τοῦ ἀστρικοῦ, εἴτε τοῦ μέσου ἥλιακοῦ, χρησιμοποιοῦμεν ὥρολόγια ἀκριβείας, τὰ ὅποια ὀνομάζομεν χρονόμετρα. Τὸ σφάλμα των εἶναι δυνατὸν νὰ περιορισθῇ εἰς μικρὸν κλάσμα, συνήθως τῆς τάξεως τοῦ ἑκατοστοῦ τοῦ δευτερολέπτου καθ' ἥμέραν.

Μεταπολεμικῶς κατασκευάζονται ἥλεκτρονικὰ χρονόμετρα, τὰ ὅποια εἰναι δυνατὸν νὰ περιορίσουν τόσον πολὺ τὸ σφάλμα των, ὥστε τοῦτο νὰ καταντᾶ ἐντελῶς ἀμελητέον. Αὐτὰ παρέχουν

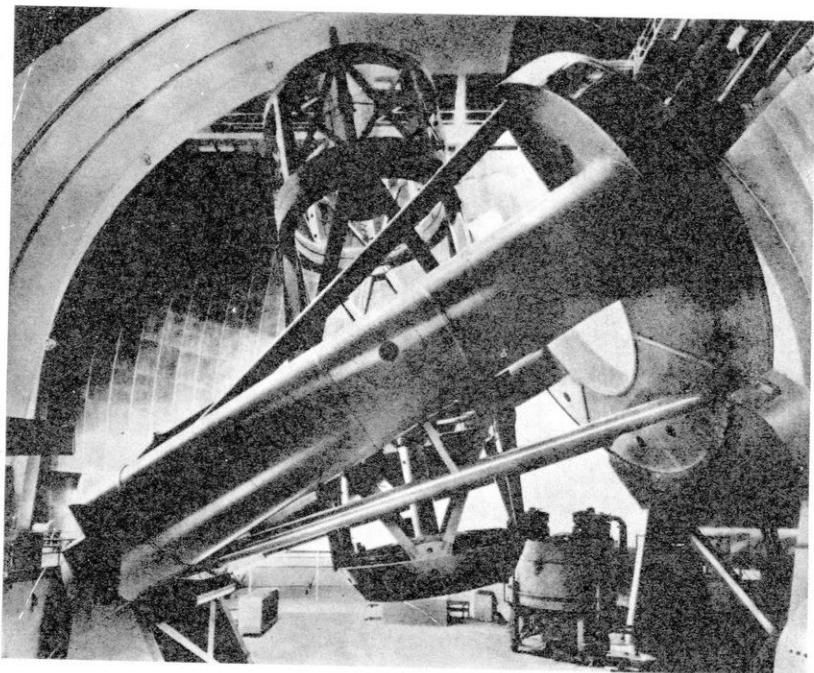


Εἰκ. 32. Τὸ μεγαλύτερον κατοπτρικὸν τηλεσκόπιον τοῦ κόσμου, ἐγκατασταθὲν εἰς Καύκασον (Σοβιετικὴ "Ενωσις") διάμετρος κατόπτρου 6 μ.

μενικὸν σύστημα κοῖλον κάτοπτρον, ὑάλινον ἢ μεταλλικόν. Αὐτὸν εἶναι τὸ κατοπτρικὸν τηλεσκόπιον (εἰκ. 32).

δ'. Προσφεύγομεν εἰς τὴν χρησιμοποίησιν κατόπτρων, διότι ἡ κατασκευὴ φακῶν, διαμέτρου μεγαλυτέρας τοῦ μέτρου, δὲν εἶναι εὐχερής, κυρίως, λόγω τῆς ἀνάγκης νὰ λειανθοῦν τέσσαρες ἐπιφάνειαι, ἀνὰ δύο δι' ἔκαστον φακόν· ἐνῷ εἰς τὰ κάτοπτρα λειαίνεται μία μόνον ἐπιφάνεια, ἢ ἀνακλαστική.

141. Τὰ μεγαλύτερα τηλεσκόπια. α'. Τὰ μεγαλύτερα τῶν ύπαρχόντων σήμερον (1975) τηλεσκοπίων εἶναι: ἐκ τῶν διοπτρικῶν, μέν, ἔκεινο τοῦ ἀστεροσκοπείου τοῦ Yerkes (Γέρκις) τῆς Ἀμερικῆς, μέν, 1,02 μ καὶ ἐστιακῆς ἀποστάσεως 19,3 m, ἐκ τῶν κατοπτρικῶν διαμ. 1,02 m καὶ ἐστιακῆς ἀποστάσεως 19,3 m, ἐκ τῶν κατοπτρικῶν διαμ. πρῶτον εἶναι τῆς Σοβιετικῆς Ἐνώσεως, Καύκασος, διαμ. 6 μ. δέ, πρῶτον εἶναι τῆς Σοβιετικῆς Ἐνώσεως, Καύκασος, διαμ. 6 μ. (εἰκ. 32) καὶ δεύτερον ἐν Ἀμερικῇ τὸ τηλεσκόπιον τοῦ ἀστεροσκοπείου τοῦ Palomar (Πάλομαρ), διαμέτρου 5 m καὶ ἐστιακῆς ἀποστάσεως 16,8 m (εἰκ. 33).



Εἰκ. 33. Τὸ μεγαλύτερον μέχρι τώρα κατοπτρικὸν τηλεσκόπιον τοῦ κόσμου, εἰς τὸ ἀστεροσκοπεῖον τοῦ Palomar τῆς Ἀμερικῆς διάμετρος κατόπτρου 5 m.

β'. Εἰς τὴν Εὐρώπην τὸ μεγαλύτερον διοπτρικὸν τηλεσκόπιον εἶναι τοῦ ἀστεροσκοπείου τῆς Meudon (Μεντὸν) τῶν Παρισίων, διάμετρου 83 cm καὶ ἔστ. ἀποστάσεως 16,2 m. Ἐν Ἑλλάδι διατίθεται τὸ διοπτρικὸν τηλεσκόπιον τοῦ ἀστρονομικοῦ σταθμοῦ Πεντέλης, διάμετρου 62,3 cm καὶ ἔστ. ἀποστ. 8,8 m (εἰκ. 31), τὸ διποῖον εἶναι ἐνα ἀπὸ τὰ σχετικῶς μεγαλύτερα εἰς τὸν κόσμον.

142. *'Ισημερινὰ καὶ μεσημβρινὰ τηλεσκόπια. α'*. Τὰ τηλεσκόπια, τὰ ὅποια χρησιμεύουν διὰ τὴν ἔρευναν τῆς φυσικῆς καταστάσεως τῶν οὐρανίων σωμάτων καὶ γενικώτερον εἰς τὴν σπουδὴν τοῦ σύμπαντος, στηρίζονται ἐπὶ συστήματος δύο ἀξόνων. Ἐπειδὴ δὲ εὐκόλως μετρῶνται ἐπ' αὐτῶν ἡ ὥριαίσα γωνία καὶ ἡ ἀπόκλισις, αἱ ὅποιαι ἀπὸ κοινοῦ καλούνται *ισημεριναὶ συντεταγμένα*, διὰ τοῦτο καὶ τὸ ὅλον σύστημα στηρίζεται καλεῖται *ισημερινὸν* καὶ τὸ τηλεσκόπιον λέγεται τότε *ισημερινὸν τηλεσκόπιον*.

β'. Ἐὰν τὸ τηλεσκόπιον προορίζεται μόνον διὰ τὸν καθορισμὸν τῶν συντεταγμένων τῶν ἀστέρων, καλεῖται μεσημβρινὸν τηλεσκόπιον.

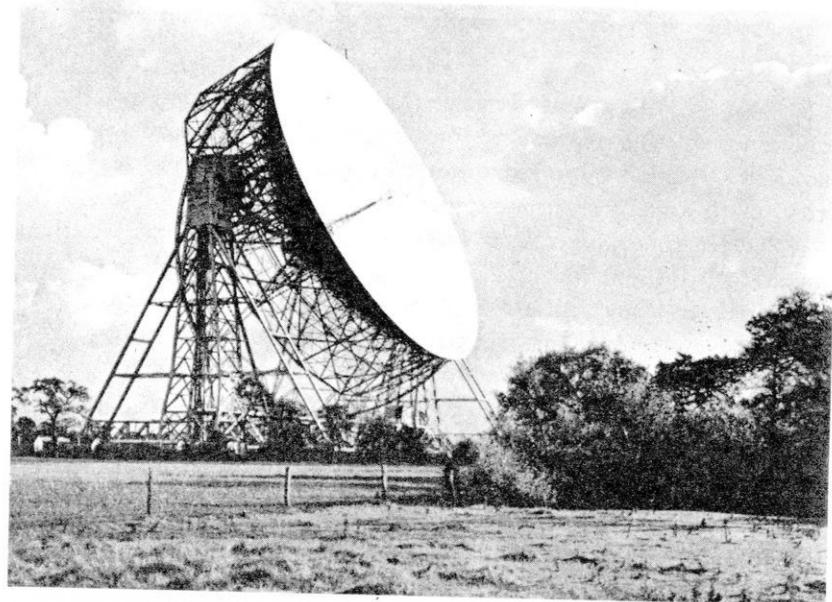
143. Τὰ τηλεσκόπια Schmidt (Σμίτ). α'. Μεταπολεμικῶς κατεσκευάσθησαν τηλεσκόπια, τὰ ὅποια ἀποτελοῦν σύνθεσιν διοπτρικοῦ καὶ κατοπτρικοῦ τηλεσκοπίου. Ἐκ τοῦ ὀνόματος τοῦ ἐφευρέτου των, αὐτὰ καλοῦνται τηλεσκόπια Σμίτ.

β'. Τὰ τηλεσκόπια Σμίτ ἔχουν τὸ μέγα πλεονέκτημα νὰ εἰναι μικρὰ εἰς μῆκος, διὰ τοῦτο δὲ νὰ ἔχουν καὶ εύρὺ ὄπτικὸν πεδίον, ὥστε νὰ φωτογραφίζουν ἑκτάσεις ἀκόμη καὶ πολλῶν τετραγωνικῶν μοιρῶν τοῦ οὐρανοῦ, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ συνήθη τηλεσκόπια, διοπτρικά ἢ κατοπτρικά, τὰ ὅποια ἔχουν τόσον περισσότερον περιωρισμένον ὄπτικὸν πεδίον, ὅσον εἰναι μεγαλύτερα. Τὸ πεδίον αὐτῶν περιορίζεται, συνήθως, εἰς δλίγα τετραγωνικὰ λεπτὰ τῆς μοίρας. Ἐξ ἀλλου, τὰ τηλεσκόπια Σμίτ ἡμιποροῦν νὰ φωτογραφήσουν, εἰς βραχὺν σχέτικῶν χρόνον, πολὺ ἀμυδροὺς ἀστέρας, ἐνῷ εἰς τὰ συνήθη χρειάζεται πολύωρος ἔκθεσις, διὰ τὰ ἀμυδρὰ ἀντικείμενα, ὅπως εἰναι οἱ μακρυνοὶ γαλαξίαι.

144. Εἰδικὰ ἀστρονομικὰ ὅργανα. Διὰ τὴν εἰδικὴν σπουδὴν τῶν οὐρανίων σωμάτων, προσαρμόζονται εἰς τὴν θέσιν τοῦ προσόφθαλμίου συστήματος τῶν τηλεσκοπίων ἀλλὰ αὐτοτελῆ ὅργανα, κυριώτερα τῶν ὅποίων εἰναι : α) **μικρόμετρα**, διὰ τὴν ἀκριβῆ μέτρησιν τῶν φαινομένων διαμέτρων τῶν σωμάτων καὶ τῶν γωνιῶδῶν ἀποστάσεων αὐτῶν· β) **φωτογραφικοὶ θάλαμοι**, διὰ τὴν φωτογράφησιν τῶν ἀστέρων· γ) **φωτόμετρα**, διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ἐντάσεως τοῦ φωτὸς τῶν ἀστέρων, καὶ δ) **φασματοσκόπια** καὶ **φασματογράφοι**, διὰ τὴν σπουδὴν τοῦ φάσματος τῶν οὐρανίων σωμάτων.

145. Ραδιοτηλεσκόπια. α'. Τὰ τελευταῖα ἔτη κατασκευάζονται καὶ **ραδιοτηλεσκόπια** (εἰκ. 34), τὰ ὅποια δὲν εἰναι ὁ πτικὰ ὅργανα, ἀλλὰ δέκται ραδιοφωνικῶν κυμάτων.

β'. Ἡ σπουδὴ τῶν οὐρανίων σωμάτων καὶ γενικώτερον τοῦ σύμπαντος, διὰ τῶν «τηλεσκοπίων» αὐτῶν, ἦνοιξε νέους ὄρίζοντας, ἐδημιουργήθη δέ, κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, νέος κλάδος τῆς Ἀστρονομίας, ἡ **Ραδιαστρονομία**, ἐνῷ οἱ ἀστέρες, οἱ ὅποιοι ἐκπέμπουν τὰ φυσικὰ αὐτὰ ραδιοκύματα, ωνομάσθησαν **ραδιαστέρες** καὶ οἱ γαλαξίαι **ραδιογαλαξίαι**.



Εικ. 34. Τὸ μεγάλο Ραδιοτηλεσκόπιον τοῦ Jodrell Bank ἐν Manchester.

γ'. Τὰ μεγαλύτερα σήμερον (1975) ραδιοτηλεσκόπια τοῦ κόσμου εύρισκονται εἰς Green Bank Δυτ. Βιργινίας (Η.Π.Α.) καὶ εἰς τὴν Βόρυνην τῆς Γερμανίας μὲ διάμετρον κατόπτρου 100 m.

Ἄσκήσεις

126. Δικαιολογήσατε, διατί εἶναι δυνατός, διὰ τοῦ γνώμονος, ὁ καθορισμός :

- α) τῆς ἡμερομηνίας ἐνάρξεως τῶν ἔποχῶν· β) τῆς διαρκείας τοῦ τροπικοῦ ἔτους·
- γ) τῆς λοξώσεως τῆς ἐκλειπτικῆς καὶ δ) τῆς ἀποκλίσεως τοῦ ἥλιου καθ' ἡμέραν.

127. Διατί ἡ διχοτόμος τῆς γωνίας AOB (σχ. 39) δρίζει τὴν διεύθυνσιν τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς;

128. Ὑποδείξατε ἄλλον τρόπον καθορισμοῦ τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς, διὰ τοῦ γνώμονος.

129. Κατασκευάσατε γνώμονα καὶ δρίσατε τὴν μεσημβρινήν γραμμὴν εἰς τὴν αὐλὴν τοῦ σχολείου.

130. Διατί, ἂν γνωρίζωμεν τὴν ἀκριβῆ στιγμὴν τῆς ἀληθοῦς μεσημβρίας, μεσημβρινῆς γραμμῆς ;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΒ ΑΣΤΡΟΝΑΥΤΙΚΗ

Εισαγωγή. Τὰ ταξίδια εἰς τὸ διάστημα καὶ ἡ ἀστροναυτικὴ ἔχουν τὴν ιστορίαν των. Ἡ πρώτη ἀρχή των βυθίζεται εἰς τὴν ἐλληνικὴν προϊστορίαν. Ὁ μυθικὸς Ἰκαρός ἐπέταξε πρῶτος εἰς τὸ διάστημα, διὰ τεχνητῶν πτερύγων, αἱ ὅποιαι διελύθησαν ἀπὸ τὴν θερμότητα τοῦ ἥλιου καὶ ἐπνίγη εἰς τὸ δνομασθὲν ἔκτοτε Ἰκάριον πέλαγος.

Κατὰ τοὺς νεωτέρους χρόνους ὁ Ρῶσος K. Tsiolkovsky (Τσιολ-κόβσκι), κατὰ τὴν περίοδον 1883 - 1914, ἔξετάζει προβλήματα μηχανικῆς εἰς χῶρον 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 ἔξαπολύει τὸν πρῶτον πύραυλον.

Ἀκολούθως οἱ Γερμανοὶ H. Oberth ("Ομπερθ"), W. Hohmann ("Ομαν") καὶ W. Ley (Λῆ) δημοσιεύουν μελέτας περὶ πυραύλων καὶ περὶ τοῦ τρόπου κατακτήσεως τῶν οὐρανίων σωμάτων.

Ἄπὸ τοῦ ἔτους 1937 οἱ Γερμανοὶ ἀρχίζουν εύρὺν πρόγραμμα κατασκευῆς πυραύλων μὲ κυρίως ὑπεύθυνον τὸν Wernher von Braun (Βέρνερ φὸν Μπράουν). Τὸ 1942 ἔκτοξεύεται ἐπιτυχῶς ὁ πρῶτος τῶν πυραύλων V - 2, ἀνελθὼν εἰς ὕψος 95 km, καὶ μὲ αὐτοὺς οἱ Γερμανοὶ βομβαρδίζουν τὴν Ἀγγλίαν κατὰ τὸν Β' Παγκόσμιον Πόλεμον.

Ἡ ἐπιστήμη τοῦ διαστήματος ἥρχισε τὴν 4ην Ὁκτωβρίου 1957, ὅπότε ἔξετοξεύθη ἐπιτυχῶς ὁ πρῶτος τεχνητὸς δορυφόρος τῆς γῆς.

146. Ταχύτης διαφυγῆς. α'. Βασικὴ εἶναι ἡ σημασία τῆς ταχύτητος διαφυγῆς. Ταχύτης διαφυγῆς εἶναι ἡ ταχύτης, τὴν ὅποιαν πρέπει νὰ ἀναπτύξῃ σῶμα, ἔκτοξευόμενον ἐκ τῆς ἐπιφανείας πλανήτου (ἢ δορυφόρου), διὰ νὰ ὑπερνικήσῃ τὴν ἐλξινὴν καὶ νὰ φύγῃ εἰς τὸ διάστημα, ὑποτιθεμένου, ὅτι δὲν ὑπάρχει ἀντίστασις εἰς τὴν κίνησίν του. Τοῦτο ἔκφράζεται ὑπὸ τῆς σχέσεως :

$$V^2 = 2G \frac{M}{R}$$

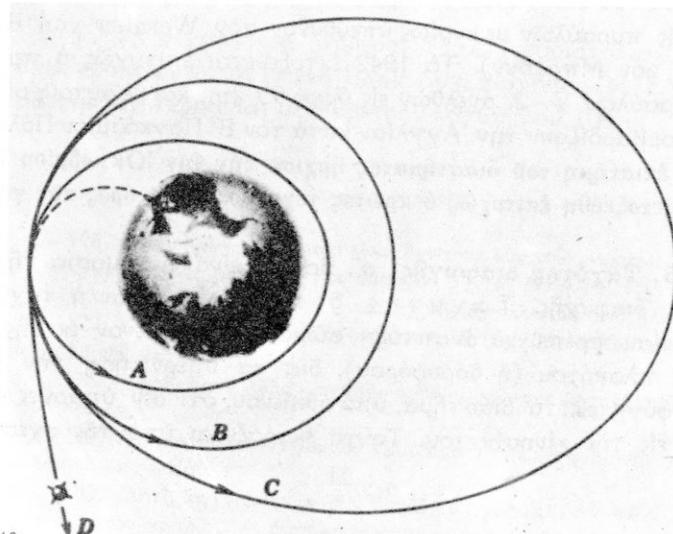
ὅπου V εἶναι ἡ ταχύτης διαφυγῆς, M ἡ μᾶζα τοῦ σώματος (τῆς γῆς

ἢ τυχόντος πλανήτου) καὶ R ἡ ἀκτὶς αύτοῦ.

Ἡ ταχύτης διαφυγῆς 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 ἥλιου 618 km/sec.

β'. Ἡ ταχύτης διαφυγῆς ἐλαττώνεται, καθ' ὅσον τὸ μικρὸν σῶμα ἀπομακρύνεται τοῦ μεγαλύτερου σῶματος. Εάν τὸ μικρότερον σῶμα ἔχῃ ταχύτητα μικροτέραν τῆς ταχύτητος διαφυγῆς, τοῦτο οὐδέποτε ἔγκαταλείπει τὸ κύριον σῶμα· ἢ περιφέρεται περὶ τὸ μεγαλύτερον ἢ πίπτει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας του.

147. Κίνησις τῶν τεχνητῶν δορυφόρων. α'. Αἱ κινήσεις τῶν τεχνητῶν δορυφόρων ἀκολουθοῦν τοὺς τρεῖς νόμους τοῦ Κέπλερ (§ 54), οἱ δποῖοι ἴσχύουν διὰ τοὺς φυσικούς δορυφόρους καὶ τοὺς πλανήτας. Ἡ διάρκεια ἑκάστης περιόδου περιφορᾶς (τεχνητοῦ δορυφόρου) ἔξαρτᾶται ἀπὸ τὴν μέσην ἀκτῖνα τῆς τροχιᾶς τοῦ δορυφόρου καὶ ἀπὸ τὴν μᾶζαν τῆς γῆς. Ἡ μέση ἀκτὶς καὶ τὸ σχῆμα (ἢ μορφὴ) τῆς τροχιᾶς ἔξαρτῶνται α) ἀπὸ τὸ ὑψός, εἰς τὸ δποῖον δορυφόρος θὰ τεθῇ εἰς τὴν τροχιάν, προωθούμενος ὑπὸ τοῦ πυραύ-



Σχ. 40.

λου· β) ἀπὸ τὴν ταχύτηταν, τὴν ὅποιαν θὰ ἔχῃ ὁ δορυφόρος, κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς εἰσόδου του εἰς τὴν τροχιάν· καὶ γ) ἀπὸ τὴν διεύθυνσίν του, ως πρὸς τὸν γήινον ὄριζοντα.

β'. Διὰ νὰ κινηθῇ ἔνας δορυφόρος ἐπὶ κυκλικῆς τροχιᾶς (σχ. 40 τροχιὰ B) θὰ πρέπει ἡ ταχύτης του, εἰς τὸ ἀντίστοιχον ὑψος, νὰ είναι ὠρισμένη.

Ἐὰν ἡ ταχύτης είναι μικροτέρα ἀπὸ ἕκείνην ποὺ δίδει κυκλικὴν τροχιάν καὶ ἡ διεύθυνσις τῆς τροχιᾶς είναι παράλληλος πρὸς τὸν τοπικὸν ὄριζοντα, τότε ὁ δορυφόρος θὰ διαγράψῃ τὴν Ἑλλειπτικὴν τροχιάν A. ᘾὰν δὲ ἡ ταχύτης είναι μεγαλυτέρα τῆς κυκλικῆς ταχύτητος, τότε θὰ διαγράψῃ τὴν ἐλλειπτικὴν τροχιάν C (σχ. 40).

148. Αἱ τρεῖς κοσμικαὶ ταχύτητες. α'. Ἡ ταχύτης, τὴν ὅποιαν πρέπει νὰ ἔχῃ ἔνα σῶμα εἰς ὠρισμένον ὑψος διὰ νὰ τεθῇ εἰς κυκλικὴν τροχιάν, ὀνομάζεται πρώτη κοσμικὴ ταχύτης.

β'. Ὄταν ἔνα σῶμα ἀποκτήσῃ τὴν ταχύτητα διαφυγῆς, ἥτοι $11,2 \text{ km/sec}$, τότε θὰ διαγράψῃ μίαν πρώτην ἡγετικὴν (σχ. 40, τροχιὰ D). ᘾὰν τέλος τὸ σῶμα κινηθῇ μὲτα ταχύτητα μεγαλυτέραν τῶν $11,2 \text{ km/sec}$, θὰ διαγράψῃ μίαν ὑπερβολὴν. Καὶ εἰς τὰς δύο αὐτὰς περιπτώσεις, τὸ σῶμα θὰ ἐγκαταλείψῃ τὴν γῆν καὶ δὲν θὰ ἐπιανέλθῃ εἰς αὐτήν.

Ἡ ταχύτης διαφυγῆς ὀνομάζεται καὶ πρώτην ἡγετικὴν ταχύτης ἥτις καὶ δευτέρα κοσμικὴ ταχύτης.

Σῶμα, κινούμενον μὲτα τὴν δευτέραν κοσμικὴν ταχύτητα, καθίσταται ταχύτης πλάνης, περιφέρεται δηλαδὴ περὶ τὸν ἥλιον καὶ ὑπόκειται εἰς τὴν ἐλξιν αύτοῦ.

γ'. Ἔνα σῶμα διὰ νὰ μὴ τεθῇ εἰς τροχιάν περὶ τὸν ἥλιον καὶ νὰ φύγῃ πέραν τοῦ ἥλιακοῦ συστήματος, πρέπει νὰ ἀναχωρήσῃ ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς καὶ πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως αὐτῆς περὶ τὸν ἥλιον, μὲτα ταχύτητα $16,6 \text{ km/sec}$. Ἡ ταχύτης αὐτὴ καλεῖται τρίτη κοσμικὴ ταχύτης. Τελευταίως (1974) κατεσκευάσθησαν πύραυλοι, οἵ οποίοι δίδουν τοιαύτην ταχύτητα.

149. Ἀρχὴ τῆς δράσεως καὶ ἀντιδράσεως καὶ τεχνικὴ τῶν πυραύλων. α'. Προκειμένου νὰ τεθοῦν δορυφόροι εἰς τροχιάν περὶ τὴν γῆν ἥτις νὰ προωθηθοῦν ὀχήματα πρὸς τὴν σελήνην ἥτις τούς ἄλλους

πλανήτας, πρέπει νὰ χρησιμοποιηθοῦν προωθητικοὶ πύραυλοι. Διότι εἰς τὴν ἀνωτέραν ἀτμόσφαιραν, ἐλλείψει πυκνοῦ στρώματος ἀέρος, δὲν δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν ἔλικες, διὰ τὴν προώθησιν τοῦ ὄχηματος, οὕτε πτερύγια, διὰ νὰ δώσουν σταθερὰν διεύθυνσιν εἰς αὐτό.

β. Ἡ κίνησις τοῦ ὄχηματος (πυραύλου) εἰς τὸ διάστημα στηρίζεται εἰς τὸ γνωστὸν ἡξίωμα τῆς δράσεως καὶ ἀντιδράσεως.

Δρᾶσις = Ἀντιδράσις.

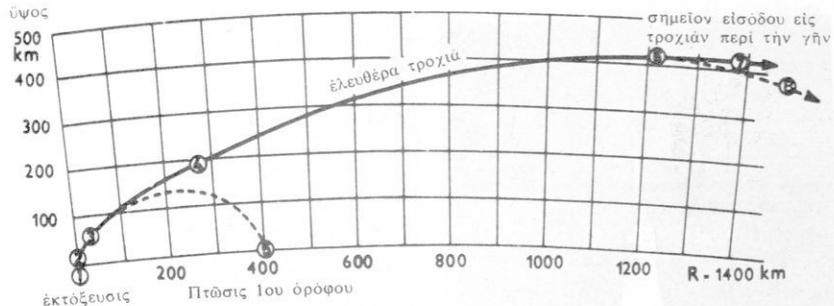
Προκαλοῦμεν καῦσιν, ἡ ὅποια παράγει ἐνέργειαν καὶ μὲ τὴν βοήθειαν τῆς ἐνέργειας αὐτῆς προωθοῦνται τὰ ἐκ τῆς καύσεως ἀέρια. Εἰς τὸν πύραυλον χρησιμοποιεῖται μῆγμα καυσίμου ούσίας μετὰ τοῦ ἀπαιτουμένου διὰ τὴν καῦσιν ὁξυγόνου. Ἡ παραγομένη ἐντὸς αὐτοῦ ἀπαραίτητος ποσότης ἀερίων ἔξερχεται καὶ κινεῖται πρὸς τὰ ὅπιστα, τὸ ὅλον δὲ ὅχημα, ὡς ἐκ τῆς ἀρχῆς τῆς ἀντιδράσεως, προωθεῖται πρὸς τὴν ἀντίθετον φοράν. Τὸ παραγόμενον ἀέριον εύρισκεται ὑπὸ ὑψηλὴν θερμοκρασίαν καὶ πίεσιν, οὕτω δέ, ἔξερχόμενον, ὑφίσταται ἐκτόνωσιν πρὸς μίαν διεύθυνσιν, δίδον κίνησιν εἰς τὸ ὅχημα, ἀκριβῶς, πρὸς τὴν ἀντίθετον κατεύθυνσιν.

γ. Ἡ τεχνικὴ τῶν πυραύλων ἐν προκειμένῳ ἔχει προχωρήσει ἔξαιρετικὰ καὶ συνεχῶς ἔξελισσεται. Προτιμῶνται ἐν γένει τὰ ὑγρὰ καύσιμα, διότι ἡ ρύθμισις τῆς καύσεώς των εἶναι εὔκολωτέρα.

δ. Ἱδεώδης λύσις, ἐν προκειμένῳ, θὰ ἥτο ἡ χρησιμοποίησις τῆς ἀτομικῆς ἐνέργειας. Θὰ εἴχομεν ἐλάχιστον βάρος καυσίμου ὅλης, ἐν σχέσει μὲ τὴν παραγομένην ἐνέργειαν. Δὲν δυνάμεθα δύως ἀκόμη νὰ προχωρήσωμεν εἰς τὴν λύσιν αὐτῆν, διὰ δύο λόγους. Πρῶτον, διότι τὸ βάρος τοῦ ἀτομικοῦ ἀντιδραστῆρος θὰ ἥτο τεράστιον· καὶ δεύτερον, διότι δὲν εἶναι εὔκολον νὰ μετατρέψωμεν τὴν παραγομένην ἀτομικήν ἐνέργειαν εἰς κινητικήν ἐνέργειαν (ἐπιτάχυνσιν).

ε. Ἐχουν κατασκευασθῆ διαφόρων τύπων πύραυλοι. Τελευταῖος τύπος εἶναι ὁ πύραυλος «Κρόνος V» (εἰκ. 35α καὶ 35β), διὰ τοῦ ὅποιού ἔξετο εύθησαν τὰ διαστημόπλοια τοῦ προγράμματος «Ἀπόλλων».

150. Τοποθέτησις δορυφόρου ἐπὶ τροχιᾶς. **α.** Ἐπειδὴ ἡ γῆ περιστρέφεται περὶ τὸν ἄξονά της ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς, ἡ ἐκτόξευσις τῶν δορυφόρων γίνεται κατὰ τὴν ἴδιαν διεύθυνσιν. Γίνεται δὲ τοῦτο, διὰ νὰ ἐκμεταλλευθῶμεν καὶ τὴν ταχύτητα περιστρο-



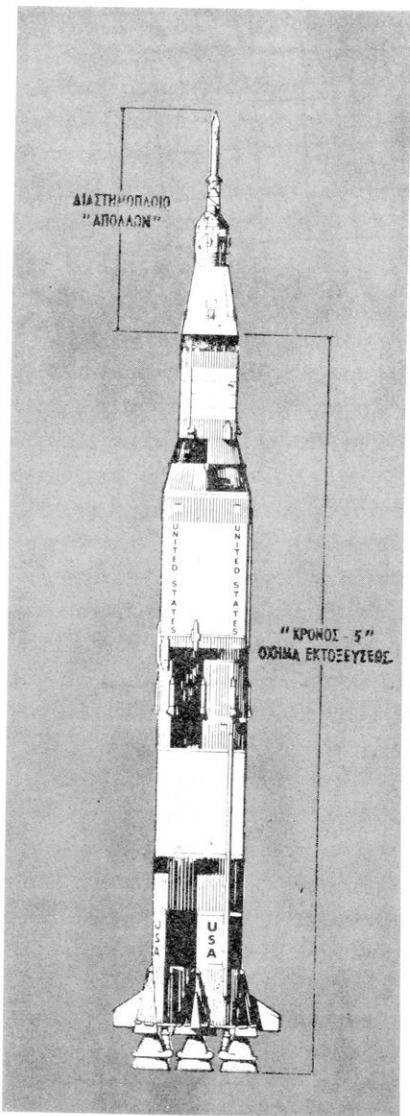
Σχ. 41.

φῆς τῆς γῆς εἰς τὴν προώθησιν τοῦ πυραύλου. Εἰς τὸν ἴσημερινόν, ἐφαπτομενική ταχύτης περιστροφῆς τῆς γῆς εἶναι 465 m/sec . εἰς γεωγραφικὸν πλάτος 30° γίνεται 402 m/sec καὶ εἰς πλάτος 45° εἶναι 328 m/sec .

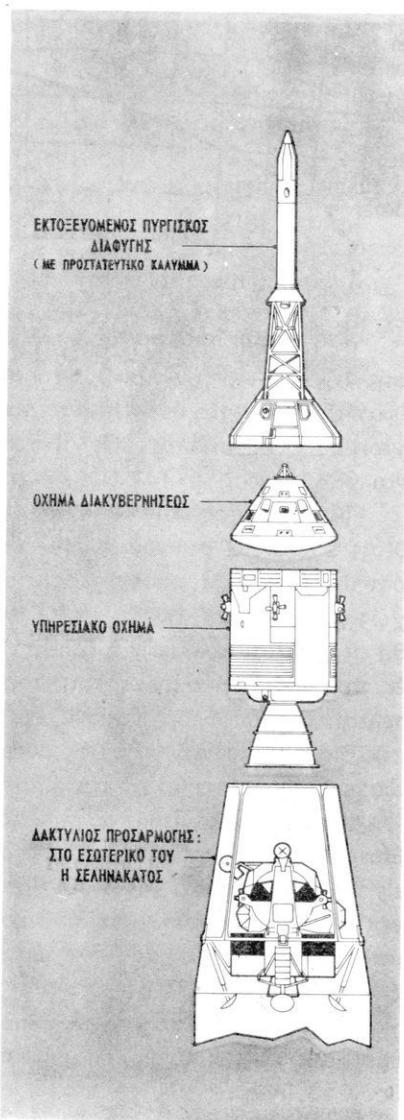
β'. Ἡ ἑκτόξευσις γίνεται κατ' ἀρχὰς κατακορύφως (σχ. 41, θέσις 1), ἀλλὰ συντόμως δι' εἰδικοῦ μηχανισμοῦ, λαμβάνει ὁ πύραυλος κλίσιν ὡς πρὸς τὸ ὄριζόντιον ἐπίπεδον (θέσις 2) καὶ, συνεχῶς ἀνυψούμενος, φθάνει εἰς τὸ σημεῖον, εἰς τὸ ὅποιον θὰ τοποθετηθῇ εἰς τροχιὰν κυκλικὴν ἥ ἔλειπτικὴν (θέσις 6). Τοῦτο ὑπολογίζεται ἐκ προτέρου, ἀναλόγως τοῦ προγράμματος, τὸ ὅποιον ἔχει νὰ ἐκτελέσῃ ὁ δορυφόρος. Κανονίζεται τὸ ψηφος καὶ ἀναλόγως αὐτοῦ καὶ τῆς διευθύνσεως τῆς τροχιᾶς ρυθμίζεται ἡ ταχύτης τοῦ δορυφόρου, ὡστε νὰ τοποθετηθῇ εἰς τὴν προϋπολογισθεῖσαν τροχιάν.

Μετὰ τὴν καῦσιν τοῦ πρώτου όρόφου τοῦ πυραύλου (σχ. 41, θέσις 3), ἀποχωρίζεται οὗτος τοῦ ὑπολοίπου ὀχήματος καὶ πίπτει εἰς τὴν γῆν (θέσις 5), ἐνῷ συγχρόνως, πυροδοτεῖται ὁ δεύτερος όροφος. Μετὰ τὴν καῦσιν καὶ τοῦ όρόφου τούτου, τὸ ὑπόλοιπον ὄχημα διαγράφει τροχιάν, σχεδὸν παράλληλον πρὸς τὸν ὄριζοντα (θέσεις 4 ἔως 6). Τότε, ἀρχίζει ἡ ἔλευθέρα πτῆσις (θέσις 4) λόγω ἀδρανείας. Εἰς τὸ χρονικὸν αὐτὸν διάστημα ἐπεμβαίνουν οἱ σταγόνες ἐλέγχου, οἱ εύρισκόμενοι ἐπὶ τῆς γῆς, οἱ ὅποιοι παρακολουθοῦν τὸ ὄχημα.

γ'. Ἡ διάρκεια ζωῆς τοῦ δορυφόρου, δηλαδὴ ὁ χρόνος, καθ' ὃν οὗτος θὰ κινήται ἐπὶ τῆς τροχιᾶς του, ἔχαρταται κυρίως ἀπὸ τὸ ψηφος, εἰς τὸ διποῖον περιφέρεται καὶ ἀπὸ τὴν μορφὴν τῆς τροχιᾶς του. Ἐὰν κινήται πλησίον τῆς γῆς, ὅπου ἡ ἀτμόσφαιρα εἶναι κάπως πυκνή, λόγω τῆς τριβῆς, οὗτος θὰ πε-



Εικ. 35α. Ο πύραυλος Κρόνος V, διά του δποίου ἔξετοξεύθησαν τά διαστημόπλοια «'Απόλλων».



Εικ. 35β. Τὰ τέσσαρα κύρια μέρη τοῦ διαστημοπλοίου «'Απόλλων».

ριφέρεται όλονταν καὶ ἐπὶ μικροτέρας τροχιᾶς, διότι ὑπόκειται συνεχῶς εἰς βραδεῖαν «πτῶσιν», πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ πλανήτου μας. Ἐπίσης, ἔαν ἡ τροχιὰ του εἴναι πολὺ ἐλλειπτικὴ καὶ πάλιν ἡ διάρκεια ζωῆς του είναι σχετικῶς μικρά. Συνήθως, κυμαίνεται ἀπὸ μερικούς μῆνας μέχρι 10.000 ἥτη ἡ καὶ περισσότερον, ὅπως προβλέπεται δι'. αὐτούς.

151. *Ἐρευναὶ διὰ τῶν τεχνητῶν δορυφόρων. α'.* Ἀπὸ τῆς 4ης Ὑπερβολικοῦ 1957, ὅπότε ἐτέθη εἰς τροχιὰν ὁ δορυφόρος Sputnik I, ἔχουν ἐκτοξευθῆ πολλαὶ ἐκατοντάδες τεχνητῶν δορυφόρων, μὲ σκοπὸν τὴν ἐκτέλεσιν εἰδικῶν ἐπιστημονικῶν προγραμμάτων.

Ο Sputnik I ἐμέτρησε τὴν θερμοκρασίαν καὶ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, ἀπὸ τοῦ ὑψους τῶν 80 km καὶ ἄνω. Εύρεθη, ὅτι ἡ πυκνότης τῆς ἀτμοσφαιρίας μεταβάλλεται μεταξύ ἡμέρας καὶ νυκτὸς ἢ μὲ τὰς ἐποχὰς τοῦ ἔτους. Εἰς τὸ ὑψος τῶν 500 km ἡ πυκνότης της, κατὰ τὴν ἡμέραν είναι 3 - 4 φοράς μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν πυκνότητα κατὰ τὴν νύκταν καὶ εἰς τὰ 1.500 km ἡ πυκνότης κατὰ τὴν ἡμέραν είναι 80 φοράς μεγαλυτέρα τῆς νυκτερινῆς πυκνότητος. Ο Sputnik I διέγραψεν ἐλλειπτικὴν τροχιάν. Βραδύτερον ἔξετοξεύθησαν cī Sputnik II καὶ III.

β'. Τὸ 1958, οἱ Explorer 1 καὶ Explorer 3 ἀνεκάλυψαν τὰς ζώνας ἀκτινοβολίας Van Allen (§ 82β). Ἐπίσης, ἄλλοι τεχνητοὶ δορυφόροι ἐμέτρησαν διάφορα στοιχεῖα τῆς γηίνης ἀτμοσφαιρίας εἰς μεγάλα ὑψη, καθὼς καὶ τὰς διαφόρους ἀκτινοβολίας (ἀκτίνας X, ὑπεριώδη ἀκτινοβολίαν κ.λπ.). Ἐμέτρησαν ἐπίσης τοὺς μετεωρίτας, τοὺς κινουμένους εἰς τὸ διάστημα. Ἰδιαιτέρως, ὁ Explorer 6 (1959) ἐμέτρησε τὸ μαγνητικὸν πεδίον τῆς γῆς, τὰς ζώνας ἀκτινοβολίας καὶ τὴν μετάδοσιν τῆς ραδιοακτινοβολίας.

γ'. Βραδύτερον (1962), ἄλλοι δορυφόροι ἔφερον μεθ' ἑαυτῶν μικρὰ τηλεσκόπια καὶ ἄλλα ἀστρονομικὰ ὄργανα, μὲ τὰ ὅποια ἔξετελεσαν ἐνδιαφερούσας παρατηρήσεις τοῦ ἡλίου, διότι ἐκεῖ ὑψηλὰ δὲν ἐμποδίζει εἰς τοῦτο ἡ ἀτμόσφαιρα τῆς γῆς. Αὔτοὶ οἱ δορυφόροι ὠνομάσθησαν «τροχιακὰ ἡλιακὰ παρατηρητήρια», ἔτεροι δὲ ἔξετέλεσαν παρατηρήσεις τῶν ἀστέρων.

δ'. Ἐπίσης, οἱ δορυφόροι μὲ τὰ ὀνόματα Tíros καὶ Nimbus ἐστάλησαν μὲ εἰδικὸν πρόγραμμα μελέτης τῆς ἀτμοσφαιρίας, τὸ ὅποιον ἀνεφέρετο εἰς τὴν πρόγνωσιν τοῦ καιροῦ. Είναι οἱ μετεωρογικοὶ δορυφόροι.

ε'. Έχομεν άκόμη και τους τηλεπικοινωνιακούς δορυφόρους, οι όποιοι χρησιμοποιούνται εύρεως διά τὴν εὔκολον και ταχυτάτην ἀναμετάδοσιν εἰδήσεων μεταξύ τῶν ἡπείρων, ραδιοφωνικῶν προγραμμάτων, καθώς και προγραμμάτων τηλεοράσεως. 'Ο Courier IB (1960) — ζωῆς 1.000 ἑτῶν — εἶναι ὁ πρώτος τηλεπικοινωνιακὸς δορυφόρος, ὁ όποιος διά διαφόρων διόδων (καναλιῶν), δύναται νὰ μεταβιβάζῃ μέχρις 68.000 λέξεις κατὰ λεπτόν. Εἰς εὐρεῖαν χρῆσιν εἶναι και οι Telstar, εἰδικοὶ διά διηπειρωτικὰς μεταβιβάσεις προγραμμάτων τηλεοράσεως και τηλεφωνικῆς ἐπικοινωνίας.

στ'. Εξ ἄλλου, οἱ ναυτιλιακοὶ διρυφόροι προσδιορίζουν μὲ ἀκρίβειαν τὴν θέσιν τῶν πλοίων ἐπὶ τῶν ὥκεανῶν και τὰ διευκολύνουν εἰς τὴν ἔκτελεσιν τῶν δρομολογίων των, κατὰ τὸν συντομώτερον και ἀσφαλέστερον τρόπον. Οἱ γεωδαιτικοὶ διρυφόροι μελετοῦν τὸ ἀκριβὲς σχῆμα τῆς γῆς, ἄλλοι δὲ χρησιμοποιοῦνται ἀκόμη και διά τὴν ἀνίχνευσιν κοιτασμάτων πετρελαίου, μετάλλων ἢ και θαλασσίου πλούτου.

152. Εξέδραι τοῦ διαστήματος. α'. Εἰς τὸ πρόγραμμα ἐρευνῶν τοῦ διαστήματος περιλαμβάνεται και ἡ κατασκευὴ μονίμου ἔξεδρας, κινουμένης περὶ τὴν γῆν. 'Απὸ πολλῶν ἑτῶν δ W. von Braun ἔξεπόνησε τὰ σχέδια ἔξεδρας, ἡ όποια θὰ περιφέρεται διαρκῶς πέριξ τῆς γῆς, εἰς μίαν ἀπόστασιν 1.000 km ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς. 'Ως πρὸς τὸν σκοπὸν τῆς κατασκευῆς τῆς, δ Braun ἔγραψε (1958) τὰ ἔξῆς: «'Ο Σταθμὸς τοῦ διαστήματος (ἔξεδρα τοῦ διαστήματος), μὲ ὅλας τὰς δυνατότητάς του διὰ τὴν ἐρευναν τοῦ διαστήματος, διὰ τὴν ἐπιστημονικήν πρόοδον, ἀλλὰ και διὰ τὴν διατήρησιν τῆς εἰρήνης (ἢ διὰ τὸν ἔξαφανισμὸν τοῦ πολιτισμοῦ μας), δύναται νὰ κατασκευασθῇ. Διὰ πολλοὺς λόγους, ἡ κατασκευὴ τοῦ Σταθμοῦ αύτοῦ εἶναι ἀναπόφευκτος ἀνάγκη, οὐχὶ δὲ δλιγάτερον λόγω τῆς ἀκορέστου περιεργείας τοῦ ἀνθρώπου, δὲ όποιος κάποτε (εἰς τὸ παρελθόν), ὠδηγήθη εἰς τὴν θάλασσαν και ἀκολούθως εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν... 'Εὰν δὲ Σταθμὸς οὗτος δέν γίνῃ μὲ τὸν σκοπὸν τῆς διατήρησεως τῆς εἰρήνης, τότε θὰ πραγματοποιηθῇ δι' ἄλλους λόγους, ὅπως εἶναι ὁ ἀφανισμός».

Εἰς τὴν ἔξεδραν αύτὴν ὑπολογίζεται, διτὸς θὰ ὑπάρχουν χῶροι διὰ τὴν συνεχῆ διαμονὴν 20 ἢ και περισσοτέρων ἀτόμων, τὰ διοικητικὰ ἔκτελον ὀρισμένα προγράμματα ἐρεύνης. Δύνανται νὰ μεταφέρουν διαφόρους ἐνεργείας τοῦ ἀνθρώπου ἐπὶ τοῦ πλανήτου μας.

β'. Αἱ ἔξεδραι τοῦ διαστήματος ἔχουν και ἔνα ἄλλον σκοπὸν. Δύνανται νὰ χρησιμοποιοῦνται και ὡς πεδία, ἀπὸ τὰ διοικητικὰ ἔκκινον διαστημόπλοια διὰ τὸν πέραν τῆς γῆς χῶρον. 'Η ἀπὸ τοῦ πεδίου τῆς ἔξεδρας ἐκτόξευσις θὰ εἶναι πολὺ

εύκολωτέρα, διότι, πρακτικῶς δὲν θὰ ύπάρχῃ τὸ ἐμπόδιον τῆς ἀντιστάσεως τῆς ἀτμοσφαίρας.

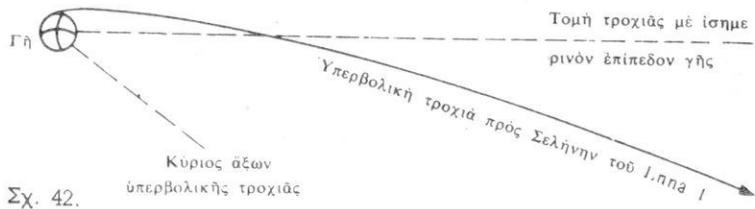
γ'. Ὡς πρώτη ἔξεδρα τοῦ διαστήματος ἔξετοξεύθη τὸ 1973 τὸ διαστημικὸν ἑργαστήριον Skylab (Σκάιλαμπ) διὰ πυραύλου Κρόνου, διοίου πρὸς τοὺς χρησιμοποιηθέντας κατὰ τὸ πρόγραμμα «'Απόλλων». Ἐν συνεχείᾳ ἀπεστάλησαν καὶ εἰργάσθησαν ἐπ' αὐτοῦ τρία πληρώματα ἐκ 3 ἀστροναυτῶν ἕκαστον, ἐκ τῶν ὅποιών τὸ πρῶτον παρέιεινε ἐπὶ τοῦ Skylab 28 ἡμέρας, τὸ δεύτερον 56 καὶ τὸ τρίτον 85 ἡμέρας. Μεταξὺ τῶν ἑκτελεσθέντων πειραμάτων περιελαμβάνοντο παρατηρήσεις τοῦ 'Ηλίου καὶ ἄλλων ἀστέρων, γεωγραφικοί, ὥκεανογραφικοί καὶ μετεωρολογικοί παρατηρήσεις τῆς γῆς, καθὼς καὶ μελέτη τῆς ἀντοχῆς τοῦ ἀνθρωπίνου δργανισμοῦ ὑπὸ συνθήκας μηδενικῆς βαρύτητος ἐπὶ μακρὸν χρόνον.

153. Διαστημόπλοια. Α'. Γενικά. α'. Εἰς τὸ εύρυτερον πρόγραμμα ἔρευνης τοῦ διαστήματος περιλαμβάνεται καὶ ἡ ἀποστολὴ διαστημοπλοίων εἰς τὸν πέραν τοῦ πεδίου ἔλξεως τῆς γῆς χῶρον, ἡ ὅποια ἦδη μερικῶς ἔχει πραγματοποιηθῆ.

Τὰ διαστημόπλοια ἔχουν σκοπὸν νὰ ἐρευνήσουν : α) Τὸν χῶρον, ὁ ὅποιος ὑπάρχει μεταξὺ γῆς, σελήνης, πλανητῶν καὶ τοῦ ἥλιου καὶ β) τὰ ἄλλα οὐράνια σώματα, ὅπως εἰναι ἡ σελήνη, ἡ 'Αφροδίτη, ὁ 'Ερμῆς, ὁ 'Αρης, ὁ Ζεύς, ὁ Κρόνος, ὁ Οὐρανός, ὁ Ποσειδῶν καὶ ὁ Πλούτων.

β'. Εἰς τὴν ἐπιτυχίαν ἀποστολῆς διαστημοπλοίων εἰς τὸ διάστημα συνετέλεσαν πρωτίστως δύο παράγοντες. Ἡ τεχνικὴ ἐπιστήμη, μὲ τὴν βοήθειαν τῆς ὅποιας ἐσχεδιάσθησαν καὶ κατεσκευάσθησαν ἴσχυροὶ πύραυλοι ἐκτοξεύσεως μεγάλων μαζῶν, εἰδίκαι ὁ διαστημοσυσκευαὶ μὲ ἄρτιον ἐξοπλισμὸν καὶ ἔξαίρετα ἡλεκτρονικὰ συστήματα παρακολουθήσεως καὶ ἐλέγχου τῶν διαστημικῶν πτήσεων· ἀλλὰ καὶ ἡ μαθηματικὴ ἐπιστήμη, διότι ἔλυσε πολλὰ καὶ δύσκολα προβλήματα, σχετικὰ μὲ τὴν εὑρεσιν τῶν τροχιῶν, τὰς ὅποιας ἔπρεπε νὰ ἀκολουθήσουν τὰ διαστημόπλοια.

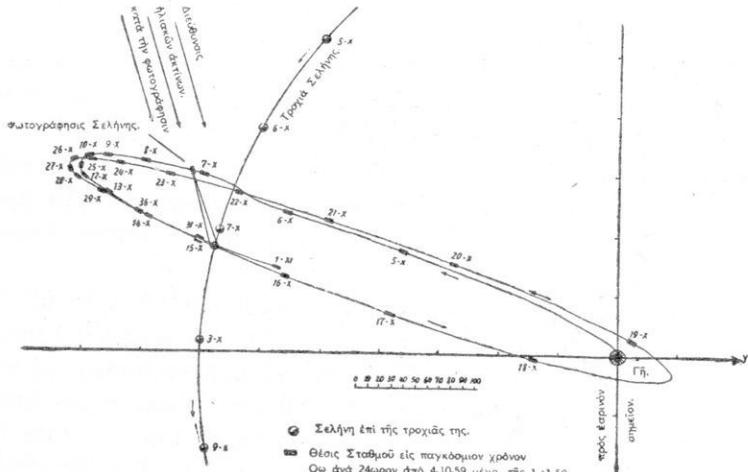
γ'. Τὸ πρῶτον διαστημόπλοιον, τὸ ὅποιον ἔξετοξεύθη μὲ τὸν σκοπὸν νὰ καταστῇ τεχνητὸς πλανήτης, ἦτο τὸ ρωσικὸν Luna 1 (1959). Διῆλθε πλησίον τῆς σελήνης καὶ διετήρησεν ἐπαφὴν μὲ τὴν γῆν, μέχρι τῆς ἀποστάσεως τῶν 6.000.000 km. Ἡκόλούθησεν ὑπεργολικὴν τροχιὰν (σχ. 42). Τοῦ ἐδόθη ταχύτης 13 km/sec, ἦτοι 1,8 km/sec μεγαλυτέρα τῆς ταχύτητος διαφυγῆς. Τὸ 1959 ἔξετοξεύθη ὑπὸ τῶν Ἀμερικανῶν ὁ τεχνητὸς πλανήτης Pioneer 4, ὁ ὅποιος διῆλθεν εἰς ἀπόστασιν 60.000 km ἀπὸ τῆς σελήνης καὶ ἦτο εἰς τη-



λεπτικονωνίαν μὲ τὴν γῆν μέχρις ἀποστάσεως 650.000 km.

Β'. Διαστημόπλοια πρὸς τὴν σελήνην καὶ δορυφόροι τῆς σελήνης. α'. Τὸ πρῶτον διαστημόπλοιον, τὸ ὅποιον ἔφθασεν εἰς τὴν σελήνην, ἐπροχώρησε πέραν αὐτῆς καὶ ἡκολούθησεν ἐλλειπτικὴν τροχιάν, ἐπλησίασε δὲ ἐκ νέου τὸν πλανήτην μας, εἶναι ὁ Luna 3. Ἀνεχώρησεν ἐκ τῆς γῆς τὴν 4 - 10 - 1959. Τὴν 6ην πρὸς 7ην Ὁκτωβρίου εύρισκετο ὅπισθεν τῆς σελήνης (σχ. 43). ἔλαβεν, ἐξ ἀποστάσεως 60.000 km, πολλὰς φωτογραφίας τῆς ἀօράτου πλευρᾶς της, ἢ ὅποια τότε ἐφωτίζετο ὑπὸ τοῦ ἥλιου καὶ τὰς ἀπέστειλεν εἰς τὴν γῆν. Ὁ Luna 3 ἔπειτα κατεστράφη.

β'. Τὸ ἔτος 1966 προσεδαφίσθησαν ὅμαλῶς ἐπὶ τοῦ « ὠκεανοῦ τῶν καταιγίδων » ὁ Luna 9 τῶν Ρώσων καὶ ὁ Surveyor 1 (Σερβέϋορ)



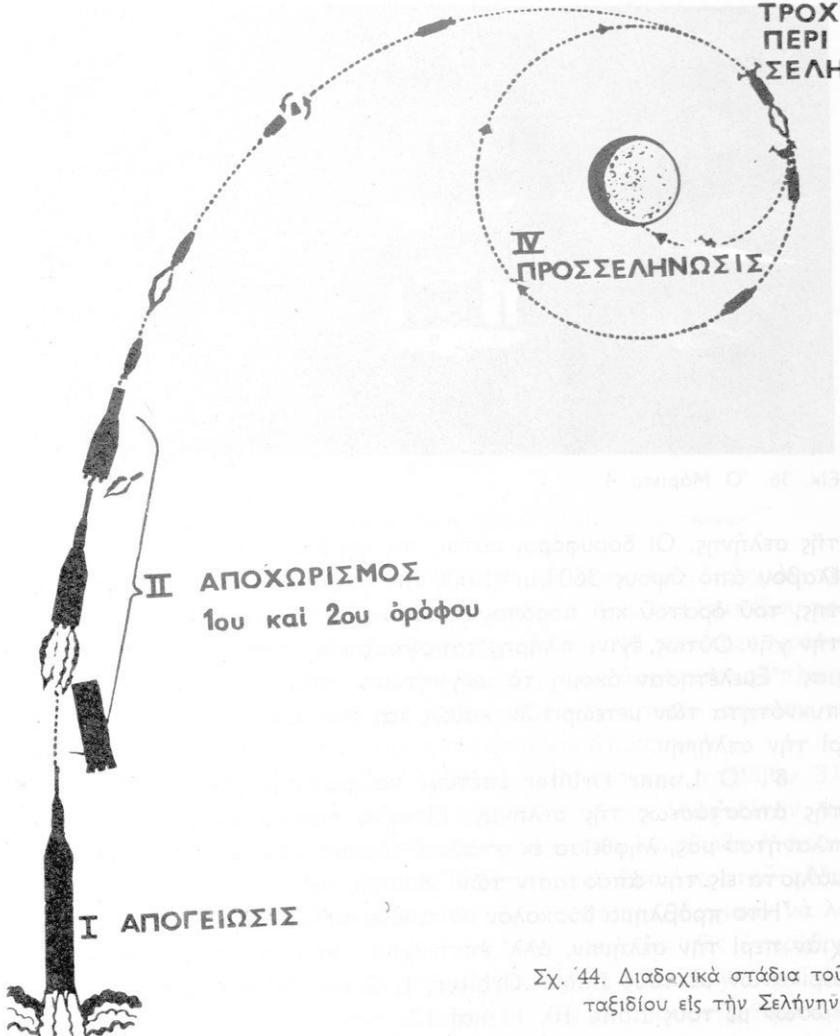
Σχ. 43. Τροχιὰ τοῦ Luna 3 ἀπὸ 4ης Ὁκτωβρίου ἔως 1ης Νοεμβρίου 1959.

**III ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΙΣ ΕΙΣ
ΤΡΟΧΙΑΝ ΠΕΡΙ ΤΗΝ
ΣΕΛΗΝΗΝ**

IV ΠΡΟΣΣΕΛΗΝΩΣΙΣ

**II ΑΠΟΧΩΡΙΣΜΟΣ
1ου και 2ου όροφου**

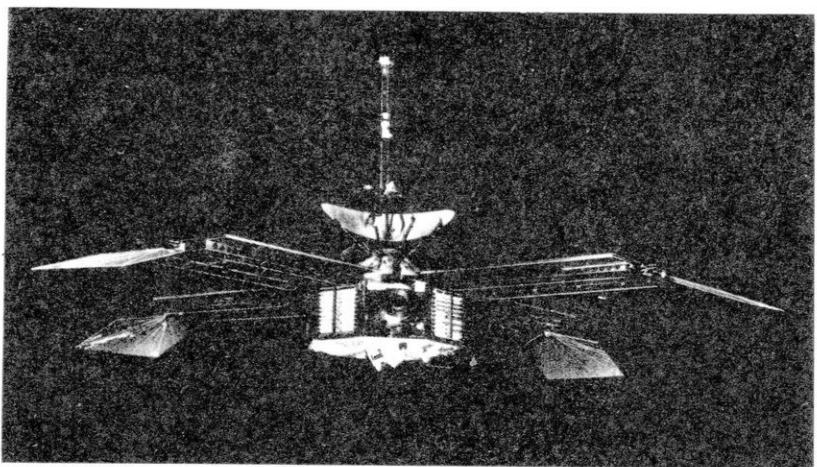
I ΑΠΟΓΕΙΩΣΙΣ



Σχ. 44. Διαδοχικά στάδια του
ταξιδίου εις τήν Σελήνην.

τῶν Ἀμερικανῶν. Ἐλαβον χιλιάδας φωτογραφιῶν τῆς ἐπιφανείας τῆς σελήνης, τῶν ἀνωμαλιῶν καὶ τῶν ὁρέων τῶν περιοχῶν, εἰς τὰς ὅποιας προσεδαφίσθησαν, καὶ τὰς ἀπέστειλαν εἰς τὴν γῆν (σχ. 44).

γ'. Ἡ μελέτη τῆς σεληνιακῆς ἐπιφανείας συνεπληρώθη τὰ ἔτη 1966 - 1968, τὰ μέγιστα, μὲ τὴν βοήθειαν τῶν τεχνητῶν διορυφόρων



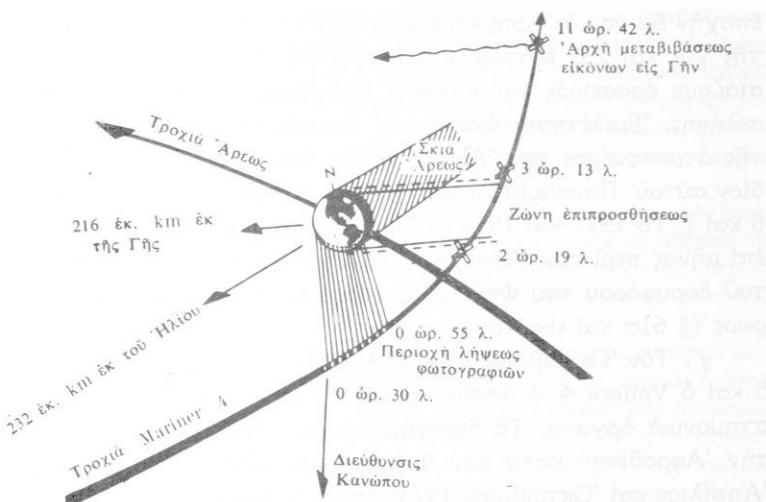
Εικ. 36. 'Ο Μάρινερ 4.

τῆς σελήνης. Οἱ δορυφόροι οὗτοι, περιφερόμενοι περὶ τὴν σελήνην, ἔλαβον ἀπὸ ὕψους 360 km - 1.000 km φωτογραφίας τῆς ἐπιφανείας της, τοῦ ὄρατοῦ καὶ ἀօράτου ἡμισφαιρίου, καὶ τὰς ἀπέστειλαν εἰς τὴν γῆν. Οὕτως, ἔγινε πλήρης τοπογραφικὸς χάρτης τοῦ δορυφόρου μας. Ἐμελέτησαν ἀκόμη τὸ μαγνητικὸν πεδίον τῆς σελήνης, τὴν πυκνότητα τῶν μετεωριτῶν, καθὼς καὶ διαφόρους ἀκτινοβολίας περὶ τὴν σελήνην.

δ'. 'Ο Lunar Orbiter ἐπέτυχε νὰ φωτογραφήσῃ τὴν γῆν ἐκ τῆς ἀποστάσεως τῆς σελήνης. Εἶναι ἡ πρώτη φωτογραφία τοῦ πλανήτου μας, ληφθεῖσα ἐκ σταθμοῦ εύρισκομένου ἐκτὸς τῆς γῆς καὶ μάλιστα εἰς τὴν ἀπόστασιν τῶν 380.000 km.

Ήτο πρόβλημα δύσκολον νὰ τεθοῦν οἱ δορυφόροι οὗτοι εἰς τροχιάν περὶ τὴν σελήνην, ὅλλ' ἐπετεύχθη τοῦτο, τόσον ὑπὸ τῶν Ἀμερικανῶν μὲ τοὺς Lunar Orbiter, 1, 2 καὶ 3, ὅσον καὶ ὑπὸ τῶν Ρώσων μὲ τοὺς Luna 10, 11 καὶ 12.

Γ'. Διαστημόπλοια πρὸς τοὺς πλανήτας. α'. Τὸν Αὔγουστον τοῦ 1962 οἱ Ἀμερικανοὶ ἔξετόξευσαν ἐπιτυχῶς τὸν Mariner 2, μὲ τὸν σκοπὸν νὰ πλησιάσῃ τὸν πλανήτην Ἀφροδίτη. Πρὸς τοῦτο, ἐτέθη οὗτος εἰς προϋπολογισθεῖσαν τροχιάν περὶ τὸν ἥλιον. Ἔγινε δηλαδὴ



Σχ. 45. Τροχιά τοῦ Μάρινερ 4, διερχομένου πλησίον τοῦ "Αρεως.

τεχνητὸς πλανήτης. Ἀλλ' ὑπελογίσθη νὰ διαγράψῃ τροχιὰν τοι-
αύτην, ὡστε τὸ ἐπίπεδόν της νὰ εύρισκεται ἐγγὺς τοῦ ἐπιπέδου τρο-
χιᾶς τῆς Ἀφροδίτης καὶ ἡ ἐκτόξευσις ἔγινεν εἰς τοιοῦτον χρόνον,
ὡστε νὰ συμπέσῃ νὰ διέρχωνται ταυτοχρόνως ἀμφότεροι οἱ πλανῆ-
ται — Ἀφροδίτη καὶ Mariner 2 — ἀπὸ τὸ ἐγγύτερον σημεῖον τῆς
τροχιᾶς των, διὰ νὰ ἔχουν τὴν πλησιεστέραν ἀπόστασιν.

Ο Mariner 2 εἶχε βάρος 200 kgr καὶ, κατόπιν ταξιδίου $3\frac{1}{2}$ μηνῶν, διῆλθεν εἰς ἀπόστασιν 33.000 km ἀπὸ τὴν Ἀφροδίτην, τὴν 14ην Δεκεμβρίου 1962. Κατὰ τὴν διαδρομήν του, διωρθώθη ἡ πορεία του ἐκ τῶν ἐπιγείων σταθμῶν. Περίπου 100 ὥρας προτοῦ φθάσῃ εἰς τὴν μικροτέραν ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς Ἀφροδίτης, ἥρχισαν νὰ λει-
τουργοῦν δύο ἀκτινόμετρα, ἵνα διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ὑπερύθρου ἀκτινοβολίας καὶ ἔτερον διὰ τὴν μέτρησιν μικροκυμάτων. Μετ' ὀλί-
γον, ὁ Mariner 2 μετέδωσεν εἰς τὴν γῆν τὰς μετρήσεις τῆς θερμοκρα-
σίας τῆς Ἀφροδίτης, αἱ τιμαὶ δὲ αὕται σχεδὸν συնέπιπτον μὲ. τὰς γνωστὰς ἐκ τῶν ἀστρονομικῶν παρατηρήσεων.

β'. Τὴν 14ην - 15ην Ιουλίου 1965, κατόπιν ταξιδίου 228 ἡμε-
ρῶν, ὁ Mariner 4 ἐπλησίασε τὸν Ἀρην εἰς ἀπόστασιν 10.000 km
(εἰκ. 36 καὶ σχ. 45) καὶ ἔλαβεν 22 φωτογραφίας τοῦ πλανήτου. Τὴν

έπτοχήν έκείνην ό "Αρης εύρισκετο εις άπόστασιν 216 έκατομ. km άπό της γῆς καὶ 232 έκατομ. km ἐκ τοῦ ἡλίου. Αἱ φωτογραφίαι παρουσιάζουν ὄροσειράς καὶ πολλοὺς κρατῆρας, παρομοίους μὲ τοὺς τῆς σελήνης. Ἐμελέτησεν ἀκόμη τὴν θερμοκρασίαν καὶ τὴν πυκνότητα τῆς ἀτμοσφαίρας τοῦ "Αρεως, καθὼς ἔπισης καὶ τὸ μαγνητικὸν πεδίον αὐτοῦ. Παρομοίας παρατηρήσεις ἔξετέλεσαν τὸ 1969 οἱ Mariner 6 καὶ 7. Τὸ 1971 καὶ 1972 οἱ Mariner 9 καὶ Mars 2 καὶ 3, κινούμενοι ἐπὶ μῆνας περὶ τὸν "Αρην, ἔστειλαν φωτογραφίας τοῦ πλανήτου καὶ τοῦ δορυφόρου του Φόβου. Ο Μάρινερ 9 ἔγινε δορυφόρος τοῦ "Αρεως (§ 61α καὶ εἰκ. 16α).

γ. Τὸν Ὁκτώβριον 1967 ἐπλησίασε τὴν Ἀφροδίτην ό Mariner 5 καὶ ό Venera 4, ό δόποιος ἔρριψε ἐπ' αὐτῆς εἰδικὴν ἄκατον μὲ ἐπιστημονικὰ ὅργανα. Τὸ διαστημόπλοιον «Mariner 10» προσήγγισε τὴν Ἀφροδίτην κατὰ τὸν Φεβρουάριον 1974, ἐν συνεχείᾳ δὲ τὸν Ἀπρίλιον καὶ Ὁκτώβριον 1974, ὅτε ἐπλησίασε καὶ τὸν Ἐρμῆν, μετέδωσε τὰς πρώτας φωτογραφίας μὲ λεπτομερείας τῆς ἀγνώστου μέχρι τοῦδε ἐπιφανείας αὐτοῦ.

δ. Τὸ διαστημόπλοιον «Πρωτοπόρος 10» κατὰ τὸν Δεκέμβριον 1973 ἐφωτογράφησε τὸν πλανήτην Δία, ἀκολούθως δὲ κατηυθύνθη πρὸς τὸν Κρόνον. "Υπολογίζεται, ὅτι μετὰ τὸ τέλος τοῦ αἰῶνός μας τὸ διαστημόπλοιον αὐτὸ θὰ εἴναι τὸ πρῶτον ἀντικείμενον, κατεσκευασμένον ἀπὸ ἀνθρωπίνας χειρας, τὸ δόποιον θὰ διαφύγῃ ἀπὸ τοῦ ἡλιακοῦ μας συστήματος. Πληρέστερον πρόγραμμα ἔξετέλεσεν ό «Πρωτοπόρος 11» διελθών τὸν Δεκέμβριον 1974 πλησίον τοῦ Διός.

154. Διαπλανητικὰ ταξίδια. α. Ως τὸ πρῶτον ἐπηγνδρωμένον διαστημόπλοιον δύναται νὰ θεωρηθῇ ό τεχνητὸς δορυφόρος Worstok 1 (1961), ἐπὶ τοῦ δόποιου ἐπέβαινεν ό Ρῶσος ἀστροναύτης Gagarin. Ἐξετέλεσε μίαν περιφορὰν περὶ τὴν γῆν καὶ προσεγειώθη δμαλῶς. "Επειτα ό Ἀμερικανὸς ἀστροναύτης Glenn ἔξετέλεσε τρεῖς περιφορὰς περὶ τὴν γῆν καὶ προσεθαλασσώθη δμαλῶς, ἐπιβαίνων τοῦ διαστημοπλοίου Mercury 6 (1962).

Αἱ πέριξ τῆς γῆς ἐπηγνδρωμέναι πτήσεις συνεχίσθησαν ἔκτοτε μὲ κάπως ταχὺν ρυθμόν, τῶν τοιούτων δὲ δορυφόρων ἐπέβαινον ἀργότερον δύο ἥ τρεῖς ἀστροναύται.

β'. Οἱ ἀστροναῦται, προκειμένου νὰ πετάξουν εἰς τὸ διάστημα, ὑποβάλλονται εἰς πολλὰς καὶ μακροχρονίους ἀσκήσεις. Ἐπιλέγονται συνήθως μεταξύ τῶν ἐμπειροτέρων ἀεροπόρων. Δοκιμάζονται ἀπὸ ἀπόσμεως διαμονῆς των εἰς κλειστὸν χώρον, μεταβολῆς τῆς ἐπιταχύνσεώς των, ψυχικῆς ἀντοχῆς των κ.λπ. Ἐπίσης ἀσκοῦνται εἰς τὴν ἄκριβή καὶ ταχεῖαν ἐκτέλεσιν πολλῶν καὶ λεπτῶν χειρισμῶν, ὡστε νὰ δύνανται νὰ κυβερνήσουν τὸ διαστημόπλοιον ἐπιτυχῶς καὶ νὰ ἔκτελέσουν ποικίλας παρατηρήσεις.

Εἰδικώτερον, ὡς πρὸς τὸ ζήτημα τῆς μεταβολῆς τῆς ἐπιταχύνσεως τῆς βαρύτητος, ἀσκοῦνται, ὡστε νὰ δύνανται ὁ δργανισμός των νὰ ἀνθέξῃ εἰς αὔξησιν τῆς τιμῆς της κατὰ 4 - 9 φοράς ὡς πρὸς τὴν τιμὴν τοῦ g. Ἐπίσης ἔθιζονται, ὡστε νὰ εύρισκωνται ὑπὸ μηδενικήν τιμὴν ($g = 0$), ἵνα κινοῦνται εἰς τὸ διάστημα, χωρὶς νὰ ἔχουν βάρος.

Κατὰ τὴν ἔκκινησίν των τὸ διαστημόπλοιον (ὅταν εύρισκεται ἡ νωμένον μετὰ τοῦ πυραύλου) ἀποκτᾷ εἰς μικρὸν χρονικὸν διάστημα (δλίγων λεπτῶν) ἐπιτάχυνσιν 5 πλασίαν ἢ 9 πλασίαν τῆς ἐπὶ τῆς γῆς. Οὕτω δέ, τὸ βάρος τῶν ἀστροναυτῶν αὔξανε εἰς τὸ 9 πλάσιον. "Οταν ὅμως τεθῇ τοῦτο εἰς τροχιάν, ἡ ἐπιτάχυνσις μηδενίζεται. Ἐπομένως, οἱ ἀστροναῦται περιφέρονται περὶ τὴν γῆν ἢ καὶ περὶ τὴν σελήνην, ἀνεύ ἔλεως τινός, «ἴστανται» δὲ εἰς δρποιανδήποτε θέσιν εύρισκονται, χωρὶς νὰ ἔχουν τὸ αἰσθημα, δτὶ δὲν εἶναι ἐν Ισορροπίᾳ. 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 περιφοράν των. Ἔὰν ἡ τροχιά ἥτο αἰσθητῶς ἔλλειπτική, τότε οἱ ἀστροναῦται θὰ ἐκινοῦντο, ἔχοντες g διάφορον τοῦ μηδενός. Δηλαδὴ θὰ εἶχον βάρος κυματινόμενον. "Οταν οἱ ἀστροναῦται ἔγκαταλείψουν τὴν κυκλικὴν τροχιάν καὶ εἰσέλθουν εἰς τὴν ἀμύσφαιραν τῆς γῆς, πάλιν ἡ ἐπιτάχυνσις αὔξανε καὶ, δταν φθάσουν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς, ἀποκτοῦν τὸ κανονικὸν των βάρως.

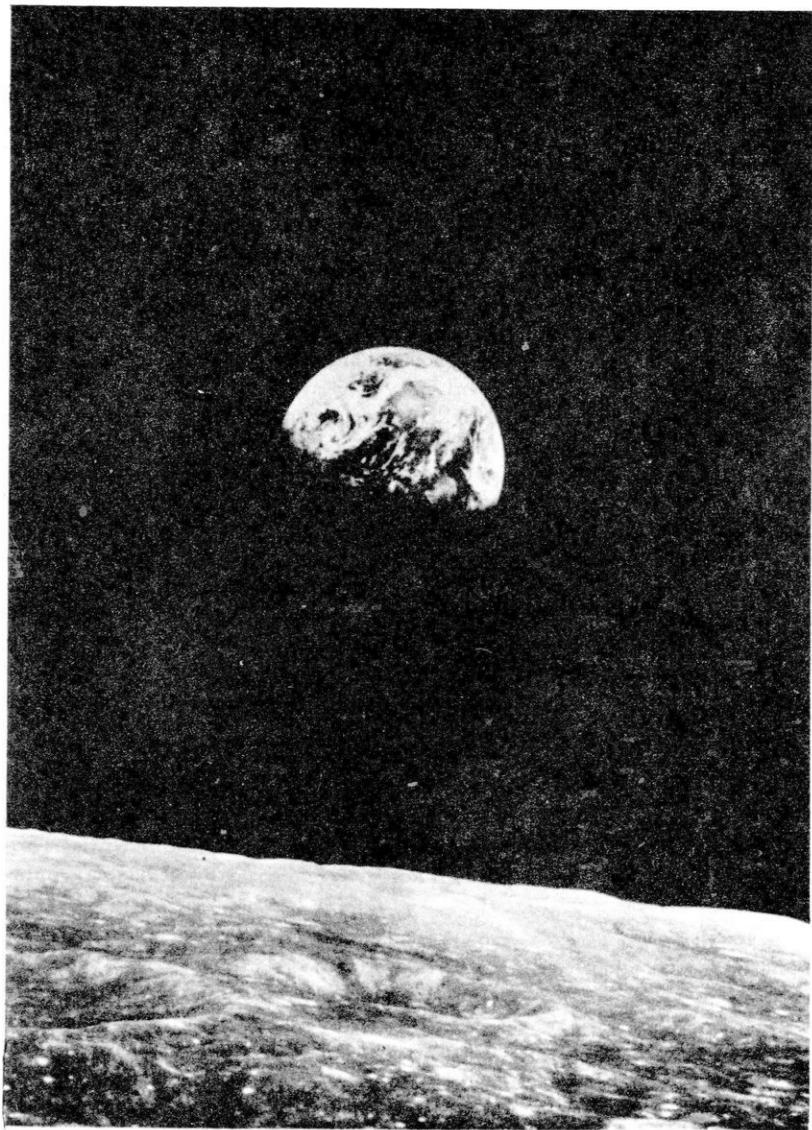
Τὰ μέχρι τοῦτο γενόμενα ταξίδια περὶ τὴν γῆν ἔδειξαν, δτι ὁ ἀνθρωπός, κατόπιν εἰδικῶν ἀσκήσεων, ἔθιζεται εἰς τὰς συνήθηκας τοῦ διαστήματος διὰ χρονικὸν διάστημα 10 ἢ περισσοτέρων ἔβδομαδών.

γ'. Τὸ πρόγραμμα τῶν Ἀμερικανῶν εἰς τὸν τομέα τῶν διαπλανητικῶν ταξιδίων ἐσχεδιάσθη ἀπὸ τοῦ ἔτους 1961 καὶ ἤρχισε πραγματοποιούμενον ἐν συνεχείᾳ ὡς ἀκολούθως :

1ον Πρόγραμμα «Ἐρυμῆς» (Mercury). Κατασκευὴ καὶ ἀποστολὴ πέριξ τῆς γῆς δορυφόρων μὲ πλήρωμα ἔνα δῆμα.

2ον Πρόγραμμα «Δίδυμοι» (Gemini). Κατασκευὴ καὶ ἀποστολὴ πέριξ τῆς γῆς διαστημοπλόιων μὲ πλήρωμα δύο ἀστροναυτῶν. «Περίπατοι» ἀστροναυτῶν εἰς τὸ διάστημα. Συνάντησις διαστημοπλοίων εἰς τὸ διάστημα καὶ ἀποχωρισμὸς αὐτῶν.

3ον Πρόγραμμα «Ἄπολλων» (Apollo). Χρησιμοποίησις μεγαλύτερων καὶ εύρυχωροτέρων διαστημοπλοίων διὰ τρεῖς ἀστροναύτας. Κατασκευὴ μεγάλης προωστικῆς δυνάμεως πυραύλων, διὰ τὴν τοποθέτησιν τῶν διαστημοπλοίων ἐπὶ τροχιαῖς. Εχρησιμοποιήθη διό πύραυλος «Κρόνος V».



Εἰκ. 37. Φωτογραφία τῆς γῆς, αἱώρουμένης εἰς τὸ διάστημα, πλησίον τοῦ ὄριζοντος σεληνιακοῦ τοπίου, ληφθεῖσα ἀπό τὸ «Ἄπόλλων 8».

Τὸ πρόγραμμα «Απόλλων» εἶχεν ὡς τελικὸν σκοπὸν τὴν προσεδάφισιν ἀνθρώπων ἐπὶ τῆς σελήνης. Τὰ κυριώτερα είναι τὰ ἑξῆς :

»Απόλλων 8» (Δεκέμβριος 1968). Ταξίδι τριών δάστροναυτών εις τήν σελήνην, 10 περιφορά περί αύτήν (εις ύψος, 110 km) και έπανοδος εις τήν γην. «Η δάστροστολή αύτη έπετυχε πλήρως (Βλ. εικ. 37).

«Απόλλων 11» (Ιούλιος 1969). Αποστολή τριών αστροναυτών είς σελήνην διά πυραύλου Κρόνος V (εἰκ. 35α, β). Κάθισμα της σεληνιακάτου «Αετός» είς την θάλασσαν της Ήρεμίας και είς μέρος πού είχεν έπιλεγχή από τάς αποστολάς τῶν Lunar Orbiter, τῶν Surveyor και τῶν αστροναυτῶν τοῦ «Απόλλων». Εξόδος τῶν δύο αστροναυτῶν είς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς σελήνης. Λῆψις φωτογραφιῶν, ἔγκατάστασις σεισμογράφου και κατόπτρου ἀκτίνων Λείζερ, μέτρησις ἀκτινοβολιῶν και δειγματοληψία ἐκ τοῦ ἐδάφους.

«Α πόλη ων 12» (Νοέμβριος 1969). Αποστολή τριών αστροναυτών είς τὴν σελήνην. Αποβίβασις τῶν δύο ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας της, ἔγκατάστασις ἐπέρου σεισμογράφου, μαγνητομέτρου καὶ ἀλλων ὄργάνων καὶ μικροῦ «πυρηνικοῦ» ἔργοστασίου ἐνεργείας, διὰ λειτουργίαν ὄργάνων καὶ ἀποστολήν τῶν παραπ-ρήσεων εἰς τὴν γῆν.

«Α πόλη ων 14» (Φεβρουάριος 1971). Η σεληνάκατος «Άνταρτης» προσεδαφίσθη ἐπὶ τῆς δροσειρᾶς Fra Mauro καὶ οἱ ἀστροναῦται ἔξετέλεσαν πλήρως τὴν ἀποστολὴν των.

πρως την αποστολή των 15» ('Ιούλιος 1971). Ή σεληνάκατος «Ιέραξ» κατηγθεν
έππι των Απεννίνων όρεών, πλησίον της χαράδρας Handley. Οι άστροναῦται έκα-
μαν τρεις έξοδους και έχρησενησαν με τὴν βοήθειαν ειδικού αύτοκινθου «Rover»
περιοχὴν δάκτινος πλέον τῶν 50 km.

«Α πόλλων 16» (Απρίλιος 1972). Ή σεληνάκατος προσεδαφίσθη βορείων τού κρατήρος Καρτεσίου. Οι άστροναῦται περισυνέλεξαν πέτρώματα και έκπροσύνησαν διαδούμην 25 km διά τού ειδικού αύτοκινήτου «Rover».

«Απόλλων 17» (Δεκέμβριος 1972). Ή σεληνάκατος προσεδαφίσθη μετά τον κρατήρα Λίττροβ. Αύτη ήτο και η τελευταία των ἀποστολῶν.

155. Τὸ μέλλον τῆς Ἀστροναυτικῆς. ‘Η αὐτοπρόσωπος παρουσία τοῦ ἀνθρώπου εἰς τὰ ἄλλα οὐράνια σώματα δυνοίγει μίαν νέαν ἐποχὴν εἰς τὴν ἐπι- στήμην τοῦ διαστήματος, δημιουργεῖ πολλὰς προοπτικὰς εἰς ποικίλας ἐκδηλώσεις τῆς ἀνθρωπίνης δραστηριότητος καὶ θέτει, ἐκ νέου, ὑπὸ μελέτην καὶ συζήτησιν γενικώτερα προβλήματα περὶ τῆς ζωῆς καὶ τοῦ κόσμου.

Παρά ταῦτα, ἐὰν ληφθῇ ὑπὸ δψιν, δτὶ ἡ ἀπόστασις τῆς σελήνης ἐκ τῆς γῆς, τῶν 384,000 km, μόλις ὑπέρβαλνε τὸ ἐν δευτερόλεπτον τοῦ ἔτους φωτός, ένδρ ή ἀκτὶς τοῦ διου σύμπαντος ἀνέρχεται εἰς δέκα καὶ πλέον δισεκατομμύρια ε.φ., γίνεται φαινερόν, δτὶ δ ἄνθρωπος μόλις κατώρθωσε νὰ πραγματοποιήσῃ μικρότατον βῆμα ἐντὸς τοῦ σύμπαντος καὶ δτὶ δὲν εἶναι δρόθιν νὰ λέγεται δτὶ θὰ καταστῇ δ «κατακτητής του»!

ΒΙΟΓΡΑΦΙΑΙ

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

Ο Ἑραστοσθένης (περίπου 284 - 192 π.Χ.) εἶναι ὁ πρῶτος, δόσις ἐμέτρησε τὸ μέγεθος τῆς γῆς, μὲν ἀρκετὴν μάλιστα ἀκρίβειαν, κατὰ τὸ 250 π.Χ. Οὗτος κατεμέτρησε τὸ μῆκος τοῦ τόξου τοῦ μεσημβρινοῦ, τοῦ περιλαμβανομένου μεταξύ Ἀλεξανδρείας καὶ Συῆνης. Εὗρεν, ὅτι τούτῳ ἦτο ἵσον μὲ 7° 12' καὶ ὅτι εἶχε μῆκος 5000 σταδίων. Συνεπῶς, τὸ μῆκος τοῦ δόλου μεσημβρινοῦ ἀνήρχετο εἰς 250.000 στ. = 39.375.000 π. διότι τὸ στάδιον ἴσοῦτο πρὸς 157,5 m.

Ο Ἰππαρχος (περίπου 180 - 120 π.Χ.) ὑπῆρξεν ἐκ τῶν μεγαλυτέρων ἀστρονόμων ὅλων τῶν ἐποχῶν. Εἰς αὐτὸν ὀφείλεται ἡ ἀνακάλυψις καὶ τῆς τρίτης κινήσεως τῆς γῆς, τῆς καλουμένης μεταπτώσεως, ἀλλὰ καὶ τόσων ἄλλων, ὡστε δικαίως ὀνομάσθη «πατήρ τῆς Ἀστρονομίας».

Ο Κλαύδιος Πτολεμαῖος (B' αἰών μ.Χ.) θεωρεῖται, ἐπίσης, ἐκ τῶν μεγαλύτερων ἀστρονόμων. Τὸ ἔργον του «Μαθηματικὴ Σύνταξις» εἶναι τὸ σημαντικώτερον ἀστρονομικὸν βιβλίον τῆς ἀρχαιότητος.

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

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

E. Barnard (1857 - 1923). Ἐπιφανής Ἀμερικανὸς ἀστρονόμος, ἀσχοληθεὶς περισσότερον μὲ τὴν ἀπαρίθμησιν καὶ σπουδὴν τῶν μεγάλων σκοτεινῶν νεφελώμάτων.

Wernher von Braun, διάσημος Γερμανὸς τεχνικὸς ἐπὶ τῶν πυραύλων καὶ τῆς διαστημικῆς ἐρεύνης, γεννηθεὶς τὸ 1912. Ἀπὸ τοῦ 1946 ἐργάζεται ἐν Ἀμερικῇ. Τὸ 1958 ἔξετόξευσε τὸν πρῶτον ἀμερικανικὸν δορυφόρον « Explorer ». Θεωρεῖται ὡς ὁ μεγαλύτερος εἰδικὸς ἐπὶ τῆς ἐρεύνης τοῦ διαστήματος, διὰ τῶν διαστημοπλοίων.

A. Einstein (1879 - 1955), Γερμανοεβραίος φυσικός, ἀστρονόμος καὶ κοσμολόγος, εἰσηγητής τῆς περιφήμου θεωρίας τῆς σχετικότητος, θεωρούμενος ὡς μία ἀπὸ τὰς μεγαλύτερας μορφὰς τοῦ αἰῶνος μας.

A. S. Eddington (1882 - 1944), ἐπιφανής Βρετανὸς ἀστρονόμος, διακριθεὶς εἰς τὴν ἐρευναν τῆς ἐσωτερικῆς συστάσεως τῶν ἀστέρων, ἀλλὰ καὶ τοῦ Σύμπαντος δόλοκλήρου.

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

E. Halley (1656 - 1742), περίφημος Ἀγγλος ἀστρονόμος, γνωστὸς ἀπὸ τὸν κομήτην, ὁ ὅποιος φέρει τὸ ὄνομά του (βλ. § 73β).

W. Herschel (1738 - 1822), Γερμανός ἀστρονόμος ἐκ τῶν μεγαλυτέρων, ζήσας καὶ ἔργασθεις ἐν Ἀγγλίᾳ, εἰς τὸν δόποιον, ἐκτὸς τόσων ἄλλων, ὀφείλεται καὶ ἡ ἀνακάλυψις τοῦ πλανήτου Οὐρανοῦ.

Fr. Hoyle, Ἀγγλος ἀστροφυσικός, γεννηθεὶς τὸ 1915. Εἶναι καθηγητής εἰς τὸ Πανεπιστήμιον τοῦ Manchester καὶ θεωρεῖται ἐνας ἐκ τῶν μεγαλυτέρων συγχρόνων ἀστρονόμων.

E. Hubble (1889 - 1953), διάσημος Ἀμερικανός ἀστρονόμος ἐκ τῶν κυριωτέρων ἑρευνητῶν τοῦ Σύμπαντος, δοτὶς διετύπωσε, κατ' ἀντιδιαστολὴν πρὸς τὸν νόμον τῆς ἔλξεως, τὸν νόμον τῆς διαστολῆς τοῦ σύμπαντος, εἰς τὸν δόποιον ὑπακούουν οἱ γαλαξίαι.

J. Jeans (1877 - 1946), διάσημος Ἀγγλος ἀστροφυσικός καὶ κοσμολόγος. Ἡσχολήθη μὲ τὴν συμπεριφορὰν τῶν ἀερίων, τῶν ὑγρῶν καὶ τῶν στερεῶν, τὰ δόποια ὑπόκεινται εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῆς βαρύτητος καὶ εύρισκονται ἐν περιστροφῇ. Θεωρεῖται ὡς ἐνας ἐκ τῶν μεγαλυτέρων ἐπιστημόνων καὶ φιλοσόφων τῶν νεωτέρων χρόνων.

J. Kepler (1571 - 1630), διάσημος Γερμανός ἀστρονόμος, ἀνακαλύψας τοὺς 3 νόμους κινήσεως τῶν πλανητῶν. Ὄνομάσθη «νομοθέτης τοῦ Οὐρανοῦ».

N. Copernicus (1473 - 1543), ἐπιφανῆς Πολωνός ἀστρονόμος. Ἐγένετο παγκοσμίως γνωστὸς ὡς εἰσηγητής καὶ ὑποστηρικτής τοῦ ἡλιοκεντρικοῦ συστήματος, τὸ δόποιον ἐπενόησε τὸν 3ον π.Χ. αἰῶνα ὁ Ἑλλην ἀστρονόμος Ἀρίσταρχος ὁ Σάμιος.

P. Laplace (1749 - 1827), διαπρεπής Γάλλος ἀστρονόμος καὶ μαθηματικός, γνωστότατος διεθνῶς, κυρίως ἀπὸ τὴν κοσμογονικήν του θεωρίαν.

G. Lemaitre (1894 - 1967), διάσημος Βέλγος ἀστροφυσικός, μαθηματικός καὶ κοσμολόγος.

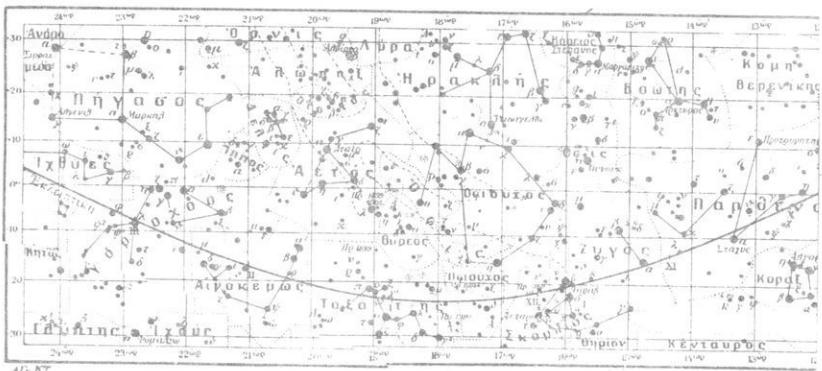
Isaac Newton (1643 - 1727), διάσημος Ἀγγλος ἀστρονόμος, μαθηματικός καὶ φυσικός, θεωρούμενος ὡς «πατήτη τῆς Οὐρανίου Μηχανικῆς».

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

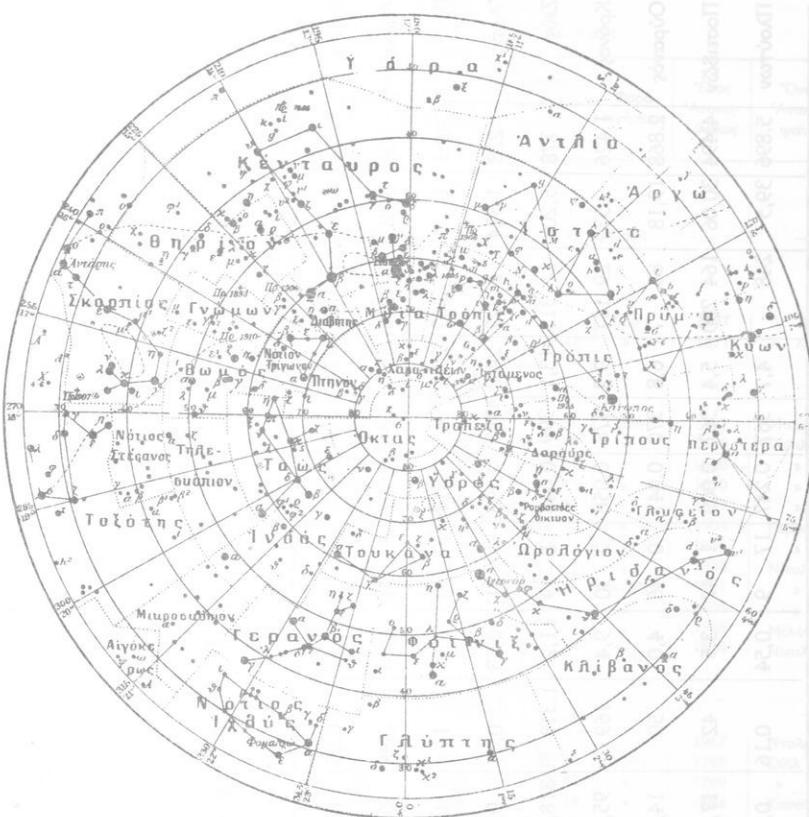
Carl von Weizsaecker (1910 -), ἐνας ἐκ τῶν μεγαλυτέρων συγχρόνων ἀστρονόμων καὶ φυσικῶν, ἀσχοληθείσας καὶ μὲ προβλήματα φιλοσοφίας.



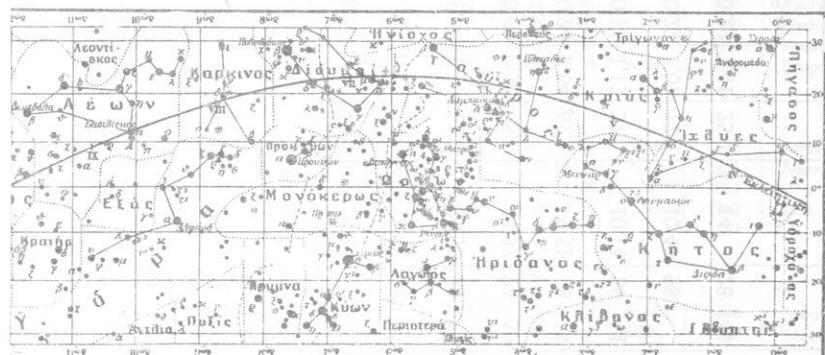
Βόρειον ἡμισφαῖρον



Ισημερινή ζώνη



Νότιον ἡμισφαίριον



Ἰσημερινὴ ζώνη

ΠΙΝΑΞ Ι

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

Πλανήτης	'Απόστασις ēk του ήλιου		Περιφορά πρεβ τὸν ἥλιον		Τροχιδ Ταχύτης ήμηρος	(Γῆ = 1)		Μέγεθος κλίσις ὡς πρὸς τὴν Ἐκλεπτι- κήν	Διάμετρος	"Ογκος	Μᾶζα	Πυκνότης	Περιστροφή					
	Εις βόκτου χλμ.	Εις α.μ.	Χρόνος περιφορ. ήμηρος	Ταχύτης περιφ. χλμ./δευτ.		Συνοδική περίοδος εἰς ήμέρας	"Εντασις βαρύτητος κριτική ταχύτης km/sec						Χρόνος ήμ. δρ. λ.	Κλίσις ὡς άξονος πρὸς τὴν τροχιάν 0	Πλάτυνσις			
Έριδης	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		
Άφροδίτη	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	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	1:288	
Ζεύς	778	5,203	11 315	13,1	399	0,048	1	19	11,2	1,318	318,00	0,24	2,64	61,6	9 51	3	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	
Ούρανος	2.868	19,18	84	7	6,8	370	0,047	0	46	4,0	50	14,55	0,22	1,07	22	10 49	98	1:12
Ποσειδῶν	4.494	30,06	164 280	5,4	367	0,009	1	47	3,5	.42	17,23	0,22	1,41	25	14	28	48 ;	
Πλούτων	5.896	39,5	248	4,7	367	0,247	17	9	0,54	0,16	0,9;	5,6;	;	6 9	;	;		

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΠΙΝΑΞ ΙΙ
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ

Αρξ. δροθίους	Σύμβολον	"Όνομα	'Αστρικόν μήρος	Διάμετρος εις χλμ.	'Απόστασις ἐκ τοῦ πλανήτου εἰς ἀκτίνας τοῦ πλαν.	Χρόνος Περιφορᾶς 'Ημ. δρ. λ.	Φορά κινήσεως	"Έτος 'Ανακαλύψεως	"Όνομα 'Ανακαλύψαντος
---------------	----------	--------	-----------------	--------------------	--	---------------------------------	---------------	--------------------	-----------------------

Γ Η

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

ΑΡΗΣ

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

ΖΕΥΣ

1	V	'Αμράλθεις	13,0	160	2,53	11 57	'Ορθή	1892	Μηταρνάρ Γαλιλίας
2	I	'Ιώ	5,5	3.220	5,91	1 18 28	>	1610	
3	II	Εύρωπη	5,7	2.880	9,40	3 13 14	>	1610	>
4	III	Γανυμήδης	5,1	4.980	14,99	7 3 43	>	1610	>
5	IV	Καλλιστώ	6,3	4.500	26,36	16 16 32	>	1610	> .
6	VI		13,7	120	160	250 14	>	1904	Περραίν
7	VII		16,2	40	164	259 14	>	1905	>
8	X		17,9	20	165	260 12	>	1938	Νίκολσον
9	XII		18,1	20	293	625	'Ανάδρ.	1951	>
10	XI		17,5	22	317	700	>	1938	>
11	VIII		16,2	40	329	739	>	1908	Μελόττ
12	IX		17,7	22	338	758	>	1914	Νίκολσον

ΚΡΟΝΟΣ

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

ΟΥΡΑΝΟΣ

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

ΠΟΣΕΙΔΩΝ

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

**ΟΙ 88 ΑΣΤΕΡΙΣΜΟΙ
ΤΑ ΔΙΕΘΝΗ ΟΝΟΜΑΤΑ ΤΩΝ ΚΑΙ ΤΑ ΣΥΜΒΟΛΑ ΤΩΝ**

Α'. Βόρειοι αστερισμοί, άειφανεις εις τὴν Ἑλλάδα (6)

1. Μεγάλης Αρκτος· Ursa Major	UMa	5. Δράκων· Draco	Dra
2. Μικρὰς Αρκτος· Ursa minor	UMi	6. Καμηλοπάρδαλις· Camelopardalis	Camelopar-
3. Κασσιοπεια· Cassiopeia	Cas	dalus	Cam
4. Κηφεύς· Cepheus	Cep		

Β'. Βόρειοι αστερισμοί, ἀμφιφανεις εις τὴν Ἑλλάδα (23)

7. Ἀνδρομέδα· Andromeda	And	18. Ὁφις· Serpens	Ser
8. Τρίγωνον· Triangulum	Tri	19. Ὁφιοῦχος· Ophiuchus	Oph
9. Περσεύς· Perseus	Per	20. Ἀστρίς· Scutum	Scu
10. Ἕνιοχος· Auriga	Aur	21. Λύρα· Lyra	Lyr
11. Λύγξ· Lynx	Lyn	22. Κύκνος· Cygnus	Cyg
12. Μικρὸς Λέων· Leo Minor	LMi	23. Βέλος· Sagitta	Sga
13. Θηρευτικοὶ κύνες· Canes Venatici	CVn	24. Ἄετός· Aquila	Aql
14. Κόμη· Coma	Com	25. Ἀλώπηξ· Vulpecula	Vul
15. Βοῶτης· Bootes	Boo	26. Δελφίν· Delphinus	Del
16. Βόρειος Στέφανος· Corona Borealis	CrB	27. Ἰππάριον· Equuleus	Equ
17. Ἡρακλῆς· Hercules	Her	28. Σαύρα· Lacerta	Lac
		29. Πήγασος· Pegasus	Peg

Γ'. Αστερισμοὶ τοῦ Ζῳδιακοῦ Κύκλου, δρατοὶ εἰς τὴν Ἑλλάδα (12)

30. Κριός· Aries	Ari	36. Ζυγός· Libra	Lib
31. Ταῦρος· Taurus	Tau	37. Σκορπιός· Scorpis	Sco
32. Δίδυμοι· Gemini	Gem	38. Τοξότης· Sagittarius	Sgr
33. Καρκίνος· Cancer	Cnc	39. Αλγόκερως· Capricornus	Cap
34. Λέων· Leo	Leo	40. Ὑδρόβος· Aquarius	Aqr
35. Παρθένος· Virgo	Vir	41. Ἰχθύες· Pisces	Psc

Δ'. Νότιοι αστερισμοί, δρατοὶ εἰς τὴν Ἑλλάδα (28)

42. Κῆτος· Cetus	Cet	49. Τρόπις· Carina	Car
43. Ἡριδανός· Eridanus	Eri	50. Πρύμνα· Puppis	Pup
44. Ὠρίων· Orion	Ori	51. Ἰστια· Vela	Vel
45. Λαγωδός· Lepus	Lep	52. Ὑδρα· Hydra	Hya
46. Περιστερά· Columba	Col	53. Κρατήρ· Crater	Crt
47. Μέγας Κύων· Canis Major	CMa	54. Κόραξ· Corvus	Crv
48. Μικρὸς Κύων· Canis Minor	CMi	55. Κένταυρος· Centaurus	Cen

56. Λύκος· Lopus	Lup	63. Μονόκερως· Monoceros	Mon
57. Βαρμάς· Ara	Ara	64. Πυξίς· Pyxis	Pyx
58. Νότιος Στέφανος· Corona Australis	CrA	65. Ἀντλία· Antlia	Ant
59. Νότιος Ἰχθύς· Piscis Australis	PsA	66. Ἐξάς· Sextans	Sex
60. Γλυπτης· Sculptor	Scl	67. Γνώμων· Norma	
61. Φοῖνιξ· Phoenix	Phe	68. Μικροσκόπιον· Microscopium	Mic
62. Κάμινος· Fornax	For	69. Γερανός· Grus	Gru

Ε'. Νότιοι αστερισμοί, άστρατοι εἰς Ελλάδα (19)

70. Τουκάνα· Tucana	Tuc	80. Διαβήτης· Circinus	Cir
71. Ὁρολόγιον· Horologium	Hor	81. Μυῖα· Musca	Mus
72. Γλυφεῖον· Coelum	Coe	82. Νότιος Σταυρός· Crux	Cru
73. Ὑδρος· Hydros	Hyi	83. Πτηνόν· Apus	Aps
74. Δίκτυον· Reticulum	Ret	84. Νότιον Τρίγωνον· Triangulum Australe	TrA
75. Δοράς· Dorado	Dor	85. Ὀκτάς· Octas	Oct
76. Οκριβάς· Pictor	Pic	86. Ταώς· Pavo	Pav
77. Τράπεζα· Mensa	Men	87. Τηλεσκόπιον· Telescopium	Tel
78. Ἰπτάμενος Ἰχθύς· Volans	Vol	88. Ἰνδός· Indus	Ind.
79. Χαμαιλέων· Chamaeleon	Cha		

ΕΚΔΟΣΙΣ Η' 1976 (IV) - ΑΝΤΙΤΥΠΑ 89.000 - ΣΥΜΒΑΣΙΣ . 2696 / 14 -4 -76

ΕΚΤΥΠΩΣΙΣ Ε. ΧΑΤΖΑΡΑ—ΒΙΒΛΙΟΔ. Α) ΦΟΙ ΧΑΤΖΗΧΡΥΣΟΤ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



024000019749

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής