

LO SPETTRO DI ζ TAURI - NOTA III

Nota di MARGHERITA HACK (*)

(Osservatorio astronomico di Merate - Centro di astrofisica del C.N.R.)

RIASSUNTO. — Allo scopo di seguire le variazioni spettrali di ζ Tauri, si danno i risultati dello studio di spettrogrammi presi all'Osservatorio di Asiago con le due dispersioni di 40 A/mm e 13 A/mm ad H_γ e si confrontano con i precedenti risultati ottenuti dalla scrivente. Noto l'aumento della profondità centrale delle righe della serie di Balmer passata da un valore medio di 0.65 nel novembre '51 a 0.87 nel marzo '54. Le righe del Fe II e dell'O II permettono di costruire due rami della curva di crescita relativi rispettivamente allo shell e alla atmosfera della stella, che mettono in evidenza la presenza di una velocità di turbolenza eguale a 7 km. al secondo nello shell e di 23 km. al secondo nell'atmosfera della stella.

ABSTRACT. — The results of a study on the spectrum of ζ Tauri is given. Spectrograms have been taken with the spectrograph of Asiago Observatory; the two dispersions employed are 40 A/mm and 13 A/mm at H_γ . The results are compared with those of preceding observations. The rise of the central depths of the H lines is considerable ($R_c = 0.65$ in november '51 and $R_c = 0.87$ in march '54).

Two branches of the growth curve are built with the Fe II and O II lines, regarding respectively the shell and the atmosphere of the star. A velocity of turbulency is found: 23 km/sec for the star and 7 km/sec for the shell.

E' noto l'interesse che presenta lo spettro di ζ Tauri per il suo carattere composto, attribuito alla presenza di un'atmosfera estesa che circonda la stella.

Per una completa bibliografia sulla stella in questione si veda una precedente nota della scrivente (1).

Come abbiamo già accennato nella nota citata, sarebbe del massimo interesse seguire costantemente questa stella per studiarne le variazioni spettrali, consistenti in particolare nella variazione delle intensità centrali delle righe dell'idrogeno, dell'intensità delle ali in emissione di H_β , del numero di righe visibili della serie di Balmer, del profilo della 3965 e della 5015 dell'He I, provenienti dal livello metastabile 2^1S .

A tale scopo si sono presi 8 spettrogrammi di ζ Tauri nel marzo del '54, allo spettrografo multiplo applicato al riflettore da m. 1.20 dell'Osservatorio di Asiago. Nella tabella I sono riportati i dati relativi agli spettrogrammi.

(*) Pervenuta il 22 dicembre 1954.

TABELLA I

Data	Larghez. dell'immagine della fenditura sulla lastra	Tipo di lastre	Tempo di posa	Dispersione	Zona spettrale
16/3/54	20 micron	Ferrania Blù	2 ^m	40 A/mm	5000-3650
»	»	»	4	»	»
»	»	»	8	»	»
»	»	»	16	»	»
24/3/54	»	Ferrania Superex	8	»	6600-3650
»	»	»	16	»	»
31/3/54	70 micron	Ferrania Superorto	60	13 A/mm	4950-3720
»	»	»	40	»	»

La calibrazione è stata eseguita con lo spettrosensitometro dell'Osservatorio di Asiago, sulla stessa lastra su cui erano stati presi gli spettri stellari.

I microfotogrammi sono stati eseguiti al microfotometro Moll dell'Osservatorio di Merate, con rapporto 1/50. La larghezza della prima fenditura è stata tenuta eguale a 0.12 mm; in tal modo l'immagine della fenditura esplorante la lastra è di 0.02 mm. ed il potere risolutivo del microfotometro risulta non inferiore a quello dello spettrografo. La seconda fenditura è stata tenuta pure molto stretta (0.30 mm.) per evitare la luce diffusa dalla gelatina. L'altezza della fenditura è stata regolata in modo che lo spettro fosse esplorato in tutta la sua altezza di 0.5 mm; così da ridurre statisticamente l'effetto della grana.

IDENTIFICAZIONE DELLE RIGHE

La lunghezza d'onda delle righe spettrali è stata misurata sui microfotogrammi prendendo come riferimento le righe dello spettro di confronto del ferro, e per controllo è stata anche misurata la posizione delle righe al misuratore di spettri e calcolata la lunghezza d'onda in base alla formula di Cornu-Hartmann. Questo doppio controllo si è mostrato molto utile perchè solo le righe più forti dello spettro come le righe dell'He I e la 4481 del Mg II sono facilmente individuabili benchè molto appiattite e allargate per rotazione. Le altre sono visibili solo come estese ma deboli depressioni nello spettro continuo; a causa di questo loro aspetto è stato necessario confrontare accuratamente tutti i microfotogrammi dei vari spettri; sono state sicuramente individuate come righe d'assorbimento quelle presenti in almeno 6 degli 8 spettrogrammi. Proprio per l'individuazione di queste righe più deboli si sono mostrati utili gli spettro-

TABELLA II

λ mis	Identificazione	$A \lambda$ (in Angstrom)
6563	2.82 H α	11.9 em.
5895	5.92 Na I 1	
5890	9.95 Na I 1	
5876	5.62, 5.65, 5.99 He I 11	
5047	7.74 He I 47	
5018	8.43 Fe II 42	
5016	5.67 He I 4	
5005	5.14 N II 18 e 64	
4960		
4950	8.85 Fe II —	
4943	3.06 O II 33	0.09
4941	1.12 O II 33	0.08
4929		
4924	3.92 Fe II 42	0.09
4922	1.93 He I 48	0.80
4919		0.05
4885	3.41 V II 209	
4876		0.06
4861	1.33 H β	1.25 ala violetta 0.14 em. ala rossa 0.06 em.
4857		
4839		
4763		0.14
4731	1.44 Fe II 43	0.22
4713	3.37 He I 12	0.88
4695	4.55 N II 61	0.30
4657	6.80 Si II — 6.97 Fe II 43	
4638		
4637		0.08
4635	5.33 Fe II 186	0.08
4629	9.33 Fe II 37	
4624		
4620	0.51 Fe II 38	0.23
4605		0.07
4592		
4589	9.69 e 9.75 Al II 45	0.17
	0.97 O II 15	
	8.19 Al II 45	
4584	3.83 Fe II 38	0.30
	2.83 Fe II 37	
	5.82 Al II 45	
4580	0.05 Fe II 26	0.13
4576,5	6.33 Fe II 38	0.23
4572	3.14 Fe III	0.28
	1.97 Ti II 82	
4565	5.78 Cr II 39	0.66
	4.59 V II 56	
4556	5.89 Fe II 37	0.27
4550	9.47 Fe II 38	
	9.62 Ti II 82	
	9.21 Fe II 186	0.31
4535	5.50 Fe III	0.35
	4.57 N III 3	

segue tabella II

λ mis	Identificazione	A λ (in Angstrom)
4530	0.03 Mn II 17 0.40 N II 59 8.51 V II 56	0.20
4523	3.60 N III 3 2.63 Fe II 38	0.15
4520	20.22 Fe II 37	0.15
4516	5.34 Fe II 37 4.89 N III 3	0.30
4509	8.28 Fe II 38 0.92 N III 3	0.25
4502	1.27 Ti II 31	0.16
4492	1.40 Fe II 37	0.23
4489	9.18 Fe II 37	0.18
4481	1.33 e 1.13 Mg II 4	0.58
4471	1.48 e 1.69 He I 14	1.80
4463	2.90 Fe III 106	0.11
4457		
4452.5	2.38 O II 5	
4444	3.80 Ti II 19	0.25
4437	7.55 He I 50	0.11
4418	9.59 Fe III 4 7.72 Ti II 40	
4417	6.97 O II 5 6.82 Fe 27	blend
4415	5.56 Sc II 14 4.91 O II 5	
4402	2.87 Fe II 0.35 Sc II 14	0.08
4396	5.95 O II 26 5.78 Fe III 4 5.03 Ti II 19	0.27
4392	1.26 Fe III 42	
4388	7.93 He I 51	1.47
4379	8.41 O II 102 8.01 O II 102	
4375.5	4.45 Sc II 14	
4369.5	9.40 Fe II 28 1.65 O II 76	
4356	6.81 e 671 Al II 60	
4353	1.76 Fe II 27 3.60 O II 76	0.24
4340	0.47 H	2.65
4336	5.53 N III 10 6.86 O II 2 7.92 Ti II 20	
4332	1.89 O II 41 1.53 Fe II 1.47 O II 41	0.10
4330		
4326	5.01 Sc II 15	0.31
4320	20.74 Sc II 15	0.32
4314	4.08 Sc II 15 3.43 O II 78 14.98 Ti II 40	0.32

segue tabella II

λ mis	Identificazione	A λ (in Angstrom)
4307	5,71 Sc II 15	0.29
	7,90 Ti II 41	
4303	3,06 e 2,81 O II 100	0.34
	3,17 Fe II 27	
	3,82 O II 54	
4299	0,05 Ti II 41	0.17
4295.5	4,82 O II 54	
	6,57 Fe II 28	
4290	0,22 Ti II 41	0.13
4285.5	5,70 O II 78	0.12
4274	5,52 O II 67	
	3,32 Fe II 27	
4259	8,15 Fe II 28	
4253	3,74 e 3,98 O II 101	0.43
4247	6,83 Sc II 7	0.33
4243.5	3,85 Fe III	0.11
4242	1,79 N II 47, 48	0.19
4239	8,78 Fe III 104	
4233	3,32 O I 33	0.28
	3,17 Fe II 27	
4226	6,83 Al II 46	0.12
	7,42 Al II 46	
	7,51 Al II 46	
	7,99 Al II 46	
4216	5,77 Cr II 18	
	5,69 N III 6	
4201	0,38 Fe III	0.09
4199	8,17 Si II	
4182		0.04
4179.7	8,85 Fe II 28	0.35
	9,43 Cr II 26	
4172	3,45 Fe II 27	0.33
	1,90 Ti II 105	
4169	8,97 He I 52	0.16
4164.8	4,79 Fe III 118	0.14
	3,64 Ti II 105	
4155	4,98 Fe III	
4152.2	3,30 O II 19	
4144	3,76 He I 53	
4138	7,93 Fe III 118	0.13
	9,37 Fe III 118	
4132.5	2,41 Cr II 26	0.12
4131	0,88 Si II 3	0.22
4128	8,73 Fe II 27	0.36
	8,05 Si II 3	
4120	0,99 e 0,81 He I 16	0.77
	9,22 O II 20	
4110	0,00 N II 44	
	9,95 Fe III	
	1,01 Cr II 26	
4101	1,74 H δ	2.65
4098.5	8,54 Fe III 101	
4093	2,94 O II 10	0.05
4086.5	6,14 Cr. II 26	

segue tabella II

λ mis	Identificazione	$A \lambda$ (in Angstrom)
4078.7	8.86 O II 10	
4075	6.78 Si II	0.50
	6.00 e 4.89 e 4.53 C II 36	
	5.87 O II 10	
	5.45 Si II	
4071	2.16 O II 10	0.21
4068	9.90 O II 10	0.10
	9.64 O II 10	
4064.5	5.07 V II 215	0.09
4060	0.98 O II 97	0.09
	0.58 O II 97	
4054	4.11 Cr. II 19	0.17
4052	1.97 Cr II 19	0.12
4050	1.34 V II 215	0.07
4047		0.11
4045		0.14
4036.5	5.63 V II 32	
	6.78 V II 9	
4033.5	2.95 Fe II 126	
4029		
4026	6.19 e 6.36 He I 18	1.45
4013	2.47 Fe II 126	0.16
4009	9.27 He I 55	0.45
4006	5.71 V II 32	0.20
4002	2.07 Fe II 29	0.24
	2.55 Fe II 190	
	3.41 Fe III 15	
	2.94 V II 9	
3998.4	8.00 Si II	
	7.13 V II 9	
3994.5	5.86 Al II 47	
	6.16 Al II 47	
	6.38 Al II 47	
	5.00 N II 12	
3981.5	2.72 O II 6	
3974	4.16 Fe II 29	0.12
	3.26 O II 6	
	3.64 V II 9	
3970	0.07 H 7	2.06
3968.5	8.47 Ca II 1	0.17
3966.5		0.14
3965	4.73 He I 5	0.17
3963.5		0.14
3961	0.89 Fe II 212	0.25
	1.52 O III 17	
3957		
3953	4.37 O II 6	
3950.7	1.97 V II 10	
3948	7.59 e 7.49 e 7.30 O I 3	0.13
3945	5.05 O II 6	
3939	8.97 Fe II 190	
3936	5.91 He I 57	
	5.94 Fe II 173	
3933.7	3.66 Ca II 1	0.33

segue tabella II

λ mis	Identificazione	$A \lambda$ (in Angstrom)
3932		
3930		
3927	6.53 He I 58	
3925	4.44 Si III	
3923		
3913	3.46 Ti II 34	0.22
	1.96 O II 17	
3906	6.04 Fe II 173	0.18
	5.53 Si I 3	
	7.45 O II 11	
3903.5	3.27 V II 10	
3900.5	0.68 Al II 1	0.13
	0.55 Ti II 34	
3896.5	6.15 V II 11	
3889	9.05 H 8	
	8.65 He I 2	
3886.5	5.99 C III 15	0.04
3885		0.08
3883.5	3.15 O II 12	0.08
3882	2.20 O II 12	0.08
3879	8.18 He I 59	0.09
3872	1.82 He I 60	0.13
3868.5	7.63 e 7.48 He I 20	0.17
3866.5	6.16 Al II 17	
	6.54 e 6.01 Cr II 130	
	6.74 V II 11	
3864.5	4.68 e 4.45 O II 12	0.05
	3.50 O II 12	
3863.5	2.59 Si II 1	0.13
3857	7.18 O II 13	0.19
3856	6.16 O II 12	0.08
	6.07 C II 30	
	6.02 Si II 1	
3855	5.08 N II 30	
3853	3.66 Si II 1	0.07
3851	1.04 O II 12	0.20
	0.81 O II 12	
3847.5	7.89 O II 12	0.19
	7.38 C II 30	
3846		0.06
3844		0.04
3842	2.82 O II 12	0.05
	2.20 C II 30	
3838.5	8.39 N II 30	0.16
	8.09 He I 61	
3835	5.39 H 9	
3833		
3832		0.15
3830	9.80 N II 30	
	0.45 O II 34	
3829	8.44 Fe III 95	0.12
3827.5	7.67 Fe II 128	0.16
	7.08 Fe II 153	
3825.5	5.53 e 5.25 e 5.09 O I 36	

segue tabella II

λ mis	Identificazione	$A \lambda$ (in Angstrom)
3824	4.42 O I 36 3.47 O I 36 4.91 Fe II 29	
3820	9.61 e 9.76 He I 22	0.60
3817	6.75 O III 18	0.14
3814	4.21 Fe II 153	0.29
3809		0.12
3806	6.56 Si III 5 5.76 He I 63	0.40
3803	3.14 O II 34	0.03
3798	7.90 H 10	
3796	6.11 Si III 5	
3794	4.48 O II 34	0.11
3792	1.41 Si III 5	0.06
3789	8.91 Fe III 102	0.07
3784.5	4.89 He I 64	0.10
3776	6.06 Ti II 72	0.10
3770	0.63 H 11	
3769	8.81 He I 65	
3766	5.62 Cr II 20	
3764	4.09 Fe II 29	0.06
3762.5	1.69 Cr II 11 1.90 Cr II 11 2.89 Fe II 192	0.09
3761	1.32 Ti II 13	
3759.5	9.87 O III 2 9.46 Fe II 154 9.29 Ti II 13	0.08
3758.5	8.36 Ca II 8 7.68 Ti II 72	0.05
3754.5	4.62 N III 4 4.67 O III 2 6.10 He I 66 4.59 Cr II 20 5.56 Fe II 154	0.27
3750	0.15 H 12	
3748.5	8.49 Fe II 154 8.68 Cr II 11	0.05
3746	5.83 N III 4 5.81 V II 15	0.16
3743.5	3.40 Fe III	0.07
3741.7	1.63 Ti II 72	0.03
3737	6.90 Ca II 3 8.38 Cr II 20	
3736		
3735	4.37 H 13	
3728	8.33 V II 116	
3726	5.30 Fe II 130 H 14	
3716	5.48 V II 15 5.45 Cr II 145 5.19 Cr II 20 H 15	
3705.5	5.14 He I 25	

segue tabella II

λ mis	Identificazione	$A \lambda$ (in Angstrom)
3704	3.85 H 16	
3697	7.15 H 17	
3691	1.56 H 18	
3686.5	6.83 H 19	
3682	2.81 H 20	
3679	9.35 H 21	
3676	6.36 H 22	
3674	3.76 H 23	
3671	1.48 H 24	
3669	9.47 H 25	
3668	7.68 H 26	
3666	6.10 H 27	
3665	4.68 H 28	
3663	3.41 H 29	
3662	2.26 H 30	
3661	1.22 H 31	
3660	0.28 H 32	
3659	9.42 H 33	

grammi a minor dispersione, risultando esse righe su quelli a gran dispersione troppo diluite per essere facilmente visibili.

Le identificazioni sono state fatte col solito criterio di vedere se siano presenti tutte le righe di un dato elemento provenienti da uno stesso livello, le cui intensità secondo le tavole di Moore (2) siano superiori od eguali a quelle della riga in esame.

Nella tabella II sono riportate le righe individuate e le larghezze equivalenti ottenute come media delle misure eseguite sugli spettrogrammi a dispersione media e grande. Non ci sono differenze sistematiche fra le due serie di misure, tolto nei casi in cui vi siano dei blend importanti, come ad es. la 4921 He I e la 4924 del Fe II, o la H 7 e la H del Ca II; in questi casi si adotta per la larghezza equivalente il valore dato dagli spettrogrammi a gran dispersione.

La $H\beta$ presenta le ali in emissione, ma esse non sono risolte sugli spettrogrammi a minor dispersione, ed il risultato è che la profondità centrale misurata su questi integra l'effetto delle ali e risulta perciò di solo 0.36 contro il valore 0.62 dato dagli spettrogrammi a gran dispersione.

LO SPETTRO DELL'IDROGENO

Si nota il solito profilo caratteristico: nucleo centrale sottile, dovuto all'assorbimento dello shell, e larghe ali formatesi nell'atmosfera vera e propria.

La H_α è in emissione e la sua larghezza equivalente, misurata sui soli spettrogrammi a piccola dispersione, risulta di 11.9 Å. Dato che a 6563 Å la dispersione è di solo 150 Å/mm non è possibile dire con sicurezza se sia presente una componente centrale in assorbimento, ma la forma allargata della punta e la presenza di qualcosa che potrebbe essere grana, ma anche un debole assorbimento (tanto più che si ripete in tutti e due i microfotogrammi) lo fa supporre (fig. 1).

Nel febbraio del '50 la H_α da misure eseguite su spettrogrammi presi dalla scrivente con prisma obiettivo e dispersione 320 Å/mm ad H_α (3) risulta pure in emissione con una larghezza equivalente di 17.5 Å., ma, data la differenza delle dispersioni e degli strumenti impiegati, si può solo dire che l'intensità della H_α nel '50 e nel '54 è dello stesso ordine di grandezza.

La H_β mostra chiaramente, ma, come abbiamo detto, solo sugli spettrogrammi a gran dispersione, le ali in emissione, con la componente violetta più intensa della rossa. Precisamente per la componente violetta

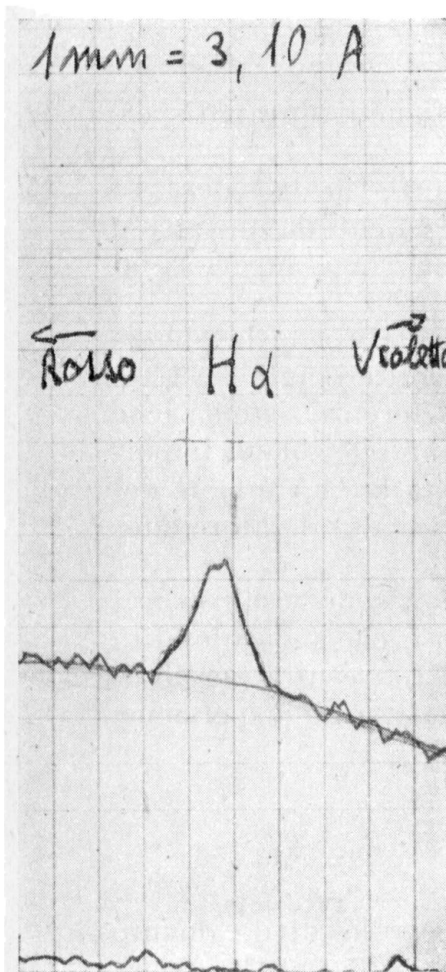


Fig. 1

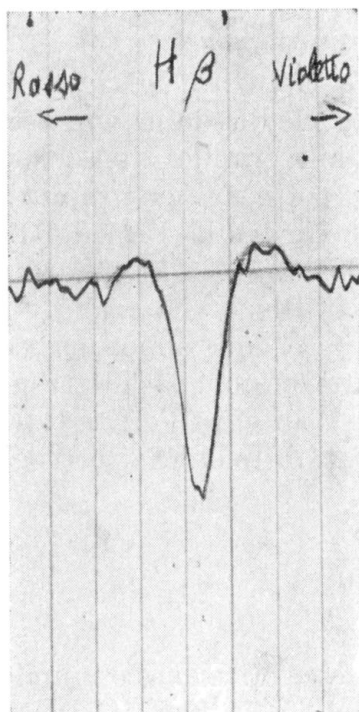


Fig. 2

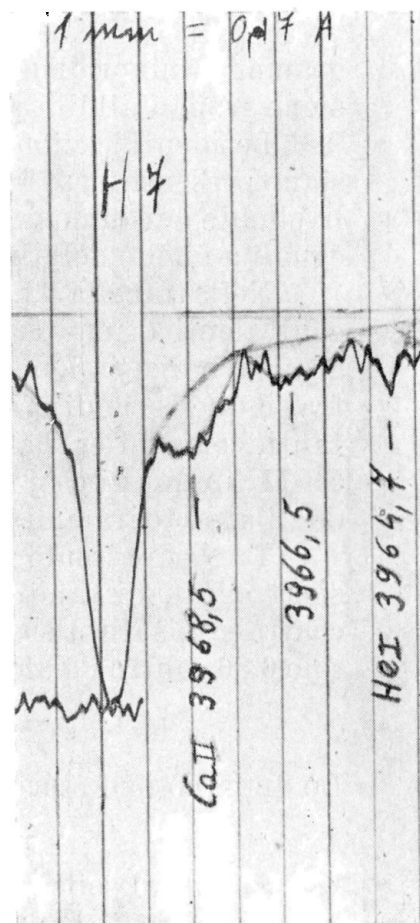


Fig. 3

si ha un'intensità di 0.14 A e per la rossa di 0.06 A, con un rapporto $V/R = 2.3$ (fig. 2). Anche nella nostra precedente nota (1) che riporta i risultati dello studio di spettrogrammi di ζ Tauri presi nel novembre '51 si trova $V/R > 1$ pur non avendo potuto precisare quantitativamente il valore di tale rapporto.

Per quanto riguarda le larghezze equivalenti esse sono rimaste costanti rispetto ai valori trovati in 1) utilizzando spettrogrammi aventi una dispersione di 40 A/mm (Tab. III).

TABELLA III

A_λ		R_c		
Novem. 1951	Marzo 1954	Novem. 1951	Marzo 1954	
<i>H</i>				
H_β	1.38	1.23	0.35	0.62
H_γ	2.89	2.65	0.58	0.81
H_δ	2.43	2.65	0.64	0.88
H_7	2.79	2.60	0.67	0.88
H_8			0.74	0.90
H_9			0.67	0.86
H_{10}			0.64	0.83
H_{11}			0.61	0.79
<i>He</i>				
4471	0.97	1.80	0.25	0.29
4026	1.21	1.45	0.24	0.26
3819	0.62	0.60	0.22	0.18
4713	0.41	0.88	0.13	0.18
4120		0.77	0.12	0.14
3867	0.15	0.17	0.16	0.12
4921	0.99	0.80	0.18	0.14
4388	0.35	1.47	0.20	0.20
4144	0.47	0.99	0.20	0.18
4009	0.11	0.45	0.11	0.15
4438	0.16	0.25	0.11	0.11
4169	0.06	0.16	0.07	0.13

Quello che è notevole invece è la variazione delle profondità centrali R_c delle righe, definita come $R_c = 1 - I_r/I_c$ con I_r intensità misurata al centro della riga e I_c intensità del continuo adiacente. Si era già notato come questa quantità fosse variata grandemente dalle osservazioni di Williams (4,5) i cui risultati sono stati pubblicati nel 1936, fino all'epoca delle nostre osservazioni del '50 e del '51. Mentre il primo trovava una profondità centrale media per le righe H_γ , H_δ , H_7 , H_8 , pari a 0.29 (determinate con spettrografo avente una dispersione di 27 A/mm ad H_γ)

e quindi notevolmente inferiore al valore medio proprio dei tipi spettrali B3, B5, i nostri risultati riportati in 1) danno per R_c un valore medio di 0.65. La differenza non poteva essere strumentale in quanto la dispersione era circa la stessa e il fatto di impiegare un prisma obbiettivo in luogo di uno spettrografo dovrebbe caso mai influire in senso opposto. Si interpreta perciò il basso valore di Williams come dovuto alla presenza di componenti in emissione.

I nostri ultimi risultati trovano per R_c un valore ancora maggiore; in media per H_γ , H_δ , $H7$, $H8$ si ha $R_c = 0.87$. Si può escludere che questa variazione sia dovuta ad effetto strumentale, attribuibile al fatto che gli spettrogrammi del '51 erano stati ottenuti con spettrografo senza fenditura. Infatti spettrogrammi di γ Pegasi pure ottenuti con lo stesso spettrografo senza fenditura danno per le profondità centrali valori in buon accordo con quelli di Williams (4) e di Aller (6), questi ultimi risultanti da spettrogrammi aventi una dispersione di 2.8 Å/mm. Precisamente per γ Peg R_c (Hack) = 0.55, R_c (Williams) = 0.58, R_c (Aller) = 0.62. Una così notevole variazione della profondità centrale delle righe dell'idrogeno prova una variazione delle condizioni fisiche dell'involuppo che avvolge la stella con intervento della diffusione nel meccanismo di formazione della riga.

Il numero di righe visibili che giungeva fino ad $n = 25$ nel '51 (spettrografo senza fenditura, in quarzo) è salito ad $n = 33$. In ambedue i casi la dispersione era di 40 Å/mm ad H_γ . Si ritiene reale e non strumentale tale variazione, indicante perciò una effettiva diminuzione della densità elettronica dello shell.

SPETTRO DELL'ELIO

E' caratterizzato dalle larghissime righe con profilo rotazionale dei tripletti $2^3P - n^3D$ e $2^3P - n^3S$ e dei singoletti $2^1P - n^1D$ e $2^1P - n^1S$. Delle righe provenienti dai livelli metastabili la 3888.65 blend con la H8 è al solito molto intensa. La 3965 conferma le precedenti osservazioni di Struve (7) presentando un profilo non rotazionale, ma caratteristico dello shell (fig. 3). Niente può dirsi della 5015 che cade in zona sottoesposta.

In quanto alle larghezze equivalenti (tab. III) la serie $2^1P - n^1D$ risulta tutta più intensa che nel '51, ad eccezione della 4921 che però con la minor dispersione allora impiegata risulta disturbata dalla 4924 del Fe II per cui la misura della larghezza equivalente è da ritenersi incerta. Anche la 4471 è aumentata d'intensità.

Niente possono dirci le profondità centrali delle più intense righe dell'He aggirantesi su 0.20, 0.30, essendo dovute alla deformazione del profilo della riga, causata dalla rotazione della stella.

ALTRI ELEMENTI

Fra le righe degli altri elementi sembra confermata l'assenza del carbonio. L'O I è presente con la 3947 il cui profilo non è allargato per rotazione, e si deve pertanto pensare formata nello shell. Le righe dovute all'O II sono invece tutte larghe ed appiattite, caratteristiche dello spettro stellare. Pure caratteristico profilo rotazionale presenta la 4481 del Mg II, mentre la 4131 e la 4128 del Si II denunciano la loro appartenenza allo spettro shell.

Allo shell sono anche da attribuire le righe dei metalli ionizzati fra cui particolarmente intense le righe del Fe II, che contrariamente a quanto trovato in altre epoche, non presentano componenti in emissione.

VELOCITA' DI TURBOLENZA NELL'ATMOSFERA STELLARE E NELLO SHELL

Soltanto l'O II per lo spettro dell'atmosfera stellare propriamente detta, e il Fe II per lo shell presentano un sufficiente numero di righe da rendere possibile la costruzione di un ramo della curva di crescita.

In tabella IV sono riportati i valori di $\log A/\lambda$ e di $\log f'$ (8) per l'O II e dei $\log Nf$ solari (9) per il Fe II.

TABELLA IV

λ Fe II	$\log \frac{A}{\lambda}$	Potenziale del livello infer.	$\log N f_{\odot}$
4233.17	- 4.18	2.57	+ 0.20
4178.85	- 4.08	2.57	- 0.63
4173.45	- 4.09	2.56	(+ 0.10)
4515.34	- 4.17	2.83	- 0.87
4491.40	- 4.23	2.10	- 1.04
4520.22	- 4.47	2.37	- 0.90
4489.18	- 4.40	1.98	- 1.34
4583.83	- 4.18	2.79	- 0.22
4549.47	- 4.17	2.82	(- 0.20)
4522.63	- 4.47	2.86	- 0.26
4508.28	- 4.26	2.84	- 0.81
4620.51	- 4.40	2.32	- 1.62
4576.33	- 4.30	2.83	- 1.46
λ O II	$\log \frac{A}{\lambda}$	Transizione	$\log f^1$
4072.14	- 4.29	3p - 3d	- 1.340
4069.90	- 4.61	3p - 3d	- 1.615
4092.94	- 4.91	3p - 3d	- 2.118
3882.20	- 4.69	3p - 3d	- 1.942
3864.45	- 4.89	3p - 3d	- 2.092

Dato il piccolo numero di punti di cui si dispone, l'unica informazione attendibile che si possa ricavare dalla curva di crescita è il valore della velocità di turbolenza che si ottiene dall'entità della traslazione verticale da dare alla curva empirica per portarla su quella teorica quando si ammetta noto il valore della temperatura effettiva della stella. Indicando con Δ la traslazione verticale abbiamo

$$\Delta = \log \frac{1}{R_c} \frac{A_\lambda}{\frac{2 \lambda}{c} v} - \log \frac{A_\lambda}{\lambda}$$

$$\text{dove } v^2 = v_0^2 + \xi_t^2 \text{ con } v_0 = \sqrt{\frac{2RT}{\mu}}$$

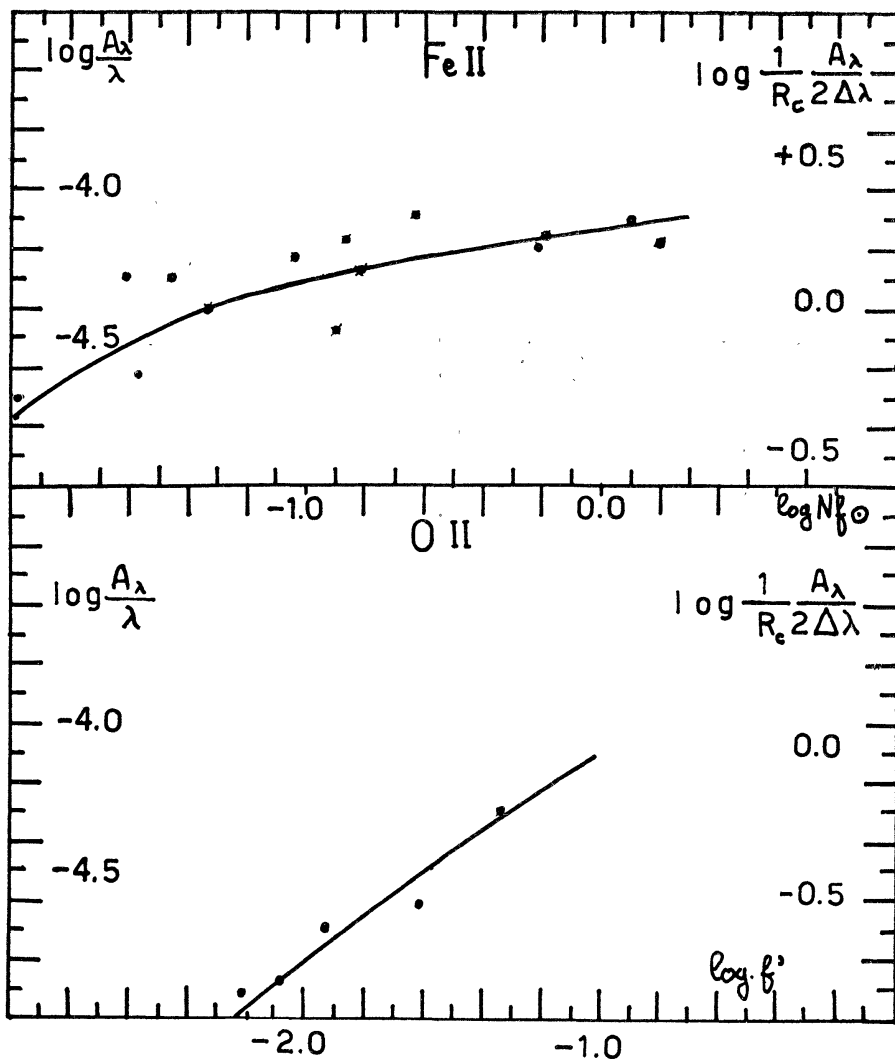


Fig. 4

con R costante dei gas, μ peso molecolare medio ($O = 16$) e ξ_t velocità di turbolenza.

Poichè l'intensità delle righe dell'He porta ad attribuire allo spettro stellare un tipo B3, e l'intensità delle righe del Fe II e Si II un tipo A0 per lo spettro shell, si pone T eguale rispettivamente a 18600°K e 10700°K (10) (d'altronde l'incertezza in T influenza poco il valore di ξ_t).

Si trova per l'atmosfera stellare $\xi_t = 23$ km/sec mentre per lo shell essa è sensibilmente minore e pari a 7 km/sec.

In fig. 4 sono riportati i punti che concorrono alla formazione dei due rami della curva di crescita rispettivamente per il ferro e l'ossigeno; la curva a tratto pieno rappresenta la curva teorica. A sinistra sono date le ordinate della curva empirica, e a destra quelle della curva teorica.

CONCLUSIONE

Sebbene proveniente da strumenti diversi, il confronto delle osservazioni eseguite su ζ Tauri nel 1936, (4), nel 1950 (3), nel 1951 (1) e nel marzo '54 provano notevoli variazioni nelle intensità centrali delle righe di Balmer e nelle larghezze equivalenti.

Sarà nostro futuro intendimento di sottoporre ζ Tauri a osservazione regolare, sempre con uno stesso spettrografo, con lo scopo di poter determinare in modo più accurato e quantitativo le variazioni.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Hack - Mem. S.A.I., XXV, 3, 1954.
- 2) Moore - Multiplet table. Contr. Princeton U. Obs., 20, 1945.
- 3) Hack - Mem. S.A.I., XXII, 2, 1951.
- 4) Williams - Ap. J., 83, 179 e 305, 1936.
- 5) Hack - Mem. S.A.I., XXV, 1, 1954.
- 6) Aller - Ap. J., 109, 244, 1949.
- 7) Struve e Wurm - Ap. J., 88, 84, 1938.
- 8) Voigt - Z. f. Ap., 31, 48, 1952.
- 9) Wright - Ap. J., 99, 249, 1944.
- 10) Kuiper - Ap. J., 88, 446, 1938.

