

*Καθηγητής  
κ. Γ. Καραμεινώνης*

**ΙΩΑΝΝΟΥ Γ. ΑΡΓΥΡΑΚΟΥ**

**ΠΤΥΧΙΟΥΧΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ**

**ΒΟΗΘΟΥ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ ΤΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ**

---

## **ΜΕΛΕΤΗ**

**ΤΗΣ ΠΟΡΕΙΑΣ ΤΟΥ ΕΚΚΡΕΜΟΥΣ ΦΕΝΟΝ 55  
ΤΟΥ ΕΘΝΙΚΟΥ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ**

**ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΠΙ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΑ,**

**ΥΠΟΒΛΗΘΕΙΣΑ ΕΙΣ ΤΗΝ ΦΥΣΙΚΟΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗΝ  
ΣΧΟΛΗΝ ΤΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ**



**ΑΘΗΝΑΙ**

**1945**

**ΤΥΠΟΙΣ: Μ. & Π. ΜΠΕΤΣΑΚΟΥ — ΣΟΛΩΝΟΣ 100**



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

---

Ἡ ἔρευνα τῶν ἀφορώντων εἰς τὰ ἐκκρεμοφόρα ὥρολόγια εἶναι θεμελιώδης διὰ τὴν Ἀστρονομίαν θέσεως καὶ τὴν ὑπηρεσίαν τῆς ἀκριβοῦς ὥρας, διότι ἐξασφαλίζει τὰς ἀναγκαίας ἐκεῖνας προϋποθέσεις αἵτινες ἀπαιτοῦνται διὰ τὴν λειτουργίαν κανονικῶς ἢ βασικῆ διὰ πᾶν σύγχρονον Ἀστεροσκοπεῖον χρονομετρικῆ ὑπηρεσία.

Διὰ τοὺς λόγους τούτους ἡ Διεύθυνσις τοῦ Ἀστρονομικοῦ Ἰνστιτούτου τοῦ Ἑθνικοῦ Ἀστεροσκοπεῖου Ἀθηνῶν ἐθεώρησεν ἐπιβεβλημένην τὴν μελέτην τοῦ προτύπου ἀστρικοῦ ἐκκρεμοῦς FENON 55, μετὰ τὴν βοήθειαν τοῦ ὁποίου ἐκτελοῦνται διὰ τοῦ Μεσημβρινοῦ Κύκλου Α. Συγγραφοῦ αἱ μεσημβριναὶ παρατηρήσεις καὶ ἀνέθεσεν εἰς ἐμὲ τὴν μελέτην τοῦ ἐν λόγῳ ὥρολογίου.

Ἡ ἀνά χειρὰς ἐργασία ἐστηρίχθη εἰς τὸ πλοῦσιον ὑλικὸν τῶν μεσημβρινῶν παρατηρήσεων αἵτινες ἐξετελέσθησαν ἀπὸ τοῦ ἔτους 1916 μέχρι τοῦ 1941. Εἰς αὐτὸ δὲν προσετέθη τὸ ὑλικὸν τῶν τριῶν τελευταίων ἐτῶν, καθ' ὅσον, λόγῳ τῶν συνεχιζομένων πολεμικῶν γεγονότων, παρουσιάζει πλείστας ἐλλείψεις, αἱ ὁποῖαι δὲν ἦτο δυνατόν νὰ παρακαμφθοῦν ἢ νὰ ἀναπληρωθοῦν. Ἀλλ' ὡς φαίνεται ἐκ τῆς ὅλης μελέτης, ἡ παράλειψις αὕτη οὐδεμίαν οὐσιώδη μεταβολὴν θὰ ἦτο δυνατόν νὰ ἐπιφέρει εἰς τὰ ἐκ ταύτης συναγόμενα συμπεράσματα.

Ἡ ὅλη ἐργασία διαιρεῖται εἰς δύο μέρη. Εἰς τὸ πρῶτον ἐξετάζεται ἡ συμπεριφορὰ τοῦ FENON 55 κατὰ τὸ διάστημα 1916-1926. Αὕτη εἶναι αἰσθητῶς διάφορος ἐκείνης ἢ ὁποῖα χαρακτηρίζει τὸ ὑπόλοιπον χρονικὸν διάστημα, ἡ ἐξέτασις τοῦ ὁποίου καταλαμβάνει τὸ δεύτερον μέρος τῆς παρούσης μελέτης. Τελικῶς, κατόπιν τῆς γενομένης διερευνήσεως τοῦ ὅλου ζητήματος, προτείνονται ὠρισμένοι βελτιώσεις τοῦ ὄργανου καὶ ὑποδεικνύονται ζητήματα τὰ ὁποῖα θὰ ἔδει νὰ μελετηθοῦν, εὐθὺς ὡς ἐπ' ἀνάγκῃ ἢ ἡ χώρα μας εἰς τὴν ἀπὸ μακροῦ διακοπεῖσαν ὁμαλότητα.

Πρὶν ἢ κλείσω τὴν παρούσαν εἰσαγωγὴν θεωρῶ ἑμαυτὸν ὑποχρεῶν ὅπως εὐχαριστήσω τὸν σεβαστὸν μοι Καθηγητὴν κ. Στ. Πλακίδη, καθὼς καὶ τὸν Ὑφηγητὴν -- Ἐπιμελητὴν τοῦ Ἐργαστηρίου Ἀστρονομίας κ. Δ. Κωτσάκη διὰ τὸ ἐνδιαφέρον μετὰ τοῦ ὁποίου παρηκολούθησαν τὴν ἐκτέλεσιν τῆς παρούσης ἐργασίας καὶ τὰς συμβουλὰς τὰς ὁποίας κατὰ καιροῦς μοῦ ἔδωσαν ὅσον ἀφορᾷ τὸ ἐρευνώμενον θέμα καὶ γενικώτερον διὰ τὰς ὁδηγίας τὰς ὁποίας πάντοτε μοὶ παρέσχον ἀφ' ὅτου ἐπεδόθη εἰς ἀστρονομικὰ παρατηρήσεις καὶ τὰς ἐπ' αὐτῶν στηριζομένας ἐρεῦνας.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

1. Δ. Αιγινίτου: Γενική Ἀστρονομία, Ἀθήναι ἐκδ. Α. 1897 καὶ ἐκδ. Γ. 1929.
2. H. Andoyer-A. Lambert: Cours d'Astronomie Pratique, Paris 1924.
3. B. Baillaud: Cours d'Astronomie, Paris 1893, Vol. I-II.
4. E. F. Van de Sande Bakhuizen: On the yearly periodicity of the rates of the standard-clock of the Observatory of Leyden, Hohwü No 17, Amsterdam 1902.
5. F. Becker: Grundriss der Sphärischen und Praktischen Astronomie, Berlin und Bonn, 1936.
6. G. Bigourdan: Mélanges Scientifiques, Paris 1925.
7. F. Boquet: Les Observations Méridiennes, Théorie et Pratique, Paris 1909, t. I-II.
8. H. Bouasse: Astronomie Théorique et Pratique, Paris 1918.
9. G. Cellérier: Étude Numérique de compensation des chronomètres, Genève 1887.
10. E. Delporte: Installation des pendules à l'Obs. R. de Belgique, 1907.
11. P. Ditisheim: La variation des chronomètres avec la pression atmosphérique, Genève 1904.
12. N. Dneprovsky: On the rates of the clocks, Riefler 24 and Riefler 352 during the years 1916—1924, Poulkovo 1927.
13. W. Doberck: The Time-Service of the Hongkong Observatory, The Observatory, Vol. XVIII (1895).
14. D. Eginitis: La Latitude de l'Observatoire d'Athènes, An. Obs. Athènes, Vol. V, 1910.
15. K. Graff: Grundriss der Geographischen Ortsbestimmung, Berlin 1941.
16. M. Gruey: Leçons d'Astronomie, Paris 1885.
17. Ch. -Ed. Guillaume: Pression atmosphérique et chronometrie. Extrait du Bull. Soc. Astr. de France, Paris, Avril 1904.
18. E. Guerrieri: Catalogo di 166 stelle a forte moto proprio da osservazioni meridiane al cerchio di Repsold, R. Obs. di Capodimonte, Mem. Astr. No 10, Napoli 1939.

19. F. H a y n : Genauigkeit der Zeitmessung mit Uhren und Chronographen, Astr. Nach. B. 233 (1928).
  20. K. H e i n e m a n n : Über die Gänge der Hauptuhren der K. Sternwarte zu Heidelberg, B. 8, No 8, (1927).
  21. J. J a c k s o n - W. B o w y e r : The Shortt clocks at the Royal Observatory, Greenwich, Monthly Notices, Vol. 88, London 1928.
  22. J. J a c k s o n : Shortt clocks and the Earth's Rotation, Monthly Notices, Vol. 89, London 1929.
  23. H. K i e n l e : Untersuchungen über Pendeluhren mit besonderer Berücksichtigung der beiden luftdichten Riefleruhren, Riefler 23 und Riefler 33 der K. Sternwarte zu München, Neue Ann. der K. Sternwarte zu München 5, Heft 2.
  24. Δ. Κ ω τ σ ά κ η : Θεωρία τῶν σφαλμάτων καὶ ἰσοστάθμισις αὐτῶν διὰ τῆς μεθόδου τῶν ἐλαχίστων τετραγώνων, Ἀθῆναι 1939.
  25. Δ. Κ ω τ σ ά κ η : Μελέτη τοῦ σφάλματος κλίσεως τοῦ μεσημβρινοῦ κύκλου Α. Συγγροῦ, Ἀθῆναι 1942.
  26. A. S. M i r o l j u b o w a : Preliminary Investigation of the daily rate of the Riefler No 323 clock of the Moscow Observatory, Moscow 1924.
  27. A. S. M i r o l j u b o w a : Der Gang der Riefler's Uhr 323 in Zeitraum 1921—1928, Moscow 1929.
  28. K. M ü l l e r : Untersuchungen über die luftdichten Pendeluhren der Hamburger Sternwarte in Bergedorf, 1935.
  29. M. P é r i g a u d : Instructions théoriques et pratiques pour le service Méridienne de l'Obs. de Paris, 1893.
  30. Σ. Π λ α κ ῖ δ ο υ : Μαθήματα Πρακτικῆς Ἀστρονομίας, Ἀθῆναι 1944.
  31. S. R i e f l e r : Die Präcisions-Uhren mit Volkommen freiem Echapement und neuen Quecksilber-Compensationspendel, München 1894.
  32. W. M. S m a r t : Spherical Astronomy, Sec. Ed. Cambridge 1936.
  33. H. S p e n c e r - J o n e s : General Astronomy, London 1934.
  34. F. T i s s e r a n d : Sur la pendule des caves de l'Observatoire de Paris, 1896.
  35. G. T o w n e : Astronomie Pratique, Paris 1890.
  36. B. W a n a c h : Über die Ausgleichung von Uhrgängen, Kiel 1905.
  37. M. W o l f - E. E r n s t : Der Gang der Hauptuhren der Sternwarte Heidelberg, B. 6, No 7, (1913).
-

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

Ἡ παρούσα ἐργασία ἀφορᾷ εἰς τὴν ἔρευναν καὶ μελέτην τῆς λειτουργίας καὶ συμπεριφορᾶς τοῦ ὑδραργυρικοῦ ἔκκρεμοῦς FENON 55 τοῦ Ἐθνικοῦ Ἀστεροσκοπεῖου Ἀθηνῶν κατὰ τὸ διάστημα 1916-1941.

Τὸ ἔκκρεμὲς τοῦτο ἀποτελεῖ τὸ πρότυπον ὄργανον ἐπὶ τῇ βᾶσει τοῦ ὁποῖου προσδιορίζεται ὁ τοπικὸς ἀστρικός χρόνος καὶ ρυθμίζονται ὅλα τὰ ἄλλα ἔκκρεμῆ καὶ τὰ χρονόμετρα τοῦ Ἐθνικοῦ Ἀστεροσκοπεῖου Ἀθηνῶν. Εὐνόητον ἐπομένως τυγχάνει τὸ ἐνδιαφέρον ὅπερ ἐνέχει ἡ μελέτη τῆς πορείας καὶ ἐν γένει τῶν φαινομένων ἅτινα συνδέονται μὲ τὸ ἔκκρεμὲς τοῦτο.

Εἰδικῶς διὰ τὸ Ἀστεροσκοπεῖον Ἀθηνῶν ἡ ἔρευνα καὶ σπουδὴ τῆς πορείας τοῦ FENON 55, εἶναι κεφαλαιώδους σημασίας, διότι ἀφ' ἐνός μὲν οὐδεμίᾳ ἐργασίᾳ ἔχει γίνεαι μέχρι τοῦδε ἐπ' αὐτοῦ ὡς καὶ ἐπὶ τῶν ἄλλων ἔκκρεμῶν τοῦ Ἰδρύματος, ἀφ' ἑτέρου δὲ διότι τὸ ἔκκρεμὲς τοῦτο εἶναι βασικὸν διὰ τὰς μεσημβρινὰς παρατηρήσεις καὶ τὴν ὑπηρεσίαν τῆς ἀκριβοῦς ὥρας, διὰ τὴν μελέτην τοῦ γεωγραφικοῦ μήκους ὡς καὶ διὰ τὰς ἰσημερινὰς παρατηρήσεις. Ἀλλὰ καὶ γενικώτερον ἡ σπουδὴ τοῦ ὄργανου τούτου συμβάλλει σὺν τοῖς ἄλλοις καὶ εἰς τὴν μελέτην τῶν ἀφορώντων τὰ ἔκκρεμῆ ὠρολόγια κατασκευῆς FENON, καὶ τοῦτο διότι τὸ περὶ οὗ πρόκειται ἔκκρεμὲς παρουσιάζει ἰδιότητας αἱ ὁποῖαι εἶναι χαρακτηριστικά.

**Περιγραφή τοῦ ὄργανου.**—Τὸ ἔκκρεμὲς τοῦτο ἠγοράσθη δαπάναις τοῦ αἰοιδίου ἔθνικοῦ εὐεργέτου Α. Συγγοῦ ἐκ τοῦ ἐν Παρισίοις οἴκου FENON καὶ ἔφθασε εἰς τὸς Ἀθήνας περὶ τὰ τέλη Δεκεμβρίου 1899.

Τὸν Ἰανουάριον τοῦ 1900 ἐγκατεστάθη εἰς τὴν μεσημβρινὴν αἴθουσαν Α. Συγγοῦ, ἣτις εὐρίσκεται ἐπὶ τῆς ἀνατολικῆς πλευρᾶς τοῦ λόφου τῶν Νυμφῶν, ἐπὶ ἐκτάσεως ἣτις νοτίως καὶ νοτιοανατολικῶς αὐτοῦ διήκει μᾶλλον ὀμαλῶς περὶ τὰ 20—40 μέτρα, ἐνῶ πρὸς τὸ βόρειον καὶ τὸ ἀνατολικὸν παρουσιάζει αἰσθητὴν κλίσιν τοῦ ἐδάφους βαίνουσαν μὲ ὀμαλότητα μέχρις ἀποστάσεως 80 μέτρων. Ἡ αἴθουσα αὕτη, ὕψους 4,50 μ., μήκους (E—W) 6 μ. καὶ πλάτους (N—S) 5,60 μ. ἔχει ἐπενδυθῆ ἑσωτερικῶς διὰ ξυλίνου σανιδώματος ἵνα διατηρηταὶ κᾶπως σταθερὰ ἡ ἑσωτερικὴ θερμοκρασία αὐτῆς. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον ἡ στέγη ἣτις εἶναι κατεσκευασμένη ἐξ ἐλαφροῦ σχετικῶς σκελετοῦ διὰ τὴν ἕτικλιαν τοῦ ἀνοίγματος εἶναι κεκαλυμμένη διὰ σιδηρελάσματος ἑσωτερικῶς ἐπενδεδυμένου ἐπίσης διὰ ξυλίνου σανιδώματος εἰς ἀπόστασιν 10 ἐ/μ. περίπου. Ἀτυχῶς ἡ κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον

μόνως δὲν εἶναι ἀποτελεσματικὴ ἰδίᾳ κατὰ τοὺς μῆνας τῶν ἄκρων θερμοκρασιῶν.

Ὁ τοῖχος ὑπὸ τὸ ἔδαφος καὶ εἰς ὕψος 0,78 μ. ἄνωθεν αὐτοῦ ἔχει πάχος 1,25 μ. Τὰ ἀρκετὰ ἀνεπτυγμένα καὶ πυκνὰ πεῦκα τὰ εὐρισκόμενα γύρω τῆς αἰθούσης ἐμποδίζουν αἰσθητικῶς τὴν ἐπ' αὐτῆς καὶ τοῦ πέριξ ἐδάφους ἐπίδρασιν τῆς ἐξωτερικῆς θερμοκρασίας.

Κατὰ τὸ 1908 προσετέθη περὶ τὰ θεμέλια τοῦ κτιρίου τῆς αἰθούσης λιθόκτιστον περίβλημα, βάθους 2 μ. καὶ ὕψους, ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν, 0,40 μ. τὸ ὅλον δὲ συγκρότημα ἐθεμελιώθη ἐπὶ στρώματος ἐκ σκιροκονιάματος πάχους 0,20 μ. Τὸ περίβλημα ἐκτίσθη μὲ λίθους καὶ Θηραϊκὴν γῆν κατὰ τὴν ἄνω δὲ ἐπιφάνειαν ἐκαλύφθη διὰ πλακῶν τύπου Μάλτας αἱ ὁποῖαι κατὰ τὸ 1944 ἀντικατεστάθησαν διὰ στρώματος ἐκ σκιροκονιάματος πάχους 15 ἐ. μ. Ἀργότερον (τὸ 1917) ὀλόκληρον τὸ κτίριον τῆς αἰθούσης ἐστερεώθη ἐξωτερικῶς διὰ σιδηροῦ πλαισίου, λόγῳ τοῦ ὅτι εἶχον παρατηρηθῆ ρήγματα εἰς τινὰ μέρη αὐτοῦ.

Τὸ FENON 55 εὐρίσκεται ἐντὸς κιβωτίου ἐξ ἐβένου, διαστάσεων 1,38 μ. Χ 0,34 μ. Χ 0,20 μ. τοῦ ὁποῖου ἡ προσθία ἔδρα ἦτις ἀποτελεῖ καὶ τὴν θυρίδα τοῦ κιβωτίου εἶναι ἡ μόνη ὑαλόφρακτος. Τὸ μήκος τοῦ ἐκκρεμοῦς εἶναι 1,15 μ. περίπου. Ἡ θυρίς φράσσει τὸ κιβώτιον ἐρημικῶς καὶ ἀσφαλίζεται μὲ δύο ἄγκιστρα πρὸς τὸ ἄνω καὶ τὸ κάτω μέρος αὐτῆς εἰς δὲ τὸ μέσον διὰ κλειθροῦ. Τὸ κιβώτιον εἶναι ἐστερεωμένον ἐπὶ μαρμαρίνου στύλου ὕψους 1,55 μ. ἄνωθεν τοῦ δαπέδου. Ἡ βάσις τοῦ κιβωτίου ἀπὸ τοῦ δαπέδου εὐρίσκεται εἰς ὕψος 0,40 μ. Ὁ στύλος εἶναι ἐνσωματωμένος μετὰ τοῦ δυτικοῦ τοίχου τῆς μεσημβρινῆς αἰθούσης, εὐρίσκεται δὲ ἀριστερὰ τῆς εἰσόδου αὐτῆς.

Τὰ κυριώτερα μέρη τοῦ ὑπὸ μελέτην ὄργανου εἶναι τὰ κάτωθι :

α). **Ἐκκρεμές.** — Ὅπως εἰς ὅλα τὰ ἐκκρεμοφόρα ὥρολόγια ὁ ρυθμιστὴς εἶναι ἐκκρεμὲς ἀποτελούμενον ἐκ χαλυβδίνης ράβδου, ἡ ὁποία ἐκατέρωθεν τοῦ κάτω ἄκρου φέρει δύο πνόμοια κυλινδρικοῦ δοχεῖα ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου, ἕκαστον τῶν ὁποίων περιέχει 3650 γραμμάρια ὕδραργύρου.

Τὸ ἐκκρεμὲς αἰωρεῖται ἔμπροσθεν πινακίδος φεροῦσης διαιρέσεις διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ εὗρους τῶν αἰωρήσεων. Εἰς τὸ κάτω ἄκρον τοῦ ἐκκρεμοῦς ὑπάρχει κοχλιώδης δακτύλιος διὰ τῆς πρὸς τὰ δεξιὰ στροφῆς τοῦ ὁποῖου ἐπιταχύνεται ἡ πορεία τοῦ ἐκκρεμοῦς, ἐνῶ διὰ στροφῆς πρὸς τὰ ἀριστερά, αὕτη ἐλαττοῦται. Οὗτος εἰς τὸ κατώτατον ἄκρον φέρει 75 διαιρέσεις ἐκάστη τῶν ὁποίων ὑποδιαιρεῖται εἰς 5 μέρη διὰ βερνιέρου κεχαραγμένου ἐπὶ τοῦ στελέχους. Ἡ τιμὴ ἐκάστης στροφῆς τοῦ κοχλίου τούτου ἰσοδυναμεῖ πρὸς 38 δευτερόλεπτα. Διὰ τὰς μεγάλας μεταβολὰς τῆς πορείας ὑπάρχει ὀρειχάλκινος δρομεὺς κινητὸς κατὰ μήκος τῆς ράβδου τοῦ ἐκκρεμοῦς. Ὁ δρομεὺς οὗτος στερεοῦται εἰς ὠρισμένην θέσιν διὰ σφιγκτήρος. Καταβιβάζοντες τὸν δρομέα ἐν ἑκατοστόμετρον κάτωθεν τῆς θέσεώς του ἔχομεν αὐξησιν τῆς πορείας κατὰ ἐν δευτερόλεπτον καὶ ἀντιστρόφως. Ἀνωθεν τοῦ



δρομέως υπάρχει σύστημα μετά δύο κοχλιωτών σφαιριδίων, τῶν ὁποίων ἢ προσέγγισις ἢ ἀπομάκρυνσις ἀπὸ τοῦ στελέχους τοῦ ἔκκρεμοῦς χρησιμεύει διὰ τὴν ἐξίσωσιν τοῦ εὗρους αἰωρήσεως τοῦ ἔκκρεμοῦς ἐκατέρωθεν τῆς μέσης θέσεως αὐτοῦ (1).

Τὰ σπουδαιότερα μέρη τοῦ ἔκκρεμοῦς εἶναι οἱ συνδετήρες τῶν ἔλασμάτων Κ καὶ Κ' μετὰ τῶν τεμαχίων L καὶ J (βλ. σχῆμα εἰς τὸ τέλος τῆς ἐργασίας) ὅπως ἐπίσης καὶ ὁ πείρος Ρ ὁ ὁποῖος διαπερᾶ :

1. Τὴν πλάκα Ν ἐκ βεβαμμένου χάλυβος.
2. Τὸ ἔλασμα Κ.
3. Τὸ τμῆμα Ο ἐκ βεβαμμένου χάλυβος.
4. Τὸν σφιγκτήρα Q ὁ ὁποῖος συσφίγγει ὄλον τὸ σύστημα τῆ βοηθεία ἰσχυροῦ κοχλίου R.

Οὕτω τὰ ἐλατήρια Κ καὶ Κ' συμπίεζονται μετὰ τῶν χηλῶν τῶν τεμαχίων Q καὶ L ἀντὶ νὰ κρέμανται ἀπὸ τοὺς πείρους Ρ πρᾶγμα τὸ ὁποῖον θὰ ἐπέφερε βαθμηδὸν μεγάλην ἀνωμαλίαν εἰς τὴν λειτουργίαν τοῦ ὄργανου. Διότι ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τοῦ ἀρκετὰ σημαντικοῦ βάρους τοῦ ἔκκρεμοῦς αἱ ὀπαὶ ἐξαρτήσεως τῶν ἐλατηρίων Κ, Κ' θὰ ἐπιμηκύνοντο καὶ τὸ μῆκος τοῦ ἔκκρεμοῦς σὺν τῷ χρόνῳ θὰ ἤϋξανε.

**β) Τροχίασμα μετὰ τοῦ κινητήρος καὶ τῶν δεικτῶν :** — Τοῦτο ἀποτελεῖ τὸ σύνολον τῶν τροχῶν, ὀδωντωτῶν τροχίσκων καὶ ἐλατηρίων ἑνὸς ἔκκρεμοῦς ἐπὶ τῶν ὁποίων ἐνεργῶν ὁ κινητὴρ μεταβιβάζει τὴν κίνησιν εἰς τοὺς δείκτας τοῦ ὥρολογίου. Τὸ ὄλον τροχίασμα περικλείεται ἐντὸς μεταλλικοῦ περιβλήματος τὸ ὁποῖον φέρει πρὸς τὰ κάτω ἄνοιγμα διὰ τὴν αἰώρησιν τοῦ ἔκκρεμοῦς καὶ πρὸς τὰ δεξιὰ ἐπιμήκη σχισμὴν διὰ τὴν διόδον τῆς χορδῆς τοῦ κινητήρος, τῆς ὁποίας τὸ ἔν ἄκρον στηρίζεται σταθερῶς ἐπὶ τοῦ ἐσωτερικοῦ τοιχώματος τοῦ κιβωτίου. Εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον αὐτῆς ὑπάρχει βᾶρος χρησιμεύον διὰ τὴν χόρδισιν τοῦ ὄργανου, ἢ ὁποία γίνεται ἅπαξ τοῦ μηνός.

**γ) Ἐκκρουστικὸν ὄργανον τοῦ REID.** — Ὡς γνωστόν, τὸ ἐνδιάμεσον ὄργανον μετὰ τοῦ κινητήρος καὶ τοῦ ρυθμιστοῦ εἶναι τὸ ἔκκρουστικὸν ὄργανον. Τοῦτο εἶναι τὸ λεπτότερον μέρος τοῦ ὥρολογιακοῦ μηχανισμοῦ τοῦ ἔκκρεμοῦς, καὶ δι' αὐτὸ κρίνομεν σκόπιμον νὰ τὸ περιγράψωμεν κάπως λεπτομερέστερον.

Τὸ ἔκκρουστικὸν ὄργανον ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸν τροχὸν E τοῦ ὁποίου οἱ ὀδόντες ἔχουν τὸ εἰς τὸ τέλος τῆς ἐργασίας καταχωρούμενον σχῆμα. Πλακίδιον ἐκ χάλυβος S εἶναι ἐστερεωμένον διὰ δύο κοχλιῶν καὶ δύο ποδῶν εἰς τὸ ἄκρον τοῦ τεμαχίου L. Ἐπὶ τοῦ πλακιδίου αὐτοῦ εἶναι προσηρητημένα δύο ἐλατήρια T, τῶν ὁποίων τὰ ἄκρα εἶναι ἐφωδιασμένα μὲ σαπφείρους. Ἐπ' αὐτῶν ὀλισθαίνουν οἱ ὀδόντες τοῦ τροχοῦ E. Τὸ κέντρον τῆς κάμψεως τῶν ἐλατηρίων συμπίπτει εἰς τὸ u.

1) *Λεπτομερὴ περιγραφὴν τοῦ μέρους τούτου τοῦ ἔκκρεμοῦς, ὅπως ἐπίσης καὶ τῶν ἄλλων ἐξαρτημάτων τοῦ ὄργανου, βλ. B. Baillaud : Cours d'astronomie, Paris 1893, T. I. p. 155 ἔξ.*

Εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον συμπίπτει καὶ τὸ κέντρον κάμψεως τῶν ἐλασμάτων  $K, K'$ . Διὰ τὴν περιορισμένην τὴν πίεσιν τὴν ἐξασκουμένην ἀπὸ τὰ ἐλατήρια  $T$  ἐπὶ τῶν ὀδόντων τοῦ τροχοῦ  $G$ , ἡ διαδρομὴ τῶν περιορίζεται ὑπὸ πείρων, οἱ ὁποῖοι εὐρίσκονται κάτωθεν τῶν ἄκρων τῶν σαπφείρων καὶ εἶναι κινητοὶ ἐντὸς τῶν ἀνοιγμάτων τὰ ὁποῖα ὑπάρχουν ἐπὶ τῶν πλακιδίων  $S$ . Οἱ χρυσοὶ οὗτοι πείροι εἰς τὸ κατώτερον σημεῖον ἐδράζονται ἐπὶ σαπφείρων ἐνσωματωμένων εἰς τὸ πλακίδιον  $S$  καὶ εἰς τὴν θέσιν τῶν ὀπῶν  $v, v'$  κατὰ τρόπον τοιοῦτον ὥστε νὰ μὴ ὑπάρχη ἐπαφὴ μεταξὺ τῶν πείρων καὶ τοῦ πλακιδίου. Καθ' ἑκάστην αἰώρησιν τοῦ ἔκκρεμοῦς τὸ ἄκρον ἑκάστου τῶν ἐλατηρίων  $T$  μεταβαίνει ἀπὸ ἑνὸς ὀδόντος εἰς τὸν ἐπόμενον. Τὸ ἔκκρεμὸς δέχεται ὠθησιν σχεδὸν ἀνεπαίσθητον, ἡ ὁποία εἶναι ἐπαρκὴς διὰ τὴν διατήρησιν τοῦ εὗρους τῶν αἰωρήσεων. Τοιουτοτρόπως αἱ αἰωρήσεις τοῦ ἔκκρεμοῦς εἶναι ἰσόχρονοι καὶ ἡ κίνησις τοῦ κινητήρος ὁμαλή.

Τὸ ἔκκρουστικὸν ὄργανον τοῦ Reid τὸ ὁποῖον περιεγράψαμεν κινεῖται ἄνευ ἐλαίου.

Ὁ Δ. Αἰγινήτης ἀναφέρει ὅτι « τὸ FENON 55 εἶναι ἐξαιρετικὸν ἔκκρεμὸς (1) τοῦ ὁποῖου ἡ ἰσοστάθμισις εἶναι σχεδὸν τελεία καὶ ἡ πορεία του, κατόπιν πείρας 9 ἐτῶν, ἀρκετὰ κανονικὴ » πρᾶγμα τὸ ὁποῖον δικαιολογεῖ ἐκεῖνο τὸ ὁποῖον λέγει ὁ Baillaud, περὶ τοῦ ἔκκρεμοῦς τύπου FENON, ὅτι τὸ ἔκκρουστικὸν σύστημα Reid εἶναι τὸ τελειότερον τῶν ἐν χρῆσει ὑπαρχόντων (2).

---

1) D. Eginitis: La latitude de l'Observatoire d'Athènes  
Annales de l'Obs. Athènes, Vol. V. (1910) p. 40.

2) B. Baillaud: Μν. ἐργ. σελ. 162.

## ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

### Α΄. ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΟΣ 1916 - 1926

Τὸ FENON 55 ἤρχισε χρησιμοποιούμενον ἀπὸ τὰς 2 Φεβρουαρίου 1900. Αἱ πρῶται ἐπὶ τῆ βάσει αὐτοῦ μεσημβριναὶ παρατηρήσεις ἐγένοντο ἀπὸ τὸ 1904, ἀλλὰ μέχρι τοῦ 1915, ἔνεκα διαφόρων λόγων, δὲν ἐξετελοῦντο αὐταὶ οὔτε συστηματικῶς, οὔτε βάσει ὠρισμένου προγράμματος. Ἀπὸ τοῦ ἔτους ὁμοῦς τούτου μάλιστα δὲ ἀπὸ τοῦ 1916, ἤρχισεν ἡ κανονικὴ λειτουργία καὶ ἐκτέλεις τῶν μεσημβρινῶν παρατηρήσεων, ἀφοῦ προηγουμένως ὁ Μεσημβρινὸς Κύκλος Συγγοῦ ἐλύθη, ἐκαθαρίσθη καὶ προσδιωρίσθησαν ἐκ νέου ὄλαι αἱ σταθεραὶ αὐτοῦ. Οὕτω δύναται νὰ λεχθῆ ὅτι ἀπὸ τῆς ἐποχῆς ἐκείνης αἱ διὰ τοῦ τηλεσκοπίου τούτου γενόμεναι παρατηρήσεις πληροῦν τὰς ἀναγκαίας προϋποθέσεις διὰ τὴν ἐπιστημονικὴν μελέτην ὄλων τῶν μετ' αὐτοῦ συνδεομένων ζητημάτων (²).

Δι' ὃ καὶ ἡμεῖς εἰς τὴν παρούσαν ἐργασίαν θὰ μελετήσωμεν τὸ FENON 55 κατὰ τὸ διάστημα 1916—1941.

#### **I. Ἐπεξεργασία τῶν παρατηρήσεων καὶ χωρισμὸς εἰς μικρὰς περιόδους.**

Ἡ ἀπόλυτος κατάστασις τοῦ ἔκκρεμοῦς FENON 55 ἐξήγετο ἐκ τῶν μεσημβρινῶν κατ' ὀρθὴν ἀναφορὰν παρατηρήσεων τῆ βοηθεία τοῦ μεσημβρινοῦ Κύκλου Α. Συγγοῦ (P. Gautier 162 χ/μ, 2,10 μ.) ἐκτελουμένων διὰ τῆς μεθόδου ὀράσεως καὶ ἀκοῆς. Κατὰ κανόνα τὸ διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικῶν προσδιορισμῶν τοῦ χρόνου διὰ τοῦ τηλεσκοπίου τούτου ἦτο 4—6 ἡμέραι.

Ἡ ἀπόλυτος κατάστασις τοῦ ὠρολογίου ὑπελογίζετο τῆ βοηθεία τοῦ τύπου:

$$\Delta U = \alpha - (T + \tau)$$

ὅπου  $\Delta U$  εἶναι ἡ ἀπόλυτος κατάστασις τοῦ ἔκκρεμοῦς,  $\alpha$  ἡ ὀρθὴ ἀναφορὰ τοῦ ἀστέρος ἢ λαμβανομένη ἐκ τῶν ἀστρονομικῶν ἐφημερίδων,  $T$  ὁ χρόνος διαβάσεως τοῦ ἀστέρος διὰ τοῦ μεσημβρινοῦ καὶ  $\tau$  τὸ ἄθροισμα τῶν διορθώσεων ἐκ τῆς ἐπιδράσεως τῶν σταθερῶν τοῦ ὄργάνου.

Αἱ διορθώσεις αὐταὶ τοῦ ὄργάνου ὑπελογίζοντο τῆ βοηθεία τοῦ γνωστοῦ τύπου τοῦ Bessel:

---

1) Δ. Κωτσάκη: Μελέτη ἐπὶ τοῦ σφάλματος κλίσεως τ ὕ. Μεσημβρινοῦ Κύκλου Α. Συγγοῦ, Ἀθῆναι 1942, σελ. 11.

$$\tau = + m + n \epsilon\phi\delta + (c - \kappa) \tau\epsilon\mu\delta \begin{cases} \Theta.O. \\ \Theta.A. \end{cases}$$

δπου

$$m = \beta\sigma\nu\phi + \alpha\eta\mu\phi$$

$$n = \beta\eta\mu\phi - \alpha\sigma\nu\phi$$

τὰ δὲ α, β, c παριστάνουν ἀντιστοίχως τὰ σφάλματα ἀζιμουθίου, κλίσεως καὶ κατευθύνσεως τῆς διόπτρας, τὸ δὲ φ τὸ πλάτος τοῦ τόπου.

Τὸ κ εἶναι ἡ ἐπίδρασις τῆς ἡμερησίας ἀποπλανήσεως ἐπὶ τῆς ὠριαίας γωνίας, ἡ τιμὴ δὲ αὐτοῦ διὰ τὸ Ἀστεροσκοπεῖον Ἀθηνῶν εἶναι + 0,016s.

Συνήθως ἐγένετο μεσημβρινὴ παρατήρησις 10—15 θεμελιωδῶν ἀστέρων καὶ ὁ μέσος ὄρος τῶν ἀπολύτων καταστάσεων τῶν ἐξαγομένων ἐξ ἐκάστου ἀστέρος, ἐλαμβάνετο ὡς ἀπόλυτος κατάστασις τοῦ ἐκκρεμοῦς. Αἱ ἀπόλυτοι αὐταὶ καταστάσεις τοῦ ἀστρικοῦ ἐκκρεμοῦς ἀναφέρονται εἰς πολιτικὸν μέσον χρόνον (Greenwich) — ἐκφραζόμενον διὰ τὸ εὐκολώτερον τοῦ ὑπολογισμοῦ εἰς κλάσμα τῆς ἡμέρας — καὶ εἰς ἐκεῖνον ὅστις ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸν μέσον ὄρον τῶν ἀστρικῶν χρόνων τῶν διαβάσεων τῶν ἀστέρων διὰ τοῦ μεσημβρινοῦ τῶν Ἀθηνῶν.

Ἡ μέση διάρκεια τῆς μεσημβρινῆς παρατηρήσεως πρὸς προσδιορισμὸν τοῦ χρόνου ἦτο συνήθως 2.30 — 3 ὥραι καὶ ἐκυμαίνετο μεταξύ 18h 30m — 21h 30m πολιτικοῦ χρόνου (Greenwich).

Κατὰ τὴν ἐπεξεργασίαν τοῦ ὕλικου τῶν παρατηρήσεων καὶ τὸν ὑπολογισμὸν τῶν διαφόρων στοιχείων, ἐλήφθησαν ὑπ' ὄψιν ἅπασαι αἱ ἀπόλυτοι καταστάσεις τοῦ ἐκκρεμοῦς αἰτίνας ὑπελογίσθησαν τῇ βοηθείᾳ τῶν τιμῶν κλίσεως αἱ ὁποῖαι προσδιωρίσθησαν διὰ τῆς ἐπιβατικῆς ἀεροστάθμης. Δὲν ἐλήφθησαν ὑπ' ὄψιν αἱ τιμαὶ τῆς ἀπολύτου καταστάσεως μερικῶν περιόδων καθ' ἃς ἐσημειώθησαν μικραὶ ἢ μεγάλα διακοπαὶ τῶν μεσημβρινῶν παρατηρήσεων. Αἱ διακοπαὶ αὗται προεκλήθησαν εἴτε λόγῳ καθαρισμοῦ τοῦ μεσημβρινοῦ τηλεσκοπίου ἢ διαρρυθμίσεων τῆς αἰθούσης, εἴτε λόγῳ ζημιῶν τοῦ μικρομέτρου, εἴτε καὶ ἔνεκα ἄλλων αἰτίων. Ἐπίσης ἀπερρίφθη καὶ ὠρισμένος ἀριθμὸς τιμῶν τῆς ἀπολύτου καταστάσεως, καθ' ὅσον ὁ γενόμενος ἔλεγχος ἔδειξεν ὅτι δὲν συμβιβάζονται πρὸς τὰς ἐκατέρωθεν καὶ ἐγγύς τιμὰς καὶ ὑπῆρχεν ὑπόνοια ὅτι αὗται ὀφείλονται εἰς σφάλματα παρατηρήσεως.

Ἐξ ἄλλου ὡς πρὸς τὴν χρησιμοποίησιν τῶν τιμῶν τῆς κλίσεως τοῦ ἄξονος περιστροφῆς τῶν ληφθειῶν τῇ βοηθείᾳ τῆς ἀεροστάθμης ἔχομεν νὰ παρατηρήσωμεν τὰ ἀκόλουθα:

Ἐκ τῆς ἐπὶ τοῦ θέματος τούτου ἐργασίας τοῦ κ. Κωτσάκη πιστοποιεῖται ὅτι ὕφισταται συστηματικὴ διαφορὰ μεταξύ τῶν τιμῶν κλίσεως τῶν προσδιοριζομένων διὰ τοῦ ὑδραργυρικοῦ κατόπτρου καὶ δι' ἀεροστάθμης. Μάλιστα ἡ ἐτησίᾳ διαφορὰ αὐτὴν κυμαίνεται κατὰ τὸ διάστημα 1917-1940, μεταξύ τῶν ἄκρων τιμῶν + 0,427s (1929) καὶ - 0,261s (1939). Τὴν παρουσίαν τῆς διαφορᾶς ταύτης τὴν ἀποδίδει εἰς σφάλματα τῆς ἀεροστάθμης καὶ ὡς ἐκ τούτου συνιστᾶ διὰ τὸν προσ-

διορισμόν τῆς τιμῆς τῆς κλίσεως τὴν χρησιμοποίησιν τοῦ ὑδραβγυρικοῦ κατόπτρου (1).

Ἐπρεπε λοιπὸν νὰ ὑπολογισθοῦν ἐκ νέου ὄλαι αἱ ἀπόλυτοι καταστάσεις τοῦ FENON 55 βάσει τῶν τιμῶν κλίσεως τῶν προσδιορισθεῖσων τῇ βοήθειᾳ τοῦ κατόπτρου. Ἡ σχετικὴ ὁμῶς ἔρευνα τοῦ ὀλικοῦ τῶν παρατηρήσεων ἔδειξεν ὅτι εἰς τὴν σειρὰν τῶν τιμῶν τῶν ἀπολύτων καταστάσεων θὰ παρουσιάζοντο πλεῖστα κενὰ τὰ ὁποῖα θὰ ἐδυσκόλευον τὴν πλήρη μελέτην τῆς πορείας καὶ τῆς ἐν γένει συμπεριφορᾶς τοῦ ἐκκρεμοῦς. Διότι, πολλάκις, ὅταν ἐξετελοῦντο μεσημβριναὶ παρατηρήσεις πρὸς προσδιορισμόν τοῦ χρόνου, ἡ κλίσις τοῦ ἀξονος ἐλαμβάνετο μόνον δι' ἀεροστάθμης οὐχὶ δὲ καὶ διὰ ναδῖο καὶ κατὰ συνέπειαν ὄλαι αὐταὶ αἱ παρατηρήσεις θὰ ἀπερρίπτοντο.

Οὐχ ἦττον ὁμῶς ἔπρεπε νὰ ἐξετάσωμεν περισσότερον συγκεκριμένως τὸ ζήτημα αὐτὸ καὶ πρὸς τοῦτο ἐζητήσαμεν νὰ χρησιμοποισώμεν τὰς τιμὰς κλίσεως διὰ κατόπτρου διὰ νὰ ἴδωμεν τὴν ἐπίδρασιν αὐτῶν ἐπὶ τῶν τιμῶν τῶν ἀπολύτων καταστάσεων τοῦ FENON 55 καὶ τῶν πορειῶν αὐτοῦ καὶ ἀντιστοίχως νὰ ἐρευνήσωμεν τὸν ρόλον τὸν ὁποῖον θὰ ἠδύνατο νὰ παίξουν αὐταὶ εἰς τὴν παρούσαν ἐργασίαν. Πρὸς τοῦτο ἐξελέξαμεν ὡς ἔτη ἐρεύνης ἐκεῖνα καθ' ἃ ἐσημειώθησαν αἱ μεγαλύτεραι ἐτήσια θετικαὶ ἢ ἀρνητικαὶ τιμαὶ τῆς διαφορᾶς κλίσεως β'·β (κάτοπτρον·ἀεροστάθμη) καὶ κατὰ συνέπειαν αἱ διορθώσεις τῶν τιμῶν τῶν ἀπολύτων καταστάσεων θὰ ἦσαν περισσότερον ἔκδηλοι. Καὶ τοιαῦτα εἶναι τὰ ἔτη 1929 (+0,427s) καὶ 1930 (+0,425s) καὶ ἀντιστοίχως τὰ ἔτη 1939 (-0,261s) καὶ 1940 (-0,241s) δηλ. τὰ ζεύγη ἐκεῖνα κατὰ τὰ ὁποῖα, καθὼς θὰ ἴδωμεν εἰς τὸ Β' μέρος τῆς παρούσης ἐργασίας, ἡ συμπεριφορὰ τῶν τιμῶν τῶν ἀπολύτων καταστάσεων τοῦ ὥρολογίου παρουσιάζει πλεῖστας ὄσας ὁμοιότητος καὶ ἄλλας χαρακτηριστικὰς ἀναλογίας.

Οὕτως ὑπελογίσθησαν ἐκ νέου αἱ ἀπόλυτοι καταστάσεις τοῦ FENON 55 βάσει τῶν τιμῶν τῆς κλίσεως αἵτινες ἐλήφθησαν μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ κατόπτρου καὶ ἐσχηματίσθησαν οἱ εἰς τὸ τέλος τῆς παρούσης ἐργασίας ὑπάρχοντες πίνακες εἰς τοὺς ὁποίους καταχωροῦνται κατὰ σειρὰν: αἱ τιμαὶ τῶν ἀπολύτων καταστάσεων τοῦ FENON 55 ὑπολογισθεῖσαι τῇ βοήθειᾳ τῶν τιμῶν κλίσεως δι' ἀεροστάθμης (ΔΥβ) καὶ ἀντιστοίχως διὰ κατόπτρου (ΔΥβ'), τὸ μέσον σφάλμα (Μ. Ε.) προσδιορισμοῦ τῆς ἀπολύτου καταστάσεως ὑπολογισθὲν βάσει τοῦ τύπου:

$$M. F. = \pm \sqrt{\frac{(\mu)}{\eta(\eta-1)}}$$

ὅπου η εἶναι ὁ καθ' ἐκάστην ἐσπέραν λαμβανόμενος ἀριθμὸς ἀστέρων, αἱ διαφοραὶ τῶν ἀπολύτων καταστάσεων, ὡς καὶ αἱ διαφοραὶ

1) Δ. Κωτσάκης: Μνημ. ἐργ. σ. 17.

τῶν τιμῶν κλίσεως διὰ κατόπτρου καὶ ἀεροστάθμης. Ἐκ τῶν πινάκων τούτων φαίνεται εὐκόλως ὅτι αἱ ἄκραι τιμαὶ τῶν β'-β καὶ ἀντιστοίχως τῶν ΔΥβ'-ΔΥβ εἶναι :

	Μεγίστη	Ἐλαχίστη	Διαφορὰ
β'-β ΔΥβ'-ΔΥβ	+0,58s (15 Ἀριλ. 1929) -0,24s ( 4 Φεβρ. 1929)	+0,26s (15 Φεβρ. 1929) -0,78s (27 Μαΐου 1929)	+0,32s +0,54s
β'-β ΔΥβ'-ΔΥβ	+0,53s (16 Ἰαν. 1930) -0,32s (27 Ἰαν. 1930)	+0,26s ( 1 Φεβρ. 1930) -0,68s (16 Ἰαν. 1930)	+0,27s +0,36s
β'-β ΔΥβ'-ΔΥβ	-0,17s (18 Ὀκτ. 1939) +0,61s ( 2 Ἰαν. 1939)	-0,48s ( 2 Ἰαν. 1939) +0,12s (24 Φεβρ. 1939)	+0,31s +0,49s
β'-β ΔΥβ'-ΔΥβ	-0,05s (12 Μαρτ. 1940) +0,53s (10 Ὀκτ. 1940)	-0,38s (19 Σεπτ. 1940) +0,06s (12 Μαρτ. 1940)	+0,33s +0,41s

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγεται ὅτι ἡ ἐπὶ τῶν ἀπολύτων καταστάσεων τοῦ ἔκκρεμοῦς ἐπίδρασις τῆς διαφορᾶς β'-β εἶναι ἀρκούντως σημαντικὴ καὶ ἀπολύτως λαμβανομένη, ὀλίγον μεγαλύτερα τῆς διαφορᾶς τῶν τιμῶν κλίσεως. Πάντως ἡ ἐπίδρασις αὕτη, καθ' ὄλον τὸ διάστημα, δὲν ὑπερβαίνει τὰς ἄκρας τιμὰς + 0,61s καὶ - 0,78s καὶ καθὼς ἐμφαίνουσιν τὰ διαγράμματα τῶν ἐτῶν 1929, 1930 καὶ 1939, 1940 δὲν παίξει οὐδένα οὐσιώδη ρόλον εἰς τὴν παροῦσαν ἔρευναν. Διὰ τοῦτο, ἡ ἔλλειψις προσδιορισμῶν τῆς κλίσεως διὰ κατόπτρου καὶ ἐπομένως ἡ χρησιμοποίησις τῶν τιμῶν τῆς ἀεροστάθμης, οὐδεμίαν ἐπίδρασιν ἐπιφέρει ἐπὶ τῶν ἐξαγομένων στοιχείων ἐφ' ὧν στηρίζεται ἡ ὅλη συμπεριφορὰ τῆς πορείας τοῦ FENON 55. Πρέπει ὁμως νὰ τονισθῇ ὅτι τὸ ζήτημα τῆς ἐμφανιζομένης διαφορᾶς τῶν ἀπολύτων καταστάσεων τοῦ FENON 55 καὶ ἐπομένως τὸ πρόβλημα τοῦ ἀκριβοῦς προσδιορισμοῦ τοῦ χρόνου τῶν Ἀθηνῶν εἶναι ὡς εἶκος ἄκρως ἐνδιαφέρον καὶ οὐσιῶδες καὶ δεόν νὰ ἐξετασθῇ κεχωρισμένως, τοσοῦτο μᾶλλον ὅσῳ σχετίζεται ἀμέσως μὲ τὴν ἀκριβῆ τιμὴν τοῦ γεωγραφικοῦ μήκους καὶ τὴν παρουσιαζομένην διαφορὰν τῆς ἀπολύτου καταστάσεως τοῦ FENON 55 τὴν προσδιοριζομένην ἐκ μεσημβρινῶν παρατηρήσεων καὶ ἐκ τῆς λήψεως τῶν ὠριαίων σημάτων.

\* \*

Ἐκ τῶν πραγμάτων ἠναγκάσθημεν νὰ διακρίνωμεν τὸ ὑπὸ μελέτην διάστημα εἰς δύο εἰδῶν τμήματα. Εἰς ἐκεῖνα εἰς τὰ ὁποῖα ἡ γραφικὴ ἀπεικόνισις τῶν ἀπολύτων καταστάσεων τοῦ ἔκκρεμοῦς εἶναι γραμμικὴ καὶ ἐκεῖνα εἰς τὰ ὁποῖα αὕτη παρίσταται ὑπὸ ἐξισώσεως ἀνωτέρου βαθμοῦ. Τὸ διάστημα τῆς πρώτης κατηγορίας ἐκτείνεται μεταξύ τῶν ἐτῶν 1916—1926 καὶ 1938, ἐνῶ τὸ δεύτερον καλύπτει τὰ ὑπόλοιπα ἔτη 1926—1941.

Τὰ χρονικὰ διαστήματα τῆς πρώτης κατηγορίας τὰ ἐχωρίσαμεν ὡς ἀκολούθως :

I. — Περίοδος 27 Ιανουαρίου 1917 μέχρι 7 Μαρτίου 1918  
(13 μήνες).

Κατ' αὐτὴν οὐδεμία ἐπέμβασις ἐγένετο ἐπὶ τοῦ ὄργανου.

Τούναντιον εἰς τὰς 9 Μαρτίου 1918 ὁ δείκτης τῶν δευτερολέπτων τοῦ FENON 55 ἐτέθη ἔν λεπτὸν πρὸς τὰ ἔμπρὸς διὰ νὰ ἐλαττωθῆ κατὰ τὸ ποσὸν τοῦτο ἢ ἀπόλυτος κατάστασις αὐτοῦ. Ἐν συνεχείᾳ τὴν 30ὴν Μαΐου, λόγῳ ἐπισκευῆς τοῦ δαπέδου τῆς μεσημβρινῆς αἰθούσης, ὀλόκληρον τὸ ἔκκρεμὸς ἐξήχθη ὑπὸ τοῦ μηχανικοῦ τοῦ Ἑθν. Ἀστεροσκοπείου J. Koenig καὶ ἀπετέθη εἰς τὴν Ὀργανοθήκην τοῦ Καταστήματος. Μετὰ τὸ πέρασ τῆς ἐπισκευῆς, καθαρισθέν, ἐπανετέθη εἰς τὴν θέσιν αὐτοῦ τὴν 27 Ἰουνίου 1918. Ἐπειδὴ κατὰ τὴν ἐκ τῆς μεσημβρινῆς αἰθούσης εἰς τὴν Ὀργανοθήκην μεταφορὰν του, μετεβλήθη τὸ μῆκος αὐτοῦ, ἐδέησε νὰ ἐλεγχθῆ τοῦτο τρίς ἕως οὗ ἐπιτευχθῆ τὸ κανονικὸν μῆκος. Κατόπιν καὶ ἄλλων τινῶν ἐπεμβάσεων, τὸ ἔκκρεμὸς ἤρχισε νὰ λειτουργῆ κανονικῶς ἀπὸ τῆς 30ῆς Ἰουλίου 1918.

II. — Περίοδος 30 Ἰουλίου 1918 μέχρι 27 Δεκεμβρίου 1919  
(17 μήνες).

Κατὰ τὴν περίοδον ταύτην οὐδεμία ἐπέμβασις ἐγένετο εἰς τὴν λειτουργίαν τοῦ ἔκκρεμοῦς.

Ἀντιθέτως τὸ ἔτος 1920 εἶναι διὰ τὸ FENON 55 ἔτος πολλῶν ἀνωμαλιῶν, διότι τὸ μὲν πρῶτον πεντάμηνον δὲν ἐγένοντο μεσημβριναὶ παρατηρήσεις καὶ ἐπομένως δὲν εἶχομεν ἀπολύτους καταστάσεις τοῦ ἔκκρεμοῦς, τὸ δὲ δεύτερον, διότι τοῦτο πολλακίς ἐκαθαρίσθη καὶ ἐτέθη εἰς νέαν ὥραν κατὰ τὰς κάτωθι ἡμερομηνίας :

α) 1-6-1920 ἐτέθη εἰς ἀκριβεστέραν ὥραν.

β) 24-7-1920 ἐκαθαρίσθη καὶ ἐτέθη εἰς νέαν ὥραν.

γ) 23-7-1920 ἕως 1-12-1920. Αἰμεσημβριναὶ παρατηρήσεις τῆς περιόδου ταύτης δὲν δύναται νὰ ληφθοῦν σοβαρῶς ὑπ' ὄψιν διότι κατ' αὐτὴν, ἐπειδὴ εἶχον θραυσθῆ δύο νήματα ἀράχνης τοῦ μικρομέτρου τοῦ μεσημβρινοῦ κύκλου Α. Συγγροῦ, παρουσιάζοντο ἀνωμαλῆαι.

δ) 9-5-1921 ἐθίγη καὶ ἐτέθη εἰς νέαν ὥραν.

III. — Περίοδος 12 Μαΐου 1921 μέχρι 27 Δεκεμβρίου 1921  
(8 μήνες).

Οὐδεμία ἐπέμβασις ἐγένετο ἐπὶ τοῦ ὄργανου κατὰ τὴν περίοδον ταύτην.

Κατὰ τὰ ἔτη 1922—1924 ἐσημειώθησαν πολλαὶ ἐπεμβάσεις πρὸς διόρθωσιν τῆς πορείας τοῦ FENON 55 καὶ δι' αὐτὸ ἐκρίθη σκόπιμον νὰ μὴ μελετηθῆ ἢ συμπεριφορὰ τοῦ ἔκκρεμοῦς κατὰ τὰ ἔτη ταῦτα.

Αἱ ἐπεμβάσεις αὗται χρονολογικῶς εἶναι αἱ κάτωθι :

α) Τὰς ἀπογευματινὰς ὥρας τῆς 20-5-1922 τὸ ὄργανον ἐθίγη πρὸς ἰσοχρονισμόν τῶν αἰωρήσεων τοῦ ἔκκρεμοῦς καὶ πρὸς ἐλάττωσιν τῆς ἡμερησίας πορείας του καὶ ἐτέθη εἰς νέαν ὥραν.

- β) 1-7-1922 έκαθαρίσθη και έτέθη εις νέαν ώραν.
- γ) 10-7-1922 έτέθη εις νέαν ώραν.
- δ) 17-7-1922 έθίγη ίνα έλαττωθῆ ή μεγάλη αύτου άρνητική πορεία.
- ε) 19-7-1922 τό έκκρεμές θιγέν την 17-7 ώρα 7 μ. μ. κατά 25 ύποδιαιρέσεις προς τό R έδειξε την 18-7 ώρα 9 μ. μ. μεταβολήν + 10,68s. Προς το 3το έθίγη την 19 Ιουλίου ώρα 10 και 30 π. μ. προς τό A, κατά 17 ύποδιαιρέσεις προς έκμηδένισιν τῆς νέας πορείας του.
- στ) 23-10-1922 έθίγη εκ νέου.
- ζ) 1-9-1923 έθίγη ίνα έλαττωθῆ ή άρνητική του πορεία και έτέθη εις νέαν ώραν.
- η) 22-11-1924 έκαθαρίσθη και ήλλάγησαν τά ξλαιά του.
- θ) Την 13-12-1924 έθίγη προς ίσοχρονισμόν των αίωρήσεων του και έλάττωσιν τῆς μεγάλης θετικής πορείας του.
- ι) Την 10-1-1925 έθίγη προς έλάττωσιν τῆς θετικής πορείας του.

#### IV. — Περίοδος 10 Ιανουαρίου 1925 μέχρι 7 Μαρτίου 1926 (14 μήνες).

Κατ' αύτην ούδεμία επέμβασις έγένητο επί του όργάνου.

Τούναντίον α) εις τας 10-4-1925 τό FENON 55 έτέθη εις νέαν ώραν.

β) Την 28-6-1926 έσταμάτησε λόγω του έπισυμβάντος σεισμού. Έτέθη εις νέαν ώραν και έθίγη προς έλάττωσιν τῆς άρνητικής του πορείας.

γ) 30-8-1926. Λόγω άρκούντως ισχυράς σεισμικής δονήσεως τό FENON 55 έπαυσε λειτουργοῦν, έθίγη δέ προς έλάττωσιν τῆς θετικής του πορείας και έτέθη εις νέαν ώραν.

#### V. — Περίοδος 13 Ιανουαρίου 1938 μέχρι 30 Δεκεμβρίου 1938 (12 μήνες).

Κατά την περίοδον ταύτην ούδεμία επέμβασις έγένητο εις την λειτουργίαν του έκκρεμοῦς.

\* \*

Ο χωρισμός του διαστήματος εις μικράς περιόδους και ή μελέτη των άφορώντων τό ώρολόγιον έντός των περιόδων αύτων επιβάλλεται εκ των πραγμάτων, ένῳ συγχρόνως ούδόλως μειώνει την βαρύτητα και άξίαν των έξαγομένων. Διότι εκ τῆς θεωρίας είναι



γνωστή (1) ή επίδρασις πολλῶν μετεωρολογικῶν στοιχείων ἐπὶ τῆς ἡμερησίας πορείας (καὶ ἀντιστοίχως ἐπὶ τῆς μεταβολῆς αὐτῆς) τῶν ὥρολογίων.

Οὕτως οἱ M. Wolf καὶ E. Ernst μελετῶντες τὴν πορείαν τῶν τριῶν προτύπων καὶ ἀναλόγων πρὸς τὸ ἡμέτερον, ἐκκρεμῶν τοῦ Ἀστεροσκοπείου τοῦ Heidelberg (Riefler 204, Hohwü 41 καὶ Riefler 44) ἀρκοῦνται διὰ τὴν πλήρη μελέτην ὄλων αὐτῶν εἰς τὰ δεδόμενα ἐνὸς μόνου ἔτους (2). Καὶ μεταγενεστέρως ὁ K. Heinemann διὰ πολλὰ ἐκ τῶν ἐκκρεμῶν τοῦ αὐτοῦ Ἀστεροσκοπείου ἐξετάζει περιόδους 12—14 μηνῶν (3). Ἐξ ἄλλου ἡ A. Mirolijubowa ἐρευνῶσα τὴν ἡμερησίαν πορείαν τοῦ ἀστρικοῦ ἐκκρεμοῦς Riefler 323 τοῦ Ἀστεροσκοπείου τῆς Μόσχας χωρίζει τὸ διάστημα 1917—1921 εἰς δύο περιόδους 20 καὶ 18 μηνῶν καὶ παραλείπει τὸ ἐν τῷ μεταξύ διάστημα τῶν 18 μηνῶν καθ' ὃ διεκόπη ἡ λειτουργία τοῦ ἐκκρεμοῦς (4).

Τὸν τοιοῦτον χωρισμὸν εἰς τὰ διάφορα Ἀστεροσκοπεῖα δὲν τὸν ἐπιβάλλουν μόνον ἡ ἐτησία ἐπάνοδος τῶν ιδίων περιόδου τιμῶν τῶν διαφόρων μετεωρολογικῶν στοιχείων. Τὸν ἐπιβάλλουν καὶ αἱ ἀναπόφευκτοι διακοπαὶ τῆς λειτουργίας τοῦ ὄργανου συνεπεία πλείστων λόγων, ὅποιοι εἶναι αἱ θεληματικαὶ ἢ μὴ ἐπεμβάσεις εἰς τὸ ὄργανον, αἱ βλάβαι ὠρισμένων μερῶν καὶ ἡ ἀνάγκη τῆς ἀντικαταστάσεως αὐτῶν, ἡ ἀνάγκη ἀλλαγῆς τῶν ἐλαίων καὶ τοῦ καθαρισμοῦ τοῦ μηχανισμοῦ, ἡ διακοπὴ λειτουργίας συνεπεία σεισμῶν κλπ. Τοιαύτας ἐπεμβάσεις ἀναφέρει ὁ K. Heinemann εἰς τὰ διάφορα ἐκκρεμῆ τοῦ Ἀστεροσκοπείου τοῦ Heidelberg (5) καὶ ἄλλοι.

Ὁ K. Müller παρατηρεῖ ὅτι τὸ ἐκκρεμὲς Riefler 256 (σταθερᾶς πιέσεως) ἀπὸ τοῦ 1911 εἶχεν ὑποστῆ 12 διακοπὰς, τὸ δὲ Riefler 353 ἀπὸ τοῦ 1917 μέχρι τοῦ 1934, 8 διακοπὰς (6). Ἡ δὲ A. Mirolijubowa ἐκτὸς τῶν διαφόρων αὐτῶν ἀναγκαστικῶν ἢ μὴ ἐπεμβάσεων εἰς τὸ ὄργανον, πολὺ ὀρθῶς παρατηρεῖ, ὅτι προκειμένου νὰ συγκρίνωμεν τὰ ἐξαγόμενα

---

1) Βλ. F. Boquet: Les Observations Méridiennes. Théorie et Pratique, Paris 1909, Tom. I, p. 80 καὶ Σ. Πλακίδου: Μαθήματα Πρακτικῆς Ἀστρονομίας, Ἀθῆναι 1944 Σελ. 51.

2) M. Wolf-E. Ernst: Der Gang der Hauptuhren der Sternwarte. Veröf. Sternwarte zu Heidelberg. B. 6. No 7, 1913, S. 79.

3) K. Heinemann: Über die Gänge der Hauptuhren der Königstuhl Sternwarte, Veröf. Sternwarte zu Heidelberg, B. 8. No 8. 1927, S. 86.

4) Annie S. Mirolijubova: Preliminary investigation on the daily-rate of the Riefler No 323 Clock of the Moscow Observatory (Russian Astronomical Journal, Moscow 1924, Tom. I, B. II, p. 96).

5) K. Heinemann: Μν. ἐργ. σελ. 85.

6) K. Müller: Untersuchungen über die luftdichten Pendeluhren der Hamburger Sternwarte in Bergedorf, Hamburg 1937, B. IV. No. 6, S. 115.

μενα τῆς ἡμερησίας πορείας ἑνὸς ἔκκρεμοῦς ἢ χρονομέτρου, ὁ χωρισμὸς τῶν δεδομένων εἰς μακρὰς περιόδους ἔχει τὸ μειονέκτημα ὅτι δὲν φέρει εἰς φῶς τὰς ἀκριβεῖς τιμὰς ὠρισμένων συντελεστῶν, οἱ ὁποῖοι μεταβάλλονται μετὰ τοῦ χρόνου καὶ ἐπομένως δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ἐξαχθοῦν συμπεράσματα ὡς πρὸς τὰς τυχόν ἐμφανιζομένας μεταβολὰς τῶν συντελεστῶν τούτων<sup>(1)</sup>. Διὰ τοὺς αὐτοὺς καὶ δι' ἄλλους λόγους, τοὺς ὁποίους κατωτέρω θὰ ἀναπτύξωμεν, ὁ K. Müller διατρεῖ τὰ μελετώμενα διαστήματα εἰς ἐτήσια<sup>(2)</sup>. Τέλος ὁ N. Dneprovsky μελετῶν τὰ μὴ σταθερᾶς πίεσεως πρότυπα ἔκκρεμῆ Riefler 24 καὶ Riefler 352 τοῦ Κεντρικοῦ Ἀστεροσκοπείου τοῦ Ρουλκονο, χωρίζει τὸ διάστημα 1916—1924 εἰς περιόδους ἀκόμη μικροτέρας τοῦ ἔτους (3, 4, 5, 6 καὶ 8 μηνῶν) διὰ λόγους τοὺς ὁποίους ἀνωτέρω ἐμνημονεύσαμεν, ἀλλὰ εἰς μερικὰς περιπτώσεις καὶ διότι ἀπλῶς συνέβη μία αἰφνιδία καὶ ὀξεῖα μεταβολὴ εἰς τὴν πορείαν αὐτῶν<sup>(3)</sup>.

## 2. Μελέτη τῆς ἡμερησίας πορείας.

Ἡ ἔρευνα τῆς ἡμερησίας πορείας τοῦ ὠρολογίου κεχωρισμένης κατὰ τὰς 6 μνημονευθείσας περιόδους ἐγένετο πρὸς τὸν σκοπὸν ὅπως εὑρεθῆ, ὁ βαθμὸς τῆς ἐπιδράσεως τὴν ὁποίαν ἐξασκοῦν ἐπ' αὐτῆς ἡ θερμοκρασία, ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις καὶ ἡ παρέλευσις τοῦ χρόνου καὶ ἐπομένως ὅπως διαπιστωθῆ ἡ ποιότης τοῦ ὠρολογίου ἐπὶ τῇ ὑποθέσει ὅτι ἡ συνδέουσα τὰ στοιχεῖα ταῦτα σχέσις εἶναι γραμμική. Δηλαδή ὁ ὑπολογισμὸς τῆς ἡμερησίας πορείας, δι' ἑκάστην περίοδον, ἐγένετο βάσει τοῦ ἀκολουθίου τύπου :

$$\epsilon\eta\theta\alpha : \quad g_0 + at + bT + cB - g = 0,$$

$$t = \frac{t_2 - t_1}{2} - t_0$$

εἶναι ὁ ἀριθμὸς τῶν ἡμερῶν, αἵτινες διέρρυσαν ἀπὸ τῆς στιγμῆς  $t_0$ ,

$$T = \frac{\int_{t_1}^{t_2} T dt}{t_2 - t_1} - T_0$$

εἶναι τὸ ἄθροισμα τῶν μέσων θερμοκρασιῶν κατὰ τὸ χρονικὸν διάστημα  $t_2 - t_1$ ,

1) A. S. Miroljubowa: Der Gang der Riefler's Uhr 323 im Zeitraum 1921—1928. Journal Astronomique de Russie, Moscow 1929, Tom. II, No. 2, S. 257.

2) K. Müller: *Mv.* ἐγγ. σελ. 127 ἐξ.

3) N. Dneprovsky: On the rates of the Clocks Riefler 24 and Riefler 352 during the years 1916—1924, Bulletin de l'Observatoire Central à Poulkovo, Vol. XI, I, 1927, p. 46 ἐξ.

$$\int_{t_1}^{t_2} B dt$$

$$B = \frac{t_1}{t_2 - t_1} - B_0$$

είναι τὸ ἄθροισμα τῶν μέσων πιέσεων εἰς τὸ διάστημα  $t_2 - t_1$ ,

$$g = \frac{\Delta U_2 - \Delta U_1}{t_2 - t_1}$$

(ὅπου  $\Delta U_2 - \Delta U_1$  εἶναι ἡ διαφορὰ τῶν καταστάσεων εἰς τὸ χρονικὸν διάστημα  $t_2 - t_1$ ) εἶναι ἡ μέση ἡμερησία πορεία.

Τὰ  $g_0$ ,  $a$ ,  $b$  καὶ  $c$  εἶναι συντελεσταί, καὶ δὴ  $g_0$  εἶναι ἡ ἡμερησία πορεία τοῦ ἔκκρεμοῦς κατὰ τὴν ἀρχικὴν ἡμερομηνίαν,  $a$  ὁ συντελεστὴς τοῦ χρόνου,  $b$  καὶ  $c$  εἶναι ἀντιστοίχως ὁ θερμομετρικὸς καὶ βαρομετρικὸς συντελεστὴς. Ὡς ἀρχικὴ θερμοκρασία  $T_0$  καὶ πιέσις  $B_0$ , ἐκάστης περιόδου ἐλαμβάνοντο ἡ θερμοκρασία καὶ πιέσις τῆς ἀρχικῆς ἡμερομηνίας αὐτῆς:

Εἶναι προφανὲς ὅτι ὁ ὑπολογισμὸς τῶν τιμῶν τῶν συντελεστῶν  $a$ ,  $b$ ,  $c$  καὶ  $g_0$  γίνεται βάσει στοιχείων, τὰ ὁποῖα προκύπτουν ἐκ τῶν ἀπολύτων καταστάσεων καὶ ἐκ τῶν πορειῶν αὐτῶν ἤτοι ἐκ στοιχείων τὰ ὁποῖα σημειοῦνται ἐντὸς ἐκάστης τῶν θεωρουμένων περιόδων. Ἐπομένως διὰ τοῦ τρόπου τούτου λαμβάνομεν πράγματι μίαν εἰκόνα τῶν φαινομένων τὰ ὁποῖα χαρακτηρίζουν τὸ μελετώμενον ἔκκρεμὸς ἐντὸς τῆς περιόδου ταύτης. Ἡ λύσις τῶν κανονικῶν ἐξισώσεων :

$$\begin{aligned} (\alpha\alpha) g_0 + (\alpha\beta) a + (\alpha\gamma) b + (\alpha\delta) c &= \alpha g \\ (\alpha\beta) g_0 + (\beta\beta) a + (\beta\gamma) b + (\beta\delta) c &= \beta g \\ (\alpha\gamma) g_0 + (\beta\gamma) a + (\gamma\gamma) b + (\gamma\delta) c &= \gamma g \\ (\alpha\delta) g_0 + (\beta\delta) a + (\gamma\delta) b + (\delta\delta) c &= \delta g \end{aligned}$$

καὶ ὁ ὑπολογισμὸς τῶν συντελεστῶν  $g_0$ ,  $a$ ,  $b$  καὶ  $c$  ἔγινε διὰ τῆς μεθόδου τῶν ἐλαχίστων τετραγώνων. Ἴδου τὰ ἐπὶ μέρους ἀποτελέσματα :

**Περίοδος I :** Ἐκ τῶν 84 ἐξισώσεων τῆς περιόδου ταύτης (προσδιορισμὸς τοῦ χρόνου κατὰ μέσον ὅρον ἀνά 4,4 ἡμ.) ἐσχηματίσθησαν αἱ κάτωθι κανονικαὶ ἐξισώσεις :

$$\begin{aligned} 84,0000 g_0 + 38,6108 a - 833,1600 b + 167,7200 c &= + 14,2338 \\ 38,6108 g_0 + 24,8185 a - 341,4911 b + 33,2304 c &= + 6,8946 \\ -833,1600 g_0 - 341,4911 a + 11977,7880 b - 2439,0414 c &= - 121,1045 \\ 167,7200 g_0 + 33,2304 a - 2439,0414 b + 1376,6442 c &= + 18,0092 \end{aligned}$$

Διὰ τῆς λύσεως τοῦ συστήματος αὐτοῦ ἐλάβομεν τὰς τιμὰς τῶν συντελεστῶν :

$$\begin{aligned}g_0 &= + 0,235858 \\ a &= - 0,023484 \quad (\text{A}) \\ b &= + 0,003995 \\ c &= - 0,008008\end{aligned}$$

**Περίοδος II:** Έκ των 71 εξισώσεων της περιόδου αυτής (μέσον διάστημα προσδιορισμού του χρόνου 7,1 ήμ.) είχομεν τὰς κάτωθι κανονικὰς ἐξισώσεις :

$$\begin{aligned}71,0000 g_0 + 46,6374 a + 468,4700 b - 113,3500 c &= - 16,4117 \\ 46,6374 g_0 + 43,5762 a + 336,7027 b - 77,7822 c &= - 11,4791 \\ 468,4700 g_0 + 336,7027 a + 5490,0251 b - 693,3023 c &= - 107,9997 \\ - 113,3500 g_0 - 77,7822 a - 693,3023 b + 537,6681 c &= + 25,2801\end{aligned}$$

Ἐξ αὐτῶν δὲ ἐλάβομεν τὰς ἀκολουθούσους τιμὰς τῶν ἀγνώστων :

$$\begin{aligned}g_0 &= - 0,204958 \\ a &= - 0,056577 \quad (\text{B}) \\ b &= + 0,000892 \\ c &= - 0,003185\end{aligned}$$

**Περίοδος III:** Αἱ κανονικὰι ἐξισώσεις αἰτινες προέκυψαν ἐκ τῶν 37 ἐξισώσεων τῆς περιόδου ταύτης (προσδιορισμὸς τοῦ χρόνου κατὰ μέσον ὄρον ἀνὰ 6,2 ήμ.) εἶναι αἱ ἀκόλουθοι :

$$\begin{aligned}+ 37,0000 g_0 + 10,7601 a + 36,0100 b - 9,7600 c &= + 12,6505 \\ + 10,7601 g_0 + 4,1843 a + 34,4829 b - 13,0293 c &= + 3,9385 \\ + 36,0100 g_0 + 34,4829 a + 1276,2909 b - 328,9139 c &= + 21,9181 \\ - 9,7600 g_0 - 13,0293 a - 328,9139 b + 286,3298 c &= - 7,3878\end{aligned}$$

Αἱ τιμαὶ δὲ τῶν ἀγνώστων ἐκ τῆς λύσεως τοῦ ἀνωτέρω συστήματος εἶναι :

$$\begin{aligned}g_0 &= + 0,311881 \\ a &= + 0,082406 \quad (\text{Γ}) \\ b &= + 0,004550 \\ c &= - 0,006187\end{aligned}$$

**Περίοδος IV:** Ἐκ τῶν 137 ἐξισώσεων (προσδιορισμὸς τοῦ χρόνου κατὰ μέσον ὄρον ἀνὰ 3,3 ήμ.) είχομεν τὰς ἐξῆς κανονικὰς ἐξισώσεις :

$$\begin{aligned}+ 137,0000 g_0 + 69,5104 a - 1403,0700 b + 66,6400 c &= - 55,0279 \\ + 69,5104 g_0 + 50,2161 a - 766,5022 b + 79,8162 c &= - 28,5402 \\ - 1403,0700 g_0 - 766,5022 a + 20512,4903 b - 2518,2977 c &= + 629,3671 \\ + 66,6400 g_0 + 79,8162 a - 2518,2977 b + 2365,8844 c &= - 79,2063\end{aligned}$$

Ἡ λύσις δὲ αὐτῶν μᾶς ἔδωσε τὰς ἀκολουθούσους τιμὰς τῶν συντελεστῶν :

$$\begin{aligned}g_0 &= - 0,356074 \\ a &= + 0,036744 \quad (\text{Δ}) \\ b &= + 0,005371 \\ c &= - 0,018966\end{aligned}$$

**Περίοδος V:** Ἐκ τῶν 79 ἐξισώσεων (μέσον διάστημα προσδιορισμοῦ τοῦ χρόνου 4,4 ἡμ.) ἐσχηματίσαμεν τὰς ἀκολουθοῦσας κανονικὰς ἐξισώσεις :

$$\begin{aligned} &+ 79,0000 \text{ go} + 40,4779 \text{ a} - 736,0900 \text{ b} + 332,9100 \text{ c} = + 8,6069 \\ &+ 40,4779 \text{ go} + 24,9868 \text{ a} - 403,8784 \text{ b} + 171,6392 \text{ c} = + 3,5961 \\ &- 736,0900 \text{ go} - 403,8784 \text{ a} + 10523,2437 \text{ b} - 4100,7051 \text{ c} = - 60,1091 \\ &+ 332,9100 \text{ go} + 171,6392 \text{ a} - 4100,7051 \text{ b} + 2301,5513 \text{ c} = + 21,9983 \end{aligned}$$

Αἱ προσδιορισθεῖσαι δὲ τιμαὶ τῶν ἀγνώστων εἶναι :

$$\begin{aligned} \text{go} &= + 0,270748 \\ \text{a} &= - 0,189150 \quad (\text{E}) \\ \text{b} &= - 0,000237 \\ \text{c} &= - 0,015921 \end{aligned}$$

### 3. Κριτικὴ τῆς ἐφαρμοσθείσης μεθόδου.

Προτοῦ εἰσέλθωμεν εἰς τὴν συζήτησιν ἐπὶ τῶν ἡμετέρων ἐξαγομένων εἶναι ἀνάγκη ὅπως ὑποβάλωμεν εἰς κριτικὴν τὴν χρησιμοποιηθεῖσαν μέθοδον καὶ ἐξετάσωμεν τὴν ἀκρίβειαν τῶν ἐξαγομένων τὰ ὁποῖα αὕτη δύναται νὰ μᾶς δώσῃ.

Ἐκ τῶν γραφικῶν παραστάσεων τῶν ἀπολύτων καταστάσεων τοῦ FENNON 55 κατὰ τὰς 5 περιόδους, φαίνεται ὅτι αὗται δύνανται νὰ ἐκφρασοῦν διὰ γραμμικῶν σχέσεων, ἤτοι ὅτι αὗται ἀναλυτικῶς παρίστανται δι' ἐξισώσεων πρώτου βαθμοῦ ὡς πρὸς τὸν χρόνον καὶ τὰς ἀπολύτους καταστάσεις τοῦ ὥρολογίου. Ἐπειδὴ ὅμως ἡ ἐκάστοτε ἀπόλυτος κατάστασις τοῦ ἐκκρεμοῦς δὲν ἠμπορεῖ νὰ χαρακτηρῆσθῃ τὴν ποιότητα αὐτοῦ, δεόν νὰ μελετῶνται αἱ πορεῖαι ἢ ἀκόμη καὶ αἱ μεταβολαὶ τῶν πορειῶν ἐν συνδυασμῶ πρὸς τοὺς παράγοντας οἱ ὁποῖοι προσδιορίζουν τὰς μεταβολὰς ταύτας. Διότι ὡς παρατηρεῖ (1) ὁ H. Kienle εἶναι σκόπιμον νὰ διερευνῶνται αἱ ἡμερήσια πορεῖαι προκειμένου νὰ εὕρωμεν τὸ εἶδος τῶν ἐπιδράσεων τῶν διαφόρων παραγόντων ἐπὶ τῆς πορείας τοῦ ὥρολογίου. Σημειωτέον ἐν τούτοις, ὅτι προηγουμένως ὁ B. Wanach εἶχεν ἐκφράσει τὴν ἀμφιβολίαν καὶ τὸν φόβον τοῦ ὡς πρὸς τὴν ἀκρίβειαν τῶν ἐξαγομένων ὅταν χρησιμοποιοῦνται αἱ πορεῖαι ἑνὸς ὥρολογίου πρὸς ἐξαγωγήν τῶν συντελεστῶν θερμοκρασίας καὶ πίεσεως, προκειμένου μάλιστα περὶ πολυετῶν σειρῶν προσδιορισμῶν τοῦ χρόνου. Δι' αὐτὸ καὶ ἐπρότεινε τὴν μελέτην τῶν μεταβολῶν τῶν πορειῶν τοῦ ὥρολογίου (2).

1) H. Kienle: Untersuchungen über Pendeluhren mit besonderer Berücksichtigung der beiden luftdichten Riefleruhren, Riefler 23 und Riefler 33, der K. Sternwarte zu München. Neue Annalen der K. Sternwarte zu München 5, Heft 2. καὶ B. Wanach: Astr. Nachrichten 167 S. 65.

2) B. Wanach: Über die Ausgleichung von Uhrgängen, Astr. Nachrichten, B. 167 (1904), S. 65.

Ἡ ἔκφρασις τῆς πορείας συναρτῆσει τῆς θερμοκρασίας εἶναι ὡς γνωστὸν παραβολὴ (1) ἀλλ' ὡς πρώτη προσέγγισις καὶ χωρὶς οὐσιώδη μεταβολὴν τῶν ἐξαγομένων λαμβάνεται (2) συνήρως ἡ εὐθεῖα γραμμὴ. Ὁ E. F. Van de Sande Bakhuyzen π. χ. ἠρεύνησε τὸ ζήτημα τοῦτο καὶ κατέληξεν εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι εἶναι πολὺ ἀμφίβολος ὁ προσδιορισμὸς τοῦ συντελεστοῦ τῆς δευτέρας δυνάμεως τῆς θερμοκρασίας, ὅταν μάλιστα αὕτη εἶναι κάτωθεν τοῦ μηδενός, δι' ὃ καὶ ἐχρησιμοποίησε κυρίως τὸν γραμμικὸν τύπον διὰ τὴν ἔκφρασιν τῆς ἐπιδράσεως τῆς θερμοκρασίας ἐπὶ τῆς πορείας τοῦ ἔκρεμοῦς Hohwü 17 τοῦ Ἀστεροσκοπεῖου τοῦ Leyden (3). Ἐξ ἄλλου καὶ ὁ W. Doberck μελετήσας τὴν πορείαν τοῦ ἀστρικοῦ ἔκρεμμοῦς τοῦ Ἀστεροσκοπεῖου τοῦ Hongkong κατὰ διαστήματα μὴ ὑπερβαίνοντα τὸ ἔτος, προσδιώρισε τοὺς συντελεστάς τῶν δευτέρων δυνάμεων τῆς θερμοκρασίας, ἀλλ' αἱ ἀριθμητικαὶ αὐτῶν τιμαὶ περιορίζονται εἰς τὸ ἑκατοντάκις χιλιοστών ἢ συνηθέστερον εἰς τὸ ἑκατομμυριοστὸν, οὕτως ὥστε νὰ προκύπτῃ ἡ εὐλογος ἀπορία ἔαν καὶ κατὰ πόσον εἶναι πρακτικῶς σκόπιμος ἡ εἰσαγωγή τοῦ ὄρου τούτου εἰς τὸν τύπον τὸν ἐκφράζοντα τὴν πορείαν τοῦ ὥρολογίου (4).

Ἄλλὰ καὶ ἡ ἐπὶ τῆς ἡμερησίας πορείας ἐπίδρασις τῆς βαρομετρικῆς πίεσεως ἐκφράζεται ὡσαύτως γραμμικῶς ὑποτιθεμένου ὅτι ἡ θερμοκρασία μένει σταθερά. Αἱ δύο αὐταὶ γραμμικαὶ σχέσεις συμπτύσσονται συνήθως εἰς μίαν καὶ οὕτως ἔχομεν τὴν χρησιμοποιηθεῖσαν ἤδη ἐξίσωσιν πρὸς ὑπολογισμὸν τῆς ἐκάστοτε πορείας τοῦ ὥρολογίου. Ὁ ὑπολογισμὸς τῶν σταθερῶν τῆς ἐξισώσεως τῶν πορειῶν ἐγένετο διὰ τῆς μεθόδου τῶν ἐλαχίστων τετραγώνων, ὑποτιθεμένου πάντοτε ὅτι ἡ συνδέουσα τὴν κατάστασιν, τὸν χρόνον, τὴν θερμοκρασίαν καὶ τὴν βαρομετρικὴν πίεσιν σχέσις, εἶναι πρώτου βαθμοῦ ὡς πρὸς τὰς μεταβολὰς ταύτας, ἦτοι τῆς μορφῆς:

$$go + at + bT + cB - g = 0 \quad (1)$$

Ἐὰν ὑποτεθῇ ὅτι ἡ σχέσις ἡ συνδέουσα τὰ μνημονευθέντα στοιχεῖα εἶναι πράγματι γραμμικὴ καὶ ἡ κατανομὴ τῶν ἡμερομηνιῶν τῶν προσδιορισμῶν τοῦ χρόνου ἐντελῶς συμμετρικὴ, ἂν δηλ. αἱ ἀπόλυτοι καταστάσεις τοῦ ἔκρεμμοῦς ἀπέχωσιν ἀλλήλων κατ' ἴσα χρονικὰ δια-

1) K. Graff: Grundriss der geographischen Ortsbestimmung, Berlin 1941, S. 98 καὶ Σ. Πλακίδου: Μν. ἐργ. σελ. 51.

2) A. Mirolijubowa: Μν. ἐργ. σελ. 98 καὶ N. Dneprovsky Μν. ἐργ. σελ. 46.

3) E. F. Van de Sande Bakhuyzen: On the yearly periodicity of the rates of the standard — clock of the Observatory at Leyden Hohwü 17, Amsterdam 1902, p. 20.

4) W. Doberck: The Time-Service of the Hongkong Observatory, The Observatory, vol. XVIII (1895) p. 298.

στήματα, τότε δύνανται τὰ μεταξύ των διαστήματα νὰ εἶναι μεγάλα καὶ ἐπομένως αἱ ἐξισώσεις τῶν συνθηκῶν νὰ εἶναι ὀλιγάριθμοι, χωρὶς οἱ προσδιοριζόμενοι συντελεσταὶ  $g_0, a, b, c$  νὰ ἐπηρεάζωνται ἐξ αὐτοῦ. Ἐάν ὅμως ἡ σχέσις δὲν εἶναι ἐντελῶς γραμμικὴ καὶ κυρίως ἐάν ἡ διασπορὰ τῶν ἀπολύτων καταστάσεων τοῦ ἔκκρεμοῦς εἶναι μεγάλη ὡς πρὸς τὴν μέσην εὐθείαν ἐπὶ τῆς ὁποίας δεχόμεθα ὅτι κατὰ προσέγγυ-σιν κείνται ὅλαι αἱ ἀπόλυτοι καταστάσεις τοῦ ὥρολογίου, τότε εἶναι ἀναγκαῖος ὁ μέγας ἀριθμὸς τῶν ἐξισώσεων τῶν συνθηκῶν. Μὲ ἄλλους λόγους τότε χρειάζονται πυκναὶ παρατηρήσεις προσδιορισμοῦ τοῦ χρόνου. Καὶ τοῦτο ἐπειδὴ διὰ τοῦ μεγάλου ἀριθμοῦ τῶν ἐξισώσεων τῶν συνθηκῶν αὐξάνει ὁ βαθμὸς ἀκριβείας τῶν προσδιοριστέων συντελεστῶν, ἀρκεῖ μόνον τὸ χρονικὸν διάστημα εἰς ὃ ἀναφέρονται αὗται νὰ μὴ εἶναι μέγα. Διότι ὡς ὀρθῶς σημειώνει<sup>(1)</sup> ὁ K. Müller, ὅσον τὰ λαμβανόμενα διαστήματα εἶναι μεγαλύτερα, τόσον ἐπισηφαλεῖς εἶναι αἱ τιμαὶ τῶν συντελεστῶν —ἐπειδὴ αὗται μεταβάλλονται μετὰ τοῦ χρόνου— καὶ ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει ἡ μετὰ τοῦ διαστήματος αὐξήσις τῶν ἐξισώσεων τῶν συνθηκῶν δὲν ἐπιφέρει βελτίωσιν εἰς τὴν ἀκρίβειαν τῶν προσδιοριστέων συντελεστῶν. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν διαιρεῖ οὗτος τὸ μελετώμενον διάστημα 1912—1934 εἰς περιόδους 2 ἐτῶν καὶ αὐτὰς πάλιν τὰς ὑποδιαιρεῖ εἰς μικροτέρας, ἤτοι εἰς περιόδους ἑνὸς περιπου ἔτους καὶ ἐντὸς αὐτῶν ἰσοσταθμίζει τὰς γενομένας παρατηρήσεις.

Ὡς πρὸς τὸ ζήτημα τῆς μελέτης, οὐχὶ τῶν πορειῶν, ἀλλὰ τῶν μεταβολῶν τῶν πορειῶν ἐνὸς ὥρολογίου ὅπως ἐπρότεινεν ὁ Wanach<sup>(2)</sup> οἱ ἐιδικοί ἐρευνηταὶ ἔχουν ἐν προκειμένῳ ἀντιθέτους ἀντιλήψεις. Οὕτως οἱ Wolf — Ernst καὶ ὁ Heinemann εἰς τὰς μνημονευθείσας ἐργασίας των λαμβάνουν ὑπ' ὄψιν τὰς πορείας τοῦ ὥρολογίου καὶ ἐν συνεχείᾳ μελετοῦν τὰς μεταβολὰς τῶν πορειῶν, σύμφωνα μὲ τὸν τύπον:

$$T\Delta b + B\Delta c - u = 0 \quad (2)$$

ὅπου  $T$  καὶ  $B$  εἶναι οἱ αὐτοὶ συντελεσταὶ μὲ τοὺς τοῦ τύπου (1) καὶ  $u$  τὰ ὑπολοιπόμενα σφάλματα, ἐνῶ  $\Delta b$  καὶ  $\Delta c$  παριστοῦν τὰς προσδιοριστέας διορθώσεις εἰς τοὺς συντελεστάς θερμοκρασίας καὶ πιέσεως. Ἀκολούθως ὑπολογίζεται ἡ μέση μεταβολὴ τῆς πορείας  $e$  ἀπὸ ἕνα διάστημα εἰς τὸ ἐπόμενον καὶ οὕτως ἐλέγχεται τελικῶς ἡ ποιότης τῶν ἔκκρεμῶν. Ὁ Dneprovsky χρησιμοποιεῖ τὴν σχέσιν:

$$\Delta G = \alpha \Delta t + \beta \Delta T$$

ἐνθα  $\Delta t$  εἶναι ἡ διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν αἵτινες ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰς χρονικὰς στιγμὰς ἐκ τῶν ὁποίων ἐξήχθη ἡ πορεία, καὶ  $\Delta T$  ἡ διαφορὰ τῶν δύο αὐτῶν χρόνων.

Ἀντιθέτως ἡ Miroliubowa εἰς ἀμφοτέρας τὰς ἐργασίας της δὲν ἐφαρμόζει τὴν πρότασιν τοῦ Wanach, μολονότι σημειοῖ ὅτι προκειμέ-

1) K. Müller: *Mn. ἔργ.* σελ. 119.

2) B. Wanach: *Mn. ἔργ.* σελ. 70.

νου νά κρίνωμεν περί τῆς ποιότητος ἑνὸς ὥρολογίου, εἶναι σκόπιμον νά μελετᾶται ἡ μεταβολή τῆς πορείας. Ὁ Κ. Müller ἔχων ὑπ' ὄψει τὴν μέθοδον τοῦ Wanach καὶ ἐξετάζων διεξοδικῶς αὐτήν, προτιμᾷ νά χρησιμοποιήσῃ, εἰς τὴν βαρυσήμαντον αὐτοῦ ἐργασίαν, κατὰ κανόνα, τὰς πορείας τῶν ὥρολογίων.

Εἶναι ἐνδιαφέρον τὸ πρόβλημα τοῦτο ὅπερ ἔρευνᾷ ὁ Müller καὶ τὸ ὁποῖον σχετίζεται μὲ τὴν κατ' ἀρχὴν δυνατότητα τῆς ἐφαρμογῆς τῆς μεθόδου τῶν ἐλαχίστων τετραγώνων. Ὁ Wanach ἐκφράζει τὴν γνώμην ὅτι κατὰ τὴν χρησιμοποίησιν τῆς μεθόδου τῶν ἐλαχίστων τετραγώνων θὰ ἦτο προτιμώτερον αἱ ἐξισώσεις τῶν σφαλμάτων νά περιέχουν, οὐχὶ τὰς πορείας, ἀλλὰ τὰς ἐκ μεσημβρινῆς παρατηρήσεως ἀπολύτους καταστάσεις τοῦ ὥρολογίου. Διότι ὅταν εἰς τὸν τύπον (1) χρησιμοποιοῦμεν τὰς πορείας, ἐναπομένουν εἰς τὰς ἐξισώσεις τῶν σφαλμάτων, διαφοραὶ αἱ ὁποῖαι δὲν πληροῦν τὰς ἀπαιτήσεις τῆς μεθόδου τῶν ἐλαχίστων τετραγώνων, ἥτις, ὡς γνωστόν, στηρίζεται ἐπὶ τῆς προϋποθέσεως ὅτι πρέπει αὗται νά ἔχουν τυχαῖον χαρακτῆρα (1). Διὰ τοιούτους λόγους εἰσάγει εἰς τὴν ἔρευναν τῶν ἀφορώντων εἰς τὰ ὥρολόγια τὴν χρησιμοποίησιν τῶν μεταβολῶν τῆς ἡμερησίας πορείας. Ὁ Kienle ἐξ ἄλλου λαβὼν ὑπ' ὄψιν του κατὰ τὴν ἰσοστάθμισιν εἰς παλαιὰ ὥρολόγια τὰς ἀπολύτους καταστάσεις δὲν κατέληξεν ἐν γένει εἰς ἱκανοποιητικὰ ἐξαγόμενα (2), ἐνῶ ἄλλοι εἰς ὥρολόγια τύπου Shortt κατάρθωσαν νά εὑρουν τύπον ὅστις ἐκφράζει τὴν ἀπόλυτον κατάστασιν σὺτῶν.

Ὁ Müller ἔχων ὑπ' ὄψει τοῦ ὅλα τὰ συμπεράσματα αὐτὰ καὶ ὑποβάλλων εἰς αὐστηρὰν κριτικὴν τὸ πλοῦσιον ὕλικόν τοῦ Ἀστεροσκοπείου τοῦ Hamburg διαφωνεῖ πρὸς τὴν ἀνωτέρω πρότασιν τοῦ Wanach καὶ μετὰ διεξοδικήν, θεωρητικὴν καὶ πρακτικὴν ἔρευναν τοῦ ζητήματος συμπεραίνει τὰ ἀκόλουθα, μὲ τὰ ὁποῖα καὶ συμφωνοῦμεν πλήρως: «Αἱ προϋποθέσεις τῆς μεθόδου τῶν ἐλαχίστων τετραγώνων δὲν πληροῦνται οὔτε διὰ τὰς καταστάσεις, οὔτε διὰ τὰς πορείας, οὔτε διὰ τὰς μεταβολὰς τῶν πορειῶν. Τὰ σφάλματα ἑνὸς ἐκάστου ἐκ τῶν τριῶν αὐτῶν μεγεθῶν δὲν εἶναι ἀνεξάρτητα ἀλλήλων. Ἐκτὸς τούτου τὰ μέσα σφάλματα τῶν καταστάσεων καὶ τῶν πορειῶν αὐξάνουν μετὰ τοῦ χρόνου καὶ λόγῳ τῆς ἀπ' ἀλλήλων ἐξαρτήσεως τῶν σφαλμάτων δὲν εἶναι δυνατὴ μία ἀναγωγή ἐπὶ ἴσης ἀκριβείας, διὰ χρησιμοποίησεως βαρῶν. Τὰ σφάλματα τῶν μεταβολῶν τῶν πορειῶν δεικνύουν τοῦλάχιστον τυχαῖον τρόπον ἐκδηλώσεων (συμπεριφορᾶς). Ἄλλ' ἡ ἰσοστάθμισις τῶν μεταβολῶν τῶν πορειῶν ἔχει τὸ σοβαρώτατον μειονέκτημα, ὅτι οἱ ἀριθμοὶ πού περιέχονται εἰς τὰς ἐξισώσεις τῶν συνθηκῶν καὶ οἱ ὁποῖοι ἀποτελοῦν τὴν βάσιν τῆς ἰσοσταθμίσεως, εἶναι πολὺ μικροὶ καὶ δι' αὐτὸ, ἡ εὐρεσις τῶν ἀγνώστων καθίσταται πολὺ ἀβεβαία. Ἐπειδὴ ἐξ ἄλλου κατὰ τὴν ἰσοστάθμισιν τῶν καταστάσεων,

1) B. Wanach: *Mn.* ἐργ. σελ. 67.

2) H. Kienle: *Mn.* ἐργ. σελ. 26.



λόγω τοῦ πολὺ συστηματικοῦ χαρακτηῆρος τῆς συμπεριφορᾶς τοῦ σφάλματος τῆς καταστάσεως, παρεμποδίζεται ἡ εὕρεσις τῶν ἀγνώστων, φίνεται ὅτι ἡ ἰσοστάθμισις τῶν πορειῶν εἶναι ἡ περισσότερον πλεονεκτικὴ<sup>1)</sup>.

Ἐὰν ἠθέλομεν ἀκολουθῆσαι τὴν μέθοδον τοῦ Wanach ἔπρεπεν ἐν πρώτοις νὰ προσδιορίσωμεν τὰς τιμὰς τῶν Δb καὶ Δc καὶ τῇ βοηθείᾳ αὐτῶν νὰ εὕρωμεν τὰς τελικὰς τιμὰς τῶν συντελεστῶν b καὶ c διὰ νὰ ἐκφράσωμεν ἀναλυτικῶς τὰς ἐξισώσεις τῆς πορείας τοῦ FENON 55 (βλ. κατωτέρω πίνακα Α). Ἄλλ' ἡ μέθοδος αὕτη δὲν σταματᾷ μέχρις ἐδῶ. Διότι προκειμένου νὰ ἐξετασθῇ ἡ ποιότης τοῦ ἐκκρεμοῦς, χρησιμοποιεῖται ὁ τύπος:

$$\varepsilon = \pm \sqrt{\frac{\sum \Delta^2}{\text{ἀρ. ἐξισ.}}} \quad (3)$$

ὅστις μᾶς δίδει τὸ μέσον σφάλμα τῆς μεταβολῆς τῆς πορείας ἐνὸς ὥρολογίου ἀπὸ τὴν δεδομένην στιγμήν  $t_1$  μέχρι τῆς ἐπομένης  $t_2$ . Μὲ ἄλλους λόγους ἡ μέση μεταβολὴ τῆς πορείας εἰσοῦται πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ρίζαν τοῦ ἀριθμητικοῦ μέσου τῶν τετραγώνων τῶν διαφορῶν ἀνὰ δύο διαδοχικῶν ἀνηγμένων πορειῶν. Εὐρίσκοντες τὴν ἀριθμητικὴν τιμὴν τῆς παραστάσεως (3) ἔχομεν ἐν μέτρον προκειμένου νὰ κρίνωμεν περὶ τῆς ποιότητος τοῦ ὥρολογίου, καὶ εἰς τὴν πρᾶξιν, λαμβάνομεν τὴν καλουμένην ἀβεβαιότητα τῆς πορείας (Gangunsicherheit) δηλ. ἕναν ἰδανικὸν ἀριθμὸν, ὅστις κατ' οὐσίαν δὲν μᾶς δίδει τίποτε τὸ πρακτικῶς χρησιμοποιήσιμον καὶ μόνον θεωρητικὴν ἀξίαν δύναται νὰ ἔχη.

Ἐξ ἄλλου προκειμένου νὰ εὕρωμεν τὴν τιμὴν μιᾶς ἀπολύτου καταστάσεως τῇ βοηθείᾳ ἐνὸς κανόνος προεκβολῆς (extrapolation) ὅταν μᾶς δίδεται ἡ πορεία ἐνὸς ὥρολογίου ἡ ὁποία μεταβάλλεται μετὰ τοῦ χρόνου, δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν ἐκ τοῦ χρόνου  $t_1$  ἕως τὸν χρόνον  $t_2$ , τὴν συνολικὴν πορείαν ἐκ τοῦ ἀκολουθοῦ τύπου:

$$G t_2 - t_1 = (t_2 - t_1) g_0 + \sum_{t_1}^{t_2} g t + \sum_{t_1}^{t_2} (\text{ἀρχ. θερμ.} - \text{θερμ. ἡμ.}) b + \sum_{t_1}^{t_2} (\text{ἀρχ. πιεσ.} - \text{πιεσ. ἡμ.}) c \quad (4)$$

ὅπου  $(t_2 - t_1)$  σημαίνει τὸν ἐνδιάμεσον χρόνον εἰς ἡμέρας,  $g_0$  τὴν ἡμερησίαν πορείαν τὴν ἀναχθεῖσαν εἰς τὴν ἀρχικὴν θερμοκρασίαν καὶ πίεσιν καὶ ἀντιστοιχοῦσιν εἰς ὠρισμένην ἀρχικὴν στιγμήν  $t_0$ . Ἐπὶ πλέον  $g t$  παρίστανται τὴν εἰς χρόνον  $t$  ἐπιφερομένην ἐπὶ τοῦ  $g_0$  διόρθωσιν τῆς μεταβολῆς τῆς πορείας μὲ μόνην τὴν συνθήκην ὅτι πρέπει ἡ πόσότης αὕτη νὰ εἶναι μηδέν, ὅταν  $t = t_0$ . Τὰ  $b$  καὶ  $c$  παρίστανται τοὺς μνημονευθέντας συντελεστὰς τῆς θερμοκρασίας καὶ πίεσεως.

1) K. Müller: Mn. ἐργ σ. 154.

Ἡ ἀνωτέρω μεταβολή τῆς πορείας ἐξάγεται ἐκ τοῦ τύπου :

$$gt = a (t - t_0) \quad (5)$$

ὅπου  $a$  εἶναι ὁ συντελεστὴς τῆς ἡμερησίας πορείας καὶ  $t - t_0$  τὸ χρονικὸν διάστημα τὸ ὁποῖον παρήλθε ἀπὸ τὴν ἀρχικὴν ἡμερομηνίαν. Τὸ ἄθροισμα τῶν μεταβολῶν τῶν πορειῶν εἰς ἓν διάστημα δίδεται ὑπὸ τῆς σχέσεως :

$$\sum_{t_1}^{t_2} gt = \int_{t_1}^{t_2} a (t - t_0) dt \quad \text{τὴν ὁποίαν ὀλοκληρώνοντες ἔχομεν :$$

$$\sum_{t_1}^{t_2} gt = a \left( \frac{t_2 + t_1}{2} - t_0 \right) (t_2 - t_1)$$

Ἐξ αὐτῆς εὐρίσκεται ἡ τιμὴ  $\sum_{t_1}^{t_2} gt$ , ὅπου  $a$ ,  $t_0$ ,  $t_1$  καὶ  $t_2$  εἶναι τὰ ἀνωτέρω ἀναφερθέντα στοιχεῖα (1).

Εἰς τὴν ἡμετέραν ὁμῶς ἐργασίαν, δι' οὗς λόγους ἀνεπτύξαμεν ἤδη, δὲν θὰ χρησιμοποιήσωμεν τοὺς τύπους (3) καὶ (4). Διότι, ἐκτὸς τῶν ἄλλων, ἡμεῖς ἐνταῦθα δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ μελετήσωμεν πολλὰ συγχρόνως ἐκκρεμῆ καὶ κατὰ συνέπειαν δὲν κάμνομεν σύγκρισιν τῆς ποιότητος μεταξὺ τῶν ἢ καὶ πρὸς ἄλλο πρότυπον τοῦ ἡμετέρου Ἀστεροσκοπεῖου. Καὶ ἐπὶ πλέον διότι δὲν δυνάμεθα νὰ συγκρίνωμεν τὸ ἰδικὸν μας ἐκκρεμὲς μετ' ἐκκρεμῆ ἄλλων Ἀστεροσκοπεῖων εἰς τὰ ὁποῖα εἶναι διάφοροι αἱ συνθήκαι ἐγκαταστάσεως ὡς καὶ οἱ μετεωρολογικοὶ ὄροι ὑφ' οὗς ταῦτα εὐρίσκονται καὶ λειτουργοῦν. Ἀκόμη δὲ καὶ διότι εἰς πολλὰ ἐκ τῶν ξένων Ἀστεροσκοπεῖων τὰ ἐκκρεμῆ εἶναι σταθερᾶς πίεσεως ἢ καὶ θερμοκρασίας, ἐνῶ εἰς ἄλλα ἢ θερμοκρασία καὶ ἡ πίεσις λαμβάνονται δι' ὀργάνων εὐρισκομένων ἐντὸς τῶν κιβωτίων τῶν ἐκκρεμῶν καὶ εἰς ὠρισμένας θέσεις τῶν διαφόρων μερῶν τοῦ ὀργάνου ἢ εὐρίσκονται ταῦτα ὑπὸ εἰδικᾶς συνθήκας.

#### 4. Τελικὰ ἐξαγόμενα.

Ἔνεκα τῶν ἀνωτέρω λόγων ἐκρίναμεν σκόπιμον νὰ προσδιορίσωμεν μόνον τὰς διορθώσεις τῶν συντελεστῶν θερμοκρασίας  $\Delta b$  καὶ πίεσεως  $\Delta c$  συμφώνως τῷ τύπῳ (2) καὶ τὰς τιμὰς αὐτάς νὰ τὰς προσθέσωμεν ἀλγεβρικῶς εἰς τὰ  $b$  καὶ  $c$  διὰ νὰ εὐρωμεν τὰς τελικὰς τιμὰς αὐτῶν. Πρέπει ὁμῶς νὰ παρατηρήσωμεν — πρᾶγμα τὸ ὁποῖον ἐπιβεβαιοῦται καὶ ἐκ τῆς πράξεως — ὅτι ἡ πρόσθεσις αὕτη τῶν  $\Delta b$  καὶ  $\Delta c$  δὲν θὰ ἐπιφέρῃ οὐσιώδη τινα ἀλλαγὴν εἰς τὴν τιμὴν τῶν ἀνωτέρω συντελεστῶν, διότι αἱ προσδιορισθησόμενα ἀριθμητικαὶ τιμαὶ

1) Βλ. M. Wolf-E. Ernst; Μν. ἐργ. σ. 81,

αὐτῶν εἶναι πολὺ μικραί, ἐφ' ὅσον μάλιστα περιορίζονται εἰς ἀριθμοὺς οὔτινες ἀναφέρονται εἰς τὸ δεκάκις χιλιοστὸν τῆς μονάδος καὶ πέραν αὐτοῦ. Ἀλλὰ προέβημεν εἰς τὸν προσδιορισμὸν τῶν τιμῶν τούτων διὰ τὴν κάπως πληρεστέραν ἀπὸ θεωρητικῆς ἀπόψεως ἐξέτασιν τοῦ ζητήματος, οὐχὶ βεβαίως ἀπὸ τῆς ἀπόψεως τῶν πρακτικῶν ἐξαγομῆνων.

Οἱ σχετικοὶ ὑπολογισμοὶ γενόμενοι τῇ βοηθείᾳ τῆς μεθόδου τῶν ἐλαχίστων τετραγώνων, ἔδωσαν τὰς τιμὰς τῶν Δb καὶ Δc ἐξ αὐτῶν δὲ καὶ ἐκ τῶν τιμῶν τῶν στοιχείων g<sub>0</sub>, a, b, c τῶν διδομένων ἐκ τῶν σχέσεων (A), (B) . . (E) ἐσχηματίσθησαν αἱ ἐξισώσεις τῆς πορείας τοῦ FENON 55 αἱ καταχωρούμεναι εἰς τὸν ἀκόλουθον πίνακα A :

### ΠΙΝΑΞ Α

#### Ἐξισώσεις τῆς πορείας τοῦ FENON 55

##### I. Περίοδος 1917 — 1918 :

$$\Delta b = + 0,0000 776 \qquad \Delta c = + 0,0000 970$$

$$G = + 0,235858s - 0,023484s \text{ (ἡμερ. — 1917,16) } + 0,004073s \text{ (+ 8,39° — τ) } \\ - 0,007911s \text{ (755,00 mm — p)} \qquad (5A)$$

##### II. Περίοδος 1918 — 1919 :

$$\Delta b = - 0,0000 203 \qquad \Delta c = + 0,0000 277$$

$$G = - 0,204958s - 0,056577s \text{ (ἡμερ. — 1918,58) } + 0,000872s \text{ (+ 26,17° — τ) } \\ - 0,003157s \text{ (750,20 mm — p)} \qquad (5B)$$

##### III. Περίοδος 1921 :

$$\Delta b = + 0,0000 232 \qquad \Delta c = + 0,0002 007$$

$$G = + 0,311881s + 0,082406s \text{ (ἡμερ. — 1921,36) } + 0,004573s \text{ (+ 22,56° — τ) } \\ - 0,005986s \text{ (751,50 mm — p)} \qquad (5Γ)$$

##### IV. Περίοδος 1925 — 1926 :

$$\Delta b = + 0,0000 731 \qquad \Delta c = - 0,0000 220$$

$$G = - 0,356074s + 0,035744s \text{ (ἡμερ. — 1925,03) } + 0,005444s \text{ (+ 6,84° — τ) } \\ - 0,0'8988s \text{ (753,30 mm — p)} \qquad (5Δ)$$

##### V. Περίοδος 1938 :

$$\Delta b = - 0,0000 142 \qquad \Delta c = - 0,0000 175$$

$$G = + 0,270748s - 0,189150s \text{ (ἡμερ. — 1938,04) } - 0,000251s \text{ (+ 12,00° — τ) } \\ - 0,015939s \text{ (756,00 mm — p)} \qquad (5E)$$

Αἱ ἀνωτέρω ἐξισώσεις δίδουν ἱκανοποιητικὰ ἐξαγόμενα μόνον ὅταν ἰσχύουν αἱ προϋποθέσεις ὑπὸ τὰς ὁποίας ὑπελογίσθησαν οἱ συντελεσταὶ g<sub>0</sub>, a, b, c. Ἡ στιγμιαία δηλ. πορεία τοῦ ἐκκρεμοῦς ἐξαρ-

τάται κυρίως ἐκ τῶν δύο ἀπολύτων καταστάσεων αὐτοῦ ἐκ τῆς διαφορᾶς τῶν ὁποίων αὕτη ἐξήχθη καὶ ἐπομένως διὰ νὰ εἶναι ἀκριβῆς καὶ νὰ προσεγγίζη τὴν ἀληθῆ, ἀνάγκη ὅπως εἶναι γνωσταὶ καὶ ληφθοῦν ὑπ' ὄψιν ὄλαι αἱ κατὰ τοὺς χρόνους προσδιορισμοῦ τῶν ἀπολύτων καταστάσεων ἐπιδράσεις ἐπὶ τοῦ ὄργάνου. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην εὐρίσκομεν μὲ μεγάλην ἀκρίβειαν τὸν ἀληθῆ χρόνον τοῦ τόπου. Ἄλλ' ὡς γνωστόν, δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ληφθοῦν ὑπ' ὄψιν ὄλαι αἱ ἐπὶ τοῦ ὄρολογίου ἐπιδράσεις καὶ μάλιστα νὰ ἐλεγχθοῦν αὗται, καὶ δι' αὐτό, εἰς τὸ τελικὸν ἐξαγόμενον θὰ παρουσιάζεται πάντοτε μία ὠρισμένη ἀπόκλισις. Εἰς τοὺς ἀνωτέρω τύπους εἶχομεν ὑπ' ὄψει τὴν θερμοκρασίαν καὶ τὴν πίεσιν, ἀπεκλείσθησαν ὅμως, ὡς εἰκός, πλεῖσται ἀπότομοι ἀνωμαλῖαι προκαλούμεναι ἐκ διαφόρων ἄλλων αἰτίων ὅπως π. χ. λόγῳ σεισμῶν, ἀλλὰ ἀκόμη καὶ λόγῳ ἐκτάκτων βαρομετρικῶν μεταβολῶν καὶ ἀντιστοίχως θερμομετρικῶν ἀναστροφῶν. Ἐπομένως θὰ ἠδύνατο νὰ λεχθῆ, ὅτι διὰ τῶν σχέσεων τούτων προσεγγίζομεν ἐκάστοτε τὴν πραγματικὴν ἀλλ' ἀγνωστον πάντοτε ἐξίσωσιν τῆς πορείας τοῦ ὄρολογίου — ἀλλ' ὅπως δεικνύουσι αἱ γενόμεναι δοκιμαὶ αἱ σχετικαὶ ἀποκλίσεις κυμαίνονται ἐντὸς πολὺ περιορισμένων ὁρίων καὶ δὲν ἀφίστανται αἰσθητῶς τῶν ἀντιστοίχων ἀποκλίσεων ξένων Ἀστεροσκοπείων.

Ἐὰν ὡς τύπους ὑπολογισμοῦ μιᾶς καταστάσεως τοῦ FERNON 55 εἰς ἓν οἰονδήποτε ἐκ τῶν ἄνω χρονικῶν διαστημάτων χρησιμοποίησωμεν ἀντιστοίχως τὰς ἐξισώσεις (5A) — (5E), δηλ. τὴν (1) ἀντὶ τῆς σχέσεως (4) εἰς τὴν ὁποίαν εἰσέρχεται ἡ μεταβολὴ τῆς πορείας, τὸ σφάλμα τὸ ὁποῖον γίνεται εἰς τὰ προκύπτοντα ἐξαγόμενα εἶναι μικρότερον τῶν σφαλμάτων τοῦ ὄργάνου τὰ ὁποῖα εἰσέρχονται εἰς τοὺς ὑπολογισμοὺς προκειμένους νὰ εὐρεθοῦν αἱ τιμαὶ τῶν ἀπολύτων καταστάσεων καὶ ἀντιστοίχως τῶν πορειῶν τοῦ ὄρολογίου. Ἐπομένως ἡ μὴ χρησιμοποίησις τοῦ τύπου (4) οὐδεμίαν οὐσιώδη βλάβην ἐπέφερον εἰς τὰ ἡμέτερα ἐξαγόμενα καὶ εἰς τὴν πρᾶξιν δὲν ἐπῆλθε καμμία αἰσθητὴ μεταβολή. Ἐξ ἄλλου καὶ οἱ τύποι (5A) — (5E) πληροῦν τὰς ἀρχικὰς συνθήκας εἰς τὰς ὁποίας ὑπόκειται καὶ ὁ (4) καὶ συνεπῶς ὁ κατὰ προεκβολὴν (extrapolation) ὑπολογισμὸς μιᾶς ἀπολύτου καταστάσεως τοῦ ἔκκρεμοῦς ἐντὸς τῶν θεωρουμένων διαστημάτων, ἐφ' ὅσον ταῦτα δὲν εἶναι μεγάλα, καθὼς φαίνεται ἐκ τῆς πράξεως, μᾶς δίδει ἀποτελέσματα ἀρκούντως ἱκανοποιητικά.

Χάριν συνολικῆς θεωρήσεως καὶ συγκρίσεως τῶν τιμῶν τῶν συντελεστῶν τοῦ χρόνου, τῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως ὡς καὶ τῶν μέσων ἀρχικῶν ἡμερησίων πορειῶν τοῦ ἔκκρεμοῦς κατὰ τὰς περιόδους I — V, ἐσχηματίσθη ὁ πίναξ Β. Εἰς αὐτὸν ἐπροτάχθησαν αἱ περίοδοι ἐκεῖναι καθ' ἃς ἡ ἡμερησία πορεία εἶναι θετικὴ. Θεωροῦμεν περιττὸν ν' ἀναφέρωμεν ὅτι, ὡς ἐμφαίνεται ἐκ τῶν προηγουμένων, ἡ ἀλλαγὴ τοῦ σημείου τοῦ go, ὀφείλεται εἰς τὰς ἐκάστοτε θεληματικὰς ἢ μὴ ἐπεμβάσεις ἐπὶ τοῦ ὄργάνου.

**ΠΙΝΑΞ Β**

**Περιέχων τὰς τιμὰς τῶν συντελεστῶν τῶν ἐξισώσεων τῆς πορείας τοῦ FENON 55**

	Περίοδος	g <sub>0</sub>	a	b	c
I	1917—1918	+ 0,235858	— 0,023484	+ 0,004073	— 0,007911
III	1921	+ 0,311881	+ 0,082406	+ 0,004573	— 0,005986
V	1938	+ 0,270748	— 0,189150	— 0,000251	— 0,015939
II	1918—1919	— 0,204958	— 0,056577	+ 0,000872	— 0,003157
IV	1925—1926	— 0,356074	+ 0,036744	+ 0,005444	— 0,018988

Συμφώνως πρὸς τὰ δεδομένα τοῦ πίνακος τούτου ὁ συντελεστής τῆς βαρομετρικῆς πίεσεως ἔχει εἰς ὅλας τὰς περιόδους ἀρνητικὴν τιμὴν, ἐνῶ τὰ σημεῖα τῶν δύο ἄλλων συντελεστῶν, δηλ. τῆς θερμοκρασίας καὶ τοῦ χρόνου δὲν παρουσιάζουν κανὲν κοινὸν χαρακτηριστικόν, ὥστε νὰ δύνανται ἐξ αὐτοῦ νὰ συναχθῆ ὁιαδήποτε σχέσεις συνδέουσα τὰ στοιχεῖα ταῦτα. Αἱ τιμαὶ τῶν συντελεστῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως εἶναι κατ' ἀπόλυτον τιμὴν μεγαλύτεραι τῶν τῆς θερμοκρασίας, ἀλλ' οἱ δεῦτεροι συγκρινόμενοι πρὸς ἀλλήλους ὑπόκεινται εἰς πολὺ μεγαλύτερας μεταβολὰς ἐντὸς τῶν δύο ομάδων τῶν πέντε περιόδων, παρ' ὅτι παρουσιάζουν αἱ τιμαὶ τῶν συντελεστῶν τῆς πίεσεως. Ἡ κριτικὴ αὕτη γίνεται βεβαίως μὲ τὰς ἐπιφυλάξεις τὰς ὁποίας ἐπιβάλλει τὸ γεγονός ὅτι αἱ συγκρινόμεναι περίοδοι ἀπέχουν πολὺ ἀλλήλων καὶ κατὰ τὸ διάστημα αὐτὸ ἐγένοντο διάφοροι ἐπεμβάσεις εἰς τὸ ὄργανον οὕτως ὥστε ἡ πορεία του ν' ἀλλάξῃ φορὰν. Οὐχ' ἦτον ὁμοῦς ἡ κριτικὴ αὕτη ἐνδείκνυται νὰ γίνῃ εἰς τὴν προκειμένην περίπτωση καὶ τὰ σχετικὰ ἐξαγόμενα ἐνέχουν πιθανῶς γενικώτερον ἐνδιαφέρον <sup>(1)</sup>.

Ἐξ ἄλλου συγκρίνοντες μεταξύ των, τὰς τιμὰς τῶν συντελεστῶν ὅλων τῶν περιόδων, συνάγομεν τὸ συμπέρασμα ὅτι αὗται δὲν ἀφίστανται ἀλλήλων εἰς τρόπον ὥστε τὰ εἴμεθα εἰς θέσιν νὰ τὰς δεχθῶμεν ὅλας ὡς ἀκριβεῖς. Ἐάν μάλιστα παραβάλωμεν τὰς τιμὰς ταύτας πρὸς τὰ τιμὰς τὰς ὁποίας δίδουν οἱ Wolf - Ernst καὶ Heipemann διὰ τὸ Ἀστεροσκοπεῖον τῆς Αἰδελβέργης καὶ ἡ Mirolubowa διὰ τὸ Ἀστεροσκοπεῖον τῆς Μόσχας, βλέπομεν ὅτι αἱ τιμαὶ αἱ ὁποῖαι συνάγονται ἐκ τῶν προσδιορισμῶν τῶν ἀπολύτων καταστάσεων τοῦ ἡμετέρου ὄργανου εἶναι κατὰ κανόνα, ἀπολύτως λαμβανόμεναι, αἰσθητῶς μικρότεραι καὶ ἐφ' ὅσον αὗται ἀποτελοῦν μέτρων διὰ τὴν ποιότητα τοῦ ὄρολογίου, εἶναι ἐξαιρετικῶς ἱκανοποιητικά. Ἰδιαιτέρως αἱ τιμαὶ

(1) Βλ. Ἀνάλογον σύγκρισιν καὶ εἰς μνημονευθεῖσαν ἐργασίαν K. Müller: σ. 145—146.

τῶν συντελεστῶν συμφωνοῦν πρὸς τὰ ἐξαγόμενα τῶν Wolf - Ernst καὶ Heinemann.

Τέλος ἔαν ἠθέλωμεν κάμει μία σύγκρισιν τῶν πέντε περιόδων μεταξύ των, προκειμένου νὰ κρίνωμεν τὴν συμπεριφορὰν τοῦ προτύπου ἡμῶν ἔκκρεμοῦς, καταλήγομεν εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι: Ἡ ἐξίσωσις τῆς πορείας τοῦ FENON 55 εἶναι καλλιτέρα κατὰ τὴν περίοδον II, ἔπειτα ἔρχεται ἡ περίοδος V, ἀκολουθεῖ ἡ III καὶ τελευταία εἶναι ἡ περίοδος IV. Ἐάν ᾖτο δυνατόν νὰ γίνῃ σύγκρισις τῆς πορείας τοῦ ἡμετέρου ὥρολογίου πρὸς τὴν τῶν προμνημονευθέντων ἔκκρεμῶν, μολονότι αἱ συνθήκαι λειτουργίας αὐτοῦ εἶναι διάφοροι (εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ Ἀστεροσκοπείου τῆς Μόσχας αἱ κυμάνσεις τῆς πίεσεως εἶναι αἱ αὐταί, ἂν μὴ μεγαλύτεραι τῶν ἡμετέρων) θὰ συνήγετο τὸ συμπέρασμα ὅτι ἡ συμπεριφορὰ τοῦ FENON 55 εἶναι ἐν γένει καλλιτέρα τῆς τῶν ἔκκρεμῶν R. 44, R. 204, H. 41, R. 380 καὶ DK 52 τοῦ Ἀστεροσκοπείου τοῦ Heidelberg (1) καὶ τοῦ R 323 τοῦ Ἀστεροσκοπείου τῆς Μόσχας (\*).

---

1) M. Wolf - E. Ernst: *Mv. ἐγγ.* σ. 84 καὶ K. Heinemann: *Mv. ἐγγ.* σ. 87.

2) A. Mirolubowa: Der Gang der Riefler's Uhr 323 im Zeitraum 1921 — 1928, *Journal Astronomique de Russie*, Moscow 1929, T. II, No. 2, S. 262 — 264.

## ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

### Β'. ΕΡΕΥΝΑ ΤΟΥ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΟΣ 1926 - 1941

Κατά τὸ πρῶτον διάστημα (1916 — 1926), ὅπως ἐμνημονεύθη ἤδη, ἐσημειώθησαν πλεῖστοι διακοπαὶ τῆς λειτουργίας τοῦ ἔκκρεμοῦς λόγω καθαρισμῶν, ἐργασιῶν εἰς τὴν αἴθουσαν, μετακινήσεων τοῦ ὑπεδάφους καὶ ἀποτόμων μεταβολῶν τῆς πορείας αὐτοῦ. Διὰ τοὺς λόγους τούτους καθὼς ἐπίσης καὶ διότι κατ' αὐτὴν διεκόπητο ἐπὶ ἀρκετοὺς μῆνας ὁ προσδιορισμὸς τοῦ χρόνου — καὶ ἀντιστοίχως τῶν ἀπολύτων καταστάσεων τοῦ ἔκκρεμοῦς — παρελήφθησαν μερικὰ χρονικὰ διαστήματα καὶ κατὰ συνέπειαν καθίστατο ἀπολύτως ἀδύνατος ἡ συνολικὴ θεώρησις τῶν φαινομένων ποῦ συνοδεύουν τὴν ὄλην συμπεριφορὰν τοῦ FENON 55. Τὸ ἀντίθετον ἀκριβῶς συμβαίνει μὲ τὸ διάστημα 1926 - 1941. Διότι τὸ κύριον χαρακτηριστικὸν ὅπερ τὸ διακρίνει, εἶναι ἡ τακτικὴ ἐκτέλεσις παρατηρήσεων πρὸς προσδιορισμὸν τοῦ χρόνου, ἡ ἐμφανὴς βελτίωσις τῶν φαινομένων τὰ ὁποῖα παρουσιάζουν αἱ σταθεραὶ τοῦ ὀργάνου αἱ εἰσερχόμεναι εἰς τὴν εὐρεσιν τοῦ χρόνου (1), ἡ συνεχὴς καὶ λεπτομερὴς παρακολούθησις τῶν φαινομένων τοῦ ἀστρικοῦ τούτου ἔκκρεμοῦς καὶ ἐπομένως ἡ πλήρης εἰκὼν τὴν ὁποίαν ἐμφανίζει ἡ καμπύλη τῶν ἡμερησίων ἀπολύτων καταστάσεων αὐτοῦ

Κατὰ συνέπειαν καὶ ἡ εἰκὼν τὴν ὁποίαν παρουσιάζει ἡ γραφικὴ παράστασις τῶν ἀπολύτων καταστάσεων τοῦ FENON 55 κατὰ τὸ διάστημα 1926 - 1941 (ἐξαιρέσει μικροῦ τμήματος κατὰ τὸ 1937 - 1938) ἐπέβαλε τὸν χωρισμὸν καὶ τὴν ἰδιαιτέραν μελέτην καὶ ἔρευναν τῶν ἀφορώντων εἰς τὴν πορείαν αὐτοῦ καὶ ἰδίᾳ τὴν πιθανὴν αἰτίαν ἡ ὁποῖα προκαλεῖ τὰς μεταβολὰς αὐτῆς. Τὸ χρονικὸν τοῦτο διάστημα περιλαμβάνον 15 συνεχῆ ἔτη, κατὰ τὴν διάρκειαν τῶν ὁποίων μόνον τρεῖς διεκόπη ἡ λειτουργία τοῦ ἔκκρεμοῦς καὶ τοῦτο διὰ τὰ ἀλλαγῶν τὰ ἔλαια καὶ ἐπὶ τῇ εὐκαιρίᾳ ταύτῃ νὰ διορθωθῇ ἡ ἀπόλυτος κατάστασις αὐτοῦ, εἶναι ἀρκετὰ μακρὸν ὥστε νὰ πληροῖ τὰς προϋποθέσεις αἰτινες ἀπαιτοῦνται διὰ τὴν λεπτομερεστέραν σπουδὴν τῶν ἀφορώντων τὸ ὑπὸ μελέτην ὥρολόγιον (2). Ὡς εἶπομεν εἰς τὸ Α'. μέρος, προκειμένου νὰ μελετηθῇ ἡ πορεία τοῦ ἔκκρεμοῦς ὅταν αὕτη ἔχει μεταβολὴν γραμμικοῦ χαρακτῆρος ἔδει νὰ ληφθῶσιν σχετικῶς βραχέα χρονικὰ διαστή-

(1) Δ. Κωτσάκη: Μν. ἐργ. σελ. 22.

(2) Πρωβ. Μνημ. ἐργασίας: Mirolubowa, Dneprovsky, Wolf-Ernest Heinemann, Doberck.

ματα, δι' οὓς λόγους ἐκεῖ ἐξεθέσαμεν. Προκειμένου ὁμως περὶ τῆς σπουδῆς τῶν μεταβολῶν τῆς πορείας, ὅταν αὐταὶ παρουσιάζωσι περιοδικὸν χαρακτήρα, ἡ ἔκτασις τῶν θεωρουμένων διαστημάτων δέον νὰ εἶναι μακροτέρα καὶ καθορίζεται ἐν γένει ὑπὸ τῆς περιόδου τοῦ φαινομένου.

Πρὸς καλλιτέραν καὶ συστηματικωτέραν μελέτην τῆς πορείας τοῦ ὠρολογίου παρεστάθησαν γραφικῶς αἱ ἀπόλυτοι καταστάσεις αὐτοῦ αἵτινες ἀναφέρονται εἰς τὰς ἡμέρας καθ' ἃς, τῇ βοιθείᾳ τοῦ μεσημβρινοῦ τηλεσκοπίου, ἐγένετο προσδιορισμὸς τοῦ χρόνου. Αἱ γραφικαὶ αὐταὶ παραστάσεις ἐχαράχθησαν οὕτως ὥστε ἡ τετμημένη νὰ παριστάνῃ τὸν χρόνον εἰς ἡμέρας καὶ ἡ τεταγμένη τὴν τιμὴν τῆς ἐκάστοτε ἐπολύτου καταστάσεως τοῦ ἔκκρεμοῦς (\*). Οὕτως ἐλήφθη τὸν διάγραμμα Α ὅπερ χωρίζεται εἰς 4 τμήματα ἅτινα περιλαμβάνουν τὰς περιόδους α'.) 1926 — 1928, β'.) 1928 — 1932, γ'.) 1932 — 1937, δ'.) 1937—1941. Ἡ διαίρεσις αὕτη ἐπεβλήθη λόγῳ τῶν σημειωθεισῶν διακοπῶν εἰς τὴν λειτουργίαν τοῦ ἔκκρεμοῦς.

Ἡ λεπτομερὴς καὶ προσεκτικὴ παρακολούθησις τῶν γραφικῶν παραστάσεων τῶν ἀπ λύτων καταστάσεων τοῦ FENON 55 μᾶς διδεδει τὰ ἀκόλουθα χαρακτηριστικὰ αὐτῶν τὰ ὁποῖα καὶ σημειώνομεν κεχωρισμένως.

### 1. Μικροχρόνιο; καὶ ἐτησίαι κύμανσις

Ἀπὸ τῆς 31ης Αὐγούστου 1926, ὅτε ἡ κατάστασις ἦτο  $-0,15s$  σημειοῦται αὐξήσις μὲ περιοδικὴν ἐτησίαν κύμανσιν, μέχρι τῆς 15. Ἰουνίου 1928, ὁπότε εἶχομεν ἀπόλυτον κατάστασιν  $+ 45,26s$ .

Τὴν 16ην Ἰουνίου 1928 ἐγένετο ἀλλαγὴ ἐλαίων καὶ τὸ ἔκκρεμὸς ἐτέθη εἰς νέαν ὥραν (ἄπόλυτος κατάστασις  $- 0,15s$ ). Μετὰ τὸν καθαρισμόν παρατηρεῖται συνεχὴς αὐξήσις τῆς τιμῆς τῆς ἀπολύτου καταστάσεως αὐτοῦ, μὲ περιοδικὴν ἐτησίαν κύμανσιν, μέχρι τῆς 24 Ἰουνίου 1932, ὁπότε αὕτη ἦτο  $+41,98s$  (Περὶ τὴν 11ην Ἀπριλίου ἡ ἀπόλυτος κατάστασις ἦτο  $+ 44,55s$ ).

Εἰς τὰς 25 Ἰουνίου 1932 ἠλλάγησαν τὰ ἔλαια τοῦ ἔκκρεμοῦς καὶ ἐτέθη εἰς νέαν ὥραν (ἀπόλυτος κατάστασις  $+9,51s$ ). Ἀπὸ τὰς 25 Ἰουνίου 1932 σημειοῦται πτώσις εἰς τὴν τιμὴν τῆς ἀπολύτου καταστάσεως τοῦ ἔκκρεμοῦς, μὲ περιοδικὴν κύμανσιν ἐντὸς τοῦ ἔτους, μέχρι τῆς 2ας Ἀπριλίου 1937 ὁπότε ἔφθασε τὰ  $- 77,86s$ .

Τὴν 5ην Αὐγούστου 1937 ἔγινεν ἀλλαγὴ ἐλαίων καὶ τὸ ἔκκρεμὸς εἶχεν ἀπόλυτον κατάστασιν  $-0,30s$ . Ἐκτοτε παρατηρεῖται αὐξήσις τῆς τιμῆς τῆς ἀπολύτου καταστάσεως αὐτοῦ μέχρι τῆς 17ης Δεκεμβρίου 1941 (ἀπόλυτος κατάστασις  $+ 87,15s$ ). Διὰ τὴν μορφήν τῆς παραστάσεως ταύτης περὶ τὴν ἡμερομηνίαν τῆς διορθώσεως τοῦ 1937

---

(\*) Εἰς τὰ διηγήματα τῶν ἐτῶν 1923, 1930, 1939, 1940 ἔχουν προστεθεῖ καὶ αἱ ἀπόλυτοι καταστάσεις ὑπολογισθεῖσαι ἐκ τῶν διὰ ναδίρ ληφθεισῶν τιμῶν κλίσεως.



δέον νά σημειωθῆ τὸ ἔξης: Πρὸ τῆς διορθώσεως αἱ γραφικαὶ παραστάσεις τῶν ἀπολύτων καταστάσεως τῶν ἔτων 1936 καὶ 1938, δεικνύουν ἀπότομον πτῶσιν καὶ ἡ μορφή των ὁμοιάζει μᾶλλον πρὸς εὐθειαν. Μετὰ τὴν διόρθωσιν δηλ. τὸ ἡμισυ τοῦ 1937 καὶ ὁλόκληρον τὸ 1938 ἡ ἄνοδος εἶναι πολὺ ἀπότομος, καὶ ἡ καμπύλη προσεγγίζει τὴν εὐθειαν. Ἡ τοιαύτη μορφή τῆς παραστάσεως τοῦ 1938 εἶναι αἰσθητὴ τοσοῦτο μᾶλλον ὅσῳ κατὰ τὰ ἐπόμενα ἔτη 1939, 1940 καὶ 1941 ἡ συμπεριφορὰ αὕτη τῆς καμπύλης αἰφνιδίως ἐξαφανίζεται.

Ἐάν ἐξαιρέσωμεν τοὺς τέσσαρας μῆνας τοῦ 1926, καθ' οὓς δὲν σημειοῦται ἐμφανὴς κύμανσις, κατὰ τὰ ὑπόλοιπα ἔτη παρουσιάζεται σαφεστάτη περιοδικὴ μεταβολὴ τῆς καμπύλης τῶν ἀπολύτων καταστάσεων τῆς ὁποίας τὰ μέγιστα καὶ ἐλάχιστα καταχωροῦνται εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα Γ. Εἰς αὐτὸν περιλαμβάνονται ἐπὶ πλέον καὶ τὰ εὖρη τῶν ἔτων ἐκείνων καθ' ἃ ἐγένετο ἀλλαγὴ ἐλαίων καὶ διορθώσις τῆς ἀπολύτου καταστάσεως τοῦ ἔκκρεμοῦς.

Ἐάν παρατηρήσωμεν τὴν μορφήν τῆς καμπύλης ἐκάστου ἔτους, θὰ ἴδωμεν ὅτι αὕτη παρουσιάζει κυρτότητα εἰς τὸ διάστημα τὸ περιλαμβανόμενον μεταξὺ τῶν μηνῶν Φεβρουαρίου—Ἀπριλίου καὶ ἐπομένως κατ' αὐτὸ σημειοῦται μέγιστον. Τὸ φαινόμενον τοῦτο εἶναι αἰσθητὸν, καὶ μὲ δξύτητα μάλιστα, κατὰ τὰ ἔτη 1927, 1928, 1929, 1930, 1931, 1932, 1933, 1934, 1935 μὲν αἰσθητὸν κατὰ τὰ ἔτη 1936, 1937 καὶ 1938 (διότι κατ' αὐτά, καθὼς ἤδη ἀνεφέραμεν εἶναι περίπου εὐθεῖα) καὶ τὰ ἔτη 1939, 1940, 1941.

Δευτερεύουσα κυρτότης τῆς καμπύλης τῶν ἀπολύτων καταστάσεων σημειοῦται κατὰ τοὺς μῆνας Ἰούλιον — Σεπτέμβριον καθ' ὅλα σχεδὸν τὰ ἔτη καὶ δὴ ὡς ἀκολούθως: Σαφῶς κατὰ τὰ ἔτη 1927, 1929, 1930, 1931, 1933, 1934, 1939 καὶ ὄχι τόσον σαφῶς κατὰ τὰ ἔτη 1935, 1936, 1940.

Καὶ ἡ μορφή τῆς καμπύλης τῶν ἀπολύτων καταστάσεων πρὸ καὶ μετὰ τὴν διακοπὴν τοῦ ἔτους 1928 καθὼς καὶ τὸ τμήμα τῆς ἰδίας καμπύλης, πρὸ τῆς διακοπῆς τοῦ 1932 εἶναι ἀνάλογος τῆς τοῦ ἔτους 1927 καὶ τῆς περιόδου 1929—1931. Ἐπίσης τὸ ἕτερον τμήμα τοῦ ἔτους 1932 καὶ τὸ πρῶτον τοῦ ἔτους 1937 ὁμοιάζει κατὰ τὸ μᾶλλον καὶ ἥττον μὲ τὸ τῆς περιόδου 1933—1936. Τέλος τὸ μετὰ τὴν διόρθωσιν τμήμα τοῦ ἔτους 1937 ἀκολουθεῖ τὴν χαρακτηριστικὴν μορφήν τοῦ ἔτους 1938. Διὰ τῶν παρατηρήσεων καὶ πιστοποιήσεων τούτων ἐνισχύονται καὶ τὰ γραφόμενα κατωτέρω σχετικῶς πρὸς τὰ χαρακτηριστικὰ γνωρίσματα τῶν ἀντιστοίχων τριῶν μεγάλων διαστημάτων.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω προκύπτει ὅτι κατὰ τὸ θεωρούμενον χρονικὸν διάστημα ἡ ἀπόλυτος κατάστασις τοῦ ἔκκρεμοῦς ἀκολουθεῖ δύο εἰδῶν μεταβολάς: Μίαν μακροχρόνιον καὶ ἑτέραν περιοδικὴν ἐντὸς τοῦ ἔτους. Ἡ μακροχρόνιος δὲν δύναται νὰ χαρακτηρισθῆ πράγματι ὡς αἰώνια, διότι καὶ αὕτη παρουσιάζει στοιχεῖα ἐκ τῶν ὁποίων θὰ ἠδύνατο νὰ χαρακτηρισθῆ ὡς περιοδική. Τὸ διάστημα 1926—1941 ὅπερ καλύπτουν αἱ παρατηρήσεις εἶναι σχετικῶς μικρὸν ὥστε νὰ μὴ δύναται νὰ συμ-

**ΠΙΝΑΞ Γ**

**Ετήσιαι μέγισται και ελάχισται τιμαί τής ἀπολύτου κκταστάσεως  
τοῦ FENON 55 κατὰ τὸ διάστημα 1927 - 1941**

Ἔτος	Μεγίστη	Ἐλάχιστη	Εὖρος	Παρατηρήσεις
1927	28 Δεκ. + 23,37ς	3 Ἰαν. + 4,79ς	+ 18,48ς	
1928	15 Ἰουν. + 45,26ς	9 Ἰαν. + 25,63ς	+ 19,63ς	Πρὸ τῆς διορθώσ. Μετὰ τὴν διόρθ.
	16 Ἰουν. - 0,15ς	4 Δεκ. - 12,68ς	+ 12,53ς	
<b>(Διόρθωσις τῆς 16 Ἰουνίου : ἐλάττωσις κατὰ 45, 41ς )</b>				
1929	25 Ἀπρ. + 11,70ς	4 Φεβ. - 0,93ς	+ 12,63ς	
1930	11 Μαρ. + 21,67ς	3 Ἰαν. + 11,09ς	+ 10,58ς	
1931 (δευτ.)	23 Δεκ. + 28,19ς	14 Ἰαν. + 19,66ς	+ 8,53ς	
	15 Ἀπρ. + 25,89ς	14 Ἰαν. + 19,66ς	+ 6,23ς	
1932	11 Ἀπρ. + 44,55ς	2 Ἰαν. + 29,42ς	+ 15,13ς	Πρὸ τῆς διορθώσ. Μετὰ τὴν διόρθ.
	3 Αὐγ. + 10,46ς	12 Δεκ. + 0,12ς	+ 10,34ς	
<b>( Διόρθωσις τῆς 25 Ἰουνίου : ἐλάττωσις κατὰ 32, 47ς )</b>				
1933	4 Ἀπρ. + 7,70ς	23 Δεκ. - 12,73ς	+ 20,43ς	
1934	27 Φεβ. - 6,33ς	28 Δεκ. - 21,57ς	+ 15,24ς	
1935	27 Μαρ. - 17,21ς	17 Δεκ. - 33,66ς	+ 16,45ς	
1936	9 Ἰαν. - 35,02ς	5 Δεκ. - 66,42ς	+ 31,40ς	
1937	4 Φεβ. - 57,90ς	2 Αὐγ. - 77,86ς	+ 19,96ς	Πρὸ τῆς διορθώσ. Μετὰ τὴν διόρθ.
	29 Δεκ. + 11,88ς	5 Αὐγ. - 0,30ς	+ 12,18ς	
<b>( Διόρθωσις τῆς 5 Αὐγούστου : αὐξησις κατὰ 77, 56ς )</b>				
1938	30 Δεκ. + 53,50ς	13 Ἰαν. + 15,25ς	+ 38,25ς	
1939	15 Δεκ. + 64,64ς	3 Ἰαν. + 53,98ς	+ 10,66ς	
1940	30 Δεκ. + 83,43ς	22 Ἰαν. + 71,29ς	+ 12,14ς	
1941	31 Μαρ. + 90,61ς	18 Νοεμ. + 82,80ς	+ 7,81ς	

πληρωθῆ ἓνα κύμα τῆς μακροχρονίου ταύτης μεταβολῆς καὶ ἐπομένως νὰ συναχθοῦν ἀσφαλῆ ὡς πρὸς τὴν κύμανσιν ταύτην συμπεράσματα. Πάντως ἐκ τῶν δεδομένων τὰ ὁποῖα ἔχομεν εἰς τὴν διάθεσιν μας συνάγεται ὅτι τὸ μὲν μέγιστον τοῦ μεγάλου αὐτοῦ κύματος σημειοῦται τὸ ἔτος 1932 τὸ δὲ ελάχιστον τὸ 1937. Ἐπὶ τούτοις καὶ μεθ' ἄλλας τὰς ἀνωτέρω ἐπιφυλάξεις πρέπει νὰ σημειώσωμεν ὅτι εἶναι σαφὴς ὁ περιοδικὸς χαρακτῆρ τῆς μεταβολῆς ταύτης, χωρὶς νὰ εἴμεθα βέβαιοι περὶ τῆς ἀκριβοῦς τιμῆς τοῦ χρόνου τῆς περιόδου καὶ τοῦ εὔρους τῆς κυμάνσεως.

Πρός τούτους πρέπει ακόμη να παρατηρήσωμεν ότι, τόσον τα σημειούμενα μέγιστα και ελάχιστα ἐντός τῶν διαφόρων ἐτῶν ὅσον καὶ τὰ εὐρη τῆς κυμάνσεως δὲν ἀποκλείεται νὰ ἦσαν κάπως διάφορα ἂν δὲν ὑπῆρχε ἡ μακροχρόνιος κύμανσις. Διότι ἡ τελευταία αὕτη, ὡς εἶναι φυσικόν, ἐπιδρά εἰς τρόπον ὥστε νὰ μεταβάλλῃ τὴν μορφήν τῶν ἐτησίων ἐκδηλώσεων τῆς καμπύλης τῶν ἀπολύτων καταστάσεων τοῦ ἔκκρεμοῦς.

Οἱ J. Jackson καὶ W. Bowyer μελετῶντες τὰ δύο ἔκκρεμῆ Shortt No 3 καὶ 11 τοῦ Ἀστεροσκοπείου τοῦ Greenwich (τῶν ὁποίων ἡ θερμοκρασία δὲν ὑπέκειτο εἰς ταχείας μεταβολάς), αὐτὰ καθ' ἑαυτά, ἐν συγκρίσει πρὸς ἄλληλα καὶ πρὸς τρίτον, εὐρίσκουν ἐνδιαφέροντα ἐξαγόμενα ὡς πρὸς τὴν συμπεριφορὰν τῶν πορειῶν αὐτῶν (1). Ἡ ἀντιπαραβολὴ τῶν ἐξαγομένων ἀμφοτέρων τῶν ἔκκρεμῶν πρὸς ἄλληλα, ἔδειξεν ὅτι ἡ σχετικὴ μεταβολὴ τῶν πορειῶν αὐτῶν δὲν εἶναι γραμμικὴ καὶ ἐπομένως ἡ ἐπιτάχυνσις τοῦ ἐνὸς ὥρολογίου ὡς πρὸς τὸ ἕτερον δὲν εἶναι ὁμαλή. Ἡ λεπτομερὴς μελέτη καὶ σύγκρισις τῶν ἔκκρεμῶν τούτων ἀπέδειξεν ὅτι αἱ ἀνωμαλῖαι εἰς τὰς ἀπολύτους καταστάσεις καὶ ἀντιστοίχως εἰς τὰς πορείας αὐτῶν δύνανται νὰ ἐξηγηθοῦν, τοῦτο μὲν τῇ ἐπιδράσει τῆς θερμοκρασίας, τοῦτο δὲ διὰ μιᾶς αἰωνίας μεταβολῆς εἰς τὴν περίοδον τῆς αἰωρήσεως καὶ συγχρόνως διὰ μιᾶς ἄλλης ὀφειλομένης πάλιν εἰς τὴν θερμοκρασίαν μολονότι αἱ δύο αὐταὶ αἰτίαι δὲν εἶναι εὐκολον νὰ διαχωρισθοῦν. Αἱ τιμαὶ τῶν ἀπολύτων καταστάσεων τὸς ὁποίας ὑπολογίζουσι τῇ βοήθειᾳ τοῦ κατωτέρω τύπου προσδιορίζοντες τοὺς ἀντιστοίχους συντελεστὰς αὐτοῦ :

$$\Delta U = \Delta U_0 + g_0 t + at^2 + \beta \int_0^t T dt$$

ἀποδεικνύουν ὅτι δὲν συμφωνοῦν ἀκριβῶς μὲ τὰ ἐξαγόμενα τῶν παρατηρήσεων, ἐξ αὐτῶν δὲ συνάγουν ὅτι ἡ αἰωνία μεταβολὴ τῆς πορείας δὲν εἶναι ὁμαλή.

Εἶναι προφανές ὅτι τὰ ἐξαγόμενα ταῦτα τῶν Jackson καὶ Bowyer εὐρίσκονται εἰς μεγάλην συμφωνίαν πρὸς τὰ ἡμέτερα καὶ ἐπομένως στηρίζεται περισσότερο ἢ θέσις τὴν ὁποίαν ἀνωτέρω ὑπεστηρίξαμεν ὡς πρὸς τὴν συμπεριφορὰν τοῦ ἔκκρεμοῦς FENON 55 κατὰ τὸ διάστημα 1926—1941, ἰδίᾳ δὲ ὡς πρὸς τὴν παρουσίαν δύο διαφόρων κυμάνσεων τῆς καμπύλης τῶν ἀπολύτων καταστάσεων.

## 2. Σύγκρισις τῶν περιόδων πρὸς ἀλλήλας.

Ἡ διαπιστωθεῖσα ἐτησίᾳ μεταβολὴ εἰς τὴν γραφικὴν παράστασιν τῆς ἐκάστοτε ἀπολύτου καταστάσεως τοῦ ἔκκρεμοῦς ὑποδεικνύει

---

1) J. Jackson and W. Bowyer: The Shortt Clocks at the Royal Observatory, Greenwich, M. N. Vol. LXXXVIII (1928) p. 465-481,

τήν ὑπαρξιν σχέσεως μεταξύ ταύτης καὶ ὠρισμένων μετεωρολογικῶν στοιχείων. Σαφῆς ἔνδειξις τῆς ὑφισταμένης σχέσεως εἶναι αἱ παρουσιαζόμεναι αἰσθηταὶ μεταβολαὶ τῆς καμπύλης τῶν ἀπολύτων καταστάσεων εἰς τὰς δύο ἀντιθέτους ἐποχὰς τοῦ ἔτους ἤτοι τὸν χειμῶνα καὶ τὸ θέρος. Δι' αὐτὸ ἐνδείκνυται ἡ κατωτέρω συστηματικωτέρα μελέτη καὶ ἔρευνα τοῦ φαινομένου τούτου καὶ ἡ σύγκρισις τῶν περιόδων πρὸς ἀλλήλας.

Ἐάν λάβωμεν τὰ διαγράμματα τῶν καταστάσεων τοῦ FENON 55 τῶν πλήρων ἐτῶν, δηλαδὴ τὰ χρονικὰ ἐκεῖνα διαστήματα κατὰ τὰ ὁποῖα οὐδεμία ἐπέμβασις ἔγινεν εἰς αὐτό, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἔχουν τὰ ἀκόλουθα γενικὰ χαρακτηριστικὰ γνωρίσματα.

β) Διαγράμματα τῶν ἐτῶν 1929—1931 (\*). Ἡ μορφή τῆς μεταβολῆς τῆς καμπύλης τῶν ἀπολύτων καταστάσεων τοῦ ἔκκρεμοῦς εἶναι ἡ αὐτὴ καὶ εἰς τὰ τρία ἔτη. Ἦτοι ταχεῖα αὐξήσις τῆς τιμῆς τῆς ἀπολύτου καταστάσεως ἀπὸ τοῦ Ἰανουαρίου μέχρι τοῦ Ἀπριλίου (πρωτεῦον μέγιστον)· μετὰ ταῦτα ἑλαφρὰ πτώσις καὶ ἔπειτα δευτερεῦον μέγιστον κατὰ μῆνα Αὐγουστον· νέα ἑλαφρὰ πτώσις καὶ εἶτα ἄνοδος μέχρι τέλους τοῦ ἔτους. Τὰ ἐλάχιστα σημειοῦνται κατὰ τοὺς μῆνας Ἰούνιον καὶ Ὀκτώβριον ἢ Νοέμβριον.

Ἐάν συγκρίνωμεν πρὸς ἀλλήλους τοὺς κλάδους τῆς ἀνόδου θὰ ἴδωμεν ὅτι ἡ ταχύτης ἀνόδου ἐλαττοῦται ἀπὸ τοῦ 1929 πρὸς τὸ 1931.

\*Ἦτοι:

$$\tau = \frac{\text{Διαφορὰ τῶν δύο ἄκρων τιμῶν τῆς ἀπολύτ. καταστ.}}{\text{Διαφορὰς τοῦ χρόνου}} = \frac{\Delta U_2 - \Delta U_1}{t_2 - t_1}$$

$$\tau = \frac{+ 17,94s}{103} = + 0,174s \quad (1929)$$

$$\tau = \frac{+ 10,58s}{67} = + 0,158s \quad (1930)$$

$$\tau = \frac{+ 6,23s}{91} = + 0,068s \quad (1931)$$

Τὸ ἀντίθετον συμβαίνει κατὰ τοὺς μῆνας Νοέμβριον καὶ Δεκέμβριον, ὅτε ἡ ταχύτης ἀνόδου αὐξάνει παρερχομένων τῶν ἐτῶν.

(\*) Ἡ πρώτη (α) περίοδος περιλαμβάνει μόνον τὸ ἔτος 1927, ἡ γραφικὴ δὲ παράστασις τῶν ἀπολύτων καταστάσεων τοῦ ὥρολογίου ὁμοιάζει πολὺ πρὸς τὴν τῆς δευτέρας περιόδου (1929—1931) μὲ μόνην τὴν διαφορὰν ὅτι δὲν ἐμφανίζεται σαφῶς δευτερεῦον μέγιστον καὶ ἐλάχιστον. Ἐπειδὴ δὲ περιλαμβάνει μόνον ἓν πλήρες ἔτος, δι' αὐτὸ δὲν τὴν καταχωροῦμεν ἰδιαιτέρως.

Ἡ ταχύτης ἀνόδου κατὰ τὸ ἔτος τοῦτο εἶναι:

$$\tau = \frac{+ 12,70s}{78} = + 0,163s \quad (1927)$$

\*Ητοι :

$$\tau = + \frac{1,47s}{31} = + 0,047s \quad (1929)$$

$$\tau = + \frac{2,88s}{48} = + 0,060s \quad (1930)$$

$$\tau = + \frac{5,03s}{55} = + 0,091s \quad (1931)$$

Ἡ ἔτησία αὐξήσις τῆς ἀπολύτου καταστάσεως τοῦ ἔκκρεμοῦς κατὰ τὰ ἔτη ταῦτα καταχωρεῖται εἰς τὸν πίνακα Δ.

### ΠΙΝΑΞ Δ

Περιέχων τὴν ἔτησίαν συνολικὴν αὐξήσιν καὶ μείωσιν τῆς ἀπολύτου καταστάσεως κατὰ τὰ ἔτη 1927—1941

Ἔτος	Ἀρχὴ	Τέλος	Τέλ-ἀρχ.	Παρατηρήσεις
1927	3 Ἰαν. + 4,79s	28 Δεκ. + 23,27s	+ 18,48s	Ἐτησία Ἄνοδος
1929	12 Ἰαν. — 6,35s	16 Δεκ. + 9,31s	+ 15,66s	» »
1930	3 Ἰαν. + 11,09s	17 Δεκ. + 18,42s	+ 7,33s	» »
1931	14 Ἰαν. + 19,66s	23 Δεκ. + 28,19s	+ 8,53s	» »
1933	2 Ἰαν. + 3,06s	30 Δεκ. — 12,00s	— 15,06s	Ἐτησία Κάθοδος
1934	3 Ἰαν. — 12,25s	28 Δεκ. — 21,57s	— 9,32s	» »
1935	3 Ἰαν. — 21,24s	17 Δεκ. — 33,66s	— 12,42s	» »
1936	9 Ἰαν. — 35,02s	17 Δεκ. — 65,43s	— 30,41s	» »
1938	13 Ἰαν. + 15,25s	30 Δεκ. + 53,50s	+ 38,25s	Ἐτησία Ἄνοδος
1939	2 Ἰαν. + 54,14s	15 Δεκ. + 64,64s	+ 10,50s	» »
1940	22 Ἰαν. + 71,29s	30 Δεκ. + 83,43s	+ 12,14s	» »
1941	21 Ἰαν. + 85,56s	17 Δεκ. + 87,15s	+ 1,59s	» »

γ) Διαγράμματα τῶν ἐτῶν 1933—1936. Ἡ μορφή τῶν γραφικῶν παραστάσεων τῶν ἀπολύτων καταστάσεων τοῦ FENON 55 κατὰ τὰ ἔτη 1933, 1934, 1935 καὶ 1936 εἶναι διάφορος τῆς τῆς προηγουμένης περιόδου. Παρατηρεῖται βεβαίως καὶ ἐνταῦθα κατὰ τοὺς πρώτους μῆνας ἐκάστου τῶν ἐτῶν τούτων ἐλαφρὰ ἄνοδος ὥστε νὰ σημειοῦται μέγιστον (Φεβρουάριον ἢ Μάρτιον) ἀλλ' ἡ τάσις αὕτη τῆς ἀνόδου ἐλαττοῦται οὕτως ὥστε κατὰ τὸ 1936 νὰ ἐξαφανίζεται αὕτη πλήρως. Ἀλλὰ τὸ οὐσιῶδες εἶναι ὅτι μετὰ τὸ μέγιστον σημειοῦται ταχεῖα μείωσις τῆς τιμῆς τῆς ἀπολύτου καταστάσεως, εἰς τρόπον ὥστε ἡ γραφικὴ παράστασις μέχρι τέλους τοῦ ἔτους νὰ ἔχη τὰ χαρακτηριστικὰ τοῦ κλάδου τῆς καθόδου. Βεβαίως διακρίνεται κατὰ ἴου-

νιον ή 'Ιούλιον μικρά τις κοιλότης (ελάχιστον) και μετ' αυτήν κυρτότης, άλλ' ή ελάττωσις τής τιμής τής άπολύτου καταστάσεως εξακολουθει με ταχύν ρυθμόν μέχρι τέλους του έτους. Μόνον τον Δεκέμβριον έμφανίζεται μικρά τις άνοδος.

'Η συνολική έτησία ελάττωσις περιέχεται εις τον πίνακα Δ. Καθώς φαίνεται και έξ αυτού τὸ 1936 ή ταχύτης καθόδου, έν συγκρίσει με τὰ άλλα έτη, είναι πολύ μεγάλη. Εις τήν μεγάλην δέ αυτήν ταχύτητα πτώσεως πρέπει νά αποδώσωμεν τήν πλήρη έξαφάνισιν τής άνόδου και άντιστοίχως τής καθόδου κατά τους πρώτους μήνας του έτους τούτου. Δηλαδή τὸ αίτιον ὅπερ προκαλεί τήν περιοδικήν κύμανσιν ύφίσταται άλλὰ έξαφανίζεται μέσα εις τὰ άλλα αίτια τὰ όποια παρουσιάζονται έντονώτερα. 'Η ταχύτης άνόδου κατά τους πρώτους μήνας έκάστου τῶν έτων τούτων είναι :

$$\tau = \frac{+ 4,64s}{92} = + 0,050s \quad (1933)$$

$$\tau = \frac{+ 5,44}{64} = + 0,085 \quad (1934)$$

$$\tau = \frac{+ 4,03}{83} = + 0,049 \quad (1935)$$

$$\tau = 0,000 \quad (1936)$$

δ) Διαγράμματα τῶν έτων 1938—1941. Αί γραφικαί παραστάσεις τῶν άπολύτων καταστάσεων του έκκρεμοῦς κατά τὰ έτη 1938, 1939, 1940 και 1941 διαφέρουν τῶν τής προηγούμενης περιόδου. Διότι κατ' αυτήν σημειοῦται έκ νέου αύξεις τής έτησίας τιμής τής άπολύτου καταστάσεως (Βλ. πιν. Δ).

Τὸ 1938 ή ταχύτης άνόδου είναι μεγάλη δι' ὃ κατά Μάρτιον σημειοῦται ελαφρά κυρτότης διδουσα τήν έντύπωσιν μεγίστου, άλλ' εὐθὺς άμέσως συνεχίζεται ή αύξεις εις τρόπον ὡστε νά παρουσιάζεται ή μορφή του διαγράμματος ὡς εὐθεΐα γραμμή. (\*) Κατά τὰ έτη όμως 1939, 1940 και 1941 επανέρχεται σχεδόν ή μορφή τήν όποίαν εμφανίζουν αί παραστάσεις τῶν έτων 1929, 1930 και 1931. 'Υπάρχει δηλαδή πλήρης όμοιότης (έκτός ελαφρῶν άποκλίσεων κατά τὸ 1941) μεταξύ τῶν πρώτων και δευτέρων γραφικῶν παραστάσεων τῶν άπολύτων καταστάσεων του έκκρεμοῦς. 'Η ταχύτης άνόδου πρὸς τὸ μέγιστον, έξαιρέσει του έτους 1938 τὸ όποϊον έμελετήθη ήδη εις τὸ πρώτον μέρος τής παρούσης εργασίας είναι :

$$\tau = \frac{+ 8,60s}{66} = + 0,130s \quad (1939)$$

$$\tau = \frac{+ 9,03}{92} = + 0,098 \quad (1940)$$

$$\tau = \frac{+ 5,05}{69} = + 0,073 \quad (1941)$$

---

(\*) 'Από τής άπόψεως ταύτης όμοιάζει έν μέρος πρὸς τήν μορφήν τής παραστάσεως του 1936, ήτοι του πρὸ τής διορθώσεως έτους.

\*Ητοι μέγιστα κατά μήνα Ἀπρίλιον, ἐλάχιστα τὸν Ἰούλιον, δευτερεῦον μέγιστον κατά Σεπτέμβριον καὶ εἶτα ἄνοδος. Τὰ κατ' Ὀκτώβριον καὶ Νοέμβριον ἐλάχιστα δὲν ἐμφανίζονται τόσον σαφῶς εἰς τὴν τελευταίαν περίπτωσιν.

Ἐάν συγκρίνωμεν πρὸς ἀλλήλας τὰς τιμὰς τῶν ἐτησίων συνολικῶν μεταβολῶν τῆς ἀπολύτου καταστάσεως τοῦ FENON 55 ἐντὸς τῶν τριῶν ομάδων τῶν ἐτῶν 1929 — 1931, 1933 — 1936 καὶ 1938 — 1941, ὅπως αὐταὶ δίδονται εἰς τὸν πίνακα Δ, ἔχομεν νὰ διαπιστώσωμεν τὰ ἐξῆς: Κατὰ τὸ πρῶτον ἔτος ἐντὸς ἐκάστης ομάδος, ἡ τιμὴ τῆς ἀυξήσεως εἶναι κατ' ἀπόλυτον τιμὴν περίπου διπλασία τῆς τιμῆς τοῦ ἀντιστοίχως δευτέρου ἔτους καὶ ἡ δευτέρα κάτι τι μεγαλύτερα τῆς τοῦ τρίτου ἔτους. Ὅσον ἀφορᾷ τὸ τέταρτον ἔτος ὅπερ περιέχουν αἱ δύο τελευταῖαι ομάδες, δὲν δυνάμεθα νὰ συναγάγωμεν τίποτε τὸ θετικόν, τοσοῦτο μᾶλλον ὅσῳ εἰς αὐτὰ περιέχονται τὰ ἔτη 1936 καὶ 1938 ὅτινα ἤδη παρουσιάζουν αἰσθητὰς ἀποκλίσεις ὡς πρὸς ὅλα τὰ ἄλλα ἔτη τῆς περιόδου 1926—1941.

Αἱ κοιναὶ χαρακτηριστικαὶ ιδιότητες τὰς ὁποίας παρουσιάζουν αἱ τρεῖς ομάδες τῶν ἐτῶν 1929—1931, 1933 — 1935 καὶ 1939 — 1941 καὶ περὶ τῶν ὁποίων ἐγένετο ἀνωτέρω λόγος, μᾶς ὠδήγησεν εἰς τὸ νὰ προσθέσωμεν ἀντιστοίχως τὰς ἀπολύτους καταστάσεις τῶν ἀντιστοίχων μηνῶν τῶν ἐτῶν ἐκάστης ομάδος καὶ οὕτω νὰ σχηματίσωμεν τὸν πίνακα Ε. Εἰς αὐτὸν καταχωροῦνται αἱ μέσαι μηνιαῖαι τιμαὶ τῶν ἀπολύτων καταστάσεων τοῦ ἐκκρεμοῦς καὶ παραπλεύρως, ἐντὸς παρενθέσεως, ὁ ἀριθμὸς τῶν κατὰ μήνα γενομένων προσδιορισμῶν τοῦ χρόνου. Ἀκολουθῶς δίδονται δι' ἐκάστην ομάδα αἱ μέσαι μηνιαῖαι τιμαὶ τῆς ἀπολύτου καταστάσεως τοῦ FENON 55 βάσει τῶν ὁποίων ἐχαράχθησαν τὰ διαγράμματα Β, Γ, καὶ Δ.

Ἡ μελέτη τῶν παραστάσεων τούτων μᾶς ὀδηγεῖ εἰς τὰ ἀκόλουθα συμπεράσματα, ἅτινα συνδυάζονται ἀρκούντως πρὸς τὰ προηγουμένως διαπιστωθέντα, ἀποτελοῦν ὁμῶς ἐν ταύτῳ γενικώτερα καὶ μονιμότερα ἐξαγόμενα χαρακτηρίζονται τὴν ἐξεταζομένην περίδον.

1) Κατὰ τὸ διάστημα 1929 — 1931 σημειοῦνται δύο μέγιστα, τὸ πρωτεῦον κατὰ μήνα Ἀπρίλιον καὶ τὸ δευτερεῦον κατὰ μήνα Αὐγουστον καὶ δύο ἐλάχιστα, τὸν Ἰούλιον (δευτερεῦον) καὶ τὸν Ὀκτώβριον (πρωτεῦον).

2) Συγγενῆς πρὸς τὴν μεταβολὴν ταύτην εἶναι καὶ ἡ κατὰ τὸ διάστημα 1939 — 1941 συμπεριφορὰ τῆς ἀπολύτου καταστάσεως. Κατ' αὐτὴν τὰ μέγιστα συμβαίνουν τοὺς μῆνας Ἀπρίλιον (πρωτεῦον) καὶ Αὐγουστον (δευτερεῦον), τὰ δὲ ἐλάχιστα τὸν Ἰούλιον (δευτερεῦον) καὶ Νοέμβριον (πρωτεῦον).

3) Κατὰ τὸ χρονικὸν διάστημα 1933—1935 σημειοῦται ἐν μέγιστον τὸν μῆνα Μάρτιον, ἔκτοτε δὲ καὶ μέχρι τέλους τοῦ ἔτους διήκει ὁ κλάδος καθόδου μὲ μικρὰν κύμανσιν κατὰ τὸν μῆνα Αὐγουστον ἐκδηλοῦται δευτερεῦον μέγιστον καὶ ὡς εἶναι φυσικὸν ἐλάχιστα τοὺς μῆνας Ἰούλιον καὶ Νοέμβριον,

Αί περιοδικαί αὐταί ἐκδηλώσεις εἰς τὰς ἀπολύτους καταστάσεις καὶ ἐπομένως καὶ εἰς τὰς πορείας τοῦ FENON 55 ἐντὸς τοῦ ἔτους, ὡς ἐλέχθη ἤδη, ἔχουν τὴν αἰτίαν τῶν εἰς φαινόμενα τὰ ὁποῖα ἐμφανίζονται περιοδικῶς ἐντὸς τοῦ ἰδίου χρονικοῦ διαστήματος. Καὶ τοιαῦτα φαινόμενα εἶναι πρωτίστως ἡ βαρομετρικὴ πίεσις καὶ ἡ θερμοκρασία.

Ἐκ τῶν δύο τούτων στοιχείων οἱ J. Jackson καὶ W. Bowyer στρέφουν περισσότερον τὴν προσοχὴν τῶν εἰς τὴν θερμοκρασίαν (διότι τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν προσπαθοῦν νὰ τὴν διατηρήσουν περίπου σταθεράν) καὶ συνάγουν τὸ συμπέρασμα ὅτι εἰς ἀμφοτέρα τὰ ἐκκρεμῆ Shortt 3 καὶ 11 ἐκδηλοῦται σαφῶς ὁ θερμομετρικὸς παράγων. Καὶ γενικώτερον εὐρίσκουν ὁμοίωμορον ἐπίδρασιν ἐπὶ τῆς πορείας τῶν ὥρολογίων συνεπείᾳ μηχανικῶν διαταραχῶν αὐτῶν ὅταν ἀντιστοίχως ἔχομεν μεταβολὰς εἰς τὴν αἴθουσαν εἰς τὴν ὁποῖαν ταῦτα εἶναι ἐγκατεστημένα (1). Ἀνάλογον ἐπίδρασιν καὶ τῆς βαρομετρικῆς πιέσεως προσδιορίζουν ἄλλοι ἐρευνηταί (2).

Πρὸς τὴν κατεύθυνσιν αὐτὴν τῆς ἐρεύνης ἐστρέψαμεν καὶ ἡμεῖς τὴν προσοχὴν μας. Καὶ διὰ νὰ καταστῇ εὐκόλος ἡ σύγκρισις τῶν μετεωρολογικῶν αὐτῶν στοιχείων μὲ τὴν πορείαν τῶν ἀπολύτων καταστάσεων τοῦ ἐξεταζομένου ὥρολογίου, ἐχαράχθησαν τὰ διαγράμματα τῆς πορείας τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως καὶ θερμοκρασίας, σὶ χρησιμοποιοθεῖσαι δὲ τιμαὶ ἐξήχθησαν ἐκ τῶν μέσων μηνιαίων τιμῶν τῶν ἀντιστοίχων μηνῶν ἐκάστου χρονικοῦ διαστήματος. Αἱ ἡμερήσιαι τιμαὶ τῆς πιέσεως ὑπελογίσθησαν τῆ βοήθειᾳ τοῦ τύπου :

$$\frac{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3}{3}$$

ὅπου  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$ , εἶναι τὰ ἀναγνώσματα τοῦ βαρομέτρου τὰ σημειωθέντα κατὰ τὰς ὥρας τῶν παρατηρήσεων 8,14 καὶ 21 (καὶ ἀπὸ τοῦ 1930 τὴν 20 ὥρ.) καὶ ἀναχθέντα εἰς θερμοκρασίαν 0°.

Ἐὰν τώρα συγκρίνωμεν τὴν καμπύλην τῶν μέσων μηνιαίων βαρομετρικῶν πιέσεων, θὰ διαπιστώσωμεν ἀναμφιβόλως τὴν ὑπαρξιν σχέσεως μεταξὺ τῶν δύο τούτων στοιχείων. Διότι τὰ ἐλάχιστα τῶν βαρομετρικῶν πιέσεων συμπίπτουν ἐν γένει μὲ τὰ μέγιστα τῶν ἀπολύτων καταστάσεων τοῦ FENON 55 καὶ ἀντιστοίχως τὰ μέγιστα τῆς πιέσεως μὲ τὰ ἐλάχιστα τῶν ἀπολύτων καταστάσεων τοῦ ὥρολογίου. Ἡ σχέση εἶναι σαφεστέρα καὶ πλέον ἐμφανῆς κατὰ πρῶτον λόγον εἰς τὸ διάγραμμα Β (τῶν ἐτῶν 1920—1931) καὶ ἀκολούθως εἰς τὸ διάγραμμα Δ (τῶν ἐτῶν 1932—1941). Δὲν εἶναι ὅμως ἐμφανῆς εἰς τὸ διάγραμμα Γ. Τοῦτο δὲ πιθανώτατα ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι κατὰ τὴν περίοδον 1933—1935 ἡ ἡμερησία πορεία τοῦ ἐκκρεμοῦς ὡς καὶ ἡ μεταβολὴ αὐτῆς εἶναι ἀρνητικὴ καὶ κατὰ ποσὸν πολὺ μεγαλυτέρα τῶν ἄλλων περιόδων, λόγῳ τῆς ἐπιδράσεως ἄλλων αἰτίων τὰ ὁποῖα καλύπτουν τὰς ἐτησίας κυμάνσεις τῆς καμπύλης.

1) J. Jackson — W. Bowyer: Μν. ἐργ. σ.λ. 480.

2) Βλ. παρὰ F. Boquet: Μν. ἐργ. σελ. 78,



ΠΙΝΑΞ Ε

Έτος	Ιανουαρ.	Φεβρ.	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστ.	Σεπτέμ.	Όκτώβρ.	Νοέμβρ.	Δεκέμβρ.
1929	(3) - 5.37	(5) + 0.86	(8) + 8.74	(8) + 11.12	(9) + 10.88	(12) + 9.76	(12) + 9.95	(12) + 10.07	(8) + 9.01	(8) + 8.54	(7) + 8.12	(4) + 8.93
1930	(6) + 13.14	(7) + 17.11	(1) + 21.16	(8) + 20.43	(10) + 18.34	(9) + 17.41	(11) + 17.03	(12) + 17.75	(10) + 17.11	(9) + 16.07	(5) + 16.99	(2) + 18.47
1931	(4) + 20.18	(9) + 22.85	(1) + 24.05	(5) + 25.81	(4) + 24.70	(2) + 22.97	(3) + 23.51	(6) + 23.97	(4) + 23.58	(6) + 23.15	(8) + 24.10	(7) + 27.22
M.O.	+ 9.32	+ 13.61	+ 17.98	+ 19.12	+ 17.97	+ 16.71	+ 16.83	+ 17.26	+ 16.57	+ 15.92	+ 16.40	+ 18.21
1933	(4) + 3.85	(6) + 5.71	(6) + 7.06	(7) + 7.29	(9) + 3.97	(12) + 0.24	(16) - 1.13	(15) - 2.49	(14) - 5.16	(17) - 7.20	(10) - 10.98	(10) - 12.00
1934	(10) - 11.32	(9) - 7.82	(2) - 6.82	(9) - 9.20	(7) - 11.17	(12) - 13.48	(12) - 14.67	(10) - 15.26	(12) - 16.83	(14) - 18.88	(10) - 20.59	(4) - 20.96
1935	(7) - 20.02	(7) - 19.49	(4) - 17.31	(7) - 17.97	(14) - 20.52	(14) - 22.08	(15) - 23.06	(15) - 25.03	(9) - 26.90	(10) - 29.49	(4) - 31.43	(4) - 33.39
M.O.	- 9.16	- 7.20	- 5.69	- 6.63	- 9.24	- 11.77	- 12.95	- 14.26	- 16.30	- 18.52	- 21.00	- 22.12
1939	(11) + 55.32	(4) + 59.27	(5) + 62.91	(6) + 62.99	(5) + 62.14	(6) + 60.94	(9) + 61.16	(6) + 62.40	(6) + 62.81	(12) + 62.37	(6) + 62.64	(1) + 64.64
1940	(2) + 71.31	(1) + 71.42	(6) + 76.56	(4) + 79.70	(7) + 79.54	(7) + 79.13	(11) + 79.04	(5) + 79.61	(10) + 79.86	(7) + 80.19	(4) + 80.12	(3) + 81.40
1941	(1) + 85.56	(2) + 87.21	(3) + 90.05	(1) + 89.00	(4) + 88.71	(5) + 88.17	(3) + 87.45	(4) + 85.98	(3) + 84.69	(1) + 83.65	(1) + 82.80	(1) + 87.15
M.O.	+ 70.73	+ 72.63	+ 76.51	+ 77.23	+ 76.80	+ 76.08	+ 75.88	+ 76.00	+ 75.79	+ 75.40	+ 75.19	+ 77.73

Ούτω πιστοποιείται και έντεϋθεν τὸ ὑπὸ τῆς θεωρίας προβλεπόμενον ἀποτέλεσμα καθ' ὃ ἡ μικρὰ ἢ μεγάλη ἀντίστασις τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος μεταβάλλει ἀναλόγως τὸ ἔργον τῆς βαρύτητος ἐπὶ τοῦ ἔκκρεμοῦς καὶ ἐπομένως τὴν στατικὴν αὐτοῦ ροπήν. Καὶ ἐκ τῆς ὅλης αὐτῆς ἀλληλεπιδράσεως πηγάζει τελικῶς μία ἐπιβράδυνσις ἢ ἐπιτάχυνσις τοῦ ὥρολογίου ὅταν αὐξάνῃ ἢ ἐλαττοῦται ἡ πυκνότης τοῦ περιέχοντος μέσου.

Συσχετίζοντες ἐξ ἄλλου τὴν καμπύλην τῶν θερμοκρασιῶν, τὰ στοιχεῖα τῆς ὁποίας ἀρχικῶς ἐξήχθησαν βάσει τοῦ τύπου :

$$\frac{\theta_1 + \theta_2 + \theta_3}{3}$$

ὅπου  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ ,  $\theta_3$ , εἶναι αἱ παρατηρηθεῖσαι θερμοκρασίαι κατὰ τὰς ὥρας 8,14 καὶ 21 (καὶ ἀπὸ τοῦ 1930 τὴν 20 ὥρ.), πρὸς τὴν τῶν ἀπολύτων καταστάσεων τοῦ FENON 55 διαπιστοῦμεν τὰ ἀκόλουθα :

Κατὰ τὰ διαστήματα 1929—1931 καὶ 1939—1941 αἱ μέγισται θερμοκρασίαι συμπίπτουν ἐν γένει μὲ τὰς ἐλαχίστας τιμὰς τῆς ἀπολύτου καταστάσεως. Ὁ κλάδος ἀνόδου τῆς θερμοκρασίας καθυστερεῖ κατὰ 2 μῆνας τοῦ κλάδου ἀνόδου τῆς τιμῆς τῆς ἀπολύτου καταστάσεως καὶ βαίνει παραλλήλως αὐτοῦ, ἐνῶ ἐξ ἄλλου οἱ κλάδοι καθόδου τῆς θερμοκρασίας κατὰ τοὺς φθινοπωρινοὺς μῆνας ἀντιστοιχοῦν εἰς κλάδους ἀνόδου τῆς τιμῆς τῆς ἀπολύτου καταστάσεως καὶ ἐπομένως ἀκολουθοῦν ἀντιθέτους δρόμους. Ἡ τοιαύτη ἐπίδρασις τῆς θερμοκρασίας ἐπὶ τῆς ἡμερησίας πορείας τοῦ ἔκκρεμοῦς ἀναφέρεται εἰς ὅλον ἐν γένει τὸν μηχανισμόν καὶ κυρίως εἰς τὰ ἔλαια (!). Διότι ὡς γνωστὸν διὰ μίαν σταθερὰν θερμοκρασίαν ἢ πορεία τοῦ ὥρολογίου αὐξάνει μετὰ τοῦ χρόνου, ἢ αὐξῆσις ὅμως αὕτη ἐπιταχύνεται μετὰ τῆς πτώσεως τῆς θερμοκρασίας καὶ ἐπιβραδύνεται ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐξάνῃ.

Ἄκόμη θὰ ἠδύνατο τὰ λεχθῆ ὅτι διαφαίνεται σχέσις τις καθ' ἣν κατὰ τοὺς μῆνας τῶν ἴσων θερμοκρασιῶν καὶ κυρίως μεταξύ τῶν μηνῶν Μαΐου — Ἰουνίου καὶ ἀντιστοίχως Ὀκτωβρίου — Σεπτεμβρίου, ἔχομεν ἴσας τιμὰς τῆς ἀπολύτου καταστάσεως τοῦ ἔκκρεμοῦς (!).

Κατὰ τὸ διάστημα τῶν ἀρνητικῶν πορειῶν, ἦτοι κατὰ τὰ ἔτη 1933 — 1936, ὅπως καὶ διὰ τὴν πίεσιν, οὔτω καὶ διὰ τὴν θερμοκρασίαν δὲν ὑπάρχει καμμία ἐμφανῆς ἀλληλοεξάρτησις μεταξύ τῶν στοιχείων τούτων.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω λοιπὸν φαίνονται σαφῶς τὰ αἷτια ἅτινα προκαλοῦν τὸν ἐτήσιον περιοδικὸν χαρακτῆρα τῶν κυμάνσεων τῆς καμ-

1) F. Boquet: ἐνθ. ἄνωτ, σ. 79—81 καὶ G. Cellérier: Etude numerique des concours de compensation de Chronomètres, Genève 1887, p. 9.

2) Βλ. καὶ E. F. Van de Sande Bakhuizen: Μν. ἐργ. σελ. (10) 3.

πύλης τῶν ἀπολύτων καταστάσεων τοῦ FENON 55 κατὰ τὸ διάστημα 1926 — 1941, δηλαδή ἡ ἐπίδρασις τῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως. Τὸ ὅτι δὲ παρουσιάζεται καθ' ὅλα τὰ ἔτη ἢ καὶ τὰς κεχωρισμένας ομάδας τῶν ἐτῶν ἡ κοινὴ αὕτη ἐπίδρασις, δικαιολογεῖται ἐξ ὅσων ἐν τοῖς προηγουμένοις ἔχομεν εἶπει. Ἐκεῖνο τὸ ὁποῖον θὰ ἔπρεπε τώρα νὰ προστεθῆ εἶναι ὅτι, αἱ ἐπὶ τοῦ μηχανισμοῦ τοῦ ὥρολογίου ἐπιδράσεις τῶν μετεωρολογικῶν παραγόντων διὰ διαφόρους λόγους δὲν εἶναι πάντοτε αἱ αὐταί, ὅπως π. χ. δεικνύει ἡ σύγκρισις, τὴν ὁποίαν κάμνει ὁ K. Müller, τοῦ ἔκκρεμοῦς Broeking 864 μὲ τὰ δύο Shortt 3 καὶ 11 τοῦ Ἀστεροσκοπεῖου τοῦ Greenwich. Κατ' αὐτὴν ἐμφανίζονται πλείσται παραλλαγαὶ καὶ μόνον τὸ Shortt 11 εὐρίσκει συγκρίσιμον μὲ τὴν καμπύλην τῶν ἀπολύτων καταστάσεων τοῦ Broeking 864. (1).

Ὅλοι αἱ ἀνωτέρω διαπιστώσεις καθὼς καὶ τὸ γεγονός ὅτι αἱ μεταβολαὶ τῆς ἡμερησίας πορείας τοῦ FENON 55 κυμαίνονται περὶ τὴν τιμὴν 0,24s ἥτοι εἶναι περίπου ἕγγυς τοῦ ὀρίου τὸ ὁποῖον ἐπιδιώκει ἡ σημερινὴ τεχνικὴ τῶν ἔκκρεμῶν(?) μᾶς ἄγουν εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι τὸ ὥρολόγιον τοῦτο, κατ' ἀρχὴν, ἔχει πλεονεκτήματα τὰ ὁποῖα ἐκ πρώτης ὄψεως δὲν ἀνεμένοντο ἐξ αὐτοῦ, ἂν ληφθῆ ὑπ' ὄψιν ἡ συμπεριφορὰ του κατὰ τὸ διάστημα 1916 — 1926 καὶ αἱ ἐν γένει συνθήκαι ὑφ' ἃς τοῦτο εὐρίσκεται καὶ λειτουργεῖ. Διότι κατὰ τὸ διάστημα 1926 — 1941 παρουσίασεν ὅλας ἐκείνας τὰς ἐνδείξεις αἰτινες τὸ κατατάσσουσιν μεταξύ τῶν ἀρκούντως ὑπολογισίμων ἔκκρεμῶν τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰ διάφορα Ἀστεροσκοπεῖα διὰ μεσημβρινὰς παρατηρήσεις πρὸς προσδιορισμὸν τοῦ ἀστρικοῦ χρόνου.

### 3. Προτεινόμεναι βελτιώσεις καὶ θέματα πρὸς περαιτέρω ἔρευναν.

Ἐξ ὄλων τῶν ἀνωτέρω φαίνεται σαφῶς ὅτι τὸ FENON 55, παρὰ τοὺς δυσμενεῖς ὁρους ὑφ' οὓς εἶναι τοποθετημένον καὶ ὑπὸ τοὺς ὁποῖους λειτουργεῖ, ὄχι μόνον δὲν ὑστερεῖ ἄλλων ἀναλόγων ἀστρονομικῶν ἔκκρεμῶν, ἀλλ' ἐν πολλοῖς καὶ παρουσιάζει πλεονεκτήματα τὰ ὁποῖα δὲν δεικνύουσιν πολλὰ ἐξ αὐτῶν. Ἐφ' ὅσον δὲ τοῦτο εἶναι τὸ πρότυπον ἔκκρεμῆς τοῦ Ἀστεροσκοπεῖου Ἀθηνῶν καὶ τὸ μόνον ἐν Ἑλλάδι ὁπερ χρησιμοποιεῖται διὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ ἀκριβοῦς χρόνου καὶ ἐπομένως τοῦ γεωγραφικοῦ μήκους, προτείνομεν ὅπως μελλοντικῶς ληφθοῦν ὑπ' ὄψιν μερικὰ μέτρα, ἔχοντες πάντοτε πρὸ ὀφθαλμῶν τὴν προϋπόθεσιν τὴν ὁποίαν πολὺ ὀρθῶς τονίζουν ὁ Boquet καὶ ὁ Hayn. Ἦτοι: Ὁ καλλίτερος τρόπος προσδιορισμοῦ τῶν διαφόρων συντελεστῶν οἷτινες ἐπιδροῦν ἐπὶ τῆς πορείας τοῦ ὥρολογίου εἶναι νὰ ἐξαλειφῶνται αἱ αἰτίαι αἷτινες προκαλοῦν τὰς διαταραχὰς παρὰ νὰ διορθῶνται αἱ παρατηρήσεις ἐκ τῶν ἀποτελεσμάτων τὰ ὁποῖα δημιουρ-

1) K. Müller: *Mn. ἔργ.* σ. 138.

2) Σ. Πλακίδου: *Mn. ἔργ.* σ. 50.

γούν αι αίτιαί η έπειδή τούτο δέν είναι πάντοτε δυνατόν νά καθίστανται αι έπιδράσεις αυτών όσον τó δυνατόν μικρότερα.

Και εις έφαρμογήν τής άρχής αυτής δύνανται νά ληφθοϋν ύπ' όψιν τά ακόλουθα :

1) Τó έκκρεμές θά ητο προτιμώτερον νά τοποθετηθῆ εις αίθουσαν, διάφορον τής αίθούσης τών μεσημβρινών παρατηρήσεων υπό σταθεράν, κατά μέσον όρον, θερμοκρασίαν, όπότε η μεταβολή τής πορείας θά ητο περισσότερο ίκανοποιητική. Διότι η μεσημβρινή, αίθουσα εις τήν όποιαν είναι τώρα έγκατεστημένον τó όργανον, κατά τήν διάρκειαν τών παρατηρήσεων, έφ' όσον επί 3 — 4 ώρας μένει άνοικτή, άποκτá σχεδόν τήν θερμοκρασίαν τοϋ ύπαίθρου, ένῶ κατά τás άλλας ώρας τοϋ είκοσιτετραώρου παραμένουσα κλειστή έχει έντελῶς διάφορον θερμοκρασίαν. Οϋτως έχομεν άποτόμους μεταβολάς θερμοκρασίας. Διά τούτο άν δέν δύναται νά γίνη η μεταφορά εις άλλην αίθουσαν, είναι έπιτακτική η διαρρύθμισις τής στέγης όταν άκόμη ληφθῆ ύπ' όψιν ότι αύτη είναι έκ σιδηρελάσματος και ως έκ τούτου αι μεταβολαι τής θερμοκρασίας αυτής και άντιστοίχως αι έπιδράσεις επί τοϋ έκκρεμοϋς μεγάλαι και άναπόφευκτοι.

2) Εϋκταίον θά ητο νά προμηθευθῆ τó 'Αστεροσκοπείον τρία ώρολόγια σταθεράς πιέσεως και θερμοκρασίας διά λόγους άμοιβαίου έλέγχου. "Η τουλάχιστον δύο τοιαϋτα, ως τρίτου χρησιμοποιουμένου τοϋ FENON 55 όπότε θά έδει τούτο νά κλεισθῆ έντός άεροστεγοϋς κλωβοϋ, όπως συνιστá ó ειδικός επί τών ζητημάτων αυτών Newcomb και κάμουν πλείστα 'Αστεροσκοπεΐα, όπότε τά έπιτυχανόμενα άποτελέσματα θά είναι άρκούντως ίκανοποιητικά (έκκρεμή σταθεράς πιέσεως και θερμοκρασίας Shortt, Leroy, Kiefler κ.λ.π.). Ό δέ Boquet κρίνων επί τοϋ προκειμένου τά σχετικά έξαγόμενα προσθέτει ότι ó τρόπος αυτός τής προφυλάξεως «είναι ό πλέον άσφαλής διά ό άπαλλάξωμεν τó έκκρεμές άπό τήν έπίδρασιν τών μεταβολών τής πιέσεως» (1).

"Αλλως τε τó έργον τó προκαλούμενον υπό τοϋ άτμοσφαιρικού άέρος έμελετήθη άπό μακροϋ, ήδη άπό τής έποχής τών Buat, Bessel, Stokes, G. Defforges κ.λ.π. ώστε νά είναι πολύ γνωστή η όλική έπίδρασις τών μεταβολών τής πυκνότητος αυτού επί τής λειτουργίας τοϋ ώρολογίου (2) και έπομένως λόγω άνεπαρκούς προφυλάξεως γίνονται αισθηταί μεταβολαι τών πορειών τοϋ ώρολογίου, όπως τó παρουσίασε πολύ σαφώς εις τήν περίπτωσιν τοϋ 'Αστεροσκοπεΐου τών Παρισίων ό F. Tisserand.

3) Σκόπιμον έπίσης θά ητο νά μελετηθῆ και η ύγρασία τής αίθούσης. Διότι μολονότι αύτη δέν παίζει ούσιώδη ρόλον εις τήν έρευναν

1) F. Boquet: *Mn. έργ.* σ. 78.

2) Ch. Ed. Guillaume: *Pression Atmosphérique et Chronometrie, Extrait du Bull. Soc. Astr. de France. Paris, Avril 1904,* και F. Tisserand: *Bull. Astronomique T. XIII P. 225.*

τῆς πορείας ἑνὸς ἔκκρεμοῦς, ἐν τούτοις αἱ ἀπότομοι μεταβολαὶ τῆς ἐνεργοῦν ἐπὶ τῆς πορείας καὶ τῆς ἐν γένει συμπεριφορᾶς τοῦ ἡμετέρου ἔκκρεμοῦς FENON 55. Καὶ εἶναι γεγονός ὅτι ἐν Ἀθήναις παρὰ τὴν φημιζομένην ξηρασίαν τοῦ κλίματος, αὕτη εἶναι, σχετικῶς, ἄρκετὰ μεγάλη καὶ τὸ σπουδαιότερον ὅτι ὑπόκειται ἀπὸ ἡμέρας εἰς ἡμέραν εἰς ἀποτόμους μεταβολάς (1).

4) Νὰ μελετηθῇ συστηματικῶς τὸ εὖρος τῆς αἰωρήσεως τοῦ ἔκκρεμοῦς πρὸς διαπίστωσιν τυχόν περιοδικῶν ἢ μὴ μεταβολῶν αὐτοῦ ὡς καὶ τῶν αἰτίων αὐτῶν.

\* \* \*

Περαίνων τὴν ἐργασίαν ταύτην καθῆκόν μου θεωρῶ ὅπως ἐκφράσω τὰς εὐχαριστίας μου πρὸς τὸ Συμβούλιον τοῦ Ἐθνικοῦ Ἀστεροσκοπεῖου Ἀθηνῶν τὸ ὁποῖον εὐηρεστήθη νὰ ἐγκρίνη τὴν ἔκδοσιν τῆς ἀνά χεῖρας πραγματείας εἰς τὴν σειρὰν τῶν Ὑπομνημάτων αὐτοῦ, καθὼς καὶ πρὸς πάντας οἵτινες συνετέλεσαν εἰς τὴν ἀρτιωτέραν ἐκτύπωσιν αὐτῆς.

---

1) Α. Ν. Λεῖβαθηνοῦ: Κλιματογραφία τῆς Ἑλλάδος, (Γ'). Ὑγρασία) Ἀθῆναι 1938 σελ. 71.

ΠΙΝΑΞ

Τών τιμών τών ἀπελύτων καταστάσεων τοῦ FENON 55, τών ἐτῶν 1929, 1930, 1939, 1940 τών ὑπελογισθεισῶν τῇ βεθεΐα τῆς κλίσεως προδιερισθείσης δι' ἀεροστάθμης καὶ κατόπτρου.

Ἡμερομ.	ΔΥβ	ΔΥβ'	M. F.	ΔΥβ' - ΔΥβ	β' - β	Ἡμερομ.	ΔΥβ	ΔΥβ'	M. F.	ΔΥβ' - ΔΥβ	β' - β
<b>1929</b>											
'Ιαν.	12	- 6.24	+ 0.032	- 0.46	+ 0.36	6	+ 9.52	+ 8.93	+ 0.023	- 0.59	+ 0.47
	18	- 5.66	0.033			7	9.48	8.94	0.033	0.54	0.42
	22	- 3.88	0.007	0.47	0.37	10	9.46	8.94	0.040	0.52	0.41
Φεβρ.	9	+ 1.22	0.026	0.34	0.26	12	9.75	9.32	0.014	0.43	0.34
	15	2.51	0.023	0.33	0.26	15	9.79	9.27	0.038	0.52	0.41
Μαρτ.	9	6.97	0.036	0.37	0.29	17	9.82	9.30	0.034	0.52	0.40
	13	8.04	0.014			19	9.86	9.32	0.035	0.54	0.42
	19	8.90	0.017	0.41	0.32	21	10.05	9.55	0.023	0.50	0.39
	21	9.46	0.015	0.58	0.40	27	9.78	9.26	0.029	0.52	0.41
	28	10.51	0.013	0.64	0.40	1	9.88	9.31	0.023	0.57	0.44
'Απρ.	2	10.81	0.023			3	9.76	9.27	0.023	0.49	0.38
	3	10.83	0.039	0.65	0.49	5	9.87	9.37	0.025	0.50	0.42
	5	10.48	0.033	0.64	0.50	8	10.01	9.56	0.014	0.45	0.44
	13	11.03	0.030	0.67	0.53	10	10.20	9.69	0.022	0.51	0.40
	15	11.14	0.038	0.74	0.57	12	9.98	9.44	0.025	0.54	0.42
	25	11.70	0.020	0.72	0.56	17	10.00	9.47	0.021	0.53	0.42
	29	11.55	0.023	0.59	0.55	19	10.15	9.52	0.023	0.63	0.49
Μαΐου	10	11.52	0.022	0.64	0.47	23	9.95	9.44	0.027	0.51	0.40
	16	11.12	0.038			25	9.81	9.32	0.025	0.49	0.39
	22	10.63	0.028	0.55	0.51	27	9.81	9.32	0.045	0.49	0.38
	24	10.38	0.037	0.70	0.53	30	9.97	9.47	0.018	0.50	0.39
	27	10.56	0.038	0.78	0.52	Αύγ.		10.10	9.60	0.011	0.50
	30	10.09	0.027	0.69	0.54	2	10.14	9.62	0.015	0.52	0.41
'Ιουν.	1	10.04	0.029	0.69	0.53	5	9.88	9.29	0.022	0.59	0.45
	3	9.64	0.040	0.54	0.42	8	9.96	9.42	0.041	0.54	0.43
						9	9.95	9.46	0.039	0.49	0.44

Αύγ.	14	+10.21	+9.71	+0.015	-0.50	+0.39	Όκτ. 10	+8.62	+8.17	+0.029	-0.45	+0.36
	16	10.22	9.70	0.025	0.52	0.40	17	8.60	8.02	0.027	0.58	0.46
	19	10.06	9.67	0.042	0.39	0.31	22	8.76	8.28	0.019	0.48	0.37
	21	10.23	9.79	0.036	0.44	0.34	30	8.18	7.65	0.031	0.53	0.42
	23	10.32	9.68	0.023	0.64	0.50	31	8.21	7.72	0.027	0.49	0.38
Σεπτ.	3	9.66	9.01	0.015	0.65	0.51	Νοέμ. 1	8.19	7.67	0.028	0.52	0.40
	7	9.37	8.76	0.012	0.61	0.48	4	8.23	7.67	0.045	0.56	0.44
	10	9.14	8.57	0.011	0.57	0.45	11	8.21	7.71	0.027	0.50	0.39
	12	9.06	8.62	0.010	0.44	0.35	15	7.84	7.31	0.032	0.53	0.42
	16	9.07	8.56	0.019	0.51	0.40	21	7.74	7.25	0.029	0.49	0.38
	19	8.75	8.30	0.031	0.45	0.35	26	8.27	7.82	0.038	0.45	0.35
	20	8.64	8.14	0.023	0.50	0.39	28	8.33	7.86	0.029	0.47	0.36
	30	8.37	7.90	0.022	0.47	0.40	2	8.56	8.04	0.031	0.52	0.40
Όκτ.	1	8.61	8.15	0.018	0.46	0.36	Δεκ. 10	8.98	8.49	0.031	0.49	0.38
	3	8.68	8.21	0.023	0.47	0.36	12	8.87	8.39	0.023	0.48	0.40
	9	8.68	8.23	0.017	0.45	0.35	16	9.31	8.80	0.023	0.51	0.40
<b>1 9 3 0</b>												
Ιαν.	3	+11.09	+10.47	+0.034	-0.62	+0.37	Μαρτ. 11	+21.67	+21.14	+0.027	-0.53	+0.33
	8	11.82	11.30	0.031	0.52	0.41	14	20.93	20.61	0.043	0.32	0.25
	14	12.62	12.04	0.033	0.58	0.45	17	21.27	20.68	0.016	0.59	0.46
	16	13.09	12.41	0.023	0.68	0.53	20	21.18		0.034		
	21	14.58	14.04	0.024	0.54	0.42	1	21.04		0.038		
	27	15.63	15.31	0.028	0.32	0.30	3	21.00	20.39	0.032	0.61	0.47
Φεβρ.	1	15.67	15.34	0.030	0.33	0.26	7	20.99		0.018		
	3	15.89	15.25	0.032	0.64	0.50	24	19.73		0.034		
	7	15.85	15.30	0.023	0.55	0.47	25	19.75	19.26	0.030	0.49	0.41
	11	16.48		0.028			28	19.62	19.01	0.024	0.61	0.47
	14	17.00		0.030			Μαΐου 1	19.57	18.99	0.043	0.58	0.46
	27	19.33	18.79	0.024	0.54	0.42	5	19.31	18.77	0.037	0.54	0.42
	28	19.58		0.024			8	19.31	18.65	0.037	0.66	0.49
Μάρτ.	4	20.77	20.42	0.036	0.35	0.33	15	18.36	17.79	0.025	0.57	0.45

Μάρτιο	17	+18.20	+17.69	+0.019	-0.51	+0.40	Αβγ.	22	+17.73	+17.23	+0.015	-0.50	+0.39
	19	18.12	17.53	0.020	0.59	0.44		25	17.65	17.12	0.022	0.53	0.41
	22	17.84	17.36	0.034	0.48	0.38		27	17.67	17.02	0.020	0.65	0.51
	28	17.58	17.12	0.019	0.46	0.36		29	17.49	17.00	0.039	0.49	0.38
	30	17.63	17.12	0.028	0.51	0.40	Σεπτ.	1	17.54	16.99	0.024	0.55	0.43
Ἰουν.	2	17.41		0.032				3	17.46	16.88	0.024	0.58	0.45
	4	17.81		0.035				6	17.42	16.84	0.040	0.58	0.45
	10	17.80	17.28	0.047	0.52	0.41		9	17.28	16.71	0.024	0.57	0.44
	12	17.78	17.25	0.025	0.53	0.41		11	17.13	16.62	0.016	0.51	0.40
	16	17.48	16.90	0.026	0.58	0.46		13	17.13	16.53	0.023	0.60	0.47
	18	17.42	16.87	0.037	0.55	0.43		16	17.15		0.025		
	23	17.11	16.47	0.026	0.64	0.50		18	16.80		0.030		
	26	16.82		0.022				20	16.92	16.29	0.024	0.63	0.49
	30	16.92	16.39	0.013	0.53	0.41		26	16.30	15.72	0.024	0.58	0.45
Ἰουλ.	2	16.78		0.023				3	16.22	15.62	0.021	0.60	0.47
	4	16.78		0.026			Ὀκτ.	6	16.33	15.73	0.021	0.60	0.47
	7	16.81	16.29	0.029	0.52	0.41		8	16.31	15.69	0.033	0.62	0.48
	9	16.91	16.39	0.036	0.52	0.41		10	16.23	15.68	0.020	0.55	0.43
	11	16.82	16.43	0.019	0.39	0.30		14	16.13	15.61	0.021	0.52	0.30
	14	16.91		0.022				15	16.16		0.016		
	18	17.09	16.56	0.016	0.53	0.41		17	16.10	15.54	0.049	0.56	0.39
	21	16.95	16.50	0.017	0.45	0.36		27	15.64	15.10	0.036	0.54	0.42
	23	17.19	16.63	0.026	0.56	0.43		30	15.54	14.99	0.029	0.55	0.43
	28	17.37	16.80	0.034	0.57	0.43	Νοεμ.	17	16.80	16.20	0.042	0.60	0.47
	30	17.75	17.23	0.039	0.52	0.41		20	17.20		0.035		
Αὐγ.	1	17.68	17.12	0.013	0.56	0.44		26	17.29		0.041		
	4	17.86	17.22	0.013	0.64	0.50		29	17.82		0.034		
	6	17.89	17.32	0.014	0.57	0.45	Δεκ.	8	18.52		0.029		
	8	17.99	17.45	0.021	0.54	0.42		17	18.42	17.95	0.032	0.47	0.36
	11	17.92	17.36	0.037	0.56	0.43							
	13	17.87	17.35	0.027	0.52	0.41							
	18	17.71	17.21	0.040	0.50	0.39							
	20	17.59	17.10	0.037	0.49	0.38							



1939

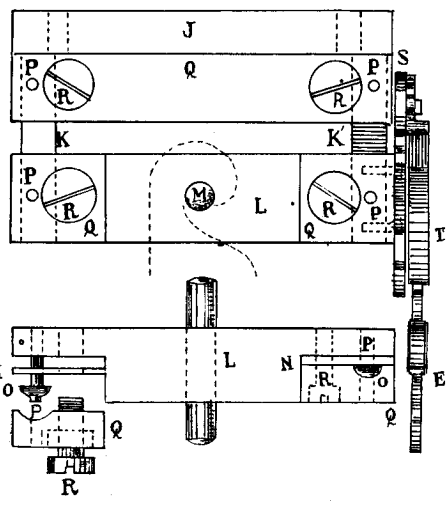
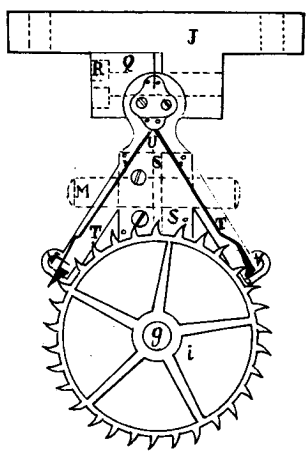
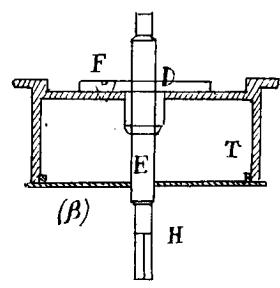
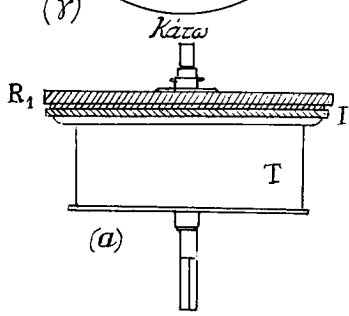
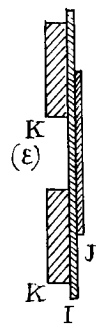
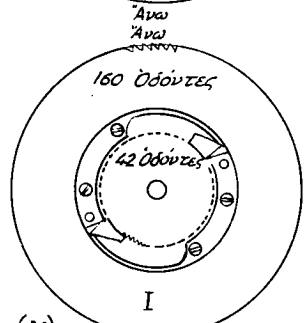
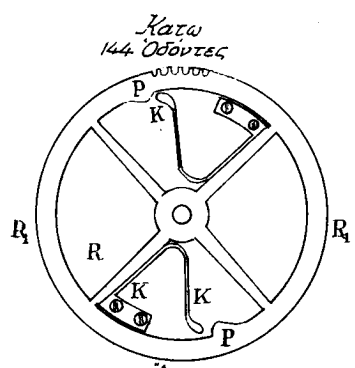
*Ιαν.	2	+54.14	+0.021	+0.61	-0.48	*Ιουν.	14	+61.03	+0.028	+0.29	-0.23
	3	53.98	0.026	0.45	0.35	15	60.97	0.018			
	9	54.47	0.024	0.45	0.35	20	60.80	0.043			
	10	54.69	0.025	0.45	0.35	21	60.88	0.034			
	11	55.41	0.034	0.40	0.31	26	60.90	0.022			
	12	55.10	0.020	0.36	0.28	*Ιουλ.	3	60.67	0.033		
	13	55.63	0.017			7	60.67	0.048			
	16	55.74	0.021			10	60.83	0.047			
	17	55.84	0.027			14	60.97	0.037			
	24	56.28	0.034			18	61.09	0.027		0.33	0.25
Φεβρ.	27	56.74	0.023			20	61.27	0.031			
	7	58.40	0.041			24	61.53	0.026		0.35	0.27
	8	58.19	0.025	0.45	0.35	31	61.74	0.033		0.27	0.21
	13	59.39	0.014	0.43	0.34	2	61.81	0.060		0.29	0.23
Μαρ.	9	62.74	0.022			Αβγ.	14	62.36	0.024		
	22	62.79	0.029			18	62.89	0.015			
	28	62.79	0.013			28	62.45	0.029		0.29	0.22
	29	63.36	0.021			31	62.63	0.019		0.22	0.16
*Απρ.	30	62.87	0.022			Σεπτ.	5	62.76	0.025		
	12	63.01	0.029			8	62.73	0.025		0.32	0.24
	14	63.13	0.020			11	62.87	0.025		0.24	0.19
	17	63.23	0.015			13	62.86	0.017			
	19	63.11	0.032			18	62.85	0.019		0.27	0.21
	25	62.65	0.022	0.40	0.29	21	62.79	0.029			
Μαΐου	26	62.81	0.027	0.39	0.30	*Οκτ.	3	62.60	0.025		0.23
	8	62.33	0.030			4	62.51	0.019		0.25	0.19
	12	62.24	0.049			5	62.75	0.023		0.27	0.21
	15	62.18	0.023			9	62.43	0.024			
	19	62.10	0.031			10	62.44	0.021		0.28	0.22
	25	61.83	0.041			11	62.43	0.031		0.31	0.22
*Ιουν.	12	61.08	0.017			16	62.15	0.019		0.33	0.25

Ὀκτ.	28	+ 62.44	+ 62.66	+ 0.026	+ 0.22	- 0.17	Νοεμ.	9	+ 62.31	+ 62.62	+ 0.027	+ 0.31	- 0.25
	30	61.87		0.037				10	62.49	62.82	0.020	0.33	0.26
	31	62.07	62.41	0.046	0.34	0.27		21	62.87	63.22	0.015	0.35	0.28
Νοεμ.	7	62.15	62.53	0.033	0.38	0.30		30	63.89		0.020		
<b>1 9 4 0</b>													
Ἰαν.	22	+ 71.29	+ 71.65	+ 0.051	+ 0.36	- 0.28	Ἰουν.	25	+ 78.90		+ 0.023		
	23	71.46	71.81	0.031	0.35	0.27	Ἰουλ.	5	78.82		0.029		
Φεβρ.	15	72.42	72.68	0.044	0.26	0.20		8	78.79		0.029		
Μαρτ.	1	75.40	75.81	0.023	0.41	0.32		9	78.83	+ 79.02	0.041	+ 0.19	- 0.15
	4	75.95	76.17	0.030	0.22	0.17		11	78.75	79.01	0.037	0.26	0.20
	5	75.92	76.24	0.057	0.32	0.25		15	78.91		0.032		
	12	76.47	76.53	0.033	0.06	0.05		17	79.00		0.035		
	13	77.22		0.046				21	79.03	79.35	0.019	0.32	0.25
	27	78.75		0.047				24	79.21		0.043		
Ἀπρ.	3	79.22		0.057				25	79.26		0.030		
	10	79.94		0.024				26	79.59		0.052		
	16	79.33	79.57	0.021	0.24	0.19	Αὐγ.	1	79.74		0.025		
	23	80.32		0.024				8	79.37		0.034		
Μαΐον	9	79.48		0.029				19	79.65		0.023		
	20	79.76	79.96	0.036	0.20	0.16		27	79.68	79.97	0.036	0.29	0.23
	22	79.72	79.99	0.042	0.27	0.21		29	79.60		0.025		
	27	79.57	79.88	0.024	0.31	0.24	Σεπτ.	3	79.57	79.89	0.015	0.32	0.25
	28	79.34	79.56	0.027	0.22	0.17		5	79.71		0.029		
	29	79.63	80.05	0.026	0.42	0.22		9	79.80	80.16	0.019	0.36	0.28
	31	79.31		0.044				10	79.80		0.024		
Ἰουν.	5	79.10		0.034				12	79.82		0.032		
	10	79.86		0.035				17	79.77	80.14	0.024	0.37	0.29
	13	78.91		0.024				19	79.93	80.41	0.036	0.48	0.38
	14	79.05		0.033				25	80.05		0.018		
	18	79.09	79.38	0.008	0.29	0.22		27	80.07		0.019		
	20	79.03		0.029				30	80.06	80.43	0.035	0.37	0.29

'Окт.	1	+80.19	+80.59	+ 0.040	+ 0.40	— 0.31	2	+80.52	± 0.041
	3	80.21		0.023			5	80.05	0.039
	7	80.19	80.60	0.028	0.41	0.31	14	79.98	0.060
	8	80.17	80.54	0.037	0.37	0.29	18	79.92	0.040
	9	80.18		0.018			3	80.31	0.013
	10	80.18	80.71	0.017	0.53	0.34	6	80.47	0.011
	23	80.24		0.021			30	83.43	0.042



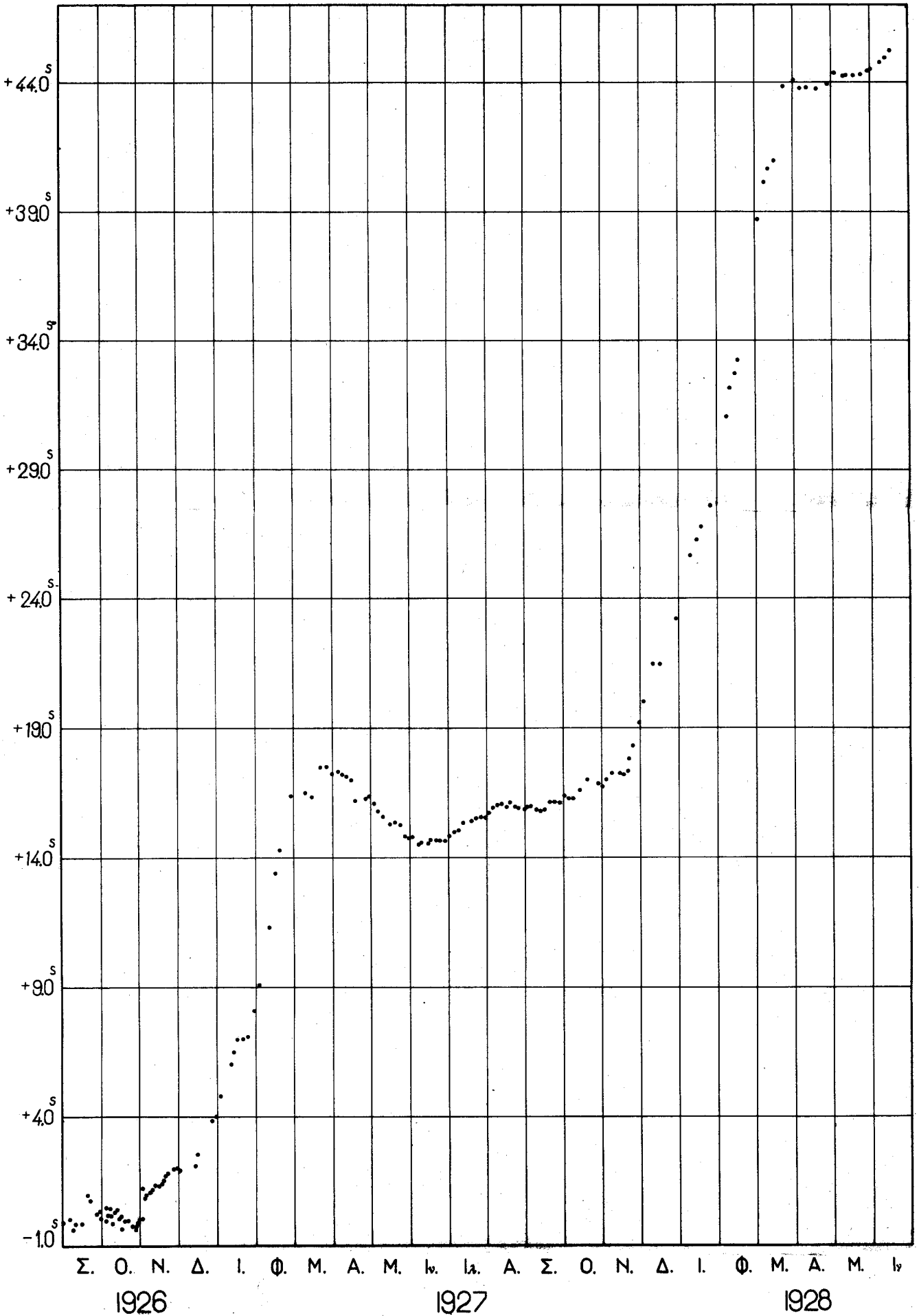
# ΚΥΡΙΩΤΕΡΑ ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΕΚΚΡΕΜΟΥΣ ΦΕΝΟΝ 55





# ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Δ!

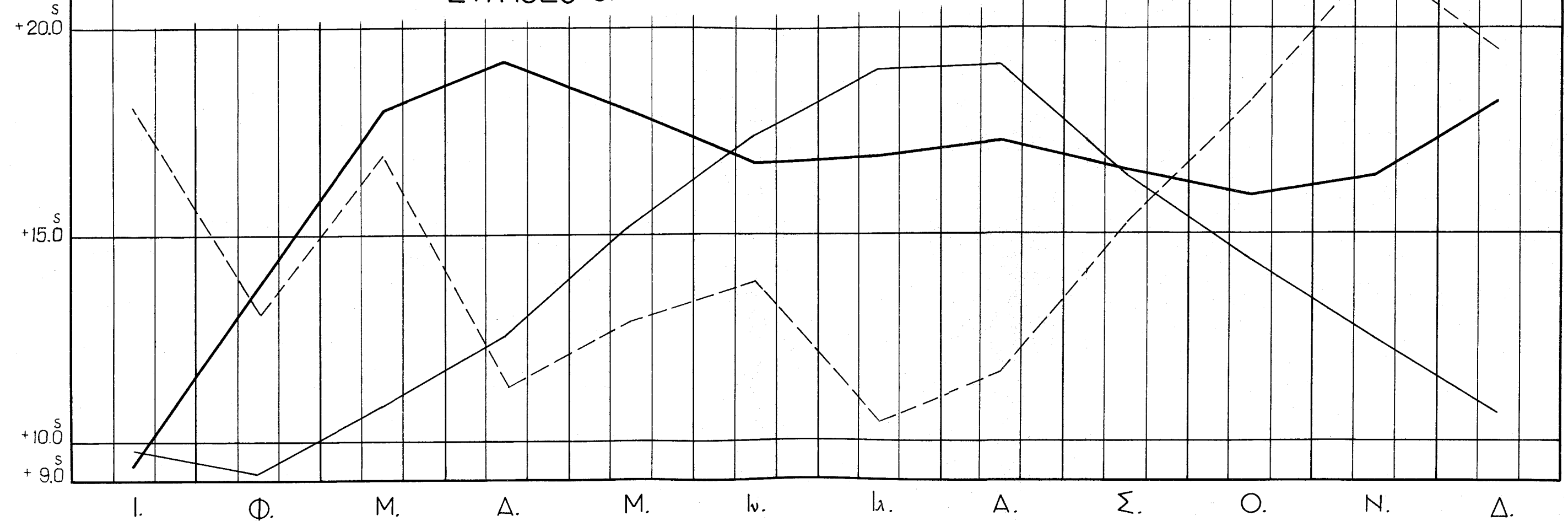
ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΙΣ ΤΩΝ ΑΠΟΛΥΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ  
ΤΟΥ ΦΕΝΟΝ 55 ΚΑΤΑ ΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ 1926-41



# ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Β!

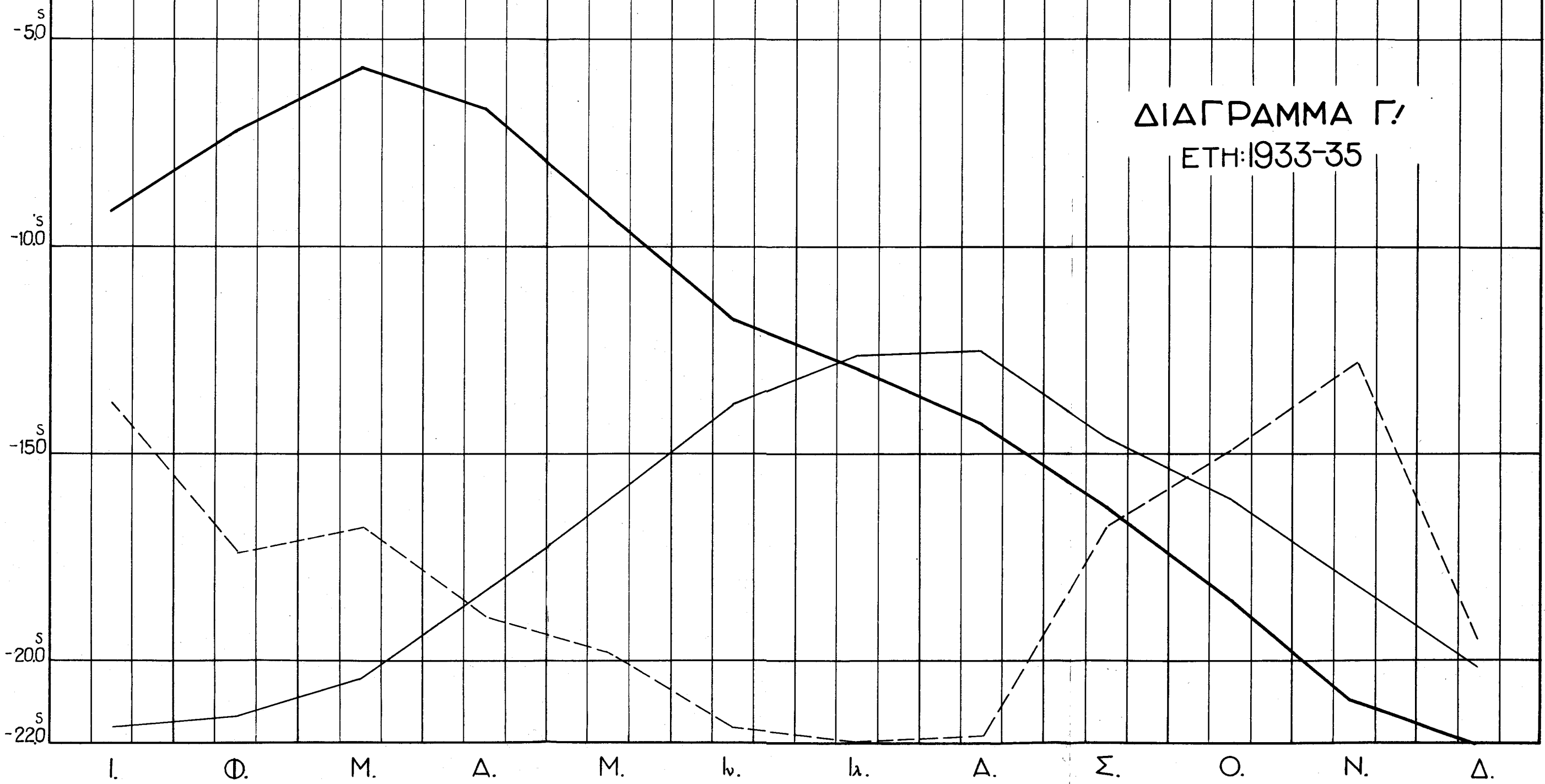
ΜΕΣΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ΤΩΝ ΑΠΟΛ. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΕΝΟΝ 55  
ΕΤΗ 1929-31

Σημ. ——— Άπολ. Καταστάσεις  
————— Θερμοκρασία  
- - - - - Ατμοσφ. πίεσις





ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Γ/  
ΕΤΗ: 1933-35



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Δ!  
ΕΤΗ: 1939-41

<sup>s</sup>  
+800

<sup>s</sup>  
+750

<sup>s</sup>  
+700

I.    Θ.    Μ.    Δ.    Μ.    Ι.    Ι.    Δ.    Σ.    Ο.    Ν.    Δ.

