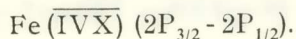


ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ.— **Μελέτη τῆς ἐντάσεως τῆς πρασίνης γραμμῆς τοῦ ἡλιακοῦ στέμματος, ὑπὸ Ἰωάννου Ξανθάκη - Ἑλένης Μαυρομιχαλάκη καὶ Βασιλείου Πετροπούλου** *. Ἀνεκοινώθη ὑπὸ τοῦ Ἀκαδημαϊκοῦ κ. Ι. Ξανθάκη.

Εἰς προηγουμένην ἐργασίαν (Xanthakis et al, 1982) ἔχει δοθῆ μία σχέση διὰ τὸν ὑπολογισμὸν τῆς ἐντάσεως τῆς στεμματικῆς γραμμῆς εἰς τὰ 5303 Å συναρτήσῃ τοῦ δείκτου ἡλιακῆς δραστηριότητος Ia (R) καὶ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἡλιακῶν γεγονότων τὰ ὁποῖα δίνουν πρωτόνια Np. Εἰς τὴν παροῦσαν ἐργασίαν δίδομεν μίαν πληρεστέραν σχέσιν λαμβάνοντες ὑπ' ὄψιν τὴν ἐπίδρασιν τῶν στεμματικῶν ὀπῶν καὶ τῶν στεμματικῶν ρευμάτων, πηγῶν τῶν ρευμάτων τοῦ ἡλιακοῦ ἀνέμου, ἐπὶ τῆς ἐντάσεως τῆς πρασίνης γραμμῆς I₅₃₀₃. Ἐπίσης δίδομεν μία θεωρητικὴ δικαιολόγησιν αὐτῆς τῆς σχέσεως διὰ τὸν 20^{ον} ἡλιακὸν κύκλον.

1. Εἰσαγωγή

Ἡ ἔντασις τῆς πρασίνης γραμμῆς τοῦ ἡλιακοῦ στέμματος (εἰς τὰ 5303 Å) ὀφείλεται ὡς γνωστὸν εἰς τὴν ἠλεκτρονικὴν μετάπτωσιν τοῦ



Οἱ Simpson καὶ Wang (1967; 1970) ἔδειξαν ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ἡλιακοῦ στέμματος ἐλέγχει τὴν ἔντασιν αὐτῆς τῆς γραμμῆς, ὅπως ἐπίσης καὶ τὴν ἐκτόνωσιν τοῦ ἡλιακοῦ στέμματος — ἡ ὁποία προκαλεῖ τὸν ἡλιακὸν ἄνεμον εἰς τὸν μεσοπλανητικὸν χῶρον. Αἱ μεταβολαὶ ἐπομένως τῆς πρασίνης γραμμῆς συσχετίζονται μὲ τὰς μεταβολὰς τῶν παραμέτρων τοῦ ἡλιακοῦ ἀνέμου. Ὡς ἐκ τούτου αἱ πηγαὶ τῶν ρευμάτων τοῦ ἡλιακοῦ ἀνέμου ὅπως τὰ ἐνεργὰ κέντρα τοῦ ἡλίου στεμματικά ρεύματα, στεμματικὰ ὀπαὶ κ.λ.π. θὰ ἐπηρεάζουν τὴν ἔντασιν αὐτῆς τῆς γραμμῆς (Broussard et al, 1978).

Πράγματι ὁ Waldmeier (1971) ἐρευνῶντας τὴν συμπεριφορὰ τῆς στεμματικῆς γραμμῆς εἰς τὰ 5303 Å ἀνεκάλυψε καὶ περιέγραψε περιοχὰς ὅπου ἡ ἔντασις αὐτῆς ἦτο ἰδιαίτερα ἀσθενής. Αὐταὶ αἱ περιοχαὶ ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰς «στεμματικάς

* J. XANTHAKIS - H. MAVROMICHALAKIS - B. PETROPOULOS, **Study of the green line corona intensity of the solar.**

ὄπας» (coronal holes) καὶ χαρακτηρίζονται ἀπὸ χαμηλᾶς πυκνότητας καὶ θερμοκρασίας. Πρόσφατα μάλιστα ὁ Waldmeier (1981) ἐμελέτησε τὸ ἐμβαδὸν τῶν πολικῶν στεμματικῶν ὀπῶν διὰ τέσσαρας ἡλιακοὺς κύκλους (1940 - 1978) χρησιμοποιῶν τὰς παρατηρήσεις τῆς στεμματικῆς γραμμῆς εἰς τὰ 5303 Å.

Τὰ στεμματικά ρεύματα ἐπίσης εἶναι τεράστιοι σχηματισμοί, οἱ ὅποιοι ἀκολουθοῦν τὰ μαγνητικά πεδία τοῦ ἡλίου εἰς διακρίτους ἀψίδας (loop structures) εὐρίσκονται δὲ ἐντὸς ἡσύχων καὶ ἐνεργῶν περιοχῶν καὶ φαίνεται ὅτι ἐπηρεάζονται ἐπίσης ἀπὸ τὴν στεμματικὴν ἠλεκτρονικὴν πυκνότητα καὶ θερμοκρασίαν. Διὰ τοῦτο ὁ Roulain (1981) προκειμένου νὰ ὑπολογίσῃ τὴν ἔντασιν τῆς γραμμῆς ἐκπομπῆς εἰς τὰ 5303 Å ἔλαβεν ὑπ' ὄψιν του τὰ χαρακτηριστικὰ αὐτῶν τῶν ρευμάτων.

Εἰς προγενεστέραν ἐργασία μας (Xanthakis et al, 1982) εὐρόμεν ὅτι ἡ ἔντασις τῆς πρασίνης γραμμῆς δύναται νὰ ὑπολογισθῇ ἀπὸ τὴν σχέσιν

$$I_{5303} = C + 0.155 (1 + \sqrt{N_p}) I_a(R) + P(t) \quad (1)$$

ὅπου N_p ὁ ἀριθμὸς τῶν ἐκρήξεων, αἱ ὁποῖαι συμβαίνουν εἰς τὸν ἥλιον καὶ ἐκπέμπουν πρωτόνια,

$$I_a(R) = 56 - 3 (18 - \sqrt{R}) \sin^2 \frac{\pi}{36} R$$

ὅπου R ὁ ἀριθμὸς τῶν ἡλιακῶν κηλίδων (δείκτης τῆς Ζυρίχης).

(Ὁ δείκτης $I_a(R)$ εἶναι παραπλήσιος τοῦ δείκτου I_a τῶν ἐμβαδῶν, ὅπως ἀπεδείχθη εἰς προηγουμένην ἐργασίαν (Ξανθάκης καὶ Πουλάκος, 1978) καὶ ἐχρησιμοποιήθη διὰ τὰ ἔτη διὰ τὰ ὁποῖα δὲν ὑπάρχουν δεδομένα τῶν ἐμβαδῶν A τῶν κηλίδων καὶ τῶν πυρσῶν F ποὺ ἐκφράζουσι τὸν δείκτην I_a),

C μία σταθερὰ ἴση πρὸς 12 διὰ τὰ ἔτη τοῦ ἡλιακοῦ ἐλαχίστου καὶ ἴση πρὸς 17 διὰ τὰ ἄλλα ἔτη καὶ

$$P(t) = -7 \eta \mu \frac{2\pi}{6} t \quad (t = 0, 1, \dots, 6) \quad 1968 \text{ (II)} - 1971 \text{ (II)}$$

(Ὁ περιοδικὸς αὐτὸς ὅρος, μὲ περίοδον τριῶν ἐτῶν, εἶναι τῆς αὐτῆς φάσεως μὲ τὴν ἡλιακὴν δραστηριότητα εἰς τοὺς ἀνοδικοὺς κλάδους αὐτῆς καὶ ἀντιστρόφου φάσεως εἰς τοὺς καθοδικοὺς κλάδους αὐτῆς).

Εἰς τὴν παροῦσαν ἐργασίαν μας θὰ ὑπολογίσωμε τὴν ἔντασιν τῆς πρασίνης γραμμῆς λαμβάνοντες ὑπ' ὄψιν ὄχι μόνον τὸν ἀριθμὸν τῶν γεγονότων πὸ ἐκπέμπουν πρωτόνια, ἀλλὰ ἐπίσης καὶ τὸν ἀριθμὸν τῶν στεμματικῶν ὀπῶν καὶ τὸν ἀριθμὸν ὄλων τῶν ρευμάτων τοῦ ἡλιακοῦ ἀνέμου, ὁ ὁποῖος ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ σύνολον τῶν πηγῶν τῆς ἀκτινοβολίας τοῦ στέμματος.

2. ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΕΩΣ ΤΗΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ

Διὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς ἐχρησιμοποίησαμεν μετρήσεις τῆς ἐντάσεως τῆς πρασίνης γραμμῆς τοῦ ἀστεροσκοπείου τοῦ PIC-DU-MIDI διὰ τὴν περίοδον 1954-1972. Προκειμένου ὁμως νὰ ἐλέγξωμε τὴν ἀξιοπιστίαν τῶν τιμῶν I_{Pic}^{obs} τοῦ Ἀστεροσκοπείου PIC-DU-MIDI ἐχρησιμοποίησαμεν καὶ ἄλλας μετρήσεις τῆς πρασίνης γραμμῆς. Εἰς τὴν πρόσφατον ἐργασίαν ὁ Rusin (1980) χρησιμοποιῶντας τὴν μέθοδον τοῦ Rybansky, (Rybansky, 1975; Rusin and Rybansky, 1975; Rusin et al, 1979) ἔχει δώσει ὁμοιογενεῖς τιμὰς τῆς ἐντάσεως, αἱ ὁποῖαι θεωροῦνται ὡς ἀκριβέστεραι τῶν τιμῶν τοῦ PIC-DU-MIDI (Πίν. I) διότι ἐξήχθησαν ἐπὶ τῇ βάσει τῶν μετρήσεων ὄλων τῶν Ἀστεροσκοπειῶν.

Ἐὰν συγκρίνωμε τὰς τιμὰς τῆς ἐντάσεως τοῦ PIC-DU-MIDI μὲ τὰς προκυπούσας ἀπὸ τοὺς ὑπολογισμοὺς τοῦ Rybansky εὐρίσκομεν ὅτι αἱ τιμαὶ τοῦ PIC-DU-MIDI I_{Pic}^{obs} δύνανται νὰ ὑπολογισθοῦν ἀπὸ τὰς μετρήσεις τοῦ Rybansky I_{Ryb}^{obs} βάσει τῆς σχέσεως:

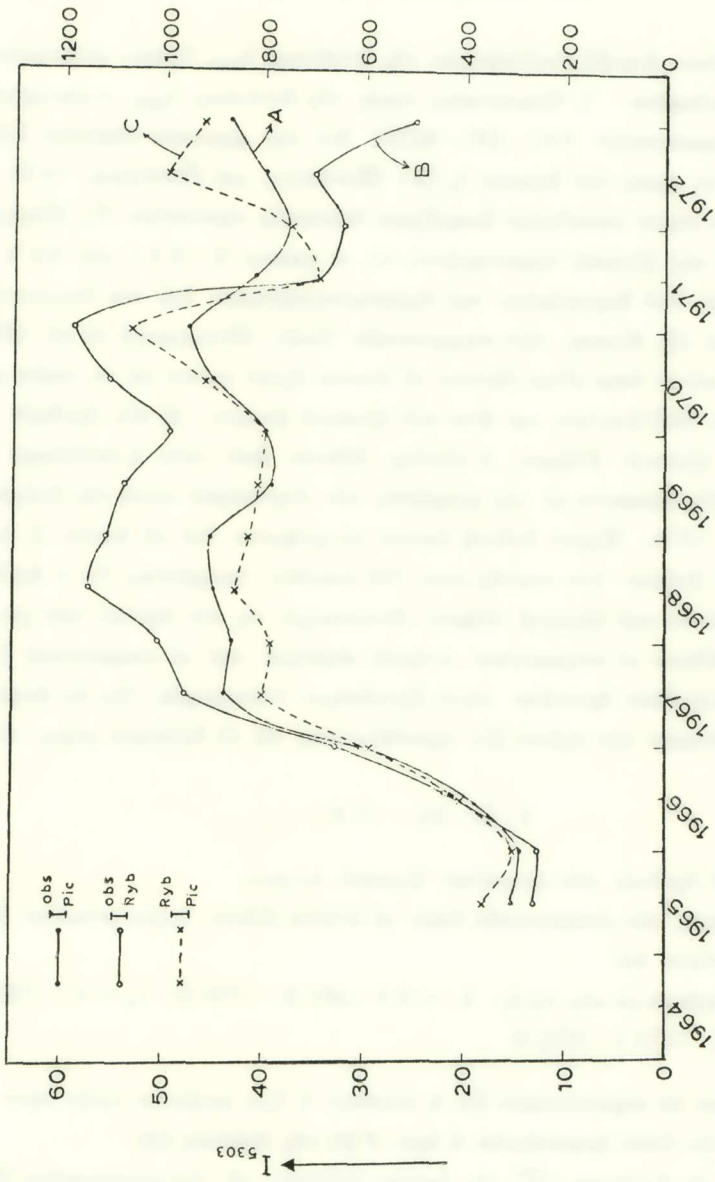
$$I_{Ryb}^{Pic} = I_{Ryb}^{obs} \left(11 + 16 \eta \mu \frac{\pi}{16} t \right)^{-1} \quad (2)$$

Αἱ διαφοραὶ τῶν τιμῶν I_{Pic}^{obs} καὶ I_{Ryb}^{Pic} (ὑπολογισμέναι βάσει τῆς σχέσεως (2)) δίδονται εἰς τὸν πίνακα I. Ἡ τυπικὴ ἀπόκλισις διὰ τὸ χρονικὸν διάστημα 1965-1972 εἶναι $\sigma = \pm 3.1$ ἢ 10%. Τοῦτο δεικνύει τὴν ἀξιοπιστίαν τῶν τιμῶν τοῦ PIC-DU-MIDI αἱ ὁποῖαι ἔχουν λόγον πρὸς τὰς τιμὰς τοῦ Rybansky ἐξαρτώμενον μόνον ἀπὸ τὸν χρόνον. Ἡ μεταβολὴ τῆς ἐντάσεως τῆς πρασίνης γραμμῆς (σχέσις (2)) διὰ τὴν κλίμακα παρατηρήσεων τοῦ PIC-DU-MIDI βάσει τῶν τιμῶν Rybansky, διαφέρει ἐλάχιστα τῶν τιμῶν τῆς ἐντάσεως, αἱ ὁποῖαι ἐμετρήθησαν εἰς τὸ PIC-DU-MIDI ὅπως φαίνεται εἰς τὸ Σχ. 1.

Π Ι Ν Α Ξ Ι

Μετρηθείσαι έντάσεις τής πρασίνης στεμματικής γραμμής
(Pic-du-Midi) και (Rybansky).

		I_{Pic}^{obs}	I_{Ryb}^{obs}	I_{Ryb}^{Pic}	$I_{Pic}^{obs} - I_{Ryb}^{Pic}$
1965	I	15.4	254.8	18.07	- 2.67
	II	14.6	251.2	14.69	- 0.09
1966	I	19.7	409.5	20.58	- 0.88
	II	30.6	652.4	29.26	1.34
1967	I	43.9	962.5	39.61	4.29
	II	43.0	1011.5	39.21	13.79
1968	I	44.8	1151.8	43.14	- 1.66
	II	45.2	1117.2	41.38	- 3.82
1969	I	39.1	1081.4	40.50	1.40
	II	39.7	998.3	38.69	- 1.01
1970	I	45.1	1110.7	45.71	0.61
	II	47.7	1186.0	53.18	5.48
1971	I	41.1	691.6	34.75	6.35
	II	37.6	639.9	37.42	0.18
1972	I	40.1	704.8	49.99	9.89
	II	43.6	504.4	45.85	- 2.25



Σχ. 1. Αί καμπύλαι Α και Β δίδουν τὰς μετρηθείσας τιμὰς τῆς I_{5303} ἐντάσεως ἀπὸ τὸ Pic-du-Midi καὶ τὰς ἀντιστοιχοῦς τιμὰς βάσει τῆς μεθόδου Rybansky. Ἡ καμπύλη C δίδει τὰς ὑπολογισθεῖσας τιμὰς τοῦ Pic-du-Midi ὡς προκύπτουν ἀπὸ τὴν σχέσηιν (2).

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΕΩΣ
ΤΗΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ

Διὰ ἓνα πλέον ἀκριβῆ ὑπολογισμὸν τῆς ἐντάσεως I_{5303} ἔχομεν χρησιμοποιή-
σει τὰ κάτωθι δεδομένα: 1) ἑξαμηνιαίας τιμᾶς τῆς ἐντάσεως I_{5303} παρατηρηθεί-
σας εἰς τὸ Ἄστεροσκοπεῖον PIC - DU - MIDI διὰ τὴν χρονικὴν περίοδον 1964 -
1972, 2) μηνιαίας τιμᾶς τοῦ δείκτου $I_a(R)$ (Ξανθάκης καὶ Πουλᾶκος, 1978) καὶ
τοῦ ἀριθμοῦ τῶν πλέον σπουδαίων ἐκκρήξεων ἐκπομπῆς πρωτονίων N_p (Shapley
et al, 1979), 3) τὰς ἡλιακὰς παρατηρήσεις εἰς τὸ φάσμα X - RAY καὶ XUV, αἱ
ὁποῖαι ἐξήχθησαν ἀπὸ δορυφόρους καὶ ἐχρησιμοποιήθησαν διὰ τὸν ὑπολογισμὸν
τοῦ μεγέθους καὶ τῆς θέσεως τῶν στεμματικῶν ὀπῶν (Broussard et al, 1978).
Αἱ στεμματικαὶ αὐταὶ ὀπαὶ εἶναι ἐκεῖναι αἱ ὁποῖαι ἔχουν σχέσιν μὲ τὰ ταχέα ρεύ-
ματα ταχύτητος 300 km/sec καὶ ἄνω τοῦ ἡλιακοῦ ἀνέμου, 4) τὸν ἀριθμὸν τῶν
ρευμάτων τοῦ ἡλιακοῦ ἀνέμου, ὁ ὁποῖος δίδεται ἀπὸ τοὺς Lindbland καὶ
Lundstedt (1981) σύμφωνα μὲ τὰς μετρήσεις τῶν δορυφόρων κατὰ τὴν διάρκειαν
τῶν ἐτῶν 1965 - 1974. Ἔχουν ἐκλεγῆ ἐκεῖνα τὰ ρεύματα διὰ τὰ ὁποῖα ἡ ταχύ-
της τοῦ ἡλιακοῦ ἀνέμου ἦτο τουλάχιστον 100 km/sec, θεωρῶντας ὅτι ὁ ἀριθμὸς
αὐτὸς τῶν ρευμάτων τοῦ ἡλιακοῦ ἀνέμου ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸν ἀριθμὸν τῶν ρευμά-
των, τὰ ὁποῖα δίδουν αἱ στεμματικαὶ ἐνεργοὶ περιοχαὶ καὶ αἱ στεμματικαὶ ὀπαί.

Εἰς τὴν παροῦσαν ἐργασίαν ἀφοῦ ἐξετάσαμεν λεπτομερῶς ὅλα τὰ ἀνωτέρω
δεδομένα βελτιώσαμεν τὴν σχέσιν (1) προσθέτοντας εἰς τὸ δεῦτερον μέρος αὐτῆς
τὸν ὄρον

$$k [(S - H) - 17.3] \quad (3)$$

ὅπου S εἶναι ὁ ἀριθμὸς τῶν ρευμάτων ἡλιακοῦ ἀνέμου,

H ὁ ἀριθμὸς τῶν στεμματικῶν ὀπῶν αἱ ὁποῖαι δίδουν ταχέα ρεύματα ἡλια-
κοῦ ἀνέμου καὶ

k μία σταθερὰ μὲ τὰς τιμὰς: $k_1 = 0.8$ 1967 II - 1770 II, $k_2 = 0.1$ 1964 I -
1967 I, 1971 I - 1972 II.

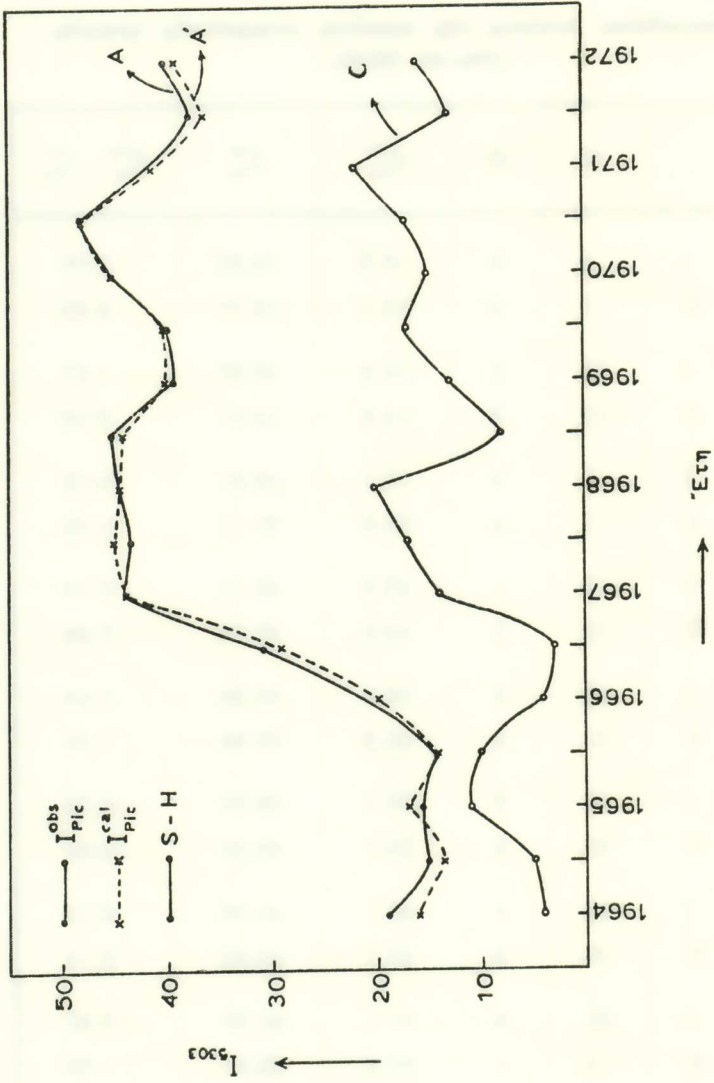
Εἶναι ἐνδιαφέρον νὰ σημειώσωμεν ὅτι ἡ σταθερὰ k ἔχει μεγίστην τιμὴν κατὰ τὴν
διάρκεια τῶν ἐτῶν ὅπου ἐμφανίζεται ὁ ὄρος $P(t)$ τῆς σχέσεως (1).

Αἱ τιμαὶ τῆς ἐντάσεως I_{Pic}^{obs} τὰς ὁποῖας ἐμέτρησε τὸ Ἄστεροσκοπεῖον PIC-
DU - MIDI καὶ αἱ ὑπολογισμέναι βάσει τῆς σχέσεως (3) δίδονται εἰς τὸν Πίν. II
διὰ τὴν χρονικὴν περίοδον 1964 - 1972. Ἐπίσης αὐταὶ αἱ τιμαὶ παρίστανται εἰς
τὸ σχ. 2.

Π Ι Ν Α Κ Η Ι Ι

Υπολογισθείσαι έντάσεις τής πρασίνης στεμματικής γραμμής
(Pic-du-Midi).

		S	H	I_{Pic}^{obs}	I_{Pic}^{cal}	$I_{Pic}^{obs} - I_{Pic}^{cal}$
1964	I	4	0	18.9	15.87	3.03
	II	7	2	15.1	12.77	2.33
1965	I	13	2	15.4	16.97	-1.57
	II	12	2	14.6	14.07	0.53
1966	I	8	4	19.7	19.67	0.03
	II	7	4	30.6	29.17	1.43
1967	I	15	1	43.9	43.77	0.13
	II	19	2	43.0	45.06	-2.06
1968	I	23	3	44.8	44.36	0.44
	II	10	2	45.2	43.86	1.34
1969	I	16	3	39.1	39.86	-0.76
	II	20	3	39.7	40.36	-0.66
1970	I	17	2	45.1	45.06	0.04
	II	19	2	47.7	45.56	2.14
1971	I	22	0	41.1	41.57	-0.47
	II	13	0	37.6	35.97	1.63
1972	I	16	0	40.1	38.97	1.13



Σχ. 2. Η καμπύλη A δίδει τās τιμές τής έντάσεως εις τὰ 5303 Å τās μετρηθείσας εις τὸ Pic-du-Midi. Η καμπύλη A' δίδει τās ἀνωτέρω τιμές ὡς ὑπελογίσθησαν βάσει τής σχέσεως (3). Η καμπύλη C δίδει τήν διαφορὰν τῶν στεμματικῶν ὀπῶν H ἀπὸ τὰ ρεύματα τοῦ ἡλιακοῦ ἀνέμου S.

Ἡ τυπικὴ ἀπόκλισις μεταξύ παρατηρουμένων $I_{\text{Pic}}^{\text{obs}}$ καὶ ὑπολογισμένων τιμῶν βάσει τῆς σχέσεως (2) $I_{\text{Pic}}^{\text{cal}}$ εἶναι $\sigma = \pm 1.49$ ἐνῶ μεταξύ ὑπολογισμένων τιμῶν βάσει τῆς σχέσεως (1) ἦτο $\sigma = \pm 2.48$ (Xanthakis et al., 1982).

4. ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΔΙΚΑΙΟΛΟΓΗΣΙΣ

Ἐὰν δεχθῶμεν ὅτι ἡ ἠλεκτρονικὴ πυκνότης N τοῦ ἡλιακοῦ στέμματος εἶναι ὁμοιογενὴς (Billings, 1966) τότε ἡ ἔντασις τῆς πρασίνης γραμμῆς I_{5303} διὰ μίαν δεδομένην γραμμὴν παρατηρήσεως XX' δύναται νὰ ὑπολογισθῇ ἀπὸ τὴν σχέσιν

$$I_{5303} = \int_{-\infty}^{+\infty} A(\text{Te}) N^{1+\alpha} dx \quad (4)$$

ὅπου $A(\text{Te})$ εἶναι συνάρτησις κατανομῆς τῆς ἠλεκτρονικῆς θερμοκρασίας καὶ α ἕνας συντελεστὴς μὲ τιμὰς μεταξύ 0.5 καὶ 1 διὰ τὴν περιοχὴν τοῦ στέμματος (Dollfus, 1971). Διὰ ἐνεργοῦς περιοχὰς ὁ συντελεστὴς α εἶναι ἴσος πρὸς 1 (Pottasch, 1963). Ἡ ἀνωτέρω σχέσις ἐχρησιμοποιήθη εἰς τὴν προηγουμένην ἐργασίαν μας (Xanthakis et al, 1982) διὰ νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν ἔντασιν τῆς γραμμῆς ἐκπομπῆς εἰς τὰ 5303 \AA θεωρῶντας ὅτι εἰς τὸ στέμμα συμβαίνουν μόνο συμπυκνώσεις τῆς ἠλεκτρονικῆς πυκνότητος μὲ ἀναλόγους ἐκπομπὰς πρωτονίων, ὁπότε $\alpha = 0.5$ (Dollfus, 1971). Πρόσφατοι ὅμως παρατηρήσεις τείνουν νὰ ἀποδείξουν ὅτι ἂν καὶ τὸ στέμμα φαίνεται νὰ εἶναι σφαιρικὰ ὁμοιογενές, ἐν τούτοις τοπικὰ εἶναι πολὺ ἀνομοιογενές καὶ αἱ ἀνομοιογενεῖς περιοχὲς του εἶναι πηγαὶ σωματιακῆς ἀκτινοβολίας. Οἱ Allen (1973) καὶ Leroy καὶ Trellis (1974) δίδουν τὰς τιμὰς ἑνὸς συντελεστοῦ στεμματικῆς ἀνωμαλίας τῆς ἠλεκτρονικῆς πυκνότητος. Οἱ Altschuler καὶ Newkirk (1969) καὶ Rust καὶ Roy (1971) θεωροῦν ὅτι τὸ στεμματικὸν ὑλικὸν ἀκολουθεῖ τὰς δυναμικὰς γραμμὰς τῶν ἐνεργῶν περιοχῶν βάσει ἀψιδωτῶν σχηματισμῶν, οἱ ὅποιοι δημιουργοῦν τὰ στεμματικὰ ρεύματα. Οἱ Vaiana καὶ Rosner (1978) ὑποθέτουν ὅτι «μόνον τὰ στεμματικὰ ἢ ἄλλως ἀψιδωτοὶ σχηματισμοὶ (loop structures) καὶ αἱ στεμματικαὶ ὀπαὶ εἶναι περιοχαὶ ἀποκλειστικὰ ὑπεύθυνοι διὰ τὴν ἐκπομπὴν στεμματικῆς ἀκτινοβολίας». Ὁ Priest (1978) παρατήρησε ὅτι τὰ κλειστὰ στεμματικὰ ρεύματα φαίνεται νὰ ἀποτελοῦνται συχνὰ ἀπὸ διακρίτους μαγνητικὰς ἀψίδας τόσον εἰς τὰς ἡσυχους ὅσον καὶ εἰς τὰς ἐνεργοῦς περιοχὰς τοῦ ἡλίου.

Αὐταὶ αἱ παρατηρήσεις ὠδήγησαν τὸν Roulain (1981) εἰς ἓνα πρότυπον διὰ τὸν ὑπολογισμὸν τῆς ἐντάσεως I_{5303} χρησιμοποιῶντας τὴν ἀκόλουθον σχέσιν διὰ τὴν ἠλεκτρονικὴν πυκνότητα N εἰς ἓνα σημεῖον τοῦ στέμματος ὅπου ἐπικρατεῖ ἓνα ἀψιδωτὸν στεμματικὸν ρεῦμα :

$$N = N_0 e^{-\alpha \rho^2} e^{-k(2+h)} \quad (5)$$

ὅπου h εἶναι τὸ ὕψος τοῦ σημείου, ρ ἡ ἀπόστασις ἀπὸ τὸν ἄξονα τοῦ σωλῆνος ροῆς, α μία παράμετρος, ἡ ὁποία ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ πάχος τοῦ ρεύματος, N_0 ἡ ἠλεκτρονικὴ πυκνότης τοῦ ἡρέμου ἡλίου καὶ k μία σταθερά.

Κατόπιν τῶν ἀνωτέρω ἀναφερθέντων εἰς τὴν παροῦσαν ἐργασίαν δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν τὸ στέμμα εἰς τρεῖς διακριτοὺς περιοχὰς (Pneuman, 1968; 1969) : ἡ πρώτη (CO) εἶναι ἡ περιοχὴ τοῦ ἐνεργοῦ ἡλίου χωρὶς ἄλλα ἐνεργὰ κέντρα πλὴν τῶν συμπυκνώσεων ποὺ ἐκπέμπουν πρωτόνια καὶ μὲ ἠλεκτρονικὴ πυκνότητα N_1 , ἡ δευτέρη (LS) εἶναι ἡ περιοχὴ τῶν ἀψιδωτῶν σχηματισμῶν ἢ στεμματικῶν ρευμάτων μὲ πυκνότητα N_2 καὶ ἡ τρίτη (CH) εἶναι ἡ περιοχὴ τῶν στεμματικῶν ὀπῶν μὲ πυκνότητα N_3 . Αἱ συναρτήσεις κατανομῶν τῆς ἠλεκτρονικῆς θερμοκρασίας τῶν τριῶν περιοχῶν εἶναι $A_1(\text{Te})$, $A_2(\text{Te})$ καὶ $A_3(\text{Te})$ ἀντιστοίχως. Οὕτως ἡ ὀλικὴ ἔντασις τῆς πρασίνης στεμματικῆς γραμμῆς εἰς τὰ 5303 \AA δίδεται ἀπὸ τὸ ἄθροισμα τῶν ἐντάσεων ἐκάστης περιοχῆς :

$$I_{5303} = \int_{\text{CO}} A_1(\text{Te}) N_1^{1+\alpha} dx + \int_{\text{LS}} A_2(\text{Te}) N_2^2 dx + \int_{\text{CH}} A_3(\text{Te}) N_3^2 dx \quad (6)$$

Δυνάμεθα συνεπῶς νὰ γράψωμεν τὴν μεταβολὴν τῆς ἐντάσεως τῆς πρασίνης γραμμῆς

$$\Delta I_{5303} = I_{5303} - I_0 \quad (7)$$

ὅπου I_0 ἡ ἔντασις τῆς πρασίνης γραμμῆς διὰ τὸν ἡρεμὸν ἡλίον, ὡς ἐξῆς :

$$\Delta I_{5303} = (\Delta I_{5303})_{\text{CO}} + (\Delta I_{5303})_{\text{LS}} + (\Delta I_{5303})_{\text{CH}} \quad (8)$$

Εἰς προγενεστέραν ἐργασίαν μας (Xanthakis et al, 1982) ὑπεθέσαμεν ὅτι ὁ ἀριθμὸς τῶν μεταβολῶν τῆς ἠλεκτρονικῆς πυκνότητος (συμπυκνώσεων) εἶναι ἀνάλογος μόνον τῶν μαγνητικῶν πεδίων τοῦ ἡλίου καὶ συνεπῶς τῶν γεγονότων τὰ ὁποῖα ἐκπέμπουν πρωτόνια. Τοῦτο ἰσχύει διὰ τὰς μετρήσεις τῆς ἐντάσεως τῆς πρασίνης γραμμῆς αἱ ὁποῖαι ἔγιναν εἰς τὴν περιοχὴν (CO) τοῦ στέμματος. Δυνάμεθα συνεπῶς νὰ ἀντικαταστήσωμεν εἰς τὴν σχέσιν (8) τὸν ὄρον $(\Delta I_{5303})_{\text{CO}}$ μὲ τὴν σχέσιν (1).

Όπότε θα έχουμε την σχέση :

$$I_{5303} = C + 0,155 (1 + \sqrt{N_p}) I_a (R) + P (t) \left. \begin{array}{l} + \sum_{LS} \int A_2 (Te) 2N_2 dN_2 dx + \sum_{CH} \int A_3 (Te) 2N_3 dN_3 dx \\ + \sum_{LS} \int N_2^2 \Delta A_2 (Te) dx + \sum_{CH} \int N_3^2 \Delta A_3 (Te) dx \end{array} \right\} (9)$$

Όνομάζομεν τούς δύο τελευταίους όρους $P_1 (t)$, διότι αναφέρονται εις μεταβολάς τῆς συναρτήσεως κατανομῆς τῆς ἠλεκτρονικῆς θερμοκρασίας, αἱ ὁποῖαι ὀφείλονται εις τὰ μαγνητικά πεδία τοῦ ἠλιακοῦ στέμματος (Xanthakis et al., 1982).

Εἰς τὴν παροῦσαν ἐργασίαν ὑποθέτομεν ὅτι διὰ τὴν περιοχὴν τοῦ στέμματος, ὅπου παρατηροῦνται στεμματικά ρεύματα, ἡ ἠλεκτρονικὴ πυκνότης τοῦ στέμματος N_2 δύναται νὰ ὑπολογισθῇ βάσει τῆς σχέσεως (5), ὀνομάζομεν δὲ αὐτὴν B .

Συνεπῶς B εἶναι μία συνάρτησις, ἡ ὁποία ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὰ γεωμετρικά χαρακτηριστικά τῶν ἀψιδωτῶν σχηματισμῶν καὶ τὴν ἠλεκτρονικὴ πυκνότητα τοῦ ἠρέμου ἠλίου N_0 , λαμβάνει δὲ μίαν μέσην τιμὴν \bar{B}_1 διὰ τὰ στεμματικά ρεύματα, τὰ ὁποῖα ἔχουν μεγάλην διατομὴν κατὰ τὴν χρονικὴν περιόδον τοῦ ἠλιακοῦ μεγίστου, καὶ μίαν μέσην τιμὴν \bar{B}_2 κατὰ τὴν ἐποχὴν τοῦ ἠλιακοῦ ἐλαχίστου καὶ τῶν λοιπῶν ἐτῶν.

Ἐνάλογον ὑπόθεσιν κάμνομεν διὰ τὰς μεταβολάς τῆς ἠλεκτρονικῆς πυκνότητος εις τὰς περιοχὰς τῶν στεμματικῶν ὀπῶν N_3 , ὁπότε ἔχομεν :

$$N_3 = A^{-1} N_0 = D^{-1}$$

ὅπου A μία σταθερά, ἡ ὁποία ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ ἐμβαδὸν τῶν στεμματικῶν ὀπῶν.

Ἡ D , λαμβάνει μίαν μέσην τιμὴν \bar{D}_1 διὰ τὰς στεμματικὰς ὀπὰς, αἱ ὁποῖαι ἀναφέρονται εις τὴν περιοχὴν τοῦ μεγίστου (1967-70) τῆς ἠλιακῆς δραστηριότητος καὶ μίαν τιμὴν \bar{D}_2 διὰ τὴν χρονικὴν περιόδον τοῦ ἐλαχίστου καὶ τῶν ὑπολοίπων ἐτῶν.

Σύμφωνα μὲ τὰς ἀνωτέρω ὑποθέσεις ἔχομεν διὰ τὸ ἄθροισμα τῶν μεταβολῶν τῆς ἠλεκτρονικῆς πυκνότητος εις τὰς περιοχὰς τῶν στεμματικῶν ρευμάτων καὶ στεμματικῶν ὀπῶν :

$$\Sigma (\Delta N_2) = \bar{B} S_{LS} \quad (10)$$

$$\text{καὶ} \quad \Sigma (\Delta N_3) = \bar{D}^{-1} H_{CH} \quad (11)$$

ὅπου S_{LS} : ὁ ἀριθμὸς τῶν στεμματικῶν ρευμάτων (loop structures)

H_{CH} : ὁ ἀριθμὸς τῶν στεμματικῶν ὀπῶν (coronal holes).

Διακρίνοντας τὰ στεμματικά ρεύματα καὶ τὰς στεμματικὰς ὀπὰς εἰς δύο κατηγορίας: περιοχὴ μεγίστου (\bar{B}_1, \bar{D}_1) καὶ περιοχὴ ἐλαχίστου καὶ λοιπῶν ἐτῶν (\bar{B}_2, \bar{D}_2), δυνάμεθα νὰ γράψωμε τὴν σχέσιν (9) λαμβάνοντας ὑπ' ὄψιν τὰς σχέσεις (10) καὶ (11) ὡς ἑξῆς:

$$I_{5303} = C + 0.155 (1 + \sqrt{N_p}) I_a(R) + P(t) \left. \begin{aligned} &+ 2\bar{B}_1 S_{L.S} \int_{L.Smax} A_2(Te) N_2 dx + 2\bar{D}_1^{-1} H_{CH} \int_{CHmax} A_3(Te) N_3 dx \\ &+ 2\bar{B}_2 S_{L.S} \int_{L.Smin} A_2(Te) N_2 dx + 2\bar{D}_2^{-1} H_{CH} \int_{CHmin} A_3(Te) N_3 dx + P_1(t) \end{aligned} \right\} (12)$$

Ταυτίζοντας αὐτὴν τὴν σχέσιν μὲ τὴν σχέσιν (3) εὐρίσκομεν ὅτι:

$$\left. \begin{aligned} 2\bar{B}_1 S_{L.S} \int_{L.Smax} A_2(Te) N_2 dx + 2\bar{D}_1^{-1} H_{CH} \int_{CHmax} A_3(Te) N_3 dx &= 0.8 (S - H) \\ 2\bar{B}_2 S_{L.S} \int_{L.Smin} A_2(Te) N_2 dx + 2\bar{D}_2^{-1} H_{CH} \int_{CHmin} A_3(Te) N_3 dx &= 0.1 (S - H) \end{aligned} \right\} (13)$$

$$P_1(t) = \begin{cases} \nearrow -13.8 \text{ (μέγιστο)} \\ \searrow 1.7 \text{ (ἐλάχιστο)} \end{cases}$$

Ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ ἀριθμὸς τῶν ρευμάτων τοῦ ἡλιακοῦ ἀνέμου S εἶναι ἴσος πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν στεμματικῶν ὀπῶν ποὺ δίδουν ρεύματα ἡλιακοῦ ἀνέμου H καὶ τὸν ἀριθμὸν τῶν στεμματικῶν ρευμάτων $S_{L.S}$ καὶ ἀντικαταστήσωμεν εἰς τὴν σχέσιν (13) τὴν τιμὴν τοῦ $S_{L.S}$ εὐρίσκομεν, θεωρῶντας ὅτι αἱ σχέσεις (13) εἶναι ταυτότητες, τὰς κάτωθι τιμὰς διὰ τοὺς συντελεστὰς τοῦ S:

$$\left. \begin{aligned} 2\bar{B}_1 \int_{L.Smax} A_2(Te) N_2 dx &= 0.8 \\ 2\bar{B}_2 \int_{L.Smin} A_2(Te) N_2 dx &= 0.1 \end{aligned} \right\} (14)$$

Ἐὰν δεχθῶμεν ὅτι $\int_{L.Smax} A_2(Te) N_2 dx = \int_{L.Smin} A_2(Te) N_2 dx$ δεδομένου ὅτι τὸ στέμμα εἶναι εἰς τὸ σύνολόν του ὁμογενὲς εὐρίσκομεν ὅτι:

$$\frac{\bar{B}_1}{\bar{B}_2} = \frac{8}{1} \quad (15)$$

Είναι αξιοσημείωτον ότι και διὰ τούς συντελεστὰς τῶν πολικῶν στεμματικῶν ὀπῶν, αἱ ὁποῖαι εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν ἐπιφανειῶν τῶν στεμματικῶν ὀπῶν, εὐρίσκεται (Sheeley et al., 1980) ὅτι ἰσχύει ἡ ἴδια ἀναλογία :

$$\frac{\bar{D}_2}{\bar{D}_1} = \frac{8}{1} \quad (16)$$

Ἐκ τῆς ἀνωτέρω θεωρητικῆς μελέτης δυνάμεθα νὰ συμπεράνωμεν :

- 1) Ὅτι αἱ στεμματικαὶ ὀπαὶ καὶ τὰ στεμματικὰ ρεύματα ἔχουν ἀντίθετον ἐπίδρασιν εἰς τὴν ἔντασιν τῆς πρασίνης γραμμῆς τοῦ στέμματος. Αἱ στεμματικαὶ ὀπαὶ ἐλαττώνουν τὴν ἔντασιν ἐνῶ τὰ στεμματικὰ ρεύματα τὴν αὐξάνουν.
- 2) Ὅτι ὁ μέσος λόγος τῶν γεωμετρικῶν σταθερῶν τῶν στεμματικῶν ρευμάτων, διὰ τὴν περίοδον τοῦ μεγίστου πρὸς τὴν περίοδον τοῦ ἐλαχίστου καὶ λοιπῶν ἑτῶν εἶναι ἴσος πρὸς τὸν ἀντίστροφον λόγον τῆς μέσης ἐπιφανείας τῶν πολικῶν στεμματικῶν ὀπῶν τὰς ὁποίας δίδουν οἱ Broussard et al. (1978), Sheeley (1980).
- 3) Ὅτι ἡ ἐπίδρασις τῶν στεμματικῶν ὀπῶν καὶ τῶν στεμματικῶν ρευμάτων εἰς τὴν ἔντασιν τῆς πρασίνης γραμμῆς εἶναι μικρά. Βάσει τῶν σχέσεων (13) καὶ (15) εἶναι τέλος δυνατὸν νὰ γίνῃ μία ἐκτενεστέρα θεωρητικὴ μελέτη τοῦ τρόπου ἐπιδράσεως τῶν στεμματικῶν ὀπῶν καὶ τῶν στεμματικῶν ρευμάτων εἰς τὴν ἔντασιν τῆς πρασίνης στεμματικῆς γραμμῆς.

Ὁ ἀριθμὸς τῶν ρευμάτων ἐξ ἄλλου τοῦ ἡλιακοῦ ἀνέμου S δύναται ἐπιτυχῶς νὰ χρησιμοποιηθῇ διὰ τὴν μελέτη τῆς ἐντάσεως τῆς πρασίνης στεμματικῆς γραμμῆς, διότι ὅπως πρόσφατα παρατήρησε καὶ ὁ Mustel (1981), αἱ στεμματικαὶ ὀπαὶ καὶ τὰ στεμματικὰ ρεύματα εἶναι αἱ μόναι ἐνεργοὶ περιοχαί, πηγαὶ τῶν σωματιακῶν ρευμάτων.

Σ Υ Μ Π Ε Ρ Α Σ Μ Α Τ Α

Εἰς τὴν παροῦσαν ἐργασίαν δίδεται μία νέα σχέση διὰ τὸν ὑπολογισμὸν τῆς ἐντάσεως εἰς τὰ 5303 Å. Συμφώνως μὲ αὐτὴν ἡ ἔντασις τῆς στεμματικῆς γραμμῆς ἐκφράζεται ὡς δείκτης ἡλιακῆς δραστηριότητος μὲ τέσσαρας μεταβλητάς: γεγονότα πού ἐκπέμπουν πρωτόνια N_p , ἡλιακὸς δείκτης $I_a(R)$, ρεύματα ἡλιακοῦ ἀνέμου S καὶ στεμματικὰς ὀπὰς (συνδεδεμένας μὲ τὰ ρεύματα) H. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἡ ἔντασις I_{5303} εἶναι περισσότερον χρήσιμος διὰ τὴν μελέτην τῶν ἡλιακῶν καὶ

γίνων φαινομένων από τον αριθμό των κηλίδων R , διότι παρουσιάζει ύψηλο-τέραν συσχέτιση με τα φαινόμενα ένδοπλανητικού χώρου και τους γεωμαγνητικούς δείκτες. Η ένταση της πρασίνης γραμμής είναι συνεπώς ένας σφαιρικός δείκτης της ηλιακής δραστηριότητας και εκφράζει όλα σχεδόν τα φωτοσφαιρικά και στεμματικά φαινόμενα που λαμβάνουν χώραν εις τον ήλιον. Πάντως, ως ανωτέρω ανέφερα, ο αριθμός των στεμματικών όπων και των ρευμάτων ηλιακού ανέμου δεν μεταβάλλει σημαντικά τον υπολογισμόν της έντάσεως της πρασίνης γραμμής I_{5303} , όπως έπεσήμαναν διάφοροι έρευνηταί (Xanthakis et al., 1980).

Εὐχαριστίαι: Εὐχαριστοῦμεν θερμῶς τὸν Καθηγητὴν Rösch καὶ τὸν Δρ Leroy διὰ τὴν εὐγενικὴν προσφορὰν τῶν μετρήσεων τῆς έντάσεως τῆς πρασίνης γραμμῆς τοῦ Pic-du-Midi Ἀστεροσκοπείου. Ἐπίσης εὐχαριστοῦμεν τὰς δεσποινίδας Ν. Καλυβιώτη καὶ Ε. Παπανικολάου τοῦ Ἐργαστηρίου Πυρηνικῆς Φυσικῆς Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν διὰ τὴν τεχνικὴν βοήθειαν εἰς τὴν έτοιμασίαν τῆς έργασίας.

S U M M A R Y

In this work we give a semi-empirical relation, between the green line intensity observed at 5303 \AA and the number of proton events, the number of solar wind streams, the solar activity index $I_a(R)$ and the number of coronal holes that have been associated with solar wind streams. We have justified theoretical this relation that can be applied for the 20 solar cycle.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- C. W. Allen, *Astrophysical Quantities*, 3rd ed. Athlone Press London, 1973.
 M. D. Altschuler - G. Newkirk, *Solar Phys.* **9**, 131, 1969.
 D. E. Billings, *A guide to the Solar Corona*, Academic Press, New York, 1966.
 R. M. Broussard - Jr. N., R. Sheeley - R. Tousey - J. H. Underwood, *Solar Phys.* **56**, 161, 1978.
 A. Dollfus, in C. J. Macris (ed.), *Physics of Solar Corona* **27**, 97, 1971.
 J. L. Leroy - M. Trellis, *Astron. Astrophys.* **35**, 289, 1974.
 B. A. Lindblad - H. Lundstedt, *Solar Phys.* **74**, 197, 1981.

- E. R. Mustel, *Adv. Space Res. (COSPAR)* **1**, 15, 1981.
- P. Poulain, *Solar Phys.* **70**, 229, 1981.
- G. W. Pneuman, *Solar Phys.* **3**, 578, 1968.
- , *Solar Phys.* **6**, 225, 1969.
- S. R. Pottasch, *Astrophys. J.* **137**, 945, 1963.
- E. R. Priest, *Solar Phys.* **58**, 57, 1978.
- V. Rušín, *Bull. Astron. Inst. Czechosl.* **31**, 9, 1980.
- V. Rušín - M. Rybansky, *Bull. Astron. Inst. Czech.* **26**, 160, 1975.
- V. Rušín - M. Rybansky - L. Scheirich, *Solar Phys.* **61**, 301, 1979.
- D. M. Rušt - J. R. Roy, in R. Howard. ed., *Solar Magnetic Fields, I.A.U. Symp.* **43**, 569, 1971.
- M. Rybansky, *Bull. Astron. Inst. Czechosl.* **31**, 9, 1975.
- A. H. Shapley - C. D. Ellyett - H. N. Kroch, *Solar Terrestrial Phys. and Meteor. Working Document III*, 1979.
- N. R. J. Sheeley, *Solar Phys.* **65**, 229, 1980.
- J. A. Simpson - J. R. Wang, *Astrophys. J.*, 149, 173, 1967.
- , *Astrophys. J.*, 161, 265, 1970.
- G. S. Vaiana - R. Rosner, *Ann. Rev. Astron. Astroph.* **16**, 393, 1978.
- I. Εανθάκης - Κ. Πουλάκος, *Πρακτικά 'Ακαδ. 'Αθηνών* **53**, 286, 1978.
- J. Xanthakis - B. Petropoulos - H. Mavromichalaki, *In Sun and Climate Int. Conf. CNES (Toulouse)*, p. 101, 1980.
- , *Solar Phys.* **76**, 181, 1982.
- M. Waldmeier, *In C. J. Macris (ed.) Physics of Solar Corona*, D. Reidel Publ. Dordrecht, Holland, p. 130, 1971.
- , *Solar Phys.* **70**, 251, 1981.